

船の科学 1991 6

VOL.44 NO. 6



74M Car Ferry Type Wave Piercer "SeaCat Tasmania"



CORNES インキャット・デザイン日本総代理店
コーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド
TEL (03)3272-5771 FAX (03)3271-0676

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
 - 150,000dwt 1基
 - 28,000dwt 1基
- フローティング・ドック 1基
 - 10,000T(リフティング・キャブ) 165×29(m)
- 1,800m(総延長)修繕岸壁
- 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
- 電子機器およ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行。



入渠中のカベラケミカル殿ケミカルタンカー

会社別主要御得意先(順不同)

大 洋 商 船	北 真 船 舶	東 京 マ リ ン
三 光 汽 船	英 雄 海 運	安 保 商 店
日 正 汽 船	萬 野 汽 船	日 魯 漁 業
上 村 海 運 商 会	東 大 日 マ リ	雄 洋 海 運
関 汽 外 航	乾 日 汽 船	シ ン コ ー ・ マ リ タイ ム
近 海 タ ン カ ー	山 下 新 日 本 汽 船	永 井 海 運
鹿 島 汽 船	関 兵 海 運	大 洋 海 運
大 阪 商 船 三 井 船 舶	住 友 商 事	神 運 汽 船
中 野 海 運	フ ァ ー イ ー ス ト ・ シ ッ ピ ン グ	八 幡 汽 船
フ ァ ー イ ー ス ト ・ シ ッ ピ ン グ	ク リ ム ソ ン ・ ラ イ ン	パ ル シ ッ ピ ン グ
中 村 汽 船	矢 野 海 運	共 栄 タ ン カ ー
	神 戸 シ ッ ピ ン グ	極 東 船 舶



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

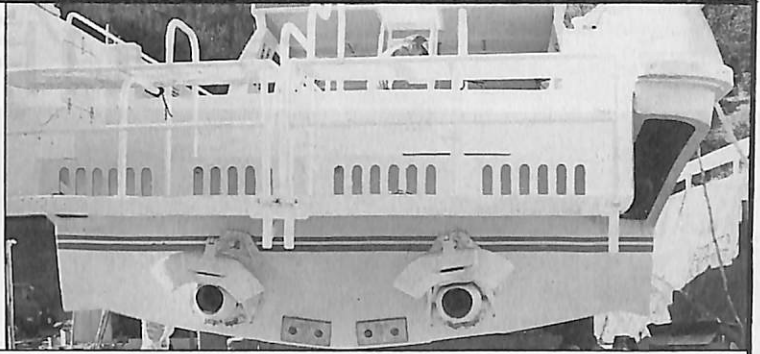
〒105 東京都港区西新橋1-1-3(東京桜田ビル) 電話(03)(3503)2030(代)
テレックス222-3266 "AALL J"
〒650 神戸市中央区波止場町3番1号 電話(078)(391)1181(代)
テレックス5622-414 "AALL KB J"

石垣島に就航した
“ねくとん”と“いるもて”

291型×2基

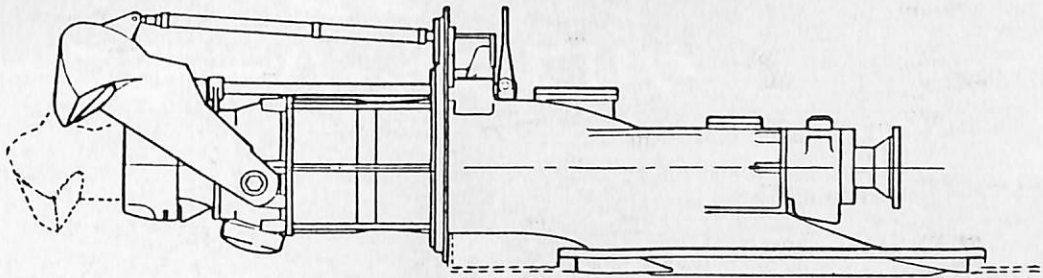
ねくとん/船主: Mr.SAKANA

いるもて/船主: いるもて荘
ダイビングサービス



設計・西村満季: 建造・双乃葉造船所: エンジン・三菱S6M3-MTK 420ps/2440rpm: ハミルトン ジェット #291×2

▶ 40~60ノット・クラス超高速船は HSハミルトン・ジェット



● 新世代シリーズ ●

211	200 P S	クラス
271	300 P S	クラス
291	400 P S	クラス
362	700 P S	クラス
402	1000 P S	クラス
422	1500 P S	クラス

● HS シリーズ ●

HS292	952 P S	クラス
HS363	1632 P S	クラス
HS423	2176 P S	クラス

● HMシリーズ ●

HM521	1900 P S	クラス
HM571		クラス
HM651	3050 P S	クラス
HM721		クラス
HM801	4500 P S	クラス
HM881		クラス
HM961	6500 P S	クラス



Distributor by.....コンポーゼット屋

株式会社 ミヨシ・コーポレーション

〒467 名古屋市瑞穂区松園町1-84

電話 (052)835-3351(代)

FAX (052)835-3354

Telex. 447-7344 MIYOSI J.

↓ ハミルトン・ジェットのご相談は次の特約店にお願い致します ↓

<p>(株)海栄船用 宮城県石巻市魚町2-9-24 TEL: (0225)96-6287 FAX: (0225)93-5550</p>	<p>鬼塚鉄工所 熊本県本渡市楠浦町錦島港 TEL&FAX: (09692)2-3974</p>	<p>(有)八重山マリンサービス 沖縄県石垣市新川2460-5 TEL: (09808)3-1484 FAX: (09808)2-9494</p>	<p>(株)清家商会 大分県佐伯市春日町3-6 TEL: (0972)23-3111 FAX: (0972)23-6666</p>
<p>(有)マリンビジネスリース 兵庫県西宮市古川町3-6-303 TEL: (0798)41-7373 FAX: (0798)45-1174</p>	<p>(有)ナカイ ケンベイ マリンサービス 三重県伊勢市有滝町1998 TEL&FAX: (0596)37-3181</p>	<p>名瀬港運荷役(株) 鹿児島県 名瀬市塩浜町2266-22 TEL: (0997)52-2311 FAX: (0997)52-6777</p>	<p>清水ボートサービス 静岡県清水市上力町5-16 TEL: TEL&FAX: (0543)35-9640</p>

受賞作品です。

Ship of the Year

受賞
クリスタル・ハーモニー



日本郵船の豊かな経験と三菱重工の最新の技術の結晶〈クリスタル・ハーモニー〉が、記念すべき第1回の「Ship of the Year」を受賞いたしました。日本郵船と三菱重工は、これからも力を合せ、客船事業の拡充に努力いたします。どうぞ、今秋11月デビューの〈飛鳥〉にも御注目ください。

※技術的・芸術的に最も優れた船(国産)を選定し、表彰するため、(社)日本造船学会が今年3月に制定。1990年度(第1回)は、過去5年間の建造船が対象となった。

'90*

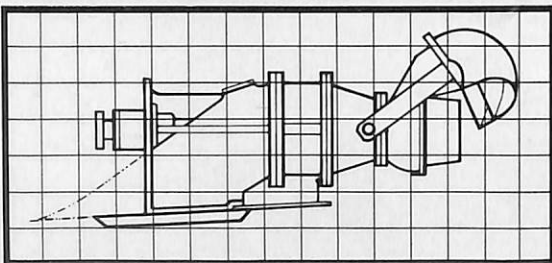


ドーエン・マリン・ジェット

ドーエンのウォーター・ジェット推進器は滑走型・排水型船舶を
効率良く推進させ快適な操船性と機動性を発揮します。



- シンプル構造
- 高効率／軽量
- 取付／整備が容易
- 高い信頼性と耐久性



ドーエン・マリン・ジェット機種

- | | |
|----------|---------|
| DJ-60型 | DJ-110型 |
| DJ-80型 | DJ-130型 |
| DJ-80H型 | DJ-140型 |
| DJ-100型 | DJ-200型 |
| DJ-100H型 | 各直進専用機 |

