

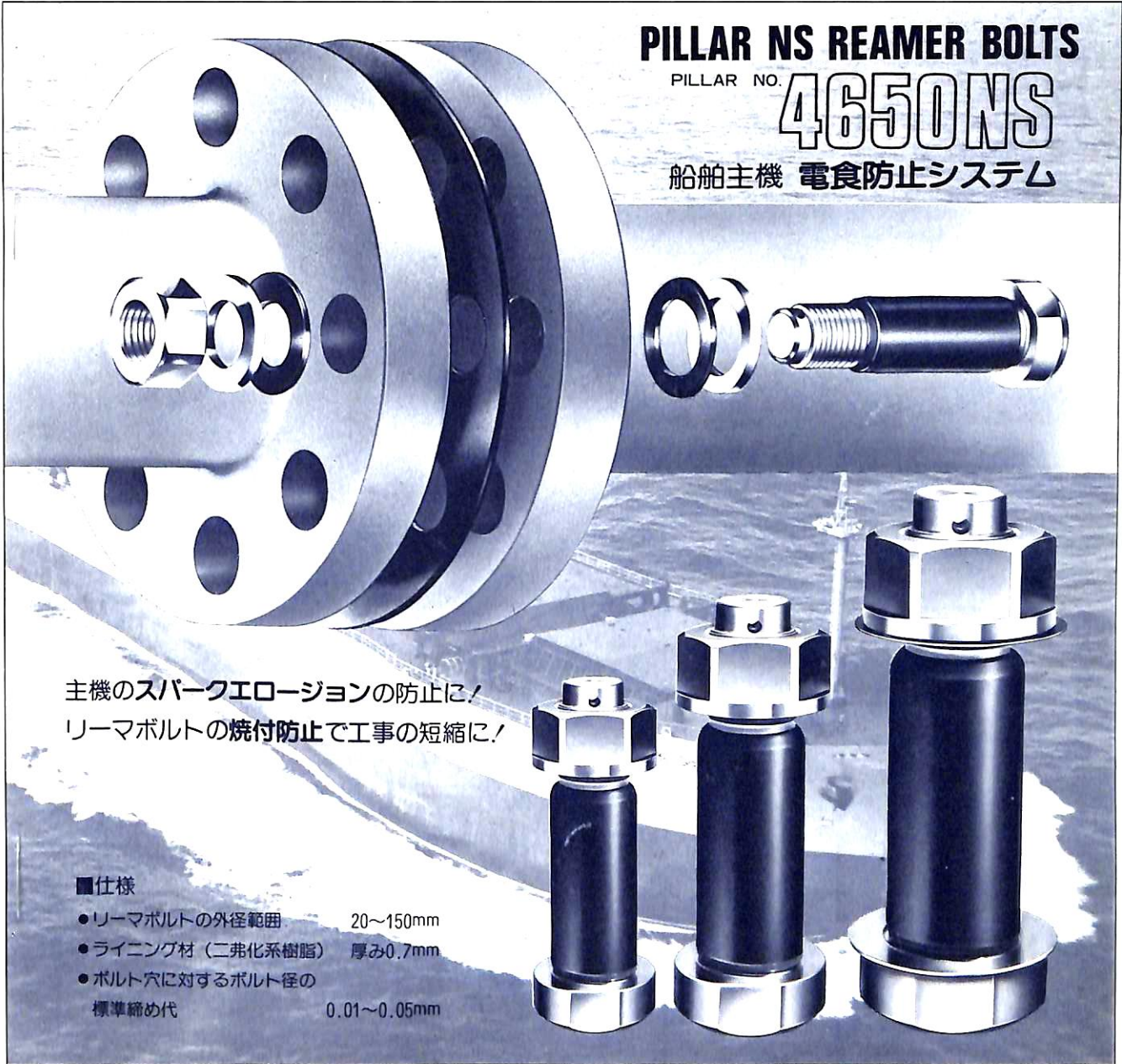
船の科学 8

VOL.39 NO. 8

PILLAR NS REAMER BOLTS

PILLAR NO. **4650NS**

船舶主機 電食防止システム



主機のスパークエロージョンの防止に！
リーマボルトの焼付防止で工事の短縮に！

■仕様

- リーマボルトの外径範囲 20~150mm
- ライニング材 (二弗化系樹脂) 厚み0.7mm
- ボルト穴に対するボルト径の標準縮め代 0.01~0.05mm



日本ピラー工業株式会社

本社・営業本部 大阪市淀川区野中南2丁目11番48号 ☎06.306.1941(代)

第三十九巻 第八号

沿白友行名会

356 SUNNY DAYS!!

修繕と改造はカリブ海“キュラソー”で…
降雨量は年間わずか400ミリ。



- | | |
|--|----|
| 設 | 備 |
| ●修繕ドック | 2基 |
| 150,000 dwt | 1基 |
| 28,000 dwt | 1基 |
| ●1,800m(総延長)修繕岩壁 | |
| ●各種クレーン(ドックサイド)9基 | |
| 事業内容 | |
| ●船舶の修繕・改造 | |
| ●発電機・モーターの修繕と巻換え | |
| ●電子機器及び自動化装置の修繕 | |
| ●年中無休サービス、ジェット便は北米、南米、ヨーロッパ各地へ直行便毎日運航。 | |

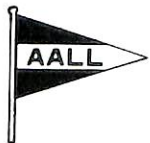
会社別主要御得意先(順不同)

大三	洋光	商汽	船船	北英	真雄	船海	船運	東安	京保	マ商	リ店
日正	村海	汽運	船船	英萬	野興	海汽	船運	安日	保魯	魯洋	業業
上村	海外	商運	航会	東大	日興	海海	運運	日雄	雄洋	マタイ	運業
関海	タン	外航	航一	乾山	マ日	マリ	船船	永大	井洋	海海	運業
近鹿	島汽	汽船	船船	山下	新兵	日本	汽船	神大	運洋	海海	運業
大阪	野海	三井	船船	関住	友バ	商商	運運	八巴	運洋	汽汽	船船
中野	海運	船運	船運	ジャ	パン	ライ	ン運	共共	共共	共共	共共
ファ	イー	スト	・シ	矢野	野海	運運	運運	共共	共共	共共	共共
クリ	ムソ	ン・ラ	イン	中村	汽船	船船	船船	極極	極極	極極	極極



CURACAO DRYDOCK COMPANY INC.

Curacao NETHERLANDS ANTILLES



総代理店

オールランド コンパニー リミテッド

〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京 桜田ビル) 電話(03) (503)2030(代)
テレックス222-3266“AALL J”
〒650 神戸市中央区東町113-1(大神ビル) 電話(078) (391)7801(代)
テレックス5622-401“AALL KB J”

ビジョンをつなぎます。造船技術の輪。



一世紀以上にわたって、造船の技術革新と生産性の向上を進めてきた日立造船。蓄積した多くのノウハウを、造船界や他の関連業界にも広くご利用いただくこと、このたび「エンジニアリングサービス」というかたちで商品化いたしました。システムの超近代化を進めるうえで、不十分な部分がありましたら、どの環でもお気軽にお役立てください。

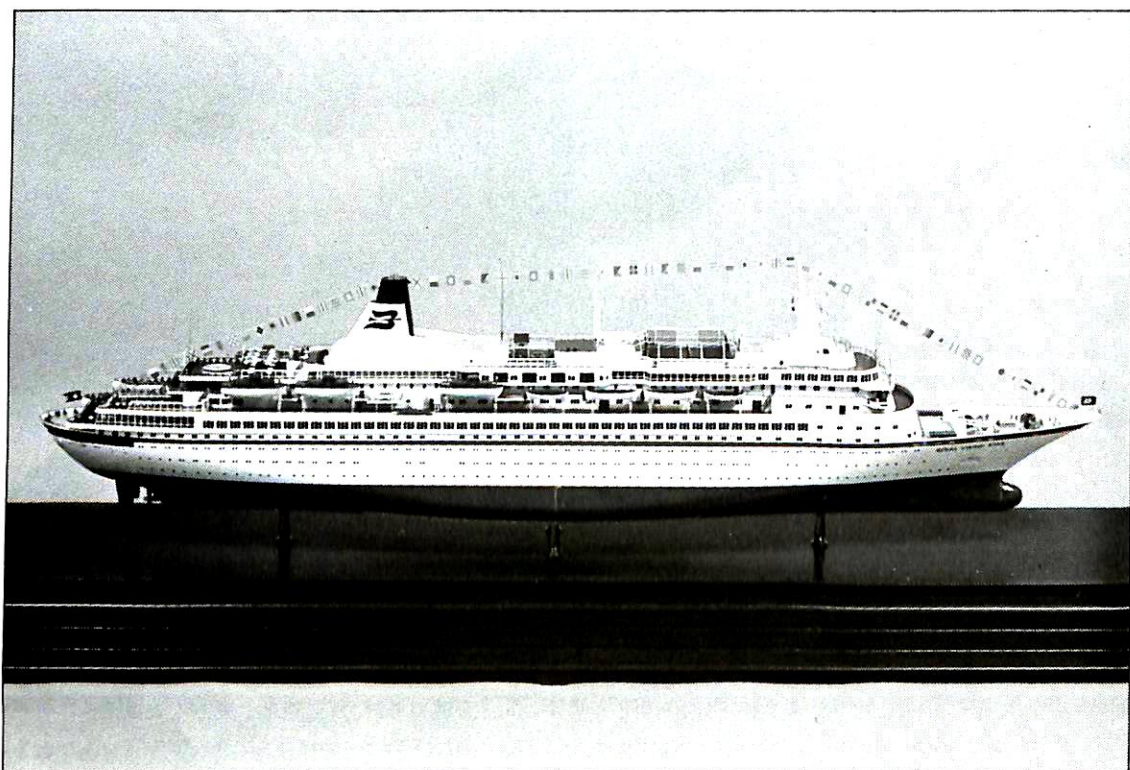
- あらゆるタイプの船舶の新造・改修について、企画から設計・建造にいたる一貫エンジニアリングサービスを行います。
- 高効率・省エネルギー船型について、タンクテストを含む開発設計サービスを行います。
- HICADECに代表される生産システムの販売を中心に、生産性向上についての総合アドバイスをいたします。
- 船舶、海洋構造物、圧力容器、橋梁、水門などの構造物の解析について、モデルの製作から解析・評価にいたる一貫サービスを行います。

日立造船

技術サービスの詳細については下記へお問い合わせください。

東京：東京都千代田区一ツ橋1-1-1 ☎(03)213-6611 内線3180(船舶企画部) 大阪：大阪市西区江戸堀1-6-14 ☎(06)443-8051 内線2784(造船基本設計部)

進水記念贈呈用に 不二の船舶美術模型を



客船“ロイヤル バイキング スター”

建造所：ヴァルツィラ社 ヘルシンキ造船所(フィンランド)
縮尺：1/100模型 発注先：横浜海洋科学博物館

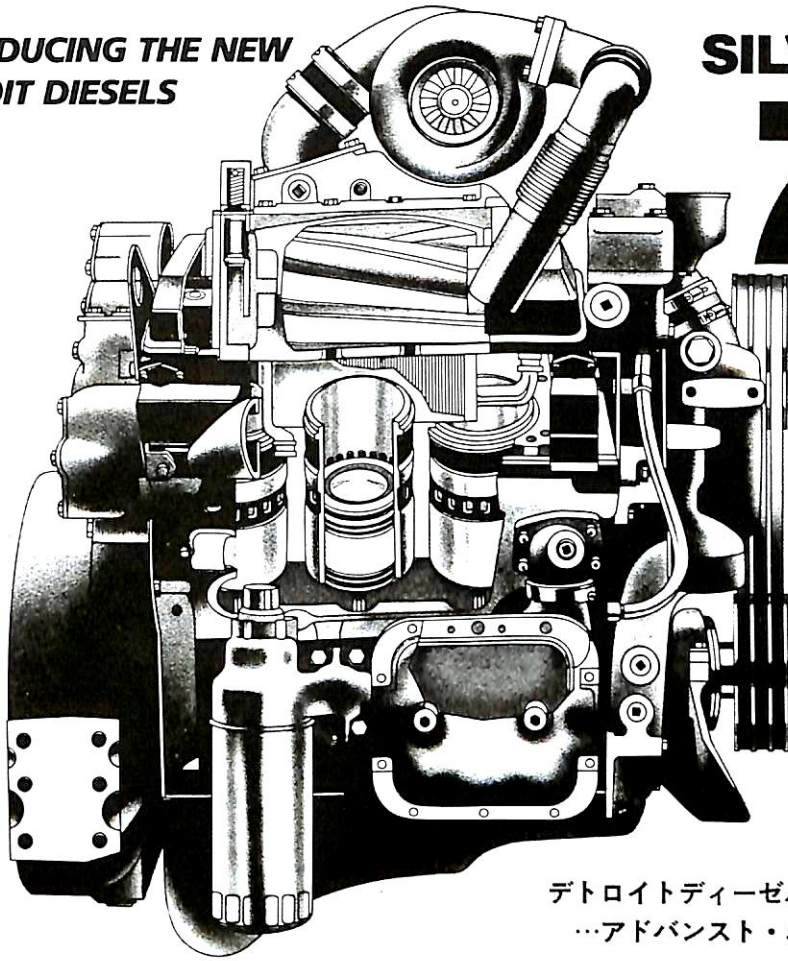
株式会社 不二美術模型

代表取締役社長 桜庭武二
東京都練馬区高松2丁目5の2 TEL. 東京 (998)1586

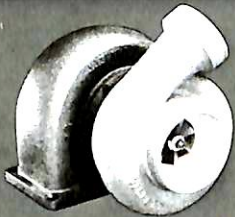
**INTRODUCING THE NEW
DETROIT DIESELS**

SILVER

**71
&
92**



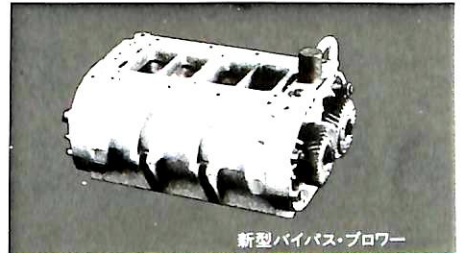
デトロイトディーゼル新世代テクノロジー
…アドバンスト・エアインダクション



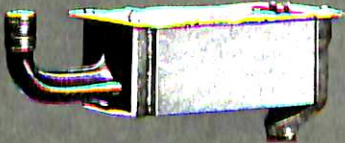
高効率ターボチャージャー



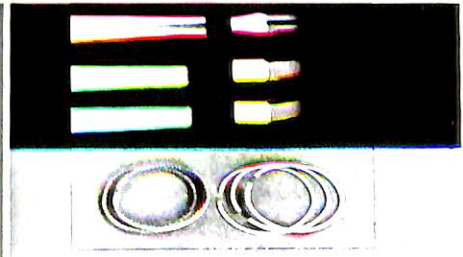
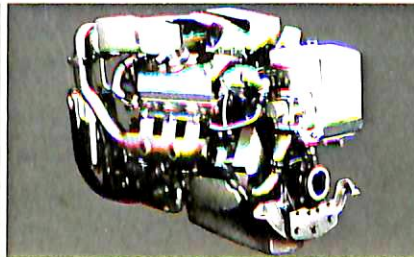
Feel the difference
General Motors makes.



新型バイパス・ブロー



アフタークーラー



NEW STANDARDS OF PERFORMANCE

高効率ターボ、新型バイパス・ブロー及びアフタークーラーの理想的な組合せ、更に新開発のパレルフェース・ピストンリング、シリンダーライナー、クランクシャフトが画期的な燃費率とパワーアップの達成、耐久性、信頼性の向上を実現しました。

東京都中央区日本橋小舟町4-1
電話(03)662-1855(代表)



ゼネラルモーターズコーポレーション
富永物産株式会社



大阪市北区西天満2-6-8
電話(06)361-3836(代表)



安全な航海のため、 操舵室の窓はクリアーに。

結露・氷結から視界をまもりまします。
変わりやすい海洋気象、飛び散るしぶき、
吹き付ける氷雪、操舵室の窓は、どうしても
曇りがちです。

でもヒートライトCの窓なら、いつも快適な視
界をお約束します。ヒートライトCは、ガラス
表面に薄い金属膜をコーティングして通電
発熱させ、曇りだけでなく、氷結を防ぎ、融
雪もする安全な窓ガラスです。もちろん金
属膜は透視の妨げにはなりませんし、被膜
の保護や感電防止も万全です。またガラス
は万一割れても破片の飛び散らない安全な
合わせガラスです。

ヒートライト® C

 **旭硝子**

〒100 東京都千代田区丸の内2-1-2 (千代田ビル)
☎(03)218 5397 (加工硝子事業本部)

船の科学

1986

8

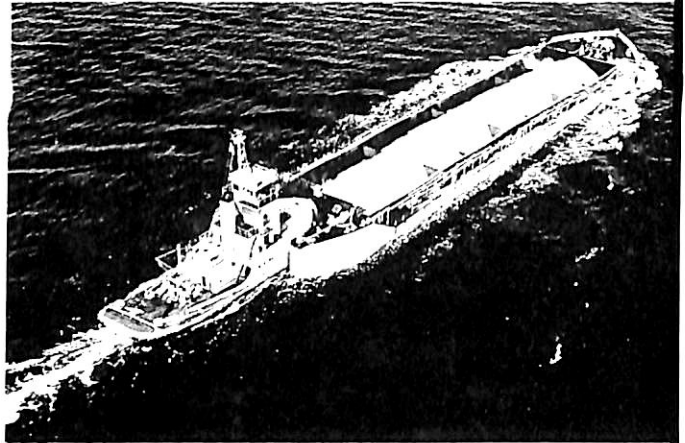
Vol. 39

目次

- 7 新造船写真集 (No. 454)
- 16 日本商船隊の懐古No. 85 (はわい丸, 乾祥丸, 金耶摩山丸).....山田早苗
- 18 商船の映像(36)「船と摩天楼」(サガフィヨルド, クイーン・エリザベス2).....野間恒
- 20 横すべり方式により同日・同一船台で2隻を進水.....府川義辰
大型クルーズフェリーM/V "WELLAMO" (2)
-
- 25 7月のニュース解説(造船業の経営安定化・活性化方策).....米田博
- 28 75,344 m³積パナマックス型プロダクトキャリア "MARY ANN".....日立造船
- 33 浮揚力38,000t最新鋭「新第三浮ドック」の概要.....川崎重工業
- 39 ●造船業の将来技術のために(3)
船舶とロボット・センサー技術.....坂野希
- 46 ●船舶と海洋構造物の防錆・防食技術と施工法(4)
防錆・防食の事例(2).....濱田外治郎
-
- 53 ●船舶塗料について<その12>
第2章 船底塗料.....中国塗料
- 59 ●造船技術変遷史シリーズ
船型試験をめぐる<その29>.....横尾幸一
- 61 ●シリーズ・日本の艦艇・商船の電気技術史<その23>
第2章 商船の電気機装・電気機器.....徳永勇
-
- 65 造船工学覚え書<30>.....川上益男
- 68 冷凍運搬船<35>.....角張昭介・椎原裕美
- 71 続・液化ガスタンカー<27>.....恵美洋彦
- 76 船舶電子航法ノート(111).....木村小一
-
- 85 ●IMOコーナー(第55回)
IMO第29回設計設備小委員会の報告.....運輸省海上技術安全局
- 製品紹介 ピラーNSリーマボルト 日本ピラー工業
電子スキニング式海中探索装置 古野電気
- お知らせ 東京・船の科学館にて特別展「帆船」を開催(9月15日まで) 日本海事科学振興財団
- ニュース わが国最大の新型定置式コンクリートポンプを開発 石川島播磨重工業

“押船—舢艀船団に”アーティカップル

ピンジョイント式
自動連結装置



ボタン操作による
全自動方式

☆ 荒天時も就航可能!

☆ 連結—切離し作業の無人化とスピード・アップ!

タイセイ・エンジニアリング株式会社

東京都中央区東日本橋3の4の14
小沢ビル 電話03(667)6633
テレックス 2655164 TAIENG J

新鋭試験設備を駆使して明日の技術開発を…

■ 主要業務

受託試験、研究
施設設備の貸与
技術相談

環境(耐候・振動)・防火・防爆・情報処理
音響・化学分析・材料・加速度ピックアップの
校正等・試験研究設備が整備されています



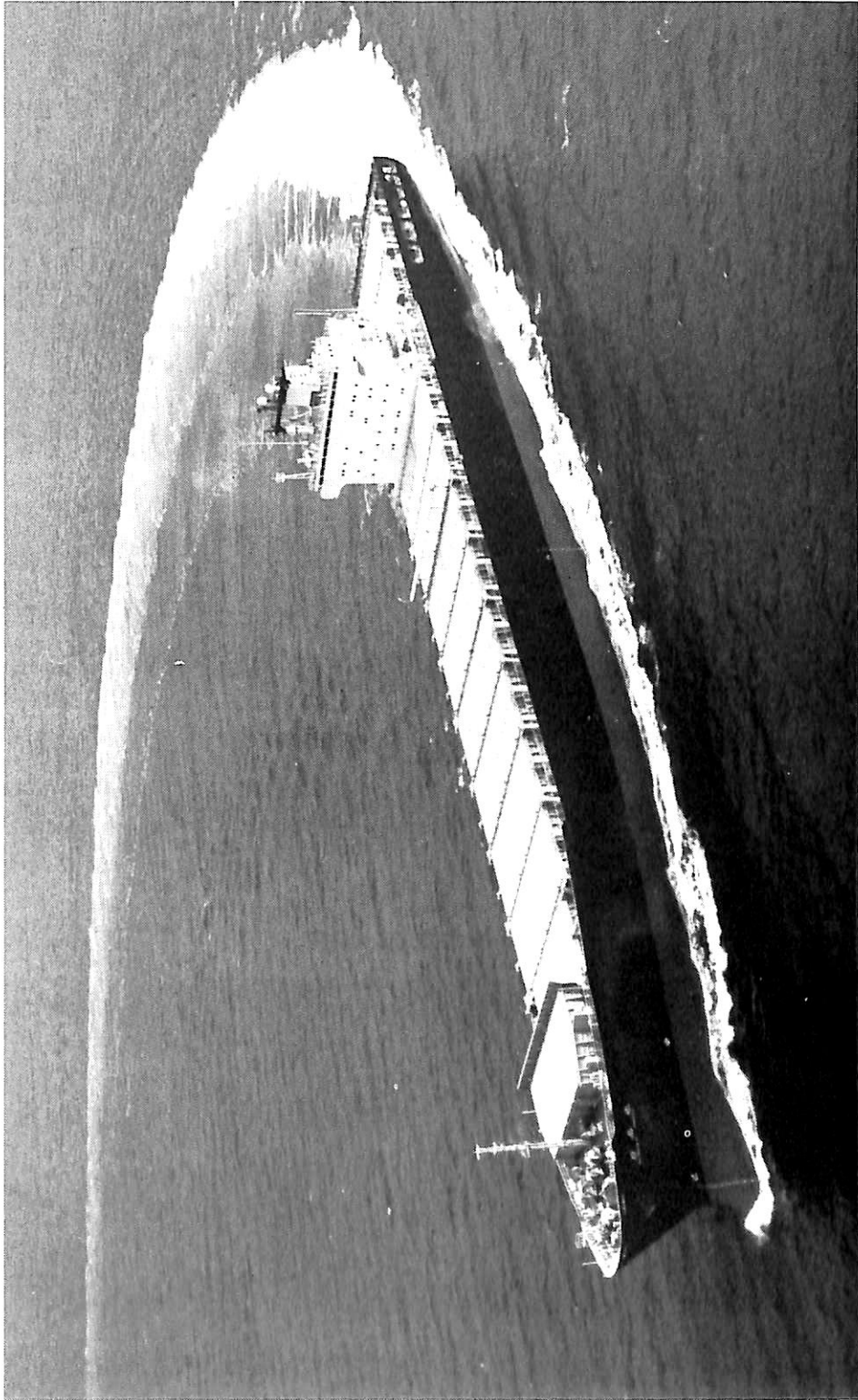
船舶艀装品研究所

所長 芥川 輝 孝

RESEARCH INSTITUTE OF MARINE ENGINEERING
HIGASHIMURAYAMA TOKYO JAPAN

〒189 東京都東村山市富士見町1-5-12
TEL 0423-94-3611~5

(競艇益金事業)



41次コンテナ運搬船 日高丸 HIDAKA MARU 昭和海运株式会社

常石造船株式会社建造(第568番船) 垂線間長 220.00m
 全長 233.00m 総噸数 39,678 T 純噸数 19,980 T
 Cont.搭載数 2050 TEU(甲板上2段) 燃料油槽 4,167.4 m³
 主機関 三井-B&W-8L80MC型(デ)機関×1 出力(連続最大)27,700 PS(83 rpm)(常用)23,550 PS(78.6 rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 堅水管式, 排エコ:二段圧力式×1 燃料消費量 73.3t/day
 (デ)ヤンマー-1,200 kW × 720 rpm × 3 無線装置 送(主)1.2 kW × 1 受(主)全波×2 (補)全波×1
 海事衛星装置 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 進水 60-12-12
 (満載航海)21.5 kn 航続距離 17,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 型深 21.10 m
 乗組員 34名 パワースタター設備 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型
 竣工 61-9-24 起工 60-9-24 型幅 32.20 m 載貨重量 37,915 t 貨物油槽容積 665.2 m³
 竣工 61-3-27 満載喫水 11,682 m 船口数 6 清水槽 530.2 m³



散積貨物船 邦 穀 丸 日邦汽船株式会社

HOKOKU MARU

幸陽船渠株式会社建造(第1083番船) 起工 60-9-4 進水 61-1-11 竣工 61-3-31
 全長 224.51m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 18.30m 満載喫水 13.20m
 総噸数 37,057T 純噸数 22,421T 載貨重量 68,192t 貨物艙容積(ベ)76,125.2m³(グ)79,948m³
 艙口数 7 燃料油槽 2,215.81m³ 燃料消費量 27.9t/day 清水槽 155.99m³ 主機関
 三井-B&W 5L70MCE型(デ)機関×1 出力(連続最大)10,900PS(85.0rpm)(常用)9,260PS(80.5rpm)
 プロペラ 4翼1軸 補汽缶 大阪ボイラー 1,200kg/h×7.0kg/cm²G 発電機 大洋電機 525kVA×
 AC450V×3(原)ダイハツ 630PS×720rpm×3 無線装置 送(主)1.5kW×1(補)75W×1 船舶電話 VHF
 航海計器 ロラン NNSS レーダー 速力(試運転最大)15.502kn (満載航海)13.60kn
 航続距離 22,150浬 船級・区域資格 NK 遠洋 M0 船型 平甲板型 乗組員 30名

- 8 -

散積貨物船 ふえでらる ふじ 宝友海運株式会社

FEDERAL FUJI

日本鋼管株式会社清水製作所建造(第426番船) 起工 60-10-3 進水 60-11-22 竣工 61-3-25
 全長 182.8m 垂線間長 174.0m 型幅 23.1m 型深 14.8m 満載喫水 10.559m
 総噸数 17,814T 純噸数 10,390T 載貨重量 29,643t 貨物艙容積(ベ)33,331m³(グ)39,319m³
 艙口数 5 デッキクレーン 25t×4 燃料油槽(含D.O.)1,858m³ 燃料消費量 25.5t/day
 清水槽 245m³ 主機関 NKK-Sulzer 6RTA58型(デ)機関×1 出力(連続最大)9,500PS(105rpm)
 (常用)8,550PS(101rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 1,500kg/h×6kg/cm²G×1 発電機(大洋電機-ダイハツ)
 440kW×3, (大洋電機-三井ドイツ)80kW×1 無線装置 送(主)NSD-55N×1(補)NSD1175N×1
 受(主),(補)NRD93.92 船舶電話 海事衛星装置 VHF 航海計器 デッカ NNSS レーダー
 速力(試運転最大)16.92kn (満載航海)14kn 航続距離 19,600浬 船級・区域資格
 NK 遠洋(Ice class A) 船型 ウェル甲板型 乗組員 35名



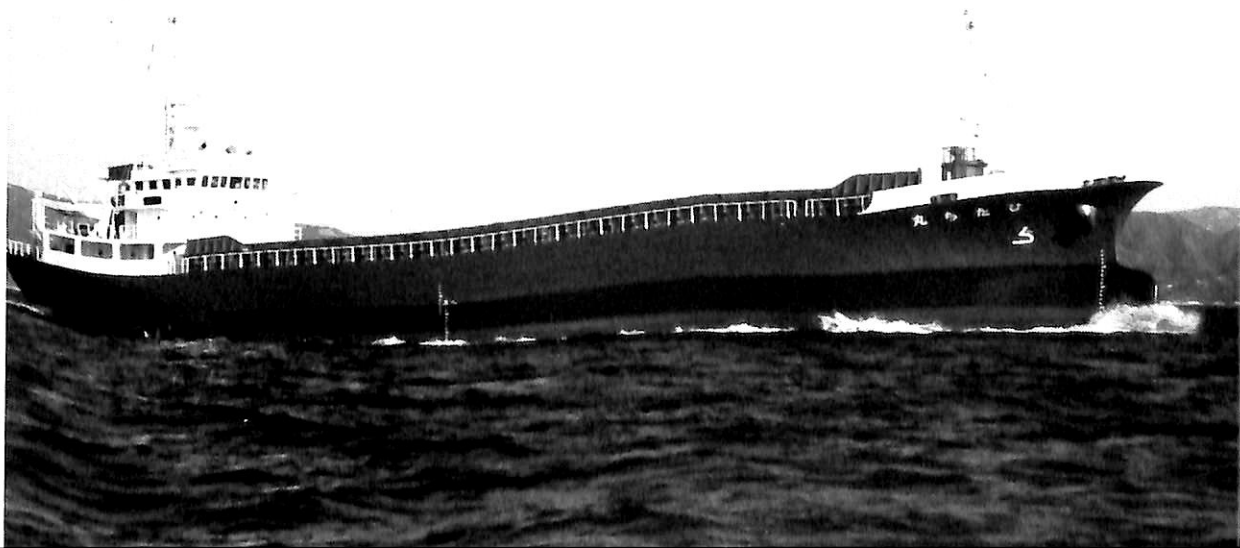


自動車運搬船 **センチュリー リーダー 3** 日本郵船株式会社
CENTURY LEADER No.3

株式会社来島どっく大西工場建造(第2445番船) 起工 60-9-10 進水 60-12-4 竣工 61-3-27
 全長 178.50m 垂線間長 170.00m 型幅 32.20m 型深 32.15m 満載喫水 8.822m
 総噸数 44,830T 純噸数 13,449T 載貨重量 14,155t Car搭載数 4,726台
 燃料油槽 2,111^m 燃料消費量 36.4t/day 清水槽 358^m 主機関 宇部-三菱8UEC60LA型
 (テ)機関×1 出力(連続最大)13,410PS(95rpm)(常用)12,070PS(91.5rpm) プロペラ 5翼1軸
 補汽缶 1,400kg/h, 排エコ 1,400kg/h 発電機 軸発 450kW×1(パワーマネジメント機能付)
 (テ)1,000kW×2 無線装置 送(主)1kW×1(補)125W×1 受(主),(補)全波各1 船舶電話 海事衛星装置
 VHF 航海計器 ロラン オメガ NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大)20.53kn
 (満載航海)18.3kn 航続距離 18,800浬 船級・区域資格 NK遠洋 M0.A 船型 多層甲板型
 乗組員 32名 Integratad Control Center 採用

貨物船 **ひたち丸** 住金海運株式会社
HITACHI MARU

株式会社栗之浦ドック建造(第221番船) 起工 60-12-18 進水 61-3-6 竣工 61-3-31
 全長 78.21m 垂線間長 72.00m 型幅 12.50m 型深 7.20/4.70m 満載喫水 4.60m
 満載排水量 2,926t 総噸数 691T 載貨重量 2,000t 貨物艙容積(グ)3,347^m
 艙口数 1 燃料油槽 80^m 燃料消費量 6t/day 清水槽 42^m 主機関
 楨田-LN31L型(テ)機関×1 出力(連続最大)1,500PS(300/191rpm)(常用)1,125PS(273/174rpm)
 プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 三浦工業 10kg/cm²×1 発電機 120kVA×225V×1,200rpm×2
 (原)主機駆動×1, 補機駆動 久保田鉄工 150PS×1,200rpm×1 無線装置 船舶電話 航海計器 レーダー
 速度(試運転最大)14.111kn (満載航海)11.2kn 航続距離 2,900浬 船級・区域資格
 JG 沿海 船型 全通二層甲板船尾機関型 乗組員 7名
 機関部無人化 0 ハッチカバー(オリエントマリンスケールハッチ)





超低温冷凍運搬船 **宝山丸** 葉山船舶株式会社
HOZAN MARU

今治造船株式会社 / 今井造船株式会社建造(第543番船) 起工 60-12-12 進水 61-3-25 竣工 61-5-16
 全長 94.7m 垂線間長 88.0m 型幅 14.0m 型深 7.80m 満載喫水 5.0m
 総噸数 1,238T 2,525T (国際総噸数) 純噸数 1,004T 載貨重量 2,800.5t 貨物艙容積 (ベ) 3,242.39^m
 清水槽 423.8^m 艙口数 3 デリック 3.5tケンカ巻5m3ギヤング 燃料油槽 861.97^m 燃料消費量 8.8t/day
 主機関 赤阪-A37型(デ)機関×1 出力(連続最大)2,600PS(250rpm)
 (常用)2,210PS(237rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 600kg/h(排エコ) 発電機 360kW×2
 無線装置 送(主)500W×1 (補)130W×1 受(主),(補)各1 海事衛星装置 インマリサット 航海計器
 レーダー NNSS 速力(試運転最大)15.359kn (満載航海)13.2kn 航続距離 10,000浬
 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 25名 バウスラスタ 3t×1
 °冷凍温度 -55℃

海洋漁業調査船 **土佐海洋丸** 高知県
TOSAKAIYO MARU

東九州造船株式会社建造(第618番船) 起工 60-12-3 進水 61-3-5 竣工 61-3-31
 全長(登録)23.41m 幅(登録)5.18m 深(登録)2.04m 満載喫水 1.60m
 総噸数 48T 燃料油槽 12.9^m 清水槽 3.3^m 活魚艙 9.6^m
 主機関 ヤンマーM200-ST型(デ)機関×1 出力(連続最大)750PS(850rpm) プロペラ 3翼1軸
 ハイスキュー CPP 発電機 大洋電機 三相交流防滴型50kVA×1,800rpm×2 (原)ヤンマー62PS×1,800rpm×2
 無線装置 海事衛星装置 船舶電話 航海計器 ロラン レーダー ハイブリッド航法装置 速力
 (試運転最大)14.12kn (満載航海)12.85kn 航続距離 1,100浬 船級・区域資格 JG 第三種 船型
 低船首楼隆起一層甲板型 乗組員 8名 調査員 2名 °冷凍庫 大和冷機 350ℓ(-40℃)
 各種調査観測及び魚撈装置を搭載 作業艇 スズキKB16D×1 F.R.P.製 設計 東京設計研究所





巡視船 (PLH21) **みずほ** 海上保安庁

MIZUHO

三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第1960番船)	起工 59-8-27	進水 60-6-5	竣工 61-3-19
全長 130.0m 垂線間長 123.0m	型幅 15.5m	型深 8.8m	常備喫水 5.25m
常備排水量 4,950t	主機関 NKK-SEMT Pielstick 14 PC2-5V型(デ)機関×2	プロペラ 4翼2軸 CPP	発電機 無線装置 送(主)1kW×3 (補)50W×1
出力(連続最大)9,100PS×2(520rpm)	富士電機 GFV-4502B-8型 625kVA×3	受(主)全波×5 スポット×6 VHF	航続距離 8,500浬
船級・区域資格 JG 遠洋(国際)	兵装 35mm 機関砲, 20mm 機銃, ベル212ヘリコプター2機, パウスタスター, フィンスタビライザー	速力(航海)23kn	最大搭載人員 100名
配属地 横浜海上保安部			

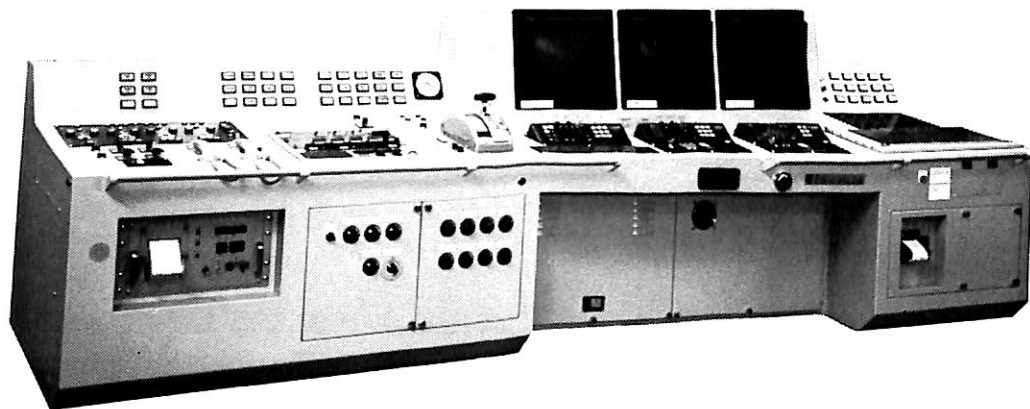
護衛艦 (130) **まつゆき** 防衛庁(建造番号2218)

MATUYUKI

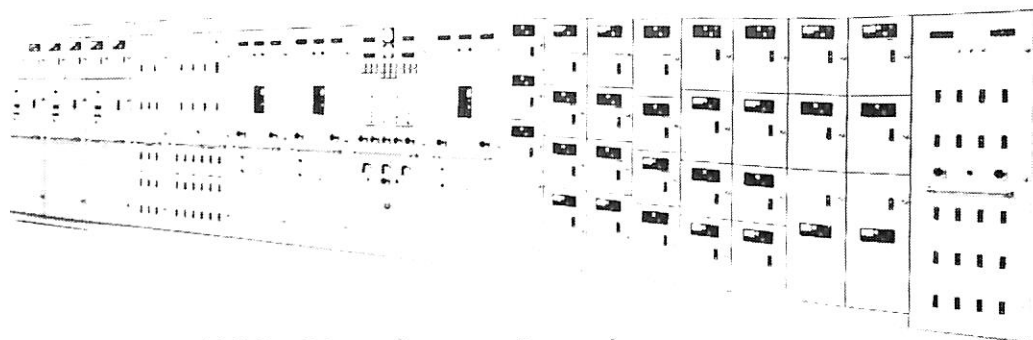
石川島播磨重工業株式会社東京第一工場建造(第2828番船)	起工 58-4-7	進水 59-10-25	竣工 61-3-19
全長 130.0m 垂線間長 126.00m	最大幅 13.6m	深さ 8.5m	喫水(常備)4.4m
基準排水量 3,050t	主機関 COGOG型式 高速用オリンパスTM3B型ガスタービン機関×2	軸数 2	軸馬力 45,000PS
巡航用タインRMIC型ガスタービン機関×2	速力 30kn	乗組員 190名	兵装 62口径76mm 単装速射砲×1, 短SAM装置一式, SSM装置2式, アスロック装置一式
68式3連装短魚雷発射管2式, 対潜ヘリコプター1機	昭和56年度建造計画	配属 呉第2護衛隊群	



渦潮電機の最新技術で 船の近代化・省力化と経済性アップ!!



UMS-35 マイクロコンピュータシステム



UGS-10 パワーマネジメントシステム

船舶電機のトータルエンジニアリング 設計・製作・艤装

渦潮電機株式会社

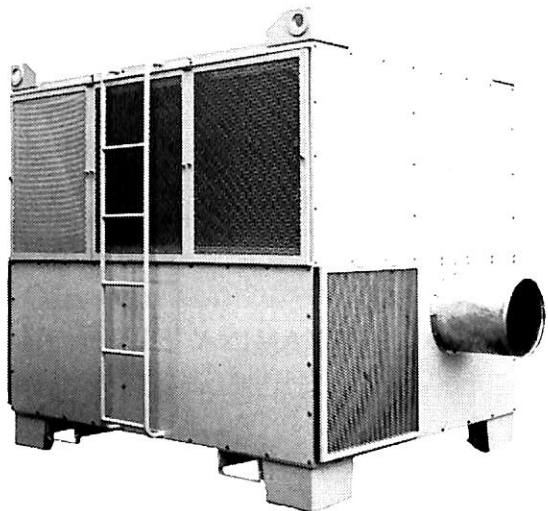
代表取締役社長

小田 道人 司

本社	愛媛県越智郡大西町大字九王甲1520	TEL(0898)53-6111(代)	FAX(0898)53-2266
東京営業所	東京都港区西新橋1丁目19-9	TEL(03)508-1266(代)	FAX(03)508-1265
松山営業所	松山市南齊院町179	TEL(0899)71-9945	
広島営業所	広島市中区本川町2丁目6-10	TEL(082)291-0958	

未来を開くパイオニア!! 空調装置と冷凍装置の総合メーカー

潮スポットクーラー

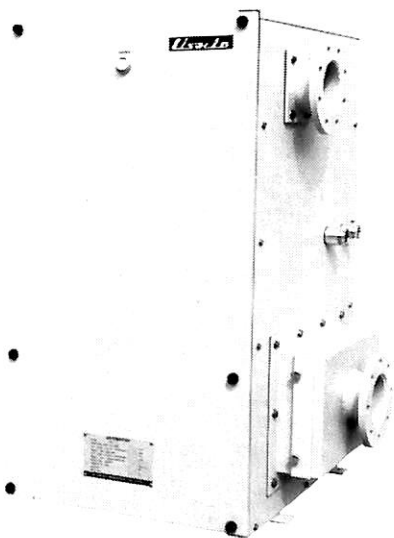
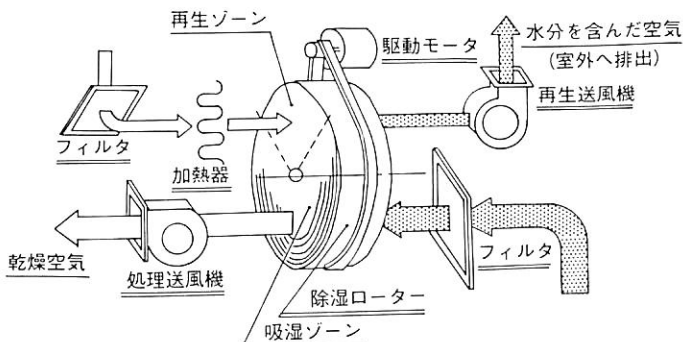


風神

こんなところにはスポット冷房を!

