

5

SHIP BUILDING & BOAT ENGINEERING

船舶

特集・海洋開発のための技術

First Published in 1928
No. 536



艤装中のジャッキアップ式海底油田掘削装置

 日立造船

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

瀬戸の陽春をあびて 60,000DWT 新修繕ドック完成!!

躍進する内海造船!!

中小型の各種新造船に定評ある内海造船では、このほど瀬戸田工場に60,000DWTドックを完成しました。

この新ドックは修繕・改造船の工期の短縮と費用の低減を考慮して、各種の自動化や省力化装置を備えて建設。そのうえ、公害対策のための環境保全施設も完備してあります。

また各船主の方々にはメンテナンスサービスも十分満足していただけることでしょう。



修繕ドック

		長さ×幅×深さ(m)	入渠能力	
			(GT)	(DWT)
瀬戸田工場	No.1 (新設)	230.0×36.0×9.0	37,000	60,000
	No.2 (既設)	110.0×17.0×7.4	4,500	7,500
	No.3 (既設)	119.0×17.0×7.4	5,000	5,000
田熊工場	No.1 (既設)	74.4×10.6×5.9	1,300	2,000
	No.2 (既設)	134.7×18.3×8.4	8,500	12,000

 **内海造船**
NAIKAI SHIPBUILDING & ENGINEERING CO., LTD.

本社・瀬戸田工場：広島県豊田郡瀬戸田町大字沢226番地の6 〒722-24
電話(瀬戸田)08452(7)2111(代)
田熊工場：広島県因島市田熊町2517番地の1 〒722 23
電話(因島)08452(2)1411(代) 事務所：東京・名古屋・大阪・神戸・九州





日本沿海フェリー「えりも丸」



安全な航海のために 操舵室の窓は クリヤーに

結露・氷結から視界をまもります。

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

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

ヒートコントローラー

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

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

結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス

ヒートライト® C

旭硝子

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

支店 = 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタログ請求券
5 船舶

5

SHIP BUILDING
& BOAT ENGINEERING

目次

特集・海洋開発のための技術

海洋開発の現状とその動向	芦野民雄	17
浮遊式海洋構造物の係留技術について	上野勲/安藤定雄	28
傾斜板式油回収船 MIPOS		37
新海洋法秩序の到来とわが国の活路	小野 瞭	44
水中アイ・ロボット		51

技術者の夢/低燃費のハイグレード船舶	濱田 昇	58
大陸間における大量高速輸送システムの改善に関する一試案	田辺哲夫	60

連載

カーフェリーポート設計の周辺<2>	宝田直之助	65
砕氷艦“ふじ”に乗船して<2>	小林佑規	70
LNG船—その4/材料・溶接および破壊力学<20>	恵美洋彦・伊東利成	81
巨大タンカーおよび船舶の防食防汚方法開発の研究	日本造船研究協会研究部	86
安全公啓の話題<1>海上交通の安全	谷野龍一郎	92

新造船の紹介

イラク港湾局向け21mおよび27m旅客艇		96
----------------------	--	----

連載

F R P 船の構造設計<4>	丹羽誠一	104
隣座・ディーゼルエンジン	齊藤善三郎	109

NKコーナー		117
--------	--	-----

竣工船一覧		118
-------	--	-----

特許解説		128
------	--	-----

表紙……日立造船因島工場で建造、艤装中のジャッキアップ式海底油田掘削装置。完成は5月末。

主要目

Platform		Leg	
Length overall	64.922m	Overall length of legs	127.203m
Breadth overall	64.618m	Length of one side of triangular leg	10.668m
Depth of hull	8.230m	Center tubular cords	0.762m
Designed draft	4.270m	Bracing and diagonal	0.324m
		Diameter of spud tank	16.459m

衝突や座礁の予防に...

船舶搭載用 IBM 船用



燃費の節約…

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。

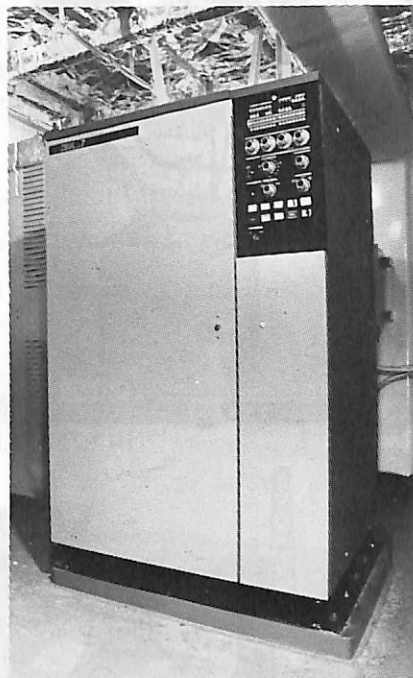
航海士の方々は、ブリッジ・コンソールからこれらの情報を迅速・的確に得ることにより、従来のようにご自身で複雑な計算や解析を行うことなく、余裕をもって衝突や座礁の危険を回避することが可能になります。

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「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できます。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 電話 03(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

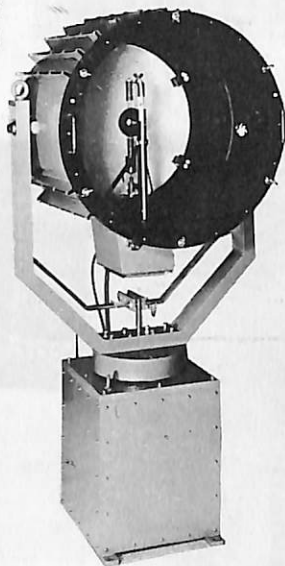
“さろま”に日本ではじめて

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。



世界的水準をはるかに抜く明るさ!!



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

高性能リモコンキセノン探照燈

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

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



ハロゲンランプ式 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ガリモートコントロールできるようにした探照燈です。燈体はアルミニウム合金鋳物を使用し、燈体部の構造は全閉式完全防水になっております。船舶の特殊条件に安心してご使用できるよう、十分な安全率を考慮した設計で、小形船舶に適した探照燈です。



三信船舶電具株式会社
 日本工業規格表示許可工場
三信電具製造株式会社

●本社 / 東京都千代田区内神田1-16-8 ☎(03) 295-1831(大代)
 ●東京発送センター ☎(03) 840-2631(代) ●九州配送センター ☎(092) 771-1237(代) ●北海道配送センター ☎(0130) 43-1411(代) ●福岡営業所 ☎(092) 771-1237(代)
 ●高松営業所 ☎(0878) 21-4969 ●宝塚営業所 ☎(0143) 22-1619 ●姫路営業所 ☎(0143) 43-1411(代) ●石巻営業所 ☎(0225) 23-1304 ●工 場 ☎(03) 845-2111(代)

今や 船尾軸系は グラシャー・ ハーバート時代

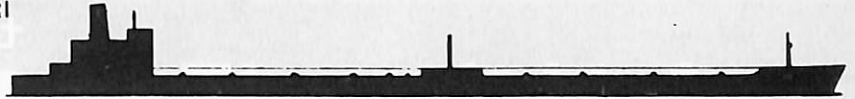
グラシャー・ハーバート 船尾軸系装置は：

- 船尾軸系の修理や、検査のため最早やドック入りの必要はありません。
- 軸受と前後部シールはアフロートのままで、またどんな載貨状態でも乗組員の手ですら点検、修理調整ができます。
- 機器の信頼性を高めオフ・ハイヤーを減少し、経済性を増大しました。
- スタンフレーム・キャスティングはマシンショップで機械加工ができ、船台での建造期間は大巾に短縮されます。
- 軸径250ミリ以上のあらゆる種類の船舶や、自航式セミ・サブ・マージブル・オイル・リグ等に容易に装備できます。
- コーンおよびフランジ方式、何れのプロペラーにも適合します。
- 現行のどのタイプのシールにも適合します。
- 軸受は二つ割同型構造で、上下、前後の交換使用が可能。
- 本装置にもとづく舰まわりの無償設計サービスに応じます。



UGLANDS REDERI

1970年1月、ノルウェーの船主UGLANDS REDERIの“MV LAURITA”に装備以来の実績の一部をここに紹介します。
日本では三菱重工業(広島)殿で27,000DWT 3隻に採用されています。



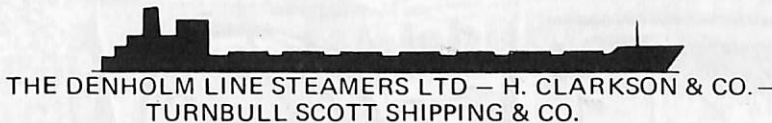
UGLANDS REDERI



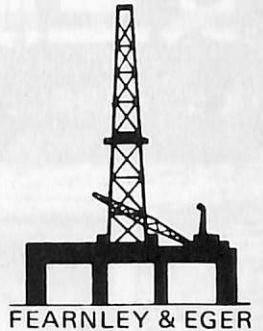
SHIPPING CORPORATION OF INDIA



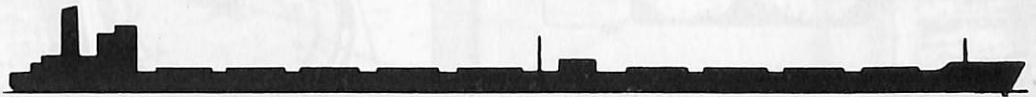
SHIPPING CORPORATION OF INDIA



THE DENHOLM LINE STEAMERS LTD - H. CLARKSON & CO. -
TURNBULL SCOTT SHIPPING & CO.



FEARNLEY & EGER



GRANGES A.B. - ECOVAL TANKERS CORPORATION

THE GLACIER METAL COMPANY LIMITED

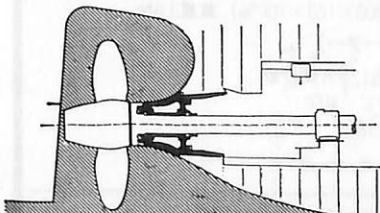
Alperton, Wembley, Middlesex, England
Tel: 01-997 6611 Telex: 936881



資料の請求、詳細についてのお問い合わせは下記へ
アジア地区総代理店

大倉商事株式会社船舶課
東京都中央区銀座2-3-6
電話 563-6111

大倉船舶工業株式会社
東京都中央区銀座1-14-5
電話 563-2331



SEIKO

セイコー・株式会社 服部時計店



セイコー船舶時計

安全航海に、信頼のQC

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



船内の子時計を駆動する親時計として

QC-6M2 300×400×186(%) 重量20kg

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

子時計は豊富にそろったデザインからお選びください。

標準時計に、小型・軽量、持ち運び自由な

QC-951-II 200×160×70(%) 重量2.6kg

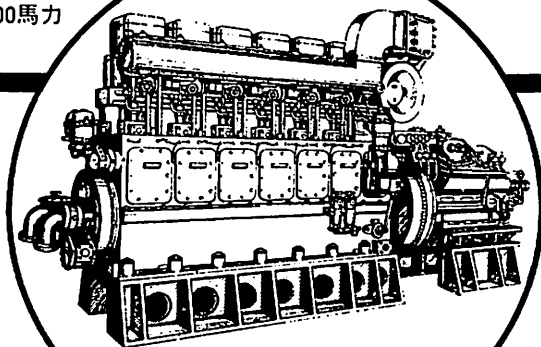
(マリンクロノメーター)

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

船舶の自動化・省力化に貢献する

ダイハツキヤードエンジン

6DSM-26型 1,300馬力



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

ダイハツディーゼル株式会社

本社・本社工場
守山工場
東京営業所
営業所

大阪市大淀区大淀町中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・函館・仙台・名古屋・高松・福岡・下関
ロンドン・シドニー・ジャカルタ

油汙過作業の省力化…

特許

機関室を広くする

マックス・フィルタ[®]シリーズ

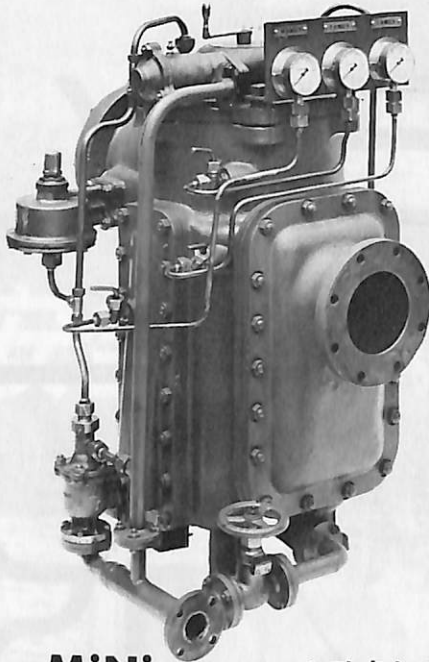
日本舶用機器開発協会助成品

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

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



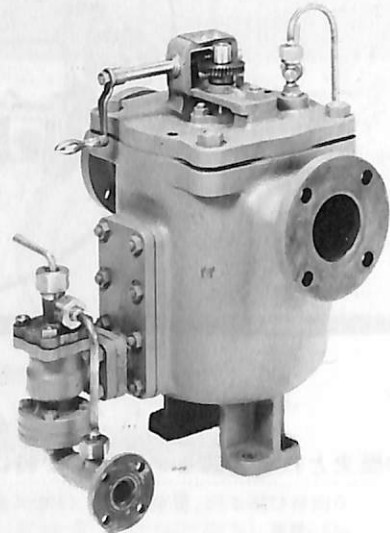
Mini

と改名しました

MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

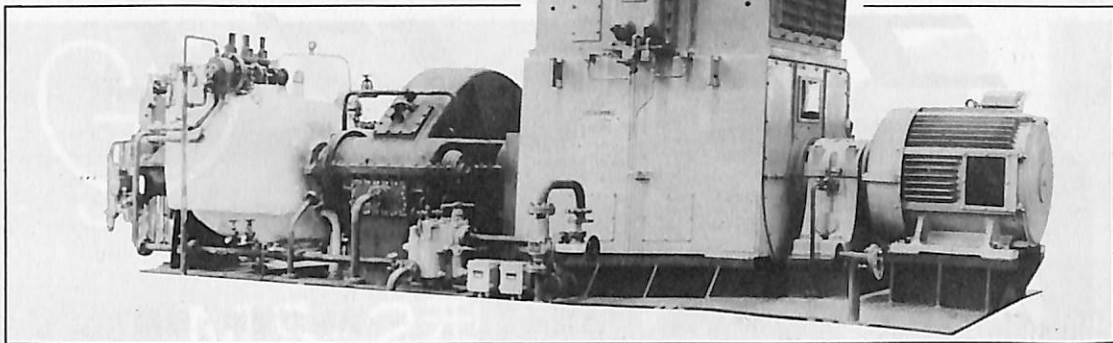
- 〔特長〕
- 価格 切換型より安い
 - 洗滌 簡単で容易
 - 据付 場所をとらない



単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

㊦ 新倉工業株式会社

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



—ながい経験と最新の技術を誇る—

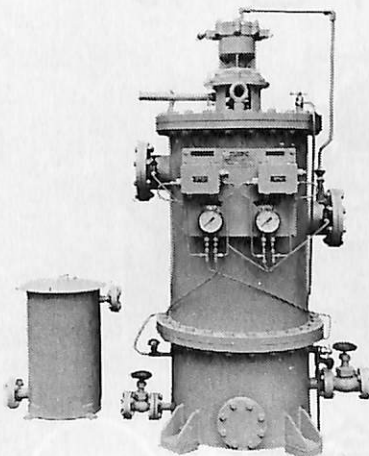
大洋の船舶用電気機器

●発電機●電動機及び制御装置●配電盤●電源自動化装置●コンソール・パネル●ファン



本社／東京都千代田区神田錦町3の16 電話・03-293-3061(大代)
工場／岐阜・伊勢崎・群馬工場
営業所／下関・大阪・札幌営業所
LIAISON OFFICE／NEW YORK・JAKARTA・ABU DHABI


7ヶ国特許取得



「ケーワン ストレーナー」

スラッジ完全分離
油圧駆動方式完全自動逆洗型
ノッチワイヤー式油汙過機

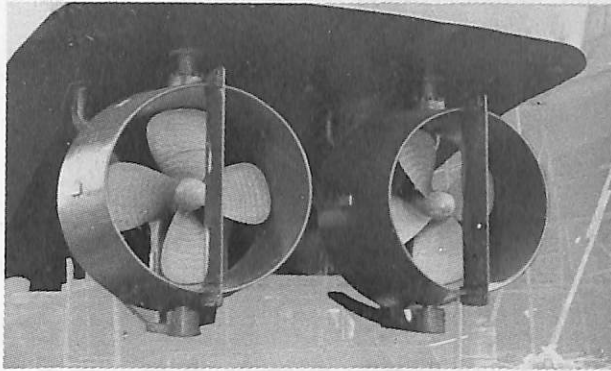
1. 非常に小型となりました。
2. 非常に安価となりました。
3. 汙過機サイドでスラッジを油から完全分離を致します。
(原液ロス“0”)
4. 油圧駆動により動力源を不要としました。

 神奈川機器工業株式会社

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

PROPELLER NOZZLE SYSTEM

ゴイル ノズル



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



(株) マスミ内燃機工業所

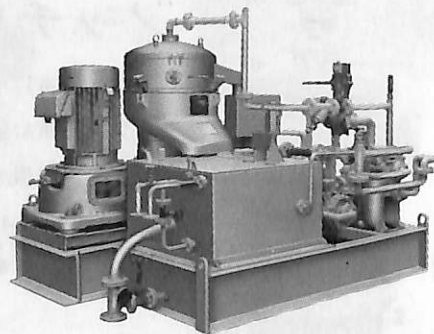
本社 東京都中央区勝どき3-3-12 TEL (532)-1651
清水営業所 清水市入舟町2-36 TEL (53)-6178

SHARPLES®

完全連続スラッジ排出形舶用油清浄機

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)

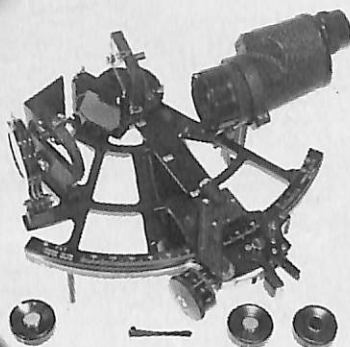
信頼ある最高精度

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

営業種目

鋼船, 木船, 軽合金船, 強化プラスチック船の設計, 建造, 修理
各種高速艇, 消防船, 防災船, 観光船, 作業船, 漁船



横浜ヨット株式会社

代表取締役社長 林 源作

横浜市鶴見区小野町10番地
電話・(045) 521-1001 代表

南半球におけるマリンサービスはおまかせください。 Murray & Stewart Marine Services

南ア共和国最大のマリン サービス グループ＝マリー＆スチュアート マリンサービス
船舶修理、オフショア・潜水サービス、サルベージ、ヘリコプターのレンタル



船舶修理と維持管理

完全24時間制のドライドック、修理用係船岸壁、立入り制限のサービス施設を備え、あらゆる大きさの船舶修理、船底調査、船体清掃・塗装等の作業が常時可能です。

●スターロック・ドライドック(長さ360m・幅45.1m・深さ13.7m)は南半球屈指の大きさを誇っています。

船用電気機器サービス

迅速な電気及びエレクトロニクス機器の修理と直流・可変速電動機の24時間まき替えサービス、責任施工。

水中各種測定サービス

深さ80mまでの各種測定、修理維持管理及び修復。

オフショアラッチサービス

あらゆるオフショア作業と、航路運行业務のサービス。

サルベージ作業

南アフリカ海岸線、及びオフショアにおける、いかなるサルベ

ジ作業も可能な設備を保有。

保険業者に代って、サルベージの各種可能性を査定することは、水路測量及び地震測定と同様、当社の専門分野です。

ヘリコプターによる機動隊サービス

南アフリカ連邦最大、多方面にわたっての活動が可能なヘリコプター部隊が、24時間出動態勢で待機(ケープタウンを基地に、大型シコルスキーS-61N型から、小型のベル型までを保有)。

世界に誇る三大サービス

- ①安全かつ経験豊かなオフショア作業サービス。
- ②全世界のオイルリグの保守整備(オイルリグ無開放最長保守記録の保持)。
- ③救難・救助の飛行、及びサルベージ・建設作業・撮影・その他のヘリコプター作業。

●当社は、南大西洋、及びインド洋の海岸水域において、あらゆる海洋サービスを提供するアフリカ大陸で唯一のグループです。

CAPE TOWN:
Telephone 55-1375
P.O. Box 1909
Cape Town 8000
Telex 57-0817 SA

PORT ELIZABETH:
Telephone 2-5009
P.O. Box 12017
Port Elizabeth 6000

DURBAN:
Telephone 47-9361
44 Bluff Road
Durban 4001
Telex 66-318 SA

関連会社 : Murray & Stewart Marine (Pty) Ltd., Murray & Stewart Marine Electrical, Land & Marine and Salvage Contractors (SA)(Pty) Ltd., Launch Services (Pty) Ltd., South African Diving Services (Pty) Ltd., Ocean Recoveries (Pty) Ltd., Durban Offshore Supplies (Pty) Ltd., Court Helicopters (Pty) Ltd

支店:

United Kingdom:
London:
Telephone 01-629-4164
Resident Murray & Stewart Marine
European Representative:
Mr. F. J. Emond. c/o. John Bailey.
Empire House, 175 Piccadilly,
London, W1V 9DB.
Telex 25263.

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

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

Scandinavia:
Oslo:
Telephone 413866
Titlestad & Hauger,
Prinsensgate 2,
Oslo 1, Norway
Telex 11715.
Mr. O. M. Skau-Johansen

West Germany:
Hamburg:
Telephone 366177
Wilhelm Schmidt,
Kajen 6 - (Detjen Haus)
2000 Hamburg 11.
Telex 215278
Mr. H. Schmidt

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

Holland:
Rotterdam:
Telephone 144500
Vinke & Co.
Consulting Engineers &
Marine Surveyors,
Haringvliet 88,
P. O. Box 1152,
Rotterdam 1,
Telex 23339
Mr. B. K. Brouwerens
Mr. H. A. M. van Son

Italy:
Genoa:
Telephone 593333
Cambiaso-Risso & C.S.P.A.,
Corso Andrea Podesta 1,
16121 Genoa.
Telex 27203.
Mr. J. Kuiper

France:
S. O. C. O. M. E. T. Auvray et Cie
26 Avenue V. Hugo
75116 Paris
Telephone 55311-49
Telex 63236
Mr. P. Folliard

海洋開発の現状とその動向

The Present State of Ocean Exploitation
and its Future Tendency

芦 野 民 雄

日本船用機器開発協会
by Tamio Ashino

1. まえがき

キリスト降誕時に2億5千万であった人口が、1650年に5億となり、1820年には10億となり、現在36億を超えている。国連のFAOの予想によれば、21世紀になると65億を超えるという。この人口の急増が食料の逼迫を招き、エネルギー不足と資源の枯渇に追打ちをかける結果、資源を海に求めざるを得なくなることは明らかであろう。

一方、太古の昔から人類と共に在った海に対して、われわれはあまりにも無智でありすぎた。241億ドルを費したアポロ計画により、月の表面に人類を立たせたアメリカが、“Much more is known about the surface of the moon than is known about the surface beneath the ocean” と歎いている。海洋を開発することは、決して生やさしいことではない。苛酷な海の環境に打ち克たねばならぬからである。それには海の現実の情況を知り、それに耐え得る機器の開発が先行する。そしてその機器によって、海洋の調査ならびにその資源の開発を行わねばならない。

海洋開発という極めて広範囲にわたるものなので、海洋調査および資源開発の二、三についての現状と、その動向について述べる。

2. 海洋の調査

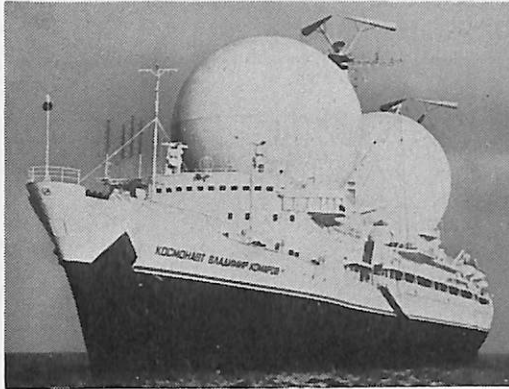
海洋を開発するためには、まず海を知らねばならない。海洋の気象、海象を調べるためには海洋調査船、無人ブイ、有人ブイ等が使われ、海中を調査するためには潜水調査船、海底居住基地あるいは各種の機器類が使われる。海洋開発に関する先進諸国は、それぞれ優秀な海洋調査船を数多く持っていて、海象の統計的データを集めている。現在全世界

にはほぼ900隻の海洋調査船があって、1,000トン以上のものだけでも300隻以上ある。アメリカ375隻、ソ連は発表されているものだけで160隻に対して、日本は各府県の持っている漁業調査船を入れて約50隻保有している。

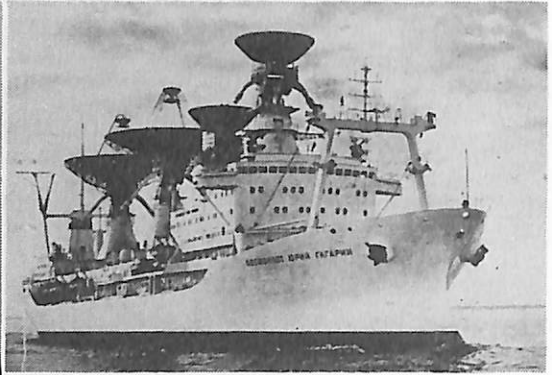
本格的な海洋調査船というのは、計測のため風や潮流に抗して一定位置にとどまるため、最微速が出せ、かつパウスラスター等を備え、航海計器以外の計測のための特殊計器を持ち、深海の資料を採るための深海ウインチ等を持たねばならない。日本も3,000t級の白鳳丸(昭和42年建造)、啓風丸(昭和44年建造)および地質調査船白嶺丸(昭和49年建造)が完成して、ようやく先進諸国なみの海洋調査ができるようになった。

ソ連の海洋開発で特筆すべきことは、宇宙と海洋間の相互干渉を調べていることで、これはあらゆる規模で大気循環の原則をしらべ、地球全体としての気候に関するダイナミックな理論を究明していることである。それともう1つの大事な仕事としては、海洋そのものの循環の原則を調べていることである。実際問題として、海洋開発に関する仕事は、多かれ少なかれ皆この影響をうけているからである。このためソ連は他国にさきがけて、上層気象を観測するいわゆる衛星追跡船といわれる海洋調査船だけでも26隻も保有している。コスモナート・ウラジミール・コマロフ(17,580t)、アカデミック・セルゲイ・コロレフ(21,465t)、コスモナート・ユーリー・ガガーリン(45,000t)等がこの代表的なものである。コマロフおよびガガーリンについて簡単に紹介すると下記の通りである。

(K. V. Komarov) 155.73m×23.33m×8.5m, 17,580tで、主機は2サイクルディーゼル6シリンダ



Kosmonaut Vladimir Komarov
(衛星追跡船コマロフ号)



Gagarin (ガガリン) 世界最大の衛星追跡船

一×740m×1,600mmで、科学アカデミー海洋研究所々属、船籍はオデッサになっている。コンピューターはミンスク22型を持っている。

(C. U. Gagarin) 231m×31m×15m, 45,000 t, 主機は 19,000 PS のタービンで巡航速度 18kt である。宇宙飛行士ガガリンの名を記念して命名された船で、航続 6 カ月以上、120 室の研究室を持っている。

これに対してアメリカは、深海海底のコアサンプリングをとるプロジェクトを国家資金で行っており、これに使っている船がグローマー・チャレンジャー (15,000 t) である。さらに1972年には、深海コアサンプリングができるアルコア・シー・ブループ (2,000 t) を完成しているが、船体全部が耐蝕アルミニウムでつくられた海洋調査船である。アメリカは、世界中の深海海底の地質を採取することによって、地球の歴史とそのダイナミックな変化を調べ、海底拡大説や大陸漂流説の有力な資料を得ている。大陸漂流説については後述する。

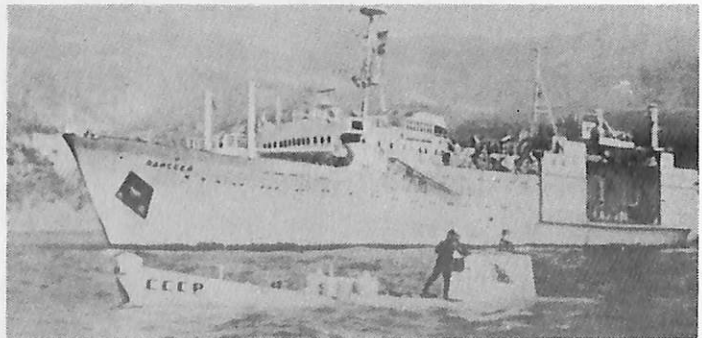
次に、海底を調査する潜水調査船は、現在全世界に約 1,100 隻あって、10,000m 以上潜航できるもの 2 隻、5,000m 級 6 隻、1,000~3,000m が 15 隻、残りの 80 隻は 700m 以浅である。10,000m 以上潜航できる潜水調査船はフランスのアルシメーデとアメリカのトリエステであって、トリエステはフランスからアメリカへ移籍され、圧力殻をテルニ球からクルップ球に変えると 10,000m 以上の潜航が可能となる。1960 年にトリエステはマリアナ海溝の

10,910m へ到達し、世界最深の記録を樹立している。乗員 2 名で 24 時間の連続使用に耐えうるものである。6,000m 級になると、アメリカのディープ・スター 20,000 と DSSV (ディープ・サブマージェンス・サーチ・ベッセル) であるが、DSSV の方はまだ完成していない。アメリカのアルミノウト (排水量 73 トン) は耐蝕アルミニウムでできており、乗員 3 名で 4,600m 潜航できる。

アメリカの DSRV (ディープ・サブマージェンス・レスキュー・ベッセル) はロッキード社が建造したもので、潜行深度 1,500m、沈没潜水艦から 1 回に 24 名ずつ救助できる。DSRV は輸送機に乗せて、世界の如何なる海面へでも 24 時間以内に到達できる。DSRV 6 隻の中 3 隻がすでに完成している。

アメリカのアルビン (深度 1,800m) は、1974 年に潜航深度 3,600m に改造されて、ウーズホール海洋研究所で活躍している。

カナダのインター・ナショナル・ハイドロダイナミクス社はパイセスシリーズを造っているが、パ



セベール 2 (手前) と母船オデッセイ

日本で作られた潜水船

名称	西村式 1号艇	西村式 2号艇	東海号	白鯨号	くろしお	よみうり	しんかい	はくよう	タドポ ール	うずしお	アイロ ボット
型式	自航	自航	潜水球	テッサ ード式	自航	自航	自航	自航	テッサ ード式	テッサ ード式	テッサ ード式
排水量 (t)	14	24	1.25	4.3	12.5	35	85	6.6	7.2	約5.6	空中重量 900kg
深度 (m)	300	350	200	200	200	300	600	300	100	200	100
水中速 力(kt)	3	5	—	—	約2	4	3.5	3.5	2	約0.5	約2
乗員数	4	4	2	2	4	6	4	3	2	2	無人式
建造	1929	1935	—	1958	1951	1964	1969	1970	1972	1974	1975
所有者	西村氏	西村深海 研究所	東大 海大	東海サル ページ	北海道 大	統 売	海保 安庁	日本海洋 産 業	三井海洋	日本鋼管	三井海洋
建造所	キール ドック	三菱重工 横	前田 鉄工	平和工作	日本鋼管	三菱重工 戸	川崎重工	川崎重工	三井造船	日本鋼管	三井造船
備考	米軍の手 で爆破	米軍の手 で爆破	—	—	1960年に 改	台風のため 破損	—	—	—	—	—

(注) テッサード (tethered) 式は、支援船から給電ケーブル等でつながれているもの。

イセスIV (潜航深度 2,000m) を1974年にソ連が購入している。一方、ソ連が開発した潜水調査船としてはセーベル2号がある。排水量7 t、潜航深度2,000mで乗員2名、航続2.5ノットで50nm.、ライフサポートは48 hrsである。圧力殻の直径1.3mで厚さ25mmである。1970年に黒海で母船オデッセイを使って試運転されている。

ソ連は1958年11月に、重量1,180 tの潜水艇を改装して潜水調査船とした。これがセベリヤンカで、最大潜航深度200m、定員60名、主として漁業調査に使われているものである。

さて700m以浅でとくに大陸棚上で使われている潜水調査船は、それぞれ特徴あるものを各国が保有しているが、ここで日本の民間で造られた潜水調査船を調べてみると上表の通りである。

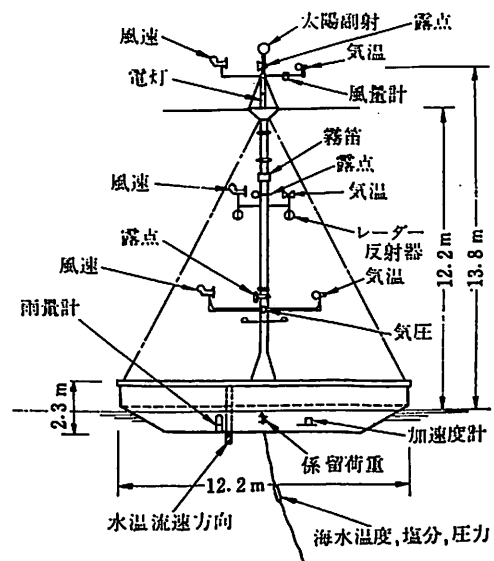
大陸棚調査のための潜水調査船であれば、潜航深度200~300mのもので十分であろう。それ以深に潜航して調査するためなら、無人調査船の方が価格も安くなり、より簡単になる。そのため無人潜水調査船の開発が、ここ数年来世界で活発に行われた。

すなわち、アムビカルケーブル (命綱) またはテッサード式を持つ無人潜水船は、アメリカ、フランス、西独、カナダ等で合計20隻以上開発されている。目的は地震探床、地磁気、重力調査、写真撮影等を連続的に行うもので、海底鉱物資源の調査から資料採取、魚雷等の回収まで幅広く使われている。

次に支援船とアムビカルケーブルで結ばれてない遠隔操縦の無人潜水船がある。母船上からの遠隔

操縦によるか、予め造られたプログラムを内蔵させて置いて、母船からの指令によって行動できるものである。アメリカ、ソ連、西独、イギリス等ですでに10隻程度が完成しており、潜航深度は1,000m~6,500mのものである。

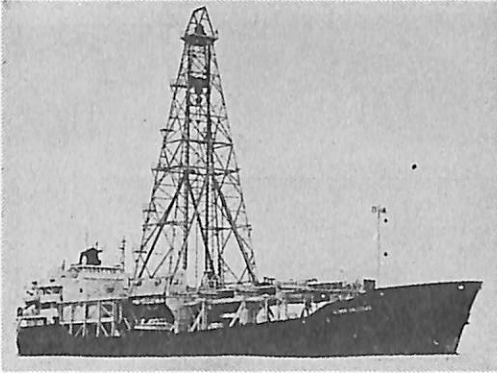
世界における潜水調査船の、もう1つの傾向として、大陸棚で使われるものは、開発が進み海底作業も増えるにつれて、マニプレーターで作業するよりも、直接ダイバーが作業する方がきめの細かな仕事ができるため、ダイバーロックイン・ロックアウト式の潜水調査船が増えて来つつあることであろう。



データビの概要

各国における海底居住の記録

プロジェクト名称	時期・場所	国名	居住人数・日数	深度	プロジェクト名称	時期・場所	国名	居住人数・日数	深度
マン・イン・シー1	1962年9月 地中海	アメリカ	1人・1-4日	61m	メドゥサ2	1968年7月	ポーランド	3人・14日	30m
プレコンチナン1	1962年9月 地中海	フランス	2人・1週	10m	ロビンサブ1	1968年7月	イタリア	1人	10m
プレコンチナン2	1963年6月 紅	フランス	5人・29-31日 (1週)	11m (27m)	ヘプロス2	1968年	ブルガリア	2人・10日 (?)	30m
マン・イン・シー2	1964年6・7月 バハマ諸島	アメリカ	2人・49時間	132m	スブルート	1968年	ソ連	2~3人・14日	10m
シーラブ1	1964年7月 バミューダ諸島	アメリカ	4人・11日	59m	B A H 1	1968年9月	西ドイツ	2人・11日	10m
シーラブ2	1965年8月 太平洋岸カリフォルニア	アメリカ	各チーム 28日 10日 カーペンター29日	60m	イフチャンドル68	1968年9月	ソ連	多数・8月	12m
キチェシ	1965年夏	ソ連	4人	15m	マ・ルタ1	1968年11~ 12月	東ドイツ	2人・2日	8m
プレコンチナン3	1965年10月 地中海	フランス	6人・3週	100m	テクタイト1	1969年2月	アメリカ	4人・59日	12.7m
ベルセン2	1966年7月 (中止)	チェコスロバキア	2人	30m	シーラブ3	1969年2月 サンクレメンテ・カリフォルニア	アメリカ	12人・5チーム	183m
イフチャンドル66	1968年8月 黒	ソ連	2人・3日	11m	ロビン2	1969年3月	イタリア	1人・7日	7m
サドコ1	1966年10月 黒	ソ連	2人・6時間 (1カ月)	40m (25m)	エーギア	1969年11月 ハワイ	アメリカ	4~6人	147m
カリブ1	1966年	キューバ	2人・3日	15m	UWLヘルゴランド	1969年7月 北	西ドイツ	4人・各10日	23m
ベルモン3	1967年3月	チェコスロバキア	2人・4日	10m	サブリンノス	1969年6月 ヒューロン湖 ダックス	カナダ	3人	10m
メドゥサ1	1967年7月	ポーランド	2人・3日	24m	B A H 2	1969年6・7月	西ドイツ	2人・数日	10m
ヘプロス1	1967年7月	ブルガリア	2人	10m	S D - M	1969年8月 マルタ島 マルファ岬	イギリス	2人・1~7日	9m
オクトパス	1967年7月 黒	ソ連	3人・1週(?)	10m	チョルモトル2	1969年10月 黒	ソ連	4人・数週	25m
イフチャンドル67	1967年8月	ソ連	5人		アトランチト	1969年9月	イタリア	12人・25日	12m
サドコ2	1967年10月 黒	ソ連	2人・10日	25m (50~ 60m)	ハイドロ・ラブ	1970年~	アメリカ	4人	
コケルボケル	1966年10月	オランダ	4~6人 短時間	15m	グロカス	1965年9月 プリムス	イギリス	2人・7日	10m
UWLアデレード	1967年~68年 インド洋	オーストラリア	多人数		シエルフ1	1970年10月	ブルガリア	3人・7日	21.5m
ルーマニアLS1	1968年(?)	ルーマニア	2人		ラ・チャルバ	1972年12月	アメリカ カナダ	2人・数日	10m
カルノラ	1968年(?)	チェコスロバキア	5人	8~ 15m	サドコ3	1969年10月 黒	ソ連	3人・14日	25m
チョルノモール1	1968年6月	ソ連	6人5チーム 1カ月	14m (30m)	シートピア	1973年	日本	4人・6日	30~ 60m



深海掘削船グローマーチャレンジャー

いわゆるウェットタイプと言って海底でダイバーが出入できる潜水調査船である。日本の「タドポール」もその一つである。

海象、気象調査を行うために上記以外に必要な欠くべからざるものがある。有人または無人の気象観測ブイである。1966年に、国連ではすでに海洋情報の重要さとして無人データブイの必要性を取上げ、他の方法でデータを探るよりもどれ位得であるか、またどういふシステムを採用すべきかなどの調査を始めた。アメリカが率先して1968年に国家データブイプロジェクトを設定している。1973年にその見直しを行ったが、これは世界の重要海面に無人ブイを定期的にばらまいて、連続的に海象、気象のデータを集めようとするもので、アメリカのみならず、各国の国際協力によって推進しようとするものである。

アメリカは各種のブイの開発を行っているが、こういうデータブイの1例を図示すると前々頁の図のようになる。

最後に海中や海底に人間が潜入して直接調査、作業をする方法がある。人間の潜水の歴史は古く、いわゆる素潜りでの潜水はすでに紀元前から行われていたという記録がある。17世紀になって吊鐘型潜水器が使われた。開口部を下に向けて海中に降りし、ダイバーが頭を入れて呼吸できるものである。19世紀になってヘルメットをつけた潜水服ができ、19世紀後半には、ホースで海上から空気を補給するかわりに、アクアラングが開発された。これの改良されたものが、現在多く使われている。

ただ、普通の空気を使用して潜水する限度は、人によって違うが、大体60m位までで、それ以深となるとヘリウムと酸素の混合気体を使わねばならない。ダイバーが海面へ急上昇する場合、減圧効果に

よって、窒素気泡が血液内に生じて致命的な状態となる。このいわゆる潜水病を避けるため水中エレベーター (PTC) (Personal Transfer Capsule) や減圧室 (DDC) (Deck Decompression Chamber) が使われる。

一方、減圧操作を行わず深い所に潜るためには、水圧に耐えうる重装備潜水服が必要となり、各国で開発されている。

軽装備で、飽和潜水による、長期間の海中作業を行うためには、海底居住基地が必要となるので、各国で多くの海底居住が行われている。潜水ならびに海底居住については、フランスが最も経験が深く、ついでソ連が他を大きく引離している。

各国における海底居住の記録は前頁別表の通りである。

3. 大陸漂流説

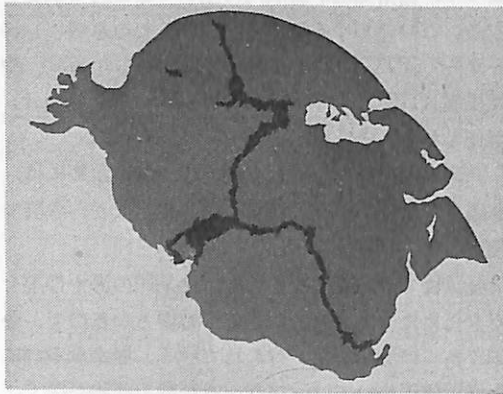
前述の、グローマーチャレンジャーによる深海掘削プロジェクトは、アメリカの国家科学資金により、スクリップス研究所が取纏め責任者となり、アメリカ各大学の海洋学者が協力し、国際的協力も得て、深海底のコアサンプリングを行っているものである。

深海掘削のできるグローマーチャレンジャーは全長400フィート、排水量10,500トンの船で、中央部に142フィートの掘削ヤグラを持ち、自動船位保持装置を備えた掘削船である。しかも高解度のスキャンニングソナーを使った探査器を持っているので、一度引き抜いた深海底の孔へ再び挿入して掘削を続けることができる。

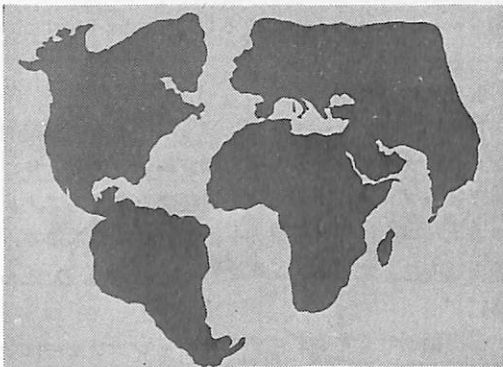
1885年に、エドワード・スエズが、南方大陸のすべては大昔つながっていたもので、仮想大陸ゴンドワナランドが在ったという説を唱えた。その後色々な仮説が出されたが、何等決定的証拠が得られないで今日に至ったものである。

ところが、海底の資料を採取し、地磁気反転の分布等を調べ、これより大陸が明らかに移転していることが分り、さらに、深海山嶺の両側に、磁力方向が交互に変っている岩石部が、シンメトリーに平行してあることが明らかとなった。すなわち、深海火山の溶岩が、亀裂谷から上昇して冷却されながら両側へ押し出されていることが分って来た。

一方陸地の地層が3億5千万年も古いのに、海底の地層は2億年未満であることも、資料分析の結果明らかとなった。理由は深い海溝の所からマントル内に地殻が送り込んでいくためである。



1億5千～2億年前の状況



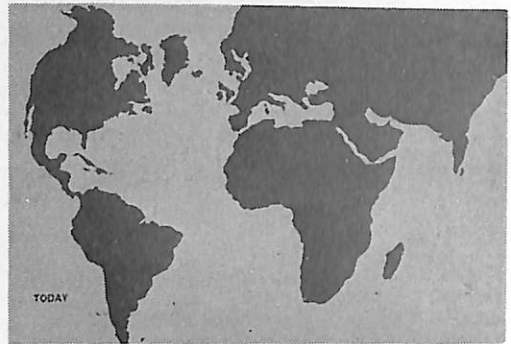
8千～1億2千年前

かくして、グローマーチャレンジャーによる深海掘削の結果では、現在の海底地殻は比較的新しく、2億年未満で、海底が拡大している。マントル内に迂り込む地層は、年間1～4センチメートルであることが証明され、大陸漂流（移動）のメカニズムを見事に発見することに成功したものである。これを図示すると上図のようになる。

4. 海底石油掘削

海洋が持つ資源を大きく分けると、鉱物資源と生物資源とエネルギー資源と水資源の4つに大別される。鉱物資源としては、石油、天然ガス、石炭、砂鉄、マンガン、硫黄、燐灰土、金、銀、ダイヤモンド、砂礫等があるが、現在最も力を入れられているものが石油、天然ガスの掘削である。

海底石油掘削の歴史としては、すでに1920年代にアメリカで始められているが、世界的に活発にかつ組織的になりだしたのは1950年代からである。1969年には28カ国が掘削を始め、油井の数は約1万と言われていたが、1974年には全世界の産油量の22%が



現在

海底から採油されるに至った。

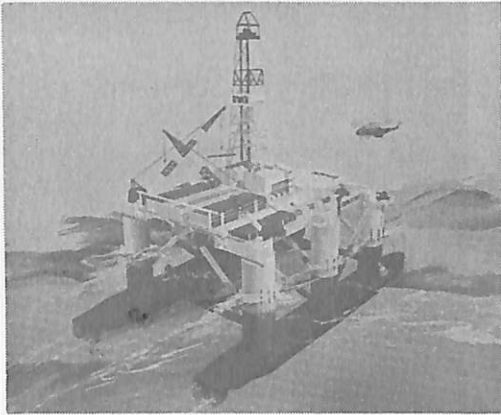
現在、全世界の大陸棚の25%だけがリースされていて、その中の15%だけが開発中と言われている。今後の開発予想は大略次のように推定されている。

	石油	天然ガス
1973年（実績）	7百万バレル/毎日	230億立方呎/毎日
1978年	13百万	530億
1983年	25百万	990億

これを見て分るように、エネルギー需要に応じて人類は今後ますます海底掘削に立ち向わねばならぬ宿命を持っているようだ。

この海底石油掘削のためには、大型船舶に匹敵する鉄材と価格とを持つ掘削リグユニットを必要とする。最近の半潜没型リグユニット1基で45～50億円と言われている。従って日本の大手造船所は、自力あるいは海外との技術提携により殆ど皆リグユニットを建造している。現在、世界中の大陸棚には、こういう大型リグ350基以上が散らばっており、日本での建造実績は20基であって、建造中あるいは手持ちのもの18基をかぞえる。日本は石油資源に恵まれていないが、このリグユニットを輸出することによって世界の石油掘削に貢献していると言えるだろう。

一方、北海のような厳しい環境下で掘削深度も増大し、陸地からの距離も離れてゆくの、従来の曳船や支援船の代りに、専門の掘削補給船が建造されるようになり曳船の代りもするので、大馬力の主機を持ち2軸のものが多くなった。同時に、大手掘削会社は、数年前から、自航式半没型（Semisubmersible）と完全な船舶方式を備えた掘削船とを比較し、そのいずれが有利かについて研究している。遠からず結論が出る予想である。日本においてもその両方を建造輸出している。三菱重工（株）が製作した“Ocean Prospector”（稼動水深200m）、“Ocean



半潜没自航型リグ「Dynacat」

Forex Neptune が開発した自動船位保持装置をつけた半潜没自航型リグで、2,000PS スラスタ4 箇、1,500PS パウスタスタ2 箇、16,000PS プロペラ2 箇を持つ。稼働水深 12,000m である。



Discover 534

三井造船が建造した船舶型掘削船で 稼働最大水深 900m で2 様の船位保持装置を備えている。

Ranger” (稼働水深 1,067m) が Semisubmersible 型で、三井造船が建造した “SEDCO 45” (稼働水深 300m), “Discover 534” (稼働水深 900m) が船舶型のものの実例である。

以上は海底石油資源について述べたものであるが、全世界の海底には、マンガン、ニッケル、コバルト、硫黄、銅、錫等々の鉱物資源がねむっている。しかしこれら鉱物資源の生産額は、石油、天然ガスの年生産額80億ドルに対して、わずか5億ドルと言われている。

従って、これら鉱物資源の開発はまだ揺籃期であ

って、本格的な開発はこれからであろう。全世界の海床に1億トン散在するといわれているマンガン・ジュールの採鉱に対しては、日本を含めて先進諸国が、その経済的採取方法の開発に鋭意取り組んでいるのが現状である。

5. 海岸のもつエネルギー資源の利用

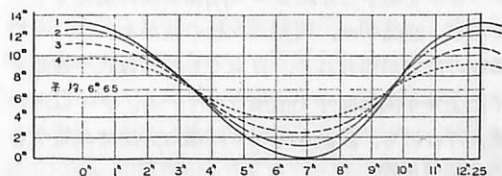
地球表面積の70.8%を占める膨大な海洋が保有するエネルギー資源として、まず考えられるのが潮汐、潮流、波浪のエネルギーであろう。次にこの膨大な海洋に断続的に降り注ぐ太陽のエネルギーを、海洋は何等かの形で保有している筈である。このエネルギーを取り出すのが温度差発電と言われる方法によるものである。

地球上のすべての湾には、1日に2回、干満に際して1千億トンの海水が出たり入ったりしている。このエネルギーは大変なもので、これを利用して発電するのが潮汐発電所である。

西フランスのランス河口の、最大潮差13.5mを利用して1966年に潮汐発電所が建設されている。可逆

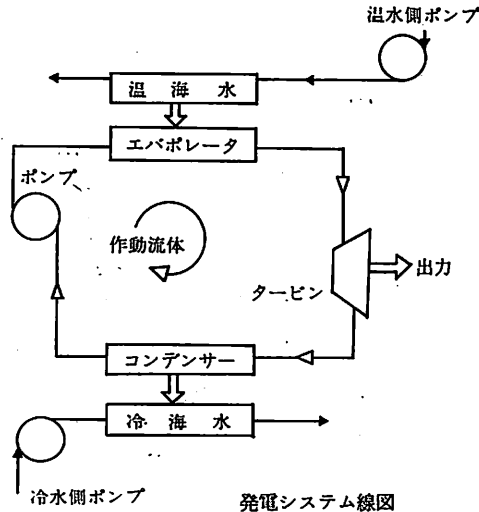


ランス発電所の位置

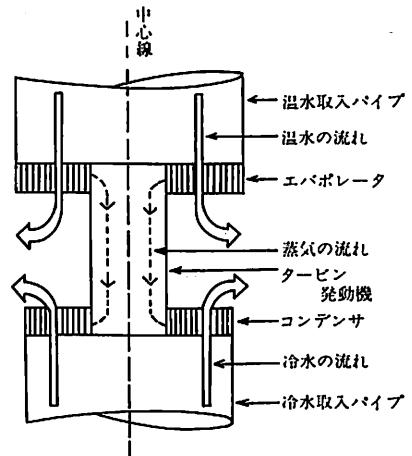


ランス発電所の潮汐サイクル

1・特別な大潮、2・大潮、3・中潮、4・小潮



発電システム線図



海洋熱発電プラント

転タービン発電機を使い、満潮に向うときも量的には少ないが発電出来るようにして、10MWの水車発電機25基で年間5.5億KWの発電を行っている。干満の差が大きいため流入する海水量の最大は18,000 m³/sec.もある。ランス河口の潮汐発電所が世界最初のものである。

その後1971年に、ソ連はムルマンスク近くに、キースラヤ発電所を建設した。これは出力150MWで、年間60億KWの出力を出すメゼンスキー発電所建設のためのプロトタイプだと言われており、ソ連はこの成功により、将来、白海沿岸で年間360億KWの潮汐発電の可能性ができたといっている。

その他、イギリス、アメリカ、アルゼンチン等にも計画はあるが、いまだ実現を見ていない。日本では潮差が少なく、一番多い所で、有明海の4.94mであるため、潮汐発電所の実現はむずかしい。

波浪の持つエネルギーを利用しようとして、今日まで多くの人々が努力してきた。この波力発電に関しては日本は他国にさきがけて成功しているものである。1964年にすでに実用化して灯標ブイに使っている。その方法としては波の弾性波運動を密閉したシリンダー状の器に導き、空気の運動に変えて空気タービンを廻すことによって回転運動に変えるものである。波高40cm、周期2.5秒の波があれば、平均40Wの出力が得られる。日本でも航路標式や観測ブイに2カ年間無保守で使用されている。ブイ以外の無人灯台にも、波浪を導いて同様な方法で発電することができる。

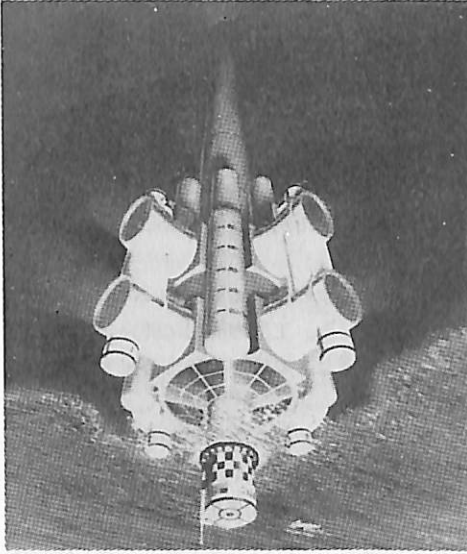
地球が太陽からうける熱エネルギーは輻射エネルギーで、その量は、人類が消費している全産業エネ

ルギーの約3万倍あると言われている。温度差発電というのは、深海水を汲み揚げ表層水との温度差を使って発電するもので次のシステムから成り立つ。

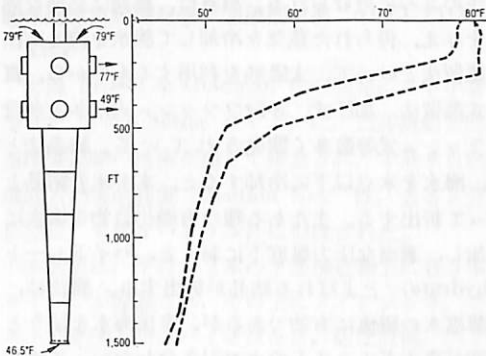
1. 暖かい海水を入れたエバポレーターが、作業媒体（アムモニアかプロパン）を液状から高压ガス状に変える。
2. この高压ガスがタービンを廻して発電する。
3. 深海水をポンプで汲み上げて、作業媒体を冷却して再び液状に変える。
4. 液状の作業媒体を、別のポンプがコンデンサーからエバポレーターに送り、再び高压ガスに変える。

実際の発電所としては、陸地または島の近くで、深い海溝のある所か、または海上に大型浮遊構造物を設置して、その上に発電所を造る。

1926年にフランスの物理学者 Gorge Claude が熱帯の表層水と深海冷水とを利用して低压タービンを廻すことを考案した。1928年にはベルギーの製鉄所でプラストファーネスを冷却した温水（30℃）と、メーゼ河の冷水（10℃）を使ったエバポレーターとコンデンサーで、このプロセスのシミュレーションに成功している。1930年には、Claude はキューバのマタンザ湾で、1.75m直径のパイプを深海に入れ、14℃の温度差で22KWの出力をタービンから得ている。しかしパイプの直径が、出力パワーに対して適当でなかったため、汲上げられた水の1/10しか有効に使えなかった。汲上げポンプ用に大出力を要し、温度差が小さかったので、有効パワーとしては零だったが、これによって Claude は、大型タービンを使用すれば有効出力が得られるという結論を



ロッキード社のプラント。白色部が鋼で灰色部がコンクリートである



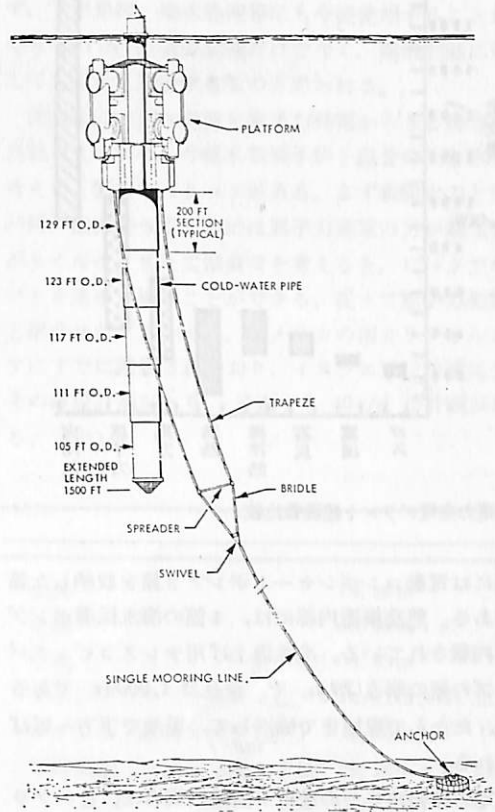
プラントの寸法と夏冬の温度勾配

得た。第二次大戦中も、フランス政府は各種の温度差発電を計画し、Claude の死後も幾多の試みが実施されて今日に至っている。

アメリカでも温度差発電に考えており、国家資金の温度差発電への投入状況は次の通りである。

1927 (年)	84,000 (ドル)
1973	229,000
1974	730,000
1975	3,000,000
1976	12,000,000

アメリカの温度差発電に対する基礎研究は、MIT とカーネギーメロン研究所の2つに分けられて実施されていたが、1974年に、海洋熱エネルギー変換プログラムができて、エネルギー研究開発庁 (ERDA) と国家科学資金 (NSF) とがスポンサーとなり、Lockheed Missiles & Space Co. と TRW

