

SHIPPING

船舶

1974. VOL. 47

5

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
昭和四十九年五月七日 印刷
昭和二十四年三月二十八日 運輸省特別取扱承認 誌第四〇六号
発行

リベリア向け26万トン型タンカー
“ウエスタン・ライオン”

重量トン数	264,868トン
主機最大出力	32,000馬力
速力(試運転最大)	15.722ノット
引渡	昭和49年4月3日
建造	日立造船堺工場



日立造船

天 然 社

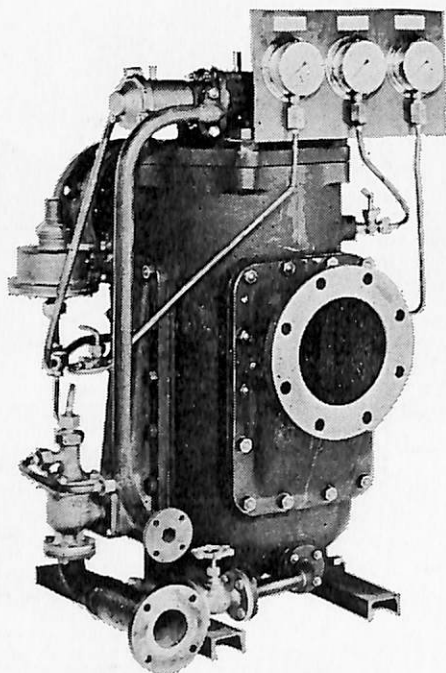
油汙過作業の省力化…

特許

機関室を広くする

マックス・フィルタースシリーズ

日本船用機器開発協会助成品



MAX-FILTER LSM型

手動逆洗式油濾器

LSM型の特長

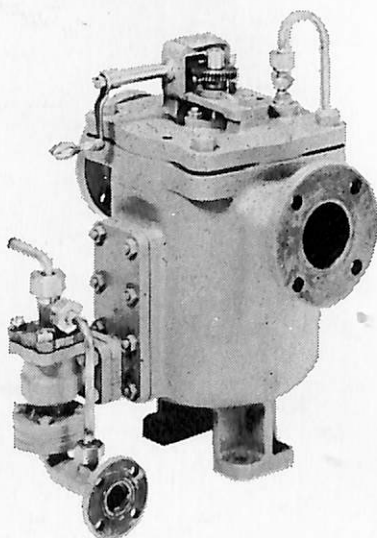
- 一分間で逆洗終了
- 手をよごさぬワン、ツー、スリー操作でOK

MAX-FILTER LS型

完全自動逆洗式油濾器

LS型の特長

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



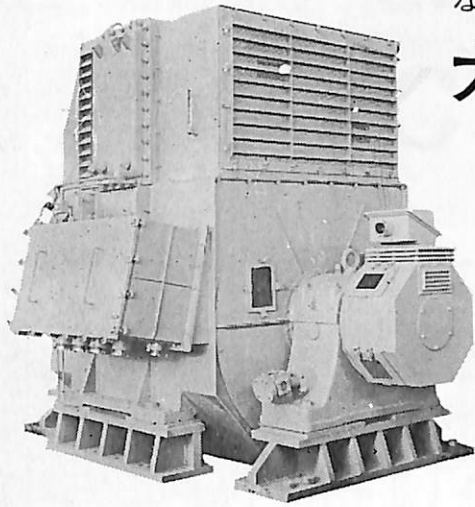
単筒型式であるが重聯装備の必要なし コンパクトで据付けにスペースをとらない

 **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)

ながい経験と最新の技術を誇る!

大洋の船用電気機械



交流発電機 1100KVA 450V 600RPM

発 電 機
各種電動機及制御装置
船舶自動化装置
電動ウインチ
配 電 盤



大洋電機

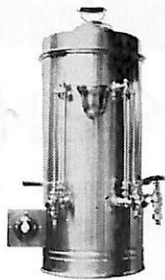
株式
会社

本 社 東京都千代田区神田錦町3の16 電話 東 京(293) 3061 (大代)
岐阜工場 岐阜県羽島郡笠松町如月町18 電話 笠 松 (7) 4111 (代表)
伊勢崎工場 伊 勢 崎 市・八 斗 島 町 7 2 6 電話 伊勢崎 (32) 1234 (代表)
群馬工場 伊勢崎市八斗島町大字東七分川330の5 電話 伊勢崎 (32) 1238 (代表)
下関出張所 下 関 市 竹 崎 町 3 9 9 電話 下 関 (23) 7261 (代表)
北海道出張所 札幌市北二条東二丁目浜建ビル 電話 札 幌 (241) 7316 (代表)

YKK型船舶厨房調理機器

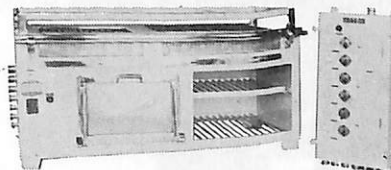
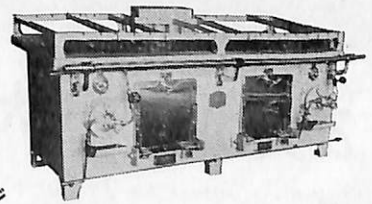
堅牢性、経済性、効率性、安全性技群。高い信頼納期業界最短、即納主義

ライスボイラー



電気式湯沸器

26kw型多目的電気レンジ



2400型オイルレンジ

営業品目

電気レンジ・オイルレンジ・ライスボイラー・湯沸器
調理機・水澆器・豆腐製造機・アイスクリーム製造機
ハムスライサー・肉挽機・球根皮剥機・炊飯器・ケー
キミキサー・ガスレンジ・電気式オープン・パン醗酵器
電気式魚焼器・スープボイラー・ディスポーザー
食器洗浄機・堅型蒸気炊飯器・電気コンロ・電気熱板
ガス魚焼器・その他特殊製品全般

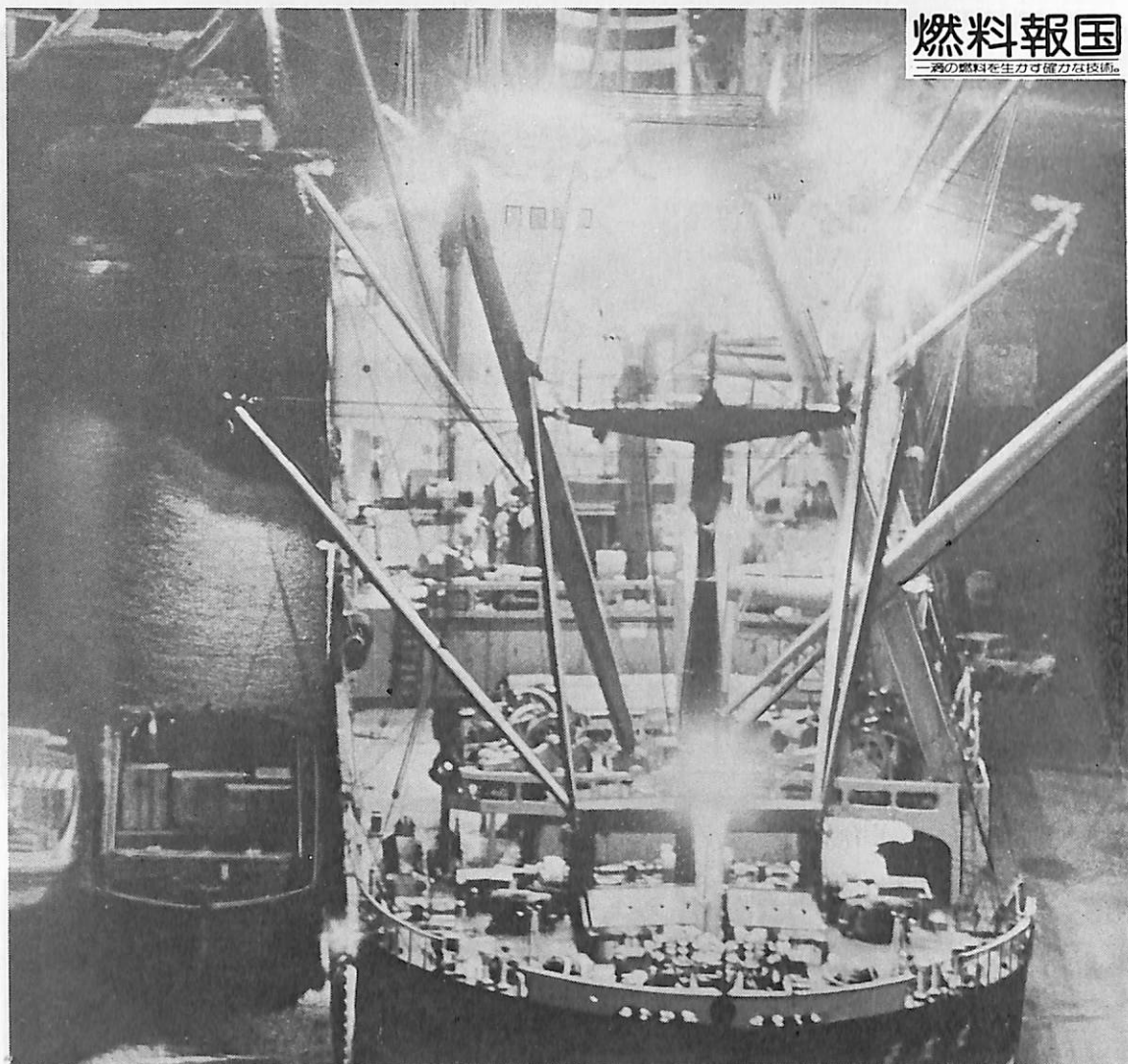
株式会社 横浜機器製作所

本社・工場 横浜市中区新山下1-8-34
電話 横浜045(622)9556(代)5335(代)
第2ビル専用 045(621)1283(代)
電略 「ヨコハマ」ワイケイケイ

希望条件を指示下さい。即時見積、設計、納品致します。

燃料報国

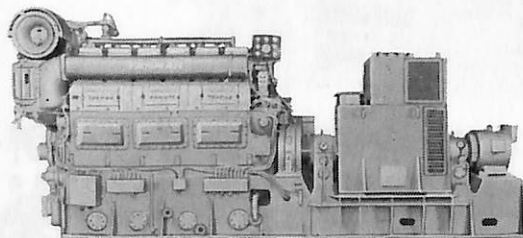
一滴の燃料を生かす確かな技術。



あらゆる大形船で今日も活躍。

貨物船・タンカー・フェリーボート・ドレッジャー・クレーン船 …あらゆる大形船舶の補機にヤンマーの6GL形シリーズ〈720～1200馬力〉・6ZL形シリーズ〈1600～1800馬力〉が最適。

用途に応じて豊富な機種の中からお選びください。



船舶補機
6GL-ET
〈1200PS/720rpm〉

船舶補機 3.5～1800馬力

**ヤンマー
ディーゼル**

●詳しいカタログをお送りします〈本社・宣伝部〉まで。

 **ヤンマーディーゼル株式会社** (本社) 大阪市北区茶屋町62(〒530) TEL(06)372-1111(代)
(支店) 札幌・東京・名古屋・高松・広島・福岡

無線局ライセンス，料金清算業務

QRC サービスのごあんない

リベリア国、パナマ国およびシンガポール国等の外国籍船に開設する無線局の免許申請、法定図書、電報用紙類の支給ならびに各国政府、海岸局に対する電報・電話料金の清算代理業務を行なっております。



協立電波株式会社

本社 東京都目黒区上目黒1-3-13
TEL 03(712) 3111

神戸支店 神戸市生田区元町通5-127
TEL 078(351) 1101

技術のナカシマ

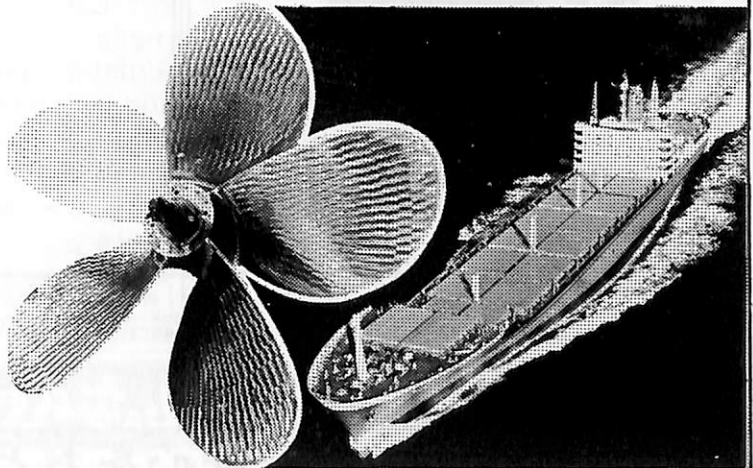
世界の海に活躍する ナカシマプロペラ

■製造品目

大型貨物船・タンカー・撒積船
各種専用船プロペラの設計及び
製作，各種銅合金鑄造品・船尾
装置一式

■新開発システム

- キーレスプロペラ
キーなしのシャフトにプロペラを油圧にて装着する新方式
取付・取外し簡便
- NAUタイププロペラ
当社と造船技術センターの共同開発，中小型プロペラの効率大巾アップ
- 可変ピッチプロペラ
英国ストーン社との技術提携による高性能CPPシステム一式
(XS・XK・XX三種)



運輸省認定事業場



ナカシマプロペラ株式会社

本社工場 岡山市上道北方688-1(岡山中央郵便局私書函167) 〒709-08 電話(0862)79-2205(代) TELEX 5922-320 NKPROP J
東京営業所 東京都中央区八丁堀1丁目6番1号 協栄ビル 〒104 電話(03)553-3461(代) TELEX 252-2791 NAKAPROP
大阪営業所 大阪市西区鞠本町2丁目107 新興産ビル 〒550 電話(06)541-7514(代) TELEX 525-6246 NKPROPOS

世界的水準をはるかに抜く明るさ!!

●光の王様、光学技術の総結集!!

三信の高性能 キセノン探照燈

■特許 3件 ■実用新案 3件
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- 特殊設計により、寿命が長く、電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます

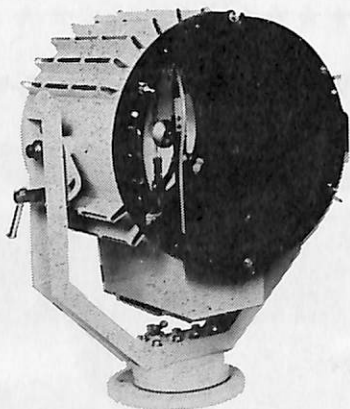
●光の王様、ボタンで自在!!

三信の高性能リモコン式 キセノン探照燈

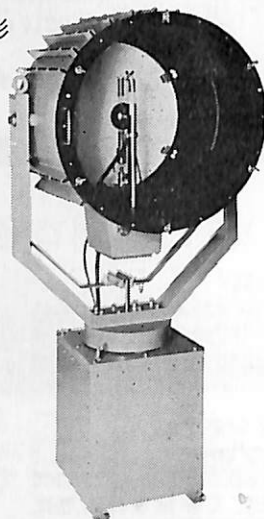
■特許 3件 ■実用新案 3件
■特許出願中 3件 ■意匠登録済

- ふ仰、旋回操作は操作盤スイッチで完全リモコンです。
- 特殊設計により、寿命が長く電圧、周波数変動にも強い。
- 太陽光に最も近い白色光です。
- 光柱光度がきわめて高く、照射距離が長い。
- 全閉式防噴流形構造により、完全防水です。
- 主要部分はステンレス製で、さびず、長期の使用に耐える。
- 特殊放熱板の採用により、温度上昇が少ない。
- 激しい振動や、風速60mの風圧にも十分耐えます。

X-40形



RCX-60形



形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
X-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
X-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

形 式	ランプ容量	最大光柱光度	照射距離	定格電圧	周波数
RCX-40	(呼称)1KW	3000万cd	10km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60A	(呼称)1KW	6500万cd	12km	A.C220V1φ	50/60Hz
RCX-60B	(呼称)2KW	8000万cd	13.5km	A.C220V3φ	50/60Hz

●長年の経験と技術で安心をおとどけする……………



三信船舶電具 株式会社
の日本工業規格表示許可工場
三信電具製造 株式会社

●本 社/〒101 東京都千代田区内神田1-16-8 ☎東京(03)295-1831(大代)
 ●発送センター/ ☎東京(03)840-2631代 ●北海道配送センター/ ☎函館(0138)43-1411代
 ●福岡営業所/ ☎福岡(092)771-1237代 ●室蘭営業所/ ☎室蘭(0143)22-1618
 ●函館営業所/ ☎函館(0138)43-1411代 ●高松営業所/ ☎高松(0878)21-4969
 ●石巻営業所/ ☎石巻(02252)3-1304 ●工 場/ ☎東京(03)887-9525代

船舶

昭和 49 年 5 月 12 日 発行

天 然 社

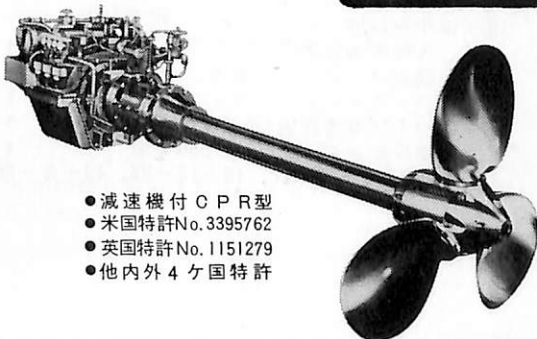
◇ 目 次 ◇

27万トン型VLCC“ジャパンコスモス”について……………三井造船株式会社千葉造船所造船設計部…(41)
 内部防熱方式LPG船について……………三菱重工業株式会社横浜造船所船舶設計部…(48)
 浮遊式海洋構造物の係留に関する基礎的研究……………安藤定雄…(53)
 自己昇降式作業台「盤石」……………石川島播磨重工業株式会社海洋部…(61)
 自己上昇式土木用海洋作業台“KAIKO SEP-A”の概要……………北田一秋・原田牧男…(69)
 最新のアメリカの海洋関連施設……………芦野民雄…(74)
 日本造船研究協会の昭和47年度研究業務について(4)……………日本造船研究協会研究部…(82)
 LNG船(その3 荷物格納) 17……………恵美洋彦・曾根 紘…(90)
 LNG船規準の解説(3)……………日本海事協会…(97)
 スルザーLNG再液化装置の概要……………スルザー・ブラザース(日本)株式会社…(106)
 [製品紹介] 古野電気の超音波手洗器“清潔”……………(107)
 NKコーナー……………(108)
 昭和49年度技術開発事業一覧表(日本船用機器開発協会)……………(109)
 業界ニュース……………(110)
 [特許解説] ☆浮揚構造物の建造方法 ☆大型船建造装置 ☆船体の洋上増幅方法……………(111)
 写真解説 ☆吊上荷重3,000トン、巻き揚げ高さ100m、世界最大の起重機船“武蔵”
 ☆世界最大級の海底管敷設船“KOKAN PIONEER I”

竣 工 船 ☆び ほ う ☆みようじょう ☆あ き づ き
 ☆しのしめ ☆ぼ な べ 丸 ☆東 洋 丸
 ☆とよふじ丸 ☆た ひ ち 丸 ☆白 嶺 丸
 ☆山 新 丸 ☆千 島 丸 ☆雄 栄 丸
 ☆FAIRSHIP ☆ESSO MUKAISHIMA ☆EL-BREGA
 ☆MOBIL MARINER ☆UNIVFRSE EXPLORER
 ☆WORLD PREMIER ☆NORSE DUKE ☆NYATOH
 ☆ARISTOGENIS ☆PACGLORY ☆LONG BEACH
 ☆CAPE SOYA ☆MARITIME UNITY ☆LOUIS L.D.
 ☆WORLD ATLAS ☆WORLD COMMANDER
 ☆BASILICA ☆PACIFIC RAINBOW

あらゆる船舶の高性能化に

かもめ 可変ピッチプロペラ



- 減速機付CPR型
- 米国特許No. 3395762
- 英国特許No. 1151279
- 他内外4ヶ国特許



運輸省認定製造事業場
 通産省認定輸出貢献企業

船舶用固定ピッチプロペラ・各種可変
 ピッチプロペラ専門製造

かもめプロペラ株式会社

本 社：横浜市戸塚区上矢部町 690 TEL (045) 811-2461
 東京事務所：東京都港区新橋 4-14-2 TEL (03) 431-5438
 434-3939



世界最大級の海底管敷設船 “KOKAN PIONEER I”

日本鋼管株式会社は、自社向け海底管敷設兼起重機船を清水造船所で建造していたが、この程完成した。

同船は、外径4インチから56インチのパイプをコンクリート巻きし海底に敷設するが、処理可能最大単管重量は40トン、最大水深は約150mと、この種の作業船としては世界最高水準の性能を有する。海底管敷設設備として、アーティキュレートステインカーを初めウエスタンギア社製の特注テンショナー、オートテンション型アンカーウインチ等、在来の日本船にない高性能な諸設備を装備しており、今秋に一般海洋土木工事用として取付け予定のレボルピングクレーン、エアハンマー、ドリリングマシン、グラウチング装置等とあわせて、大水深における大規模海洋土木工事が可能となる。

石油資源安定確保の必要から海洋油田開発需要は近年益々増大しており、海底管敷設や海洋採油施設の建設需要は飛躍的に増加しつつある。これらの海底油田では、タンカーの大型化により、シーバースの建設地点が次第に深く、かつ陸地からの距離も遠くなってきており、建設用機械の大型化、高能率化が要請されている。

このような情勢に対処するため、同社は2隻の現有海底管敷設船に加え、新たに海洋土木工事に兼用できる最新鋭多目的船の建造を進めていたものである。

同社は海底パイプライン工事については総延長約200kmと我国で最大の実績を有しているが、本船建造により東シナ海、東南アジア、ペルシア湾等、海外の大型海洋土木工事分野にも進出する体制が整備された。

〔概要〕

- | | | |
|-----------------------------|----------------------|----------------------------|
| 1. 資格等 | 資 格 | 格：遠洋区域（国際航海） |
| 船 用 法 | 級：A. B. S. + 1 Barge | |
| 適 用 法 | 規：船舶安全法及びILLC, 1966 | |
| 2. 主要寸法等 | 総 噸 数 | 約：10,840トン |
| | 純 噸 数 | 約：8,050トン |
| | 載 貨 重 | 量：9,063トン |
| | 全 長 | 長：139.0m |
| | 垂 線 間 | 長：131.5m |
| | 型 幅 | 幅：30.0m |
| | 型 深 | 深：9.0m |
| | 計 画 満 載 吃 水 | ：4.5m |
| | 計 画 排 水 量 | ：17,500トン |
| 3. 敷設設備 | | |
| (1) 管移動装置 | | |
| イ. 縦送りコンベアー | | 3 台 |
| ロ. 横送りコンベアー及び芯出機 | | 1 組 |
| ハ. 大型クローラクレーン | | 1 台 |
| (2) テンショナー 35t | | 2 台 |
| (3) アーティキュレートステインカー | | 1 式 |
| (4) アンカーウインチ及びテンションウインチ 90t | | 11 台 |
| (5) タビット 60t | | 6 台 |
| (6) 進水台設備 | | |
| イ. X線検査装置 | | 1 式 |
| ロ. 防食コーティング装置 | | 1 式 |
| ハ. コンクリートコーティング装置 | | 1 式 |
| ニ. パイプ溶接装置(全自動, 半自動) | | 1 式 |
| (7) レボルピングクレーン 550T型 | | 1 台 |
| 工期 | 起工 | 48-9-27, 48-12-22, 49-2-26 |

吊上荷重3,000トン、巻き揚げ
高さ100m 世界最大の起重機船
「武蔵」



石川島播磨重工は、47年10月から世界最大の3,000トンづり起重機船「武蔵」の建造をすすめてきたが、このほど完成、用船者である深田サルベージ(株)へ引き渡しを行った。

この起重機船は、本四架橋をはじめ関西新空港、東京湾湾岸道路など、今後に予想される各種大型海洋構造物の建設工事用として建造されたもので、3,000トンという大きな吊上げ能力と高い揚程(吊上げ可能な高さ)、長いアウト・リーチ(吊上げ用ジブの到達範囲)をいかし、ケーソン沈設などの基礎構造物構築工事、橋梁架設、港湾建設工事、重量物の運搬などに使用される予定である。

また、同起重機船は吊荷重(3,000トン)、揚程(最大106メートル)、アウト・リーチ(船首端から41.5メートル)の点で、世界最大であるのみならず、遠隔集中制御方式の大巾な採用により運転・操作の省力化をはかった、強力な係船装置の採用により瀬戸内海のように潮流の速い海域でも作業ができるようにした。など、性能の点でも最新鋭の起重機船である。

〔特 長〕

1. 吊荷重、揚程、アウト・リーチの点で世界最大であり今後に予想される大型海洋工事に十分対応できる。
2. ウインチには、船用としてすでに多くの実績があり信頼性が高いIHIハイドロ・ウインチを採用している。

3. 主巻ウインチをはじめ係船用ウインチの操作、機関部などに大巾な遠隔集中制御方式を採用し、運転・操作の省力化をはかった。
4. 潮流が5~7ノットと早い海域でも作業できるように係船装置、操船ウインチは大量のものとした。
5. 橋桁や送電線下でも通航できるようにジブを水面上54mまでさげることができる。

〔仕 様〕

船体部	全長107.3m×巾49.0m×深さ8.0m
起重機部	型式：A型フレーム2本、起伏型
	吊上荷重：3,000トン(750トン吊×4)
	巻上速度：1.25m/分
	アウトリーチ：荷重3,000トンのとき41.5m
	揚 程：100m×2フック
	106m×2フック
ウインチ	IHIハイドロウインチ
	巻上用 { 84.4ton 主巻ウインチ 4台
	{ 95.6ton 起伏ウインチ 2台
	{ 15 ton 一本吊ウインチ 8台
	係留および操船用
	{ 45 ton 操船ウインチ 4台
	{ 24 ton 操船ウインチ 8台
	{ 揚 錨 機 1台



あきづき (巡視艇) 船主 海上保安庁 造船所 三菱重工業・下関造船所

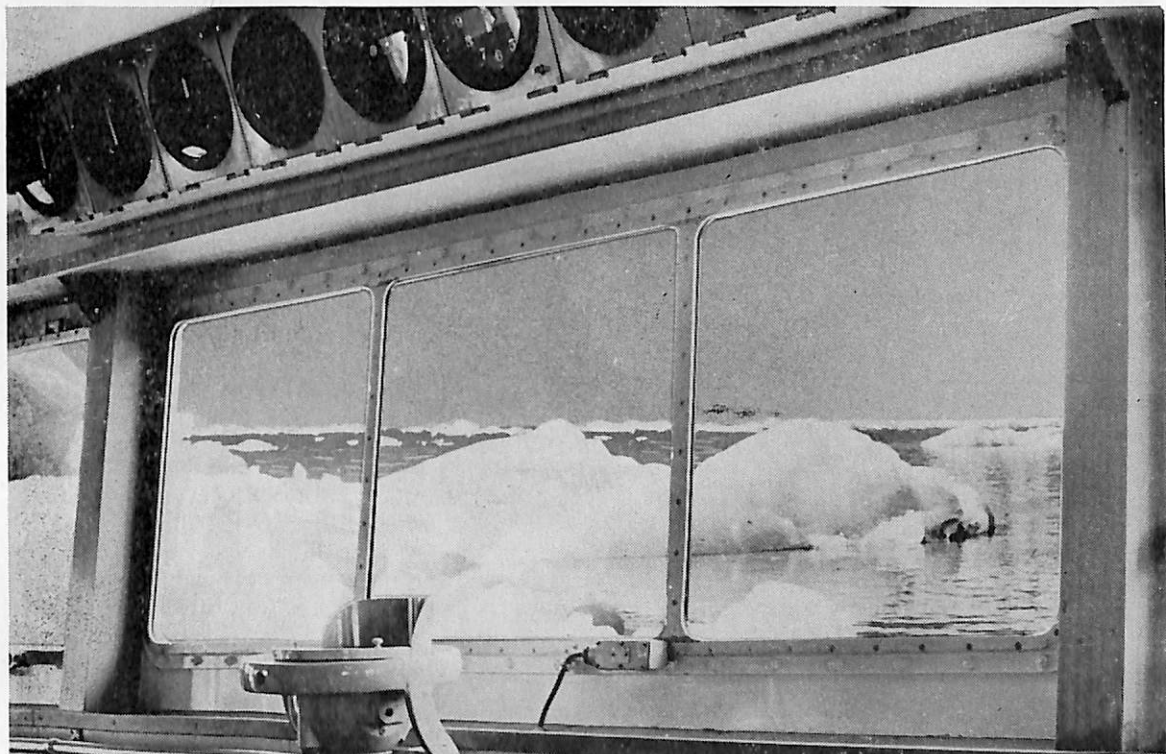
総噸数 125.38噸 純噸数 30.99噸 沿海 全長 26.00m 長(垂) 24.5m 幅(型) 6.30m 深(型) 3.00m 吃水 1.1m 満載排水量 76.00噸 ディープV型 主機 三菱12DM20MTK型ディーゼル機関3基 出力 3×860PS ×1,500RPM 速力 22ノット 発電機 3相 225V, 20KVA防滴閉鎖自己通風型×2 清水倉 0.6kℓ×1 燃料油倉 3kℓ×2 乗員 10名 工期 48-6-26, 48-12-25, 49-2-28 設備 減揺装置 ARB (Anti Rolling Board), バラストタンク



しのめ (巡視艇) 船主 海上保安庁 造船所 三菱重工業・下関造船所

総噸数 125.38噸 純噸数 31.01噸 沿海 全長 26.00m 長(垂) 24.5m 幅(型) 6.30m 深(型) 3.00m 吃水 1.1m 満載排水量 76.00噸 ディープV型 主機 三菱12DM20MTK型ディーゼル機関×3 出力 3×860PS ×1,500RPM 燃料消費量 175kg/ps.h 航続距離 280海里 速力 22.0ノット 発電機 3相 225V, 20KVA 防滴閉鎖自己通風型×2 清水倉 600ℓ×1 燃料油倉 3,000ℓ×2 乗員 10名 工期 48-6-26, 49-2-13, 49-3-25 設備 同型艇 あきづき

気象変化の激しい、極海の航行でも 操舵室の窓には、快適な視界をお約束!

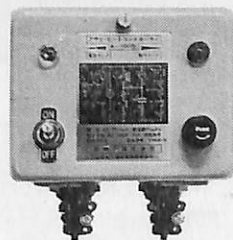


結露・氷結防止作用、融雪作用のある安全ガラス—

ヒートライト® C

極海の航行—飛び散るしぶき、吹きつける冰雪、操舵室の窓はどうしてもくもりがちです。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、くもりだけでなく、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。

TV グランド劇場
求婚旅行
主演・新庄三千代・杉村春子
Ⓟヨル 9時から
日本テレビ系30局ネット



旭硝子

本社 100 東京都千代田区丸の内2-1-2(千代田ビル)
電話 (03)218-5339 (車輛機材営業部)
支店 東京・大阪・福岡・名古屋・札幌・仙台・広島

カタログ請求券
船舶 5、

船舶推進機関の新時代をひらく MITSUBISHI V60M 高出力4サイクル中速ディーゼル機関



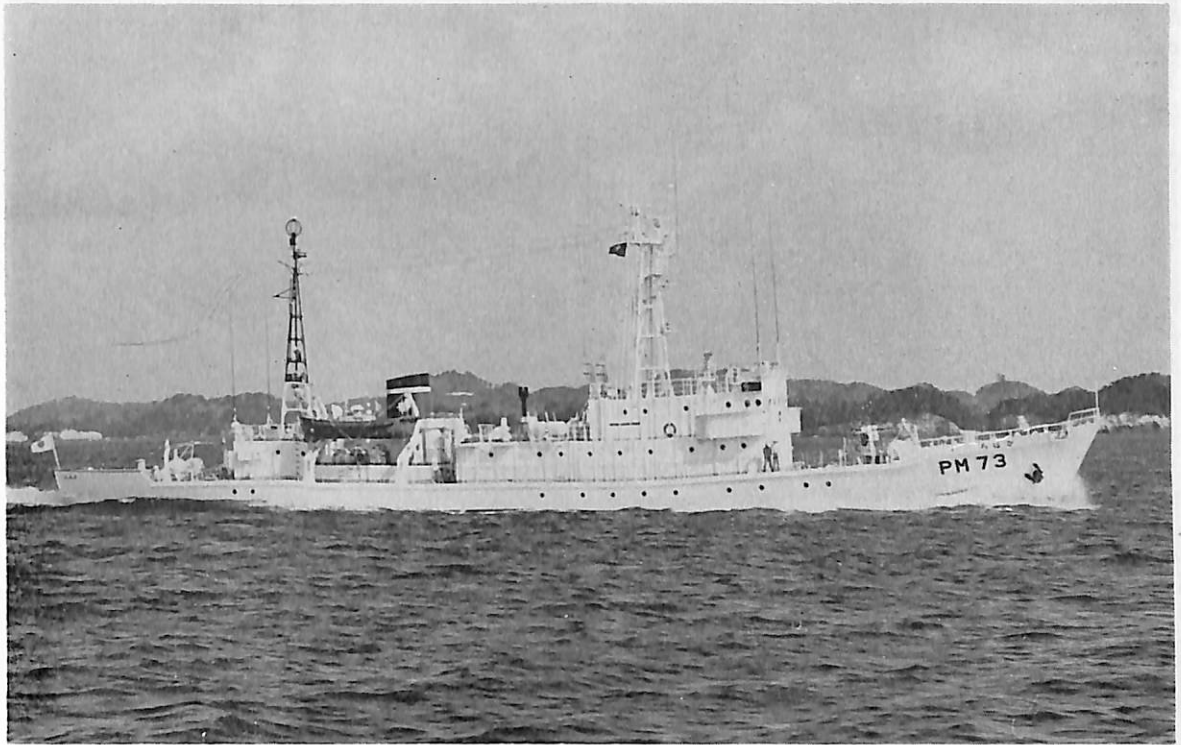
ハイパワー化!! 保守整備の省力化!!

近年の海上輸送の合理化にともない、船舶は「用途」「大きさ」「スピード」において多様化の傾向にあります。その結果、船舶に搭載する推進機関も、その「出力範囲」「プロペラ回転数」の多様化が要求されております。

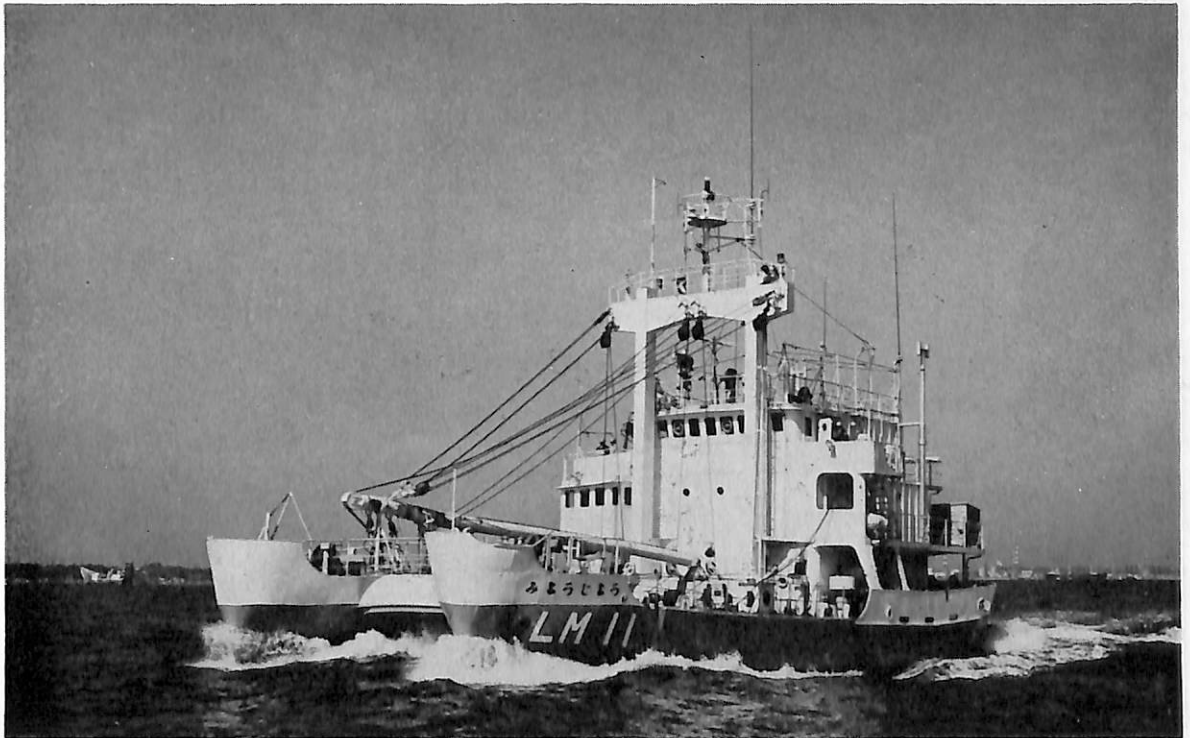
この要求に応じるため、世界にほこるエンジン生産実績をもつ三井造船の技術は、画期的な中速ディーゼルエンジン「三井V 60M」を開発しました。このエンジンは、ロボットによるピストンの解放をはじめ、主軸受の解放、吸排気弁の解放など保守整備の自動化を徹底的に推し進めた、全く新しい構想のエンジンです。

三井V 60Mによる、ギヤードプラントは同一機種で、あらゆるプロペラ回転数の選択が可能です。しかも、その配列によっていかなる所要馬力にもお応えすることができます。また、陸用発電機関などにも、巾ひろくその用途が期待されています。

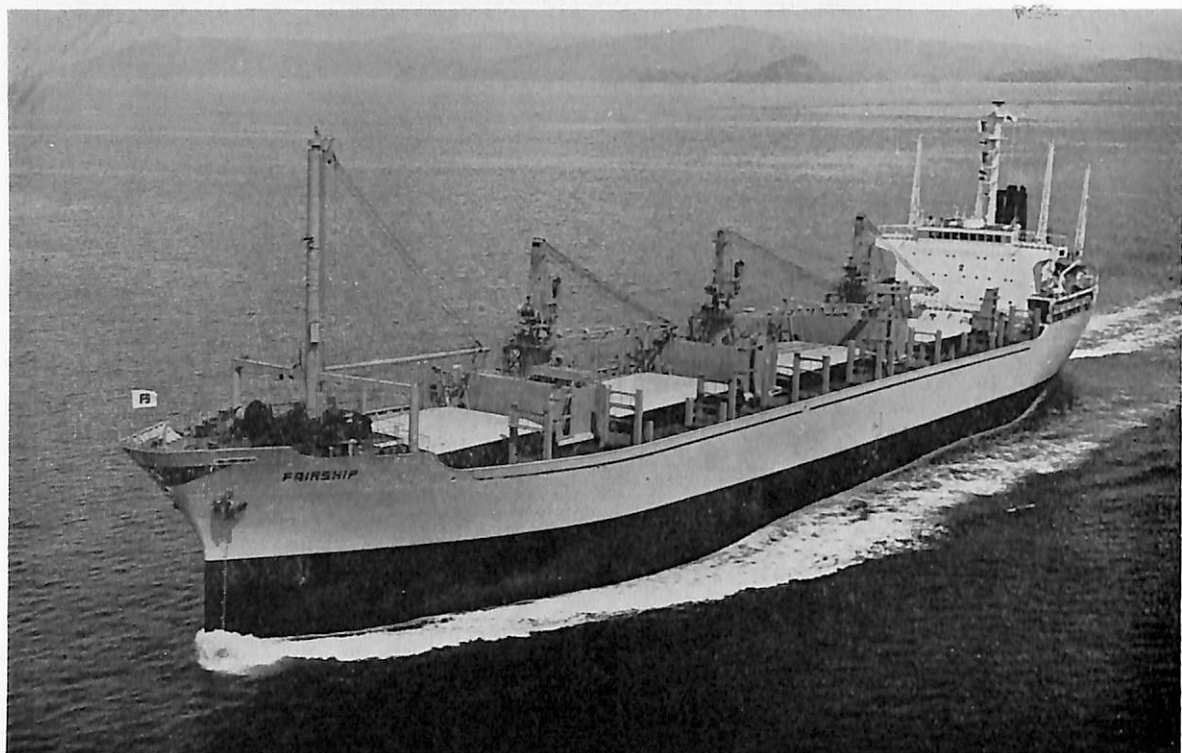
人間と技術の調和に挑む
M 三井造船
東京都中央区築地5丁目6番4号



び ほう (警備救難船) 船主 海上保安庁 造船所 東北造船株式会社
 総噸数 499.67噸 純噸数 130.25噸 近海 船級 JG 全長 63.350m 長(垂) 60.00m 幅(型) 7.80m 深(型) 4.30m 常備吃水 2.54m 常備排水量 615.235噸 平甲板型 主機 新潟鉄工 6 M31EX 立型ディーゼル機関 2 台 出力 $2 \times 1,275 \text{ PS} \times 360 \text{ RPM}$ 航続距離(16ノットにて) 3,255海里 速力 17.5ノット 汽罐 クレイトン RHOA-30 発電機 100KVA $\times 2$ 台 清水倉 50,220 m^3 燃料油倉 78,988 m^3 乗員 34名 工期 48-7-2, 48-11-20, 49-2-28



み よ う じ ょ う (設標船) 船主 海上保安庁 造船所 日本鋼管・鶴見造船所
 総噸数 247.79噸 純噸数 69.93噸 沿海 船級 JG 全長 27.000m 長(垂) 24.000m 幅(型) 12.000/4.000m 深(型) 3.910m 基準排水量 303.43噸 双胴船 主機 新潟鉄工所 6 MG16HS 立型ディーゼル機関 2 基 出力 $2 \times 255 \text{ PS} \times 1,135 \text{ RPM}$ 燃料消費量 106kg/Hr 航続距離 1,360海里 速力 10.8ノット 発電機 主発電機 35 KVA(28KW) $\times 1$ 台 作業用発電機 100KVA(80KW) $\times 1$ 台 清水倉 9.18 m^3 燃料油倉 14.86 m^3 乗員 18名 工期 48-8-9, 49-2-4, 49-3-25 設備 設標荷役装置 主機及びCPP遠隔操縦装置



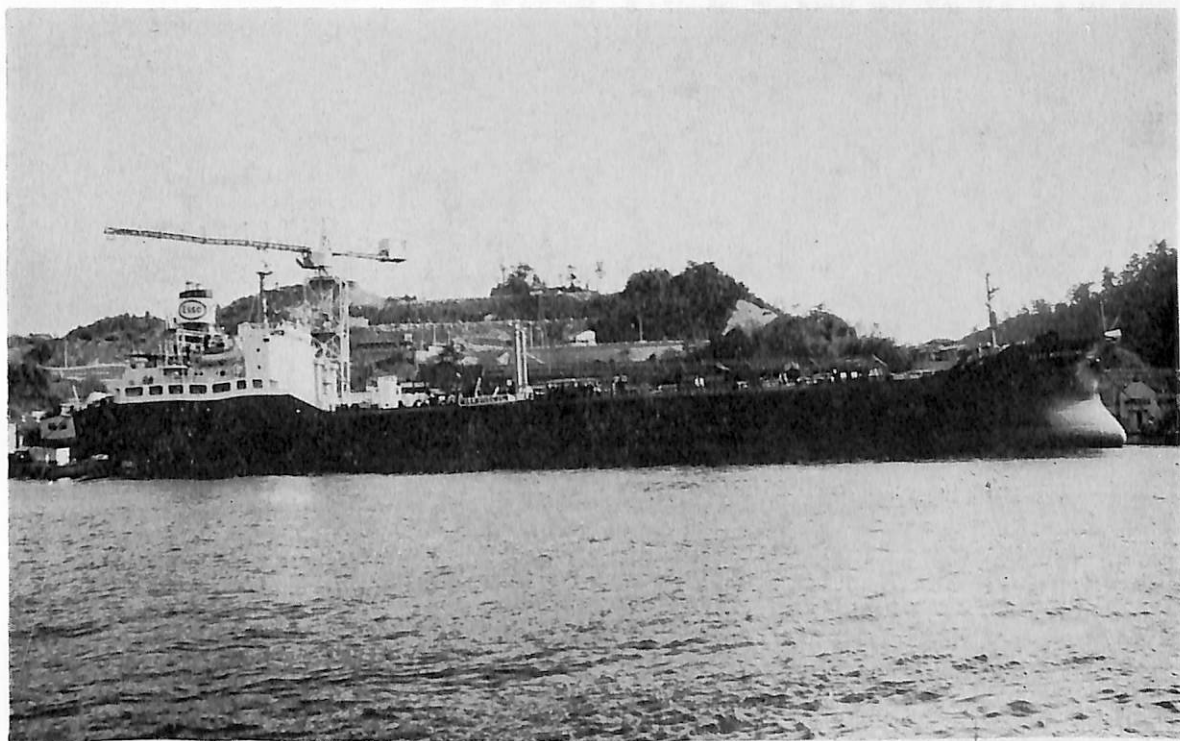
FAIRSHIP (自動車兼ばら積貨物船) 船主 Four Seas Shipping, Ltd (リベリア) 造船所 林兼造船・長崎造船所 総噸数 9,960.55噸 純噸数 6,258噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 16,181.73噸 全長 152.76m 長(垂) 140.00m 幅(型) 22.20m 深(型) 12.00m 吃水 8.961m 満載排水量 21,836.80噸 凹甲板船 主機 IHI-スルザー 6 R D 68型ディーゼル機関 1基 出力 7,200PS×144.8RPM 燃料消費量 26.0t/d 航続距離 12,000海里 速力 14.80ノット 汽罐 コンポジット罐×1 発電機 AC445V, 264KW×3 貨物倉(ペール) 19,789.49m³ (グリーン) 21,009.44m³ 自動車積載量(ブルーバード型) 1,202台 清水倉 531.95m³ 燃料油倉 "A" 168.51m³, "C" 1,052.49m³ 乗員 39名 工期 48-10-13, 49-1-24, 49-3-27 設備 吊上げ式自動車甲板装備



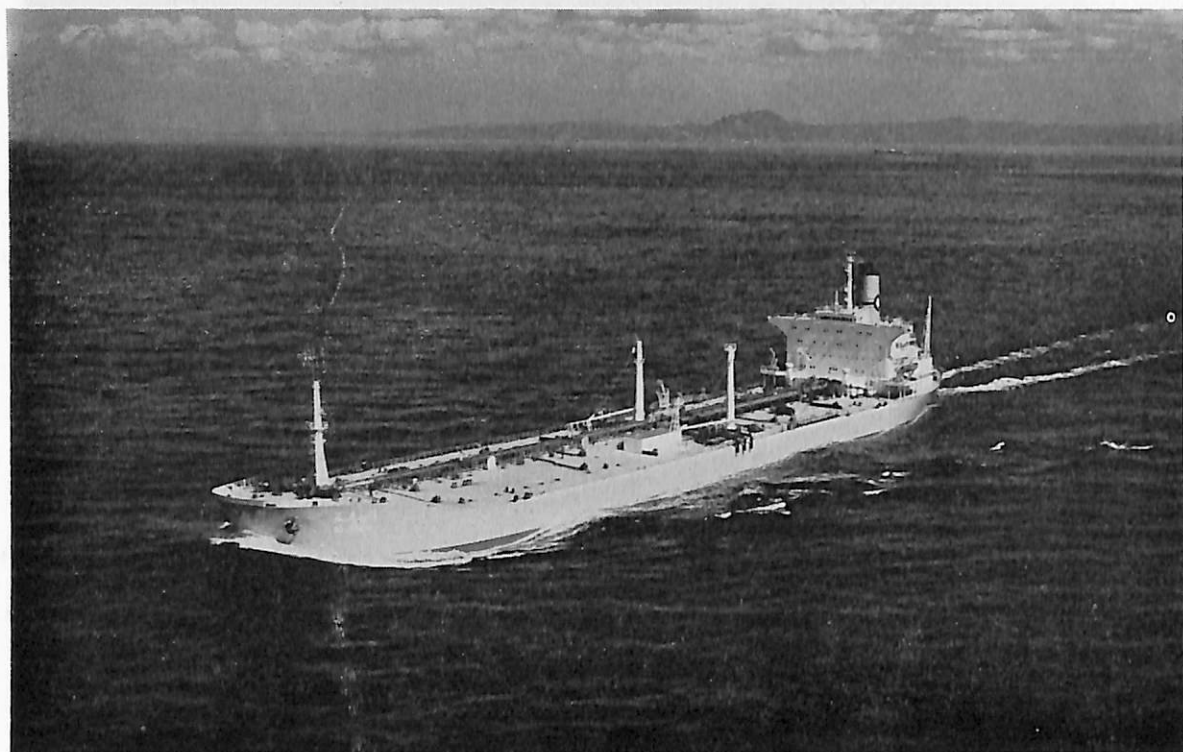
ほなべ丸 (コンテナ兼自動車運搬) 船主 大和海運株式会社・東京船舶株式会社 造船所 林兼造船・下関造船所 総噸数 7,716.26噸 純噸数 3,682.12噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 8,712噸 全長 146.00m 長(垂) 135.00m 幅(型) 22.40m 深(型) 13.80m 吃水 7.85m 満載排水量 14,159噸 凹甲板船 主機 三菱M AN V 6 V 52/55型ディーゼル機関 1基 出力 10,800PS×416.3RPM 燃料消費量 41.4t/d 航続距離 13,000海里 速力 17.5ノット 汽罐 RHO-125クレイトン式蒸気発生機 1台 排ガスエコマイザー 1台 貨物倉(グリーン) 10,238m³ 清水倉 549m³ 燃料油倉 1,900m³ 乗員 32名 工期 48-7-28, 48-11-10, 49-2-23 設備 30Lt コンテナクレーン 1台, 15t デッキクレーン 1台, ランプウェイ×1台 コンテナ艙を除き3層の甲板を有し、乗用車を搭載



東 洋 丸 (油槽船) 船主 東海運株式会社 造船所 常石造船株式会社
 総噸数 44,552.33噸 純噸数 29,365.71噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 78,988噸 全長 246.00m 長(垂) 235.00
 m 幅(型) 37.600m 深(型) 18.000m 吃水 12.830m 満載排水量 94,932噸 船首楼付平甲板型 主機 三井 B
 & W 9 K 84EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 19,700PS×108RPM 燃料消費量 74.6t/d 航続距離 19,300海里
 速力 15.9ノット 汽罐 40,000kg/h×16kg/cm² 発電機 740KW×2 燃料油倉 98,143.3m³ 清水倉 521.5m³ 乗員
 30名 工期 48-4-23, 48-8-9, 48-10-31



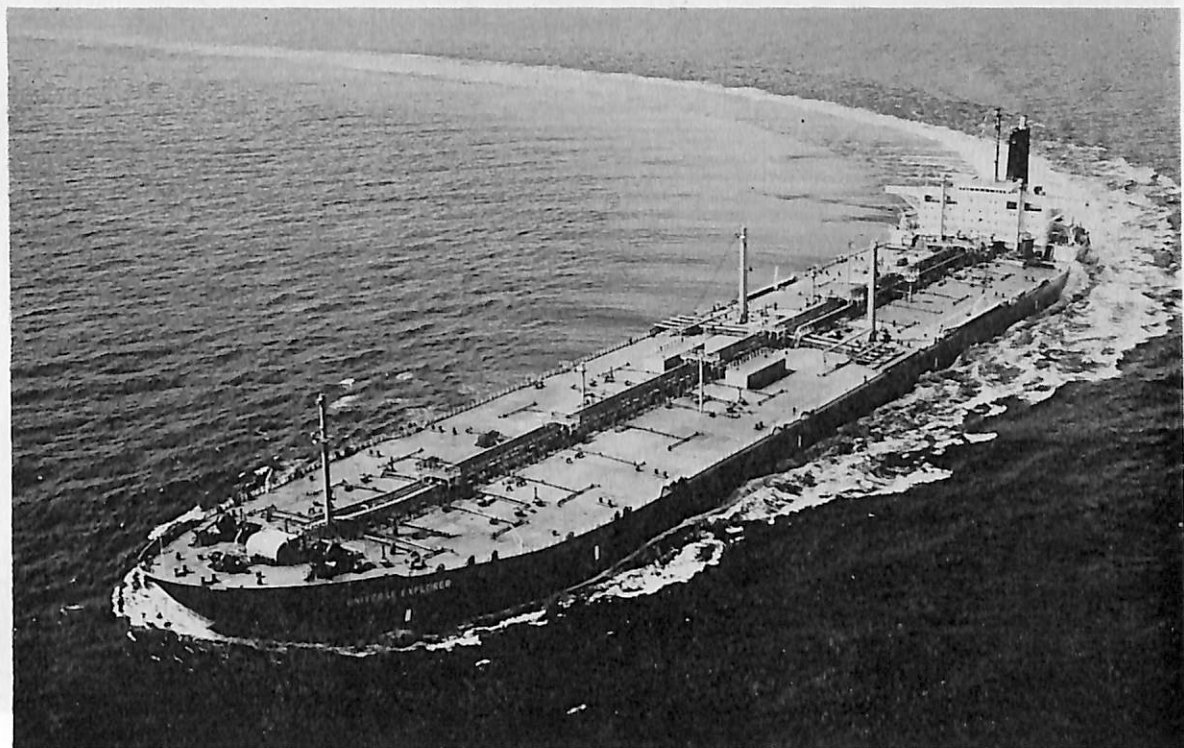
ESSO MUKAISHIMA (油槽船) 船主 Esso Tankers Inc. (リベリア) 造船所 日立造船・向島工場
 総噸数 12,805.92噸 純噸数 7,578噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,374噸 全長 161.20m 長(垂) 152.00 m
 幅(型) 23.50m 深(型) 12.75m 吃水 32'-2 $\frac{3}{8}$ " 満載排水量 28,463噸 船首楼付一層甲板船 主機 日立 B &
 W 7 K 62EF 型ディーゼル機関 1 基 出力 8,600PS×140RPM 燃料消費量 35.3t/d 航続距離 10,000海里 速
 力 15.00ノット 汽罐 日立造船型二胴水管式×1 発電機 550KW, AC450V, 60Hz×3 貨油倉 930,517ft³
 清水倉 6,657ft³ 燃料油倉 66,843ft³ 乗員 36名 工期 48-9-21, 48-12-8, 49-3-18