- 造船所(船殻・二重底・艀装工事)
- タンク製造業●金属熱処理工場
- プラスチック工場●機械組立作業所
- 土木建設作業所 その他、高温・多湿・発熱体のあるところ

貨物倉内除湿装置ドライキーパー



潮冷熱株式会社

代表取締役社長 小田 團

本社・工場	愛媛県越智郡大西町大字脇甲883-1	TEL(0898)53-2400(代)	FAX(0898)53-6363
東京営業所	東京都港区西新橋1丁目19-9	TEL(03)508-1266(代)	FAX(03)508-1265
松山営業所	松山市南齊院町179	TEL(0899)71-9945	
広島営業所	広島市中区本川町2丁目6-10	TEL(082)291-0958	



ガスン ケマラ ベルタミナ

輸出油槽船 **GUNUNG KEMALA PERTAMINA 8003**

船主 P.T. Manggala Baruna Bahtera (Indonesia)
 佐世保重工業株式会社佐世保造船所建造(第358番船) 起工 61-1-9 進水 61-2-10 竣工 61-4-15
 全長 242.00m 垂線間長 230.00m 型幅 41.60m 型深 19.20m 満載喫水 12.941m
 総噸数 54,152.39T 純噸数 34,271.5T 載貨重量 85,593Lt 貨物油槽容積 101,781m³
 主荷油泵 2,500m³/h × 150m × 3 デリック 15t × 2 燃料油槽 1,858.9m³ 燃料消費量 42.8t/day
 清水槽 427.6m³ 主機関 三菱-Sulzer 6RTA76型(テ)機関×1 出力(連続最大) 15,500PS(71rpm)
 (常用) 13,950PS(68.5rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 32,000kg/h × 16kg/cm² × 2 発電機
 大洋電機 850kVA × AC450V × 3 (原)ヤンマー-1,000PS × 720rpm × 3 無線装置 送(主)1.5kW × 1 (補)130W × 1
 受(主),(補)全波各1 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 15.83kn
 (満載航海) 15.4kn 航続距離 14,250浬 船級・区域資格 LR/KI 遠洋 船型 平甲板型
 乗組員 49名

14

ハンジン ヨコハマ

輸出コンテナ船 **HANJIN YOKOHAMA**

船主 Highness Maritime S.A. (Panama)
 日立造船株式会社因島工場建造(第4816番船) 起工 60-10-29 進水 61-1-17 竣工 61-3-24
 全長 241.10m 垂線間長 224.00m 型幅 32.20m 型深 19.00m 満載喫水 11.73m
 総噸数 35,610T 純噸数 14,763T 載貨重量 43,293t 船口数 7 Cont. 搭載数 2,358TEU
 燃料油槽 4,210m³ 燃料消費量 84.8t/day 清水槽 420m³ 主機関 日立-Sulzer 7RTA 84型
 (テ)機関×1 出力(連続最大) 30,100PS(89rpm) (常用) 27,100PS(86rpm) プロペラ
 5翼1軸 補汽缶 2,000kg/h × 6.0kg/cm² × 1 発電機 1,000kW × AC 450V × 60Hz ×
 720rpm × 3 無線装置 送(主)1.5kW × 1 (補)130W × 1 受(主),(補)各1 海事衛星装置
 VHF 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダー 速度(試運転最大) 24.55kn
 (満載航海) 22.0kn 航続距離 22,700浬 船級・区域資格 KR/AB 遠洋 船型 船首楼付平甲板型
 乗組員 26名 同型船 Hanjin Newyork, Hanjin Longbeach





パイルクラフト

輸出多目的貨物船

PIJLGRACHT

船主 C. V. Scheepvaartonderneming "PIJLGRACHT" W. V. (Netherland)
 株式会社三保造船所建造(第1257番船) 起工 59-8-27 進水 60-10-21 竣工 60-12-21
 全長 113.00m 垂線間長 106.00m 型幅 18.90m 型深 11.10m 満載喫水 8.401m
 総噸数 5,974T 純噸数 3,662T 載貨重量 9,514.90t 貨物艙容積(べ) 12,110.3^m (グ) 12,816.76^m
 艙口数 2 クレーン 50/40t × 18/24m Cont. 搭載数 474TEU. 燃料油槽 662^m
 燃料消費量 17.65t/day 清水槽 46^m 主機関 阪神-6LF58型(デ)機関×1 出力
 (連続最大) 6,500PS (180rpm) (常用) 5,100PS (171rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶
 600,000kcal/h 発電機 大洋電機 250kVA×3 (原)三菱 315PS×1,200rpm×3, 軸発 500kVA×1
 無線装置 送(主), (補)各1, 受2 VHF 海事衛星装置 航海計器 NNSS レーダー 速力
 (試運転最大) 16.833kn (満載航海) 14.1kn 航続距離 9,000浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 船首楼付平甲板型 乗組員 19名

ワラ

輸出石炭運搬船

WALLARAH

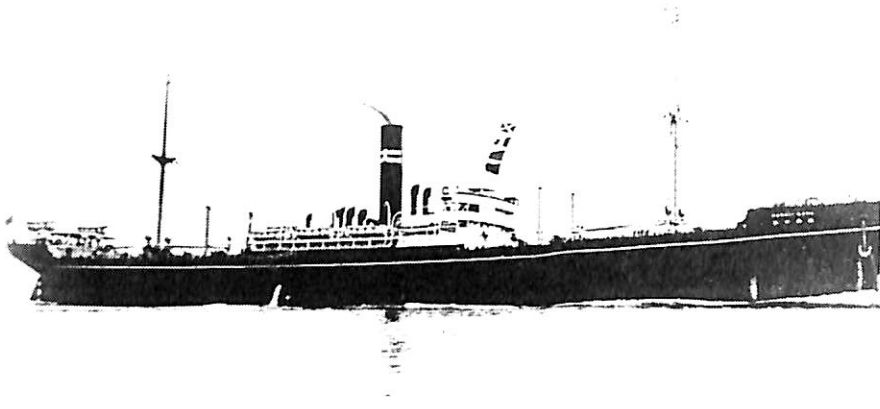
船主 Security Pacific Australia Ltd. Standard Chartered Finance Ltd. (Australia)
 宇部船渠株式会社建造(第194番船) 起工 60-10-3 進水 61-1-12 竣工 61-4-28
 全長 97.90m 垂線間長 90.00m 型幅 19.50m 型深 9.30m 満載喫水 7.014m
 満載排水量 9,531t 総噸数 5,499T 純噸数 1,852T 載貨重量 6,666.53t
 貨物艙容積(グ) 6,388^m 艙口数 2 燃料油槽 222^m 燃料消費量 12.9t/day 清水槽 163^m
 主機関 ダイハツ-6DLM-32L型(デ)機関×1 出力(連続最大) 2,000PS × 2 (580/180rpm)
 (常用) 1,700PS × 2 (549/170rpm) プロペラ 4翼1軸 CPP 補汽缶 トータスMKSC14-500/400
 発電機 大洋電機 1,000kVA×1 (軸発), 大洋電機 395kVA×2 (原)ダイハツ 475PS×2 無線装置
 送(主) 750W×1 (補) 750W×1 受(主), (補)各1 VHF 航海計器 NNSS レーダー 速力
 (試運転最大) 15.44kn (満載航海) 12.50kn 航続距離 4,800浬 船級・区域資格 NV 1A1 遠洋
 船型 凹甲板船尾機関型 乗組員 23名
 。Stephens-Adamson 2,500t/h



日本商船隊の懐古

山田早苗氏提供

貨客船 はわい丸 大阪商船→南洋海運



川崎造船所建造(第374番船)	船舶番号 18436	信号符号 MTQL → JHWD		
起工 大3-11-15	進水 4-5-18	竣工 4-7-27		
全長 150.87m	垂線間長 144.78m	型幅 18.59m	型深 12.46m	満載喫水 8.38m
満載排水量 17,921t	総噸数 9,482.32T	純噸数 5,980.11T	載貨重量 11,747.86t	
貨物船容積 (ベ) 12,797m ³ (グ) 13,504m ³	主機関 三連成レシプロ機関×2	速力		
(試運転最大) 16.633kn (満載航海) 13.7kn	船級・区域資格 逓信省第1級船 遠洋区域			
ロイド100A1 LMC with free board.	乗組員 102名	旅客 1等13名, 3等296名	姉妹船 まいら丸	
ありぞな丸, あらば丸, あらびあ丸, あふりか丸 (以上準姉妹船)			船籍港 大阪	

大阪商船では明治42年7月、ばなま丸型6隻で開設した香港・タコマ間の北米航路を増強するため本船と、まいら丸を新造してこの航路に投入した。この型は、ばなま丸型の拡大、改良型で総トン数で約3,000トン速力も14ノットから16ノットに増強された。

本船の建造に使用した鋼材は、大阪商船が直接ミッドベール製鉄会社へ発注し、自社船によって輸送し、これを造船会社に提供して建造したもので当時ヨーロッパからの鋼材の輸入がストップしたため船価が高騰していたがこの方法によって船価をおさえることが出来た。

本船の建造には政府の造船奨励法の適用を受けた。

本船には、17,000ft³の容積を有する絹物格納庫及び8,000ft³の冷凍貨物庫、2,800ft³の冷蔵食品貯蔵庫を有していた。

大正4年9月より、香港タコマ線に就航した。

大正7年、南米線の臨時便として就航した。

大正13年、石炭焚きから重油燃焼装置に取替える。

大正14年3月、しあとる丸に代って南米線に就航。

昭和5年6月、りおでじゃねいろ丸の就航により南米線を撤退した。

昭和5年8月、沈没したあらば丸の代船として再び香港タコマ線に就航。

昭和6年4月、アフリカ東岸線に就航。

昭和16年6月19日、横浜発東アフリカ航路に就航し

たが、日本に帰着したのち、間もなく9月29日陸軍に徴用され軍用船となり宇品を出港、10月3日塘沽を経て10月9日大阪にもどる。11月15日宇品発、11月19日釜山、11月25日高雄を経て12月7日馬公を出撃、12隻の船団でフィリピンのビガンに進出、12月10日泊地に進入し、台湾歩兵第2連隊第1大隊、第3大隊、山砲第48連隊の1コ中隊、野戦高射砲第45大隊の1コ中隊を敵前揚陸す。揚陸中、空爆により被弾し火災を発生したが1時間後に鎮火、同じく12月12日午後2時揚陸作業中、船尾高射砲に被弾し、負傷者30名を出した。

昭和16年12月16日、高雄、翌年1月1日にはフィリピンのリングエン、1月8日高雄、1月9日虎門、1月20日海口、1月25日カムラン湾、2月1日サイゴン着、2月5日サイゴン発、2月6日上海、2月27日リングエン、3月2日上海、3月14日マピラオ、3月30日黄埔、3月22日香港、3月29日上海、4月3日マピラオ、4月8日オロンガボ、4月14日高雄、5月5日より5月22日までバタビア停泊、5月26日ダバオ、6月4日マニラ、6月17日大連を経て7月9日神戸に帰る。

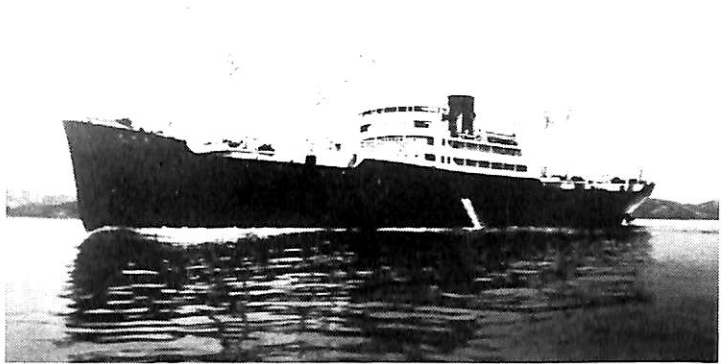
昭和17年7月19日徴用解除となり、その後船舶運営会の使用船となる。

昭和18年2月、南洋海運の所有となる。

昭和19年12月2日、九州南方、北緯30°24′ 東経128°17′にて米潜 Seadevil (SS-400) の雷撃で沈没した。

貨物船 乾 祥 丸 乾汽船株式会社

玉造船所(三井造船)建造 (第240番船)
 船舶番号 44843 信号符号 JQDM
 起工 昭13-2-28 進水 13-6-30
 竣工 13-8-23 垂線間長 117.15m
 型幅 16.00m 型深 9.25m
 満載喫水 7.608m 満載排水量 10,252t
 総噸数 4,861.90T 純噸数 2,892.99T
 載貨重量 7,139t 貨物艙容積(ベ)9,674m³
 (グ)10,537m³ 主機関 三井-B&W
 645WF120型2衝程複動無気噴油式自己逆転
 縦型(デ)機関×1 出力(計画)
 3,450PS 速力(試運転最大)16.772kn
 (満載航海)15.0kn 船級・区域資格
 逋信省第1級船BS 鋼船
 乗組員 39名 旅客 1等12名
 船籍港 東京



乾汽船が玉造船所に発注した中型貨物船で、昭和13年6月30日正午、玉にて進水した。

昭和15年9月15日海軍に徴用され横須賀鎮守府所属の運送船となる。

昭和16年12月8日ケゼリン発、ルオットを往復して12月27日横須賀に帰る。昭和17年1月8日横須賀発、1月19日ケゼリン着、1月23日同地発、1月28日ラバウルに進出、2月15日トラックにもどる。2月20日トラック発、2月22日サイパン、テナアン方面で行動したのち3月6日横須賀にもどる。3月13日横須賀発、3月22日

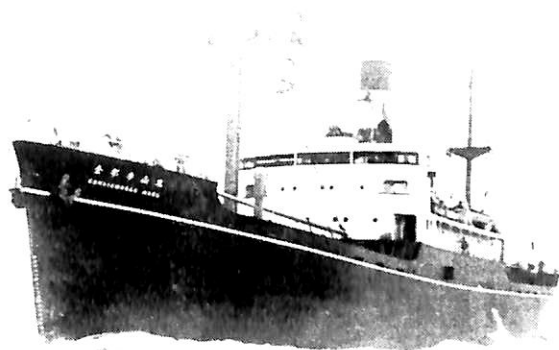
まで南鳥島、大鳥島方面を行動、3月25日より4月15日まで、ケゼリン、ルオット、タロア、ウオッセ方面を行動、5月1日サイパン経由、5月6日横須賀に帰る。

昭和17年5月16日東京発、5月26日トラック経由、5月31日ラバウルへ。6月8日ラバウル発、6月22日横須賀に帰る8月16日まで入渠修理を受ける。

昭和18年10月8日トラック発、7081船団で10月13日パラオ着、12月14日トラック発5142船団で12月19日ケゼリン着、昭和19年2月17日トラック島附近にてアメリカ第58機動部隊の空爆により沈没した。

貨物船 金 耶 摩 山 丸 鍋木汽船

播磨造船所(IHI)建造 (第293番船)
 船舶番号 48634 信号符号 JGCP
 起工 昭15-7-10 進水 16-4-14
 竣工 16-6-28 全長 93.85m
 垂線間長 93.70m 型幅 7.60m
 型深 6.42m 満載排水量 6,135t
 総噸数 2,869T 純噸数 1,617T
 載貨重量 4,333t 貨物艙容積
 (ベ)5,362m³ (グ)5,701m³
 主機関 三連成レシプロ機関×1
 出力(連続最大)2,047PS (計画)1,900PS
 速力(試運転最大)14.598kn (満載航海)
 12.0kn 型式 C型平時標準型 鋼船
 乗組員 42名 旅客 1等2名
 姉妹船 昭永丸 船籍港 東京



日中戦争勃発など戦時色濃厚になるにつれて船腹の需要は増大し、これに対応するため昭和12年、標準型船の規準を決める委員会が構成され、昭和14年4月、A型からF型までの6種類の平時標準型船が決められた。

本船はその中のC型平時標準型船で、昭和16年4月14日午前10時相生にて進水した。

昭和16年12月20日、海軍に徴用され呉鎮守府所属の運送船となる。

昭和17年1月21日、17時タラカンを出撃、ホルネオ攻略の終わった海軍陸戦隊を乗せ、坂口支隊の輸送船など16

隻の船団の第2分隊に所属し1月24日午前0時40分パリックパパンに部隊を揚陸本船からは第2設営班が上陸した。昭和17年12月30日、陸軍部隊2,000名を乗せて佐伯発、「鳩」の護衛でラバウルへ。昭和18年5月19日佐伯発、8号演習輸送のK519船団でラバウルへ。9月22日佐伯発オ209船団で10月2日パラオ経由ラバウルへ。

昭和18年11月20日、ラバウル発2202船団でトラックに向う途中、11月22日午前9時35分ニューアイルランド島カビエン北方、北緯1°0′東経149°20′にて空爆により沈没した。

船と摩天楼

野間 恒
H・N O H A

Ships and skyscrapers.

SAGAFJORD on her maiden arrival at New York

“サガファイヨルド”

1965年10月、ノルウェーの新造客船サガファイヨルド(24,002総トン)が、処女航海でオスロから到着したところである。歓迎伴走するタグボートの向こうは、マンハッタン島南端、バットリー公園である。「ノルウェイ」と名付けられる筈だった本船は、オスロ〜ニューヨーク定期/クルーズ両用に設計されたが、就航して間もなく、クルーズのみに使われるようになる。ゆるやかな楕弧をもつ船体は大型ヨットを思わせ、柔らかな線が包まれた上部構造は「優美」と形容するにふさわしい。船内設備の高さと、サービスの良さが相俟って、本船はクルーズ界に高いステータスを築いた。1983年キユナード・ラインが本船を購入したのち、1985年になり本船を(キユナードに由緒ある)「モレタニア」と改名しようとしたが、原名の知名度の高さに気付き思いとどまったというエピソードがある。



QE2 arriving New York on her maiden voyage

“クイーン・エリザベス2”

1969年5月、クイーン・エリザベス2（66,852総トン）が、処女航海で到着、92番埠頭に向かっている光景である。61年のフランス（66,348総トン）くらい久しぶりに登場した巨船であったから、20隻ちかいタグボートや小艇が出迎えて伴走している。新しい「北大西洋の女王」と言うべき客船の晴れがましいデビューであるが、画面からは心なしか寂しいムードが感じられる。中央にひとときわ高くそびえるエンパイア・ステート・ビル（姿は変わらないが、かつて多数の北大西洋横断客船が咄々相摩した埠頭には船影はなく、往時の隆盛は偲ぶべくもない。また、対岸のホボケンにある建物屋上には、「ホボケンは産業進出を歓迎」というネオンサインが掲げられている。かような状態のもとで入港する女王の孤影は、なおさら印象的である。なお、本船は69年1月に就航する筈だったが、主機故障が試運転で発生、船主が受けとり拒否したのち、4ヶ月遅れてのデビューであった。

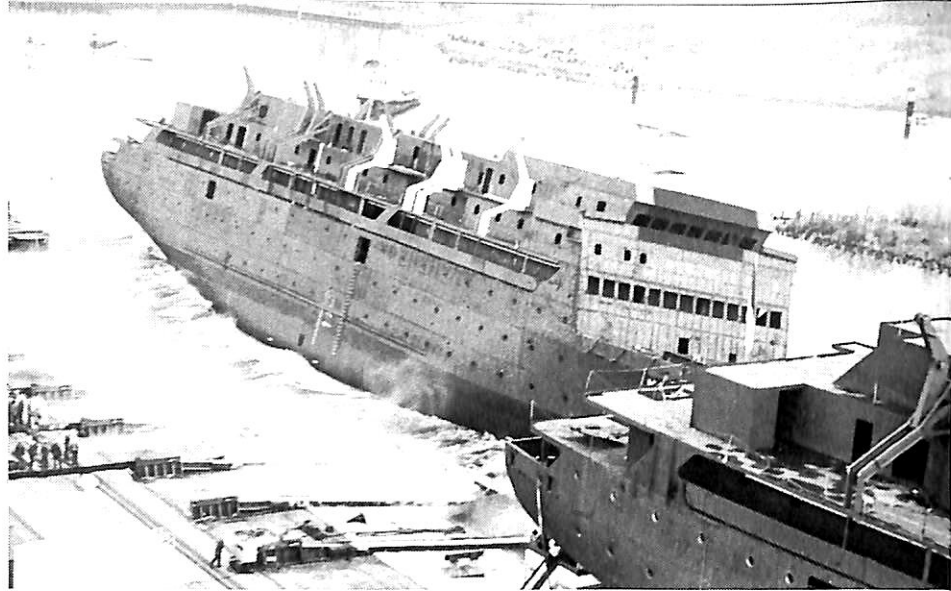


●外国造船所

横すべり方式により
同日に同一船台で
2隻を進水

— Meyer Werft —

Yoshitatsu Fukawa
府川義辰



西独バペンブルグの Meyer Werft (マイヤー造船所) は、“Homeric”に引続き去る4月19日インドネシア向けの6,400総トン客船を昨今では非常に珍しい横すべり方式による同日に同一船台で2隻を進水させた。

最初に進水をしたのは、6隻シリーズの5番船で、建造番号614、“KELIMUTU”(ケリムツ)、これについで615の“LAWIT”(ラウイト)の順で行われた。両船共インドネシア運輸大臣夫人(Mrs. RASR Nurjadians)により支綱のカットが行われた。どちらの船名もインドネシアの名山からとられており、すでに引渡し済みの4隻14,000トン型客船と同じくL. Directorate General of Sea Communicationに所属する。

“KELIMUTU”は7月，“LAWIT”は9月以後にインドネシアの離島航路に就航することになっている。船級はインドネシア船級協会のKI級を取得している。

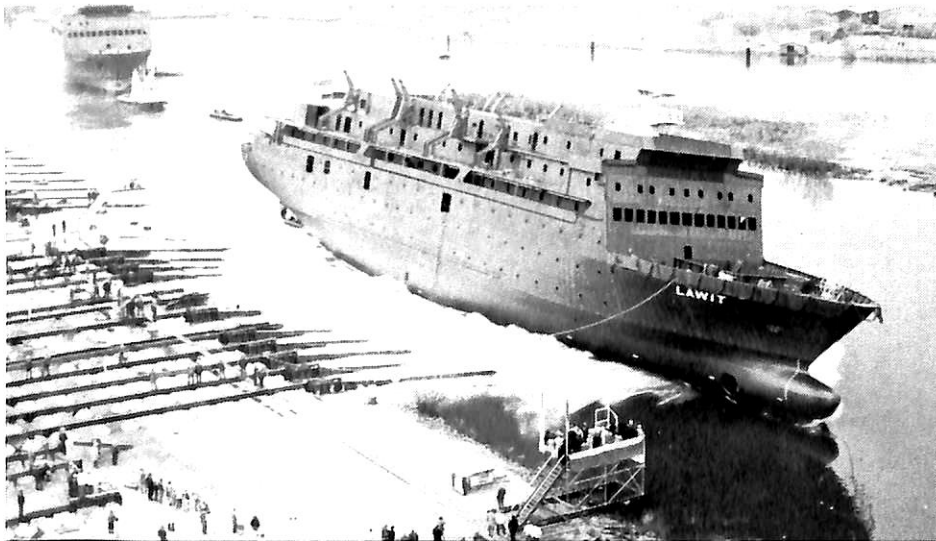
“KELIMUTU” & “LAWIT” 主要目

全長	99.80m
垂線間長	90.5m
型幅	18.00m
型深(3rd. deck)	6.90m
(4th. deck)	9.40m

喫水	4.20m
総噸数	約6,400 T
載貨重量	1,450 t
主機関	Mak-6 Mu453型(デ)機関×2
出力	1,600 kW(2,176 PS)×2
プロペラ	2
速力(at 90% MCR and 15% シーマージン)	14 kn
旅客数	920名
乗組員(士官を含む)	84名
船級	KI+A100 1 Passenger Vessel + SM (O-16/24)
発電機	450 kVA × 380 kW × (530 HP) × 1,000 rpm × 4
バウスラスタ	CPP 478 kW(660 PS) 7.5 t
救命ボート	8
救命筏	20

客室設備

1等(2名部屋 7室)	14名
2等(4名部屋 10室)	40名
エコノミー	866名
計	920名



【写真上】去る4月19日、最初に進水をする“KELIMUTU”対岸のヨットハーバーにも多数の見物人がつめかけている。

◀ 第2船“LAWIT”，第一船“KELIMUTU”は進水水域を離れて後方に控えている。両船共バウスラスタを装備している。



“SKY BAR”鏡が多用されてステージでの催物を見るには最高である。(レストラン・ラ・カップルの真上にある。)

“ Bridge ”

▶ 前面・背面ともに大きなガラスで構成されて見通しを良くして広々と感じられる。後方はチャートデスクである。

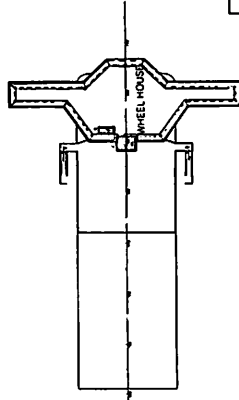
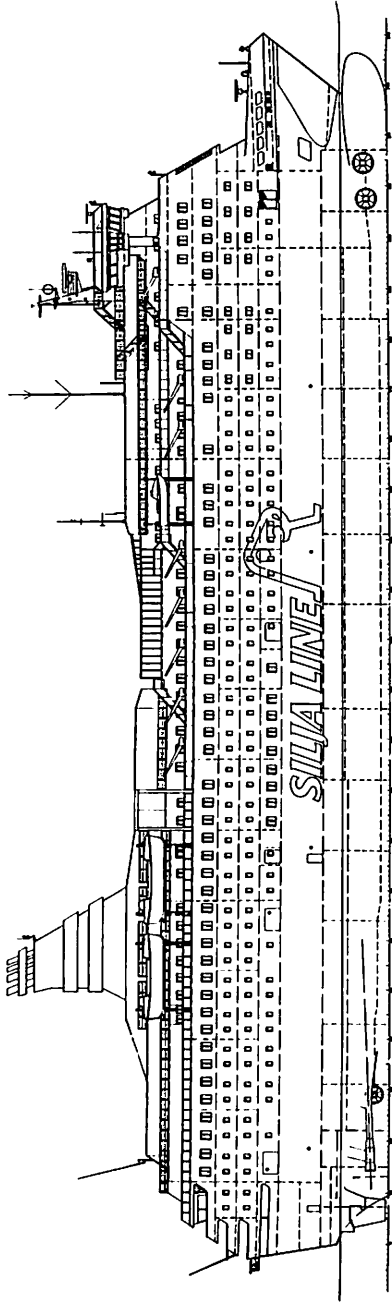


◀ Engine control room

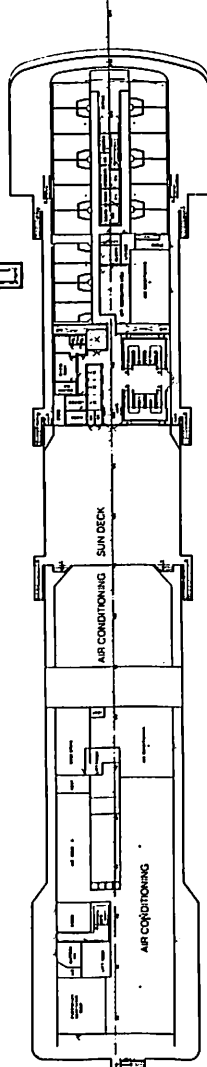
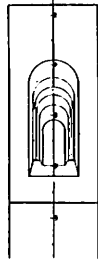
Photo :
Wartsila Helsinki

【お詫び訂正】

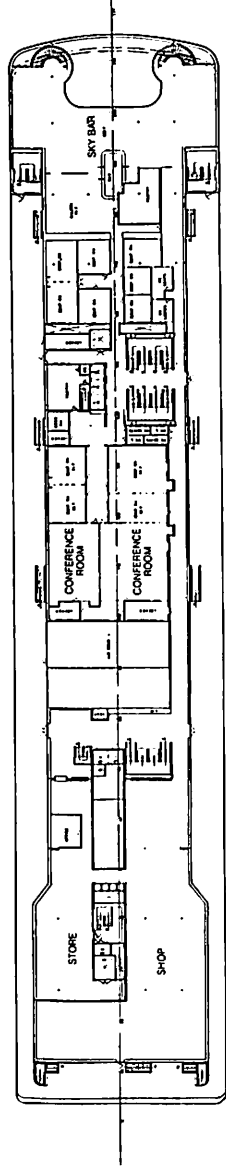
7月号44頁 世界最大級客船
“Sovereign of the Seas”
文中の主機関 馬力
(誤) 4 × 742HP
(正) 4 × 7,425HP



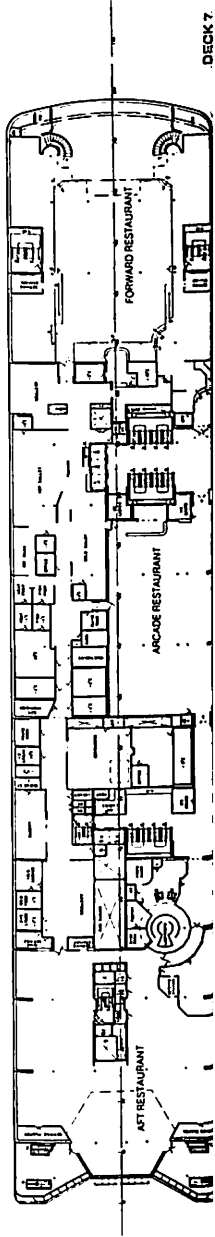
DECK 11



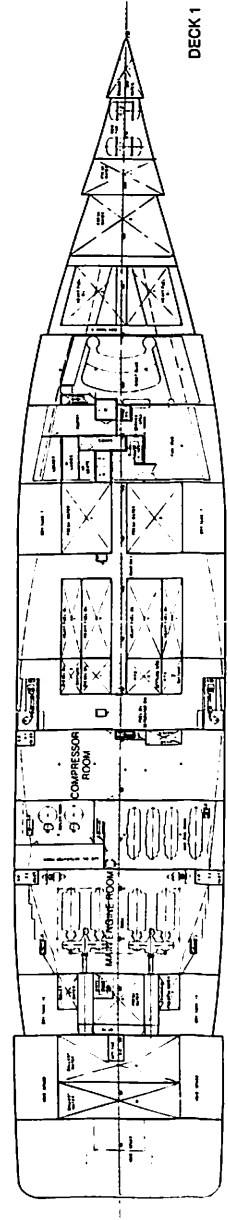
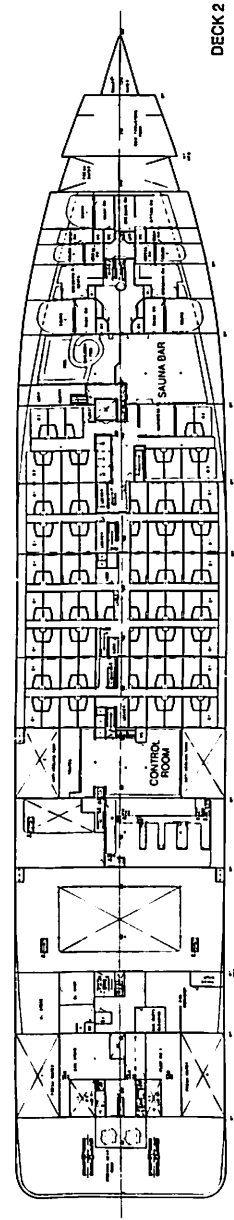
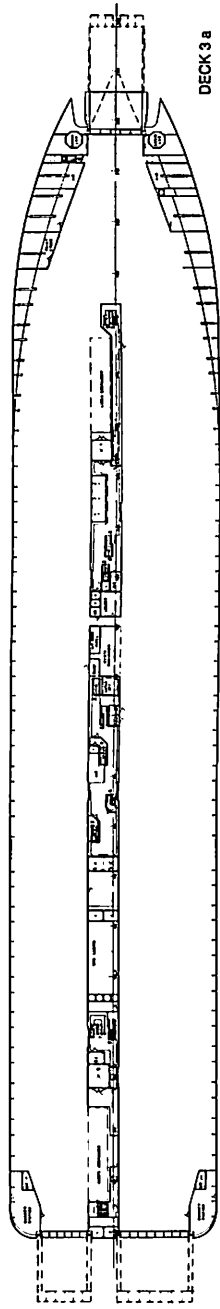
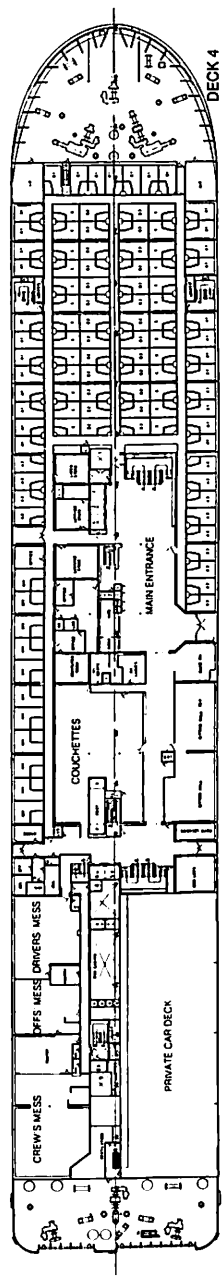
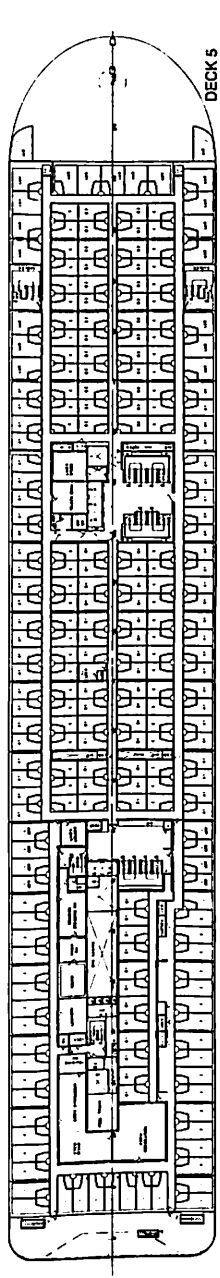
DECK 9



DECK 8



DECK 7



Passenger Cruise Ferry
 "WELLAMO"
 General Arrangement



バシフィック グレース
輸出貨物船 **PACIFIC GRACE**

船主 King Sky, S.A. (Panama)

高知重工株式会社建造(第2423番船)

全長 97.81m 垂線間長 89.50m

総噸数 4,568T 純噸数 2,095T

艙口数 2 デリック 25t×3, 30t×1

主機関 日立-B&W 6L35MCE型(デ)機関×1

プロペラ 4翼1軸 補汽缶 自然循環式堅水管式×1, 強制循環式排エコ×1

AC450V×2 (原)ヤンマー 300PS×1,200rpm×2 (軸発)神鋼 160kW×AC450V×1

(補)75W×1 受(主), (補)全波各1 船舶電話 VHF 航海計器 NNSS

(試運転最大) 14.37kn (満載航海) 11.2kn

船型 全通二層甲板型

乗組員 20名

起工 59-8-30

型幅 18.00m

載貨重量 6,491.73t

燃料油槽 531.23m³

出力(連続最大) 3,235PS (200rpm)

船舶電話 VHF

航続距離 13,600浬

進水 60-9-4

型深 10.50m

貨物艙容積(ベ) 8,550.9m³ (グ) 9,868.28m³

燃料消費量 8.10t/day 清水槽 197.86m³

発電機 神鋼 200kW×1

無線装置 送(主) 0.5kW×1

船級・区域資格 NK 遠洋

速力

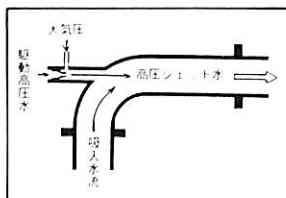
撒積船船倉内清掃の排出装置!!

MJP(混気ジェットポンプ)

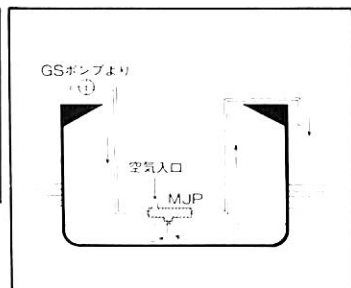
- 船倉内の残鉱石及び固形物は大きさ、形、比重に関係なくGSポンプの圧力水により吸引し全て船外に吐出されます。

(特徴)

- 吸入口径の90%以内の物はすべて流送可能。
- 構造がシンプルのためメンテナンスフリー。
- ポンプ形状が小さく、狭い場所での作業が可能。



MJP 構造



MJPのフローシート

(特許多数取得済み)

(用途)

真空ポンプ/雪の管移送/土木関係/漁業関係
土砂流送/固形物の洗浄/食品及び化学関係

—MJP開発株式会社代理店—



株式
会社

國森製作所

本社 神戸市中央区東川崎町七丁目12番2号 電話 (078) 651-5252(代)

東京営業所 東京都港区東新橋二丁目5番11号 電話 (03) 437-5022(代)

7月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

6月19日～7月19日

- 海運・造船問題
- 一般政治経済問題

6月

- 23日○海運造船合理化審議会海運対策部会が開か
(月) れ、構造不況にあえぐ日本海運の現状と過
剩船員問題について話し合った。
- 24日○政府は閣議で「特定不況業種、特定不況地
(火) 域関係労働者の安定に関する特別措置法」
にもとづき、特定不況業種に新たに「一般
外航海運業のうち日本と海外、あるいは海
外の各港間で石油を運ぶ油送船関係」を追
加し、近海海運業、内航海運業の指定期間
を延長した。
- 25日○海運造船合理化審議会が諮問第92号「今後
(水) の造船業の経営安定化および活性化はいか
にあるべきか」について三塚運輸相に答申
した。
- 30日●ユーゴスラビアのブリオニで25日から開か
(月) れていたOPECの定例総会は、低迷する
原油価格を回復させる方策について具体的
な成果を得られないまま中断して散会した。
7月28日ジュネーブで再開の予定。

7月

- 1日○日本造船工業会は、「修繕船業の現状と課
(火) 題」を発表したが、この中で、修繕船部門も
需給ギャップが大きく存在しており、需要
に見合う適正規模に供給力を調整する必要
がある、と提言した。
- 1974年SOLAS(海上人命安全)条約の
83年改正条約発効。運輸省は6月27日付で

省令改正の公布を行い、条約発効と同時に
施行した。

- 6日●第38回衆院選挙と第14回参院選挙の同日選
(日) 挙。衆院選挙の投票率は71.40%。結果は
自民党の記録的な圧勝。
- 9日○三塚運輸相は海運造船合理化審議会に対し、
(水) 「特定外航船舶解撤促進臨時措置法第3条
第1項の規定に基づき運輸大臣が定める解
撤促進基本指針について」諮問した。
- 10日○OEC D造船部会がパリで9日から開催さ
(木) れ、各国の造船能力統計表のフォームにつ
いて合意され、韓国が秋に開かれる需給サ
ブグループからオブザーバーとして参加す
ることになった。またOEC Dは11日「世
界の造船業の危機」と題する記者発表をお
こなった。
- 14日○大分発神戸行きのダイヤモンドフェリーの
(月) 「おくどうご6」(6,378トン、乗客354人)
が来島海峡でケミカルタンカー三典丸(199
トン)と衝突した。全員無事。
- 17日○運輸、労働両省は事務次官、局長クラスの
(木) 懇談会を開き、造船・海運不況に伴う雇用
問題に両省協力して取り組むことを確認し
た。
- 東京外国為替市場の円相場は、156円30銭
の瞬間値のほか、終値でも156円95銭で共
に戦後最高値だった。
- 運輸省は「外航海運の現況」(海運白書)を
発表した。
- 18日○海運造船合理化審議会は7月9日の諮問に
(金) 関し、64年夏までの3年間で約520万総ト
ンの船舶をスクラップすべきだ、とする答
申をまとめ、三塚運輸相に提出した。520
万総トンの内訳は、タンカー440万総トン、
貨物船80万総トン。

造船業の経営安定化・活性化方策

海造審諮問第92号答申

海運造船合理化審議会（佐々木直委員長）は、6月25日、運輸大臣諮問第92号「今後の造船業の経営安定化及び活性化の方策はいかにあるべきか」（60年10月23日諮問）についてまとめ、三塚博運輸相に答申した。

本答申はまず「船舶建造需要見通し」につき審議会の見解を第1図に示すように「今後の新造船需要は代替需要が中心であり、我が国造船業の外航船建造量は、標準貨物船換算トン数で、昭和60年の540万トンから63年には310万トン程度にまで激減し、その後回復に向うものの70年においても520万トン程度にとどまるものと見込まれる。」としている。

ついで答申は「我が国造船業の問題点」にふれ、「我が国造船業は、需要環境の変化と不況の長期化により、大幅な設備過剰の発生と、過当競争を惹起しやすい産業体制への移行という2つの構造的問題を抱えることとなった。これらは、過当競争による船価の低落と企業業績の悪化、投資の停

滞、雇用条件の劣化等の問題を派生させ、造船企業の活力を次第に低下させつつある。また、造船業における過当競争は、仮需を誘発することによって海運市況を圧迫し、海運・造船不況をさらに長期化、深刻化させるという悪循環を生み出している。」

としている。

このような「船舶建造需要見通し」と「我が国造船業の問題点」をふまえて、答申は「今後の対策」を述べているが、その骨子は「(1)需要変動に対する柔軟な適応力、(2)適正な就労条件を提供しつつ十分な国際競争力を維持しうる高度の生産性、(3)産業の創造性・発展性を支える技術開発力、を確保するような産業を目指して、以下のような諸対策を早急に実施していくべきである。」として諸対策を整理して、次のように「ア.基本的対策、イ.当面の経営安定化措置、ウ.造船対策の円滑な実施のための環境整備」としている。

ア 基本的対策

(ア) 過剰設備の削減

長期的に過剰となる20%程度の設備を出来る限り速やかに、遅くとも62年度中には、原則として基数単位で処理する。この場合、特定船舶製造業安定事業協会の活用等を図る。

(イ) 産業体制の整備

集約化及び

生産体制の適正化を進める。

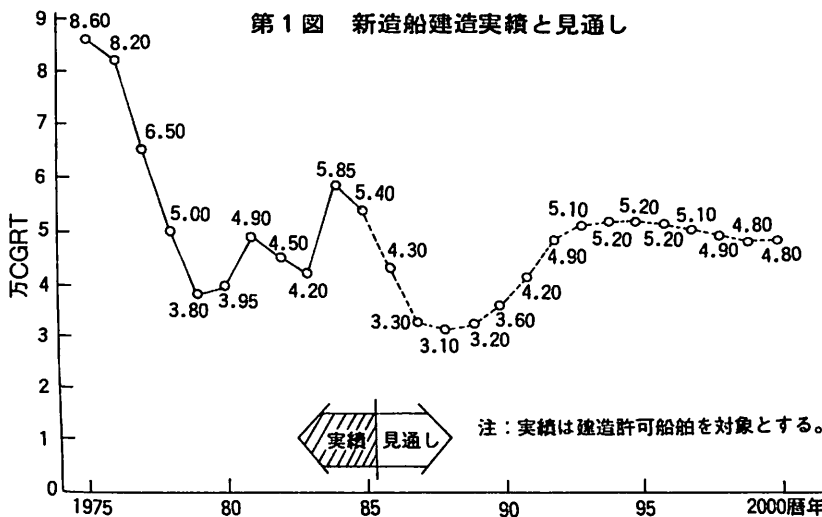
(ウ) 事業転換等の促進

(ア及びイ)の推進に際しては、新規事業分野への進出や事業転換を促進する。

(エ) 船舶解撤の促進

特定外航船舶解撤促進臨時措置法、船舶解撤促進助成制度の活用を図るなどして解撤を促進する。

(オ) 雇用・関連中小企業対策



特定不況業種・特定不況地域関係労働者の雇用の安定に関する特別措置法，特定中小企業者事業転換対策等臨時措置法等の制度の積極的活用と充実につとめる。

(カ) 技術開発の推進

高付加価値船等の製品技術，生産技術の高度化，海洋開発等に関する研究開発を積極的に推進する。

(キ) 国際協調の推進

西欧造船諸国及び第三造船諸国と対話を続ける。

イ. 当面の経営安定化措置

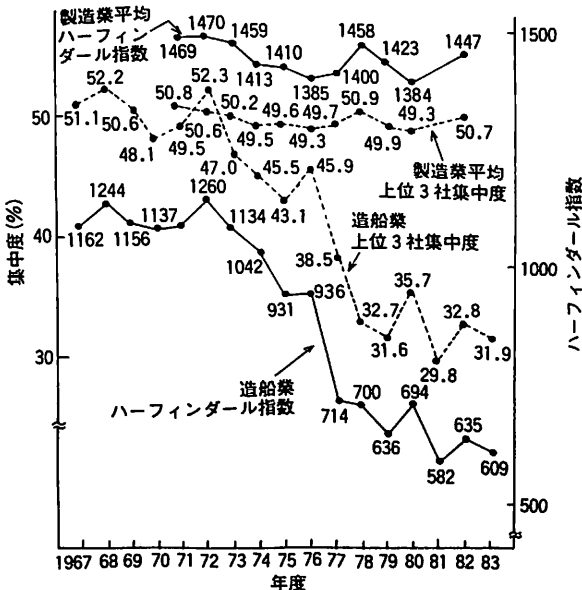
(ア) 需要創出

船舶解撤，経済協力による船舶建造，官公庁船の代替建造，造船技術応用事業等を推進する。

(イ) 操業調整

短期的に適切な方法による操業調整を図る。

ウ. 造船対策の円滑な実施のための環境整備



注：1. 製造業平均の値は公正取引委員会「生産集中度調査」(暦年値ベース)

2. 造船業の値は日本造船工業会資料(一般商船年度進水GTベース)

資料：日本造船工業会資料及び公正取引委員会「生産集中度調査」から作成

第2図 生産集中度の推移

地方自治体等の関係者と連携しつつ，財政・税制上の措置を講ずる。

生産集中度と集約化

今回の答申の中核をなすものはいうまでもなく，「20%の過剰設備削減」と「集約化の促進」である。

答申を出すに当たって運輸省は審議の参考になる資料として船舶需給の現状を示す資料などを多数，海造審に提出しているが，この中で生産集中度を示す資料として「ハーフィンダール指数」というものを提示している。

「ハーフィンダール指数」とは，業界各社の市場占有率(シェア)の2乗を総和した指数で，例えば1社独占の場合，占有率は100%で指数は10,000。シェア1%の会社が100社ある場合は指数は100となる。

この指数を製造業平均と造船業とについて近年の推移を見ると第2図に示すようになっている。これは本図中の「上位3社集中度」を製造業平均と造船業で示したものとくらべて理解できるとおり「生産集中度」を端的に示している。