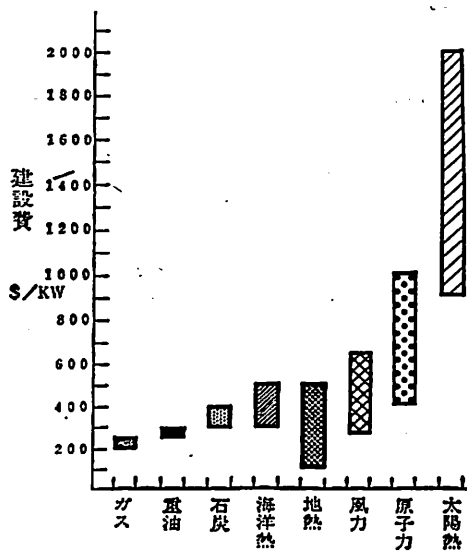


一点係留の状況を示す

グループとがそれぞれの案を提出して、その実現へ大きく一歩を踏み出した。

温度差発電の線図と概念図を示すと前頁の図の通りである。

Lockeed 社の構想のものについて述べると、260,000 t のコンクリート構造物と、2,500 t の深海係留用スチールパイプラインと、35 t の冷水汲上げ用のコンクリート・テレスコピックパイプと4箇の11,300 t の動力モジュールとから成立っている。頂部を海上に出した半潜式スパー型浮遊構造物に動力モジュールが取付けられていて、熱交換器はチタンパイプを使ったシェル型となっている。チタンチューブは厚さ 0.28 in., 直径 2 in. のもので、この中海水が、5~6 ft/sec. で通過する。パワーモジュールの上端には Evaporator があって、液体アムモニアをキャリオーバーせぬように demister が使われている。60MW の各モジュールは、鋼製容器に収納されて下部に熱交換器を持っている。軸流タービンは、入口 136 psi, 出口 92 psi で、熱交換器の下



電力発電プラント建設費比較

部には電動コンデンセートポンプ3箇を収納した箱がある。熱交換器内部には、4箇の海水伝導ポンプが内蔵されている。冷水汲上げ用テレスコピックパイプの壁の厚さ18 in. で、全長は1,000 ft. であるが、たたんで現地まで輸送して、現地で下方へ延ばされる。

電力需要地までの送電が困難な場合は、このプラットフォームで、農業に使う化学肥料の生産を行うことも考えられている。

TRWシステムズのプラント詳細については省略するが、船位自動保持装置を持つコンクリート円柱状浮遊構造物で、冷水汲上げ用パイプとして補強プラスチックパイプの直径50 ft.、長さ4,000 ft. のものを使っている。温度差39.3°Fを利用し、アムモニアを媒体としたクロズド・ランキンサイクルのものである。試作発電コストは\$2,100/KWhと推定している。

なおアメリカの電力発電プラント建設費比較データは上図の通りである。

海洋エネルギーとしては上記以外に、潮流を利用する方法がある。例えば、長方形の海洋構造物を潮流に平行に係留固定して、シリーズに並べたタービンを潮流によって回転する方法等であるが、これはまだ概念と設計にとどまっている。

6. 海水の淡水化

地球の3/4を占める海洋の水は蒸発して雨となり、陸地に降ったものも河川水となって再び海へ流入

し、この循環を繰返している。水こそ人類にとっては欠くべからざるもので、飲料水、工業用水を含めた水資源は大きく海洋に依存している。日本は降雨量が比較的多いにもかかわらず狭陸であり、またその地勢ゆえに、1985年頃は15億 m^3 の水が不足すると言われている。また紀元2000年には、全世界での水の需要は、現在の使用量の5倍になると言われている。

鉄鋼1 tを造るためには工業用水100 tが必要であると言われている。工業の発展に伴い工業用水の需要もますます増え、水はいよいよ不足することは必至であろう。

現状では、海水から淡水を造ることは、比較的成本が高くつくので、水が不足していて安価な燃料油がとれる地域、すなわちクウェートやサウジアラビア等のみ造水プラントが造られているが、将来はあらゆる地域に設置されるものと予想される。

淡水化法を大きく分けると、蒸留法、結晶化法、膜法の3つに分けられる。海水に、蒸発に必要な熱量を与え、得られた蒸気を冷却して淡水を得る方法を蒸留法といて、太陽熱を利用するものから、真空式蒸留法、加圧式、多段フラッシュ式、多重多段フラッシュ式等数多く開発されている。結晶法とは、海水を氷点以下に冷却すると、水が氷の結晶となって析出する。またある種の有機化合物を海水に添加し、適当な圧力温度下におくと、ハイドレート(hydrate)とよばれる結晶が析出する。膜法は、稀薄塩水の脱塩に有効であるが、直接海水を使うと濃度が高すぎてコストの面で引き合わない。イオン交換膜法は、日本では製塩に使っているのが、相当技術開発が進んでいる。

日本における造水装置メーカーと技術提携先は下記の通りである。

笹倉機械製作所 (多段フラッシュ法)	
アクア・ケミカル社 (米)	
石川島播磨重工 (")	"
三菱重工 (")	"
三井造船 (")	
ボルドウイン・リマ社 (米)	
日立造船 (多重フラッシュ法)	
エンパイロ・ジャニックス (米)	
大同製鋼 (制御フラッシュ法)	
バーンズ・エンド・ロー社 (米)	
オルガノ (電気透析法)	
ウイリアム・ボビー社 (英)	
旭化成工業 (イオン交換膜法)	

神鋼ファウドラー（日）

三菱油化（電気透析法）自社開発

現在日本に建設された造水プラントとしては、石播と笹倉機械とが九州の松島炭鉱へ納入した容量2,600 t/d の多段フラッシュ式のものがあり、これは8,000KW の発電も行う2重目的プラントである。

また関西電力姫路発電所が、ボイラ給水用として設備したものは笹倉機械が造ったもので、淡水純度30 ppm 以下のものである。

一方、通産省の大型プロジェクトとして「高流速長管式多段フラッシュ型」が昭和44年から開発されて、東京工業試験所臨海研究所に設置されている。容量3,000 t/d のものである。

最近、三菱油化鹿島事業所で完成したプラントは、日本最大の電気透析式（オイン交換膜使用）淡

水化プラントで、最終的には16,000 t/d となる予定である。この電気透析法は、淡水化装置のみならず、下水処理、廃水処理等にも今後使用することができるので、水資源問題だけでなく、環境問題に対しても大きく貢献するものと思われる。

淡水化に必要な熱源を原子力発電からうる場合が当然考えられる。今軽水型原子炉と組合せたときを考えると数々のメリットがある。まず新鋭火力と比べ同一出力をうるためには原子力発電の方が蒸気量が多くなる。また尖頭負荷を考えると、ピークでないとき造水へ廻すことができる。従って原子力発電と組合せたプラントは、アメリカの南カリフォルニアにすでに建設されており、イスラエル、ソ連にもその建設計画があり、日本でも40 t/d の計画がある。（完）

Ship Building & Boat Engineering News

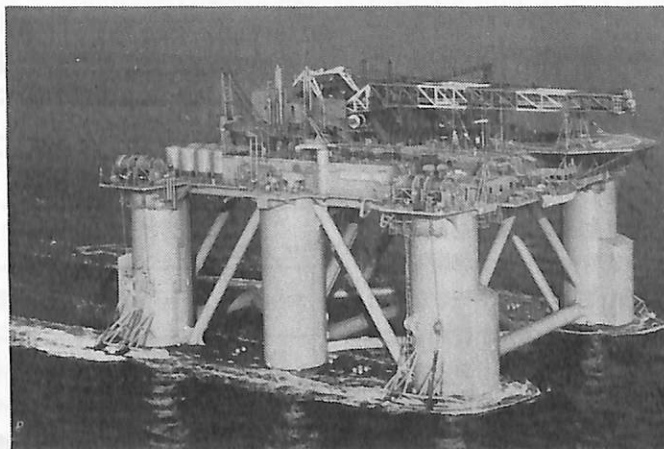
■半潜水自航型海底石油掘削装置“ALEUTION KEY”

米国 Friede & Goldman 社の開発による半潜水型リグ（Pace Setter タイプ）に、三井造船と三井海洋開発㈱の技術を加えて建造された半潜水自航型海底石油掘削装置“Aleution Key”は、去る3月15日完成、米国キードリル社に引渡された。

本装置は、平行な2本の下部構造物上に各3本のケイソンが配置され、その上にメインデッキ、サブストラクチャー、パイプラック、居住設備、ヘリコプターデッキ、マストなどが配置されており、この構造は、荒海での波浪に対し、優れた安定性を有するものである。

〔主要目〕

全長	79.26m
全幅	60.99m
全高（ベースライン～主甲板）	33.83m
メインデッキ（全長×全幅）	74.21m×63.32m
ケイソン（直径×本数）	9.75m×6
下部構造（全長×型幅×型深）	79.26m×15.24m×6.10m
吃水（掘削時）	18.29m
（航行時）	約6.10m
排水量（掘削時）	20,270 L T
（航行時）	12,400 L T
最大掘削深度	9,144m
最大稼働水深	304.8m
乗組員	80名



浮遊式海洋構造物の係留技術について

Study on Mooring System of the Floating Offshore Structure

上野 勲/安藤定雄

船舶技術研究所海洋開発工学部

by Isao Ueno and Sadao Ando

1. まえがき

近年世界的な傾向としてエネルギー資源や水産物資源がひっ迫し、陸上資源開発ばかりではなく海洋の持つ豊かな可能性を追求しようとする海洋開発を強力に推進しなければならない情勢になりつつある。その点、わが国は四面を海で囲まれているため、地理的、歴史的、資源的あるいは経済的見地などからみても世界の中では有力な海洋指向型の国家といえよう。したがって、海底資源の開発、海洋生物資源の開発、海洋観光資源の開発、海水有効利用、海洋空間利用ならびに海洋発電など広範囲に亘る分野における海洋開発は国の総力をあげて推進する必要がある。

このように海洋を新しく開発利用する上において、海洋構造物はその基盤となるものである。そして、多岐に亘る海洋開発が次第に沖合の海域に進出して行くに伴って水深が増大し、海洋構造物の規模が大型化し、海洋構造物は種類、型式および用途の面から多種多様化の傾向を示している。それらの各種の海洋構造物の中で、海上に拘束され浮遊し、または海底に軟着底している浮遊式海洋構造物は稼働範囲が拡大し、安全性、経済性ならびに環境保全などの面で優れている海洋構造物といえよう。

したがって、浮遊式海洋構造物に関する開発、建造および稼働などに関連する技術開発も必須の課題であるが、基礎的および共通の課題として浮遊式海洋構造物の係留技術開発が最も重要な課題とされている。すなわち、浮遊式海洋構造物は一般船舶と異なって如何に苛酷な気象、海象条件下にあっても常に定位を保持し、かつ、動揺を極力おさえることが要求される。そこで、動揺の少ない海洋構造物の形状を追求すると同時に、海洋構造物を索または

鎖によって保留する場合と自動制御による Dynamic Positioning System との定位保持の方法に関する技術を確認する必要がある。

船舶技術研究所においては、運輸技術審議会の答申に基づき、洋上プラント用台船、石油掘削船、大型波浪観測用プロボットなどの大型浮遊式海洋構造物を沖合の海域に設置する場合において、基本的課題となる索または鎖による保留技術開発を、昭和48年度より行なって来ている。ここで紹介する浮遊式海洋構造物の係留技術については、これまでに実施して来た索または鎖で保留された浮遊式海洋構造物の波浪中における運動応答特性および係留力、係留索・鎖が浮体あるいはアンカーに及ぼす張力、係留索・鎖の強度特性および流体力特性ならびにアンカーの把駐特性など系統的な研究成果の概要を述べることにした。

2. 索・鎖の流体力

ここでは、索・鎖が潮流を受けた場合の抵抗係数

CHAIN MODEL

Model No.	One Link			Studs	Material
	Length L_0 (m)	Breadth B_0 (m)	Diameter D_0 (m)		
MM 12	0.030	0.018	0.005	with	Aluminum
MM 14	0.210	0.126	0.035	with	Plastic
MM 15	0.420	0.252	0.070	with	Plastic

WIRE ROPE MODEL (19 x 7)

Model No.	Diameter			Material
	Elementary wire (m)	Strand (m)	Wire rope D_r (m)	
MM 18	0.00033	0.00167	0.005	Steel
MM 16	0.0020	0.0100	0.030	Aluminum
MM 17	0.0040	0.0200	0.060	Aluminum

表一 索・鎖の水槽試験用部分模型の主要目

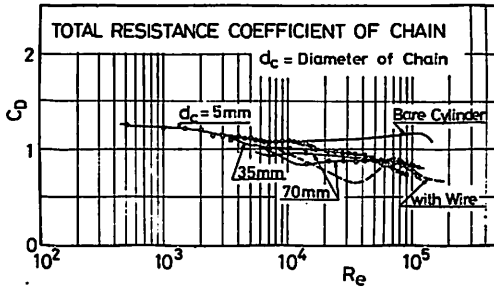


図-1 鎖の抵抗係数

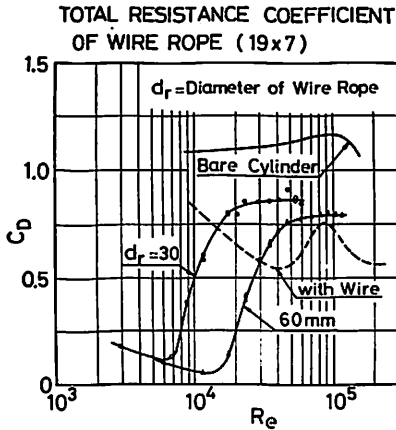


図-2 索の抵抗係数

および索・鎖が挙動した場合の抗力係数ならびに質量係数がどの様になっているかを、索・鎖の部分模型を用いて究明した成果を紹介する。

1) 索・鎖の抵抗係数²⁾

索・鎖が潮流を受けた場合の抵抗係数は表-1に示すような小型のものから実物に近い大型の索・鎖の部分模型を用いて、船舶技術研究所の三鷹第3船舶試験水槽(長さ150m, 幅7.5m, 水深3.5m)において平水中曳航試験を実施して求めた。なお、索・鎖模型の長さは1.2mであり、没水深度は約1.0mである。

鎖の抵抗係数($C_D = R_C / (\frac{1}{2} \rho A_C V^2)$)を図-1に示す。この図中には、同時に平水中曳航試験を実施して求めた直径102mmの円柱の抵抗係数を実線で、円柱に直径9.7mmのワイヤーを巻きつけて振れの影響が入った抵抗係数を破線で示す。この図から判るように、鎖の抵抗係数は鎖の直径が太くなったり、レイノルズ数($Re = VD/\nu$, ν は動粘性係数)が高くなるに伴い緩やかに減少する傾向があるが、鎖の抵抗係数はレイノルズ数が $10^3 \sim 10^4$ の範囲

では1.2とし、レイノルズ数が $10^4 \sim 10^5$ の範囲では1.0としてよいと思われる。なお、鎖の抵抗係数は円柱にワイヤーを巻きつけて円柱の前縁の乱流を促進させたり、ジェットフラップ効果などによって局部攪乱を発生させた場合と似た傾向を示している。

索の抵抗係数($C_D = R_r / (\frac{1}{2} \rho A_r V^2)$)を図-2に示す。この図から判るように、索の抵抗係数はレイノルズ数によって複雑に変化する。また、索の直径によっても抵抗係数は変化するが、それは索の直径の変化によるレイノルズ数の変化量だけ平行移動していると云える。索の抵抗係数がこのように複雑に変化する理由として、低速では流れが索のストランドの振れに沿って流れ、索の見掛けの直径が細くなるためであり、高速においては流れが索の振れに沿わなくなると同時に、索線およびストランドが表面粗さの影響を増加させるためである。しかしながら、索の抵抗係数は0.8とすればよいと思われる。

2) 索・鎖の抗力係数と質量係数²⁾

索・鎖が振動または挙動している場合の流体力特性は、索・鎖の部分模型を強制的に左右動させて、その時の流体反力を計測し、その結果を土木工学の分野で橋脚に作用する波力の計算によく用いているMorisonの公式によって、抗力係数と質量係数を求めた。それは、つぎの式で表わされている。

$$F(t, z) = C_D \cdot \rho / 2 \cdot D \cdot u(t, z) |u(t, z)| + C_M \cdot \rho \cdot \pi \cdot D^2 / 4 \cdot \dot{u}(t, z)$$

このMorisonの公式を索・鎖の強制左右動に適用するに、つぎのようにした。

$$\text{抗力係数 } C_D = F \cdot \sin \epsilon / (\rho / 2 \cdot D u^2)$$

$$\text{質量係数 } C_M = -F \cdot \cos \epsilon / (\rho \pi D^2 / 4 \cdot \dot{u}) - M / \rho \pi D^2 / 4$$

$$u = Y_a w, \quad \dot{u} = Y_a \dot{w}$$

ここで、 F : 流体反力, ϵ : 位相, D : 索・鎖の直径, Y_a : 強制左右動の振幅, M : 索・鎖の質量である。

鎖の抗力係数と質量係数を次頁図-3に、索の抗力係数と質量係数を図-4に示す。

水面下で索・鎖模型を小振幅で強制動揺させると、一般船型のように造波現象がほとんど発生しないことから判断して、造波減衰の項は非常に小さく、物体が動くことによる流体の粘性抵抗および渦による減衰などが減衰力の大部分を占めると思われる。

図-3からも判るように鎖の抗力係数は動揺の振幅が小さく、振動する周波数($\xi_D = w \cdot \sqrt{D/2g}$)

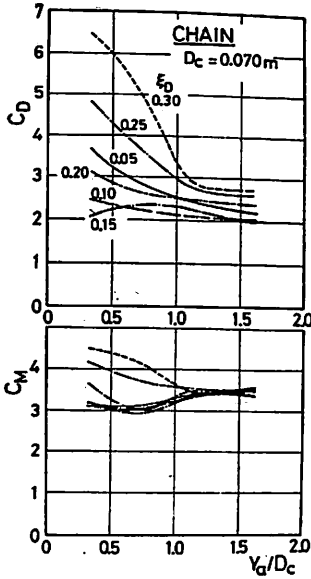


図-3 鎖の抗力係数と質量係数

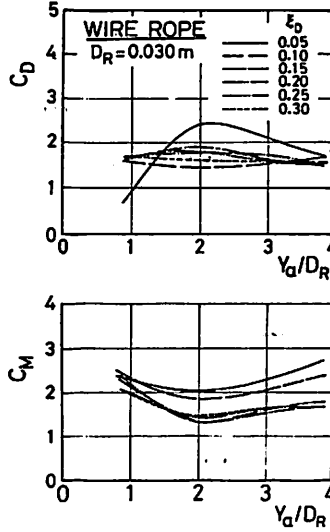


図-4 索の抗力係数と質量係数

が高いほど抗力係数が大きな値を示す。しかしながら、振動の振幅が鎖径程度に大きくなると抗力係数は 2.0~3.0 の範囲で一定値となる。また、鎖の質量係数は抗力係数とほぼ同様な傾向を示し、その値は 3.5 である。

図-4 から、索の抗力係数は振動振幅および周波数が変化しても大略 1.6 の一定値を示し、質量係数は低い周波数の範囲を除けば、大略 1.5~1.7 付近の値である。

これらのことから判断して、索・鎖が流体中で挙動している場合、層流中の抵抗係数と比較し、乱流中で往復運動をするために、挙動時の抗力係数が約 2~3 倍となっている。したがって、索・鎖を taut に係留した場合、小振幅でも高周波数になるに伴い抗力係数および質量係数が大きくなるため、索・鎖の疲労に十分配慮する必要がある。

3. 索・鎖の強度特性

索は鉱山、鋼索交通機関、林業、エレベータ、荷役機械、建設機械、ガード、橋梁、船舶、航空機など適用範囲が多岐に亘るため、索に関する基準や各種

の研究がこれまで数多く公表されている。したがって、索の強度に関しては、索線およびワイヤロープの静的強度、衝撃強度、疲労強度および損傷劣化などの資料が充実している。

一方、鎖は主として船舶の碇泊用として錨の補助的存在であった。しかしながら、浮遊式海洋構造物を係留用として使用する場合には、船舶のように錨を走錨させて鎖に働く力を軽減させることなく、海洋構造物を常に定位置で保持させなくてはならないので、鎖の強度が重要視されて来ている。そこで、海洋開発工学部の係留浮体研究室において最近公表した耐蝕性ロープの強度特性³⁾ および係留索・鎖の低サイクル疲労⁴⁾ の研究成果を紹介する。

1) 耐蝕性ロープ³⁾

海洋構造物を索係留した場合、索は海水や潮流などによって腐蝕し、索の寿命が極めて短縮される。そこで、熱硫酸などに極めて耐蝕性が高い高珪素鋼 (High Si) を試作し、一般に使用されている索と耐蝕性について比較した例を示す。

High Si の耐蝕性ロープの化学成分は表-2 に示すような割合である。この索と一般に用いられている索とを比較すると、索線ではステンレスと同様に抗張力は高く、振れには弱く、索としての繰り返し曲げ疲労においても傾向はステンレスロープとよく似ていると述べている。また、海水浸漬による耐蝕性試験では、一般の裸 (Black)、亜鉛メッキ (Zn)、アルミメッキ (Al)、鉛メッキ (Pb) およびステン

C	Si	Mn	P	S	Cu	Ni ^W	Cr	Mo	V
0.04	4.99	1.92	0.018	0.007	1.06	8.94	14.92	1.60	0.03

表-2 High Si 索の化学成分

Material or plating	before Immersion	Position (From Water Level)			
		2.6 m	0.1 m	- 0.9 m	- 2.4 m
High Si	36.8 tons	36.3 tons	36.2 tons	36.1 tons	36.0 tons
SUS	30.5	29.8	29.8	29.8	29.6
Al	26.5	26.2	24.2	14.5	—
Black	30.2	24.9	24.7	9.3	—
Zn	26.8	26.5	23.4	—	—
Pb	27.7	26.9	24.8	—	—

表-3 27ヵ月海水浸漬後の索強度

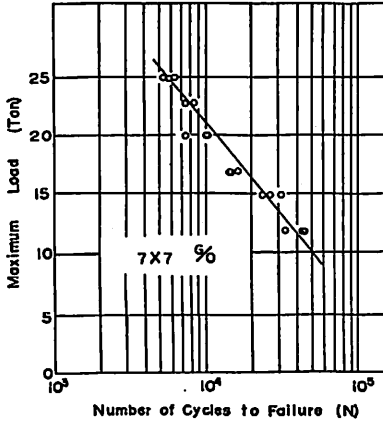


図-5 索の疲労強度

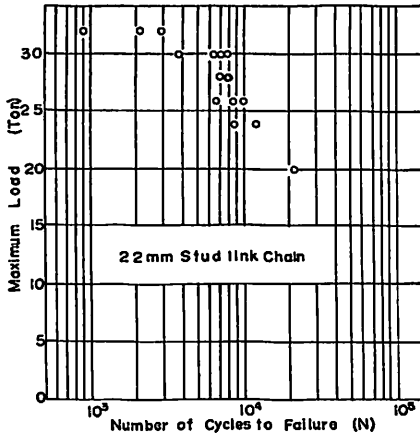


図-6 鎖の疲労強度

レス (SUS) と High Si の耐蝕性ロープを27カ月の浸漬後において索強度の低下を比較している。その結果を表-3に示す。

この表から6×7構造の直径200mmφの索では水面下(水面3.4m)において裸および金属メッキの索が腐蝕によって強度の低下が著しいが、High Si とステンレスの索は全く腐蝕による強度低下が認められない。したがって、材料費の面でステンレスよりも低廉な High Si の方が経済的であるといえる。

2) 低サイクル疲労強度⁴⁾

海洋構造物に波浪、風および潮流などの外力が働くと、係留索・鎖に繰り返しの変動張力が作用する。高サイクル疲労強度については Gilbert de Lavel が発表⁵⁾ しているので、低サイクルで繰り返し荷重の大きな場合における疲労強度について紹介する。

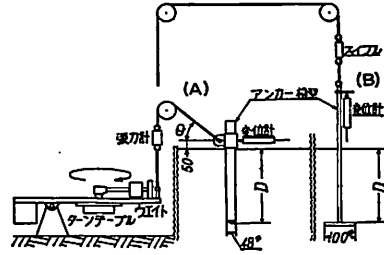


図-7 アンカー繰り返し荷重試験の概要図

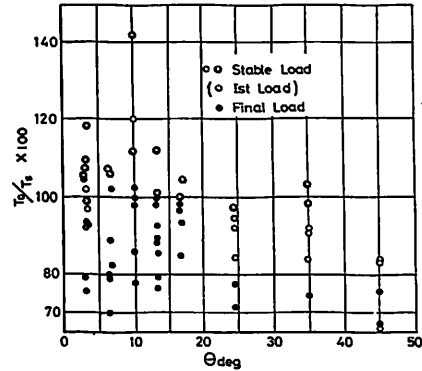


図-8 円柱型埋込みアンカーの把駐力特性

索については、7×7G/Oの直径20mm索で静的破断強度が28.8 tonsの試験片長さ2.0mを用い、最小荷重を1.0 tonとし、最大荷重を6段階に変化させて5 c. p. mの三角波の繰り返し荷重時における疲労強度試験の結果を図-5に示す。一方、鎖については、22mmの第2種電気溶接スグッド付鎖で静的破断強度が35.2 tonsの3リングを用い、最小荷重を1.0 tonとし、最大荷重を6段階に変化させて12 c. p. mの正弦波の繰り返し荷重時における疲労強度試験の結果を図-6に示す。

図-5から、索の場合は最大荷重が静的破断強度の40~90%の範囲内であれば、ほぼ直線的である。

図-6から、鎖の場合には索と同様な荷重範囲であるが、索のように連続的な製作工程ではないために、鎖のリンクごとにもバラツキが生じて伸び率や破断強度が相違するために、多少のバラツキを示しているが、ほぼ直線的であるといえよう。

4. アンカーおよびシンカーの繰り返し荷重下における把駐特性

ここでは、当部の大津留室長が公表している埋込型アンカーに変動振幅の大きな繰り返し荷重が作用した場合の把駐特性⁶⁾を紹介する。

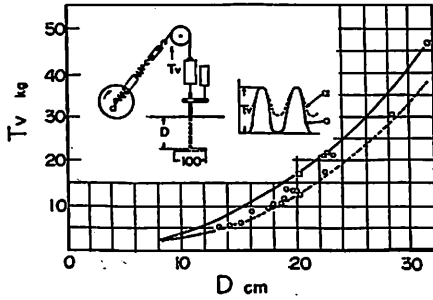


図-9 円板付埋込みアンカーの把駐力特性

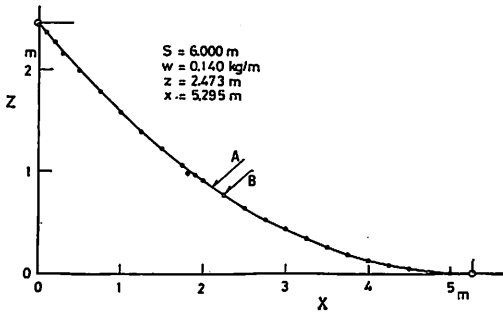


図-10 懸垂線の比較

繰り返し荷重試験は図-7に示すように、回転式によって、最大荷重 230kg、周期 4.9、1.6 および 0.5 秒の繰り返し荷重を埋込みアンカーに作用させる方法である。

1) 斜め上向き張力⁹⁾

直径 48 mmφ の鋼製円柱型埋込みアンカー模型をキヌ川砂中に 40cm の深さに埋込み、図-7 の(A) のように張力の作用角度 (θ) を変化させて、周期 1.6 秒で正弦的な繰り返し荷重を加えた結果を図-8 に示す。この図の縦軸は静的破壊荷重 (T_s) に対する動的破壊荷重 (T_D) の百分率で示すが、この図から、張力の作用角度が 20 度以下においては動的把駐力に静的時の値を用いることが出来るが、20 度以上になった場合には動的把駐力は低下し、約 80% になる。

2) 鉛直張力⁹⁾

直径 10 mmφ の鉄棒に直径 100 mmφ の円板を取り付けた埋込みアンカー模型を豊浦砂中に Dcm の深さに埋込み、図-7 の(B) のようにして、周期 1.6 秒で正弦的な繰り返し荷重を加えた結果を図-9 に示す。この図中の実線は静的破壊荷重 (T_v) である。この図から、乾燥度の高い豊浦砂中では、繰り返し荷重の振幅の下限が零の場合には静的破壊荷重

の約 70% に把駐力が低下するが、下限が零でない場合には静的破壊荷重とほぼ同じ値になっている。

5. 係留ラインの張力

これまでは、係留索・鎖の流体力および強度特性ならびにアンカーの把駐特性など係留システムの各部分について述べて来たので、索・鎖で係留した場合の問題として、係留ラインの静的張力および動的張力について述べる。

1) 静的張力

単位長さ当りの重量が均一の索・鎖で係留すると、重力以外の外力を無視した場合には係留ラインは一般によく知られている懸垂線と見做せる曲線を描くので、まず、索・鎖の伸びを考慮しない懸垂線の理論値と鎖模型 (長さ 6.0m で単位長さ当りの重量 $w=0.140$ kg/m) を用いて懸垂線を比較した結果を図-10 に示す。なお、参考のために懸垂線の基本式を示す。

垂直距離	$Z = a \{ \cosh x/a - 1 \}$
水平距離	$x = a \cosh^{-1} (Z/a + 1)$
係留係数	$a = t_H/w$
水平張力	$t_H = w \cdot a$
垂直張力	$t_V = w \cdot S$
懸垂線の長さ	$S = a \sinh x/a$

この図から、懸垂線理論は索・鎖の伸びを考慮しなければならないような相当に taut か大水深で係留した場合を除くすれば、係留ラインの静的張力を

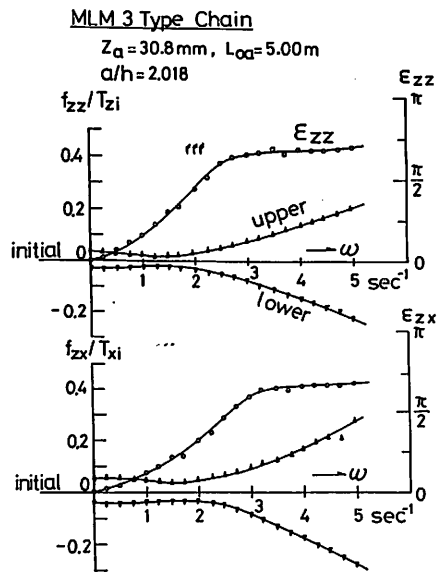


図-11 鎖の動的張力変動量

SPECIFICATION	CONDITION
D=0.216 m	KG=0.35 m
H=1.500 m	GM=0.25 m
d=1.200 m	$\omega_0=2.072 \text{ sec}^{-1}$
$\nu=44.09 \text{ kg}$	$X_0=0.059$
	$\omega_2=2.796 \text{ sec}^{-1}$
	$X_2=0.045$

表一4 円柱型浮体模型の主要目

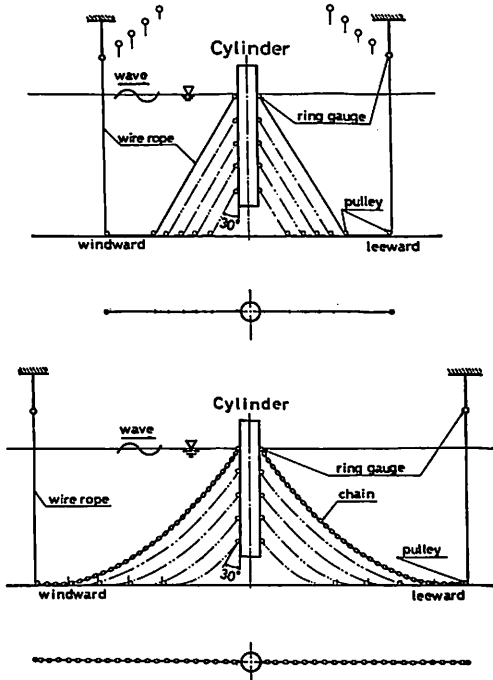
	KF/KG	TOTAL INITIAL TENSION (Vertical) (kg)	
		Meas. (Ideal)	
		CHAIN	WIRE ROPE
1	3.429	0.525 (0.530)	0.557 (0.490)
2	2.714	0.437 (0.442)	0.343 (0.490)
3	2.000	0.333 (0.353)	0.477 (0.490)
4	1.286	0.255 (0.265)	0.451 (0.490)
5	0.571	0.145 (0.177)	0.614 (0.490)

表一5 円柱型の係留状態

高精度に求められる。なお、伸びを考慮した静的張力を求めた例としては多項式近似解として庄司⁷⁾のものがあ、その他に Korkut and Hebert⁸⁾ や Chang and Pilky⁹⁾ などがある。

2) 動的張力変動量¹⁰⁾

係留ラインの上端すなわち索・鎖が浮体に取り付く場所を浮体が動揺しているように強制的に挙動さ

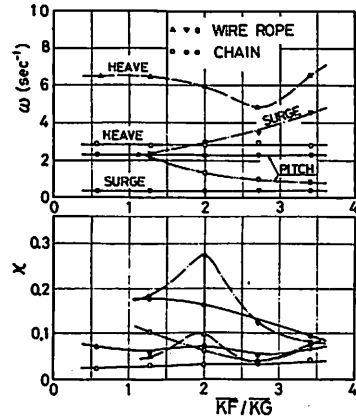


図一12 円柱型浮体模型の係留法

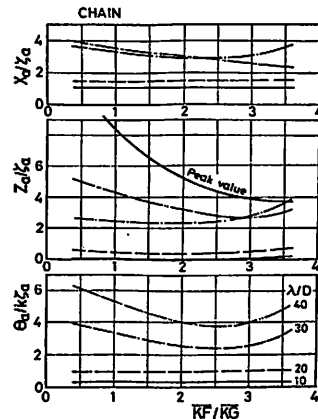
せ、その場合の上端における張力の水平および垂直成分がどのような張力変動量になるかを究明した一例を図一11に示す。この図は、水中における単位長さ当りの重量が0.060kg/m、全長が5.0mの鎖を、高さ1.95mで係留角度49.85°の係留ラインにして上端を±0.0308mの上下動をさせた時の張力の水平および垂直成分の変動量ならびに位相を示したものである。この図から、振動する周波数が低い場合には、静的時の変位に対する張力の増減量程度であるが、高周波数になるに伴い、振動の加速度によって張力変動量が急激に増加する。この傾向は索・鎖の部分模型による強制動揺時においても同様な現象を示している。

6. 係留浮体の係留力と動揺

当部においては、昭和48年度より各種浮遊式海洋構造物について耐航性能および推進性能などは勿論のこと、とくに索・鎖で係留されている浮体につい



図一13 固有周波数と無次元減衰係数



図一14 鎖係留時の動揺応答

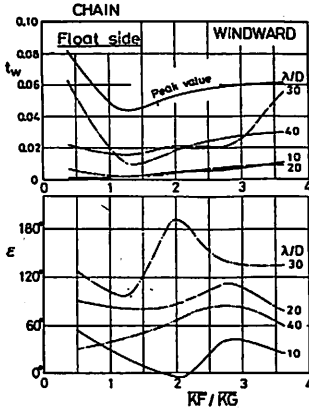


図-15 鎖係留時の係留力

ても系統的な試験を実施し、その結果を公表して来た。しかしながら、係留浮体に関する研究課題では広範囲かつ複雑であるため、確固たる模型試験法や高精度に係留浮体の係留力および動揺などの推定法など未解決の項目が数多く残されているのが現状である。

そこで、係留浮体の取り扱いを単純化するため、表-4に示す円柱型の浮体を用い、索または鎖で2次的に係留すると同時に、表-5および図-12に示すように係留点位置を変化させた場合の浮体の運動と係留力を調査した結果を紹介すると同時に、この円柱浮体を最適に係留すると、上下動がどの程度軽減されるかについて調査した結果を紹介する。

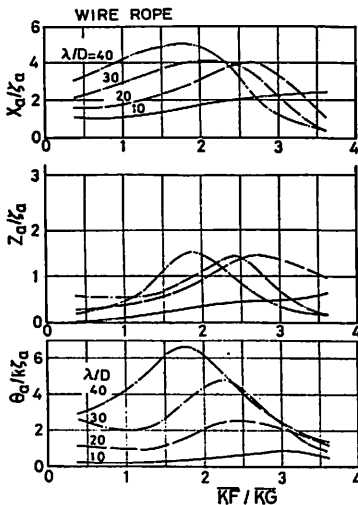
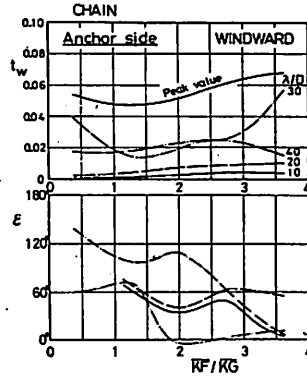


図-16 索係留時の動揺応答



規則波中においても係留点位置が高くなるに伴い、初期張力が大きくなり動揺は緩やかに減少する傾向を示し、係留力 t_w ($\rho g n r^2 c_w$ で無次元値とした。) は波高による浮力の変動分に対してあまりにも小さいが、係留力の変動量の面では係留点位置は重心より僅かに高い位置がよい。

一方、索係留では係留が taut であるため線型パネ定数も大きくなり、係留点位置の影響をよく示す。なお、係留角度を一定としているが、動揺および係留力の変動量の面から最適な係留点位置を選べば、短波長の波がとくに出現頻度の多い海域では極力低い位置で、長波長の海域では極力高い位置で係留するとよいと思われる。

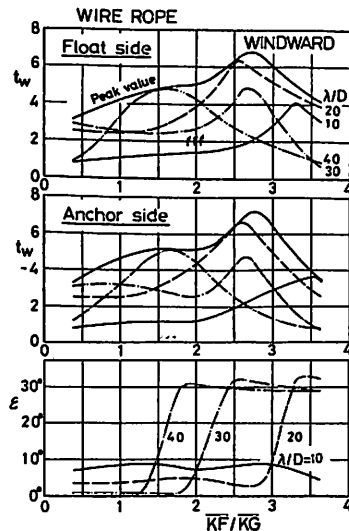
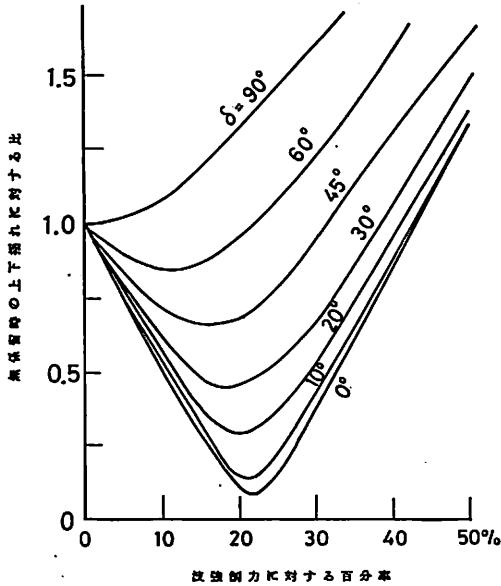


図-17 索係留時の係留力

1) 係留浮体の模型試験例¹²⁾

円柱浮体を水中重量 0.102kg/m の市販の鉄製鎖および直径 0.5mm のステンレス鋼製索 (7×7) で2次的に係留した場合の平水中における各揺れの固有周波数と無次元減衰係数を図-13に、初期張力を表-5に示す。規則波中における動揺および風上側の係留力は鎖について図-14および図-15に示し、索について図-16および図-17に示す。

鎖係留では係留が Slack であるため、係留ラインの線型パネ定数が小さく、固有周波数は係留点位置の変化によってまったく変化しない。また、規

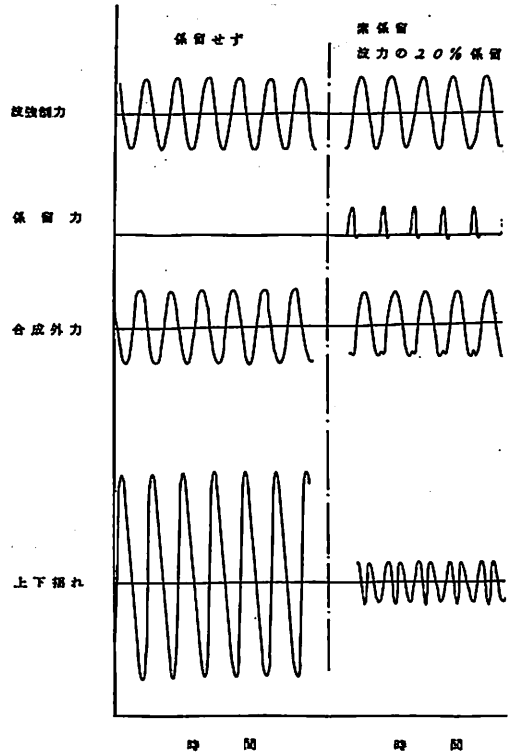


図—18 係留力の量と位相との関係

2) 動揺軽減法

円柱型浮体を用いて、系統的な係留時の係留力および動揺応答を調査した結果によると、索で taut に係留した場合、係留角度、係留点位置および波強制力と係留力との位相などで急激に動揺が変化している。そこで、前述の円柱型浮体について、上下揺れを最も減少させる係留力の状態について調査した。

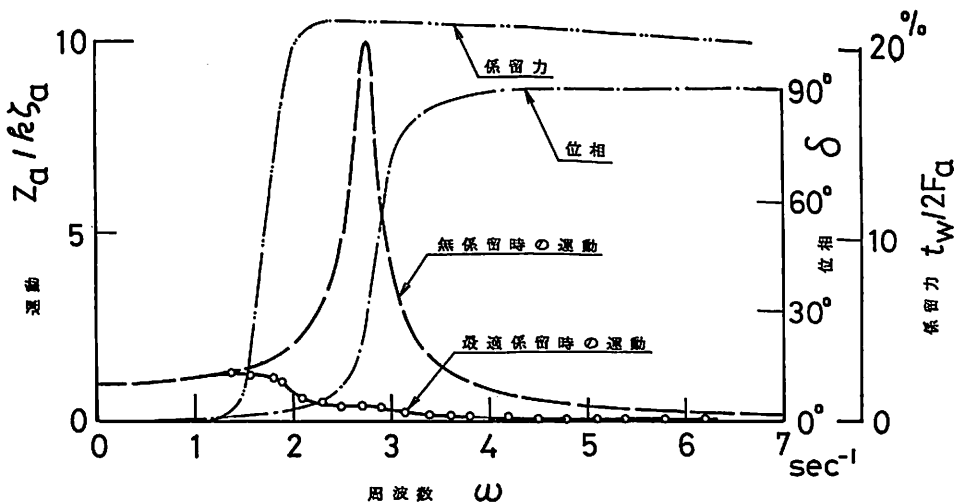
浮体模型は表—4 の状態で、無保留時の平水中における自由上下揺れ試験を行い、その結果から上下揺れの非線型運動方程式をつぎのようにした。



図—19 無保留時と最適係留時の外力と動揺の比較

$$\ddot{Z} + 0.250 \dot{Z} \pm 0.023 | \dot{Z} |^2 + (2.857)^2 Z = 0$$

この式に、波強制力を一定値とし、係留力は前述の波浪中における動揺試験時の力の形態を特殊非線型発生回路で模擬させて、アナログ計算機を用いて係留力の大きさおよび波強制力に対する位相を系統的に変化させて、上下揺れの振幅の変化を調査した。その結果を図—18 に示す。この図から、係留力



図—20 上下揺れを軽減するための最適係留

は波強制力が最大となる時に索の張力が反力となる位相 ($\delta=0^\circ$) で波強制力の全振幅の約 20% にすると、上下揺れが極小になる。この係留力と位相とを用いて、無係留時と係留時の係留力および動揺を比較したものを図-19に示す。

この図から、波強制力に係留力を加えた合成外力は谷が多少変形している程度であるが、上下揺れは 2 倍の揺れになって急激に減少している。この成果から上下揺れが最小となる係留力と位相で係留時の上下揺れを求め、無係留時の上下揺れと比較したものを図-20に示す。

この図から、係留力および位相が図に示す値に出来るならば、上下揺れは極端に軽減させることが可能になる。このような係留法は索または鎖単独では不可能であるが、中間ブイ、孫アンカーおよび索・鎖を組み合わせた係留ラインにすれば最適な係留法に近づけることが可能であろう。

7. あとがき

以上が船舶技術研究所において現在実施している大型浮遊式海洋構造物の係留技術に関するこれまでの成果を紹介したものである。多岐に亘る海洋開発をより活発にするには沖縄で開催された国際海洋博のシンボルになったアクアポリスや、大島沖に設置されている海洋無線中継船舶などに類した浮遊式海洋構造物の建造および施工を絶やすことなく、海洋構造物の係留技術の研究開発を促進することが重要な課題であろう。

今後も、海洋構造物の係留技術に関する基礎資料の蓄積のために研究を継続し、その成果を紹介する機会があると思われる。なお、船舶技術研究所においては昭和52年末を完成予定として波浪、潮流および風が組み合せて発生出来る長さ40m、幅30m、水深0~2mの大陸棚再現水槽を建設中であり、この新水槽が完成すれば、各種海洋構造物の精度のよい研究が可能になると同時に、海洋構造物の水深に応じた係留技術が確立し、将来大型浮遊式海洋構造物を実現させるために必要な資料の提供が出来るであろう。

参考文献

- 1) 安藤定雄：“浮遊式海洋構造物の係留に関する基礎研究” 船舶, 47巻5号, 1974.
- 2) 安藤定雄：“索・鎖の流体力について その1 部分模型” 西部造船会会報, 第50号, 1975.8.
- 3) 岡田昭寿, 川面武雄, 林久男, 田中義久：“耐蝕性ロープの強度特性および海水浸漬試験について” 船舶技術

研究所研究発表会講演集, 第24回, 1974.12.

- 4) 川面武雄, 岡田昭寿, 林久男, 田中義久：“係留索鎖用低サイクル疲労試験機の概要と実験結果の一例について” 船舶技術研究所研究発表会講演集 第26回, 1975.12.
- 5) Gilbert de Laval: “Fatigue Tests on Anchor Chain-Cable” OTC 1503, 1971.
- 6) 大津留喬久, 岡田昭寿, 林久男, 田中義久：“アンカーシンカーの繰返し荷重による把駐特性 その3” 船舶技術研究所研究発表会講演集 第26回, 1975.12.
- 7) 庄司邦昭：“係留浮体の運動と係留索の張力に関する研究” 日本造船学会論文集, 第138号, 1975.12.
- 8) Korkut M.D. and Hebert E.J.: “Some Notes on Static Anchor Chain Curve” OTC—1160, 1970.
- 9) Chang P.Y. and Pilky W.D.: “The Analysis of Mooring Lines” OTC—1502, 1971.
- 10) 安藤定雄：“係留索・鎖の運動および張力, その2” 船舶技術研究所研究発表会講演集, 第24回, 1974.12.
- 11) 安藤定雄, 大川豊, 矢後清和：“係留浮体に働く係留力 その2” 船舶技術研究所研究発表会講演集, 第24回 1974.12.
- 12) 安藤定雄, 矢後清和：“係留浮体の係留力および運動について” 船舶技術研究所研究発表会講演集, 第26回, 1975.12.
- 13) 安藤定雄：“索・鎖, アンカー・シンカー等について” 第2回海洋工学シンポジウム テキスト, 日本造船学会, 1976.6.

新製品の紹介

圈手動式倍力レンチ “MTレンチ”

“MTレンチ”は三井造船と東京貿易の両社で昨年初の共同開発されたもので、開発以来、三井造船千葉造船所において、主として船舶関係の艦装配管工事などで使用実績を積んで来たが、優秀な成績が得られたので、本格的販売を開始した。

〔仕様〕

- | | |
|-------------|-------------|
| (1) MT-6 X型 | |
| 出力トルク | 90kg—m |
| 適用ボルト・サイズ | M16, 20, 22 |
| (2) MT-6 X型 | |
| 出力トルク | 190kg—m |
| 適用ボルト・サイズ | M24, 30, 36 |

〔特長〕

- (1) 手で働く倍力機構を内蔵しており、また軽量、小型であるため、従来の打撃スパナ、インパクト・レンチ、油圧レンチなどに比べて作業性、操作性に非常にすぐれている。
- (2) 船舶の艦装配管工事ばかりでなく、土木工事、プラント建設工事現場などにおいて、空気圧、油圧など動力を容易に得られない場合の配管に非常に優れている。

傾斜板式油回収船 MIPOS

MODEC Inclined Plane Oil Skimmer—MIPOS

武 藤 郁 夫

三井海洋開発株式会社

Mitsui Ocean Development & Engineering Co.

by Ikuro Mutoh

1. まえがき

海洋の環境保全が強く叫ばれているが、海洋汚染の中でも油による汚染は、水産業その他に及ぼす影響が大きく、かつ直視的である。流出油汚染はその原因の多くは人為的なものであるので、事故の起きないような措置を講ずべきことは勿論であり、すでに各種の規制も設けられているにもかかわらず、現実には流出油事故は絶えない状況である。従って流出油事故の対策が問題になるわけで、ことに昭和49年末の水島の大量流出油事故以来関心が高まったように思われる。

流出油事故対策には、オイルフェンス、油回収船、油吸着剤、油処理装置などの機器のみならず、事故対策活動組織、初期動作のあり方、機器の扱い方、訓練の問題等、検討すべきことがらは多い。これらの問題の中で流出油を回収する機器は、重要な要素の一つである。国内外を問わず、数多くの油回収船、油回収器が開発されているが、ここに当社で開発した油回収船の開発の経緯と実情について紹介する。

2. 開発の経緯

昭和47年、日本舶用機器開発協会（当時大江理事長）と共同で、荒天に耐える油回収装置の開発の一環として、当社の傾斜板式油回収装置のアイデアを実験によって研究開発をはじめた。初年度昭和47年には、オープンチャンネルの回流水槽（観測用水路部長さ3.5m×幅0.45m）を用いて基礎実験を行った。第2年度昭和48年には、造波装置付曳航水槽によって波浪中の性能実験を行った。この曳航水槽は、当社の玉野臨海研究所内に新設したもので、長さ35m×幅2m×深さ1.5mの寸法で、屋根を設けず油を実際に流せる装置とし、実験後の油水清浄装置も設けている。（写真1、2）

これら実験研究の成果に基づいて、後述の実船を建造し、更に大型油回収船の試設計も行った。

3. 回収原理および性能

海上流出油を回収するには、広範囲にわたり拡散した油を、オイルフェンスによって、狭い海面に囲みこみ、その中で油回収を行うのも一法であるが、潮流、波浪等の自然条件、更に海上交通の問題等も

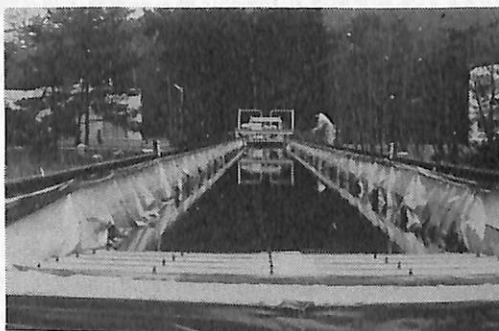


写真1 曳航水槽（油回収実験用）

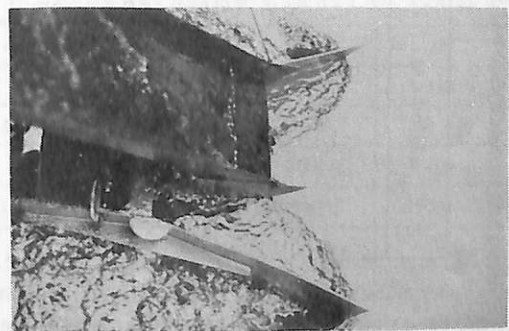
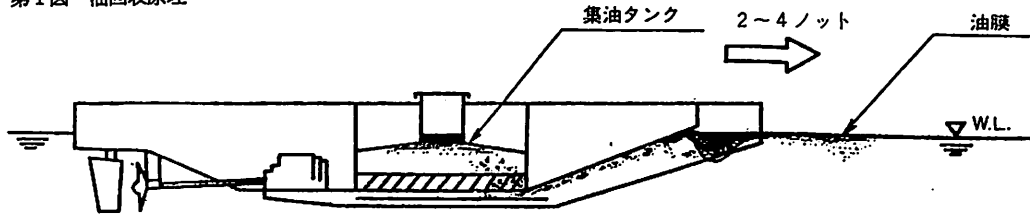


写真2 曳航水槽にて油回収実験中

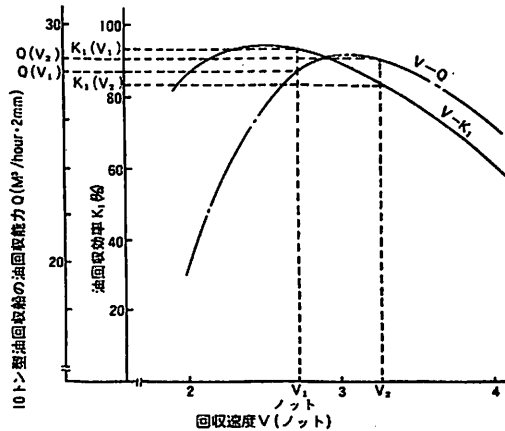
第1図 油回収原理



あって、なかなか理想的には行い難いものである。従って、広く浮遊する油を有効に回収するには、できるだけ早い速力で走る船に回収装置をつけたものが望ましい。

当社の傾斜板方式油回収船は MIPOS (MODEC Inclined Plane Oil Skimmer) と称するが、その回収原理は第1図に示す通りである。回収船が2~4ノットの速力で前進すると、浮遊した油は傾斜板前方に淀み点が生じ一時滞留する。傾斜板の両側には水面下に側板があるので、油が横に逃げることはない。滞留した油は前進速度がある値を超えると、油滴となって傾斜板に沿って流下する。流下した油は傾斜板下端から後方に続く底板のない集油タンク内に浮上する。集油タンクの底部には邪魔板があって、一旦集油タンクに入った油が濁流と共に外部に逃散することを防いでいる。なお集油タンクの下方には、適当な長さでかつ集油タンク底部と適当な間隙を持った底板を装備して、波浪中の回収効率の増大と、高速度における油回収を図っている。

以上が回収原理の概略であるが、前記実験から得られた回収性能を第2図に示す。この油回収効率曲線 $V-K_1$ から分る通り、回収速度が2ノットから回収しはじめ、4ノットまで回収可能である。回収効率は速度が約2.5ノットのとき最大効率約95%となる。



第2図 回収速度Vと油回収効率 K_1 およびMIPOS-10の油回収能力Qとの関係

油回収能力または油回収量は次式で表わせる。

$$Q = 1.8 \times B \times t \times V \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

但し、 Q : 油回収量 (m^3 /hour)

B : 掃海幅 (m)

t : 油膜厚 (mm)

V : 回収速度 (対水) (ノット)

K_1 : 油回収効率 = 油回収装置自体の効率

K_2 : 油分布率 = 海面に浮遊する油の分布率

K_3 : 回収作業時の回収船の稼働率

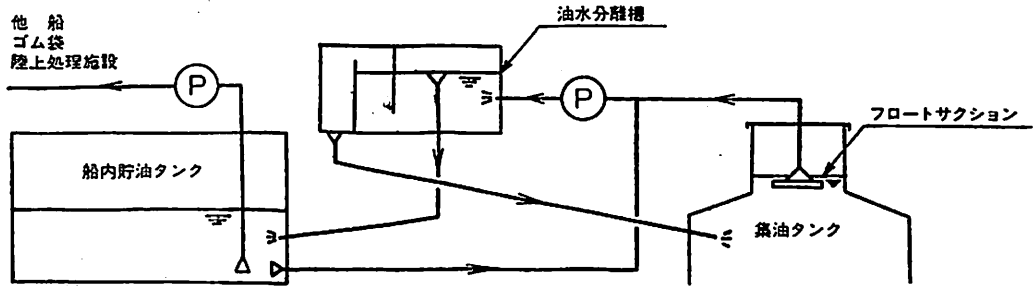
今第2図に示す回収速度 V_1, V_2 の場合の油回収量をそれぞれ $Q(V_1), Q(V_2)$ とすると、 $K_1(V_1) > K_1(V_2)$ であるが、 $V_1 \cdot K_1(V_1) < V_2 \cdot K_1(V_2)$ となるので、 $Q(V_1) < Q(V_2)$ となる。すなわち油回収量は、 K_1 が最大のときではなく、 $V \cdot K_1$ が最大のとき最も多くなる。実際には V が約3ノットのとき油回収量は最大となる。いいかえれば、少々油は後方へ流れても適当に速い速度で走った方が単位時間当りの油回収量は多くなるということである。