日本総代理店

CORNES

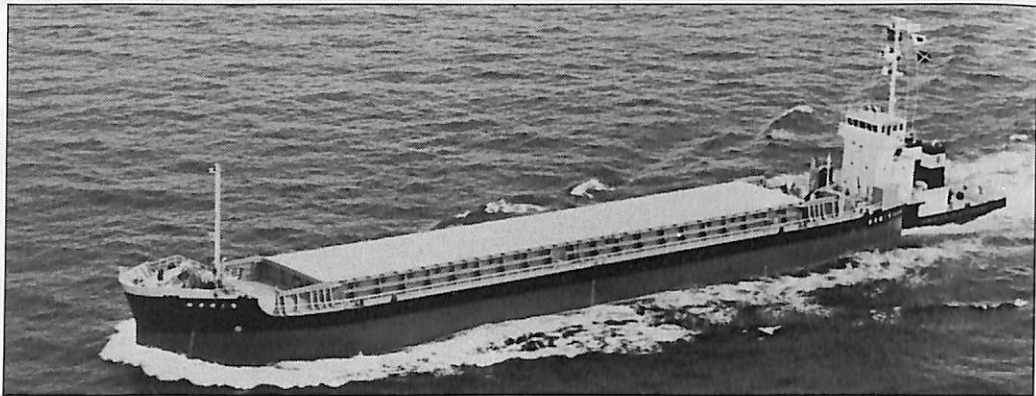
ユーンズ・アンド・カンパニー・リミテッド
マリン デイベロップメント

東京都中央区日本橋2-3-10 丸善ビル 〒103 ☎(03)3272-5771 FAX(03)3271-0676

目 次

- 7 新造船紹介 (No 512)
- 14 日本商船隊の懐古No 143(もとりいる丸, 北嶺丸, 八海丸).....山 田 早 苗
- 18 快速双胴艇V-CATを開発.....N K K
- 19 320名乗り超高速旅客船“にっしょう”
長崎(大波止ターミナル)~鹿児島(串木野新港)100分運航.....安田産業汽船
- 20 RCCLの大型豪華客船“NORDIC EMPRESS”のインテリア(1).....府 川 義 辰
-
- 25 5月のニュース解説(平成2年度造船事情).....米 田 博
- 新造船紹介
- 28 78,000 m³型多目的液化ガス運搬船
“BERGE COMMANDER”の概要.....N K K
- 33 IBC Type II & III ケミカルタンカー“FUJIGAWA”の概要.....新来島どっく
-
- 40 船型学50年(6) — 眼でみる船型試験 —乾 崇 夫
- 随 筆
- 48 Weather damage and it's lesson (2)高 城 清
-
- 錨鎖懸垂部の比較 ...
- 52 錨鎖の曲線と伸出量.....濱 村 建 治
-
- 造船・海運各社の新事業シリーズ (48)
- 57 パブリック ゴルフコース「日吉原カントリークラブ」の紹介.....三 井 造 船
本格ログハウスを建設・販売N K K
-
- 58 ●海外造船所レポート
ブラジル造船界の現状.....間 野 正 己
-
- 60 ●溶接不用のプレファブパイプ
船内配管に対するラップジョイント継手について(1).....日本プスネス
-
- 65 ●抄 訳
水素エネルギー輸送.....編 集 部
-
- 69 ●船のスケッチ画集 (35)
国内フェリー乗船記 — 「東北編」 2小 林 義 秀
-
- 72 ●日本艦艇の電気技術史その後
日本海軍無線・電波技術小史(5).....津 村 孝 雄
-
- 75 ●統計資料
ロイド商船船腹量統計(1990年版).....ロイド船級協会
- 79 1990年世界商船の竣工量.....ロイド船級協会
-
- 80 ●連載講座
船舶電子航法ノート(169).....木 村 小 一
-
- 85 ●IMOコーナー(第113回)
第35回SLF小委員会の報告.....運輸省海上技術安全局
-
- ニュース 純白の豪華客船“飛鳥”進水 日本郵船
●海外ニュース 安全な航海のための水平舵 英国

プッシャーバージには経験と信頼性の自動連結装置
アーティカップル



- ★ 抜群の耐航性
- ★ あらゆる用途に
 応じる多様な機種

- ★ 連結・切離し30秒
- ★ 指先一つで遠隔操作

タイセイ・エンジニアリング株式会社

東京都中央区日本橋浜町3-12-3
 ホリベビル5F 電話 (03)3667-6633
 ファックス (03)3667-6925

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



船舶艙装品研究所

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)



カーフェリー

い し かり 太平洋フェリー株式会社

ISHIKARI

三菱重工業株式会社神戸造船所建造(第1183番船)	竣工	3-3-18
全長 192.5m	垂線間長 175.0m	満載喫水 6.9m
総噸数 14,257T	載貨重量 6,938t	満載喫水 (4.6m×1.7m) 151台
燃料油槽 975.9m ³	燃料消費量 75.9t/day	三菱MAN-B&W14V52/55B形
(予) 機関×2	出力(連続最大) 14,770PS (450/141rpm)×2	プロペラ 4翼2軸CPP
補汽缶 ガゼリウス 整形円筒水管式	3,500kg/h×1	無線装置
送(主) 0.26kW×1 (補) 50W×1 受(主)、(補) 各1	船船電話 VHF	衝突予防装置 レーダ
速力(試運転最大) 23.96kn (満載航海) 21.5kn	航船距離 3,500哩	JG第2種船・近海区域
船型 全通二層甲板船	航船距離 854名	名古屋～仙台～苫小牧
乗組員 54名	旅客 854名	
姉妹船 きそ、きたかみ		
船級・区域資格 JG第2種船		
航路 航路		
船級・区域資格 JG第2種船		
航路 航路		
船級・区域資格 JG第2種船		
航路 航路		



旅客船 **はまゆう丸 2** 船舶整備公団・東海汽船株式会社

No. 2 HAMAYUU MARU

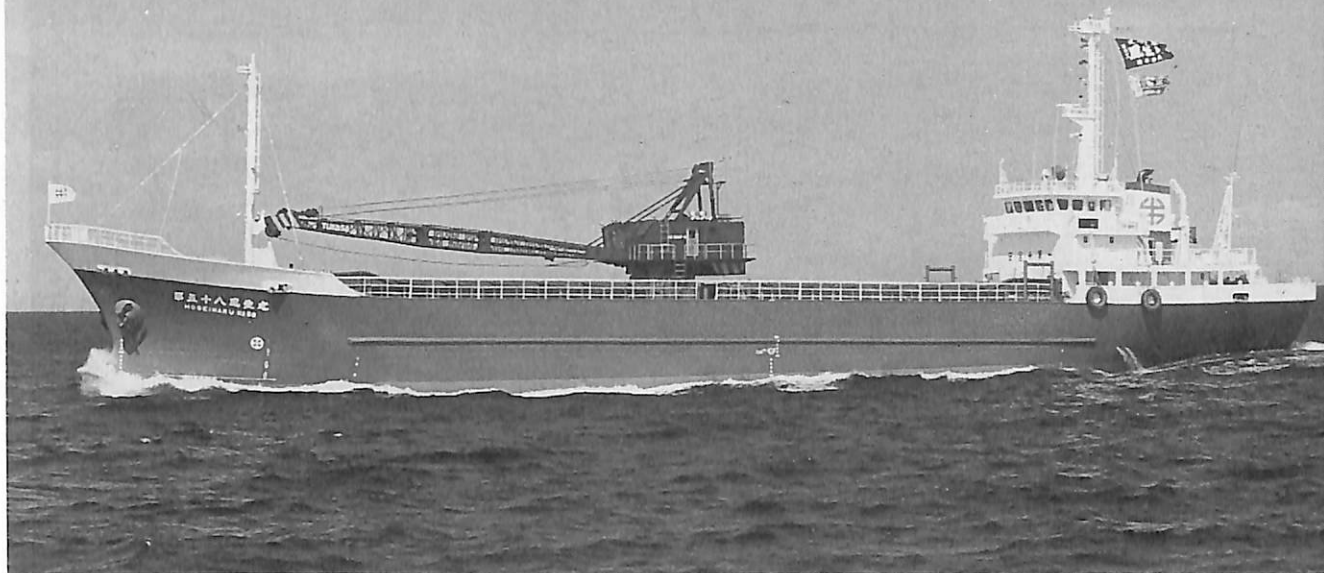
三菱重工業株式会社下関造船所建造(第952番船)		起工	2-7-24	進水	2-10-24	竣工	3-1-17
全長	67.50m	垂線間長	60.00m	型幅	10.50m	型深	4.40m
満載排水量	6,151 t	総噸数	882 T	載貨重量	460.8 t	燃料油槽	98.1 m ³
燃料消費量	約 8.7 t/day	清水槽	43.6 m ³	主機関	新潟 8 MG 28 H X 形 (デ) 機関 × 1	出力 (連続最大)	3,000 PS (750 rpm) (常用) 2,550 PS (710 rpm)
プロペラ	5 翼 1 軸	発電機	350 kVA × 445 V × 60 Hz × 1,200 rpm × 2	無線装置	25 W × 1	船舶電話	VHF
航海計器	レーダ	速度 (試運転最大)	17.16 kn	(満載航海)	15.3 kn	航続距離	1,700 浬
船級・区域資格	JG 限定沿海	船型	全通船楼甲板船	乗組員	15名	旅客	650名 (夏期 800名)
スタビライザ,	アンチローリング	タンク,	バウスラスタ	航路	稲取~大島~伊東		

自動車運搬船 **豊徳丸** 船舶整備公団・日徳汽船株式会社

HOTOKU MARU

株式会社臼杵造船所建造(第1607番船)		起工	2-4-26	進水	2-9-8	竣工	2-11-5
全長	110.00m	垂線間長	100.00m	型幅	20.00m	型深	11.60 / 6.20m
満載排水量	6,151 t	総噸数	4,121 T	載貨重量	3,286 t	Car搭載数	乗用車 752台
燃料油槽	450 m ³	清水槽	190 m ³	主機関	日立-B & W 7 L 42 M C 形 (デ) 機関 × 1	補汽缶	
出力 (連続最大)	8,120 PS (168 rpm) (常用) 6,900 PS (168 rpm)	プロペラ	4 翼 1 軸 CPP	発電機	大洋電機 FE 41 D - 10	航海計器	レーダ
三浦ボイラ	HTB - 40 H 7 kg/cm ² × 400,000 kcal/h,	排エコ	346,000 kcal/h	無線装置	船舶電話	航続距離	6,500 浬
600 kVA × 2, 軸発	600 kVA × 1	船級・区域資格	NK・沿海	船型	船尾機関二層甲板船	乗組員	15名
速度 (試運転最大)	20.268 kn (満載航海) 18.00 kn	ランプ扉	22.0m × 4.5m × 2				