本図でみられるとおり造船業の生産集中度は，第1次石油危機の1973年以降年を追って減少しており，年々競争が激化している様子がみられる。

各一般紙，業界紙の伝えるところによれば，運輸省は現在の21グループから数年内に10グループ程度に集約する方針だといわれており，一部の報ずるところでは，過当競争体質を変えるには，自動車や鉄鋼なみの5~6グループ程度に集約する必要がある，とされている。

こうした状況を背景に企業同志のグループ化の動きもでてきているが，造船業には旧財閥関係の会社が多く，グループ企業や主力銀行の利害も絡んで調整は難航が予想される。また，造船業は地元との密着度が高く，地域性の強い産業だけに，設備削減によって生じる過剰人員をどう吸収するかなどで地元との調整もシビアなものとなろう。

●新造船紹介

ダブルサイドハル構造採用の
75,344m³積 パナマックス型プロダクトキャリア
“MARY ANN”

日立造船株式会社 造船基本設計部

1. はじめに

本船は“Maritime Overseas Corporation”より受注した、パナマックス型載貨重量64,000トンのCrude / Product Oil Tankerで原油および石油精製品の運搬を目的として設計されている。

ウイングタンクをバラスト専用タンク、センタータンクをカーゴタンクとするダブルサイドハル構造とし、カーゴタンク内は全面的にピュアエポキシ塗装を行ない、貨物油の品質保持をはかるとともに、貨物油ポンプを4基装備して各種貨物油の部分積みの組合せが効率的に出来るよう工夫されている。

また、船尾にスターンバルブを採用するとともに低回転主機および大直径プロペラを採用して推進効率の向上と振動および騒音の減少に効果を上げている。

2. 一般

船籍港	Monrovia, Liberia
起工	昭和60年4月10日
完工	昭和61年3月25日
建造工場	日立造船(株)有明工場

3. 主要目等

全長	228.60 m
垂線間長	219.00 m

幅(型)	32.20 m
深さ(型)	19.00 m
夏期満載喫水	12.828 m
載貨重量	64,239 t
総トン数	38,241 T

容積	
荷油タンク(100%)	75,344 m ³
バラスト専用タンク(100%)	28,457 m ³
燃料油タンク(F.O.)(100%)	2,021 m ³
“ ” (D.O.)(100%)	260 m ³
清水タンク(100%)	424 m ³

資格	遠洋区域
船級	LR (✕) 100A1 “Oil Tanker”, “PT, HT.”, “Having a flash point below 60°C”, ✕LMC, UMS, IGS, SBT, PL and COW)

試運転最大速力(満載状態)	14.61ノット
航海速力(満載状態, 常用出力15%シーマージン)	13.6 ノット

燃料消費量(低位発熱量10,200kcal/kgにて)	27.2 t/day
航続距離	22,300 海里

主機関型式	日立-B&W 6 L60MC型	1基
出力	連続最大 10,150 P S × 96 rpm	
	常用 9,150 P S × 93 rpm	

発電装置

ディーゼル発電機

ディーゼル機関駆動

横防滴型	3台
定格: 480 kW, AC 450V, 3φ	
60 Hz (回転数 720 rpm)	

非常用発電機

ディーゼル機関駆動

横防滴型	1台
定格: 100 kW, AC 450V, 3φ	
60 Hz (回転数 1,800 rpm)	

◀ 75,344 m³ 積パナマックス型
プロダクトキャリア“MARY ANN”



蒸気発生装置

補助ボイラー	日立船舶用2胴水管ボイラ	2台
	最大蒸発量：20,000 kg/h (16kg/cm ² g, 飽和にて)	
排ガスエコノマイザー		
	日立強制循環フィンチューブ式	1台
	計画蒸発量(主機常用出力にて)：	
	3,100kg/h (6kg/cm ² g, 飽和にて)	

4. 一般配置

本船は、平甲板船型で、球状船首、船尾にスターンバルブを採用しており、機関室および居住区を船尾に設けている。

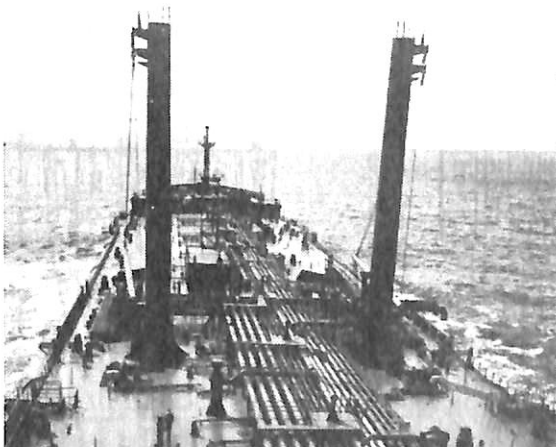
海洋汚染防止の観点から"1973年海洋汚染防止条約および同1978年議定書"を満足するようにウイングタンクをバラスト専用タンク、センタータンクをカーゴタンクとしたダブルハル構造としている。また、本船の居住区は騒音および防振上、エンジンケーシングと分離した配置となっており、この効果は海上試運転において実証されている。

5. 船体機装

(1) 係船関係

揚錨機は連結型汽動式(21ton × 9m/min)、その他の係船機も汽動式(14/10ton × 20m/min)である。ワイヤードラムの中央部には仕切り板があり、1つのドラムに2本の係船索を格納できる。

(2) 荷役装置



ブリッジ上から見た配管(手前の白は手摺)

カーゴタンクは4種類のプロダクトオイルが混合しないよう同時に積荷または揚荷ができるよう配管配置されており、カーゴラインにはピュアエポキシ塗装を施工している。また、各カーゴタンクのストリップングは、セルフストリップングシステム(プリマバック)により行なわれる。

各ポンプの要目は以下の通りである。

カーゴポンプ	1500m ³ /h × 120m	4台
ストリップングポンプ	200m ³ /h × 120m	1台
クリーンバラストポンプ	2500m ³ /h × 30m	1台

また、本船は異種のプロダクトオイルの混合を防ぐため、ショアのオイルトレイのドレンは上甲板に設けた空気駆動ポンプを使ってスロッフタンクに導いている。

(3) 荷役制御

本船の荷役制御はポンプルーム内のポンプ吐出弁等を除き、手動もしくは局所油圧によりバルブ操作を行なう。また、カーゴおよびバラスタタンクには局所指示のフロート式液面計を採用している。

(4) その他

船体中央部付近にはデリックポスト(15ton × 24m)を左右各1基設け、カーゴホース、岸壁梯子等の揚げ降ろしに用いる。

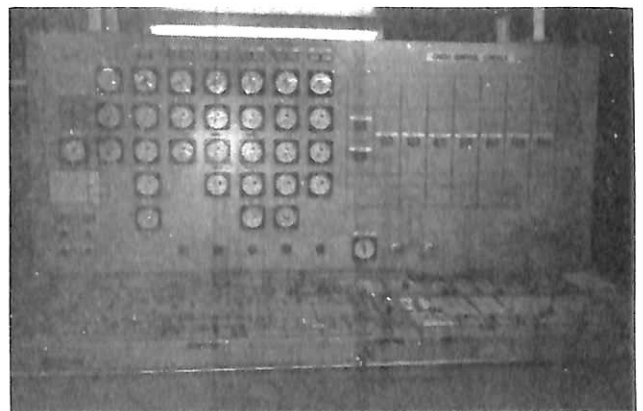
糧食および機関部品用には、モノレールホイスト(4/1.5ton × 7/12m/min)を設けている。

カーゴオイルの多港積・多港揚に対応するため積付計算機"LOADOMETER-500"を装備し、トリム計算・縦強度計算等が行なわれるようになっている。

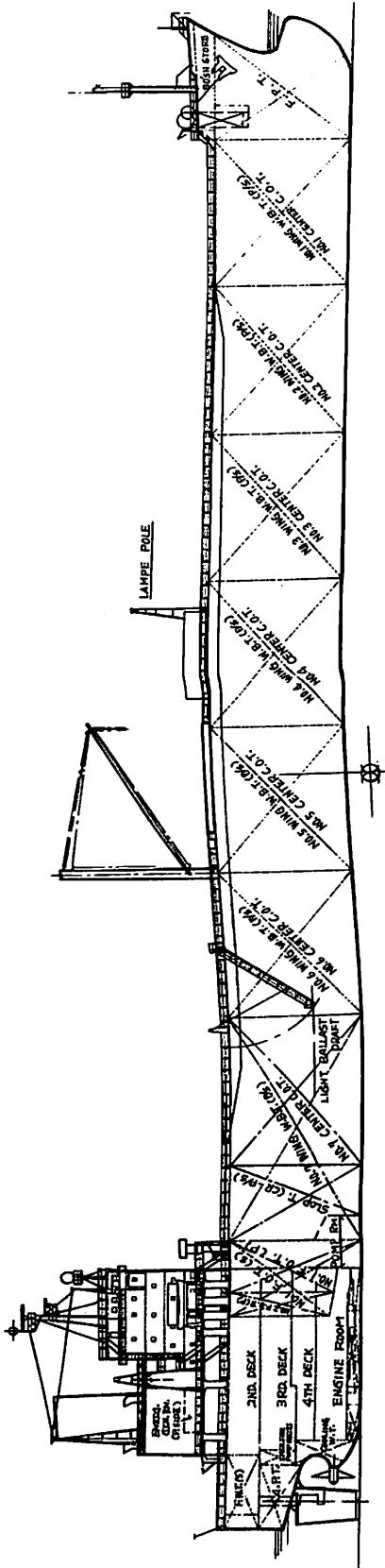
外板没水部には、セルフ・ポリッシング・タイプのペイントを採用して保守および燃費の節約を図っている。

6. 機関および電気部

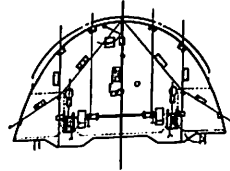
本船の主機関は低回転ロングストローク静圧過給型デ



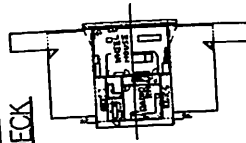
カーゴ・コントロール・ボード



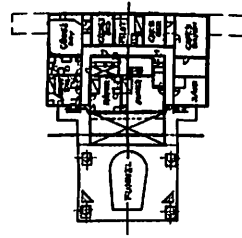
F-C-DECK



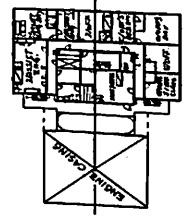
NAV. BR. DECK
E-DECK



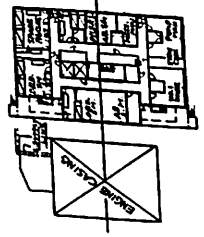
D-DECK



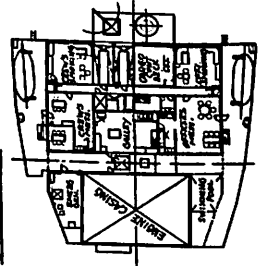
C-DECK



B-DECK



A-DECK



ターゼンエンジン（日立-B&W 6 L60MC）で航海速度 13.6ノット（満載状態、常用出力15%シマージンにて）に見合う出力にディレーティングし、省エネを図っている。

発電装置としては、3台のディーゼル駆動の発電機を装備し、タンカーサービスおよびカーゴアンローディング時を除いて常用航海中は1台の発電機により船内電力を賄える計画である。

発電機関の燃料供給システムには、A/Cブレンダーを設け、A/C重油の混合油を使用することで、運航費コスト低減を図っている。

また、省エネを目的として、簡単に排ガスエコマイザの蒸気発生量を増大できる主機関ブローオフシステムを設置した。このシステムは、寒冷地航海時、機関室温度が20℃以下で（主機関負荷が90%の常用出力）排ガスエコマイザーからの蒸気発生量が船内蒸気消費量に対し不足する場合、主機関の掃気の一部をオリフィスおよびピストン弁を介し大気へ逃し、それによって、主機関の排気ガス温度を上昇させ、排ガスエコマイザーの蒸気発生量を増加させるものである。

なお、大気に逃す掃気量は、主機関の連続運転に問題が無い量に制限されている。

本船の機関部自動化はLR-UMSを満足する仕様・設備としている。

機関制御室は第3甲板前部に設置され、主機関、発電機関、補助ボイラおよび重要補機等の監視、警報ならびに遠隔操作ができるよう構成されている。

機関部データモニタリングシステムには14インチカラーブラウン管ディスプレイを採用し、機関プラントの圧力・温度等を監視し、特に主機の排ガス温度や、主機関係圧力を棒グラフに表示するなどして乗組員の監視作業を容易にしている。

(1) 自動制御および遠隔装置の概要

- a) 主機関遠隔操縦装置
- b) ディーゼル発電機の遠隔自動発停
(自動同期投入、負荷分担装置付)
- c) 主機関C重油の自動粘度制御
- d) F.O. 清浄機およびL.O. 清浄機の自動排出
- e) 主機関F.O. 二次コシ器およびL.O. ポンプ吐出側コシ器の自動逆洗
- f) 補助ボイラの自動制御（自動燃焼制御給水液面制御）
- g) 重要補機の自動切換およびシーケンシャルスタート
- h) 潤滑油および冷却水の自動温度制御

(2) 監視警報システムの主要目

- a) モニタリングシステム 1式
14インチカラーブラウン管ディスプレイ×1台
アナログ入力 100点、デジタル入力 252点
- b) 総合延長警報盤（BCCも含む） 7面

(3) 航海計器、無線装置

本船の航海計器、無線装置として、下記を装備している。

- a) 航海計器
 - ジャイロコンパス 1式
 - オートパイロット 1式
 - エコーサンダー 1式
 - 電磁式ログ 1式
 - レーダ（16" CRT Sバンド×1、16" CRT Xバンド×1） 2台
 - 衝突予防装置 1台
 - 方位測定器 1台
 - ファクシミリ 1台
 - ロランC 1台
 - NNSS 1台
- b) 無線装置
 - 海事衛星通信装置 1台
 - 無線装置（1.5 kW 主送信機、130 W 補助送信機、受信機×1） 1式
 - 主VHF国際無線電話 1式
 - 補助VHF国際無線電話 1式

7. あとがき

本船は、今年の3月25日に無事引渡しを終え、中近東と日本間のプロダクトオイル輸送に従事している。

本船に採用したダブルサイドハル構造は従来のプロダクトキャリアの概念を一歩前進させたものであり、全く新しい設計思想の下に考案され、新時代のプロダクトキャリアとして発表した当社のEPOCHシリーズへの橋渡しとなったものである。

「ケミカルタンカー」

恵美洋彦・角張昭介

B5版 300頁 定価5,000円（〒当社負担）

- 第1章 ケミカルタンカーの概要
- 第2章 ケミカルタンカーに対する各種規則の概要
- 第3章 ケミカルタンカーの一般計画と損傷時復原性
- 第4章 危険化学品概論
- 第5章 ケミカルタンカーの船体構造及び貨物タンク
- 付録 化学品名の索引

●新造船紹介

各種の省力化・合理化設備をそなえた

浮揚力38,000t最新鋭“新第三浮ドック”の概要

川崎重工業株式会社
技術室 坂出設計部
神戸造船工場修繕部

1. まえがき

本ドックは老朽化の著しい当社神戸工場第三浮ドックの代替として、当社坂出工場に於いて建造されたもので、昭和61年2月から神戸工場に於いて稼働を開始した。

本ドックの仕様については社内に新浮ドック技術委員会を発足させ、約1年余りに亘る様々な角度からの調査研究、検討を加えて決定した。

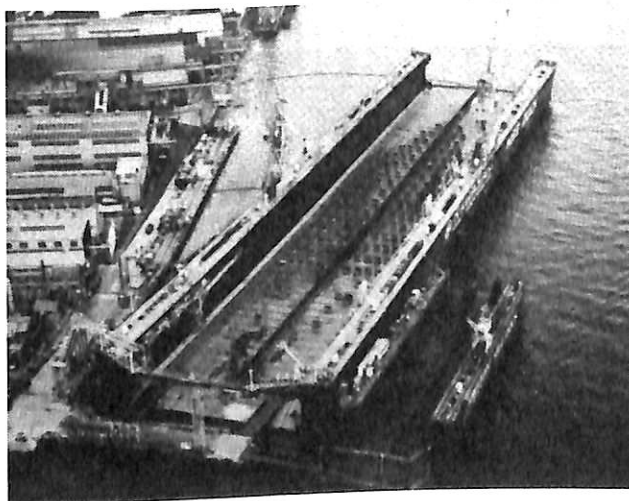
また、浮ドックについての、当社新造船部門における豊富な設計、建造技術及び修繕部門における永年の経験を十分に生かし、設備面では各種の省力化、合理化設備等を備えて、世界でもトップクラスの最新鋭浮ドックとしている。

ここに本ドックの要目をはじめとして、その概要を紹介する。

2. 主要目等

(1) 主要寸法等

ドック全長	250.00 m
ケーソン部長さ	236.00 m
ドック外幅(型)	



浮ドック 全景

ケーソン甲板において	56.00 m
上甲板において	58.50 m
ドック内幅(型)	49.00 m
鋼壁間	43.20 m
ドック深さ(型)	19.10 m
ケーソン深さ(型)	
ドック中心線において	4.90 m
最大喫水(高潮位時)	14.80 m
最大有効喫水(キール盤木上)	8.30 m
作業時喫水(型)	4.60 m
キール盤木の高さ	約 1.60 m

(2) 浮揚能力

作業時喫水における最大浮揚能力	38,000 t
-----------------	----------

(3) バラスト排水時間

排水量38,000 tの船を入渠させるにあたり、最大喫水14.80 mから作業喫水4.60 mまでバラストを排水するに要する時間 約2.5時間

(4) 主要機装品要目

ウインチ	電動油圧密閉型	15 t × 20m/min.	4 台
入出渠装置	トロリー式		2 台
ドック係留装置	チェーン・シンカー式		1 式
ドックサイドクレーン	電動式		2 台
吊上荷重	右舷用	16.5 t	
	左舷用	33 t	
稼働半径	最大	41 m	
	最小	17.5 m	
走行速度		30m/min.	
トラベリングドックアーム	電動油圧式		4 台
ブーム長さ			22.5 m
先端ステージ積載荷重			2 t
高圧洗浄ノズルユニット			4 台
遠隔操作, シングルノズル揺動型			
サンドブラスト装置	集塵フード付		4 台
集塵機	自動姿勢制御装置付	150 m ³ /min.	
サンド供給装置	サンドサイロ		2 基
	サンドホッパー		8 基

自動塗装装置	4台
2連スプレーノズル式、自動姿勢制御装置付	
動力アーム 電動油圧式	1基
クレーンサービスタイプ	2基
ユニバーサルラダー	1組
電動油圧駆動、フェザリング式ステップ	
主排水ポンプ	4台
電動縦型渦巻 6,000 m ³ /h × 12mTH	
バラスト供給/ストリップングポンプ	2台
電動横型渦巻 1,200 m ³ /h × 35mTH	
高圧洗浄ポンプ	6台
横型電動ブランジャー 250ℓ/min. × 250 kg/cm ² G	
空気式液面計	1式
たわみ計	1式
ヒール及びトリム計	1式
汚物処理用タンク/移送ポンプ	1式
清水加熱器 電気式 10kW	1台

3. 概要

(1) 一般配置等

本ドックは一般配置図に示す通り、一体型で連続不分離のケーソン（渠底部）とその両側に配置された同じく連続不分離の側壁とから成る。

ケーソンは縦3条、横6条の水密隔壁で仕切られ、合計24ケのバラストタンクとポンプ室を設けている。

上甲板中央部右舷（岸壁側）に制御室、上甲板以下の区画には変電室、分電室、工作室、油圧ポンプ室、粉塵作業用休憩室兼特化物取扱作業用休憩室、当直室、入渠船の乗組員用便所/シャワー室、倉庫等が配置されている。

上甲板には2基（各舷1基）のドックサイドクレーン、3基（右舷2基、左舷1基）の動力アーム、右舷制御室付近に1組のユニバーサルラダーを備え、側壁の内側には4基（各舷2基）のトラベリングドックアームが設けられている。

(2) 構造

本ドックの構造は、12万トン級の大型船、部分積みのコンテナ船及びLPG船等あらゆる種類の船の入渠を想定して、数多くのケースについて、コンピューターにより強度解析して設計し、合理的かつ強固なものとしている。

浮ドックでは、ケーソン甲板上に盤木を並べて盤木を介して、入渠した船体の荷重を支えるが、本ドックの場合、ケーソン甲板の強度は1m間隔に配置された各キール盤木の下では200tの荷重に耐え、4m間隔で設けられているケーソン甲板下のフロア上に配置されている各サイド盤木下では150tの荷重に耐えるようになっている。

また一般部は9t/m²の均一荷重に耐えるとともに、大型フォークリフトを使っての作業を考慮して、18tの車軸荷重にも耐えるように設計されている。

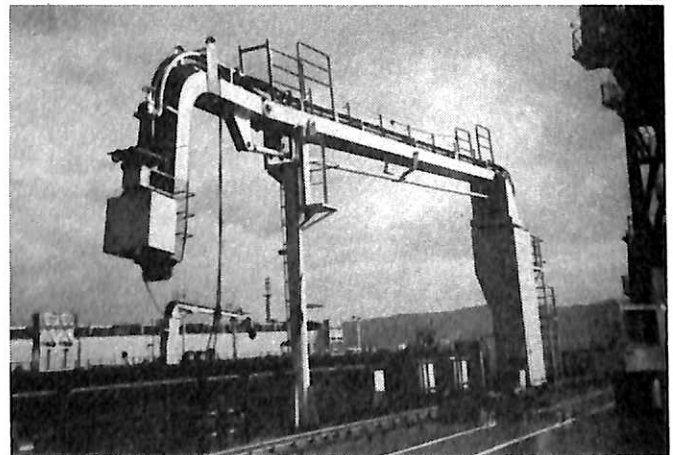
ドックの前部には、上甲板での左右舷への交通路として中央部が取り外し可能なフライング・ブリッジが設けられており、その両端部はフライング・ブリッジ上に配置されている大型機器を支持する為に、ウイング壁と強固に固着されている。

(3) 塗装及び電気防食

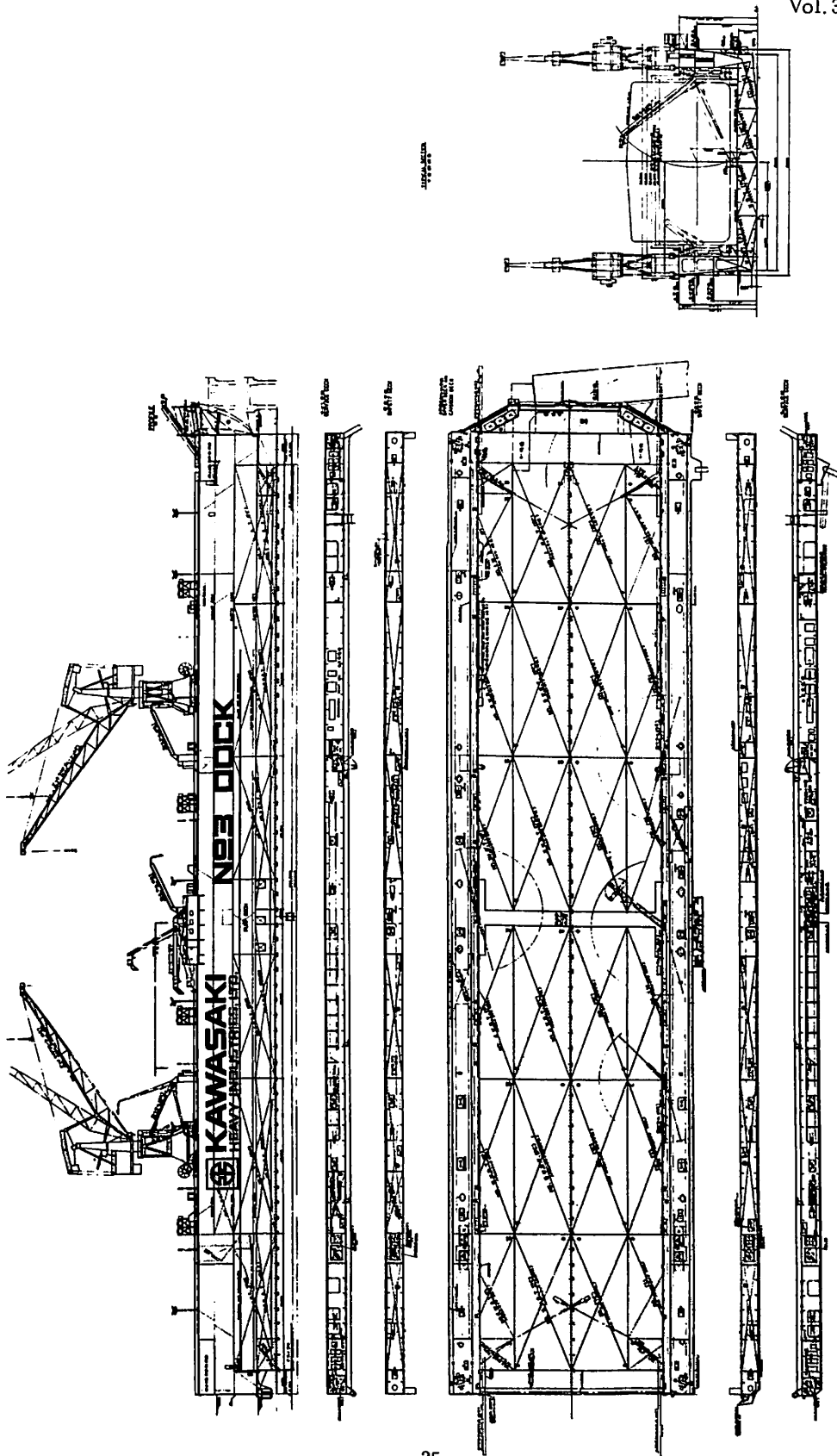
ドックは一般に数十年の長期にわたって使用されるものであり、メンテナンスの困難な箇所和重点をおいた塗装仕様となっている。



ユニバーサルラダー



動力アーム



浮揚力 38,000-t 最新鋭 “新第三浮ドック” 一般配置図
川崎重工業・坂出工場 建造

外板（没水部・非没水部共）、ウイングウォールおよびウォーター・バラスタタンク内面には、タールエポキシ塗装が施工されている。

ポンプルーム内の天井、壁面にはブリーチドタールエポキシ塗装、床面にはタールエポキシ塗装が施工されている。

ケーソン甲板上面には、メカニカルダメージを考慮して、無機ジンクプライマーが塗装されている。

ケーソン下の外板に対しては自動制御方式外部電源電気防食装置が2セット（両舷）装備されている。

(4) ドック係留装置

ドックの固定方式は浮ドックが上下方向に自由に動ける様にしなければならない。

本ドックの係留方法はシンカー・チェーン方式を採用した。本ドックの場合、シンカー（コンクリートブロック）を海底に埋設し、これにドックから導いたチェーンを結合する方法でドックが浮き上がった状態で、チェーンを結合しており、沈んだ状態ではチェーンがゆるむため、ドックの上下方向の動きは自由に出来る。

チェーンはドックの前後方向に各5本、左右方向へ各8本導設しているが、左右方向はチェーンがドックの下側を通り、反対側のシンカーにたすきがけ状に結合している。これらのシンカー・チェーンの係留強度は、最大入渠船が入渠した状態で、台風等の強風時でも十分に耐

えるように計画されている。

(5) ドックサイド・クレーン

入渠船の修理を行なう場合主機等の大型修理部品をはじめ各種の工事用機材部品の積みおろしが必要であるため、要目に示すクレーンを各舷に1基、合計2基装備している。本ドックではドックに隣接する機械修理工場への修理部品を入渠船から直接搬入できる様に、大きな作業半径を有するクレーンを装備した。これにより主機等の大型部品は、クレーンで直接工場へ搬入できるため、搬送時間の短縮が計れた。また、左舷機は大型コンテナ船のハッチカバーの運搬が可能な能力を有している。

(6) トラベリングドックアーム

入渠船の外板の水洗浄、ブラスト、塗装等の作業用としてドックの側面を走行するトラベリングドックアームを各舷2台、計4台装備している。このトラベリングドックアームのブーム先端ステージには後述する各種の塗装自動化装置が搭載される。

これらの自動化装置を有効かつ能率的に稼働させるために、トラベリングドックアームの性能が重要であり設計に当っては各種の予備実験を行い、またメーカーと慎重に共同研究がなされた。特に走行速度の制御精度は作業の品質に直接影響を与えるため、他動作との同時作動に於ても低速（1m/min）から高速（20m/min）まで無段階、かつ精度の良い速度制御が得られるように留意した。



ドックサイド・クレーン



サンドブラスト機

船体の大小の湾曲に正確に追従できるように走行、ブームの旋回、先端ステージのスライド・旋回の各動作は自動操作が出来るようにした。また、これらの操作は運転室からはもちろんのこと、先端ステージの手動操作も可能となっている。ブラスト機、塗装機用電力及び圧縮空気、洗浄用高圧水はそれぞれのケーブルリール、ホースリールを経由してドックより供給される。

(7) 外板自動洗浄装置

入渠船の外板洗浄作業の省力化、高能率化のため自動洗浄機を装備している。

この洗浄機は250 kg/cm²の高圧水を揺動するシングルノズルから噴射し、トラベリングドックアームの走行速度に合わせた最適洗浄パターン及び速度を有する高性能の装置となっている。

(8) サンドブラスト装置

入渠船の外板の錆落し作業には多量のサンドを使用するので、その供給、作業中の防塵、作業後の集塵排砂作業に多大の労力を要するがこれらの合理化省力化のために下記の設備を設けた。

(イ) サンド供給システム

本ドックでは、サンドサイロとコンテナ式サンドホッパーを採用し、サンドの保管、供給システムの合理化を計っている。また、サンドサイロには150 tのサンドを保管するため、除湿機を設けている。

(ロ) サンドブラスト装置

集塵装置付ブラスト装置は、フードとこれに付属した吸引ダクト、集塵機、フードを外板に圧着する機構、圧着時フードの動きを円滑にするための横行機構、フード内照明装置及びフードの自動姿勢制御装置から構成されている。

粉塵はトラベリングドックアーム上に搭載された集塵機で吸引され、ダストタンクに集められる。

また、排砂はフード下に設けられたダクトによって渠底に集中排砂される。これにより安全衛生面での改善はもちろんのこと、従来大きな労力を要していた甲板機器の防塵作業、掃除作業の軽減を可能としている。

(9) 自動塗装装置

入渠船の外板塗装工事の省人化、能率向上のため、自動塗装機を採用している。この装置は2ヶのスプレーノズルをレシプロケーターによって上下方向に移動させ、前後方向はトラベリングドックアームの走行により塗装を行う。

装置には4ヶの高周波センサーが設けられており外板との距離を検知し、塗装機台のスライド、旋回、塗装機自体の俯仰及びトラベリングドックアームの走行ブーム

の旋回を自動制御し外板と塗装機が常に平行かつ等距離を保つようにしている。

本装置により外板の平行部に加え湾曲部の自動塗装も可能である。塗料の種類、必要膜厚に応じてトラベリングドックアームの走行速度及びレシプロケーターの速度を任意に設定することができる。このため塗膜が均一でロスのない塗装ができる。

トラベリングドックアームの下部に塗装作業台を設け、ここに塗装機と塗料を積載し、連続塗装を可能にしている。

(10) 動力アーム

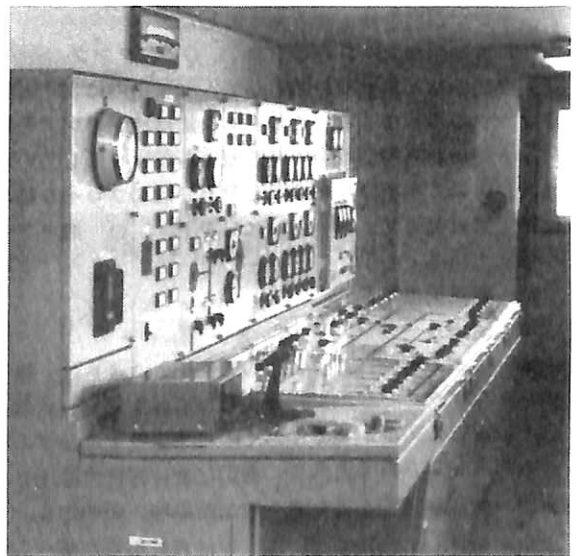
修繕船が入渠すると船へのサービス用及び工事に電力、清水、海水、ガス、圧縮空気等を供給しなければならない。

本ドックは計3基の動力アームを上甲板に装備している。3基の内の1基は専用の油圧装置により、ブームの起伏、旋回、先端アームの俯仰を行い迅速なサービス、動力供給を図っている。

(11) 交通装置

岸壁からドック上甲板へはエスカレーターで、ドック上甲板から入渠船へはユニバーサルラダーによって昇降できる。

ユニバーサルラダーは専用の油圧装置により起伏、旋回を行い、入渠後直ちに乗下船ができるようにしている。ラダーのステップにはフェザリング式を採用し全ての入渠船に対し安全に昇降できるよう配慮している。また、作業中のケーソンデッキへはランプウェイ2基を架設し、車両、フォークリフト等が自由に通行可能とした。



制御室

(12) バラスト注排水システム及び監視装置

ドックを沈降、浮上させるため最大約 60,000 t のバラスト注排水が必要である。本ドックでは、注水をフリーフロー、排水を電動の主排水ポンプにて行う。また、電動のバラスト供給/ストリップングポンプによりバラストタンクのストリップングポンプ及び入渠船へのバラスト水の供給を行う。

これらの電動ポンプは本ドック中央部両舷に設けられたポンプ室に配置されている。

ポンプの発停及び注排水ラインのバルブは、上甲板に設けられた制御室から遠隔操作される。

またドックの注排水時はドックの姿勢制御即ちトリム、ヒールの調整及びドックのたわみの調整が必要であるが、これらはすべてバラストの注排水量によりすべてコントロールされる。これらの監視システムとして、トリム・ヒール計、たわみ計等がすべて上甲板の制御室に設けられており、集中監視ができるようになっている。

特にフローティングドックの場合、ドックのバラストコンディション及び入渠船の荷重分布等により、常時たわみが生じるがドックの強度面から考えた場合このたわみを常に適正な量に保たなければならない。たわみはドックの沈降、浮上時常に変化しており、これを常時監視し、コントロールできるようにすることが、浮ドックの操作性安全性を高めるために、非常に重要である。

本ドックでは、信頼性の高い連通管式たわみ計を設け、ドックの縦たわみ量を制御室で監視可能とした。またドックの安全性向上のため、このたわみ計と主バラストポンプとを連動させ、ドックのたわみが許容限界に近づくと、ポンプが自動停止するようにした。

(13) 廃油水タンク及び CPP L.O. 溜タンク

入渠船の廃油水処理設備として、ドック内に 300 m³ 廃油タンクを設けている。このタンクには移送ポンプを設け、入渠船から廃油水を一時貯蔵できるようにしている。また、可変ピッチプロペラ (CPP) 船のプロペラ軸の修理工事に備えて、ドック内に CPP L.O. 溜タンクを備えている。

(14) 電気関係

(イ) 配電

本ドックの電源 (AC 2.2 kV, 60 Hz, 3 φ) は、陸上からキャブタイヤケーブルを通じて右舷変電室へ給電されている。この高圧電源は、そのまま主排水ポンプの電源として利用されると共に、適切な変圧器にて降圧された後、低圧配電盤を通じて一般の電動機、照明器具、工事用電源として利用している。更に右舷から左舷へも給電され、右舷側と同様に利用している。

440 V, 220 V および 100 V 各負荷用変圧器は油入自冷式を採用しており、各舷各電圧毎に 1 台装備している。

受電電源は、自動力率調整装置付力率改善コンデンサー 2 台にて、本ドックの受電総合力率を 0.85 以上に保つように制御されている。

これらの高圧電気機器は、将来の神戸工場内電源電圧変更に加え、AC 3.3 kV にても使用できるよう考慮されている。

また、これらは各舷施設可能な変電室内に装備し、関係者以外が立入らないよう安全面での配慮をしている。入渠船への電源用として装備した誘導電圧調整器はドック入渠船の負荷変動による電圧降下を補償する自動電圧調整装置付とすることにより AC 440 V の安定電源の供給を可能としている。

(ロ) 照明

ドック内照明灯は、消費電力面からと塗装作業を考慮して、色の識別面から検討し比較的発光効率が良くまた演色評価数の高い(より日光に近い光を持つ)メタルハライド投光器を採用している。渠底部照明灯は、両側壁に設けた非水密レセス内のフローター上に投光器を設置する方式を採用した。これにより、ドック浮上と同時に渠底部の照明が可能となった。

これは従来、ドック沈降のたびごとに取外していた作業がなくなり、迅速かつ最適の照度が確保でき、安全面の向上と合理化が計れた。これらの投光器は光センサーにより自動点灯、消灯が出来るようにしている。

(ハ) 火災警報装置

火災警報は、制御室に設けた表示盤に表示、警報されると共に、工場内火災警報網へも送出することにより常時監視を可能としている。

4. むすび

以上、当社新第三浮ドックの概要を紹介したが、この浮ドックの完成により神戸港に入港する船は勿論、120,000 DWT 型船から、コンテナ船、LPG 船に至るまでのあらゆる種類の船舶の修理が可能となった。又、多くの合理化・自動化のための設備・機器を採用したことにより、工期の短縮と高品質の修繕工事が行えるようになり今後の活躍が期待されている。

最後に本ドックの計画、建造及び諸試験にあたり、多大なる御指導、御協力を頂いた関係官庁及び関係各位に対し深く感謝する次第であります。

●船の科学ファイル●

船の科学 1 年分が資料とともに収められて 700 円 (〒共)

●造船業の将来技術のために(3)

船舶とロボット・センサー技術

— 建造・修理・点検・検査への活用 —

石川島播磨重工業株式会社
技術本部 坂野 希

1. はじめに

21世紀に向けての船舶関連技術の中で、ロボットとセンサー技術に関心が高まっている。そこで最近のこれらの技術動向の中で、いくつかの話題について述べる。

船舶関連での利用面から言えば将来、(1)建造、(2)運航、(3)修理・点検・検査の分野での活用が考えられる。しかし、運航面におけるロボット・センサー技術はかなり異質なものと考えられるので、本文では主として(1)と(3)を意識して述べることにする。

2. ロボット・センサーへの期待と役割

2.1 ロボット技術への期待

産業用ロボットの原型が世の中に現われたのは、1960年初頭のユニメイト（米国ユニメーション社）、バーサトラン（米国AMF社）であろう。従来のオートメーション技術にはなかった新しい技術の萌芽にもとづくこの産

かった。

しかし、産業界では近年ニーズの多様化、労働条件の変化などにより、多品種少量生産、多品種混合生産に適應し、しかも生産効率の高いフレキシブルな機能をもつオートメーション技術が求められている。その際ロボット抜きでは、それらの要求に対応することは困難であるとの認識が産業界に定着している。

ロボットは基本的には人間の機能の一部なり大部分をハードおよびソフトで置換して装置化したものと言える。したがって、ロボットの動きはいかにも人間的であり、そのような動きを実現するためには、従来の自動化技術とは異質の先端的技術を多く必要とし、さらにはロボットを適用したシステム全体を最適な稼動、運営状態に仕上げるシステム技術が重要となる。

現在、ロボット技術を歴史的にとらえてみると、図1に示すような二つの流れがある。一つは人間の“Slave”としてのロボットであり、他の一つは人間の能力拡張と

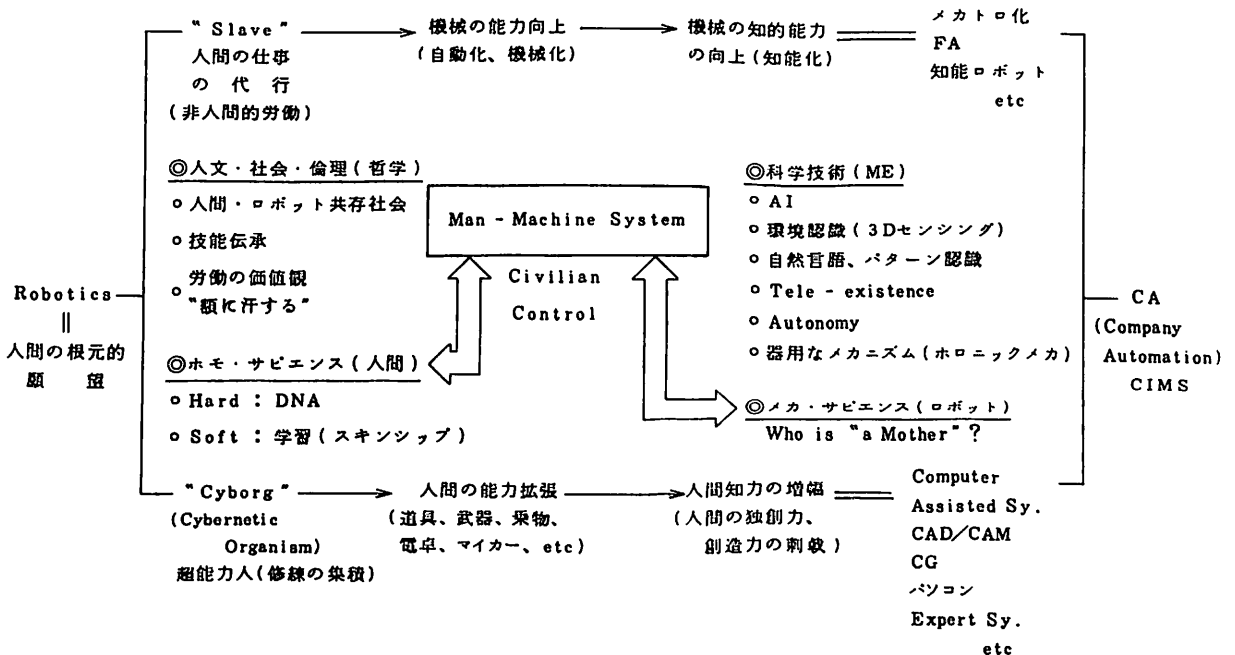


図1 ロボット技術の流れ

ットへの発展が期待されるし、後者にはCAE/CAD/CAM, Computer Graphics, Expert Systemなどの、高度にコンピュータを利用した知識情報処理システムへの展開が考えられる。

さらに、その先を展望するならば、この二つの流れを総合したシステム、すなわち企業組織体へのインプットからアウトプットまでの総てをコンピュータとロボットによりオートメ化しようとするCA (Company Automation), CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)などが考えられる。そのためには、少なくとも第3世代ロボットと、第5世代コンピュータの実現を待たなければならぬであろう。

今後、ロボットのニーズ面で期待されている分野を図2に示す。この中で特に船舶に関連が深いのは製造業と非製造業の分野であろう。現在製造業分野では生産システムの知能性、柔軟性、汎用性が強く求められ、これらの要求に対して技術的に応えようとしているのがFMSであり、その象徴的存在が産業用ロボットであるといえる。

現在、実用化が進行中のFMSは狭義のFMS(図2参照)である。船舶の建造のように溶接作業が主体の工程に対しては、FWS (Flexible Welding System)の研究開発が必要であり、それらの実用化と相俟って、本来の意味における広義のFMSへ進むものと考えられる。

現在、ロボットの応用分野が主として第2次産業の製造業であるのは、ロボット技術のレベル(世代)が低いことにも一因があると考えられる。

一方、労働災害や職業病の防止、悪環境作業や苛酷労働からの人間の解放は、労働福祉向上のための基本的要求であり、特に第1次産業、第2次産業非製造業分野ではこの傾向が強い。船舶関連においてもドック定修時の点検・補修・清掃作業に潜在的ニーズがあると考えられる。最近の医療費の上昇を考えると、労働災害を未然に防止することは、経済効果の面からも極めて重要な課題となってきている。

これらのニーズに対する有力な解決策の一つとして考えられているのは、これら危険作業、苛酷作業などの悪環境作業をロボット化して人間を解放することである。しかし、これは技術的に非常に難しい課題を多く有しており、今後の先端ロボット技術の研究開発の成果に期待されている。