ここで前記油回収量の式中の係数 K_1, K_2, K_3 について述べておきたい。

K_1 は油回収装置自体の回収効率であるが、第2図で示す MIPOS の K_1 は静水中の値である。波浪中ではこの値から10~20%低下する。静水中では高い回収効率を示しても、波浪中では極端に効率が落ちる油回収装置もあるが、MIPOS は波浪中でもさほどの効率の低下なしに回収できることが特長である。

K_2 は流出油の浮遊分布状態によって異なる。オイルフェンスなどにより人為的に静かな海面に油が囲まれたような場合以外は、 $K_2 = 1.0$ となる状態は少ないと考えられる。自由拡散した油膜は潮流や風その他の外乱により、所々に切れ目があるのが普通である。

K_3 は回収船の稼働状況によって変化する。例えば回収船が旋回して反転することも、貯油を他船または陸上に移送することもすべて稼働率のロスになるので、数時間ベースの単位時間当りの油回収可能量は $K_3 < 1.0$ として考えなければならない。この K_3 は回収船の操縦性、自由航走速力、移送能力、



第3図 EC-1の油回収線図の一例

貯油能力など回収船自体の性能も影響するものである。

MIPOS では回収された集油タンク内の油はポンプによって貯油タンク又は船外に移送する。この移送ポンプには、高粘度の油でも、油中に相当のゴミの混入があることも予想して、モノポンプを使用することを原則としている。集油タンクの頂部は傾斜していて、中央部に油が厚い層にたまるようになっている。これをフロートサクシオンなどを用いてポンプで移送するので回収油中の含水率は低いが、油種によりまたはポンプの操作によってはかなりの水が含まれる場合も予想されるので、第3図に示すように重力式油水分離器をポンプと貯油タンク間に設け、分離した油は貯油タンクへ移送し、分離された水は若干の油を含む可能性もあるので、再び集油タンクに戻す方式も採用している。

流出油の回収作業中は、海藻、浮遊ゴミ、吸油マットなどが回収作業をさまたげることが多いので、

ゴミ除去装置を備える必要がある。MIPOS では船の大きさにより、回転式ネットスクリーンや、金網ベルトコンベアなどを装備することとしている。

油回収能力を大きくするには前記の式から分るごとく、掃海幅を大きくすることが最も効果がある。

従って回収船の船首にガイドフェンスを2隻の船で展張する方式も一法であるし、後述の MIPOS-S型のように小型回収器を母船の両側に抱いて走る方法なども採用できる。

4. 建造および使用実績

上記の研究結果に基づき、客先の御要求に応じてそれぞれの目的に合った油回収船の設計、建造ができるが、第1表にすでに建造実績のあるものと計画中のものの主要目を示す。計画中のものは1例であり、目的に応じてどのような船も設計、建造できる。

第1表 MIPOS 建造実績及び計画中の要目表

主要目	型式	MIPOS-10	MIPOS-10	MIPOS-17	MIPOS-S6	MIPOS-21	MIPOS-25
船名		みどり号	たまみどり	EC-1	—	—	—
注文主		三井造船千葉	三井造船玉野	マラッカ海協 協議会	当社所有	—	—
完成年月		1974年2月	1974年11月	1975年3月	1975年1月	—	—
L×B×D (m)		9.0×3.5×1.3	9.0×3.5×1.3	17.0×6.0×2.5	6.0×2.5×1.5	21.5×8.0×3.0	25.0×8.9×3.3
*1 油回収能力 (kl/hour)		29	29	30	*2 87(単体で24)	65	77
貯油タンク容量 (kl)		2.8	2.8	25	母船による	80	110
航行区域		平水	平水	沿海	母船による	平水	沿海
総トン数		9	9	52	—	100	200
主機関		26ps×1	39ps×1	115ps×2	*3 なし	240ps×2	400ps×2
航海速度 (ノット)		4	5	7.3	母船による	10	9.5

注：*1. 油回収能力、回収速度 $V=3$ ノット、油膜厚 $t=2$ mm、 $K_1=0.9$ 、 $K_2=K_3=1.0$ として計算したもの

*2. 母船幅を7mとし、全掃海幅 $B=12$ mとして計算。

*3. 単体に船外機をつけて単体による回収も可能。



写真3 たまみどり MIPOS-10

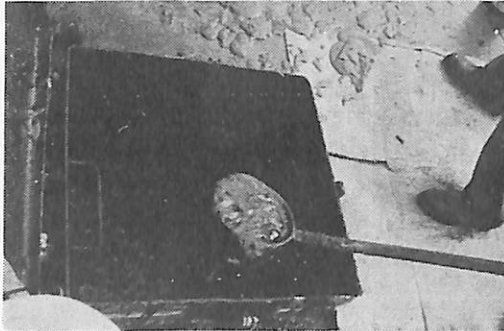


写真4 MIPOS-10 ひしゃくで油回収中

(1) MIPOS-10型

「みどり号」および「たまみどり」はほぼ同型船であり、造船所構内における少量洩油事故を想定して設計したものである。いずれも所期の目的を充分に果しつつある。(写真3)

「たまみどり」は昭和49年11月に玉野造船所に引渡した直後に水島の大量流出油事故が発生したため、海上保安庁のご要請により、事故発生後4日目の12月21日朝から出動し、1月8日まで元日を除く16日間、玉野海上保安部の指揮下で瀬戸内海の流出油回収作業に従事した。16日間の総回収油量は38.5 k ℓ で、1日当たり平均油回収量は2.4 k ℓ となる。1日の最大回収量は12月30日の4 k ℓ で、1月に入ってから海面の油分布率(係数 K_2)が低下して1日の回収量も次第に減少した。この思いがけない大量流出油の実際回収作業で次のような体験をした。

① MIPOS 型式は、実験で予期した通りの油回収能力を発揮した。高粘度化したC重油でも問題なく集油タンクに回収ができ、回収機構自体には何らの故障もなかった。

② 「たまみどり」は造船所構内用として設計したため、油移送ポンプは手動ポンプだけであり、高粘度重油には使用できなかった。従って油移送

はやむを得ずすべて柄杓で行った。(写真4)

③ 貯油タンクの容量が2.8k ℓ と小さいため2～3時間の回収作業で満タンとなり、陸揚げのため港に帰らねばならず、全体の稼働率(係数 K_3)が著しく低下した。(1日8時間の作業の内訳は平均すると、回収時間2.7時間、陸揚げ2時間、往復航海時間3.3時間であった。)

④ 最終的に回収した油中の含水率はわずかに10%程度であった。

⑤ 流出油の回収作業海面には多くのごみが浮遊しているが、大きな吸油マット以外は集油タンクに浮上して、ひしゃくで汲み上げたためさほど問題はなかった。しかしこれら浮遊ごみの除去装置を装備すべきである。

この体験からMIPOSの油回収能力の優秀さに自信を持ったわけであるが、油の移送システムが重要であることも痛感したので、実際に回収した高粘度重油を使ってかねてより使用予定していたモノポンプのテストを実施した。使用したポンプは兵神装備(株)製の無段変速機付モノポンプ(2～12 m 3 /h×30m)で、吸入水頭を変化させて実験した。吸入高2.5mまでは200 ℓ /min(12m 3 /h)の性能で、ごみの混った高粘度重油を十分移送できることを確認した。

(写真5)



写真5 モノポンプテスト吐出口

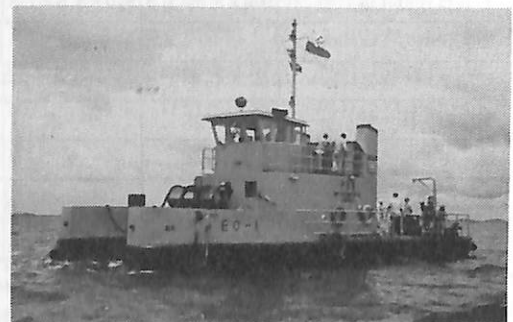


写真6 MIPOS-17 (EC-1)



写真7 MIPOS-S をトラックに搭載したところ

「たままどり」の貯油能力が小さいことは小型船であるためやむを得ないことであり、モノポンプを装備すれば、沖合で他船またはバージ、コンテナーなどに移送することができる。

(2) MIPOS-17型

この型は、マラッカ海峡協議会（理事長芥川輝孝）から当社に発注され、昨年3月当社の設計監督の下にシンガポールで建造され、同協会からシンガポール港湾局（P S A）に贈呈され、「EC-1」と命名されたものである。（写真6）この中型油回収船の引渡し直前の公試運転スケジュールの中には、実際海面に油を流して回収テストがあった。このような実験は日本ではなかなか行い難い状況であるので、筆者も現地のテストに立会した。テストはシンガポール西南方沖合で、協会およびP S A立会の下に1回110lの赤く着色した亜麻仁油を船首部に流して回収量を測定した。

速力2.4ノットで95.8%、3.8ノットで41%の回収量となり、ほぼ実験と同じ満足すべき結果が得られた。テスト時の海象は波高50cm、風速約6m/sであった。本船は集油タンクにフロートサクシオン



写真8 MIPOS-S の装備状況

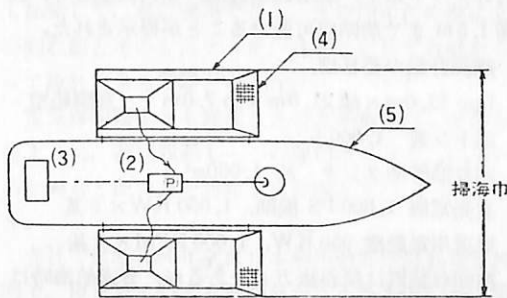
を設け、モノポンプによって一旦重力分離式油水分離槽に送り、油分は貯油タンクへ、水分は集油タンクへ戻す方式としている。（第3図参照）なお船首部にはオイルフェンスを装着できる金物をつけ、ごみよけ用のロータリーネットバケットも装備している。

「EC-1」はマラッカ海峡で座礁した祥和丸の油流出事故には完工が間に合わず惜しまれたが、その後土佐丸がシンガポール沖で沈没して、若干の燃料油が洩れたときは、早速現場に急行して回収作業を行った。満足すべき成果であったと、P S Aから当社に感謝の報告があった。

(3) MIPOS-S6（小型油回収器）

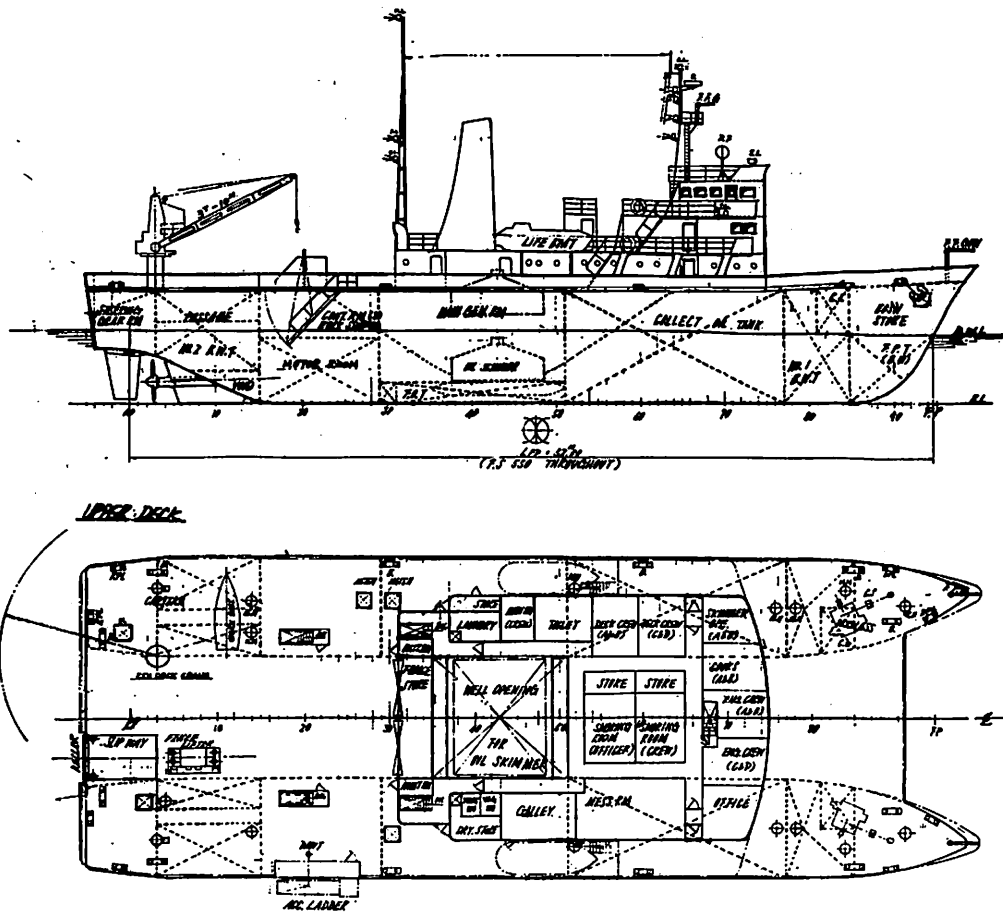
水島の大量流出油回収に官民あげて苦心していた頃、運輸省港湾局および岡山県災害対策本部の御推薦もあって、簡単に急速にできる曳航式小型油回収器MIPOS-S6を考案した。これは要目表に示す通りの小型回収器で、推進器をもたない傾斜板と集油タンクの部分のみのものである。寸法はトラックにのせて容易に陸上輸送できるものとしてある。（写真7参照）これをどこの港湾にも見られる船の両舷に1個ずつ固縛して2~3ノットで走ると、掃海幅は母船の幅とMIPOS-S6 2個分の幅を加えたものとなり、飛躍的に増大する。母船としては100HP程度以上の船ならどんな船でもよいが、小型の沿岸タンカーであれば、貨物油タンクを貯油タンクに利用できる利点がある。母船にはモノポンプを搭載し、普通の船の場合はドラム缶などを貯油タンクとして積み込むこととする。（第4図参照）

水島事故当時、考えついでから僅か4日間でMIPOS-S6 2基を製作し、写真8に示すように150HP



- | | |
|--------------------|-----------|
| 1. MIPOS-S（小型油回収器） | 4. ゴミ回収装置 |
| 2. ポンプセット | 5. 母船 |
| 3. 発電機セット | |

第4図 MIPOS-Sを使用したシステム例



第5図 高性能流出油回収船の試設計

の曳船の両舷に固縛して、四国沿岸の油を目前にして出動しようとしたが、あいにく3日間荒天が続いて出動をはばまれ、そのあとで出動した際は油が僅かしか残っておらず、極めて薄い油膜の海面を走って、回収量は少なかったが、回収作業は成功裡に終わった。今なお事故の初期にこのシステムができておればと残念な気がする。

MIPOS-Sのシステムは、機関もなく、全く手入れを必要としない、小型回収器を日頃陸上に保管しておいて、どこに油流出事故が発生してもトラックに搭載して急行して、近くのだんな船にでも固縛して回収作業にかかれる利点がある。流出油事故は火災と同様に初動作業が大事であるが、このシステムは正にそれに適したものの一つといえよう。

このMIPOS-Sには、手動の簡単なごみ除け金網を装備している。

(4) 大型流出油回収船の試設計

昭和48年度に運輸省船舶局の委託により、日本船用機器開発協会と共同で、大型の高性能流出油回収船の試設計を行った。設計条件としては運輸省から油膜厚7mmのとき油回収能力が約400m³/h、航海速度12ノット以上、航海区域近海、全天候型とし、波高1.5mまで油回収可能なることが提示された。

試設計船の要目は、

Lpp 52.0m × 幅 21.0m × D 7.0m 双胴船型

総トン数 1,500トン

回収油貯油タンク 約 1,050m³

主発電機 1,600 PS 機関, 1,050 KW × 2 基

推進用電動機 950 KW, 1,000 RPM × 2 基

油回収装置は傾斜板方式であるが、普通航海時はウインチで引きあげておき、2~4ノットで回収作業を行うときだけ海面におろす方式としている。

第5図にその一般配置図を示す。

5. MIPOSの特長

以上述べた開発経緯と実績からこのMIPOSの特長をまとめてみると次のようになる。

(1) 集油装置には可動部分が全くなく、従って故障がない。

(2) 回収装置の構成が簡単なため、安価であり、保守も容易である。

(3) 油回収効率が大きい。

(4) 波浪中でも有効に油の回収ができる。

(限界波高は船の大きさにも関係するが、MIPOS-10型で30~50cm、MIPOS-17型で60~80cm、試設計船程度の大型にすれば1.5m位である。)

(5) 回収速度の幅が大きく(2~4ノット)実際の回収作業上便利である。

(6) 海面に浮遊する油は、油種、油膜厚に関係なく回収可能である。

(7) 油の移送にはモノポンプを使用し、油種、少々のごみの有無にかかわらず作業可能である。

(8) MIPOS-Sは陸上輸送も可能で、いかなる母船にも連結して緊急発進、かつ高能率回収作業ができる。

(9) エンジンなしのMIPOS(MIPOS-Sもその一つ)も可能で、これを押船で押しても、曳船で曳いてもよいし、船外機をつけて単独油回収も行えるなど、変化のある設計ができる。

(10) 油回収以外の機能をもたせる多目的船が要望される場合も多いが、調査船、消防船、オイルフェンス展張、揚収船、ごみとり船、投錨船、廃油集油船などとの組合せ設計が容易である。

6. あとがき

開発製品は実際の試練を繰返して性能の向上が行われるものである。MIPOSの場合、数は必ずしも多くないが前記の実績やテストにより、実戦の教訓も加味して、真に実用できる、世の中のため役に立つ回収船とそのシステムを、目的に応じて自信をもって設計できる段階となった。

電気掃除器よりも庭ぼうきの方が重宝なことがあるように、油回収船も一つの型だけでなく、いろいろな場合と使い方を想定した計画とすべきであろう。

当社では昭和50年度に日本舶用機器開発協会と共同で、停止していても油回収が行えるMIPOS-A型を開発研究し、すでに実験も成功裡に終了し、近くまた発表する予定である。

最近第三港湾局で改造中の「すま丸」にもMI-

POS-S型を装備頂くこととなり、工事中である。

流出油の回収は、いろいろな事故の場合を想定したシステムを十分に検討して、それぞれに適した油回収船や機器を考えるべきで、更に他の機能と組み合わせた多目的船も必要で、MIPOSはそれらの要求に応じることが極めて容易なものであると考えている。

■英国海洋産業協会の通商使節団が 来日

—北海油田開発の成果を紹介—

明年2月、東京で開催予定の英国海洋産業展示会の準備役として英国海洋産業協会の通商使節団(M.アームストロング団長)が3月18日来日、11日間にわたって東京で北海における海底油田および天然ガス産業の技術に関する最新の開発成果を披露した。

同使節団を組織した英国海洋産業協会(The Association of British Oceanic Industries=ABOI)は、1970年に設立され、海底油田用の各種装置メーカーやサービス企業の声を代表する民間機関で、メンバー企業は現在65社。その大部分はDavid Brown-Vosper(Offshore)、Rolls Royce、Seven Seas Engineering BACなどの大手企業の海洋部門が参加している。

今回の使節団の規模は5社と小さいが、英国が現在取り組んでいる北海油田開発の成果の模様、またプレハブ形式の浮遊式鋼・コンクリート設備や新型の海底検査船などのユニークな開発技術の紹介等は、この分野で先進する米国に劣らぬもので、かなりの反響を与えたと思われる。



完成間近の北海用コンクリート・リグ

新海洋法秩序の到来とわが国の活路

The Way of Japan in the Situation of
New International Law of the Sea

小 野 暁

(社)海洋産業研究会

Research Institute for Ocean Economics
by Ryo Ono

1. はじめに

3月15日から、「世界経済の歴史上最も重要で最も難かしい会議」（国連第三次海洋法会議第1委員会委員長から議長へあてた覚え書）といわれる国連第三次海洋法会議の第4会期がニューヨークで開催される。

「公海自由の原則」から「海洋分割時代」への根本的な国際海洋利用秩序の転換はもはや抗うことのできない世界の潮流として定着しつつあり、「公海自由の原則」の上に最大限の利益を享受してきた海洋先進諸国、中でもわが国にとっては国民経済の存立にも関わる重大な選択を迫られることとなった。

「海洋分割時代」の到来とは、いうまでもなく「領海12カイリ・排他的経済水域200カイリ」が今後の海洋利用秩序の根本的な枠組みとなることを意味している。「領海12カイリ」については、すでに60カ国に近い諸国が採用しており、また、「経済水域200カイリ」（または漁業専管水域200カイリ）も昨年10月以降、メキシコ・アイスランドが相次いで設定を宣言、さらにノルウェーによる1年以内の設定発表、EC委員会の同様の勧告と続き、今年に入っては、当初から強硬に反対し続けてきた米国すらも200カイリ漁業水域法を可決するに至ったなどの例にみるように、現在では、ほぼ大多数の国が経済水域の設定に賛意を表明するに至っている。従って、ニューヨーク第4会期では、少なくともその二項目についてはほぼ合意が得られる見通しとなってきた。

こうした情勢を前にして、わが国政府も、この程、ニューヨーク会期に臨む最終的な方針決定を行ったと伝えられる。それによると、①領海12カイリの支持、②経済水域200カイリについても支持するが、わが国の遠洋漁業の受ける打撃を最小限に食い

止める、③領海12カイリによって領海内となる国際海峡については、船舶航行に加えられる制限を極力抑えるため「無害通航権」の内容の明確化に努力する——とされ、先のカラカス会期で「エクスセプト・ワン」といわれたわが国も、ようやく会議の大勢を受け容れ、その枠内で従来の既得権益を最大限に守るという条件闘争へ転換するに至った感が強い。

以上のわが国の最終方針が、ニューヨーク会期でどこまで採用されるかはまだ予断を許さないものがあるが、ここで、前ジュネーブ会期で示された「非公式交渉用単一テキスト」（Informal Single Negotiating Text；以下単にテキストと略称）の線に沿って、会議の主要論点を概観してみよう。

2. 「非公式交渉用単一テキスト」の内容と問題点

テキストは確かにその名が示す通り、単なる交渉用のタタキ台にすぎないものであるが、複雑化の一端をたどるかに見えた論議に一定の問題点の整理づけと方向性を与えた点々無視しえない成果と見なされるべきであり、各国ともこれを土台として今後の交渉を行なうこととなった以上、その内容について一応の把握をしておく必要がある。

そこでは海洋に関するほとんどあらゆる分野にわたる包括的な枠組が設定されており、個々の部分についての食い違いや不十分な点はあるものの、全体としては、すでに一応の体系的な法文の態をなしている。

内容的には、先進諸国と発展途上諸国との深刻な対立の妥協的色彩が濃く、むしろ先進国寄りともいえるものであるが、それでもわが国のように遠洋漁業・海運に国民経済の大きな比重を置いている国にとっては、大きな打撃となろう。

第1表 外国の沿岸200カイリ以内でのわが国遠洋漁業（1972年）

	漁獲高 (万トン)	金額 (億円)	出漁船 (隻)	漁夫 (人)
北方水域				
ベーリング海 } 北太平洋 } オホーツク海 (北部)	229.65	871.5	1,228	32,374
(南部)	39.03	230.3	389	5,254
日本海 (北部)	67.67	299.5	3,900	30,356
(南部)	26.15	180.0	1,960	24,803
東シナ海・黄海	1.69	28.8	272	3,264
大西洋 (北部)	30.57	580.0	1,338	17,553
(中部)	3.71	55.0	7	315
小計	12.84	208.3	1,296	29,116
	411.31	2,453.4	10,390	143,035
南方水域				
大西洋 (南部)	10.14	171.5	17	180
太平洋 (中部)	14.05	394.3	265	9,170
(南部)	9.47	275.9	5	225
インド洋	2.80	114.0	3	135
小計	36.47	955.7	290	9,710
合計	447.77	3,409.1	10,680	152,745
わが国の漁業全体に占める割合 (%)	44.7	28.9	2.8	30.1

発展途上国グループの中からは、早くも、テキストはあまりにも先進国寄りであるとしてその白紙撤回、大幅修正を求める声が出ており、もしそのようなことにでもなれば、わが国経済は測り知れないほどのダメージを受けることとなる。

こうした中で、先述のわが国政府の最終方針がどこまで説得力を持ちうるか、注目されることであるが、以下、テキストの内容に即して、これまでの主要論点をふり返りつつ、わが国に与える影響について概観することとしたい。

その第1は、遠洋漁業問題である。テキストでは、排他的経済水域内での漁業資源について、沿岸国による資源捕獲許容量の策定（科学的データに基づく）と、沿岸国の漁獲能力がそれに及ばない場合の他国への入漁許可を義務づけており、さらに伝統的にその海域に出漁していた他国への経済的影響を最小限に留めるよう配慮を求めている。

この規定は、基本線において発展途上諸国の主張に沿いながらも、他国への入漁許可規定や伝統的遠洋漁業国への配慮の要請、また溯河性魚についても従来海上で漁業を行ってきた諸国の立場を尊重すべきとの規定など、先進国の主張をある程度汲み入れたものといえよう。これらの点についてのテキストの規定は、まだ議論の余地を多く残しており、見方によっては、現段階でそれら先進国の主張を一部にせよ取り入れていることは、先進国側にとって有利な条件といえなくもない。わが国にとっても、最も恐れていた他国の経済水域内からの完全な締め出

し——遠洋漁業の死滅——という事態だけは避けられ得るわけであり、この意味では成功とも評されよう。従って、政府もテキストの線を最低死守線としてニューヨーク会期に臨むこととなろう。次にわが国遠洋漁業の受ける影響についてみてみると、外国距岸200カイリ以内でのわが国の遠洋漁業は、約450万トンにも及び、漁業全体に占める割合は、漁獲高にして約45%、金額にして約29%に達している。

その概況を第1表に示すがこのうち南方水域では、その沿岸国の多くは発展途上諸国であり、それらの諸国の行なってきた主張からみて、テキストの線で考えても相当額の入漁料の支払、種々の規制措置などを受け容れざるをえまい。そのみならず、漁港・水産物加工プラント等の建設、漁業指導などの経済協力を強制的条件として出してくる可能性も大いにありうる。いずれにしても、従来の漁業コストを大幅に上回る出費は避けられまい。

これだけでも相当の打撃だが、しかし、さらに問題なのは遠洋漁業の約9割を占める東シナ海以北の北方水域である。この水域では、米国・ソ連・カナダ・中国・韓国などが操業しており、わが国漁業と競合関係にあるため、そこでの利害対立は、南方水域でのように、入漁料を支払えば済むという性格のものではない。これまでのそれら諸国との二国間交渉では、例外なくわが国に厳しい条件が突きつけられ、わが国漁業の既得権益が目に見えて後退していることからわかる通り、これら先進諸国との交渉では国力そのものが最終的な決定要因となりかねな

第2表 領海12カイリに含まれる主要な国際海峡

名 称	位 置	関 係 国	海峡幅
ベーリング	北 極 海—太 平 洋	ソ連・米国	19
マラッカ	インド洋—南シナ海	マレーシア・インドネシア・シンガポール	8.5
ロンボク	インド洋—ジャワ海	インドネシア	11.5
スンダ	〃	〃	7.5
オンバイ	インド洋—パング海	〃 ・チモール	13
ホルムズ	ペルシャ湾—インド洋	イラン・オーマン	21
バブエルマンデブ	インド洋—紅 海	エチオピア・イエメン・英国・フランス	10
ジブラルタル	地 中 海—大 西 洋	スペイン	8
ドーバー	大 西 洋—北 海	英国・フランス	18
津 軽	日 本 海—太 平 洋	日本	10.8
朝 鮮	日 本 海—南シナ海	日本・韓国	23
宗 谷	日 本 海—オホーツク海	日本・ソ連	20

い。

200カイリ経済水域が採択された場合、これら諸国とこれまで結んできた漁業条約・協定等が廃棄もしくは大幅修正されることも当然予想され、その交渉はわが国にとってかなり長く苦しいものとなりそうである。

問題点の第2は、海峡通航権の問題である。領海12カイリとなることによって、従来、公海上の国際海峡として船舶の自由通航が認められてきた海峡の大部分は領海内に含まれることとなった。これらの海峡は総数で116に上り、この通航権がどうなるかによっては、軍事上、国際貿易上に重大な影響が生じかねないことから、「自由通航」か「無害通航」（潜水艦の浮上義務・沿岸国によるタンカーの幅・大きさの規制などを内容とする）かをめぐる対立は会議での最大争点のひとつとなっていた。

テキストでは海峡通航権の問題を一般領海内での通航問題とは切り離して別個の概念として取り扱い、かなり先進国寄りの規定を行なっている。領海内の無害通航では、当該沿岸国の安全の保護のために不可欠である場合には無害通航を停止させることができるが、海峡の場合には、それが国際海峡である限り、無害通航を停止させることができない。その他、海峡沿岸国に対して、国際規則に従いさらに国際機関との合意をえた上で、航路指定・通航分離制の設定を行ないうること認めてはいるが、その場合でも、外国船舶の通航を妨げてはならない旨明記されている。また汚染防止その他についても、海峡沿岸国は規制のための法律を制定することができるが、それは外国船舶の通航権を否認、妨害または損うような事実上の効果を有してはならないとされている。

これらから明らかなように、テキストの規定は、実質上、従来の自由通航制度を制約条件付ではあれ、維持するものといえよう。テキストが、このように先進国寄りのものとなった背景としては、まず第1に、米ソ両国の軍事大国としての立場からの強硬な主張があげられる。両国は周知の通り、経済水域200カイリに当初から絶対反対の態度を表明していたが、会議の大勢に逆らえないと見るや一転して「条件付き受け容れ」へ方向転換し、その条件としてこの国際海峡の自由通航の確保に最後まで固執した。

国際海峡の通航が制限されるようなことになれば、両国の海軍軍事作戦能力の著しい低下、ひいては核戦略体系の根本的変更を余儀なくされ、両国間の軍事的バランスに危険な不安定要因をもたらしかねない事態が生じる。従って、この問題については、米ソ両国は異趣同舟の立場にあり、ほぼ一致して自由通航権を主張し続けたわけであり、現在両国が着々と進めているインド洋・東南アジア諸海域・紅海・地中海などでの海軍基地作り、軍事的諸協定締結などの動きを一層拡大・本格化させると同時に、今後さらに自由通航の確保を要求してくるものと思われる。

背景の第2は、海峡沿岸国の複雑な思惑である。巨大タンカーによる油汚染、衝突事故などによって悩まされ、沿岸漁業の衰退などの打撃を受けながらも、国際海峡に重要な中継貿易港を持ち、そこから大きな経済的利益を受けている海峡沿岸国としては、海峡の船舶航行の規制から生ずる経済的利益の減少には、スエズ運河を閉鎖したエジプトの例を引くまでも少なくならず痛手を受けざるをえないため、大幅・一律の規制強化には踏み切りにくいとい

う事情があると思われる。

また、米ソ両国への海軍基地の貸与など何らかの形で各々の軍事戦略体系にコミットしている諸国にとっても事情は同じであり、この場合は政治的・軍事的諸問題がからむだけに事態は一層複雑な思惑をはらむこととなる。

以上のような背景の下で、テキストでは自由通航的色彩の濃い表現をとることになったと推察されるが、ニューヨーク会期で、海峡沿岸国がどのような反論を見せるか、その成行きが注目される。

わが国への影響については、テキストの線で考える限り、一時いわれたような、海峡からの完全締め出し、日本向けタンカーの豪州南側への迂回（この場合、マラッカ経由、ロンボク経由に比べ運航コストが30%、あるいはそれ以上増加するといわれる）という最悪事態は避けられることとなるが、昨年起きた祥和丸事故のような大量油汚染事故・海難事故などが今後も続発するようなことになれば、海峡沿岸国がますます態度を硬化させることは必至である。

海洋汚染の問題についてテキストでは、汚染防止のための規制基準は国際的に合意されたものとし、取締権も旗国と寄港地国にのみ限定して海上交通への干渉をできるだけ少なくするように配慮されている。しかし、まだ不確定な要素を含んでおり、沿岸国の規制権限がさらに強化される余地も残されていると見なければならぬ。

その他の問題としては、大陸棚の範囲・深海海底地域とその開発権などがあげられる。

大陸棚の範囲についてテキストは、200カイリまたは大陸棚の自然的延長が200カイリを越えて広がっている場合にはその外縁までと規定している。200カイリ以内の大陸棚の海底資源とその開発権は沿岸国が有するが、200カイリを越える大陸棚資源の開発に際しては、国際海底機構（International Seabed Authority）へ生産額（または生産量）の一定部分を納入する義務が課せられている。

深海海底区域については、沿岸国の管轄権の及ぶ大陸棚外縁または200カイリ経済水域の外側の海底・海床およびその地下とされ、そこでの資源探査・開発・科学調査を含む全ての活動は、前記国際海底機構の管理に委ねられる。同機構はその下に実際に開発活動を行なう機関としてエンタープライズを設けるとされているが、この場合でも、先進国企業による資源探査・開発の請負いを認めると共に投資やその条件の安定性の保証を明記しており、実質的に

先進国企業による商業的開発は十分可能となっている。

これは、すでに幾つかの国際的深海海底鉱物資源開発コンソーシアムに参加しているわが国鉱業関連業界にとっても、それ程のデメリットはなく、多少の規制措置や賦課金の支払などを課せられるだけで済むと思われる。

しかし、大陸棚についての問題は、開発活動以前にある。テキストでは大陸棚の定義について200カイリまたは大陸棚の外縁までとしていることは先に述べたが、大陸棚の外縁とはどこまでを指すのか、そして、特にわが国と中国との間のように、それらが重複する場合はどうなるのか、といった問題は不明確なまま残されている。重複する場合の境界面定についてテキストは「適当な場合には中間線、等距離線…また…合意によって」決めるとしており、中間線・等距離線が全ての場合に適用されるべきであると述べていない。結局、関係国間の合意による他ないということになり、わが国にとっては厄介この上ないというべきである。いうまでもなく、わが国が交渉すべき相手国は、中国・ソ連・韓国・北朝鮮・台湾の諸国であり、政治体制の相違もからんで極めて困難な交渉となることは目に見えている。のみならず、日韓大陸棚協定に対して中国・北朝鮮が即座に嚴重な抗議を行なったことや、日ソ間の北方領土問題の決着が依然としてつく見通しにないことなどから見ても、わが国はすでに紛争の火種を抱えている状態ともいってよく、政府当局者にとっても頭の痛いところであろう。

テキストの問題点とわが国への影響については、この他にも、群島水域や海洋科学調査など多々あるが、それらについては紙数の関係で割愛させて頂く。

さて、それでは、以上のような新しい海洋秩序の確立へと向かう世界の潮流の中で、わが国としてどのように対応すべきだろうか、その方途を以下、探ってみることとしよう。

3. わが国200カイリ経済水域の資源と環境

「200カイリ経済水域」が早ければ、次期ニューヨーク会期で、遅くとも今年後半から来年初めにかけての後続会期で恐らく採択されるであろう情勢にあることはすでに述べた。目前に迫った「海洋分割時代」の到来を前にして、いたずらにその影響の重大さを云々してよいわけではない。単に既得権益の

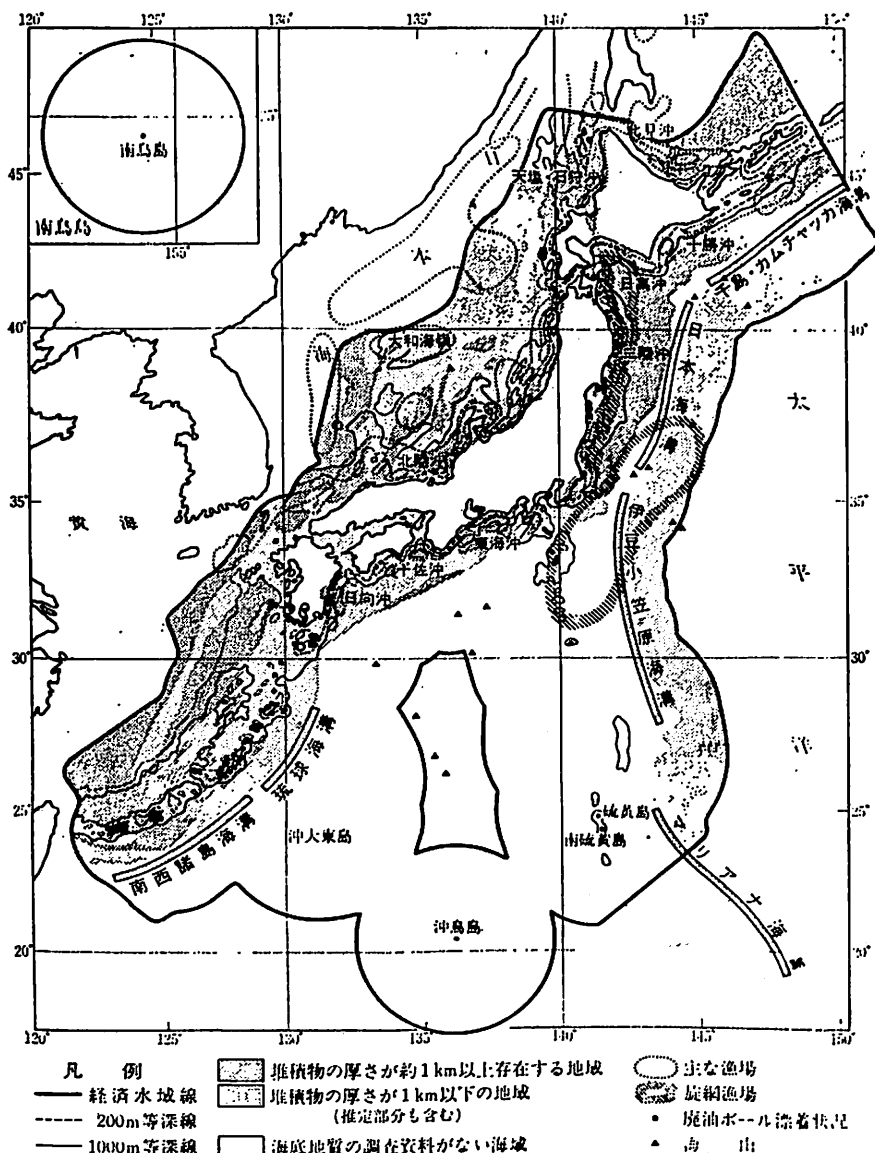
擁護のみを掲げているだけでは消極的に過ぎるとい
うべきであり、よしそれが通ったとしても、遅かれ
早かれそこに安住しておれなくなる情勢が再び到来
する恐れは多分にある。このためわが国も一刻も早
く積極的な対応策を確立しなければならない時期に
来ているといえる。

さて、目を自らの足元に転じると、そこには、わ
が国土の12倍、約450万km²(社)海洋産業研究会で
作成した「わが国200カイリ経済水域資源環境図」
による)にも及ぶ広大な新天地が開けている。「経済
水域200カイリ」をわが国にあてはめた場合、海域

面積で世界7番目、陸地との合計面積で世界11番目
(アメリカ国務省資料による)という広大な海域が
わが国のものとなるからである。

わが国に残された道のひとつは、この海域を最大
限に活用していくことに他ならない。次に、このわ
が国の経済水域内の資源と環境を見ていくこととし
よう。(その詳細については(社)海洋産業研究会
でまとめた「海洋産業研究資料、Vol. 6. No. 1—日
本の経済水域の資源と環境—」を参照されたい。)

①海底石油・天然ガス……海底石油・天然ガス探
鉱の対象となる堆積盆地の分布状況は、水深200メ



第1図 日本200海里経済水域資源・環境図

出所 鹿島出版会：海洋開発問題講座第3巻「海洋開発と市場問題」より海洋産業研究会作成

第3表 世界各國の經濟水域面積（上位30カ国，アメリカ國務省の試算）

（単位：平方カイリ）

順位	国名	面積	順位	国名	面積	順位	国名	面積
1	アメリカ	2,222,000	11	ノルウェー	590,500	21	南ア共和国	296,500
2	オーストラリア	2,043,300	12	インド	587,600	22	中国	281,000
3	インドネシア	1,577,300	13	フィリピン	551,400	23	マルディベ	279,700
4	ニューージーランド	1,409,500	14	ポルトガル	517,400	24	イギリス	274,800
5	カナダ	1,370,000	15	マダカスカル	376,800	25	アイスランド	252,800
6	ソ連	1,307,500	16	スペイン	355,600	26	ペルー	229,400
7	日本	1,126,000	17	モーリシャス	345,000	27	ソマリア	228,300
8	ブラジル	924,000	18	アルゼンチン	339,500	28	南ベトナム	188,400
9	メキシコ	831,500	19	エクアドル	338,000	29	コロンビア	175,900
10	チリ	667,300	20	フィジー	330,900	30	トンガ	173,800

出所：アメリカ國務省資料，日本經濟新聞社『海洋日本の終末』より引用

（注）先述の試算値（451万km²）は，千島列島，尖閣列島をわが国の主権下にあるものと仮定しているため，上表の数値（385万km²）より大きくなっている。

一トル以浅の大陸棚に全体の38%，それ以深の大陸棚斜面に49%が存在しているといわれるが，大陸棚斜面については，まだごく一部分しか調査が行なわれておらず，未知の領域である。現在までに判明した限りでは，オホーツク海と南西海域に最も有望な油・ガス脈が存在すると考えられており，その他にも小規模ではあるが，日本海・北海道沖・太平洋岸沖にも諸所に堆積盆地が存在している。

もっともわが国の近海は一般に急斜面で水深が深く，経済的な開発限度とされる200～500m以浅の水域は経済水域全体の13%に留まっているため，直ちにそこから大きな利益を期待することはできない。しかし，それは逆に，未知の海域の早急かつ全面的な探査と，深海での海底石油，天然ガス開発技術の研究開発を促していると見るべきであろう。

◎海洋水産資源……わが国の200カイリ経済水域と従来日本近海で漁業に従事していた水域とを比べると経済水域の方がはるかに狭くなる。太平洋側では，200カイリの外側に公海が広がり，自由な漁業活動に従事できるが，オホーツク海・日本海・東シナ海では，ソ連・中国・韓国にはさまれ，ほとんど半分以上の海域面積が他国の経済水域となる。前にも述べたとおり，わが国漁業は重大な影響を被ることになるが，与えられた経済水域内には，世界有数の漁場がまだ多く残されている。今後は，それらを拠点に資源培養型の漁業の道を確立する以外にないが，同時に前記隣接諸国との漁業協力を推進していく必要がある。

◎海洋環境の汚染……日本近海の汚染が急速に進行していることは周知の通りであるが，1973年のカ

ラス会議でもタンザニア代表が「漁業の自由を主張している国は，魚が食べられないほどに自国の近海を汚染したあとで，他国の海に魚を獲りにやってくる」と演説し，明らかにわが国を非難したように，今では世界的にも有名な海洋汚染国となってしまった。

このような事態を放置したままでは，わが国の主張も到底説得力を持ちえないだろう。

日本近海での資源培養型漁業の開発にしても，まず汚染を食い止めることが必要である。

急激な高度成長経済のもたらした沿岸汚染を今後は国をあげて浄化に努めるべき時に来ているといえよう。

4. わが国に残された活路と方策

以上のように，わが国の200カイリ経済水域は，面積は広大ではあるが，その有効な活用のためには，まだ残された諸問題が数多く存在する。

それらを再度整理すると次のようになる。

第1は，まず経済水域内の現状を完全に把握することである。それには，海象，気象，海底地形，地質等の環境状況，生物および鉱物資源等の資源の賦存状況の全面的・系統的な調査・観測が行なわれるべきであろう。

政府も各省庁で海洋基礎調査を行なっているが，それらは沿岸域を対象としたものが多く，経済水域の全域をカバーするに至っていない。また，各省庁ではほぼ同じ内容の調査がバラバラに行なわれており，全面的・系統的とは言い難い。従って，全域をカバーしうる総合的・一元的な調査プロジェクトを

早急に実施することが緊要であろう。

第2は、水産食糧資源の開発である。これまで見たように、海洋分割時代の到来に併なって最大の打撃を受けるのは漁業であった。

これに対しては、他国経済水域内での入漁権の確保とともにわが国経済水域内での資源培養型の漁業を推進することが何よりも必要である。また、日ソ間のサハリン・ピオネール川のサケ・マス共同事業のような二国間・多国間の漁業共同開発プロジェクトを積極的に提案していくことも必要となる。いずれにしても、水産蛋白資源の維持と拡大のためには、官民の総力をあげた漁業技術の向上と資金力の結集が必要で、そこでの蓄積はまた発展途上諸国に対しても広く公開し、技術的・資金的援助を与えていかなければならない。

第3は、海底鉱物資源の開発である。エネルギーの安定供給の面からも、この課題に早急に着手することを迫られている。わが国の海底石油・天然ガス開発技術は、米国などに比べ10年近く遅れているといわれているが、そのギャップの克服に全力をあげるべきであろう。ただし、北方水域・東シナ海における資源開発には、いたずらに拙速を尊ぶことは避けるべきであり、隣接国との間の友好的関係の確立に努めることが先決である。日ソ間のサハリン大陸棚石油開発協力事業のような形態を追求することが望ましいと思われる。

第4は、海洋環境の保全である。これには、これ以上汚染を拡大させないための予防対策と、蓄積した汚染を除去する対策とが含まれる。前者では、厳しい排水および汚染物質排出規制立法と取り締り機関（海上保安庁等）の組織的強化、後者では、大公共事業として内海・内湾の浄化事業を実施すること、などが必要である。また、常時監視システムおよび基礎データ収集システムとして、モニタリング・ネットワークを経済水域全域に配備すること、および、大規模な汚染・災害事故に備える大型海洋防災船団の設置と、合理的な国家補償制度なども不可欠のものである。

第5は、国による総合的な海洋利用政策の確立である。上記の諸対策のいずれもが巨額の資金を必要とすることは明らかであり、また高度の技術を要するものばかりである。とうてい、一企業あるいは一産業の手に負えるものではない。さらに、漁業と他産業との調整問題など国の手による解決を必要とする問題も数多い。政府による総合的かつ一元的な経済水域の開発・利用政策の確立が緊急に望まれる。

最後に海洋新秩序に直面するわが国の活路として強調しておかなければならないのは、これらのいずれもが、国際協調を抜きにしては考えられない点である。新しい海洋利用秩序とは、決して利己的な意味での「海洋分割」であってはならない。「公海自由の原則」を最大限に享受して奇跡的な高度成長を成し遂げて来たわが国が今後為すべきことは、分割して与えられた水域内に閉じ込めることではなく、これまで海洋から受けてきた恩恵に十二分に報いることである。日本の近海は特に利害関係が複雑な水域であるが、そうした中で、国際協調・友好的相互協力による新しい海洋利用の合理的形態、海洋資源の維持・管理の科学的体系的システムを打ち立てることこそ、真に新しい海洋秩序の形成にわが国が貢献しうる道というべきであろう。（51・3・5）

業界短信

■住友重、「LNG船用ポリウレタンフォーム防熱に関するUSCG審査規準」に合格

住友重機械工業は、今般液化ガス運搬船に関して世界で最もきびしいUSCG（U.S. Coast Guard アメリカ沿岸警備隊）の審査規準に合格し、角型独立タンク方式のLNG船用の防熱に関するUSCG承認を取得した。

USCGの承認は、同社と日本ソフランの両者が共同開発した硬質ポリウレタンフォームによる2次防壁の形成と防熱構造に対して与えられたもので、この承認を取得したのは同社の外にはアメリカのカイザー社1社のみである。

開発された防熱方式は超低温用硬質ポリウレタンフォームを使用するもので、ポリウレタンフォームの防熱層自体が2次防壁の機能を有しているので、万一タンクからLNGが漏洩しても、これにより-162°Cという超低温のLNGによる船体破壊は防止できるのである。同社はこのポリウレタンフォームによる防熱工事用機器として、日本ソフラン化工と共同で、ポリウレタンフォーム自動吹付機および自動制御システムの開発にも成功している。

これにより、施工工事の大幅な省力化が可能となり、品質管理の向上も達成された。現在、欧米数社よりこれらの機器および施工方式、ポリウレタンフォームの材料の製造に関して技術導入の申し入れが寄せられている。

水中アイ・ロボット

Underwater Eye-Robot

三井海洋開発株式会社

Mitsui Ocean Development & Engineering Co.

1. はじめに

海洋開発の原点は、海中の状況を視認する、すなわち、人間が直接あるいは間接的に海中の状況を目で見て（視覚）、頭で記憶・判断（知覚）することにある。

水中アイ・ロボットは、その名のとおり人間の視覚機能を代行する“目”（カラー・テレビカメラ）を持ったロボットで、知覚する人間は、支援船上または陸上で、居ながらにしてモニター・テレビにより、海中の状況を視認できるシステムである。

本システムは、日本で初めての本格的な遠隔操作式無人水中観察・調査システムとして、昭和48年度より3カ年をかけて、(財)日本船用機器開発協会の補助金を得、三井海洋開発㈱、三井造船㈱、および㈱ナックが共同で開発したものである。以下に本システムの概要を紹介する。

2. 開発のねらい

2-1 一般

海洋調査、土木工事の管理、ケーブル・パイプラインのルート調査、人工漁礁の管理などの海中作業においては、それぞれの作業の専門家が、実際の海中の状況を正確に視認しながら作業を進めて行くことが必要である。

従来、この目的のため、ダイバーによる直接観察、あるいはダイバーがテレビカメラを持ち込む方法とか、有人潜水艇による観察・調査方法がとられて来たが、厳しい海洋環境下で得られるこれらの情報は、断片的で正確さに欠け、その情報を分析し、判断するそれぞれの専門家の要求に合致した適正な情報が得られない場合が多く、また、人間が直接あるいは間接的に海中に潜るため、常に生命の危険が

伴う。

水中アイ・ロボットは、従来のこのような海中視認方式の非能率・不確実性・危険性を一気に解決すべく、無人のテザード式潜水艇にカラー・テレビカメラを搭載し、海面上の支援船よりこれを遠隔操作することによって、リアルタイムで正確な映像情報を得ようとするものである。

2-2 要求性能、使用条件

本システムの開発に当っては、既存類似システムの調査および予想される各用途に関する使命分析を行い、以下のような要求性能、使用条件を決定した。

1) ロボット

- ・型式 無人テザード式
- ・最大使用深度 100m
- ・行動半径（支援船中心） 100m

（ただし、支援船との併進も可能）

・運動制御モード

前・後進
旋回
潜降・浮上

2) 映像システム

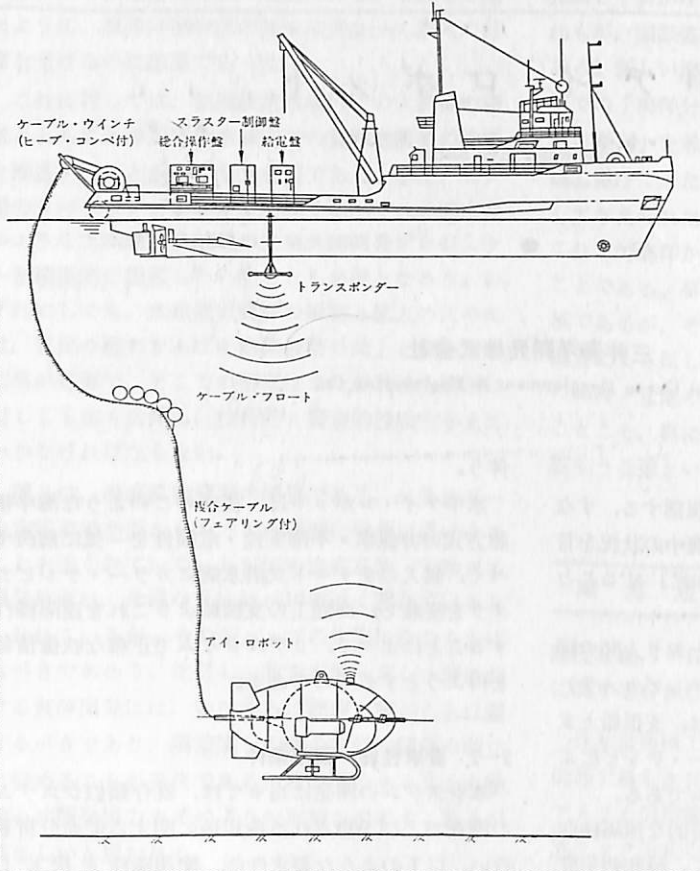
- ・テレビカメラ 3管式カラー
- ・カメラ旋回方式 ミラー旋回方式
- ・カメラ可視範囲 水平 ±90°
垂直 ±40°

3) 使用条件

- ・潮流 { 2kt以下（一様分布）
- ・透明度 { 2m以上
- ・水温 { 0°~30°C

2-3 開発方針

図1 水中アイ・ロボットシステム



盤、スラスタ制御盤および給電盤より構成され、ロボットを除きすべて支援船上に配置され、両者は200mの複合ケーブルにより接続されている。

3-2 ロボットの主要目と構造・配置

1) 主要目

・全長	2.55m
・全幅	1.89m
・全高	1.50m
・重量 (空中)	約900kg
・" (水中)	約-6kg (正浮量)

・予備浮量

(ペイロード) 約100kg

・耐圧殻

アクリル部 (半球)

24%厚×700%径

鋼部 (欠球)

6%厚×1,050%径

2) 構造・配置

ロボットの外観を写真1に、また一般配置図を図2に示す。艇体の形状は、涙滴型で尾部にY字型の安定翼を持ち、抵抗の軽減、操

本システムの使命、要求性能、運用形態等を考慮して、以下の点に重点を置いた開発を進めた。

1) 海面上におけるロボットの着水・回収作業の安全・確実化のため、極力軽量小型化を計ること。

2) 海中におけるテレビ撮影を確実にするため、ロボットは、三次元の操縦性・安定性に優れていること。

3) ロボットと船上機器間の操作・指示信号を多重化し、線芯数を減らすことにより、ケーブル径、すなわち水流抵抗を低減させること。

4) 支援船からの遠隔監視・操作が容易で確実なこと。

5) システム全体の信頼性が高く、保守・整備が容易なこと。

3. システムの概要

3-1 システムの構成

本システムは、図1に示すように、ロボット、ケーブルウインチ、総合操作

縦性の向上を計っている。

艇体の構造は、2重殻構造で、テレビカメラなどの機器を収納する耐圧殻は、半球透明アクリル積層板と鋼製球殻の組合せで、両者の接合部は、シール材としてネオプレンゴム板を挿入し、フランジ・ボルトにて接合されている。

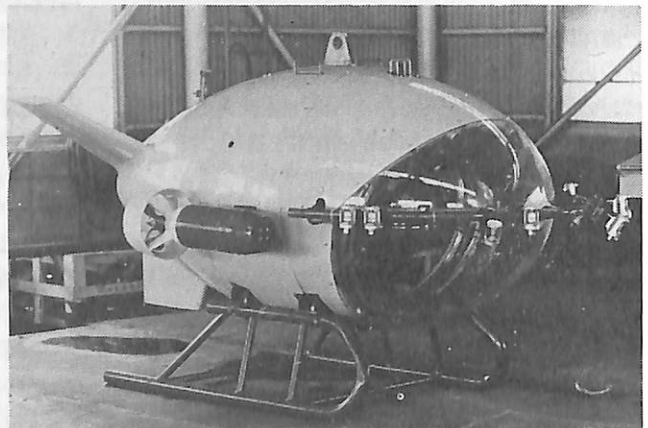
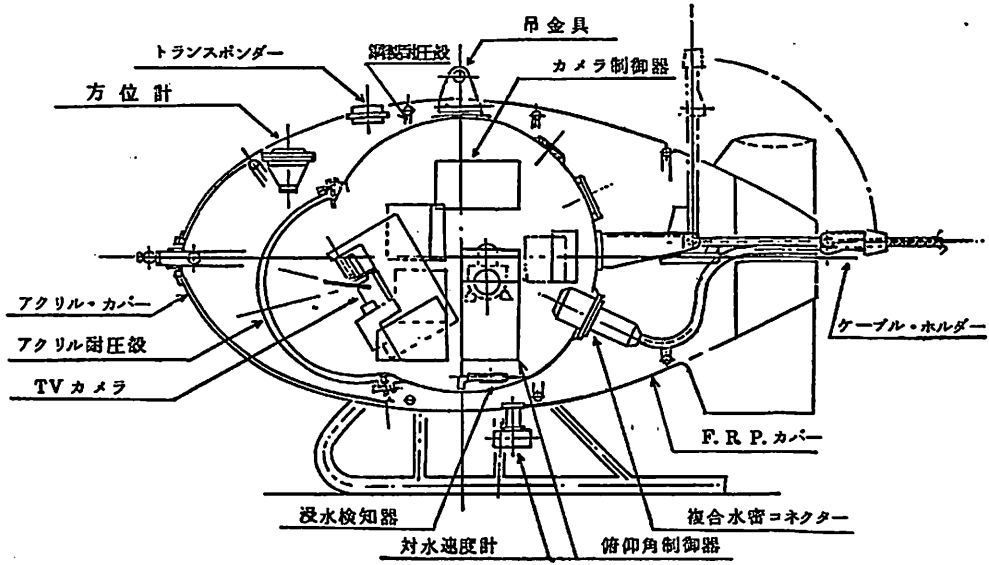