砂利運搬船 第五十八 鳳生丸 鳳生汽船株式会社
HOSEI MARU No. 58

本田造船株式会社建造(第818番船)	起工 2-7-5	進水 2-8-21	竣工 2-10-5
全長 72.76m 垂線間長 67.00m	型幅 12.20m	型深 7.00/4.33m	満載喫水 4.28m
満載排水量 2,536.33t	総噸数 499T	載貨重量 1,517t	貨物艙容積(べ) 1,997.883m ³
艙口数 2	ジブクレーン 直巻13.0T	燃料油槽 A 30.58m ³ B 128.44m ³	燃料消費量(A) 5.6t/day
清水槽 39.63m ³	主機関 阪神-6LU35-D形(デ)機関×1	出力(連続最大) 1,600PS(280rpm)	(常用) 1,360PS(265rpm)
	プロペラ 4翼1軸 CPP	発電機 ヤンマー 150kVA×225V×180PS×1	無線装置 SSB10W
	(デ)三菱50kVA×225V×60Hz×62PS×1, 軸発 125kVA×AC225V×60Hz×1		
船舶電話 航海計器 ロラン レーダ	速力(試運転最大) 13.5kn (満載航海) 11.5kn	航続距離 3,500浬	
船級・区域資格 JG 近海(非国際)	船型 全通二層甲板船	乗組員 6名	同型船 第五十六鳳生丸

中型掃海艇(672) う わ じ ま 防衛庁
UWAJIMA

NKK鶴見製作所建造(第1044番船)	起工 1-5-18	進水 2-5-23	竣工 2-12-19
全長 57.70m	最大幅 9.40m	深さ 4.20m	喫水 2.42m
			基準排水量 490t
主機関 三菱6NMU-TA(B) I型(デ)機関×2	軸馬力 900PS×2	プロペラ 4翼2軸 CPP	
速力 14.0kn	主要兵装 20mm機関砲×1, 掃海装置 一式	昭63年度計画	配属第2掃海隊群21掃海隊





シーエスケー バリエント

輸出油槽船 **CSK VALIANT**

船主 Palace Tankers Inc. (Marshall Islands)
 幸陽船渠株式会社建造(第2018番船) 起工 2-3-6 進水 2-6-27 竣工 2-10-24
 全長 246.84m 垂線間長 235.0m 型幅 42.00m 型深 19.95m 満載喫水 13.40m
 総噸数 52,511T 純噸数 28,137T 載貨重量 97,151t 貨物油槽容積 110,814.4m³
 主荷油ポンプ 2,500m³/h×135m×3 燃料油槽 3,382m³ 清水槽 423m³ 主機関
 三菱-Sulzer 6RTA72形(テ) 機関×1 出力(連続最大) 13,800PS (80rpm) (常用) 12,240PS (76.9rpm)
 プロペラ 5翼1軸 補汽缶 三菱MAC-55B×1 発電機 850kVA×60Hz×720rpm×2
 無線装置 送(主) 1.5kW, (補) 50W×1 受(主), (補) 全波×1 船船電話 海事衛星通信装置 レーダ
 速力(試運転最大) 15.3kn (満載航海) 14.0kn 航統距離 25,200 浬 船級・区域資格 NK (M0)
 船型 平甲板型 乗組員 26名

10

アクション エクスプレス

輸出油槽船 **ACTION EXPRESS**

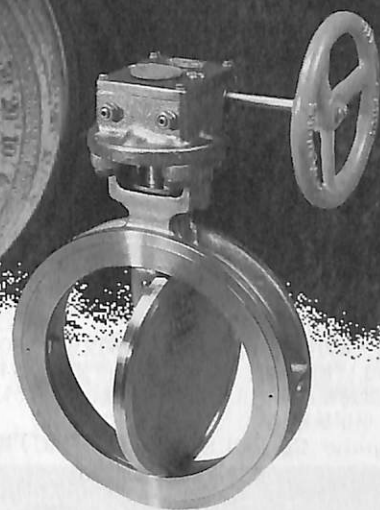
船主 Perennial Transport Inc. (Panama)
 波止浜造船株式会社建造(第874番船) 起工 2-2-28 進水 2-6-14 竣工 2-11-30
 全長 225.00m 垂線間長 215.00m 型幅 32.20m 型深 20.40m 満載喫水 12.246m
 総噸数 39,247T 純噸数 16,456T 載貨重量 59,997t 貨物油槽容積 85,877.4m³
 主荷油ポンプ 1,500m³/h×150m×4 デリック 15t×1 燃料油槽 2,324.7m³ 燃料消費量 29.1t/day
 清水槽 428.8m³ 主機関 三菱6UEC60LS形(テ) 機関×1 出力(連続最大) 11,300PS (80.2rpm)
 (常用) 9,600PS (76rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 コンポジット水管式 45,000kg/h×16kg/cm²G飽和×1
 発電機 AC450V×60Hz×3 (原) ダイハツ810PS×3 無線装置 送(主) 0.8kW×1 (補) 150W×1
 受(主), (補) 各1 海事衛星通信装置 VHF 航海計器 NNSS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大)
 15.06kn (満載航海) 14.0kn 航統距離 19,000 浬 船級・区域資格 NK 遠洋 乗組員 30名





●あらゆる流体に適用の長寿命シート・ダブルメカロック・インジューメンテナンス

やわらかい発想で、21世紀企業をめざします。



■船用モデル

BF バタフライバルブ Mシリーズ

- オイルタンカー用 ●プロダクトキャリアー用
- ケミカルタンカー用 ●各種バラスト用

BF ビーエフ工業株式会社

- 東京営業所 〒103 東京都中央区日本橋人形町3-4-1 矢島ビル3F
電話03-3663-7241 FAX.03-3664-1526
- 大阪営業所 〒550 大阪市西区立売堀1-4-8カクダイビル6F
電話 06-532-5351 FAX. 06-532-5353
- 本 社 〒124 東京都葛飾区東立石2-4-5
電話 03-3694-5251 FAX.03-3694-5258



ベルゲ コマンダー

輸出LPG/アンモニア運搬船 **BERGE COMMANDER**

船主 Partrederiet Berge Commander ANS (Norway)
 NKK 津製作所建造(第123番船) 起工 2-5-28 進水 2-10-17 竣工 3-3-26
 全長 223.99m 垂線間長 212.00m 型幅 36.00m 型深 21.80m 満載喫水 12.421m
 総噸数 45,032T 純噸数 17,687T 載貨重量 56,875 t LPGタンク容積 78,543 m³
 主荷油ポンプ 530 m³/h×120m×8 タンク数 4 クレーン 5 t×10m/min×1 燃料油槽 3,390 m³
 燃料消費量 46.9 t/day 清水槽 325 m³ 主機関 DU-Sulzer 7RTA62形(デ) 機関×1
 出力(連続最大) 17,780 PS (101 rpm) (常用) 16,000 PS (97.5 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 9 t/h×
 9 kg/cm²×1, 3.8 t/h×4.5 kg/cm²×1 発電機 大洋電機 930 kW×3 (原) Bergen 1,390 PS×3 (タ) シンコー 930 kW×1
 (非) 大洋電機 150 kW×1 無線装置 送 750 W×1 受 10 kHz~30 MHz 海事衛星通信装置 VHF 航海計器
 デッカ NNSS GPS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 18.77 kn (満載航海) 16.75 kn
 航続距離 19,000 浬 船級・区域資格 DnV・E0 遠洋 船型 低船尾係留甲板付平甲板船 乗組員 34名
 NKK-SURF 装備, GMDSS 先取適用, CRT モニタリング, 容量 IGG 採用 (本文28頁参照)

12

ビーピー アドベンチャー

輸出プロダクト運搬船 **BP ADVENTURE**

船主 B P Shipping Limited (Bermuda)
 三菱重工業株式会社長崎造船所建造(第2032番船) 起工 2-2-13 進水 2-4-27 竣工 2-12-21
 全長 176.20m 垂線間長 169.00m 型幅 30.80m 型深 17.00m 満載喫水 11.525m
 総噸数 23,967T 純噸数 11,581T 載貨重量 41,035 t 貨物油槽容積 48,278.6 m³
 主荷油ポンプ 800 m³/h×150m×4 クレーン 10 t×1 燃料油槽 1,547.7 m³ 燃料消費量 18.1 t/day
 清水槽 344.2 m³ 主機関 三菱 UE6UEC52LS 形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 7,000 PS (90.0 rpm)
 (常用) 6,300 PS (86.9 rpm) プロペラ 5翼1軸 補汽缶 16 kg/cm², 203 °C 30,000 kg/h
 発電機 450 kW×900 rpm×3, 80 kW×1,800 rpm×1 無線装置 送(主) 1.5 kW×1, (補) 130 W×1 受(主), (補)
 全波各1 船舶電話 海事衛星通信装置 VHF 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダ
 速力(試運転最大) 15.10 kn (満載航海) 14.0 kn 航続距離 21,000 浬 船級・区域資格 LR 遠洋
 船型 平甲板船 乗組員 20名 三菱リアクションフィン, Mitsubishi Cargo pump
 Automatic Control System (C-PAC) 採用 同型船 BP Admiral