2・2 センサー技術への期待

<p>1. 製造業分野</p> <p>日本 : FA、外国 : AF (Automated Factory)</p> <p>(1) FMS (Flexible Manufacturing System)</p> <p>┌ 人間 (最も Flexible, Adaptive)</p> <p>└ Flexibly Automated Manufacturing System.</p> <p>① 狭義のFMS (Flexible Machining Sy.)</p> <p>② FWS (Flexible Welding Sy.)</p> <p>(2) CIMS (Computer Integrated Manufacturing Sy.)</p> <p>(将来)</p> <p>CAE/CAD/CAM/FMSの統合 (Soft)</p>
<p>2. 非製造業分野</p> <p>(1) 介助作業 : 医療福祉 (四肢マヒ患者移動用)</p> <p>(2) 危険作業 : 高層ビル建築 (足場組立、解体)</p> <p>(3) 保全作業 : 点検・修理 (タンク、配管、埋設ケーブル)</p>
<p>3. 先端技術分野</p> <p>(1) 宇宙・海洋開発 : 人類未踏空間</p> <p>(2) 原子力、災害 : 放射線、高温・ガス</p> <p>(3) エレクトロニクス : クラス1クリーンルーム (完全無塵化 = 完全無人化)</p> <p>(4) Bio-technology : Bio-hazard</p>

図2 ロボットへの期待(ニーズ)

センサーの重要性を象徴的に示すエピソードがある。1982年に起ったフォークランド紛争時、英国航空母艦インビンシブル(無敵)がフランス製ミサイル、エグゾセ(飛び魚)によって撃沈されたという噂が流れ、結局、エグゾセの最初の値段0.4億円が3億円にまで値上がりしたという。

950億円もする軍艦が0.4億円で沈められてしまう可能性があるという、このショッキングな話は、ミサイル誘導制御のためのセンシング技術の進歩によって起きたものといえる。要するにエレクトロニクス、センサー技術は、形状の大きさ、価格からは予想もできない大きな役割を果す可能性を秘めていることを心に銘記すべきであろう。

人類は自然現象を定量的に認識するための道具としてのセンサをいろいろ考案してきた。テンピン(紀元前2世紀)などが歴史上最も古い例であろう。産業革命時に発明された、有名なワットの蒸気機関に見られる速度制御のために考案された遠心式調速機は、回転速度を変位に変換するセンサと考えることができる。しかも、システムにおける要素としてのセンサの萌芽を見ることができ。

しかし、センサがシステムの中で、必須の要素であると広く認識されたのは、戦後、オートメーションが生産

現場に導入されてからであった。オートメーションを支配している原理はフィードバックコントロールである。このフィードバックシステムで必須の要素の一つが、プロセスの現在の状態を知るためのセンサーである。

このフィードバック用センサーとして電気信号を出力するものが出現することにより本格的な自動機械の実現が可能になった。今後はさらに半導体デバイス技術の利用による、従来得られなかった機能、性能を備えたセンサーの開発によって、より高度な自動機械の実現が可能となってくるであろう。さらにマイクロコンピュータによる信号処理と制御により、センシングシステムへの発展が期待されている。

今後、もう一つセンサーが重要な役割を果す分野にロボットがある。このロボットには従来のオートメーション機械と根本的に異なる機能として「知能」が求められている。そのためのセンサーとしては、自分の存在する環境と対象物体を認識するセンサーが重要である。そのようなセンサーは機能的には人間や動物の感覚器官に近いもので、従来のセンサーのように長さ、重量、速さといった入出力間を一義的に定義できる物理量を対象としたものとはかなり趣を異にしている。

例えば、視覚センサなどはほとんど人間の眼に近い機能が求められるが、視覚情報は平面的な広がり、奥行の情報を併せ持っており、これを物理量としてどのように定義するのか難しい問題で今後の発展に期待したい。

3. FAとシステムロボット

3.1 インデント生産用FAの重要性

重工業メーカの製品は鉄構、橋りょう、船舶などの大型構造物製品が過半数を占めている。これらの製品群は全くの個別受注生産であり、加工技術面からみれば素材の切断、組付、溶接などが主要な作業となる。

それらの生産プロセスにおける個々の加工プロセス単位では自動化が進んでいるが、一貫生産システムを目指したインデント生産方式のFAは皆無であり、今後の「重・厚・長・大」産業における最大のテーマの一つといえよう。

とくに、このFAシステムにおいて重要な役割を担うと考えられる溶接ロボットをみるに、多くの市販されている。いわゆるスタンドアロン型TPBロボット(Teaching Play-Back robot)での対応は困難であろう。つまり、インデント生産方式FAではCAD/CAMが極めて重要な位置を占めると考えられるので、CAD/CAMの数値指令にもとづき、FAシステムの中で前後の周辺装置と連動して作業するロボットの実用化が求められる。

近年、造船工業会の音頭取りで大手造船会社7社による協同研究により、上述の課題をテーマとするプロジェクト「造船所の生産技術の近代化に関する研究開発」(造船プロジェクト)が実施された。その結果、要素技術としていくつかの成果が得られており、今後、さらにFA

目 標 : (1) インデント生産方式のFA (2) 大形構造物 Fabrication のFMS (切断、組付、溶接)				
	“ 着想を見せる ”	“ 加工知識情報 ” データベース	“ Iron - collar - ship ”	
客 先	CAD	CAM	FMS	製 品
◎ Needs 多様化 ◎ Critical Design 要求 ◎ 価 格 競 争	1. 客先仕様の適応的具現 (機能、形、コスト) 2. 設計者の意志決定(低確率 欠陥の発見) 3. ロボット用設計 4. 創造力の刺激 (アイデアの視覚化)	1. ロボットによる加工技術 ○ 端部隅肉溶接 ○ 開先多層盛溶接 ○ 接合技術多様化 2. CAD/CAM ○ 役割分担、協調 ○ 統合コンセプト 3. 加工ノウハウの知識化 ○ Expert Sy.	1. Comp. Programable Robot ○ Off - line プログラム ○ ロボット言語統一 2. 視覚センサ ○ 三次元デバイス ○ センサ・ソフト 3. 通信機能 4. Group Control (DNC)	◎ 競 争 力 (品 質) (コ ス ト) (納 期) ◎ 付 加 価 値 ◎ 適 正 利 潤

図3 個別生産FAの課題

システムとしての実用化に向けて関係者の一段の努力が望まれる。

インデント生産FAにおける研究課題を図3に示す。

3・2 インデント生産用ロボットとCAD/CAM

一般に大形構造物は部材、部品を組み付け、溶接結合を繰返しながら上位の生産プロセスへ移行し、最終製品へ向って工程が進む。したがって、一つの溶接ユニットプロセスは主として次の機械装置によって構成される。

- 1) 部材、部品の搬入用マテハン装置
- 2) 完成品(半製品)の搬出用マテハン装置
- 3) 組み付け(スポット溶接)ロボット
- 4) 本溶接ロボット

上記サブシステムを組み合わせることによって機械加工におけるFMSに対応するFWSを構成することができるが、個別受注品の混合生産を可能にするには、どうしてもCAD/CAMシステムとの結合が必要となる。したがって、FWSにおいてはCADによって生み出された製品設計情報が、CAMによってワークの製造情報に分割、変換、編成され、その出力情報にもとづいて作業するシステム協調型のロボットが必要となる。

(1) CAD/CAMシステム

製品、あるいはワークに関する3次元形状モデルを生成するのがCADの主たる役割。CADの流れとしてはソリッドモデルの方向ではあるが、溶接を対象とした場合にはワイヤーフレームモデルが現実的であり、現在はそれで十分であろう。

ワイヤは取付線、溶接線を表わし、その外3次元モデルに必要な設計属性(例えば脚長のような溶接設計条件)なども完備する必要がある。

一方、CAMはワークの生産条件の指定、ロボットの適用計画などのほか、ロボットの稼働位置とエンドエフェクタの動作手順を作成する。また、動作データがワークとロボットの相互干渉がないことを確認するためのシミュレーションが可能であることも必要であろう。

(2) インデントFAシステム用ロボット

ロボットはFAシステムの最下流に位置する。CAMから数値化された3次元位置データをロボット本体および周辺装置各軸の指令に分解し、外界センサによるサーボ制御により作業の目的を達する。

しかし、指令された通りの動作では不具合を生ずるような場合(例えば熱歪による溶接線のズレ)には、外界センサ(例えば視覚センサ)による適応制御が必要となる。これはロボットに対してある程度の知能化と自律性を求めているわけである。

特に大形構造物を対象とするインデント生産用FAシステムにおける溶接用ロボットには、つぎのような基本的機能が求められる。

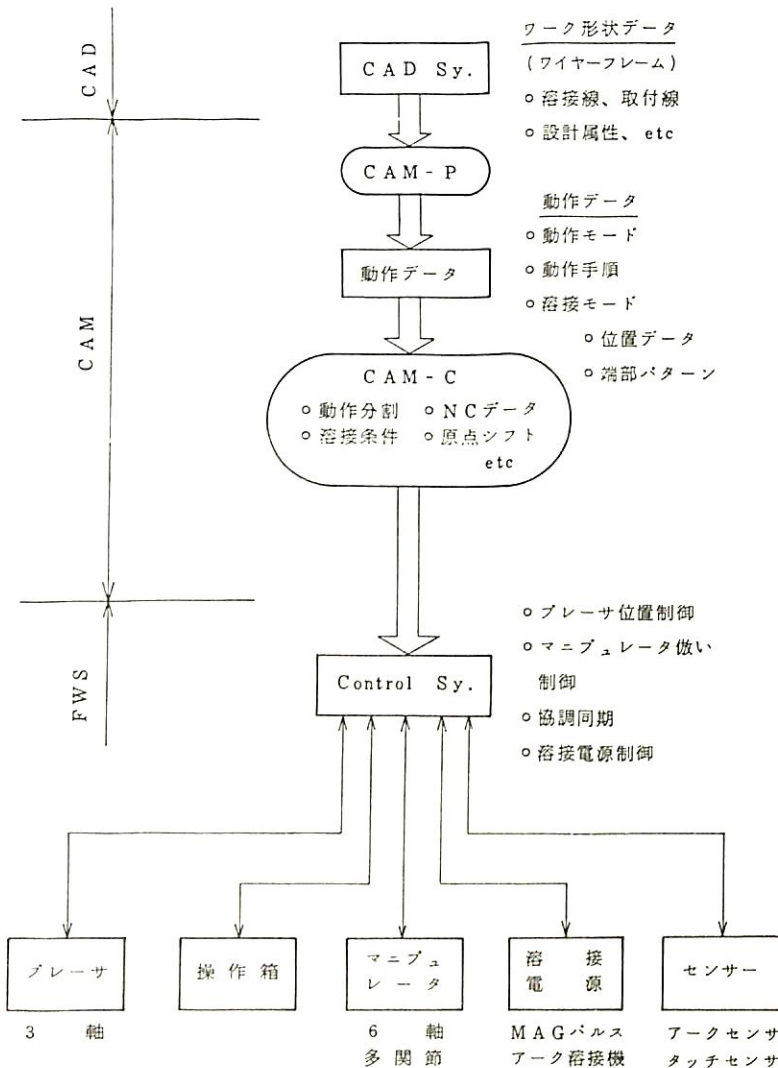


図4 大形構造物溶接一貫システムの構想

- 1) CAD/CAMと結合するため、数値入力によるサーボコントロールが可能であること。
 - 2) ロボット本体（マニプレータ）が3次元空間を移動できること（ワーク大形、重量大のためワーク移動不利）。
 - 3) 外界認識センサによる適応制御が可能であること（ワーク形状が大形であるために生ずる寸法誤差修正、熱歪誤差補正が必要）。
 - 4) 複数ロボットの並列制御運転が可能であること（生産性向上、熱歪対応）。
 - 5) ホストコンピュータ（CAM）との通信機能。
- 以上に述べてきたロボットにもとづく大形構造物溶接一貫システムの構想を図4に示す。

3・3 溶接ロボット用センサー

量産ラインで使用される溶接ロボットにくらべて個別受注生産ライン用溶接ロボットの分が、センサの研究開発課題は多い。ロボット自身の運動制御のための内界センサは、スタンドアロン型TPBロボットのものと同じで、大局的には大きな課題はないようだ。

大形構造物の自動溶接ロボットにおける一番の課題は外界センサの開発である。最小限つぎのセンサが必要となるであろう。

- 1) ワークの座標系に対する位置の確認センサ
- 2) 溶接線トラッキングセンサ（一層溶接）

- 3) 開先断面形状認識センサ（複雑形状、多層溶接）
- 4) 溶接後のビード形状認識センサ（同上）
- 5) 溶融池の形状、温度分布測定センサ

1)から5)にゆくほど技術的に難しくなる。1)は溶接ワイヤによる、いわゆるタッチセンサで目的を達しているようだ。2)の自動シームトラッキングには光学式、磁気式、機械接触式、ウィービング式など各種の方式が試みられている。しかし、適用の範囲に制限がみられる。

3)および4)は本格的な視覚センサが求められる。しかし、オンライン溶接用視覚センサの実用化は皆無に近いのではなからうか。オンライン溶接時の最大の困難性は、ブロードで、しかも強いスペクトル分布をもつアーク光の中で、出来るだけ溶融池に近い個所の形状を認識することが求められるからである。その外、温度、ガス、スパッタなどの厳しい環境条件を克服する必要がある。

基本的には次の2つの考え方がある。i)CCDのような固体素子カメラによる撮影画像のソフト処理による認識（Passive法）、ii)スリット光あるいはスキャン光を入射し、その反射光を処理することにより認識する（active法）。i)の方法は固体素子カメラの波長特性上、どうしても信号もノイズも同じように取り込んでしまうので、そのソフト処理がオンライン・リアルタイムでロボットを制御するコンピュータにとっては大きな負担となる。一方、ii)の方法では入射光にコヒーレント光（レーザ）を使い、さらに標識化すれば光信号の状態のうち

にS/N改善ができるので、ロボット制御用コンピュータの負荷を軽減できる可能性がある。

4. 第3世代ロボットへの期待

図5に示すように知的な機能、すなわち知能をもったロボットが第3世代ロボットと言われている。したがって、かなり高度な感覚機能、環境認識機能を有し、内蔵する知識データベースにより自分の行動が自律的に決定できるロボットでなければならない。進化論的にみれば単にセンサ情報にもとづいて作業する sensor-based robot（第2世代）から、知識ベースにも

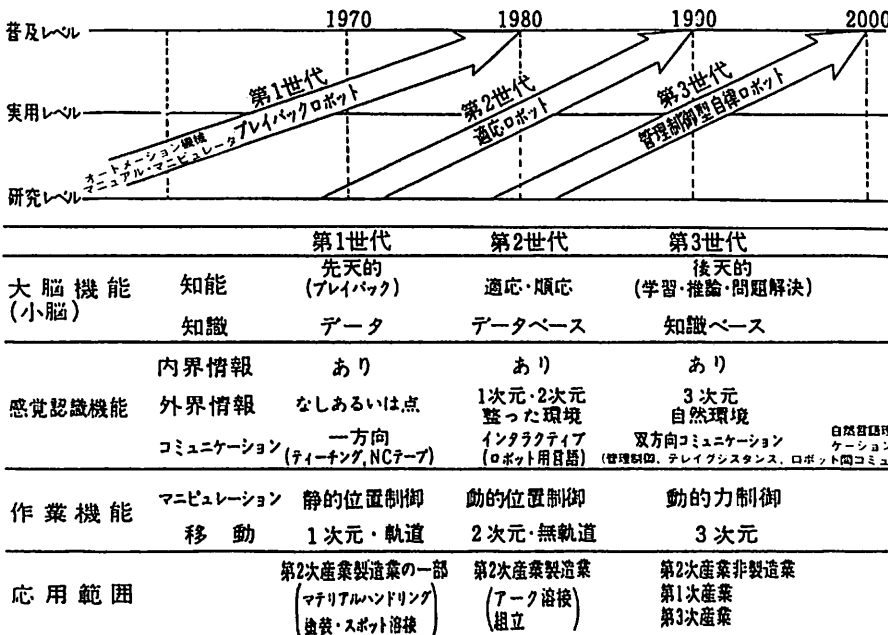


図5 ロボットの世代わけとその特徴 (出典:「計測と制御」21・12, 1982)

とづいて行動するknowledge-based robotへの進化が必要となる。

ロボットは人間とのコミュニケーションにより知識、命令、情報を交換しつつ、高性能な感覚機能と認識機能によって環境や外界の変化を認識・判断して適応することができ、また、自己保有エネルギーによって自律的に行動したり作業することができなければならない。

このようなロボットを実現させることは、ロボット研究者、技術者の永遠のテーマであり夢でもあるが、実現には多くの研究課題がある。

4・1 第3世代ロボットに必要な機能

第3世代以降のロボットに求められる機能の中で、いくつかの特長な機能について述べる。

(1) 人間とロボットのコミュニケーション

将来、ロボットが人間のすべてにとって代わるということはない筈である。困難でしかも複雑な仕事になればなるほど人間とロボットが一体となって作業を遂行していくということが求められよう。例えば、宇宙、原子力、海洋、災害といった人間が直接にアクセスが困難な環境下での作業では、人間とロボットが階層システムを構成して役割を分担し、協力して一つの作業を実行することになるであろう。

丁度、企業における上司と部下の関係に似ており、上司は部下の能力に応じてマクロ化した命令を与え、部下は自分の持っている知識やノウハウをもとに作業を展開していく。その間、上司と部下の間では質疑応答や上司の援助が行われる。

このような人間社会における階層間のコミュニケーションに近い機能が、人間・ロボット間にも求められ、そのための音声認識や自然言語理解の研究が重要となる。

(2) 環境認識（3次元自然環境への拡大）

ロボットが人間から与えられた目標（マクロ命令）から作業計画を作り実行する場合に、周辺的环境をどうやって理解するかということは、第3世代ロボットの主要な研究課題である。

生産工場のように事前に環境がよく分っていて変動が少ない場合は、人間によって環境モデルを教示することができるし、あるいはロボットのもつセンサによって部分的に修正することができる。しかし、自然環境のようにロボットが作業する環境が全く未知か、未知の部分が多い場合、あるいは環境が変化する場合には、ロボットは独力で観測を繰返しながら環境モデルを構築していかなければならない。この場合でも上述の(1)の人間とのコミュニケーション機能が重要となるであろう。

その外、自然環境認識では、ロボットは放射線、紫外線、赤外線、マイクロウェーブ、超音波、超低周波などの人間の感覚器官では感知できない情報（超感覚情報と言われている）を検出し、人間に見える形で提示する機能も重要となるであろう。

(3) 人口知能機能

ロボットにおける知能とは何かということについては議論の多いところである。心理学的に定義された用語としての「知能」とは、「知覚」「記憶」「学習」および「思考」の総称であると言われている。

したがって、「人工知能」は上述の「知能」を人工的に実現したものを指すことになる。最近の人工知能フィーバーでは、コンピュータとそのプログラムを高度化することによって実現しようとするアプローチである。その外にももう一つのアプローチとして、コンピュータの演算原理を使うのではなく、人間の「脳のモデル」から人工知能を実現しようという研究分野がある。

一方、ロボットにとっての知能を「環境変化に適応するために必要な戦術(tactics)を編み出す知的操作能力」と定義するならば、そのためには、知識ベースにある既知の知識から新しい知識を生み出す能力と、新しい判断ができる能力が必要となる。

生産現場のような人工環境の場合には、人間のもっている知識、経験も豊富であるから、このような人工知能系をロボットに構築することも可能かもしれないが、宇宙、海洋、災害のような人間にとって知識、経験とも乏しい自然環境下では、人工知能の利用も大きく制限をうけると考えられる。

したがって、そのような環境下の作業では、それぞれ人間とロボットが英知を集めて難局を乗り切らなければならないこともあり得ると考えられ、人間・ロボットシステムにおけるテレグジスタンス(tele-existence)技術が重要となる。

(4) テレグジスタンス

ロボットが自己の人工知能系によって対処しえない困難な状況に直面した場合の解決法として、研究が進められているロボットの遠隔操縦方式である。しかし、従来技術のいわゆるリモコンではなく、オペレータ自身がロボットの中に入って操縦しているような高度な実時間による臨場感(tele-presence)と、自分の腕を操るに似た高い操作性(manueverability)をもって作業できることを目指している。

テレグジスタンスモードで制御されている場合には、オペレータの動きを忠実に再現するようロボットの目、首、手、足などが制御され、その時のロボットの感覚器

からの情報は、すべて対応するオペレータの感覚器に直接フィードバックされてくる。

つまり、オペレータが見たい方向に向けば、ロボットも同じ方向を向き、オペレータがあたかもそこで見える情景のごとく眼に映ずるし、腕を目の前にもってくればロボットの腕が視野内の同一位置関係に現われてくるだろうし、ロボットが物体に触れた感覚はオペレータの手の皮膚刺激としてフィードバックされてくるように考えられている。

ロボットが遠隔地、あるいは人間が容易にアクセスできない危険な環境で作業する場合の人間・ロボットシステムでは、今後重要な技術になると考えられる。

5. 未来センサーのイメージ

半導体集積回路技術、微細加工技術、新機能材料などの技術革新が、今後も引続いて進展をみるであろうと考えて、未来のセンサーをイメージしてみる。

機能面から考えると、やはり生体の五感もつすぐれた機能が工学的に実現されることに期待したい。現在、人類は、人間の五感では感知できない赤外線、磁気、放射線などを検知するセンサを獲得しているので、その点では生体センサーにまさっていると言える。しかし、生体センサには、まだまだ遠くおよびないものが数多くあり、そのメカニズムの解明とセンサーの実現が夢である。

例えば、犬の臭覚やコウモリの超音波センサーは超高度度であるし、人間の眼にしたって物の形状、色、動きなどを一瞬のうちに認識できる多面的な機能もっている。さらには、鳥類の帰巣本能のような第六感がセンサー化されれば非常に素晴らしいことである。このような第六感をセンサー化したものを脳覚センサーと言っている研究者もいる。

次にデバイス（ハードウェア）面から考えると、一つの素子の上に多くの機能を複合化して作り込むのが夢であろう。図6に示すように一つの素子で温度、圧力、ガスなどの複数の検知機能を有すると同時に信号処理機能との組合せのほか、発光機能、表示機能、伝達機能との組合せからメモリ機能は勿論のこと、アクチュエータや電源などとの複合化による多機能の実現が期待される。

最後にセンシングシステムの面から考えてみる。将来、人工的に感覚センサーが実現したとしても、センサーとしての部分のほか、生体にみられるように、脳や神経細

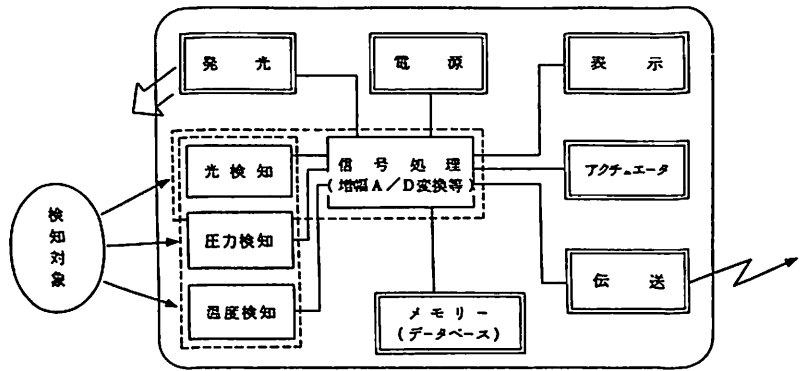


図6 センサーの複合化と多機能化の概念

胞群における情報処理機能や識別機能と一体となって機能する必要がある。その意味でのセンシングシステムの夢は、「人工細胞」「人工頭脳」の実現ではなかろうか。

6. おわりに

ロボット・センサー技術は勿論であるが、いわゆるハイテクと言われる技術は、好むと好まざるとを問わず、その進展を誰も止めることができない性格を有している。したがって、どのように上手に受け入れて、自分の製品なりシステムに融合させるかということだろうと思う。メカトロ技術などはその一つであるが、まだまだ融合というレベルには到っていないように思う。

今後、船舶関係者のハイテクへのダイバージェンスな取り組みと、フロンティアスピリットに期待したい。

★荷役装置の設計・取扱い関係者必須の指針！

『船舶用荷役装置の安全と構造設備のための要件』 B5版 本文88頁 定価3200円(送料共)

ILOでは、1979年6月6日開催の第65回会議において、荷役条約の見直しを行ない、新たに第152号条約として「船舶の荷役作業における職業上の安全と健康に関する条約」並びに、この条約を補足する目的で同時に採択された第160号勧告「船舶の荷役作業における職業上の健康と安全に関する勧告」を併せて採択した。

そこで、船舶揚貨装置を取り巻く最近の情勢変化に鑑み、上記「新条約」および「新勧告」の英和对訳並びに「ILO実行指針」の和訳も収録し、荷役装置の設計・取扱いの関係の方々の技術資料として役立てるように刊行することにした。

船舶技術協会

防 錆 ・ 防 食 の 事 例 (2)

濱 田 外 治 郎

5. 防錆油剤を用いる一時防錆の事例

5・1 燃料油タンクの一時的防錆

船舶構造の一部分として組み込まれる燃料油タンクは、構造組立て、水圧試験排水後における内面の発錆が問題となり、そのままの状態では燃料油を搭載して良いものだろうか、錆が燃料油に混じてトラブルを起すことはないだろうか？ この錆の除去と燃料油搭載迄の一時的防錆について、日本の造船各社は次のような歴史的経過を辿って来た。(生産技術協会・塗料部会資料より)

- (a) 昭和30年11月「機関部・関係諸タンクおよび二重底内、燃料油兼バラストタンク内の一時防錆剤について」(日立・因島)
- (b) 昭和34年4月「F.O.タンクの油拭きの時期について」(佐世保)
- (c) 昭和35年11月「油タンク内部の塗装について」(新潟)
- (d) 昭和37年6月「新造船燃料油タンク内防錆について」(IHI・東京)

これらはいずれも防錆方法についての具体例を求めるアンケートであった。

しかし、昭和37年11月防衛技研において「潜水艦の燃料油タンク内面塗装に使用する長曝型ウオッシュプライマーの研究」により、W/Pの塗膜が燃料油に対して、耐性のあることが公的に認定され普及した。

更にその後ショッププライマー適性の具備条件として、耐燃料油性試験が含まれるようになった。また、エポキシジンクプライマー(E.Z.P.)が適用されるようになってから防錆力が一段と向上した。

この様に一つの技術が、時代のニーズに応じて実績ある効果を生ずるには、いろいろな過程を経ていることがわかる。

(1) 昭和50年代における造船所の現状

表6に、昭和50年代初期における、国内造船所15ヶ所における、燃料油タンク内面一時防錆方法を一覧した。それによると、

- (a) ショッププライマーに長曝型ウオッシュプライマーを適用(W/P)……7造船所。

エポキシジンクプライマー(E.Z.P.)を適用
……3造船所。

ノンジンクプライマー(N.Z.P.)を適用
……3造船所。

- (b) ブロック塗装工程で、防錆ワニス[※]を全面塗装

※ Oil Primer, Neo's, Paintable-3G, CK-Oil	14造船所
W/P	1造船所

- (c) 水圧試験排水後の発錆ヶ所のT/U

防錆ワニス	12造船所
Mineral Oil	2造船所
無処理	1造船所

- (d) F.O.T. 内臓製品の防錆処理

Shop Primer or Oil Primer	10造船所
無処理, 必要に応じ除錆	3造船所

この表に示されたとおり、一つの燃料油タンクの一時的防錆問題に対し、15造船所が必ずしも同一の防錆処理方法で対処しないことに気付くことであろう。

防錆・防食方法というものは、これが決定的な方法であるというものはなく、多くの経験、実効、経済性の上に立って判断されるので、評価はかなりおくれで示されるものである。

(2) 望ましい、防錆処理方法

燃料油タンクの一時的防錆処理問題について、約20年の歳月を経て、表6に示されるような方法に到達したわけである。ではこれからのしばらくの間望ましい防錆処理方法としては、どのように変わって行くであろうか。

- (a) 鋼構造部材のショッププライマーは、エポキシジンクプライマー → 新無機ジンクプライマー
- (b) ブロック塗装工程で使用される防錆油剤
Rust Preventive Oil Primer(透明のものより着色のものの方が良い)
- (c) 燃料油を搭載してからは、タンク上部のボイド部分に水分が付着して腐食するケースがあるので、この部分にはコールタールエポキシ樹脂塗料などを予め塗装しておくが良い。

5・2 機関部における防錆方法(I)

表7 円ボイラの防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
素 材	煙管	Res-Cor,W711 解説2	パイプ塗料を塗布されたものを使用 解説1 更にRes-Cor.の上に塗布する
	水管 (含予備品)	パイプ塗料	
	煙管予備品	パイプ塗料	
胴体内面	胴体板 ファネス ステー		
水圧試験			解説3
予備品	ネジ切り部 研磨部	スリーピール #1号	ネジ切り、および研磨部分にのみ塗布の事 解説4 解説5
	両端	栓	

表8 水管ボイラ（過熱器も含む）の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
素 材	管外面	パイプ塗料	塗布されたものを使用、 たきはじめて時自然除去
	管内面		
ドラム内面	穴明前		
	穴明後		
水圧試験	組立後	ユシロゲンN	解説8
	水圧試験水 排水後	シリカゲル	挿入 200gr/m ² 除去 解説9
予備品	外側	パイプ塗料	— —
	管研磨部	スリーピール#1号	
	両端	栓	
	溶接開先		解説10

表9 節炭器の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
フューン プ	水圧試験	ユシロゲン -N	水圧試験水に0.2%添加 排水後airにて直ちに乾燥の事 水圧試験水を再度使用する場 合には0.5%添加 解説11
組立完了時	水圧試験	ユシロゲン -N 及び V. P. I	水圧試験水に0.2%添加、排 水後airにて直ちに乾燥の事 解説12 水圧試験後長期に亘る保存の 場合に適用 35gr/m ² 解説13
予備品	フィンチューブ 管露出部	パイプ塗料	— 解説1
	両端	栓	— 解説5
ベンド ピース	予備 および常備	パイプ塗料	管曲げ後塗装 除去不用 解説6

表10 空気予熱器（水管ボイラ用）の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
素 材	(STP-30)	パイプ塗料	塗布されたものを使用、除去 不要、たきはじめて時に自然除 去 解説6
	(COR-TEN)	—	
予備品	(STP-30)	パイプ塗料	塗布されたものを使用 解説1
	(COR-TEN)	—	解説14

表11 排気ガスボイラの防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
素 材	管外面	パイプ塗料	塗布されたものを使用 解説1 解説6
コイル	管外面	同 上	コイル成型後塗布 解説15
水 圧 試 験	コイル	ユシロゲン-N V. P. I	水圧試験水に0.2%添加、 排水後 airにて乾燥したの ち 各コイルの両端部からなる べく深部に10~15gr宛封入 後栓をする 解説11, 12, 13
	組立後	V. P. I	組立後の水圧試験には何も 添加せず排水後airに直ち に乾燥したヘッダー部分か ら200grを分散封入後ブラ グをしておく事 解説13, 16
予備品	管外面	パイプ塗料	補修 解説1, 15
	両端磨部	スリーピール#1号	解説4
	両端	栓	解説5

表12 低圧蒸気発生器の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
素 材	加熱管 (外面)	Res-Cor. W-711	酸洗後Res-Cor, W-711 を外面に塗布したものを用 いる 解説17
	予備 (外面)	パイプ塗料	予備品については更にそ の上にパイプ塗料を塗布 する 解説1
本 体	内面	Res-Cor. W-711	サンドブラスト後原液塗 布(刷毛, スプレー) 解説18
水 圧 試 験	加熱管 溶接後	ユシロゲン-N	水圧試験水に0.2%添加 排水後airにて直ちに乾 燥する事 解説12
	加熱管 組立後	同 上	同 上
予備品	加熱管 外面	パイプ塗料	加工部分の補修用として 塗布 解説1,15
	磨部	スリーピール #1号	解説4
	両端	栓	解説5

表6 燃料油タンク内面

(タンク構造内面)

造船所	A	B	C	D	E	F	G
1.船主との契約 塗装仕様	W/P+ 一時防錆剤	W/P+ 一時防錆剤	発錆部油拭き	W/P+無塗装	W/P+ Oil Primer (ネオス)	EZP+Nocoating (Standard) EZP+Oil or CK Oil	W/P+ 防錆ワニス
2.船主承認用 図面の 仕様内容	W/P+W/P +Oil Primer (VLCC, ULCC)	W/P+Oil Primer (全面) or W/P + Mineral Oil	同上	同上	W/P+Oil Primer (ネオス)	船主の要求 あった場合 同上	同上
3.塗装工程 (1)ショップ・ プライマー	W/P (関ベ メタラ クトNEP 307)	Shop Primer (日油…NONE)	エポキシ・ジンク リッチプライマー (関ベ ZE No 100)	W/P(中国塗料 エバボンド FM-3)	W/P (中国塗料 エバボンドE)	エポキシ・ジンク ・プライマー (NIPPE ZINKY 8000 BUS)	W/P(中国塗料 エバボンド FM-3)
(2)二次表面処理 方法及グレイ ド	パワーツールク リーニング st-3 (ディスクサンダ ー, ワイヤブラ シ)	パワーツールク リーニング st-2.5 (ディスクサンダ ー, ワイヤブラ シ)	ツールクリーニ ング (ワイヤブラ シにて浮き錆除 去程度)	ツールクリー ニング(ワイヤ ブラシのみ) st-2程度	パワーツール クリーニング st-2.0~2.5 (ディスクサンダ ー, ワイヤブラ シ)	スケラ・手ブラ シ等によるスラ グ, 浮錆を取る程 度 st-1以下	パワーツール クリーニング st-3 (ディスクサン ダー, ワイヤ ブラシ)
(3)地上ブロッ ク ステージ	W/P 全面塗装 (日油 ニッサ ン パクロン)	Oil Primer 全面塗装 (ネオス PN-IBY)	上記二次処理後 全面Oil Primer 塗装 (ネオス PN-IBY)	防錆油 Paintable E-3GH 全面塗 装(東永産業)	ネオス PN-IBY 全面塗装	CK Oil を全面 塗装 (中国塗料)	防錆ワニスブ ロック塗装 (ネオス PN-IBY)
(4)ブロック搭載 後区画ステー ジ	溶接部等ダメ ージ箇所のみ表面 処理(st-3)後 Oil Primer 1回 塗装 (新日東化学 ネオスPN-IBY)	同 左 (st-2.5) Mineral Oil 1回塗装 (Shell 石油 A 重油)	ブロック継手等 焼損部上記塗料 にて T/U	無処理・無塗装 はき掃除のみ	ブロック継手, 水圧部分等, パ ワーツールク リーニング (ネオスCOW)	溶接部等ダメ ージ部のみスケ ラ, 手ブラシで スラグ浮錆, 一 時防錆剤の損傷 塗膜等を除去し , 上記一時防錆 剤を塗装。	ブロック継手 部, 焼損部等の タンク水拭後の 発錆部に対して 表面処理後(st- 3)防錆ワニス 1回塗装 (ネオス PN-IBY)

(F. O. タンク内艤装品)

1.船主との契約 仕様	無塗装	無塗装	無塗装	無塗装		無処理・無塗装	無塗装
2.承認用図面の 仕様	”	”	”	”		”	”
3.塗装工程 (1)ショッププ ライマー (2)二次表面処 理 (3)地上ブロッ ク ステージ (4)区画ステー ジ	一部の艤装品は 外註メーカーで W/P又はOil Primerを塗装 タンク水拭後, 発錆部クリー ニング(st-3) をしている現状	一部の艤装品は 外註メーカーで W/P or 油性A/C を塗装済 クリーニング (st-2.5)をして 重油を塗っている。	無処理 無塗装	製作時W/P塗装 したものを船体 に取付ける。 ブロック塗装時, 艤装品を含め, 防錆油を塗って いる。	パイプはメーカ でワニス塗布の ものを取付。 ブロック時点 よりタンク構 造内面と同じ 作業を行う	(1)無塗装 (2) 上起(2)(3)(4) (3) と同じ。 (4)	塗装仕様は無塗 装である。 タンク水拭後, 発錆著しいのは 錆落しを施行す る。

一時防錆方法一覧

H	I	J	K	L	M	N	O
lean & Oil Wiping	E・Z・P+Oil Wiping プライマーの損傷 部 no T/U	無塗装	ショットブラスト +加工+組立+ 酸洗+Oil Primer	W/P+Oil Wipe	W/P+R,I,O	W/P+Oil Spray	Oil Primer
同上	ブロック塗装時 パワーツール 後ネオスPN-IBY 船内損傷部 油拭き	Oil Primer	同上	W/P+Oil Wipe (ダメージ部 のみ)	同上	W/P+CKOil (中国塗料 CK防錆油)	Oil Primer
pec.では上記 如く無塗装・ 拭きのみとな っている	エポキシ・ジン ク・プライマー (NIPPE ZINKY 8000)	W/P(中国塗料 エバポンド FM-3)	ショットブラスト 後無塗装	Shop Primer (関ベ・SDノ ンジンク#1020)	W/P(中国塗料 エバポンドK)	W/P(中国塗料 エバポンド FM-3)	NISSAN-NON -Z
	パワーツール クリーニング st-2~3	ツールクリーン グ st-2 (ワイヤブラシ のみ)	酸洗処理 IPP-B BSa-2近似	ツールクリーン グ st-3 (ディスクサンダー, ワイヤブラシ等)	ホウキ等により表 面のゴミを除く だけ、W/Pのダメ ージ部に対しても W/PのT/Uは行 はない。	主に溶接部焼損 ケ所を手入れ、 その他は汚れお としのみ(st-3) パワーツール クリーニング	ツール クリーニング
ールクリーニ グ+ネオス N-IBY塗布を 準 次処理グレード st-2	ネオスPN-IBY 1回全面塗装	Oil Primer (ネオス PN-IBY)	Oil Primer (ネオス PN-IBY)	ネオスPN-IBY 全面塗装	RIO (Rust Inhibitive Oil Primer) 全面塗装 中国塗料 CK防錆油	CK防錆油塗装	ネオスPN-IBY 全面塗装
載後、ダメ ージ部現場E,W部 面処理後、 ネオス塗装、最 後塗装→清掃→ inel検査	溶接部等のダメ ージ箇所のみ表 面処理後(st-2) 油拭き	溶接部等ダメ ージ箇所のみ表 面処理後(st-2) Oil Primer の T/U	清掃のみ(無塗 装)但し引渡し 時点で油を取ら ない場合はerrec Joint及び焼損 部は除錆後ネオ スPN-IBYを塗 布5隻中2隻実 施した。	溶接部等ダメ ージ箇所のみ表 面処理 st-3 ネオスCOW T/U	溶接部等ダメ ージ箇所のみ ゴミ除去後CK 防錆油をT/U	溶接部、ダメ ージ箇所のみ手 入れして CK防錆油補修 塗装	溶接部等ダメ ージ箇所のみ表 面処理 Oil Primer 1回塗装
無塗装	無塗装	無塗装	Oil Primer	無塗装	無塗装	Oil Spray	同上 ネオス (PN-IBY)
"	"	"	"	"	無塗装	CK Oil	
ンク水試後、 錆部ツール クリーニング(st-2) ネオス塗装	仕様書は無塗 装であるが、船 体塗装時船体仕 様に合せて塗 装している。 パワーツールク リーニング(st-2)、 置タンク等はシ ョット材を外 先に支給油拭 きさせている。	標準仕様は無 塗装であるが、 ブロック塗装 或は区画ステ ージで塗装し ている。従っ て、パイプ等 の艦装品は完 全な処理塗装 はしていない。	艦装品処理場 でピッキング 後 Oil Primer 船内取付後は 上記3.(4)に 同じ	Aと同じ		艦装品は外 先で防錆油を 塗装したもの を取付けてい る。	

昭和32~33年頃から機械設備等の防錆に関し、各社は防錆処理の社内規格等を制定し実施する動きがみられるようになった。

『防錆管理』（日本防錆技術協会機関誌）の昭和33年12月号に「一般工業機械の潤滑系統の錆と防錆について」と題する発表が行われた。この概略は、潤滑系統の錆、錆が潤滑に及ぼす影響、新設機械装置部品の防錆・給油管、油タンクの防錆、フラッシングによる防錆剤の除去、機械の休止中の発錆防止、稼働中の機械装置の発錆防止、等々詳細な処理方法について作業手順、使用する防錆材料、工具類まで示し、現場において十分使える説明が加えられたとするものであった。

この様な動きが船舶建造における、機関部、部品製作過程における防錆処理方法が検討される動機となり、昭和35年頃に実施された防錆処理方法の実例を紹介する。この中で今でも実施されている方法もあり、或は技術の進歩により改正されたものもあるが、機関部々品の防錆方法を知らる上で参考に供されたい。

表 13 低圧蒸気発生器用ドレンクーラの防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
素材	外面	Res-Cor. W-711	酸洗後 Res-Cor. W-711 を外面に塗布したものを使用 解説17
	予備品(外面)	パイプ塗料	
胴体	内面	Res-Cor. W-711	サンドブラスト後原液塗布(スプレー、刷毛) 解説18
	外面	Res-Cor. W-711	
管	内面	—	— 解説20
	給水側	—	—
水圧試験	ドレン側	—	—
	予備品	外面	加工部分の補修用として塗布
予備品	加熱器	スリーピール	解説4
	両端	栓	解説5

表 14 脱気給水加熱器の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
本及フ体タ	内面	Res-Cor. W-711	サンドブラスト施工後原液塗布 解説2,18
	含内部構造		
水試圧験			解説3

表 15 空気槽の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
本体	内面	Res-Cor. W-711	サンドブラスト施工後原液塗布 解説21

5・3 解説(表7~表17の解説)

(1) 管外面については指定のない場合には、パイプ塗料を使用するが、円ボイラの煙管外面に付着しているパイプ塗料は組立前の或る時期に除去する。

4~5%の苛性ソーダ液に浸漬することで除去される。また Boiling out によっても除去することも出来るので表に示されるように使い分けをした。即ち、水管およびその予備品にはパイプ塗料を用い、煙管についてはすべて、高級脂肪酸アミンを主剤とする Res-Cor. W-711 の原液を塗布したものを、組立、水圧試験後における発錆を抑制し、残存する Res-Cor. 膜は運転前の Boiling out によって除去可能である。

特に煙管予備品については Res-Cor. の上にパイプ塗料を塗布して予備品としての体裁をととのえた。

(2) Res-Cor. W-711 は、元来インヒビターとして用いられているものであるが、原液塗布したものは2~3日後には乾燥して防錆皮膜を形成し、一時防錆に利用できることを確認しているので、組立工程中随時塗布することにした。

(3) Res-Cor. W-711 の原液は既に煙管外面および胴体内面に塗布されているので、水圧試験時および排水後における防錆も期待できる。排水後にシリカゲルによる除湿を考えたが、その必要はなさそうなので省略することにした。

(4) 研磨およびネジ切り部分は、使用に際して簡単に剥離出来るものを選択して、予備品の防錆を期した。

(5) 予備品の防錆の完璧を期すために栓を両端に施す。

(6) 水管ボイラの構造上外側に付着しているものは、たきはじめると自然に除去されるので採用した。

表 16 諸タンク類の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
潤滑油ク	内面	日石 P-230	サンドブラスト後原液塗布(スプレー又は刷毛) 解説22
	同上	Res-Cor. P-100	
燃料油ク	同上	Res-Cor. P-100	サンドブラスト後原液塗布(スプレー又は刷毛) 解説23
給タンク	同上	Res-Cor. W-711	サンドブラスト後原液塗布(スプレー又は刷毛) 解説24

表 17 給水濾器の防錆方法

適用部分		防錆剤	適用方法
本体	内面	Res-Cor. W-711	完成後原液塗布(刷毛又はスプレー)(除く金網)

(7) 管内面にはむしろ缶水が入り腐食に対する配慮がされるべきであるが、これに適する防錆方法は現在のところ、自信のあるものがないが将来は考えるべき問題である。

(8) ドラム内面は既に防錆処理が施されているが、管内面には防錆処置が行われていないので、水圧試験時に又、排水後に腐食が生ずる。水圧試験時にユシロゲンNをインヒビターとして0.2%水圧試験水に添加し、抑制しようと考えた。(クローム酸塩は添加出来ない)勿論、排水を充分に行うことによってしばらくの間、内部の防錆が出来る。

(9) 防錆の完全を期するために、シリカゲルを用い、除湿する。密閉した胴体の中に1立方メートルあたり、200grを布入袋に分散して入れ、使用後は忘れずに除去すること。

(10) 溶接開先用防錆剤と称する市販品があるが、防錆期間、作業性、溶接性のすべてを満足させるものがないので将来に持越すこととし、開先部分の防錆処置を行わないこととした。

(11) いままでは水圧試験水にインヒビターを添加していなかったが、アミンの亜硝酸塩を主剤とした、ユシロゲンNを0.2%溶液として用いることにより、張水時の腐食抑制と排水後のある時間まで効果を持続することが出来る。経済性を考えて試験水を放水する場合には0.2%、再使用する場合には0.5%にすることにした。

(12) 更に上記の操作を繰返す事になるが、水圧試験水の再度利用を考えて、合理化プランを実施すべきである。

(13) 水圧試験水を排水したあと、長期に亘る保存をする場合には、気化性のインヒビターである本剤を、排水後のTube内に35gr/m³の割合にて封入し、残存する湿気による発錆を防止する。

(14) 耐食金属材料としてCor.-TENを使用する。この様な場合には、一時防錆方法を更に適用する必要がないので規定しなかった。

(15) 加熱加工後、その補修のためやはり、パイプ塗料を用いることにした。

(16) コイルはかなり長く、V.P.I.の気化分散効果が、低下するので封入前にできるだけ排水を十分に行って、その後、35gr/m³の10倍量である200gr(0.6m³として)をヘッダー部分から分散封入し、プラグを付するよう規定した。

(17) ミルスケール除去のため、酸洗い後十分水洗したのち外面に塗布する。

(18) サンドブラストしたあと、airまたはホウキで砂を完全に取除いた後にRes-Cor.W-711を塗装する。

(19) L.P.S.G.も同様であるが、管曲げ加工後Res-Cor.の剥離した部分には、補修の意味で塗布する。

(20) L.P.S.G.も同様に、管内面の一時防錆方法として、V.P.I.を用いることが効果的であり採用した。

(21) 船主要求により、内面塗装を希望する場合には、サンドブラスト処理後、規定の塗装を実施する。空気槽の内部防錆をする目的は、鉄錆のディーゼル機関への飛沫を防止するために行う。(現在ではタールエポキシ塗装が行われている。)

(22) P-230はエンジン油をベースとした防錆油でSAE30級の粘土のもので、防錆油であると同時にエンジン潤滑油としても使用出来る。従って潤滑油タンク完成後の内部防錆油として採用した。

(23) 燃料油としてBまたはC重油を用いる場合のタンク内部防錆方法として瀝青系のベース油にインヒビターを添加し防錆力を強化した防錆油を選択した。本剤は燃料油に徐々に溶解するが、この程度の溶解では発熱量低下や有害な作用はないと考える。

(24) 給水タンクには適当なライニングやコーティングを施すべきであるが、止むを得ない場合は、本剤の使用により、一時防錆をすることがよいと考えられるが、早期にライニングかコーティングを検討すべきである。

5・4 防錆処理剤の説明

(1) 気化性防錆剤 (V. P. I.)