写真1 アイ・ロボットの外観

▼Profile



▼Plan

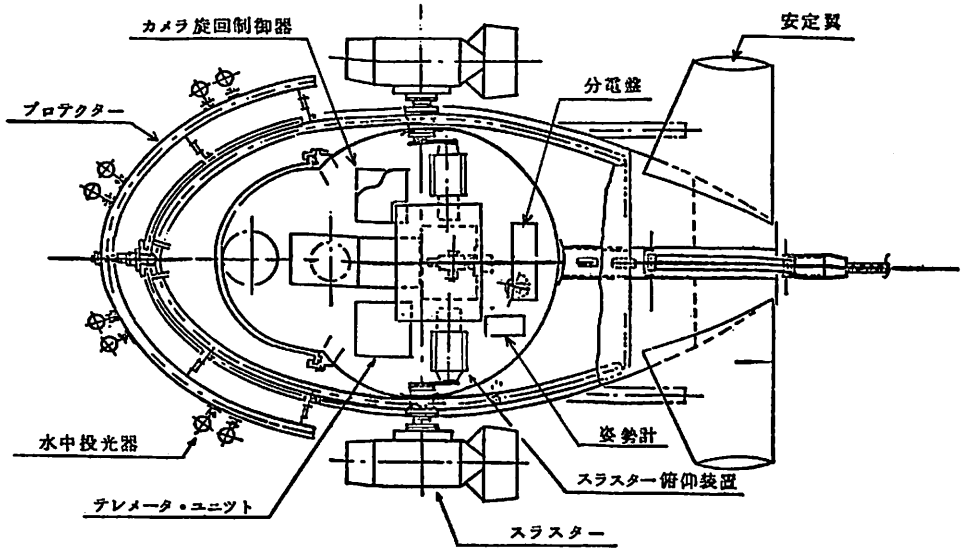


図2 一般配置図

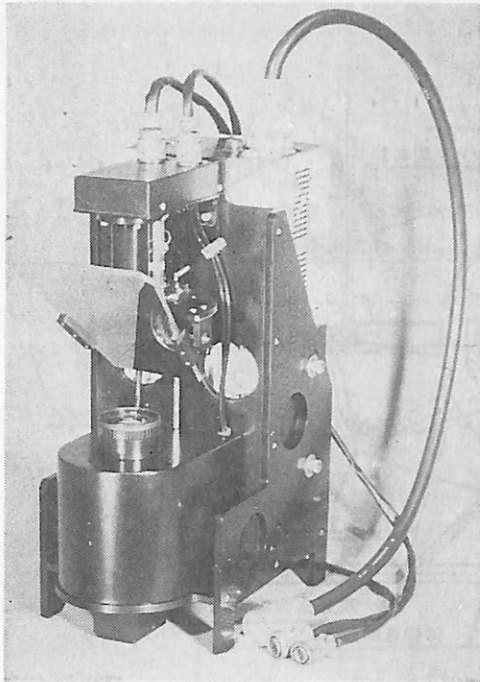


写真2 テレビカメラ

外殻は、前部のテレビ可視範囲がアクリル板、その他はFRPからなる非耐圧構造で、耐食アルミ管材フレームを介して、鋼製耐圧殻に固定されている。テレビカメラは、球面収差をなくすため、その旋回ミラーの中心がアクリル殻の球心と一致するように配置されている。

3-3 主要装置および機器

1) テレビ装置

テレビカメラは、高感度のカルニコン撮像管を使用した3管式カラーを、また、カメラの旋回方式としてミラー旋回方式を採用しており、それにより、水平 $\pm 90^\circ$ 、垂直 $\pm 40^\circ$ の視界がカバーできる。

カメラの旋回、ズーム、フォーカス、アイリスは、船上の操作盤上のジョイスティック・レバーおよびスイッチにより遠隔操作される。テレビカメラによる映像は、操作盤内のVTRを通して2台のモニターに映し出される。写真2にテレビカメラを示す。

2) 姿勢制御装置

ロボットの前・後進、旋回、潜降・浮上の各運動は、左右のダクト・プロペラ式スラスターおよび俯仰装置によって制御される。スラスターは、油封入式の3相誘導電動機で駆動され、回転数は、サイリ

スタによる1次電圧制御方式で、正・逆とも200から1,000 rpmの範囲で連続的に変えられる。

俯仰装置は、スラスターを $\pm 90^\circ$ の範囲で俯仰させ、スラスターの正・逆回転と相まって、 360° 全方向の推力が制御できるようになっている。

3) 航海装置

支援船に対するロボットの相対位置(X-Y)は、超音波による短基線方式により検出・表示される。また、ロボットおよび支援船上の2台の磁気コンパスにより、両者の絶対および相対方位が検出・表示されるようになっている。この他、深度計、トリム計、対水速度計、侵水検知器等を備えている。

4) 通信装置

ロボットと船上機器間のテレビ、スラスター、航海情報などの操作・指示信号は、複合ケーブル内の2本の対シールド線により持分割方式で送受されており、これにより、ケーブル径の低減が可能となった。

5) ケーブル・ウインチ

200mの複合ケーブルは、電動機駆動の2速式ケーブル・ウインチにより自動的に巻き取り、繰り出しがなされ、信号、動力の送受は、ドラム左右のスリップリングにより行なわれる。また、ガイドシーブには、スプリングによる緩衝機構および、繰出し長の検出器が備えられている。さらに、ケーブルの水流抵抗およびカルマン渦による横振動を低減させるため、ケーブル全長にわたってポリプロピレン製のフェアリングを施している。

本システムを構成する装置・機器の総合系統を図3に、また、それらの要目を表1に示す。

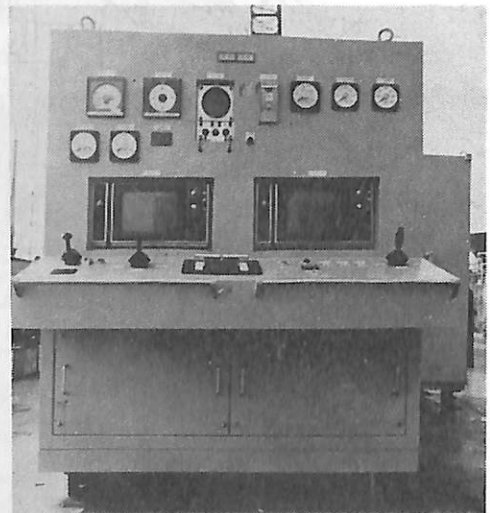
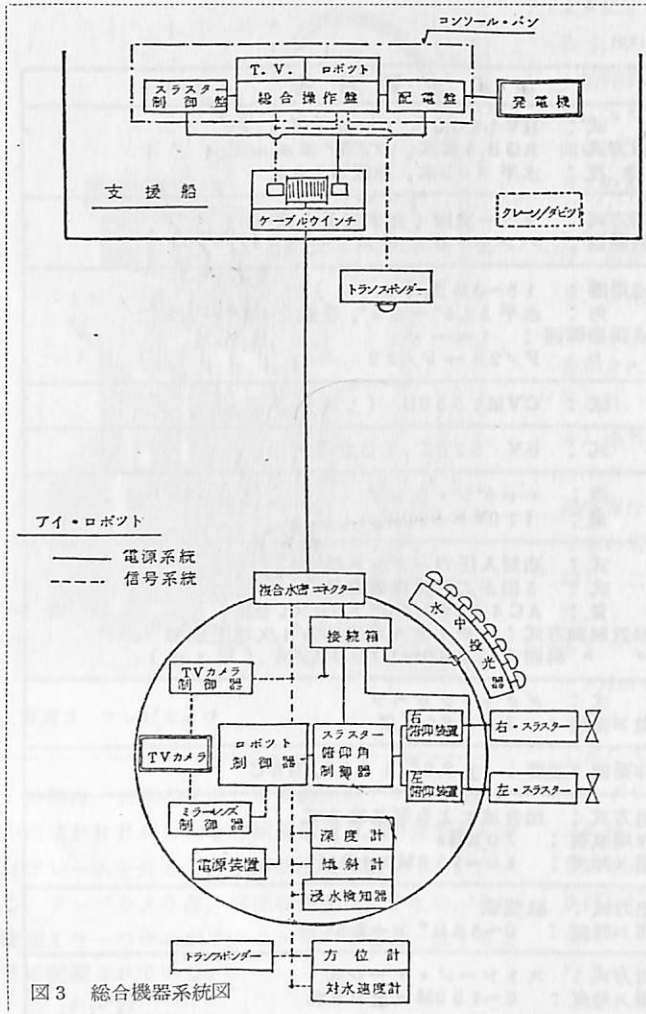


写真3 総合操作盤

装置・機器名		数量	型式・要目等
T V・照明装置	T V カメラ	1	型 式： HV11005 (日立電子) 撮像方式： RGB 3管式, 2/3" カルニコン 解像度： 水平 400本, 垂直 300本
	カメラ旋回装置	1	旋回方式： ミラー旋回 (光学補正) 式 旋回範囲： ペン±9°, チルト±30°
	撮影レンズ	1	焦点距離： 15~68% (1:4) 画 角： 水平 32.6°~8.3°, 垂直 24.8°~6.2° 焦点調節範囲： 1m~∞ 絞 り： F/28~F/22
	モニター	2	型 式： CVM1330U (ソニー)
	V T R	1	型 式： SV 520J (日立電子)
	照明装置	8	光 源： ハロゲン・ランプ 容 量： 110V×500W
姿勢制御装置	スラスタ ・電動機	2	型 式： 油封入圧力バランス型 型 式： 3相かご形誘導電動機 容 量： AC440V×60 ⁰ ×6P×1.5KW 回転数制御方式： サイリスタによる1次電圧制御 " " 範囲： 200~1,100R/M (正・逆)
	・プロペラ	2	型 式： ダクト・プロペラ 翼数×直径： 3×250%φ
	スラスタ俯仰装置	2	俯仰範囲×速度： ±90°×12°/SEC
航海装置	相対位置検出装置 (支援船へロボット)	1	検出方式： 超音波による短基線方式 動作周波数： 70KHz 範囲×精度： 10~150M×±2M
	相対方位計 (支援船へロボット)	1	検出方式： 磁気式 範囲×精度： 0~360°×±2.5°
	深度計	1	検出方式： ストレイン・ゲージ式 範囲×精度： 0~150M×±0.5%
	姿勢計 (トリム)	1	検出方式： インダクタンス式 範囲×精度： ±30°×±0.5°
	対水速度計	1	検出方式： タービンフローメータ式 範囲×精度： 0.1~2.0M/SEC×±0.05M/SEC
	没水検知器	1	検出方式： 電極式
通信装置	T V 映像信号 操作・指示信号		伝送方式： NTSC方式 (1×同軸) 伝送方式： 時分割方式 (2×対シールド) " 容量： ON-OFF ステータス信号 32 アナログ信号 16
ケーブルウインチ	ケーブル	1	型 式： ステンレス外装ポリエチレン絶縁複合ケーブル 芯数×外径×長さ： 22芯×368%φ×200M
	ウインチ	1	型 式： 電動機駆動型 巻取力×速度： 1T×9/18M/MIN. 給電方式： スリップリング方式

表1 主要装置及び機器要目表



4. 運航状況

昭和50年5月、全体システムの製作・組立・調整を終え、引続いて、実海面で2次にわたる開発試験を実施した。

第1次試験は6月初旬、岡山県玉野市渋川沖水深35m、また第2次試験は、約1カ月後の7月中旬、

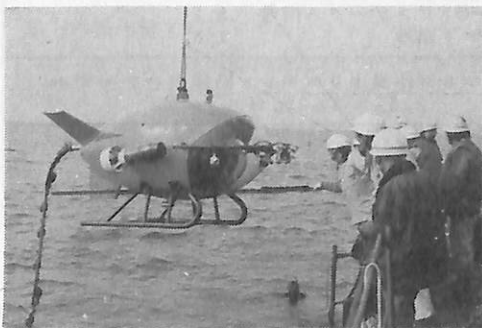


写真4 和歌山県の由良沖における海底調査

千葉県富津市金谷沖水深45mおよび104mの海域において、台船、曳船、漁船などを支援船として、運動、構造、装置、機器に関する総合的な性能・動作の確認および取扱い・操作の習熟訓練を行い、ほぼ予想どおりの成果を収め、その実用性が確認された。また、9月5日には、三井造船㈱千葉造船所構内において、関係者約150名を招待して盛大な完成披露会が開催され、好評を博した。

本システムの初めてのサービス・オペレーションとして、(財)機械振興協会の委託により、10月22日、OSR-V型ロボットの実験海域である静岡県沼津市沖水深60mの海底地形・地質および障害物の探査を行った。

本年3月には、和歌山県由良沖水深55mにおいて、面積1km×2.2kmの海域の海底地形・地質および障害物の探査の他、10万トン鉱油船の投錨状況、灯浮標、ドッグゲート等の観察調査を実施した。本システムは、昭和50年6月の第1次開発試験以来、5回、計46.4時間の潜水時間を記録しており、今後もいくつかのサービス・オペレーションが予定されている。

5. あとがき

本システムは、海中作業システムにおける無人テザード方式の利点、すなわち、生命の危険がない、作業時間に制限がない、艇体の軽量・小

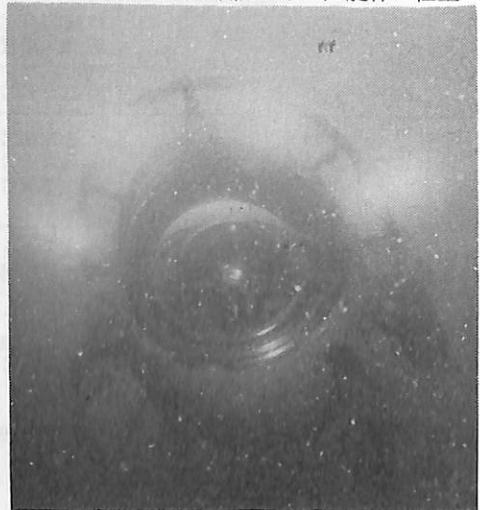


写真5 潜降中のアイ・ロボット(渋川沖水深10m)



写真6 モニター上のクレータ(金谷沖水深104m)

型化が可能、および大規模な支援システムを必要としない点を十分に活かし、かつ、カラーテレビ、涙滴型の艇体形状、2組のスラスターと俯仰装置を組

合せた姿勢制御装置およびロボットの相対位置(X, Y, Z), 相対方位の検出表示装置を採用した画期的な無人潜水観察調査システムとして、今後の活躍が期待されると同時に、本システムの開発により得られた各種の要素技術は、今後のこの種の水中機器の開発に大いに貢献するものと思われる。

また、現システムは、作業機能としては、テレビカメラによる見る機能およびその機能を運ぶ機能しか有していないが、次のステップとして、マニピュレータによる触れる機能を付加することによって、有能な水中作業ロボットとして発展する可能性を有しており、現に、昭和51年度事業として、マニピュレータの開発、装備計画が決定している。(完)

Ship Building & Boat Engineering News

■グラシャ・メタル社 船尾軸系装置でわが国造船所と初成約

各種ベアリングのメーカーである英国のグラシャ・メタル社は、このほど三菱重工業広島造船所で建造される英国向け27,000DWTバルカー3隻に同社特製の引抜き可能な船尾軸系装置(Glacier-Herbert Withdrawable Stern gear System)を装備することで、わが国造船所と初成約が成った。(右写真)

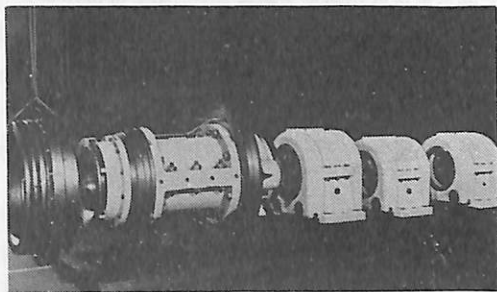
本装置は昨年5月、東京で紹介されたもので、あらゆる種類の船舶および自航式セミ・サブマージブル海底油田掘削リグに装備され、洋上においても、また如なる吃水状態にあっても船内側に船尾軸系装置を引抜き、点検、修理、交換ができる特徴を持っている。

特に同社の新型船尾軸系装置は、本船のドライ・ドッキングに伴う高価な費用を大幅に節約すると共に、プロペラシャフトに対する後部シールとスターン・チューブ・ベアリングの直線配列が一層正確に実施できる方法をもたらした。なお同装置は現用のあらゆるタイプのプロペラおよび船尾シールにも適合させることができる。

今回の本装置採用の船主は H. Clarkson and Co., The Denholm Line Steamers Ltd. と Turnbull Scott Shipping Co., Ltd で、同装置は今年末から順次納入される。

なお新型船尾軸系装置は1975年、英国産業界への貢献に対する英国女王「クィーンズ・アワード」褒賞および「デザイン・カウンシル」賞受賞の榮譽を受けた。

同装置の日本代理店は大倉商事株式会社(東京都中央区銀座2-3-6)。



■新刊紹介

「76海運・造船会社要覧」

わが国海運会社、造船会社に加えて海運仲立、代理業706社の要覧で、創立年、資本金、役員、従業員、株主、取引銀行、船舶、航路、工場設備、建造能力はもとより、社歴、現況、社船、運航船腹および幹部職員(課長以上)の略歴まで網羅してある。更に内航運送業1~3号事業者、日本中型造船工業会、地方の小型船舶工業会役員、造船所と、日本舶用工業会所属関連会社など約824社を網羅している。

B5判総頁1,160頁、定価12,000円(送料別)

発行所 株式会社日刊海事通信社(東京都港区西新橋3-23-6 白川ビル・電話03-433-0955~6)





技術者の夢



背景の変化にともなう新技術開発



低燃費のハイグレード船舶

濱 田 昇

背景

いわゆる“エネルギー危機”は予想以上の速さで進み、燃料不足は米国をはじめ世界各国でも1973年から1974年にかけて深刻な問題となった。とりわけ石油の価格は1973年の重油、トン当り価格15ドル、ディーゼル燃料トン当り価格40ドルであったのが、1974年における価格は、それぞれ60ドル、および90ドルまで高騰した。

かくて省エネルギーは全ての産業にとって基本的問題となった。

このことは産油国にとっても消費国にとっても大きな課題であり、消費国の代表である米国の海事研究センターでは、燃料消費量を減少させる全ての可能な方策の調査を開始した。

船舶の運航法による省エネルギー

米国が検討した省エネルギーの短期的な方策として、船舶の速力、寄港先の選択等の運航上の改良点、企業の統合、計画等の産業形態上の改良点について考えられている。

具体的な方策としては

(1) 天候によるルートを選定である。

これは冬の天候下でうまく航行すれば、かなり燃料消費量を減らすことが出来る。

(2) 動力装置と船体の位置を最適の状態に保つための特別な注意を払うことである。

(3) 減速することである。

一航海の間に海洋上にいる時間を最大にし減速を可能にするため、貨物の積込み、積降しの時間を出来る限り最小にし、また、スケジュールを“つめる”ことである。一般的に減速することは、低出力時の燃費はよくないので馬力当り燃費は増えるかも

知れないが、一航海の燃料消費量を減らしうるものである。

すなわち船の寄港時間計画を練ることは効果的である。例えば一航海の最後の港に午後とか夕方に着くために全速力を出しても、もしクレーンがすぐに使用出来ないために貨物の積降しを次の朝から始めることができなければ、これこそ非経済的なことであるというべきであろう。

なにはともあれ、燃料危機に際して、多くの船主が直ちに対応できる方策としては、わずか1~2ノットほどであるが、全船舶について速力を落すことであった。船舶を1~1.5ノット速力を落すことによって、16~17ノットで運航していた船舶は、20%程度燃料消費量を節約することが可能である。

しかし一般には、こうした減速を行えば、航海スケジュールや荷主へのサービスに対して大きな影響があらわれる。とりわけ運転間隔の短いコンテナ船については、その影響は大である。

(4) 船舶を大型化に改造して減速する。

注目に値する減速法の一つとして大型化がある。この方法によれば、全く積残しを生ぜず、荷主へのサービスも低下せずに航海回数を減らし、減速し、燃料消費量を減らすことが出来る。これによれば実際のところ荷主へのサービスの低下といえ、運航周期が延び、運送時間が延びるということだけである。改造作業中に平行して中央部をあらかじめ造っておけるので大型化のための運航を中断する時間はきわめてわずかである。特に高速船の場合には、運航コストの節約は平均以上に大きいといえよう。

船型等の改善による省エネルギー

短期的な省エネルギー方策である減速方策は、航

海スケジュールや荷主へのサービスに対して、大きな影響を与えるので、減速をしないで燃料消費量を節約する方策を講ずる必要がある。このためには、燃料源、動力装置、船型等の造船技術面からの技術的な改善を検討しなければならない。

1) 推進軸回転 50 rpm と船尾形状の改善

従来船と同じスピードで、従来船よりも、燃料消費量を15~20%少なくする技術的な方策として、推進軸の毎分の回転数を 50 rpm の最適回転で廻すことである。このためにはプロペラのディスク面積を従来のものより倍にすることが必要で、たとえばプロペラの直径を基準と考えれば、普通直径が約6 mのプロペラを直径約9 m程度に大きくする必要がある。それ故に、当然、この大きなプロペラが効率よく回転出来るような新しい船尾形状を考案しなければならない。

比較的推進軸の回転が低回転の場合には、プロペラの先端が水面上にあっても、あまりプロペラ効率の低下は少ないのではないかという説もあるが、出来るならば、プロペラの回転する部分に常に水を保たせるような船尾形状が望まれる。船尾形状の開発については、当船用機器開発協会でも船尾ユニットとして、目下船舶技術研究所にお願いして、船尾形状の水槽実験を行っていただいている。

なおデンマークでは、この省エネルギー船舶の開発こそデンマークの造船所の生命線であるとし、この開発を重点的に行っており、船尾形状とともにデンマークでは船首部も新設計を試みており、この場合は、従来船より燃料消費量は30%減の節約と称している。

かつて私は15年前船舶局の技術課補佐官の頃、山縣昌夫先生の御指導のもとに、造波抵抗を少なくする球状船首の採用のための開発を共同研究として行うべきであることを、造船研究協会の場で提案したが、却下され採用されなかった。その時の却下の理由としては、「艦艇や旅客船のように吃水の変らないものには球状船首は効果があると思われるが、タンカーやバルクキャリア、貨物船のように貨物の量によって吃水が変化するものにはかえって造波抵抗を増すことも考えられる。当造船研究協会では商船の研究開発を行うところであるので、当課題は当協会では取り扱うのは不適である」とのことであった。早速、関西汽船にお願いして“くれない丸”で実船実験をし大いなる成果をあげた。現在では、いつのまにかタンカーをはじめ吃水の変化する船舶はすべ

て球状船首になっていることは誠に感無量である。このたびの船尾形状については造船界の協力を期待し、省エネルギー船舶が一日も早く実船として出現することを祈ってやまない。

2) ディーゼル船の排熱回収の開発

ディーゼル主機では燃料エネルギーの30%にもおよぶ熱量が排気ガスに含まれており、これまでも或る程度この回収が計られてきた。機関部の燃料消費量の節減として、排熱回収が一つの大きな課題である。

排熱回収は排熱による蒸気発生、発生蒸気によるパッケージ型発電タービン、タンカーの貨油加熱管の適切な選定、更に蒸気発生装置を持たない船舶については、蒸気以外の熱媒体の有効な使用などが考えられるし、またこの他冷却水による熱損失の問題やジャケット冷却水を利用した造水装置なども考えられる。

(財)日本船用機器開発協会理事長

■大型輸送船“おじか”完成

石川島播磨重工業東京第二工場において建造中であつた“おじか”(2,000排水トン)は、去る3月22日、防衛庁に引渡を行なつた。

本艦は人員、装備品等の輸送がその主要任務で、そのため、船体の中央部や上甲板には、車輻やその他の器材が積めるようになっている。また中央部の両側には、人員輸送のため居住設備を持っている。

主要目

基準排水量	2,000 t
全長	98.0m
最大幅	14.0m
深さ	7.6m
吃水	3.0m
主機関	2,200PS ディーゼル機関×2
速力	14.0kn
乗組員	115名
主要兵器	50口径3インチ連装速射砲, 140ミリ速装機関砲各1



大陸間における大量高速輸送システムの 改善に関する一試案

— 航空船によるコンテナ輸送について —

On Improvement of the Inter-Continental Transportation
System of the Container by Airship
by Tetsuo Tanabe

田 辺 哲 夫

東京商船大学助教授

産業革命による新たな文明の夜明けと共に人類は陸に海に、そして空に輸送手段の開発に日夜尽力し、現在にみる物質文明の推進役としての輸送システムの改善を成し遂げてきた。特に近年に至っては大陸間における貨物輸送は増加の一途をたどり、それに伴ない船舶の大型高速専用化、加うるに大型貨物専用機の就航により、大量高速輸送の時代に入っていると言えよう。中でも注目すべき点は、船舶あるいは航空コンテナによる荷主間の一貫した流通システムの改善にあることは言を俟たない。

コンテナによる貨物輸送の構想は古く、1920年代頭初より、アメリカ東部鉄道を代表するニューヨークセントラル鉄道において試用され、その後欧州においても同様の試みがなされ、多くの荷主をしてコンテナの有用性にたいする認識を深めさせると共に、その運用システムにたいする評価も高く、現在のコンテナによる集約的輸送システムの確立にあたって、正にその真価が発揮されつつあることは周知の事実である。しかし現在行なわれている陸海陸あるいは陸空陸結合輸送方式においては、なお、コンテナ基地と内陸部に多く散在する荷主および荷受人との間のコンテナ輸送を、かなりの距離にわたって鉄道もしくはトラック（トレーラー）に依存しているのが現状であり、コンテナ荷役に要する時間的、人的経費はかなりの額を占め、未だ理想的かつ完全な形態で一貫輸送システムが確立しているとは言い難い。

ここでは中間荷役の回数を極力減らし、都市間あるいは都市地域間、さらに大洋を越えて都市から都市へと連続した輸送体系を形成させる目的で、最も合理的な輸送手段の一つと考えられる航空船を使用した場合のコンテナ輸送について一つの構想をまとめてみたので、その概略を紹介することにする。

■航空船の特徴とその運用

航空船は気体の比重差を利用して空中へ浮揚し、自ら発生する揚力を加えて大気中を航行するもので、従来の大型航空機に比して次のような利点を有するものと考えられる。

- 1) 無騒音に近い状態での垂直離着陸が可能であり、長大な滑走路等、敷地およびそれに附随する膨大な設備投資を必要としない。
- 2) 航空機に比して速力の点では及ばないが、搭載量 (Pay load) が大きく、少ない動力で長距離連続航行が可能である。
- 3) 航空機は離陸に際して多量の燃料を消費するため、有償搭載量を増やすためには離着陸回数を減らさねばならず、地域ごとに分散的に荷扱いを行なってゆくことは困難で、特定の地域において集中的な荷扱いを行なわざるをえないのにたいして、航空船は垂直離着陸性を活かすことにより、内陸部の広範囲な地域において、分散的に荷扱いを進めてゆくことが可能である。
- 4) 航空機の胴体断面は、空力的、強度的に理想的な円形断面を採用しているため、四角い断面のコンテナを収納するに際し、かなりのデッドスペースを生むことになり、むだが多い。これにたいして、航空船のコンテナ収納庫は所定のコンテナ寸法およびその組み合わせ寸法に合致するよう設計することが容易である。
- 5) 将来、核融合炉等の普及により、豊富な電力が安価に得られるようになれば、比推力の大きな液化水素を燃料とする推進機関を使用することにより、大気汚染防止という環境保全の原則を守ることにおいても有利である。

図1および図2は、従来の貨物輸送形態（コンテナ輸送を含む）と航空船の特徴を活用した場合のコンテナ輸送形態とを比較したものである。従来の方

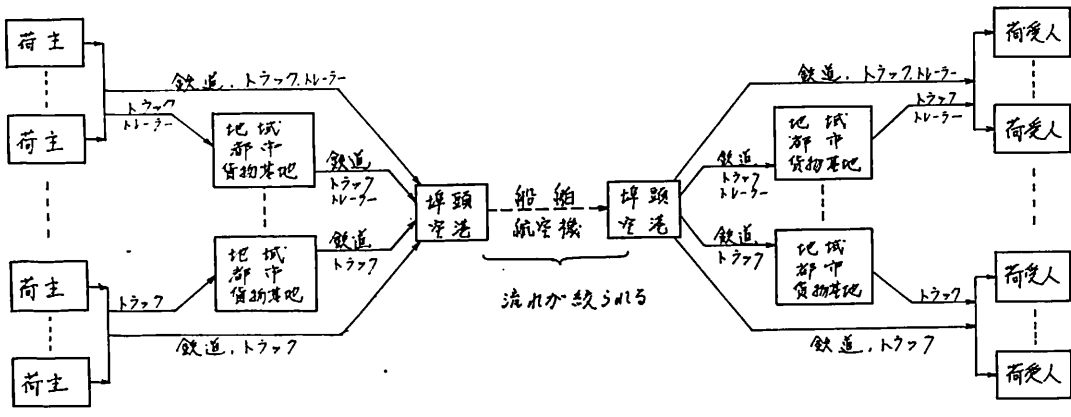


図1 従来方式による貨物流動パターン

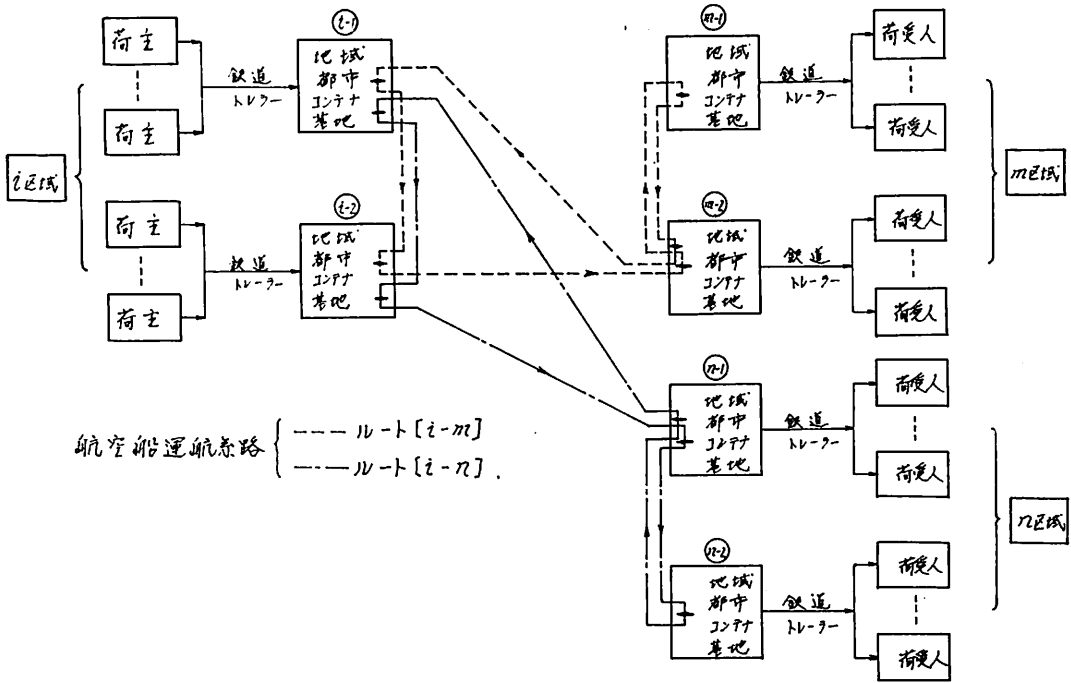


図2 航空船方式による貨物流動パターン

式(図1)によると、荷主から出された貨物は地域の集荷場(倉庫)へ集められ、トラック(コンテナの場合はトレーラー)や鉄道により港(コンテナの場合はコンテナ埠頭)、あるいは空港に集中的に集められ、所定の荷役機械および人的労働力を駆使して船積みや航空機への搭載が行なわれる。目的地においても同様のパターンが繰り返されることになる。この間の荷役に費す時間と労働力に要する経費の総輸送経費にたいする割合はかなりの比重を占め、これら多額の間荷扱い経費の存在は、コンテナ輸送の発達した現在なお改善すべき問題として残

されていると言えよう。またこの問題を純粹にコンテナ輸送の場合についてみるならば、運賃の策定が海上もしくは航空そして陸上輸送機関毎に規則的でなく、荷主にとってはこれら複数の輸送機関を経由する輸送方式は決して望まれるべき形態のものではないということも、見逃せない事実であると言えよう。

これにたいして、航空船を使用した場合の貨物流動パターンを図2に示す。区域として大きく区分された地域内に複数のコンテナ基地を設置し、ここを荷扱い中継点とする。荷受人側にも同様の方式でコ

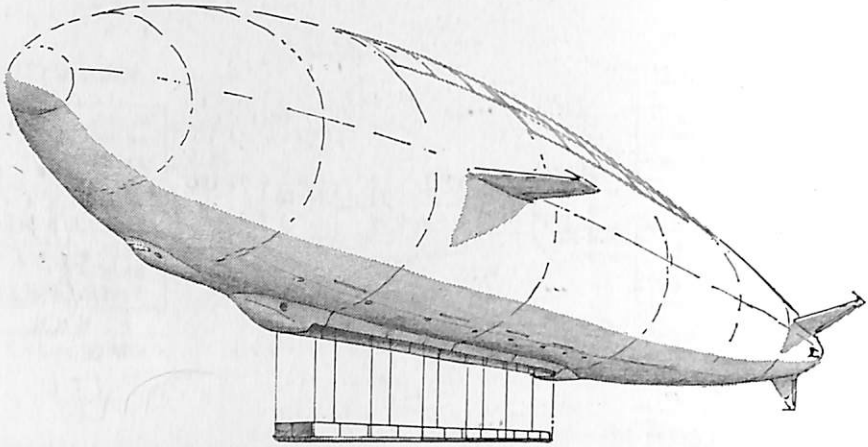


図3 コンテナ専用航空船によるコンテナ荷役

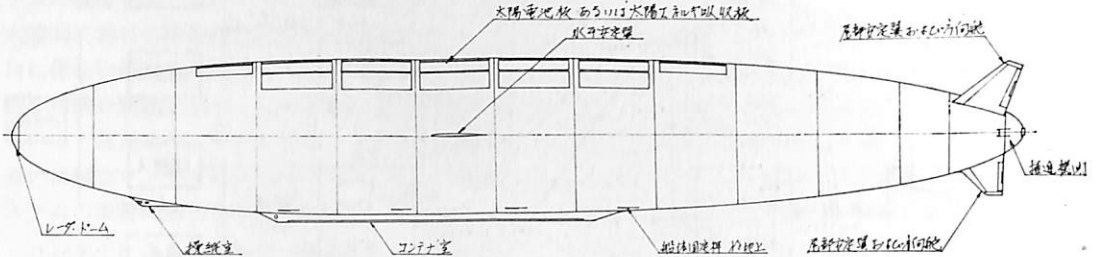


図4 航空船全体概念図

ンテナ基地群を設置し、双方のコンテナ基地群を包括する区域間に航空船の循環ルートを設定する(図では $[i-m]$, $[i-n]$ ルート)。 i 区域の荷主から出された貨物はコンテナ基地 $i-1$, $i-2$ において m 区域および n 区域向けとして仕分けされる。 m 区域循環ルートを採る航空船は $i-1$, $i-2$ の順でコンテナの搭載を行ない、大洋を越えて m 区域内にあるコンテナ基地 $m-2$, $m-1$ において順次荷を下ろしながら同時に m 区域から i 区域向けのコンテナを搭載して i 区域へ戻り、一つのループを完了し、以下同様のパターンを繰り返す。

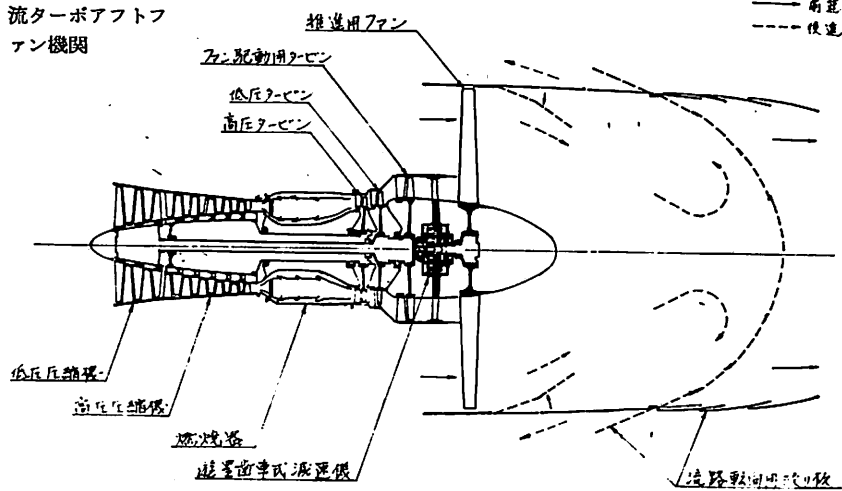
また運航ルートの決定にあたっては、航空船の保有する搭載量および航続力と、運航区域間の距離ならびに地域間におけるコンテナの荷動き状況の分析結果との関係から、航空船およびコンテナ両者の稼働率を高める最も合理的なルートを選定することになる。この方式によると、荷主あるいは荷受人とコンテナ基地を結ぶ距離を短縮することによる陸上輸送費ならびに荷扱い回数の減少による人件費の節減を計ることができると共に、空コンテナを輸送する無駄がはぶけるといふ利点があると言えよう。

図3はコンテナ基地における航空船のコンテナ荷役の状況を示したものである。所定の高度へ降下した航空船はコンテナを載せたコンテナ搭載板(仮称)を地上へ繰り出し、ルートごとに仕分けされたコンテナを積み替える。新たに搭載されたコンテナは航空船に内蔵された昇降によって船体内へ巻き上げられ収納される。荷役を終えた航空船は次のコンテナ基地へ向け航行を開始する。

■航空船の構造

航空船の全体的形状としては、単胴型、双胴型、円盤型、ドーナツ型等種々考えられるが、ここでは構造的に最も基本的であると思われる単胴型について計画を試みた。図4にコンテナ専用航空船の全体概念を示す。本船は最大直径40m、全長250mの楕円体の組み合わせから成るもので、総浮力240t(於地上、浮力は温度、気圧変化によって変動する)、最高速度100ノット、最大航続距離10,000km、最大搭載量90~100t(航続距離の採り方によって変動する。搭載量はボーイング47型ジャンボ機のほぼ2倍)として計画したものである。

図6 航空船用軸
流ターボアフ
トファン機関



推進機関

推進機関は前述した如く、航空船計画の主目的の一つである大気汚染防止という観点から化石燃料は一切使用せず、液化水素の燃焼によって推進力を得るという方法が合理的であると判断される。水素を燃料とする推進機関としては、すでに大型ロケットのブースターにおいてその実績が

認められており、今後航空船用機関として酸水素機関を開発するにしてもさほど困難ではないと思われる。ここでは、水素燃焼によるガスタービン機関を基礎に、後部に推進用ファンを設けた酸水素ターボアフトファン機関を設定した(図6)。

船体は長手方向に十数等分されそれぞれ独立のブロック(長さ20m)の組み合わせからなり、各ブロックは内殻および外殻の2層¹⁾に分けられ、外殻には安定なヘリウムを充填しこれを固定浮力とする。内殻には水素を充填し、離着陸時における浮力調整用として使用する。

軸流圧縮機およびタービン、さらにファン駆動用タービンとの組み合わせによる機関構造は、航空機の場合とまったく同じであるが、比較的低速な航空船の運航速度においてより高い推進効率を得るために、推進用ファンは遊星歯車式減速機を介して回転させ、バイパス比を極力大きく採るようにした。

船体の全体的構造については、かつて大型航空船はアルミ材骨格に羽布張りとした硬式と呼ばれる方式が主流を占めたが、ここでは重量軽減ならびに強度増大という互いに矛盾する条件を満たすべく設計概念を改め、最近の大型航空機に見られる設計思想を基礎とし、ハニカム構造を活用したアルミ軽合金による応力外皮方式が適当であると思われる。

さらにファン後方には流路転向用絞りの板(仮称)を取り付けることにより、絞りの作動によって噴流方向は前後方いずれにも自由に変えられ、これによって船体の前後進を計るようにした。

コンテナ室は船体の浮力中心から前後方へ等距離に、極力等荷重分布となるように配置し、コンテナ搭載板は船内に組み込まれた昇降機によって上げ下げされる。コンテナ室の前方には操縦室(制御室を含む)を配し、ここには操船(浮上、降下、トリム調整、速度調整、ドップラー航法あるいは慣性航法等の航法システム)に関する全ての制御機能が集中的に格納されている(図5)。

図おわりに

航空船によるコンテナ輸送システムについて一つのモデルプランを示し、そのメリットなるものの概略を説明したが、今後輸送の問題を論ずるにあたっては、海上、陸上、航空輸送という個々の輸送形態について、それぞれ別個の立場から一面的評価を行なうことなく、経済性、経営性、加うるに環境保全という諸問題を内包する輸送事業の改善という全体的視野に立って、輸送システムの理想的な在り方を論じてゆく必要があると筆者は強く感ずると共に、前記の論旨をもって、清浄な環境作りの一助となれば幸かと存ずる次第である。

また船体の保有する広大な表面積を活用し、計画自重の許す範囲内において船体上面に太陽電池板またはそれに類似する太陽エネルギー吸収板を張り、航行中(昼間、雲上)必要な船内電力を得ることができるよう考慮した。さらに船体の上昇、下降時における姿勢制御および縦横安定保持のため、船体中央部(浮力中心)に水平安定翼を、船尾には方向舵を組み込んだ尾部安定翼を設けた。推進装置は船尾最後部に納め、全体的に突起部を極力減らし、空力的に洗練された形状となるように努めた。

参考文献

- 1) 田辺哲夫: 日本船用機関学会誌, Vol. 11, No. 4 (1976)

Some incidental factors for Basic Design of Car Ferry Boat < 2 >

by Naonosuke Takarada

宝 田 直 之 助

住友重機械工業船舶本部技師長

2. 道路が生産性に及ぼす影響

船舶の設計にかかわり合いを持つ限り、船舶輸送そのものの生産性あるいは生産性に及ぼす影響はよく承知している筈である。しかしカーフェリーボートを設計する場合に競合相手である道路については意外に関心が持たれていない。本章では道路が如何に混雑しているかといった認識ではなく、経済活動にどのように寄与しているかをながめてみることにする。

2. 1 都市の骨相と道路の平均幅

わが国の道路交通事情を述べた論説に必ずといってよい位引例されるのが、自動車1台当りの道路保有量の低さである。勿論この指標は交通渋滞や交通事故と相関をもっているのが重要ではあるが、一方平地面積当りの道路延長では、わが国は世界第2位であることが案外見落されているのである。この矛盾は自動車の保有台数が多過ぎることに起因することは容易にわかるが、平地面積当りの自動車保有数は米国の約14倍、西独の約2倍である。わが国の自動車1台当りの道路延長を豊かにするには平地のほとんどを道路にしなければならないのである。

建築家の黒川紀章氏¹⁾は交通により都市を分類し、鉄道を中心にした“環”の分類と、道路を中心にした“型”に分類し、環と型の組合せによって血液型や骨相のように都市の特徴を把握する試みが行われている。表2.1(次頁)に氏による環型の特徴を示した。

これらの特徴を道路の面から少しく評量してみよう。道路の平均幅=道路面積/道路延長(=道路率/道路密度)とし、世界の著名都市、日本の3大都市、地方中核都市などについて比較したものを図2.1に示した。図によって都市を分類すると表2.2と

なる。概括的には次のことがいえる。

(i) 欧米著名都市の道路密度は日本の都市に比較して低く(ニューヨーク:11.8, ロンドン:7.97)道路率が高い。このことは道路の平均幅が広いことを意味している。自然発生的な都市と計画都市の差ともいえよう。

(ii) 日本の都市はこのまま道路を増加すると、東京都の経過をたどることになる。福岡は横浜に、横浜は川崎にと近づき、図の矢印の方向に環境を破壊しながら推移することになる。

(iii) 狭い道路が長々と走っているのが日本の特徴であり、単純に道路を増すことは都市再開発にはならないことを端的に示している。

2. 2 市内生産と道路の関係

前節の考察から当然予想されることは、狭い長い道路は、道路を管と見たれば、抵抗損失が多く、経済活動にも大きな影響を及ぼすことである。表2.3は市内純生産と道路の関係を示したものである。資料の都合で市内純生産は昭和45年度、道路資料は昭和47年度のものを使用したが、傾向としては大差がないと考えられるので、そのまま考察してみることにする。

2.2.1 市内純生産額と道路

図2.2に市内面積当り市内純生産額と道路密度の関係を示した。道路率2~4%, 4~8%では若干傾向は異なるが、道路密度の増加に従って面積当り生産額が増加しているが、道路率12%以上では道路密度がほとんど増加していないのに、面積当り市内純生産額が急増する。

2.2.2 第2次産業生産額と道路

図2.3に面積当りの第2次産業生産額と道路密度の関係、図2.4には道路面積当りの第2次産業生産

表 2. 1 都 市 の 分 類

(1) 都市の環別分類

環	特 徴	代 表 的 都 市 名
第 1 環	新幹線“ひかり”が停車する都市	東京, 名古屋, 京都, 大阪等
第 2 環	空港および港湾を有する都市	札幌, 函館, 室蘭, 青森, 横浜, 清水, 和歌山, 長崎, 佐世保, 鹿児島等
第 3 環	新幹線“こだま”の停車する都市, あるいは高速道路のインターチェンジのある都市	八王子, 小田原, 大垣, 静岡, 一宮, 豊田, 吹田, 西宮, 茨木等
第 4 環	国鉄の特急が停車する都市	弘前, 盛岡, 水戸, 高崎, 大宮, 甲府, 岐阜, 松江, 久留米, 延岡等
第 5 環	国鉄の急行が停車する都市	足利, 前橋, 浦和, 藤沢, 加古川, 奈良, 伊勢, 山口等
第 6 環	その他の都市	川越, 松戸, 鎌倉, 守口, 枚方等

(2) 都市の型別分類

型	特 徴	代 表 的 都 市 名
A 型	放射状の道路をもち, 地域交通が一点に集中している型。ポテンシャルを持ち地方の拠点都市になる可能性あり。	帯広, 秋田, 水戸, 金沢, 松本, 姫路, 加古川, 宇部, 北九州, 佐世保等
B 型	網の目パターンの道路, 内部活動が活発で独立自己充足型都市が多い。	旭川, 仙台, 平塚, 和歌山, 呉, 徳島, 高松, 今治, 新居浜, 久留米, 長崎等
C 型	一方向だけの道路が多い。通過交通型, 情報は通過するが, 自己の成長のためにはならない。都市内部を再開発する必要あり。	福島, 浦和, 松戸, 川崎, 小田原, 大津, 吹田, 倉敷, 福山, 山口, 別府等
D 型	バラバラ型, 道路未整備, 未成熟な都市。	弘前, 山形, 立川, 甲府, 伊勢, 鳥取, 松江, 大分等
AB型	集積能力のある放射状の都市と格子状の内部集積力の大きい性格とを併せ持っているから, 今後日本の中核的都市となる。	札幌, 青森, 東京, 横浜, 富山, 名古屋, 四日市, 大阪, 神戸, 福岡等
BC型	内部集積力をもちながら通過交通的で大都市との連結で成長する。	新潟, 福井, 静岡, 浜松, 一宮, 鹿児島等

(文献(1)よりの抜粋)

表 2. 2 主要都市の道路による分類

		道路密度 (km/km ²)	道 路 率 (%)	平 均 道 路 幅
外 国 著 名 都 市		5 ~ 14	10 ~ 20	14~15m以上
日 本	3 大 都 市	16 ~ 18	12 ~ 14	6 ~ 8 m
	中 間 的 都 市	10 ~ 17	5 ~ 8	4 ~ 5 m
	地 方 中 核 都 市	8 以下	2 ~ 4	4 ~ 12m

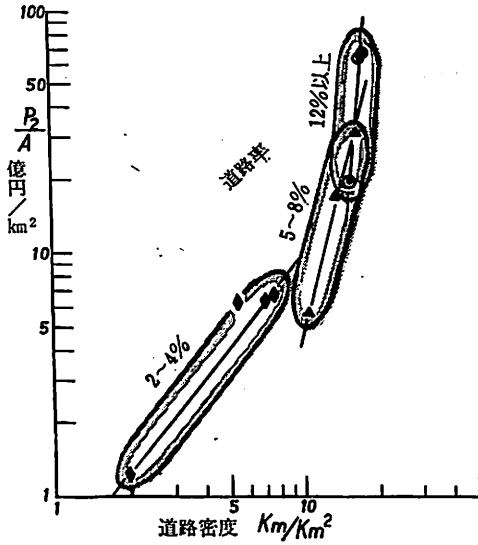


図 2.3 市内第2次産業生産額と道路指標

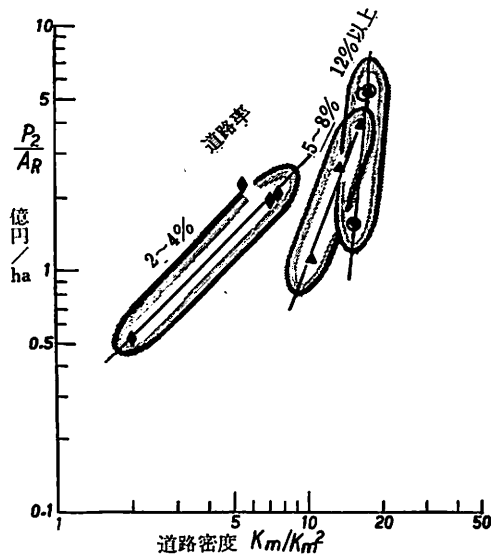


図 2.4 市内第2次産業生産額と道路指標

(iii) 2層道路によるみかけの平均幅の拡大などが考えられる。

また前章で述べた家用トラックのエネルギー効率が低いことを改善するには、フェリーターミナルを含んだ、トラックの集配ターミナルの再開発が必須の条件となろう。一貫輸送体系では接続される前後のシステムも考慮しなければ実効が期待できないので、本章では直接関係のない道路について述べてみた。(つづく)

文献(1) 都市学入門：黒川紀章

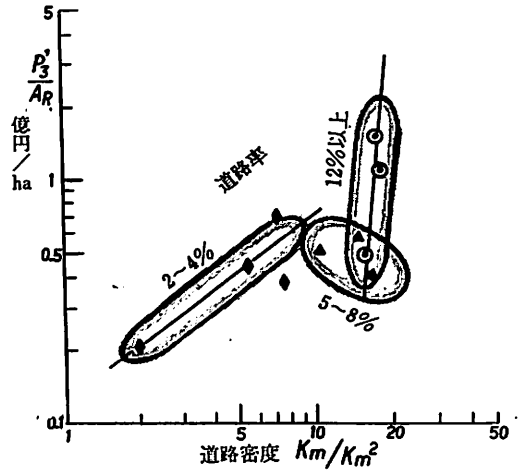


図 2.5 市内第3次産業生産額と道路指標

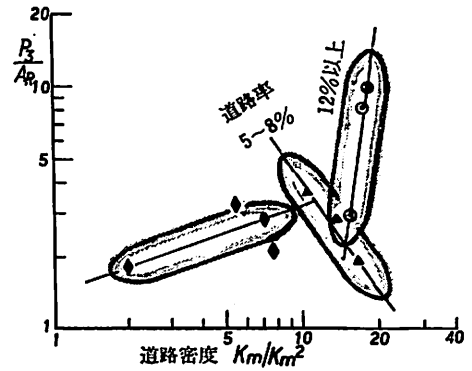


図 2.6 市内第3次産業生産額と道路指標

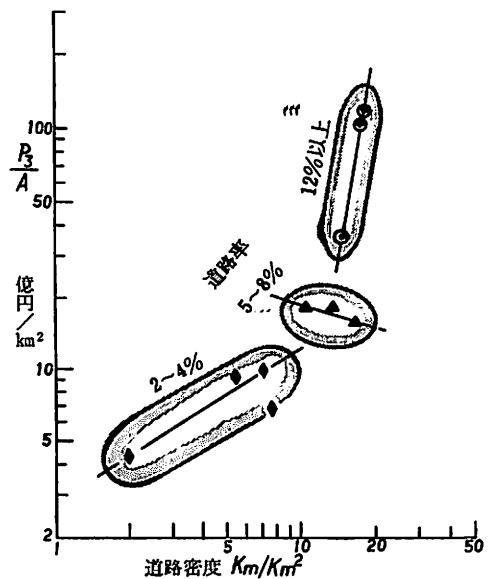


図 2.7 市内運輸通信公益事業生産額と道路指標

表 2.3 市内生産指標と道路指標

項目 都市名	面積 A km ²	道路 総延長 km	道路面積 AR (ha)	道路密度 km/km ²	道路率 %	市内純 生産額 P ₀ 億円	第2次産 業生産額 P ₂ 億円	第3次産 業生産額 P ₃ 億円	運輸通信 等生産額 P ₄ 億円	平均 道路幅 (m)	P ₀ /A 億円/km ²	P ₂ /A 億円/km ²	P ₃ /A 億円/km ²	P ₀ /AR 億円/ha	P ₂ /AR 億円/ha	P ₃ /AR 億円/ha	P ₄ /AR 億円/ha
東京都 (区部)	577	10,397	7,088	18.02	12.3	109,272	39,373	69,373	7,926	6.82	189.38	68.24	120.23	15.42	5.55	9.82	1.12
横浜市	421	5,864	2,691	13.93	6.4	15,017	7,225	7,735	1,564	4.59	35.67	17.16	18.37	5.58	2.68	2.87	0.58
名古屋市	326	5,199	4,032	15.95	12.4	18,263	6,334	11,880	2,029	7.76	56.02	19.43	36.44	4.53	1.57	2.95	0.50
京都市	611	3,332	1,724	5.45	2.8	9,623	3,906	5,664	783	5.17	15.75	6.39	9.27	5.58	2.26	3.28	0.45
大阪市	206	3,642	2,612	17.68	12.7	35,249	13,770	21,458	3,982	7.17	171.11	66.84	104.17	13.50	5.27	8.22	1.52
神戸市	537	3,840	1,831	7.15	3.4	8,858	3,512	5,296	1,293	4.77	16.50	6.54	9.86	4.84	1.92	2.89	0.71
北九州市	465	3,562	1,546	7.66	3.3	6,555	3,224	3,220	591	4.34	14.10	6.93	6.92	4.24	2.09	2.08	0.38
札幌市	1,118	2,232	2,613	2.0	2.3	6,201	1,356	4,860	539	11.71	5.55	1.21	4.35	2.37	0.52	1.86	0.21
川崎市	130	2,201	1,057	16.93	8.1	6,190	4,133	2,041	439	4.80	47.62	31.79	15.70	5.86	3.91	1.93	0.41
福岡市	242	2,553	1,244	10.55	5.1	5,983	1,389	4,473	642	4.87	24.72	5.74	18.48	4.81	1.12	3.60	0.52

(1) 各都市の市民所得推計結果報告(昭和45年度分)による。
 (2) 道路指標は建設省都市局街路課資料(昭和47年度)による。

砕氷艦“ふじ”に乗船して

<2>

The Actual Condition of Navigation in a Frozen sea on the Icebreaker “Fuji”
by Yuki Kobayashi/Ship Research Institute Ship Structure Div.