リッチ ウエイ
輸出木材 / 撒積貨物船 **RICH WAY**

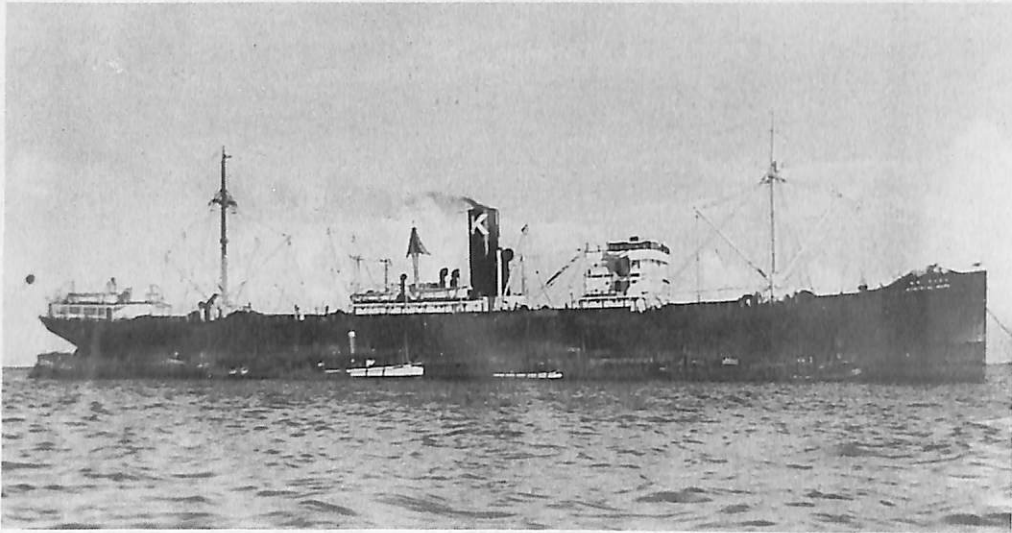
船主 Primus Shipping Corp. (Philippines)
 石川島播磨重工業株式会社建造(第3001番船) 起工 2-3-6 進水 2-5-31 竣工 2-10-22
 全長 180.80m 垂線間長 171.00m 型幅 30.50m 型深 15.30m 満載喫水(ext.) 10.931m
 総噸数 22,147T 純噸数 12,665T 載貨重量 38,852 t 貨物艙容積(ベ) 44,492m³(グ) 46,112m³
 艙口数 5 クレーン 25 t×22m×4 燃料油槽 1,595 m³ 燃料消費量(常用出力にて) 19.4 t/day
 清水槽 320 m³ 主機関 DU-Sulzer 6RTA52形(デ) 機関×1 出力(連続最大) 7,900 PS (94 rpm)
 (常用) 6,715 PS (89 rpm) プロペラ 4翼1軸 補汽缶 AQ-12水筒式 最大 1.5 t/h×7 kg
 発電機 450kW×450V×720 rpm×3 無線装置 送(主) 0.8kW×1 (補) 130W×1 海事衛星通信装置
 VHF 航海計器 デッカ NNSS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 15.6kn (満載航海) 14.5kn
 航続距離 24,000 哩 船級・区域資格 NK 遠洋 船型 球状船首型平甲板船 乗組員 32名

コティカ
輸出冷凍運搬船 **COTTICA**

船主 Providence International Ltd. (Hong Kong)
 林兼船渠株式会社建造(第967番船) 起工 2-8-10 進水 2-10-23 竣工 3-1-25
 全長 108.81m 垂線間長 99.80m 型幅 16.40m 型深 9.80m 満載喫水 5.85m
 総噸数 4,660T 純噸数 2,136T 載貨重量 7,281 t 艙口数 3 クレーン 5Lt×40m/min×3
 燃料油槽 742 m³ 燃料消費量 15 t/day 清水槽 103 m³ 主機関 マキタ B&W7L35MC型(デ) 機関×1
 出力(連続最大) 5,320 PS (200 rpm) (常用) 4,790 PS (193 rpm) プロペラ 4翼1軸
 補汽缶 Gadelius Marine CPDB-07 発電機 富士 550kVA×3 (原) ヤンマー 660PS×720 rpm×3
 無線装置 送(主) 1.5kW×1 (補) 70W×1 受(主), (補) 各1 船舶電話 海事衛星通信装置 VHF
 航海計器 ロラン NNSS 衝突予防装置 レーダ 速力(試運転最大) 17.676kn (満載航海) 16.00kn
 航続距離 14,000 哩 船級・区域資格 LR 遠洋 船型 長船首楼付平甲板船 乗組員 21名
 同型船 Coppename



貨物船 もんとりいる丸 川崎造船所→川崎汽船



川崎造船所建造(第482番船)	船船番号 28910	信号符号 SKTG→JHED
起工 大10-11-24	進水 11-9-6	竣工 11-11-25
全長 128.65m	垂線間長 123.44m	型幅 16.15m
満載喫水 8.59m	満載排水量 18,869.0 t	総噸数 6,576.52 T
満載重量 9,946.40 t	貨物艙容積(ベ) 13,055 m ³ (グ) 14,311 m ³	純噸数 4,044.0 T
出力(連続最大) 5,044 PS (常用) 3,100 PS		主機関 三連成レシプロ機関×1
船級・区域資格 逋信省第1級船・遠洋区域	ロイド 100A1 with free board LMC	速力(試運転最大) 14.74kn (満載航海) 12.0kn
旅客 1等19名	船籍港 神戸	乗組員 44名

川崎造船所のストックポート。大正3年、第1次世界大戦勃発による海運界の船腹不足に因るため川崎造船所は、大正5年から8年にかけて42隻、381,654 D/Wの大量のストックポートを建造、いずれもイッシュアウッド構造を採用して工期の短縮をはかり、起工より竣工まで30日間という記録をたてた船もあった。

大正7年、川崎造船所船舶部が設置されて16隻のストックポートを所有して運航業務を開始した。

大正15年、川崎造船所船舶部の独自の航路として開発した、川崎ノース・パシフィック エクスプレスラインに配船、ふろりだ丸、たいん丸、ぼしふいっく丸と本船の4隻で月1回の配船となり内地とシアトル間に就航した。

昭和6年3月10日のシアトル行きを最後にシアトル線を撤退、昭和6年9月10日神戸発よりオーストラリア航路に配船。

昭和8年8月24日神戸発よりニューヨーク航路に配船4カ月に1回発航の定期となる。

昭和9年12月1日、川崎造船より川崎汽船の所有となり、引続きニューヨーク線に就航。

昭和14年4月1日神戸を出港、シアトル、バンクーバー、サンフランシスコ経由、中南米西岸へ就航。

昭和16年2月28日神戸出港、ニューヨーク航路へ。

昭和16年6月、国際情勢の悪化によりオーストラリアに対する配船の逐次困難となり、本船の就航を最後に同航路は休止となる。

昭和16年10月陸軍に徴用され軍用船となり、10月17日黄浦発、満州方面より第14軍団を乗せて11月15日コロ島より、11月20日基隆に集結、84隻の大船団で基隆を出撃12月22日、フィリピンリンガエン湾に進入、部隊を揚陸した。

昭和17年1月2日一旦高雄にもどりバンコック、サイゴン方面を行動ののち3月10日宇品にもどる。

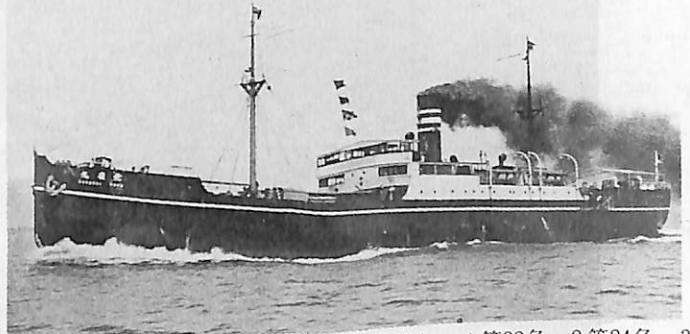
昭和17年3月11日福岡発、3月から6月にかけてシンガポール、ラングーン、香港方面を行動し8月25日門司に帰る。

昭和17年11月10日、アッツ島再占領に向う歩兵302大隊、独立工兵303中隊の1部と弾薬をつみ、小樽を出港幌筵経由をして「石垣」の護衛でアッツ島に向う。

昭和18年1月6日、キスカ北方約150kmの海上にて敵機の空爆により沈没した。本船には、独立歩兵302大隊機関銃中隊、歩兵砲中隊の主力216名、独立工兵303中隊の2小隊76名、野戦病院23名、その他516名、合計831名が船と運命を共にした。北緯53°28'、東経177°52'の地点であった。

貨客船 北 嶺 丸 近海郵船→東亜海運

横浜船渠建造(第S-120番船)
 船舶番号 30331 信号符号 SRBQ→
 JYNA 起工 大11-11-10
 進水 13-6-30 竣工 13-7-31
 垂線間長 83.67m 型幅 12.65m
 型深 6.93m 満載喫水 5.63m
 満載排水量 4,333 t 総噸数 2,085.0T
 純噸数 1,253T 載貨重量 2,672 t
 貨物艙容積(べ) 3,024 m³ (グ) 3,248 m³
 主機関 三連成レシプロ機関×1
 出力(連続最大) 2,823 PS (計画) 1,700 PS
 速力(試運転最大) 14.73 kn(満載航海) 12.0 kn
 船級・区域資格 逓信省第1級船 鋼船
 乗組員 70名 旅客 1等18名, 2等14名
 3等41名 姉妹船 南嶺丸 船籍港 東京



近海郵船の天津航路用に使用するために建造した2隻の姉妹船の1隻で、航路の関係上、砕氷型の貨客船であった。また、山東省の牛肉を輸入するために大型の冷蔵庫を有していた。船籍は東京。