密閉された器中に共存する鉄製品の防錆に使用される。何れも比較的蒸気圧の高い物質であるから、密閉器内に揮発し、器内の温度降下にもなって、水蒸気とともに、鋼面に凝縮し、吸着して防錆効力を発揮する。気化性防錆剤の使用される環境はあくまでも密閉器中であり、本蒸気中での火気の使用については、引火爆発する危険性がないとはいわれないので十分注意を払うこと。

(2) 空気中の除湿 (シリカゲル)

空気およびガス中から水分を取り除くことを除湿という。空気中に水分があると鉄が腐食を起し易いので除湿を行うことは腐食を防ぐ一策である。シリカゲルは一立方呎に約50,000平方呎の面積をもっている。即ち、吸着剤の表面の吸着と毛細管中の凝縮により、中の蒸気圧力が、周りの蒸気圧より低くなるので除湿作用が行われる。注意しなければならないのは封入したシリカゲルを用済後忘れずに除去すること。ボイラ中に残存すると運転時に事故の原因となるので、封入した事を明記し、不必要になったならば個数を点検の上、除去すること。

(3) 水圧試験水の排水

出来るかぎり十分に行うこと、インヒビター (腐食抑

表 18 防錆剤の種類および用途

JIS 規格	種類	名 称	米 軍 規 格 (海 軍)	米軍規格の適用例
NP-1 Z 1801	P-1	薄膜防錆剤 (硬膜乾燥・常温用)	MIL-C-16173 Grade 1	内外にある金属に対して用い、主として高度仕上面を有しない部品に適用。溶剤除去の際損傷を受ける部分または設備に対しては不向、また複雑な組立品に不可、支柱、腕金、滑車、金属箱および非精密鎖等に使用、包装不必要。
NP-2 Z 1801	P-2	薄膜防錆剤 (軟膜常温用)	" Grade 2	屋内の金属、容易に被膜が除去できる必要がある場合、包装を必要とすることが多い。配管類、鎖類、ジョイント、フランジ、油密閉部などに使用。
NP-3 Z 1801	P-3	同 上	" Grade 3	表面に水を受け付けない。一時的防錆に使用、精密リン酸塩、およびパーカーした表面、屋内貯蔵の兵器用品、ボイラ配管、暖房装置、車輛など。
NP-4 Z 1802	P-4	重質ベト状・防錆剤 (加熱浸漬・軟膜)	MIL-C-11796 Amend-1 class	簡単なデザインの高度仕上部品を室内長期保存するため、機関銃、小金属部品、飛行機部品などに使用
NP-5 Z 1802	P-5	中質ベト状・防錆剤 (加熱浸漬・軟膜)	MIL-C-18487	比較的簡単なデザインの高度仕上部品を長期保存するため、自動車用部品、ブッシ、ジャケット管、電池端子、工作機械などに使用。
NP-6 Z 1802	P-6	軽質ベト状・防錆剤 (加熱浸漬・軟膜)	MIL-C-11796 Class-3	複雑なデザインの高度仕上部品で洗浄のきくものゝ保護、特に減摩ベアリング、精密ボルト、金属ガスケット、ピストンなどに適する。包装必要。
NP-7 Z 1803	P-7	中質油状防錆油 (常 温 用)	MIL-L-3150	潤滑油で潤滑する部分、そのほか類似の作動部分の保護、内燃機関には使用してはならない。中質粘土高度精製油。
NP-8 Z 1803	P-8	軽質油状防錆油 (常温・低温用)	MIL-L-3503	機関銃、小火器、作動設備の保護、極地または飛行機内で用いる時は、その前に除去。
NP-9 Z 1803	P-9	特軽質油状防錆油 (常温・低温用)	MIL-L-644	同上。操作前に除去の必要なし。
NP-10 Z 1803	P-10	エンジン防錆油	MIL-L-21260	内燃機関、その他複雑な組立部品の内面保護、流出防止のため裏または箱詰め、ピストン環、油密部、クランクケース、自動機構などに使う。
	P-11	防錆用グリース	MIL-G-16908	グリース潤滑の密閉、開放式ベアリングの保護
	P-13	ワックス・エマルジョン	MIL-W-3688	高級仕上げメッキ(車輛のクロム・メッキ)
	P-14	食料品機器防錆油	MIL-C-10382	食料取扱器具
	P-15	油圧作動防錆油		油圧装置、自動操縦装置、緩衝支柱
	P-16	航空エンジン用防錆油	MIL-C-5545	流出が許されない組立て部品、内部及び外部表面の保護、主として航空機エンジンの保護
	P-17	機器ベアリング防錆油	MIL-C-6085	精密ベアリングおよび精巧機械部品の保護に使用
	P-18	気化性防錆剤	MIL-L-3420	
NP-0		指紋中和防錆油	MIL-C-15074	
		可剥性プラスチック		冷用タイプ・熱用タイプあり、齒車、小金属部品など

制剤)は、排水後にまで効果が持続されにくいので、airを通して、排出後の乾燥を行えば、より効果的である。

(4) 溶接関先防錆の問題

この種の防錆剤として、昭和35~36年頃に2、3の市販品があったが、防錆期間も比較的短く、現場的に採用出来るものがなかったのととり上げていない。

(5) 市販防錆処理剤

表7~表17の防錆処理方法において採用されている市販防錆処理剤は、未だ現在のように防錆剤の種類および用途別に整理(表18)されていなかったもので、銘柄とメーカー名をここに記載しておくことにした。

Res-Cor. W-711, P-100(日東化学)、スリーピール(東京スリーピンド)、ユシロゲンN(ユシロ化学)、日石P-230(日本石油)etcである。

<その12>

第2章 船底塗料

中国塗料株式会社
技術本部 中尾 学

2・3・3 船体表面粗度と燃料消費量

船体表面粗度の構成は図2・49⁹⁾のように示すことができる。船体の摩擦抵抗増加の要因は、海中生物付着によるマクロの粗面化と、塗膜の経年劣化によるミクロの粗面化である。従来型の防汚塗料は、防汚剤が溶出したあと、表層がスポンジ状となり、ミクロの粗面を形成するとともに、塗膜内部の防汚剤の溶出を阻害して汚損を助長するため、これがマクロ的粗面化の原因となる。また、船令が古くなるにつれて、防食塗膜の劣化による発錆、腐食、メンテナンス塗料の堆積、剥離などのために表面に凹凸が生じマクロ的粗面が増加する。

ミクロの粗面の調査はBSRA（英国造船研究協会）の方法が広く採用されている。BSRAの表面粗度測定基準は、50～100ヶ所につき各ヶ所の平均粗度（MHR：Mean Hull Roughness）を測定し、その総合平均（AHR：Average Hull Roughness）を算出するというものである。MHRは50mmの長さにある山一谷を計測する。測定には通常BSRA Hull Roughness Analyserが使用され、この計測データと燃費との統計的な関係づけが行われている。

しかし、単に山一谷を高さ測定することは表面粗度一抵抗の相関性を探る上で十分とは言えない。抵抗損失は表面の構造、形状によって著しく変わる。図2・50²³⁾は概念としての直観図である。

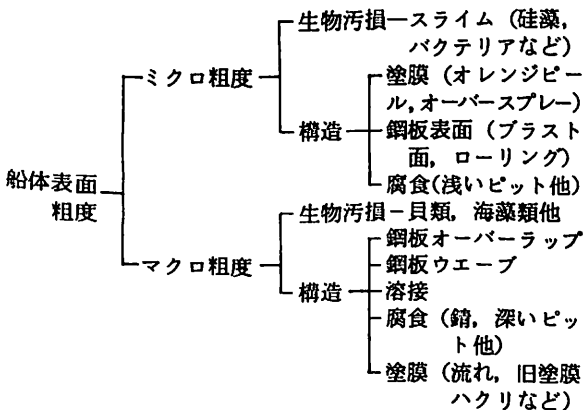


図2・49 船体表面粗度構成

AとBは同じ構造または長波長成分をもっているが、摩擦抵抗に負担すると予想される短波長の「きめ」はBの粗面に現われている。「きめ」のパラメーター t は次式で示すことができる。

$$t = f(\alpha) \tag{2・17}$$

$$\alpha = \frac{m_0 m_4}{m_2^2} \tag{2・18}$$

α ：スペクトルパラメーター

m_0 ：0番目のスペクトルモーメント（平均粗度に関係）

m_2 ：2番目のモーメント（勾配に関係）

m_4 ：4番目のモーメント（曲率半径に関係）

この解析方法は一般的ではあるが α が幅によって変わるためもっと簡単な方法として形状の最高一最低の密度（ D_E ）とゼロ点交叉（ D_Z ）より α を求めるやり方がある。

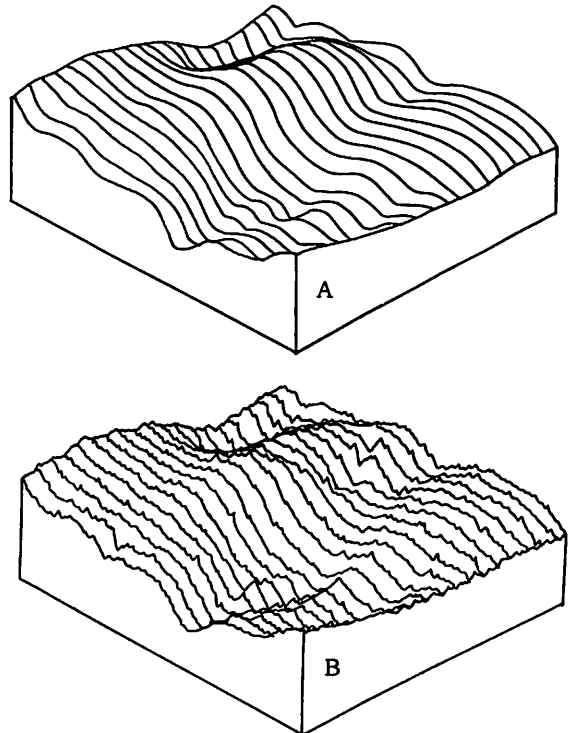


図2・50 異なる「きめ」をもつ類似表面

$$\alpha = \left(\frac{D_E}{D_Z}\right)^2 \quad (2 \cdot 19)$$

MHR と α をプロットすることで新造船または平滑船の特性を表わすことが可能となる。

船体表面粗度については数々の報告がなされている。新造船と就航船の粗度構成について、ヨーロッパに入渠した47隻の船舶を対象に図2・51、図2・52²⁴⁾のような結果が出されている。船令が古くなるにつれて粗度は増加するが両者に簡単な相関性はない。

経年による表面粗度の増加について、1万トン以上の日本船377隻を対象に調査した報告がある。図2・53はその結果である。

塩化ゴム仕様船の場合、表面粗度増加は約450 μm /10年となり、BSRAのデータより低い傾向にあった。

経年船の表面粗度増加率とメンテナンス基準についてBSRAの調査結果が図2・54である。メンテナンス基準線がGood, Average, Poor, Badと分けられている。

新造船の粗度は125 μm 付近に密に分散している。経年とともに粗度のバラツキが多くなっているが、メンテナンスの良好な船は船令が古くなってもあまり粗度は増加していない。

表面粗度が増加すると船体摩擦抵抗も増大し、一定の速度を維持するためには馬力増加を余儀なくされる。図2・55はNSFI(ノルウェー造船研究協会)の船体表面粗度図である。

表面粗度の増加に伴ない、定速維持のため馬力の増加が必須となる。図の上下各直線はサンドブラスト処理により再塗装することで粗度が350~650 μm 減少し、馬力低減率も15~40%になることを示している。

古くはBSRAの報告より、10 μm の粗度増加により年間約1%の馬力増加が必要と言われていたが、先のITTC-1978で提示された(2・15)式から次式が誘導され、最近ではこの式を基準として論じられている。

$$\Delta P = 3.8[(K_2)^{1/3} - (K_1)^{1/3}] \quad (2 \cdot 20)$$

ΔP : 馬力変化率

K_1 : 出渠時の表面粗度

K_2 : 就航後入渠時の表面粗度

例えば $K_1 = 125 \mu\text{m}$, $K_2 = 450 \mu\text{m}$ のとき、出力増加は約10%となる。

馬力と船速の間にはほぼ $P \propto V^3$ の関係があ

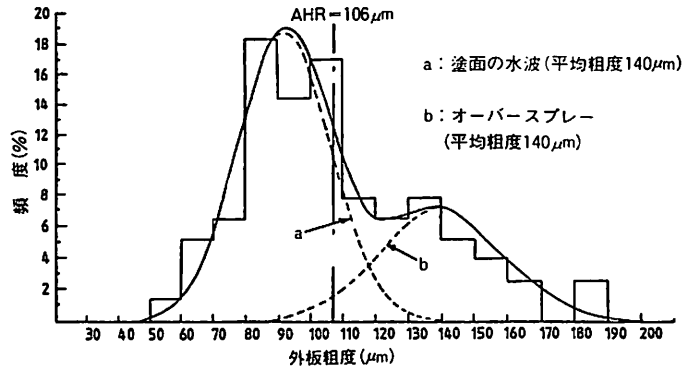


図2・51 新造船の外板粗度構成

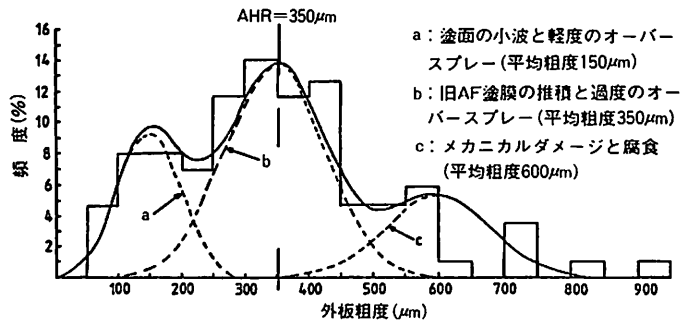


図2・52 就航船の外板粗度構成

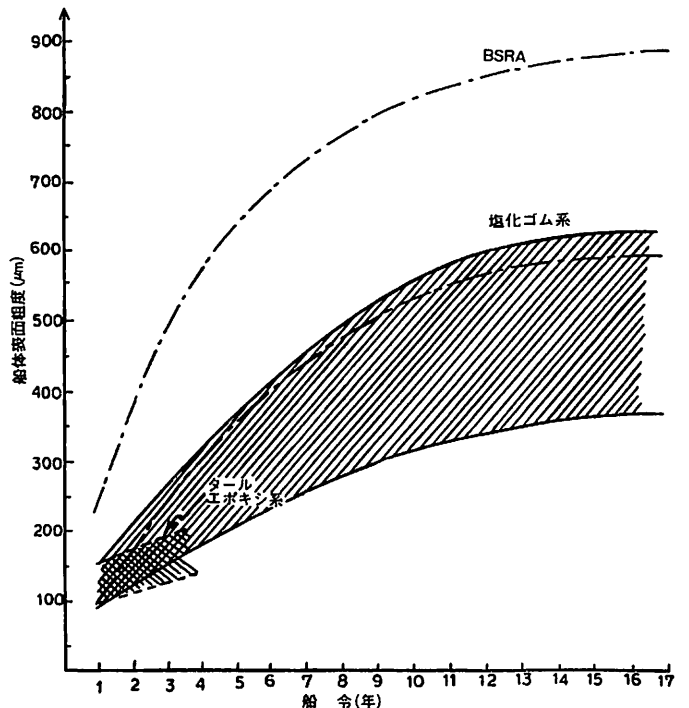


図2・53 船令と船体表面粗度

(日本造船研究協会 SR189, 1983)

り、この関係から一定の速度を保つための馬力増加率 ΔP は、抵抗増加による船速低下率 ΔV から次式により概算できる。

$$\Delta P \approx 3 \Delta V \quad (2 \cdot 21)$$

馬力と燃料消費量 F_c はほぼ比例するので、燃料消費量増加率 ΔF_c は(2・21)式との関係から、

$$\Delta F_c \approx \Delta P \approx 3 \Delta V \quad (2 \cdot 22)$$

となる。

モデル船を想定して、一定速度を維持するために必要な馬力を計算した例がある。図2・56²³⁾は10万トンタンカー、図2・57²⁴⁾は2.8万トンバルクキャリアーの場合である。 P_e は有効馬力の増加率、 P_b は伝達馬力の増加率である。

10万トンタンカーの場合、500 μm から125 μm に粗度が減少すると、13.5ノットの時伝達馬力は約12%減少

する。2.8万トンバルクキャリアーの場合、450 μm から125 μm になると、14ノット運航で供与馬力の減少率は約9.25%程度となる。

構造的な粗度の影響をとりあげると表2・15²³⁾のような結果が得られる。AHR=400 μm でも平滑な起伏面(きめパラメーター $t=30$)と沢山の小さい凹凸をもつ表面(きめパラメーター $t=100$)では14%の馬力出力差がある。

船体部位毎の粗度の影響をとりあげてみよう。船体を5分割し、各部位毎にブラストした時の効果を示したのが表2・16²⁵⁾である。これによるとフルブラストした場合の出力の30%が船首部20%をブラストするだけで得られ、40%ブラストすると50%の出力が期待できる。

これらはいずれも船首部の粗度が摩擦抵抗に大きな影響を与えることを示すものである。平滑船と450 μm の粗度をもつ船体の局部摩擦を図2・58²³⁾に示す。船首部において粗度の大きい船は著しく摩擦抵抗が大きくなっている。前述した図2・46も同様な傾向を示している。

2・3・4 塗装による摩擦抵抗の低減¹⁸⁾

走航中の船体表面に接する流体は、進行方向に向かって引きずられる帯状の流れをもち、この流体の速度変化する領域を境界層と呼ぶ。2・3・1で述べたように、境界層内の流れは、船速が非常に小さい時は層流境界層となるが、船速が大きくなると境界

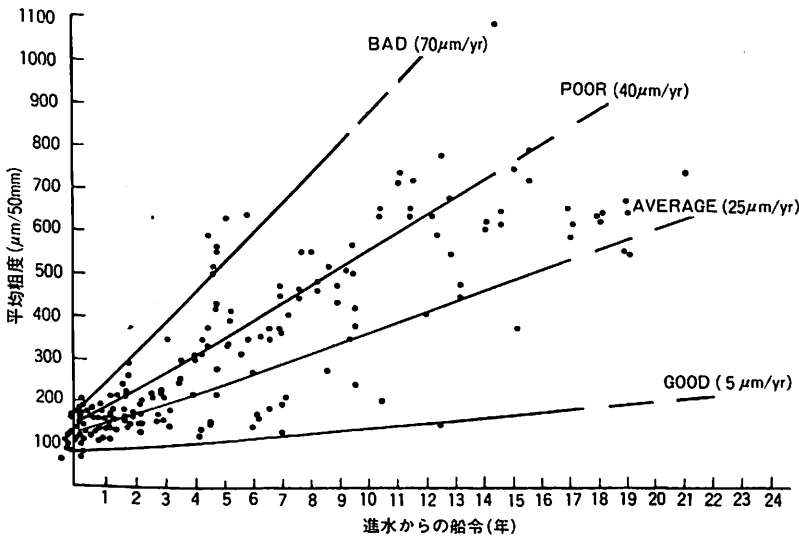


図2・54 経年船の表面粗度増加率とメンテナンス基準

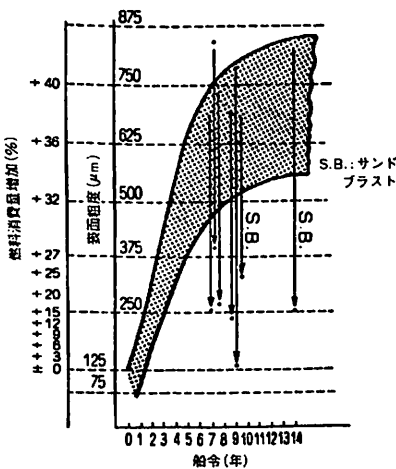


図2・55 船体表面粗度図 (NS F1)

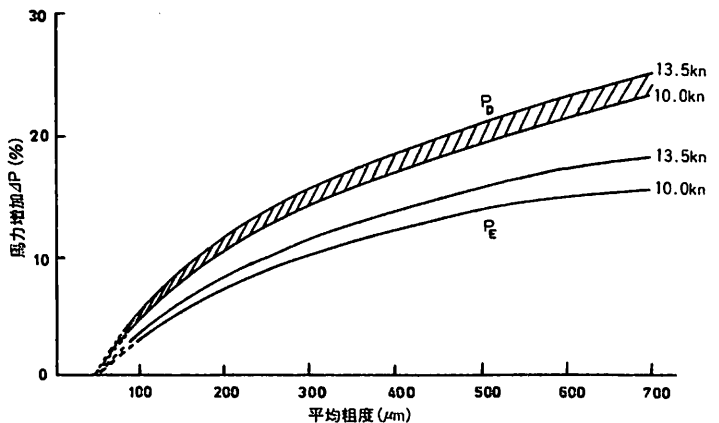


図2・56 10万トンタンカーにおける船速維持に要する馬力増加

層内に乱流が生じ、乱流境界層となって推進エネルギーの大部分がこの層内に吸収される。

船体の摩擦抵抗の低減には、粗度をできる限り少なくすることで乱流境界層を小さくし、同時に固液界面に存在する粘性底層を固定化し、厚くする工夫が必要である。端的に言えば「境界層制御」を目的とし、流体力学的に「境界層の剥離防止」を意味する。

(1) セルフポリッシング効果

従来型防汚塗料では仮りに海中生物の付着防止ができて船令が増すと、防汚塗膜のスケルトン層の残存、旧塗膜の推積、剥離、発錆、腐食などにより、船体表面粗度が増加し、多大の損失を招くことになる。このような表面粗度の増加は年間25~75 μm であり、これを燃料消費料に換算すると2.5~7.5%の増加(25万トンタンカーの

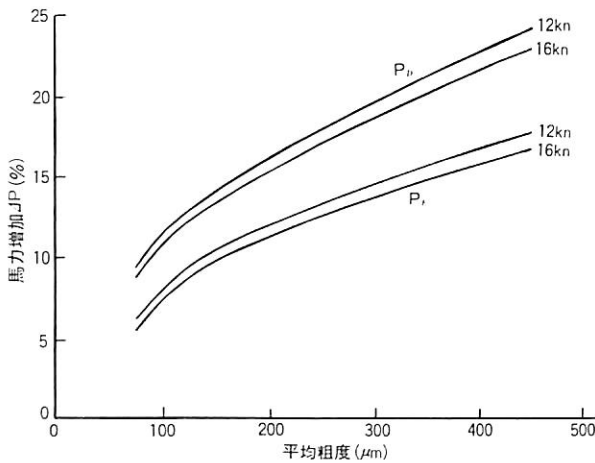


図2・57 2.8万トンバルクキャリアーにおける定速維持に要する馬力増加

表2・15 同一粗面における「きめ」の影響 (10万トンタンカー, 13.5ノット)

平均粗度 (μm)	「きめ」パラメーター t (部位 2.3)	伝達馬力 P_D (kW)	影響率
400	30	11100	1.040
400	55	10670	1.000
400	100	10170	0.953

表2・16 船体部位とプラスト効果による燃費節減

平均粗度 (μm)	船尾 (部位No)					船首	供与馬力 P_D (kW)	馬力低減率% (粗面船ベース)	合計低減率 %
	5	4	3	2	1				
450	450	450	450	450	450	450	5190	0	0
385	450	450	450	450	125	125	5051	2.7	29.7
320	450	450	450	125	125	125	4955	4.5	49.4
255	450	450	125	125	125	125	4871	6.1	67.0
190	450	125	125	125	125	125	4790	7.7	85.0
125	125	125	125	125	125	125	4717	9.1	100.0

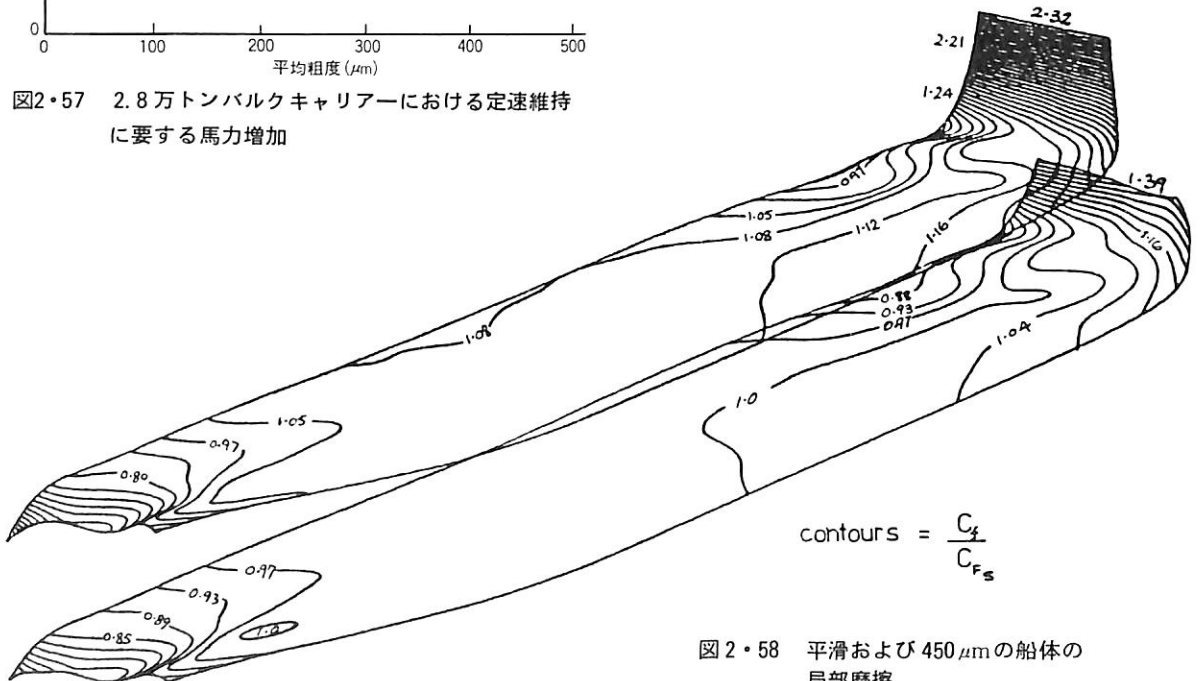


図2・58 平滑および450 μm の船体の局部摩擦

場合、約3,000万～1億円/年)に相当する。

セルフポリッシング型防汚塗料を塗布すると、表面の粗度突起部が水流によって研磨されるため、徐々に粗度が減少し、抵抗が少なくなる。セルフポリッシング効果をもたらす摩擦抵抗低減を実験的に測定すると図2・59のような結果が得られる。直径20cmのアルミ製ディスクに防汚塗料を塗布し、防汚剤溶出促進液中で高速回転させ、トルク値から水中摩擦抵抗係数 C_f を算出する。ビニル樹脂、塩化ゴム樹脂を用いた従来型防汚塗料では、経時とともに摩擦抵抗が増大するが、セルフポリッシング型防汚塗料では減少する。

VLCC(巨大油送船)の船底平底部にセルフポリッシング型防汚塗料を塗布した試験板を取り付け、粗度変化を計測した例²⁴⁾がある。初期の粗度に対してセルフポリッシング型防汚塗膜の粗度減少の割合をプロットすると、図2・60のように粗度減少率が最初の粗度に比例することがわかる。

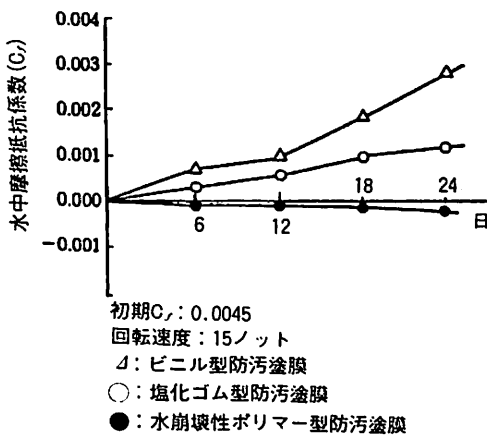


図2・59 防汚塗膜の水中摩擦抵抗の経時変化

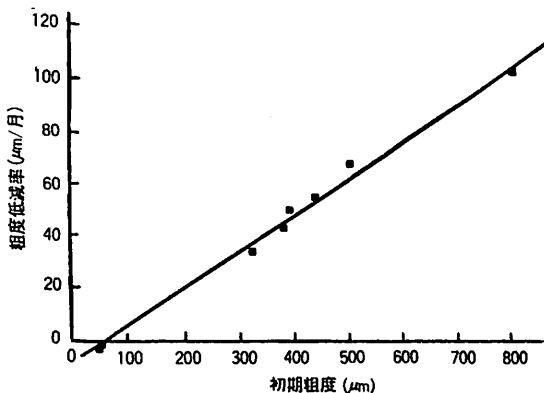


図2・60 セルフポリッシング型AFの粗度低減率

粗度200 μm の表面では1ヶ月の粗度減少率は20 μm /月となるが、粗度60 μm の滑面では減少率が0に近づく。

表2・17は当社のセルフポリッシング型防汚塗料塗装船の就航前後の粗度変化を示したものである。粗度減少率は平均1～2 μm /月(年間10～30 μm)となっているが、滑面に塗装すると粗度減少が小さくなっている。

粗度減少率が年間30 μm のセルフポリッシング型防汚塗料を塗布すると図2・61に示すように定速での所要馬力、燃料消費量は減少する。

(2) Water Loving 効果

海水と接触する固体表面に水になじむ特性を与え、その吸水性によって粘性底層の厚さを増加あるいは保持させようとする、いわゆる表面のWater Loving 効果で摩擦抵抗を減少させる方法がある。

船体を親水性皮膜で覆うことにより、境界層の水に吸着-吸水-脱水というサイクル活動をさせ、皮膜表面の層流層厚の増加を図る。

親水性樹脂としてはポリビニルアルコール、ポリアクリルアミドなどが思い浮かぶが、結局水に溶けてしまいWater Loving 効果を得ることはできない。2・2・2で述べたチェコスロバキア国立科学アカデミーで開発された親水性樹脂は、水を吸収して膨潤するもの、水を一方的に吸収するだけでなく、吸収した水を外に出す作用も有し、細胞の活動に似た挙動をする。

Water Loving 効果とセルフポリッシング作用を組み合わせると非常に効果的である。例えばトリブチル錫メタクリレートと2-ヒドロキシエチルアクリレートを共重合して得られる図2・62のような樹脂を使用すると、理論的にはかなりの摩擦抵抗を低減させることができる。

(3) 水溶性樹脂の摩擦抵抗低減効果

水中または水上走航体の内部に、非ニュートン流動性をもつ樹脂溶液を内蔵しておき、走航体没水部の頭部から吹出させて、摩擦抵抗を減らす方法が知られている。

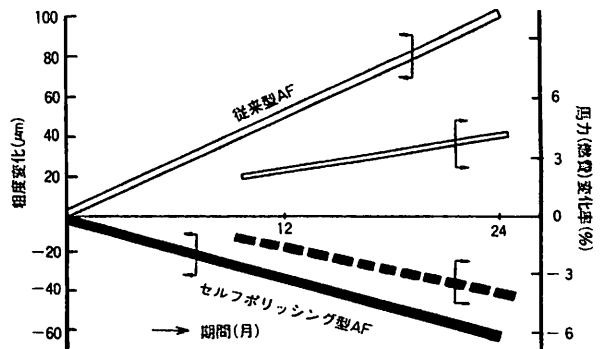
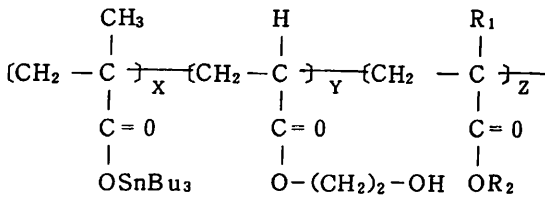


図2・61 AFの経年劣化による粗度変化と燃費の関係

表 2・17 セルフポリッシング型AF塗装船就航船前後の表面粗度比較

船名 (船種, t 数)	船主	運航 期間	塗装時		運航時	
			平底部	立上り部	平底部	立上り部
S. D. (冷凍 34,300)	T社	14カ月	158μ	139μ	119μ	120μ
K 丸 (コンテナ 11,370)	M社	12	113	98	105	80
S 丸 (フェリー 9,900)	S社	12	80	78	70	66
R 丸 (コンテナ 35,500)	M社	18	142	117	121	99
A. E. (コンテナ 18,000)	A社	24	173	163	131	126
N. P. (T 80,000)	N社	21	154		97	126
T 丸 (フェリー 4,406)	N社	12	-	125	-	120
A 丸 (BC 153,000)	M社	15	71	93	75	93
K 丸 (BC 167,700)	S社	19	102	114	115	116



R₁: H または アルキル基
R₂: アルキル基

図 2・62 親水性セルフポリッシング樹脂

没水部表面の境界層内に、この樹脂を1~500ppmの濃度で存在させることで水中摩擦抵抗を低下させる。樹脂は水中で溶けなければならない。例えばポリエチレンオキサイド、カルボキシメチルセルロース、ポリアクリルアミド、グァーガムなどが使用できる。

摩擦抵抗低減の原理は、これら水溶性樹脂が層流層の厚さを増加させることによる。POLYOXY樹脂(ユニオンカーバイド社製品: ポリエチレンオキサイド)を使って、摩擦抵抗低減率を測定すると図2・63のような結果が得られた。

モデル実験によると、10ppmのポリエチレンオキサイドを境界層中に通すことで、30%の摩擦抵抗低減が達成できる。

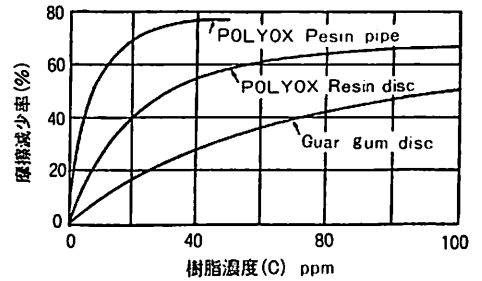


図 2・63 水溶性樹脂濃度と摩擦抵抗減少率 (ユニオンカーバイド社資料)

高濃度の樹脂溶液の調製およびその水中分散性を良好にするため、アセトニトリル、アルコール、硫酸塩水溶液を溶媒とする方法もある。以上の方法は簡単ではあるが、水中で水溶性樹脂が急速に拡散するため、境界層中の濃度維持が困難で、経済的に問題がある。

参考文献

- 22) 副島, 山崎: "Calculation of Three-Dimensional Boundary Layers on Ship Hull Forms", 西部造船会会報 55号, 1978年3月
- 23) D.Byrne: "Hull Roughness and The Impact of Outer Hull Maintenance Decision on Ship Efficiency", The 1st International Shiprepair, Spares and Maintenance Conference, May 1983
- 24) R.L. Townsin: "Speed, Power and Roughness: The Economics of Outer Bottom Maintenance", Architects, Spring Meetings, 1980
- 25) D.Byrne: "The Cost of Hull Roughness versus The Cost of Hull Smoothness"

●船の科学刊行の本●

『船舶写真集』船の科学編集部編 B5版 上製

- 1952年版 掲載船 232隻 写真頁 96頁 定価 1500円
- 1968年版 掲載船 236隻 写真頁 194頁 定価 2500円
- 1976年版 掲載船 233隻 写真頁 229頁 定価 3500円
- 1978年版 掲載船 252隻 写真頁 159頁 定価 3000円
- 1980年版 掲載船 246隻 写真頁 147頁 定価 3500円

(※当社負担。ご注文は当社に直接お願いします。)

船型試験をめぐって

<その29>

(財)日本造船技術センター
横尾 幸一

6・8・3 船尾振動・騒音の軽減を目的としたプロペラ及び船尾形状の研究 (SR 183)

船の振動や騒音に関する研究は、SRその他の場で以前にも取上げられたが、船尾流場の状況、船尾流場とプロペラキャビテーションとの関係、キャビテーションとプロペラ起振力の関係等が明確でないことから、船の振動・騒音に関する問題はまだ未解決となっていた。

一方、石油危機以降省エネルギーの気運は高まり、プロペラ効率向上のために低回転・大直径プロペラを採用することも多くなってきた。そのために、ややもすると、船体とプロペラとの間隙が小さくなり勝のうえに、プロ

ペラ上部の船底が平らになる船型が多くなっていて、プロペラ起振力に基づく船尾振動及び騒音の問題が大きくなってきた。

そこで、日本造船研究協会は標記の研究を昭和55年度よりの3ケ年計画で取上げることにした。一方、日本造船技術センターでは同様な目的を達成する一つ的手段として、振動軽減に効果が著しいと言われるハイスキュープロペラの系統的試験研究を昭和55年度よりの2ケ年計画で実施しようとしていた。

この2つの研究は、手段は多少異なっているが、目的は同一であり、同一の場で検討・研究を行なった方がよいということになり、両方の研究内容を盛り込んだSR 183が発足した。

この研究の内容は、実船伴流の計測及び装置に関する研究、プロペラに関する研究、船尾形状に関する研究及び練習船背雲丸による実船試験となっている。それぞれの項目に対して、第1より第4までの小委員会を組織し、各小委員会の主査には、杉村 泰 (三井造船)、加藤洋治 (東京大学)、田中一朗 (大阪大学)、高橋 肇 (船研)の諸氏をお願いした。なお、部会長は乾 崇夫 (玉川大学)、副部会長横尾幸一 (日本造船技術センター)であった。

研究の詳細は日本造船研究協会第183研究会の報告書 (昭和56年3月、57年3月及び58年3月)に述べられている。

代表的な研究結果の一例として、普通型プロペラ及びハイスキュー型プロペラのキャビテーションの様相を図6・31及び図6・32に、

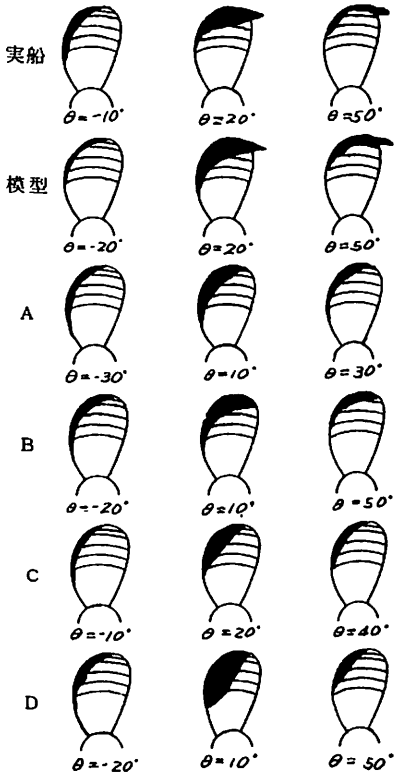


図6・31 普通型プロペラのキャビテーションの比較

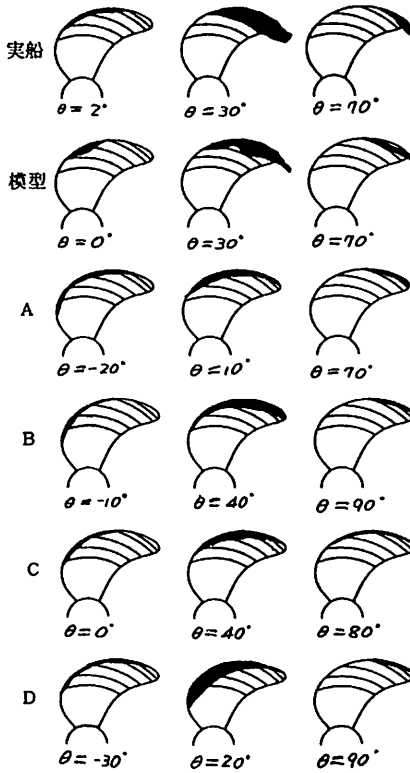


図6・32 ハイスキュープロペラのキャビテーションの比較

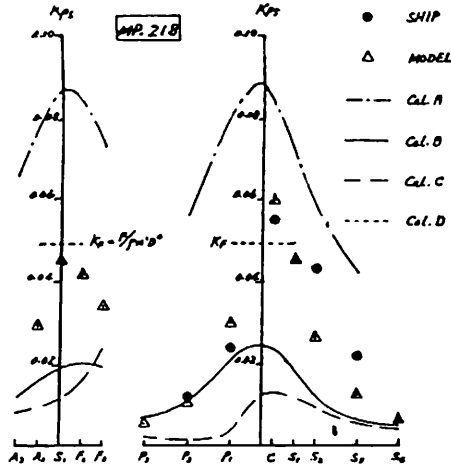


図6・33 普通型プロペラの変動圧力の比較

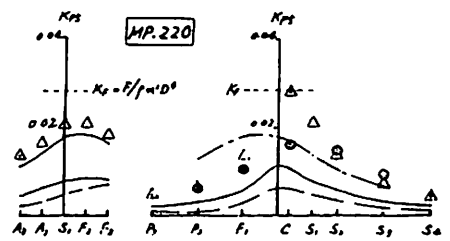


図6・34 ハイスキュープロペラのプロペラ変動圧力の比較

それぞれのプロペラの変動圧力を図6・33及び図6・34に示す。ただし、実船は実船試験結果、模型は模型試験結果、A、B、C、Dは各種の理論計算式による計算結果である。

ハイスキュープロペラのキャビテーションの面積は普通型プロペラのものに比べて僅かに減少しているだけであるが、キャビテーションが円周方向に拡がっているためあって、プロペラによる変動圧力は大幅に減少している。また、キャビテーションの様子及び変動圧力とも、実船の結果と模型試験の結果はほぼ一致しているが、計算結果はかなりの差を示している。

6・8・4 船型改良の手法に関する調査研究 (SR 200-13)

最近の燃料油価格はかなり安くなり、しかも安定しているように見えるが、長期的に見れば石油価格は上昇の方向にあるものと考えられ、現在すでに燃料費が運航費のかなりの部分を占めているので、船舶の省エネルギーの時代は今後も続くものと思われる。

このような情勢に対応して、国の内外においては、船型改良及び高効率プロペラの開発等の研究が精力的に行われている。そこで、SR 200の第13分科会としては、船型改良及びプロペラ開発の現状及び将来の見通しについての調査研究を昭和58年度及び59年度の2ケ年にわたって行うこととした。