小林 佑 規

船舶技術研究所船体構造部

4. 調査及び計測結果とその考察 (つづき)

4-2 船体の動揺及び加速度, 砕氷能力

(1) 気象, 海象

航海中「ふじ」が観測した地方時12時における気温, 水温, 湿度, 気圧を図-17に示す。

フリーマントルまでの気象海象状況は全般に晴の日の多く平穏であった。特にセレベス海やマカッサル海峡の内海では動揺もほとんどなかった。ロンボック海峡通過時には帯状の潮目がみえた。

40° Sから60° Sにかけては, 定常的に強い偏西風が卓越し, いわゆる暴風圏を形成している。暴風圏での天気は, 晴又は曇で特に大きな低気圧には遭遇しなかった。平均風速は20~40kt, 波浪及びうねりの階級はそれぞれ最高で4~5, 6~7であり, 最

低気圧は 963.4 mb であった。

氷海域における1月の天気は晴であったが, 1月下旬から2月始めにかけては, C級ブリザート3回, A級ブリザート1回(最大風速70kt, 最大瞬間風速88kt)の来襲を受けた。特にA級ブリザートの際は, 船体が氷盤の圧力を受け, 1時間に約0.5度の割合で傾斜し始め, 最大4度傾斜する状態があった。

2月下旬の復航時の氷縁付近の天候は雪か曇で風が強く, ケープタウンまではほとんど太陽は見られなかった。暴風圏では2回程低気圧(最低気圧970mb, 風速30~36kt, 波浪階級6~7, うねりの階級7)に遭遇し, 往航時より荒海であった。

以上が全般的な気象であるが, 図-17で特徴ある

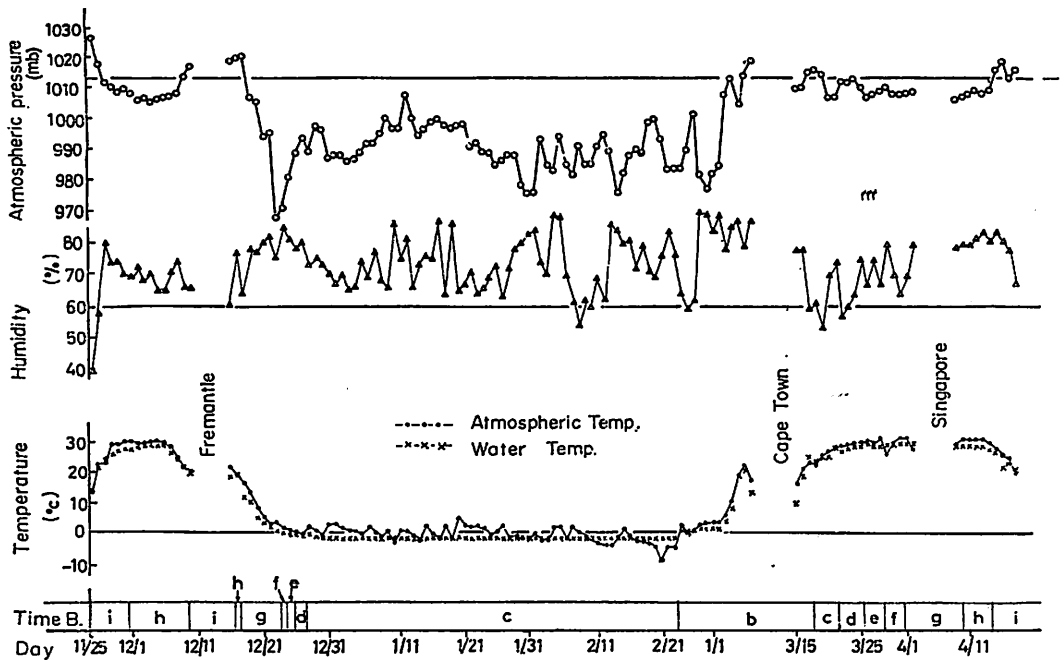
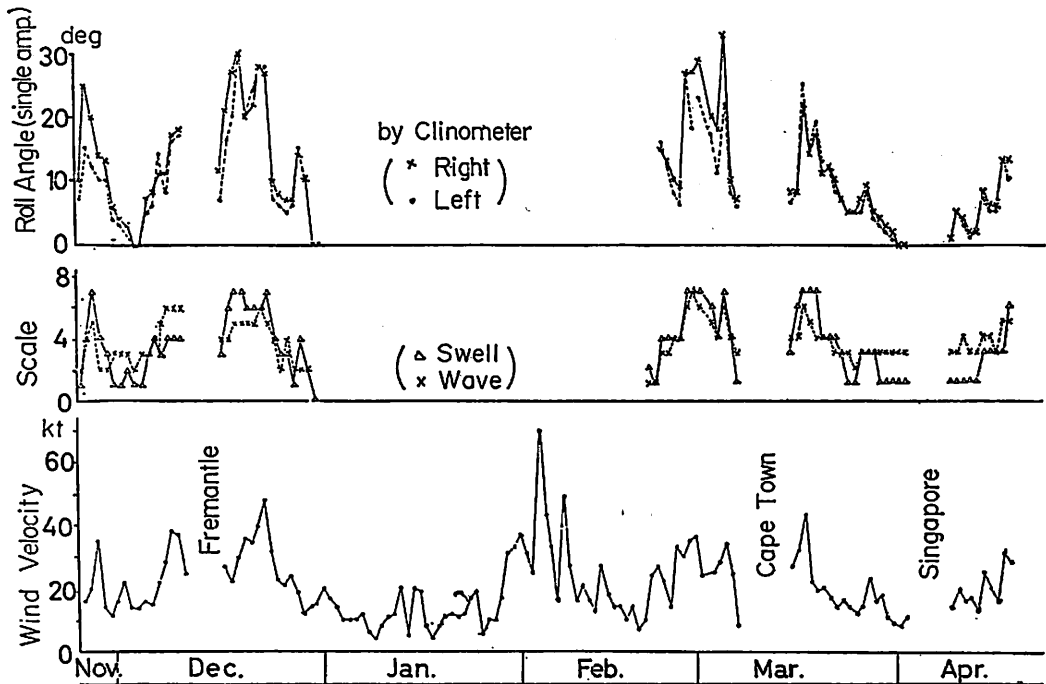
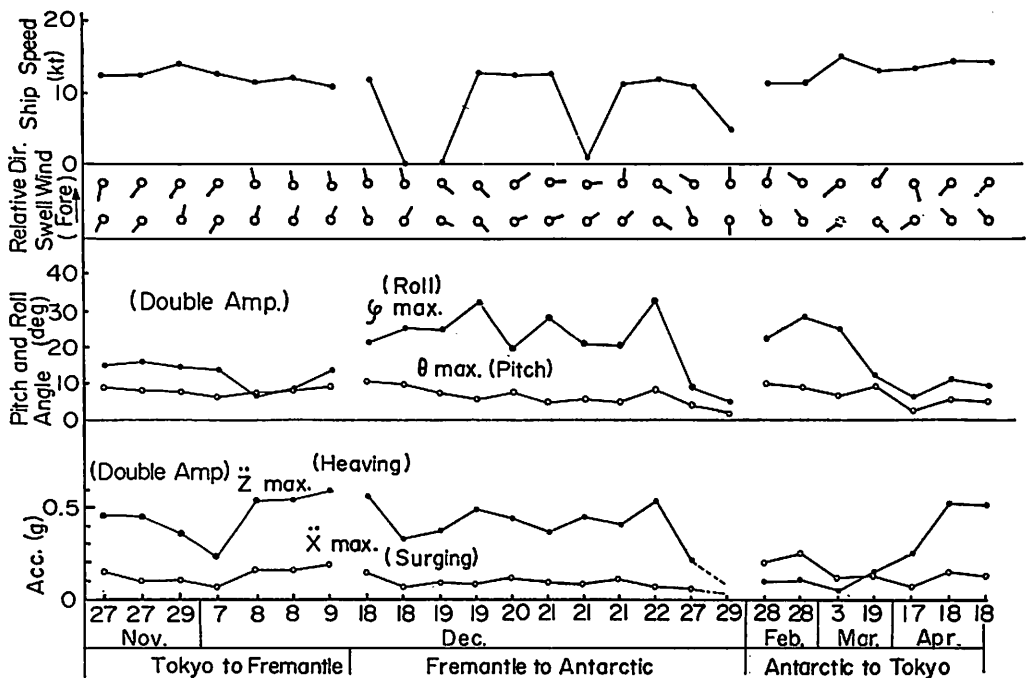


図-17 航海中の気象, 海象 (地方時12:00)



図一八 航海中の風速、うねりと波浪の階級、動揺（1日のうち最大値）



図一九 加速度と動揺の最大値（両振幅）

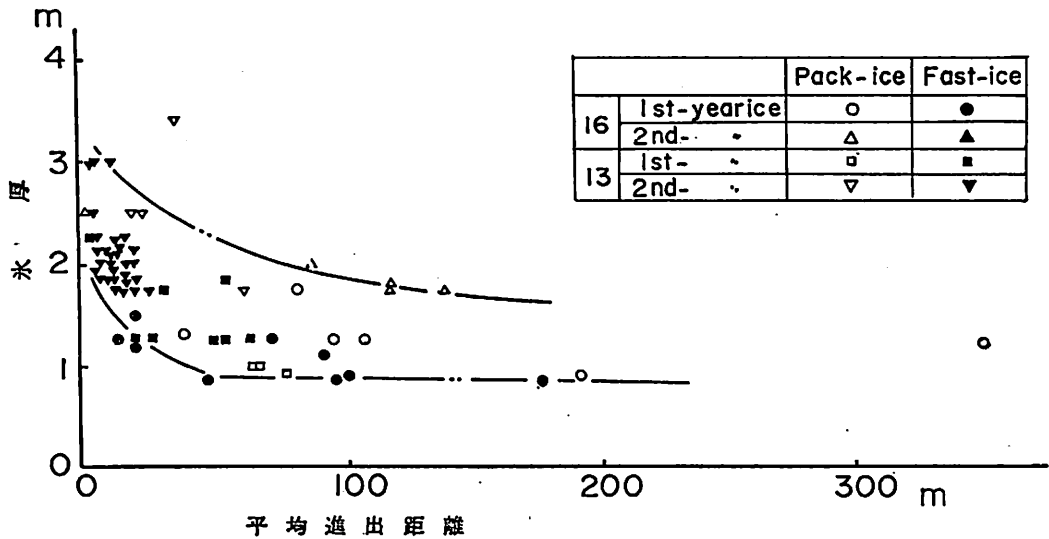
表3 砕氷時の加速度の測定結果

月/日	計測番号	砕氷モード	最大衝突加速度 g	上下加速度 (最高値) g	船首傾斜度	最大衝突力 TON	気温 ℃	氷 状 等				
								種類	氷量	氷厚 m	積雪量 m	その他
19	連続	—	—	—	+0.43 -0.43	—	-1.0	流水	‰~‰	0.6以下	—	径10m以下の板氷
20	"	0.042	0.069	+0.29 -0.29	376	-0.0	"	‰	1.0	0.1	—	同上 氷盤の輪郭起伏
21	"	0.036	0.058	+0.29 -1.14	322	-1.2	"	"	1.2	—	—	径10~20mの平坦氷
22	チャージング	0.011	—	+0.14 -0.57	98	+0.1	"	"	1~1.5	0.5~0.8	—	径10~200mの平坦氷
23	"	0.031	0.046	+0.00 -0.86	277	+2.4	"	"	1~1.5	0.2~0.4	—	径50~80mの平坦氷
24	連続	0.019	0.058	+0.29 -0.86	170	+2.1	"	‰~‰	0.8~1	0.1~0.2	—	径10~200mの平坦氷 パドルあり
25	"	0.039	0.104	+0.29 -1.14	349	-3.0	"	‰	0.8~1	0.3~0.8	—	径10~200mの平坦氷
26	"	0.033	0.092	+0.29 -1.00	295	+1.2	"	‰~‰	1.2~1.8	0.6~0.8	—	径10~200mの平坦氷 パドルあり
27	チャージング	0.022	0.058	+0.57 -0.29	197	-1.3	定着氷	‰	1.5	0.1~0.15	—	1年氷
28-2	連続	0.014	0.046	—	112	-3.0	"	"	0.6~0.8	0	—	"
29	"	0.028	0.080	+0.29 -0.63	224	-5.2	流水	‰~‰	1~1.5	0.5	—	径10~200mの平坦氷
30-2	"	0.028	0.058	+0.29 -0.86	224	-4.3	"	‰~‰	1~1.5	0.2	—	"
31	"	0.050	0.092	+0.29 -1.57	400	-7.0	"	"	0.8~1.0	0.2	—	径10~20mの平坦氷

(注) 船首傾斜において+は船首を氷盤にのり上げた状態であり、-は船首を海水中に突込んだ状態である。

表4 チャージングにおける進出距離と氷状(1日平均)

月/日	チャージング		航程 km	進出距離		平均 気温 ℃	氷 状 等						
	時間 h:m	回数		各回 平均 m	1時間 当平均 m		氷の 種類	氷量	氷厚 m	積雪量 m	氷形	氷盤 直径m	その他
19	3:33	4	1.3	325	366	-1.3	流水	‰~‰	1.0~1.5	—	平坦氷	10~50	
20	20:40	155	16.3	105	789	-1.0	"	‰~‰	1.0~1.5	0.5~0.8	"	10~200	氷盤の輪郭部ハンモック 状 砕氷浮遊
21	19:04	126	12.1	96	635	+1.3	"	‰~‰	1.0~1.5	0.2~0.4	"	50~80	"
22	11:32	95	7.6	80	659	+1.0	"	‰~‰	1.5~2.0	0.5	"	10~200 (200以上)	多少ハンモック氷あり パドル少しあり
23	13:53	69	13.1	190	944	+0.1	"	‰~‰	0.8~1.0	0.1~0.2	"	50~200	砕氷 パドルあり
24	11:51	112	9.6	86	810	-0.5	"	‰	1.5~2.5	0.7	"		2年氷も少しある
25	3:02	26	1.0	38	330	-1.8	"	‰~‰	0.8~1.8	0.3~0.8	氷	10~200	
26	4:36	46	4.1	89	891	-1.8	定着氷	‰	0.7~1.5	0.1~0.5			1年氷
27	15:49	121	8.6	71	544	-1.3	"	"	1.0~1.5	0.1~0.3			"
28	2:10	19	0.9	47		-0.0	"	"	0.7~1.0	0.2~0.4			"
29	3:55	35	0.5	14	128	-1.9	"	"	1.0~1.5	0.2~0.7			"
30	5:43	50	1.0	20	175	-3.2	"	"	0.8~1.5	0.5~0.7			"
31	3:17	27	0.5	19	152	+2.3	"	"	1.4~1.6	0.4~0.6			"
19	2:53	22	2.2	100	763	+1.2	"	"	0.88	0.12			"
20	2:02	19	1.8	95	885	-3.9	"	"	0.7~1.0	0.1~0.15			"
21	4:19	23	4.0	174	927	-4.2	"	"	0.6~1.0	0.1~0.3			"
22	6:09	57	6.6	116	1073	-4.2	流水	‰~‰	1.5~2.0	0.3~0.7	ハンモック氷	10~200	
23	5:33	61	0.1	2	18	-3.4	"	‰	2.5以上	0.6	ハンモック氷 平坦氷	"	
24	2:37	19	2.2	116	840	-4.5	"	‰~‰	1.5~2.0	0.5	"	"	
25	4:30	30	4.1	137	911	-5.2	"	‰~‰	1.5~2.0	0.5	"	10以下 10~200	
合計	147:08	1116	97.6	87	663								



図—20 氷厚と平均進出距離の関係(1日平均)

のは、南極海における気温と水温で、気温はほぼ0℃近く、海水温度は-1.9℃と一定で、気圧は1気圧以下であることである。また今航海の南極海における最高気温は、5.5℃、最低気温は-10.6℃であった。

うねり及び波浪と風力階級の頻度分布について、それぞれの海域ごとに「ふじ」の観測した1時間ごとのデータをもとにまとめると、暴風圏航行時のうねり及び風力階級の頻度分布は、他の海域のそれらと比較して高い階級の方に表われている。

(2) 船体の動揺及び加速度の計測

第1甲板上の右舷側(中心線より数mの距離)にあたる居住区(第4士官室)にジャイロ、上下、前後方向に加速度計を設置し、データレコーダに記録した。計測は航海中及び砕氷中に随時20~30分を行った。

図—18は航海中のうねり及び波浪の階級、動揺、風速である。いずれも1日のうち最大値を気象データよりプロットしたものであり、横揺れは気象室に設置されているクリノメータによる片振巾の最大値である。40°Sから55°Sにかけては暴風圏を航行中で、海上も荒れており、うねり及び波浪の階級は6~7と高くなっている。横揺れは大洋航海中は常時3対の減揺タンクを使用しているにもかかわらず、暴風圏では両舷とも30度ないしそれを越えている。しかし船橋のクリノメータによる横揺れ表示は実際より高く表われるといわれている⁷⁾。一方氷海中で

は、海面が一面氷に覆われているため、うねりや波浪が全くなく、動揺は生じなかった。従って同図中にはそれらは示していない。

図—19は航海中ジャイロにて計測したローリング、ピッチングの両振巾及び加速度を計測順にプロットしたもので、1回の計測で記録された最大値のみを示している。船速0は海洋観測中漂流している間に計測したものであり、うねりと風の方向は図の上側を船首とした相対方向を表わしている。

計測した範囲では、ピッチングが概ね7~8°であるのに対し、ローリングは暴風圏で20数度にもなり、30°を越えた時もあった。ローリングが大きくなる時は、船側ないし斜め後部よりうねりを受ける時のようである。加速度は前後方向で0.1~0.2g、上下方向で0.3~0.5g生じており、上下で最大0.6gも記録された。さらに上下加速度は、ピッチングの激しい時に大きく計測されている。

(3) 砕氷時の加速度と最大衝突力

表—3は砕氷モード、氷状の相違などと合わせ、砕氷時の衝突加速度、上下加速度、船首の傾斜など計測された最大値をまとめたものである。これらの値はいずれも計測値から一次的に求めたもので、最大衝突力は前後方向加速度と排水量から計算した。

衝突力は300トン前後で、チャージング時の衝突より連続砕氷時の衝突の方が大きく生じており、最大で400トン近くであった。このことは、あらかじめ定められた助走距離をもって衝突するチャージン

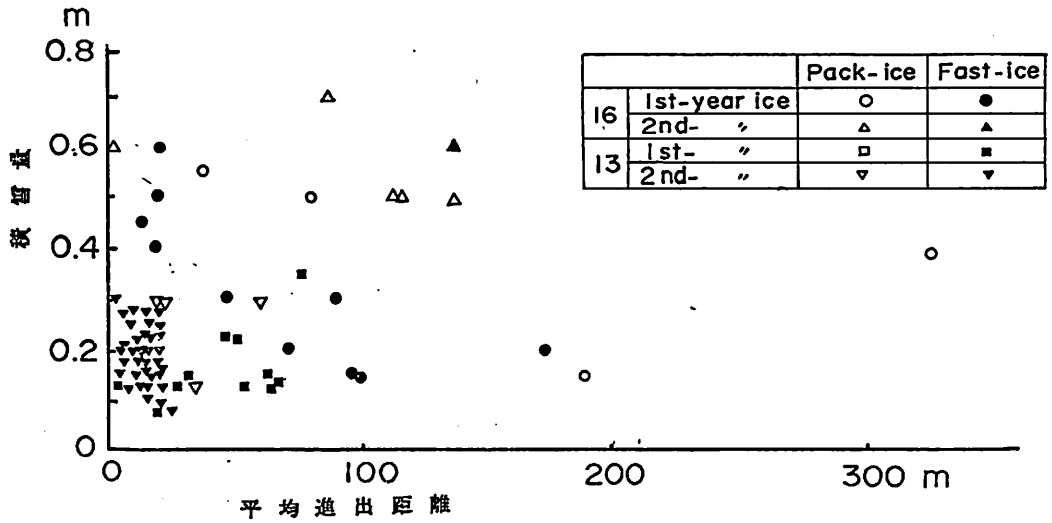


図-21 積雪量と平均進出距離との関係 (1日平均)

グより、氷量の少ない流氷海域を氷盤に突当りながら断続的に連続して砕氷する時の方が船速が大きいためによるものであろう。

加速度は、前後、上下方向とも大洋航行時と比較して小さい。

(4) チャージングによる砕氷

表一4は第16次南極観測で実施されたチャージングの1日ごとの進出距離等についてまとめた表で、

氷状は1日の平均的状态を示している。チャージングは1116回実施され、約98kmの航程に対し147時間を要した。従ってチャージング1回当りの平均進出距離は87m、1時間当り663m、1回当りの所要時間は平均8分である。

進出距離は、定着氷より流氷海域の方が氷量が少ないために大きい。しかし2.5m以上の多年氷やハンモック氷になると流氷海域でも進出距離は著しく低下し、1回当り2m、1時間当り18mとなってい

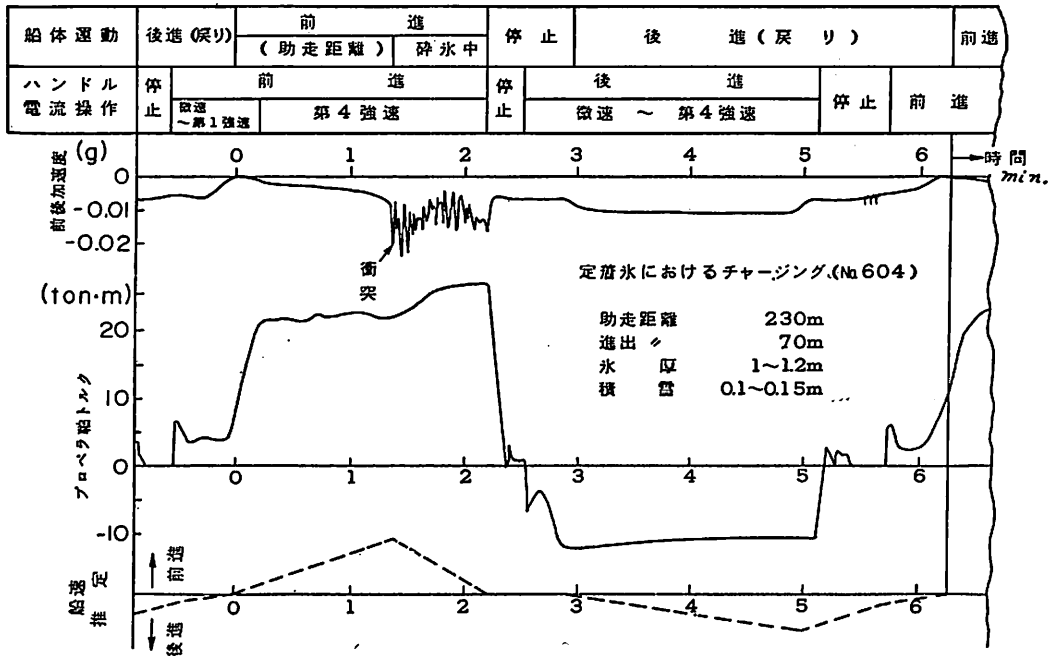


図-22 定着氷のチャージングにおける船体運動の1例

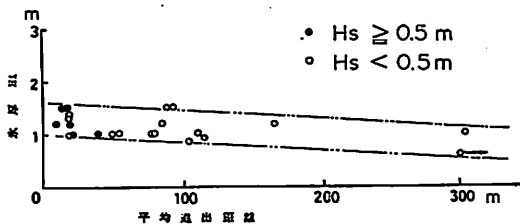


図 23 氷着氷のチャージングにおける氷厚と平均進出距離の関係

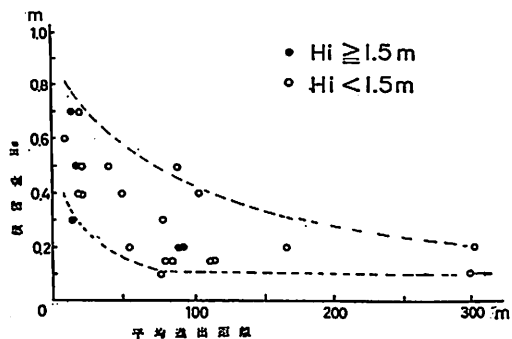


図 24 定着氷のチャージングにおける積雪量と平均進出距離の関係

る。

第16次及び第13次南極観測で行われたチャージングに関し、1日ごと、1回当りの平均進出距離について、海水の厚さ及び積雪量に対してプロットするとそれぞれ図-20、図-21となる。ここで氷厚1.5mを越える海水は、ハンモック氷も含めて2年氷とした。氷厚が2~3mの2年氷の定着氷では、1日当りの平均進出距離は20m以下と極端に小さい。流水海域での進出距離は、氷量との関係もあるが氷厚2mでも100m進出し、1年氷と2年氷の差はあまりない。積雪量に対する進出距離は、氷厚の相違による影響が著しいため、特に目立った相関がない。

図-22は定着氷におけるチャージングについて計測した1例で、前後加速度及びプロペラ軸トルクを電動機の電流ハンドル操作及び船体運動と合わせて示した。船速は船体運動から推定している。定着氷におけるチャージングは、氷状も連続して一様なためこのような一定の周期で繰り返されている。これはまた、助走距離として船体の2~3倍即ち200~300mとり、5~7ktの船速で船首を氷盤に突当てることを目安に操船していることからくるものである。1回の所要時間6分のうち、助走に1分半、後進に4分要し、砕氷は1分足らずである。

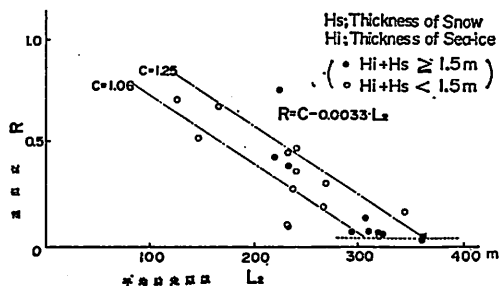


図 25 定着氷における進出度と平均助走距離の関係

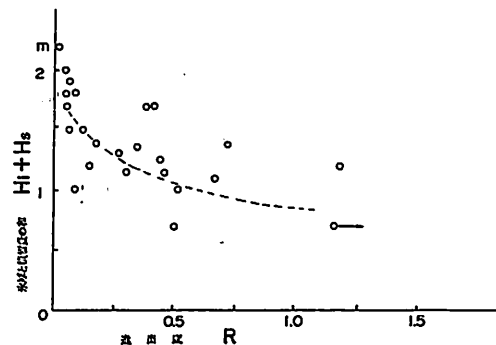


図 26 定着氷における海水の厚さ(含む積雪量)と進出度との関係

定着氷におけるチャージングについて、氷厚及び積雪量の相違による平均進出距離は、それぞれ図-23、図-24となる。氷厚1.5m以下では進出距離に大きな差はないが、氷厚が薄くなるにつれて多少伸びている。この程度の厚さの海水に積雪がある場合には、積雪量は進出距離に著しく影響し、積雪量20cm以上で進出距離は著しく低下している。

(5) 砕氷能力

定着氷におけるチャージングによる砕氷について、平均進出距離 L_1 と平均助走距離 L_2 との比を進出度 $R=L_1/L_2$ と定義し検討することとする。

図-25は、 R と L_2 との関係で $100 < L_2 < 360$ の範囲で

$$R = C - 0.0033L_2 \quad (C = 1.06 \sim 1.25)$$

の関係がほぼ成立し、 L_2 に対する L_1 の割合は一定しておらず、 L_2 を大にしても R が小さくなっている。即ち助走距離を大きくしても進出距離はそれだけ大とならない。また図-26にみられるように氷厚と積雪量の和が大のときは R が小さく、両図から砕氷能力の限界が示される。従って、氷厚と積雪量の和が1.6~1.7mがチャージングによる砕氷の限界であり、それ以上厚い氷盤では砕氷能力が著しく低下することになる。

砕氷船の氷に対する抵抗は、(i)砕氷そのものの抵抗、(ii)破壊した氷塊を動かしたり水中に沈めたりする抵抗、(iii)砕氷した水の中を航行するための抵抗、(iv)水の摩擦や造波抵抗などの和として推論している文献⁸⁾もみられる。南極海における「ふじ」の砕氷航行では、海水を破壊するエネルギーと砕氷した氷塊や砕氷 (Brash ice) を排除するに要するエネルギーが大きいと考えられる。厚い氷盤の破壊には、船体の慣性力や爆破のみならず、船首及び船側付近の氷盤を砕く補助的砕氷手段を考案すれば、砕氷能力、砕氷効率とも一段と向上するであろう。

4-3 プロペラ軸トルクの計測

(1) 推進機関の運転とプロペラ氷塊接触回数

大洋航行中は2機2軸運転が実施され、船速は原速ないし第1強速12~13ktで航行した。軸の平均回転数は110~115 rpm、電圧650~700 V、電流2000~2400 Aであった。

氷海航行では4機2軸運転とし、電流制御により原速から第4強速までハンドル操作が頻繁に行われ、電流値は最大2200 A程度、電圧は580~650 Vであった。

氷海では砕氷した氷塊が船底に潜ったり、水あきが少なく氷塊の逃げ場がないと、氷塊がプロペラ翼に接触する。この時は翼や軸に過大な負荷を生じ、しばしば推進機器の損傷原因の一つとなっている。氷塊がプロペラ翼に巻き込んだ時は電動機の電流値が規定電流値より1000 A以上も増加するが、今航海では右軸で220回(最大電流値4000 A)、左軸で236回(最大電流値4500 A)の氷塊接触があった。過去の例では、第13次において最大電流値5200 Aも生じ

ている。

(2) プロペラ軸トルク

右軸の平行部にストレインゲージを貼付し、大洋航行時及び砕氷時における軸のねじり歪を随時20~30分間検出した。同時に回転、上下及び前後加速度を計測したが、これらについての計測は満足できるものではなかった。表-5に計測したトルク値の代表例を砕氷モードに分類してまとめた。

暴風圏におけるトルク値は10.6 Ton-mで、変動は少なかった。氷海航行における連続砕氷の場合は、流氷海域及び定着氷ともほぼ一定のトルクであり、氷厚0.8~1 m、氷量7/10~8/10の流氷海域で13.0 Ton-m、氷厚0.6~0.8 mの1年氷の定着氷では24.4 Ton-mであった。

チャージング時のトルクは、図-22に示すように変動しており、前述の前後方向加速度とよく対応している。図-22で前進第4強速に電流が設定され、船体が前進を開始する時点でのトルクは23 Ton-mと大きく、定着氷に衝突し、船首を海水に乗り上げて砕氷中はさらに大きくなり27 Ton-mに達している。後進では、第4強速でも前進に比較して小さく11~19 Ton-mとなっている。また流氷海域のチャージングにおける後進時に32.9 Ton-mと高いトルクが瞬時に生じている記録もあり、この時はプロペラに氷塊が巻き込んだものと推定される。

軸歪からプロペラ軸に働くねじり応力を計算するといずれも1 kg/mm²以下であった。

4-4 鋼板温度の計測

低温環境域での調査の一つとして船体鋼板、とりわけ露天甲板の温度を計測した。計測方法は携帯用

表-5 推進軸トルクの計測結果

砕氷モード	トルク T Ton-m	ねじれ応力 τ Kg/mm ²	機 関					氷 状 ・ 海 象 等				
			船 速 kt	回転数 rpm	電 圧 V	電 流 A	そ の 他	氷 量	氷 厚 m	積 雪 m	そ の 他	
暴 風 雨	10.6	0.28	13.2	原 速 110	660	2050	2機運転 3号機	波浪階級4 うねり階級6				
流 氷 連 続 砕 氷	13.0	0.35	(5)	第4強速 115	700/680	2000/2100	4機運転 1号/3号機	%~%	0.8~1	0.2	10m以下の氷盤	
流 氷 チャージング	前進	25.2~27.4	0.68~0.73	—	第4強速	—	—	—	%~%	1~1.5	0.2	氷盤径10~200m
	後進	11~19.2 (32.9)	0.29~0.51 (0.88)		—	—	—		%~%	0.6 ~0.8	薄	表面より15cm 下にバドルあり
定 着 氷 連 続 砕 氷	24.4	0.65	(5)	第4強速 108	650/620	2150/1950	4機運転 1号/3号機	%	0.6 ~0.8	薄	表面より15cm 下にバドルあり	
定 着 氷 チャージング	前進	23~26.7	0.62~0.72	—	第4強速	—	—	—	%	1~1.5	0.1 ~0.15	1冬氷
	後進	10.5~19.4	0.28~0.52		—	—	—		%	1~1.5	0.1 ~0.15	1冬氷

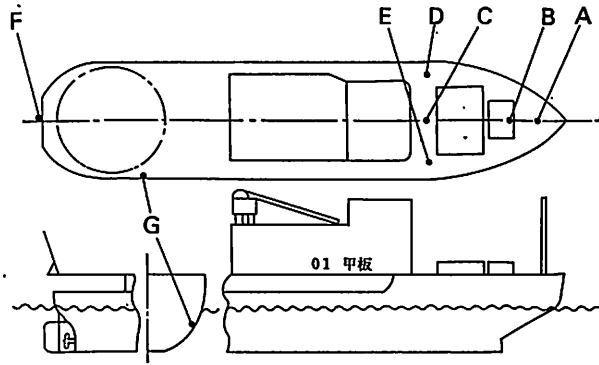


図-27 温度計測点

サーミスタ温度計により、特に大きな気象変化のない日を選び3～4時間ごとに計測した。計測場所は図-27に示すように船首付近の露天甲板を主体に設定し、一部G点は喫水線下4mの海水に接している船側鋼板とした。

(1) 最高温度と最低温度

計測した限りにおいて、鋼板の最高温度はハッチの1.5m後部にあたる甲板上のC点にて55.5℃が記録された。これは12月1日、13:30h、8°N、127°E付近（ミンダナオ島の東）を航行中に計測されたものである。天気は朝から晴、気温30.1℃、風はNNE-15kt、気圧1007.8mb、湿度70%、視程40kmの好天で、雲形はCu、Ci、雲量3の気象条件であった。海上は、うねり及び波浪の階級がそれぞれ1及び2ときわめて静かであり、海水温度は27.9℃であった。

最低温度は飛行甲板上的のF点で記録され、-6.4℃であった（1月8日、23:30C）。この時は定着氷に係留しており、気温-3.6℃、海水温度は-1.9℃、気圧998.0mb、東の風3kt、雲形Sc、Ac、Ci、雲量3で、湿度は84%と高かった。天気は1日中視程40kmの晴であったが、23:00には視程3kmに低下、24:00には霧に変わり、その後数時間は視程0.1kmの濃霧となっており、最低温度は天気が霧に

変わる直前に記録されている。

最高及び最低温度とも気温を越えて高く又は低く計測されている。

(2) 緯度による温度変化

図-28は地方時10時から14時までに計測したハッチカバー上のB点における甲板温度とその時の気温を緯度に対してプロットした図である。

熱帯地域では、気温が30℃前後であるのに対し、甲板温度は40～50℃まで上昇し、高緯度になるに従い気温と共に低下し、60°S付近では気温、甲板温度共0℃となっている。それ以上の高緯度では氷海域に入っており、気温は0℃であっても甲板温度は30℃近くまで上昇している。氷海での計測は、天気が良く、風も少ない時であるが、太陽の出ない風雪の強い気象の時はこの限りでない。

(3) 甲板温度の1日変化

赤道付近、定着氷、流水海域における甲板温度の1日変化について図-29にまとめた。①は気温の1日の変化であり、②から⑥は図-27に示す所定の計測点に対する甲板温度と計測時点での気温との差 ΔT_A (deg)を縦軸としそれぞれプロットしたものである。③は測定した鋼板温度と海水温度との差を ΔT_W (deg)で示した。

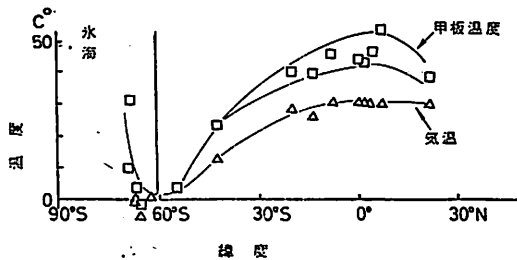


図-28 緯度の相違による甲板温度と気温の変化

赤道付近の計測は3月30日(2°N, 90°E)行い、平均気温は29.2°C、海水温度は28.7°C、風も少なく海上は静かであった。定着氷での計測は最低温度の記録された日のもので、1日の平均気温は-3.2°Cであった。流氷海域の計測は2月22日、天気は雪で25ktの風が1日中吹いている日をプロットした。定着氷と流氷海域の気象条件の大きな相違は、天気と風の強さである。

図-29において、甲板温度はいずれの計測点においても正午になるにつれて上昇し、太陽高度の高い位置付近で最高温度となり、夕方になるにつれて低下している。この傾向は、赤道における変化より氷海内において著しく、朝夕の太陽高度の低い時刻での甲板温度は気温とほぼ同じである。たとえば、定着氷内においては、日中の気温が0°Cの時甲板温度は30 degも上昇しているのに対し、赤道では甲板温度が50°C近くまで上昇するものの気温との差は20 degに過ぎない。しかし、強風で太陽のない流氷海域での甲板温度は、日中でも0°C位で気温との差は数度上昇する程度であり、天気の良い定着氷と比較してほとんど上昇していない。

①②③点での ΔT_A は小さく測定されているが、これは甲板上に装備されているクレーン等によって、測定点が日影となっているためであるので、実際には破線で示すように他の計測点と同様な傾向になるであろう。

④点の鋼板は海水に接しているため、気温に関係なく、どの海域においても海水温度より1 deg以内の高い温度を示した。

以上の結果及び他の計測から、甲板温度の変化は日射と風による影響を最も受けやすいと推定される。風は甲板温度を気温と同温度に近づける作用をするが気温-4.7°Cの時甲板温度-3.6°C~-5.2°Cとなるなど気温より低くすることもある。日射は風のない場合、気温が零下でも甲板温度を著しく上昇させ、定着氷内では-0.7°Cの時日当たりで33.3°C、日影で6.5°Cとなるなど両者の温度差は約5倍の

開きを生じさせている。

5. おわりに

第16次南極地域観測における砕氷艦「ふじ」の航海を体験し、また2, 3の計測を行った結果、まとめとして次の諸点をあげる。

- (1) リュッツホルム湾における風力係数は0.049である。
- (2) 暴風圏における船体動揺は大きく、ローリングの両振り巾で20数度にもなり、特に船側ないし斜め後部よりうねりを受ける場合に大きいようである。
- (3) 氷海における砕氷時の前後加速度は、大洋航行時に比較して小さい。氷盤への衝突力は400トン以下で、チャージング時より流氷海域を断続的に連続砕氷して航行する場合に大きく生じている。
- (4) 連続砕氷における砕氷能力は、定着氷では氷厚0.6~0.8m程度であるが、流氷海域では氷量、氷質によって相当異なるため連続砕氷の可能な氷厚は一概に決められない。
- (5) 砕氷(Brash ice)や積雪は砕氷能力を著しく低下させる。
- (6) 流氷海域におけるチャージング砕氷の進出距離は、氷厚よりむしろ氷量に相当影響するので、1年氷と2年氷との差はそれ程ないようである。
- (7) 定着氷におけるチャージング砕氷の進出距離は、氷厚が1.5mを越えると著しく低下し、氷厚1.5m以下では積雪の影響を著しく受ける。助走距離を300m以上ととっても進出距離は小さく、積雪を含む海氷の厚さが1.6~1.7mを越える定着氷に対しては、ほとんど砕氷能力がない。
- (8) プロペラ軸トルク計測の1例では、暴風圏で10.6 Ton-m、連続砕氷で13~24.4 Ton-m、チャージングの前進、後進に対してそれぞれ25~27, 11~19 Ton-mである。
- (9) プロペラ軸のねじり応力は1 kg/mm²以下である。
- (10) 甲板温度は最高55.5°C、最低-6.4°Cが記録され、両温度共その時点での気温より高く又は低く計測されている。
- (11) 甲板温度の気温に対する1日の変化は、日中に大きく生じ、夕方から朝方にかけては小さい。
- (12) 氷海における甲板温度は、日射、風速、湿度等の影響を受け易い。日射は風のない場合、気温が零下でも甲板温度を著しく上昇させ、日当たりと日

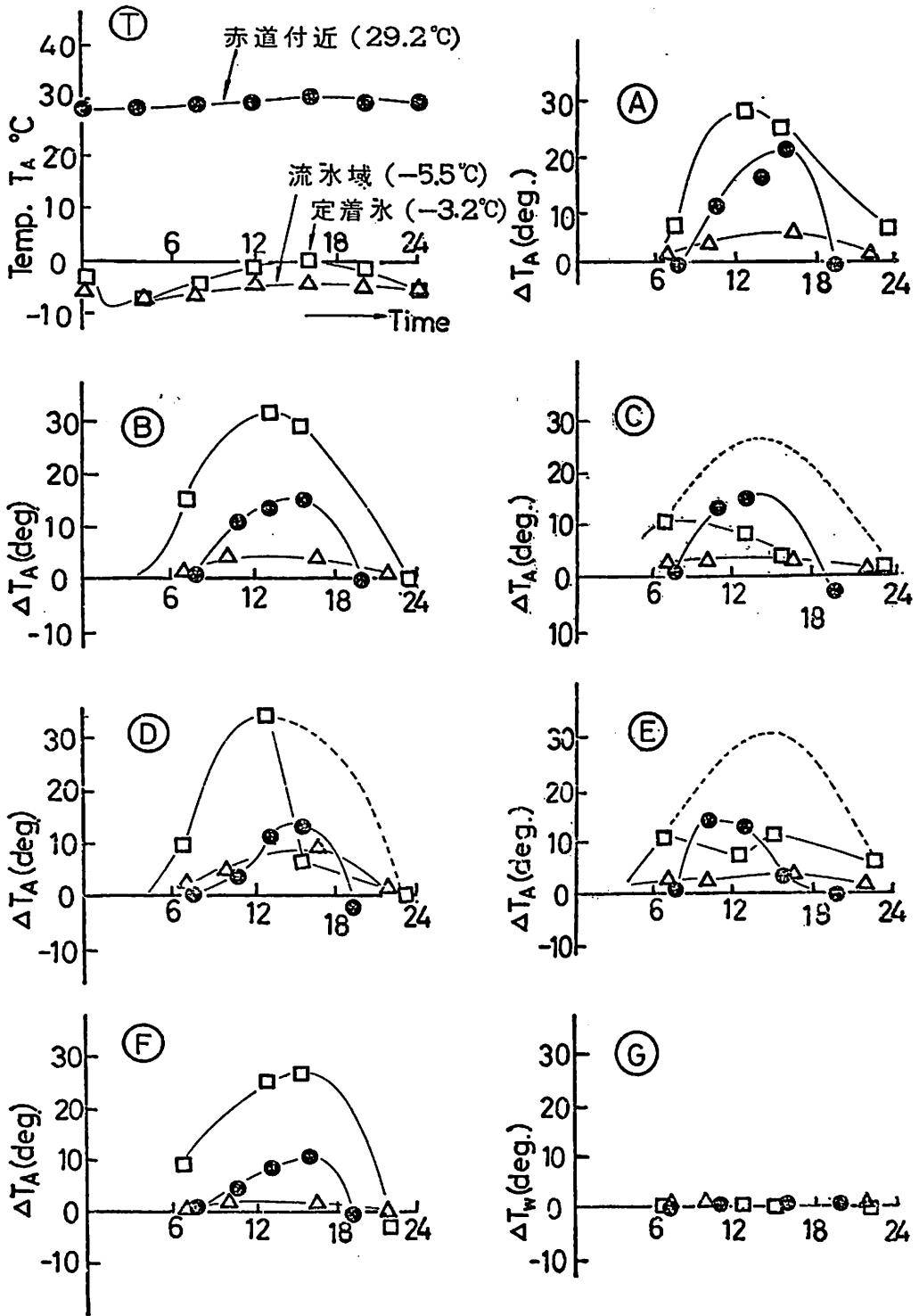


図-29 甲板温度の1日の変化

恵美洋彦/伊東利成

日本海運協会船体部

3. 9% Ni 鋼及び溶接部のじん性に関する各種の研究

第9章で説明したように、材質及び温度はもちろん、抱束、切欠きまたはき裂形状、応力状態、試験片形状等がじん性に影響を及ぼす。これまでは、じん性試験方法に関連して母材及び溶接についてどのような試験が行なわれてきたかを述べ、各種因子のじん性に及ぼす影響は関連して述べてきたが、本項では、9N委員会²⁵⁾、RR811小委員会²⁴⁾及びこの委員会に関連した研究報告¹²⁾、及びその他の研究報告³⁶⁾¹⁷⁾によって9% Ni 鋼及びその溶接部のじん性に関する個々の調査研究を主体として紹介する。

(1) ディープノッチ試験による溶接継手のじん性評価

まず日立造船が9% Ni 鋼の溶接継手じん性についてディープノッチ試験によって広く研究している報告³⁶⁾があるので、それについて紹介する。

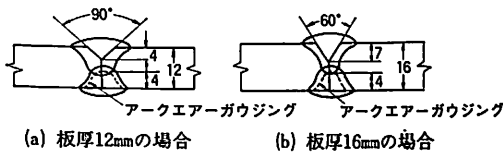


図 10-95 試験片の開先形状

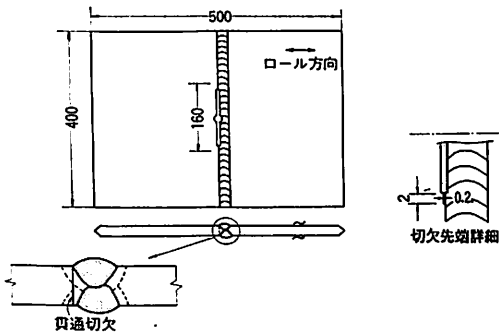


図 10-96 試験片形状

図10-95及び96、及び表10-34に種々の条件の溶接継手について行なった中央切欠付ディープノッチ試験の条件を示す。表10-35にその結果を、図10-97にその破面を示す。なお、表10-35中の B-Base は、12mm板厚の母材のディープノッチ試験結果である。また、D-2S以外は、溶接トウ部に、D-2Sは溶接トウ部から2mm母材側に貫通切欠が設けられている。さらに、表10-36及び図10-97に示すように、59K Joul/cm の入熱量を与えられた試験片以外では、破面は切欠先端に続く一部の領域がぜい性破面で、残りの部分は溶接金属内での破壊でその破面は延性である。さらに、き裂が発生しても溶接金属にき裂が到達するとそこで一たんき裂が停止し、さらに負荷を増すことによって試験片が破断するいわゆるポップイン (Pop-in) の現象を生じている試験片がある。表10-36のぜい性破面長さをみてわかるように、ポップインが生じたときのき裂長さがある

鋼材	板厚 (mm)	化学成分 (%)						機械的性質			
		C	Si	Mn	P	S	Ni	降伏点 (kg/cm ²)	引張強さ (kg/cm ²)	2, E-196 (kg-m)	
I	12	0.07	0.24	0.54	0.009	0.006	8.75	TC	68.6	75.6	C —
								BC	71.0	76.8	L 19.6
II	16	0.07	0.24	0.54	0.009	0.006	8.75	TC	71.2	77.7	C —
								BC	71.5	76.8	L 14.7

表 10-34 供試材の化学成分および機械的性質³⁶⁾

板厚	溶接法	溶接棒	層	電流 (A)	電圧 (V)	速度 (cm/min)	入熱量 (J/cm)	試験片記号
12mm 鋼材 (I)	サブマージ溶接	NITTETSU FILLER196 X NITTETSU FLUX 10	B・P	550	32	45	24000	D-0-2
			F・P	550	32	40		D-0-4
			F・P	650	32	30		42000
	手溶法	YAWATA WELD BM	B・P	130	24	14	59000	D-0-6
			F・P	650	32	21		D-0-2
			F・P	650	32	21		D-0-6
16mm 鋼材 (II)	サブマージ溶接	NITTETSU FILLER196 X NITTETSU FLUX 10	B・P	600	32	29	40000	F-16
			F・P	650	32	32		F-16

表 10-35 試験に供した溶接継手の溶接条件³⁶⁾

試験片 記号	入熱量 (KJ/cm)	試験温度 (℃)	pop-in応力 (kg/mm ²)		pop-in時 COD (mm)		破壊応力 (kg/mm ²)		破壊時COD (mm)		K _c (kg·mm ^{-3/2})	破壊経路	ぜい性破面 長さ (mm)	800℃～ 500℃まで の推定冷却 時間(s)	ビード厚さ /板厚
			Net	Gross	Max	Mean	Net	Gross	Max	Mean					
B-Base	—	-196	—	—	—	—	80.1	48.1	0.71	0.69	819	—	135	—	—
B-Base	—	-168	—	—	—	—	92.7	55.6	1.10	1.10	948	—	42	—	—
B-Base	—	-146	—	—	—	—	93.2	56.0	1.23	1.23	954	—	52	—	—
B-Base	—	-110	—	—	—	—	89.0	53.4	4.13	3.87	910	—	0	—	—
D-0-2	24	-196	38.3	29.9	0.26	0.24	71.1	42.6	3.07	2.96	391	HAZ-Bond Depo	66	15	1.36
D-0-2	24	-163	46.3	27.7	0.32	0.32	83.5	50.0	2.26	2.10	473	◇	60	15	1.34
D-0-4	42	-196	—	—	—	—	47.9	28.7	0.42	0.41	489	HAZ-Bond	189	55	1.34
D-0-4	42	-196	—	—	—	—	45.0	27.0	0.39	0.37	460	◇	221	55	1.43
D-0-4	42	-180	—	—	—	—	47.1	28.2	0.43	0.41	482	◇	133	55	1.38
D-0-4	42	-162	—	—	—	—	46.4	27.8	0.43	0.41	475	◇	150	55	1.37
D-0-4	42	-134	77.3	46.4	1.20	1.19	81.1	48.6	>3.08	—	791	◇	66	55	1.34
D-2S	42	-168	—	—	—	—	58.6	35.2	0.60	0.56	600	HAZ-BM	122	55	1.46
D-2S	42	-126	81.4	48.8	1.13	1.11	84.0	50.4	3.69	3.50	832	◇	111	55	1.43
D-0-6	59	-167	—	—	—	—	51.6	30.9	0.36	0.35	528	HAZ	240(全幅)	120	1.54
D-0-6	59	-160	—	—	—	—	56.9	34.2	0.42	0.41	582	◇	240(全幅)	120	1.56
F-16	40	-196	33.5	19.7	0.21	0.17	67.2	39.6	>3.13	—	337	HAZ-Depo	109	37	1.21
F-16	40	-180	36.6	22.0	0.25	0.24	61.8	37.1	1.80	1.72	375	HAZ-Bond	174	37	1.17
F-16	40	-165	42.7	25.6	0.35	0.34	74.0	44.4	3.42	3.33	437	HAZ-Depo	81	37	1.19
D-YB	11	-196	63.4	38.0	0.68	0.59	82.3	49.3	3.43	3.72	649	HAZ-BM	71	8	1.35
D-YB	11	-167	80.0	46.8	0.85	0.85	88.5	53.1	5.04	4.80	797	HAZ-BM	67	8	1.38
D-YBK	11	-196	48.9	29.3	0.39	0.38	85.4	51.3	2.38	1.97	499	HAZ-Depo	0	8	1.34
D-YBK	11	-161	50.1	30.0	0.49	0.45	90.5	54.3	3.10	2.98	511	◇	0	8	1.34

表10-36 表面切欠試験結果³⁸⁾

$$* \text{印 } K_c = \sigma \sqrt{\pi C} \cdot \sqrt{\frac{2B}{\pi C} \tan\left(\frac{\pi C}{2B}\right)}$$

る程度長くなれば、リガメント（残りの実断面）が短くなりすぎ一段破壊をしている。ところで、大きな入熱が与えられた 59K Joul/cm の試験片では全面破壊をしている。この結果は、9% Ni 鋼といえども大入熱で溶接すると、き裂は低じん性部を伝ばしつづけることがあり、必ずしも低強度の溶接金属にき裂が曲り込むとはいえないことを示している。

一方、低入熱で施工するかぎりは本試験結果にみられるように、一般的にき裂は溶接金属部へ曲り込み、溶接金属が高じん性のためそこで停止している。ところで、著者らは別に 9% Ni 鋼溶接継手の

低温における疲労き裂伝ば試験も行った。図10-98はこれらの試験の内でトウ部に表面切欠をそう入した疲労き裂伝ば試験片の破面写真である。試験温度は -180℃ で実施したものである。図10-98に示すようにポップイン（ぜい性破壊）が生じ、き裂伝ば停止後再び疲労き裂が伝ばし、その後またポップインが生じている。このように低温疲労試験では疲労き裂伝ば、ポップインの繰返しが生じることがある。このような場合ポップインによってき裂の成長は非常に速くなる。さらに一旦停止後また疲労によってき裂がトウ部に沿って成長するということが繰返される。荷重繰返し速度が速いためポップインが生じてもすぐ除荷されることになり、ポップイン長が長くなり得ないために、このような現象が生じるのかもしれないが、実際の構造物でもしこのような現象が起るとすれば、最初のポップイン時でその継手のじん性評価を行なう必要がある。

図10-99及び図10-100に、これらの試験結果から得られた各試験片に対する破壊応力及び切欠先端

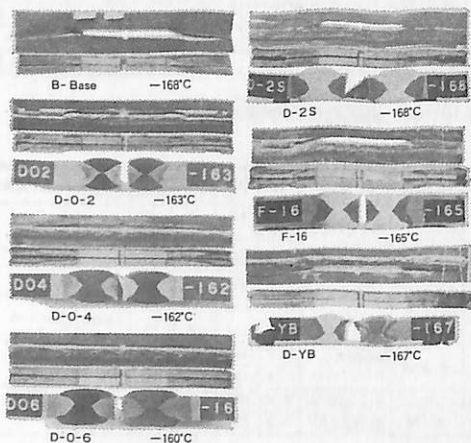


図10-97 破面代表例³⁸⁾



図10-98 ポップイン現象を含む疲労試験片破面³⁸⁾

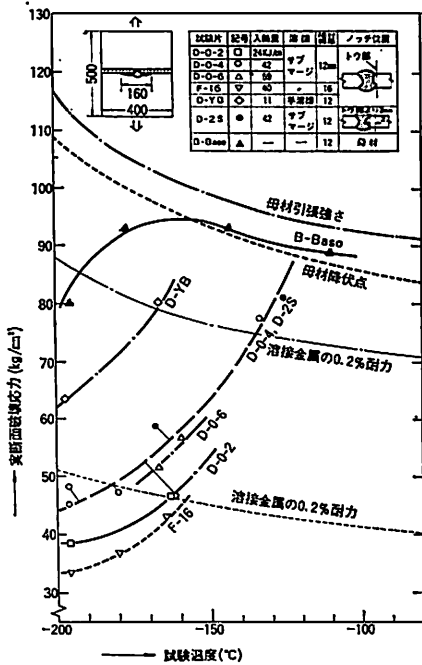
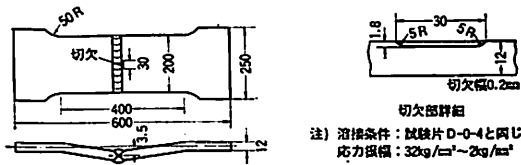


図 10—99 X形開先横継手の破壊応力³⁸⁾

から 8 mm 離れた位置でのクリップ変位 V_s と応力の関係を示す。図 10—101 には、この試験結果で得られた 9% Ni 鋼溶接継手の K_{IC} 値が示されている。これによると、12ないし 16mm の 9% Ni 鋼溶接継手で、LNG 温度では $K_{IC} = 400 \text{ kg} \cdot \text{mm}^{-3/2}$ 程度が最低値となっている。

この論文では、さらに 9% Ni 鋼溶接継手に対して軟質溶接継手の影響を無視した K_{IC} 値により限界き裂長さを求めることについて、限界 COD との比較検討している。

この高 Ni 系の溶接材料を用いたじん性試験結果は、次のように要約されている。

(a) 9% Ni 鋼溶接継手熱影響部に切欠をそう入したぜい性破壊試験によって、母材と熱影響部の境界付近に最もじん性の劣化した部分が存在することが明らかとなった。

(b) 9% Ni 鋼溶接継手の熱影響部では一般にはぜい性破壊が発生しても、低強度の溶接金属の方にき裂が曲り込んで停止し、いわゆるポップインの現象が起るのが通常であるが、高入熱の継手ではこのような現象が起らずに試験片全面がぜい性破壊を生じることがある。また、たとえポップインが生じたとしても、疲労によりき裂がさらに溶接トウ部によって進展し、ポップインがまた生じることがあり、この場合はみかけ上き裂の伝ばは速くなるので、LNG 船の安全性を検討するには最初のぜい性破壊発

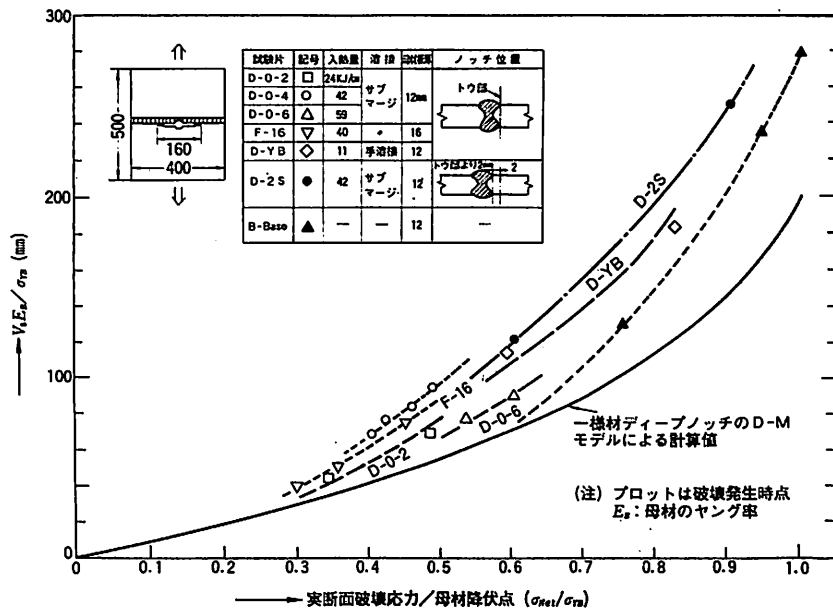


図 10—100 X形開先横継手の COD—応力曲線³⁸⁾

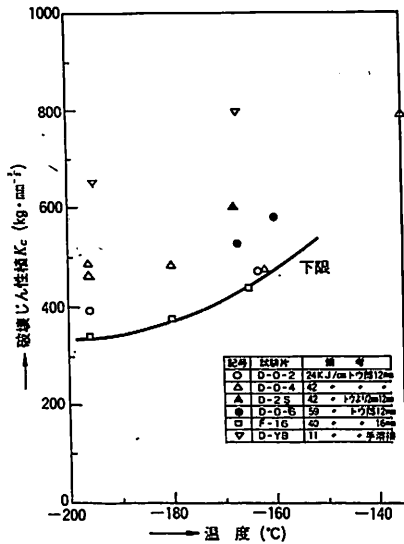


図10-101 実用継手のみかけ上の K_c 値³⁸⁾

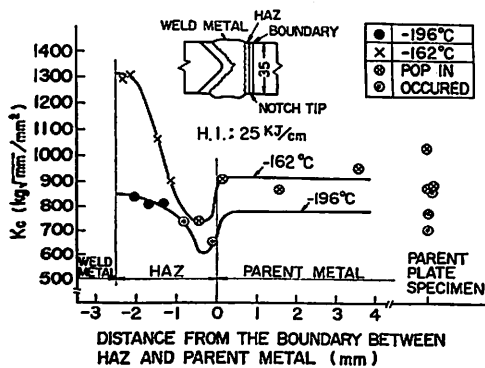


図10-102 溶接継手熱影響部の破壊じん性値分布¹²⁾

生(ポップインを含めて)をもってその評価をすべきである。

(c) 溶接金属が軟質であるため、熱影響部においてもその影響を受けてCOD値は大きくなる。そのため、みかけ上の K_c 値は限界き裂長さを実際よりも短く見積るようになる。