大正13年8月9日神戸を出港して天津に向け処女航海に出る。その後、一貫して内地と天津の間を往復。

昭和6年1月9日大沽発天津に向け白河を逆航中、氷結して船体の自由を失い乗客を上陸させて解氷を待つ事故があった。

昭和7年3月13日06:00大阪港にて3等船室を焼失する火災事故あり。

昭和13年上部構造を増設し、1等32名、2等24名、3等112名の定員増となった。増設工事は三菱横浜が担当。

昭和14年8月、東亜海運が創立され、本船は同社に現物出資され、10月16日神戸出港より東亜海運の天津航路に就航。昭和14年12月には一時、清津航路に就航したが再び天津航路にもどる。大戦中は陸軍軍用船となる。

昭和19年8月27日08:00門司発、ミ17船団15隻で9月25日ミリー着、10月3日マニラ発マタ28船団8隻で高雄に向う途中、フィリピンリンガエン沖にて雷撃により沈没した。本船にはパラオ引揚げ邦人230名、軍人50名が乗っていた。

貨物船 八 海 丸 板谷商船

玉造船所建造(第249番船)
 船舶番号 45320 信号符号 JXB M
 起工 昭13-5-21 進水 13-11-12
 竣工 14-2-21 垂線間長 128.76m
 型幅 17.70m 型深 8.30m
 満載喫水 7.57m 満載排水量 12,390 t
 総噸数 5,114.18T 純噸数 2,966.01T
 載貨重量 8,453 t 貨物艙容積(べ) 13,797 m³
 (グ) 14,877 m³ 主機関 B & W式ディーゼル
 機関2DA型 1基 出力(連続最大) 5,424 PS
 (計画) 4,700 PS 速力(試運転最大) 17.38 kn
 (満載航海) 16.0 kn 船級・区域資格
 逓信省第1級船 乗組員 37名
 旅客 一等4名 船籍港 神戸



板谷商船が、玉造船所に発注したディーゼル貨物船で昭和13年11月12日13:00玉野にて進水した。

昭和16年3月26日、海軍に徴用され佐世保鎮守府所属、連合艦隊配属の工作船となる。

昭和18年5月26日、第2海上護衛隊、4526船団でトラック島発、6月5日横須賀入港、同港に停泊中、北方行動に必ず兵器の新装、整備、防寒服、資材を積み込み6月15日横須賀発、6月19日大湊着、6月23日幌筵着、連合艦隊配属の工作船として北方部隊に編入。

昭和18年8月28日、幌筵発、大湊に回航。

昭和18年9月21日、横須賀発3921船団で10月1日トラ

ック着。

昭和18年10月連合艦隊配属の工作船として外南洋部隊に編入、ラバウルに向うべくトラックに待機中、10月7日菊川丸爆沈事件のためトラックにて修理に当たる。

昭和18年11月9日トラック発、11月13日より11月30日までラバウルに停泊。

昭和19年1月17日ラバウル港、中の州立標に停泊中10:55空爆を受け機関室に命中、船尾より沈下、11:55船首を上水没した。南緯4°15'、東経152°40'の地点であった。

高品質、船舶模型の御用命は横浜精密へ……。



〔官庁船〕

〔縮尺 1/50〕



鋼製485噸型漁業実習船“玄洋丸”

(マグロ延縄・トロール漁業兼船)

船主：福岡県立水産高等学校

御用命先：若松造船株式会社 殿

■日本産業模型協会(広報員)



有限会社 横浜精密

取締役代表 堀内 勲

本社工場 ☎045-541-8742 FAX 045-546-0684

横浜市港北区新吉田町835 〒223

河口湖工場 ☎05557-6-7716

山梨県南都留郡河口湖町大石278 〒401-30

高品質、船舶模型の御用命は横浜精密へ……。



〔官庁船〕



〔縮尺 1 / 50〕

鋼製410噸型漁業実習船“やいず”

船主：静岡県立焼津水産高等学校

御用命先：株式会社 かなえ商事 殿

株式会社 カナサシ 殿

■日本産業模型協会(広報員)

有限会社 横浜精密

取締役代表 堀内 勲



本社工場 ☎045-541-8742 FAX 045-546-0684
横浜市港北区新吉田町835 〒223
河口湖工場 ☎05557-6-7716
山梨県南都留郡河口湖町大石278 〒401-30

快速双胴艇 V-CAT を開発

— 200 / 400 人乗り旅客船 —

NKK (船舶海洋本部) は、かねてより超高速船の研究開発を行ってきたが、このほど独自のデザインによる快速双胴艇の商品開発を完成させ、これを「V-CAT」と名付けて営業活動を開始している。「V-CAT」とは「V型」水中下部船体を持った双胴艇(Catamaran)というコンセプトであり、NKKの40隻にもものぼる双胴艇の豊富な建造実績から生まれた新しい快速双胴艇である。

〔V-CATの特徴〕

(1) 快適な乗り心地を追求した船体構造

〔V型船体構造と薄いストラット〕

波に強く、揺れを大幅に減らす — この目的のため「V-CAT」の船体構造には、さまざまな工夫がこらされている。まず「V型」船体、すなわち、水面下の下部船体をV型断面とすることで、航走中の船体の姿勢変化や上下の揺れが抑えられ、波による衝撃が和らげられる。また、下部船体と上部船体を結合する側壁部(ストラット)を薄くして、側壁部が波から受ける力が小さくなるようにしている。

このように「V-CAT」は、揺れが極めて少ない快速双胴艇として、日本近海のような激しい海象条件にも十分適応したものといえる。

(2) 広範なサイズへ対応が可能

排水量型の船型を採用しているため、船体構造や重量に対する制約が少なく大きさや速度を自由に設定できる。そのため、数人乗りのレジャーボートからフェリーにいたるまで広い範囲のニーズに対応することができる。NKKの独自システムによるデータベースの

活用により、「200人乗り」「400人乗り」の旅客船タイプの他にも顧客の要望に迅速に対応出来る体制が整備されている。

(3) 優れた信頼性と操縦性

船体構造は耐蝕アルミニウム合金、主機は高速ディーゼル機関、推進機はウォータージェット方式を基本仕様としており、信頼性、操縦性ともに極めて高い水準にあるといえる。

なお、現在10m級7人乗りの実証艇を建造中であり、本年7月より実験航行を行って、性能の最終確認を行う予定である。

一方本年5月、英国ロンドンで開催された「Cruise + Ferry 91」展にNKKはこの「V-CAT」の模型等を出展し、海外向けにも本格的な営業活動を開始している。

〔V-CAT主要目〕

	200人乗り	400人乗り
全長	42.0 m	52.0 m
全幅	12.0 m	15.0 m
深さ	5.0 m	5.0 m
喫水	1.3 m	1.6 m
最大速度	40ノット	40ノット
主機関	高速ディーゼル×2	高速ディーゼル×2
連続最大出力	3,200 PS × 2	5,200 PS × 2



▲ 快速双胴艇「V-CAT」

320名乗り超高速旅客船“にっしょう”

— 長崎(大波止ターミナル)～鹿児島(串木野新港) 100分運航 —



▲ ノルウェー生まれのエアー・クッション・カタマラン“にっしょう”

安田産業汽船(株)は、3月15日より長崎(大波止ターミナル)～鹿児島(串木野新港)間に高速旅客船“にっしょう”を就航させ約1時間40分の高速運航を開始した。

“にっしょう”は昨年8月に進水をした320名乗りで最高速力55kn 運航のエアー・クッション・カタマランである。

本船は、ノルウェーのサーラス社が1984年に開発した超高速船であり、船底部に圧縮空気を送り込み船体を浮上させ、水の抵抗を減らしウォーター・ジェットで航走をするものである。船体を空気で支えることはホバークラフトとは全く同一であるが本船では、カタマラン船体の前・後部に可撓性スカートを設定しているのが特徴である。

日本では初就航であり、現在、海外7航路で同型船が就航をしている。

するだけで、その場の横移動そして360度の旋回も可能な優れた操縦性が特徴である。

緊急の場合は、船体を浮上させている空気を抜くことにより船体の長さの約2倍の距離で停止できる安全性をもっている。

船内のインテリアデザイン

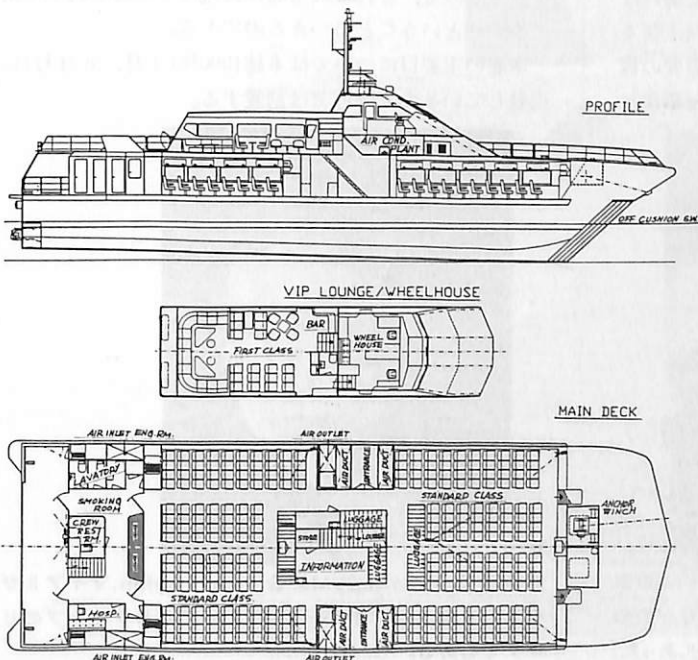
航空機内を思わせるシート、照明、デザインなどインテリアにもヨーロッパアンムードがあふれている。