調査を実施するに当っては第1及び第2の二つの小委員会を作り、第1小委員会（主査：田中一朗阪大教授）では船型改良の手法に関する調査及び実船性能推定上の問題点に関する調査を行い、第2小委員会（主査：加藤洋治東大教授）では推進器に関する研究の現状の調査及

び代表例についての試設計を行なった。なお、分科会長は横尾幸一、副分科会長は田中拓（船研）であった。

調査研究の詳細は日本造船研究協会報告第101号（昭和60年3月）に述べられているが、船型改良の手法に関する調査研究では、通常船の抵抗（造波及び粘性）及び推進性能の見地から船型改良の手法の現状、特殊船型の船型と抵抗、推進性能との関係、SRにおけるこの分野の研究成果などを説明し、推進器に関する調査では、各種推進器の特徴や性能について述べるとともに、各推進法の比較、プロペラ理論及び設計法、プロペラの実物と模型との相関、数種プロペラの試設計等を行なっている。また、実船性能推定上の問題点の調査では、水槽試験に関する問題点、実船試運転に関する問題点を調査するとともに、バラスト状態の実船性能推定に関するアンケート調査を行なっている。

6・8・5 現在進行中の研究

船舶流体力学の分野として、日本造船研究協会が現在行なっている研究はSR 196 船尾形状設計法（粘性流場）に関する研究とSR 199 プロペラの推進性能と騒音特性の推定法に関する研究であって、部会長はそれぞれ田中一朗阪大教授及び加藤洋治東大教授である。前者の研究は昭和59年度、後者の研究は60年度より開始されていて、現在進行中である。

●お知らせ

東京・船の科学館にて特別展「帆船」を開催

東京・船の科学館3階特別展示場にて「帆船—その現在と未来」が9月15日迄開催されている。内容は海の若人を教育する“練習船”としての帆船から新しいテクノロジーによる近代帆装商船など、帆船の現状とともにその将来像も紹介する。入館料は大人500円、小人300円で、同時に海事映画会の昔話や民話もみることができる。

問合せ先 財団法人海軍科学振興財団 船の科学館

〒135 東京都品川区東八潮3-1 電話03(528)1111

〈その23〉

第2章 商船の電気機装・電気機器

徳 永 勇*

4. 昭和時代（初期から第二次世界大戦
終戦時まで）

4・1 電気機装の変遷

昭和初年から第二次大戦終戦時までの電気機装の変遷で、注目すべきことは、昭和18年前期までは、いわゆる商船が主として建造されたが、これ以後は、後述するが戦時標準船が大部分を占めている。したがって、電気機装は、機装品にいたるまで一大変革を含んでいる期間であると言わざるをえない。

また、造船の観点からみれば、政府は、従来の老朽船や低性能船を整理して、貨物船を対象とした優秀な新造船を建造して、船舶の質的改善と向上を助成し、海外進出と国防の強化をはかるために船舶改善助成施設を計画した。そのためには、一定の基準に合格する船舶を新造し、同時に老朽船を解体した場合には助成金を支給するいわゆるスクラップ アンド ビルド方式が採用された。

この施設の実施は、第1次が昭和7年、第2次が昭和10年、第3次が昭和11年であって、その結果は、老朽船118隻50万トンを整理し、新船43隻30万トンが誕生した。本史では、第1次のNクラスの能登丸、第2次ではAクラスの赤城丸を代表船としてあげた。

なお、政府は昭和13年から14年にかけて優秀船建造の助成を実施した。これは前記のスクラップ アンド ビルド方式ではなく、政府指定の航路の新造船のみに適用された。本史に記載してあるあるぜんちな丸（表2・22参照）新田丸（表2・23参照）等はこれに属する。

また、政府が昭和14年に実施した大型優秀船建造助成施設の計画のうち、日本郵船会社のサンフランシスコ航路用の客船があった。これは我が国最初の20,000GTを超えた超豪華客船であった。その1隻は榎原丸で昭和14年に三菱長崎造船所で起工、他の1隻は出雲丸で昭和14年に川崎造船所で起工された。

しかし、両船とも進水前に海軍省に買収されて特設空

母として改造に着手された。そのため、両船とも昭和16年に進水し、前者は隼鷹、後者は飛鷹と命名されて17年に特設空母として任務についていたのである。発電機容量はいずれも1,600kW、AC225V、3台であった。

上記は一例にすぎないが、当時においては、その他の優秀貨客船はそれぞれ特設輸送船または特設巡洋艦等に改造されて、大東亜戦争の仲間入りをしたことは、当時としてはもっとものことでもあり、また、残念なことでもある。

次に、主機の観点からいえば、昭和初年から18年前期までの戦時標準船を除いた商船の総建造数は約623隻である。その隻数中客船および貨客船数は総数の17%（107隻）であって、主機の種類をディーゼルエンジン、タービン、レシプロエンジンの3種類に大別すれば、それぞれ1/3に分けられる。

このように明治・大正時代と違ってディーゼルエンジンが多く採用されたことは、電気機装の面の比率が増大したことを意味する。また、特筆すべきことは、油送船（タンカー）が浮上してきたことである。明治時代には1隻もなく、大正時代になって僅か4隻にすぎなかった。ところが、昭和時代になって先に述べた総建造数623隻中60隻が油送船であった。

我が国最初の第1船は昭和3年に横浜船渠（後の三菱横浜）で建造された日本タンカーの昭洋丸（7,497GT）で、発電機容量は10kW、DC100V、2台であった。その後次第に増加して、小は昭和6年に播磨造船所で建造の飯野商事の第2鷹取丸（522GT）で、発電機容量は2kW、DC100V、1台であった。大は昭和13年に播磨造船所で建造の中外海運の黒潮丸（10,384GT、14,960DWT）であって、発電機容量は30kW、DC100V、2台であった。このように油送船の増加につれて、電気機装内容にもこれに対応する処置が必要になってきた。

以上述べたように、時代とともに造船の多様化と近代化および内容の優秀化と複雑化とは、電気機装においてもこれに対応する技術が次第に発展することになる。

これらのうちで、電気技術者にとって困難な工事の一つにケーブル布設工事があった。大型の貨客船などにな

* 日本船用機関調査研究委員会 電気専門委員会委員長

れば、ケーブルの布設本数が増大するにつれ、他の部門のパイプの布設本数も当然増大する。ところが、これらを布設する個所は、決して狭い通路にケーブルとパイプを併設しなければならない。このことは機械的に困難な工事であった。図2・15はその状況を示したものである。

このために軍艦などでも同様の困難を避けるために、艦内の一部にケーブルトランクを特設して、そこにケーブルを一括して布設する方法が採用された。また、水密隔壁に多数のケーブルを貫通する場合には電線貫通金物だけではさばききれないために、ロートハルト式貫通金物箱をロイドの承認を得て製作し、この中にケーブルを一括して通して水防にしたものである。

次に、油送船などの上甲板上にケーブルを布設する方法にはいろいろあるが、最初のころは、上甲板上のはしごに導板を取り付けその上にケーブルを布設して、水防蔽いを設ける方法がとられたが、船の振動と伸縮によってケーブルが切断される例が多かった。その後は、太い電線管を上甲板上に取り付け、その中にケーブルを通過させるようにしたため、ケーブルの断線は少なくなった。もちろん、電線管の一部には伸縮部を設け、かつ、ケーブルもゆとりをとってある。後述の戦時標準船のタンカーなどには全部この方法を採用して問題は起きなかった。

次に、配電電圧は、モータシップの出現につれて、直流100V級から220V級に移行している。また、タンカーでは、直流100V級である。交流船では、AC220V、60Hzである。ただし、電灯回路は100Vである。この時代にはAC440V級の採用はなかった。

配電方式はいずれも二線式樹枝状方式が大部分であった。稀には小牧丸(4・2・2参照)のように直流三線式もあった。交流の場合は、動力においては三相三線式で、照明・通信装置においては単相二線式であった。

4・1・1 豪華客船(浅間丸, 竜田丸, 秩父丸)の出現

昭和初年ころから、太平洋方面の旅客の増加と世界の船舶界における素質が次第に向上してきた。殊に、当時は2万トン前後の20ノット以上の客船スーパーエンブレス号級が横行していた。日本郵船会社はこれに優るとも劣らない船舶を建造するため、万難を排して一大造船計画を立てたのである。そこで、サンフランシスコ航路用に、浅間丸、竜田丸および秩父丸(後に鎌倉丸と改称)、シャトル航路用に、氷川丸、日枝丸および平安丸、欧州航路用に照国丸および靖国丸などをそれぞれの航路に配船して外国船と競争をした。

次に、浅間、竜田丸および秩父丸の主として電気要目の豪華の点を記述するが、約20年前に出来た豪華客船

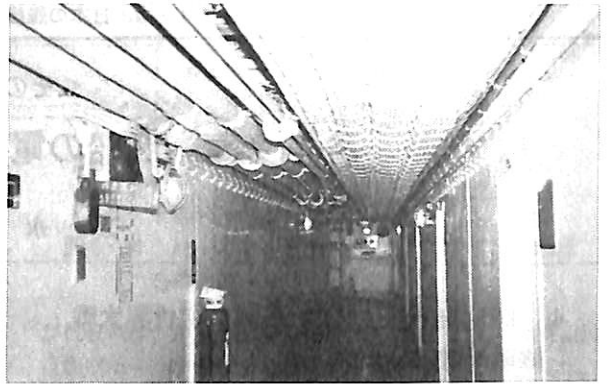


図2・15 ケーブル布設図(氷川丸第2甲板通路)

天洋丸(13,454GT)のそれと比較すれば、如何に、技術的にも優れているかを判断できるものと思う。

(1) 船体の要目

浅間丸 ³⁰⁾ (竜田丸)		秩父丸 ³¹⁾ (後の鎌倉丸)
全長	584呎	584呎
垂線間の長さ	560呎	560呎
幅	72呎	74呎
深さ(上甲板上)	42呎6吋	42呎6吋
総トン数	16,800トン	17,000トン
排水量	21,800トン	22,200トン
速力(最高)	20.91ノット	20.65ノット
主機関	ズルザー単動2行程4台	B&W複動4行程2台
出力(最高)	19,108馬力	20,313馬力
発電機	450 ^{kW} , 225 ^V , DC-4	400 ^{kW} , 225 ^V , DC-3
補助発電機	100 ^{kW} , 225 ^V , DC-1	100 ^{kW} , 225 ^V , DC-1
非常発電機	40 ^{kW} , 225 ^V , DC-1	40 ^{kW} , 225 ^V , DC-1
蓄電池	24 ^V , 140 ^{Ah} -2	24 ^V , 140 ^{Ah} -2
主配電盤	イギリス サンダーランドフォージ社	富士電機会社 鉄板形
スクリーブプロベラ	4個	2個
甲板数	7層	7層
旅客定員1等	220名	217名
” 2等	100名	100名
” 3等	500名	500名
船員数	323名	350名
合計	1,143名	1,167名
造船所	三菱長崎造船所	横浜船渠株式会社 (後の三菱横浜造船所)
進水	昭和3年(1928) (昭和4年竜田丸)	昭和4年(1929)
処女航海	昭和4年10月15日	昭和5年4月4日



図2・16 秩父丸1等サロン (パリ・マークシモン社)

適用規程など：通信省 第1級船，遠洋航路 旅客船。
ロイド 100 A1 with free board，その他，英国商務省
(BOT) 及び米国客船移民船規程の要求に合格したもの。

(2) 秩父丸の電気設備要目

1等サロンは，パリのマークシモン社の設計によった
装飾でフランス近代風の設計でなされた。照明方式は建
築化照明であって，間接，半間接，直接の3方式が採り
入れられている。図2・16はこれを示す。

1等社交室は，イギリスロンドンの
ヒートンタップ社の設計によったもの
で，舞台，グランドピアノ，映写機2
台，後日トーキーなどの設備をした。
(図2・17 参照)

以下電気機装品について逐次記述す
る。

ストーン式水密扉が21箇所あって，
操舵室からボタン一つで開閉でき，信
号灯とベルがそれに付いていて，閉じ
るときには，このことを警告する。自
動防火扉が18個，客室用呼鈴 550 個，
イギリスのサーモタンク会社のサーモ
タンク暖房装置が装置され，これ用の
パンカーループを各室に掛け，その
ほかに公室および客室に電気暖房のモ
ルガナイトヒータを使用し，計185個
(356.5kW)と扇風機72個を設けてある。
ダービー式の自動火災報知器を掛け，
客室，乗組員室などに感知器を付けて
ある。

このほかに，ラックスリッチ式消火
装置とブリークグラス式火災報知器28



図2・17 秩父丸1等社交室(ロンドン・ヒートンタップ社)

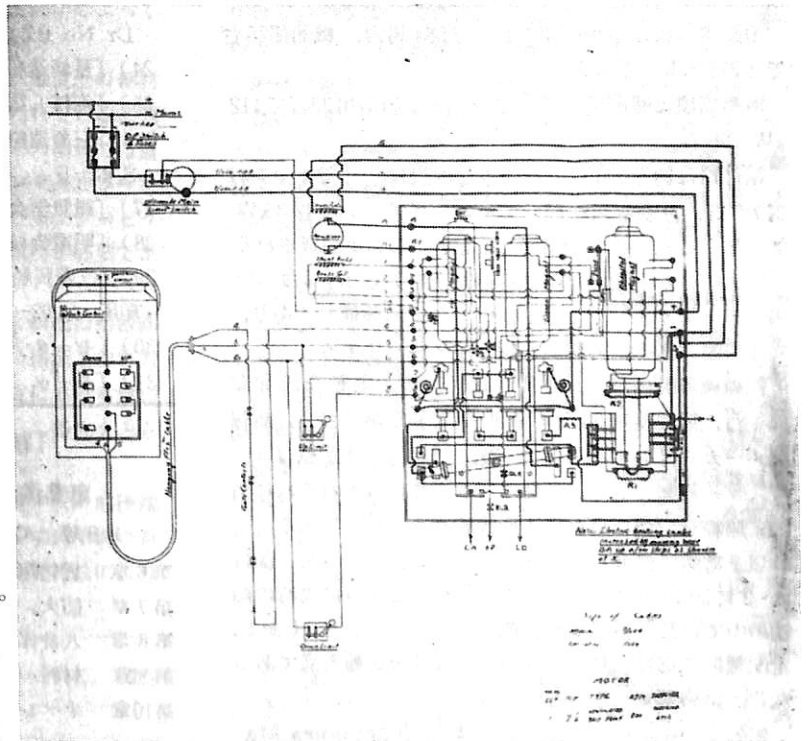


図2・18 乗客用エレベータ電路結線図

個を設け、警報用電鈴20個がある。エレベータは、旅客用、手荷物・郵便物用、食料用、エンジニア用、調理・食品用がそれぞれ1個づつ装備されている。エレベータ回路結線を図2・18に示す。バンドレピータ装置(拡声装置)1式を設け、スピーカ10個を配置している。共電式電話交換機を設け電話機は150個を船室に配置した。インターホンを上級士官相互間に設けてある。また、高声電話機は、操だ室を中心として、機関室、操だ機室、船首、船尾および無線室間に通じている。電気時計は、親時計1個を海図室に設け、子時計は34個所に配置してある。

航海計器には、サルログ、ランジバン式測深機(我が国の商船に初めて使用した水晶発振器を使用したもの)、ケルビン式測深機、ジャイロコンパス(スベリー式)と2ユニット型オートパイロット、ラダーアングルインジケータ、プロペラ軸回転計、また、ヘルム・エンジン・ドッキング・ステアリングおよびアンカの各電気式テレグラフ(シーメンス社製AC50V、50Hz、セルシン式)、ケント社のクリヤビュー・スクリーン(回転式窓)2個、日本光学社製レンジファインダ2個がある。なお、伝声管が設けてあるので、伝声管用電鈴も付けてある。

機関室内には、パイロメータ、サーモメータなどの計測器のほか各種信号灯および警報装置がある。

電動機台数は甲板部185台で2,584馬力、機関部75台で1,275.3馬力である。

電熱器類は暖房用106台で293kW、厨房用23台で112kWである。

電灯類は約5,000灯でその主な内訳は、1等サロンは1,000灯、社交室800灯、スイミングプール場12.3kWである。これらの3個所で230kWの電力が消費される。

以上のほか、白熱電灯式探照灯120万C.P-2台、7.5馬力モータサイレン1台を前部マストに装備してあり、また自動式霧中信号装置が操だ室に設けてある。

無線機器関係は、長波長用電源7kVA電動交流発電機1台、短波長用3kVA電動交流発電機2台で、無線機メーカーはいずれもRCA製、無線方位測定機はコールスター社製である。救難ポート2隻にはそれぞれに1/4kW無線電信機の外に小形探照灯を装備してある。

以上電気設備要目の大綱を示したが、そのうち一部は4・2に記述する。これによって分かるように当時の船舶の中では最も豪華な艦装内容であったと思う。しかし、主配電盤や電灯器具類を除いては大部分が輸入品であったことは特筆すべきことである。

船名Titibu Maruはある事情で、Kamakura Maruに昭和14年に改称された。大戦が勃発した翌々年(昭和18年)に海軍の徴用船として南方方面に活躍中4月に米軍潜水艦の雷撃により惜しくも一生を終った。

参考文献(第2章つづき)

- 11) 山高五郎「船舶における電気の応用について」造船協会会誌 32号 T12-4
- 12) 徳永 勇「船舶電気の諸規則・規格の誕生と経過」『船舶電装』第66号S.57-10(株)日本船舶電装協会発行
- 13) 山高五郎著「図説日の丸船隊史話」(株)至誠堂発行 S.56-7
- 14) 船の雑誌 I 海洋協会発行
- 15) 日本郵船会社 電気装備調査資料(本多資料E103) T15-5 調書
- 16) 「電気の友」第208号 M.41-6
- 17) 本邦建造船要目表(1868~1945)(株)日本船用機関学会/船用機関調査研究委員会編 海文堂出版(株)発行 S.51-5
- 18) 川崎重工資料
- 19) 造船協会雑纂 T.4-7
- 20) 造船協会雑纂 T.4-4
- 21) 「三菱長崎造船所電気設計部旧幹部口述集」S.49-11
- 22) 「日本郵船機関士協会誌」会報 No.3 T.14-4
- 23) 三菱長崎造船所建造船(商船)電気関係要目表 Dr.No.BZC90000
- 24) 「長崎造船所100年史」三菱造船株式会社発行
- 25) 「海技」第3号 明朗会技術研究部発行 S.14-7
- 26) 「三菱造船株式会社史」三菱重工工業株式会社発行 S.42-6
- 27) 「電気学会五十年史」(株)電気学会発行 S.13-11
- 28) 「明電舎技術史」(株)明電社 S.47-11
- 29) 「三菱長崎船電気がものかたり」三菱重工工業(株)長崎造船所 S.52-9
- 30) 「モータ シップ」S.4-9
- 31) 「モータ シップ」S.5-2

『続・ケミカルタンカー』

恵美洋彦・曾根 紘・角張昭介共著

B5版 424頁 定価7500円(送料当社負担)

- 第6章 貨物用諸装置
- 第7章 防火、消火および防爆
- 第8章 人身保護・安全装置
- 第9章 材料・溶接・腐食
- 第10章 オペレーション及び保守

付 録 最低要件一覧表、危険性評価基準、他資料15篇

●連載●

造船工学覚え書

<30>

広島大学名誉教授(造船学)
工学博士 川上 益 男

15. 二列倉口船の強度

15・1 概説

数多く建造されているコンテナ船あるいは大型の木材運搬船その他の専用船では、荷役能率の向上のため二列、まれにはそれ以上の倉口をもつ構造とされている。このような構造においては、倉口の少ない普通型の船体構造と比較して強度上次のような検討が必要である。

船体の縦曲げによる甲板部の応力は、倉口側部甲板と中央甲板で異なり、側部甲板の縦応力がクロスデッキの剪断変形により中央甲板に流入するため、前者の方が後者より大きく、中央甲板の有効度が問題となる。そして、この有効度は甲板前後端の倉口が1個か2個かによって異なることが予想される。

横強度では側部甲板の幅が小さいため、強度上の部材の連続性はクロスデッキを通じてのみ保たれているに過ぎないので、その検討が必要である。普通の構造では倉口中央において、中央甲板と船底間にセンターピラーを取り付ける方法が採用されているが、このセンターピラーの効果が、どのようなものであるかの説明が必要である^{15・1) 15・2)}。

特にコンテナ船では、ビルジ部の船側と船底の結合部の内殻は直交かまたは曲率が大きいので、構造上の応力集中で問題となり、また船全体の捩り強度における倉口の影響などが、この種の船では検討を要し、研究もみられるので本稿では取り上げなかった。

本稿では上記のごとく二列倉口を有する甲板の前後端の倉口の個数の異なる船の縦曲げにおける中央甲板の有効度の相異を、境界条件を正確に導入する解析法により検討した。

しかしながら、この解析法は甲板の二次元応力状態を説明する方法ではないので、この解析の妥当性を検証するため光弾性実験を行い、計測応力がこの解析による計算応力と比較して、両者が良く一致することを確認した。次に、横強度を一船倉間の船倉中央に梁柱を有する立体構造において、この種船体が遭遇する最も厳しい三種の荷重状態について解析した。

15・2 縦曲げにおける中央甲板の有効度

二列またはそれ以上の倉口を有する船体が縦曲げを受けると、倉口を持つ甲板は梁としての船体の一部としての作用をしないで、中央甲板は一体の梁としての応力より小さい応力しか受け持たないので、従って、中央甲板は100%有効ではないことが知られている。そして中央甲板の有効度は二列倉口の両側の倉口数配置および縦曲げモーメントの分布などの影響を受ける。

船体が縦曲げを受けると船側、船底などと一体となった梁の一部としての倉口側部甲板に生じた縦応力がクロスデッキの剪断変形によって中央甲板に伝達される。図15・1の如く機関開口前端の位置を原点とし船の長さ方向にx軸をとり、クロスデッキの端部の位置を x_0, x_1, \dots, x_n とする。

今、船倉部において縦曲げによる中立軸まわりの中央甲板を含まない断面2次モーメントをI、中立軸から中央甲板および側部甲板までの距離を η とし、これらは船の長さ方向において変化しないものとする。また中央甲板の断面積を $2a$ とし一定とする。

船体に作用する縦曲げモーメントMは、側部甲板および中央甲板の縦応力をそれぞれ σ_s, σ_c とすれば、次式で与えられる。

$$M = I\sigma_s/\eta + 2a\sigma_c \quad (15 \cdot 1)$$

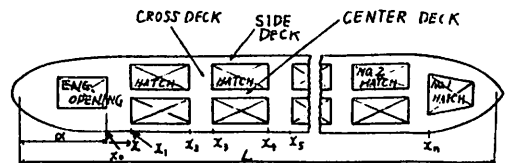


図15・1 二列倉口船の座標と倉口的位置

15・1) 八木順吉：2列倉口船の有効性について、関西誌、122(1966)

15・2) 川上益男、信川寿：二列倉口船の強度について、西船報、35(1968)

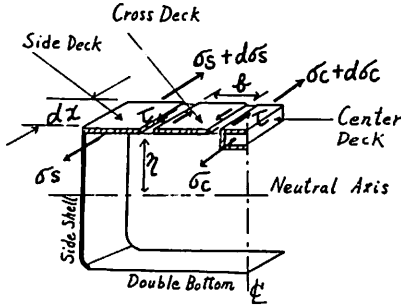


図15・2 クロスデッキの部分のdx間の船体横断面の作用応力

(A) クロスデッキ部の側部甲板、中央甲板に生じる縦応力および剪断応力

クロスデッキの剪断変形は船の縦方向にのみ生じるものとする。縦方向の剪断応力を τ とし、クロスデッキ部の dx 間の船体横断面に作用する応力を図15・2の如くにとり、中央甲板に作用する力の平衡を考えれば次の関係が成立する。

$$ad\sigma_c = -\tau t dx$$

ここで、 t はクロスデッキの板厚である。

これより、

$$d\sigma_c/dx = -\tau t/a \tag{15.2}$$

(15.1) を x で微分すれば、

$$dM/dx = (1/\eta)d\sigma_s/dx + 2a\eta d\sigma_c/dx \tag{15.3}$$

(15.3) に (15.2) を代入すれば、

$$d\sigma_s/dx = (\eta/I)(2t\eta\tau + dM/dx) \tag{15.4}$$

を得る。今、 x の位置におけるクロスデッキが剪断変形により図15・3のごとく τ の剪断歪を生じたものとするれば、 τ は次式で表わされる。

$$\tau = (u_s - u_c)/b \tag{15.5}$$

ただし、 b : 倉口の幅、 u_s, u_c : x の位置での側部甲板および中央甲板の伸び。(15.5) を x で微分すれば、

$$d\tau/dx = (du_s/dx - du_c/dx)/b \tag{15.6}$$

となる。今、 E : ヤング率、 G : 剪断弾性係数とし、フックの法則により歪と応力の関係を用いれば(15.6)より、

$$d\tau/dx = (G/bE)(\sigma_s - \sigma_c) \tag{15.7}$$

と書きかえられる。次に (15.7) を x で微分すれば、

$$d^2\tau/dx^2 = (G/bE)(d\sigma_s/dx - d\sigma_c/dx) \tag{15.8}$$

(15.8) に (15.2)、(15.4) を代入すれば次式を得る。

$$\left. \begin{aligned} d^2\tau/dx^2 - K^2\tau &= f(x) \\ K^2 &= (G/Eb)(2\eta^2/I + 1/a), f(x) = (\eta G/EIb)dM/dx \end{aligned} \right\} \tag{15.9}$$

(15.9) の一般解は次式で求められる。

$$\tau = A \operatorname{sh} Kx + B \operatorname{ch} Kx + F, F = (1/K) \int_0^x f(s) \operatorname{sh} K(x-s) ds \tag{15.10}$$

(15.10) の積分定数 A, B は、次のような境界条件より求められる。

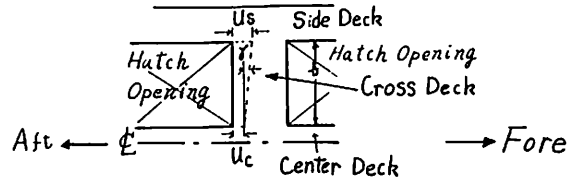


図15・3 クロスデッキの剪断変形

$$x = x_i, \sigma_s = \sigma_s|_{x_i}, \sigma_c = \sigma_c|_{x_i}, \tau = \tau|_{x_i} \tag{15.11}$$

(15.10) を x で微分して、それを(15.7)に代入したものと、および(15.10)に(15.11)の条件を用いて、 A, B を求めれば、剪断応力、側部および中央甲板の縦応力はそれぞれ次式のごとく求められる。

$$x_i \leq x \leq x_{i+1};$$

$$\left. \begin{aligned} \tau &= T_1(x_i, x)(\sigma_s|_{x_i} - \sigma_c|_{x_i}) + T_2(x_i, x)\tau|_{x_i} + T_3(x_i, x) \\ T_1(x_i, x) &= (G/bEK) \operatorname{sh}(x-x_i), T_2(x_i, x) \\ &= \operatorname{ch} K(x-x_i), T_3(x_i, x) = F - F|_{x_i} \operatorname{ch} K(x-x_i) \\ &\quad - (1/K) \operatorname{sh} K(x-x_i) \cdot dF/dx|_{x_i} \end{aligned} \right\} \tag{15.12}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_s &= \sigma_s|_{x_i} + S_1(x_i, x)(\sigma_s|_{x_i} - \sigma_c|_{x_i}) + S_2(x_i, x)\tau|_{x_i} \\ &\quad + S_3(x_i, x), S_1(x_i, x) = (2t\eta^2 G/bEIK^2) \\ &\quad \{\operatorname{ch} K(x-x_i) - 1\}, S_2(x_i, x) = (2t\eta^2/IK) \operatorname{sh} K \\ &\quad (x-x_i), S_3(x_i, x) = (\eta/I)(M - M|_{x_i}) \\ &\quad - (2t\eta^2/IK) \left[F|_{x_i} \operatorname{sh} K(x-x_i) + (1/K) \right. \\ &\quad \left. \{ \operatorname{ch} K(x-x_i) - 1 \} dF/dx|_{x_i} \right] - k \int_{x_i}^x F dx \end{aligned} \right\} \tag{15.13}$$

$$\left. \begin{aligned} \sigma_c &= \sigma_c|_{x_i} - C_1(x_i, x)(\sigma_s|_{x_i} - \sigma_c|_{x_i}) - C_2(x_i, x)\tau|_{x_i} \\ &\quad + C_3(x_i, x), C_1(x_i, x) = (tG/abEK^2) \\ &\quad \{\operatorname{ch} K(x-x_i) - 1\}, C_2(x_i, x) = (t/aK) \operatorname{sh} K(x-x_i), \\ &\quad C_3(x_i, x) = (t/aK) \left[F|_{x_i} \operatorname{sh} K(x-x_i) \right. \\ &\quad \left. + (1/K) \{ \operatorname{ch} K(x-x_i) - 1 \} dF/dx|_{x_i} \right] - K \int_{x_i}^x F dx \end{aligned} \right\} \tag{15.14}$$

これら(15.12) ~ (15.14)の T_3, S_3, C_3 などの関数は式からわかるように、船体の縦曲げモーメントおよび剪断力などの値に関係している。

(B) 倉口部の側部甲板、中央甲板の縦応力およびクロスデッキ後端の剪断応力

側部および中央甲板の縦応力 σ_s, σ_c は(15.1)より次式で与えられる。

$$x_{i+1} \leq x \leq x_{i+2};$$

$$\sigma_s = (\eta/I)M - (2a\eta^2/I)\sigma_c|_{x_{i+1}}, \sigma_c = \sigma_c|_{x_{i+1}} \tag{15.15}$$

また、 $x = x_{i+1}$ における剪断応力 $\tau|_{x_{i+1}}$ は、次式で与えられる。

$$\left. \begin{aligned} \tau|_{x_{i+1}} &= \frac{G}{bE} \int_{x_i}^{x_{i+1}} (\sigma_s - \sigma_c) dx + \tau|_{x_i} \\ &= \frac{G\eta}{bEI} \int_{x_i}^{x_{i+1}} M dx - \frac{G(x_{i+1} - x_i)}{bE} \left(1 + \frac{2a\eta^2}{I} \right) + \tau|_{x_i} \end{aligned} \right\} \tag{15.16}$$

側部および中央甲板の縦応力、クロスデッキの剪断応力は、以上の計算式で求められる。

(C) 両端の境界条件

実船では船首部の倉口が1個の場合と2個の場合とがあるが、両者で前端 x_n での境界条件が異なる。普通型の船では機関室開口は1個であるため、後端 x_0 では境界条件は同じと考えてさしつかえない。すなわち、

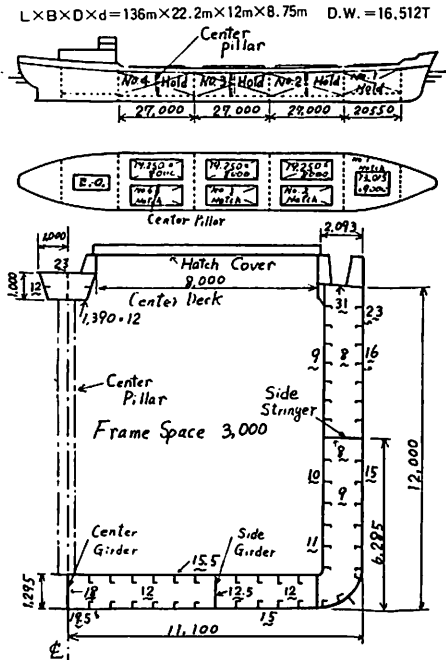


図15・4 二列倉口を有する船体構造

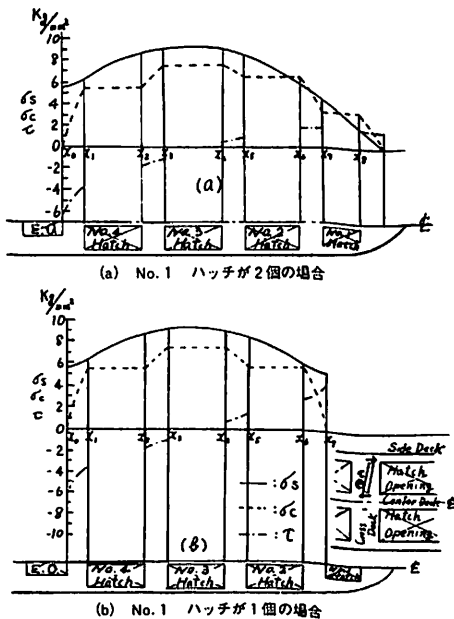


図15・5 二列倉口を有する実船の甲板の縦曲げ応力および剪断応力の計算結果

表15・1 船首部の倉口が1個および2個の場合の中央甲板の有効度の相異

船倉番号	第1船倉の倉口が2個 σ_c/σ_s (%)	第1船倉の倉口が1個 σ_c/σ_s (%)
第1	67.4	—
第2	74.1	66.2
第3	80.6	78.5
第4	62.5	61.4
平均値	71.1	68.7

$$x = x_0;$$

$$\sigma_s = \eta M |x_0|, \sigma_c = 0, \tau = \tau_0 \quad (15 \cdot 17)$$

である。そして船首部の甲板の倉口が1個の場合は、

$$x = x_n;$$

$$\sigma_c |x_n = 0 \quad (15 \cdot 18)$$

の条件で(15・17)の τ_0 が求められる。船首部の甲板の倉口が2個の場合は x_n の位置を船体のF.P.におけばよい。

15・3 実船に関する計算結果

図15・4に示すとき実船において、船体に作用する縦曲げモーメントが船の長さ方向に $M_0 \sin \pi(x+a)/L$ の形で分布する場合を考える。ただし、 M_0 :船体中央の最大縦曲げモーメント、 L :船の長さ、 a :A.P.から機関室開口までの距離である。

この場合の側部甲板および中央甲板の縦応力、クロスデッキの剪断応力の計算結果を図15・5(b)に示す。またこの船において第一船倉に2個の倉口を有すると仮想した場合の計算結果を図15・5(a)に示す。

これらによれば、第一船倉が1個の倉口を有する場合は、何れの船倉部においても側部甲板の縦応力が中央甲板のそれよりも大きくなるが、第一船倉が2個の倉口を有する場合には、第一船倉および第二船倉において中央甲板の縦応力が側部甲板のそれより大きいことがわかる。

この側部甲板の縦応力と中央甲板の縦応力の大小の関係は、(15・13)、(15・14)より判明するごとく、縦曲げモーメントの分布およびその変化率、第一船倉にある倉口の数、中央甲板の断面積の大きさ等によって変わってくるものであって、前後部で中央甲板の応力が常に大きくなるとは限らない。また機関室開口前端部甲板の剪断応力は、何れの構造においてもかなり大きくなり約6~7kg/cm²の値となる。

表15・1は第一船倉の倉口が1個と2個の場合の中央甲板の有効度: σ_c/σ_s (%)の比較を示すもので、これによれば前者における中央甲板の有効度は約68.7%、後者のそれは約71.1%となり、後者の方が有効度は大きい。

この結果は船体縦曲げ応力を計算するとき、断面2次モーメントの計算において中央甲板の有効度をこれだけ小さく見積もればよいことを意味している。

冷 凍 運 搬 船 < 35 >

—Reefer—

角 張 昭 介・椎 原 裕 美

8・1・2 冷凍負荷³⁾

冷凍負荷は冷蔵倉の仕様によって異なってくる。漁獲物等の凍結品のみを積み込む仕様においては、負荷の大部分が防熱壁を通しての侵入熱負荷で占められる。一方、果物等の冷蔵品の場合では、逆に、侵入熱負荷は大略2～30%程度となり、その大部分を果物等の呼吸のために導入する新鮮空気冷却負荷および呼吸熱負荷で占める。

(1) 防熱壁を通しての侵入熱負荷

冷蔵倉の囲壁、天井、床などから侵入する熱負荷は、次式で求められる。

$$Q_1 = \sum K_i \cdot A_i \cdot (t_a - t_c) \quad (8 \cdot 8)$$

Q_1 : 侵入熱負荷 (kcal/h)

K_i : 各防熱装置の熱貫流率

(kcal/m²・h・°C) …… 8・2 参照

A_i : 各防熱面の有効伝熱面積 (m²)

t_a : 冷蔵倉外気温度 (°C)

t_c : 冷蔵倉内温度 (°C)

(2) 倉内設備機器及びその電動機による倉内放熱負荷

倉内に設置される空気冷却器には各々2個以上の送風機が備えられ、これら電動機の消費動力はすべて熱として倉内に放出される。その他にブラインポンプ、あるいは液ポンプ方式の冷媒液循環ポンプ等による発生熱負荷も加える。電動機1台当りの放熱量を q_M として

$$Q_2 = \sum q_M \quad (8 \cdot 9)$$

Q_2 : 倉内放熱負荷 (kcal/h)

$$q_M = P \times \frac{1}{\eta_m} \times 860 \times \frac{\xi}{24} \quad (8 \cdot 10)$$

P : 電動機の定格出力 (kW)

η_m : 電動機効率 (表8・1参照)

ξ : 機器の使用率 (h/day)

表 8・1 電動機効率

電動機定格出力(kW)	0.75以下	0.75～7.5	7.5以上
η_m	三相交流	0.7	0.9
	単相交流	0.6	—

電動機を倉外に設置してある場合には、(8・9)式で $\eta_m = 1$ とする。

(3) 新鮮空気冷却負荷

青果物等の呼吸のために導入する外気を倉内保冷温度まで冷やすための熱負荷であり、冷蔵運搬船の場合、その占める割合も大きい。

$$Q_3 = NV(i_a - i_c)/v_c \quad (8 \cdot 11)$$

Q_3 : 新鮮空気冷却負荷 (kcal/h)

N : 換気回数 (回/h) (表8・2参照)

V : 倉内ベール容積 (m³)

i_a : 新鮮空気(外気)のエンタルピー (kcal/kg)

i_c : 倉内空気のエンタルピー (kcal/kg)

v_c : 倉内空気の比容積 (m³/kg)

エンタルピーを求める時の相対湿度は、外気を70%、倉内を85%程度に取る。

(4) 貨物の呼吸熱負荷

倉内に積み込まれた青果物からは、その呼吸によって発熱がある。その発熱量は、青果物の呼吸の程度、つまり、温度によって増減する(表8・3参照)。従って、呼吸熱負荷としては、保冷時では保冷温度での呼吸熱を、冷却時では積み込み時の温度と保冷温度との中間の温度での呼吸熱を用いて評価する。

$$Q_4 = q_b \cdot V \cdot C \quad (8 \cdot 12)$$

Q_4 : 貨物の呼吸熱負荷 (kcal/h)

q_b : 貨物の呼吸熱 (kcal/kg・h) (表8・4参照)

V : 倉内ベール容積 (m³)

C : 貨物の積載比 (kg/m²) (表8・4参照)

(5) 貨物の予冷熱負荷

倉内に積み込まれた貨物を所定の保冷温度まで冷却す

表 8・2 新鮮空気換気回数

貨 物	新鮮空気の換気回数 (回/h)	
	保 冷 時	冷 却 時
バナナ	1.8	0.5
柑きつ類, 野菜	0.9	—

表8・3 植物性食品の発生熱量 (キャリアの資料による)

果 物			野 菜		
品 名	温 度(°C)	発 生 熱 量 (kcal/h kg)	品 名	温 度(°C)	発 生 熱 量 (kcal/h kg)
りんご	0	10 ×10 ⁻³	アスパラガス	0	19 ×10 ⁻³
	4.4	16 "		4.4	94 "
	15.6	66 "		0	94 ""
あんず	0	12 "	豆(白いんげん類)	15.6	455 "
	4.4	20 "	さやいんげん	0	55 "
	15.6	94 "		4.4	77 "
		15.6		261 "	
バナナ 生熟 冷凍	12.2	38 "	砂糖大根	0	30 "
	20.0	105 "		4.4	47 "
	21.1~13.3	277 "		15.6	83 "
いちご	2.2	63 "	芽キャベツ	0	32 "
	15.6	191 "		4.4	52 "
				15.6	155 "
さくらんぼ	0	17 "	キャベツ	0	32 "
	15.6	138 "		4.4	52 "
				15.6	155 "
ほしぶどう	0	17 "	カリフラワ	0	32 "
	15.6	138 "		4.4	52 "
				15.6	155 "
なつめやし	0	7.7 "	にんじん	0	25 "
	4.4	10 "		4.4	40 "
	10.0	20 "		15.6	94 "
グレープフルーツ	0	5.3 "	セロリ	0	32 "
	4.4	12 "		4.4	52 "
	15.6	32 "		15.6	155 "
ぶどう	0	4.1 "	とうもろこし	0	19 "
	4.4	7.7 "		4.4	94 "
	15.6	27 "		0	15 "
レモン	0	6.6 "	きゅうり	4.4	22 "
	4.4	9.4 "		15.6	97 "
	15.6	34 "		4.4	111 "
ライム	0	6.6 "	レタス	0	133 "
	4.4	9.4 "		4.4	183 "
	15.6	34 "		15.6	533 "
オレンジ	0	9.4 "	メロン	0	15 "
	4.4	16 "		4.4	22 "
	15.6	57 "		15.6	97 "
もも	0	12 "	きのこ	0	72 "
	4.4	20 "		10.0	255 "
	15.6	94 "		0	10 "
なし	0	8.8 "	たまねぎ	10.0	21 "
	15.6	127 "		21.1	41 "
				4.4	38 "
			えんどう豆	0	94 "
				15.6	455 "
				0	31 "
			こしょう	15.6	100 "
				0	7.7 "
				4.4	16 "
			じゃがいも	21.1	33 "
				4.4	111 "
			ほうれん草	4.4	111 "
				15.6	72 "
			トマト 生熟	4.4	15 "
				0	22 "
			かぶら	4.4	27 "

表8・4 貨物の積付条件

	バナナ	柑きつ類	野 菜	冷凍魚肉
積 載 比 kg/m ²	310	420	400	550
比 熱 kcal/kg°C	0.8	0.95	0.95	0.4
呼 吸 熱 kcal/kg·h	冷却時	0.076	0.042	0.042
	保冷時	0.03	0.013	0.008

るために要する熱負荷であり、貨物積載後の冷却時の冷凍負荷計算では、(8・1)式左辺の冷凍能力を $N \cdot Q_c$ で評価すると同時に右辺の冷凍負荷に、 Q_5 を加えて評価する。

倉内に積み込まれる貨物は、殆んどの場合、その前に予冷が行なわれており、常温貨物を凍結保冷温度まで、冷却する冷凍能力は必要ない。

$$Q_5 = C \cdot V \cdot S_c \cdot (t_1 - t_2) \quad (8 \cdot 13)$$

Q_5 : 貨物の予冷熱負荷

C : 貨物の積載比 (kg/m^3) (表8・4参照)

V : 倉内ベール容積 (m^3)

S_c : 貨物の比熱 ($\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$) (表8・4参照)

t_1 : 貨物の積載時の温度 ($^\circ\text{C}$)

t_2 : 貨物の保冷温度 ($^\circ\text{C}$)

(6) 雑熱負荷

雑熱負荷は前(1)~(5)の負荷に係数を乗じて求める方法が一般的である。

$$Q_6 = k(Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5) \quad (8 \cdot 14)$$

Q_6 : 雑熱負荷 (kcal/h)

$k = 0.05$

雑熱負荷を詳細に計算する場合には、次の各熱負荷を考慮して求める。

(a) 倉内空気の冷却負荷

冷却時の雑熱負荷であり、積み込まれた貨物同様に、保冷温度まで冷却するものとして求める。

$$Q_{6a} = \beta \cdot V \cdot (i_1 - i_2) \cdot \frac{1}{v_2} \cdot \frac{1}{T} \quad (8 \cdot 15)$$

Q_{6a} : 倉内空気冷却熱負荷 (kcal/h)

β : 空積率 = $\frac{\text{倉内容積} - \text{貨物容積}}{\text{倉内容積}}$

V : 倉内ベール容積 (m^3)

i_1, i_2 : 冷却前後の倉内空気のエンタルピー (kcal/kg)

v_2 : 保冷温度における倉内空気の比容積 (m^3/kg)

T : 冷却時間 (h)

(b) 倉内艀装品の冷却熱負荷

常温空倉時から貨物を積載・冷却した場合、倉内防熱材やグレーティング、カーゴバッテン等を保冷温度まで冷却すると熱負荷が生じる。

$$Q_{6b} = \sum \{ G \cdot S \cdot (t_1 - t_2) \} \cdot \frac{1}{T} \quad (8 \cdot 16)$$

Q_{6b} : 倉内艀装品の冷却熱負荷 (kcal/h)