(2) 溶接継手のじん性分布

先に図10-60, 61及び62, 図10-89, 90, 91及び92の2mmVノッチシャルピ試験例で示したように溶接継手位置でじん性が異なり、最も問題となるのは、じん性値が最も低い位置である。図10-102は、QT材で70% Ni系溶接材料を用いた溶接継手の中央切欠はディープノッチ試験によりじん性分布を求めた例である。この図では、母材近傍の熱影響部に近いところが最も低いじん性値 (K_c) を示し

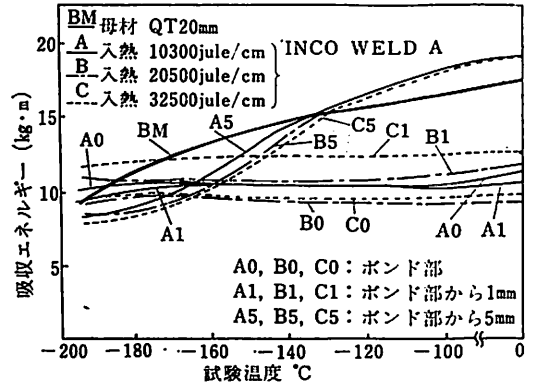


図10-103 溶接入熱量による熱影響部のじん性

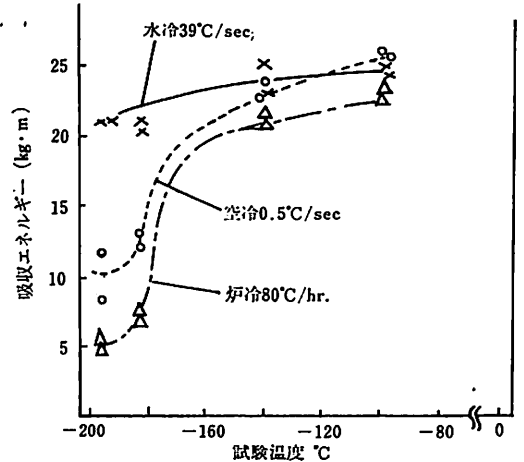


図10-104 9%Ni鋼の低温じん性に及ぼす焼もどし後の冷却速度の影響⁹⁾

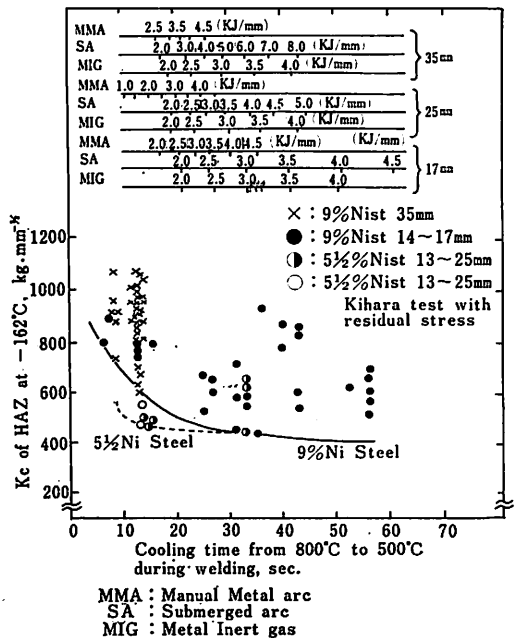


図10-105 -162°C でのHAZの K_c 値と800~500°C間の冷却時間との関係³⁷⁾

ている。これは、溶接入熱によって母材が焼もどし
ぜい性を受けている可能性があること、母材の熱処
理効果が失われたこと等が理由として考えられる。

(3) 溶接入熱とじん性

溶接入熱量は、溶接熱影響部のじん性に影響を与
えることが当然予想される。

図10-103に9N委員会²⁹⁾で行なった溶接入熱量
を変えて2mmVノッチシャルピ試験の比較を示す
が、10,000 Jule/cm ないし30,000 Jule/cm での
入熱量では、入熱の相異による明確なじん性の相異
はあまりみられない。

また、先に示した図10-99では同板厚(12mm)
で入熱量の異なる継手のトウ部における破壊応力
は、入熱量が小さくなると大きくなるという一般的
傾向を示している。さらに表10-36及び図10-97に
示すように大きな入熱(59K Joule/cm)が与えられ
た試験片では全面ぜい性破壊をしている。

一方、溶接熱影響部のじん性は、入熱量にももち
ろん関係があるが、さらに一般的に溶接による熱履
歴の影響を受けることはよく知られているとおりで
ある。これは、例えば、先に示した図10-89, 90,
91, 102等の継手各位置によるじん性の相異からも
推定できるように、9% Ni鋼の焼入れ、焼もどし

または焼入れ焼なまし等の熱処理により付与された
高度の低温じん性が、溶接熱履歴によってじん性が
低下することによるものである。

また、母材の熱処理として焼もどし後急冷して冷
却速度を速くした場合すぐれた低温じん性を示す
が、徐冷して冷却速度を遅くすると著しく低温じん
性が低下すること、すなわち冷却速度依存性はよく
知られているが、この性質は、溶接熱影響部のじん
性についても問題となる。図10-104は、9% Ni
鋼(母材)の例であるが、900℃×60分の空冷焼な
らし、800℃×60分の水冷焼入れ後焼もどして580℃
で60分間保持した後、冷却速度を同図に示すように
3通りに変化させた試験片についての2mmVノ
ッチシャルピ試験の結果であり、冷却速度のじん性に
及ぼす影響がわかる。

図10-105は、溶接部について溶接入熱量に関連
するファクターとして冷却速度を用い、800℃から
500℃の冷却時間とじん性値(K_{σ})との関係をま
とめた例である。この図中には、LNG温度用材料
として開発されている5½% Ni鋼の溶接部の K_{σ}
値も合わせて示されている。この図からも冷却速度
が速い、すなわち溶接入熱量が少ない方がじん性値
がすぐれていることがわかる。(つづく)

天然社の図書案内

航海辞典 A5-850頁 定価6,500円・送料280円

監修/東京商船大学名誉教授・浅井栄資, 横田利雄

船用品便覧 B5-300頁 定価5,500円・送料200円

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

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

船の構造及び設備属具 A5-160頁 定価900円・送料160円

東京商船大学教授・鞠谷宏士著

船の強度と安定性 A5-160頁 定価900円・送料160円

東京商船大学名誉教授・野原威男著

海洋気象学 A5-311頁 定価1,200円・送料200円

理学博士・宇田道隆著

燃料・潤滑 A5-200頁 定価950円・送料160円

東京商船大学教授・宮嶋時三

株式
会社 **天然社**

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

巨大タンカーおよび船舶の防食防汚方法開発の研究

日本造船研究協会昭和49年度研究の概要(5)

Research Activity of JSRA in 1974
by Research Division the Shipbuilding
Research Association of Japan

日本造船研究協会研究部

昭和49年度から3カ年計画をもって開始された「巨大タンカーの研究」に属する5課題及び昭和47～51年度にわたって実施されている「船舶の防食防汚方法の開発に関する研究」3課題の昭和49年度研究の概要をごく簡単に紹介する。なお、これら諸課題のうち、「船体塗装法等の開発に関する研究」は同年度をもって終了した。

大型化に対応する船舶操縦システムの調査研究

研究部会：SR151（部会長 野本謙作氏）

船舶の大型化に伴い、操船を船舶と運航者（操船者）を一体とするマンマシン系制御問題として分析し、安全運航の指針、そのための新しい計装の開発、船型・操舵設備の最適設計に資することが強く望まれている。このために実時間で船舶運航の状況を模擬する巨大船操縦シミュレータを製作し、制限水域における船舶運航の問題を分析して巨大タンカーの安全運航を増進する計装・設備の設計要件を調査・研究する目的で3カ年計画をスタートさせた。

49年度はその第1年度として、操縦シミュレータの計算機部分の製作（従来のアナログ計算機であるALS-200Xの仕事の一部を本研究用に改造した）及びシミュレータ用数学モデル（運動方程式）の選定を実施し、またシミュレータ用計装（コンパソレピータ、レートジャイロ、操舵スタンドその他）を製作し、これらを本シミュレータ設備場所である大阪大学の工学部の簡易模擬船橋内に設置した。

ただ本シミュレータの最大眼目であるビジュアルディスプレイ（視覚表示）装置は49年度はその一部（テレビカメラ、プロセクタヘッド等）を製作したのみで、この装置の完成並びに調整は50年度の子

とした。

このため49年度はこのビジュアルディスプレイを伴わない計装のみによる操縦システムの調査と実験を実施し、新規計装の評価等一応の成果をおさめた。

以上のように、49年度の研究は船舶操縦シミュレータの構想の策定と設計に大部分を費し、実験としては基礎的な資料を得たのみであるが、50年度以降に追加製作される各種装置の完成と相まって、巨大タンカーの安全運航並びに操縦用新規計装・設備等の開発に資するものがあると思われる。

新構造方式強度計算に関する研究

研究部会：SR152（部会長 山本善之氏）

今後開発される大型タンカーは、相対的な水深の制限とIMCOのタンク規制、特にSBT方式採用によって、主要寸法や各荷油タンクのプロモーションがかなり異なったものとなることが考えられ、船体構造も新しい発想が必要となる。このため49年度を第1年度として3カ年計画で70万及び100万重量トンタンカーについてSBTの条件のもとで試設計を行い、構造強度上の問題点の摘出とその解決法について研究することとし、49年度はL/Bが5.0で、縦通隔壁の数が3または4であり、ホリゾタルメインまたはパーティガルメイン方式の70万トンタンカー5種及び100万トンタンカー2種と比較のため、L/Bが5.5の70万トンタンカー2種を選定して中央部（荷油タンク及び専用バラストタンク部）の船体構造の試設計を行い、更にこれらの試設計船の横強度計算（平面格子、立体骨組、平面FEM等の各種計算）を行った。

また試設計船のうち3種についてNKのトータルシステムによる縦強度計算を行い、在来の大型タン

カーの実績との比較検討を行った。

更に大型船で発生しやすいいわゆるスプリングの基礎研究を行い、船体振動と船体底部の圧力との関係を模型実験によって検討した。

巨大タンカー用厚鋼板大入熱溶接継手の脆性破壊強度及び疲労強度に関する研究

研究部会：SR153（部会長 金沢 武氏）

1. 脆性破壊の発生・伝播停止特性に関する研究
一般用船体軟鋼板（KDK鋼板、板厚35mm）のエレクトロガス溶接継手およびエレクトロスラグ溶接継手を供試して下記の実験を実施し、本研究の基礎資料を得た。

(1) 組織・硬度分布調査（靱性評価）

各溶接継手とも通常の溶接継手に比べてボンド部及び熱影響部の硬さの上昇の程度は少ない。

組織は通常の継手に比べていずれの溶接継手も熱影響部の幅は広く結晶の粗粒化範囲も広く、ボンドおよびその近傍の結晶粒は異常に粗大化し、組織的にも脆化していることが予想される。

(2) 丸棒引張試験（強度の温度特性評価）

エレクトロガス溶接、エレクトロスラグ溶接による各溶接金属の基本的な強度の温度特性には差があまりないこと、両溶接金属の降伏応力、引張強さは母材よりも勝れていることがわかった。

(3) Vノッチシャルピー試験（靱性評価）

ボンドおよび結晶粒粗大化域において靱性が劣化していることが認められたが、その劣化の程度は少ないものであった。また靱性が劣化している範囲はエレクトロガス溶接継手に比較してエレクトロスラグ溶接継手の方が若干広いことが判った。

(4) 小形COD曲げ試験（靱性評価）

溶接部の限界COD (δ_c) の温度依存性曲線は母材のよく温度依存性曲線より高温側にあり、母材に比べ両溶接とも溶接継手部の靱性は低下していることがわかった。

(5) 中央切欠（板厚貫通）大形引張試験（脆性破壊発生特性）

大入熱溶接継手部の脆性破壊発生特性は、溶接金属および溶接ボンド部について同様な特性を示し、大入熱による材質が劣化する傾向にあるが、本実験では降伏点以下で破壊が発生するのは-20℃以下の低温域であった。

2. 疲労特性に関する研究

小形試験片の結果から原寸厚の母材及び継手の疲労強度を求めるための資料を得るため、以下の研究を実施した。

(1) 継手疲労試験

(i) 完全両歪制御疲労強度線図と切欠試験片の疲労強度線図とから求めた K_t-K_f 関係は肉眼亀裂発生寿命 N_c をパラメータとしてほぼ直線関係で近似することができ、またこの直線の勾配は N_c の増加にともなって増加する。

(ii) 2条件の形状係数に関する切欠試験片の疲労強度に基づく K_t-K_f 線図の推定法は有用であると考えられる。

(iii) 継手材の歪制御両歪疲労試験で得られたヒステリシスループの加工硬化定数 m 、 n は真応力範囲に依存し、また m と n の間に関数関係が認められた。

幅広肥大船の運航性能に関する研究

研究部会：SR154（部会長 元良誠三氏）

船舶は大型化に伴って、水深の制約から幅広肥大船型となり、また主機系統その他の制限から多軸となる可能性があり、安全運航上検討すべき問題が多い。本研究では多軸船の相似則及び制限水路における運航性能、操縦性に対する船尾形状の影響、浅水域における運動性能等巨大タンカーの運航特性を明らかにするため、3カ年計画の初年度の研究として次の研究を行った。

1. 多軸船の相似則に関する研究

6m2軸模型船（5-27型）1隻を用いて予備的な実験を行い、不安定現象の有無の確認その他次年度以降の実験に備え、データの収集を行った。

2. 制限水路における運航性能に関する研究

次年度に行う実験の予備的調査、浅水用桁等実験器具の調整、実験手順の確認等を行った。

3. 操縦性に対する船型の影響に関する研究

(1) 自由航走模型による操縦性試験

船型呼称	(母型) 5-27型	6-27型	4-27型	6-23型	4-34型
L/B	5	6	4	6	4
B/d	2.73	2.73	2.73	2.28	3.41
L/d	13.65	16.37	10.93	13.65	13.65
隻数	2 (うち1隻は2軸)	1	1	1	1

C_B が 0.82 の 100 万重量トンタンカーを想定した長さ 4 m の模型船を母型として、 L/B 、 B/d 、 L/d を変化した前表の 6 隻の系統模型船（いずれも長さ 4 m で、うち 1 隻は 2 軸）を製作し、3カ所で分担して、スパイラル試験、逆スパイラル試験及び Z 試験を実施し、船型諸要素の操縦性に与える影響を明らかにした。

(2) 拘束模型による実験

コンピュータ制御によるローテータリングアームを用いた 2.5 m 模型船（5—27 型）の拘束模型実験を行い、運動が小さいときに船体に加わる流体力を計測して、操縦性における異常現象を明らかにした。

4. 制限水路における運動性能に関する研究

(1) 浅水域における自由航走模型実験

2.5 m 模型船（5—27 型、4—34 型）2 隻により浅水域において旋回試験を行い、水深及び速度の影響を明らかにした。

(2) 拘束模型浅水実験装置の製作

浅水域における流体力を計測する目的で、次の機能をもつ実験装置を製作した。

ヒービング ± 50 mm ピッチング $\pm 10^\circ$
ローリング $\pm 20^\circ$ ヨーイング $\pm 30^\circ$
サージング ± 200 mm スウェーイング ± 500 mm

巨大タンカーの係船システムの研究

研究部会：SR155（部会長 栖原二郎氏）

巨大タンカーでは在来の大型船に比して長さ、吃水、乾舷が飛躍的に大きくなるため、風、波、潮流の影響も巨大なものとなる。このため巨大タンカーの係船に関して単に係船の問題だけでなく、泊地へのアプローチから離接岸まで含めたシステムとしての研究を行い、合理的な係船システムの設計要件を明らかにする目的で 3 カ年計画を開始した。

49 年度はその第 1 年度として、巨大船の泊地、シーバース想定のための外的条件について現存大型シーバースの実情、気象・海象条件の詳細な調査等を行い、また、現存の大型タンカーの係船設備、各操船作業の実情及び巨大化した場合の問題点、自動化・省力化の動向等の調査を行った。

更にブイ係留中の波による船体運動及び係船力の計算プログラムの開発に着手し、一方在来方式による岸壁係船プログラムによる 100 万トン、70 万トンの係船力（索張力）の検討を行い、225 m/sec. の平均風速と 1 ノット程度の潮流では、従来程度の索徑

及び配置で係船可能であることを知った。

この外、浅水中の微速移動船体に働く流体力（曳船能力算定の基礎資料）に関する実験の準備に着手した。

船体塗装法等の開発に関する研究

研究部会：SR139（部会長 矢野鎮雄氏）

昭和 49 年度、本研究 3 カ年計画の最終年度として次の研究を実施した。

1. 塗膜の強制乾燥硬化法の研究

(1) 新しい速乾燥硬化塗装法の調査

光硬化塗料及び光照射装置、電子線硬化塗料及び電子線照射装置、塗料の遠赤外線乾燥硬化について、文献、特許及び実用新案を収集、調査して、造船所への適用の可能性を検討した。

(2) 2 液性常温硬化塗料の改良

主剤と硬化剤の混合比を整数比にして、塗装機の混合比調整を簡単にする方法と、硬化剤の安定性を良くし、主剤と硬化剤を混合する前に硬化剤がゲル化するのを防ぐ方法を検討した。その結果、乾燥時間を 6 時間以内とし、塗膜物性、塗装作業性にも良い塗料が開発された。

(3) 光硬化塗料の改良

アクリル樹脂系及びポリウレタン樹脂系について、耐食性、貯蔵安定性のさらに良いもの及び臭の弱い塗料について検討した。

(4) 光硬化塗料の加工性に関する検討

アクリル樹脂系およびポリウレタン樹脂系について、溶断および溶接加工性に及ぼす影響について検討した。

2. 塗装前鋼材表面処理規準の作成および塗装前索地調整グレードと塗膜の耐食性

(1) 塗装前鋼材表面処理規準の作成

規準の適用範囲、記号による分類、一次表面処理、二次表面処理における調整グレードの決定、編集、製本の検討を行った。

(2) 塗装前の索地調整グレードと塗膜の耐食性

船舶塗装の防食規準を作成するため、船底部、水線部、上構部、バラストタンク部を対象とし、天然テスト及び促進テストを行い、船体被塗装部の塗装種、膜厚、下地処理程度に関連を明らかにした。

3. 船体外板清掃法の研究

船体外板に付着した藻類をアフロートの状態で除去し、燃費の節減を計るとともに、除去した藻類を回収し、海洋の汚染を防止するため、多段式および

回転式クリーナを試作するとともに、バックフィルタ式藻類分離装置を試作し、実船実験を行ってその実用性能と性能向上のための必要な資料を得た。

プラスチックタンクの腐食原因および防食方法に関する研究

研究部会：SR140（部会長 秋田好雄氏）

昭和49年度は本研究5カ年計画の第3年度として次の研究が実施された。

1. 腐食原因に関する研究

1. 1 応力（歪）の変化の実験

- (1) 塑性変形率0.2%以上の歪では、繰返し数2回/day~10回/dayの腐食速度に変化はない。ただし、10回/day繰返し歪0.7%の試験片は180日後にクラックを生じ、クラックを生じた試片の腐食面は均一化する傾向を示した。
- (2) 予歪は定常状態の腐食に特に影響しない。
- (3) たとえ僅かな繰返しひずみ（応力）であっても、長期間には腐食を促進するので注意を要する。

1. 2 水質の影響調査

漲排水を繰り返すプラスチックタンクの腐食は主として空槽時の腐食に支配される。この種の環境下で電気防食の効果を高めるには、漲水中に生成するエレクトロコーティング（E・C）が空槽時に防食性を発揮し、これが持続することである。本年度はこのE・Cの生成条件と防食性について調査した。

試験の結果、次のことが判明した。

- (1) E・Cの防食性は、50℃乾燥条件下では、ほとんど低下しないが、50℃100%湿度条件下では低下が著しい。
- (2) 50℃100%湿度条件下で有効なE・Cは、1.0V設定にて電気量60AH/m²以上を必要とする。
- (3) E・Cの防食性は、通電電気量と共にE・Cの組成特にCa/Mg比に影響されることが推定された。

2. 防食方法に関する研究

2. 1 防食電流密度におよぼす応力（歪）の影響の実験

- (1) 特に繰返し数の変化は所要防食電流密度に影響を与えない。
- (2) 0.05%ひずみでも十分な防食効果をあげるには、200mA/m²の電流密度を必要とする。
- (3) 無防食のときの腐食におよぼすひずみの影響

は、低ひずみ（0.05%）のときは腐食効果としてあらわれるのに相当の日数（200日）を要するのに対して、電気防食を行ったときは、短時間でその影響があらわれる。

2. 2 防食電流密度におよぼす漲水率、漲水期間の影響

- (1) 電気防食条件下でのプラスチック部の腐食はプラスチック条件と密度な関係にあり、1回の漲水日数が8日より短いと100mA/m²での防食効果は期待できない。
- (2) プラスチック条件として、漲水継続日数の短い場合は、タンク底部が上部より腐食の大きい場合がある。
- (3) 電気密度増加（200mA/m²）による防食もプラスチック条件によって充分効果を発揮できない。電流密度増加（200mA/m²）の場合、特に長期間後の防食効果の劣化が懸念される。

2. 3 タンク体積/表面積比（V/S）の防食電流密度におよぼす影響

- (1) 電気腐食効果はプラスチック条件の外にV/S比にも影響され、V/S比が大きくなると防食効果は低下する。
- (2) プラスチック条件、V/S比条件、電気防食条件によってプラスチック部の深さの方向の腐食分布には3種類あることが明らかになった。

2. 4 イナートガス組成と防食効果の実験

燃焼排ガスによる防食効果確認のため、人工排ガスを使用して海水のプラスチックされる部分を対象に腐食を検討した。

- (1) 常時、空槽部分（天井部）に対する効果
通常の排ガス組成では（SO₂ 0.02%）特に腐食を促進する傾向はみられず、若干防食効果が期待できる程度である。
- (2) 漲排水の繰返されるプラスチック部分に対する効果

腐食速度は時間と共に低下する傾向を示し、空気雰囲気と比べて著しい防食効果（SO₂ 0.02%、O₂ 5%で防食率が80日試験で36%、160日試験で60%）を示した。

2. 5 軟鋼の低速度低応力腐食に関する試験

- (1) 一般に短期間のプラスチック海水の漲水状態および漲排水繰返し状態において、鋼の自然腐食電位に対する付加応力の影響は小さく有位の差は認めがたい。しかし漲排水繰返し状態では応力の有無にかかわらず自然電位は次第に貴化する傾向が明らかである。

(2) 分極抵抗の測定によれば応力繰返し条件にと
もなう腐食速度の増加が明らかであるが、バラ
スト張排水の繰返しの方が腐食速度にはより大
きな影響を与える。

(3) 重量減少測定によれば張水状態では付加応力
による腐食増大が認められたが、張排水繰返し
条件下では腐食促進が大きく付加応力の効果は
顕著にあらわれない。

(4) バラスト張排水繰返しに付加応力繰返しがあ
えられた条件下では、短期間には付加応力の影
響が認められないので、長期にわたる実験が必
要である。

3. 実船調査および実船試験

3. 1 バラストタンクの温度・電位測定

祥和丸（太平洋海運所属、三菱長崎建造）を対
象船として、バラスト専用槽内に温度計、照合電
極を設置して深大タンク内の温度分布、およびこ
れとタンク壁防食効果との関係を調査した結果、
次のことがわかった。

(1) 温度

(i) 外板側の温度変化は外気温度とほぼ似た傾
向を示す。

(ii) 隔壁側は外板側に比し温度変化が少い。特
に積荷状態（掃路）でその傾向が強い。

(iii) デッキ裏では全航路を通じて昼夜の気温の
変化が激しい。(max 30℃)

(2) 電位

(i) 上部、下部での電位にほとんど差がない。

(ii) 5 航海目頃より電位安定までの時間が長く
なり、6 航海目より安定電位が貴方向に移行
している。この電位の差が塗装の劣化分防食
電流の不足かは不明である。

3. 2 タールエポキシ塗装

対象船 9 隻の試験塗装のうち、7 隻について 1
年目の追跡調査を行った。

調査の結果

(1) 塗膜の状態（肉眼観察）

調査各船ともフクレ、サビ、塗膜のハクリな
どなく良好。

(2) 塗膜劣化試験（インピーダンス測定）

調査 7 隻のうち 6 隻について測定。

安全性の高い長期防汚塗料の開発 研究

研究部会：SR141（部会長 岡田正三氏）

昭和49年度は、本研究5カ年計画の第3年度とし

て次の研究を実施した。

1. 文献調査

本年度は主として1970年までの文献（210点）を
収集し、一部カード化を完了したもの（144点）の
内訳は、生物の付着メカニズムに関する文献13点、
防汚剤の溶出機構に関する文献12点、船底塗料の試
験方法に関する文献30点、船体の汚損、粗度と船速
に関する文献5点、船底塗料の配合に関する文献31
点、安全衛生に関する文献27点、その他26点で、未
整理文献は66点（生物関係）である。

2. 汚損生物の基礎的研究

2. 1 汚損生物の分類分布季節消長に関する研究

前年度に引き続きわが国沿岸の付着生物の種類
・分布及びその季節の消長を調査するため、全国
港湾24カ所にアクリル板10×20cm 2枚貼合せ板を
送り、1カ月後及び3カ月後にこれを回収して調
査を行った。

もっとも普遍的な付着生物群は、海藻類、ヒド
ロ虫類、コケムシ類、フジツボ類であり、一時的
着生物としての端脚類がほとんどすべての場合に
出現している。

海藻類では緑藻類が圧倒的に多く、南から北ま
での各地に分布し、年間を通じて着生することが
きわめて特徴的であり、0～3mの程度の水深差
では上下両層の差はほとんどない。このことは実
船において緑層の付着層が少くとも3～5mにお
わたることとよく一致する。

2. 2 汚損生物の発生・着生・生理に関する研究

(1) スライムの発生・生長

この問題は極めて重要であり、目下室内実験
を続行中である。

(2) 付着生物の飼育

フジツボ類、カサネカンザシ類、フサコケム
シ類の飼育についてはかなり技術的に向上する
ことができたが、まだそれらの付着期幼生を用
いて実験する段階には至っていない。

(3) 付着藻類の飼育

アオノリ、アオサの飼育についてはほぼその
方法が明らかとなっているが、これを周年、随
所に利用するまでには達していない。目下江の
島水族館と協力して行っている。

2. 3 汚損の実態に関する研究

外航船27隻を対象に、ドライドック時に一定の
形式によって汚損の実態を調査、付着生物を採取
することとし、50年1月末まで22隻の調査、生物
採取を完了した。

3. 新防汚剤探究の研究

3. 1 新防汚剤探究の研究

(1) アルテミア法の精度の向上についての研究
アルテミアを用いる動物性付着生物に対する新薬物の効力試験は次第に安定化の傾向をたどっており、その表示法に用いる致死率(%)の計算がかなり複雑であるにもかかわらず、数回の反復実験の成果が中央値に対して±3%の範囲に入るようになった。

(2) アルテミア法による第2次募集新防汚剤の検定

農薬メーカー等より第2次募集によって集められた63種についてアルテミア法による検定を行い階級判定した。

(3) クロレラ法の精度の向上についての研究

前年度に引続き海水馴化クロレラのストックを保有し、これを用いて実験を行った。

(4) クロレラ法による第2次防汚剤の検定

新しいストックによる再検定を行った。

(5) アルテミア・クロレラ両法による検定結果の対比

アルテミア・スケール法は対動物効果の判定、クロレラ・スケール法は対藻効果の判定として開発されたものであるので、両者を比較対比することにより薬剤の性格を知ることができる。

(6) 新しい検定法の開発

(i) 紅藻を用いる方法

新しく東京大学応用微生物研究所より海産の紅藻のストックを入手し、培養を試みつつある。

(ii) 緑藻の染色度と成長を用いる方法

アオサ、ヒトエグサを用いて実験中である。

(iii) 海藻胞子の着生・成長による方法

防藻試験としては最も直接的な方法であるが、問題は周年検定の可能性如何と、胞子の着生成長をいかに数量的に表現し得るかによる。

3. 2 各種防汚剤の安全性試験

47年度分新防汚剤の試用試験及び新防汚剤の試作研究の結果、防汚性の期待される新防汚剤5種とそれらを含む防汚塗料についての毒性試験を行い、防汚剤としての妥当性を判定する際の資料とする。

供試塗料としては、有機錫化合物の防汚剤5種、それらを含むビニル系及び塩化ゴム系の

防汚塗料10種である。防汚剤については、急性経口毒性試験及びアレルギーパッチテストを行い、防汚塗料については、経皮毒性試験を行った。

3. 3 新薬物の試用試験

(1) ロータリー試験法の開発

生物付着防止薬剤(防汚剤)が防汚塗料の塗膜から溶出する速度は、塗膜の構成、塗膜表面の海水性状に影響される。特に塗膜表面近傍の薬剤濃度が拡散律則を支配するので、塗膜表面の海水流動は溶出速度に大きな影響を与える。従来の固定筏あるいは水槽による浸漬試験板より求めた溶出速度は、実船の船底塗料に対する溶出速度の推定には必ずしも適当ではない。かかる事情のもとに、ロータリー試験機を試作し、流動海中における船底塗料中の防汚薬剤の溶出速度を測定し、あわせて表面粗度による摩擦抵抗増加の影響を研究する目的で、ロータリー試験機の試作を行った。

4. 新防汚剤探究の研究

4. 1 第1次新規防汚剤の性能研究

農薬メーカーなどより提供された新防汚剤107種について防汚性能、簡易塗料化試験を行い、5種の防汚剤を選定した。

4. 2 第1次新規防汚剤の実船試験

第1次新規防汚剤種類のうち、防汚試験、乾湿交替試験、貯蔵安定性試験を総合的に判断し、良好な防汚性能を発揮すると期待される5防汚剤について実船試験の準備を行った。

4. 3 第1次新規防汚剤の併用試験

第1次新規防汚剤32種のうち、防汚性能が悪っていた27種の防汚剤の中に、他防汚剤と併用することによりより良好な防汚性能を発揮することが期待できる防汚剤について、亜酸化銅と併用した場合の防汚性能について研究を行った。

4. 4 第2次新規防汚剤の性能研究

農薬メーカーなどより提供された新防汚剤62種について、防汚性能、簡易塗料化試験を行った。

むすび

以上、昭和49年度に日本造船研究協会が実施した7項目30課題にわたる研究の概要を簡単に述べた。

次回からは、引続いて昭和50年度研究について紹介する予定である。

△

△

安全公害の話題

谷野龍一郎

海上交通 の 安全

* *

いつの頃からなのか、そして何故なのか、自分でもよくわからないけれど、船が好きであった。大した理由はないのだけれど、多分、自分の姻戚関係で戦時中海軍におり船に乗っていた人がいて、その人から折につけ船の話を知っているうちにそうなったのか、あるいは本で勇壮な軍艦や華麗な大型客船を見ているうちに自然にそうなったのか、とにかく、いつの間にか船が好きになっていた。そして、大学で船舶工学を学び、公務員試験に合格して、現在のところ運輸省で海運行政、造船行政を通じて船というものを眺めることとなった。

ご存知のように、わが国のような資源輸入、製品輸出型の経済構造を有する国にとって、安定的な輸送手段を自らが有する必要性は極めて重要であり、海運業はわが国経済に直接的な影響力を持つ。また、造船業も、その地域開発効果力、産業連関性等からわが国の基幹産業として、かつ国際収支上有数な輸出産業として、重要な位置づけにある。そんなことから、自分の仕事に対しては責任も感じているし、同時に誇りも感じており、この道に入ってちょうど8年を経過したが、今のところ毎日の生活にしごく充実感を覚えている次第である。

さて、話は別になるが、本誌も昔からよく愛読させていただいていた書の一つである。お聞きすれば昭和4年から実に48年間の歴史があるとおっしゃる。大したものだと思う。そんな折、ちょうど本誌の編集者の方から、何かいい企画があったらと相談を受けたので、たまたま日頃から考えていたことがあり、良い機会だと、本稿のためにページ数を割いていただいたわけである。

今、現在私がいるセクションは主に運輸に係る安

全と公害の問題を取扱っている。一般的に、ここ2～3年のわが国は量的拡大から質的充実の転換期にあるといえるが、それだけに、安全なり、公害なりの問題は一層厳しい目でチェックされ認識されるようになってきた。しかしながら安全と公害の問題は人により受け取り方が異なるし、その考えの基礎にある基準の置き方も異なり実に複雑である。ある人は「豊かになる」のだったら多少のことはいいではないかと言う。そうすると、今度は「豊かになる」とは一体なんだろうと考えたくなるのである……。

ある外国の経済学者が書いた本を読んで「なるほど」と思ったことがある。ただし、全くその本を読んだ私の理解の浅さからそう早合点しているのかも知れないが、とにかく「なるほど」と思ったのである。それは、「豊かになる」といったことを「選択が拡大する」ことだと定義づけて理解したらわかりいいのではないかと思ったことである。すなわち、国民全体の生産力が上り、所得も増え、生活レベルが向上し、ずい分贅沢が出来るようになった反面、昔は家族で歩いて泳ぎに行けた裏の海岸が産業開発の結果なくなり、あるいは汚染され、海水浴どころではなくなったし、すばらしかった景観もすっかり損なわれた。これを合せて考えてみた時、果して「豊かになった」と言えるのだろうか、逆に結果的には国民1人1人が毎日の生活の中で自由に行なえること（すなわち選択）が少なくなってきたはいないか……。

なかなか、一義的に判断しがたいことであろうが、かように安全なり公害なりの問題は、複雑で容易に解決しえないものである。それだけに、安全、公害行政を行なう行政府サイドと行政結果の影響を受ける一般の人達との間には、なるべく多くの接触の機会があってしかるべきだと思う。

あまり愚にもつかない話を長々と書くのも恐縮するので本稿の趣旨の話にもどるが、われわれの立場からすれば、今、行政府で何が話題になり、今後どんな方向で進んでいくのか、実は関係のある一般の人達に知っておいていただきたい話は割合多いものであるが、なかなかお知らせする機会もないし、どんな方法でお知らせするのが適当なのか、手段も存じ上げないものである。そこで、本書に適当なページ数を割いてもらって定期的に、その時々話題なり、出来ごとをご報告しようというのが本稿の趣旨である。時々筆がすべてご批判に耐えない書き振りになることはお許しをいただくこととして、この企画が読者の皆様方のお役に立つことを願いつ

つ、早速今月の話題に入ることとする。

*

○ 交通安全基本計画の策定

陸、海、空の全てにわたり、交通の安全に係る国及び地方公共団体の施策の大綱を定めた交通安全基本計画が去る3月30日の中央交通安全対策会議（内閣総理大臣を会長とする閣僚メンバーで構成）で決定された。本計画は昭和51年度を初年度とする5カ年計画で第2次の計画（第1次は昭和46年度～昭和50年度）に当り、交通安全対策基本法（昭和45年法律第110号）に基づき作成されている。本計画を受けて、中央においては各指定行政機関が交通安全業務計画（毎年度作成）を作成し、地方においては、法に基づき設置された都道府県交通安全対策会議及び条例で設置することができる市町村交通安全対策会議が、それぞれ都道府県交通安全計画及び市町村交通安全計画を作成し、具体的な施策の実施を図ることとしている。

なお、基本計画は法に基づき、次の事項について定めるものとされている。

- ①交通環境の整備
- ②交通の安全に関する知識の普及等
- ③車両、船舶等の安全な運転又は運航の確保
- ④車両、船舶等の安全性の確保
- ⑤交通秩序の維持
- ⑥緊急時における救助体制の整備等
- ⑦損害賠償の適正化
- ⑧科学技術の振興等

本基本計画は前述のとおり、陸、海、空の全てにわたっているが、全般的にいえることは、第1次基本計画と異なり、安全対策の質の充実を重点を置いている。すなわち、第1次計画策定時の昭和45年頃においては輸送需要の急激な進展の時期にあり、これら需要に対応した交通社会資本としての施設の整備が重要な課題であったが、現在のいわゆる安定成長期にあっては、施設整備もさることながら、むしろ、交通の場において弱い立場にある歩行者や自転車利用者等の保護及び交通事故による被害者救済等に力点を置いているところが大きな違いといえる。

以下に特に本誌の読者に関係の深い海上交通の安全について計画の要旨を掲げることとする。

海上交通の安全

第1節 海難の発生状況とその防止

近年における海上交通の態様は、狭水道等にお

るふくそうに加え、船舶の大型化、高速化、特殊化の進展等により複雑になってきている。このような情勢に対処し、昭和46年度以降、航路、港湾、航路標識等の交通環境の整備をはじめとする各般の施策を総合的かつ計画的に推進してきたところである。

この結果、救助を必要とした海難は徐々にではあるが減少傾向にある。しかしながら、最近におけるカーフェリーあるいは危険物積載船の事故は、その規模の大型化、特殊化、周辺海域に及ぼす影響等重要な問題を新たに提起している。

このため、特にこのような海難の防止に重点を置いて諸般の施策を推進し、海難を極力減少させるとともに、海難が発生した場合には、特に人命の救助に万全を期するものとする。

第2節 講じようとする施策

1 海上交通環境の整備

(1) 交通安全施設等の整備

昭和51年度を初年度とする港湾整備5カ年計画に基づき、航路、防波堤、泊地等の整備を推進するとともに、漁港については、昭和48年度を初年度とする漁港整備計画に基づき、防波堤、泊地等の整備を推進する。

また、港湾法に基づく港湾の施設に関する技術上の基準については、石油バース等危険物バース及びカーフェリー埠頭、マリナー等の施設に重点を置いて、その充実強化を図る。

更に、沿岸、港湾、狭水道等においては、各種の航路標識の整備を推進するとともに、港内の危険な水路においては信号所の整備を推進する。

(2) 合理的な交通規制の推進

港内、主要狭水道等における船舶航行の安全を確保するため、海上交通関係法令の整備等を推進し、実態に即した合理的な規制を行う。

また、船舶交通のふくそうする河川、湖沼等の水域であっても、事故防止のための措置を推進する。

(3) 海上交通のふくそうする海域における情報提供及び航行管制の充実

当面、海上交通の特にふくそうする東京湾についてレーダー局の整備等を推進することにより、海上交通に関する総合的な情報提供・航行管制に関するシステムの整備を推進する。

(4) 大型タンカーに関するその他の交通環境の整備

東京湾、瀬戸内海等における大型タンカーの海難による大規模な災害を未然に防止するため、シ

ーパス、CTS（原油中継基地）、パイプラインの整備等大型タンカーに関する交通環境の整備についての調査を実施する。

2 海上交通の安全に関する知識の普及等

海難防止強調運動、海難防止講習会の開催等の海難防止活動の充実を図るほか、広報媒体を通じて海難防止思想の普及に努める。

また、海難防止関係団体の指導育成、海難防止に関する民間組織の拡充強化を図る。

3 船舶の安全な運航の確保

(1) 船員教育の充実及び船員の資格に関する制度の合理化

船舶の大型化、船舶の技術革新に対応するため、教育内容の充実及び教育施設の整備を推進するほか、海技従事者の試験内容の充実を図り、資格制度の合理化について検討を行う。

(2) 船舶の運航管理の適正化等

旅客船については、運航監理官による乗船監査及び運航管理者に対する研修の実施等により適正な運航管理を促進する。内航貨物船についても運航管理に関する制度を検討する。

更に、船長による発航前検査等について船員労務官の乗船監査等による指導監督を行う。

(3) 船員の労働条件の改善

船員労務官による小型船舶、漁船の労働条件の改善に関する指導の推進、労務担当者講習等の充実により、労務管理体制の確立と近代化を促進する。

(4) 水先体制の整備

船舶交通状況等に対応して水先区の新設、拡張等を行うとともに、水先人の適正な人員の確保等及び業務用施設の整備等を推進する。

(5) 海上交通に関する情報の充実

水路測量、海象観測等の体制を強化して海図、水路誌等を整備するとともに水路通報を充実して航行の安全に関する情報を迅速に船舶に提供する。

また、海上交通の安全に関連の深い台風、波浪、霧、海水等の的確な把握と予報精度の向上を図るため監視、観測体制を強化充実するとともに、波浪情報、気象情報等を迅速に伝達する。

4 船舶の安全性の確保

(1) 船舶の構造、設備等に関する安全基準の整備

国際条約の動向に対応して、船舶の構造、設備等に関する安全基準の整備を推進する。

また、タンカーの防火構造基準及び油流出防止構造基準並びに危険物積載船の構造、設備及び積

付け方法等についても国際基準に沿った安全基準の整備を図る。

この外、小型漁船に対し、船舶安全法の構造、設備等に関する規定の適用拡大を図る。

(2) 船舶の検査体制の充実

技術革新に伴う船舶の大型化、専用化等による船舶検査業務の複雑化、高度化に対処して、船舶検査官の研修の強化、配置の適正化等により、船舶検査体制の整備を推進するとともに、認定事業場制度、型式承認制度を充実する。また、小型船舶の安全性を確保するため、日本小型船舶検査機構の業務の充実強化を図る。

5 海上交通秩序の維持

海上交通のふくそうする航路に重点を置いた指導取締りの強化、海事関係法令違反の全国一斉取締り等の実施によって、海上交通秩序の維持を図る。

6 緊急時における救急体制の整備

(1) 海難情報の収集処理体制の整備

船舶、航空機の遭難、緊急通信等を聴取し、迅速、適切な救助通信を行うため、通信諸施設を整備し、情報収集処理体制の充実を図る。

(2) 海難救助体制の整備

巡視船艇、航空機及び基地の整備を計画的に推進するとともに、前進しよう戒等の救助即応体制の強化及び特殊救難体制の整備を図る。また、総合的な救助活動を行うため、海難救助関係機関等の連絡協調に努める。

(3) 海上火災消防及び流出油防除体制の整備

タンカー事故等による海上火災又は流出油等に対処し、海上交通の安全を確保するため、消防船艇、オイルフェンス展開船、流出油防除資機材等の計画的な整備を推進するとともに、海上災害の防止に関する法令の整備を行う等総合的な施策を推進する。

7 損害賠償の適正化

船舶の事故により旅客及び第三者等与えた損害に関する船主の賠償責任に関し、国際条約の動向等を勘案して一層の適正化を図る。

8 科学技術の振興等

(1) 海上交通の安全に関する研究開発の推進

海難の発生要因となる交通環境、自然的条件及び船舶性能等に関する科学研究並びにタンカー事故等の被害の軽減を図るための研究開発を促進するため、国立の試験研究機関等における研究施設、研究費等の充実、研究体制の整備を図るとともに、関係試験研究機関相互の連絡協調による総

合的な試験研究の促進を図る。

(2) 海難原因の究明のための総合的な研究調査の推進

海難原因を総合的かつ迅速に究明し、同種の海難の再発防止に資するため、海難船舶に関する調査、鑑定等の積極的な実施、海難関係資料の効果的な活用を図るほか、学識経験者である参審員の活用、審判官、理事官等の研修の充実等海難原因の究明体制の強化を図る。

上記海上交通の安全に関する基本計画に基づいて、昭和51年度の実施計画を策定するわけであるが、安全対策事項別の予算額は以下の通りである。

1. 交通環境の整備	16,037百万円	航路、港湾、航路標識等の整備
2. 船舶の安全性の確保	137 "	船舶検査、安全基準の整備等
3. 安全運航の確保	8,732 "	海上交通関係法令の周知徹底等
4. 警備救難体制の整備	7,364 "	巡視船艇、航空機の整備、海難救助、海上防災体制の整備
5. 海難防止に関する研究開発	24 "	
合計	32,294 "	

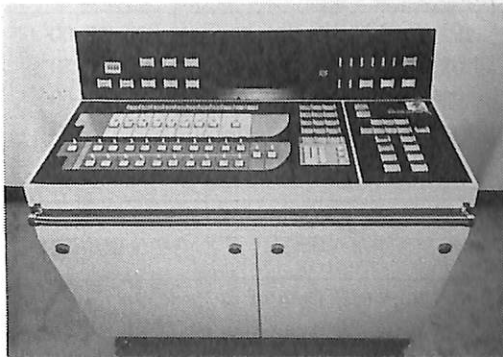
Ship Building & Boat Engineering News

■三井造船、ばら積貨物船用荷役計算・監視装置を完成

荷役作業の合理化を目的した荷役計算・監視装置の研究開発を進めていた三井造船は、このほど同装置のばら積貨物用の CAL-MONITOR(Bulk) を完成した。(下写真)

本装置は、昭和46年世界初の超自動化VLCC「三峰山丸」に搭載し優秀な成績を収めている CAL-MONITOR(TANKER) に続き、主に撒積貨物船および鉱石運搬船の荷役計算業務の能率化と荷役作業の安全性の向上を図ったもので、特に本装置の最大の特長は設定計算であり、港湾条件、船体姿勢、船体強度等の諸条件を考慮しながら、積付のシミュレーションによって時々刻々変化する船体状態を計算し、バラストポンプおよびバラストタンク弁開閉の操作、手順の決定、荷役終了時期を推定し、最も有効な荷役シーケンスを決定するシステムである。

なお、三井造船は、これまでに三井オートシップ



(Auto Ship) シリーズとして「船舶航行援助装置」「波浪による船体応力監視装置」「船舶用衝突予防装置」などの船舶航行自動化装置を開発してきたが、今回の装置は、Auto Ship シリーズの一環として荷役関係の自動化の促進に大きく寄与するものと期待されている。

■オート レーザ システム「Model 944 レーザレベルと Model 970 レーザロッド」

水平自動復元機構を備えたレーザ発振器とビーム中心を自動的にとらえて位置を確認する「レーザロッド」の組合せシステムは米国スペクトラ・フィジック社の開発によるが、わが国では丸文閣(東京都中央区日本橋大伝馬町2-1-1 電・03-662-8151)が一手輸入発売している。

特長

- (1) レーザレベルは、台面上におくだけで±8度の範囲においては自動的に水平を復元、水準が崩れた場合、ビームがとまる。
- (2) レーザロッドは、走査長900mの間をセンサーが自動的に移動して、ビーム中心で停止する機構で、地上高さ、梁下さがり、または予めセットした規準位置での上下差、寸法が一目で読みとれる。従って応用範囲は、道路、空港、運動場等の整地舗装、コンクリートスラブのモノリシック仕上げ、間仕切、柱、コンクリートパネル等の垂直規正等、その応用は広範囲にわたる製品である。

イラク港湾局向け 21m および 27m 旅客艇

The State Organization IRAQI Port Soip.
 21m Crew Boat & 27m High Speed Passenger Boats
 by Design Div. Yokohama Yacht Co., Ltd.

横浜ヨット株式会社設計部

1. まえがき

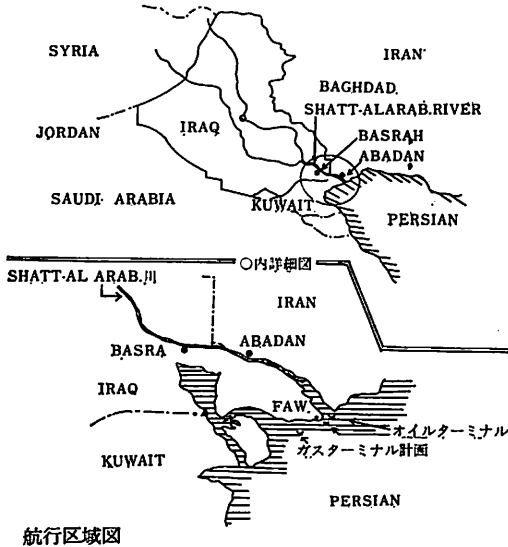
昭和49年7月頃にイラク国港湾局から商社を通じて当社に種々の船艇の引き合いがあった。そのうち下表の2種類について応札した。

昭和49年12月から50年1月末の間、現地で技術ネゴを行なって契約が成立し、51年4月30日それぞれ竣工した。今回各艇2隻計4隻の試運転も完了したので、ここにその概要を述べてみる。

なお本艇は4月下旬船積みの上、イラク国に引渡される。

本艇の航行区域は大略下図に示す通りである。

設計条件について主な点を列挙すると次の通りである。



航行区域図

- (a) 船級はロイドの +100 A1 を取得すること。
- (b) 速力は満載状態で連続最大出力の90%出力でかつ下記条件の下で24ktを確保すること。
 外気温度 45℃
 海水温度 37℃
 湿度 高湿度
 本件は技術ネゴにおいて船の状態は満載でなく、燃料、潤滑油、清水は半載の状態に変更した。
- (c) 空調設備は下記条件を満足すること。
 夏期 外気45℃、湿度78%を室内25℃、湿度50%とすること。
 冬期 外気0℃を室内20℃とすること。
- (d) 発電設備 空調設備その他主要機器は一方が故障すれば、直ちに他方が使用し得られるよう複数のものを装備すること。
- (e) 機関室は保守点検と修理作業のため十分な広さとする。
- (f) 主要構造部材寸法は船級の要求するもの10%増しとすること。

2. 主要要目及び主要装備

	21m艇	27m艇
全長 (m)	21.00	27.00
幅(型) (m)	4.50	5.50
深(型) (m)	2.30	2.50
計画吃水(型)(m)	1.15	1.25
主機関 名称	MTU 12V 331TC71 2基	

Serial	Number Required	Approximate Dimensions L×B(Meters)	Speed Knots	Purpose
IV	TWO(2)	15×4	24	Transportation of Personnel Each of 25 Passenger Capacity
V	TWO(2)	20×5	24	Transportation of Personnel Each of 50 Passenger Capacity

出力	MAX	1,225 PS/2,100 RPM
"	MCR	1,135 PS/2,055 RPM
"	90%MCR	1,025 PS/2,000 RPM
減速力		1 : 1.51
速力(節)(燃料, 潤滑油および清水は半載, 90% MCR出力において)		

	24	24
旅客(座席)(人)	26	50
乗員(人)	6	7
燃料(m ³)	6.5	6.5
清水(m ³)	2.3	3.5
推進軸	ステンレス鋼	NAS46 H4
推進器	814φ×770P ×1.04α _d	800φ×755P ×1.04α _d
同上回転方向	外廻り	外廻り
発電機(2台)	AC385V ×35KVA	AC385V ×62.5KVA
空調 冷房	25,000 kcal/H	48,000 kcal/H
" 暖房	5,590 kcal/H	9,460 kcal/H

3. 両艇の概要

本艇の計画に当り、船主の要求である概略寸法では要求された諸機器の搭載、定員の座席の確保及び推進性能、安定性能その他諸性能を充分満足させることがむづかしいので、船体寸法を大きくせざるを得なく、先ず次の寸法でまとめて一応提案した。

21m艇 全長19.5m 幅(型)4.5m 深(型)2.0m

27m艇 全長25.0m 幅(型)5.5m 深(型)2.5m

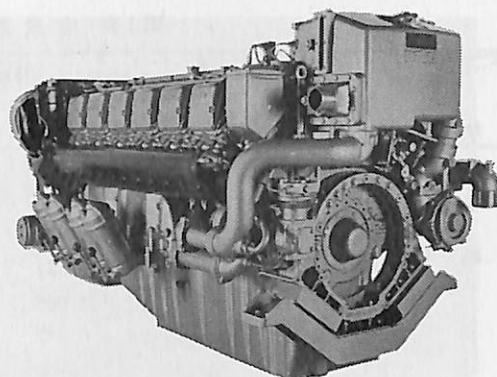
その後、技術ネゴの結果、なお主要寸法を変更せざるを得なくなり、前記に示したものになった。しかし、21m艇の方は機関室及び空調室が狭く、諸機器の配置に苦心したが、これ等諸機器の保守、点検等のためには十分な広さではなかった。

本艇はロイドの船級を取得するためのロイド(横浜)と船主代行で仕様書上のためのロイド(ロンドン)および国内の船舶輸出力によるためのJGに承認図面を出し、これ等が返却され、訂正または変更点がある場合、これ等の間の調整を要するので、いろいろの不便を痛感したものである。

船体構造は国内の軽構造船暫定基準を準用し、ロイドの承認を得て計画し、上甲板以下の主要構造材はマリン50(耐候性高張力鋼板)で、上部構造物は軽合金材を使用した。

本艇の航走中の写真、諸配置、機関室全体装置および構造断面図を別掲に示す。

完成重心試験成績表および速力試験成績表を第1表および第2表に示す。



主機関MTU12V331

4. 主機関

軽量でコンパクトな西独MTU社の船用4サイクル過給機付12気筒高速ディーゼルエンジン(12V331TC71型)に、西独ZF社製(BW255L型)逆転減速機を直結した推進機関を2基装備した。弾性継手は主機関と減速機関の中間ケーシングに内蔵されている。

主機関の特徴は比重量および比容積が小さいこと、高回転数にもかかわらず、アンダースクウェアエンジンのため、ピストン速度は低くおさえられていることである。直噴式機関であるため冷間時においても始動が容易であり、また低い燃料消費率である。海水、清水、潤滑油用各ポンプはすべて主機駆動であり、この他主機駆動ビルジポンプも装備されている。

海水、清水の熱交換器は、エンジン機付の清水膨張タンクに内蔵されている。潤滑油冷却、空気冷却、過給機冷却および排気ガス集合管は清水で間接冷却されている。逆転減速機の潤滑油冷却器は、海水で直接冷却されている。

主機の操縦即ち、起動、停止、増速、減速および減速機の正転、逆転、クラッチ操作等は操縦室および機関室の2箇所装備されているコントロールレバーの操作で行なえる。機関制御はプッシュプルケーブルを介する機械式であり、逆転減速機の制御は電氣的指令にて、電磁継電器を介して油圧クラッチを作動させる方式をとっている。

主機関の外観を写真3に示す。

主機関の要目はつぎのとおり

メーカー: MTU GmbH 西ドイツ製

機関名称: 船用高速ディーゼルエンジン

機関型式: 12V331TC71

最大出力: 1225 PS×2, 100 rpm

連続最大出力: 1135 PS×2, 055 rpm

第1表 完成重心試験成績表

項目	艇名 状態	21m 艇		27m 艇	
		軽荷状態	満載状態	軽荷状態	満載状態
排水量	t	44.232	54.954	59.793	73.901
相当吃水	m	1.110	1.255	1.118	1.245
吃水(型)	前部	0.894	1.135	0.911	1.136
	後部	1.281	1.353	1.277	1.333
	平均	1.088	1.244	1.094	1.235
トリム	m	0.387	0.218	0.366	0.197
TPC	t	0.730	0.757	1.066	1.101
MTC	t-m	0.965	1.030	1.738	1.830
KB	m	0.750	0.835	0.760	0.840
BM	m	2.005	1.755	2.900	2.530
KM	m	2.755	2.590	3.660	3.370
KG	m	1.705	1.644	2.039	2.041
GM	m	1.050	0.946	1.621	1.329
XB	m	1.170	1.160	1.026	1.133
YG	m	2.014	1.568	2.091	1.622
XF	m	1.225	1.095	1.618	1.488

第2表 速力試験成績表

項目 分力	21m 艇				27m 艇			
	速力 (Knots)	機関出力 (BHP)	機関回転数 RPM	排気温度 (°C)	速力 (Knots)	機関出力 (BHP)	機関回転数 RPM	排気温度 (°C)
1/2	17.616	—	1,645	412	16.687	1,305	1,645	410
3/4	22.003	1,715	1,880	435	21.162	1,810	1,880	430
90%	24.469	2,057	2,000	445	23.522	2,110	2,000	430
3/4	25.549	2,220	2,055	440	24.414	2,275	2,055	435
TOP	26.471	2,400	2,120	445	24.815	2,475	2,120	440

- (注) 1. 機関出力は燃料消費量より推定したもので2機の合計値である。
 2. 機関回転数および排気温度は2機の平均値である。
 3. 艇の状態は次の通りである。

	21m艇	27m艇
平均吃水(型) (m)	1.190	1.196
トリム (m)	0.370	0.292
排水量 (t)	51.65	70.09

4. 上記成績は各艇2隻共運転を終了したが、その中の1艇ずつを示した。

作動方式：4サイクル単動
 シリンダ配列：90°V型
 シリンダ数：12
 シリンダ径/行程：165mm/155mm
 過給方式：排気ターボ過給
 燃焼室方式：直噴式
 冷却方式：水冷式（海水間接冷却）
 潤滑方式：強制式（ポンプ主機内蔵フィルター
 主機付）

起動方式：ゼルモーター起動
 起動用バッテリー：24V, 180AH
 回転方向：出力側より見て時計方向
 燃料：軽油1および2号
 燃料消費率：165g/PS・H±5%
 逆転減速機：ZFマリーニングヤ (Zahnradfab-
 rik Friedrichshafen AG) 西独製
 ZF減速機 BW255L2基
 減速比 1.51:1