船内には、7台のモニターが設置され、観光、レジャーと幅広い映像が楽しめる。また、ファーストクラスでは総レザー張りのシートで最高の船外眺望が楽しめる。

〔主要目〕

優れた操縦性とウォーター・ジェット推進

ウォーター・ジェットは、左右の胴に1基ずつ(2基)搭載されている。舵は不用でウォーター・ジェットを操作



船 質	FRP
航行区域	限定沿海
全 長	35.25 m
幅 (型)	11.50 m
深さ(型)	3.50 m
喫 水	オンクッション 0.70 m オフクッション 2.15 m
総 噸 数	271 噸
主 機 関	MTU16V 396 T B84型
連続最大出力	2,770 PS × 1,940 rpm × 2
推進方式	ウォーター・ジェットポンプ × 2
リフト機関	GM12V71T I型
連続最大出力	580 PS × 1,950 rpm × 2
速 力 (最高)	55 kn (約 102 km/h)
(航海)	50 kn (約 93 km/h)
旅客定員	1stクラス 40名 スタンダードクラス 280名
造 船 所	ノルウェー王国ブロードレーネ・オー造船所

◀ “にっしょう” 一般配置図

RCCLの大型豪華客船“NORDIC EMPRESS”のインテリア(1) 府川 義辰



▲昨年6月22日、フロリダのマイアミ港に大小150隻余の歓迎ボートに囲まれ初入港する“NORDIC EMPRESS”：48,563 GT 上方に並ぶビル群はマイアミビーチ沿いのホテルや長期滞在用のアパートメントである。

フランスのChantiers de L'Atlantique社で建造され、昨年6月25日からフロリダのマイアミ港を起点に3日間と4日間の定期クルーズに就航したRoyal Caribbean Cruise Lineの“NORDIC EMPRESS”:(48,563GT)については本誌でも何度か紹介を重ねているが今回はそのインテリアを紹介する。

北アメリカでのクルーズ需要は最新の資料によれば1990年の実績は370万人に達し、中でも3日間および4日間の短期クルーズは大変な人気で、クルーズ需要の数的増加要因の中心となっている。各社とも大型で華美な

客船を投入、熾烈な集客競争を演じていることは、大型船による長期クルーズが集客効率の悪いことを意味している。特にカリブ海域における短期間クルーズには各社とも大型で華美な客船を投入、人気と集客効率を上げるのに血眼になっているのが現状である。結論を申せば、ディスカウント競争による大量集客によって生み出されているもので、これら大型船の投入はこの種の競争に耐えやすいということにつけるのである。

本船の主要目については本誌1990年(1月, 8月号)に掲載しているので今号では割愛する。



▶ 初代船長Captain Bo Lewenhagen 海員歴すでに30余年、1966年に船長となり、LPG、貨物、フェリーの船長を務め最近まで“スターダンサー”の船長の職にあった。



▶ 命名者(Godmother) Ms. Gloria Estefan.マイアミサウンド・マシンのリードシンガーでありグループのリーダーでもある。



【進水式スナップ】

「私は本船を“NORDIC EMPRESS”と命名 ▶
 する。本船と船客・乗組員に神の御加護を」と
 述べ命名，セットされている特大のシャンパン
 ボトルを船体に浴びせ竣工と本船の長命を祝っ
 た。



**NORDIC
EMPRESS**



◀ 船体中央部の9層吹き抜けの広間“セントラン” The Centrum 2基の総ガラス張のエレベータがあり、ふんだんに使用されているクリスタルガラスや磨き上げられた各種金属が電飾と共に輝きを増す華麗な空間。



◀ Dining room “カルメン” Carmen の入口、中央階段は2階席（デッキ5）への入口となっている。



◀ Dining room “カルメン” Carmen の内部、2層吹き抜けとなっており、1階部（デッキ4）の収容力は600席、2階部は430席である。

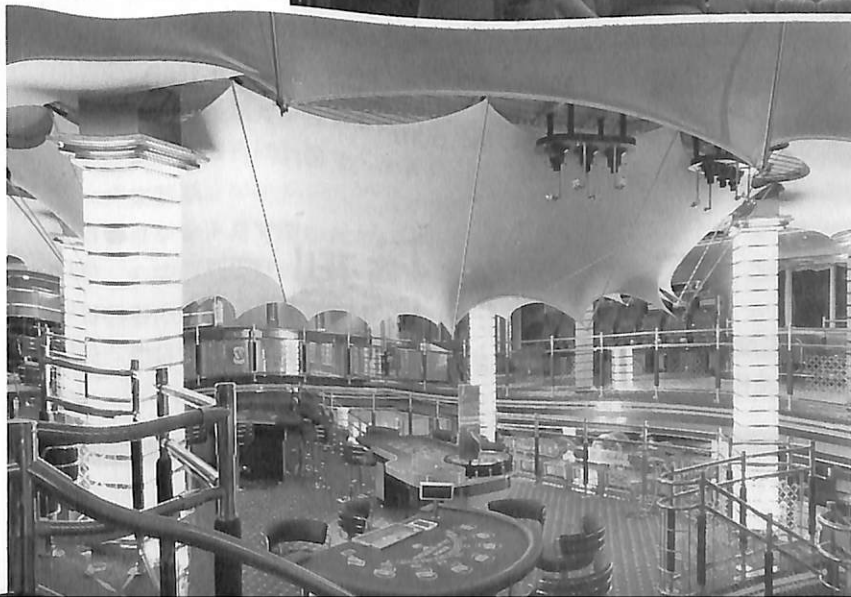
NORDIC EMPRESS



◀ “ヴァイキング・クラウン・ラウンジ” Viking Crown Lounge
RCCLの船には、煙突の周囲を利用した独特のスタイルの展望用のラウンジがあり、本船ではここがそれに相当する。ご覧のとおり中は二層構造となっており、周囲の展望は極めてよしい。夜間はディスコに早変わり、天井のライトのセッチング状況からも分かる。



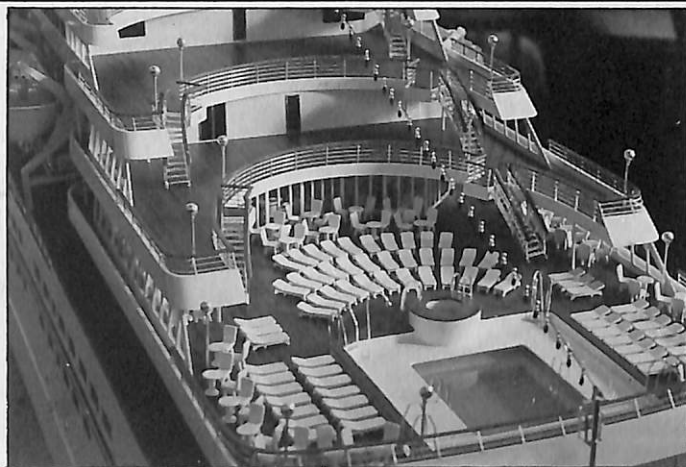
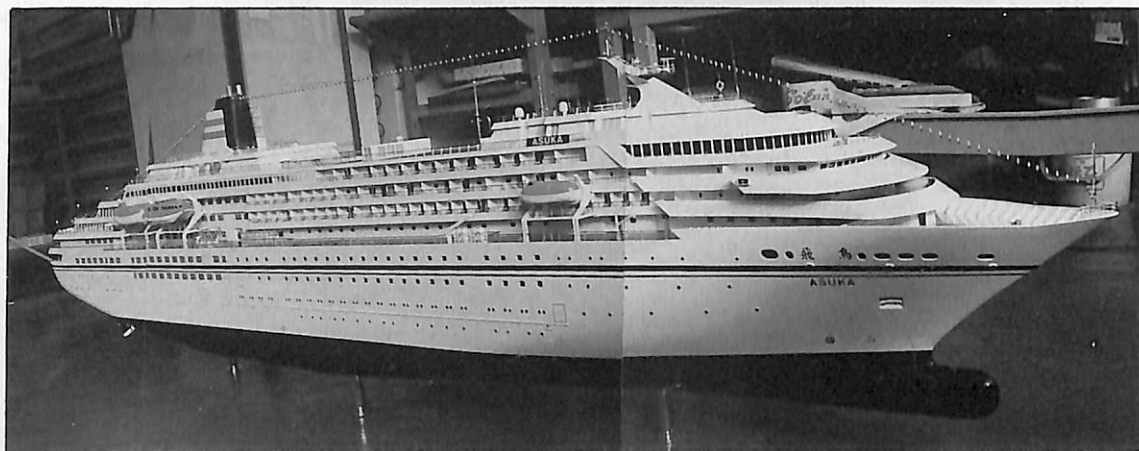
▶ “ストライク アップバンド” Strike up the Bandと名付けられている多目的ショールーム。この写真は、ステージ側から客席部を見たところで二層構造で1階席（デッキ5）は630席、2階席は230席である。



◀ “カジノ ロワイアル” Casino Royal デッキ5および6にあり、2デッキ吹き抜けで三層構造になっている。220基のスロットマシーンを始め、ブラックジャック、ルーレット、等が設備されている。