EL-BREGA (油槽船) 船主 Libyan General Maritime Transport Organization 造船所 日本鋼管・鶴見造船所 総噸数 47,892.13噸 純噸数 32,637.79噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 88,332噸 全長 230.000m 長(垂) 220.000m 幅(型) 38.000m 深(型) 19.500m 吃水 14.617m 満載排水量 103,637噸 平甲板 主機 住友スルザー7 RND90型ディーゼル機関1基 出力 18,200PS×118RPM 燃料消費量 66.9t/d 航続距離 14,700海里 速力 14.8ノット 汽罐 水管缶×2 発電機 580KW×450V×3 貨油倉 108,076.1m³ 清水倉 494.3m³ 燃料油倉 3,195.5m³ 乗員 40名 工期 48-8-23, 48-12-6, 49-3-26



MOBIL MARINER (油槽船) 船主 Mobil Shipping and Transportation Company (リベリア) 造船所 住友重機械工業・追浜造船所 総噸数 121,500噸 船級 AB 載貨重量 270,714噸 長(垂) 324.00m 幅(型) 54.40m 深(型) 26.90m 吃水 20.96m 主機 住友スタルラバルAPタービン 出力 38,000PS×91RPM 速力 15.7ノット 工期 48-7-18, 48-11-21, 49-3-10



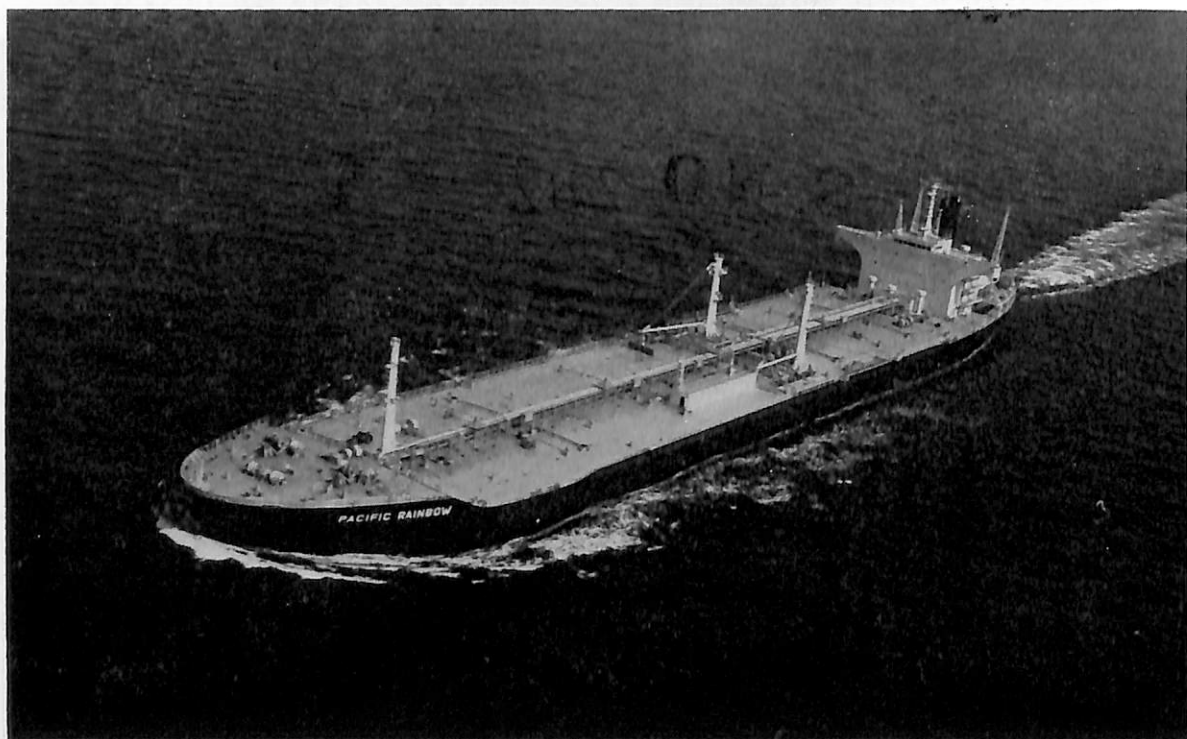
UNIVERSE EXPLORER (油槽船) 船主 Universe Tank Ship Inc. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業・呉造船所 総噸数 122,199.04噸 純噸数 101,698噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 269,091Lt 全長 337.058m 長(垂) 320.00m 幅(型) 54.50m 深(型) 27.00m 吃水 69' - 1 $\frac{3}{8}$ " 平甲板船 主機 IHI タービン 1基 出力 36,000PS×80RPM 燃料消費量 175.17t/d 航続距離 25,000海里 速力 16.25ノット 汽罐 IHI-F.W MD M型×2 発電機 61.2kg/cm²G×515°C×59t/h 1,800KW×AC×60Hz×450V×1,800rpm×2 貨油倉 329.853m³ 清水倉 852m³ 燃料油倉 13,439m³ 乗員 50名 工期 48-9-14, 48-12-10, 49-4-2



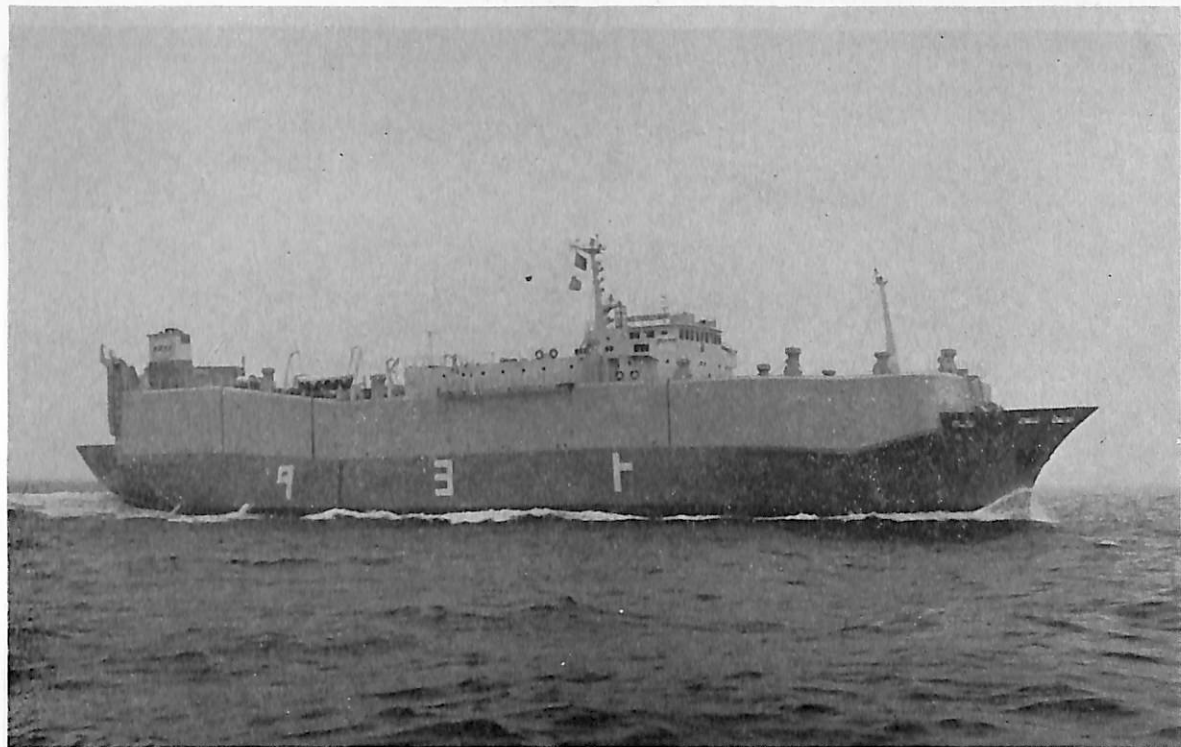
WORLD PREMIER (油槽船) 船主 Liberian Fench Transports Inc. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業 横浜工場 総噸数 104,159.72噸 純噸数 85,315噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 233,931噸 全長 317.00m 長(垂) 300.00m 幅(型) 50.00m 深(型) 27.00m 吃水 20.789m 平甲板型 主機 IHI船用タービン 燃料消費量 162t/d 航続距離 15,800海里 速力 16.0ノット 汽罐 IHI-MDM型×2 貨物倉 378,883.46m³ 清水倉 683.83m³ 燃料油倉 8,323.34m³ 乗員 45名(外12名) 工期 48-6-28, 48-9-30, 49-3-12



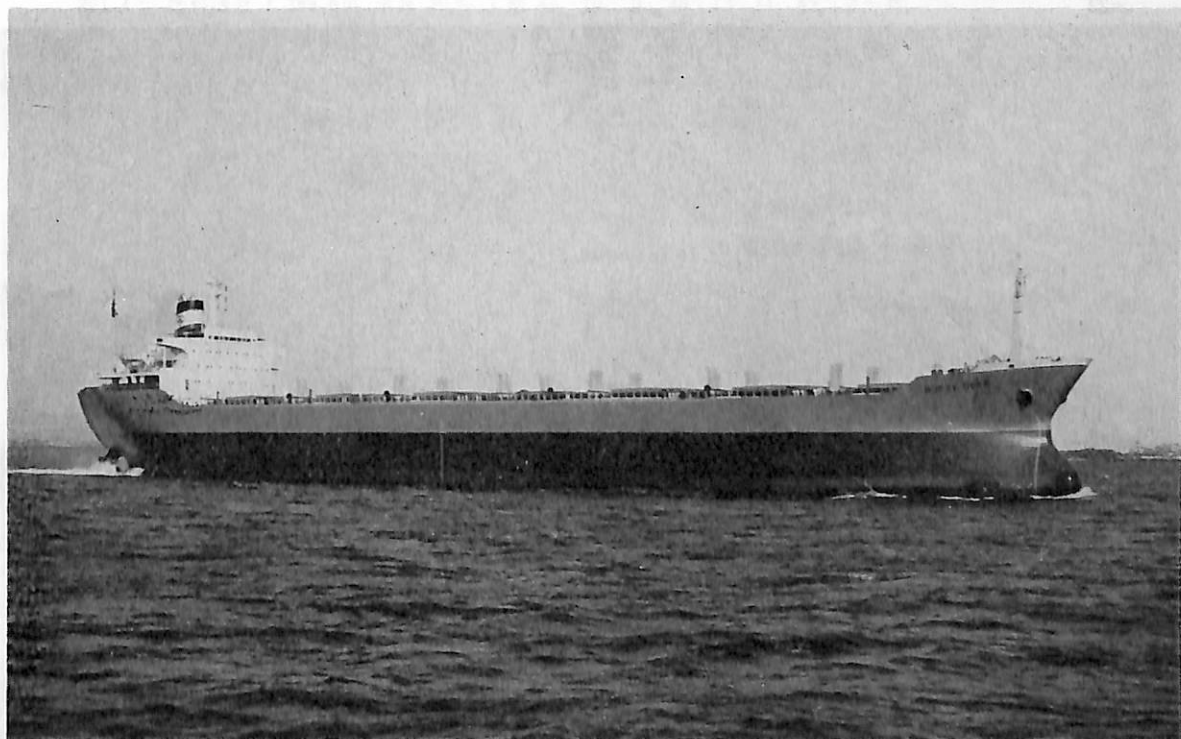
雄 栄 丸 (油槽船) 船主 東京近海油送株式会社 造船所 常石造船株式会社
 総噸数 20,792.13噸 純噸数 12,915.44噸 近海 船級 NK 載貨重量 36,505噸 全長 189.00m 長(垂) 180.00m
 幅(型) 27.000m 深(型) 14.950m 吃水 11.024m 満載排水量 45,141噸 船首楼付平甲板型 主機 三井 B & W 6 K84EF型ディーゼル機関1基 出力 13,200PS×108RPM 燃料消費量 49.5t/d 航続距離 11,700海里
 速力 15.5ノット 汽罐 IHI ADM321 発電機 610KW×2 貨油倉 44,774.5m³ 清水倉 297.1m³ 燃料油倉 FO 1,746.0m³ DO 271.9m³ 乗員 30名 工期 48-7-23, 48-10-16, 49-1-17



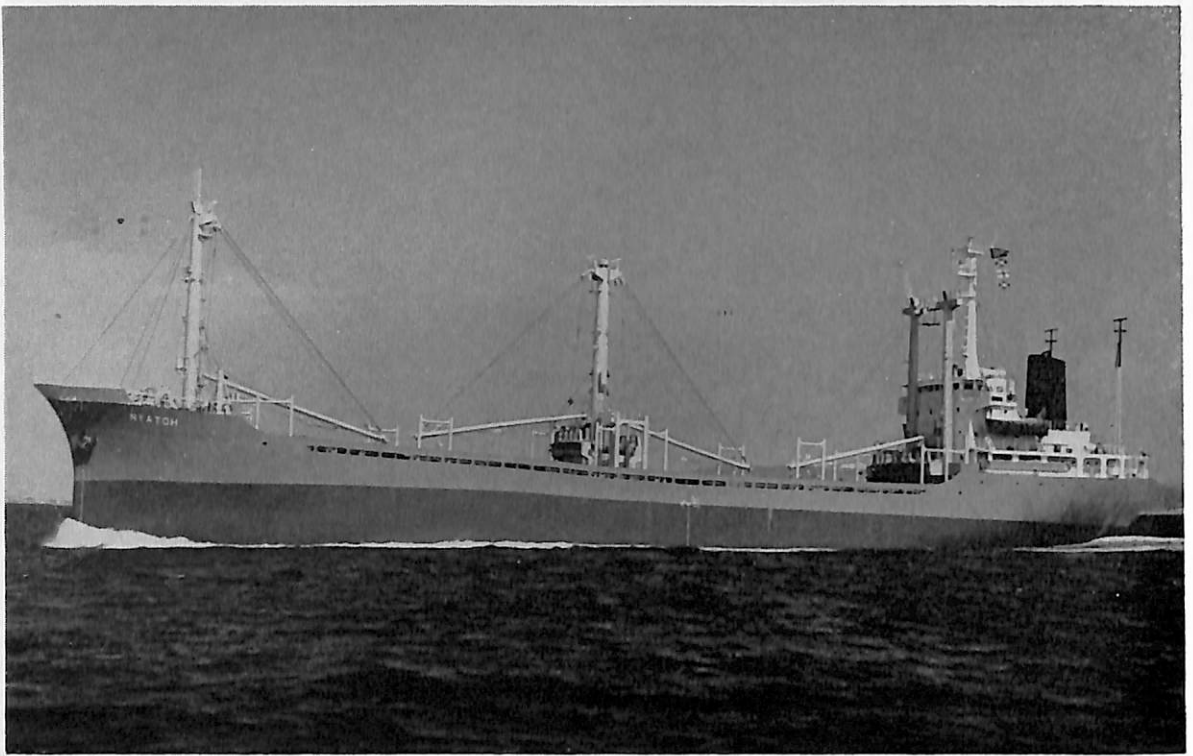
PACIFIC RAINBOW (油槽船) 船主 Pacific Tankers Panama S. A. (パナマ) 造船所 常石造船株式会社
 総噸数 38,453.78噸 純噸数 28,761.69噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 80,845噸 全長 246.00m 長(垂) 235.000m
 幅(型) 37.600m 深(型) 18.000m 吃水 13.030m 満載排水量 96,518噸 船首楼付平甲板型 主機 三井 B & W 9 K84EF型ディーゼル機関1基 出力 19,700PS×108RPM 燃料消費量 74.6t/d 航続距離 19,600海里
 速力 15.8ノット 汽罐 三井WTA-50 発電機 760KW×2 貨油倉 98,143.3m³ 清水倉 564.0m³ 燃料油倉 FO 4,208.5m³ DO 385.0m³ 乗員 41名(外 4名) 工期 48-8-17, 48-11-15, 49-2-28



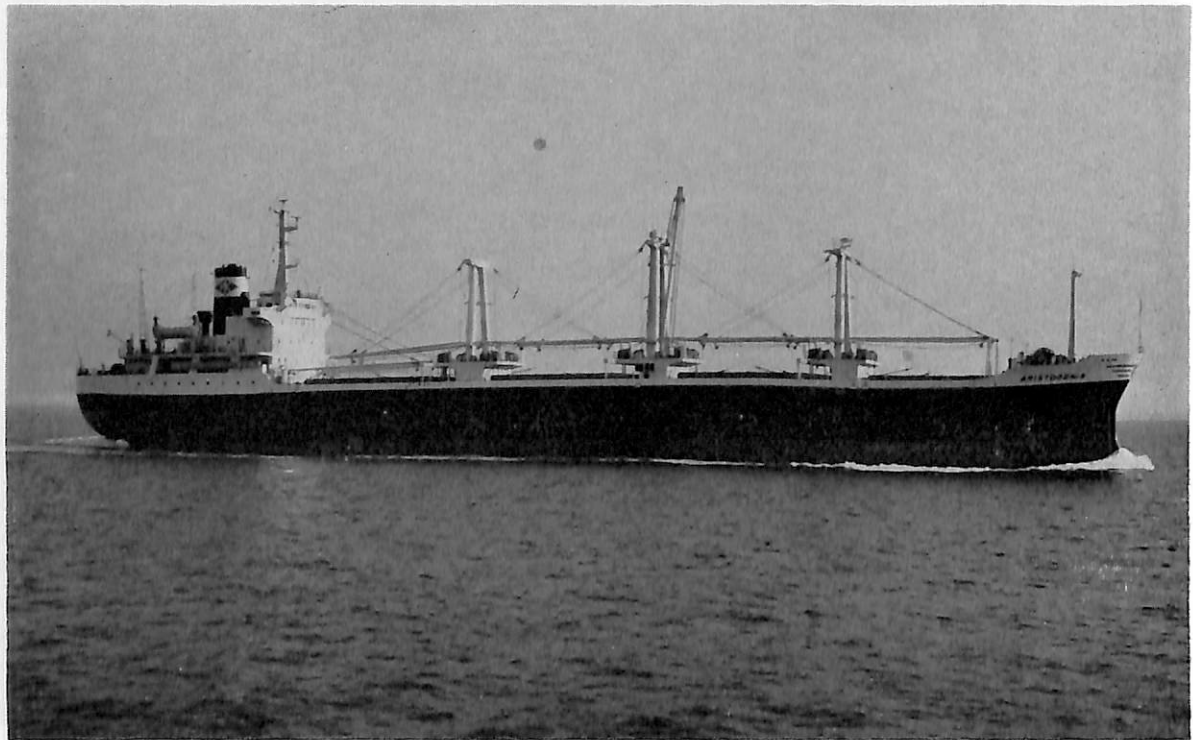
とよふじ丸 (自動車運搬船) 船主 トヨフジ海運株式会社 造船所 徳島造船産業株式会社
 総噸数 1,674.49噸 純噸数 828.64噸 近海 船級 NK 載貨重量 1,385噸 全長 96.84m 長(垂) 86.99m 幅
 (型) 16.00m 深(型) 9.70m 吃水 5.518m 満載排水量 4,360噸 5層遮浪甲板型 主機 川崎MAN K6Z 52/90
 N型ディーゼル機関1基 出力 5,400PS×198RPM 燃料消費量 870ℓ/h 航続距離 5,000海里 速力 15.5ノ
 ット 汽罐 サンロット 700kg/h×1台 発電機 240KVA×2, 112.5KVA×1 (クラウン) 500台 清水倉
 103.82m³ 燃料油倉 361.75m³ 乗員 18名 設備 F DECKの一部を油圧駆動で吊上げ方式としバス, トラック
 の搭載可能とする。NK MO設備。サイドスラスタ-2基設備。工期 48-10-6, 48-11-11, 49-3-7



NORSE DUKE (ばら積貨物船) 船主 Nagos Compania Maritima S. A. (ギリシヤ) 造船所 函館ドック・函
 館造船所 総噸数 32,521.74噸 純噸数 23,009噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 65,242Lt 全長 219.077m 長
 (垂) 208.000m 幅(型) 32.250m 深(型) 18.550m 吃水 13.692m 満載排水量 77,051Lt 船首尾楼付一層甲
 板船 主機 IHI-スルザー 6 RND90型ディーゼル機関1基 出力 15,660PS×117.8RPM 燃料消費量 59t/d
 航続距離 25,050海里 速力 15.0ノット 汽罐 CPDB-15 1基 発電機 AC 450V×550KVA×2 AC 450V×
 275KVA×2 貨物倉 71,456.7m³ (グリーン) 72,653.3m³ 清水倉 FW. 149m³ DW 149m³ 燃料油倉 C 4,527m³
 A 362m³ 乗員 38名 工期 48-6-29, 48-12-14, 49-3-28



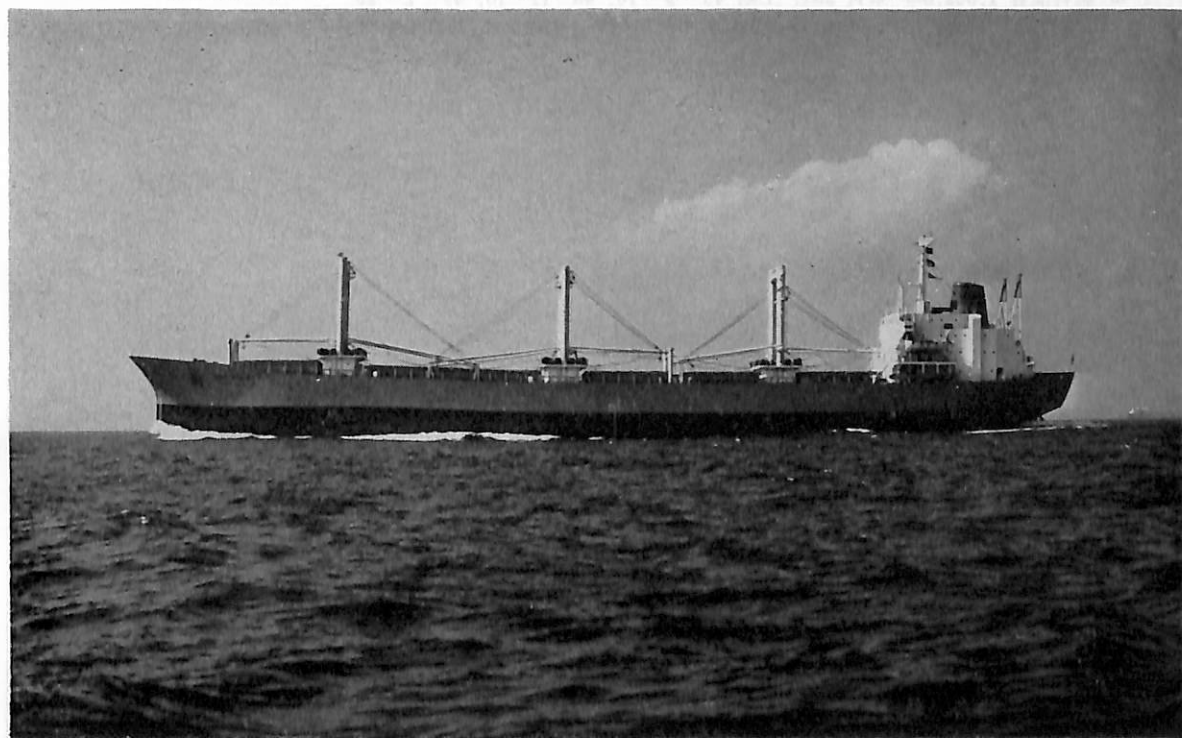
NYATOH (貨物船) 船主 Eastern Prime Line Limited (リベリア) 造船所 株式会社山西造船鉄工所
 総噸数 4,869.58噸 純噸数 3,020.32噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 7,767.68噸 全長 115.65m 長(垂) 107.87
 m 幅(型) 17.43m 深(型) 7.89m 吃水 7.02m 満載排水量 10,329噸 ウェル甲板型 主機 神戸発動機 6 U E
 T45/80 D型ディーゼル機関 1基 出力 3,825 PS×218 RPM 燃料消費量 14t/d 航続距離 10,000海里 速力
 13ノット 汽罐 コクランコンボジット 1基 発電機 250KVA×445V×2 貨物倉(ベール) 10,319.09m³ (グレ
 ーン) 10,654.10m³ 清水倉 476.20m³ 燃料油倉 638.09m³ 乗員 34名 工期 48-6-19, 48-10-25, 49-2
 -22



ARISTOGENIS (貨物船) 船主 Garga Mundial Naviera S. A. (パナマ) 造船所 日本鋼管株式会社・日本海
 重工業株式会社 総噸数 11,514.39噸 純噸数 7,024.67噸 遠洋 船級 LR 載貨重量 18,567Lt 全長 147.70
 m 長(垂) 140.00m 幅(型) 22.86m 深(型) 13.00m 吃水 9.632m 満載排水量 24,065Lt 凹甲板 主機 三
 井B&W 7 K62EF型ディーゼル機関 1基 出力 8,600 PS×140 RPM 燃料消費量 34.7t/d 航続距離 11,300
 海里 速力 15.0ノット 汽罐 1,000kg/h, 7 kg/m², 35.9m²×1 発電機 450V×400KW×720rpm×3 貨物倉(ベ
 ール) 23,719m³ (グリーン) 25,467m³ 清水倉 136.4m³ 燃料油倉 1,207.1m³ 乗員 32名 工期 48-7-27, 48
 -11-20, 49-2-28



PACGLORY (貨物船) 船主 Great Pacific Shipping Co. (リベリア) 造船所 石川島播磨重工業・東京工場
 総噸数 13,200.58噸 純噸数 9,471噸 遠洋 船級 AB 載貨重量 22,592噸 全長 164.33m 長(垂) 155.448m
 幅(型) 22.86m 深(型) 13.56m 吃水 9.848m 船尾樓付平甲板 主機 IHI-SEMT-ビールスチック16PC-
 2V型ディーゼル機関1基 出力 7,200PS×482RPM 燃料消費量 33.7t/d 航続距離 15,000海里 速力 15.0
 ノット 汽罐 煙管式コンポジットボイラ2基 貨物倉(ペール) 29,843.2m³ (グレーン) 30,801.0m³ 清水倉
 201.4m³ 燃料油倉 1,389.6m³ 乗員 30名 工期 48-10-5, 48-12-11, 49-2-20



LONG BEACH (貨物船) 船主 Mindoro Shipping S.A. (パナマ) 造船所 石川島播磨重工業・東京工場
 総噸数 8,915.42噸 純噸数 5,978.02噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 15,147噸 全長 470-5 $\frac{5}{8}$ " 長(垂) 440'-0"
 幅(型) 65'-0" 深(型) 40'-6" 吃水 29'-7 $\frac{3}{4}$ " 船尾樓付平甲板船 主機 IHI-SEMT-ビールスチック12
 PC2V型ディーゼル機関1基 出力 4,540PS×480RPM 燃料消費量 23.02t/d 航続距離 19,000海里 速力
 13.6ノット 汽罐 コンポジットボイラー×1 発電機 310KW×AC×60Hz×450V×900rpm×2 貨物倉(ペー
 ル) 19,008.5m³ (グレーン) 20,160.6m³ 清水倉 174.2m³ 燃料油倉 1,356.3m³ 乗員 31名 工期 49-8-14,
 48-12-14, 49-3-12



たひち丸 (貨物船) 船主 大倉商事株式会社 造船所 株式会社名村造船所
 総噸数 10,590.53噸 純噸数 6,882.77噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 16,167噸 全長 151.24m 長(垂) 139.00
 m 幅(型) 21.20m 深(型) 12.40m 吃水 9.470m 満載排水量 21,087噸 凹甲板型 主機 神戸發動機 8 UEC
 52/105 D ディーゼル機関 1 基 出力 7,200 PS×169 RPM 燃料消費量 C 27.20t/d A 1.75t/d 航続距離
 17,400海里 速力 14.8ノット 汽罐 コ克蘭ボイラー 7 kg/cm²×169.6°C, 1,200kg/h 発電機 AC 60Hz, 437.5
 KVA(350KW), 450V×2 貨物倉(ベール) 20,651m³ (グリーン) 21,565m³ コンテナ搭載量 204個 清水倉 623.4
 m³ 燃料油倉 1,552.8m³ 乗員 30名 工期 48-9-10, 48-12-10, 49-2-28



CAPE SOYA (貨物船) 船主 Taurus Transportation Co., Ltd. (パナマ) 造船所 樽崎造船株式会社
 総噸数 10,055.05噸 純噸数 5,994.38噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 16,165.1噸 全長 139.96m 長(垂) 129.50
 m 幅(型) 21.40m 深(型) 12.55m 吃水 9.535m 満載排水量 20,856.9噸 凹型二層甲板船 主機 赤坂鉄工業
 UEC 52/105 D 型ディーゼル機関 1 基 出力 6,800 PS×166 RPM 燃料消費量 26.9t/d 航続距離 15,213海里
 速力 13.75ノット 汽罐 7 kg/cm² G ボイラー×1 発電機 360 KVA×AC 445V×60Hz×2 貨物倉(ベール)
 19,024.4m³ (グリーン) 20,782.4m³ 清水倉 412.4m³ 燃料油倉 1,520.2m³ 乗員 40名 工期 48-9-4, 48
 -12-13, 49-3-9

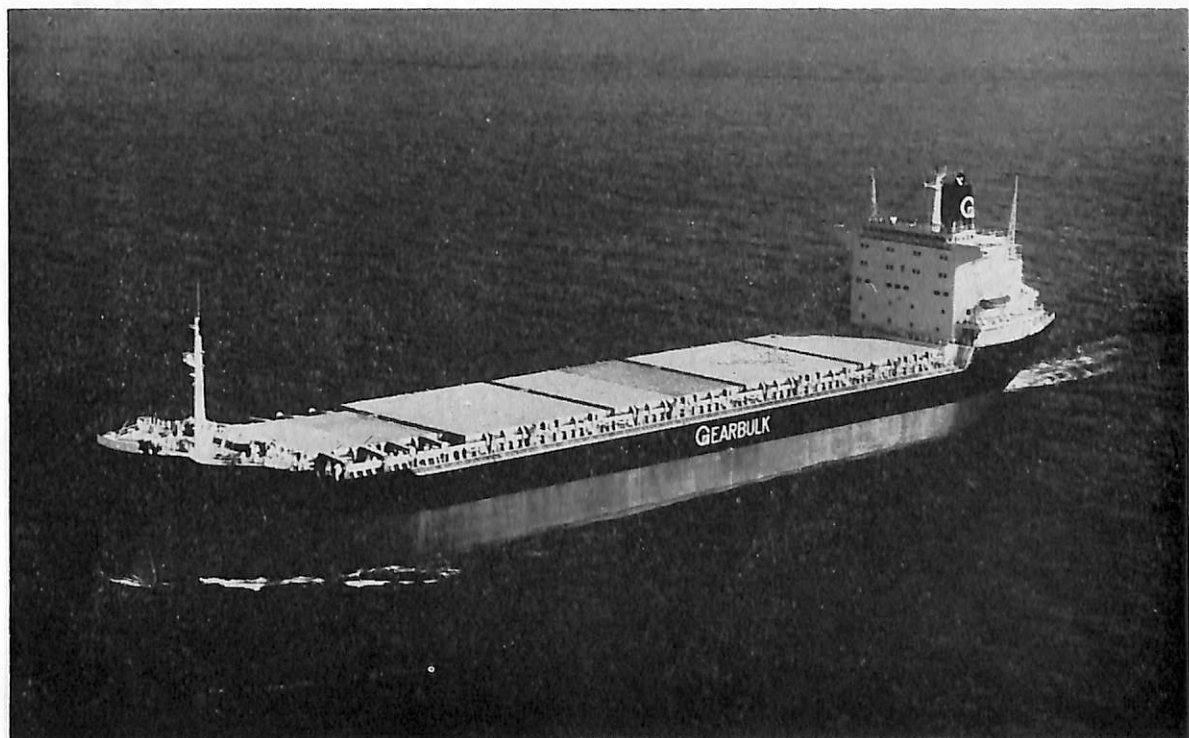
MARITIME UNITY

(ばら積貨物船)

船主 Fuerte Compania Naviera S.A. (パナマ)

造船所 株式会社大阪造船所

総噸数 19,723.64噸 純噸数 13,862噸 遠洋 船級 AB
載貨重量 34,194噸 全長 185.500m 長(垂)175.000m
幅(型) 26.000m 深(型) 15.500m 吃水 11.151m 滿
載排水量 41,748噸 凹甲板型 主機 三菱スルザー7 R
ND68型ディーゼル機関1基 出力 10,395PS×144.8
RPM 燃料消費量 41.9t/d 航続距離 16,460海里 速
力 14.6ノット 汽罐 コクラン型コンポジットボイラー
7 kg/cm² 1台 発電機 AC450V, 415KVA 3台, 貨
物倉(ベール) 41,242m³ (グレーン) ホールド 42,595
m³ 清水倉 432.4m³ 燃料油倉 2,164.9m³ 乗員 45名
工期 48-10-19, 49-1-17, 49-4-5



LOUIS L. D. (ばら積貨物船) 船主 Lous Dreyfus Et Cie S.A. (フランス) 造船所 佐野安船渠株式会社
総噸数 25,230.05噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 39,083噸 全長 182.00m 長(垂) 174.00m 幅(型) 29.00m
深(型) 16.10m 吃水 11.604m 凹甲板船 主機 日立B&W DE 7 K74EF型ディーゼル機関1基 出力 13,100
PS×124RPM 速力 14.5ノット 汽罐 コクラン型 7 kg/cm²×1 発電機 AC8,125KVA×450V×3 貨物倉(ベ
ール) 41,132m³ (グレーン) 42,222.8m³ 乗員 38名 工期 48-8-21, 48-12-14, 49-3-14



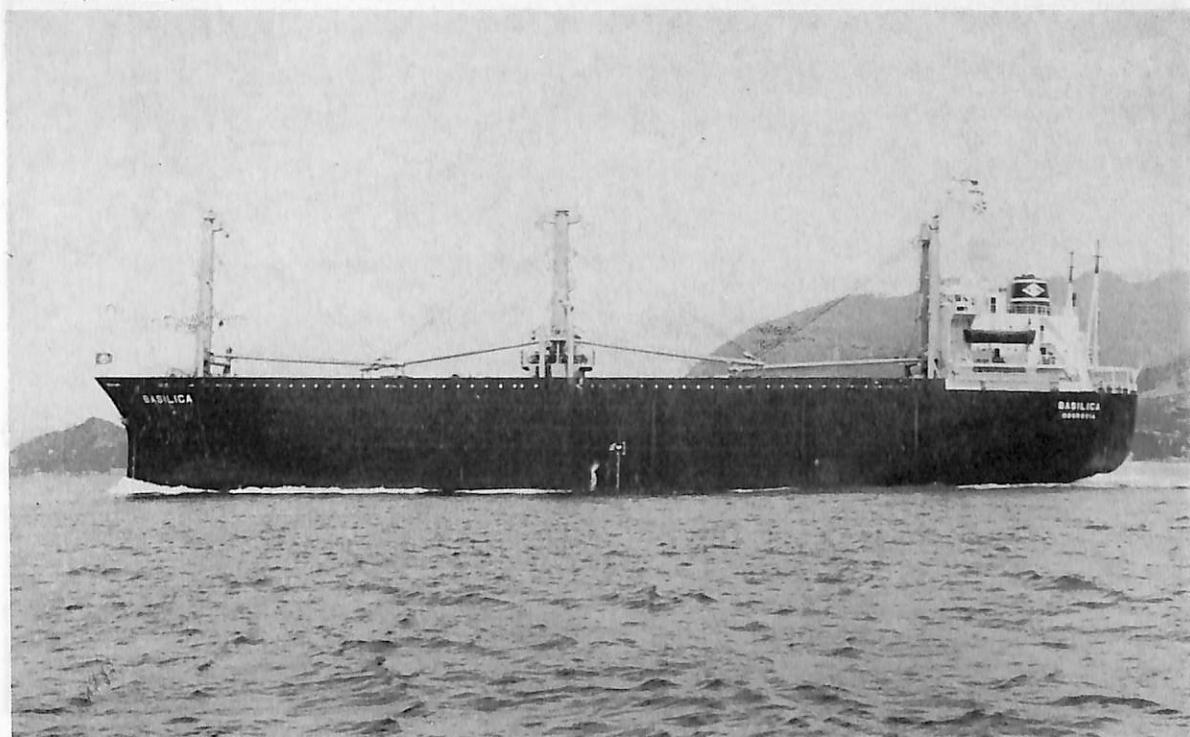
WORLD ATLAS (ばら積貨物船) 船主 Liberian Cutlass Transports Inc. (リベリア) 造船所 三菱重工業
 神戸造船所 総噸数 32,044.55噸 純噸数 22,759.95噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 61,494噸 全長 238.00m
 長(垂) 225.00m 幅(型) 32.20m 深(型) 18.20m 吃水 12.20m 満載排水量 75,326噸 船首楼付平甲板船 主
 機 三菱スルザー 6 RND90型ディーゼル機関1基 出力 15,660PS×118RPM 燃料消費量 58.0t/d 速力 15.7
 ノット 汽罐 コクラン 1,850kg/h×1 発電機 AC450V, 540KW×2 貨物倉(グレーン) 75,887.4m³ 清水倉
 567.4m³ 燃料油倉 4,239.8m³ 乗員 35名 工期 48-6-19, 48-10-25, 49-2-14 機関部はBV(AUT)
 適用



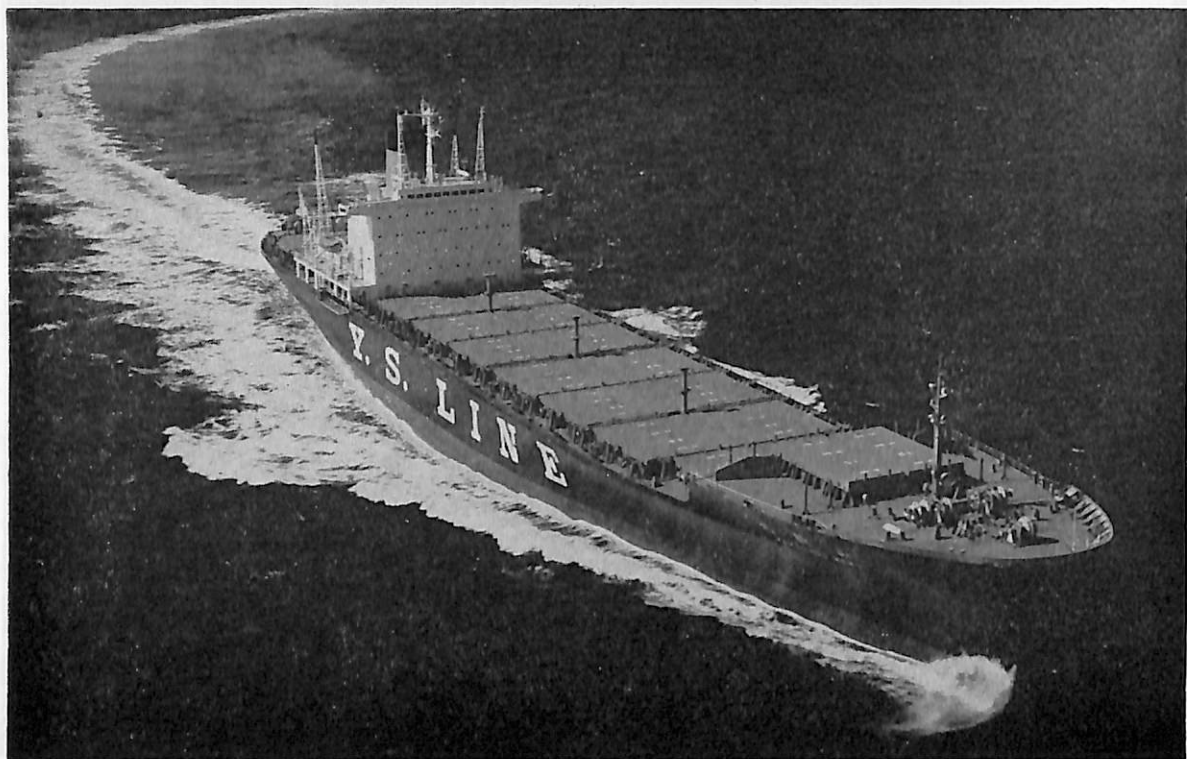
WORLD COMMANDER (ばら積貨物船) 船主 Liberian Chamois Transports Inc. (リベリア) 造船所 三
 菱重工業・神戸造船所 総噸数 32,044.55噸 純噸数 22,759.95噸 遠洋 船級 BV 載貨重量 61,438Lt 全長
 238.00m 長(垂) 225.00m 幅(型) 32.20m 深(型) 18.20m 吃水 12.20m 満載排水量 75,326Lt 船首楼付
 平甲板船 主機 三菱スルザー 6 RND90型ディーゼル機関×1 出力 15,660PS×118RPM 燃料消費量 58.0t/d
 航続距離 24,000海里 速力 15.7ノット 汽罐 コクラン 1,850kg/h×1 発電機 AC450V, 540KW×2 貨物倉
 (グレーン) 75,887.4m³ 清水倉 567.4m³ 燃料油倉 4,239.8m³ 乗員 35名 工期 48-8-24, 48-12-25, 49-
 3-28 同型船 WORLD ATLAS



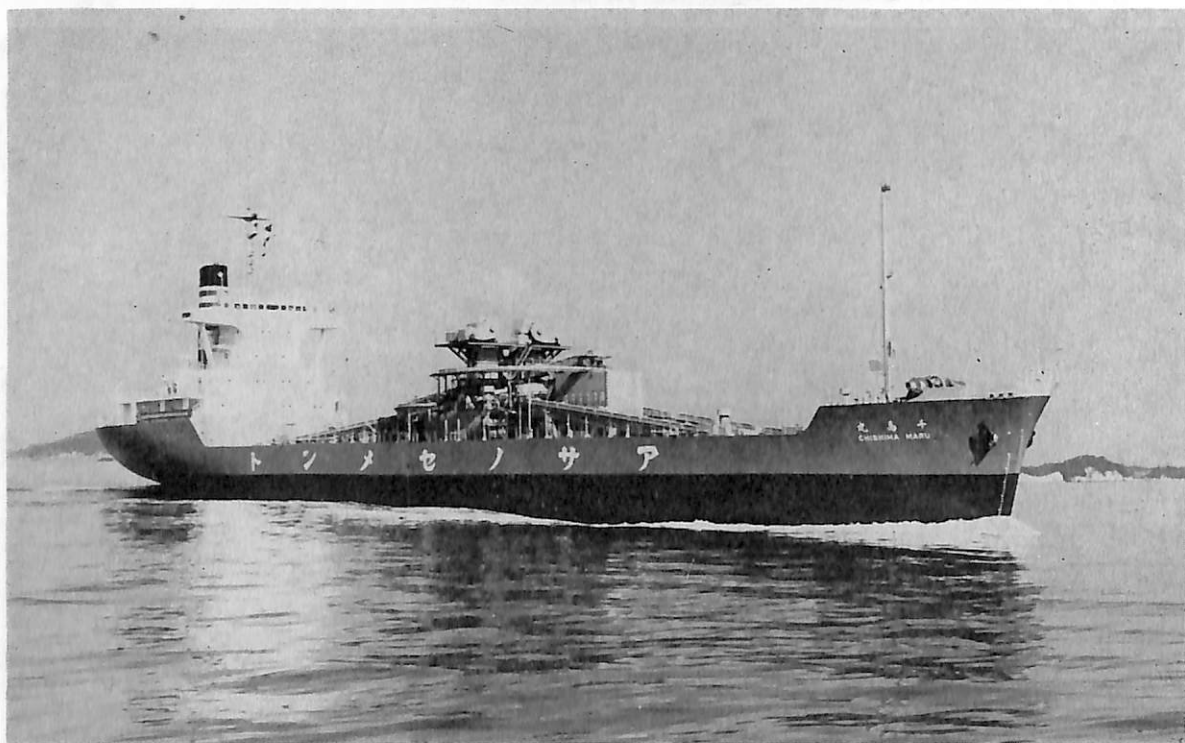
白 嶺 丸 (地質調査船) 船主 金属鉱業事業団 造船所 三菱重工業・下関造船所
 総噸数 1,821.60噸 純噸数 548.94噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 951.0噸 全長 86.95m 長(垂) 77.00m 幅(型) 13.40m 深(型) 5.30m 吃水 5.01m 満載排水量 2,871噸 全通楼甲板型 主機 三菱6 UET 45/75 C型ディーゼル機関1基 出力 3,230PS×218RPM 燃料消費量 12.0t/d 航続距離 15,000海里 速力 15.00ノット 汽罐 クレイトンWHO-75, 935kg/h×1 発電機 AC450V, 60%, 750KVA×3 清水倉 258m³ 燃料油倉 620m³ 乗員 35名, 研究員 20名 工期 48-4-19, 48-10-11, 49-3-31 設備 人工衛星航法システム, 観測用機器, 研究室, パウスラスター, 可変ピッチプロペラ



BASILICA (木材運搬船) 船主 Veronica Co., Ltd. (リベリア) 造船所 浅川造船株式会社
 総噸数 6,257噸 純噸数 4,103噸 遠洋 船級 NK 載貨重量 8,127噸 全長 105.70m 長(垂) 98.00m 幅(型) 深(型) 13.00m 吃水 7.616m 満載排水量 10,768噸 平甲板型 主機 赤阪鉄工製6 UET型ディーゼル機関1基 出力 3,825PS×218RPM 燃料消費量 15.20t/d 速力 12.0ノット 汽罐 7.5kg/cm² 発電機 250KVA×2 貨物倉(ペール) 13,495m³ (グレーン) 14,545m³ 清水倉 146.60m³ 燃料油倉 451.39m³ 乗員 29名 工期 48-6-25, 49-2-8, 49-3-26



山 新 丸 (コンテナ船) 船主 山下新日本汽船株式会社 造船所 日立造船・因島工場
 総噸数 23,458.32噸 純噸数 12,614.76噸 遠洋 船級 NK 全長 212.96m 長(垂) 200.00m 幅(型) 30.00m
 深(型) 16.30m 吃水 10,826m 満載排水量 38,640噸 一層甲板船 主機 日立B&W 9 K98FF型ディーゼル機
 関1基 出力 29,070PS×98RPM 燃料消費量 106.1t/d 航続距離 14,300海里 速力 22.7ノット 汽罐 乾燃
 式 9,000kg/h 発電機 940KW, AC450V, 1800rpm×1, 940KW, AC450V, 600rpm×2 コンテナ積載数 20' 1198
 個 清水倉 718.14m³ 燃料油倉 3,489.68m³ 乗員 32名 工期 48-7-6, 48-12-24, 49-2-27



千 島 丸 (セメント運搬船) 船主 日本郵船株式会社 造船所 東北造船株式会社
 総噸数 6,385.59噸 純噸数 3,618.45噸 沿海 船級 NK 載貨重量 10,995.90噸 全長 131.490m 長(垂) 122.800
 m 幅(型) 19.200m 深(型) 10.100m 吃水 7.817m 満載排水量 14,130.60噸 船首尾楼付一層甲板船 主機
 日立B&W 8 K42EF型ディーゼル機関1基 出力 4,250PS×215RPM 燃料消費量 17.25t/d 航続距離 2,535
 海里 速力 12.80ノット 汽罐 排ガス併用横煙管式立ボイラー 発電機 300KVA×3台 貨物倉 9,349.21m³ 清
 水倉 109.2t 燃料油倉 152.9t 乗員 20名 工期 48-9-12, 48-12-26, 49-3-30



日本図書館協会選定図書



1 隻 1 冊 必 備 の 書

THE CYCLOPEDIA OF NAVIGATION

監 修 東京商船大学名誉教授 浅 井 栄 資
東京商船大学学長 横 田 利 雄

航 海 辞 典

A 5 判 850 頁 布クローズ装函入 定価 6,500 円 千 120 円

- 解説項目 1,112 項、参照項目 5,308 項、挿入図 400 余個、挿入表 95 個
- 附録：天測暦、基本雲形、露点表、ビューフォート風力階級表、世界主要航路地図(色刷)、海図図式、モールス符号、手旗信号、航海技術年表等
- 口絵：アート紙色刷(文字旗、世界煙突マーク)
- 航海術の基本として、地文航法、天文航法、電波航法の理論を紹介し、特殊な航海計器や海象・気象の準拠すべき事項を取上げてある。
- 航海運用には、ぎ装・整備・操船・載貨を具体的に取上げて、原理と実際上の知識を盛り、さらに造船の基礎を揚げて根本から応用し得るように工夫してある。
- 機関関係には、内燃機関・タービンの主機をはじめ、補機電気関係はもちろん、その自動化の問題に及び、ボイラや推進軸系には小部門を特設して、運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が選ばれている。
- 執筆は東京商船大学、神戸商船大学、航海訓練所、海技大学の教官(41名)がこれにあたり、まさに最高の権威者を揃えた執筆陣といえよう。

東京都新宿区赤城下町 50 天 然 社 振替東京 7 9 5 6 2 番

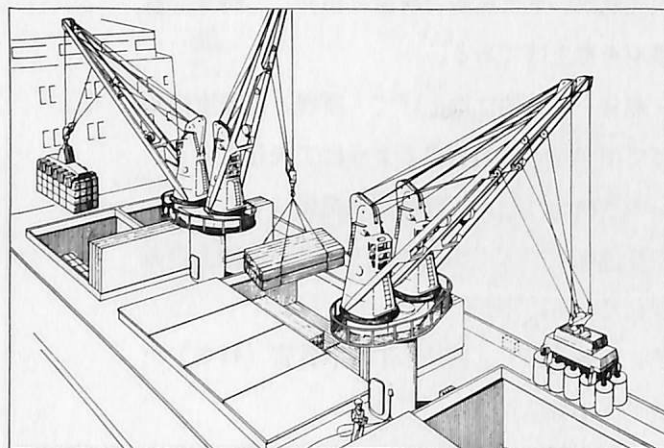
NIKKO-HÄGGLUNDS TWIN CRANES

Electro-hydraulic deck cranes



日鋼-ヘグランド標準電動油圧デッキクレーンには、シングルタイプとツインタイプがあり、各タイプ共各種力量（シングルは3~25t、ツインは5t×2~25t×2）のものが標準化されています。