21m Crew Boat



27m High Speed Passenger Boat

現場のための 最新刊! 発売中!! 強化プラスチック船の工法と応用

田中 勤 (日本飛行機・船艇 事業部製造部長) 著 A 5 判上製240頁 定価2300円(送料200円)
 図版・写真130余

多年FRP船および一般成形品の製造に従事している著者が、その深い経験を通じてFRP船の正しい工法と応用技術の実際を巨細にわたり平易に解説。関連技術者が座右に欲しい必携書である。

■ 主なる内容 ■ 第1章・材料/ガラス繊維/樹脂/副資材/ポリエステル樹脂の硬化特性/第2章・成形型/FRPメス型/木製メス型/樹脂パテ/樹脂塗装およびペーパー研ぎ/第3章・成形/ハンドレイアップ法による成形/積層計画/離型処理/ゲルコート/ガラス裁断/積層作業/積層工程中の注意/船こく構造部材の取付け/脱型/第4章・組立/甲板の取付け/2次加工/固着/木材とFRPの接着/リンバーホルルの取付け方法/コアの応用/第5章・保守、修理/保守/修理/損傷を生じ易い箇所および主なる原因/破損の修理/第6章・安全と衛生/第7章・製作例/付参考資料

好評 ■ 既刊書 = 図書目録呈

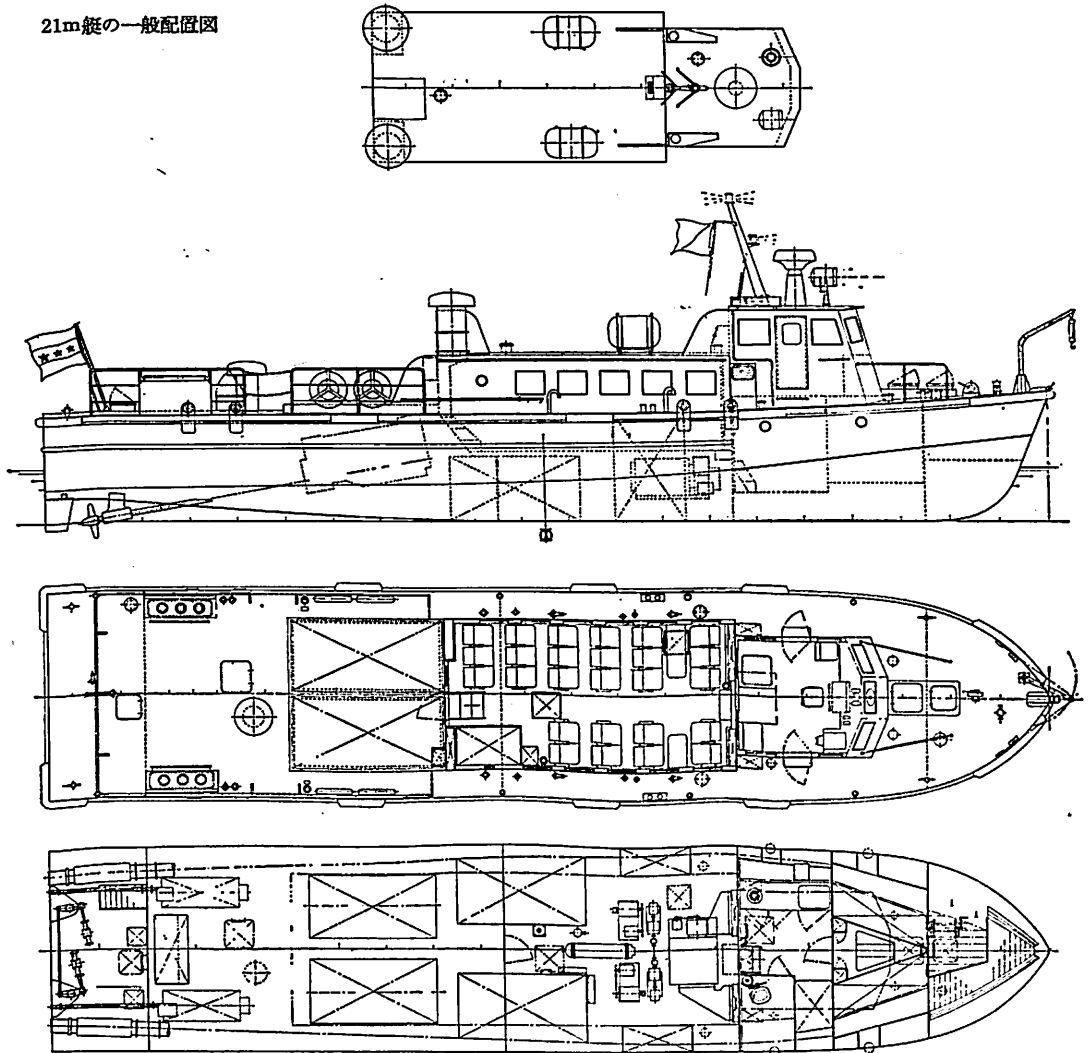
強化プラスチックボート 戸田孝昭著 実験データを基にFRPボートの設計・製造技術を解説。関係技術者、製造従事者必携の書
 価1200円(送200円)

高速艇工学 丹羽誠一著 体系的モーターボート工学 ■ 基本設計/船型/運動性能/構造強度/副部、機関部設計/他
 価3000円(送240円)

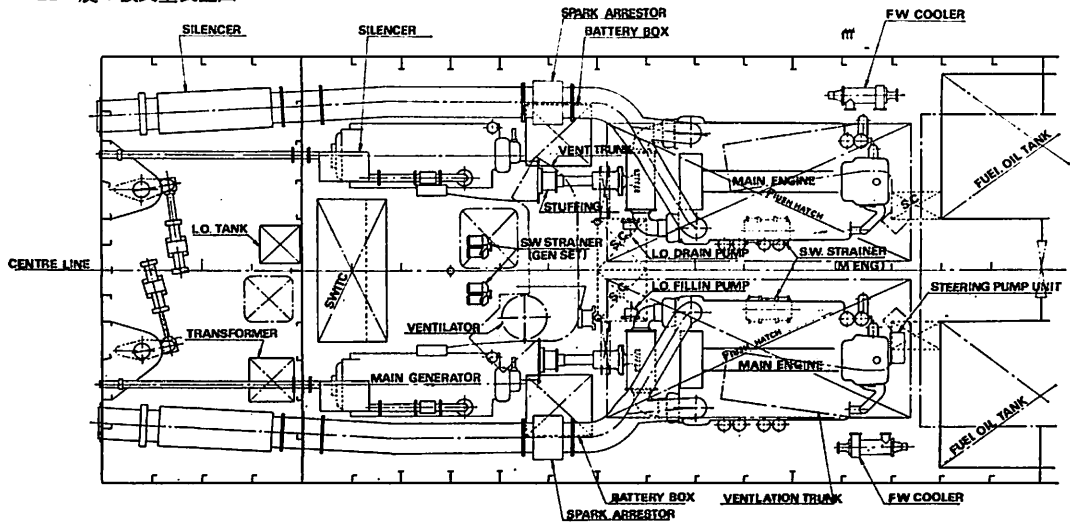
ボート太平記 小山捷著 流体力学、構造力学をはじめ、むずかしい「舟艇の物理」を平易な文章と独創的な挿絵(100余版)とによって解説
 価2000円(送200円)

発行 株式会社 舵 社 〒104・東京都中央区銀座5-11-13(ニュー東京ビル) 電話(03)543-6051(代)・振替東京1-25521(舵社) 発売 株式会社 天然社

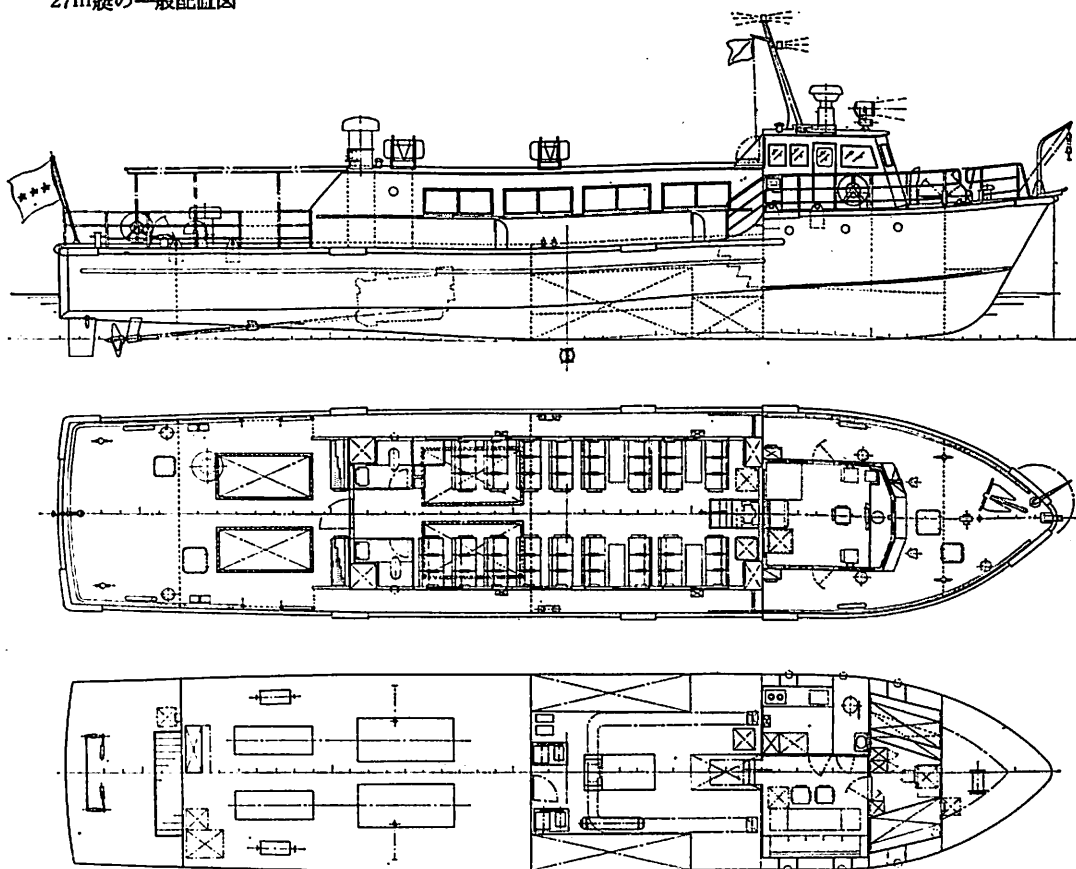
21m艇の一般配置図



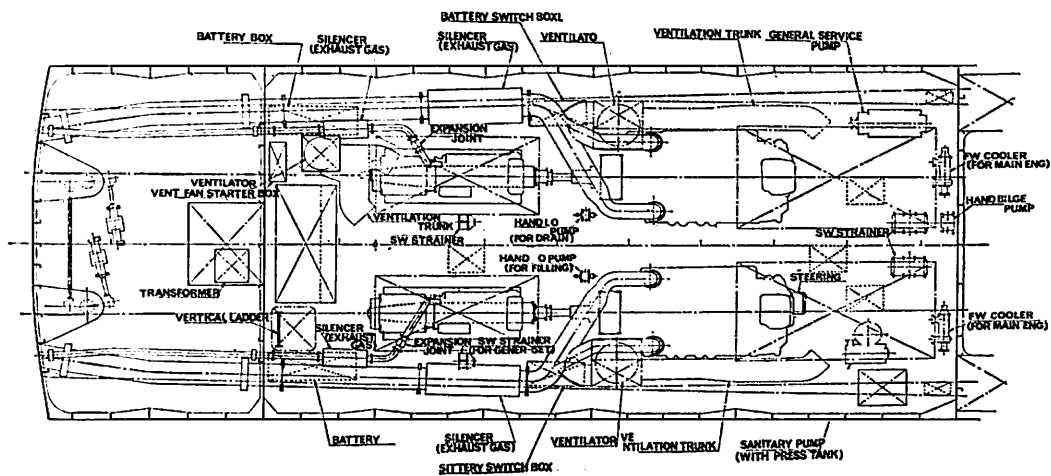
21m艇の機関室装附図



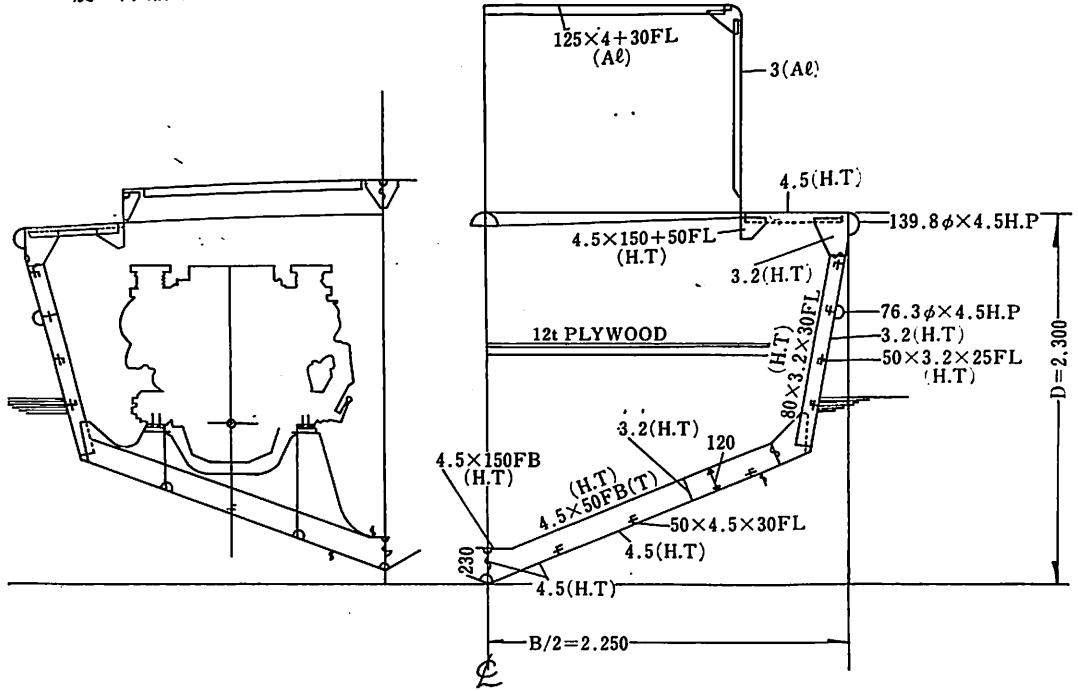
27m艇の一般配置図



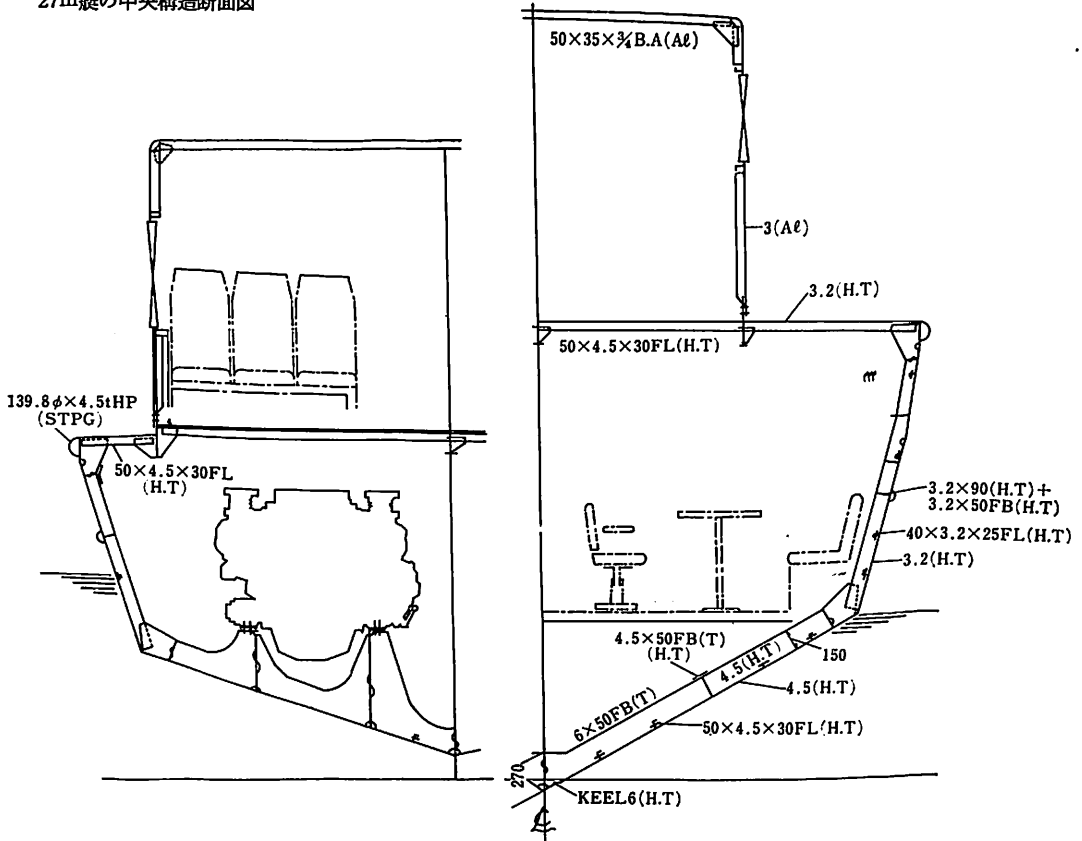
27m艇の機関室装附図



21m艇の中央構造断面図



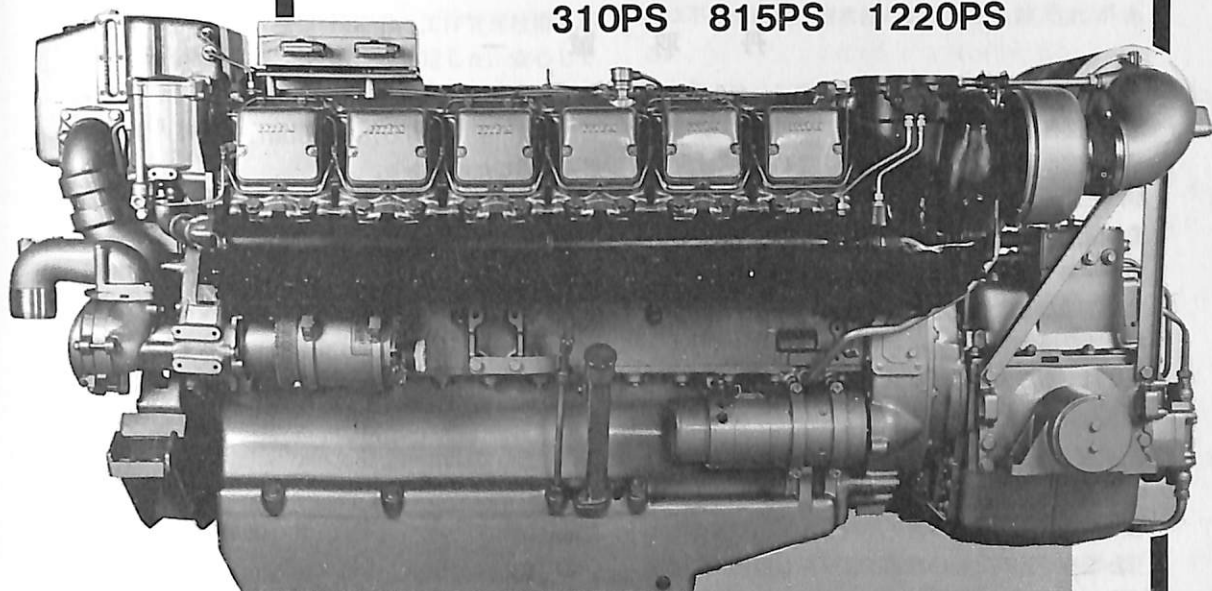
27m艇の中央構造断面図



軽量・コンパクト

mtu

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



MTU代理店

技術コンサルタント

機関輸入販売

アフターサービス・パーツ倉庫／東京・大阪

M·A·N (JAPAN) LTD.

☎100 東京都千代田区有楽町1-10-1 ☎03(214)5931

圖連載 FRP船の構造設計 <4>

The Design of FRP Boats Constructions <4>

by Capt., S. Niwa

丹 羽 誠 一

工作図書による作業管理

設計図は製品の完成した状態を示すものであるが、これを完成させるまでの過程を指示する図書を工作図書という。今までの木造漁船の場合、設計図でさえ完全なものが作成されない場合が多く、まして工作図などは作成された例は無かったであろう。これは現場作業のリーダーである船大工の頭梁が、主材料である木材の性質をよく心得ていたし、特に変わった船でないかぎりその完成状態がすぐに頭に浮び、その工作の順序・方法・仕上の程度などを先の先まで見通すことができたから、何もあらたまって工作過程を指示する必要が無かったからである。

ところがFRP船の建造はまったく新しい種類の工作であって、まだそれだけの歴史がない。工作法の基準もこまかいところまで確立されているわけではない。特に大型船の建造については経験が足りないし、原材料に対する基礎的な知識も現場作業者に十分に普及しているわけではない。現場作業のリーダーとしても工作過程を見通すだけの経験を持つものは少いし、特に工作法と製品の品質との関連についての正確な知識を持つものはきわめて少い。5年、10年のFRP船建造の経験があっても、それは自己流に慣れて不完全な工作をしている場合がかなり多く見うけられる。このように自分はFRPがわかっているつもりの人々の多くは、化学反応について考えようとはせず、木船工作の安易な置きかえとしてFRPを認識している場合が多い。

小型の沿岸漁船を、比較的余裕のある厚さで積層していたあいだは、初歩的な設計ミスによる事故はあっても、FRP工作の本質に起因すると考えられる事故は出ていなかったからよかったが、大型の、遠洋に出る漁船（59トン型かつお・まぐろ漁船など）が多数建造されるようになり、工作の本質に起因すると考えられる事故が度々発生し、正しい工作図書にもとづいて、正しい積層工作を行ない、安定

した品質の製品を得るための積層作業管理の重要性を強く感じたのである。

FRP船の建造とは、物理的に素材を組立ててゆく鋼船や木船の建造とはちがいが、化学変化によって原材料が変化して外板となり肋骨となってゆく過程である。したがって積層品の正規の物性を有する船体を造るには、化学変化の速度にしたがって作業を進めてゆくことが必要であり、船が大きくても小さくてもその化学変化の進行速度は自由に変えられる性質のものではない。

それだけに完成したときこのような状態になるよう建造しなさいという設計図ができて、それに至る順序方法を示して、健全な積層作業のできる途を示さなければ、広義の設計は完了したことにならない。

溶接構造や鋸構造の鋼船ならば、今日の大手造船所のような完備した設備や人数がなくても、少人数でも長期間をかけて健全な船体を作ることができるが、FRP船体はそうはいかない。化学変化の速度によっておさえられる時間内に作業を完了する方法があるかどうかの問題なのである。

500トン、1000トンの船も建造工程を無視すれば設計することは可能である。しかしその膨大な積層作業量を樹脂の重合反応の進行速度と関連していかになすかが解決されなければ、実用上、設計ができたことにはならない。

これは10トン、20トン程度の船でも変りない。手持設備、手持工数で、いかなる手順、いかなるスケジュールで作業すればよいか決定されなければならない。それゆえFRP船の構造設計は、積層要領図、積層指示書などを含む工作図書があってはじめて完全な設計になるのである。このようなわけで、設計者も樹脂の硬化特性などについて十分な知識を持たなければならない。

積層作業管理に必要な工作図書を作成するために

は作業手順、工程、投入すべき人員等につき、事前に徹底的な検討を行なわなければならない。その結果、成品の信頼性を高めるばかりでなく、作業手順が要領よく進められ、手待ち時間等のロスが少くなるし、材料準備も正確になり、材料、工数面での無駄が排除され、また誤作等による手直し工事も少くなる。

現場作業にはなるべく頭を使わせることなく、頭を使うのが専門の設計技術者、工作管理技術者がフルに頭を使うことが、品質の安定した、安心して乗れる船を造るためにも、また原価低減の面からも大切なのである。

樹脂の硬化特性

不飽和ポリエステル樹脂とは、不飽和2塩基酸および飽和2塩基酸が、グリコールと反応してエステル化して出来た長鎖状の高分子（不飽和アルキッド）を、重合禁止剤を加えてスチレンモノマーに溶解したものである。これに触媒を加えると重合反応を開始して、スチレンモノマーが架橋剤となって3次元構造の高分子となって硬化する。

重合のあまり進まない間は液状であるが、ある程度反応が進んで来ると3次元に手をつないだ部分が多くなってゼリー状になる。これがゲル化である。樹脂はゲル化すると発熱しながら急速に反応が進み、3次元構造に重合した部分が増加し、少々の外力では動かされないようになって固化化する。固化化した状態でもまだ完全に反応が完了したわけではなく、それからは反応速度が落ちるが、長時間かけて完全硬化にいたる。固化したばかりの状態ではその表面に不飽和部分が残っていて、その上に新しい樹脂を加えれば、これと反応して新旧両層を通じて3次元構造を構成することができる。このような状態をグリーンな状態と言っている。

ガラス基材に対する樹脂の含浸、脱泡作業は、樹脂が液状である間しか行なうことができない。またゲル化をはじめから固化化するまでの間は、外部から力を加えてはならない。これは十分に支持されていない重合高分子が外力によって破壊され、回復し得なくなるからである。固化化してからの次層の積層はグリーンの期間に行なわなくてはならない。それをすぎた積層は2次接着と呼ばれ、接着力は弱い。固化化してからしばらくの間、刃物による加工が可能な時期がある。欠陥の補修等はこの時期に行なうべきである。

このような樹脂の重合反応の時間特性を硬化特性

という。硬化特性を有効に活用して、正しい時期に正しく積層作業を完了するよう作業を管理することが作業管理の根本である。

硬化特性はペースレジソそのものと、硬化剤、促進剤等の添加量によって決まる。また硬化反応は温度が高くなると促進され、温度が低いと遅延する。

反応が早すぎる場合は過度の発熱によるクラックやひずみ等の欠陥を生じやすく、また遅すぎるときには不完全硬化、耐水性の低下などのおそれがある。

工程上は、反応が早すぎる場合には一工程で完全な積層ができる作業量が少くなるし、反応が遅すぎる樹脂では次の工程の作業着手が遅れることになる。

樹脂の硬化特性はこのように積層品の品質ばかりでなく、作業能率にも大きな影響を与えるので、作業能力にあわせ十分に注意して選定しなければならないし、作業中はこの特性を保持するよう作業条件を管理しなければならない。

樹脂の硬化特性を一定に保つことが作業管理の大前提になるのであるから、作業場は温度をできるだけ一定に保つようにし、作業中の温度の急激な変化はさけなければならない。そのときどきの作業場温度に対し適切な量の硬化剤を入れて硬化特性を一定に保つようにしなければならない。これが正しく実行されなければ、すべての作業計画は基礎が狂って実行不可能になる。

寒冷時には夜間の作業休止中も温度をあまり下げないよう注意しないと、反応熱をうばわれて不完全硬化となるおそれがある。

樹脂には所定範囲内に触媒を配合し、適当な温度条件の下に反応させるべきで、触媒や促進剤を所定量の範囲外に操作することは、硬化不良や異常発熱を生じ、クラックや白化などの欠陥を発生させるおそれがある。

低温で硬化し得る樹脂もあるが、このような樹脂はその特性の一部を犠牲にして低温硬化を可能にしたものであるから、修理等でやむを得ないときにだけ使用すべきである。

低温では樹脂の粘度が高くなるので、いきおい作業性を向上するため稀釈剤としてスチレンモノマーを多量に添加することになりやすいが、これは積層品をブリトルにし、樹脂やせを大にし、経年劣化をばげしくするなど、積層品の性能を低下させる。粘度の調整は作業場および樹脂の温度によるべきである。スチレンモノマーは長鎖状のアルキッド同志

を結合させる架橋剤として必要なものではあるが、スチレンだけの重合体は非常に脆いものである。工作業性を追求するあまりにスチレン過多な樹脂を使用することは危険であることを認識しなければならない。

積層要領図・積層指示書・作業予定表

積層要領図は代表的なセクションをとって積層構成、積層順序、ラップ位置等を示した図面であり、これが積層作業関係工作図の基本になる。積層要領図にはまた二次接着部の補強要領やその他の特殊部分の積層要領も書き込まれていなければならない。これは今日では一般に工作図としてあつかわれているが、元来は設計図の一種であって、設計者の積層に対する考え方を示したものでなくてはならない。この積層要領図をうけて、工作図として、雰囲気条件、硬化特性、ガラス量、樹脂量、人員配置、タイムスケジュールまでを含む積層指示書が作成される。これが作業管理の基本になる。

積層指示書を作成するには、使用する樹脂の硬化特性、保持し得る作業場雰囲気条件、作業員の技レベルと動員可能人数等を正確に把握していなければならない。

$(M+R) \times n$ という積層は $M+R+M+R+\dots$ とはちがった意味を持っている。これはマットとロービングクロスとをウェット・オン・ウェットで積層し、ロービングクロスの上から強く脱泡することにより、より高いガラス含量にすると共に、ロービングクロスの織目とマットとの間に樹脂のたまりを残さないよう十分に食い込ませて一体となった層とする積層である。マットが固化化した上にロービングクロスを置いたのでは、たとえグリーンの時期に作業が為されたとしても、ロービングクロスのスプリングロックにより、マットとの間に織り目に相当するすきまが出来、樹脂のたまりとなってクラックを生じやすく、層間剪断強度は低下する。グリーンなロービングクロスの面は、十分に樹脂をしごいてあれば織目に樹脂たまりは無く、ウェットなマットを押し着けることによって広い接着面を持った健全な積層ができる。

マットに十分な樹脂を与えて脱泡した上にロービングクロスを置き、下から樹脂を吸い上げさせるようにして含浸させ、ロービングクロス面からヘラで脱泡し、余分な樹脂はヘラでかき集めてすくい取っておかなくてはならない。流動性の大きい樹脂を余分に含浸させたとき、脱泡するとかなりの量の樹脂

が隣接積層面に流れ出すから、これはかき集めておいて毛足の長い羊毛ローラーでぬぐい取らねばならない。レジンスプレーを行なうと、当然隣接部になりに量の樹脂が飛ぶので、これも同様にぬぐい取らなければならない。船底部など水平積層部には、ややもすれば他から流れ出た余分の樹脂がたまりやすく、これがそのまま硬化すると、100%樹脂の層ができるわけである。

$(M+R+M)$ 積層は、 $(M+R)+M$ のつもりでR上の余分な樹脂を完全に除去しておかないと、硬化には至らなくともゲル化に近くなった樹脂は次のマット積層にあたって吸い上げられることが少く、樹脂層となって残りやすい。このような積層品は、新しい状態の静的強度試験では性能低下がはっきりしないことが多いが、航行中の外力により疲労が進むと樹脂層にクラックが入り、層間剪断することになる。現実には外板に層間剪断を起した例では、 $(M+R+M)$ 積層のRとMの間や、 $(R+M)$ 積層のRとMの間など、ウェットRの上にMをかけた界面から発生している例が多い。

樹脂のゲル化時間は標準的な時間、一般に長くても1時間程度におさえるべきものであって、無理にこれを長くすることは不完全硬化につながるおそれもあるし、作業中の温度変化により、予定より早くゲル化して作業が完全な状態で完了しない可能性も増す。ポットライフとマットライフとの差も十分に認識しておかなければならない。特に無理にポットライフを長くした樹脂で厚物を一時に積層するときなどは、意外にマットライフは短いものである。

このようにかぎられた時間内に $M+R$ のウェット・オン・ウェットの積層作業が可能のように計画しなければならない。船が小さければマット層をまず積層し、ウェットなあいだにその上にロービングクロスを重ね、完全に含浸脱泡を行なうこともできる。

しかし船が大きくなると、このような方法では船をいくつにも区分し、その一つ一つについて積層し、硬化を待ってラップして先に進むというようなことになり、能率が悪い。そこで大型船の $(M+R)$ 積層作業には、それに適した特別の方法を考えなくてはならない。次に示すのはその標準的な作業方法である。

ガラス基材は船の長手方向に使い、その巾は1mのものが適当である。まず先頭の作業員が積層面に樹脂を塗り、マットを正しい位置に展げて行く。次いでこのマットに樹脂を含浸させ、脱泡する作業員

が続く。次にロービングクロスを展げて、含浸脱泡が続く。これだけが1グループとなって作業し、グループリーダーは最後から脱泡作業の仕上げを行なって進む。余分の樹脂をぬぐい取る責任者も決めておかねばならない。このようにすればグループリーダーはグループ全体の作業状況に目を配ることができ、適切な指導を行なうことができるし、必要があれば手を出して修正することもできる。別に樹脂調合、補給係を配置すれば、いかに長い積層でも、常に調合したばかりの樹脂を使用して連続的に成形することができる。またこのような人員配置により、少数の熟練者で比較的多くの未熟練者を重要な部分の積層に活用することができる。

大型船に2m巾マットを使用するときは、舷端から竜骨に向け、横方向に使用してもさしつかえない。この場合は、組合せて使うロービングクロスも同じように横方向に使わねば、上に述べたのと同様のウェット・オン・ウェットの作業はできない。ロービングクロスは縦方向に使わねばならないように思っている向きも多いようだが、今日のロービングクロスは一般に縦横の性質の差は少く、ほとんど同様にあつかって差支えない。

ラップ部の積層は、はじめの積層がゲル化する前、または固化後に行なうべきである。大型船のシームにあたる積層は固化後になるのが普通であるから、長い船で前記のような縦式の(M+R)積層を行なうとき、硬化時間を適当に短くしておけば、はじめのストレーキの積層を終ったとき、すでにそのスタート付近は固化して、次のストレーキを重ねて積層するのに差支えないようにすることができる。このようにして少くとも1日に(M+R)1層を船全体にわたって完了するよう計画を立てなければならない。

グリーンな状態とは、重合反応の進み具合がおおよそ60~70%以下までと考えるべきであろう。時間と共に重合は進み、新しい樹脂層と手をつなぎ得る部分は減ってくる。このグリーンの状態がどのくらい続くかは、樹脂の特性、放置中の工場温度等によって相異なる。今日造船用に広く使われているGタイプ樹脂では、反応開始からおおよそ10数時間といわれている。ロイド規則では48時間という一応の目安を定めているが、これは反応の遅い昔の樹脂のことであって、日本の実情では少くとも24時間以内に次の積層を完了するよう作業計画を作成し、それを堅く守ってゆかなければならない。長時間放置すれば反応が進んで接着力が低下するばかりでなく、表面

に対する異物の付着が多くなり、これがさらに接着力を低下させる。

片舷外板分を全長にわたってガラス基材を連続して使用することは理想であるが、事実上は取扱い困難で、適当な長さに切断したものを積層して行くことになる。このときマットのラップとロービングクロスのラップとはシフトしてよい。マットはそのままラップさせればよいが、ロービングクロスは300マットのテープをはさんでラップさせた方がよい。2m巾マットと1m巾ロービングクロスを同時に使うときの、ロービングクロス同志のシームについても同様300マットのテープをはさんで積層した方が安全である。

ここに述べた方法で積層作業を行なうと、ロービングクロスを出して硬化させることになるが、ロービングクロスの末端が荒れるようならば、ウェットトリミングで平滑にけずり取るか、300マットのテープで末端をおさえながら積層するとよい。

指触硬化して後、ごく短い時間(15~30分)であるが、ナイフで楽に切断できる状態がある。この時間を過ぎてから欠陥部を除去しようとする、サンダーによらなければならなくなる。反応中にふくれあがった大気泡の除去、ロービングクロスの末端処理、ウェットトリミングなどはこの時間に行なうよう計画する。これらをサンディングによって行なうと、時間的、工数的なロスの外にサンディングダストによる接着力の低下をきたすことになる。

ガラス基材は型紙を使って正しく截断し、4Bのような軟かい鉛筆を使って積層基準線をマークする。型の基準位置にこの基準線を正しく合せて積層してゆけば常に正しいラップ位置に、正しいラップ量が得られるよう截断してあるべきである。

船体横断面のガス長さは位置によって変り、ビルジの位置形状も変ってゆく。したがって最大横断面で基準積層配置、ラップ位置を決めても、前後部に行くにしたがって積層巾は変ってゆき、途中で消えるストレーキも出る。ロービングクロスは長手方向で多少の曲りは出せるが、マットはほとんど曲げられない。基材配置はしたがってこれらを配慮して外板展開図において決定すべきものであるが、完全な展開作図はかなり手数を要するし、また元来近似法によるものであるから、よほど丁寧にやらないと誤差が大きくなる。そこで大形船舶にあってはハーフブロック縮尺模型を作成して板取りをすることが行なわれた。FRP船の場合は幸いに成形型があ

る。板取りにはこれを利用すると便利である。このようにして正しい截断型紙を作成しなければならない。

ガラス基材は各作業工程ごとに重量を実測して記入しておき、それに見あった量の樹脂を調合し使い切るようにしなければならない。樹脂量は各ストレーキごとに正しい量を使い切るようにすれば、側外板は薄く、船底に樹脂がたまって厚くなるなどということは起らない。各部の積層厚さは計画通りになるし、ラップ位置、厚さも計画通りにおさまるので、現図作業でこれらの厚さを除去した内部構造部材は現場合せの必要なく取付けられるはずである。内部構造部材の現場合せは、鉋くず、フォーム材の切粉などを積層面に付着させ、たださえ信頼性の低い2次接着をますます不確実なものにするので、これらの内部構造部材は船外で正しく加工して取付けるべきである。

ゲルコート層は直接強度に寄与するものではないが、積層面を保護すると共に、着色と美観のためにあるものであるから、完全なものとしなければならない。順序としてはゲルコートの吹付けは積層作業の第一着手にあたるものである。ゲルコート層の直後にはマット層を置いて十分にゲルコート層と密着させなければならない。この層を一般にバックアップ層と呼んでいる。ゲルコート吹付けは特にほこりをきらう作業であるから、一般の工場では通常作業の終了してから後、十分にほこりの静まった清浄な状態で行なう。一般に残業または早出時間に吹く場合が多い。バックアップ層の積層は、吹付け後樹脂メーカーの指定する時間の範囲内に完了するように計画しなければならないから、これを考慮して作業時間帯を決定しなければならない。

積層品のゲルコート面にロービングクロスの織目パターンが浮き出たり、基材のラップのパターンが浮き出たりすることがある。これは比較的ガラス含量の多い高級な積層品に目立つ。これらのパターンは表面の摩擦抵抗に影響するほどのものではないが、商品として見るとき、当然商品価値は低下する。これを防ぐためバックアップ層を一度固化させた上に主体のM+R積層を行なう。あるいはバックアップ層の補強にさらにもう一層のマットを固めてから本体のM+Rにかかる。業務用艇や漁船には必ずしも必要な工程ではないが、商品としてこのような工程が要求されることもある。これらのマット層のラップは一般の積層のラップとちがって切断面をほぐし、ほぐした部分を重ねあってラップの厚さ

を増さないようにする。もし厚さにちがいが出たら固まってからサンディングでならして次の積層をする。

積層指示書は以上のような工程の詳細を明確に指示したものでなくてはならない。作業工程表はこれを使用材料、その量、人員配置等と共に明らかにしたタイムスケジュール表でなければならない。船の積層には一般に樹脂のゲル化時間を20分ないし1時間程度に指定するから、このタイムスケジュールは分単位のものになる。このタイムスケジュールは厳格に守られなければならない。おこり得る作業時間の多少のずれは、連続作業を指定されているものについては少くもゲル化時間から見た許容範囲内におさまるような余裕のあるスケジュールでなければならないし、連続作業は通常の休憩時間等に優先して守られなければならない。一日の工程はなにをおいても遂行されなければならない。これらは工程管理の問題でなく、品質管理の問題なのである。

おわりに

FRP船に関係する人々のなかには「FRPはわからない」と言う人が多い。まかわからない部分を飛ばしてしまっ、何となくFRPがわかってしまったと思っている人々はさらに多い。前者に対しては満足な回答だとは思わないが、FRPを理解する手がかりに、後者に対してはFRPをもう一度考えなおすきっかけともなれば幸いである。

少数ではあろうが、FRPを十分に理解していないが眼前の能率増進に追われてついつい基本をわすれている人もあろう。そのような人も、もう一度初心にたちかえってもらいたい。

FRP船の将来の発展のためには、根本を見なおすことの大切な時期にさしかかっていると思うから。(おわり)

■正誤表

前号の97頁左段11行目

$$\left[C = \frac{C}{1.45A_F + 1.4} \right] \text{を} \left[C = \frac{c}{1.45A_F + 1.4} \right] \text{に}$$

「C:係数」を「c:係数」に訂正

■ “船舶”用(1年分12冊綴り)ファイル■

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



株式会社 天然社

Engineering Course : Diesel Engine<14>
by Zenzaburo Saito

齋藤善三郎
三菱重工業相模原製作所設計部主任

5.4.7 出力増加の実施) つづき

以上述べた常識的なことを一覧表にまとめると、図5.4.13に示す通りである。高出力化は、省資源、省エネルギー等の効果がある。高出力化と同時に考慮しなければならない対環境性については、騒音減少、排気公害低減、振動減少等の省公害対策が、どのエンジンにも考慮されている。(後述)

5.5 出力増加法より見た実際エンジン

出力増加法について詳細を述べたが、実際エンジンはどうであろうか？ 現在の各種ディーゼルエンジンを、出力増加法の観点より見てみる。各種エンジンの特性ならびに各種エンジン間の共通性も明らかになるうと考えられるので、出来るだけ、多くの実例を紹介することとした。

なお、本節をすすめる上に必要と思われる評価尺

度を若干、参考までに述べる。

5.5.1 シリンダ当たり出力及びその他

(1) まず、シリンダ当たり出力 PS/cyl であるが、これは一般的なエンジン評価尺度であるが、出力の比較に便利な数値で、諸元表にも見られることも多いので、取りあげた。

前節の各種グラフの資料を用いて、シリンダ当たり出力 PS/cyl の比較を、軸出力を基準にプロットした(図5.5.1)。参考までに同図に、シリンダ数のラインを挿入してある。

「シリンダ直径~シリンダあたり出力」の関係を、図5.5.2にまとめてある。この図に、ピストン直径当たり出力 PS/cm² の線を入れて、見易くしたのが、図5.5.3である。これらの図から、シリンダ直径でだいたいの PS/cyl の値がマクロ的に推定され

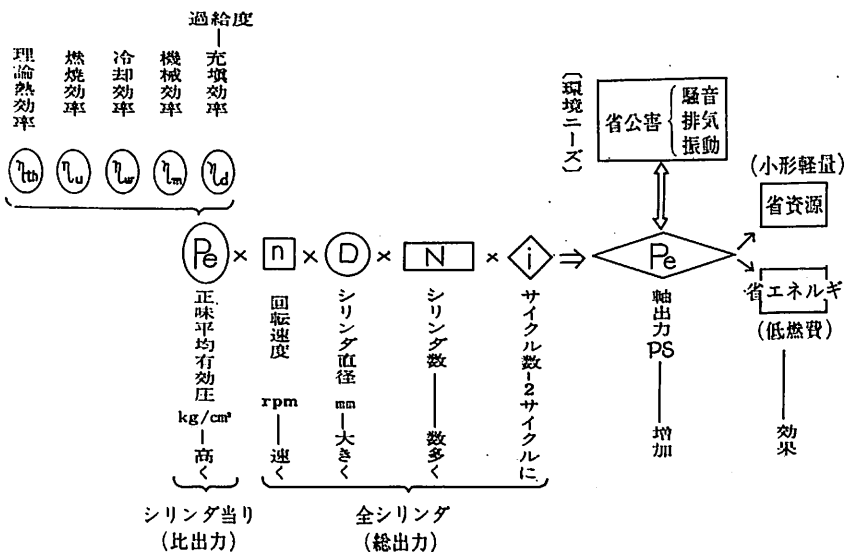


図5.4.13 出力増加法の展望の概念図

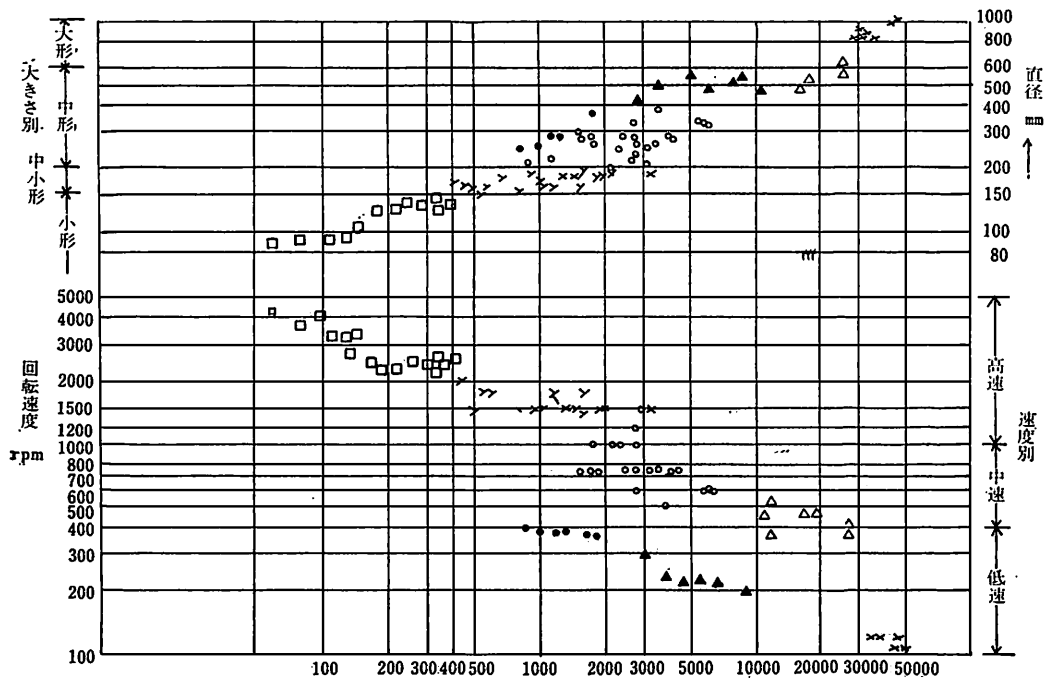
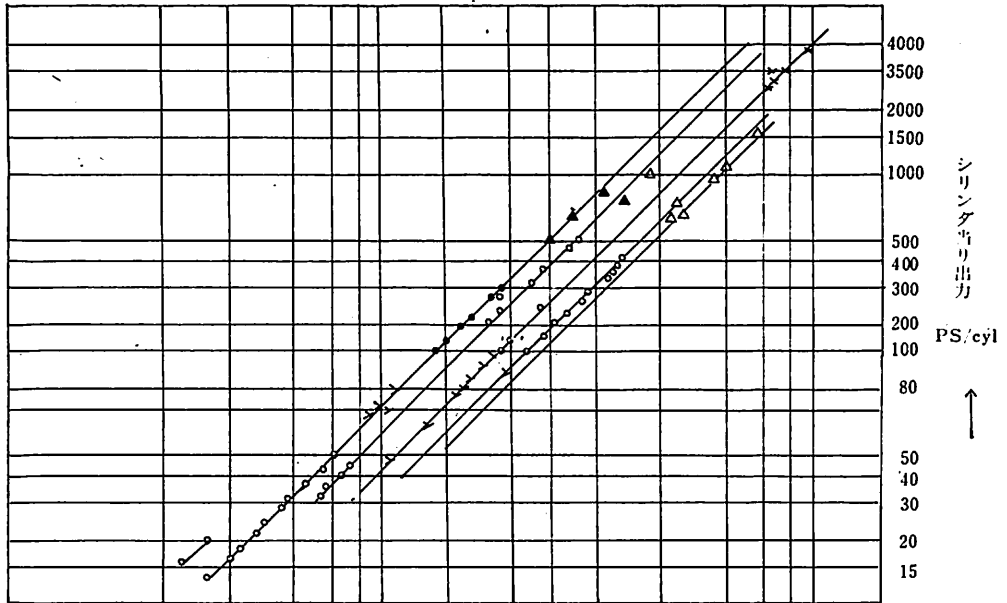


図5.5.1 シリンダ当り出力 PS/cyl の比較

図5.5.2 シリンダ当たり出力とシリンダ直径 (PS/cyl~D線図)

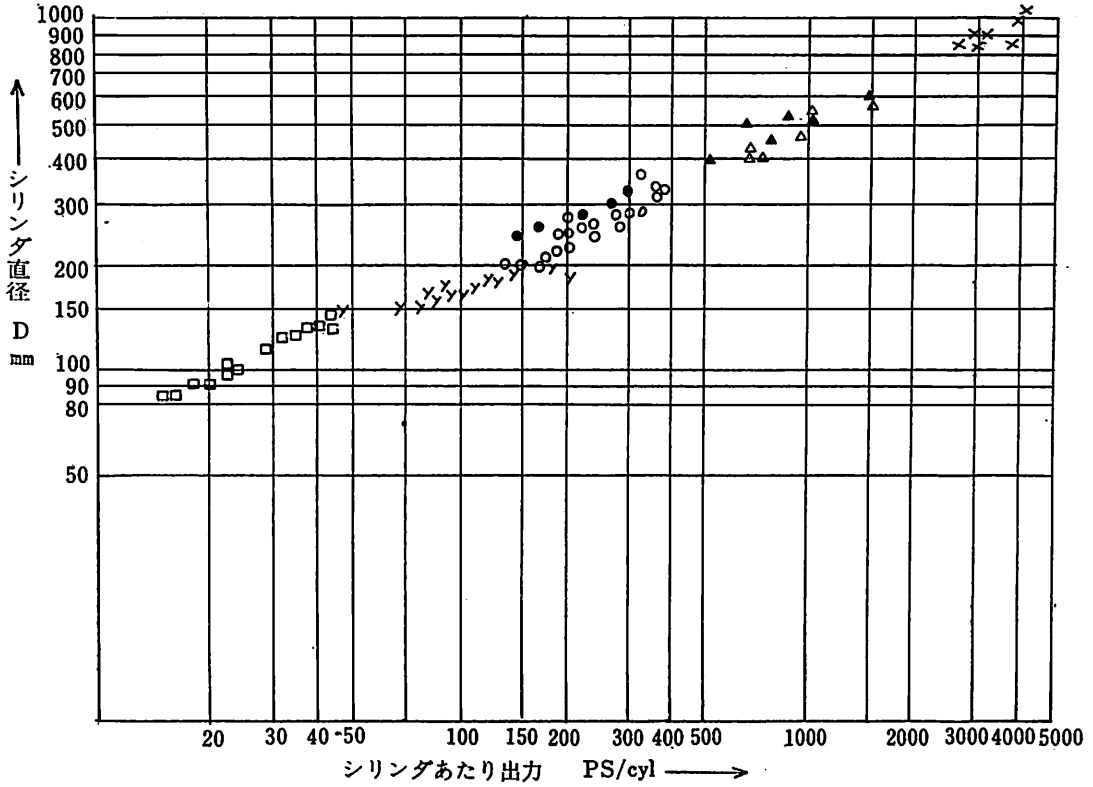
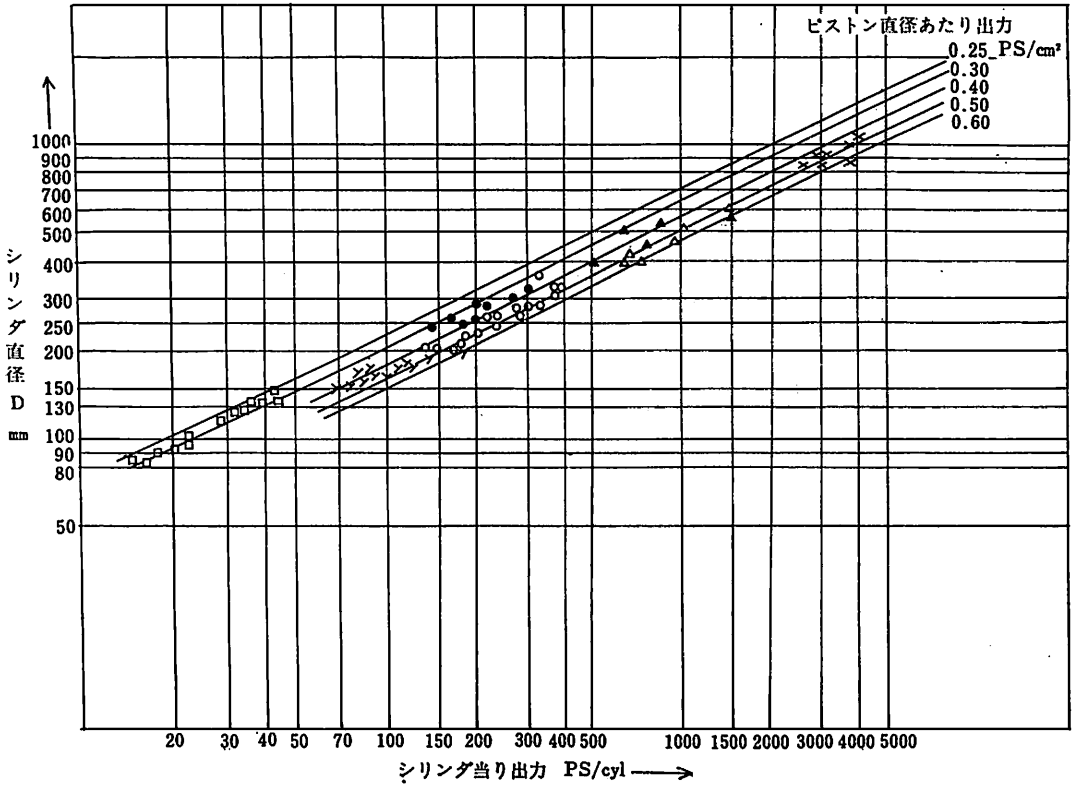


図5.5.3 シリンダ当たり出力とシリンダ直径 (PS/cyl~D線図。ただしパラメータ PS/cm²)



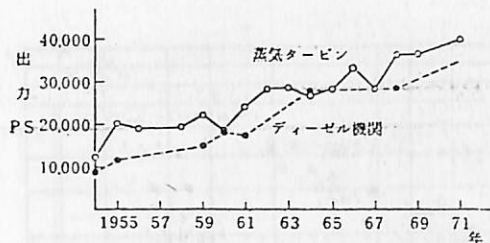


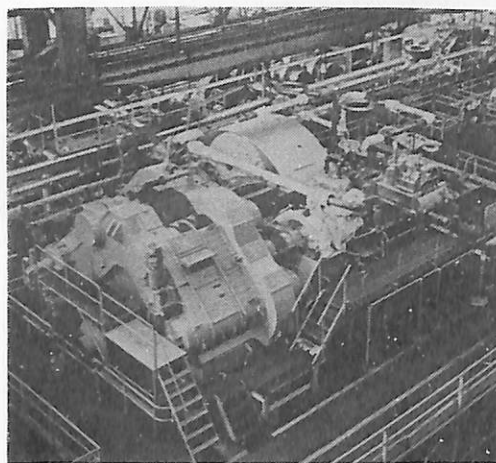
図5.5.4 船用主機の出力の推移例

る。

例えば、シリンダ直径 200mm ならば、約 PS/cyl は約 150 PS/cyl 付近であることが図 5.5.2 または図 5.5.3 から読みとれよう。参考値としての利用の 1 つである。

(2) 出力率：

ディーゼルエンジンの性能を比較する場合によく用いられる数値であるが、専門的尺度の範ちゅうに入るので、一般には、あまり見かけないかもしれない。出力率とは、どう内容か、その尺度としての特性を知っている程度で、一般には十分と思われる。従って本節には、出力率の各種エンジンごとの比較のグラフは示さないこととする。



三菱MS形船用蒸気タービン

形 式	MS36-2	MS40-2	MS45-2	MS50-2
出 力 P S	36,000	40,000	45,000	50,000
回転数 rpm			85	
蒸気圧力 kg/cm ²			60	
蒸気温度 °C			510	
真空度 真空度			722	

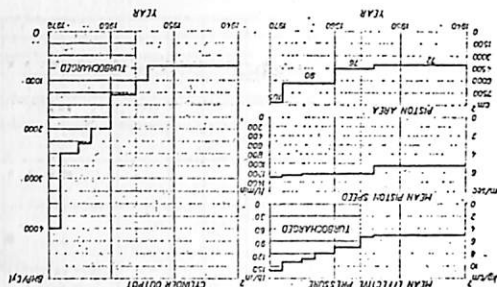


図5.5.6 Sulzer ディーゼルエンジンの出力増加の経緯

出力率は次式表示であることは周知である。

公式〔5.5.1〕

$$p_e \cdot v_{pm} \propto \text{PS/cyl} / D^2$$

ここに $p_e \cdot v_{pm}$: 出力率 kg/cm²・m/s

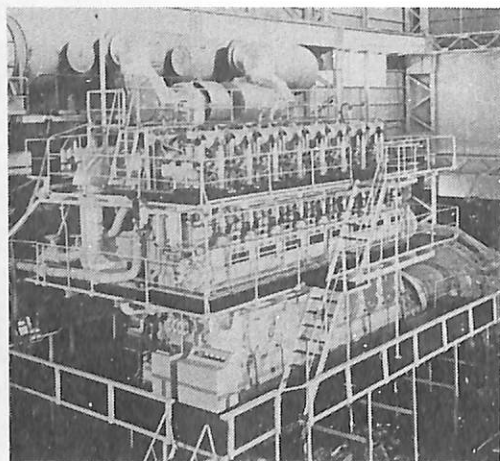
p_e : 正味平均有効圧 kg/cm²

v_{pm} : 平均ピストン速度 m/s

PS/cyl : シリンダあたり出力 PS

D : シリンダ直径 cm²

すなわち、出力率 $p_e \cdot v_{pm}$ であらわされる。また、出力率は、単位ピストン面積あたりの軸出力に関係するものである。したがって、この値が高けれ