Photo : Chantiers de L'Atlantique
Royal Caribbean Cruise Line

進水記念贈呈用に
不二の船舶美術模型を



クルーズ客船 “飛 鳥” 縮尺1/100

総噸数 約27,000T 全長192.50m

船主：日本郵船株式会社

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. 03(3998)1586
FAX. 03(3926)7202

5月のニュース解説

米田 博

海運・造船日誌

4月16日～5月19日

○海運・造船問題

●一般政治経済問題

4月

18日●ゴルバチョフ・ソ連大統領は16日来日して(木)より海部首相と3日間で計6回、14時間会談して漸く合意を得、両者は日ソ共同声明と両国間の15の各種文書に署名し、発表した。声明は北方四島の名前を明記し領土問題の存在を公式に確認したが、日本側が主張した4島の主権確認、2島の日本への引き渡しをうたった56年の日ソ共同宣言は直接盛り込まれなかった。

19日○OECD造船部会専門家会議。15日よりパ(金)リで開催され、船価問題、輸出信用、ホーム・クレジット・スキーム(海運助成)について協議した。

○運輸政策審議会総合部会第9回外航客船小委員会。報告書案を審議。

24日○政府は安全保障会議、臨時閣議でペルシャ(水)湾に掃海艇派遣を決定した。26日6隻が出港した。

○運輸政策審議会国際部会国際物流小委員会外航中長期ビジョンWG、国際コンテナ輸送WGの合同会議で、小委員会への報告書案審議。

28日●ワシントンで開かれていたG7は米国提唱(日)の協調利下げには合意しないまま閉幕した。

29日○春の叙勲。運輸省関係285氏のうち勲二等(月)旭日章に堀武夫・元運輸事務次官、地田知平・元船員中央労働委員会会長、勲二等瑞

宝章に住田俊一・元運輸省船員局長、山本裕・元高等海難審判庁長官など。

○春の褒章受賞者。運輸省関係は黄綬褒章33氏、藍綬褒章14氏の計47氏。うち藍綬褒章に梅園貞夫・第一中央汽船副社長、飯高英之助・元東海汽船社長など。

30日●米連邦準備制度理事会は、公定歩合を年6(火)％から5.5％に引き下げることを決め、即日実施した。

5月

2日●大蔵省発表の1990年度国際収支状況による(木)と、経常収支の黒字額は前年度に比べ196億ドル、36.7％の大幅減となり、338億ドルにとどまった。貿易収支の黒字が前年度より5億ドル減ったほか、海外旅行者の増加などで貿易外収支が221億ドルの赤字になったことや、湾岸戦争支援の110億ドルの拠出などが影響した。

8日●消費税法改正案、大規模小売店舗法改正案(水)が国会で成立した。

10日○運輸政策審議会国際部会第二回国際物流小(金)委員会で国際部会に提出する「国際化時代における外航海運のあり方について」の同小委案を審議、了承した。

○9日よりソウルで第10回日韓造船課長会議。今後の協調路線維持を確認した。

13日○IMO第59回海上安全委員会(MSC)開(月)会。ロンドンのIMO本部で24日まで。

●国連人口基金(UNFPA)は91年版「世界人口白書」を発表した。白書は、現在54億人の世界人口は2001年までに64億人に達し、2025年85億人となり、2150年頃ようやく116億人で安定するとしている。

14日●滋賀県・信楽高原鉄道で列車の正面衝突事(火)故があり、死者42人。

平成2年度造船事情

新造船受注量 1,000万総トン

先月の海運・造船日誌でふれたように、運輸省海上技術安全局は4月8日、平成2年度の新造船建造許可実績は1,070万総トンであったと発表した。その後同局は平成2年度の造船事情をとりまとめて5月9日に発表したものでその概要を紹介する。

1. 新造船受注

第1表に示すように、平成2年度の受注量は、昭和58年度以来7年ぶりに1,000万総トンを超え、対前年度比でも24%増と、昨年度に引き続き回復基調を持続した。これは、一昨年来の海運市況の好調さに加え、船台の逼迫感、さらに船価の先高感等が強まったことを背景としている。

もっとも、中東情勢の緊迫化による船主の模様ながめに加えて、造船所側も上期の好調な受注により一定量の手持ち工事量を有していたこと等により、下期の受注量は上期と比べて総トン数で25%の減少となった。

船種別には油送船が6割を占め、このうちV L C C (20万DW以上)の受注量は28隻、424万総トン、アフラマックスタンカー(9万5,000DW型)が29隻160万総トン、スエズマックスタンカー(14万DW型)が6隻48万総トンであった。また最近のIMOの規制化の動きを反映して、これらのタンカーのうち27隻が二重船殻構造を有するものであった。

2. 工事実績

第2表に示すように、起工・進水・竣工量ともに前年度実績を上回り、このほかに、クルーズを主目的とした他客船3隻11万総トンが竣工した。

3. 新造船手持工事量

平成3年3月末の手持工事量は、好調な受注実績に支えられて、294隻、1,224万総トン(対前

年同月比51%増)と、5年ぶりに1,000万総トンを越えるものとなった。納期別にみると、平成3年度納期のものが総トン数で全体の約5割、4年度が約3割、5年度が約1割となっている。

第1表 平成2年度新造船受注量

	隻数	総トン(千トン)	契約金額(億円)
国内船	32	985(120)	1,598(158)
輸出船	247	9,716(124)	12,700(145)
計	279	10,702(124)	14,298(146)

(注) 1. 総トン数2,500トン以上または長さ90メートル以上の一般商船(純客船を除く)を対象とする。
2. ()内は、対前年度比(%)を示す。

第2表 工事実績

	隻数	総トン(千トン)
起工	218(106)	7,158(116)
進水	210(108)	6,195(104)
竣工	203(108)	6,367(112)

(注) 第1表と同じ

なお、この平成2年度造船事情では、ロイド統計による1990年の世界の新造船受注状況、工事実績、新造船手持工事量と、日本のシェアをあげているが、これについては本誌4月号で詳報しているので、第3表を用意するにとどめた。

第3表 1990年の世界の新造船
(単位:千総トン)

	世界計	日本(シェア)
新造船受注量	24,067	11,142(46.3%)
新造船進水量	14,680	6,530(44.5%)
新造船手持工事量(年末)	39,789	14,651(36.8%)

出所:ロイド統計

このような造船好況を受けて、日本造船業の労働力は昨年に引き続き上昇傾向にある。

運輸省によると、平成2年9月末の造船労働力は本工5万5,000人、社外工3万5,000人、合計9万人であって、これは平成元年12月末に比べて本工2,000人、社外工3,000人、合計5,000人増加した。

底は昭和63年末の本工5万4,000人、社外工2万9,000人、合計8万3,000人である。しかし、これまでの最高は昭和50年来の25万7,000人（本工18万3,000人、社外工7万4,000人）だったので、ピーク時にくらべるとトータルでまだ約3分の1にすぎない。

このうち、従業員の職種別不足度をみると、事務職員の不足はそれほどでもないが、技術職員、本工、社外工についてはかなりの事業所が不足を訴えている。不足の補充方法は各職種とも中途採用が圧倒的に多く、次に多いのはグループ内の配転である。

伊VLCC事故と地中海油汚染

5月号の日誌で速報したように、4月11日イタリアのジェノバ港で、14万3,000トンの原油を積んだキプロス船籍でイラン国営タンカー、ヘイブン号（“Haven”，109,000GT，232,163DW）が爆発し、曳航中に4月13日再爆発して14日沈没し、乗組員5名が死亡または行方不明となっており、原油が大量流出した。

この事故は地中海最大の油汚染事故になるものとして注目され、ロイター通信によると、環境保護団体のグリーンピースは、毎日724バレルもの原油が流出していると推定しているが、港湾当局はかなり少なくなっていると主張し見解が分かれているという。ともあれ海洋汚染は深刻な影響を見せ始めている。

事態を重視した石油業界からタンカー用船への法的規制の検討も出ているといわれ、ヘイブン号が積載していた原油の代替輸入には二重船殻のタンカーが用船されるかもしれないと伝えられている。

一方、地中海では、長期にわたる運航面からくる汚染のほうがよく問題であるとの意見も強く、地中海では毎年約50万トンの原油流出があり、その40%は船舶のオペレーション・ミスによるものとされている。当面地中海では二重船殻構造タンカーの用船需要が増加しそうであるが、構造だけに

限定した規制強化の動きには反発も増えそうである。

ともあれ、5月13日に開会され、24日に閉会予定のIMO第59回海上安全委員会（MSC）での討議内容とその結論が注目される。

中型タンカーの二重船殻化

日本造船研究協会は4月19日、中手造船7社の参加を得て、二重船殻中型タンカーの荷重・応力に関する委員会（SR215）の初会合を開き、研究事業をスタートさせた。

この「二重船殻中型タンカーの荷重・応力に関する研究」は、日本船舶振興会の補助事業として平成3年度から新規に実施するもので平成5年までの3年間で実施する計画である。

アフラマックスタイプ（9～10万DW型）の中型タンカーをダブルハルズにした場合、タンク内の骨材数が減るため、横方向の強度が弱まり、船体に変形しやすくなることが指摘されている。また、タンク内の油を半載状態で輸送した場合、油が揺れるスラッシング現象が起き、二次部材に与える影響が大きいという。VLCCなどの場合、大手造船所はこれらに対するノウハウを蓄積しているが、中手造船では共同研究で技術を確立しようというニーズが高まり、今回、造研のSR215委員会として取り組むことになった。