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

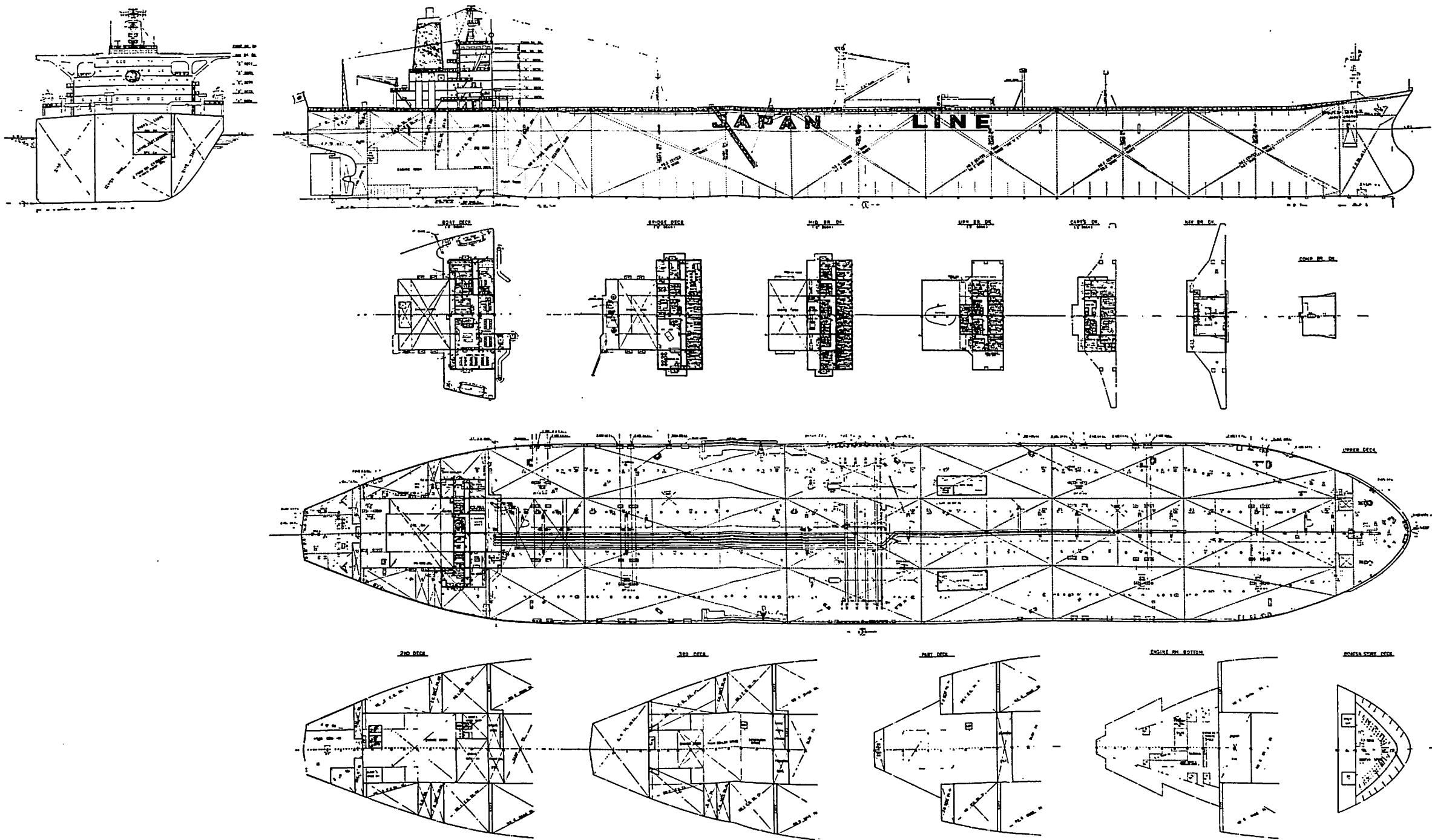


一例 Crane type(twin)TD1522

Hoisting capacity	2×15 ton
Hoisting speed, low	40 m/min.
Hoisting speed, high ¹⁾	80 m/min.
Luffing from max. min. jib radius	33 sec.
Slewing speed	1.0 r.p.m.
Jib radius max. L	22.0 metre.
Jib radius min. L	3.0 metre.
Power input cont.	2×144 h.p.
Power input 10% duty cycle	2×260 h.p.
Total weight incl. platform	70.4 ton

 株式会社 日本製鋼所

東京都千代田区有楽町1-12(日比谷三井ビル) 電話(03)501-6111
 営業所 大阪(06)203-3661・福岡(092)721-0561・名古屋(052)935-9361
 広島(0822)28-6541・札幌(011)241-2271・新潟(0252)41-6301
 仙台(0222)94-2561



ジャパンコスモス一般配置図

27万トン型 VLCC

“ジャパンコスモス”について

三井造船株式会社
千葉造船所造船設計部

1. ま え が き

本船はジャパンライン株式会社ご注文により、第29次計画造船として、当社千葉造船所にて建造された27万トン型油送船である。本船は千葉造船所で建造される270型 VLCC 標準船として開発されたもののうち、主機をタービンとするものの第1番船であり、昭和48年4月20日起工、同年10月18日出渠、昭和49年1月31日竣工し、PG、日本間に就航中である。

なお、現在数隻の同型船を建造中および計画中である。

本標準船型の開発にあたっては、一般的船型決定に際しての船型要素の他に、特に標準船ということで下記を考慮した。

- 1) 最大吃水にてマラッカ通航可能とする。
- 2) 建造工場の鋼材処理能力と年間建造量。
- 3) 貨物油槽配置は建造ブロックのモジュールを確保する。

- 4) 主機ディーゼル/タービンいずれに対しても同一船型とする。

以上の点から運航採算性、建造コストの両面から検討を加え、主要目が決定された。貨物油槽容積はディーゼル/タービン船とも同一容積になるよう配慮して、タンク配置を決定した。

居住区の構造/配置に関しては、できるだけ機関室との分離を図り、騒音対策に意を用いると同時に、貨物油槽縦通隔壁、機関室内ピラーラインに合せて鋼壁を配置し、振動に対しても十分なる構造の連続性を保っている。

また機関部は後述の如く合理化を図って主ボイラーがほぼ機関室中央部に配置される、いわゆる MID-BOILER 方式を採用しているのが本標準船（タービン）の特長の1つであり、居住区内主階段の延長に機関部制御室を配置し、エレベーター配置と相まって、機関部への交通性の向上を図り、これを配置の基本としている。



2. 船 体 部

A. 主要々目

船 級	日本海事協会 NS* (Tanker, Oils-F.P. below 65°C) & MNS* (M O)	
全 長	331.500 m	
長さ (垂線間)	318.000 m	
幅 (型)	56.000 m	
深さ (型)	26.400 m	
満載吃水 (Ext.)	20.580 m	
載貨重量	273,225 KT	
総トン数	135,521.06 T	
純トン数	101,796.74 T	
貨油槽容積	328,065.5 m ³	
F.O. タンク容積 (含 D.O. タンク)	9,503.4 m ³	
L.O. タンク容積	30.5 m ³	
バラスタタンク容積	45,488.0 m ³	
清水タンク容積	1,012.4 m ³	
主機関:	IHI クロスコンバウンド衝動タービン 1 基 MCSR 36,000 SHP×85 RPM	
主 機:	三井/FW "MSD" 55 G	2 基
	最大蒸発量	82,000 kg/Hr
速 力:	試運転最大速力 (満載)	16,428 kt
	満載航海速力 (MCSR 15% シーマージン)	15.96 kt
航続距離	約 17,500 浬	
乗組員:	合計 36 名	
	甲板部士官 4	甲板部部員 8
	機関部士官 4	機関部部員 6
	事務部士官 2	事務部部員 4
	見習士官 2	そ の 他 6

B. 船体部一般

本船の配置は一般配置図に示すとおり平甲板型船で、船尾に機関室および居住区を配置している。主船体は2条の縦通隔壁により、縦3列、各列6区画のタンクに分割し、このうちウィング2タンクを専用バラスタタンクとしている。なお、センタータンクの最後部区画は更に2分し、スロップタンクと No. 6 センタータンクとし、No. 6 センタータンクは2次スロップタンクとしても使用できるように、配管等装備されている。

船首槽は常時はボイドタンクとして計画するとともに、主構造桁をはば外板面に直角になるような構造様式とし、波浪に対する強度の向上を図っている。

船尾部は機関室内第2甲板で外板を折り、それより上

方を垂直にするとともに、船尾端をトランサム方式として、構造の合理化を図っている。

C. 船体機装

1. 係船装置

ウィンドラスおよびムアリングウィンチは蒸気駆動とし、ウィンドラスのブレーキ操作は油圧で行う、またムアリングウィンチの正逆スピードコントロールは舷側にて油圧により操作可能としている。更に船体平行部に配置されるムアリングウィンチの反対舷側およびローディングマニホールド部には圧縮空気駆動のキャプスタンを配置し、索取り作業の合理化、省力化を図っている。

揚錨兼係船機	57 T×9 m/min × 2	(25 T×25 m/min 係船ドラム)
係船機	25 T×25 m/min × 9	
キャプスタン	250 kg×25 m/min × 7	

2. 貨油およびバラスタ装置

貨油弁には高度の集中制御方式を採用し、上甲板上のマンホール弁、ポンプ室内の小径の弁を除いて、全て油圧駆動としている。また揚荷/積荷と並行してバラスタ漲水、バラスタ排水、並びにタンククリーニング時のバラスタ同時漲替え、スロップタンクからの連続的重力排水を考慮した配管となつている。

本船の特長の1つとして、貨油ギャザリングタンクの液面により、浚油エダクタおよび同駆動ポンプ関連の弁操作を自動的に制御する装置を有し、浚油段階における荷役作業の簡略化を図っている。

貨物油ポンプ (横型)	4,500 m ³ /Hr×D. 145 m×4
浚油ポンプ	360 m ³ /Hr×D. 145 m×1
浚油エダクタ	約 750 m ³ /Hr × 2
バラスタポンプ (横型)	3,000 m ³ /Hr× T. 40 m×1
バラスタエダクタ	約 130 m ³ /Hr × 1

3. イナートガス装置

安全性の向上とガスフリー作業の省力化のため、ガデリウスーハウデン式イナートガス装置を設けている。

スクラパー	3,000 m ³ /Hr×1
送風機	11,500 m ³ /Hr×2

4. タンククリーニング装置

タンク洗滌作業の省力化のため、全カーゴタンクに固定タンククリーニングマシンを装備し、ポータブルマシンとの併用により、短時間で有効な洗滌が可能とした。

5. 居住区

まえがきにて述べた如く、機関部との分離を図つて騒音に対処した配置、および船体主構造との構造的連続性を確保して振動対策とした配置の中で、船内作業の合理



Officer's Mess Room & Smoke Room



機関部制御室

化への考慮が部屋配置の基本となつている、たとえば、Boat Deck は、厨房を取巻くように士官食堂、部員食堂、および糧食庫を配置し、糧食庫へは専用のダビットにより搬入を確保する等、食事調達、配膳作業の合理化、省力化を図つている。

また総合事務室を設け事務作業の合理化を図つているが、甲板を異にする荷役制御室間には専用の室内階段を設け、両者間の連絡の便を図つている。

居室は天井内張を含めすべてプラスチック仕上げの間仕切、内張を施し、各室に電話機を装備する等、居住性の向上を図つている。

3. 機 関 部

A. 機関部概要

本船は主機関として石川島播磨重工(株)製クロスコンパウンド型衝動式デュアルタンデムアーティキュレートッドタイプ2段減速式蒸気タービン1基を搭載し、日本海事協会のM0規格取得のための諸装置を具備し、通常航海中、機関部の無人化運転ができる装置となつている。

B. 機関部一般

1) 主機

主機はプロペラ効率を上げるため主軸回転数として低速の85RPMを採用し、減速歯車は2段減速ロックドトレイン方式とした。また主機の常用出力を連続最大出力と等しくしたので、機器の設計には充分の注意を払つた。復水器には管、管板にステンレス系のR-4合金を採用し、復水器管の腐蝕防止をはかると共に海洋生物発生防止装置を設けた。

2) ボイラ

ボイラは2基設け、米国フォスタフィーラ社との技術

提携であるが主に三井造船が設計開発した“MSD”型2胴水管ボイラである。本ボイラはモノウォール化してレンガ材や振動上のトラブルを回避するとともに重量軽減がはかられている。またボイラ蒸気ドラムのサイズを大きくして、水面制御の安定化をはかつている。

3) 蒸気サイクル

蒸気サイクルとしては再生サイクルとして4段抽気による給水加熱方式、ガスエアヒータによる排熱回収方式としたが、給水ポンプ、カーゴオイルポンプには従来より実績のある内部緩熱器から導くようにした。

雑用蒸気系統はディオイラ方式とし、主ボイラから減圧弁、減温器を通して供給できるようにした。

4) 発電装置

発電装置として1,900KWのターボ発電機を1基、950KWのディーゼル発電機を2基設けた。ターボ発電機は背圧式とし、排気は低圧の1段給水加熱器に導かれるが、通常航海中およびタンククリーニングオペレーション等各モードに亘る所要電力を1基で供給できる能力のものとした。ディーゼル発電機は1基で非常航走可能な容量としてそれを2基設けており、電力の絶対確保を目ざしている。

5) 軸系

最近、経済性向上のため機関室は縮少の傾向にあるがその結果として主軸の長さが短くなり軸系は相対的に剛となる。本船では船尾管軸受の受容負荷能力改善策としてスロープボーリングを採用するとともに中間軸にはSF60を採用し、中間軸径を細くして曲げ可撓性を増し、ドラフト、温度による軸受荷重や減速歯車の歯当りへの影響ができるだけ小さくなるようにした。

5) 全体装置

ボイラは機関室中央配置として第3甲板の中央部に配置し、振動防止をはかるとともに機器はできるだけ機関

室船首側に集中配置し、監視、操作の便をはかった。

機関制御室および工作室はそれぞれ空調を行ない、防熱、防音対策を施して機関室第2甲板船首側に配置した。

6) 自動化

本船には M0 船として広範囲な自動化を採用し、また適切な監視装置を設けたので、その詳細を以下に述べる。

C. 機関部自動化

1) 制御室および監視装置

制御室を第2甲板の機関室船首側に設け、内部に操作監視盤、配電盤、モニターキュービクル、主機リモコンキュービクル、スートブロワパネル等を配置して、主機、ボイラ、発電機、補機器の遠隔操作、監視が行なえるようにした。

監視装置としては圧力、温度について北辰製ダイレクトモニター装置を採用し、監視、指示装置の集中化をはかった。

2) 主機リモートコントロール

主機は電気-油圧式制御装置により船橋および制御室より遠隔制御できる。主機の負荷変化の際負荷を急激に変化させたりして、タービンに異常熱応力が発生したりしないように操作はレバーで簡単に行なわれても、負荷はタイムスケジュールで追従制御されるようにし、操作の機械化がはかられている。その他ボイライントロック装置を設け、ボイラ圧力、水面等に異常がある場合負荷の上昇を停止させたり、負荷を下げたりしてそれらの異常がそれ以上に進展しないようにする等の総合制御を行なっている。更に停止時のタービンロータの曲りを防止したり、暖機状態を継続するためのオートスピニング装置、停止操作時主軸の回転数を早期に停止させるためのオートパースティング装置等も設けられている。

3) 発電機制御

ディーゼル発電機は制御室から遠隔発停可能であり、また常用発電機の異常時にはスタンバイディーゼル発電機が自動的に起動する。

各発電機には必要な保安装置を設けているが、負荷側には過負荷時の非重要補機選択遮断および停電後再始動時の補機順次始動制御を行なっている。

4) ボイラ制御

主ボイラには自動燃焼制御装置、自動給水制御装置、過熱器出口蒸気温度自動制御装置を設けている。パーナは蒸気噴霧によるワイドレンジパーナであるが、自動パーナ本数制御装置も設け、ガスエアヒータには空気側に

バイパスダンパを設け、低負荷時のエレメント腐蝕防止をはかった。スートブロワは自動シーケンシャル電動式とした。

その他必要な保安、安全装置を設けるとともに自動給水制御装置故障の際の安全装置およびバックアップとして電動式の給水遮断弁を設けた。

5) 補機

重要ポンプはタービン駆動の給水ポンプを含めて常用ポンプ異常時スタンドバイポンプが自動起動するようにした。カーゴポンプおよびバラストポンプは荷役制御室から暖機、起動、回転数制御、停止ができるようにした。

6) 艀装

ビルジ吸引は自動方式とし、ビルジポンプおよびビルジ吸引弁を自動化した。大口径海水弁には電動弁を採用し循環水ポンプ出口弁はポンプの運転と連動させた。

D. 機関部主要機器要目

主要機器の要目は次の通りである。

1) 主機関

IHI クロスコンバウンド型衝動式 ジュアルタンデムアーティキュレートッドタイプ2段減速式蒸気タービン	1基
連続最大出力	3,600 SHP×85 RPM
常用出力	3,600 SHP×85 RPM
復水器	722 mmHg, 2,350 m ²

2) プロペラ

5翼1体型ニッケルアルミブロンズ製	
直径×ピッチ	8,904 mm×6,310 mm

3) 発電装置

ターボ発電機	
原動機	IHI 製1段減速装置付蒸気タービン
発電機	三相交流全閉水冷自励式
	1,900 KW, AC 450 V, 60 Hz

ディーゼル発電機

原動機	ダイハツ製 6 Vs HTb-26 D	2基
発電機	三相交流防滴保護型自励式	2基
	950 KW, AC 450 V, 60 Hz	

4) ボイラ

三井・フォスターウィーラー 2 胴水管式タイプ "MSD"		2基
最大蒸発量	82,000 kg/h	
常用蒸発量	52,500 kg/h	
過熱器出口蒸気条件	61.8 kg/cm ² ・G, 515°C	
緩熱器容量	最大 70,000 kg/h at 400°C	

5) 空気機器	
制御空気圧縮機	オイルフリー 250 m ³ /h × 7 k × 1 台
雑用空気圧縮機	250 m ³ /h × 9 k × 2 台
始動空気圧縮機	12 m ³ /h × 25 k × 1 台
非常用空気圧縮機	4.5 m ³ /h × 25 k × 1 台
制御空気だめ	5 m ³ × 1 台
雑用空気だめ	5 m ³ × 1 台
始動用空気だめ	0.5 m ³ × 1 台
制御空気除湿装置	吸着式 岩谷 HN-3501-AIM-NO × 1 台
ボイラ送風機	1,750/2,400/1,250 m ³ /min × 840/420/450 × 2 台
機関室排気通風機	1,500 m ³ /min × 35 mmAq × 4 台
機関室排気通風機	1,500 m ³ /min × 20 mmAq × 2 台
グラウンド蒸気排気通風機	15 m ³ /min × 300 mmAq × 1 台

6) ポンプ	
主給水ポンプ	新興製タービン駆動 200 m ³ /h × 82 k × 2 台
主復水ポンプ	100 m ³ /h × 9.5 k × 2 台
ドレンポンプ	70 m ³ /h × t100 m × 3 台
主循環水ポンプ	6,500/4,200 m ³ /h × t7/8 m × 2 台
海水サービスポンプ	85 m ³ /h × t55 m × 2 台
冷却海水ポンプ	480 m ³ /h × t25 m × 2 台
主潤滑油ポンプ	160 m ³ /h × 4.6 k × 2 台
潤滑油移送ポンプ	10 m ³ /h × 3.5 k × 1 台
船尾管前部シーリング油ポンプ	0.3 m ³ /h × 3 k × 1 台
船尾管潤滑油ポンプ	2 m ³ /h × 4 k × 2 台
噴燃ポンプ	15.8/8.9 m ³ /h × 46 k × 2 台
燃料油移送ポンプ	80 m ³ /h × 4 k × 1 台
補助燃料油移送ポンプ	10 m ³ /h × 3.5 k × 1 台
消防兼雑用ポンプ	210/350 m ³ /h × t90/45 m × 2 台
イナートガス冷却水ポンプ	350 m ³ /h × t45 m × 1 台
ビルジポンプ	10 m ³ /h × 4 k × 1 台
潜水ハイドロファーポンプ	10 m ³ /h × t65 m × 2 台
飲料水ハイドロファーポンプ	6 m ³ /h × t65 m × 1 台
温水循環ポンプ	2 m ³ /h × t10 m × 1 台
ヒドラジン注入ポンプ	1 台
清繕剤注入ポンプ	1 台

7) 冷却器および加熱器

補助復水器	800 m ³ × 1 台
エアエジェクタ	160 kg/h × 1 台
グラウンド復水器	25 m ³ × 1 台
1 段給水加熱器	160 m ³ × 1 台
脱気給水加熱器	34 m ³ × 1 台
3 段給水加熱器	130 m ³ × 1 台
4 段給水加熱器	130 m ³ × 1 台
デオイラドレン冷却器	15 m ³ × 1 台
主潤滑油冷却器	260 m ³ × 1 台
船尾管潤滑油冷却器	2 m ³ × 1 台
船尾管船首側ソール潤滑油冷却器	0.3 m ³ × 1 台
燃料油加熱器	サンロッド MV 7 × 40 × 350 × 3 台
潤滑油清浄機油加熱器	サンロッド BV 90-125 × 1 台
発電機械清水冷却器	80 m ³ × 1 台
8) その他の機器	
潤滑油清浄機	シャープレス AE-18 V × 1 台
造水装置	笹倉 F-45 R × 2 台
油水分離器	呉神 HS-10 F × 1 台
万能工作機	大日 DUM-2 GA × 1 台
ユニットクレー	大金 US-52 × 3 台
海洋生物発生防止装置	日本防食 R 6300-P × 1 台

4. 電気部

A. 電気部一般

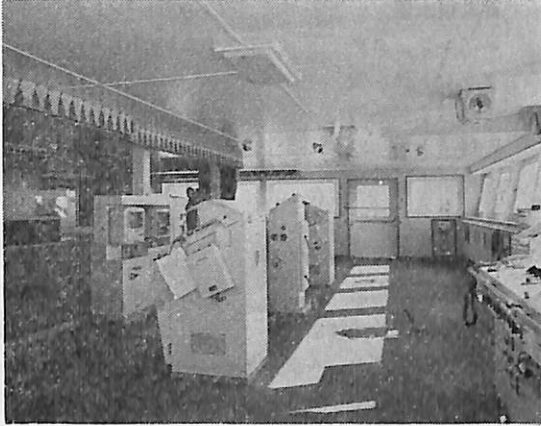
1) 本船の船内電源として、交流ターボ発電機1基、ディーゼル発電機2基を装備し、原則として航海中、出入港中および荷役中のあらゆる状態においてターボ発電機を使用し、ディーゼル発電機を完全な予備としている。

これらの発電機は、NK "M0" に合致するよう自動化され、ターボ発電機運転時に配電盤母線の電圧異常や周波数異常を検出した場合は、ただちに2台のディーゼル発電機が自動始動する。

ディーゼル発電機の電圧が確立したとき、ターボ発電機の ACB がなおも投入されていると、強制的に切り離し、瞬時ブラックアウトを経て、1号ディーゼル発電機の ACB が自動投入される。

同時に、第1群の重要補機が順次始動し、完了した時点にて、2号ディーゼル発電機の自動同期負荷分担装置が作動し並行運転されるとともに、第2群の重要補機が順次始動する。

なお、配電盤上のスイッチ操作によつて、ディーゼル発電機の自動始動や各発電機間の自動同期負荷分担装置の機能を単独に選択することも、勿論、可能である。



Wheel House

機関部制御室に配置された配電盤の同期盤には多数の表示灯や操作スイッチを装備し、船内電源の状態を一目瞭然と把握できるように、かつ、必要時機敏に対応できるよう配慮している。

配電盤に隣接して、重要補機の始動器を列盤として設け、制御室からの補機の遠隔始動停止ならびに自動切替の監視を可能にし、よりよき周囲条件のもとで保守作業を行えるよう配慮している。

照明装置、警報通信装置などの低圧負荷へは、居住区と機関室に独立に配置された2群の変圧器から給電している。

さらに、非常用の電源として、一般用 300 AH 2組、無線用 300 AH 1組を装備し、無線室に配置された非常用配電盤にて定電圧充電を行なっている。

2) 航海装置の中で特筆すべきものとして、ドップラソナーを装備している。

船速は海の深度に従って、前後、左右の2方向の対地速度または対水速度のいずれかでデジタル表示される。

送受波器は船首部と船尾部の各々のコンパートメント内に取付けるとともに、主表示器は操舵室内に、補助表示器はウィングに設置している。

従来、接岸時などの低速状態においては、その速度を正確に知ることは非常に困難であったが、本装置の装備によつて数値的に捕えることが可能となり、安全性の飛躍的向上に寄与するものと期待している。

B. 電気部要目

1) 動力装置

- a) ターボ発電機：1基，2375 KVA (1900 KW)，3 ϕ 450 V 60 Hz，1200 rpm，全閉水冷形，B種

AVR 付自励式 (ブラシレス)

- b) ディーゼル発電機：2基，1187.5 KVA (950 KW)，3 ϕ 450 V 60 Hz，720 rpm，防滴自己通風形，B種，AVR 付自励式 (ブラシレス)
- c) 配電盤：1式，発電機盤3面，同期盤1面，給電盤2面，自動同期負荷分担装置内蔵
- d) 居住区用変圧器：3台，1 ϕ 35 KVA，450/105 V，防滴形，B種
- e) 機関室用変圧器：3台，1 ϕ 15 KVA，450/105 V，防滴形，B種
- f) 船首部用変圧器：1台，15 KVA，450/105 V，防滴形，B種
- g) 区電盤：1式，居住区用1面，機関室用1面
- h) 一般用鉛蓄電池：2組，24 V，300 AH
- i) 無線用鉛蓄電池：1組，24 V，300 AH
- j) 電動機：1式，防滴形または全閉形，E種 (1部 B種)
- k) 集合始動器盤，単体始動器：1式
- l) 陸上給電箱：1面，600 A，3 ϕ 440 V，60 Hz

2) 計測警報装置

- a) 機関部制御コンソール：1面，(主機，ボイラ，発電機等用)
- b) 荷役制御コンソール：1面
- c) ダイレクト・モニタ：1面，(温度圧力 118点)
- d) 延長警報盤：12面

3) 電灯装置

- a) 蛍光灯：1式，40 W \times 2，40 W，20 W \times 2，20 W，15 W
- b) 白熱灯：1式，100 W，60 W，40 W
- c) 投光器：1式，1000 W 白熱灯，500 W 白熱灯，700 W 水銀灯，400 W 水銀灯
- d) 防爆灯：1式，40 W 蛍光灯，100 W 白熱灯，60 W 白熱灯
- e) 航海灯，信号灯：1式 (海上交通安全法による信号灯を含む)

4) 通信装置

- a) 共電式電話機：3組
- b) 本質安全形電話機：1組
- c) 自動交換式電話機：1組，50回線
- d) 操船および荷役指令装置：1組，100 W，トークバック方式

- e) 船内指令装置: 1組, 100 W
 f) 船橋内外指令装置: 1組, 30 W
 g) 電気時計: 1式
 h) エンジンテレグラフ: 1式, 主補各1, ロガー 1
 i) プロペラ軸回転計: 1式
 j) 舵角指示計: 1式
 k) ガス検知器: 15組
 l) 火災検知器: 1式
- 5) 航海装置
- a) 操舵室グループパネル: 4面
 b) 操舵室コンソール: 1面
 c) ジャイロコンパスおよびオートパイロット: 1式
 d) ドップラソナー: 1式
 e) 電磁ログ: 1式
 f) レーダ: 2組
 g) ロラン: 1組
 h) デッカ, ナビゲータ: 1組
- i) 無線方位測定機: 1組
 j) 音響測深儀: 1組
 k) 風向風速計: 1組
- 6) 無線装置
- a) 無線機: 1式, 送信機3台 (1.2KW, 1KW, 75 W), 受信機3台
 b) 非常用配電盤: 1面
 c) 国際 VHF 電話: 1組
 d) 船舶電話: 1組
 e) 天気図模写受信装置: 1組
 f) 放送受信装置: 1式
- 7) その他

5. あとがき

本船は好成績をもって試運転を終り、PG から日本への原油輸送に従事しているが、各部とも好調で船主および乗組員の好評を博している。



日本図書館協会選定図書



1 隻 1 冊 必 備 の 書

監修 東京商船大学名誉教授 浅井 栄 資
 東京商船大学学長 横 田 利 雄

航 海 辞 典

A 5 判 850 頁 布クロス装函入 定価 6,500 円 千 120 円

- 解説項目 1,112 項, 参照項目 5,308 項, 挿入図 400 余個, 挿入表 95 個。
- 口絵・付録: 天測暦, 基本雲形, 海図図式, 世界主要航路地図 (色刷), 航海技術年表, 文字旗, 世界煙突マーク (アート紙色刷) 他
- 地文航法, 天文航法, 電波航法の理論はもちろん, 船のぎ装, 整備, 操船, 載貨を具体的に取上げる等運転上のあらゆる場合に対処し得る項目が採録されている。
- 執筆は東京商船大学, 神戸商船大学, 航海訓練所, 海技大学の教官 (41 名) がこれにあたり, まさに最高の権威者を揃えた執筆陣といえよう。

東京都新宿区赤城下町 50 天 然 社 振替 東京 7 9 5 6 2 番

内部防熱方式 LPG 船について

三菱重工業株式会社
横浜造船所 船舶設計部

1. ま え が き

当社は1962年に、コンチ社の技術にもとづいて、世界初の大型冷凍式 LPG 船“ブリジストン丸”を建造して以来、今日まで10隻（未完工船3隻を含む）の、いわゆる独立タンク方式の冷凍式 LPG 船を手がけ、その間、当社独自の改良を逐次加え、このタイプの LPG 船を技術的、経済的に完全なものとするべく当社の技術を傾注してきた。

しかし、独立タンク方式は、その名の通り、船体構造の中にさらに独立タンクを設けるために鋼材使用量も多いほか、タンク材として大量の低温用鋼材を必要とし、構造も複雑となることから、この方式とは全く別の設計思想にもとづく、より優れた LPG 船建造の可能性についても研究の努力を払ってきた。

これと並行して、シェルグループ（以下シェル社と総称）は、硬質ポリウレタンフォーム（以下 PUF と略称）による LPG 船内部防熱方式を開発中であった。当社はこの方式に着目し慎重な検討を行なった結果、それが当社の求めていた新方式としてふさわしいと判断されたので、シェル社との間に技術提携契約を締結することとした。

シェル社方式は、以下に詳しく紹介する通り、完全な二重船殻構造の内殻をなすタンク倉内面に、現場吹付け発泡による液密の特殊な PUF 防熱を施し、この防熱層自体が直接液に接する LPG タンクを構成するという極めて画期的なものであつて、いくつもの優れた特徴を有している。

当社は技術提携を結んだ後、主としてその実船施工面の技術（施工方法、施工のための設備、品質管理など）をも含め、シェル社と共同で極めて広汎な試験研究を行なった。その結果、この方式による実船建造に自信を深め、関係官庁、船級協会、船主に説明を重ね了解が得られたので実船建造にふみ切つた。

昨年末、(株) トーメン殿、三菱商事(株)殿、山下新日本汽船(株)殿

から合計5隻の本方式による 76,000 m³ 型 LPG 船を受注するに至つたので、この機会にこの方式の特徴などを紹介し、広く関係各位のご参考に供したい。

2. シェル内部防熱方式の開発経緯

この内部防熱方式は、従来の何れの方式とも異なつた全く新しい基本構想にもとづいており、その開発にはライセンサーであるシェル社はもとより、当社においても多大の年月と費用が投入された。ここではまずシェル社における開発経緯を述べ、ついで当社が主として実船施工面について行なつた試験研究の概要を紹介する。

(1) シェル社における開発経緯

シェルグループの研究担当部門であるシェルリサーチ社が中心となり、当社との技術提携関係に入るまでに、約6年の歳月と多くの研究施設、それに多額の開発費がこの新しいシステムの開発研究に投入された。その内容の概略を年代順に紹介してみよう。

(i) PUF の物性および構造についての研究

ここでは主に鋼壁面に吹付け発泡され、PUF の鋼板との接着性、低温および常温における材料強度（引張、圧縮、疲労強度など）、熱特性、COMMERCIAL LPG に対する化学的耐性などが調べられ、その結果高密度吹付け PUF が、断熱材および LPG 保持の



写真 1

両機能を、同時に有することが確かめられた。

(ii) モデルタンクによる試験
中型のモデルタンクの内面に PUF を吹付け発泡し実際に LPG を入れて冷却、加圧を繰返して強度を確認するとともに、万一損傷が発生した場合の影響なども調査された。

(iii) AULICA 号における実船搭載タンクによる実船試験
シェルリサーチ社では、実際の航海で遭遇する外力条件のもとの性能を確かめるためロイド船級協会の助言を得て 6.6 m×3.5 m×8.9 m の実船搭載用 LPG タンク 2 個を製作し、この内面に吹付け防熱を施した上 AULICA 号に搭載した(写真 1 参照)。

このタンクに LPG を積んだ AULICA 号は、約 18 ヶ月間各地を航海したが、この新方式についての本質的な欠陥は何も発生せず、良好な成績を得ることができた。

このような段階を踏んで、シェルリサーチ社における開発研究が行なわれ、それによつて吹付け PUF が低温 LPG の保持機能と断熱機能を兼ね実用に供しうることが基本的に明らかにされ、その構造も決定されるに至つた。さきに述べたシェル社との技術提携は、ちょうどこの頃行なわれたのであつて、この方式に基く実船建造を目標としての、実用化研究が当社において開始された。

(2) 当社における新方式実用化のための研究開発

シェル社と技術提携を行なつた後、当社はただちにシェル社から供与された技術内容について、当社研究陣を挙げて、大がかりな検討にとりかかつた。

まず手始めに PUF の試発泡を行なつて試験片による物性確認をする一方、大型のモデルタンクを製作し、できるだけ実船に近い規模での吹付演習を経験するとともに、冷却試験などを行ない、さらに液の動圧の研究なども行なつた。

(i) 試発泡と物性確認試験

シェル社派遣の技師による指導に従い、当社の手で試発泡し、さらに引続いて試験片を製作して、諸物性の確認を行なつた。これによつて、シェル社の PUF と同一の物性を有する PUF が当社の手で再現できるという基本的な要件が確かめられた。

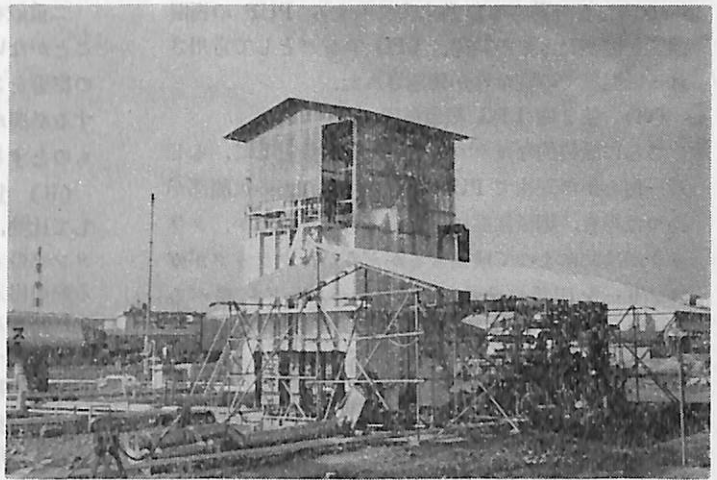


写真 2

(ii) モデルタンクの建造

モデルタンクは 5 m×5 m×5 m の大きさで、実船のそれと同様に防撓材はすべてタンク外面に配置し、内面平滑な構造とした。PUF の吹付けは実船に対して想定する施工順序に模して行なつたが、この過程で実船施工に際して有益なノウハウを種々習得することができた(写真 2 参照)。

(iii) 窒素ガスによるモデルタンク冷却試験

窒素ガスを利用して、LPG の保冷温度約 -45°C よりかなり低い、 -60°C までの冷却試験を行ない、この温度でも PUF 層にクラック、われなどの欠陥が全く発生しないことが確認された。またこの過程において、独立タンク方式にくらべて、クールダウンあるいはウォームアップの時間がかなり短縮できることも確かめられた。

(iv) モデルタンク LPG 積載試験

モデルタンクに LPG を積み込むため、上に述べた窒素ガスによる試験終了後、タンク内の配管を換装し、再液化装置などが新たに設備された。液化プロパンを常圧 $-40\sim-42^{\circ}\text{C}$ の状態で積み込み、25 日間保冷状態に保つたが、期間中何ら異常が認められず、断熱性能も予想通りの値が確認された。必要な計測が終了した後、液を排出したが、クラック発生、プロパン浸透などの不具合は全く発生しておらず、常圧の LPG に対する強度、断熱性能ならびに液密性がきわめて満足すべきものであることが確認された。

(v) 窒素ガスによるモデルタンク過冷却試験

LPG 積載試験のあと、再び配管装置など窒素ガス冷却試験用に換装、モデルタンク内部を段階的に

-100°C まで過冷却し熱応力に対する PUF の極限強度を調べた。その結果、LPG タンクとして常用される低温域での安全性が確認された。

(vi) 第2回 LPG 積載試験

さらに最終的なモデルタンクでの実験として、もし万一何らかの理由で PUF にクラックなどの欠陥部があつた場合、鋼板温度にどれほど影響があるか、クラックが冷却によつて成長するかどうか、クラックがガスフリーを困難にすることはないか、などを調べるために、いろいろな形状の欠陥を人為的に防熱層に設けたうえで、モデルタンクに LPG を入れ -40 ~ 42°C に 17 日間保持した。

その結果、かなり大きいクラックでも、タンク内の鋼構造の温度低下は殆んどないこと、クラックの進展は全く認められないこと、クラックがガスフリーの時間に与える影響は認められないことなどが確認され、この方式の安全性をさらに確かめることができた。

(vii) PUF 施行中の品質管理の研究

PUF の合成反応は、反応条件の寛容度が大きいとはいえ、化学合成物である以上、安定した品質を確実に得るためにはきめの細い品質管理が必要である。そのために、品質管理のシステムを確立するとともに、理論と実験の両面から、実船建造に必要な品質管理基準を設定するために、特別の試験室を設備し広汎な研究を実施した。

(viii) 施工装置の開発

品質管理とともに、安定した良品質を能率よく確保するためには、実船規模に適した性能のよい施工装置が不可欠であると判断して、主として自動吹付装置と大型足場ユニットの開発にとりくみこれを達成した。

3. 本方式の特徴

さきに述べたように PUF による内面防熱方式の貨物タンクは二重船殻構造の内殻内面に直接吹付け発泡した液密の PUF などによつて形成され、液はこの防熱層の内面で保持されるが、荷重は防熱層を介して船殻構造によつて支持される。

以下にこの方式の特徴のうち代表的と考えられるいくつかを紹介したい。

(1) 設計上の特徴

(i) 付図(1)の中に本方式による LPG 船の貨物タンク横断面図を示す。この図からわかるように貨物タンク周囲の船殻構造は完全二重殻構造となっており、タンク内面にはサブマージド型の貨物ポンプ、パイプ、フロートゲージ装置などを支えるトラス構造のほかには、制水隔壁、防撓材など一切の突起物を設けていない。

二重殻を形成する内殻鋼板は LPG に直接接することがないから低温とならず、熱応力、低温脆化などの影響をこうむらないから内殻鋼板に低温用鋼を使用する必要がない。主船体の構造強度も二重殻で堅牢なものとするのが容易にできる。

(ii) 貨物タンクの直接 LPG に接する部分が主として比熱、比重量の小さい PUF であるために、貨物タンクのクールダウンあるいはウォームアップに要する熱の出入が少なく、かつこの方式は温度の急激な変化に耐える構造なので、貨物タンクのクールダウンおよびウォームアップのための諸装置の簡易化と、作業時間の短縮を期待することができる。

(iii) 従来の独立タンク方式などにくらべてタンク倉内に空所がないので、いわゆる周囲スペースに備えられるイナーティング装置、ガス検知装置、漏洩液排出装置、危急圧力逃がし装置などが不要となるなどの利点がある。

(iv) 独立タンク方式に必要な不可欠なタンク支持装置および固定装置は設計上、大変難しいものであるが、これが本方式の場合には一切不要となる。建造面のみならず検査、メンテナンスの面でも非常に有利である。

(v) タンク内全面が PUF であるためにタンク底部にポンプなどを置くためには、タンク内配管をタンクドームから吊り下げるような方式とすることが望ましい。この結果、タンク内にはトラス構造に組まれた諸管ポンプ装置があるだけで、それ以外の突起物はなく、平坦簡潔な構造となり、貨物液のストリップングが容易になるほか、メンテナンス上も有利である。

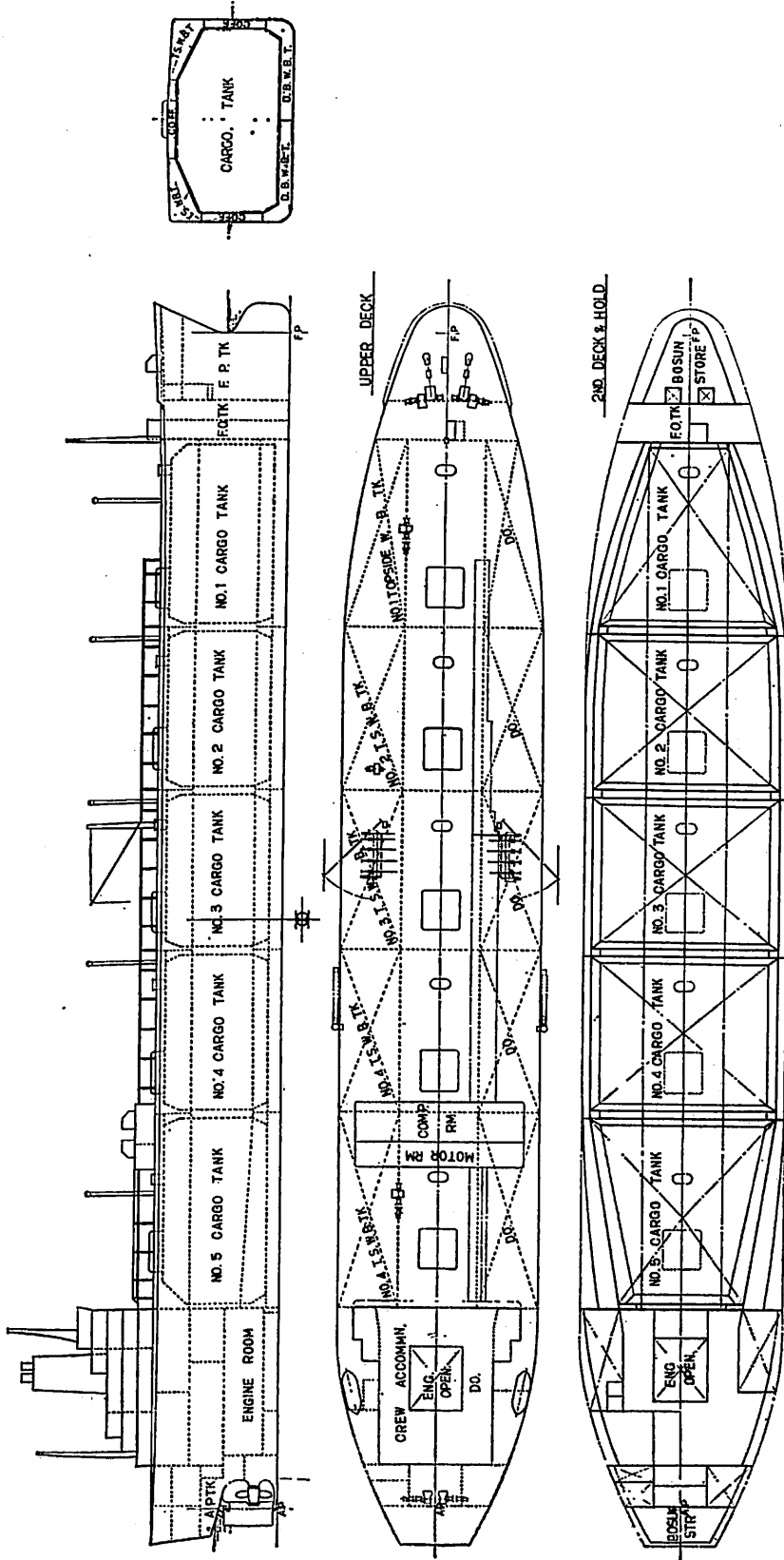
(2) 工作上の特徴

本方式は船体とは別個のタンク構造がないこと、したがってタンク支持、固定装置のないことなどにより工作の簡易化にも寄与するものと思われる。

一方、防熱層として、特殊な PUF を現場発泡するので、ポリウレタン原料液の納入から、調合、発泡に至るまでのすべての工程において厳密な品質管理が必要である。ただ PUF の現場発泡という意味では、独立タンク方式の防熱施工と同じであるが、本方式では、直接 LPG 貨物を受け入れるが故に要求される性能は、高度なもので品質管理に対する要請ははるかに厳しい。当社が、この面で広汎な実験研究を経て、これらの要請にこたえ得る品質管理基準を確立した所以である。

このような高度の品質管理を実効あらしめるために実船規模にかなつた効率的な機械設備が必要であることはいうまでもない。この機械設備のほとんどは、多くの試験研究を通じ当社の技術力を結集してすでに完成を見ている。

この方式に使用するポリウレタン樹脂はシェル社が特



附圖 1

別に開発したものであるが、自己消火性が非常に強く、施工時あるいは修繕時の安全性が高いことも付言しておく。

(3) 保守、修理上の特徴

タンク周辺の構造が単純で工作簡易であることを前項で述べたが、それはそのままこの方式による LPG 船の保守が容易であることにつながる。

PUF 自体について特別の保守は必要としないと考えられるが、万一使用期間中に欠陥の発生した場合でも、その補修は、確立された方法により比較的容易に行なうことが可能で補修部分の強度などの性能は一般部分と全く変わらないことがシェル社および当社の実験で実証されている。

PUF のようなプラスチック製品は、酸素、紫外線および熱などによつて、径年変化が進められるが、本方式では、入渠時の短時日を除いてこれら要因のいずれにも遭遇しないので、径年変化について問題はないと考えている。また石油ガス雰囲気中に置かれているウレタンフォームの断熱性能劣化は空気中よりもむしろ軽微であることが理論的に証明されている。前述の AULICA 号の 18 ヶ月の実船実験でも劣化の形跡は認められなかったことは言うまでもない。

4. 受注船の紹介

内部防熱方式 LPG 船の概要および開発経緯について述べてきたが、ここに今回いよいよ実現を見るに至つたこの方式による画期的な LPG 船についてその概要を紹介する。

本船は、ほぼ大気圧のもとで比重 0.61 以下、温度 -45°C 以上の液化飽和炭化水素（主としてプロパン、ブタンおよびそれらの混合物）を運搬するために計画されたものである。船型は当社で従来より連続建造していた $70,000\text{ m}^3$ 型独立タンク方式 LPG 船を一周り大型化した船型を採用している。

一般配置では、機関室、居住区および航海船橋はすべて船尾部に配置され、貨物倉は機関室より前部に二重構造の隔壁により 5 個のカーゴタンクに区分し配置されている。さらに貨物倉部は、前にも述べたように二重船殻構造を採用しており、周囲にはバラストタンクおよびコックファダムがそれぞれ配置されている（付図 (1) を参照）。

LPG 荷役装置は、各タンクに 3 台の貨物ポンプ（内 1 台予備）、上甲板上の甲板室内に配置されている 5 台の再液化圧縮機、1 台のシェアガス圧縮機および関連諸管装置よりなり、2 種貨物同時荷役が可能であると同時に、積荷および揚荷レートは $5,500\text{ m}^3/\text{h}$ まで可能なよう設計されている。

主機関としては、C 重油使用の三菱 MAN 中速 V 型ディーゼル機関 2 基を採用、機関室の長さを短縮して貨物タンク容積の増大を計っている。主機は 1 軸を介し

て可変ピッチプロペラを駆動するとともに、主機直結の主発電機をそなえており、新機軸の推進プラントとなっている。また NK の M0 基準を適用することにより、乗組員の作業省略化をはかっている。

本船の主要目は下記のとおりである。

船 型	平甲板型
船 級	NK NS* (TANKER, LIQUEFIED FLAMMABLE GASES. MINIMUM TEMPERATURE -45°C) AND MNS*
船 籍	LIBERIA
全 長	約 228.0 m
垂線間長	216.0 m
幅 (型)	36.6 m
深さ (型)	22.0 m
計画満載吃水 (型)	12.05 m
常用満載吃水 (型)	11.45 m
載貨重量	約 50,100 t
(常用吃水にて)	
総屯数	40,300
貨物タンク容積	$76,900\text{ m}^3$
脚荷水槽容積	$25,000\text{ m}^3$
燃料油槽容積	$3,900\text{ m}^3$
(含 ディーゼル油槽)	
清水槽容積	580 m^3
主機関 型式	三菱 M.A.N. ディーゼル機関
	V 6 V 52/55, V 7 V 52/55 各 1 基
出力	最大 $26,000\text{ PS}\times 119\text{ rpm}$
	常用 $23,400\text{ PS}\times 115\text{ rpm}$
プロペラ	可変ピッチプロペラ 1 個
発電機	主機関駆動 $1,800\text{ KW}$ 1 基
	ディーゼル機関駆動 $1,000\text{ KW}$ 2 基
満載航海速力	17.1 ノット
航続距離	17,000 カイリ
乗組員	35 名

5. あとがき

本方式の開発は、画期的なものであり、シェル社と当社の協力によりようやく実船の建造を見る段階まで到達した。今後両者の技術力を発揮してスムーズに建造を進めて行きたい。

最後に英国 DTI およびロイド船級協会、ならびにわが国運輸省および日本海事協会とは開発研究の初期から研究の方法、結果の評価などについて必要に応じ打ち合わせを行ないまた種々助言を頂いてきているが、現在では本方式について、これらの当局、協会はもちろん、他の関係当局、協会の基本承認が得られていることを申し添えてむすびとしたい。

浮遊式海洋構造物の係留に関する 基礎的研究

安 藤 定 雄*

1. ま え が き

海洋は地球の全表面積の約70パーセントを占めており、そこには貴重なエネルギー資源が貯えられているとともに、気温や降雨などの自然現象をも支配している。したがって、人類は気象や海象などを通して、これまで海洋と常に密接な係わりを持って来たり、石油などの鉱物資源および魚類などの水産資源ならびに海上輸送の場などにより海洋から多大な恩恵をこうむってきた。

近年、世界人口の急激な増加と経済活動の拡大はこれらの海洋資源に対する需要と海洋空間の利用を著しく増大させ、これに伴って科学技術の急速な進歩によって海洋の新しい開発すなわち環境保全を考慮した海洋の利用をさらに高めつつある。しかしながら、海洋開発が宇宙開発に比べ人類の活用を阻止しているのは、より苛酷な自然条件を有する海洋を対象とするためである。それは海洋が荒天時における激しい海象だけのためではなく、水というものが存在し、水深の増加によってその水は光線、電波および超音波をもつてしても通しがたくまた強大な水圧が加わるためである。

一方、わが国は陸上資源が乏しく、狭少な国土に高度の社会経済を営んでいるため、近年のように石油などのエネルギー資源や魚類などの水産資源の需要が国際的にひつ迫化の傾向の中で、経済的諸情勢はとくに厳しさを増して来ている。このためには、海洋の持つ豊かな可能性を追求する海洋開発を推進しなければならない情勢になりつつある。

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な面からみても世界の中では有力な海洋指向型の国家である。しかしながら、わが国が海洋開発を目指して始動したのは昭和36年の海洋科学技術審議会の発足以来であつて、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、海洋空間の利用および海洋発電などの分野において官・学・民が一体となつて海洋科学技術開発を推進している。そこで、船舶技術研究所海洋開発工学部においても、海洋科学技術開発の一翼を担って、これまでに蓄積されて来た造船、機械および土木工学などに関する研究成果を活用し、海洋開発を行なう上で共通する基礎的な研究開発を進めてきている。とくに、有脚式海上作

業台船、半潜水式海上作業台船、作業用船舶および海洋無線中継船などの海洋構造物の開発、建設および稼働などに関連した耐航性能、推進性能、操縦性能および安全性に必要な基礎的、共通的な技術に関する研究を行なつて来た。

また、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、大型観測パイロ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係留技術開発を昭和48年度より4ヶ年計画で行なっている。この研究は使用目的によつて型式の異なる種々の浮遊式海洋構造物を索または鎖で係留し、風、波および潮流などの外力が海洋構造物に作用しても常に一定位置を保持させるために必要な係留力、係留索・鎖が浮体あるいはアンカーに及ぼす張力およびアンカー・シンカーの把駐力などに関する基礎的な研究を行ない、それらの成果を総合させ浮遊式海洋構造物の水深に応じた係留法を確立するために現在実施中である。

ここで紹介する浮遊式海洋構造物の係留に関する基礎的研究では、これまでに実施して来た研究成果の概要について述べることにした。

2. 浮遊式海洋構造物の運動応答および係留力

現在構想化している海上火力発電所(M1型)、海上原子力発電所、海洋装油所(M2型)および都市廃棄物処理工場などの大型浮遊式海洋構造物を実現させるためには、これらを設計する上で基礎的、共通的な課題について先行的に調査を進め、将来、大型浮遊式海洋構造物を実現するに役立つ資料が必要である。そこで、代表

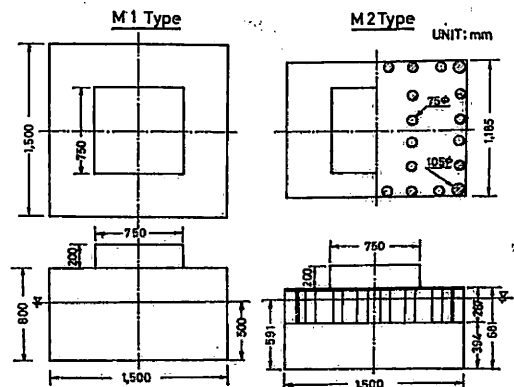


図-1 大型浮遊式海洋構造物模型の概要図

* 船舶技術研究所海洋開発工学部

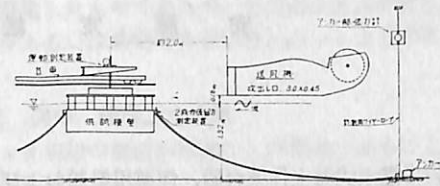


図-2 係留時の模型と装置との配置図

的な4種類の大型浮遊式海洋構造物を1/100に縮尺した模型を用いて、強風および大波高の波に遭遇した場合の海洋構造物の運動応答および係留力などを実験的に把握するための試験を行なった。