G : 防熱材、グレーティング、カーゴバッテン等艀装品の重量 (kg)

S : 艀装品の比熱 ($\text{kcal}/\text{kg}^\circ\text{C}$)

t_1, t_2 : 冷却前後の艀装品の温度 ($^\circ\text{C}$)

表8・5 作業員1人当りの発熱量 (kcal/h)

倉内温度 ($^\circ\text{C}$)	10	5	0	-10	-20	-25	-30	-40	-50
H_w (kcal/hr)	185	210	240	285	335	360	385	435	485

T : 冷却時間 (h)

(c) 電灯の発生熱負荷

保冷時は倉内電灯を付けることはないが、荷役作業時または点検作業時には、電灯によっても負荷が生じる。

$$Q_{6c} = 0.86 W \cdot \frac{\xi}{24} \quad (8 \cdot 17)$$

Q_{6c} : 電灯の発生熱負荷 (kcal/h)

W : 倉内電灯の合計ワット数 (Watt)

ξ : 電灯の使用率 ($\text{h}/\text{日}$)

(d) 作業員による発生熱負荷

$$Q_{6d} = n \cdot H_w \cdot \frac{\xi}{24}$$

Q_{6d} : 作業員による発生熱負荷 (kcal/h)

n : 作業員数

H_w : 作業員1人当りの発熱量 (kcal/h) (表8・5参照)

ξ : 作業率 ($\text{h}/\text{日}$)

(e) ハッチ開閉時の外気侵入熱負荷

$$Q_{6e} = N \cdot V (i_a - i_c) / v_c$$

Q_{6e} : ハッチ開閉等による外気侵入熱負荷 (kcal/h)

N : 換気回数 ($\text{回}/\text{h}$)

V : 倉内ベール容積 (m^3)

i_c, i_a : 倉内外空気のエンタルピー (kcal/kg)

v_c : 倉内空気の比容積 (m^3/kg)

ハッチ開閉等による倉内空気の換気回数としては表8・6に参考値を示す。

表8・6 ハッチからの侵入外気の換気回数 (回/時間)

倉内容積 (m^3)	100	200	300	500	1000	2000	4000
強制通風 冷却の場合	0.3	0.2	0.16	0.12	0.08	0.06	0.04

参考文献

- 1) 「機械工学便覧」(水力機械・油圧機械・空気機械) : 日本機械学会編
- 2) 漁船冷凍設備設計基準(附)解説, 昭和50年3月 : 社団法人漁船協会
- 3) 「船用冷凍・冷蔵倉冷却装置の設計指針」
- 4) 日本サブロー資料

●続・液化ガスタンカー<27>

液化ガスタンカー関連の重大災害事例(上)

恵美洋彦

液化ガスタンカーにおける貨物事故災害の発生原因についての調査結果は、別途発表¹⁾²⁾した。本報では、万一、極めて重大な災害が発生した場合、その状態等を予測・把握するための参考として事例調査結果を報告する。

ここで、紹介する事例には、液化ガスタンカーにおいても類似の災害が発生する可能性を有する陸上液化ガス設備の災害も含める。

1. 低温式LPG船“Gaz Fountain”の被爆³⁾

この事例は、故意の原因(空軍による爆撃)による火災爆発であるが故に、原因は極めて単純であるが、貨物タンク頂部破壊による貨物火災爆発の発生経過や被災状況、さらに、その後の救助における処置・対策は、極めて貴重な記録となる。

1・1 概要

“Gaz Fountain”は、旧“Gay Lussac”であり、1969年に建造された。被爆時の船令は15年であった。本船は、独立型方形方式タンク3基(計40,232 m³)を備える低温式LPG船である。貨物の再液化装置は、中央部甲板室に設けられており、貨物コントロール室は、後部甲板室の前方に位置していた。

本船の主要目は、次のとおりである。

$L_{all} = 194.31 \text{ m}$

$L_{pp} = 182.0 \text{ m}$

$B = 29.03 \text{ m}$

$D = 18.9 \text{ m}$

$d = 9.91 \text{ m}$

総トン数=27,700T

タンクは、パーライト防熱が施されており、ホールスペースは、図1に示すように二重船側・二重底構造で保護されていた。各タンクには、電動サブマージドポンプ2台、緊急用ディーゼルポンプ1台が装備されていた。貨物管系統は、液管2系統(12φ)、ガス管1系統(10φ)であった。事故発生時は、No1タンクにプロパン6,300t、No2にブタン4,400t(部分積載)、No3にブタン7,680tを積載して航海中であった。(図1参照)

本船は、1984年10月12日、ペルシヤ湾の真中でイラン空軍のロケット弾攻撃を受けた。そして、3発のロケット弾が本船に命中した。

乗組員は、被爆後、直ちに貨物の緊急しゃ断停止装置を作動し、かつ、主機関を停止した。その後、救命艇で全員が脱出した。したがって、人身事故は発生しなかった。

脱出前に、乗組員は、下部居住・業務区域と機関室の間の扉を閉鎖したが、これは、後述するように、安全上、十分に効果があった。

1・2 損傷状況

ロケット弾の1発は、No2貨物タンク中心線附近に着弾して爆発した。甲板は2ヶ所で破孔を生じたが、No2タンクは破壊しなかった。しかし、タンク頂部の防熱はなくなった。また、前部のコッファダム隔壁にも孔があった。甲板上部の歩路上の管や電線の多くは、爆風で破壊した。そして、破壊した管から流出する貨物ガスに着火して火災が発生した。

この着弾位置にあった重たい鋼製はしごは、No1貨物タンクのドームまで飛んだ。そして、多分、プロパン液逃し用のドレン管(65mmφ)の逆止弁を破壊した。この結果、No2貨物タンク用管の破損部からプロパンが流出し、トーチ火災が発生した。

他の2発のロケット弾は、No3貨物タンク左舷後部の近くに命中した。1発は、甲板上で爆発し、空の液体窒素タンクの管を僅かに破壊した。もう1発は、爆発前に甲板を貫通して貨物タンク上ボイドスペースを前方に4または5m程度通過した。そして、爆発した結果、約2×2mの範囲の甲板がおよそ40cm持ち上がり、破片で小孔があった。さらに、重大なことは、貨物タンク頂板に

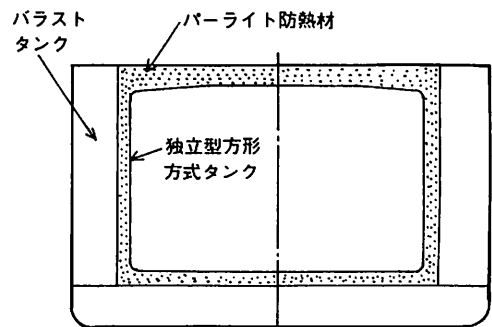


図1 Gaz Fountain配置概要

(図は配置のみを示すもので、正確ではない)

約3 m×2 mの開口が生じたことであった。この破孔は、タンク頂部斜板を横切って船側のタンク肩部にはぼ達した。このタンクから当初および引続いて流出したブタンは、甲板上で大火災を生じた。

この破孔からの最初の流出ガス量は、蒸気圧を120 mbar・gとすると、液化ガスで220 m³ (130 t)であり、これは、タンク破孔発生後、多分、1時間で流出した。その後は、安定した火災(制御された火災)による蒸発ガスとして約0.04kg/s以下の割合で、流出が生じた。

最初の流出段階における火災は、大きく、かつ、激しいトーチ火災(ジェット火災ともいう)と想定できる。火災高さは、200 m程度に達したと推定されている^{注)}。甲板上のプロパン貯蔵タンクは、熱による被害を蒙り、No 3 貨物タンクの甲板の後半部には、熱による座屈が生じた。

注: ジェット火災長さ L_{JF} は、

$$L_{JF} = 9.1 \sqrt{Q_{GW}} \quad (\text{m})$$

ここで、 Q_{GW} は流出速度(kg/s)

で与えられる。上式で逆算すると、貨物ガス最高流出速度は、500kg/s程度と推定される。130 t が1時間で流出したとして、平均火災高さは55 mとなる。

近くの居住区域の窓は、多分、ロケット弾爆発で破壊したと考えられる。そして、No 3 貨物タンクの火災による放射熱で居住室内で多くの火災が発生した。居住室および下部居住・業務区域内部は、火災で燃えつきる前に完全に破壊した。

前述のように居住・業務区域と機関室間の扉が閉鎖された。これは、機関室への延焼防止に対して非常に効果的であった。ただし、機関室上部の照明、電線シース、スイッチボード等の主としてプラスチック製の設備は、影響を蒙った。

甲板上および居住・業務区域内の電線は、全て燃焼した。歩路上のトレイ内に設けられていた電線は、完全に焼失しており、まるで大きなヒューズのような役割りを果たした。

1984年10月13日には、救助用曳船“Salvanguard”が到着した。その後の救助の対応は、おおまかに、(a)災害の復旧と査定、(b)貨物の排出の準備、(c)排出、(d)ガスフリーに分けられる。

1・3 救助の対応(初期段階)

救助用曳船“Salvanguard”は、水/泡消火の使用をとり止めた。火災は、主な被災区域(No 2 および3 タンク上)への徹底的な水冷却の後、強力な水噴射で消火可能なことが見出された。最初にNo 3 貨物タンクが消火された。次いでNo 2 貨物タンクの管からの流出貨物のトーチ

火災が消火された。そして、被爆船“Gaz Fountain”は、Dubaiに向けて曳船された。この処置は、次のような目的を伴った。

- (i) 引続いて空軍の攻撃のおそれがある水域から退避する。
- (ii) 消火された時点で本船上および周囲でのガス発生を防止する。
- (iii) 座礁の危険および他船への危険を防止する。
- (iv) より専門的な救助チームおよび修理用資材の供給を容易にする。

貨物を安全に保持し、そして最終的に排出するには、関連作業についての適切なチームワークが必要であることが強調されている。Selco の救助チームに加えて、ガスおよび電気の特任家が救助作業に加わった。

Dubai 沖に曳船された本船に対する最初の重要な仕事は、ガス密性を復元することであった。甲板の孔は、応急のパッチで覆われた。小さい孔には、木栓が施された。No 3 タンク上の甲板の破損部は、軟質フォームラバーのスラブ、木材の板、キャンバスおよび砂袋で覆われた。この場合、連続的にガスは、流出した。貨物タンク自身の破孔は、そのままとされた。そして、空所は、いわば、貨物ガスが充満するタンク内気相部のような状態となった。

甲板上的パッチは、大きなセメントボックスで補強され、100 mmφの可撓ホースがそう入された。このホースは、マスト上の高所に導かれて、応急的な独立の貨物ベント装置を形成した。

No 3 貨物タンクの貨物排出時の圧力制御用として甲板上のホースに止弁が設けられた。この弁は、船体に接地された。ホース取付け後は、止弁を開放しても、摩擦抵抗によってNo 3 貨物タンクの内圧は、大気圧付近から約1.7 m barに増加すると推定された。

10月のPersian Gulfは、風が平穏から強風の範囲まで変動するので、この応急ベントによる制御が重要となった。實際上、ガスの拡散には被災部の船尾を横切る軽風(light wind)を必要とした。

本船は、被爆時、船令15年であり、船体各々が船令相当に腐食していた。そのため、爆発による強烈な衝撃で次のような損傷が起こった。

- (i) 左舷バラストタンクおよび後部コックファダムには、No 3 ホールドスペースとの貫通孔が生じた。そして、ガスの侵入によって圧力が僅かに上昇した。これらの区域は、数多い換気回数で強制通風することによって換気された。
- (ii) 他のバラストタンクには、順次、貨物ガスが流入

した。

- (iii) 管の小破壊による多くの貨物ガスの小漏えいを生じた。
- (iv) No. 2 および3 ホールドスペースの圧力逃し装置 (bursting disc) が開いた。
- (v) 下部の居住・業務区域にも、コフファダム隔壁の腐食孔を介してガスの侵入が認められた。

上記は、全ての関連作業中、定期的かつひんぱんなガス検知の必要性をもたらした。多くの貨物ガス漏えいは、被爆後、数日たってから生じた。しかし、より厳しい貨物ガスの漏えいは生じなかった。

No. 2 貨物タンク上の甲板の破孔は、No. 3 貨物タンクのそれと同様に処置されたが、主目的は、水の侵入防止であった。このタンクでは、破孔が発見されなかった。しかし、未発見の小破孔からの漏えいがある可能性もあったのでNo. 2 ホールドスペースは、ガス密を保つようにされた。

全ての安全設備、消火装置および遠隔監視装置は、爆発または火災で一部または全てが破壊した。

貨物の再液化装置は、破損した。これを新しく取付けあるいは修理するのは実際的でないので、蒸発ガスは、大気中に放出することになった。

船体は、右舷に約1/2度傾いた。No. 3 貨物タンクの液位は、肩部破孔から0.3 m下と計算された。計算では、右舷への傾斜はさらに1度、または船尾トリムは0.9 mを超えてはならないことを示した。

No. 3 ホールドスペースは、消火用の水および液化ガスが存在する可能性を有していた。これは、次のような問題を招くとして検討された。

- (i) 自由液表面の影響で、船体の状態が変わった場合、左舷に転覆するおそれを有する。
- (ii) 貨物が排出された場合、独立型タンクが浮上するおそれを有する。

測深管がなかったので多少の困難さを伴ったがホールドスペースは、実質上、乾燥状態と見做せた。そして、船体傾斜は、バラスト水の不釣合いによることがわかった。

損傷部の基本的なガス密性が確保された後、本船は、Dubai沖15マイルのところに錨泊した。攻撃を受けて6日後、No. 1 貨物タンクの圧力が上昇し、設定圧力270 m barの安全弁が開いた。これは、No. 2 貨物タンク上の管の損傷を調査してさらに24時間の余裕をもたらした。

No. 1 タンクの健全な管を介して安全に手動バントできるように調整できた。No. 1 貨物タンク用の漏えいしている逆止弁の開放と調査のため、次の24時間、圧力が低減された。この修理は不可能であったので、盲フランジが

取付けられた。

そのほか、多くの小漏えい箇所は、損傷管を分解する前に隔離またはシールされた。

低温用可撓ホースは、損傷管に替えるのに、最も容易な方法であったが、十分な数量のホースが得られなかった。そこで、救助用曳船“Salvanguard”上に破損した低温管を運んで、切断・溶接・フランジ取付等の工事が行なわれた。そして、必要な液管および再液化戻り管(ガスフリー時使用)が組立てられた。ガスおよびバント管は、可撓ホースで置換えられた。

この作業中、各ドームのポンプ用電線のジャンクションボックスは、開放され、絶縁抵抗試験が行なわれた。そして、貨物タンク内のポンプ用電線は健全であることが確認された。ポンプ作動のため、太い電線は全て取替えられた。壊れた電流計、遠隔制御用電線およびスタータボックス安全内部継手は、新替または修理された。緊急時のポンプ停止用にタンクドームからスタータボックスまで細い電線が設けられた。各電線のドーム端子には、停止ボタンが装備された。貨物マニホールドのスイッチで操作する機関室用のクラクション信号も追加された。細い電線は、甲板照明、圧縮機室用ファンおよびイナートガス供給用ファンの給電にも使用された。前述の太い電線は、後に切断され、貨物圧縮機用および揚錨機の電動油圧モータの電力用として使用された。

救助スタッフは、バラストタンク上部のイナートティングのため、可搬式イナートガス発生装置を船積した。これは、後にガスフリー時にも使用された。

1・4 貨物排出のための修理および準備工事

次の段階では、本船の機関室の再使用が重要な問題とされた。

機関室内のビルジは“Salvanguard”からの電力で作動する可搬式ポンプで排出された。ディーゼル発電機は、稼動するように関連機器を含めて整備された。

貨物ポンプ用スタータボックス6個のうち、3個が修理された。ポンプ出力のチェックのため、電流計も取付けられた。低出力および高出力でのポンプシャ断装置は、新設の遠隔停止装置と共に点検された。これらのスタータボックスは、後にガスフリー時に使用する圧縮機用としても利用された。

居住・業務区域を通過していた消火主管は、火災で激しい損傷を蒙った。甲板上の消火主管は、No. 2 貨物タンク上で破壊した。しかし、機関室の消火栓は、海水ポンプから直接に水を供給できたので可撓ホースを消火主管損傷部のバイパス用に使用した。このようにして、甲板

上の消火栓は、水の供給をうけられるようになった。

粉末消火装置も多く損傷した。しかし、1つのユニットは、健全だったので作動するように、消火剤の再充填管系の通気等が行なわれた。そして、3本のホースでタンク甲板上をカバーするように整備された。

水噴霧装置も、被害を蒙ったが、機関室の電動ポンプで水の供給を受けて作動するように修理された。

貨物自動しゃ断装置用の空気圧回路やESD装置は、修理・整備された。そして、重要な手動ダンプ弁および可溶栓により作動する貨物弁は、作動し得るようになった。各貨物タンク共、右舷側のサブマージドポンプが使用された。その理由は、次のとおりであった。

- (i) 本船は、右舷側に傾斜しており、安全に傾斜を直す保証がなかった。
- (ii) No 3 貨物タンクの損傷は、左舷側であり、破片はタンク左舷側に多いと想定された。
- (iii) 排出開始時に、No 3 貨物タンクの破孔から貨物が流出するのを避ける必要があった。
- (iv) 右舷側への傾斜を保つことで中心線隔壁弁を介して、左舷側の最大量の貨物を排出できた。
- (v) 右舷ポンプのみ使用する方法で、最大20 tの貨物が左舷側に残ると推定された。この程度の少量の貨物の場合、右舷ポンプを作動させるための給電用電線の取外し・取付けやその他の作業は、その困難さ故に、実施しなくてもよいと考えられた。

新替された貨物管系統内に存在する空気は、全て、ポートから供給される空室で置換された。そして、1984年10月27日、3台の貨物ポンプは管系の圧力試験と共に、満足すべき状態であることが試験によって確認された。

船体横傾斜の原因は、バラスト水の不釣合であったが、これは、タンク内に人間が入って水位をチェックすることで確認された。救助チームのスタッフは、ダクトキール内にも入って空気圧駆動弁を調査した。そして、これらの弁のいくつかは、事故発生時、バラスト排出していた状態、即ち弁の開放位置を示していることがわかった。機関室の電動バラストポンプは、健全であった。圧縮空気管は、甲板レベルで切れていたため、可搬式空気管をつないで弁を遠隔制御できるように修理された。

1・5 貨物および排出に対する配慮

圧力計は、貨物の状態を確認するため再検定された。また、適当な被覆型熱電対は、新らしく得られた。これらは、タンクドームの計測接続部を介して使用され、そう入保持または可搬式熱電対のための設備は設けられなかった。

最初の貨物計算によると、爆撃および引続いたガス流出で失った貨物は、始めの10日間で約350 tとなった。

手動ベントは、当初に温度圧力の低減に使用された後、貨物の損失と圧力上昇を考慮した適当な温度圧力に制御するために用いられた。ただし、ベントを制御できないNo 3 タンクの貨物を除く。

その後の貨物のベントによる放出量は、次のように査定された。

- No 1 貨物タンク (プロパン) : 1日に12ないし13 t
- No 2 貨物タンク (ブタン) : 1日に8 t
- No 3 貨物タンク (ブタン) : 1日に7ないし8 t

完全な載貨重量を求めるための調査は、初期段階で実施された。

貨物を排出するため、いくつかの方法が計画された。特殊な状況下において種々の制約があったが、結局、できるだけ、単純な方法が採用された。基本は、次のとおりであった。

- (i) プロパンとブタンは、それぞれ、隔離する必要があった。また、ブタンも、No 3 貨物タンクが爆発で汚染されていたので、No 2 貨物タンクのものとは、隔離された。
- (ii) No 3 貨物タンクの破孔から貨液が流出しないようにするための船体横傾斜とトリムが確保された。
- (iii) 通常時では、貨物の浚えに最適のトリムは3ないし4 mであった。しかし、中心線隔壁弁を介して左舷から右舷ポンプで浚うには、1 mが最適トリムと計算された。

- (iv) 貨物排出時のバラストも、トリムおよび船体に生じる応力による制限のほか、上部が破壊した隔壁に対する危険も考慮された。そして、バラストタンクは、最小5 mのアレージとなるように計画された。

貨物排出時間を短かくし、かつ、生じる種々の制約を容易にするため、2つのホースを使用して貨物移送を実施する案も検討された。しかし、この案は、次のような理由でとり止められた。

- (i) 排出時のNo 3 貨物タンクの相対的に低い圧力は、修理部周囲の漏えいを防止するために維持される必要があった。圧力上昇は危険を招くおそれがあり、注意深い貨物の監視制御が要求されることになる。
- (ii) 相互の貨物混合の危険は、著しく増加する。

- (iii) 排出時に適切なタンク内圧力を維持するため、貨物ガスの自由ベントは、予め停止または低減しなければならない。そして、高い温度の貨物は、受入れ船舶の再液化装置で扱う必要がある。ガスの大気放出を避けようとする、貨物移送作業は、かなり遅

れる。

貨物ポンプの試験において、貨物中には水分を含まないことが確認された。陸上で分析した結果、No 3 タンクの貨物は、僅かの汚染が認められ、No 2 のそれとは、隔離されることとなった。2 基のタンクのブタン貨物相互の隔離のため、軽荷作業前にNo 3 タンクから船内移送することは、有効に避けられた。

貨物受入れ船舶“Ribagorca”の設備は、排出作業計画をさらに制限した。この船舶のプロパン用タンクは、“Gaz Fountain”の -50°C のプロパンを受け入れるのに、200ないし300 m^3 程度、容積が不足であった。故に、No 2 タンクのブタン排出中に、プロパンを混入する方法は、基本的に同意された。ただし、貨物温度は、 -5°C より低くならぬように制限された。

排出作業計画は、完全に成功した作業でもって、適切であったことが確認された。作業手順の概要は、次のとおりであった。

- (i) 液面が破孔より適当に下になるようNo 3 貨物タンクの貨物の一部を排出する。
- (ii) No 1 貨物タンクのプロパンをNo 2 貨物タンクのブタンに有効に移送・混合する。
- (iii) No 2 貨物タンクのブタンを全て排出する。
- (iv) トリムを確保するため、No 3 貨物タンクのブタンの一部を排出する。
- (v) “Ribagorca”のマニホールドホース継手を変えて、No 1 貨物タンクのプロパンを全て排出する。
- (vi) No 3 貨物タンクからブタンを完全に排出する。

貨物排出時において維持すべきトリムおよび船体応力を確保するため、計算がなされた。さらに、アレージ/測深を実施すべきであることも確認された。

“Ribagorca”到着の2、3日前に船主代表が来船し、貨物の移送に関する打合わせが行われた。

船舶から船舶への液化ガス貨物移送の基準としては、基本的に世界中で受け入れられているICS指針がある。(注：この指針は、文献¹⁾に掲載されている)しかし、今回は、厳しい損傷を蒙っているケースであり、このような一般的基準によれない点も多かった。したがって、一般的基準のチェックリストを基に、各項目につき検討し、修正あるいは追加がなされた。例えば、失なわれた設備は、代替を用意し、緊急時に事故から自分で救助する量は、なしかまたは制限することができるようにされた。

救助チーム(Selco,およびMarine Safety Service)は、このような場合のチェックリストを数年前に用意していた。これは、過去の救助経験を基本として作成されていた。このチェックリストに見落としがないことは、非

常に貴重なことであった。

低温ホース、レデューサおよび空気入りフェンダは、Selcoによって準備され、救助地に船積み移送された。さらに、“Gaz Fountain”が有する設備も使用された。

1・6 貨物移送

1984年11月15日、爆撃1ヶ月後に貨物受入れ船として“Ribagorca”が現地に到着した。“Ribagorca”のタンク内に残っていた貨物は確認された。貨物移送に関する安全チェックおよび詳細作業についても、最終的に合意された。そして、11月16日に両船が連結され、同日の10時40分に貨物移送が開始された。

作業は、計画に従って慎重に実施された。“Gaz Fountain”から“Ribagorca”への貨物の移送は、11月20日5時15分に無事完了した。所要時間は約90時間であった。

“Ribagorca”が受け入れた貨物は、合計17,204.2 tであった。これは、“Gaz Fountain”の被爆前に比べて約1,200tも少ない数値であった。すなわち、火災およびその後の大気中への流出で失なわれた貨物は、1200t(積荷のおよそ6.5%)であった。

“Ribagorca”の貨物タンクの能力からプロパンの全てをそのまま移送できなかった。しかし、100tを超えるプロパンが約7時間でブタンに混入された。そして、ポンプで排出可能なプロパンの残りは、非常に少なくなった。この残りのプロパンは、結局、ガスフリー作業開始時に、制御された方法で大気中に放出されたことになる。

貨物ポンプに使用された電線は、その後、ガスフリー作業時に再液化用ガス圧縮機駆動用として連結・使用された。貨液蒸発用ホットガスは、この圧縮機から供給された。貨液蒸発作業は、11月25日に完了した。そして、可搬式イナートガス供給装置および被災船のファンを用いたガスフリー作業は、低温式LPG船として一般的な方法で行なわれた。No 3 ホールドスペースのパラライト防熱が浸水していたため、ガスフリー作業は、長時間を要した。

全ての作業は、12月25日に完了し、“Gaz Fountain”は、船主に引渡された。

1・7 考察

これは、低温式LPG船の火災を伴った極めて重大な破壊事故およびその救助の記録である。そして、この種の船舶はかなり強固なものであり、ある程度大きな火災が生じて、残存する能力を有することを示している。さらに、成功した適切な救助の手順・方法も示されているので、関係者には、参考となる貴重な記録である。

船舶電子航法ノート (111)

木村 小一

A・7・3・7 GPSの制御部分

制御部分、すなわち、衛星の運用を支える地上施設は開発の第1段階での実験評価用の、いわば仮の施設と、第2段階に入って、将来、本格的な運用施設に移行することを前提とした新しい施設とが作られている。

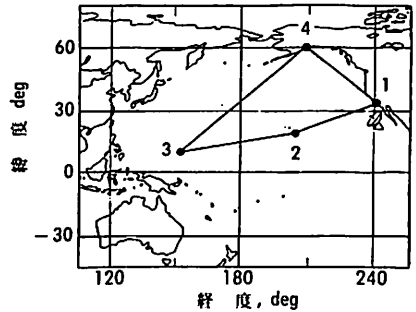
前者はICS (Initial Control System)と呼ばれ、すでに述べたように、カリフォルニアのバンデンバーグ空軍基地にある制御センター、アラスカ、グアム、ハワイおよびバンデンバーグにモニター局が、更に、アップロード局と呼ばれる衛星への軌道データなどを送信する局がバンデンバーグにある。このほか、空軍の衛星管制施設が予備施設としての役割をしている。

このICSのモニター局の配置は第A・7・113図に示すようなかたちになっていて、太平洋上の衛星を追跡して、GPSの試験場であるユマ (Yuma) の上空に衛星が来る前に衛星上のメモリの内容を入れかえるよう考えられている。

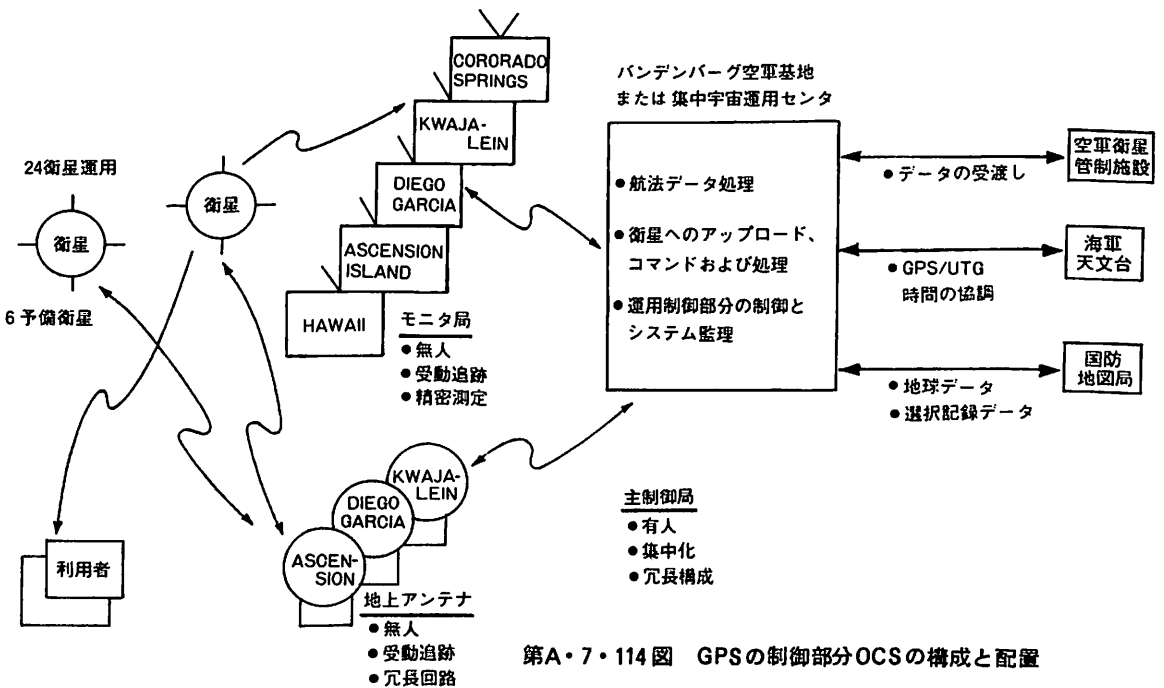
第2段階で建設されている施設はOCS (Operational Control System)と呼ばれ、アップロード局に代って

地上アンテナと呼ばれる施設が置かれているところがICSと異なっているが、これは、地上アンテナが衛星からのテレメータ信号を受信するなど、アップロード局が送信専用であるのに比して、若干の追加の機能を有しているだけで本質的な差はない。

このOCSの構成およびその配置は第A・7・114図に示すとおりで、モニター局と地上アンテナの位置は第A・7・115図に示す。これらはつぎのような点でICSより改善されている。



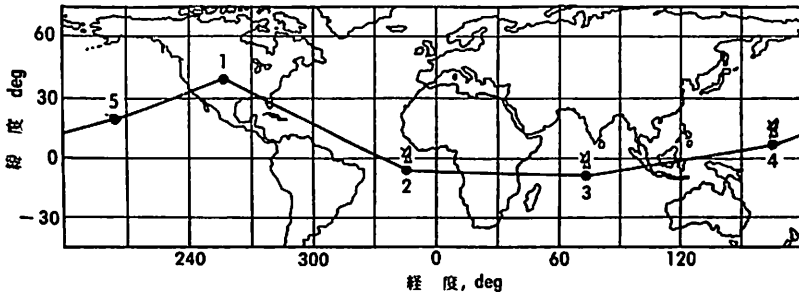
第A・7・113図 ICSのモニター局とアップロード局の配置



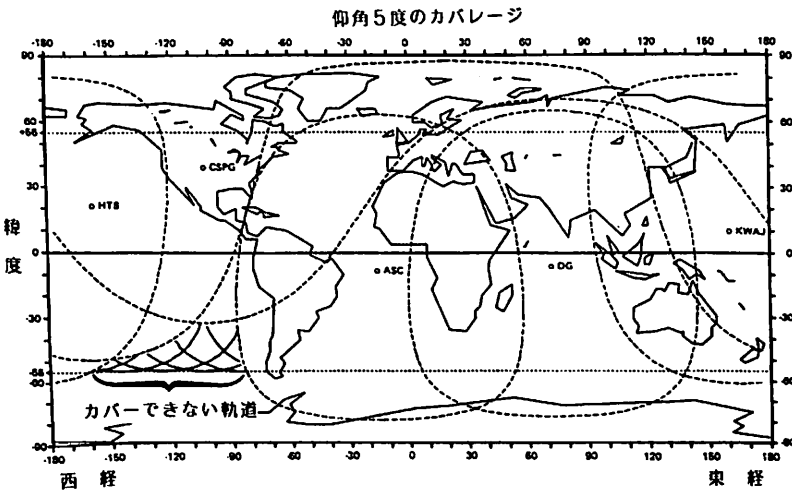
第A・7・114図 GPSの制御部分OCSの構成と配置

- (a) 運用衛星を他の施設の助けを借りずに十分に支援できること。
- (b) 運用の衛星の十分な数を支援する装置を備えていること。(第A・7・114図に示すように運用衛星24と予備衛星6までを扱うことができる。)

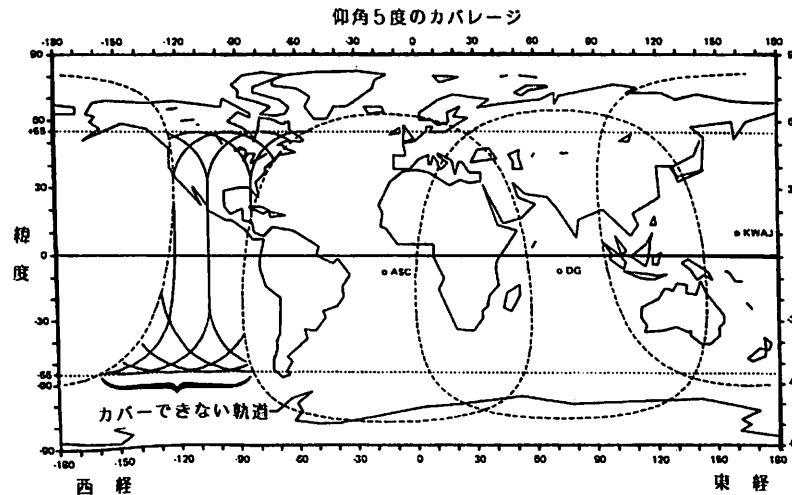
- (c) 追跡施設を全世界的に配置する。
- (d) アップロード用のみでなく、テレメータとコマンドの施設を全世界的に配置する。
- (e) 重要な運用装置は冗長度をもたせる。
- (f) 衛星を東海岸で打上げるためのチェックアウト施設を用意する。(この施設は衛星の打上げ前の試験に主として使用される。)



第A・7・115図 OCSのモニタ局と地上アンテナの配置



第A・7・116図 OCSのモニタ局のカバレッジ



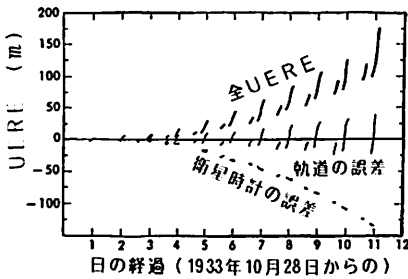
第A・7・117図 OCSの地上アンテナのカバレッジ

(g) 故障警報装置を拡充する。
これらOCSはシステムとしての測位精度15m(確率球の半径で)、速度測定精度0.1m/s(RMSで)、時間測定精度110ns(1 σ)、そして、各精度の劣化が少い状態で14日間の業務の延長ができることを目的としている。これらのシステムの特徴を保つためにはつぎのようなことが考えられている。

まず15mのSEPを与えるためには、利用者が各衛星までの距離のRMS誤差(UERE; User Equivalent Ranging Error, 利用者等価測距誤差)が6mであることが必要である。これは運用の衛星軌道構成の稼働率99.376%(この稼働率は3予備衛星を追加することで主な陸地上で100%に近づけることができる)でRMSのPDOPIに2.53が与えられることからの数字である。

また、前述したとおり、制御部分の機能が得られずに、衛星のみを14日間そのまま運用して、測位誤差が200mをこえないUEREを保つように考えられている。衛星の時計は協定世界時(UTC)と97ns(1 σ)以内の不確かさで合わせる必要があり、これで、GPS時間とUTCは1 μ s以内に合わせるように考えられている。各衛星には1日に3回ずつ航法メッセージを与える施設となっている。

OCSは、第A・7・114図で示したように、はじめはVandenbergに、そしてのちにColorad Springsの空軍集中運用センタ内に移される主制御局(MCS)、Colorado Springs、大西洋上のAscension島、インド洋上のDiego Garcia島、西南太平洋上のKwajalein島、そしてHawaiiに置か



第A・7・118図 ICSにおけるUEREの増加の様子

れるモニタ局(MS), Ascension, Diega Garciaと Kwajaleinに置かれる地上アンテナ(GA)とそれらを継ぐ通信施設から構成される。

これらのモニタ局は第A・7・116図に示すように、5°以上の仰角で95.87% (軌道別というと90.63~100%と変化)の衛星軌道を追跡できる。追跡できない衛星の軌道は図に示すように南米の西の海上である。モニタ局相互の直接の時間伝送をするために二つのモニタ局が同じ衛星を見するというカバレッジの重複部があることも重要である。モニタ局と同じような機能の施設が、米東海岸の打上げ場(Cape Canaveral)にも置かれる。

地上アンテナのカバレッジを第A・7・117図に示す。東海岸の打上げ場には冗長系を省略した同様の施設が置かれるが、その使用は打上げ場には用上制約がある。また、Colorado Springsにある他の施設の流用も考えられている。

モニタ局は無人で、利用者と同じ衛星からのLバンドの信号を受信する施設である。局には原子周波数標準が置かれ、また、対流圏における電波の伝搬遅延を補正するために気圧、気温と露点計測のための遠隔指示センサが含まれている。

モニタ局の受信機は視野中にあるすべての衛星からの信号を受信するように作られた特別のもので、各チャンネル間の信号の遅延量の差が最小になるような設計であり、無指向性の2周波共用のアンテナはマルチパス干渉を最小にするような特殊な設計となっている。モニタに使用されるデータは仰角が15度以上の衛星に対するものとしている。

主制御局はOCS中の唯一の有人の施設であって、冗長構成の電子計算機と操作表示卓とから構成されている。11台ある操作表示卓はすべてが同じで、2台のカラーCRT表示、キーボードとコピー装置から構成されている。1チーム8人の管制官が当直し、その中には、地上装置、衛星および航法の専門家が1人ずつ含まれている。8時間ごとに各衛星の状態から軌道と時計の予測データが作ら

れるが、この作業は衛星ごとに時間をずらして行われる。

地上アンテナは無人の施設でSバンド(上りのコマンド回線1783.74MHz, 下りのテレメータ回線2227.5MHz)の施設であって、径10mのパラボリアンテナを有している。これら各施設は秘密の二重の通信回線で接続されている。

A・7・3・8 制御部分の性能

(1) IOCの性能の実際

第A・7・113図に示した配置のIOCの4局のモニタ局は衛星を見る仰角15°以上で、時間にして軌道の長さの約50%の各衛星を追跡している。そして、モニタ局における追跡データ、すなわち、各衛星までの擬似距離の測定データは、各モニタ局の状態のデータおよび気象データとともに主制御局に送られ、そこでカルマンフィルタ処理によって、衛星の軌道データ、衛星の時計の位相、周波数とそれらの変化を推定し、その26時間後までの値を予測して、それを各衛星に送信する。

ここで、その予測値の精度はすべて前述したUERE、すなわち、すべての誤差を衛星から利用者までの距離に換算した利用者等価距離差として表現する。第A・7・118図に10日後までのUEREの増加の例を示す。このUEREは予測値と実測値の差により求め、更に、UEREは軌道予測の誤差と衛星の時計の位相の予測誤差の推定値

第A・7・31表 各衛星別のUERE

アップロードの日付	衛星のNAVSTAR番号	10日後のUERE(m)	誤差の寄与(m)	
			軌道	時計
1983年9月18日	5	318.31	14.31	318.00
	3	101.67	9.02	101.28
	4	60.86	60.39	12.88
	6	162.29	10.99	161.93
	8	—	—	—
1983年9月30日	5	49.37	48.76	11.44
	3	77.02	24.30	73.21
	4	73.26	68.50	28.57
	6	51.17	11.06	50.00
	8	133.22	50.61	123.35
1983年10月1日	5	35.33	23.45	26.74
	3	93.68	34.48	87.31
	4	16.18	6.64	14.80
	6	62.00	13.54	60.55
	8	96.65	36.79	89.60
1983年10月15日	5	154.46	50.08	146.37
	3	33.69	17.67	28.85
	4	121.04	67.72	101.01
	6	279.32	69.38	270.84
	8	52.43	26.54	45.46
1983年10月28日	5	40.82	13.82	38.48
	3	122.57	47.43	113.33
	4	21.34	11.93	17.82
	6	—	—	—
	8	67.23	34.67	57.91

第A・7・32表 UEREのまとめ

	衛星のNAVSTAR番号						総合
	3	4	6	8	9	10	
全UERE (m)	4.0	4.4	(9.7)	3.9	5.5	5.3	4.7 (5.8)
衛星の時計によるUERE (m)	3.3	4.1	(9.6)	3.6	4.9	4.4	4.1 (5.4)
軌道データによるUERE (m)	2.3	1.0	(1.3)	1.6	2.2	3.1	2.1 (2.0)

に分けられている。図からわかるように時計の誤差の方が大きいことがわかった。

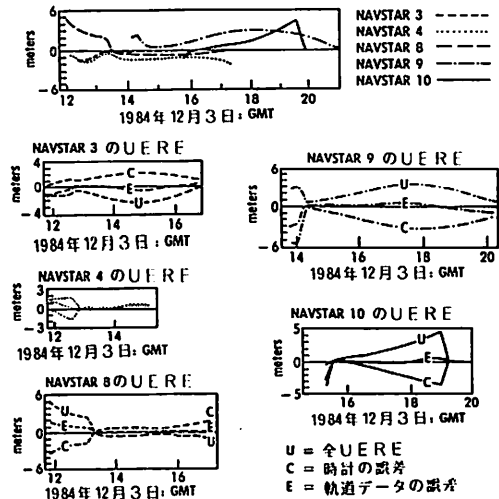
各衛星ごとの実データ例を示すと第A・7・31表のとおりで、Yumaの試験場における10日後の衛星軌道の予測値はUEREで70m以下、RMSでは38.7m、それに対して時計の予測値はUEREで最大318 m、RMSでは118.4mであったことを示しており、時計の誤差の方が軌道の場合の約3倍である。軌道データの誤差は日の周期をもっているのに対して、時計の誤差はこのような時間では時間の二乗に比例して増加をする。

1日以下の予測の場合でも、なお時計の予測誤差の方が大きな割合を示している。第A・7・119図にその例を示す。1984年304日(10月30日)から351日(12月16日)までの47日間のデータのRMS値を第A・7・32表に示す。衛星のNAVSTAR No. 3, 4, 8, 9, 10の5衛星のUEREのまとめの値は4.5 m、そのうち、時計の誤差は4.1 m、軌道の誤差は2.1 mであり、時計は総合誤差の90%となっている。

ここで、NAVSTAR No. 6の衛星を除いているのは、この期間のその衛星のルビジウム時計の性能が満足でなく、規格値である 5×10^{-13} より悪いフリッカ雑音レベルをもって、他の衛星の倍以上の誤差があったためであるが、このNo. 6衛星のデータを加えると総合誤差のRMS値は表のカッコ内の5.8 mとなる。

この1984年の11月を中心とする48日のデータは、同年7月を中心とする50日間のデータと比較しても、ほぼ同じ結果が得られていて、11月の衛星のメモリに入れたデータによる24時間後のUEREの73%が4 m以下であったのに対して、7月の分は68%が4 m以下であり、また、全データの11月のRMSは4.5 m、7月の1 σ は4.2 mであった。

このように、24時間後のUEREは5 m(1 σ)を実現しているが、予測の精度がICSの管制官が臨時的衛星への送信をしなければならない程度にまで失敗することがある。この臨時的送信は衛星の上空通過の15%以下に使用されているが、この送信をなくすか、少くする努力も続けら



第A・7・119図 YumaにおけるICSで計算したUERE

れている。

衛星へ作用する力と衛星の時計に対するGPSのモデルは改善される可能性がある。その可能性はつぎのような項目によっている。

- (a) 衛星は数十ワットの熱エネルギーを放射しているが、その放射は衛星内装置の使用率と太陽に対する衛星の向きによって変化するが、それらはモデル化されていない。
- (b) 衛星に作用する太陽の放射圧のモデルは、太陽電池パドル面への垂直方向などの成分に対して更に補強する必要がある。
- (c) 衛星が地球の影や月の影に入ったときには衛星の時計は熱変化による周波数変化を受ける。また、衛星はモデル化されていない力の影響によって軌道の長半径が数m変化することもある。

(2) OCSの性能予測のシミュレーション

OCSによる8時間ごとの衛星上のメモリの入れかえは衛星の時計と軌道の予測誤差を1/3に減小させることが期待されている。その状況を、モデル化されない加速度を 10^{-9}m/s^2 (3 σ)とした雑音によってモデル化した軌道追跡データと第A・7・120図に示す時計の統計的雑音によってシミュレーションが行われた。