三菱UEC形ディーゼルエンジン

形 式	回転数 (rpm)	出 力 (P S)	重 量 (t)
6 UEC 85/180 E	120	22,800	664
7 UEC 85/180 E		26,600	759
8 UEC 85/180 E		30,400	854
9 UEC 85/180 E		34,200	949
10 UEC 85/180 E		38,000	1044
12 UEC 85/180 E		45,600	1233

図5.5.5 大形船用主機の比較

図5.5.7 大形低速ディーゼルエンジン諸元例

図5.5.8 No.	メーカー	形式	直径 (mm) D	行程 (mm) S	シリンダ 当り出力 PS/cyl	回転速度 (rpm) n	平均 有効圧 (kg/cm ²) Pe	ピストン 平均速度 (m/s) V _{pm}	出力率 (kg/cm ² ・m/s) Pe・V _{pm}	1975年 度までの 形式
D	B & W	K 98GF	980	2000	4070	103	11.80	6.87	81.0	K-FF形
		K 90GF	900	1800	3410	114	11.80	6.84	80.7	
		K 80GF	800	1600	2640	126	11.75	6.72	79.2	
		K 67GF	670	1400	1870	145	11.82	6.77	80.0	
		K 45GF	450	900	880	228	12.10	6.84	83.1	
A	Sulzer	RND 105M	1050	1800	4600	108	12.30	6.48	79.7	RND形
		RND 90M	900	1550	3350	122	12.60	6.30	79.3	
		RND 76M	760	1550	2400	122	12.60	6.31	79.5	
		RND 68M	680	1250	1900	150	12.60	6.25	78.8	
B	MAN	KSZ 105/180A	1050	1800	4500	106	12.30	6.36	78.3	KSZ形
		KSZ 90/160A	900	1600	3330	122	12.04	6.50	78.2	
		KSZ 90/160B	900	1600	3072	122	13.21	6.50	85.8	
		KSZ 78/155B	780	1550	2665	122	13.30	6.30	83.8	
		KSZ 70/125B	760	1250	2067	145	13.40	6.04	80.9	
C	三菱重工	UEC 85/180E	850	1800	3800	120	13.95	7.20	100.4	D形
		UEC 65/135E	650	1350	2300	150	15.40	6.75	104.0	
		UEC 60/125E	600	1250	1900	158	15.31	6.58	100.8	
		UEC 52/105E	520	1050	1333	175	15.38	6.13	94.2	
E	GMT	B 1060	1060	1900	4600	106	11.65	6.72	78.2	(A形)
		B 900	900	1600	3350	125	11.88	6.67	79.2	
		B 780	780	1600	2500	126	11.72	6.72	78.8	
F	Dox ford	76J	760	520+1660	3000	123	11.15	2.13+6.80	23.8+76.0	

(注) ①形式は2サイクル、単動式、クロスヘッド形。②掃気方式は図5-5に注記の通り。③1976年度よりの新形を主に示す。

ば高いほど、高出力化が実用化されているわけである。

注意しなければならないのは、出力率の記号である。ここでは、JIS方式によって、 $p_e \cdot v_{pm}$ と出力率を表示したが、下記の慣用表示が用いられることもある。

公式 [5.5.2]

$p_m \cdot C_m$
ここに $p_m \cdot C_m$: 出力率 kg/cm ² ・m/s
p_m : 正味平均有効圧 kg/cm ²
C_m : 平均ピストン速度 m/s

5.5.2 大形低速ディーゼルエン

大形船主機の大馬力範囲を蒸気タービン、その下を大形低速ディーゼルエンジンが占めている(図5.5.4)。ディーゼルエンジン主機では大形化、高出力化への対応策として、シリンダ直径約1m、軸出

力4万PSを越える低速ディーゼルエンジンが製造される(図5.5.5)。

この出力増加は、何によって達成されたか? 例として Sulzer ディーゼルエンジンの出力経緯のグラフ(図5.5.6)をみていただこう。その答は、

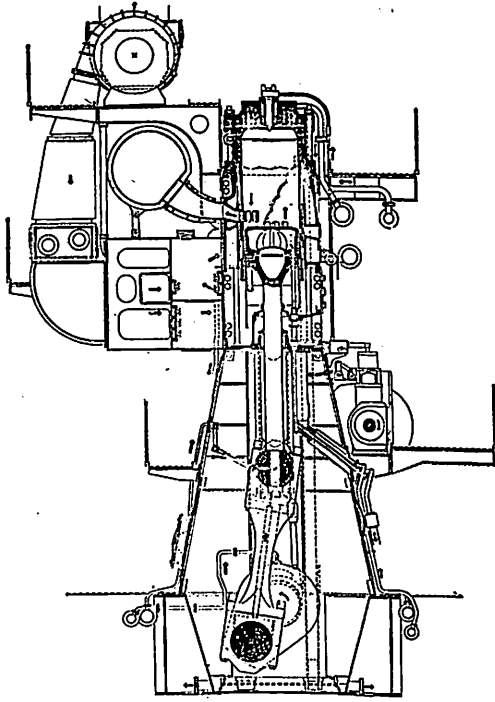
1. 大口径化
2. 過給による平均有効圧増加
3. 2サイクル構造

の3要素の複合が、大形低速ディーゼルエンジンの高出力を形成している。

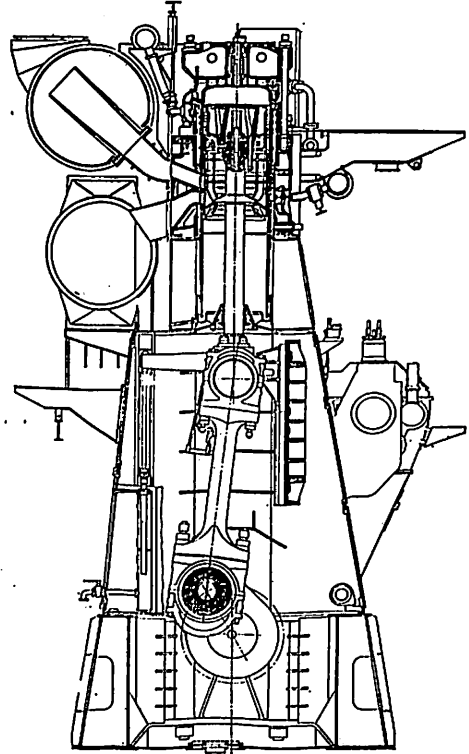
現在の代表的な大形低速ディーゼルエンジンの諸元例(図5.5.7)と、次頁に断面図例(図5.5.8)を紹介する。

大形低速ディーゼルエンジンの特色をあげるならば、まずその構造である。そのピストンクランク機構は特殊のもので、いわゆるクロスヘッド形でピストンの長行程を可能にする機構である(図5.5.9)。これに対して他の種類のエンジンは、すべてトラ

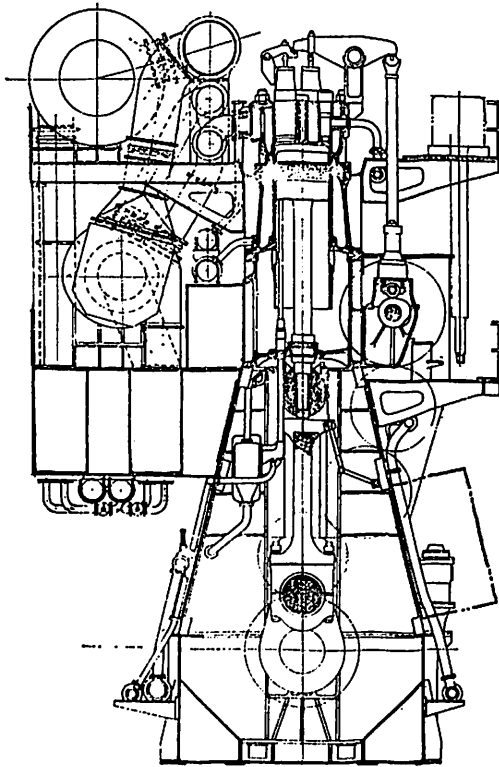
図5.5.8 大形低速2サイクルディーゼルエンジン断面図



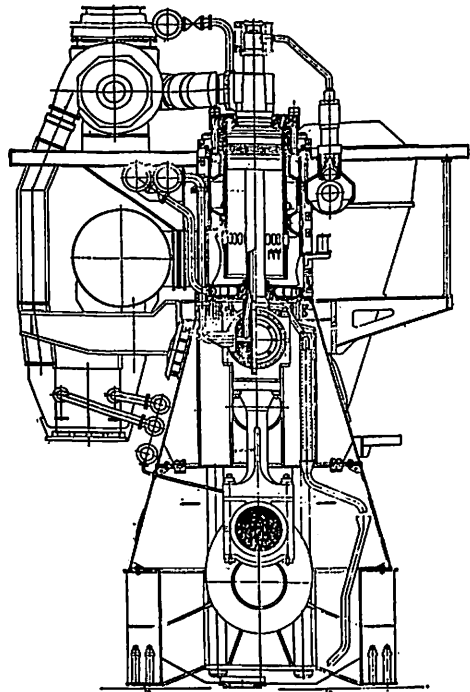
SULZER RND90M ループ掃気方式



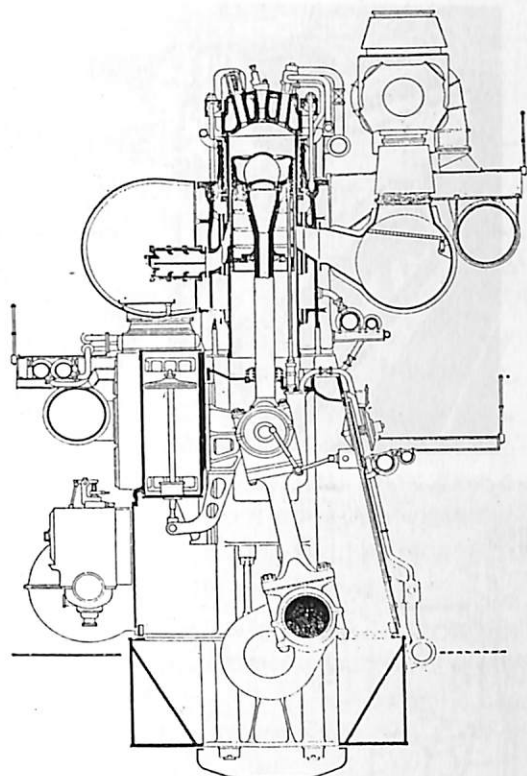
M.A.N. KSZ 105/180A ループ掃気方式



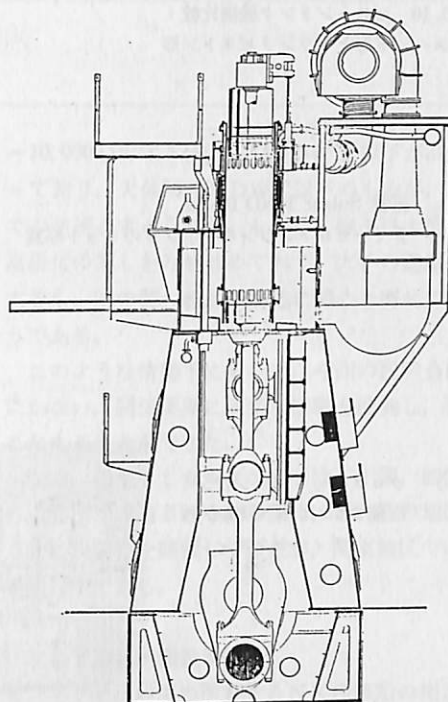
MITSUBISHI UEC 85/180E
排気弁付ユニフロー掃気方式



BURMEISTER AND WAIN K90GF
排気弁付ユニフロー掃気方式



G.M.T. A1060
クロス掃気方式



DOXFORD M76J
ユニフロー掃気方式

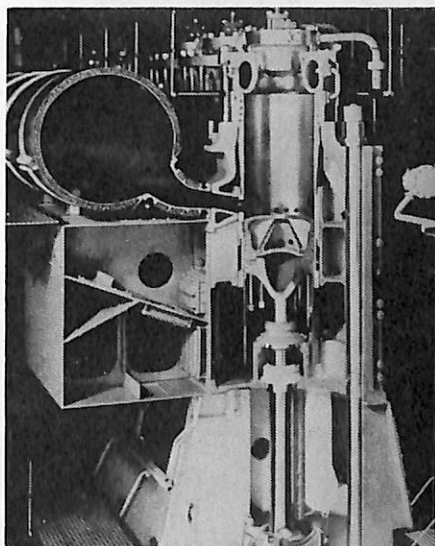


図5.5.9
クロスヘッド部の詳細
三菱 Sulzer RND 105形

クピストン形である。両者の比較を図5.5.10に示す。サイクルエンジンであるので、掃気方式に各エンジンそれぞれに工夫をこらして独特の方式を採用している。

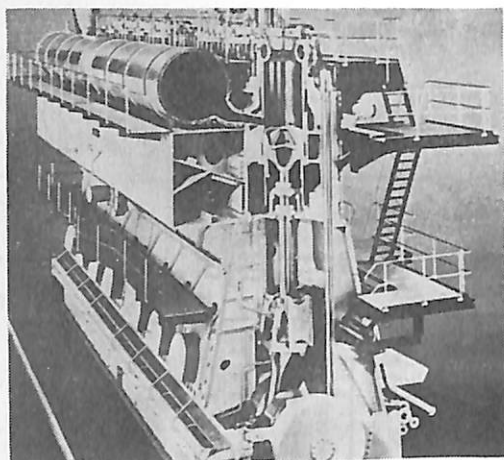
低速大形ディーゼルエンジンの用途は船用であ

る。大口径化の象徴として、ピストン外観を図5.5.11に示す。なお、大形低速ディーゼルエンジンは特殊なエンジンに一見みえるが、他種ディーゼルエンジンに技術上で共通した面が多く、相互に補完し合っている点も多いことを付言する。(つづく)

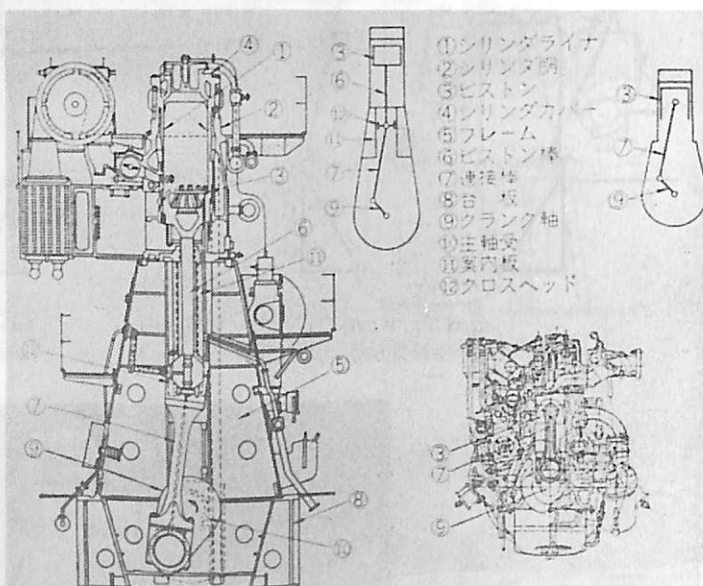
[ディーゼルエンジン]

図5.5.10 ピストンリンク機構比較：
クロスヘッド形とトランクピストン形

(a) 三菱 Sulzer RND 105 形
ディーゼルエンジンのシリンダのカット写真



(b) クロスヘッド形エンジン：
三菱 Sulzer RND 105 形
ディーゼルエンジン



(c) (b) の右下図の詳細
トランクピストン形エンジン：
三菱 4DR 形ディーゼルエンジン

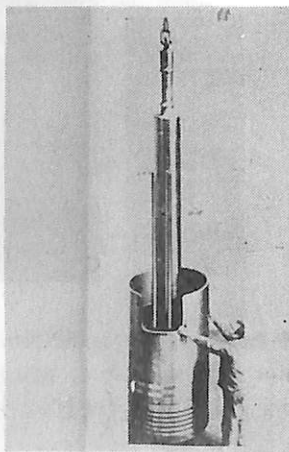
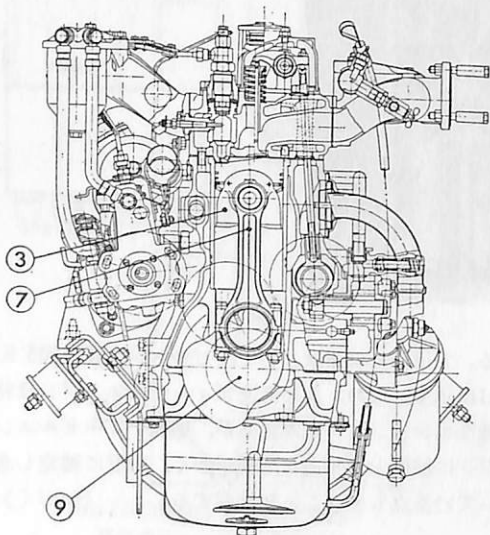


図5.5.11 Sulzer RND 105 形
ディーゼルエンジンのピストン直径(1050mm)

NKコーナー

ケミカルタンカーに関する説明会

昨年9月、今治、広島両地区で開催したのに続いて、去る2月、尾道市でケミカルタンカーに関する説明会を開催した。

今回の説明会は、最近海運、造船界のケミカルタンカーに対する関心が高まっていることを反映して、この種船舶でNK船級を取得するものが増加していること、及びさきに運輸省が危険ケミカルばら積み輸送に関する適合証書の発給について定めたことに関連して、NKもケミカルタンカーの検査等に関する取り扱いを定めたのを機に、次の事項について解説を行うため開催されたものである。

- (1) 適用規則（適用規則の明確化、IMCO規則に基づく適合証書取得に必要な手続きと検査）
- (2) 一般計画（ケミカルタンカーの初期計画に当たっての注意事項、貨物リスト、チェックリストの作成要領）
- (3) 浸水条件（タイプ別に要求される損傷仮定及び残存能力の解説、NKの復原性プログラムの使用方法）
- (4) 構造設備（タイプ別に要求される貨物タンクの配置、貨物タンク付属設備、貨物管の配管上の注意、各種作業区画に要求される設備、人身保護具、ガス検知器、その他）
- (5) 電気設備（ケミカルタンカーの危険場所の電気設備、その他）

当日は、造船所75社、船主20社のほか造機メーカー、設計会社等から約250名が出席し、この種船舶に対する関心の深さがうかがわれた。造船所は、中国、四国地区を中心にかかなり広範囲にわたり、特に中以下の規模の造船所が多かった。昨今の不況の中にあつて、新規需要の開拓に迫られる造船所が、ケミカルタンカーの引き合い増加に伴って、これを取り巻く情勢の概要、とりわけIMCOの危険ケミカルばら積み船構造設備規則の内容を知っておきたいという意向が強まっている現れと受け取られた。

これまでのケミカルタンカーは、国内で就航する小型の特殊船を除くと、10,000 DWT程度のものが多く、主として中手以下の造船所で建造されてきた。Motor Ship 誌によると、1975年5月現在、世界で発注されているケミカルタンカーは、20,000 DWT以上が42隻、10,000~20,000 DWT 5隻、5,000

~10,000 DWT 17隻、5,000 DWT 以下が37隻となっており、大体30,000 DWT以下のものが、これまでの主流と考えられる。しかし、徐々に大型化及び高級化の兆しをみせ始めており、大手の造船所、船主等も、この種の船舶の建造に関心を寄せているようである。

このような情勢下にあつて、今回の説明会は時宜にかなない、関係業界に適切な情報を提供し、要望にこたえることができた。

なお、従来ケミカルタンカーは、中国、四国地区の造船所で建造される例が多く、これらの地区で重点的に説明会を開催してきたが、関東地区での開催も検討中である。

マニラ事務所開設準備

フィリピン船主の所有するNK船級船の増加に伴い、同国内における検査業務も次第に繁忙の度を加えている。このため、現地囑託検査員だけで処理する態勢では、十分なサービスの提供が困難となってきたので、新たにマニラに事務所を開設することになり、このほど専任検査員1名が現地赶赴して、その準備を開始した。

マニラ事務所は、フィリピンの有力船主であるマグサイサイ・ライン所有のマグサイサイ・ビルディングに所を構え、現地人検査員も採用して、同地区の検査サービスの向上に努める予定である。

ケニア政府NKに代行権限を付与

このほど、ケニア政府から同国に登録されている船舶に対する下記の代行権限を付与された。

- (1) SOLAS 1960による検査及び必要な証書を発行すること
- (2) ILLC 1966により、満載喫水線の指定、検査及び証書を発行すること

この結果、NKに代行権限を付与している国は、合計29箇国となった。

休日検査態勢の整備

休日検査の申し込みがあつた場合、いつでもこれに応じられる態勢の整備及び夜間若しくは休日における窓口の明確化を行つて、関係業界の要望に応えるための措置を準備中で近く実施の見込みである。

竣工船一覽

The List of Newly-built Ship

船名 Name of Ship	① BONITA ACE	② ADHIGUN DHARMA	③ REGENT LEO
所有者 Owners	Bonita Shipping S.A.	Nusa Jaya Lines Corp.	Regent Leo Shipping Inc.
造船所 Ship builder	大島ドック(Oshima Dock)	芸備造船(Geibi)	高知県造船(Kochiken)
船級 Class	NK	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/10・75/12	75/12・76/2	75/11・76/1
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	コンテナ(Container)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	4,093.53/2,585.26	4,309.94/2,967.46	6,051.48/4,118.04
LOA(全長:m)	118.10	107.60	127.97
LBP(垂線間長:m)	109.00	100.00	119.00
B(型幅:m)	18.00	17.00	18.30
D(型深:m)	6.00	8.50	9.90
d(満載吃水:m)	6.371	6.75	7.765
満載排水量 Full load Displacement	8,782.52	—	13,168.00
軽貨排水量(約) light Weight	2,503.17	—	3,138.00
載貨重量 L/T Dead Weight	6,180.14	—	—
K/T	6,279.35	7,251.61	10,030.00
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m ³)	—	9,216.13/9,709.43	12,449.77/13,035.05
主機型式/製造所 Main Engine	神発6UET52/90D型	赤阪6UET/80D型	赤阪6UEC52/105D型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	6,000/198	4,500	6,200/175
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	5,100/187.6	3,825	5,270/165
燃料消費量 Fuel Consumption	20.6t/d	15t/d	23t/d
航続距離(海里) Cruising Range	10,500	11,000	11,000
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	16.958	15.94	17.429
航海速度 Service Speed	14.6	13.00	13.5
ボイラー(主/補) Boiler	ノコラン型 600kg/h(油) ×(排)743kg/h×7kg/cm ²	ノコラン型 600kg/h	ノコラン型
発電機(出力×台数) Generator	470ps×900rpm×2	AC445V×200KVA×2	300KVA×2
貨油倉容積(m ³)CO-T	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	256	381.79	741.53
燃料油倉容積(m ³)FOT	A) 112.92, C) 871.96	579.35	A) 153.82, C) 953.16
特殊設備・特徴他	コンテナ搭載数 20'×10個, 40'×150個	—	—

④ ARISTEIDIS

Commercial
Transports Navigation
三井藤永田(Mitsui)

L R

75/11・76/2

貨物(Cargo)・遠洋

11,377.01/6,894.83

147.70

140.00

22.86

13.00

9.613

24,452.00

5,640.00

18,516.00

18,812.00

23,719/25,467

三井B&W7K62EF

9,400/144

8,600/140

A) 1.5t/d

C) 34.7t/d

11,300

18.51

15.0

1×Smoke, 1×Gas
Economizer

AC450V×625KVA×3

406.4

1,207.1

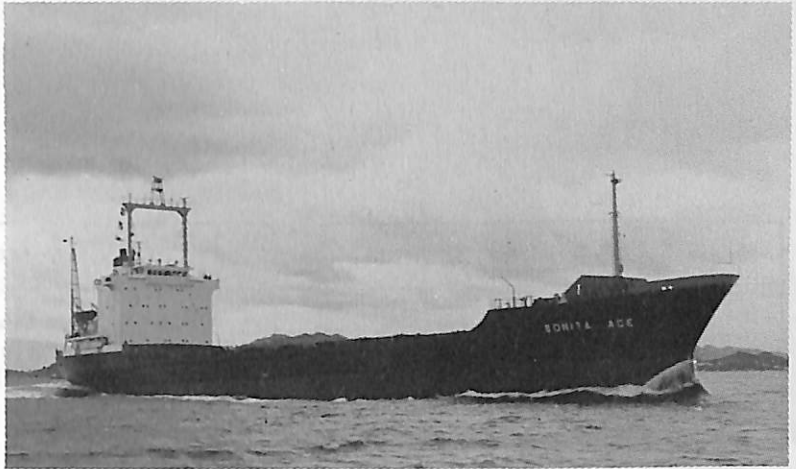
コンテナ Hold

20'×112個, 10'×48個

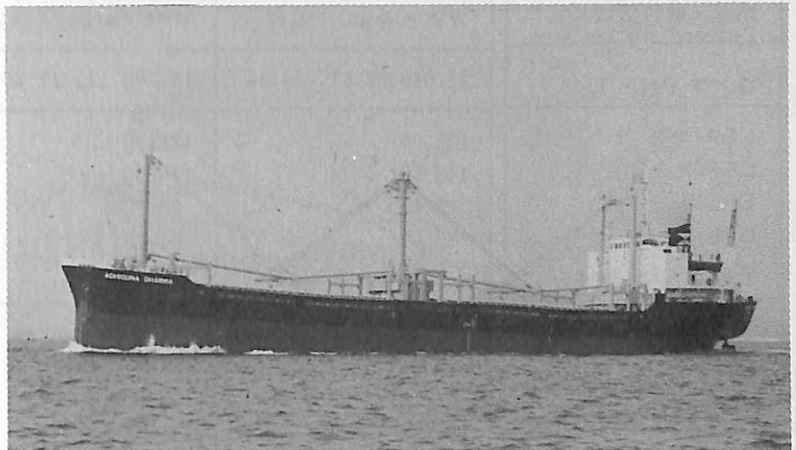
Weather

20'×60個, 10'×18個

①



②



③



④



船名 Name of Ship	⑤ JARM	⑥ TACOMA MARU	⑦ ISSEI MARU
所有者 Owners	Southern Bulk Carriers Corp.	大和海運(Daiwa Kaiun)	一成汽船(Issei)
造船所 Ship builder	金輪船渠(Kanawa)	新山本造船所高知(Shin Yamamoto)	尾道造船(Onomichi)
船級 Class	BW	NK	NK
進水・竣工 Launching・Delivery	75/10・76/1	75/12・76/2	75/11・76/2
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	貨物(Cargo)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋	貨物(Cargo)・遠洋
G/T・N/T	11,688.87/7,908.66	16,790.14/11,257.76	20,243.67/12,720.22
LOA(全長:m)	158.00	181.50	179.90
LBP(垂線間長:m)	148.00	170.00	170.00
B(型幅:m)	23.40	25.20	28.40
D(型深:m)	13.00	14.00	15.15
d(満載吃水:m)	9.541	10.073	10.988
満載排水量 Full load Displacement	25,767.00	34,797.00	42,716.00
軽貨排水量(約) light Weight	5,500	7,185.00	8,090.00
載貨重量 L/T Dead Weight	—	27,176.00	34,079.00
K/T	20,189.00	27,612.00	34,626.00
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン: m ³)	25,081.00/26,179.00	33,067/37,117	40,963.09/42,413.13
主機型式/製造所 Main Engine	宇部6UEC65/135D型	三菱Sulzer7RND68型	日立B&W6K74EF型
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	10,000/145	11,550/150	11,600/124
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	8,500/137	10,400/145	10,600/120
燃料消費量 Fuel Consumption	35.6t/d	30.1t/d(試運転時)	42.6t/d
航続距離(海里) Cruising Range	14,000	18,600	15,740 ^m
試運転最大速度(kn) Maximum Trial Speed	17.54	17.41	17.062
航海速度 Service Speed	15.85	15.00	14.7
ボイラー(主/補) Boiler	／1,200kg/h×8kg/cm ²	／コクラン型1,200kg/h	／コクラン型
発電機(出力×台数) Generator	AC450V×575KVA×2	445V×450KVA×2	AC450V×400KW×2
貨油倉容積(m ³)COT	—	—	—
清水倉容積(m ³)FWT	987.9	512.4	855.5
燃料油倉容積(m ³)FOT	C) 1,403.00 A) 121.00	2,398.6	C) 2,032.9 A) 199.6
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑧ JOHANNA SCHULTE

Bernhard Schulte
 渡辺造船(Watanabe)
 BV
 75 / 8 · 76 / 2
 ばら積(Bulk) · 遠洋

4,612.20 / 2,810.61

117.92
 110.00
 18.00
 9.00
 7.211

11,218.85

—
 —

8,196.75
 9,927.70 / 10,134.35

神発6UEC52/105D型

6,200 / 175
 5,270 / 166

23.0t/d

8,000
 15.972
 14.00

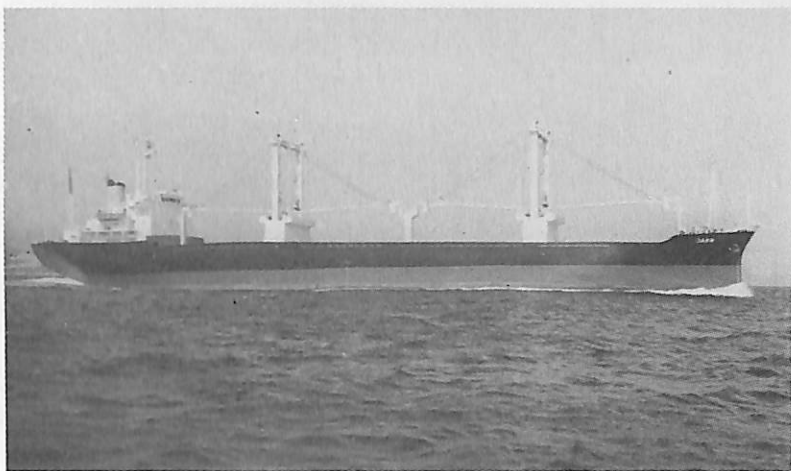
／クレイトンWHO-75型
 445V×250KVA×2

—

167.44
 736.66

—

⑤



⑥



⑦



⑧



船名 Name of Ship	⑨ PACBARONESS	⑩ EVMAR	⑪ MENTESE
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	Northeast Pacific Shipping Co. 名村造船(Namura) A B 75/10・76/1 ばら積(Bulk)・遠洋	Evmar Shipping Corporation 函館ドック(Hakodate) L R 75/10・76/1 ばら積(Bulk)・遠洋	D.B.Deniz Nakliyati T.A.S. 日本海重工(Nipponkai) A B 75/10・76/2 ばら積(Bulk)・遠洋
G/T・N/T	14,412.85/9,480.00	16,397.56/10,753.92	33,966.05/19,000.00
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	171.43 162.00 25.00 13.80 9.916	180.80 170.00 23.10 14.50 10.679	194.20 185.00 32.20 18.40 12.775
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)	33,588.00 6,908.00 26,260.00 26,680.00 32,089.00/32,866.00	35,241.00 6,492.00 28,751.00 29,211.00 33,329.00/37,714.00	63,893.00 10,551.00 — 53,342.00 —/62,629
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Sulzer7RND68型 11,550/150 10,400/145 C) 39.0t/d A) 2.0t/d 15,000 17.23 15.2	IHI-Sulzer6RND76型 12,000/122 10,800/118 40.9t/d 16,000 17.951 15.10	三井(Mitsui) B&W8K67GF型 15,000/145 12,750/137 47.80t/d 17,400 16.729 14.5
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	/コクラン型 AC450V×475KVA×3	/7kg/cm ² G×1,500kg/h×1 AC450V×460KVA×3	/1,500kg/h×1 1,500kg/h×1
貨油倉容積(m ³)CO T 清水倉容積(m ³)FW T 燃料油倉容積(m ³)FOT	— 226.0 1,664.7	— 211.00 2,214.00	— 295.2 C) 2,686.1 A) 257.3
特殊設備・特徴他	—	デッキクレーン10T× 20m×6	—

⑨



⑫ ORCO MINER

Orco Orange Corp.
 三菱広島 (Mitsubishi)
 A B
 75 / 9 · 76 / 1
 ばら積 (Bulk) · 遠洋

62,565.14 / 47,829.00

261.00
 247.00
 40.00
 24.00
 17.577

150,565.00

—
 —

192,882
 — / 140,212.00

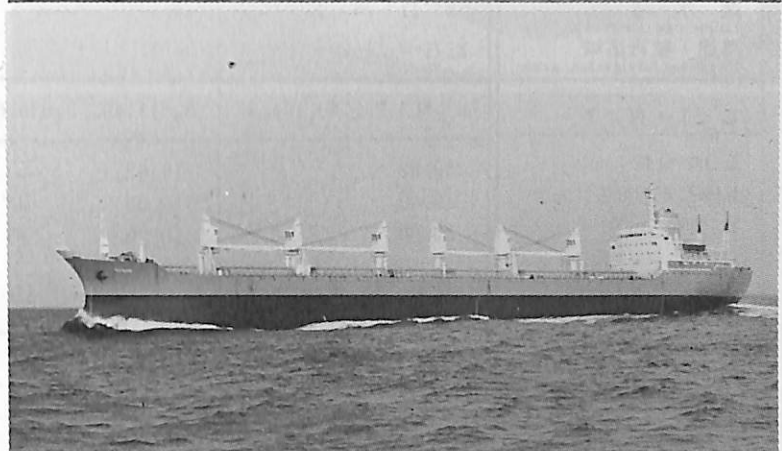
三菱Sulzer9RND90型
 26,100 / 122
 23,490 / 118
 86.3t/d
 27,600
 18.28
 15.60

／コクラン×1
 AC450V×770KW×3

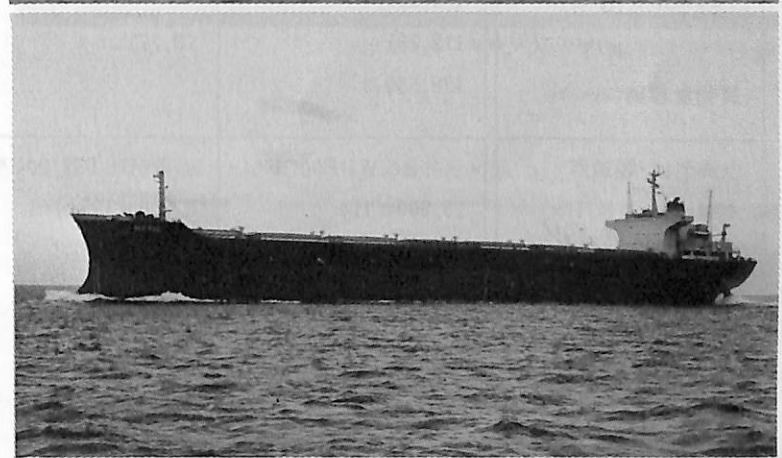
—
 552.0
 7,272.4

—

⑩



⑪



⑫



船名 Name of Ship	⑬ TONE MARU	⑭ AL-BAATH	⑮ CZANTORIA
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	Daiichi Chūo Kisen 三井造船玉野(Mitsui) NK 75/11・76/2 鉱石・石炭(Ore)・遠洋	A.D.O.P. 山西造船(Yamanishi) LR 75/11・76/2 油槽(Oil)・遠洋	Polish Steamship Company 三菱横浜(Mitsubishi) NV 75/8・75/12 油槽(Oil)・遠洋
G/T・N/T	63,103.79/40,104.95	6,641.49/3,639.68	81,196.56/57,446.82
LOA(全長:m) LBP(垂線間長:m) B(型幅:m) D(型深:m) d(満載吃水:m)	259.82 249.00 39.60 22.40 15.77	118.62 110.00 18.20 10.00 8.135	292.93 278.00 48.00 20.30 15.30
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 (ベール/グレーン:m ³)	132,911 — 110,951 112,731 128,550.9	12,531 2,760 — 9,771 —	172,564.00 — — 146,110.00 —
主機型式/製造所 Main Engine 主機出力(連続:PS/rpm) MCR 主機出力(常用:PS/rpm) NCR 燃料消費量 Fuel Consumption 航続距離(海里) Cruising Range 試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed 航海速力 Service Speed	三井B&WDE90GF型 23,900/114 20,300/108 78.5t/d 28,500 18.11 15.68	赤阪6UET52/90C型 5,200/195 4,420/185 158.7g/ps/h 10,000 14.376 13.541	三菱Sulzer10RND90型 29,000/122 26,100/118 95.8t/d 37,400 17.49 15.50
ボイラー(主/補) Boiler 発電機(出力×台数) Generator	／乾燃室丸ボイラ7,000 kg/hr×8.5kg/cm ² ダイハツ600KW×2 三井800KW×1	／タクマRHO-300, RHO-175 AC385V×300KVA	／三菱CE型35t/h×2 AC440V×850KW×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	— 430.8 6,531.5	11,749.84 293.92 647.62	173,721.00 496.0 10,878.0
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑬ U NIVERSE
SENTINEL

Universe Tankship
Inc.
石川島播磨重工(IHI)
A B
75 / 5 · 75 / 12
油槽(Oil) · 遠洋

122,199.04 / 101,698.00

337.058
320.00
54.50
27.00
69' - 1 $\frac{3}{8}$ "

—

—

269,092.00

—

—

IHI-クロスコンパウンド
インプルス型タービン

40,000 / 83

36,000 / 80

175.17t/d

24,670

17.19

15.75

IHI-F.W-MDM型 × 2,
61.2kg/cm²GX
AC450V × 1,800KW × 2
AC450V × 500KW × 1

329,853

852

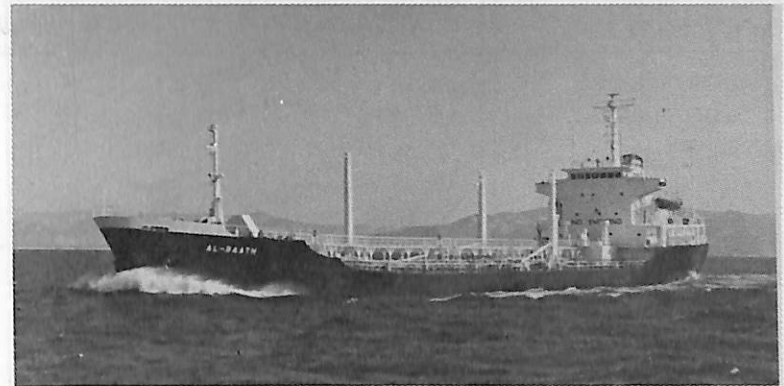
13,439

—

⑬



⑭



⑮



⑯



船名 Name of Ship	⑰ MOBIL EAGLE	⑱ BRITISH RANGER	⑲ JARMADA
所有者 Owners	Mobil Shipping and Transportation Company	Solamole	A/S Kosmos
造船所 Ship builder	佐世保(Sasebo)	三菱長崎(Mitsubishi)	日本鋼管津 (Nippon Kokan)
船級 Class	A B	L R ...	N V
進水・竣工 Launching・Delivery	75/9・76/2	75/8・76/1	75/7・76/2
用途・航行区域 Purpose・Navigation area	油槽(Oil)・遠洋	油槽(Oil)・遠洋	油槽(Oil)・遠洋
G/T・N/T	131,647.92/107,376.00	133,034.80/108,525.16	188,097/145,229.69
LOA(全長:m)	339.55	338.612	373.52
LBP(垂線間長:m)	324.00	323.00	355.00
B(型幅:m)	53.50	53.60	64.00
D(型深:m)	28.00	26.40	29.00
d(満載吃水:m)	21.752	20.6795	22.93
満載排水量 Full load Displacement	324,821.00	—	437,692
軽貨排水量(約) light Weight	—	—	53,495
載貨重量 L/T Dead Weight	—	—	384,197.00
K/T	285,152.00	269,882.00	390,362.00
貨物倉容積 Capacity (ベール/グレーン:m ³)	—	—	—
主機型式/製造所 Main Engine	G.E.社クロスコンパウ ンド型タービン	三菱2段減速機付タービン	三菱MS45-2タービン
主機出力(連続:PS/rpm) MCR	36,515/90	34,000/90	45,000/80
主機出力(常用:PS/rpm) NCR	34,486/88.3	34,000/90	45,000/80
燃料消費量 Fuel Consumption	186.9t/d	153t/d	212.1t/d
航続距離(海里) Cruising Range	25,200	24,530	26,600
試運転最大速力(kn) Maximum Trial Speed	16.62	16.01	15.882
航海速力 Service Speed	15.78	15.4	15.45
ボイラー(主/補) Boiler	/Sasebo-Foster Wheeler "MDM"×2 85t/h	/MHI-CEV2M-8W型 70,000kg/h×2	/94,000kg/h×61.5kg /cm ² G×2
発電機(出力×台数) Generator	1,700KW×2	AC450V×1,400KW×2 AC450V×700KW×1	主) 2,000KW×450V×2
貨油倉容積(m ³)COT	337,143.4	347,618.00	473,136.1
清水倉容積(m ³)FWT	523.2	422.5	731.3
燃料油倉容積(m ³)FOT	13,641.9	12,604.0	16,746.9
特殊設備・特徴他	—	—	—

⑰



⑱



⑲



⑳



⑳ ANDROS PETROS

Nothern Sealanes Corp.

石川島播磨重工(IHI)

A B

75 / 7 · 76 / 1

油槽 (Oil) · 遠洋

208,121.42 / 182,088.00

378.40

360.00

68.00

31.60

25.035

—

—

449,934

457,154

—

IHI タービン

45,000 / 80

45,000 / 80

227.5t/d

23,380

16.28

15.3

／ IHI-MDM 型 × 2
61.2kg/cm² GX
AC450V × 2,500KW × 2
AC450V × 460KW × 1

571,198.3

1,437.8

20,529.9

—

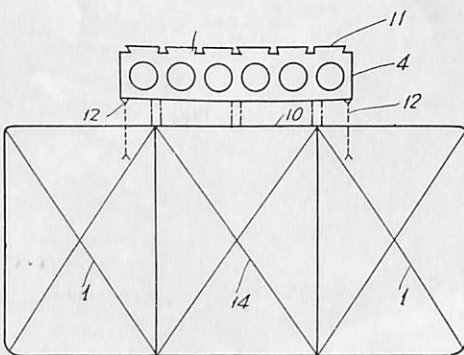
特許解説

油槽船〔特公昭 51—2187 号公報，発明者；福谷光雄，出願人；三菱重工業㈱〕

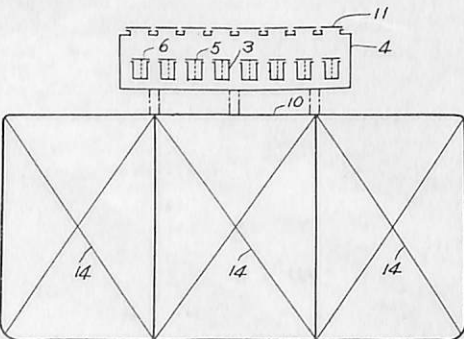
従来，大型タンカーにおいて貨油槽群の一部を油水分離タンクとして利用することが行われているが，この方法では分離の性能をある程度以上向上させることはできない。近年大型タンカーの隻数増加に伴い，海水の油濁を防止する観点から，船舶からの排水の油分含有量を 10 ppm 程度以下に抑えようとする規制が考えられている。そのためには，上記油水タンク装

油槽船

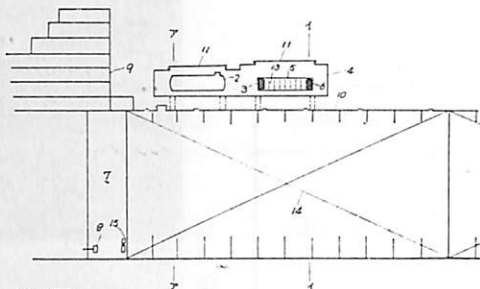
第1図（ア-ア断面）



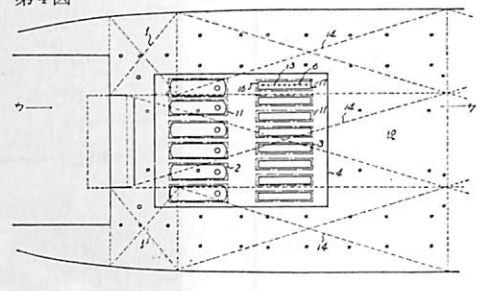
第2図（イ-イ断面）



第3図



第4図



置に，さらに分離器などの装置が必要となってくる。

本発明は，以上の背景のもとになされたもので，分離器等の保守，点検を容易にするよう，また船体に大幅な変更を伴うことなく分離器の設置を行うようにしたものである。

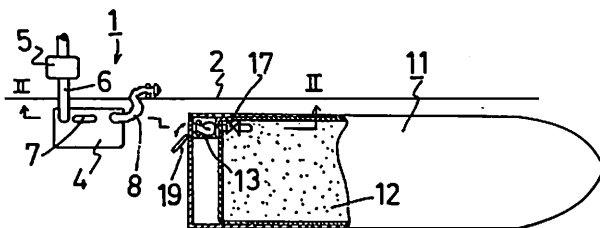
図面を参照して説明すると，1は船尾両側のタンクを利用した油水分離タンクで，貨油槽群14より発生した油水が，ポンプ15により移される。油水分離タンク1で油水の粗分離（300 ppm程度）をうけた油は，ポンプ室7のポンプ8により油水分離器2に供給される。油水分離器2で分離された（50ppm）油は，さらに 10 ppm 程度以下に精分離するために，ろ過器3に送られる。油水分離器2およびろ過器3は，船体内に組込まれることなく船尾甲板室9の前方で上甲板10より上方3 m程度の位置に支持される。油水分離器2およびろ過器3の上部には，搬出入の便を計り開口11が設けられ，また下部には溜り油水の油水分離タンク1への戻しドレン管12が設けられている。

液状貨物用バージに対する荷揚装置〔特公昭 51—2190号公報，発明者；中井康雄，出願人；日立造船㈱〕

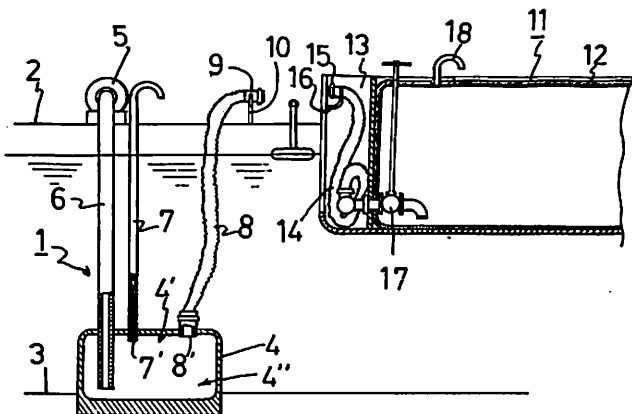
石油タンカー船の大型化に伴ない，搬送方式として，大型船で運ばれてきた液状貨物を基地となる貯蔵所に貯えておいて，この基地から各消費地へ中小型船で二次輸送するシステムが採用され，この二次

液状貨物用バージに対する荷揚装置

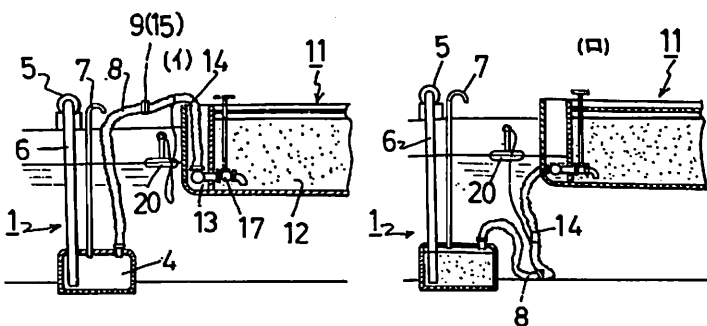
第1図



第2図



第3図



輸送に液状貨物運搬用バージを、輸送効率、経済性の面から用いることが考えられている。

しかしこの場合、荷役用のポンプをどのようにして配置するかが問題となる。各バージにポンプを設けることは不経済であり、また地上側にポンプを設けるだけでは、バージとの間に可撓管を採用せざるを得ないことから、大容量のポンプを設置することができない。

本発明は、上記の背景のもとになされたものであり、荷揚岸壁2にポンプ5が設置され、硬質管6で、岸壁2の水底部3に設けられたタンク4に接続されている。タンク4には第一可撓管8が設けられ、他端部には第一連結具9が取付けられている。7はタンクの4内の空気抜管である。バージ11には、輸送タンク12をもち、一端部には弁17を介し

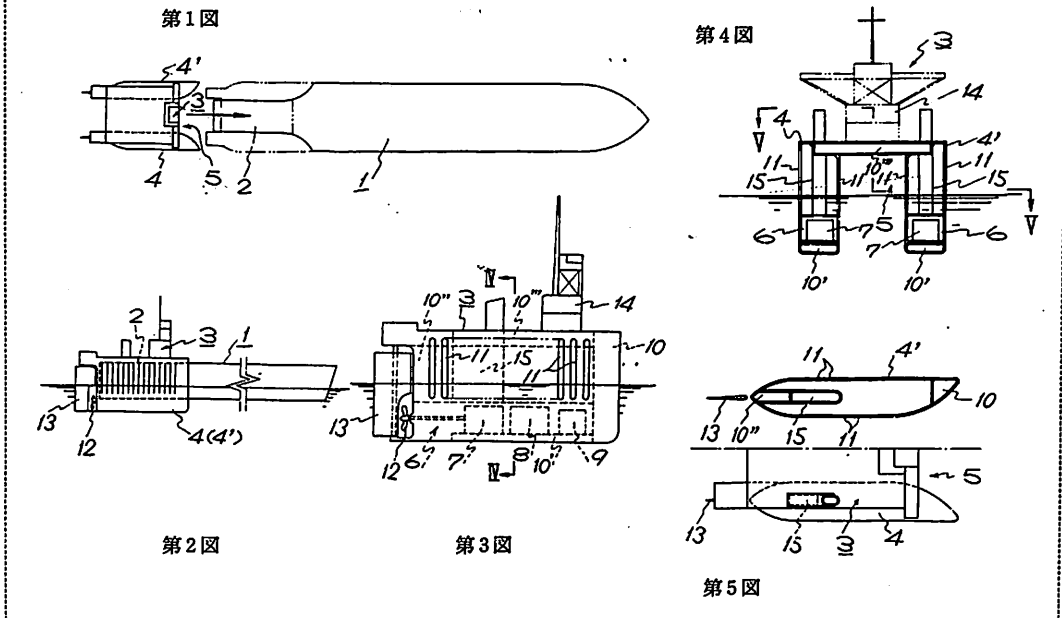
て、第二可撓管14および第二連結具16が設けられる。

荷揚げにあたり、まずそれぞれの可撓管8、14を連結具9、15で接続し、水中に沈める。その後、バージ17の弁を開くと、バージ内の油は、その水頭圧により、タンク4内に移る。次に地上側のポンプ5を回転することにより、バージ11内の油は、タンク4を介して荷揚げされる。

本発明では、中間にタンク4を介して荷揚げを行なうことから、ポンプ5を大容量にすることができると同時に、可撓管8、14により、バージの波浪等による運動を吸収することができる。

プッシャーバージシステムの連結構造〔特公昭51-2195号公報、発明者：高松政、出願人：日立造船

プッシャーバージシステムの連結構造



【附】

近年、バージの利用範囲は、内陸水運や内海水運から外洋運航にまで発展し、バージの大型化が行われている。これに伴って、バージに大きな波浪やうねりが作用することから、バージとプッシャーとの連結機構が問題になってきている。従来、連結機構として、ワイヤ、自在接手、ピン接手などが考えられているが、これらの機構を大型バージに適用すると、その構造がきわめて大型のものになる。

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであり、図面を参照して説明する。

バージ； バージ1の船尾部に、巾の狭い連結部2が設けられる。

プッシャー； プッシャー3は、双胴船の構造をもち、両胴部4、4'の下部に水密空間6をもつ。この水密空間6の内部には、推進機関7、発電機8が設けられる。また両胴部4、4'の前面に10、下

部に10'、後部に10''さらに上部に10'''の水密空間が設けられ、さきの水密空間6内の給排水機構により、各空間10~10'''に給排水を行ない、プッシャー3を水面に対して浮上および沈降させる。また両胴部4、4'の間には、開口11が設けられ、波動、うねりのプッシャーへの影響を軽減する。

連結； プッシャー3の各タンク10~10'''内の水を抜いて、高い位置まで浮上させ、この状態でプッシャー3を移動させ、両胴部4、4'の間隙5にバージ1の船尾連結部2を嵌入させ、次に各タンク10~10'''内に注水することにより、プッシャー3をバージ1の連結部に乗せつけて、バージ1の浮力でプッシャー3を支持させるようにする。

(特許庁審査第一分類審査室 幸長保次郎)

船 舶 第49巻第5号 昭和51年6月1日発行
 5月号・定価800円(送料45円)
 本誌掲載記事の無断転載・複写複製をお断りします。
 編集兼発行人 土肥勝由
 発行所 株式会社天然社
 〒104 東京都中央区銀座5-11-13 ニュー東京ビル
 電話・(03) 543-7793 振替・東京 6-79562

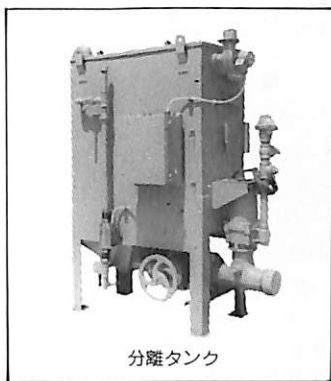
船 舶・購読料
 1カ月 800円(送料別45円)
 6カ月 4,800円(送料別270円)
 1カ年 9,600円(送料共)
 *本誌のご注文は書店または当社へ。
 *なるべくご予約ご購入ください。

THE NO WATER
NO DISCHARGE
SYSTEM.

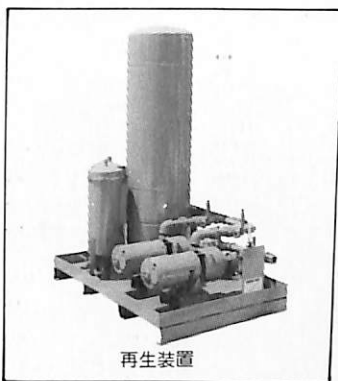
技術提携▶ クライスラーコーポレーション宇宙開発事業部

無廃水し尿処理装置

船舶用 **acqua-sans** アクアサンス



分離タンク



再生装置



焼却炉

アクアサンスは、水を使わないでし尿を処理する装置です。水の代わりに特殊なフラッシュ液を使いますが、この液は循環して何度も再使用できます。もちろん人体に無害で、つねに無色透明。汚物は完全焼却しますので清潔です。


型式	対象人口 (人)	使用可能回数 (回/1日当り)	総流量 (m ³ /1日当り)	生し尿流量 (ℓ/1日当り)
A	20	140	2.3	38
AB	50	350	5.7	76
B	160	1,120	19.0	250
C	320	2,240	38.0	500
D	600	4,200	76.0	910

- 上記各型の中容量、大容量についてもご相談に応じます。
- 各型共各種船用規格に適合するよう設計できます。

船舶のトイレにぴったり

- 水を使わない無水型です。
- 海洋汚染防止に即した無公害クロージドシステムです。
- 設置は容易で、スペースもわずかです。
- 完全自動化で取扱いが簡単です。


〈製造〉

 株式会社 **タクマ**

本社/大阪市北区堂島1丁目16

●●●お問合せは●●●
 本社 (06)346-5161
 東京支社 (03)271-2111
 名古屋支社 (052)571-5211
 福岡支店 (092)721-7651
 札幌支店 (011)221-4106
 広島営業所 (0822) 28-0338
 仙台営業所 (0222) 22-3042

〈販売代理店〉

 **日精株式会社**

機械第一本部

本社/東京都港区西新橋1丁目18番17号(明産ビル)

〈お問合せは〉

本社 (03)502-3471
 大阪営業所 (06)341-3902
 名古屋営業所 (052)571-8476
 福岡営業所 (092)781-4436
 日立営業所 (0294)21-4464
 札幌営業所 (011)231-8513
 広島営業所 (0822)21-4987
 仙台営業所 (0222)63-2378

あなたのそばに信頼の技術



海の救急車

FRP製 **17.0m**

へき地患者輸送艇

兵庫県飾磨郡家島町殿納入「いへしま」

瀬戸内海国立公園、兵庫県しかま飾磨郡家島町。家島・西島・だんが男鹿島・ぼつせ坊勢島をはじめ大小40余りの島々が、松の緑にかこまれて美しい。

真浦・宮港と本土飾磨港はおよそ18km。1日5便、1時間15分の定期航路は、急患のため島民には心細い。

この4月就航の「いへしま」は患者の輸送に便利な大きな2枚扉、砂浜でも乗船できるようにキールの補強等、海の救急車として約30分で家島と本土を結ぶ。

材質：FRP(強化プラスチック)

全長：17.0m

幅：4.3m

深さ：2.2m

総トン数：36.09t

主機関：船用ディーゼル280ps×2基

速力：約20kt

定員：乗員2名 その他12名 合計14名

IHI 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