その中で図-1に示すような箱型模型(M1型)と半潜水型模型(M2型)についての試験結果を紹介する。

この試験では海洋構造物の形状を変えて、索または鎖で係留し、波との出会う角、重心高さ、係留位置および初期張力などを系統的に変化させ風および波浪中における海洋構造物の運動および係留力を調べた。

試験は船舶技術研究所の第2係留浮体水槽(長さ36.5m、幅8m、水深1.32m、フラップ式造波装置、ビーチ式消波装置、貫流式送風装置)において行なった。その時の模型と計測器および送風機などの配置の概要を図-2に示す。

模型の係留方式は模型の4隅から写真-1に示すような2成分係留力測定装置を介して、対角線の延長線上に写真-2に示す索または鎖によるオープン方式の係止である。

波浪中における動揺試験は大型浮遊式海洋構造物の広範囲な波に対する応答を知ることが海洋構造物の適用範囲を決める重要な要素であるので、10mの波高で、きわめて長い波長の2,000m程度の波長までを含む広範囲な規則波について行なった。

また、強風時を再現させるために、規則波と同時に波の進行方向に模型で10m/secの定常風をも当てた。



写真-1 2成分係留力測定装置

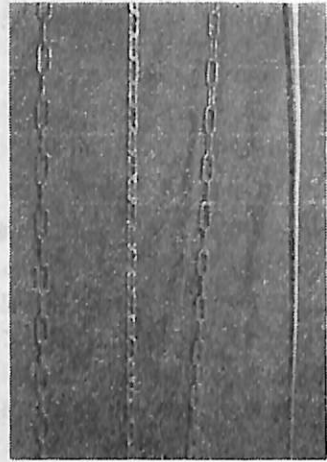


写真-2 係留索・鎖の模型

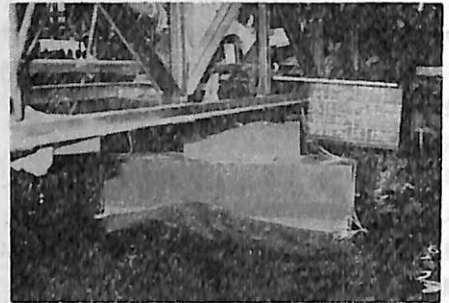


写真-3 M1型模型の波浪中試験

規則波中における動揺試験時の様子を写真-3および写真-4に示す。また、計測項目の記録例として、M2型模型の係留時の規則波中およびこれにさらに風を吹かせた状態の運動の記録を図-3に、係留力の記録を図-4に示す。

まず、M1型およびM2型模型が係留していない状態における横波中の動揺応答を図-5に示す。

半潜水型のM2型模型は図-1に示すように、箱型の



写真-4 M2型模型の波浪中試験

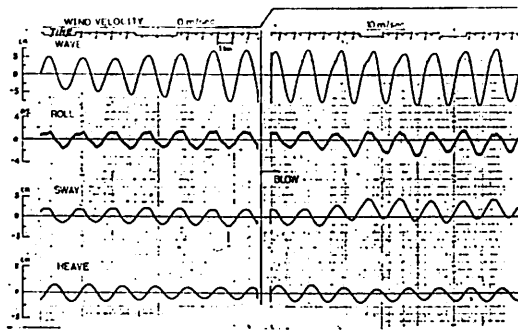


図-3 M2型模型の横波中における動揺の記録例

M1型模型と比較すると水線面積が小さく、没水部の体積の中心が低くなっている。これが波浪中における両模型の運動を著しく相違させる要因となっている。図-5によれば、M1型模型では海洋波の中で出現頻度の多い短波長において、横揺れ(ϕ_a)、上下揺れ(z_a)および左右揺れ(y_a)がM2型模型よりも揺れている。一方、M2型模型では前述の要因に基づき、平水中の自由動揺試験から求めた固有周波数から同調する波長を換算すると、横揺れが長さの21.7倍、上下揺れが長さの73.4倍と極端に長くなり、短波長においては各揺れとも小さいが、長波長においてはM1型模型の揺れよりも逆に大きく揺れるようになる。

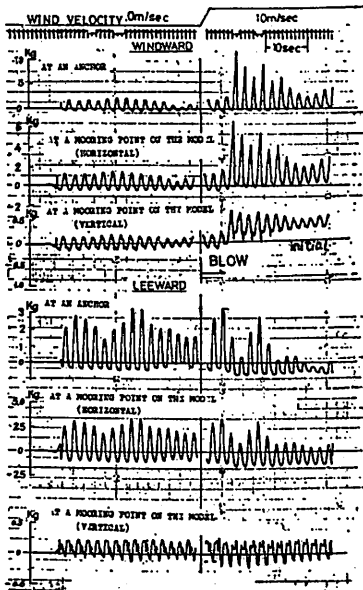


図-4 M2型模型の横波中における係留力の記録例

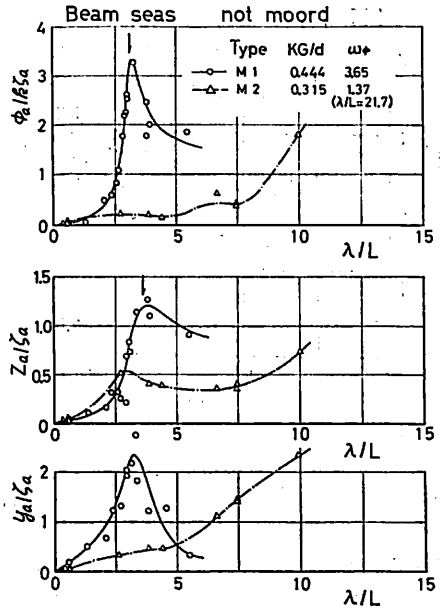


図-5 海洋構造物の横波中における動揺応答の比較

つぎに、両模型を鎖で係留した状態における横波中の動揺応答を図-6に示す。

この場合、静止時の鎖による係留力すなわち海洋構造物を拘束する力の垂直成分が排水量の約1/600である。係留鎖の係留力が小さいために、動揺は多少減少する程度である。しかしながら、M1型模型の横揺れおよび

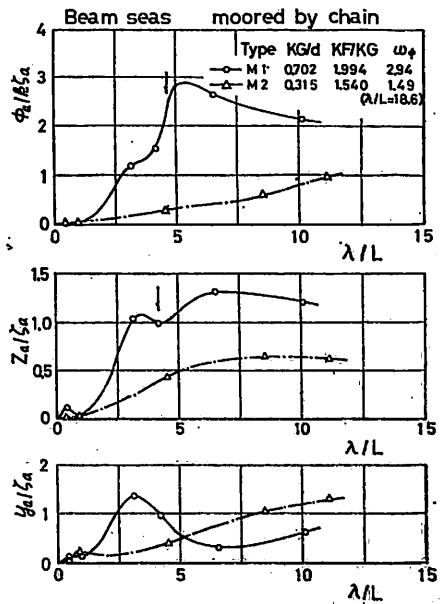


図-6 鎖による係留時の動揺応答の比較

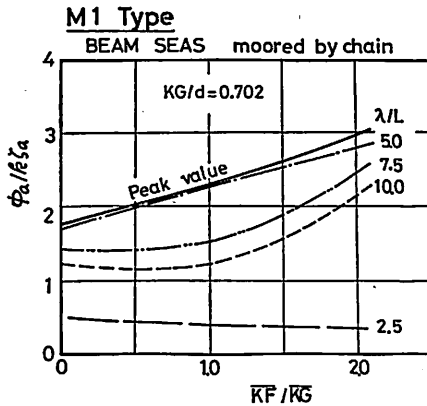


図-7 M1型模型の係留位置による横揺れ特性

上下揺れは広範囲な波において係留していない状態より逆に大きくなっている。なお、ここでは図面を省略したが、索を用いた同程度の係留状態では左右揺れは減少させる効果があるが、横揺れおよび上下揺れは逆に総体的に大きくなる傾向を示していた。

M1型模型による係留位置の影響を図-7に示す。なお、図中のKFは模型の底面から係留位置までの距離である。図によれば係留位置は低い方が横揺れを減少させる。しかしながら、図面を省略したが、M2型模型では逆に係留位置を高くする方が揺れが減少する傾向を示す。

強風が動揺に及ぼす影響は定量的ではないが、図-4の記録例からわかるように、横揺れは風下側に傾き、左右揺れは風下側に寄る。したがって、係留力の変動は風上側が大きくなると同時に初期張力よりは平均値が高くなる。風下側の係留力は風上側と逆の傾向になる。

以上、述べてきたような成果を基にして大型浮遊式海洋構造物の強風および大波高時の動揺応答および係留力などに関する概略的な把握を行ない、現在つぎの段階に進んでいる。

一方、索・鎖で係留されている海洋構造物について、理論的に取り扱うには2次元物体か軸対称物体が容易であるので、円柱形の浮体模型を用いて大型浮遊式海洋構造物で行なったと同様な種類の試験を行なっている。

ここでは、強制動揺法による流体力、波浪中における波強制力および自由浮体の動揺応答などについては省略し、係留時の波浪中における動揺応答と係留力について述べる。

円柱浮体は直径(2R)が0.50m、高さが0.52mのアルミニウム製であり、喫水が0.30mで、排水量(▽)は58.20kgである。これを係留した索は直径が1mmの7×7の共芯のステンレス鋼のワイヤーロープ

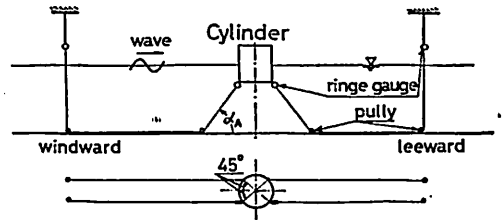


図-8 円柱浮体の係留状態図

である。

波浪中における係留時の円柱浮体の動揺試験は船舶技術研究所の第1係留浮体水槽(長さ10m、幅4.5m、水深0.68m、プランジャー式造波装置、ビーチ式消波装置)にて行なつた。係留索は図-8に示すように4条で、円柱浮体の底面の4隅から、底面との角度(α_A)で円柱浮体の風上側および風下側にそれぞれ平行な2条の索によつて係留してある。

円柱浮体の運動は円柱の上面で6成分の運動すなわち縦揺れ(θ_a)、横揺れ(ϕ_a)、上下揺れ(z_a)、前後揺れ(x_a)、左右揺れ(y_a)および回転揺れ(η_a)を計測した。係留索の張力は風上側および風下側の各1本の索について、図-8に示すように浮体とアンカーのところのリングゲージで測定した。なお、係留索の長さは常に3.8mである。

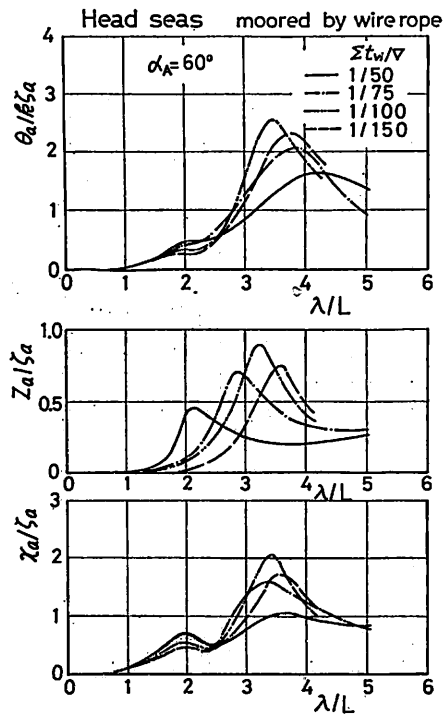


図-9 円柱浮体の初期張力による動揺応答特性

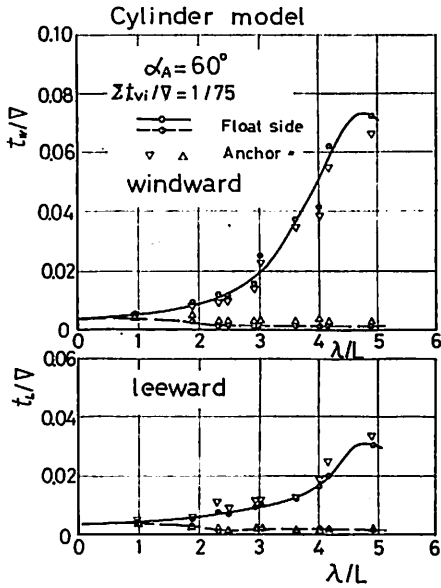


図-10 円柱浮体の係留力特性

系統的な一連の水槽試験の中から初期張力の影響すなわち、喫水を一定とし、4条の係留索による垂直成分の沈下力 (Σt_{wi}) が排水量との比で1/50, 1/75, 1/100および1/150に変化させた場合と係留角度の影響すなわち底面との角度 (α_A) を20° から160°まで変化させた場合とについて、波浪中の円柱浮体の動揺応答および係留力などを述べる。

係留角度が60°で初期張力を変えた場合の円柱浮体の動揺応答を図-9に、係留力を図-10に示す。この図から円柱浮体の動揺応答では縦揺れおよび前後揺れは初期張力が1/50の状態だけを除けば初期張力によって揺れが余り変わらないが、上下揺れは初期張力が大きくなるに伴

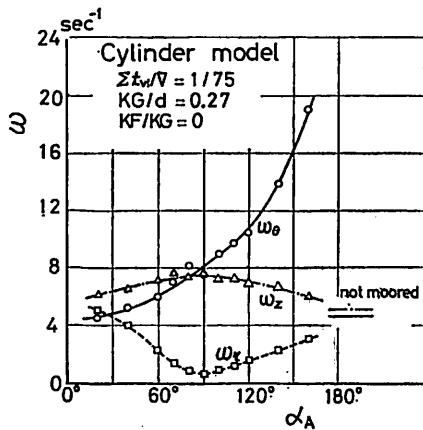


図-11 円柱浮体の係留時の固有周波数

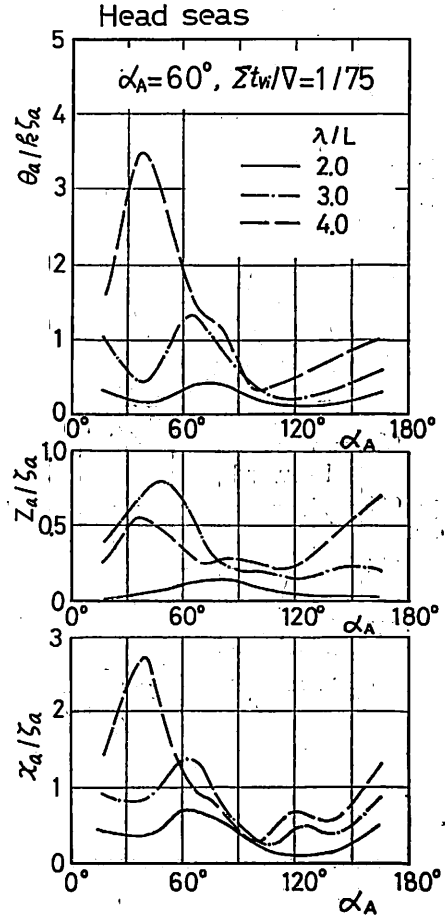


図-12 円柱浮体の係留角に対する動揺応答特性

ない揺れが減少し、応答曲線のピークは短波長の方に移動する傾向を示す。また、図-10には浮体部とアンカー部における張力変動の上限と下限の値を示す。この図によれば張力変動量は大略縦揺れおよび前後揺れの応答特性に似て増減する傾向を示す。そして、張力変動量は風上側が大きく、風下側が小さい。また、この試験では非常に細い索を用いて係留しているため浮体部とアンカー部の張力とはよく一致している。

つぎに、係留索がオープン方式からクローズ方式まで広範囲に係留角度を変化させた場合の各揺れの固有周波数を図-11に、波浪中における動揺応答を図-12に、係留力を図-13に示す。

図-11によれば、図中の右側に示す係留していない状態の横揺れおよび上下揺れの固有周波数に対して係留角度を変化させると、横揺れの固有周波数は α_A が増加するに伴ない増加する。上下揺れの固有周波数は $\alpha_A = 90^\circ$ で極大値となり、それより α_A が増減すると係留

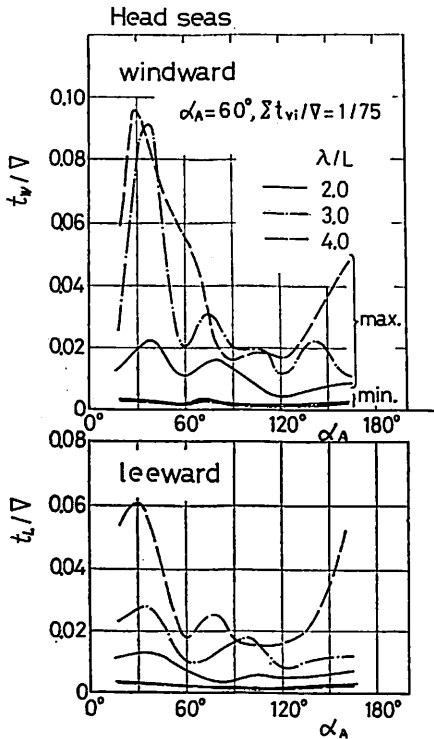


図-13 円柱浮体の係留角に対する係留力特性

していない場合の値に近づく傾向にある。また、前後揺れの固有周波数は沈下力を一定としたために、係留角度によって前後方向の拘束力が変わるので、その拘束力は $\alpha_A = 90^\circ$ で極小値となり、拘束力（バネ定数）が増加するに伴い固有周波数が増加している。

矩形断面物体の係留時の運動について井島⁵⁾などが計算して、オープン方式よりもクローズ方式の係留が動揺を軽減することを示しているが、図-12に示す円柱浮体の動揺応答でもその傾向を示している。しかしながら、動揺を減少させるに有効な係留角度は 90° から 120° 付近である。また、図-13に示す係留力によれば、動揺の傾向と同様に α_A が 90° から 120° 付近において、張力変動量も小さく、張力の上限および下限も低い値になっている。しかしながら、これらの成果は円柱浮体のある状態における傾向であるため、浮体の形状、係留位置および浮体の状態を系統的に変えた一連の試験を現在行なっている。

3. 鎖の流体力特性

浮遊式海洋構造物が係留されている場合、その全体システムの一部を構成している係留索・鎖は海洋構造物すなわち浮体とアンカーまたはシンカーにどのような影響を及ぼすかを調査する必要がある。第1段階として鎖だけ

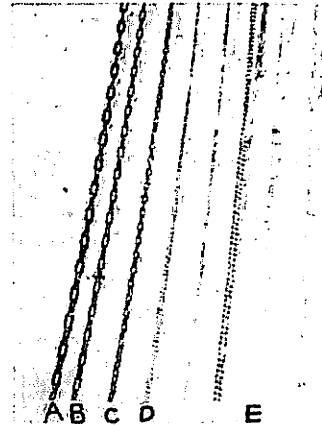
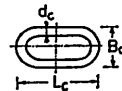


写真-5 水槽試験用鎖模型

表-1 水槽試験用鎖模型の主要目

Chain	one link			Rc/dc	weight		material	stud
	length	breadth	din.		Wc (kg/c)	in air		
A	33.80	14.25	3.85	3.70	0.244	0.213	iron	without
B	28.40	11.10	3.00	3.70	0.148	0.129	iron	without
C	18.70	9.80	2.65	3.70	0.116	0.101	iron	without
D	12.10	9.40	2.50	3.76	0.139	0.121	iron	without
E	12.10	9.40	2.50	3.76	0.047	0.032	aluminum	without
F	28.40	11.10	3.00	3.70	0.161	0.142	iron	with



について流体力特性を調べた。

まず、鎖が潮流を受けた時の抵抗力を調べ、つぎに、鎖が浮体に取り付く上端部を強制的に運動させた時の上端の張力すなわち浮体に働く力と下端の張力すなわちアンカーに働く力を調べる試験を行なったので、その成果について述べる。

この試験に使用した鎖の模型は市販されているもので、その鎖の形状を写真-5に、その主要目を表-1に示す。

i) 鎖の抵抗係数

鎖の抵抗試験は長さ 1 m の鎖模型を図-14に示すよ

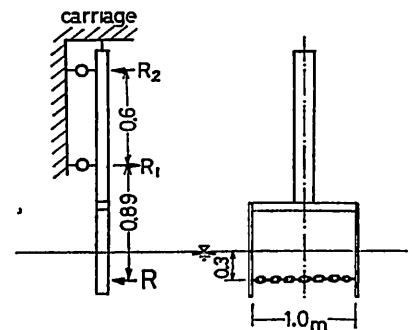


図-14 鎖の抵抗測定用治具

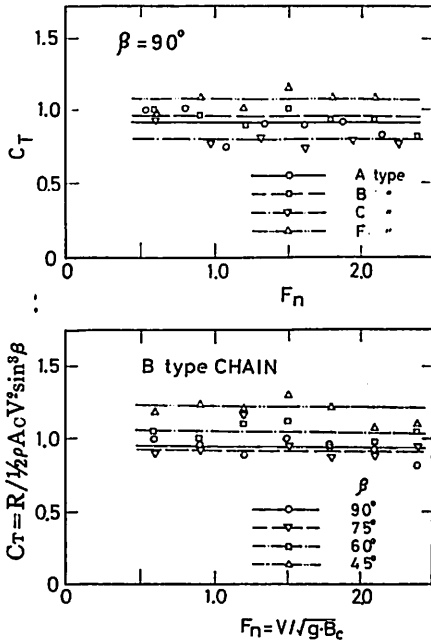


図-15 鎖の全抵抗係数

うに、船舶技術研究所の三層第三船舶試験水槽（長さ 150 m、幅 7.5 m、水深 3.5 m）の曳引台車に取り付け、曳航速度（V）が 0.1~0.8 m/sec の範囲について鎖の全抵抗（R）を計測した。なお、流入角（ β ）は鎖の長さ方向と曳航方向とのなす角である。

平水中曳航で求めた全抵抗を $1/2 \cdot \rho A_c V^2 \sin^3 \beta$ で除して全抵抗係数（ C_r ）とし、その結果を図-15 に示す。ここで、 A_c は鎖の投影面積（ $\beta = 90^\circ$ の時に曳航方向から見た面積）である。

この結果によれば、この試験の範囲では全抵抗係数はほぼ 1.0 であって、流入角に対しては全抵抗が大略流入角の正弦の 3 乗に比例すると云える。

ii) 強制動揺時における張力

鎖の流体力特性は鎖が浮体に取り付くべき端部を 3 成分強制動揺装置にて、空気中および平水中において正弦的に上下動、前後動および円運動をさせて求めた。なお、鎖の上端の張力の水平および垂直成分とアンカー部の張力はリングゲージにて計測した。また、鎖は図-16

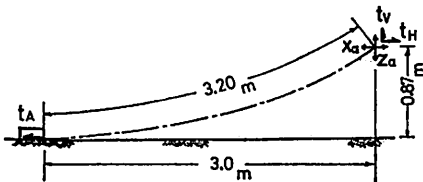


図-16 鎖の強制動揺試験時の状態図

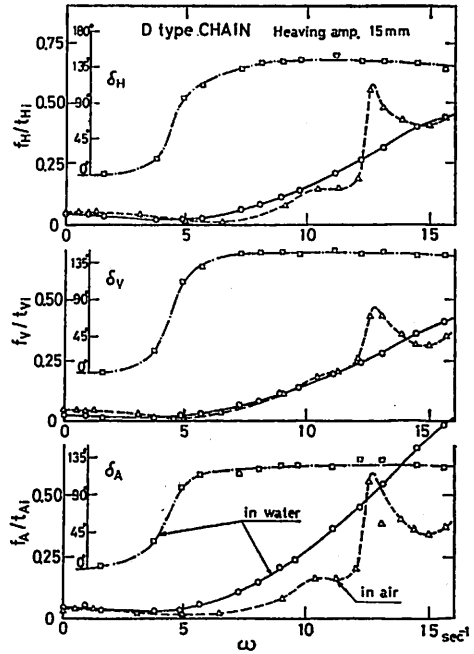


図-17 D 型鎖模型の変動張力の周波特性

に示すように上端を変位させても下端部が常に底面に接している。

D 型鎖模型を空気中および平水中において、上下動の振幅（ z_a ）が 15 mm で強制動揺させた時の浮体部およびアンカー部における変動張力の応答特性の例を図-17 に示す。ここで、横軸は強制動揺の周波数であり、図の上から上端の水平成分（ f_H ）、垂直成分（ f_V ）および下端の水平成分（ f_A ）をおおのこの初期張力の成分で除したものである。

鎖は空気中において周波数が高くなると弦の振動のような複雑な挙動を示す。したがって、変動張力の応答特性は単調でなくなり、鎖の懸垂線を弦として自由振動させた時の固有周波数の 1/2 の周波数に相当する付近において大きな山が現われる。これに対して、鎖を平水中において強制動揺をさせても粘性が大きいので、変動張力の応答特性は単調な曲線になっている。なお、空気中および平水中において高い周波数で上端が僅かに変位を起しても非常に大きな繰り返し変動張力が生じる。したがって、鎖の疲労強度の面で十分留意する必要がある。

図-17 の変動張力と位相とから強制動揺と同位相の成分と逆位相の成分に分離してみると、同位相の見掛け質量に相当する成分は周波数の 2 乗になっており、逆位相の減衰力に相当する成分は周波数の 3 乗になっている。

ここでは、図面を省略したが、強制前後動の場合でもほぼ同様な傾向を示し、円運動させた場合には変位対

る位相を無視し、単純に上下動および前後動だけの試験から得られた変動張力の振幅を加えたものと円運動によって得られた応答特性とが各周波数においてよく一致していた。また、鎖の懸垂線の状態すなわち張り方を変えた場合、張り方を緩めて懸垂線を立てて来ると変動張力は小さくなり、変動量が大きくなるのが高い周波数の方に移動する。そして、位相が変わる周波数も高い周波数に移動し、かつ、位相の変化が立つ傾向になる。一方、強く張った状態にすると変動張力は急激に大きくなり、変動量が大きくなる。そして、応答特性は低い周波数の方に移動し、位相の変化が緩くなる。

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力特性

浮遊式海洋構造物の係留は如何に苛酷な気象、海象条件に遭遇しても、常に定位置を保持することが必要な条件になるため、一般の船舶の碇泊または接岸時や作業用船舶の係留とは根本的に相違するものである。したがって、海洋構造物を定位置に保たせるにはアンカーおよびシンカーに変動幅の大きな繰り返し荷重が長期間にわたって加わることになる。そこで、繰り返し荷重が作用した場合のアンカーおよびシンカーの把駐力特性を究明することが必要になる。

ここでは、当部の大津留室長が室内模型試験で求めた成果について述べる⁹⁾。

まず、試験の方法は乾燥した豊浦砂をつめた砂槽（長さ1m、幅1m、深さ0.9m）において、モーターで回転するフライホイールとシンカーまたは埋込みアンカーの模型とをスプリングを介して連結し、一定振幅で定常波形の繰り返し水平張力変動（0～ t_A ）を加えるものである。なお、繰り返し荷重を掛ける周期（ T ）は0.8、2.4および7.2秒の3種類である。

シンカーの把駐力特性

シンカーの模型は底面の長さ30cm、幅15cmの鋼製の箱型に、さらに重量を調節するために重錘と水を入れたガラス容器を乗せたものである。この模型をゆるくつめた砂（見掛比重1.32～1.35）の表面に置き、一定時間繰り返し荷重を加えた後、荷重を加えながら容器の中の水をサイホンにて4.7g/secで抜いてゆきシンカーが滑り始めるまでシンカーの重量（ W_A ）を軽減する。その結果を図-18に示す。この図からこの試験の範囲ではシンカーの把駐係数（ $K_A = t_A / W_A$ ）は静的な水平張力時の把駐係数（ $K_A = 0.527$ ）とほぼ一致し、繰り返し荷重の状態であってもシンカーの把駐係数の低下は少ないと思われる。しかしながら、 $T = 0.8$ 秒のときにはわずかながら把駐係数の低下が見られる。

5. あとがき

以上が船舶技術研究所海洋開発工学部において現在調

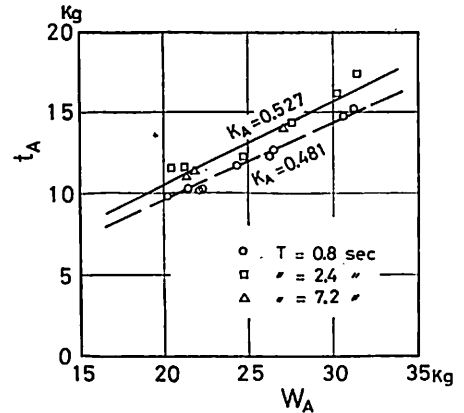


図-18 繰り返し荷重とシンカーの重量との関係

査研究中の係留された浮遊式海洋構造物の波浪中における運動および係留力などに関する基礎的研究の中間段階における結果を紹介したものである。

大型浮遊式海洋構造物は使用目的や使用海域によって多種多様な形状および機能を備えるため、気象・海象が荒れだすと回避または走錨状態で漂流する一般船舶とは異なり如何に苛酷な気象・海象に遭遇しても常に定位置を保持しなければならない。したがって、海洋開発を進展させる上で海洋構造物の係留技術の研究開発は重要な課題である。

今後も、海洋構造物を定位置に保持させるために必要な係留力、係留索・鎖およびアンカー・シンカーなどに関する基礎資料を集積し、それらの成果を総合させて、計画中の新水槽において水深に応じた係留技術を確立し、将来大型浮遊式海洋構造物を実現させるために必要な設計基礎資料を作成する予定である。

参考文献

- 1) 安藤定雄, 山川賢次, 岩井勝美: “係留浮体に働く係留力（その1 浮遊式海洋構造物の係留時における動揺性能）” 船研発表会講演概要, 第22回1973, 12
- 2) “大型浮遊海洋構造物の調査研究” 第5章第1節 日本船舶用機器開発協会47-10, 1973, 3.
- 3) 安藤定雄, 山川賢次: “係留索・鎖の運動および張力（その1 鎖単独の流体力特性）” 船研発表会講演概要, 第22回1973, 12
- 4) 大津留喬久: “アンカー・シンカーの繰り返し荷重による把駐力特性（その1）” 船研発表会講演概要, 第22回1973, 12
- 5) 井島武士: “有限水深の波による矩形断面物体の運動と波の変形” 土木学会論文報告書1972, 6
- 6) 田才福造: “浮遊海洋構造物に働く流体力とその運動について” 1971, 8. (未刊行)

自己昇降式作業台「盤石」

石川島播磨重工業株式会社海洋部

1. はじめに

自己昇降式作業台「盤石」は、昭和48年8月、IHI 相生造船所で完成した。この「盤石」に関する機器性能の概要をここに紹介する。

「盤石」は大水深でかつ海象、気象の厳しい条件下においても、調査、観測および各種土木作業を可能ならしめるため作業地点で船体を4本のスパッドにより海面上にジャッキアップする非自航の作業台船である。「盤石」には特にスパッドをガイドとする位置決め装置を水中部分に有していることを最大の特徴としている。

2. 概要

(1) 特徴

「盤石」は次に記すごとき特徴を有している。

(a) 双胴中空型のプラットフォーム形状を有する。

SEPの外側で作業するのではなく、中空部の中で作業可能なるようにし、かつ、曳航時の抵抗を小ならしめるため双胴型とした。左右双胴を結ぶブリッジは水面よりのクリヤランスハイトを約3mとり、中空内部で作業した後に残存構築物があつても、シフト可能である。

(b) 揚錨機を8台有する。

力量、係留力の大きな揚錨機を8基持つており強力な保留力を有する。すなわち、かなりの潮流に対して位置決めできることを意味する。さらに、本揚錨機は自動繰出し機構を有している。また甲板を作業機に開放するため、これらは双胴内に格納されている。

(c) 大容量ジャッキアップ装置を有する。

ジャッキアップ力が1スパッド当り1,500ton、合計6,000tonのハイパワーであり、連続、断続の再操作が可能である。スパッド急降下装置を有しジャッキアップ操作の効率化をはかっている。機構はIHIが独自開発したTEETH & TEETH方式を採用している。

(d) 位置決め装置を搭載している。

空中部、水中部、ガイドパイプからなるこのシステムは施工地点にかける位置決定精度を高めることが可能であり、かつ厳しい海象、気象条件下においても、測深、海底観察、掘削、エヤリフ

位置決め装置の作動可能条件

	潮流	波高	風速
水深25mの場合	5kt	1.5m	15m
水深50mの場合	3kt	1.5m	15m

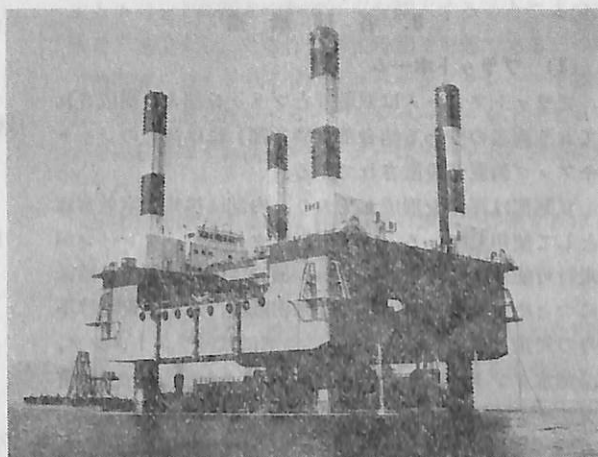
ト等の工事を中断または潮待ちすることなく可能である。

(e) 搭載荷重

搭載能力は最悪の外力条件下においても、約1,300tonあり、大容量のプラントを搭載したりあるいは臨海橋の架設時の仮ベントに利用することも可能である。

(2) 概略仕様

全長	47m
全幅	35m
デブス	12m
中空部面積	長さ25.5m×幅15.0m
最大作業水深	50m
スパッド	2.6mφ×70.5m×4本
ジャッキアップ力	1,500t/1スパッド (ホールドリ 力2,000t)
ジャッキアップ速度	連続昇降時 0.3m/min 断続昇降時 0.15m/min
揚錨機	28t×4.5m/min 8台
発電容量	350KW××3台 24KW×1台



全 景

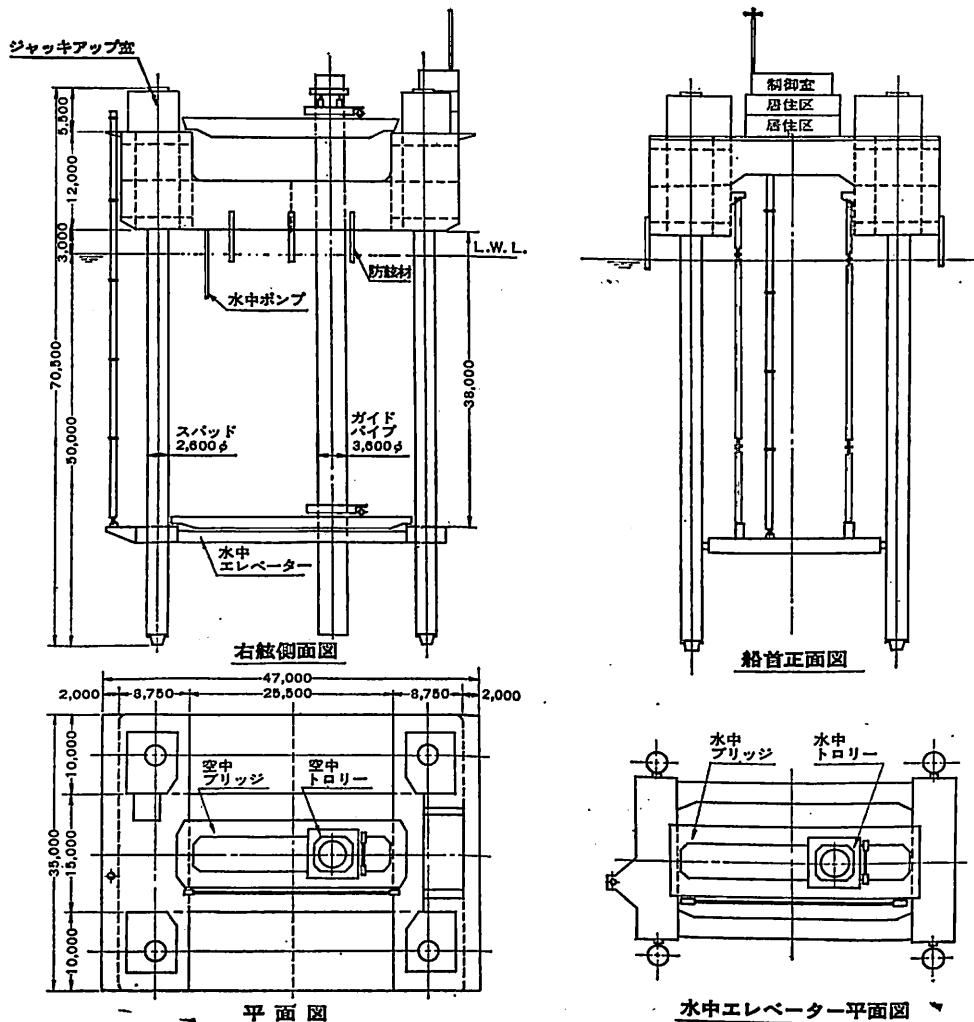


図1 全体図

3. 各部構造

(1) プラットホーム

プラットフォームは双胴部とブリッジ部より構成されており両者の交わる結合部(隅角部)には後述のジャッキアップ装置が設置されている。

双胴部は浮体を形成しており、内部は揚錨機室兼倉庫として使用している。また甲板はクローラクレーンが走行可能な構造強度とし、かつ極力広い作業面積の確保につとめた。双胴部中央には水密隔壁、水密扉を設け不時の対策としている。なお、隅角部にはバラストタンク、冷却水タンク、清水タンク、燃料タンクを配置した。船首ブリッジは居住用ユーティリティ、倉庫として使用し、その上に上部構造を載せている。船尾ブリッジ内は機関室としている。上部構造は3層よりなり、1、2層は

会議室兼食堂、船員室、作業室、厨房、居住区をなし、3層はコントロール・ルームとなっている。コントロール・ルームには各種装置の集中監視、制御指令を行うための機器が設備されている。

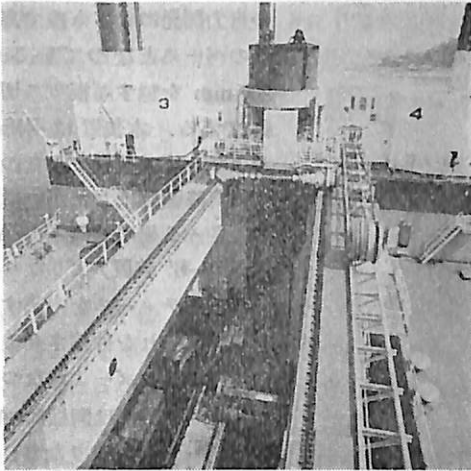
(2) 位置決め装置

本装置は必要が生じたときに本体に搭載し、各種作業機の作業性を高めることを目的とするもので下記の機器より構成されている。

空中トロリー	1台
空中ブリッジ	1台
水中トロリー	1台
水中ブリッジ	1台
水中エレベーター	1基
給電装置	1式

ガイドパイプ 1本

本体の船首、船尾側ブリッジを渡つて、空中ブリッジその上に空中トロリーが載っており、一方、プラットフォーム上の4隅に設置されているウィンチによりスパッドに沿つて昇降する水中エレベーターがある。これに空中側と一対をなす水中ブリッジ、水中トロリーが載っている。ガイドパイプはそれらの空中トロリーと水中トロリーによつて水平力に対して支持され、このパイプの内部を各種の作業機を昇降させ、潮流、波浪に影響されることなくパイプ最下端部より海底面に作業機が容易に降下できるようになっている。



位置決め装置

各部の主要要目を次に示す。

(a) 空中トロリー

駆動方式	ラックピニオン油圧モーター駆動
走行速度	0.45 m/min~1.00 m/min
走行距離	20 m
給電方式	ケーブルキャリヤ方式
操作方法	速隔押釦操作

(b) 水中トロリー

駆動方式、走行速度等は(1)項 空中トロリーと同じ。

(c) 空中ブリッジ

駆動方式	ラックピニオン油圧モーター駆動
走行速度	0.3 m/min
走行距離	10 m
給電方式	ケーブルキャリヤ方式
操作方法	速隔押釦操作

(d) 水中ブリッジ

駆動方式、走行速度等は(3)項 空中ブリッジと同じ。

(e) 水中エレベーター

中空部面積	15 m×29 m
ロック型式	油圧駆動ラック式
ロック嵌脱	油圧 遠方押釦操作
給電方式	鋼管タワー・ケーブル方式

(f) 水中エレベーター・ウィンチ

数量	4台
型式	電動ワイヤー・ドラム巻取り
巻上荷重	13.5 ton
巻上荷重	135 ton
巻上速度	0.5 m/min
同調方式	差動セルシン

(g) ガイド・パイプ

外径	3.6 m
内径	3.1 m
長さ	72.5 m (水深 50 m 時)

(h) ガイド・パイプ 昇降装置

型式	油圧シリンダー・ジャッキアップ方式
昇降速度	0.20~0.25 m/min
最大押上力	300 ton

ブリッジ・トロリーには海象、気象、作業機器による種々の外力が作用するが、駆動方向はラックピニオンにより、垂直力はローラーにより、その他水平力および揚力はガイドシューによつて支持させている。回転部、摺動部で給油困難な箇所には無給油軸受を使用した。

水中部は必要に要じて一括で搭載撤去が行えるように留意した。すなわち、本ステーションを水面上 6~7m の高さにジャッキアップして、その下へ水中エレベーター、水中ブリッジ、水中トロリーを一体に搭載した状態で大型バージを引き込む。4隅のシーブ・ブロックをピン結合して、4隅外側のクランプ金具をそれぞれに対応するスパッドに抱きつかせピンを挿入することによつて装着が完了する。この作業は数時間で可能である。ついで給電管、ガイドパイプはフローティングクレーンで挿入し、水深に応じたレベルまでエレベーターを下げ、ロックを嵌状態にすればエレベーターはスパッドに強固に結合される。

水中部を撤去するには上記と逆の順序で作業すればよく、これもほぼ数時間で可能である。

(3) スパッド

スパッドは構造、機能の両面から考えて合理的な円型断面を採用している。円筒の軸心に平行に4条のジャッキアップ用のラックおよびレールが外面に溶接されており、また各スパッドの船体内側面に1条の水中エレベーター用のガイドレールがついている。先端部は取り替え

可能な構造となっており、使用条件に応じた形状のものをとりつける。なお、本先端部のまま軟弱地盤に深く貫入した場合の引き抜きに備え空圧ジェット用配管を内蔵

させてある。

ラック、レールは昇降機能を果たす上で極めて重要な部分であるが、各種の施工試験を経て、ガス切断のままで所要の精度を出すことに成功し、コストダウンが可能になった。

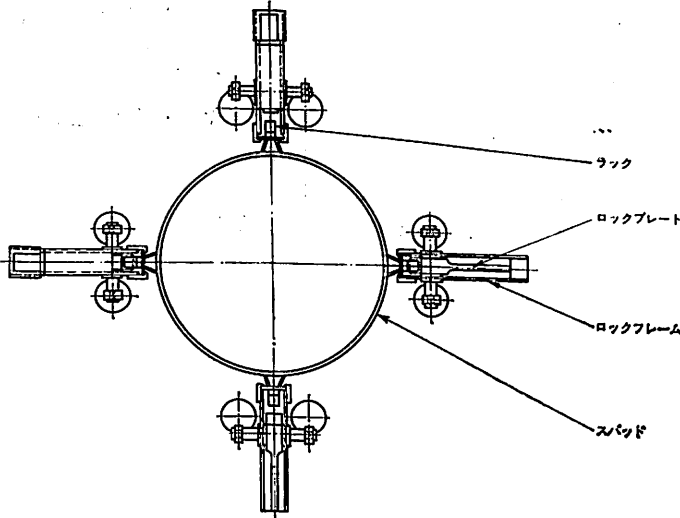


図2 ジャッキアップ装置平面図

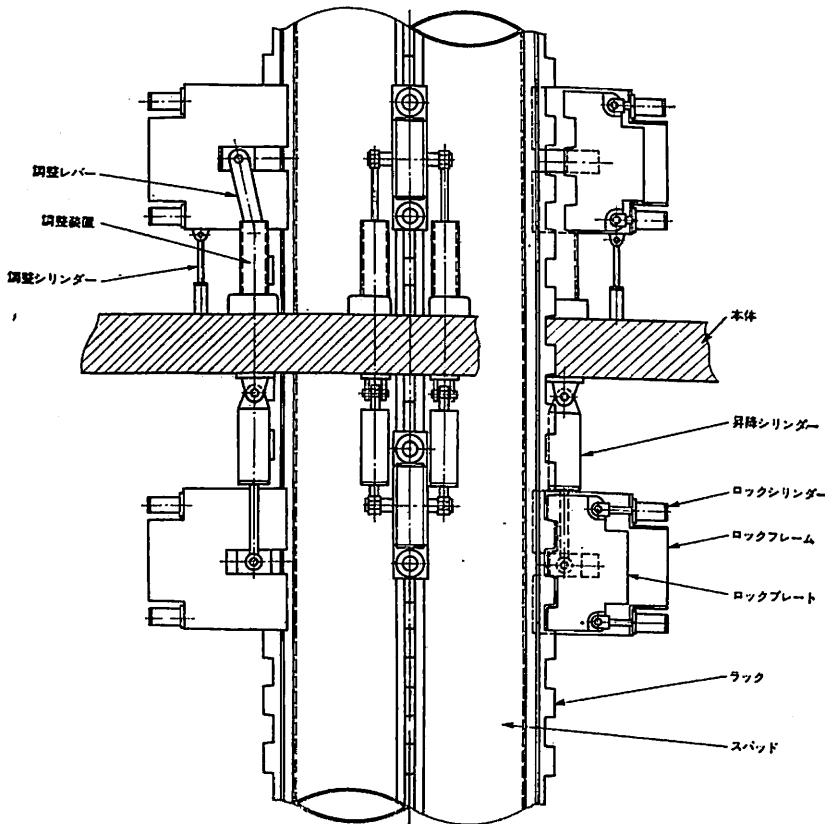


図3 ジャッキアップ装置側面図

(4) TEETH AND TEETH 方式のジャッキアップ装置

(a) 装置の概要

TEETH AND TEETH 方式のジャッキアップ装置は IHI の自力開発によるものであり、そのベースとなっているのは 200mm を越す厚板ガス切断技術である。本装置は昇降装置およびロック装置よりなっており、昇降装置はおたがいに対向する各々 2 組の装置 (A-A' 装置, B-B' 装置) よりなり更に各装置はテクスを内蔵するフレーム、それを伸縮させる 2 本の油圧シリンダーよりなっている。ロック装置は同様に A-A' 装置, B-B' 装置よりなり、各装置はロックのための位置合せのための伸縮機能、恒久ロック機能、急降下ブレーキ機能を有している。

昇降は油圧シリンダーによる尺取虫式運動により A-A', B-B' 装置の交互動作 (一方が伸びているときは他方が縮む) により連続昇降が可能である。一方恒久ロック装置 4 組と昇降装置 4 組とを交互に作動させて従来一般に行なわれている継続の昇降作動を行うことも可能である。大荷重の作用している状態での昇降は断続で行う。

水面上に立ち上った船体レベルを昇降シリンダーのみで長時間にわたり保持するために恒久ロック装置で機械的に保持している。

(b) ジャッキアップ装置の制御

海上使用による接点、端子などの腐蝕および絶縁低下などのトラブルを避けるため制御回路には空気圧を採用した。ジャッキアップは電気-空気圧-油圧回路により制御される。制御盤面の押釦操作によりエヤー中央のコントロール・ルームには制御盤があり、そこで集中制御される。4カ所のジャッキハウス内にそれぞれエヤーユニット、オイルユニット、ブレーキ操作盤が配置されている。スパッドの急速降下のみは各ジャッキハウス内で行うようにした。

(5) 艤装一般

艤装に当つて特に留意したことは作業性、快適な環境、安全性、公害防止であり、以下主なる装置について概要を述べる。

(a) タンク

燃料タンク (87.5 m³) は1カ月間の連続作業が可能な容量とした。清水タンク、海水タンク、バラストタンクは船首、船尾のスパッド貫入部 (隅角部) に設けた。

(b) 居住設備

3層よりなり1, 2層は乗組員 (8人) の居住区とし、3層はコントロール・ルームで、ここからジャッキアップ、位置決め、小中エレベーター、アンカーウィンチ等の各種機器を一元的に操作可能である。

(c) 揚錨機およびアンカー

油圧駆動マロール制御の揚錨機を双胴部内揚錨機室に各2台4カ所合計8台設備している。力量は28 t / 14 t / 0 × 4.5 / 9.0 / 15 m / m でブレーキ力150%以上、制御はITVによりコントロール・ルームで行う、オートテンション操出機構を備えている。アンカーは5 ton を装備しているが、大なる係留力を要する場合はブロックアンカーにつけ換えることにしている。

(d) 空調装置

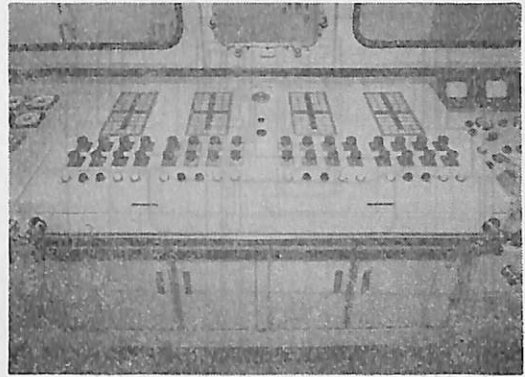
冷房能力約30,000 kcal/h、暖房能力約25,200 kcal/hの容量を有しコントロール・ルーム、各居室、食堂その他居住区をカバーしている。

(e) 汚水処理

賄室、浴室、洗面所、便所の汚水は浄化槽に導き、その浄化槽は合併処理方式とし、浄化後の放流は船外へ排出し、沈殿汚物は汚物排出用ポンプにより岸壁上の汚物受入施設へ排出する。

(f) 緊急脱出装置

左舷ブリッジに15人用の脱出用シューターを設けた。シューターの先端にはゴムボートが設備されてお



コントロール盤

りシューターからボートは容易に切りはなし可能となっている。

4. 盤石の各種工事への適用性

(I) 各種の用途

「盤石」は以上のごとき構造機能を有するので、多種多様な利用方法が考えられる。考えられる用途を列記すると次の通りである。

- (a) 大口径掘削機による削孔
位置決め装置と大口径掘削機の組合せ
- (b) 海底岸盤の仕上掘削
位置決め装置と大口径掘削機の組合せ
- (c) 海底のズリ処理
位置決め装置と大容量エヤリフト
- (d) 海底の視察
位置決め装置と潜水筒
- (e) 海底の視察結果の記録
位置決め装置と水中テレビ、カメラ
- (f) 海底地形の測深
位置決め装置と測深器
- (g) 発破孔
位置決め装置と孔機
- (h) 砕岩作業
位置決め装置と砕岩機
- (i) 杭打作業
杭打機を搭載
- (j) スクリード作業
位置決め装置とスクリード機器
- (k) 沈埋函の沈設作業
水中エレベーターウィンチ
- (l) 橋梁架設の仮ベンド —
- (m) プラント類の搭載 —