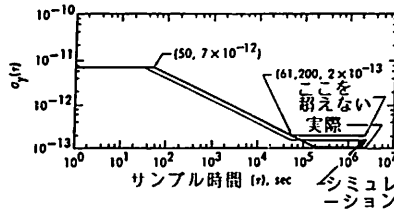
図はアラン分散(Allan Variance)を示すもので、61,200秒(17時間)における周波数変動をする白色位相雑音とフリッカ雑音による時計の性能が、限界、実際、シミュレーションに使用したアラン分散で示してある。衛星は運用の18衛星の第A・7・121図に示す構成を考えて、30日間のシミュレーションが行われた。

各種の擾乱を加えた50サンプルの軌道が発生され、それは16時間で約1m、14日で101mのRMSのUEREが得られるようなものであった。実際に得られたUEREはそれぞれ1.01131mと114.5036mとなった。このUEREはつぎの式から計算された。

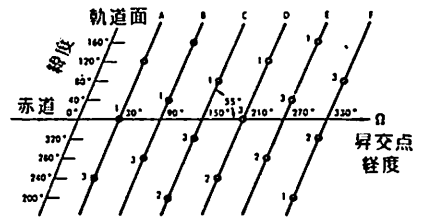
$$UERE = [(\text{放射状方向の乱れ})^2 + 0.0192 \times (\text{軌道方向の乱れ})^2 + 0.0192 \times (\text{軌道の横方向の乱れ})^2]^{1/2}$$

すなわち、軌道方向と軌道の横方向の乱れは、利用者と衛星との距離に換算するときは、その影響が少いために上式を使用したのである。

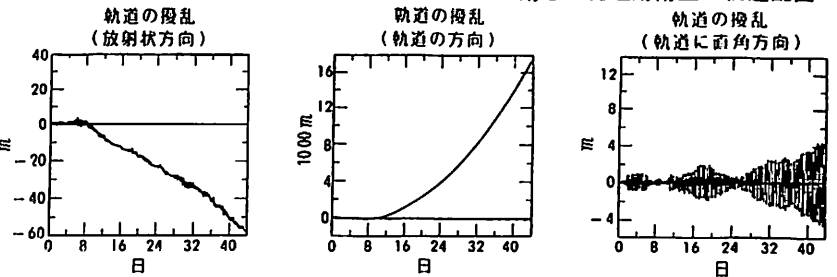
実際のシミュレーションには第A・7・33表に示す18の衛星の軌道が使用され、それぞれの16時間後と14日後のUEREの誤差は表に示すとおりで、第A・7・122図に擾乱の各要素のサンプルを示す。軌道の乱れ中、最も大きいのは軌道方向のもので、1週間当たり約192m(1σ)となる。ICSの運用で得られた実際の軌道の乱れは約50m/週であったから、ここでの仮定は実際のものよりもかなり悪いものである。



第A・7・120図 衛星時計のアラン分散の仮定



第A・7・121図 シミュレーションに使用した18運用衛星の軌道配置



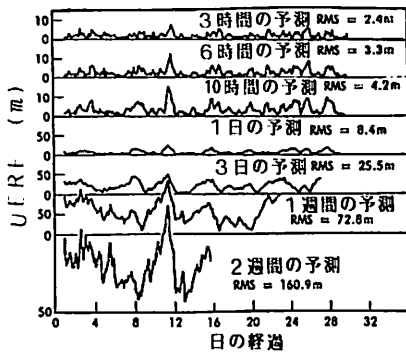
第A・7・122図 衛星軌道の擾乱の例

第A・7・33表 仮定した衛星の軌道データのRMS誤差

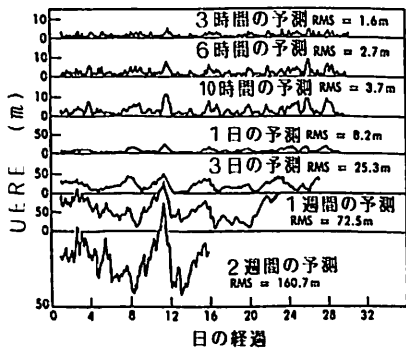
軌道面	衛星の位置番号	16時間後のUERE(m)	14日後のUERE(m)
A	1	0.9624	148.7778
	2	1.1261	88.2452
	3	1.0776	59.3367
B	1	0.9851	118.5011
	2	1.0613	123.8261
	3	1.0027	100.1853
C	1	1.0951	156.7645
	2	0.9680	88.9386
	3	1.0615	123.0544
D	1	1.0067	88.1200
	2	1.0428	100.8753
	3	1.0401	98.7732
E	1	0.9912	152.3074
	2	0.9425	77.9240
	3	1.0235	164.9850
F	1	0.9156	85.0566
	2	1.0377	93.6489
	3	0.9498	85.5475
総合RMS		1.0176	112.5445

第A・7・34表 衛星時計のランダムな動きのUEREへの影響

衛星の時計		誤差	
軌道面	衛星の位置番号	10時間後(m)	14日後(m)
A	1	4.9	107
	2	3.8	69
	3	5.1	114
B	1	7.9	260
	2	4.8	133
	3	5.1	138
C	1	5.0	111
	2	5.1	143
	3	4.8	114
D	1	3.8	70
	2	3.9	65
	3	3.4	26
E	1	4.3	60
	2	4.2	80
	3	5.3	141
F	1	4.3	94
	2	5.6	155
	3	4.0	73
総合RMS		4.7	126



第A・7・123図 シミュレーションの真値に対するUERE



第A・7・124図 カルマン・フィルタ予測に対するUERE

$\Delta y, \Delta z$ と時計の誤差とを普通の予測値と実際の値との差として上に述べた式で計算して示したもので、3時間ごとの予測から順次2週間までの予測に対する値を15分ごとの結果として30日分示したものであり、10時間スパンの予測の値が実際の運用例に近い値となっている。

第A・7・124図は実際にOCSで使用されるであろうカルマンフィルタによる予測と実際の値との差による結果で、第A・7・121図に示すよりも短時間の予測でより良い結果であることを示している。この二つの予測方法によるシミュレーションの統計値は第A・7・35表と第A・7・36表に示してあり、10時間予測のUEREはそれぞれ約4.3 m (1σ)と3.7 m (1σ)である。

全シミュレーションにおけるUEREのまとめの統計値を第A・7・35表と第A・7・36表に示す。

これらの結果からもUEREに主として影響するのは、時計の誤差であることが明らかになった。10時間予測で

第A・7・35表 UEREの性能の統計値 (フィルタ予測-フィルタ推定)

軌道面	衛星の位置番号	予 測 間 隔 (m)						
		3時間	6時間	10時間	24時間	3日	7日	14日
A	1	1.6	2.6	3.6	8.1	28.6	90.3	302.8
	2	1.6	2.6	3.5	7.5	19.2	61.4	111.6
	3	1.6	2.7	3.7	8.2	25.3	72.5	160.7
B	1	1.5	2.4	3.4	7.3	25.0	75.2	251.0
	2	1.5	2.5	3.4	7.3	23.2	56.8	164.7
	3	1.6	2.7	3.8	8.4	20.6	45.3	108.8
C	1	2.2	3.3	4.3	9.0	25.3	68.9	193.4
	2	1.5	2.5	3.4	6.9	20.3	69.9	167.0
	3	1.6	2.7	3.7	8.2	25.1	66.3	193.4
D	1	1.5	2.4	3.2	6.8	18.0	56.9	293.7
	2	1.6	2.7	3.7	7.7	25.5	75.6	165.3
	3	1.4	2.4	3.3	7.7	23.9	84.8	117.2
E	1	1.8	3.2	4.7	10.3	29.8	83.1	233.8
	2	1.6	2.7	3.7	8.5	26.3	64.9	186.7
	3	1.9	3.1	4.4	10.0	30.7	80.4	206.4
F	1	1.5	2.5	3.4	7.9	23.7	73.7	198.6
	2	1.4	2.4	3.2	6.9	21.0	71.7	182.1
	3	1.6	2.7	3.9	8.4	21.3	67.6	183.2
総合 RMS		1.6	2.5	3.7	8.1	24.3	71.0	197.2

第A・7・36表 UEREの性能の統計値 (フィルタ予測-真値)

軌道面	衛星の位置番号	予 測 間 隔 (m)							
		0時間	3時間	6時間	10時間	24時間	3日	7日	14日
A	1	1.5	2.4	3.4	4.4	8.6	28.7	90.2	302.4
	2	1.4	2.4	3.3	4.1	7.6	19.1	62.1	111.6
	3	1.3	2.4	3.3	4.2	8.4	25.5	72.8	160.9
B	1	1.4	2.2	3.1	4.0	7.7	25.3	75.2	251.6
	2	1.4	2.3	3.2	4.0	7.7	25.3	56.8	165.3
	3	1.3	2.3	3.4	4.4	8.7	20.5	45.3	109.0
C	1	1.7	2.8	3.7	4.7	9.0	25.4	68.9	193.7
	2	1.1	2.1	3.0	3.9	7.0	20.3	70.3	167.7
	3	1.4	2.4	3.4	4.3	8.7	25.1	66.8	193.9
D	1	1.2	2.3	2.8	3.6	6.9	18.0	57.1	293.8
	2	1.4	2.4	3.4	4.3	8.1	25.7	75.4	165.5
	3	1.4	2.3	3.1	4.0	8.0	23.9	85.1	116.8
E	1	1.6	2.7	3.9	5.2	10.7	30.1	83.6	233.3
	2	1.2	2.2	3.2	4.1	8.7	28.1	64.6	186.6
	3	1.6	2.7	3.9	5.2	10.7	30.8	80.0	206.2
F	1	1.1	2.1	3.0	3.9	7.9	23.6	73.9	198.8
	2	1.3	2.2	3.1	3.8	7.2	21.0	71.7	182.1
	3	1.4	2.4	3.5	4.6	8.6	21.5	67.9	183.5
総合 RMS		1.4	2.4	3.2	4.3	8.4	24.6	71.2	197.3

の時計の誤差はUEREに4.2 m (1σ)の影響し、24時間後はそのUEREへの影響のRMSは線型であり、カルマンフィルタによる予測も同じ結論となっている。

こうして、運用システムに使用されるカルマンフィルタによる推定は軌道と時計のランダムな動きの若干を取りのぞく役をすることもわかった。このシミュレーションの結果はOCSが十分に前記のシステム性能を満足するであろうことを示している。

船用主機関のスパークエロージョンを防止する

ピラーNSリーマボルトの紹介

日本ピラー工業株式会社
営業推進部 大多和一彦

1. はじめに

最近、船舶の推進用大形機関において、主軸受のホワイトメタルや主軸が、スパークエロージョンにより損傷する事故が問題となっている。

このスパークエロージョンは、船体とプロペラとの間に発生する異種金属間の電位差により、クランク軸と軸受との間で放電し、ホワイトメタルに浸食を生じ、軸の表面にも白斑模様を生じる現象である。

弊社では、推進軸継手部を絶縁継手とする事により、スパークエロージョンを防止するシステムを三菱重工業株式会社殿と共同開発し、実船での1年間の使用によりスパークエロージョンを防止できる事が確認されたので、ここにその製品、ピラーNSリーマボルトについて概説する。

2. ピラーNSリーマボルトの仕様と特性

ピラーNSリーマボルトは、船舶推進軸系のトルク伝達用軸継手ボルトとして使用できる合成高分子樹脂ライニングボルトである。

表1 ピラーNSリーマボルトの仕様

項目	仕様
リーマボルトの外径範囲	20～150mm
ライニング材	(材質)二弗化系樹脂 (厚み)0.7mm
ボルト穴に対するボルト径の標準締め代	0.01～0.05mm
船級承認	NK (85FF8) JG (海検第80号)

表2 ピラーNSリーマボルトの特性

項目	単位	代表特性値	
		ライニング材	絶縁ワッシャ、絶縁板
圧縮強度	kgf/cm ²	4000以上	4000以上
圧縮弾性率	kgf/cm ²	35000	133000
体積抵抗率	Ω・cm	10 ¹⁴	10 ¹⁴
絶縁破壊電圧	kV/mm	10	28
摩擦係数	—	0.1	0.15～0.36
吸水率	%	0.03	0.15

ピラーNSリーマボルトは、ボルトの外径部に高分子樹脂がライニングされ、リーマ穴に対して所定の締め代を持ちながら、ボルトの圧入や抜き出し作業が容易であって、しかも焼付きが無いことを特長としている。

仕様と特性は表1および表2のとおりである。

3. ピラーNSリーマボルトの構造と特長

ピラーNSリーマボルトは、次の2つの目的で使用できる。

(1) 焼付防止で、ボルトの圧入や抜き出し作業を容易にする。

(2) 絶縁ワッシャや絶縁板を併用して絶縁継手としてプロペラ軸系よりの電気的影響を絶縁し、主機関のスパークエロージョンを防止する。

それぞれの構造と特長は以下のとおりである。

(1) 焼付防止用の構造および特長 (図1参照)

① ライニング材の摩擦係数が低く、リーマ穴への圧入や抜き出しが容易である。

② 圧入や抜き出しにおいてもボルトの焼付がなく、リーマ穴を傷つけることがない。

③ ライニング部の圧縮強度が高く、トルク伝達用リーマボルトとして充分使用できる。

④ 使用中および保管中に劣化することがない。

(2) 絶縁継手用構造および特長 (図2参照)

① プロペラ軸系と主機関軸とを電氣的に絶縁するので、スパークエロージョンを防止する。

② 絶縁性能が安定しており、メンテナンスフリーである。

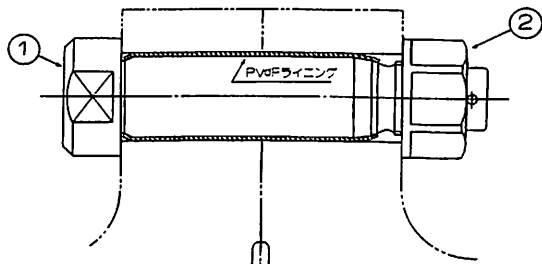


図1 焼付防止用NSリーマボルト

- ③ 船体犠牲陽極の容量は従来通りで、プロペラ等も充分防食できるので、従来の軸系アース装置の場合と比較して、半分以下の容量で可能である。
- ④ 消耗品が全くなく、メンテナンス費用が不要である。
- ⑤ 電圧計および電流計等の監視計器を必要としない。



◀写真1 ピラーNSリーマボルトの抜き出し作業

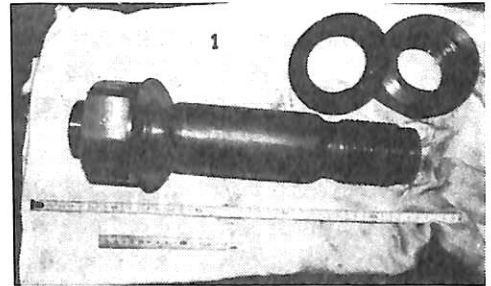


写真2 抜き出したピラーNSリーマボルト

4. ピラーNSリーマボルトの実例

ピラーNSリーマボルトは、60年7月に第1船目に取付けて以来、就航船および新造船に取付けが完了または決定している船は、表4のごとく約20隻に達している。

5. まとめ

ピラーNSリーマボルトによる絶縁継手システムを、主機関のスパークエロージョン対策として採用した第1船、藤木海運㈱の東澄丸の実績調査が、取付け1年後の61年6月に行われた。その結果、下記の事が確認された。

- ① ピラー絶縁継手システムを採用後は、主機関のクランク軸ジャーナルおよび主軸受のスパークエロージョンによる損傷は、全く発生しなかった。
- ② プロペラは、羽根およびボス共に非常に滑らかで、腐食等は全く認められなかった。(プロペラみがきが不用であった。)
- ③ 犠牲陽極の消耗は通常と同程度で、更に、継続使用にも充分耐える状態であった。
- ④ ピラー絶縁継手システムの絶縁性能は1MΩ以上あり、充分保証された。
- ⑤ ピラーNSリーマボルトによるトルク伝達が充分行え、圧入や抜き出しの作業が容易であった。(写真1, 2 参照)

このように、ピラーNSリーマボルトによる絶縁継手システムが、船舶主機関のスパークエロージョン防止対策として、きわめて有効であることが実証された。

今後も、このような新しい考え方による製品の開発を行い、産業界におけるトータルコストの低減、省力化、省資源、安全に貢献できるよう努力して行きたいと考えている。

問合せ先 日本ピラー工業株式会社
〒532 大阪市淀川区野中南2-11-48
電話06(305)1941(代)

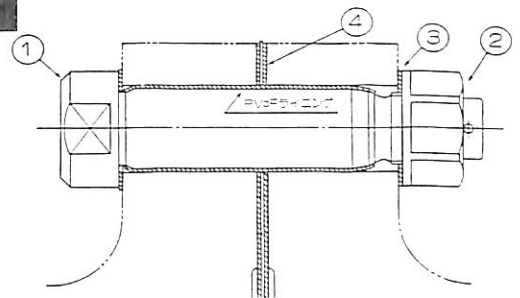


図2 絶縁継手用構造及び構成部品

No	名称	材質	備考
1	NSリーマボルト	鍛鋼+PVaF	船級合格材
2	ナット	SS 41	
3	絶縁ワッシャ	耐熱FRP	厚さ1.0
4	絶縁板	FRP+SUS 304+FRP	厚さ1.3~1.5

表3 ピラーNSリーマボルトの取付実績

造船所	主機関		NSリーマボルト 径×本数	船の 区分	用途	取付 年月
	型式	馬力×回転数				
MN社	6UEC	6840×185	78×8	就航船	絶縁	60-7
MS社	7UEC	4500×210	50×6×2F 62×8	就航船	焼付防止	60-10
MS社	6UEC	6500×112	85×10	就航船	絶縁	60-10
MN社	7RTA	22700×67	95×12	新造船	絶縁	61-5
MK社	6RTA	27000×90	95×14	新造船	絶縁	61-3
MS社	6DLM	2100×263	32×12×2F 42×6×2F	就航船	焼付防止	61-2
MS社	6DLM	2100×263	32×12×2F 44×6×2F	就航船	焼付防止	61-3
MS社	6DLM	2100×263	32×12×2F 44×6×2F	就航船	焼付防止	61-9
MS社	6DLM	2100×263	32×12×2F 44×6×2F	就航船	焼付防止	61-10
IM社	6UEC	7630×106	85×10	新造船	絶縁	61-3
MS社	6UEC	7200×106	75×8	新造船	絶縁	61-7
MS社	6UEC	6500×112	85×10	就航船	絶縁	61-4
MN社	8UEC	14500×110	90×8	新造船	絶縁	61-6
MN社	6RTA	14800×71	95×10	新造船	絶縁	61-8
MN社	6RTA	14800×71	95×10	新造船	絶縁	62-1
MN社	8RTA	32890×88	95×12	新造船	絶縁	61-7
TH社	M506 EUS	3690×197	52×8	新造船	絶縁	61-8
TH社	M506 EUS	3690×197	52×8	新造船	絶縁	61-9

海底地形の精密調査・沈船探索と形状確認が容易

電子スキャニング式 海中探索装置 HS-100

古野電気株式会社

特長

(1) 海底の広がりが見える。海溝、海底断層、起伏のある岩場から、小さなかけ上り、くぼみまで、変化のある海底から平坦な海底まで正確に確実に探知表示する。

(2) 本装置の活用により沈船の発見は極めて容易である。もちろん表示映像から沈船の傾き具合、船首部・船尾部の識別の判断にも役立つ。

(3) 自船下に広げた扇形ビームで、船の左右方向の海底状況をとらえる。超音波ビームは電子スキャニング走査するので瞬時に広域を探索でき、広範囲の海域を短時間で調査できる。

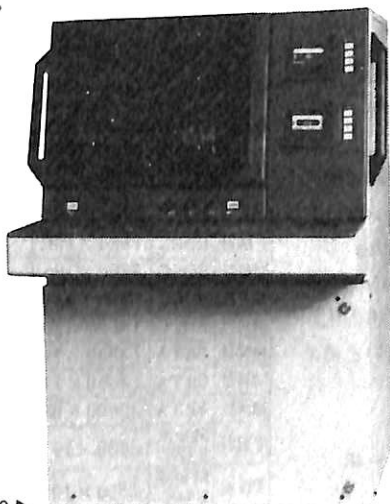
(4) 探索表示範囲は自船を中心に左右方向の広域な海底状況をとらえる。

(5) 特殊なクロスファン送受波器による超音波ビームにより、極めて精度の高い海底地情報が得られる。送受波器ビーム幅は僅か1度と狭く、高分解能の指向特性をもっている。

(6) 海底ラインは深度に応じて6色の実線と破線の組合せて識別表示する。たとえば、海底深度70mは緑色の破線で、65mは緑色の実線で、60mは黄色の実線といった具合に、深度に対応した色の変化で表示する。海底等の深度範囲が一目でわかる。

(7) 表示モードは海底コンター表示と海中・海底には、等深線表示、三次元表示、縦断面表示の4モードがあり、これらは同時表示と単独表示が選択できる。

(8) 沈船や海底の起伏状況を立体的に見ることができ、海底の突起物や構造物の感覚的な把握が可能となる。従来の平面的な海底調査の何十倍もの情報量を提供する。



海中探索装置 HS-100 ▶

(9) 20インチ高解像度カラーブラウン管で見やすく、きめの細かい表示である。

(10) データロガーによる収録再生表示。

原理

図1のように船底にクロスして送受波器を装備すると、送波ビームは船の左右に120°幅、前後方向は1°幅という左右に広く前後に狭い形状となる。一方、受波ビームは船の左右は1°幅、前後方向は60°幅という左右に狭く前後に広い形状となる。ここで、受波ビームで左右に120°幅の範囲を電子走査すると、送受で合成される左右120°、前後に1°幅の探知が可能になる(図2)。

このようなビームで海底を探索すると、自船の左右120°幅(すなわち水深の3倍以上)の範囲で、それぞれの方向の水深が検出される結果、海底の立体的な把握が可能となる。

本装置は、真下の海底600mまで探地する能力をもっている。たとえば、大陸棚の水深200mの海域では、自船を中心に左右方向600m以上の海底情報を連続的に得ることができる。このようにスキャニング式超音波海中探索装置は短時間に広い範囲の精密計測が可能である。

●詳細の問い合わせ先は下記へ

古野電気株式会社

本社 〒662 西宮市芦原町9-52

電話 0798 (65) 2111

東京支社 〒104 中央区京橋1-6-13 (古野ビル)

電話 03 (564) 6671

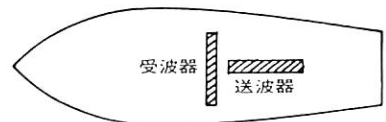


図1 船底装備概略図

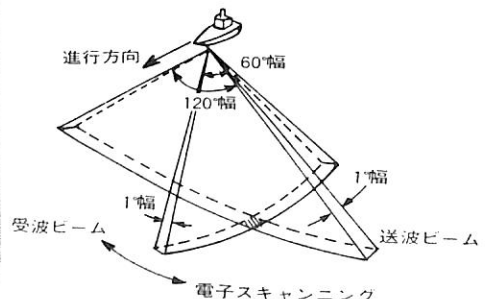


図2 クロスファンによる探地状況

〈第55回〉

I M O 第29回設計設備小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

標記会合は、去る昭和61年5月19日から5月23日まで、ロンドンのI M O本部において開催された。議題は以下のとおりである。

1. I M O関連規則中の機関および電気設備の警報に関する規定の統一
2. 船舶の操縦性 (A. 209 (VII) の見直し)
3. M O D Uコードの見直し
4. 洋上のヘリコプター施設
5. 水密滑り戸の作動機構および航行中の運用手続き
6. 浮遊型受入施設に改造した船舶に適用する安全基準の見直し
7. 損傷した二重底からの燃料油の回収に関する問題の検討
8. 帆装練習船の生存艇に関する特殊目的船コードの改正
9. 船舶の図面及び書類中へのキール上の高さの記入
10. その他

上記議題のうち、3、4および5にW・G (ワーキング・グループ) が設置された。それでは、主な議題 (2および3) について説明する。

議題2 船舶の操縦性 (A. 209 (VII) の見直し)

本件は既に数年をかけて本小委員会および航行安全小委員会の両小委員会において検討が行なわれていたが、前回の航行安全小委員会 (第32回、本年3月開催) での検討は終了し、今回の本会合における検討のみ残すところとなっていた。

(1) 「操船ブックレットに含まれる情報に関する情報に関する勧告」 (総会決議 A. 209 (VII) の見直し)

(i) ホイールハウス・ポスターの船舶の停止性能を示すためマッシュルーム型の図を掲載することについては、本会議において、本図は有益であるものの作図のために計算条件を明確に設定する必要があり、今回作業終了予定であることを考慮すると、掲載を断念せざるを得ないと考える旨発言があり、W・Gにおいて詳細な検討を行なうこととなった。

W・Gにおいては、上記指摘の趣旨は理解されたものの、我が方提出文書中の計算例に各国とも大きな興味を

示し、理論計算により計算例程度のことが実行できるのであれば十分有用であるとして、我が国及びギリシャを除く、米、英、オランダ、ノルウェーおよびIMPA (国際パイロット協会) 等大勢が掲載することを強く希望したため、原案どおりとすることが合意された。

この場合において、各国の理解は、①計算条件に関しては主管庁の判断に委ねればよく、この事情は旋回軌跡に関する図等他の情報についても同じであること、また、②実海面における性能は種々の条件により必ずしも本図に掲載されているものと一致しない旨が備考に明記されていること等により、我が国の懸念を鑑みても本図掲載の意義は更に大きいとのことであった。

(ii) 本改正案は十分な実績を得るまで当面M S C回章とすべきであるとの米提案については、我が国、ギリシャ等が支持したが、大勢には致らず、A. 209 (VII) を採択してから既に15年経過し機は熟しているとの理由から、前述のとおり総会決議 (案) としてまとめられた。

(2) 船舶設計時の操縦性能評価のためのガイドライン (M S C / C i r c . 389)

本ガイドラインに基づく各種データを提出した我が国文書は、各国の高い評価を受け、現在、実績を得るため回章中である本ガイドラインの再検討のための資料として、各国とも同様の文書を1987年末までに提出するよう要請されることとなった。

議題3 M O D Uコードの見直し

プレナリーにおいては、本コードの前文、現存船 (ユニット) に対する審議が行なわれ、1章の検査、3章の復原性、10章の救命設備及び14章の操船要件については別途そのために設置されたM O D U W・Gにおいて審議された。4章機関設備および5章電気設備に関するコードの改正案については、レナリーにおいて関連文書の紹介があったのみに止まり、実質的な審議はなされなかった。

これは我が国からの提案も含めて多くの改正案が提出されており、それらを整理する時間がなかったこと、およびコードの4章および5章については、本小委員会内に従来から設置されている機関および電気設備に関する

W・Gにおいて審議されることになっていたが、このW・Gがかかえているテーマが多く、MODUコードの改正案の審議に入れなかったためである。

このために、MODUコードの機関、および電気設備に関する規定の改正案を審議し、整理した上でひとつのまとまった改正案を作成する目的で中間会合（小委員会の会期と会期の間に開催される会合）を開催することが提案された。本提案に対し、コード改正の目標年が1988年であることから、改正年を先にのばすか、遅らせてはならないならば、そのための中間会合が必要であるという意見で合意された。

本件に関し、本年12月1日～5日ジェノアにおいて開催することを招待する旨イタリアが発言をした。なお、10章救命設備については、MODU W・Gの中にさらに別途Sub W・Gが作られ、各国提案を整理・統合して、次回救命設備小委員会（1986年6月）における改正審議のたたき台として原案が作成された。

(2) MODUコードの「前文」の改正について

前文パラグラフ1. 中の「……国際航海に従事する従来型船……」を「……国際航海に従事する従来型貨物船……」と改正しようとする前回の提案は、コードの本来の目的が変わるものとして各国が反対し否決された。なお、パラグラフ2.～6.も変更されてはならない旨合意された。

(3) 現存ユニットに対する証書の発給について

現存ユニットに対する証書の発給は、ユニットがコードに適合している場合のみに限る、というアメリカ提案については、我が国は賛成し、この考え方を明確にしたMSC/Circularを委員会が回章すべしという提案が異議なく合意された。従って、「コードに適合しない事項をリストアップさえすればいかなる現存ユニットにも証書を発給できる」とする前回の提案（1.6.6 bis DE28/10 Annex 3）は否定された。

(4) MODU W・Gにおける審議

(i) Chapter 1: 一般

① 定義について

復原性満載喫水線漁船安全小委員会において「風雨密」「水密」、「制御場所」の定義が合意されているが、非損傷時復原性及び損傷時復原性のために「downflooding」の定義が必要であり、「an opening through which progressive flooding takes place in」とすることが妥当であると提案された。

② 検査と証書について

検査間隔について、我が国は提出文書に従って、将来的には毎年の検査が必要であると意見を表明した。これに対し、現行の規定（30ヶ月毎の中間検査）通りで良いとする考え（a）LL条約関係および救命設備などの年次検査が実施されている、（b）検査間隔は主管庁がいかようにでも短かくできる、（c）差し迫った理由がない、など）をするグループと、何らかの改正が必要とする考え（a）船級協会は年次検査を実施している、（b）疲労きれつの発見が早い、（c）MODUの乗員が船員でないため救命設備の保守が悪い、など）をする2つのグループに丁度半数ずつわかれ、結論には至らなかった。但し、両者ともそれぞれお互いに言い分があることを認め、各国は次回にコメントを提出することとなった。

③ 3章中パラグラフ3.3, 3.4および3.5の規定の改正について（復原性能関連規定）

各国の最終的な研究報告が未だ設計設備小委員会に提出されないため、復原性規準を示す3.3, 3.4および3.5の規定の改正については、その方向づけの議論さえもまだ始める段階には至っていないことが、止むを得ないこととして合意された。

④ コラム安定型ユニットの傾斜試験について

我が国は、MODUも一般船舶と同様姉妹船の場合には新造時の傾斜試験を省略して良いことになっているが、コラム安定型ユニットの場合は装備変更等によって重量・重心位置の変化が大きく姉妹船省略を認めるべきではないと主張したが、十分注意して計算すれば誤差は許容範囲内になるとして、現行コードの規定3.1に「……コラム安定型ユニットの場合は、姉妹ユニットであっても、装備変更により重量変化が大きいので、重量計算の際十分な注意を払うよう……」を挿入するというリベリア提案に賛成するものが大勢を占めた。

⑤ 復原性規定を復原性満載喫水線漁船安全小委員会で取り上げる件

今なお、設計設備小委員会は、MODUの復原性規定の見直しに関して具体的な改正の方向を打ち出さないが、ノルウェーは前回設計設備小委員会が開催された際、復原性満載喫水線漁船安全小委員会で、その具体的な作業に至急入るべきと主張しており、今回も設計設備小委員会に提出されたコード3章関連文書を復原性満載喫水線漁船安全小委員会にて見直すべきである、との発言を行なったが、復原性満載喫水線漁船安全小委員会で結論を出してはならないと釘をさした上で、Information paperとして次回の復原性満載喫水線漁船安全小委員会（1986

I M Oコーナー

I M Oコーナー

年6月)に今回の設計設備小委員会提出文書が配布されることが合意された。

(ii) 14章操船要件

① アンカリングシステムについて

現行のMODUコードには、アンカリングシステムについての規定がなく、我が国はMODUの通常時および暴風時の安全確保のために、アンカリングシステムの内容の記述も含めた係留装置の操作指示書をMODUに持たせるべきであると主張を行なった。この考え方は、W・Gにおいて2～3ヶ国より賛同を得たが、今なお、コードにはこの種の規定を設けるべきでないという意見 (a)使用海域によって環境条件が大きく異なる、(b)アンカー等の別の係留装置もある、(c)動的位置保持装置を所持する場合もある、など)と、明確な規定を設けるべきである、とする意見にわかれ合意するには至らなかった。

前者はアメリカを始めとする石油メジャー関連国、後

者はイギリスを始めとする北海関連諸国であり、今回イギリスより提出されたアンカリングシステムに関しての詳細な規定の提案に対して各国は次回までにコメントを提出することとなった。

② オペレーションマニュアルについて

MODUに対して支給されるオペレーションマニュアルが最近ぼう大な量となっており、本来の目的からできるだけ取り扱い易いものにすべきであり、特に非常用設備に対するマニュアルは「いざ」という時に使い易いものにすべきであるという意見で合意された。マニュアルに記載されるべき項目については、今回イギリスおよびアメリカより全般的な見直しが提案され、我が国も係留関連の操作指示書の記載を提案した。このため、すべての提案を整理・統合する必要が生じたが、時間の関係でドラフトを作成するまでは至らず、イギリスが次回までの早い機会に原案を作成することで合意された。

ニュース

ニュース

コンクリートプラント船用に1号機を納入

我が国最大の
新型定置式コンクリートポンプを開発

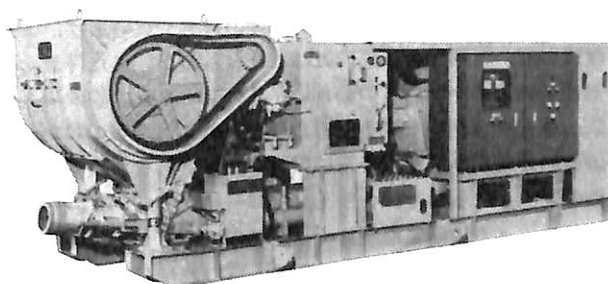
石川島播磨重工業(株)は、最大吐出量 110 m³ (国内最大クラス)で生コンクリートを大量圧送でき、従来機に比べ、耐久性・経済性を3～5倍に向上させた新型定置式コンクリートポンプ (IPF110S型)を開発し、この程、その1号機を奥村組土木興業(株)に納入した。

開発・納入された定置式コンクリートポンプは、国内最大吐出量 110 m³/h という大量圧送に適した能力を持っており、打設現場の状況によっては水平距離で最大 1970 m、垂直距離で最大 230 m の高圧圧送や貧配合コンクリート圧送を行うことも可能である。しかも、大量圧送と高圧圧送との切り替えがレバー操作で簡単に行え、吐出量の調整は、油圧リモコン装置や遠隔操作装置 (オプション)により容易に行えるため、操作性が大幅に向上している。

また、滑り弁の上下運動、吸入・吐出コンクリートの通過など最も苛酷な状況下で使用されるバルブケーシングには、ニューセラミックスライナーを採用し、従来機の3～5倍に耐久力をアップさせ、さらに、滑り弁にはコンクリートポンプ車で実績のあるカートリッジ式滑り弁を採用、オーバーホールを容易にするなど、耐久性・

IPF 110 S - 7 E の主な仕様

形式	複列高低圧切替ピストン式		
吐出量		大容量時 15～110 m ³ /hr	高圧時 10～75 m ³ /hr
輸送距離	200 A	垂直 145 m または 水平 1270 m	垂直 230 m または 水平 1970 m
	150 A	垂直 125 m または 水平 740 m	垂直 205 m または 水平 1160 m
	125 A	垂直 105 m または 水平 520 m	垂直 180 m または 水平 800 m
最大付材寸法	200 A 使用時で 80 mm		
全長×全幅×全高	5400 mm×1600 mm×2546 mm		
重量	8200 kg		



定置式コンクリートポンプ (IPF110-7E)

メンテナンス面でも改良が加えられている。

奥村組土木興業では、今回納入された定置式コンクリートポンプを自社のコンクリートプラント船“奥栄号”上に据え付け、本四架橋プロジェクトや関西新空港プロジェクトなど、大型海洋土木工事に活用していく考えである。

昭和61年度(6月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4月～5月分				6月分			
		隻	G. T.	D. W.	契約船価	隻	G. T.	D. W.	契約船価
国内船	貨物船	12	284,532	424,850		6	126,790	144,000	
	油槽船	2	7,290	10,680		2	7,290	10,680	
	その他	2	33,400	13,400		0	0	0	
	小計	16	325,222	448,930	46,467 百万円	8	134,080	154,680	20,565 百万円
輸出船	貨物船	32	607,418	565,255		13	294,980	189,260	
	油槽船	1	4,400	6,600		0	0	0	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	33	611,818	571,855	88,209 百万円	13	201,948	189,260	32,712 百万円
合 計		49	937,040	1,020,785	134,676 百万円	21	336,028	343,940	53,277 百万円

●編集後記●

□今度の衆・参同日選は自民党の圧勝に終わった。これは政治がうまくいっている証拠と考へざるを得ない。物質的に有権者層が豊かにはなっているが、与党に票が流入したのは結論的にいえば、野党のふがいなさであった。それにしても衆議院の300議席は、選ばれた方よりも、選んだ方がびっくりした。この300背景に中曽根さんは3選をねらっているようだが、300実現にかけ回った3人のニューリーダーは、内心、そうはさせたくないだろうし今秋おこなわれる総裁選は興味深い。

□海造審造船対策部会の答申を受け、運輸省の具体策作りが本格化してきた。共同設備処理の基準や買い上げ、債務保証、税制など支援措置はどうなるのか。また将来、海運界の需要バランスの動きいかんによっては、設備規制の緩和も当然出て来るだろうし、これらは今後のわが国造船業を占う意味で非常に重要な問題である。設備処理の対象となる44社のうち32社が単一船台であって、基数単位による設備処理を行えば、おのずと単一船台の造船所はどこかと組んで共同処理をしなければならない。

しかし、いちばん大事な問題は、過当競争体質から抜け出すその第一歩として、将来に発展の余地を残すような実質的な協力関係を結ぶとか必要であって、グループ化の基準と運用は重要な問題である。単なる数字合わせに終らない様、世界一体となって頑張ってもらいたい。

□英国の青年実業家ら6人乗り組みの快速艇「バージン・アトランチック・チャレンジャーII」(30トン)が、6月29日夕、船による大西洋横断スピード記録を3日間8時間59分と34年ぶりに更新し、これまでの記録保持国アメリカから、最も速い大西洋横断船に与えられる「ブルー・リボン」賞を奪還した。チャレンジャーIIは、全長22.02m、幅5.82mのアルミニウム製船体に2000馬力のディーゼルエンジンを2基備え、最高速力約50ノット同船はニューヨーク港を出発。英国南西端沖のシリー諸島ビショップ・ロック灯台下にゴールインし、1952年7月7日、米国の客船「ユナイテッド・ステーツ」(51,988トン)がつくった3日間と10時間40分の記録を2時間9分短縮した。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合もありますので、本誌確保ご希望の方は直接協会宛お申込み下さい。バックナンバーも備えてあります。

予約金 { 6カ月分 6,900円 (送料共)
1ケ年分 13,200円

運輸省海上技術安全局監修
造船海運総合技術雑誌 船の科学

昭和61年8月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
昭和61年8月10日発行 { 第3種郵便物認可 }

©禁転載 第39巻 第8号 (No.454)

定価 1,200円 (〒55円)

発行所 株式会社 船舶技術協会

発行人 天田尚孝

〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)

編集委員長 田宮真

振替口座 東京 3-70438 電話 03(552)8798

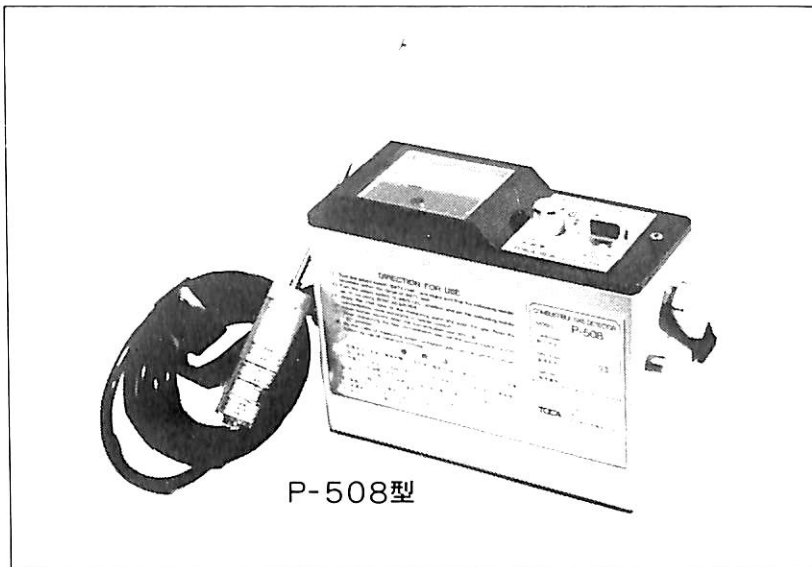
印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用携帯形可燃性ガス検知器

P-508型

電気部・本質安全防爆構造
検知部・耐圧防爆構造

労働省産業安全技術協会検定合格
日本海事協会形式試験合格



●概要●

本器は各種可燃性ガスの漏洩検知に用いる携帯用の可燃性ガス検知器で、可燃性ガスおよびケミカルの製造事業所、備蓄基地、タンカー、消費設備等の保安用として幅広く御使用戴けます。携帯に便利なように小型軽量に作られていますので長時間の可搬にも疲れません。採気棒部にはWSフィルターを内蔵していますので水吸取によるセンサーの故障を未然に防ぐことが出来ます。☆カタログのご請求は、下記に御連絡下さい。

●特徴●

- 小型軽量です
- ホンプ内蔵の自動吸引式で操作が簡単です
- 感度切換により低濃度(0~20%L.E.L.)のガス検知も容易です
- 警報ブザーを内蔵しており20%L.E.L.にて警報を発する(設定可)
- センサーは長寿命・高感度で交換容易です
- 防爆構造(検知部;耐圧防爆、電気部;本質安全防爆)なので危険場所でも安心してご使用になれます

TOICA 株式会社 **東科精機**

〒211 川崎市中原区新丸子町756

☎044(733)3381(代表)

TELFAX 044(722)7460

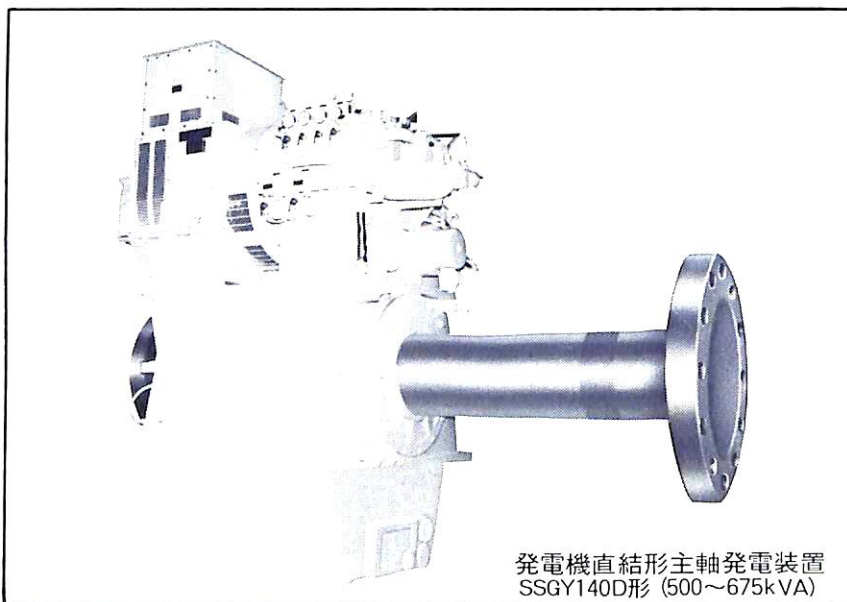
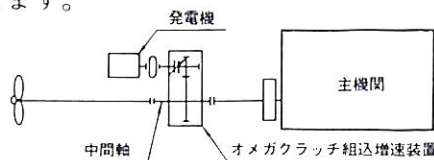
NICO オメガクラッチ式 主機駆動発電システム

主機発電で省燃費

NICO社は、各種船種、発電機容量、配置方法を考え最適な主機発電駆動装置を供給いたします。

特長

1. 発電機の回転数を常に一定に保持します。
2. 補機関の省略、燃費、維持費を節減します。
3. コンパクト設計です。
4. 機関室の温度上昇がありません。
5. 電波障害がありません。
6. 機関室の騒音が低下します。
7. 補助発電機への負荷移行が可能です。
8. 省力化を推進します。
9. 補機駆動発電機との並列運転も可能。



発電機直結形主軸発電装置
SSGY140D形 (500~675kVA)

新潟コンバーター株式会社

LICENSED BY TWIN DISC, INCORPORATED, RACINE, WISCONSIN, U.S.A

本社／東京都渋谷区千駄ヶ谷5-27-9

〒151 ☎(03) 354-1271

営業所／大阪(06) 202-6021

名古屋(052) 211-4385

広島(082) 245-2378

福岡(092) 712-0853

札幌(011) 221-6165

船の科学

定価 一三〇〇円

東京都中央区新川一丁目1番1号
（株）船舶技術協会
電話 東京（記）八七九八番