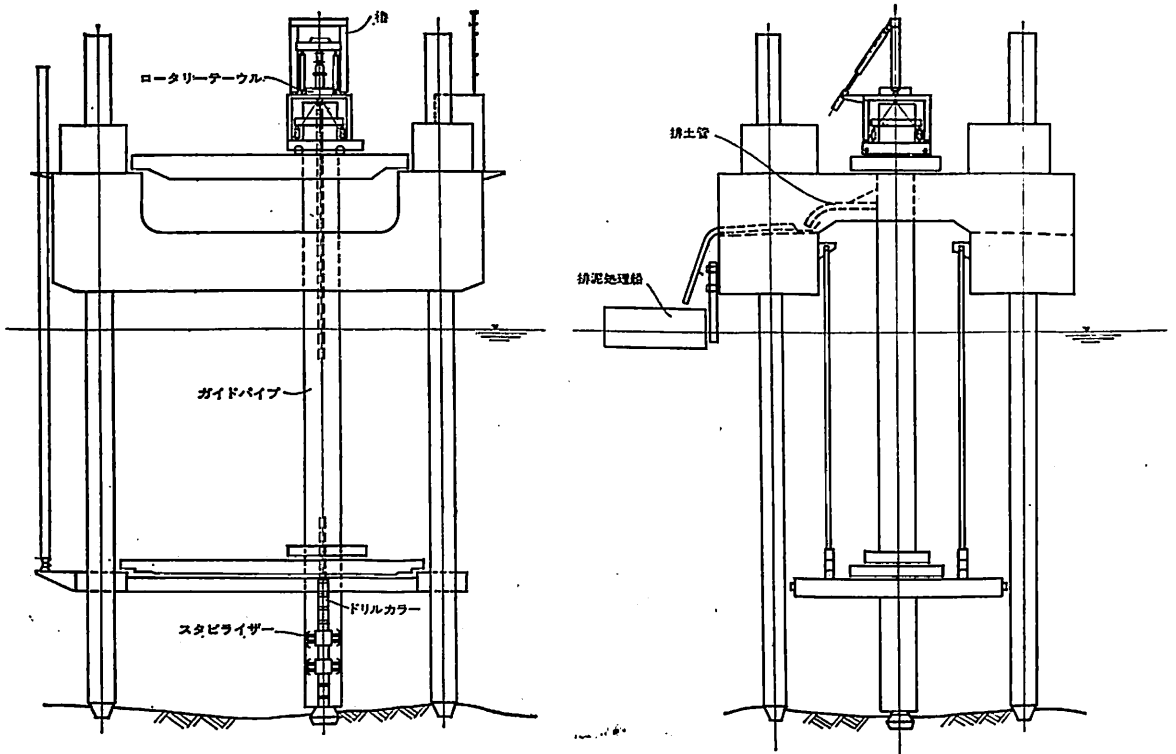


図4 海底岩盤の仕上掘削（大口径掘削機搭載，ドリルカラー方式）

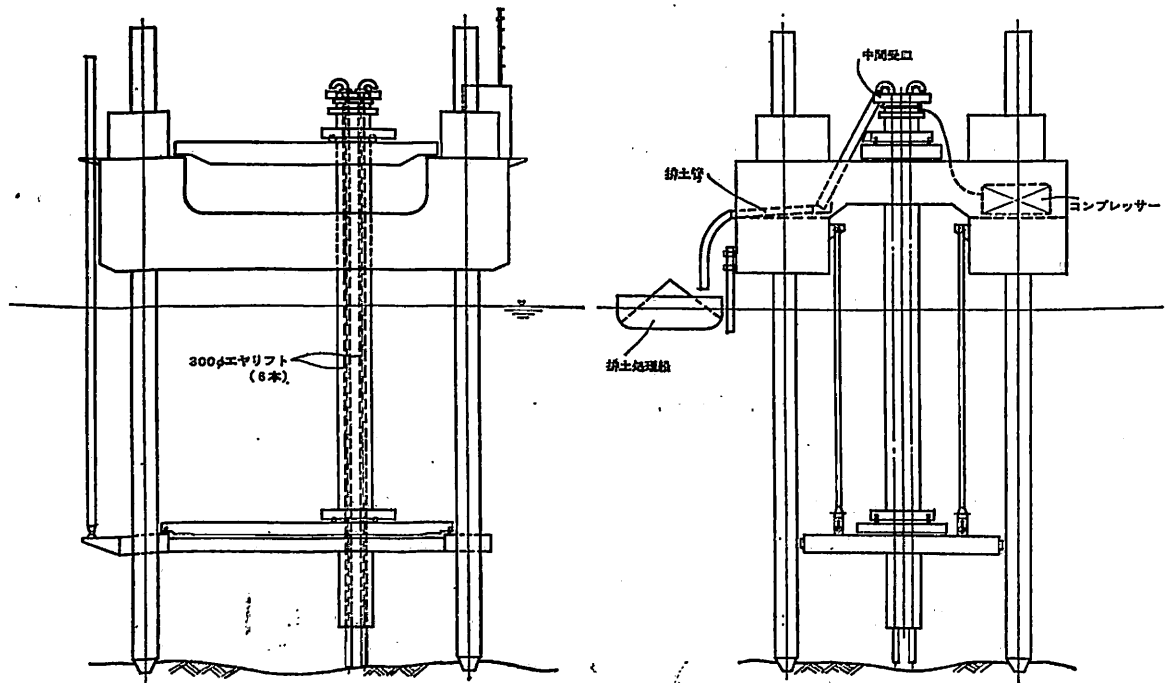


図5 海底のズリ処理（大容量エアリフト装着）

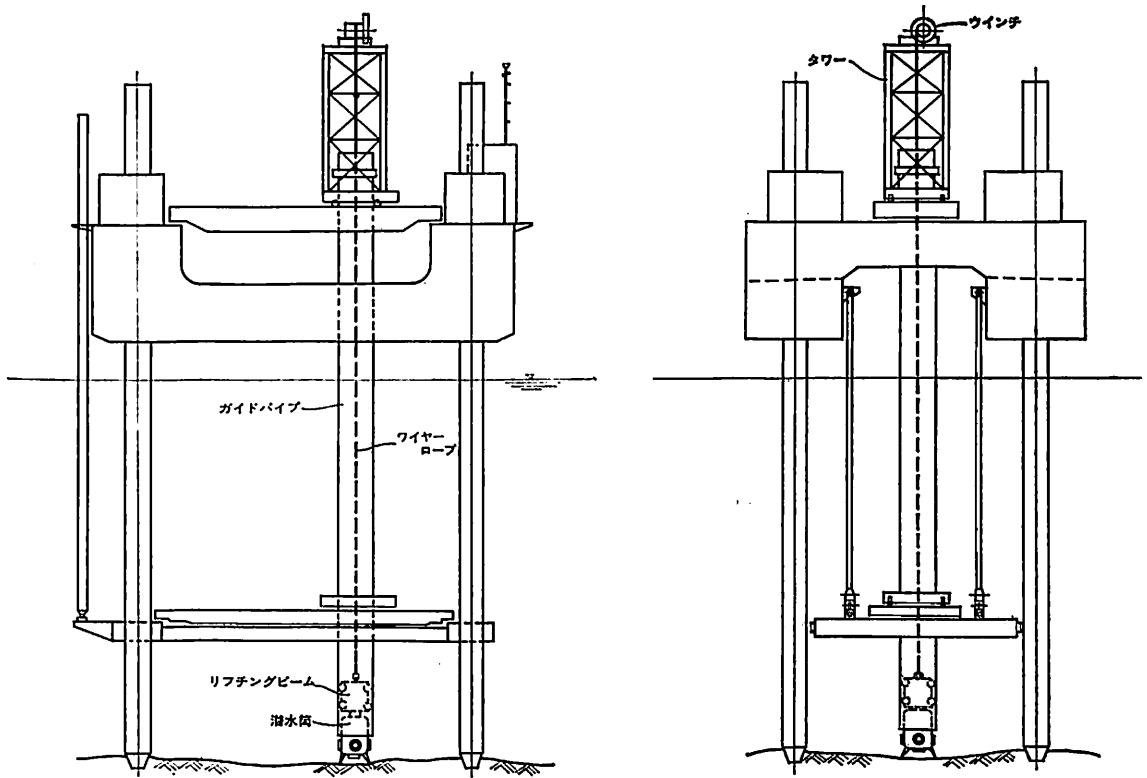


図6 海底の観察（潜水筒の吊り降し）

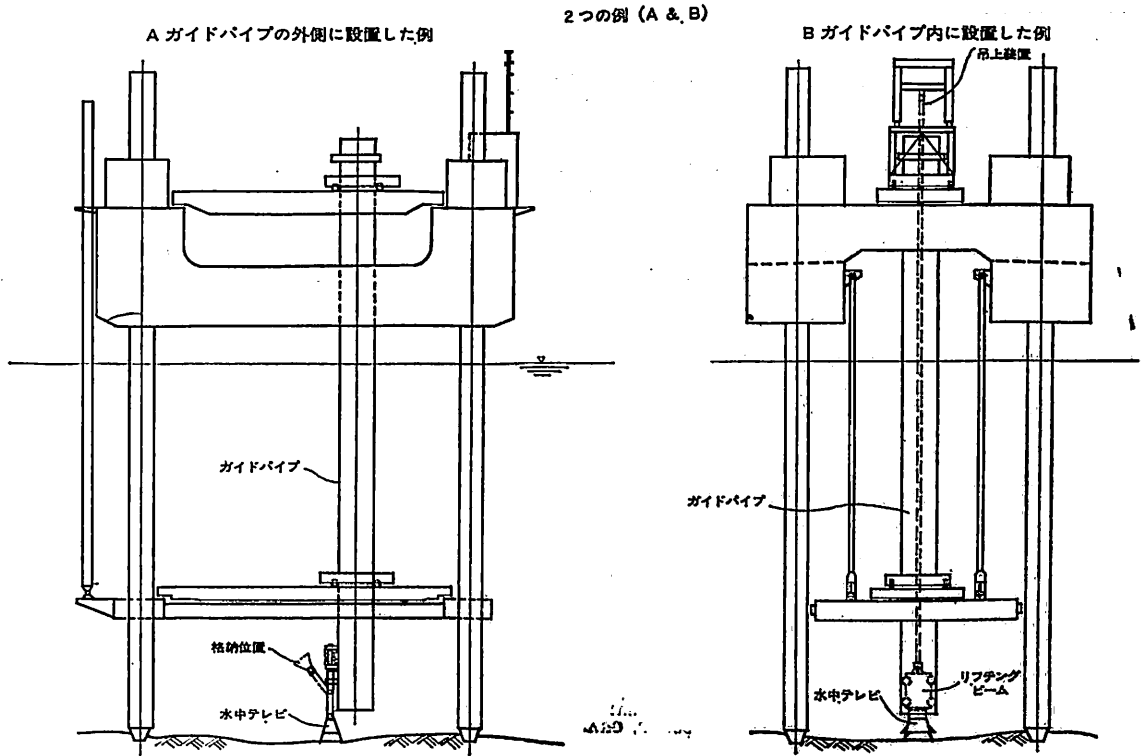


図7 海底の観察記録（水中テレビの取付）

(2) 代表的な用途の例

前項に記した各種の用途の中で代表的な例を2~3説明する。

(a) 海底岩盤の仕上掘削

空中トロリー上に架構を組み、もしくはガイドパイプ上端に直接架台を設け、これに掘削機を搭載し、ガイドパイプ内のレールに沿ってガイドシューによりスタビライザーを昇降させ、この中で回転掘削を行い、順次、トロリー、ブリッジにより掘削位置をずらしてきめられたパターンにより掘削を行い、特に残存部はガイドパイプをかぶせて掘削する。エヤリフトによるズリ処理は浸水比によるが上端から排出困難な場合はガイドパイプの途中適当なレベルに中旬ズリ出しを設ける。

(b) 海底のズリ処理

海底にあらかじめ発破など別手段で破砕されているズリをガイドパイプ内から処理する。ガイドパイプ位置を連続的に走行させながら300φ口径のエヤリフト数本を束にして吸上げ、海底を掃除する。

(c) 海底の観察、記録

ガイドパイプの中に観測用の潜水筒を降せば極めて安全な環境内で、海底の観測が出来る。位置決め装置により所定の位置に正確に降下出来て、ガイドパイプ

の昇降により海底至近まで接近できる。従つて自分で潜水出来なくても海底を安全に見ることが出来るので海洋工事施工管理上好都合であろう。

同様に、潜水筒まで行かなくても、ダイビングベル、水中カメラ、水中テレビ等をガイドパイプ内におろし位置決め装置と連動させて、連続的な海底写真を撮影することも可能である。

結 言

ここに新しいタイプのSEP「盤石」の概要を紹介したが、今後この「盤石」を実際に使用しての海洋土木作業に関する問題点および改良すべき点等については、実作業のデータが得られた時点で紹介させていただき所存である。

当社では「盤石」の「デバック」のための実験掘削工事を行い、性能の向上をはかつた後、本格的な海洋工事に各方面で御使用いただきたいと考えている。

最後に「盤石」の計画、建造に関し、各方面の方々から貴重なアドバイスをいただいたが、その内でも特に本州四国連絡橋公団の御関係者よりいろいろ御指導をたまわつたことをここに記し、深く感謝の意を表するものである。

天 然 社 編 船 舶 の 写 真 と 要 目 第 21 集 (1973 年 版)

昭和48年12月刊行 B5版上製硬入 要目206頁、写真56頁 定価3,500円(〒200)

第20集以後—昭和47年8月~48年7月における2,000トン以上の新造船206隻を収録。この1年における主なる新造船の全税が詳細な要目および全乗写真をもつて明かにされた本集は、かならず、船舶関係の技術者はもちろん、一般愛好者にとつても貴重な資料であることを疑わない。

国 内 船

- (客 船) あるかす、ましう、えりも丸、あるばとろす、ごうでん おきなわ、フェリー すみよし、おりおん、いせ丸、あるなす、にちなん丸、新さくら丸、おきなわ丸、さるびお丸
(貨物船) せーぬ丸、しわく、ほうらい丸、東興丸、新川丸、金屋丸、ころんびあ丸、秀和丸、妙見丸、新宝丸、正徳丸、エイシアン フェニックス
(油槽船) 須田川丸、高高山丸、高宮丸、宗珠丸、登光丸、郎光丸、鳥取丸、清和丸、大光丸、高城山丸、海光丸、帝光丸、流春丸、東榮丸、ばしふいっく
ころな、第五国丸、第八位若丸、ぐらんだあ、泰興丸、特精丸、第一皇丸
(散積貨物船) 録昭丸、新雄丸、血光丸、香取丸、特洋丸、茨城丸、盛光丸、紀国丸、第二中興丸、菱東丸、霞島丸
(特殊貨物船) 宇佐丸、照田丸、あらふら丸、ばしふいっく丸、万喜川丸、山崎丸、大津川丸、錦和丸、こーかさ丸、八戸丸、乾豪丸、べらざのぶりっじ、にゅーよーく丸、島部丸、にゅーじャーじ丸、東米丸、ジャパン アンブローズ、ばしふいっくあろう、白山丸、かすけーど丸、登陽丸、金寿丸、ジャパン プラム、さんたかたり丸、第七よりんす丸、SUN DIAMOND、相模丸、泰光丸、第三旭光丸、いそかぜ丸、大真丸、第八十七次盛丸、第一日本へ丸、さくら丸、MARIVELES
(特殊船) 銀河丸、第五天祥丸、第三天祥丸、吉野丸

船 出 船

- (客 船) 船出、CEBU CITY
(貨物船) OCEAN HARVEST, ACROPOLIS, ALKYONIS, UNION BRILLIANCY, BUNGA ANGSANA, MERRY CAPTAIN, BUNGA SEROJA, SPES, FORTUNE VENTURE, SEA BIRD, PERICLES HALCOUSSIS, EVER PIONEER, OCEAN GADIS, LORD, CERRO GRANDE, LANSUNG ACE, SOUTH WORLD, UNITY, RESPLENDENT, UNION ADSTRALIA, CRIMSON CONCORD
(油槽船) GLOBTIC TOKYO, VENOIL, BERGE PRINCESS, THORSHOLM, SINDE, IOANNIS CHANDRES, VIOLAND N. GOU-LANDRIS, OTTO N. MILLER, EASTERN DALE, UNIVERSE PIONEER, FERNMOUNT, MOBIL PETROLEUH, ATHINA S. NIARCHOS, JAPAN ITOCHU, AFRAN ZODIAC, ENERGY MOBILITY, GEORGE F. GETTY II, JEQUITIBA, TADOTSU, ACCIVITY PRINCE, ANIA, NAVARCHOS MIAOULIS, MESSINIACHI ORMI, SEABORNE, ESSO KUMAMOTO, SOLEIL
(散積貨物船) SEVERN BRIDGE, MOSFIELD, POLYVIKING, GENE TREFETHEN, MOSBROOK, TAKAMINE, VOYWI, KYRIAKI, CHALMETTE, STAMY, FEDERAL BULKER, ARMONIA, EASTERN TREASURE, KOLLE D, VICTORIA I, INVERSHIN, EASTERN LILAC, AVLIS, ANTEON, DORIC FLAME, WAYFRARER, ELLISPONTOS, MERCY, STAR CASTOR, SPRAYNES, WOERMANN SASSANDRA, ANTIOTCHIA, PERGAMOS, SETE
(特殊貨物船) NAESS AMBASSADOR, DOCECANYON, TANTALUS, TARTAR, ANDRS ANTARES, CYPRES KING, LARINA, GARDEN GREEN, SILVER BRIDGE, WORLD KINGDOM, AUTHENTIC, ROSS ISLE, AEGEAN SEA, ESSO FUJI, TOYAMA, OGDEN BRIDGESTONE, BUNGA TEMBUSU, GOHYO, SANKOMOON, MANDANG, STREAM BOLLARD, CAR CASTLE, ASIA DALE, LEO, CRYSTAL GARDENIA, REGENT CEDAR, GRAND CARRIER, SOUTHERN OCEAN, MANISTEE, INWANG
(特殊船) PETROBRAS II, PUNG YANG

自己上昇式土木用海洋作業台

北 田 一 秋*
原 田 牧 男**

“KAIKO SEP-A” の 概 要

1. ま え が き

近年わが国の海洋土木工事もようやく活発化し、本四連絡橋を始め、シーバース建設、沈埋トンネルなど各種の工事が予定され、それにともない新しい機器、施工法が開発研究されている。

このたび川崎重工では日本海工(株)殿より御注文をうけ、自己上昇式土木用海洋作業台“KAIKO SEP-A”の建造を行ない、昭和49年1月末引渡しを完了した。

以下に本作業台の概要を紹介する。

2. 作業台の概要

2-1 配 置

本作業台は図にも示す通り、中央に開

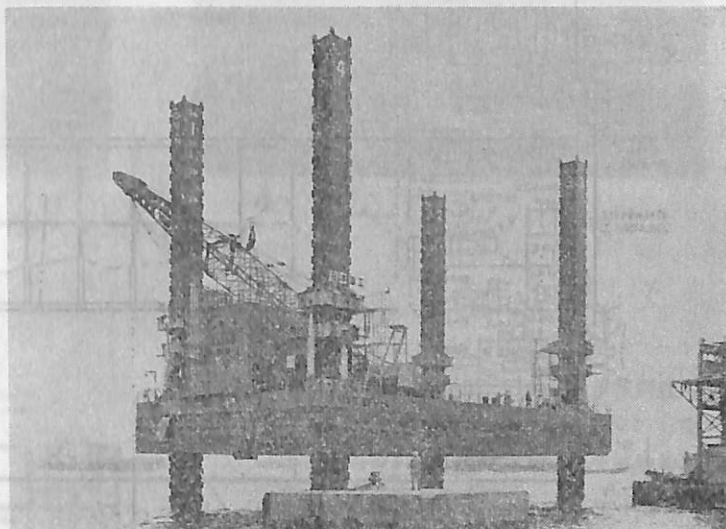


写真1 全景

口部を有する箱形ポンツーンの4隅に腿を持ち、上甲板にはジャッキング装置、係船金物のほか、ジャッキング機側操作台およびクレーンレールが配置されている。甲板室は、一階が機械室、浴室、便所、2階は調理室、糧食庫および食堂兼ジャッキング中央操作室となっている。ポンツーン内部には各種タンクのほか、ウィンチ室、ジャッキングユニット室、補機室、倉庫および居室が配置されている。

2-2 用 途

本作業台の主要用途は下記の通りである。

(1) クレーン作業

クレーンは左舷々側および中央に走行用レールを有し、自走式、全旋回型で最大吊荷重は70t、ブームは作業内容により18.3mから33.5mまで6段階の調節が可能である。なお舷側、中央相互のクレーン移動用として本作業台はシフト用レールを常備している。

(2) 杭打、浚渫作業

本作業台装備のクレーンにリーダー、パイルハンマーまたはクラブ等のアタッチメントを装備することにより杭打作業、浚渫作業が可能である。

(3) 岩盤掘削整地作業

ポンツーン中央開口部を利用し、掘削機を搭載することにより、海底岩盤の掘削整地作業を行なうことが出来

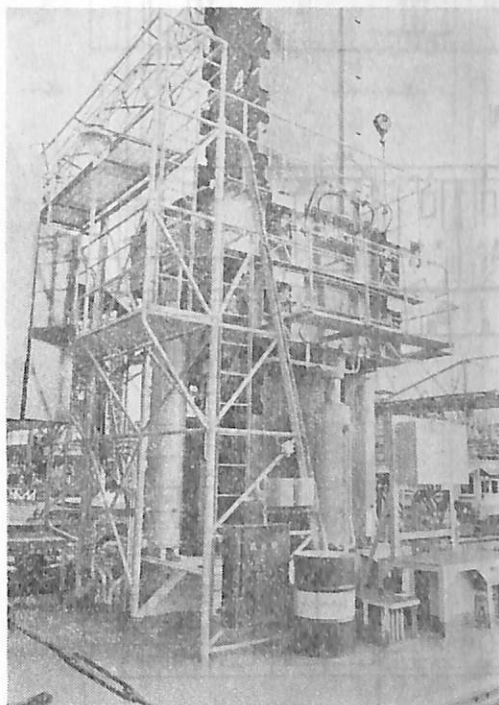
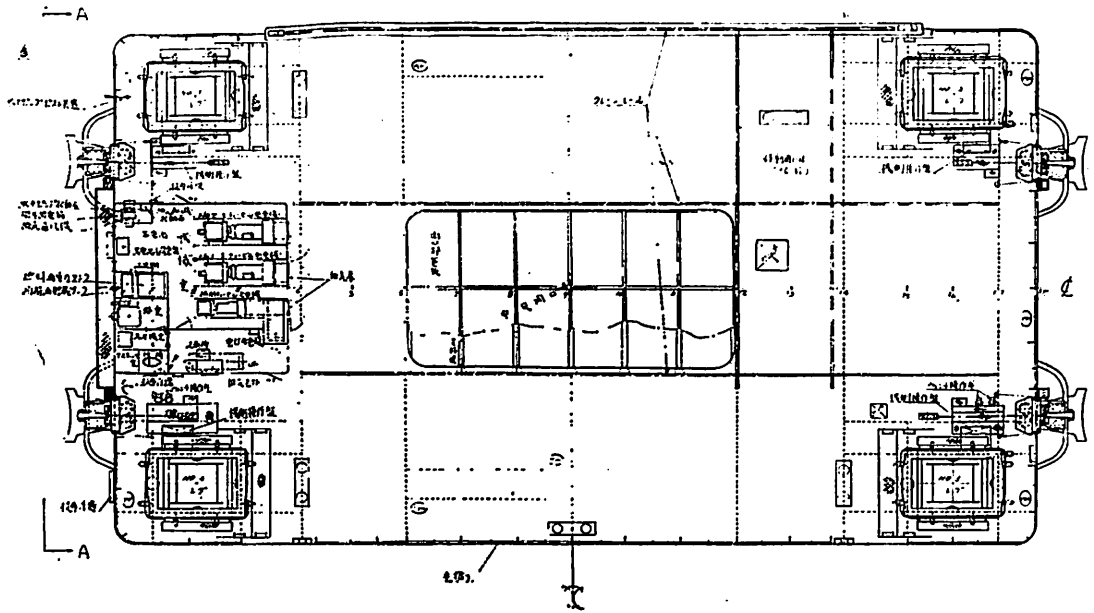


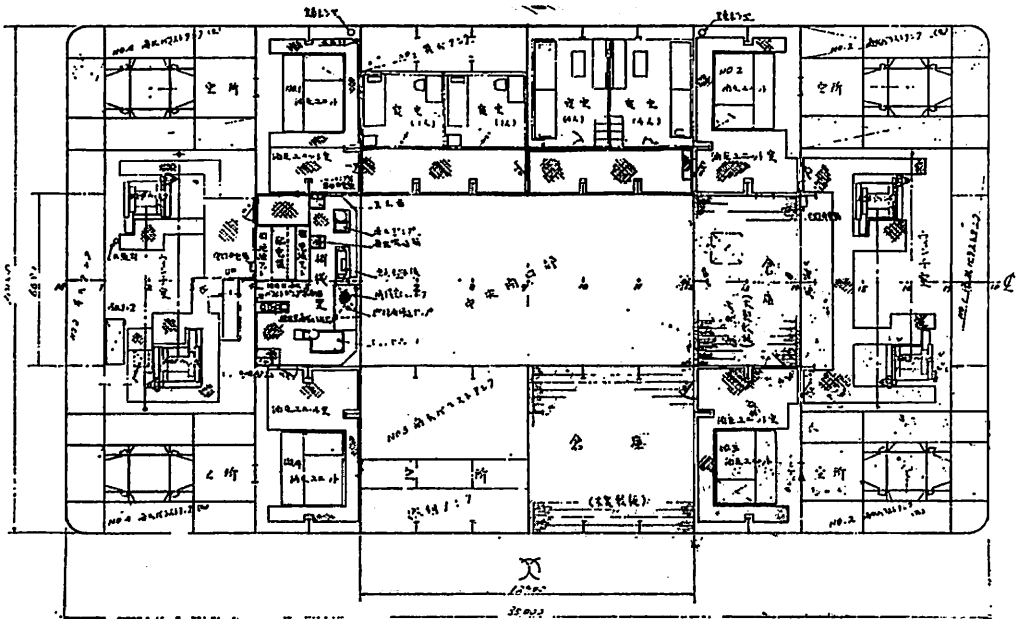
写真2 ジャッキング装置

*, ** 川崎重工業株式会社 神戸造船事業部海洋機器部

上甲板平面



甲板下平面



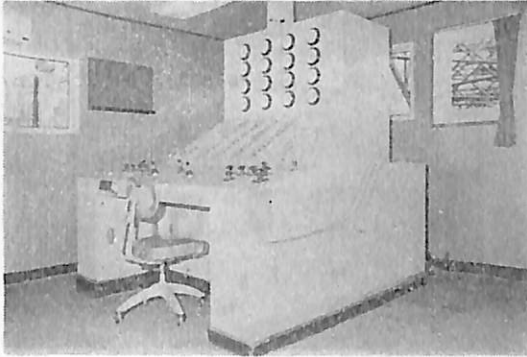


写真 3 中央管制盤

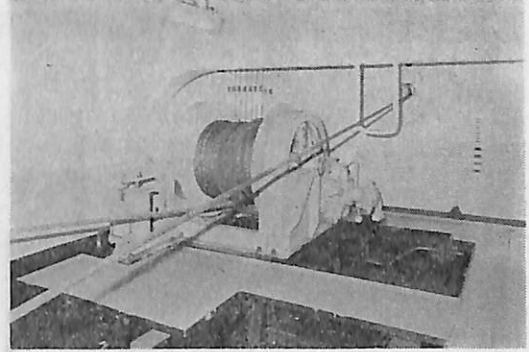
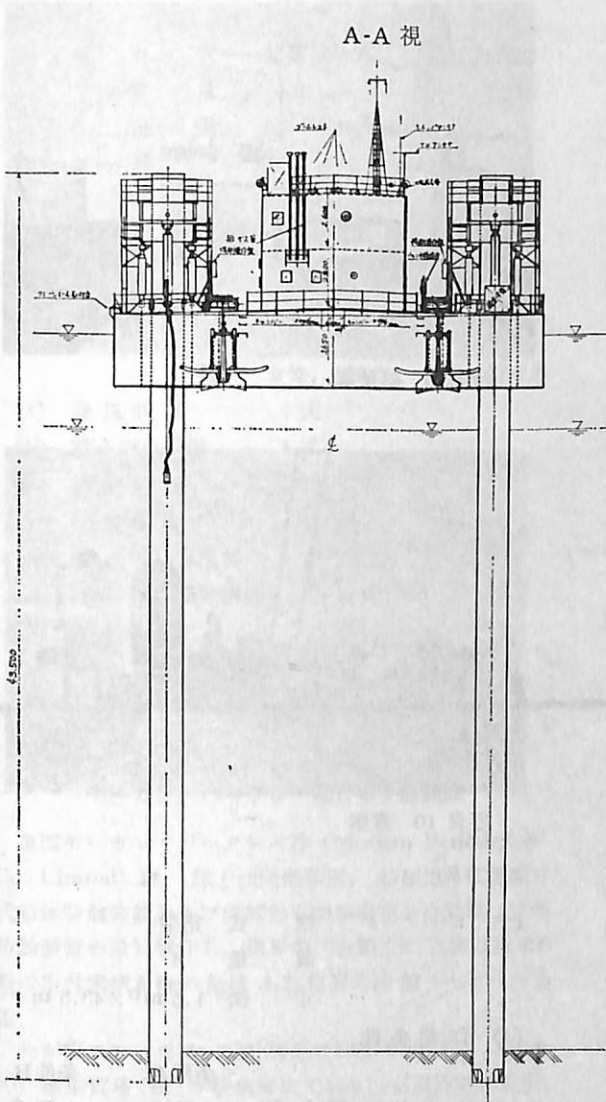


写真 4 操船ウィンチ



る。

(4) ボーリング、水中発破工事他
舷側および船首の上甲板またはポンツーンからの張出しを設けることにより、各種調査用ボーリング、水中発破用 OD 機の搭載が可能であり、その他にも仮栈橋、海中作業基地等幅広い利用方法が可能である。

2-3 計画概要および特長

本作業台は既述の通り、多目的海洋土木工事に使用することを目標に、稼動地域は内海を対象として、極力高性能化を計り、小型でこまわりのきくものとして計画した。

計画概要および特長は以下の通りである。

(1) 海底掘削整地作業等 ポンツーン中央での作業が行なえるよう、ポンツーンは中抜きとした。なお不用時には開口部をハッチカバーにて閉塞出来るものとした。

(2) 甲板上の作業スペースを確保するため、アンカーウィンチ、居住区画はポンツーン内に配置した。

(3) ジャッキングについては、現地位置決め時間の短縮を計るため、レグ下降の高速化を計るとともにレグ下降とウィンチ操作を同時に行なえるものとした。

(4) エンジン空冷式とし、雑用海水用ヘッドタンクを設けることにより、水中ポンプは間歇運転にてまかなえるものとした。

(5) 蓄電池は作業台の維持管理の簡素化を計るため、夜間の一般照明等については発電機を運転することなく必要電力を確保出来るものとした。

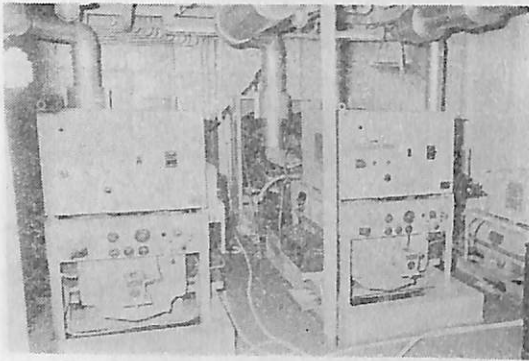


写真 5 主発電機

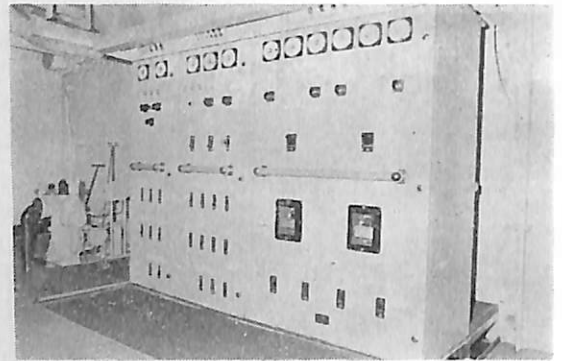


写真 8 補機室 (配電盤)

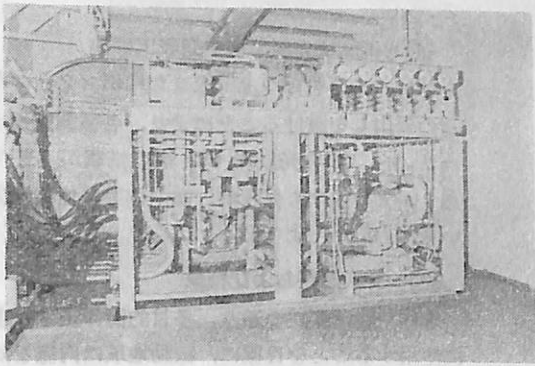


写真 6 油圧ユニット

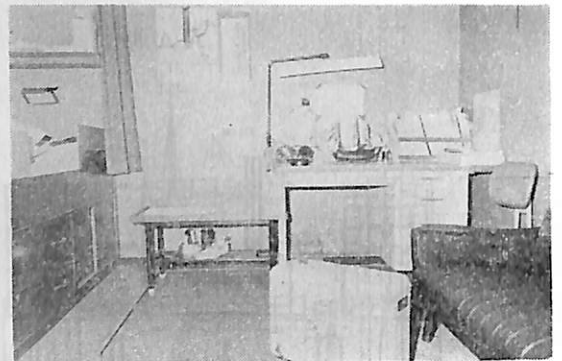


写真 9 船長室

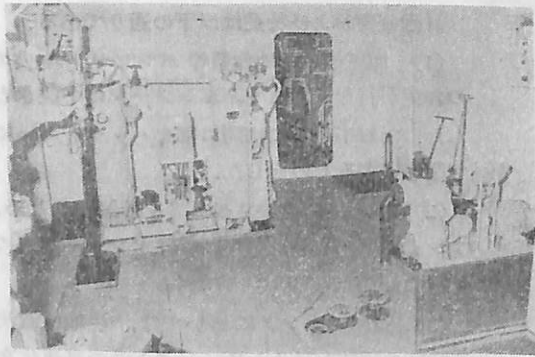


写真 7 補機室



写真 10 倉庫

3. 主 要 目

3-1 全 般

- (1) 型 式 非自航式自己上昇式海洋作業台
- (2) ポンツーン
- | | |
|------|--------------|
| 長 さ | 35 m |
| 幅 | 20 m |
| 深 さ | 3.4 m |
| 中央開口 | 13 m × 6.6 m |

- (3) レ グ 型 式 箱型
- | | |
|-----|-----------------------------|
| 数 量 | 4 |
| 寸 法 | 1.5 m [□] × 43.5 m |

(4) 作業条件

	条件A	条件B
水 深 (m)	30.0	20.0
波 高 (m)	1.5	1.5

波周期 (m)	5.0	5.0
潮流 (kt)	4.0	8.0
風速 (m/sec)	30.0	30.0

(5) 上 載 荷 重 420 t

3-2 ジャッキンク装置

- (1) 型 式 川崎 IHC-GUSTO 式
 (2) ジャッキアップ容量 310 t/レグ
 (3) プレロード荷重 530 t/レグ
 (4) ジャッキンク速度
 ボンツーン上昇 15 m/h
 レグ下降 32 m/h

3-3 船体居住設備

- (1) アンカーウィンチ
 型 式 電動油圧式
 数 量 4
 容 量 6 t × 8 m/min
- (2) アンカー
 型 式 高把駐力 (AC-14)
 寸 法 4-2.5 t
 鋼 索 4-32φ × 250 m
- (3) 居住設備
 居 住 2-1 人, 2-4 人
 そ の 他 食堂, 調理室, 便所, 浴室等
- (4) 通風設備 1 式
 (5) 救命消火設備 1 式

3-4 機関設備

- (1) 発電機関
 主発電機関 2-150 馬力
 補助発電機関 1-19 馬力
- (2) 補 機
 水中ポンプ 1 台

雑用兼バラストポンプ	1 台
真水ポンプ	1 台
燃料ポンプ	1 台
空気圧縮機	1 台
そ の 他	1 式

3-5 電気設備

- (1) 発 電 機
 主 発 電 機 2-125 KVA
 補 助 発 電 機 1-15 KVA
- (2) 配 電 盤 1 式
 (3) 蓄 電 池 2-200 Ah, DC 24 V
 (4) 変 圧 器 1-220 V/100 V, 15 KVA
 (5) 電 灯 装 置 1 式
 (6) 通 信 装 置 1 式
 (7) 危 急 警 報 装 置 1 式

3-6 搭載機器

クレーン	型 式 軌条走行型全旋回式
	吊 荷 重 最大 70 t
	ブーム長 18.3 m ~ 33.5 m

4. あとがき

以上自己上昇式作業台“KAIKO SEP-A”の概要を紹介したが、今後増大すると予想される各種海洋土木工事に、本作業台がその機能を発揮し、波、風、潮流など厳しい自然条件を克服して工事施工精度、工程、安全等、より合理的な海洋工事の施工に貢献出来るものと期待している。

最後に本作業台の開発、計画については日本海工(株)殿と協同で行なつたことを申し添える。

〔業界ニュース〕

モーガン・パークレー社日本支店開設

英国モーガン・パークレー社 (Morgan Berkeley & Co. Limited) は、陸上用防蝕装置、船舶用外部電源方式船体防蝕装置および機関熱交換器系完全自動電気防汚防蝕装置を設計製作し、世界の代表船主に同装置約 650 隻の取付実績を持つ伝統ある世界的防蝕メーカーである。

わが国においては、同社製品は昭和 40 年より 48 年まで、極東貿易(株)が総代理店であり、石川島播磨重工、三菱重工、日立造船、川崎重工に約 50 隻の取付実績が

あるが、さらに極東地区におけるアフターサービス、取付工事および迅速な技術情報その他一般営業業務を拡張するため、今年 4 月 2 日同社日本支店(住所—横浜市中区翁町 2-7 第 2 不二ビル、マリン・リーダー事務所内: 電話 045-681-7757)を開設したので、本邦の造船、船舶業界にさらに貢献するものと期待される。

なお同支店および極東地区営業を担当する支配人には、極東貿易(株)で約 10 年モーガン・パークレー社製品の他、船用、造船関係、輸入機器のセールス・エンジニアとして活躍してきた清岡隆二氏が就任した。同氏は土佐高、芝浦工大電気工学科卒、32 歳。

最新のアメリカの海洋関連施設

芦野民雄*

(見学報告)

昨年9月にワシントン DC で開催された天然資源の開発利用に関する日米会議 (UJNR) の第4回海洋構造物専門部会に、オブザーバーとして参加することが出来、併せて最新の海洋関連施設を見学することが出来たので、その一部をここに紹介したい。

1 Bethlehem Steel Corp., Sparrows Point Shipyard

バルチモアに在つてこれ以外に米国内に8つのヤードを持つ世界有数の造船業者である。ここには最近 1200 ft の Building Dock を建設した。造船のみならずパウモントヤードでは mobile drilling platform の製造に長い経験を持つている。スパーポイントヤードだけで 200 人の技術者を持つていて、新しい Building Deck では 120,000 DWT のタンカー 4 隻を連続建造中であつた。この Dock で建造できる最大のものは、425,000 DWT である。Dock には 200 T クレンが 4 基あつて、建造期間 26 万トン型で 6~7 カ月 (将来は 4~5 カ月)、岸壁臓装 3 カ月とのことであつた。アメリカの造船業育成策として、日本で建造した場合の船価との差額を政府が補助するいわゆる建造差額補助金制度が実施されている。

すぐ隣りに Bethlehem Steel Work の Ore unloading

* 日本船用機器開発協会

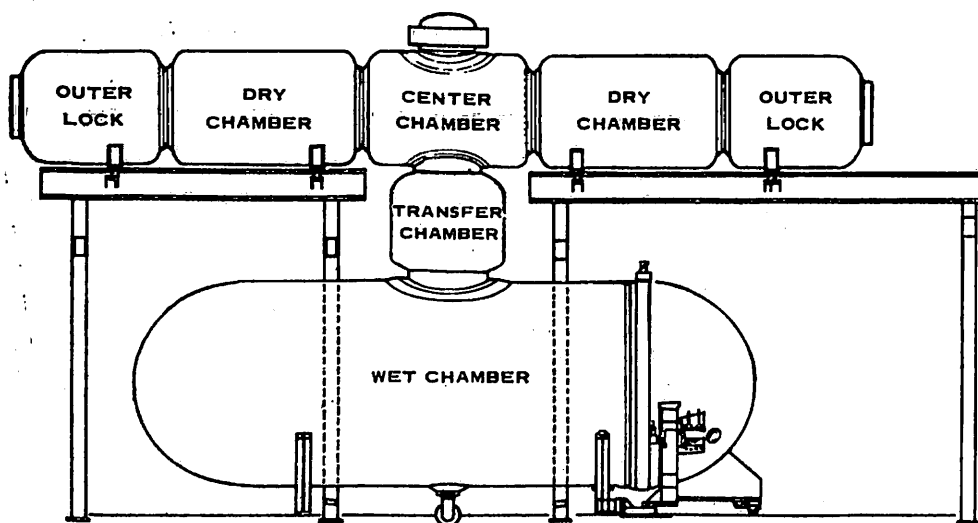
facility があるが、ここは運河の深さに制限されて、17,000 t の鉱石船しかは入らないが、棧橋には 2,000 t/hr unloading crane が 3 台あつて、そこからベルトコンベアーで広大な鉱石集積所に送られる。ここにも 3 本のベルトコンベアーがあつて、各コンベアーに積込み積み下ろすためにさらに 3 台のフィーダークレーンがあつて 6,000 t/hr の容量のものである。鉱石の unloading はすべて自動で行われ、全景の見渡される高い所に自動制御のステーションがあり、ボタン 1 つですべてが操作される。なお Bethlehem Steel Work の使用する水は、すべてバルチモア市の廃水を処理したもので、製鉄所で処理した後さらに処理してチェサピック湾へ放流していたが、見た所かなり綺麗な水のように見うけられた。

2 Naval Coastal Systems Laboratory (NCSL)

アメリカ海軍の施設で、フロリダ州のパナマンティに在る。この研究所は 1945 年に U.S. Navy Countermeasures Station として発足し、1955 年に U.S. Navy Mine Defence Laboratory となり、1967 年には Naval Ship Research and Development Center となり、1972 年に NCSL に改組されたものである。

現在の NCSL は次の職制に分れている。

(1) Coastal Technology



第1図 OSF の概略図

第1表 OSF の要目と施設担当会社

DIMENSIONS	WET CHAMBER		DRY CHAMBERS		CENTER SECTION	
			MAIN(2)	LOCKS(2)	LOCK	TRUNK
Diameter (ID)	15 feet		8 feet	8 feet	8 feet	8 feet
Length (internal)	45 feet		12 feet	8 feet	10 feet	6½ feet
Diameter: Access Hatches	48 inches		42 inches	42 inches	42 inches (2)	48 inches
Doors	15 feet					
Volume (Internal)	7100 cu. feet		620 cu. feet	440 cu. feet	540 cu. feet	330 cu. feet
ENVIRONMENTAL CONTROL RANGES						
Pressure	0-1000 psig		0-1000 psig		0-1000 psig	
Temperature	29-90 °F		50-110 °F		50-110 °F	
Salinity	As required		--		--	
Turbidity	As required		--		--	
Relative Humidity	--		50-100%		50-100%	
Atmospheric Gas Control (oxygen, helium, nitrogen and mixtures thereof available)	Yes		Yes		Yes	

CHAMBER CONSTRUCTION:

HAHN AND CLAY MACHINE
AND BOILER WORKS,
HOUSTON, TEXAS

BUILDING CONTRACTOR:

DYSON AND COMPANY,
PENSACOLA, FLORIDA

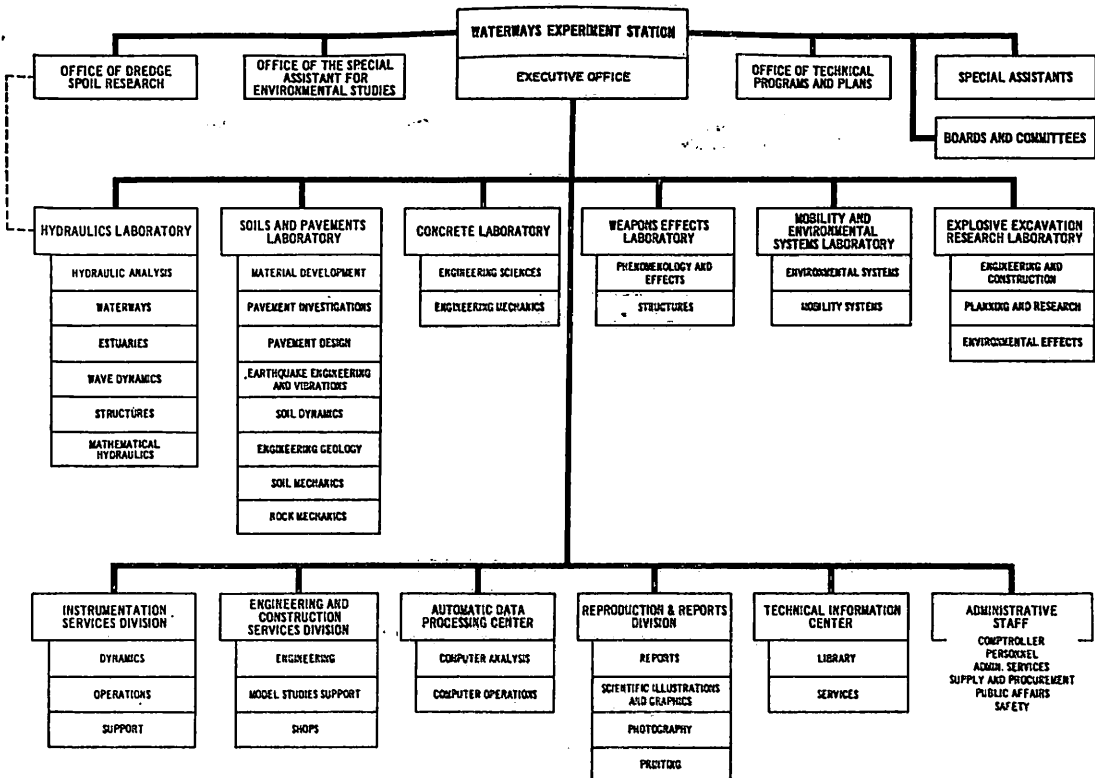
SUPPORT SYSTEMS:

NORTHROP CORPORATION,
ANAHEIM, CALIFORNIA

- (2) Naval Diving and Salvage Support
- (3) Inshore Warfare
- (4) Acoustic Countermeasures
- (5) Mine and Ordnance Countermeasures
- (6) Amphibious Operation Support

上記のうち Naval Diving and Salvage Support の中心ともなるのが Ocean Simulation Facility (OSF) で、最大水深 2250 ft 相当の環境下で人間と機器とを調査するのがこの施設である。現在での深海潜水はまだこんなに深くないが、この施設は 1970 年代の終りを考え

第2表 研究所の職制



て計画されたものであると言う。この施設は海軍が10年前から計画したもので世界でもつとも完備したものと云える。施設の概要を第1図および第1表に示す。

上部に5つのドライチャンバーを持ち、下部のウェットチャンバーとトランスファーチャンバーによりつながられており、チャンバー内部は He と O₂ 混合ガスが使われて加圧される。飽和潜水のためには勿論減圧、加圧にそれ相応の時間をかけねばならない。また各チャンバーとも別個のテストが同時に行うことができるよう、いずれの側からもロックできるようにになっている。環境のコントロールも各々独立して行うことができる。

3. アメリカ陸軍工兵隊水路実験研究所

ミシシッピ州ビックスブルグにあつて、このミシシッピ河の水理模型は世界的に有名である。

1927年のミシシッピ河の大氾濫を契機にミシシッピ河委員会にアドバイスする目的で、1929年に水路研究所として発足した。さらに第二次世界大戦に際して陸軍の要望を満すため設備が増設され、第二次大戦後の宇宙時代の要望を満すためさらに拡張されて今日に至っている。現在ここを利用して研究し、スポンサーとなつている所は大略次のような所である。

- ・ Army Materiel Command
- ・ Defense Nuclear Agency
- ・ Atomic Energy Commission
- ・ National Aeronautics and Space Administration
- ・ U.S. Navy
- ・ U.S. Air Force
- ・ U.S. Coast Guard
- ・ Tennessee Valley Authority
- ・ Advanced Research Projects Agency
- ・ Office of Civil Defense
- ・ Army Research Office
- ・ Office of Saline Water

所属人員約1,240名の中軍人は約40名である。その職制は第2表の通りであるが、そのうちの一部についてのみ述べることにする。

Hydraulic Lab. について

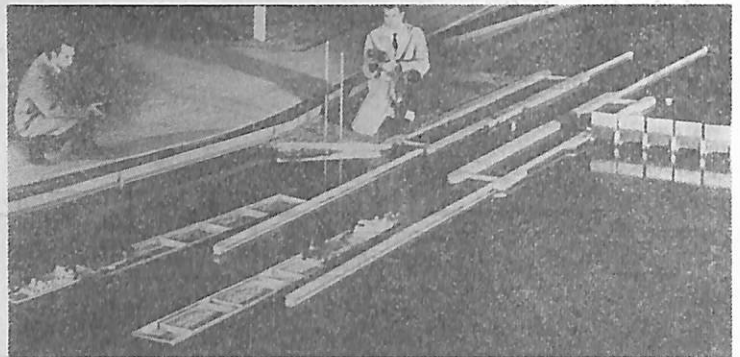
約70 acres の面積に多くの水理模型があつて、前述のミシシッピ河の水理

模型は野外の220 acres の広大な面積に作られてある(第2図)。さらにその中の一部を説明すれば、

- 1) 運河に対する洪水のときの制御、航行等についての水理モデル
- 2) 干満のある港、入江における水理、浅瀬、塩分、汚染、航行等の研究のための水理モデル
- 3) 波止場の波で起る諸問題の解明とその補修等の研究に関する水理モデル
- 4) 水理構造物の設計や改良開発に関する水理モデル

Dredge Material Research Program について

環境問題に影響する浚渫土の排出、その利用、土地造成等についての研究を行つているもので、1974年会計年度から5カ年計画で、環境を汚さず浚渫土を利用する経済的方法の開発プログラムである。本年度の予算2万ドルで、自由水域に排出土を捨てたときの環境の影響、陸上に投棄した場合、新しい廃棄方法の開発、投棄した



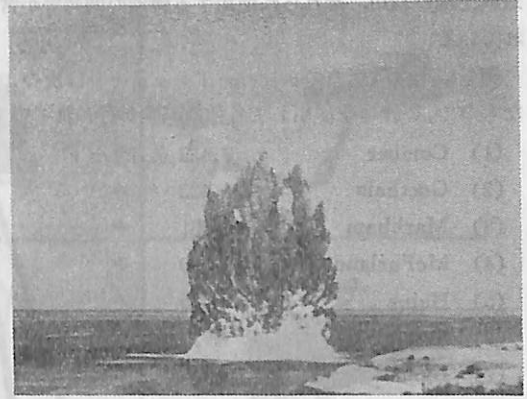
第2図 ミシシッピ河の Lock (船舶通交路) を遠隔操縦の船舶モデルを使つて研究しているもの



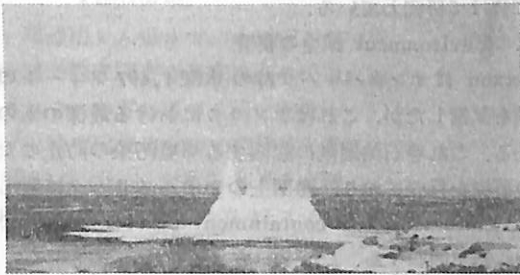
第3図 1/24 スケールの North Fork Dam の振動テスト



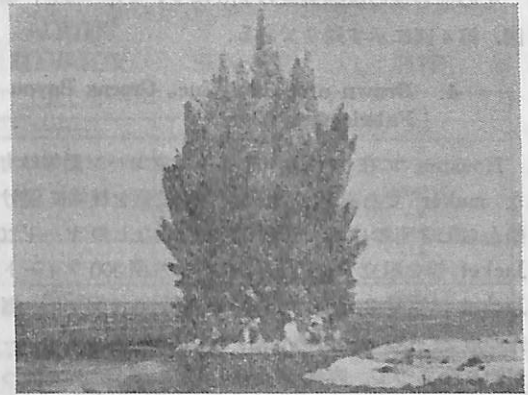
Preshot



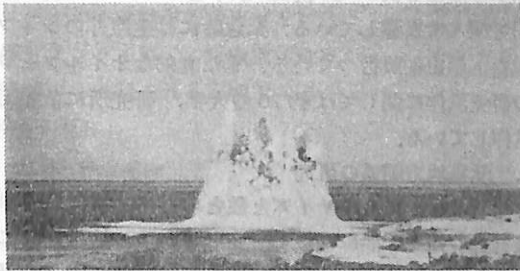
t = 1.5 sec



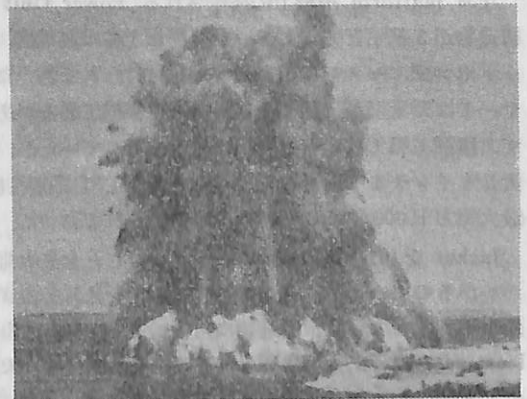
t = 0.4 sec



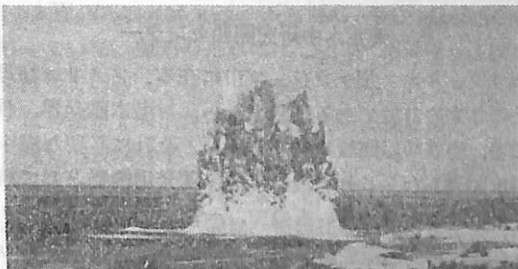
t = 2.0 sec



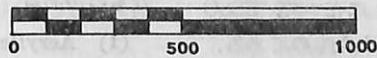
t = 0.7 sec



t = 5.0 sec



t = 1.1 sec



Approximate Scale—Feet

第4図 ハワイのカワイアエ湾の港の回頭水域を海底爆破によつて作る

造成土地の利用, それらに使用する機器の開発等が含まれている。

例えば工兵隊所有のホッパードレッジャーは次のようなもので, これ等を使用して各種の試験が行われている。

(1) Comber	3,422 立方ヤード
(2) Goethals	6,422 /
(3) Markham	2,681 /
(4) McFarland	3,000 /
(5) Hains	885 /
(6) Hoffman	920 /
(7) Lyman	920 /

この中 MacFarland は全長 300 フィートで海洋で使えるものである。

その他各種の試験装置の 2,3 について述べると, 第 3 図, 第 4 図に示す通りである。

4. Brown and Root, Inc., Greens Bayou Fabrication Yard.

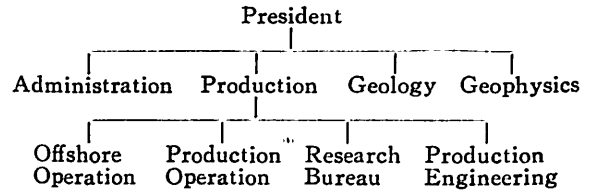
Houston に在り, 海洋構造物, クレーン船等の有名な maker であるが, 特徴は設備投資を極端に避けて船台らしきものは無く, 野天の舗装なしのヤードで Jacket 等を組立てている。例えば水深 300 フィートの Jacket は重量 2,000 t で主柱の直径 56 インチで, 掘削井の数 24 孔のものであつた。大型クローラークレーンが約 9 台あつて, 容量は max. 100 t で, これを使つて組立を行つている。Jacket の完成期限は約 4 週間とのことであつた。

なお platform 甲板上に搭載される Power Unit の構造物が 3 基殆ど完成していた。甲板上には発電機, マッドポンプ, セメントポンプ等が据付けられてあつた。ヤードは野天だが一隅には材料倉庫と機械工場とがあつて, 機械工場では大口径の管の加工を行つていたが, 最大 3½ インチまで可能な bending roller や自動溶接機, 最大能力 1,000 トンのプレス等が備えられてあつた。

Jacket を Lay Barge から進水させるとき集中荷重がかかるので, その位置に補強プレースを入れそのまま残すようにしていた。構造物に対しても least welding, least cast の考え方が徹底しているよう見受けられた。

5. ESSO Production Research Co.

テキサス州 Houston の Liver Oak に在つて, ESSO 社より石油掘削の研究部門だけが独立したものである。アメリカの ESSO は最近 EXXO と改名したが, 本研究所は ESSO の名をそのまま使っている。組織を大別すると次のようになる。



1. Production 関係の研究

北極海の環境, offshore drilling の開発, platform design 等の structural analysis, Offshore production system, Offshore pipe line, Deep water task force 等に分けて研究している。

2. Environment 保全の研究

Exxon はサンタバーバラ沖の水深 1,497 フィートの海域を試掘したが, これはアメリカにおける最深のものである。これ等石油掘削に起因する環境汚染の防止のための研究を行つており, 海面上のオイルスリックに対しては Bottom tension containment barrier で囲んで油回収船で回収する。

Rig や Working platform で出来る汚濁水は, 陸上に搬んで処理するか, 現場で Filter type の 3 stages の油水分離器を使い 50 ppm 以下として, 指定海域まで船で搬んで投棄している。緊急時には生産井のシャフトアウト等を勿論行つている。また有効なオイルフェンスの研究試作に関しては約 20 の大学, 研究所に依頼して試作している。

3. 北極地方関係の研究

極地における流水のサイズと数との関係や結氷と海洋構造物との相互干渉について研究している。結氷地帯に油送パイプを引く場合, 凍土が油の熱で融ける状況の研究や油送パイプを支持枠上に乗せた場合, 支持枠の脚と凍土との関係についての研究を行つている。

6. 海軍水中研究開発センター

カリフォルニア州サンジェゴ市に在る。アメリカ海軍はその本来の目的である国防上から, 対潜水艦兵器, 戦略兵器, 海底兵器回収等に端を発し, それに必要な海中機器を開発した。これ等機器は海洋開発用機器として極めてポテンシャルが高いもので, 一部を除いてはアメリカ私企業, 自由諸国の海洋開発企業に自由に開放されるものである。そういう海洋開発用機器としては次のようなものがある。

(1) Acrylic Elevator

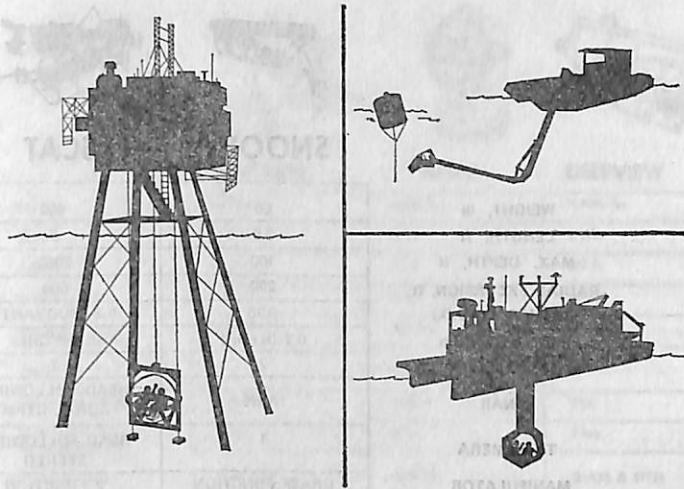
沿海波浪の研究, 海洋と気象情報の採取および浅海音響の研究のためにカリフォルニアのミッションビーチ 1 哩の沖合に固定式プラットフォームを設置した。水深は

60 フィートの所である。このプラットフォームの多様性を増すために、アクリル球蓋を持つ2人乗りのエレベーターを備えている。直径5フィートの球で水中重量600ポンド(空中重量4500ポンド)、umbilical cableを持ち、自重で沈下して上昇時はウィンチを使用する。

(2) HIP (Hull Inspection Platform)

浅海用1人乗りで、大気圧下の状況で海底調査や船底検査に使用される。わざわざダイバーを使わずに検査出来るもので使用最大深度20フィートである。海上支援船は幅12フィート長さ32フィートで乗員居住区(2フィート×5フィート)を持ち2ノットで移動できる。すなわち90HPのアウトボードエンジン2台を持ちバウスラスタで移動する。カプセルは鋼とアクリル製で、呼吸空気は支援船から供給されるものである。

(第5図)



LENGTH, ft
WIDTH, ft
CAPSULE ACCOMMODATIONS
MAX. SPEED, KNOTS

ENDURANCE AT
MAX. SPEED, hr
PRESSURE HULL
OPERATING DEPTH, ft

ACRYLIC ELEVATOR

SEA-SEE

HIP

—	50	45
—	20	12
2	2	1
—	7.5 (CAPSULE UP)	7 (ARM UP)
—	3 (CAPSULE DOWN)	2 (ARM DOWN)
—	10	4
ACRYLIC	ACRYLIC	ACRYLIC
10 - 60	10	20

第5図

(3) Sea-See

潜望塔を持つカタマランタイプの船で、一週間以上の連続稼働が出来る。潜望塔を伸ばしたまま3knotで航行できファイバーグラス製のため音響実験にも使える。動力は2×GMC 353-N Dieselで、潜望塔を引揚げたときの吃水3.5ftである。radio telephone, radar, 2.5kWのmotor generator, AC→DC inverter等を備えていて、照明のためには250Wのタリウム沃化燈を持っている。

なお乗員2人、科学者4人の居住設備を備えている。

(4) SNOOPY

遠隔操縦遊泳テレビジョンで、ダイバーによつて行われる水中での探査、観測、分類任務等は遠隔操縦遊泳テレビジョンを使用することにより一層便利に安全に実施することができる。とくにその部分が危険とか監視の必要があるとか長期に亘り観測をつづけねばならない所に使うのに便利である(第6図)。

SNOOPYの特徴は次の通りである。

- 1) 推進力は海上から水圧で送られる。
- 2) 自動深度保持は可変浮力室と深度追従システムで

調整される。2箇のスラスタで推進され、各スラスタは12ポンドの推力である。

- 3) 本機は手で容易に搬べる。
- 4) 可変浮力は、海底で垂直スラスタを使わずゆるやかな上昇と下降とを行うことが出来る。スラスタはセヂメントをかき廻し視界を悪くする。浮力を加減して上下するが、これに垂直スラスタを併用すれば急速な上昇下降が出来る。SNOOPYは100フィート深度まで使用出来る。
- 5) リアルタイムの光学画像は、閉サーキットテレビと光源との組合せで、軽量の電気機械的の把手は遠隔操縦出来て小さな物体を掴み上げることができる。
- 6) 本機は成功裡にテストを終り、その成果はさらに深度の深い所で使う2番機的设计に利用される予定である。

(5) SCAT

Submersible Cable-Actuated Teleoperatorの頭文字をとつてSCATと言ひ、海中観察や工事に使われる小型遠隔操縦作業ユニットである。それは新しい電気作

**SNOOPY****SCAT****CURV III**

WEIGHT, lb
 LENGTH, ft
 MAX. DEPTH, ft
 RADIAL EXCURSION, ft
 TETHER, in (O.D.)
 PROPULSION, hp
 SPEED, knots
 SONAR
 TV CAMERA
 MANIPULATOR

50	400	5000
3.6	6	15
100	2000	7000
200	500	600 (WHIP)
0.75	5/8 (BUOYANT)	1.25 (BUOYED)
0.3 (HYDR)	5 (HYDR)	30 (ELEC)
2	2	2
NONE	HEAD FOLLOWING AURAL CTFM	CTFM, PPI
1	HEAD FOLLOWING STEREO	2
GRASP FUNCTION	2 FUNCTION	7 FUNCTION

第 6 図

動サブシステムの試験プラットフォームでもある。500フィート長さの多コンダクター、中間浮力を持つケーブル、簡単な2機能油圧掴み1箇、頭にかぶるステレオテレビジョンと可聴周波数 CTFM ソナーとを持っている。監視制御室で操縦者は、軽量の頭にかぶる光学ユニットの中の小型 CRT のビデオ映像を見ている。ビデオ像は SCAT 上に装備された2つの独立したテレビジョン・カメラと傾斜するジンバル（称平環）で映し出される。ジンバルは操縦者の頭の回転に従って、映写ユニットに取付けた軽量な連鎖離脱装置の指令通りに動く。CTFM ソナーのプロジェクターとトランスデューサーも SCAT に傾斜ジンバルと一緒に付いている。オウデオ情報と目的物の像とは、作業現位置に在ると同様な効果を出すので、検査や物体回収作業に際して従来の方法で行うよりもさらに良い効果を招致する。

SCAT の推進は、特殊設計の電気油圧動力ユニットで行われ、モーター、固定変位ポンプ、安全弁および貯蔵タンクから成る動力源から 440 AC、3相のケーブルで送られる。このユニットは不銹鋼のペローで圧力をバランスされている。ダクト内のスラスタは、流量制御のサーボバルブで制御され、油圧モーターで推進される。前後部のスラスタは水平面のコントロールを行い、垂直スラスタ1箇は軸方向の運動を司る。深度と遊泳高度センサーは航行した情報（フライト・インフォメーション）と制御のために付けられている。操縦者が水平方向の操縦をしている間、深度と航行の高さとは予めセットされた通りに自動的に働いている。制御システムと映像装置の設計こそは、より使い易く、よりよい作動性を

招致するものである。

(6) CURV

CURV システムは本来試験兵器を回収し、そのデータを矯正するために開発されたもので、海中兵器にとつては非常に重要なものである。現在までに3つの CURV システムが開発された。CURV-I はすでに引退したが、2,000 フィート深度に使ったもので、CURV-II 2台は2,500 フィートで使った。CURV-III は7,000 フィート深度まで使用できるもので1970年7月以来使っていたが、現在 CURV-III の最大深度を10,000 フィートまで伸ばしつつあり、1973年2月に出来上る予定である。

CURV システムは何時間もの連続使用に耐え、昼夜の別なく使える。操作は、供給動力、変換機器、操縦装置、音響追跡装置、監視装置を積んだ母船上で行われる。電力はケーブルで送られ、海底の CURV に命令信号をおくり、即時にテレビジョン信号が返ってくる。

CURV-II は6フィートの高さで6フィートの幅を持ち15フィートの長さである。そのアルミニウムパイプのフレームの中には、推進ユニット、光学機器、音響機器、水圧作動の掴みづめ、各種のセンサー、作動サブシステム等を備えている。また4箇の大きな浮力タンクと電子機器類を入れた箱等と一緒に付いている。

3つの 10 HP AC 可逆転プロペラを持ち、1つは垂直、2箇は水平に取付けられて細かい運動が出来るようになっていて、高解像度のソナーを持つ音響探査機も備えている。光学システムとして、テレビ2台と水銀燈、

35 mm カラーカメラとストロボを備えている。

CURV システムの機能が兵器の回収であるからには（もつとも有名なのはスペイン沖の原爆回収である）、同様な海底での各種の仕事もできる筈である。すなわち、海床探査、海底地質や生物の標本採取、ドリルビットやトランスポンダーの回収、海底機器の建設と検査、小地域の系統的検査、ASW の音響伝播研究、海底掘削やコアリングの監視、海中機器のテスト等ができる筈である。

同様な作業が、700 フィートの深さで CURV-III で行われた。その中で有名なのは1971年の海軍 AFAR 作業である。アゾレス沖で行われたこの作業で CURV-III は海底ケーブルの切断、検査、修理交換および250 フィートの機器塔の建設を行った。そしてこの深度での作業のため、CURV-III は CURV-II に比べて次のような改造が行われた。主なものとして、サイクロイドプロペラで船位保持するより大きな支援船を使いエレクトロニクスを内蔵したアルミニウムケーシングを備え、圧力バランスをしたコネクター、海底航行システム、シンタクチックフォームの浮力材等が加えられた。

(7) NEMO

Naval Experimental Manned Observatory の頭文字をとって NEMO と言われ、極めて明視の利く Tethered または unthethered で使える潜水球である。これはカリフォルニアの海軍土木研究所で造られてここに移されたものである。鉛電池を持っていて、ライフサポートは8時間で、非常の場合は24時間まで伸ばせる。アクリル球形の圧力殻は外径66インチで壁の厚さは2.5インチである。

(8) MAKAKAI

MAKAKAI はハワイ語で目という意味で、ハワイの海軍海洋研究所で開発された透明観潜水船である。圧力殻直径 1.66 mφ、使用深度 183 m で12箇の球面五角形アクリルガラス（厚さ 6.35 cm）を接着して作られたもので、4,130 鋼の座金が両極にはめ込まれている。全



	MAKAKAI	NEMO	DEEPVIEW
WEIGHT	10,200 lbs.	8000 lbs.	11,600 lbs.
LENGTH	13.5 ft.	7.5 ft.	16.5 ft.
WIDTH	8.0 ft.	7.5 ft.	6.0 ft.
HEIGHT	7.5 ft.	9.2 ft.	6.5 ft.
PAYLOAD (INCLUDING CREW)	870 lbs.	850 lbs.	800 lbs.
CREW	2	2	2
MAXIMUM SPEED	3kt.	0.75kt.	5kt.
ENDURANCE AT MAXIMUM SPEED	2 hrs.	8 hrs.	2 hrs.
PRESSURE HULL	ACRYLIC	ACRYLIC	GLASS & STEEL
CERTIFIED DEPTH	600 ft.	600 ft.	100ft.
IMPL. DEPTH	4200 ft.	4200 ft.	7500ft.

第 7 図

体の大きさは 5.66 m × 2.29 m × 2.44 m で排水量 5.02 トンである。水を濁さぬように後方上部にサイクロイドプロペラ2箇を持っている。動力は鉛電池を使用し、非常の場合は爆発カッターでバッテリーを切離して浮上出来る。ライフサポートはボンベからの酸素補給と浄水器による CO₂ 吸収とで行う。

支援プラットフォームとして LARP (Launch and Recovery Platform) と呼ばれる 10.7 m × 5.5 m の曳航式双胴潜水台を持っている。

(9) DEEP VIEW

Deep View は2人乗りでライフ・サポート6時間であるが、非常の場合18時間まで伸ばせる。全重量 5,261 kg の小型艇であるが、船体は HY-100 のシリンダーで作られており、頭部には 1.13 m 直径のガラスの半球がはめられている。

ガラスの厚さは 2.858 cm で Corning Glass 社で作られたもので、従来の Plastic Hull では 600 ft (約 180 m) 深度が限度とされているが、Deed View は深度 1,500 ft (450 m) まで使用出来る予定で、1972年5月に完成して test を終了した。Mr. Will Forman が開発したものである。なお垂直方向に 5 HP モーターとスラスタ 2 箇、側面に 1 箇、水平方向に 2 箇合計 5 箇のスラスタを持っている。

(完)

日本造船研究協会の昭和47年度研究 業務について(4)

(社)日本造船研究協会
研 究 部

前回到引続き、造船技術開発に関する基礎的研究のうち、造船工作における適応制御に関する研究(SR 135)、船用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究(SR 136)、船用ディーゼル機関用排気弁の吹抜け防止および燃料弁の長期無開放化に関する研究(SR 137)および造研が実施せる研究成果の有効な利用方法に関する調査(SR 200)の4課題について、その内容と成果の概略について紹介する。

造船工作における適応制御に関する研究

研究部会：SR 135 (部会長 木原 博氏)

造船工作における近代化は最終的に自動化、NC化に発展することは明らかである。現在、NCガス切断機による野蠻、切断の合理化はすでに軌道にのり、省力と精度向上に成果をあげつつある。しかしながら、造船工作の自動化については、非常な困難さが認められており、さらに自動化、NC化諸設備は高価で、投資効率の面からもその稼働率の向上をはからなければならない状況である。特に複雑な形状をもつ大型工作物を対象とする造船工作では、高度な自動機、NC機もセッティング作業その他の工作過程に人手の介入を要するなど稼働率を低下する要因がきわめて多い。したがって、今後予想される自動工作機の大幅な採用に備え、予めこれらの要因を解明し、その対策を講ずる必要がある。本研究では大型工作物を対象とする全工作過程の効率化を目的として、自動制御の分野において新しい考え方とみなされる適応制御の造船工作への応用を研究するものであり、47年度は3か年計画の第1年度研究として次の研究を実施した。

(1) 造船工作の機械化、自動化に必要な制御因子の調査

機械化・自動化に対する考え方を現状の船体構造に対して、現状の設備と工作法とによつて行なわれている作業を機械化、自動化するものと仮定し、工程的には加工、組立、船台船渠の3工程に区分し、それぞれ次のステージから成立っているものとした。

加工工程：準備ステージ、野蠻ステージ、切断ステージ、部材整理ステージ、曲げ加工ステージ

組立工程：小組立、大組立

船台船渠工程：船体中央部のみを対象とし、地上に置かれていたそのブロックを船台上または船渠内へ搭載し、位置決めおよび仮付を経て溶接を行なうまでのステージ

調査はアンケート方式で行ない、工程別に設けた小委

員会において整理取りまとめを行なつた。この調査結果をみると、一つの作業が数多くの制御因子に分解され、かつ、それらの因子間の関係が明らかにされている。しかし一方では、それらの因子が相互にからみあつている如くに見えることは、まだまだ人手に依存することの多いことを示しており、今後さらに自動化、省力化に対して努力が必要であることがうかがわれる。

(2) 造船工作への適応制御の応用に関する調査

加工、組立、船台船渠各工程へ適応制御を応用する場合の対象項目、問題点を摘出した。船台船渠工程では特に現場作業を分析し、新しい見方による作業区分を設け、主要作業については制御フローチャートを作成した。また、適応制御の概念を調査して思想統一を図り、近年他産業で研究開発の行なわれているロボットに着用し、この造船への適用上の問題点に言及した。

(a) 加工工程

加工工程は他の工程に比べてもつとも機械化、自動化の進んでいる部門であるが、先に述べた各ステージについて詳細に検討してみると現時点では技術的な可能性、省力効果、採算性などに問題が多いように思われる。したがって、研究の目標としては切断ステージに的を絞り、自動走行型の切断ロボットを開発対象とした。

(b) 組立工程

組立工程で取扱うブロックは大別すると平板ブロックおよび曲り外板ブロックに区分される。曲り外板ブロックは複雑な曲面を有しているため、自動化、機械化が難しく、組立工程の中でも作業量の多い割には遅れた非近代的な要素を多く残しているラインである。したがって、この部門の自動化とその適応制御の問題を研究しておけば平板ブロックへの適用も容易となる。

曲り外板ブロック組立の自動化とその適応制御の問題点を検討してみると、位置決め、整面仮付、再野蠻、溶接などに問題が多く存在するように思われ、こ

これらの点を考慮して研究の目標を曲り外板整面仮付装置の開発に置いた。

(c) 船台船渠工程

この工程は非常に広範囲な、それも異質な作業を包含しており、機械化、自動化されている作業は、溶接作業などの一部を除いては皆無に等しい状態のようである。したがって、この工程における適応制御系の検討はまず機械化、自動化の検討から入る必要がある。そこで最も基本的な位置決め、整面固定、仮付、溶接の4工程に的を絞り、船体中央部のブロックを対象に作業分析を行なつて制御フローチャートをまとめた。また、検討を進めるにしたがつていくつかの装置が必要であることが明らかとなり、これらの装置を検出、移動、整面固定、切断、溶接の5種に大別し、これらの機能、イメージプランなどを詳細にとりまとめた。

(d) ロボット

造船工作における自動化機械は大型の専用装置か、汎用型かまたは人間型の装置とする必要がある。しかし、現状の工作機械のレベルからいつて、造船工作をより自動化することは可能であるが、さらに高度な機能を具備する装置の実現までには、技術的に多くの問題を解決する必要がある。一方、適応制御を研究し、造船工作の作業に適用するためには、これらの作業が自動化されているということがその前提となる。かかる観点から一般産業界で実用化のきざしが見られる。もつとも典型的な自動機械である産業用ロボットに着目し、その技術レベルを調査した。調査の対象としたロボットは4種であるが、もともと造船への適用は考慮に入れてはいないため、改めてその機能に付加あるいは改善すべき点を検討しとりまとめを行なつた。

(3) 適応制御機械の開発

加工工程においては、各種調査にもとづいて切断用ロボットを開発する方針を定め、このロボットの作業対象である船体内部構造部材に設けられた開口類の調査およびロボットの作動について計算機を使用してシミュレーションを行なつた。

(a) 切断用ロボットの作業対象となりうる開口類

切断用ロボットの作業対象となりうる開口の種類、数量について、主構造の範囲内で区画別、構造別に3船種について調査を行なつた。その結果、船種、船型によるものか、設計方針によるものかは別として、船により開口類の構成はかなり異なる。開口は内部の開口すなわち真円および長円と、周囲の開口すなわちス

ロットおよびスカラップに大別できる。前者は各船とも30,000弱あり、切断用ロボットが容易に適用できると考えられる。後者のうちスロットは13,000前後あり、前述の開口に次いで適用が考えられる。

(b) 自動走行型切断用ロボットに関するシミュレーション

切断用ロボットは広範囲に利用しうるが、NC切断機と併用することにより、その回転率を高めることができると考えられるので、その効果を推定するために電算機による実作用へのシミュレーションを行なつた。

(i) シミュレーションの方法

NC切断機のみの場合とNC切断機と切断用ロボットを併用する場合について、同一切断条件のもとで同一切断対象部材を切断するシミュレーション計算を行なつた。NC切断機の使用方法としては、もつとも一般的と考えられる2枚同時切断とし、その他の機能についても一般的なものを採用した。切断用ロボットはNC切断の後工程として、ホールのみまたはホールとスロットを切断するものと仮定した。このような条件のもとで、NC切断機および切断用ロボットの切断スピード、切断ロボットの走行スピード、切断ロボットの切断範囲をパラメータとして3船の切断対象部材を切断するシミュレーションを行なつた。

(ii) シミュレーション条件

切断工程をモデル化し、次のような条件を設けた。

(イ) NC切断機は1台で鋼板を2枚同時切断し、切断用ロボットは各鋼板に1台づつ配置される。

(ロ) 切断対象鋼板は、調査結果にもとづいてインプットするが、切断はステージ間の工程は考慮せずインプットの順番に連続的に行なう。

(ハ) NC切断機の切断スピードは板厚12mmを基準としてインプットし、板厚が1mm増すごとに50mm/min減速する。

(ニ) 1日の作業時間は10時間とする。ただし、保守点検時間を除く。

(ホ) NC切断機、切断用ロボットとも切断スピード以外の条件は同じとする。

(ヘ) 切断スピードは次のとおりとする。

NC切断機：500, 800, 1800 mm/min

切断用ロボット：300, 500 mm/min

手 切 断: 500 mm/min

(f) ロボット走行スピードは 4.8 m/min とする。

(iii) シミュレーション結果

NC 切断スピードが 500~800 mm/min の場合は切断用ロボットを利用することにより処理日数は顕著に減少する。しかし、切断スピードが非常に高速になるとスピードの遅いロボットがネックとなり、NC 切断機に待時間が発生する。そのため NC 切断機のみによる場合よりも日数は増加する。もちろん複数台のロボットを使用すれば効果はあがるはずである。

スロットの切断までロボットに移すとロボットの負荷が上昇しすぎ NC 切断機の手待ちも上昇し、そのため NC 切断スピードが遅い場合にすら、ホールのみの切断と比較し、全体としての効率はいま改善されない。

切断用ロボットの走行スピードが 4~8 m/min、の範囲では走行スピードをあげても処理日数を短縮するまでには至らない。(谷)

舶用ディーゼル機関燃焼室壁部材の強度設計法に関する研究

研究部会: SR 136 (部会長 藤田秀雄氏)

近年の舶用ディーゼル機関出力の飛躍的増大に伴い、その性能向上に対する要求とともに信頼性・耐久性についての要求もますます厳しくなっており、これに応じるためには機関の燃焼室壁部材などの強度設計法を確立する必要がある。従来、SR 100 および SR 113 においてもピストンクラウン材について重畳疲労試験を実施し、重畳波形下の疲労強度に関して多くの知見を得ることができたが、シリンダカバー、シリンダライナ、排気弁などの燃焼室壁各部材については不明確な点が多く、またピストンクラウンについても残された問題点がある。

そこで、本研究は舶用ディーゼル機関燃焼室壁各部材の実働条件下における挙動を明確にし、強度設計法を確立することを目的として、昭和 47 年度より 3 か年計画で研究を開始したものであつて、本年度は第 1 年度として次の研究を実施した。

(1) 燃焼室壁部材の実働条件下における重畳疲労強度の研究

(a) 応力波形と周波数比の疲労強度におよぼす影響

1/2 Mo 鋳鋼について応力波形と周波数比の影響を検討するため、引張圧縮定応力重畳疲労試験を行なつた。

応力波形については、実船の場合、機関始動時の負荷上昇、停止時の負荷降下、機関稼動中の負荷変動によつて熱応力波形が異なるので、この波形が疲労強度にどのような効果をもたらすかを明らかにするため、一次波として矩形波、三角波、正弦波を用い、二次波は正弦波で 2,000 cpm を基準として実験した。実験の結果、一般的に三角波、正弦波、矩形波の順に強度が低下していること、また、二次波を一定で考えると一次波応力が小さくなるにつれ、波形の影響がなくなることがわかつた。

周波数比の影響については、実船機関の場合、周波数比は $10^0 \sim 10^7$ 回のオーダーであるが、実験の容易な $10^2 \sim 10^8$ 程度の周波数比をもつ標準的な実験結果から、実働条件下での疲労強度を推定することとし、周波数比 200, 667, 4000 について重畳疲労試験を行なつた。この結果、二次波応力が比較的大きい場合には、一次波応力振幅が大きな領域で、周波数の影響が顕著で、小さくなるに従つて影響がなくなる。また、二次波応力が小さい場合には、逆に一次波が小さくなるにつれ周波数比の影響がでるが、さらに一次波が小さくなれば低サイクル疲労強度に近づくことがわかつた。

これらの結果は、疲労損傷率を計算し検討することによつて定性的に説明でき、また、重畳疲労強度の疲労寿命損傷を利用することによつて、ある程度まで定量的に重畳疲労強度を推定できることがわかつた。

(b) シリンダカバー材の疲労強度線図の設定

シリンダカバー材に多く使用される鋳鋼およびノジュラ鋳鉄について引張圧縮定応力疲労試験を行ない、低サイクル疲労強度から高サイクル疲労強度をも含めた総合的な疲労強度図を室温と 400°C について作成した。

(2) 燃焼室壁部材の疲労寿命の研究

燃焼室壁部材の疲労強度におよぼす板厚および応力波形の影響について検討するため、CrMo 鋳鋼を供試材とし、大型(板厚 40 mm)、小型(板厚 3.5 mm)の 2 種類の板厚で、試験部表面を研削、グラインダおよび磨肌つきの 3 種類の仕上げ、応力波形は正弦波両振り、正弦波片振り、重畳波形 A、重畳波形 B の 4 種について平面曲げ疲労試験を行なつた。重畳波形 A とは正弦波の一次波の上に正弦波の二次波が重畳したものであり、重畳波形 B は矩形波状に変化する一次波の上に正弦波の二次波が重畳するものである。なお、大型試験片による疲労試験のため、電気油圧サーボ式平面曲げ疲労試験機を新設した。

試験の結果をまとめると次のようになる。

正弦波単独の試験については

- 1) 小型試験片について研削、鋳肌、グラインダ仕上げの影響をみると、鋳肌つきの試験片では約8割程度に疲労限が低下し、時間強度も約1/8程度短くなる。グラインダ仕上げは研削と同程度の時間強度を有し、グラインダ仕上げの効果が認められた。
- 2) 大型試験片について研削、鋳肌、グラインダ仕上げの影響をみると、これらの間には時間強度に差は認められず、表面粗さの影響は大きく表われなかつた。

重畳波形下の試験結果についてみると

- 1) $m-\alpha$ の関係は同一傾向を示した。ここで m は応力比、 α は寿命比である。
- 2) $m-\beta$ の関係で大型試験片は小型試験片の β より大きくなる傾向である。ここで β は材料の重畳波形下の疲労挙動を表わす数値である。
- 3) 重畳波形 A と B について β を比較すると、両者に大差はないことがわかつた。

(3) 触火面部材の破損の研究

(a) 触火面部材の破損におよぼすクリープの影響
 火炎および燃焼ガスにさらされ、温度および荷重の繰返し変化を受ける触火面部材の破損に影響をおよぼす諸因子のうち、クリープ損傷効果と高温雰囲気による劣化作用効果について検討することとし、本年度は保持時間が広い範囲にとれ、かつ試験片がさらされる雰囲気と比較的容易に変更できる、次の性能仕様の高温材料試験装置を製作した。

項目	内容
型式	電気油圧サーボ式
制御の種類	荷重制御 (ロードセルによる) 変位制御 (差動トランスによる) (将来は変位、荷重制御も可能)
最大荷重	振幅 ± 5 Ton, 平均荷重 $0 \sim \pm 5$ Ton (将来は ± 10 Ton も可能)
最大変位	振幅 ± 2 mm, 平均変位 $0 \sim \pm 2$ mm (ピストンストロークは ± 25 mm)
試験温度	室温 $\sim 900^\circ\text{C}$, 任意設定保持
繰返し波形	三角波, 台形波
上下限保持時間	9.999×10^5 sec
繰返し昇降速度	$1 \sim 1000$ %/sec (ただし 100% 荷重 = 5 Ton, 100% 伸び = 2 mm)
保持時間内の制御精度	$\pm 2\%$ Full Scale
記録装置	荷重・変位・温度をペン書き記録計で記録

また、本試験装置を用いて実施する実験計画について検討した結果、鋳鉄、鋳鋼、鍛鋼などのディーゼル機関用材料について保持時間や繰返し周波数をかえて高温疲労試験を行ない、特に資料の少ない圧縮時の保持時間の影響を明らかにすることに重点をおくこととした。また、前記材料の試験片について真空中、空气中、燃焼ガス中、温水中などの雰囲気中において室温を含めて多種の試験温度で疲労試験を行ない、材料の疲労寿命におよぼす雰囲気の劣化作用を明らかにすることも重要な課題とした。

(b) 排気弁の寿命に影響をおよぼす伝熱条件の検討

正常な排気弁およびごく初期の損傷が生じている排気弁のサイクル平均温度および温度不均一を量的に明らかにし、また、サイクル平均温度の上に加わる1サイクル間の瞬間的な局所温度変化を量的に求めて、排気弁損傷の過程における伝熱条件の役割りを量的に解明するため、その第一歩として本年度は次の研究を行なつた。

(i) 小型ディーゼル機関 (240 ϕ \times 380 mm, 210 PS \times 400 rpm) の排気弁温度測定を行ない、正常な排気弁の表面における伝熱条件を検討した。その結果、大型弁と小型弁とでは温度分布および伝熱量分布に大きな差のあることが推測された。

(ii) 高温高圧気体が細隙を流れる際の気体から壁への伝熱量を、単純化した仮定のもとで計算し、排気弁と弁座の間に細隙が生じた場合、細隙の寸法から排気弁が高温ガス流から受ける熱量を計算する方法を示した。

(iii) ガス洩れにより局所的な熱流入がある場合の排気弁のサイクル平均温度分布を計算する方法を提案し、試算を行なつた。(潮田)

船用ディーゼル機関用排気弁の吹抜け防止および燃料弁の長期無開放化に関する研究

研究部会: SR 137 (部会長 藤田秀雄氏)

船用ディーゼル機関の高出力化あるいは低質燃料油の使用により、排気弁および燃料弁の使用条件はますます苛酷なものとなりつつあり、早急な対策が必要である。

本会第122研究部会においても排気弁については主として機関の各種運転条件が焼損におよぼす影響を検討し、また、燃料弁に関しては油冷式改良型燃料弁の実船試験を行ない、一航海ごとに弁を抜き出して改善対策の効果を調査した。

しかし、排気弁の焼損は弁・弁座材料、弁まわりの変

形、シート形状および弁の回転の影響など設計条件にもその原因があることが認められているので、これら設計諸条件と焼損の関係を明確にすることにより排気弁吹抜け防止対策の指針を得る必要がある。また、油冷式燃料弁の耐久性は予想以上に良好であり、改良型弁の耐久性効果を最終的に確認するためには無開放期間の目標を約1年間とすべきことが認められたので、第122研究部会で実施中の実船試験を続行し、あわせて弁の抜き出し困難を解決する方策をも確立して長期無開放油冷式燃料弁の普遍的設計に役立てる必要がある。

さらに、水冷式燃料弁については弁座の接触不良、噴霧不良といった油冷式と共通の問題の他に冷却外衣の腐食、外衣焼嵌部のガス洩れなどの損傷が発生し、これらの原因解明と適切な対策を見出し長期無開放化をはかる要がある。

そこで、本研究は排気弁、燃料弁の損傷諸要因を解明し、その対策を講じて機関の長期無開放運転達成への障害を除去していくことを目的として、昭和47年より3か年計画で研究を開始したものであつて、本年度は第1年度として次の研究を実施した。

(1) 排気弁の吹抜け防止の研究

排気弁の設計および焼損現象の解明にとって重要な次の諸因子が排気弁の耐久力におよぼす影響度についてNDT 19/30 C 型機関 (ユ=フロー4弁式, 190 mmφ × 300 mm, 93.5 PS × 550 rpm, Pm: 11.1 kg/cm²) を用いて、運転実験を行なつた。

① 排気弁の焼損におよぼす弁まわりの変形の影響

- シート面の溝
- シート面の片当り

② 排気弁の焼損におよぼすシート形状の影響

- シート幅
- シート角
- シートとフェース間の角度差

使用した燃料油はC重油 (RW 1 at 50°C 280~450秒) で、シリンダ油のアルカリ価は 40 KOHmg/g である。それぞれの試験に用いた排気弁および弁座の形状と材質を図1に示す。各試験項目ごとに図に示したそれぞれ4組の弁および弁座を同時に組込んで運転し、その経時変化とともに4弁相互間の耐久力を比較した。

実験の結果をまとめると次のとおりである。

1) シートとフェース間の接触熱抵抗が小さく、弁座による弁の冷却が十分である限り、或る程度大きな吹抜けが生じても容易には焼損が起らない。接触熱抵抗はシートおよびフェースに燃焼残渣の咬込疵が生じたり、燃焼残渣が付着堆積したりする場合に増大すると思われるため、これらの防止対策が排気弁の耐久力向上には有効であると考えられる。

2) シートおよびフェース間に片当りがある場合は幅広く焼損し、燃焼残渣の咬込疵および付着むらに起因した比較的幅広い焼損とは形態が異なる。

3) シート幅によつて焼損の主原因が異なり、狭い場合には燃焼残渣の咬込疵、広い場合には燃焼残渣の付着むらに原因のあることの方が多いようである。したがつて、最適シート幅はシートおよびフェースの作動状況によつて異なるが、燃焼残渣の付着があまり問題にならない機関においてはシート幅は或る程度広い方が好ましいと考える。

4) シートおよびフェースに付着する燃焼残渣の量

試験内容	変形の影響		形状の影響		
	(A) 溝	(B) 片当り	(C) シート幅	(D) シート角	(E) 角度差
弁形状					
材質	SUH 31	SUH 31	SUH 31 + ステライト 6	SUH 31 + ステライト 6	SUH 31 + ステライト 6
弁構造					
材質	SUH 31	SUH 31	SUH 31 + ステライト 6	SUH 31 + ステライト 6	SUH 31 + ステライト 6

図1 試用弁軸、弁座の形状および材質

はシート角が大きくなるとともに減少し、それにつれて排気弁の耐久力もよくなる傾向を示す。シート角が大きくなると弁着座時のシートとフェース間の相対すべりが増し、付着物をこすり去る効果が出るためではないかと考える。

5) シートとフェース間の角度差が排気弁の耐久力におよぼす影響度はあまり明らかにすることはできなかった。微小角度差を設けて内周当りにした場合も外周当りにした場合も角度差が同じであれば、弁の耐久力には大きな差がないようであつた。なお、角度差が小さく、シート幅が或る程度広ければ、赤ベン等による当りが狭くてもシート幅が赤ベン当りと同程度の弁座よりは耐久力がある。実際問題としては、弁および弁座の作動条件を考えて、シートとフェースが運転中に全面当りになるようなすり合せが理想ではないかと考える。

(2) 油冷式燃料弁の長期無開放化の研究

表1 改良形弁の種類

弁番号	弁形式	数量	改良点	図
FMG	フラット	12	1. ノブ材質変更 不銲鋼 (不銲鋼) 2. ノブ先端形状修正 (図.a)	
FSKD	"	12	1. ノブ先端形状修正 (図.a)	
FSALM	"	12	1. ノブ材質変更 S45C 2. ノブ先端形状修正 (図.a)	
ZCSKD	2C22204	12	1. ノブ先端形状修正 (図.a)	
ZCMSKD	"	12	1. ノブ先端形状修正 (図.a) 2. アトマイザの冷却油室形状修正 (図.b)	
ZCMGR	"	4	1. ノブ材質変更 不銲鋼 2. ノブ先端形状修正 (図.c) 3. ノブ先端形状修正 (図.c)	
ZCMGR	"	4	1. ノブ材質変更 不銲鋼 2. ノブ先端形状修正 (図.a) 3. ノブ先端形状修正 (図.d, 表a) 表a. 各寸法 (mm)	
ZCMGR	"	4	1. ノブ材質変更 不銲鋼 2. ノブ先端形状修正 (図.a) 3. ノブ先端形状修正 (OK-LAX TD110) 使用 (図.e)	

油冷式燃料弁の経年変化のうち、アトマイザチップの焼損、冷却油室側面の腐食、主としてフラット形弁のスピンドル弁座部のへたりおよび燃料弁の抜き出し困難の4問題点に対する対策を施した表1に示す8種の改良形弁について、2隻の供試船 (112,800 DWT 鉱石船: 日立 B/W 9K 84 EF 搭載および 76,200 DWT 鉱石船: 日立 B/W 884 VT 2BF-180 搭載) において約6,000時間におたる実船試験を行ない、また、供試船から陸揚した弁について陸上において噴射試験および切断調査を行なった。

以上の諸試験、検討の結果、つぎのように諸問題を把握、解明すると同時に長期無開放化に即した燃料弁の設計、保守管理方法を得ることができた。

1) アトマイザチップ焼損原因は作動温度が 400~500°C であることから考えて、高温酸化腐食と考えられる。

2) その対策としてアトマイザチップ内部の燃料油路をわずかに形状変更するか、チップ表面にクロームメッキを施すなどにより、侵食量を大幅に減少することができ、1年間使用しても問題はない。

3) クロームメッキはチップの材料を従来の SKD 11 材に代えてボール MG 鋼相当のものにした方が加工性、経済性より考慮し有利である。

4) アトマイザチップ冷却油室側面の腐食は、その作動温度 (約 150°C) より、20% 程度の稀硫酸による腐食と考えられる。

5) その対策として壁肉を厚くしたり、クロームメッキをすることが効果が大きい。ただし、壁肉を厚くすれば冷却油室の形状変更に伴なつてチップの冷却効果が悪くなり、チップ焼損を伴うので再検討を要する。

6) このようにクロームメッキはアトマイザの高温、低温の両腐食に対して大きな効果のある対策である。

7) スピンドル弁座部の異常は2ピースコニカル形がフラット形に比べ非常に少ない。

8) 燃料弁抜き出し困難の発生は使用時間に関係なく起り、短時間で発生するものもあれば、4000~4500時間無開放でも発生しないものもある。発生原因は気密面不良

によるガス洩れである。

9) 拔出し困難の発生率は約20%であるが、弁本体の塗布剤として、従来のモリコートに代つてボロンスプレーを使用することにより、拔出しが容易に行なえ、弁本体の錆付防止にもなる。

10) 噴口摩耗量は6000時間の使用で外表面付近で最大0.025mmであり、内部に行く程小さく、ラッパ状になる。チップ焼損大で使用不能のものは約0.05mm摩耗するが、機関性能その他への影響は少ない。

11) 開弁圧力は平均的に15kg/cm²低下する。これらは使用初期に下がり、その後は一定となる。機関性能その他への影響はない。

12) カーボンフラワーはチップの温度が高いため、全ての弁に付着するが、その成長はある程度で止まる。このカーボンが赤熱し、チップ焼損の一因となることが考えられる。

13) ハンドポンプの噴射試験で良好なものと、棒状に噴射し、噴射音のない不良なものとを、実際の噴射状況の再現によつて比較すれば、高速運転時はもちろん港内低速状態でも大差は認められない。

14) この不良弁の実際の燃焼、機関性能、熱負荷などへの影響も少ない。

15) これらより考慮し、従来の小さいハンドポンプによる噴霧、噴射音の管理は意味のないものとなつた。ハンドポンプでは開弁圧力調整、油洩れの有無確認だけで十分である。

16) 噴射最高圧力は6000時間使用で約30kg/cm²低下する。チップ焼損が進んで噴口にまでおよび、噴口摩耗量が大きくなり、使用不能の状態になれば、約80kg/cm²低下する。

17) したがつて、噴射最高圧力を測定することにより使用限度を検出することが可能である。

18) アトマイザの侵食に対し、上述の改良を加えれば、燃料弁の取替時間は従来の800~1000時間より大幅に延長でき、1年間無開放も可能であるが、当面は安全を期してDOCK TO DOCKの間で1度、したがつて、3000~4000時間とすればよい。

19) 燃料弁の寿命はアトマイザが破孔するまでであるが、管理のしやすさと使用実績により約1年、DOCK TO DOCKと定め、入渠時アトマイザは廃却し、スピンドル、ガイドその他は補修するにすればよい。

20) 取扱い者側の管理でとくに注意すべきは、燃料弁冷却油と燃料の管理である。冷却油は清浄なものを使用し、入口温度はできるだけ低くし、アトマイザチップ焼損を防止する方向にすべきである。

(3) 水冷式燃料弁の長期無開放化の研究

水冷式燃料弁においては冷却効果が良好である反面、弁・シート部の損耗、噴孔の摩耗拡大などによる噴霧やキレの不良といった経年的な弁機能の低下の他に、腐食やガス洩れによるノズル外衣の損傷が多く発生しているので、これら問題点を改善し耐久力を向上させるため、主として基礎的な実験と調査、供試弁の設計・製作を行ない、また実船試験を開始した。

(a) 弁・シートの耐久性向上試験

弁・シートの組合せは耐久性を支配する因子の一つであるので、組合せを変更した6種類のノズルについて、陸上実機試験(IHI-SULZER 6 RND 76)を行なつた後、2隻の供試船の主機(7 RND 68 および7 RND 76)に組込んだ。陸上実機試験の結果から、燃焼上は弁浮き形が多少有利かと判断されたが、正確

表2 実船試験用供試弁のノズル外衣材

材料名称	試用理由	装着する供試弁とその個数			
		供試弁型式	A 船 7 RND 68	B 船 7 RND 76	C 船 8 RD 76
SUS 32	従来の標準品で新材料との比較のため	SR-N 1	2		
STELLITE No. 6	現在の標準品で新材料との比較のため	SR-N 2	4	4	
HASTELLOY C	硫酸濃度全域にわたり耐食良好	SR-N 6	4		
METECO 16 C	同上 硬度も高い	SR-N 4		4	
COLMONOY No. 6	硫酸濃度が高くなつても耐食良好、硬度も高い	SR-N 5		4	
CHRONIC 6	稀硫酸に耐食良好、硬度も高い	SR-N 3	4	2	外衣材のみ変更(3)
合	計		14	14	3

な評価は実船試験の結果をまたねばならない。

(b) ノズル外衣の耐食性向上試験

水冷式弁ではノズル外衣の腐食が比較的短時間の使用で顕著に発生するためノズルの寿命に大きな影響をおよぼしている。そこで、実験室におけるノズル外衣材の硫酸腐食試験、陸上実機によるノズル外衣の温度計測、ノズル外衣焼付時の応力計測を行ない、これらの結果を総合判断して、実船試験用供試弁のノズル外衣材を表2のとおり決定し、これを3隻の供試船主機に組込み、実船試験を開始した。

(c) ノズル外衣のガス洩れ防止対策試験

燃料弁ノズル外衣嵌込部からのガス洩れを防止することは弁の耐久性を向上する一つの要案であるため、これを根本的に解決するため、溶接形およびボアクーリング形の燃料弁を設計・製作した上実船試験を開始した。

溶接形供試弁の外衣部にはクロニック6を、ノズル本体には窒化鋼を用い、溶接方法としては種々検討の結果、アルゴン溶接法を採用して製作することとした。

ボアクーリング形燃料弁はノズル材としてニッケルクロムモリブデン鋼を用い、ドリル孔の塞栓はネジ部を摺合せした上ロックタイトを塗付して取付けた。

なお、ボアクーリング形弁は従来形とは全く冷却方式が異なるため、陸上実機試験を行なつて弁冷却について問題がないことを確認した。(潮田)

造研が実施せる研究成果の有効な利用方法に関する調査

研究部会：SR 200 (部会長 寺沢一雄氏)

日本造船研究協会においては昭和27年度より現在にいたるまで種々の研究課題について多くの研究が実施され、多大の成果をあげてきている。

ところで、これらの研究内容については互に関連のある問題が多く、それぞれの研究成果の間の比較検討が十分なされないうまま独立に用いられている場合も少なくない。たとえば、疲労強度に関する研究は本会においても多くの研究部会の中で行なわれているが、この種の実験的研究には多大の時間と多くの実験設備を必要とするので、個々の研究課題については研究内容に制限があり、限られた範囲の問題の解明に主眼をおかざるを得ない。したがって、個々の研究成果はある条件におけるものであり、また疲労強度はばらつきが多いので船体の疲労強

度を検討する場合には、できるかぎり多くの研究成果を比較検討し総合しなければ信頼性ある資料として使用することは困難である。

同様に、実船試験関係についても各研究部会で多くの実船試験が行なわれ、それぞれ成果をあげているが、おのおの実験目的および計測内容は限定されたものであるので、これらの成果を総合的に検討の上とりまとめ、設計に役立つ資料とする必要がある。

さらに、振動関係の研究は本会においては、主として第94研究部会および第112研究部会において実施され、実験的、理論的に多くの成果を得ているが、これに国内、国外で行なつた数多くの研究成果を加えた上、整理総合し局部振動も含む船体振動全体について直接設計に使用できる資料とすることが望まれる。

そこで本調査は、実船試験、疲労強度および振動に關し、それぞれ本会各研究部会で得られた研究成果をとりまとめ、互に関連のある問題については比較検討し、さらに、内外の文献をも参考にして設計に効果的に利用し得るような形で各研究成果のとりまとめを行なうため、その第1年度として次の調査を実施した。

(1) 実船試験関係研究成果の調査

本会各研究部会において実施された実船試験関係の成果を、船体強度、耐航性能、推進性能、振動、装置性能、防食防汚、その他の各試験に分類した上、供試船別に計測要領、成果、報告書番号等を記載した実船試験一覧表を作成した。

(2) 疲労強度関係研究成果の調査

本会実施の研究の成果のみでなく、広く内外の疲労強度に関する研究成果を調査し、船体構造の疲労設計に対する基本的な考え方について、疲労亀裂発生寿命および疲労亀裂伝播寿命の二つの見方から検討を行ない、これに関連する諸項目をとりまとめた。また、船体構造以外の構造物(クレーン、航空機、圧力容器)の疲労設計に関する考え方を調査した。

(3) 振動関係研究成果の調査

本会第94研究部会および第112研究部会等で得られた研究成果および内外の船体振動関係の文献をあわせて調査して、局部振動、機関・軸系振動も含めた船舶の振動全体にわたる船舶振動設計便覧(仮題)としてまとめることとして、まず、目次案の作成、記号の統一、一部原稿案の作成等を行なつた。(潮田)

8-4-6 独立型圧力容器方式タンク

独立型圧力容器方式タンクは球形、円筒形等のいわゆる回転体形状の容器で、独立方形型式に比較すると応力解析が容易であり、各規則共タイプ B タンクまたはタイプ C タンクを想定している。以下、各規則について紹介する。

〔独立型圧力容器方式タンク最少板厚〕

圧力容器方式タンクは次に紹介する内圧、座屈および限定最少板厚（船体構造でいういわゆるコンパートメント ミニマムに相当）でまず最少の板厚を決める

内圧により板厚を定める算式

(1) 胴板の膜応力による板厚

内圧力を受ける円筒形および球形のタンクのシエル（胴）は内径に対して板厚が十分に薄いので内圧による膜応力を求める算式に基づいた次の式を使用して板厚を求めることができる。

$$t = \frac{PR_i}{fx - mP} \text{ (mm); 円筒胴板} \dots\dots(8.150)$$

(ただし、 $m=0.5$; NK, IACS 案等)

$$t = \frac{PR_i}{2fx - mP} \text{ (mm); 球形胴板} \dots\dots(8.151)$$

(ただし、 $m=0.6$; NK, IACS 案等)

$$t = \frac{PD_k}{2fx - mP} \frac{1}{\cos \alpha} \text{ (mm); 円錐胴板, } \alpha \leq 70^\circ \dots\dots(8.152)$$

(ただし、 $m=1.0$; NK, IACS 案等)

P ; 設計圧力 (kg/cm²)

R_i ; 内半径 (mm)

D_k ; 円錐の大きい方側の内径 (mm)

f ; 一般膜応力に対する許容応力 (kg/cm²)
表 8.26 ないし 29 参照)

x ; 継手効率（材料、溶接の強度および非破壊検査の程度により異なる。LNG タンクの場合、アルミ合金 1.0, 9% Ni 鋼の許容応力を母材の規格値できめ、0.95 とする例が多い）

m ; 胴板の厚さに対する影響で、規格により若干値が異なる。

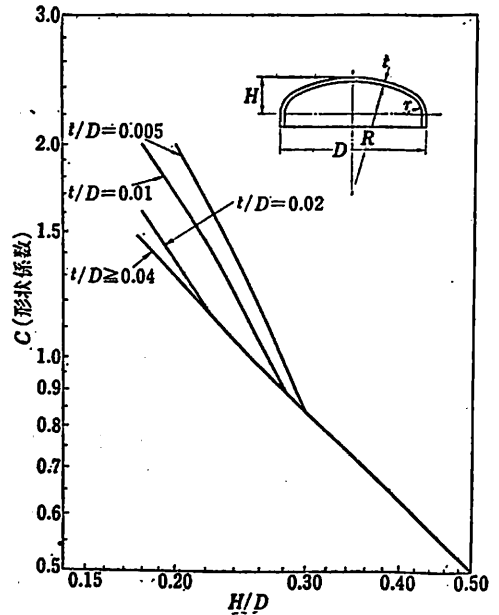


図 8-89 形状係数 (Sharpe factor) の値 (文献 59)

(2) さらに形鏡板 (NK, ISO 案, IACS 案等)

$$t = \frac{PD}{2fx} C \text{ (mm)} \dots\dots(8.153)$$

半球球鏡板のとき、次式で与えられる式および上式のうち大きい方とする。

$$t = \frac{PR}{2fx - 0.5P} \text{ (mm)} \dots\dots(8.154)$$

D ; 鏡板のフランジ部の外径 (mm)

R ; 球面部の内半径

C ; さらに形鏡板の形状係数、IACS 案では各船級協会の基準によることになっている。

図 8-89 に NK, ISO 案による形状係数を示す。

座屈により定まる板厚

LNG タンクのように低圧かつ大容量のタンクはタンクの径に比較して、板厚が薄いので内圧のほか座屈強度によりタンクの板厚を算定する必要がある。この座屈、外圧およびタンクに掛かる曲げ（横置円筒形タンク）について検討しなければならない。

圧力容器形状の構造物（円筒、球、円錐殻等）は補強板または骨組構造物（方形方式タンク、深水タンク等）

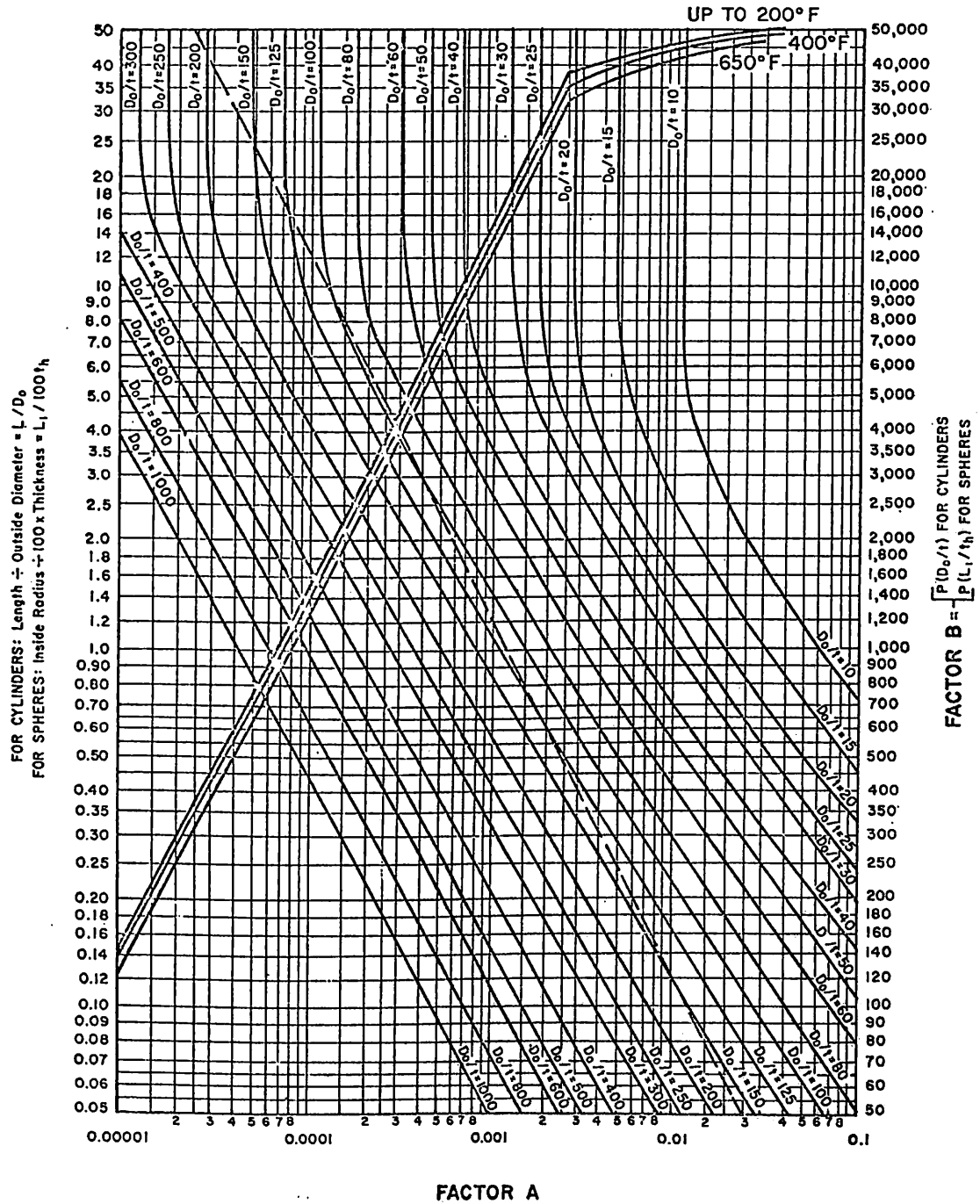


CHART FOR DETERMINING SHELL THICKNESS OF CYLINDRICAL AND SPHERICAL VESSELS UNDER EXTERNAL PRESSURE WHEN CONSTRUCTED OF QUENCHED AND TEMPERED LOW-ALLOY STEEL SA-517A, E, AND F

図 8 90 外圧による板厚計算図表 (9% Ni 鋼)

FOR CYLINDERS: Length + Outside Diameter = L/D_o
 FOR SPHERES: Inside Radius + 100 x Thickness = $L_i/100 t_s$

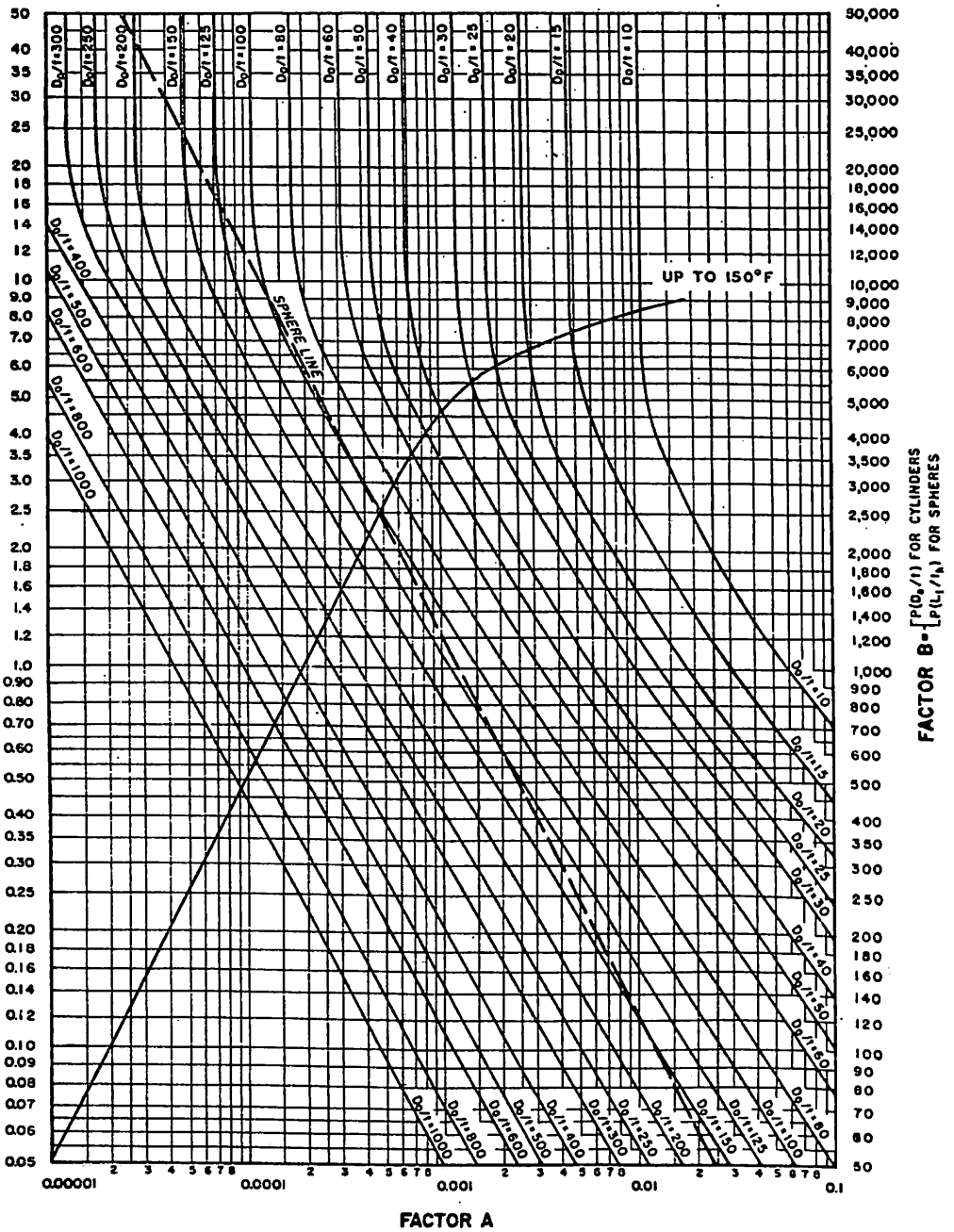


CHART FOR DETERMINING SHELL THICKNESS OF CYLINDRICAL AND SPHERICAL VESSELS UNDER EXTERNAL PRESSURE WHEN CONSTRUCTED OF ALUMINUM ALLOY 5083 IN O OR H-113 TEMPER (For material having a Yield Strength not less than 18,000 psi)

図 8-91 外圧による板厚計算図表 (5083-0 アルミ合金)

に比較して、より軽量の薄肉構造となることから、座屈現象は補強板の場合に比べて急激に起り、構造物全体が崩壊する傾向をもっている。圧力容器形状の構造物の座屈に関しては多くの理論的および実験的研究（例えば、文献44）があるが、実験的にかかなりバラツキがある。したがって、実際の適用にあたっては、ある算式を用いて求めた座屈荷重を、相当大きな安全係数（例えば3または4）で割つたものを許容荷重とするような配慮が払われている。

以下、各種の規格等に示される算式等を紹介する。

(1) 外圧に対する円筒胴板および球形胴板の板厚 (ASME Sec. VIII Div. 1 による方法)

- t ; コロージョンマージンを除いた円筒胴板の最低板厚 (inch)
- t_h ; コロージョンマージンを除いた球形胴板の最低板厚 (inch)
- L ; スチフナ間の有効長さ (inch), 図 8-92 参照.
- L_1 ; 球の内半径 (inch)
- D_o ; 考慮する個所の円筒の外径 (inch)
- P_o ; 設計外圧 (psi)

円筒胴板; 次の手順による。

- ① t を適当に仮定し, L/D_o および D_o/t を計算
- ② 図 8-90 (9% Ni 鋼に対して適用) または 図 8-91 (5083-0 アルミ合金に対して適用) により L/D_o に対する D_o/t の点を求め, この点から図に垂線を引き設計温度ラインとの交点を求め, この交点から水平線を引くと B 値 (Factor B) を求めることができる。
- ③ ②により求めた B 値から, 許容外圧 $P_o = B/(D/t_o)$ を計算する。 $P_o \geq P$ ならば外圧に対して安全であると考える。 $P_o < P$ のときは t を増して計算を繰り返す。

球形胴板; 次の手順による。

- ① t_h を適当に仮定。 L_1/t_h および $L_1/100 t_h$ を計算。
- ② 円筒胴板の D_o/t の斜線代りに Sphere line を用いて, 円筒胴板と同じ手法で B 値を求める。
- ③ $P_o = B/(L_1/t_o) \geq P_o$ か否かを判定する。

この方法は崩壊外圧 (P_c) を求める式 (Windenburg) および崩壊圧力 (P_c) と崩壊時における圧縮応力 (σ_c) の関係式が基礎となっている。

$$P_c = \frac{2.6 E \left(\frac{t}{D_o}\right)^{5/2}}{\frac{L}{D_o} - 0.45 \left(\frac{t}{D_o}\right)^{1/2}} \quad \dots\dots(8.155)$$

$$P_c = 2\sigma_c \left(\frac{t}{D_o}\right) \quad \dots\dots(8.156)$$

上の2つの式から次式を得る。

$$\therefore \frac{\sigma_c}{E} = \frac{1.3 \left(\frac{t}{D_o}\right)^{3/2}}{\left(\frac{L}{D_o}\right)} \quad \dots\dots(8.157)$$

また, 許容外圧 $= P_c/4$ として次式の関係を得る。

$$P_o \left(\frac{D_o}{t}\right) = \frac{\sigma_c}{2} \quad \dots\dots(8.158)$$

上式中, E は弾性係数, その他は最初の定義と同じ。すなわち, (8.157) 式および (8.158) 式を材料の降伏点および弾性係数ごとに示したのが, 図 8-90 および 8-91 である。

(2) 円筒胴板のスチフナ (NK, IACS 案)

円筒胴板補強のスチフナリングの断面二次モーメント (I_x) は次式以下としてはならない。

$$I_x = \frac{0.18 D_o P L D_s^2}{E} \quad (\text{cm}^4) \quad \dots\dots(8.159)$$

- D_o ; 円筒の外径 (cm)
- D_s ; スチフナ中性軸の直径 (cm)
- P ; 設計外圧 (kg/cm^2)
- L ; スチフナの有効スペース (cm) (図 8-92 参照)
- E ; 弾性係数 (kg/cm^2)
- I_x ; $L_s = 0.75\sqrt{D_o t}$ を有効幅として求める (t ; cm)

(3) 円筒胴板のスチフナ (ASME Sec VIII Div. 1)

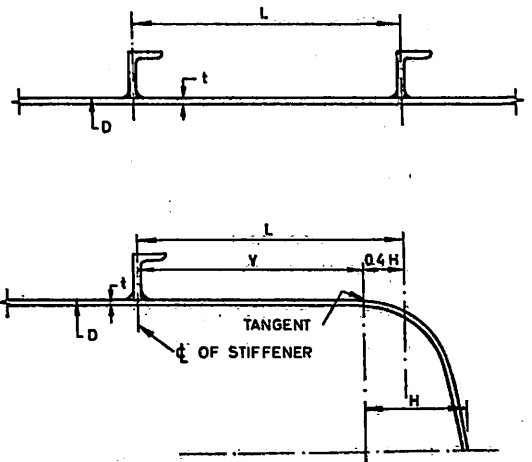


図 9-92 Effective Length of Cylinders Subject to External Pressure

$$I_x = \frac{D_o^2 L \left(t + \frac{A_s}{L} \right) A}{14} \text{ (inch}^4\text{)} \dots\dots(8.160)$$

D_o, L ; (2)と同じ, ただし単位は inch

A_s ; スチフナの断面積 (inch²)

A ; 図8-91または8-92による A 値 (A factor) で $B = PD_o / (t + A_s / L)$ によって求めた B と材料-温度を示す斜線から求める。

(4) 球形胴板の板厚 (NK, IACS 案)

等分布外圧の崩壊外圧 (P_c) は次式で計算する。

$$P_c = 0.24 E \left(\frac{t}{R} \right)^2 \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots(8.161)$$

E ; 弾性係数 (kg/cm²)

t ; 胴板板厚 (mm)

R ; 球の外径 (mm)

上式により求めた崩壊圧力 P_c と設計外圧の間に

$$P_c \leq P_c / 3 \dots\dots(8.162)$$

の関係があれば座屈強度は満足するものとする。

上式は Kármán の与えた崩壊外圧の 2/3 の崩壊外圧を与えることになる。

(5) 円筒型タンクの長手方向圧縮応力; 曲げを考慮した座屈強度 (NK, IACS 案)

タンク長手方向の圧縮応力は次式に満足しなければならない。

$$\sigma_x \leq E \frac{0.2 t / R_i}{1 + 0.004 E / \sigma_Y} \dots\dots(8.162)$$

σ_x は次式により計算する。

$$\sigma_x = \frac{PR_i}{2t} + \frac{W}{2\pi R_i t} \pm \frac{M}{\pi R_i^2 t} \dots\dots(8.163)$$

σ_x ; 圧縮応力 (kg/cm²)

t ; コロージョンマージンを除く胴板の厚さ (cm), 最初の想定厚さ

R_i ; 内半径 (cm)

E ; 材料の弾性係数 (kg/cm²)

σ_Y ; 設計温度における降伏点または0.2%歪耐力 (kg/cm²)

P ; 内圧 (kg/cm²)

W ; 長手方向の全圧縮荷重 (kg)

M ; 曲げモーメント (kg-cm)

前述の計算は就航中にかかる荷重の組合わせを考慮して行なうこと。板厚は容器が圧力を受けない状態で働く荷重によって決めて差しつかえない。また、荷重(支点での反力等)をうける個所での局部強度は別個検討しなければならない。

限定最少板厚

内圧および座屈で定まる板厚のほか、溶接、工作等の要件から、材料によって限定された最少の板厚が定められている。例えば、IACS 案ではフェライト鋼 5 mm, オーステナイト鋼 3 mm およびアルミ合金 7 mm の限定最少板厚を定めている。

.. これまで紹介した内圧および座屈による算式により、圧力容器型タンクの基本的な板厚が定められる。

直径 10 m の球形タンクを次の条件で設計したときの例を示す。

- 貨物の比重=0.5
- 材料 ASTM A 553 (9% Ni 鋼), 引張り強さ=70.3 kg/mm², 0.2% 耐力=59.8 kg/mm², 溶接継手部強度として母材の95%。
- 垂直方向最大加速度=0.6 g
- 設計蒸気圧=0.25+2+0.3×10×0.5=3.75 kg/cm²
- 一般膜応力に対する母材の許容応力=1/4×0.95×70.3=16.7 kg/mm²=(1670 kg/cm²)

内圧により定まる板厚 (タンク底部) は

$$t = \frac{(3.75+0.8) \times 5000}{2 \times 1670 - 0.6 \times (3.75+0.8)} = 6.8$$

となる。さらに、設計外圧を 0.3 kg/cm² と仮定すると

$$t = \sqrt{\frac{3 \times 0.3}{0.24 \times 2.1 \times \frac{1}{5^2}}} = 8.5 \text{ mm}$$

となる。したがって、この例では板厚は少なくとも 6.8 mm (内圧), 8.5 mm (座屈) および 5 mm (限定最少板厚) のうち、大きい値以上とする必要があり、この例では座屈によって寸法が決まる。

(独立型圧力容器方式タンクの応力解析)

常温加圧式の LPG タンクは設計蒸気圧に比較的高い圧力(貨物温度 45°C の蒸気圧 16 kg/cm²)を使うため、設計蒸気圧が作用応力に対し、圧倒的な影響を与えるので前述の内厚で定める板厚で構造寸法を定め、構造詳細を圧力容器のプラクティスに合わせて設計すれば、特別な応力解析を行なう必要はない。

しかし、LNG タンクのように大型化し、貨物の重量(貨物重量に作用する動的な影響を含む)、タンク支持部の局部強度; タンク支持から伝わる反力および船体変形、熱応力(満載時の定常的な影響、半載時の定常的影響、積揚荷役時等の過度的影響)等による作用応力が無視できなくなる場合は、前述の最少板厚を定める算式から板厚を定める一方、実証、タンクのタイプ (A, B or C) および構造部分の重要度に応じて詳細な応力解析を

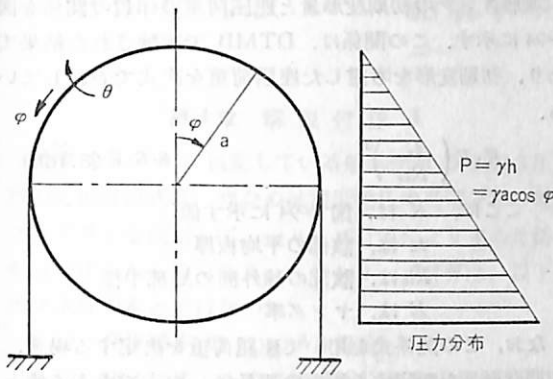


図 8-93 球形タンクの支持方法の一例

行ない、構造寸法を定める必要がある。

この応力解析は 8-3-6 に説明した種々のケースについて行なう。また、独立型圧力容器方式タンクは一般にタイプ B 以上のタンクとして計画されることになると思われる。この場合は 8-4-7 に示すように詳細な応力解析のほか、疲労強度、破壊機構解析等が必要である。

以下、簡単な応力分布の例について述べる。

タンクの形状（円筒形、球形等）および支持方式により、応力解析方法も異なるが、何れも支持部附近の局所的な応力分布が問題となる。また、タンク支持構造からの反力の影響は円筒形タンクの場合、〔独立型圧力容器方式タンクの最少板厚〕で示したように曲げを考慮した座屈強度が最も重要である。

球形タンクの場合、理想的には赤道部で支持する方法で、タンクに曲げがかからないように支持することができる。

図 8-93 に示すタンクにつきタンク支持部の垂直反力を考慮した応力分布（膜力）を求める。すなわち、8-3-

2(8.29) 式から、子午線方向の膜力を N_φ 、周方向の膜力を N_θ とすると、次式のようになる。

$$0 \leq \varphi \leq \pi/2$$

$$N_\varphi = \frac{\gamma a^2}{6} \left(1 - \frac{2 \cos^2 \varphi}{1 + \cos \varphi} \right) \dots\dots\dots (8.164)$$

$$N_\theta = \frac{\gamma a^2}{6} \left(5 - 6 \cos \varphi + \frac{2 \cos^2 \varphi}{1 + \cos \varphi} \right) \dots (8.165)$$

$$\pi/2 \leq \varphi \leq \pi$$

$$N_\varphi = \frac{\gamma a^2}{6} \left(5 + \frac{2 \cos^2 \varphi}{1 - \cos \varphi} \right) \dots\dots\dots (8.166)$$

$$N_\theta = \frac{\gamma a^2}{6} \left(1 - 6 \cos \varphi + \frac{2 \cos^2 \varphi}{1 - \cos \varphi} \right) \dots (8.167)$$

この膜力（応力は膜力を板厚で割ればよい）分布を示すと図 8-94 のようになる。これにより球形タンクに常圧のもとで液体を積んだときの膜応力の分布状態が分る。

タンクを前述の例のように赤道部で垂直反力により支持する方法は最も簡単な例である。実際には変動荷重の影響を考慮した支持部の局部強度が問題となるが、これは場合によっては実験的に検討せざるを得ない。

工作基準など

圧力容器方式タンクに対する工作基準（許容工作誤差等）は、一般に圧力容器規格に準拠するほか、タイプ B または C を想定するので、構造方式に応じた設計者による基準を制定することが要求されている。以下、参考までに NK の規定を示す。

〔NK, LNG 船規準〕

4.7.3 工作基準

-1 工作基準は、4.6.3-2 の規定(8-4-5)に引用、設

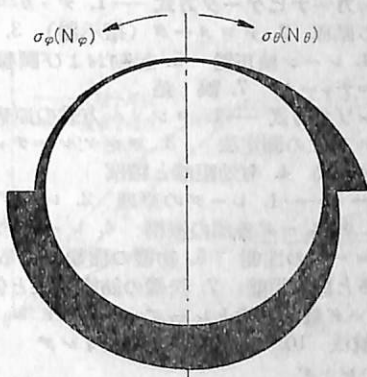


図 8-94 球形タンク（重力式）の応力（膜力）分布

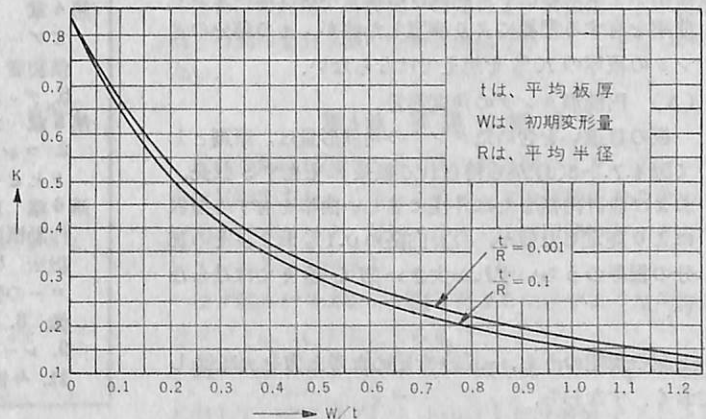


図 8-95 変形と座屈荷重

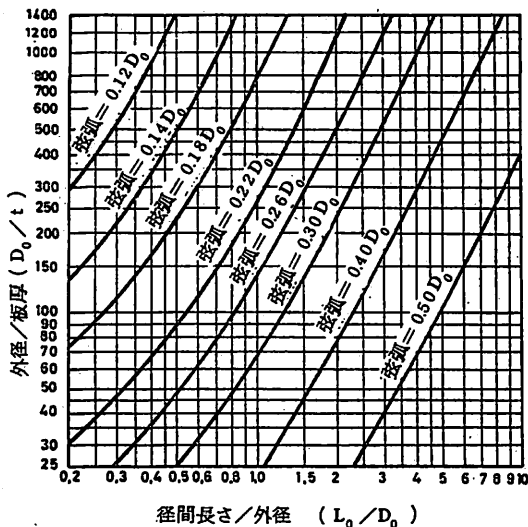


図 4.7.3-3(3)

計者による工作基準制定の規定) によるほか、本条 2 および 3 の規定にもよらなければならない

-2 突合わせ継手の目違い

タンク板相互の突合わせ継手の目違い量は、板厚の 10% 以下を標準とする。

-3 変形量

(1) 真円度

球形および円筒形タンクは、いずれの横断面においてもその箇所の最大内径と最小内径との差が、完成時において設計内径の 1% を越えないようにしなければならない。

(2) 球形タンクの角変形量

板の目違い量を含めたタンクの角変形量は、原則として初期変形の影響を考慮した座屈波形から決まる弧長に相当する弦長、および設計内径または外径に等しい曲率を有する型板により測定した値が、その部分のタンクの板厚の 70% を越えてはならない。

(3) 円筒形タンクの角変形量

板の目違いを含めたタンクの角変形量は、原則として図 4.7.3-3(3) から得られる弧長に相当する弦長、および設計内径または外径に等しい曲率を有する型板により測定した値が、設計内径の 0.1% およびその部分の板厚のうちいずれか大きい方を越えてはならない。

上記の規定のうち、-3(2) を定めた考え方を次に示しておく。すなわち、

球形タンクの初期変形量と座屈荷重の係数の関係を図 8-94 に示す。この関係は、DTMB で実験された結果であり、初期変形を考慮した座屈荷重を次式で表わしている。

$$K \cdot E \left(\frac{t_a}{R_{l0}} \right)^2 \dots\dots\dots (8.168)$$

ここに、 K は、図 8-94 に示す値

t_a は、該部の平均板厚

R_{l0} は、該部の球外面の局部半径

E は、ヤング率

なお、この関係式を用いて座屈荷重を決定する場合、初期変形量を測定する型板の弧長は、次式で求まる値とする。

$$2.42\sqrt{R_l \cdot t_a} \dots\dots\dots (8.169)$$

ここに、 t_a は、該部の平均板厚

R_l は、該部の中立面の局部半径

(未完)

海技入門選書

東京商船大学名誉教授 鮫島直人 著

電波航法入門

A5版 200頁 ¥800 (〒110)

目次

第1章 序 説—1. 電波航法の種類、2. フラウン管 3. 電波の伝播 4. 双曲線 5. 船位の誤差

第2章 無線方向探知機—1. 方位測定の原理 2. センス決定法 3. ペリニトシ式ラジオ=オノメータ 4. 自動方向探知機 5. 方向探知機の誤差 6. 航法 7. 無線方位信号所の種類

第3章 ロラーン方式—1. ロラーンの原理 2. 時間差の測定 3. ロラーン受信器の操作部 4. 地表波と空間波 5. ロラーン=チャートおよびロラーン=テーブル 6. ロラーンの精度

第4章 テッカ=ナビゲータ方式—1. テッカ=ナビゲータの原理 2. デコモータ (指示器) 3. 受信装置 4. レーン校正器 5. 起動および調整 6. テッカ=チャート 7. 誤差

第5章 コンソル方式—1. コンソル方式の原理 2. コンソル方位の測定法 3. コンソル=チャートとピーコン局 4. 有効距離と精度

第6章 レーダ—1. レーダの原理 2. レーダの作動概要 3. レーダ各部の機構 4. レーダの取扱法 5. レーダの性能 6. 物標の種類によるエコーの強さと探知距離 7. 映像の妨害現象と偽像 8. レーダ航路標識とレーダ=チャート 9. レーダ航法 10. レーダ=プロットング 11. 今後のレーダ

第4章 解説付録 1

規準 4.3.2-3 に規定している船体周囲の変動水圧分布の近似計算式は、当会の波浪変動圧の長期分布の電算プログラムを使用して、シリーズ計算により求めた結果を近似化したものである。このシリーズ計算は、以下に示す条件のもとで行なつた。

- (1) 発現確率 Q は 10^{-8} を想定
- (2) 波スペクトルの式は ISSC 提案式を用い、波浪海面の表示は、北大西洋における Walden の whole year の観測データによつた。
- (3) 波浪は、短波頂不規則波とし、船体との出会い角は 30 度ごとに 12 等分して変化させ、その確率はすべて等しいとした。
- (4) C_b は 0.55, 0.65, 0.75, 0.8, 0.85 の 5 ケースについてシリーズ計算し、 C_b の変化による変動水圧の変化を調査した。
- (5) L/B は 5, 6, 7, 8 のケースについてシリーズ計算し、 L/B の変化による変動水圧の変化を調査した。
- (6) 荒天時の操船については、波との相対針路、速度低下、荒天避行等が考えられるが、本計算では、波との相対針路、荒天避航の二つによる効果を考慮した。相対針路としては横波（両舷 30 度の範囲）を避け、荒天避行に関しては、長さが 200 m 以上の船は荒天避航は行なわないものとし、また 100 m 以下の船は波高 10 m 以上の波は避けるものと仮定した。これらの条件のもとでシリーズ計算し船の長さをパラメータとした結果を図 4 付 1-1 に示す。 C_b および L/B の変化が、水線部、ビルジ部の変動水圧に及ぼす影響は小さいので、 C_b および L/B は、船体周囲の変動水圧の近似計算式

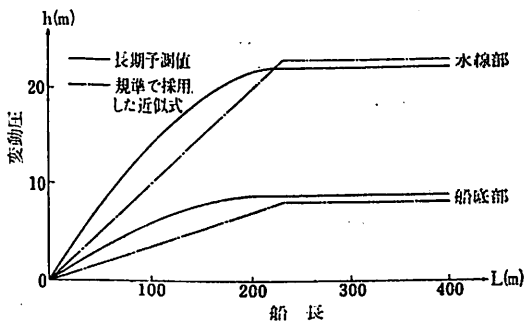


図 4 付 1-1 船体中央部における水線部および船底部の変動水圧 ($Q=10^{-8}$)

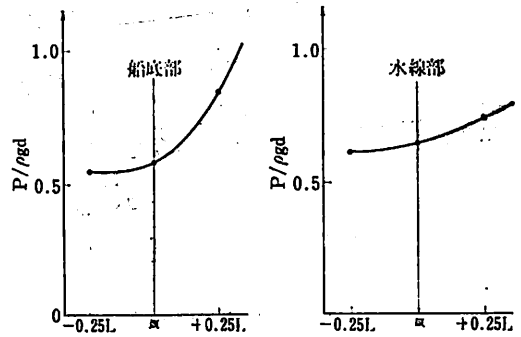


図 4 付 1-2 変動水圧の船の長さ方向の分布

にはパラメータとして導入しなかつた。

一方、船の長さ方向の変動水圧の分布を図 4 付 1-2 に示す。この計算は、 $L=150$ m, $L/B=7$, $C_b=0.65$ の船を想定して求めた分布である。この分布を近似化したものが規準 4.3.2-3 の規定における β である。同図から明らかであるが、船の中央から後方の変動水圧の値は、船体中央部の値とほぼ等しいため後方では $\beta=1$ とした。

なお、フルード数の変化による影響も調査し $F_n=0.1 \sim 0.2$ について比較計算したが、水線部においては、フルード数の変化による変動水圧の変化はほとんどなく、ビルジ部については、 $F_n=0.2$ のときの変動水圧は $F_n=0.1$ のときのその 15~16% 増しとなるが、これも無視した。

上甲板側部変動水頭は、水線部の変動水頭が、 $1.025 \times (D-d)$ の値以上となつた場合生じるが、この場合、上甲板より上部の構造物に対してこの変動水頭分の海水を考慮する必要はない。

なお、水線部と船底部との間および水線部と上甲板側部との間の変動水頭の分布は直線分布としてさしつかえない。

第4章 解説付録 2

船体運動に起因する各方向の加速度により、タンク内には変動圧力が生じる。このタンク内変動圧力の求め方を角型形状タンク、球形タンクおよび円筒形タンクについてそれぞれ説明する。

まず図 4 付 2-1 および図 4 付 2-2 に示すような角型形状タンクについて考えてみる。

図 4 付 2-1 から $T.B_{hd} \textcircled{2}$ の圧力は $T.B_{hd} \textcircled{1}$ の圧力に対して一様に $Lr \left(\frac{\ddot{X}}{g} + \sin \phi \right)$ だけ増加することに

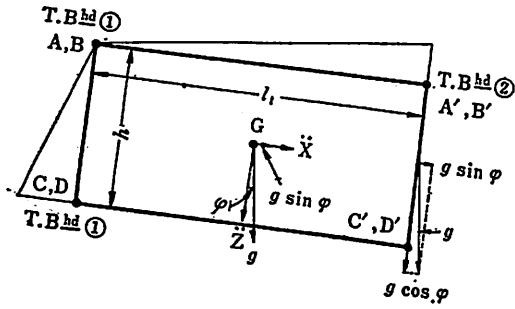


図4付2-1 前後方向加速度 (a_x)

なる。

また、T.Bhd ①のコーナ部各点((A, B, C, D)の圧力は図4付2-2から近似的に次のようになる。

$$B; b_1 \gamma \left\{ \left(\frac{\ddot{Y}}{g} + \cos \varphi \sin \theta \right) + \frac{\ddot{Z}}{g} \sin \theta \right\}$$

$$C; h \gamma \left(\frac{\ddot{Z}}{g} + \cos \varphi \right) \cos \theta$$

$$D; b_1 \gamma \left\{ \left(\frac{\ddot{Y}}{g} + \cos \varphi \sin \theta \right) + \frac{\ddot{Z}}{g} \sin \theta \right\} + h \gamma \left(\frac{\ddot{Z}}{g} \cos \varphi \right) \cos \theta$$

各方向加速度および傾斜相互間の位相差を考慮すると、B点の圧力は次式で近似できると考えられる。

$$B; b_1 \gamma \left(\frac{\ddot{Y}}{g} + \sin \theta \right); \cos \varphi \rightarrow 1, \ddot{Z} \cdot \sin \theta \rightarrow 0$$

同様に

$$C; h \gamma \left(1 + \frac{\ddot{Z}}{g} \right); \ddot{Z} \cdot \cos \theta \rightarrow \ddot{Z}, \cos \varphi \cdot \cos \theta \rightarrow 1$$

$$D; b_1 \gamma \left(\frac{\ddot{Y}}{g} + \sin \theta \right) + h \gamma \left(1 + \frac{\ddot{Z}}{g} \right)$$

このような方法で内圧分布を表わすものとすれば、図4付2-3および図4付2-4に示すような状態におけるタ

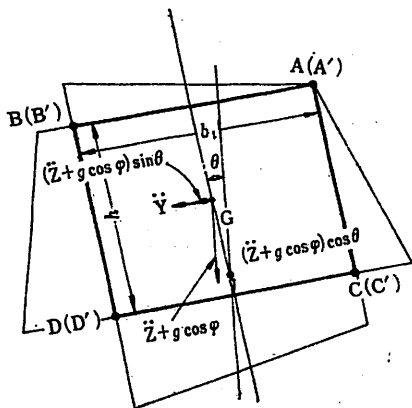


図4付2-2 左右方向加速度 (a_y)

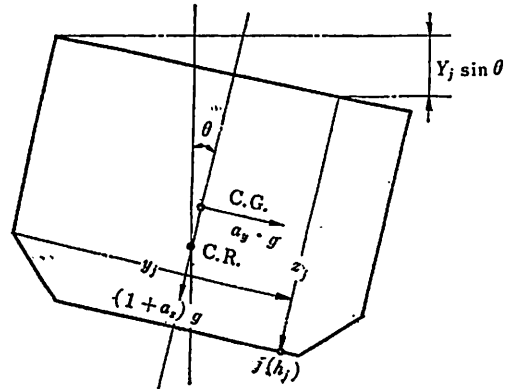


図4付2-3

ンク壁上任意の点jの水頭 h_j は次のようにして与えられる。変動成分を各方向別に $\ddot{Y}/g + \sin \theta \equiv a_y$, $\ddot{Z}/g = a_z$, $\ddot{X}/g + \sin \varphi \equiv a_x$ とおきそれぞれが同時に最大値を採らない(位相差)ことを、各方向の圧力成分の二乗和平方根法により近似して動圧を求め静圧に加えて

$$h_j = 10 P_0 + \gamma z_j + \gamma \sqrt{(x_j a_x)^2 + (y_j a_y)^2 + (z_j a_z)^2} \quad (1)$$

ここに、 P_0 は設計蒸気圧、 a_x , a_y , は縦および横方向加速度に重力の成分を考慮したもとのとする。 a_x , a_y , a_z の最大値を、直接計算する場合は、対象とする海域の不規則波中において $Q=10^{-8}$ の確率で起こり得る値とし、そうでない場合には規準4.3.2-2から近似的に求められる値とする。

なお、(1)式で与えられる内圧の算定式は、液体が非圧縮性でタンクが完全に剛とし、かつ気相がまったくない状態を想定したものであつて、実際のLNGタンクでは、積み付け率が99%程度で気相がわずかにあり、かつタンク壁がたわむことを考慮すると、タンクの左右で絶対値がほぼ等しい正負の動圧が生じることも考えられる。この負の動圧は、圧力の増加する側の壁が外側にふくらめばその分だけ反対側の壁が内側にへこむことから、またタンク壁が剛に近い場合でも気相がごくわずかにあれば、タンク壁のわずかなたわみにより気相の容積が大きく変化し $PV = \text{const}$ (ボイルの法則) により気相

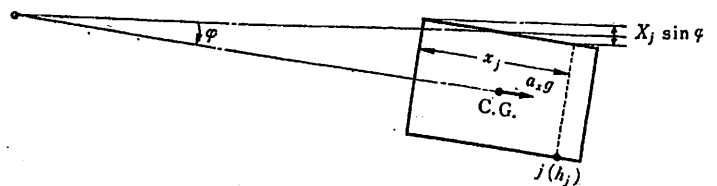


図4付2-4

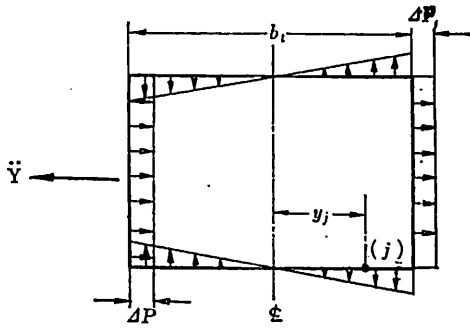


図4付2-5 負圧効果

圧 P は大きく低下する (大気圧以下になる) ことから見掛け上生じるものである。

このような負の動圧効果を実験的にモデルタンク実験により確認すれば, (1) 式による内圧分布は別考慮してよい。

この場合, たとえば左右方向加速度による側壁の付加圧 ΔP は

$$\Delta P = \pm \rho \frac{b_l}{2} \ddot{Y} = \pm \gamma \frac{b_l}{2} (a_Y - \sin\theta)$$

として与えられる (図4付2-5参照)。

したがって, (1) 式による内圧分布のうち左右方向の圧力成分は, 加速度によるものと傾斜によるものとを分けて考慮する必要がある。

また, 各方向加速度の長期予測を重力の成分すなわち傾斜を含めないで行なうコンピュータプログラムの存在を考慮して, 次に加速度と傾斜を独立に考慮した場合の内圧分布の近似式を求めておく。

この場合, 図4付2-3および図4付2-4において傾斜による増圧を別に考慮すると (1) 式に対応する内圧分布は次式で近似できると考えられる。

$$h_j = 10 P_0 + \gamma Z_j + \gamma \{ \sqrt{x_j^2 \sin^2 \varphi + y_j^2 \sin^2 \theta} + \sqrt{(x_j A_x)^2 + (y_j A_y)^2 + (z_j A_z)^2} \} \quad (2)$$

ここに, $A_x = \ddot{X}/g$, $A_y = \ddot{Y}/g$, $A_z = \ddot{Z}/g$, \ddot{X} , \ddot{Y} , \ddot{Z} は各方向の加速度で 10^{-8} の確率で起こり得る最大期待値, φ および θ は, ピッチング角およびローリング角で 10^{-8} の最大期待値とする

なお, 長期予測を行なわない場合には適当な略算式を採用してよいが, ピッチング角およびローリング角 (片振幅) は次式による近似値とする。

$$\left. \begin{aligned} \varphi &= 0.175 - \frac{0.025}{100} L \text{ (rad)} \\ \theta &= \frac{300}{\sqrt{L}} + 10 \text{ (deg)} = 1.667 \frac{\pi}{\sqrt{L}} + 0.175 \text{ (rad)} \end{aligned} \right\} (3)$$

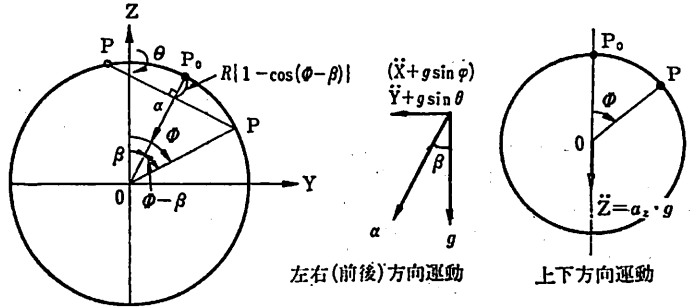


図4付2-6 球形タンクにおける加速度 (P_0 : 圧力の起点)

ただし $\theta_{\max} = 0.611$

次に球形タンクの内圧分布について考えてみる。

この場合, 角型形状タンクと違い左右方向および前後方向の加速度と上下方向加速度とは影響が異なる。すなわち, 左右あるいは前後方向加速度が作用する場合, 圧力の起点が頂点 (北極) から外れることを考慮する必要がある。重力場において $a_Y = \ddot{Y}/g + \sin\theta$ とし, ヒール角と左右方向加速度を同時に考慮して, 図4付2-6に示すようにアップライトの状態では左右方向運動による内圧を求める。

この場合, a_Y なる加速度の作用する子午線面において (図4付2-6参照) 重力の加速度 g と左右方向加速度 $(\ddot{Y}/g + \sin\theta) = a_Y g$ の二つの加速度をベクトルとして合成したベクトル \vec{a} が球心 O に作用し, ベクトル \vec{a} のタンク壁との交点 P_0 を起点として圧力が定まる。

すなわち, 図4付2-6から

$$P = \rho \alpha R \{ 1 - \cos(\theta - \beta) \}$$

ここに

$$\cos \beta = 1 / \sqrt{1 + a_Y^2}$$

$$\sin \beta = a_Y / \sqrt{1 + a_Y^2}$$

R : 球の半径 (m)

ρ : 液の密度

$\alpha = \sqrt{1 + a_Y^2} g$ であるから結局

$$P = 0.17 R \{ \sqrt{1 + a_Y^2} - \cos\theta - a_Y \sin\theta \} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (4)$$

ここに, T : 液の比重 (t/m^3)

上式による内圧は, 図4付2-7において $\theta = \pi/2$ の子午線面に対するものである。任意の θ の面に対しては赤道面での圧力を視察することにより

$$P(\theta, \theta) = 0.17 R \{ \sqrt{1 + a_Y^2} - \cos\theta - a_Y \sin\theta \sin\theta \} \quad (5)$$

となる。

これより, 重力の加速度による圧力

$$P = 0.17 R (1 - \cos\theta)$$

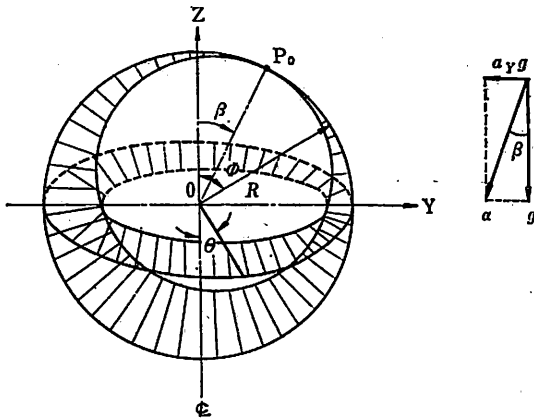


図4付2-7. 球形タンクの内圧分布

を差し引けば、左右方向加速度 (ayg) による圧力の増加分が求められる。すなわち

$$\Delta P_1 = 0.1 \gamma R \{ \sqrt{1+ayg^2} - ayg \sin\theta - 1 \} \quad (6)$$

前後方向についても同様に求められる。

$ax = \ddot{X}/g + \sin\phi$ とすれば

$$\Delta P_2 = 0.1 \gamma R \{ \sqrt{1+ax^2} - ax \sin\theta \cos\theta - 1 \} \quad (7)$$

上下方向加速度 (azg) による増圧は

$$\Delta P_3 = 0.1 \gamma R az (1 - \cos\theta)$$

$\Delta P_1, \Delta P_2, \Delta P_3$ の各方向変動圧の位相差を二乗和平方根法により評価するものとすれば、球形タンクの内圧分布は、結局次式で与えられることになる。

$$P(\theta, \phi) = P_0 + 0.1 \gamma R (1 - \cos\theta) + \sqrt{\Delta P_1^2 + \Delta P_2^2 + \Delta P_3^2} \quad (8)$$

ここに

P_0 : 設計蒸気圧 (kg/cm^2)

R : 球の半径 (m)

また、 $ay = \ddot{Y}/g + \sin\phi$, $az = \ddot{Z}/g$ は船の一生のうち

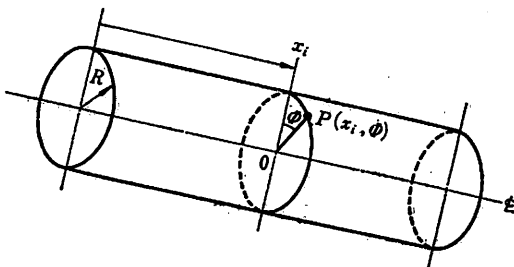


図4付2-8 円筒形タンク

(1) ・タンク内圧分布;

$$h_j = h_{j-st} \pm \sqrt{\sum h_i^2}_{dyn}$$

ここに h_j は、タンク内の任意の点 (j) の全圧力

起こり得る最大値とし、直接計算する場合は、航行海域において 10^{-8} の確率で起こる値とし、近似的に求める場合は、規準 4.3.2-2 の近似式によるものとする。

円筒形タンクの場合、一例として縦方向に水平に設置されたものについて求めておく (図4付2-8参照)。

この場合は球形タンクの内圧と角型形状のタンクの内圧を合成したものとなる。

$$\text{(左右方向)} \quad \Delta P_1 = 0.1 \gamma R (\sqrt{1+ayg^2} - ayg \sin\theta - 1) \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\text{(上下方向)} \quad \Delta P_2 = 0.1 \gamma R az (1 - \cos\theta) \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\text{(前後方向)} \quad \Delta P_3 = 0.1 \gamma x_i ax \quad (\text{kg/cm}^2)$$

$$\text{これらより} \quad P = P_0 + 0.1 \gamma R (1 - \cos\theta)$$

$$+ \sqrt{\Delta P_1^2 + \Delta P_2^2 + \Delta P_3^2} \quad (9)$$

ここに

γ : 貨物の比重 (T/m^3)

R : 円筒の半径 (m)

x_i : 端部から考慮する横断面までの距離 (m)

$$ay = \ddot{Y}/g + \sin\phi$$

$$ax = \ddot{X}/g + \sin\phi$$

$$az = \ddot{Z}/g$$

直立型円筒形・横置型タンクも同様にして求めることができる。

第4章 解説付録 3

規準 4.3.3 (2) に規定しているタンク内圧分布は、船体運動に起因する各方向の加速度の位相差を考慮して変動荷重を二乗和平方根法により求めたものである。この方法で求めたタンク構造部材の応力は、既にタンク内の各方向の変動荷重を考慮した値となっている。一方、他の方法として、各方向の加速度のうち、一方向の加速度のみを考慮したタンク構造部材の変動応力をそれぞれ求め、前後方向の加速度のみを考慮した変動応力を σ_1 、左右方向の加速度のみを考慮した変動応力を σ_2 、上下方向の加速度のみを考慮した変動応力を σ_3 とし、これらの変動応力を運動の位相差を考慮し二乗和平方根法により評価する方法も考えられる。すなわち、全方向の加速度を考慮した変動応力 σ_{dyn} は、次式で求めてもさしつかえない。

$$\sigma_{dyn} = \pm \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2}$$

荷重と応力 (船体とタンクの相互作用力を含む) のこのような関係を使用して等価応力を求める具体的な例を 3 case の場合について示してみる

h_{j-st} は、タンク内の任意の点の静液頭圧のみによる圧力

h_{j-dyn} は、タンク内の任意の点の変動圧力のみによる圧力

h_{j-dyn} を求めるとき用いる各方向加速度は、規準 4.3.2-2 に示す近似式を使用

・船体変動外荷重；

船体周囲の変動水圧は、規準 4.3.2-3 に示す近似式を使用

波浪垂直曲げモーメント M_w は、規準 4.3.2-4 に示す近似式を使用

- | | | |
|------|------------------------------|--|
| i) | タンク内荷重；静荷重 (h_{j-st}) | |
| | 船体外荷重；静荷重 (満載喫水状態) | |
| ii) | タンク内荷重；0 | |
| | 船体外荷重；変動荷重 (M_w + 変動水圧) | |
| iii) | タンク内荷重； $\sqrt{h_{j^2-dyn}}$ | |
| | 船体外荷重；0 | |

(2) ・タンク内圧分布；求めず。ただし、各方向加速度は直接計算により求める。

・船体変動外荷重；すべて直接計算により求める。

- | | | |
|------|--------------------------------|--|
| i) | タンク内荷重；静荷重 (h_{j-st}) | |
| | 船体外荷重；静荷重 (満載喫水状態) | |
| ii) | タンク内荷重；0 | |
| | 船体外荷重；波浪垂直曲げモーメント； σ_1 | |
| | ；水平曲げモーメント； σ_2 | |
| | ；ねじりモーメント； σ_3 | |
| iii) | タンク内荷重；前後方向加速度のみ考慮； σ_4 | |
| | ；左右方向加速度のみ考慮； σ_5 | |
| | ；上下方向加速度のみ考慮； σ_6 | |
| | 船体外荷重；0 | |

(3) ・タンク内圧分布；

$$h_j = h_{j-st} \pm \sqrt{\sum h_{j^2-dyn}}$$

h_{j-dyn} を求めるとき用いる各方向加速度は直接計算による。

・船体変動外荷重；すべて直接計算により求める。

- | | | |
|------|-----------------------------------|--|
| i) | タンク内荷重；静荷重 (h_{j-st}) | |
| | 船体外荷重；静荷重 (満載喫水状態) | |
| ii) | タンク内荷重；0 | |
| | 船体外荷重；波浪垂直曲げモーメント； σ_1 | |
| | ；水平曲げモーメント； σ_2 | |
| | ；ねじりモーメント； σ_3 | |
| iii) | タンク内荷重； $\sqrt{\sum h_{j^2-dyn}}$ | |
| | 船体外荷重；0 | |

これら (1) ないし (3) に示す 3 種類の方法のうち、一般的に (1) はタイプ A タンクに、(2) および (3) は、タイプ B またはタイプ C タンクに適用されるものであるが、そのほか、適当な組み合わせにより等価応力を求める方法は種々考えられる。

第 4 章 解説付録 4

1. タンク板の厚さ

タンク板のパネルは、その周囲が固定された帯板と考えることができるから、便宜上、単位幅のストリップを取り出し両端固定の梁として解析した。方形方式タンクの構造形状は、深水タンクに類似しているが、深水タンク

と違うところは、このタンクが船体構造から独立していることであり、このため内圧荷重によりタンク全体が外に押し広げられることになる。これに起因する軸力による応力 σ_m は、一般に無視できない。

この条件に対する塑性曲げモーメントを M_p とすると、次式で表わすことができる。

$$M_p = \frac{t^2}{4} \cdot \sigma_y \left\{ 1 - \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_y} \right)^2 \right\} \quad (1)$$

ここに、 t はタンク板の板厚

σ_y は、降伏応力

σ_m は、軸応力

一方、梁に等分布荷重 $h(\text{T/m}^2)$ が作用する場合の梁端部の曲げモーメントは、防撓材の心距を $S(\text{m})$ とすると次式で表わされる。

$$\frac{hS^2}{12} \quad (2)$$

この曲げモーメントが、全塑性曲げモーメント M_p に等しくなった状態を想定（すなわち、両端に塑性関節を想定）して設計基準とした。(1)式と(2)式を等置し、さらに、塑性時のポアソン比 $\nu(=0.5)$ で σ_y を修正すると(3)式が得られる。

$$t = \sqrt{\frac{C}{3 \left\{ 1 - \left(\frac{\sigma_m}{\sigma_y} \right)^2 \right\}} \cdot \frac{1000}{\sigma_y \sqrt{1 - \nu + \nu^2}} \cdot S \sqrt{h}} \quad (3)$$

(3)式において、軸応力 σ_m を $0.35\sigma_y$ と想定し、 C は安全係数で、 1.4 とすると、(3)式は、次式で表わすことができる

$$t = \frac{21}{\sqrt{K}} \cdot S \sqrt{h} \quad (4)$$

ここに、 K は材料の降伏応力 (kg/mm^2)

なお、(4)式は、水平桁構造を対象として、軸応力を $0.35\sigma_y$ と想定したものであるが、垂直桁構造とする場合は、軸応力は小さくなり無視できる場合もあるので、軸応力の項は適当に修正してきつつかえない。ただし、垂直桁構造とする場合は、タンクの上下方向の不均一温度分布に起因する桁の強制変位による曲げ応力等、別途考慮する必要がある。

2. タンク板付き防撓材の断面係数

防撓材の両端がラグ固着の場合は、両端で固定された単一梁と考えることができる。この梁に等分布荷重が作用した場合の最大曲げモーメントは、次式で表わすことができる。

$$M_{\max} = \frac{1}{12} Shl^2 \quad (5)$$

ここに、 S は、防撓材が支える面積の幅 (m)

l は、防撓材の支点間の全長 (m)

h は、等分布荷重 (T/m^2)

両端の固着条件に対する修正係数を C とし、安全率を 1.6 とすると所要の断面係数 Z は、次式で表わすことができる。

$$Z = 1.6 C \frac{M_{\max}}{\sigma_y}$$

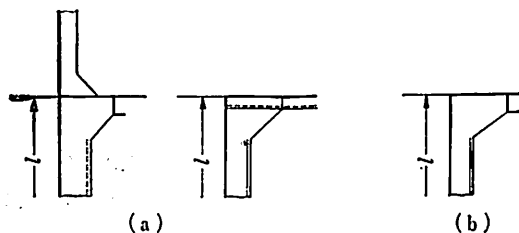


図4付4-1 肘板固着

$$= 133 C \frac{Shl^2}{K} \quad (6)$$

(6)式における C の値は、規準の表4.5.2-2(2)に示す値である。なお、同表において、強固な肘板（ブラケット）固着とは、該防撓材と同程度以上の隣接面内防撓材との肘板固着か、これと同等の固着をいい（図4付4-1(a)参照）、柔軟な肘板固着とは、直交材との肘板固着をいう（図4付4-1(b)参照）。

第4章 解説付録 5

S-N 曲線を実験で求める場合、まったく新しい材料に対しては、実験に際して少くとも一つの応力レベルでは最低6個の試験片で試験する必要がある。この個数については、以下に述べるように寿命分布形が仮定できない小標本の統計処理を行なつて求めることができる。

すなわち、新しく開発された材料の疲労試験の場合のように、寿命分布が仮定できない小標本の統計処理は次のように行なわれる（ASTM, STP, 91-A；疲れ試験法および疲れデータの統計的解析法参照）。

各応力レベルで1組 ($m=1$, 標本数 $=n$) が試験される場合について考える。

疲れ試験データ解析の第一段階は、50% ($P=50$) 非破壊 S-N 曲線を求めることである。この50%非破壊 S-N 曲線は、数個の応力レベルにおいて各組の実験点の中央値 (median) (順序統計量において観測値を大きさの順に並べた場合、標本数 n が奇数の場合その真中の値 $\left(\frac{n+1}{2}\right)$ 番目の値)、偶数の場合真中二つの値の平均値) を通るように引いた曲線である。

いま、順序統計量のうち、最小寿命値を N_1 , 2番目 (次低値) を N_2 とする。このとき、繰返し寿命 N_1, N_2, \dots 等における母集団の推定非破壊パーセントは当然、組の大きさ (m) に関係する。組の大きさ (m) を1組とし、いろいろな標本の大きさ (n) に対する N_1 および N_2 における $P\%$ 非破壊パーセント中央値、すなわち、ある繰返し数において母集団の $P\%$ が破壊しないという主張が2回に1回正しい (信頼水準50%) 非破壊パーセントを表4付5-1に示す。

表 4 付 5-1 母集団に対する非破壊パーセントの中央値

n (sample size)	N ₁ (最低値)	N ₂ (次低値)
1	50	
2	70	30
3	79	50
4	84	61
5	87	69
6	89	73
7	90	77
8	91	80
9	92	82
10	93	84
11	94	85
12	94	86
13	95	87
14	95	88
15	96	89
16	96	90

表 4 付 5-1 に示される P% 非破壊パーセントの中央値、すなわち、少なくとも母集団の P% が、繰り返し数 N_i (サンプルの i 番目の順序統計量) 以上であるという確率は非破壊パーセントの期待値であり、したがって信頼度 R_r に相当するものである。ここで R_r は近似的に次式で与えられる。

$$R_r \approx 1 - \frac{i}{n+1}$$

ここに i = 順序統計量の数
n = 各組の標本数

表 4 付 5-1 から 95% 非破壊 S-N 曲線を推定するには、各応力レベルで少なくとも 13 個の試験片につき試験する必要のあることが分かる (13 個のテストデータのうち、最小寿命値 N₁ を採用した場合の非破壊パーセント中央値すなわち 50% 信頼水準における非破壊確率が 95%)。

以上述べたように、疲れ寿命中央値の点推定は、順序統計量における標本中央値で与えられる。

次に各応力水準の標本中央値を結んで得られるいわゆる S-N 曲線の信頼区間 (confidence intervals) について考えてみる。

母集団の分布を特に仮定しない場合の標本中央値 (m = 1, n = 1) における値に相当する) の信頼区間は、順序統計量として求められる疲労試験について次のようにして求めることができる。

表 4 付 5-2 中央値に対する 95% 信頼限界

n (sample size)	信 頼 限 界	
	低 (N _k)	高 (N _m)
6	N ₁	N ₆
7	N ₁	N ₇
8	N ₁	N ₈
9	N ₂	N ₈
10	N ₂	N ₉
11	N ₂	N ₁₀
12	N ₃	N ₁₀
13	N ₃	N ₁₁
14	N ₃	N ₁₂

いま、疲れ寿命 N の n 個の観測値を大きさの順に次のように並べる。

$$N_1 < N_2 < \dots < N_i < \dots < N_n$$

少なくとも信頼水準 0.95 に対応する信頼限界は表 4 付 5-2 に示す順序統計量の範囲として与えられる。

n が 5 以下については、別途近似的推定法があるが、一般にまったく未知の材料に対して信頼水準 95% で S-N 曲線 (50% 非破壊) の推定を行なうには、標本数は最少 6 個必要であることが分かる。以上述べたことは、S-N 曲線を求めようとする材料の試験の経験がほとんどない場合に適合されるものである。したがって多数の実験が行なわれている材料 (疲れ寿命分布が想定できるようなもの) については適当な信頼水準のもとに、試験片数は減少することができるであろう。

第 4 章 解説付録 6

球形タンクの初期変形量と座屈荷重の係数の関係を図 4 付 6-1 に示す。この関係は、DTMB (David Taylor Model Basin) で実験された結果であり、初期変形を考慮した座屈荷重を次式で表わしている。

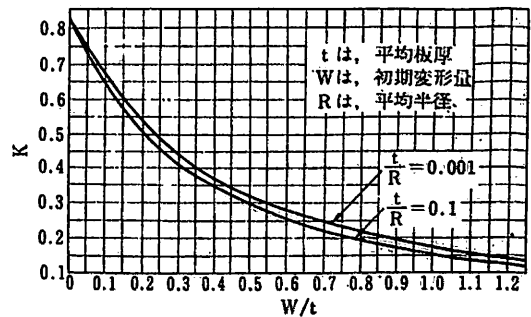


図 4 付 6-1 初期変形量と座屈荷重の関係

$$K \cdot E \left(\frac{t_a}{R_{i0}} \right)^2$$

ここに、 K は図4付6-1に示す値

t_a 値は、該部の平均板厚

R_{i0} は、該部の球外面の局部半径

E は、縦弾性係数

なお、この関係式を用いて座屈荷重を決定する場合、初期変形量を測定する型板の弧長は、次式で求まる値とする。

$$2.42\sqrt{R_i \cdot t_a}$$

ここに、 t_a は、該部の平均板厚

R_i は、該部の中立面の局部半径

第4章 解説付録 7

メンブレン方式タンクは、強度解析が不可能に近いため、一般的に開発に際し、種々のモデルタンクテストが要求される。モデルタンクを製作しタンクテストを行なう目的は

- 1) 静的強度および疲労強度の確認
- 2) 試設計に対するテストデータのフィードバック
- 3) 実船建造の製作仕様（品質管理等）の決定

の3点であるが、このうち、モデルテストによる疲労試験の具体的な方法、および統計的検定は、次のようにして行なうことができる。

(1) モデルタンク

モデルの数は多ければ多いほどよいのであるが、経済的制約上どうしても2個ないし数個に限られる。

また、メンブレン方式タンクは通常基礎となる数種類のモジュールの集合体であるので、代表的な構成分子に対してはモデルタンクテストを行なう以前に各種のテストを行なっておかなければならない。

さらにモデルタンクの大きさは、設計上の重要なポイントとなる主要構成分子の数および寸法効果に従って十分なものとしなければならない。

その他、モデルタンクは低温による熱ひずみおよび静水中曲げモーメントに相当するひずみが増えられるように装置しておかねばならない。

上記の各事項を忠実に実現できれば、そのモデルタンク群は、実際のタンクを十分に代表し得るものとなるであろう。

(2) 繰り返し荷重の決定

疲れ試験を行なう主たる目的は、実働荷重に対するタンク構造の疲労強度の確認にあるが、モデルタンクに加えるべき変動荷重を、ひん度分布曲線に従ってプログラム荷重として掛けて疲労強度を確認することは、時間的にも実際的にも困難であろう。

そのため、適当な荷重レベルの繰り返し試験を行ない、Wöhler 曲線を決定し変動荷重に対する疲労強度の判定規準（マイナー法則の応用）により、タンクの疲労強度の確認を行なう。

明確な疲労限 S_∞ が存在するものとして Wöhler 曲線が (1) 式で与えられるとすると

$$S = S_\infty (1 + AN^{-C}) \quad (1)$$

未知数が3個 (S_∞ , A , C) であるから、最少3個のデータが得られれば、Wöhler 曲線は決定されることになる。

その3個のデータのうちの一つは、代表的な構成分子のすべてについてあらかじめ行なう繰り返し試験において、 C の値の決定に使用するのが合理的であろう。

C の値が決まれば、残る未知数は S_∞ と A の二つであるから、Wöhler 曲線上における2点をタンクの繰り返し試験において求めることにより (1) 式は決定される。

したがって、最少二つの異なった荷重レベルで繰り返し試験を行なえばよいことになる。

このようにして変動荷重を繰り返し荷重で置き換えて疲れ試験を行なう場合、平均荷重 S_m の値により Wöhler 曲線は影響されることがあるので、 S_m の値は慎重に決定しなければならない。

(3) 疲れ試験

モデルタンクによる疲れ試験においては、最初に述べた目的2)に沿って、タンクの基礎となるモジュールをできるだけ妥当数含むものとし、実際のタンクに生じる組立・工作時の欠陥が忠実に再現できるようにしなければならない。したがって、一つのタンクテストから、少なくとも基礎モジュールの数だけのデータを採る必要がある。

いま、モデルタンクの数2個とし、それぞれに S_1 , S_2 の異なった繰り返し荷重を掛けて疲れ試験を行なうものとし、互いに異なる基礎モジュールの数が10個の場合を考える。

まず、その中の一つに損傷が生じるまで繰り返し荷重を掛ける。そのときの繰り返し数を N_1 とし、損傷を補修したうえで疲れ試験を続行し、次々と10個の基礎モジュールに損傷が生じるまで補修疲れ試験を繰り返して行ない、 N_1, N_2, \dots, N_{10} の10個のデータを得る。

この疲労寿命に対する10個のデータを、タンクの疲労強度のパラッキと考えれば、その特性を表わす Wöhler 曲線は帯状のものとなる。

この帯状の領域の下限が分かれば、それがタンクの真の Wöhler 曲線を与えることになるがそれは不可能な

ので、安全寿命 (N_P) に対する Wöhler 曲線すなわち $S-N_P$ 曲線として疲労寿命特性を求めることになる (第4章解説付録5参照)

この $S-N_P$ 曲線は、「ある与えられた信頼水準 (confidence level); $(1-\beta)$ で母集団の $(1-P)$ % (残存確率) が $S-N_P$ 曲線で示されるものより高い疲労寿命を有する」ことを意味するものである。

したがって、この場合標本数が10個であるから $X_P = \log N_P$ とすれば

$$X_P = \bar{X} - kS \quad (2)$$

ここに

$$S = \sqrt{(\sum X_i^2 - n(\bar{X})^2)/(n-1)} \quad (3)$$

$$k = k_P + k_{\beta} \sqrt{1/n + k^2/2(n-1)} \quad (4)$$

となる。

いま、一例として信頼水準を95%、残存確率を99%とすると、 $1-\beta=0.95$ 、 $1-P=0.99$ 、 $n=10$ であるから、(4)式より $k=3.94$ となる。

これより、 $X_P = \bar{X} - 3.94S$ となる。

ここでは2個のタンクにつき疲れ試験を行なっていると仮定しているから、上式に従って、 N_{P1} 、 N_{P2} が求められる。

ここで、(1)式にさかのぼって考えると C の値は、代表的な構成分子についての疲れ試験から求められているので、残る二つの未知数 A 、 S_{∞} を $S-N_P$ 曲線上の2点 (S_1 、 N_{P1})、(S_2 、 N_{P2})から求めれば、タンクの疲労強度特性を与える $S-N_P$ 曲線は、それぞれの値を(1)

式に代入して決定される。

以上のような手順で求められたタンクの Wöhler 曲線と、実働荷重 (変動荷重) の累積ひん度分布曲線とから直線疲害法則に従い累計回数比を求める。

こうして求められた累計回数比の値に従って設計しようとしている LNG タンクの疲労強度を確認するわけである。この累計回数比の値は、0.5程度でよい。

なお、モデルタンクが、そのタンクの構造上組立および工作に関して十分に実物を代表し得ないような場合には、モデルタンクの数を2個とするのは不十分で、少なくとも6個程度とする必要がある。

6個の場合について考えると、 S_1 、 S_2 の繰り返し荷重を各タンクに掛けて10個の破壊が次々起こるまで補修しつつ疲れ試験を行なう。

すなわち、1~3の各タンクから得られる平均値の最小のものを、 \bar{X}_{min1} 、不偏分散の最大のものを S_{max1} 、同じ4~6の各タンクについて \bar{X}_{min2} 、 S_{max2} とすると

$$X_{P1} = \bar{X}_{min1} - kS_{max1}$$

$$X_{P2} = \bar{X}_{min2} - kS_{max2}$$

このようにして得られる対数安全寿命から、 $S-N_P$ 曲線上の2点 (S_1 、 N_{P1})、(S_2 、 N_{P2})が求まり(1)式が決定される。

この6個のタンクの試験において得られる疲れ寿命の平均 $\bar{N}_1 \sim \bar{N}_3$ 、 $\bar{N}_4 \sim \bar{N}_6$ に大きなバラツキがある場合には、モデルタンク製作に当たって作成した製作仕様そのものを再検討する必要がある。

昭和48年度造船事情

昭和49年4月 船舶局

1. 受注実績

第1表 昭和48年度新造船建造許可実績

区分	隻	総トン数 (千トン)	対前年度 同期比(%)	契約船価 (億円)	対前年度 比(%)
国内船	貨物船	60	1,024		
	油槽船	71	4,946		
	貨客船	13	114		
	小計	144	6,084	167	5,999
輸出船	貨物船	290	5,018		
	油槽船	283	22,684		
	貨客船	1	4		
	小計	574	27,706	156	29,302
合計	718	33,790	158	35,301	185

(注) 1. 兼用船は貨物船として集計してある。
2. ドル建契約の円換算については1米ドル=275円で計算してある。

2. 工事実績

第2表 昭和48年度新造船工事実績

区分	起 工		進 水		竣 工	
	隻	総トン数 (千トン)	隻	総トン数 (千トン)	隻	総トン数 (千トン)
国内船	35	2,642	36	2,460	47	3,351
輸出船	192	12,061	187	11,423	159	9,031
合計	227	14,703 (116%)	223	13,883 (114%)	206	12,382 (107%)

(注) 1. 主要造船所32工場を対象とする。
2. ()内は対前年度比を示す。

3. 新造船手持工事量

第3表 昭和49年3月末現在新造船手持工事量

区分	隻	総トン数 (千トン)
国内船	55	5,417 (142%)
輸出船	575	44,686 (142%)
合計	630	50,103 (142%)

(注) 1. 主要造船所35工場を対象とする。
2. ()内は対前年度同期比を示す。

スルザー LNG 再液化装置の概要

スルザー・ブラザーズ（日本）株式会社

極低温工学の分野で、スイスのスルザー社は長年の経験を有しております。特に水素およびヘリウムの液化技術に関しては、ガスベアリングを用いた超小型膨張タービンにより液化装置の開発を促進しました。

当社は、このスルザー型ヘリウム液化装置をすでに3基わが国に納入致しまして、現在稼働中の3基とも、その信頼性と高性能の点につきまして業界の定評を受けております。

以上述べた経験に基づき、スルザー社は LNG の再液化装置の分野に進出して来た次第です。

ヘリウムの液化温度に比較すれば、LNG の -160°C という温度は、技術的に完全に克服されているからです。

従つて、完全液化装置においては、膨張タービンをを用いた冷凍サイクルが基本となっております。整備作業、機器の信頼性の観点からは、回転機器がもつとも適していることに御同意戴けることと存じます。

Fig. 1 に完全再液化装置の線図を掲載しました。冷媒として窒素を用いています。

Fig. 2 に部分再液化装置の線図が示されておりますが、ボイル オフ ガスの1/3を再液化すると仮定したもので、膨張タービンは使われておりません。

線図では、圧縮機として回転式が示されておりますが、従来の、アンモニア、LPG、LNG、メタンタンカー等には、K型と呼称されるスルザー社の密閉型無注油式圧縮機が数多く使用されております。これは、ピストンにラビリンスを切つた独特の設計で、潤滑油のガス内への混入を防ぎ、油分離器を不要とするスルザーのオイルフリーコンプレッサーとして有名です。(Fig. 3 参照) 圧縮機としてこのK型を採用することも勿論可能です。

完全再液化装置を採用するか、部分再液化とするかは、今後の LNG の受入価格、船体のサイズ、タンク形状、航路等に影響され、もつとも適した経済ベースで最終的に決定される問題です。

当社は客先の御要望、御選択に応じ、いずれの再液化方式でも、また如何なる容量に対してもお答えできます。詳細は下記に御問合せ下さい。

スルザー・ブラザーズ（日本）株式会社 LNG ブランド営業部：東京都千代田区大手町 2-6-1 朝日東海ビル
TEL (03) 242-1551

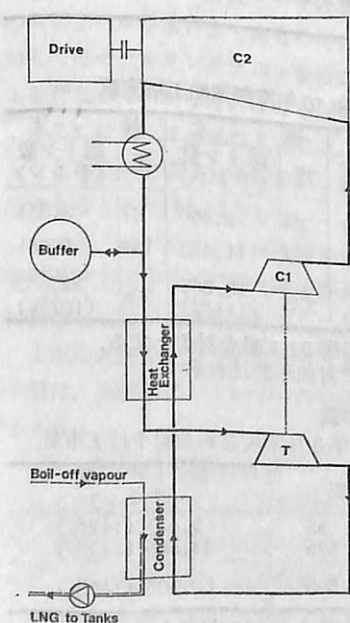


Fig. 1

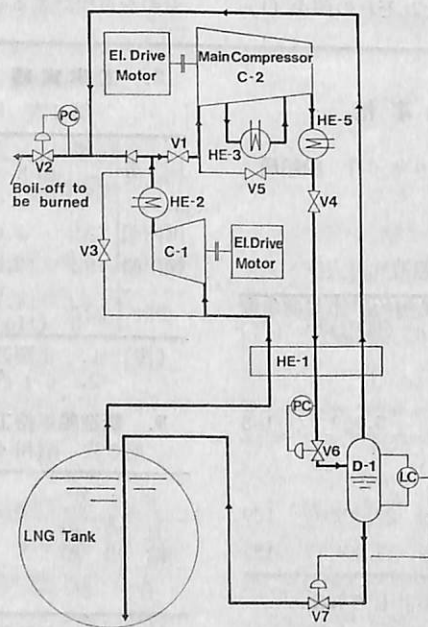


Fig. 2

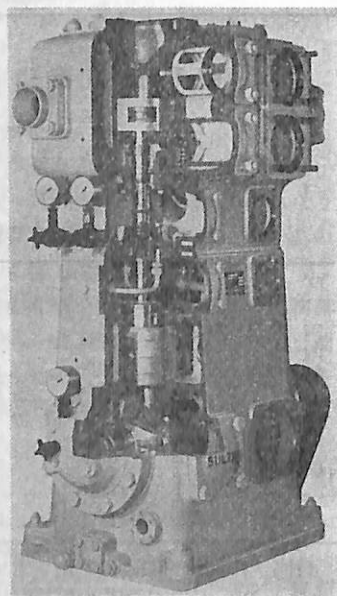


Fig. 3

〔製品紹介〕

(社) 日本食品衛生協会の推奨品 になった古野電気の超音波手洗器 「清潔」

このほど古野電気株式会社(西宮市芦原町9番52号)の超音波手洗器「清潔」が社団法人日本食品衛生協会の推奨品に認められた。同協会は「清潔」を推奨品に認めた理由として

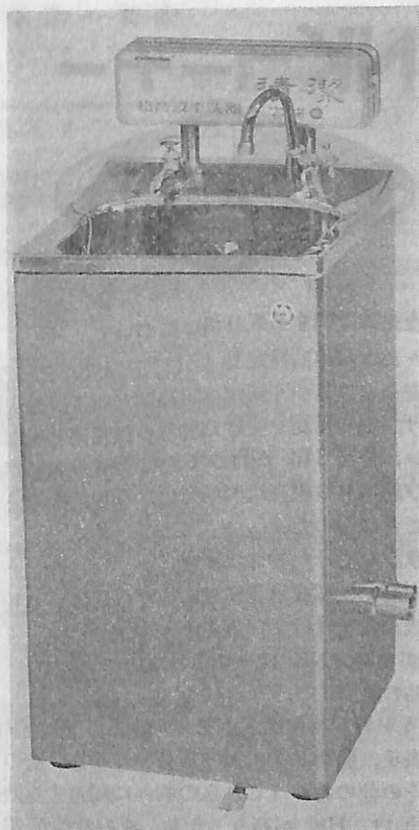
1. 当手洗器は手洗を行なう場合、超音波の発振装置を用い手指の爪、毛穴等に付着する手垢、微生物等の剝離除去に非常に効果がある。
2. 当手洗器はタイマーにより手洗い時間の設定ができ、手洗い指導上においても非常に効果的である。
3. 当手洗器は使用中において食品衛生上有害な物質を溶出ししない。などの3点をあげている。

超音波を利用した超音波洗浄装置は、極めて高い洗浄度が要求される精密機器、貴金属、光学機器、医療衛生機器などの洗浄に利用されており、また病院の医師や看護婦などの手術前の手洗用として利用されるなど、その効果は高く評価されてきたが、超音波を利用したこれらの装置は非常に高価であるため、一般に普及するにいたっていない。

古野電気では、この「清潔」の生産にあたり、生産の合理化と量産化により、大幅なコストダウンをはかっている。コンパクトでナイーブなデザインは、食品業界をはじめ、食堂等あらゆる方面で好評を博している。

特長

- すぐれた耐食性
ステンレス鋼を主材に、いずれも耐食性、耐久性にすぐれた材質を選択している。
- 完全防水型
完全な防水構造である。万一の水洩れにも安全な設計である。
- 全面均一放射方式
円錐カプラー結合方式の開発により、手洗器内には均一な超音波が放射され、爪の間や毛穴の奥の菌まで洗い落とす。
- 設置場所をとらないコンパクト型
合理的な設計とナイーブなデザインによる超デラックス型で、しかもコンパクトにまとめられている。
- 薬液による皮膚障害の防止
超音波の洗浄作用により、消毒液の濃度はうすくても



超音波手洗い器「清潔」

充分効果を発揮するので、皮膚障害を起すおそれがない。

- 電源
電源プラグを AC 100 V のコンセントに接続する。
(注意: 付属のアースコードを接地させること。)

普通の手洗いの場合の使用法

- 手洗器に水または温湯を連続的に供給しながらその中に手を浸して、15~20秒間(水の時20秒、温湯の時15秒)ゆつくりもみ洗いする。洗い終わったら必ず5秒間程度のすすぎを行ないこと。
- 手が油脂分や汚れで汚染されたとき、作業初めおよび用便後の手洗いには石けん液を使用すること。石けん液を手のひらにとり、手指に万べんなく塗付したのちに手洗器の中で同様にのみ洗いをする。
給水は原則として連続給水(浄化のため)するが、比較的使用回数の少ない場所では連動式足踏 コック(オプション)を使用すると便利である。
- この手洗い法による除菌効果はかなり個人差があるが、特に落ちにくい人でも99.9%以上の除菌効果を発揮するので安全率も非常に高くなる。

NKコーナー



船用品検査等に関する取り扱いについて

財団法人日本船用品検定協会（以下 HK という。）が、船舶安全法に基づく指定検定機関として運輸大臣の指定を受け、型式承認を受けた物件の検定業務を開始したのに伴い、従来 NK が行ってきた型式承認船用品の検定および船用品の検査については、今後、次のとおり取り扱うことになった。

1. 型式承認を受けた物件の検定

運輸省令船舶等型式承認規則に掲げられている物件のうち、型式承認を受けている物件の検定については、HK のみが行い、NK は一切行わない。

2. 船用品の検査

NK が検査を行う物件は、NK の船用品等検査試験規則の「別表Ⅳ、船用品」に掲げる品名のうち、次のものとする。その他の物件（これらの物件に関連する防爆構造を含む。）は、HK が行う。なお、次の物件が型式承認を受けた場合は、前記 1 の適用となる。

(1) 救命器具のうち

- (i) 第 1 級発動機付救命艇
- (ii) 第 2 級発動機付救命艇
- (iii) 機械推進装置付救命艇
- (iv) オール式救命艇
- (v) 端艇
- (vi) 救命艇用原動機及び始動用空気タンク

(2) 救命器具部分品のうち

救命艇用空気箱

(3) 救命器具進水装置

- (i) ポートダビット
- (ii) ポートウィンチ
- (iii) 救命いかだ進水装置
- (iv) 救命浮器進水装置

(4) 消火器具のうち

- (i) 消火ポンプ
- (ii) 非常用ポンプの原動機及び始動用空気タンク

(5) げん窓及び部分品

- (i) げん窓
- (ii) ガラス
- (iii) 内ぶた

(6) そう口がい板

3. 安全設備証書または国際満載喫水線証書の発行と HK の検定または検査との関連

NK が安全設備証書または国際満載喫水線証書を発行する際の検査においては、当該船舶に搭載されている現品に、HK の合格表示のあることが確認できれば、NK の検査に合格したものと認める。

4. その他

(1) 運輸省令船舶等型式承認規則の対象物件としては、NK の型式承認船用品検定規則（近く廃止の予定）に掲げる物件の外に、次の物件が追加規定されているが、このうち (i)～(v) の物件について NK の船級を取得する場合は、NK は所定の登録検査を行う。

- (i) 長さ 5 m 未満の船舶であつて、連続最大出力が 50 馬力未満の内燃機関または船内外機若しくは船外機を備え付けのもの
- (ii) 小型船舶の船体
- (iii) 連続最大出力が 50 馬力未満の内燃機関
- (iv) 船内外機
- (v) 船外機
- (vi) 防爆型の照明器具
- (vii) 水先人用はしご

(2) 外国船に搭載する船用品等の取り扱いについては、原則として日本船舶の場合と変りないが、船主が特に NK の検査を希望する場合は、物件の種類に応じて、その諾否を決定する。

本部船体部、機関部の所掌事務の変更および坂出支部、同高知事務所並びに長崎支部佐世保事務所の開設

NK は、業務の能率化を図るため、4 月 1 日から船体部の所掌事務中、揚貨装置および倉閉口鎖装置に関する事項を機関部に、機関部の所掌事務中、機関材料および溶接の審査に関する事項を船体部に移管した。

また、同じく 4 月 1 日から、玉野支部坂出事務所を昇格して坂出支部とし、新たに高知市に坂出支部高知事務所、佐世保市に長崎支部佐世保事務所を開設して、当該地域関係者に対するサービスを一段と向上した。

船舶の自動制御、遠隔制御に関する細則の一部改正

主な改正点は、下記のとおりで、4 月 1 日から実施された。

1. ボイラの自動制御（安全装置）に関する規則中、バーナへの燃料供給を自動的にしや断する条件の一として、「圧力噴霧のときはバーナへの燃料供給圧力が低下したとき及び蒸気噴霧のときはバーナへの蒸気圧力が低下したとき（重要な用途に用いるボイラに限る。）と、燃料の噴霧方式ごとにしや断条件を明確にした。
2. 蒸気タービン船の主ボイラ高水位によるトラブルを防止するため、従来高水位警報のみを要求していたのに対し、新たにボイラの給水管系に設けられている弁を自動的に閉じることおよび主機への蒸気を自動的にしや断することを追加した。

昭和49年度技術開発事業一覧表

(財)日本船用機器開発協会

開発事業名 (実施年度)	開発担当会社
〔 Ⅰ 〕	
(1) 共同開発事業	
1. 中速ディーゼル機関の高出力化に関する開発 (49,50,51)	三井造船(株)
2. 高過給船用ディーゼル機関の低負荷時の性能改善装置の開発	(株)新潟鉄工所
3. 船用バーナにおける NOx 低減化燃焼システムの開発 (49,50)	ボルカノ(株)
4. ディーゼル機関のオイルミスト警報装置の開発	ダイハツディーゼル(株)
5. 直動サーボ式自動温度調節弁の開発	ダイハツディーゼル(株)
6. クラッチ組込式高性能小型空気供給装置の開発	日本ビストンリング(株)
7. 電磁歯車式船用駆動装置の開発 (47,48,49)	川崎重工業(株)
8. 減速装置の消音器の開発 (48,49)	大阪製鎖造機(株)
9. フランジマウンテッドプロペラの開発	ナカシマプロペラ(株)
10. 大容量荷油ポンプおよび駆動装置の開発 (48,49)	三菱重工業(株)
11. 高揚程大容量主復水ポンプの開発	(株)帝国機械製作所
12. LNG 船用動力ケーブルおよび付属品の開発 (48,49)	(株)日本大洋海電線・住友電気工業(株)
13. 大型船用舷梯エスカレータの開発 (49,50)	日本アルゴンクイン(株)
14. 救難用ダビット兼乗船装置の開発 (49,50)	(株)上田鉄工所
15. マグネット式船舶用ワイヤロープ測長器の開発	日本マリナ(株)
16. 完全 M O タービン 船用プラント情報処理システムの開発(48,49)	三菱電機(株)
17. 小型船舶用暗視装置の開発	(株)東京計器
18. 操船援助装置の開発 (49,50)	三井造船(株)
19. オメガ位置記録装置の開発	(株)光電製作所
20. 油回収処理システムの開発(48,49,50)	(株)住友商事(株)横浜ゴム(株)住友電気工業(株)(株)荏原製作所
21. ビルジ排水処理装置の自動化ならびに小型機の開発	(株)みすぞう工作所
22. ビルジ排水用監視装置の開発	東英電子工業(株)
23. 螢光式油分濃度計の開発	(株)長野計器製作所
24. 海洋汚染監視用機器の開発	東京電子技研(株)
25. オイルフェンス揚収作業の省力化の開発	三井海洋開発(株)

開発事業名 (実施年度)	開発担当会社
26. 船舶の水中自動清掃機および塗装機の開発	(株)井上商会
27. モデル方式による機関室ぎ装設計法の開発	日立造船(株)
28. 水中アイ……ロボットの開発 (48,49)	{三井海洋開発(株)(株)ナック三井造船(株)}
29. 音響ホログラフィを用いた水中観察装置の開発 (49,50,51)	沖電気工業(株)
30. 水中位置測定装置の開発 (49,50)	(株)光電製作所
31. ダイバーロックインロックアウト潜水艇用ガスコントロールシステムの開発	川崎重工業(株)
32. 強潮流海域用潜水調査艇の開発 (49,50)	日本鋼管(株)
33. 浮消波堤の開発	石川島播磨重工業(株)
34. 全自動遠隔制御水中溶接システムの開発 (49,50)	三菱重工業(株)
35. 深海用潜水器の開発 (47,48,49,50)	川崎重工業(株)
計	35 件

(2) 自主開発事業

1. 大容量油水分離装置の開発 (47,48,49)
2. 海上航行自動記録装置の開発 (46,47,48,49)
3. アドバンスド・スチーム・パワー・プラントの開発
4. 簡易型安全昇降装置の開発
5. 6,000m 深海潜水調査船の開発研究 (45,46,47,48,49)
6. 大型浮遊式海洋構造物の調査研究 (47,48,49,50)
7. 深海用潜水器試験装置の開発研究 (47,48,49,50)
8. 海中動力源パワーシステムの開発研究 (49~)

〔Ⅱ〕 自主開発事業 (自己資金で行なうもの)

1. 大形タンカータンク内検査機器の開発 (48,49)
2. プロペラ軸の耐海水防食方式と継手の開発 (49,50)
3. 大形超高速船用船尾管軸受の開発 (49,50)
4. 船用機器の開発促進のための調査研究
5. 海洋性プロジェクトの開発促進のための調査研究 (49~)

業界ニュース

日本郵船有吉会長に大英勲章

エリザベス英国女王から日本郵船取締役会長有吉義弥氏に、大英勲章の第3位 CBE (Commander of the Most Excellent Order of the British Empire) が贈られることになった。



有吉日本郵船会長

有吉氏は東京大学卒業、大正14年に日本郵船に入社、その後昭和32年常務取締役、昭和40年社長に就任し、昭和46年5月以来、現在の取締役会長の席にある。現在は日本の海運業界のスポークスマンとして活躍、経団連の常任理事もつとめている。

1972年、来日した当時の英国首相ヒース氏と会見したこともある。

英国トレードセンター — 開設以来の実績 と1974年度の展示会計画

英国トレードセンター（東京都港区南青山2-5-17）では、3月29日、報道関係者を同センターに招き、J.I. マギー経済商務担当公使、B. ソーン 商務参事官、新任の英国大使館広報部長 W.K. スラッチャー 参事官（前広報部長ラッセル・グリーンウッド氏は大阪駐在総領事に転任）、その他各種の商品分野における担当係官から、同センター開設以来、同所で行なわれた各展示会の実績、ならびに1974年度における展示会計画が報告された。

次にその中から船舶関係に的をしぼってその要約を拾ってみる。

同センターでの第一回展示会、「英国船舶機器展」

(1973年10月9日～19日) (本誌第46巻第9号、第10号に本展示会の記事掲載)

出展企業数：29社

来館者数：日本の造船、船舶および関連分野の技師、購買担当者等1,000人以上が来館。韓国および香港からも関係者が来日、来場した。

売上げ予測：出展社29社のうちの10社のみを集計で向こう1年間の売上げ額は146万ポンドと予想されている。

第3回目の展示会「英国最新溶接機材展」(1973年11月20日～24日) (本誌第46巻第11号に本展示会の記事掲載)

出展企業数：6社

来館者数：500人以上の来場者があつたが、質的にはもつとも高い。

売上げ予測：この分野における最新技術の実質的な売上げ高は、さほど重要視されておらず、むしろ関係者と接触し、長期的な利益をはかることが重要であるとされている。しかしそれにも拘らず、出展企業は20万ポンドの成約を見込んでいる。さらに重要なことは、出展企業各社が展示会を通じ、英国メーカー側のスタッフと日本の代理店のスタッフとが緊密に動き、潜在顧客に対する機器の実演を通じ、代理店スタッフの知識と販売能力を促進させるのに役立つと感じていることである。

次に1974年度の展示会は、この4月までに4展示会が開催された。(3月に開催された英国ボートショウを含む)5月から12月までの間に9展示会が持たれることになっている。

1975年度には11展示会の開催が予定されているが、まだ暫定的である。この中には5月に開催される「英国船舶機器展」、7月開催の「英国海洋機器展」が含まれている。

名古屋小型造船協同組合 — 船体上部構造 生産の共同工場が完成

名古屋小型造船協同組合（理事長袖野実氏＝袖野造船所社長）が名古屋港西部臨海工業地帯二区に建設していた船体上部構造生産のための共同工場（約6,600平方メートル）が完成、3月29日正午から現地で行った竣工式を行い、4月5日から操業を開始した。同協組は中小企業近代化促進法に基づき、小型造船業界の構造改善事業の一環として、袖野造船所など名古屋地区の小型造船所6社が、1昨年設立したものを、

今度完成した同工場は、この構改による共同工場としては、東海海運局管内はもとより全国初の工場であり、当面、金指造船所豊橋造船所の船体上部構造を月間200トン生産する予定。

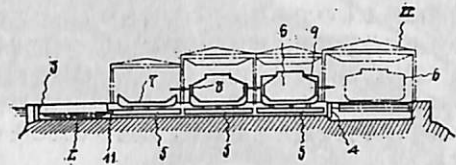
特許解説

浮揚構造物の建造方法〔特公昭49-2753号公報，発明者；長山明，出願人；株式会社大阪造船所〕

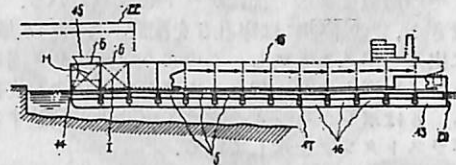
従来，船舶をはじめとする浮揚構造物は船台あるいはドックにおいて現場組立作業を中心にして，一体に組立建造されてきた．そのため工程管理等の面において種々の困難を伴っていた．

そこで本発明は，船体等の組立を完全な流れ作業とするとともに船体等の建造を海上において行なうことができる建造方法に関してなされたものである．

図面を参照して説明すると，輪切りブロック組立場1の内部に水路2を設け，これに入口ゲート3，出口ゲート4が取付けられている．内部には水路2に接して浮かぶ所要数のポンツーン5を浮遊させ，その上で輪切りブロック6を数個の工程に分割し各工程が同一歩調で進捗するように建造する．Eの位置で船底構造7を，Fの位置で船側および隔壁8を，Gの位置で上甲板構造9を建造する．その間，ポンツーン5はバラストタンクの水量を調節し，浮力の一部を水路2の側壁に設けられた支持レールに抱束されることにより各ポンツーンの吃水，トリムが調整される．Gの位置で完成された輪切りブロック6は，ゲート4を開いて海上に浮かぶ船体組立部に移動される．船体組立部は側壁13，中央部に各ポンツーン5が位置することが可能な浮きドック構造から成り，その入口部14より，完成された輪切りブロック6を支持したポンツーン5が導入され，Hの位置でIの位置の先行している輪切りブロック6と結合される．他方，出口部20からは何も支持していないポンツーンが排出され，輪切りブロック組立場1の入口ゲート3に移動され，コンベヤとしての閉回路を図中矢印のごとく完成する．以後逐次ポンツーン5の1基分の長さずつ移動



第2図 A-A断面



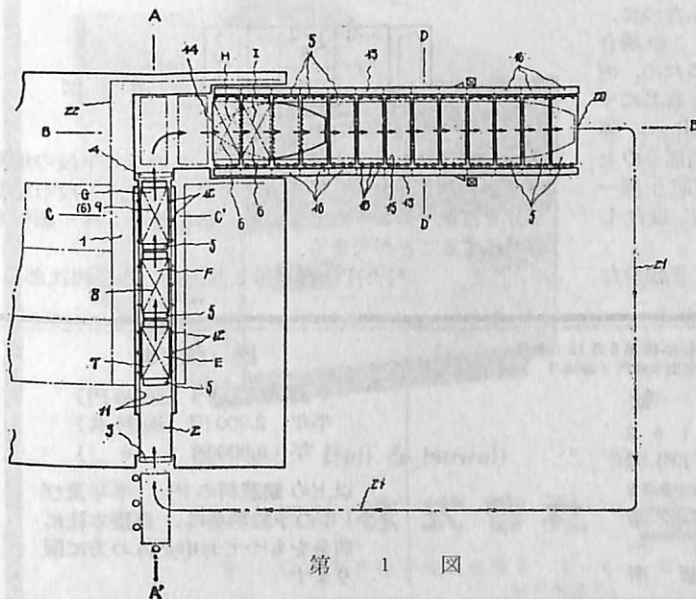
第3図 B-B断面

を行ない，船体15を完成する．

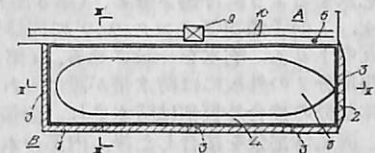
大型船建造装置〔実公昭49-5671号公報，考案者；松岡孝光外2名，出願人；日本鋼管株式会社〕

従来，船舶の建造においては一般に10万トンD.W.までは傾斜船台で建造されている．このような傾斜船台では進水の際，船首抱台に掛る重量の点から，船舶が大型化するに従つて危険が伴なう問題がある．そこで10万トンD.W.以上になるとドック建造方式によつてゐる．しかしこのドックは乾ドックであり，船舶の重量による地圧，水圧に充分耐える壁構造，底部構造としなければならない，ドック建造に多額の費用を必要とする．また浮ドックを使用する場合について，すでに提案されているが，この浮ドックによるものは水域の波浪による影響から船体作業部が常に変動し，作業状況が著しく不安定となる欠点を有している．

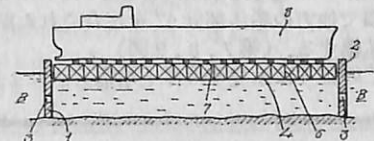
そこで本考案は上記のような欠点を除去した大型船建



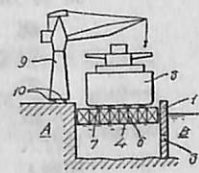
第1図



第2図



第3図



第4図

造装置に係るものであり、その要旨とするところは、一部を陸上に位置させ、残部を水域に面して防波せきを圍繞して設け、該防波せき内に、その上で船体を建造するようにしたポンツーンを浮上させるとともに、防波せきの水面下に穿孔を設けて外水域と連通させたことを特徴とする。

一方を陸地 A に接し、他の三方を水域 B に囲まれた位置にコンクリートまたは鋼製の防波せき 1, 2 を設置し、その防波せきの一部はゲートを兼ねている。また防波せき 1, 2 の下部には穿孔 3 を配設して水が水域と自在に出入し得るようにし、このような防波せき内にポンツーン 4 を浮上させ、架台 7 を介して船体 8 を支持している。6 はポンツーン 4 の吃水、トリムを調整するためのバラスタタンクを示している。

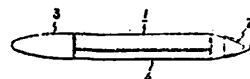
本考案は上記構造のため、ポンツーン上で船舶を建造するに際し、水域の波浪による影響が小であるとともに建造設備を簡素にすることができる。

船体の洋上増幅方法〔特公昭 49-6355 号公報、発明者；池田隆、出願人；日立造船株式会社〕

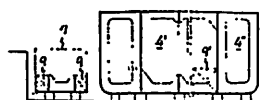
現存するドックの幅よりも大きい幅の船舶を建造または既存船舶を改造拡張する場合、従来いくつかの洋上増幅方法について提案されているが、この発明はその洋上増幅方法における増幅時の両船体のレベル調整を簡便に行なえるようにした点に特徴を有するものである。

既存船舶を改造する場合について図面を参照して説明する。改造船をドック内で船首、船尾、胴部 4 の各部分に分割するとともに、胴部 4 をさらに左右二つに分割する。同時に、他の場所で増幅部分 7 を建造する。(第 2 図) この増幅部分 7 は洋上に浮く構造とし、さらに吃水、トリムを調節するための予備空気タンク 9 が設けられる。この予備タンクは分割された胴部 4', 4'' にも設けられる。以上の各構成部分を洋上にひき出し、まず船体 4' と船体ブロック 7 とを、この船体ブロック 7 の方が深く吃水するように浮揚させる。(第 3 図) 次に両船体部分 4', 7 の予備空気タンク 9, 9' に注排気を行なつて、相互のトリム、吃水を一致させる。(第 4 図) この場合増幅部分 7 の外板には防水帯が設けられているため、両船体部分の接合外板部は防水され、溶接作業を容易にする。両船体部分を接合した後、内部の水を排出し、隔壁、トランス材の溶接作業を行ない、次に増幅部分の上部部分 7' の搭載を行なう。(第 5, 6 図) 以下前記と同一要領で他方の船体部分 4'' を接合された船体 6 に接合して拡張する。(第 7, 8, 9 図)

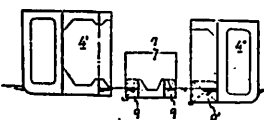
このように本発明の洋上増幅方法によれば、増幅のた



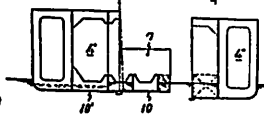
第 1 図



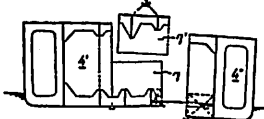
第 2 図



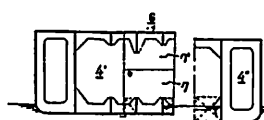
第 3 図



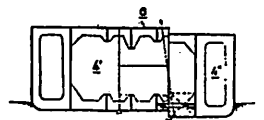
第 4 図



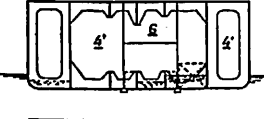
第 5 図



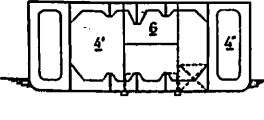
第 6 図



第 7 図



第 8 図



第 9 図

めの増幅部分を上下方向に分割し、このうち下段の増幅部分を分割された船体の一方に接合した後、上段の増幅部分を搭載するようにしたため、溶接時のレベル調整を容易にすることができる。

(特許庁 審査第 3 部運輸 幸長保次郎)

船 船 第 47 卷 第 5 号 昭和 49 年 5 月 12 日発行
 発行所 天 然 社 定価 500 円 (送 28 円)
 郵便番号 1 6 2
 東京都新宿区赤城下町 50
 電話 東京 (269) 1908
 振替 東京 79562 番
 発行人 田 岡 健 一
 印刷人 高 橋 活 版 所

購 読 料
 1 冊 500 円 (送 28 円)
 半年 2,900 円 (送料共)
 1 年 5,800 円 ()
 以上の購読料の内、半年及び
 1 年の予約料金は、直接本社に
 前金をもってお申込みの方に限
 ります



ESTABLISHED - 1858 -

THOMAS MERCER — ENGLAND —

一世紀にわたる…
輝く伝統を誇る!



全世界に大きな信用を博す!
英国・トーマス・マーサー製

マリン・クロノメーター

デテント式正式クロノメーター

二日巻・八日巻・検定保証書付(温度補正書・等時性能書・日差書付)

マリン・クロック

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

総代理店 村木時計株式会社

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

デジタル気圧計 4-461型



これまで、気圧測定に使用されていた水銀柱やダイヤルゲージ・バロメータは、操作に高度な技術と熟練を要しますが、本装置の操作はきわめて簡単になっております。

装置はコンパクト化され、軽量であるとともに、高度補正の必要もなく、6ヵ月に一度の較正で、安定した、信頼性の高い測定ができます。較正は後面にあるゼロアジャストスイッチで簡単にできます。

大気圧は直接に精度0.025%で連続表示ができ、同時にその信号を中央コンピュータやデータ集録装置に接続することもできます。

用途としては、気象観測所をはじめ調査船、風洞実験、管制塔やエンジンテスト施設などに使用でき、用途に応じて、ラックマウント型とポータブル型を使い分けすることができます。

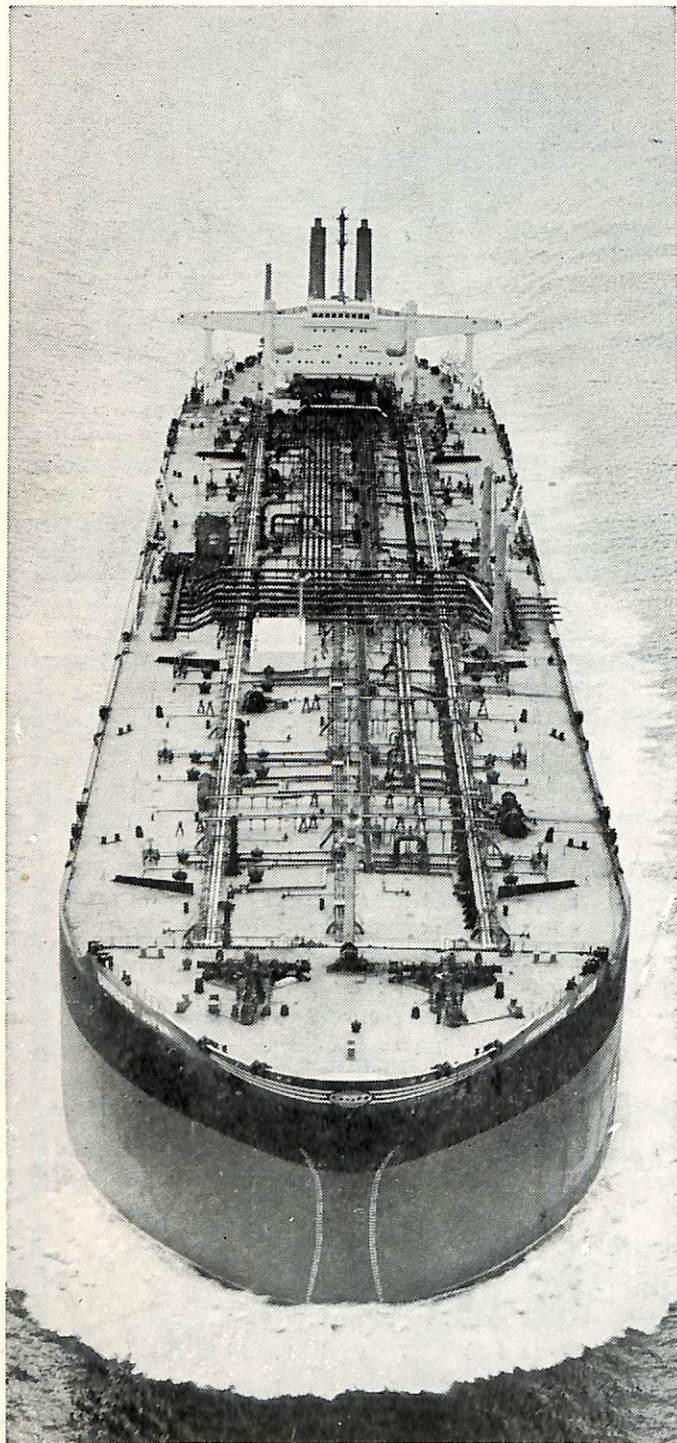
製作会社 Bell & Howell

輸入元 コロンビヤ貿易株式会社

販売代理店 株式会社 玉屋商店

本社 東京都中央区銀座4-4-4 電・(561) 8 7 1 1(代表)
(和光裏通り)
支店 大阪市南区順慶町4-2 電・(251) 9 8 2 1(代表)
工場 東京都大田区池上2-14-7 電・(752) 3 4 8 1(代表)

あの巨大船のわずか28平方メートルを タッチアップしただけ……



世界最大級タンカー〈ユニバース・ジャパン号〉建造にあたり、船底から上甲板までダイメットコートとアマコートで防食塗装された面積は14万平方メートル。3年たったのち、塗装のタッチアップを要した面積はその5,000分の1、わずか28平方メートルでした。この〈ユニバース・ジャパン号〉をはじめ6隻のマンモスタンカーの塗装を施工したのは井上商会です。

ダイメットコートがどのように優れた防食塗装であるか以上の事実が端的に示していますが、より具体的な調査結果をお伝えいたしましょう。まず、ダイメットコートNo.3無機亜鉛塗料を塗った甲板はきわめて良好な状態を保っていました。またダイメットコートNo.3にアマコートを上塗りした上部構造物は最良の状態でした。さらに特筆すべきことは外舷の状態です。わずかな部分に藻が付着していた他、まったくきれいであったことです。したがって、航海中の速力の低下もなく、燃料消費量の増大もありませんでした。そして苛酷な3年の航海のあとタッチアップを要したのは点在する部分をトータルしてわずかに28平方メートル。船主や用船者は莫大な経費の節約ができたわけです。

巨大船から原子炉まで、あらゆる鋼構造物の防食塗装は、豊富な経験と実績を持つ井上商会の専門家にご相談下さい。

ダイメットコート アマコート

販売 株式会社 井上商会
製造 株式会社 日本アマコート

取締役社長 井上正一
本社/〒231 横浜市中区尾上町5-80
☎(045)681-1861(代)

詳しい資料ご希望の方はハガキで——

資料請求券 A-1

船舶 第四十七卷 第五号
昭和四十九年五月十二日発行
昭和四十九年三月二十日印刷
第三種郵便物認可
(毎月一回)

編集発行人 田岡健一
印刷所 高橋活版所

定価 五〇〇円 発行所

東京都新宿区赤城下町五〇番地
(郵便番号 一六二二)
天 然 社
振替・東京七九五六二番
電話東京(獨)一九〇八番

保存委番号:

221045

雑誌コード 5541-5