今後アフラマックスタンカーを対象に、ダブルサイドの幅など、数タイプの船型を選定して構造解析を行っていくほか、スラッシングについてはその挙動を把握し、それに対応できるタンクのモデルを作成して実験を行い、プログラムを開発する計画であると伝えられている。

本事業には、幹事会社常石造船の他に名村造船、サノヤス・ヒシノ明昌、大島造船、新来島どっく、尾道造船、カナサンの中手造船7社のほか、運輸省船舶技術研究所と日本海事協会が参加し、構造強度に関しては常石造船、スラッシングに関しては名村造船を中心に分科会を設置し、研究を進めて行くこととなった。

●新造船紹介

78,000m³型 多目的液化ガス運搬船“BERGE COMMANDER”の概要

NKK津製作所 船舶海洋設計部

1. はじめに

本船は、ノルウェーの Partrederiet Berge Commander ANS 社の発注（世界最大級の LPG 船運航者であるノルウェーの Bergesen d.y. A/S 社により運航）により、当社津製作所第 123 番船として建造された 78,000 m³型多目的液化ガス運搬船であり、1991年3月26日に引渡された。

本船は、当社の過去の方形独立タンク方式の LPG 運搬船の建造実績のうに、船主との充分な技術的討論および検討をかさね建造されたもので、多目的液化ガス船としてのオペレーションを効率よく行うための種々の工夫をこらすとともに、積載対象貨物に対する安全対策、省燃費対策、省力化を実施した最新鋭船である。

また、本船は、全世界的な海上遭難安全システム（GMDSS）を先取り適用しており、日本初の GMDSS 適用船でもある。

2. 主要目

船級

Det Norske Veritas, +1A1 Tanker for Liquefied Gas EO, Ship Type 2G (-50°C, 685kg/m³, 0.275bar), bis

適用法規

海上人命安全条約（1974年）（1978年議定書、1981年および1983年条約改正（含む国際ガスカリコード）を含む）

海洋汚染防止条約（1973年）（1978年議定書を含む）
独立タンク方式LPG船へのナフサ積に関するMEPC 回章 Na 167

USCG 液化ガス運搬船の外国籍船に対する規則

船型 低船尾係留甲板付平甲板型船尾機関船

主要寸法

全長	223.99 m
垂線間長	212.00 m
幅(型)	36.00 m
深さ(型)	21.80 m
夏期満載喫水	12.421 m



▲ 方形独立タンク方式の BERGE COMMANDER

載貨重量/トン数

載貨重量	56,875 t
総トン数(国際)	45,032 T
純トン数(国際)	17,684 T

容積

貨物タンク容積	78,543 m ³
バラスタック容積	23,510 m ³
燃料油タンク容積	3,390 m ³
清水タンク容積	325 m ³

主機関

Du-Sulzer 7 RTA62 1基

連続最大出力	17,780 P S × 101 rpm
常用出力	16,000 P S × 97.5 rpm

速力/航続距離

航海速力	16.75 kn
航続距離	19,000 浬

乗組員

34名

職員 14名, 部員 15名, パイロット 1名, 作業員 4名

貨物格納設備

貨物タンク 型式 方形独立タンク方式 タイプA
タンク数 4

貨物タンク防熱 ポリウレタンフォーム

貨物部主要機器



▲ 食 堂

カーゴポンプ	530 m ³ /h × 120 m	8 台
カーゴブースタポンプ	250 m ³ /h × 120 m	2 台
再液化装置	190,000 kcal/h	4 台
カーゴヒータ	250 m ³ /h	1 台
カーゴベーパーライザ	4,000 m ³ /h	1 台
イナートガス発生装置	5,300 N m ³ /h	1 台

積載対象貨物

プロパン・ブタン・アンモニア等の液化ガスおよびナフサ

3. 基本計画/一般配置

(1) 基本計画

本船は、常圧低温にて液化したプロパンガス、ブタンガス、アンモニアガス等の液化石油ガスに加えてナフサを方形独立貨物タンクで輸送するよう計画し、さらに、貨物タンクは積付液位に制限なく任意の液位での積付運航が可能なタンク強度とした。また、すべての積載対象貨物は、2種同時積付可能とした。

省エネルギー対策としては、主機関に省燃費型低速ディーゼルエンジンを採用するとともに、NKK-SURF（舵板上に設けた一対のフィン）を採用し、燃費低減を図った。

自動化設備としては、DnVの船級符号“E0”を取得するための設備を設けるとともに、主機、貨物取扱設備等の監視・制御にCRTを使用した集中形モニター/分散形制御システムを採用し、小人数での運航に十分なものとした。

(2) 一般配置

一般配置図に示す通り、船尾部に機関室および居住区を配置し、中央部上甲板上に再液化装置室、電動機室を設けた。また、船首タンク後部より機関室前部の間には4つのホールを配置し、各ホール内に貨物タンクを

配置した。

居住区画内には、機関/荷役制御室（ECCR）を設け、機関および再液化装置等の荷役関連機器の集中監視・遠隔制御を可能とした。また、公室スペースを充分とるとともに居室はすべて個室とし、乗組員の生活を快適なものとするよう考慮した。

交通性については、居住区画と再液化装置室間に常設歩路を設け、これにより船体中央部ローディングステーション/再液化装置室とECCR間の交通の便を図った。

4. 貨物タンクおよび支持構造

貨物タンクは、DnV規則の「独立タンク タイプA」として設計しており、規則に定められた設計条件を満足しているほか、貨物タンク内に貨物を任意の液位で積載し運航が可能なよう設計している。

各貨物タンクには、船体中心線上に液密隔壁を、貨物タンク長さのほぼ中央に横方向の制水隔壁を設けた。また、貨物タンク頂部後方には、上甲板上に突出したタンクドームを設け、貨物タンク内と上甲板上の艀装品の取り合いはすべてこのドームを介している。貨物タンク底面には、縦通隔壁に隣接して貨物ポンプ用サクシオンウエルを配置した。

貨物タンクの支持構造としては、船体二重底上に貨物タンク自重および貨物の荷重を支持するタンクサポートを設けた。また、船体動揺により貨物タンクに作用する前後方向荷重および左右方向荷重を支持するために、船体二重底上および貨物タンク上面に、それぞれアンチピッチングショックおよびアンチローリングショックを、さらに、貨物タンク上部にはタンク浮上り防止のためアンチフローティングショックを設けた。

5. 防 熱

貨物タンクの防熱は、タンク外面に120mm厚にポリウレタンフォームを現場発泡し、その表面を亜鉛引鉄板で保護する方式とした。

6. 貨物取扱設備

(1) 貨物配管

本船の貨物配管は、2種類の貨物を同時に荷役できるように、2系統の液管およびベーパー管を設けた。

(2) 貨物弁

荷役作業中および航海中に操作が必要となる主要弁は油圧操作弁とし、ECCRからの遠隔制御・監視を可能とした。

(3) カーゴポンプ

各貨物タンクには、揚荷用に2台（左右舷に各1）のカーゴポンプを装備し、また、万一のカーゴポンプの故障に備えフロート式液面計のガイドパイプは、ポータブルカーゴポンプの挿入が可能なサイズとし、ポータブルカーゴポンプによる揚荷も可能とした。

(4) 再液化装置

再液化装置は、上甲板上再液化装置室内に4台装備し積荷中の置換ガスおよび侵入熱による蒸発ガスを再液化しながら積荷を可能とするよう充分な再液化能力を備えたものとした。航海中においては、積載対象貨物のいかなる2種類の積付けに対しても、最低1台が予備となるように計画し、通常航海中は2～3台の再液化装置を運転することにより、貨物タンク内の圧力、温度の制御を行うことができる。

(5) 高圧払い出しシステム

本船の低温常圧タンクから常温加圧式タンクへの貨物移送も考慮し、貨物を常温加圧式タンク気相圧以上に昇圧し、常温加圧式タンクの最低設計温度以上にまで加熱するための設備として、カーゴブースタポンプおよびカーゴヒータを設けた。本船貨物タンク内のカーゴポンプとともにこれらを運転することにより、本船貨物の常温加圧式タンクへの移送が可能である。

(6) イナートガス発生装置

イナートガス発生装置は、機関室内に配置し、本船の貨物タンクおよび貨物タンク周囲の空所のイナーテイングのために設けた。本船は、プロパン・ブタン・アンモニア等に加えナフサの積載も行うことから、イナートガス発生装置のガス発生能力は、ナフサ積に対しても充分な能力を備えたものとした。

7. 貨物監視装置

貨物タンク、貨物タンク周囲の空所、貨物配管等の状態および再液化装置、カーゴポンプ等の貨物取扱機器の運転状態は、居住区内のECCR/操舵室にて監視可能とした。

主なものを以下に示す。

(1) 液面監視装置

荷役作業時の貨物容量の計測のため各貨物タンクにフロート式液面計を各2ヶ（各舷1）装備し、液位はドーム上およびECCR/操舵室で監視できる。液面計の故障時には、カーゴポンプ用サクションウェル部の縦通隔壁に設けた隔壁弁を開けて、反対舷の液面計を使用することができる。

また、過積防止のために異常高位検知器を独立に装備した。

(2) 圧力監視装置

貨物タンク内および貨物タンク周囲の空所内の圧力は、ドーム上およびECCR/操舵室で監視できる。

貨物タンクが異常低圧となった時には、再液化装置等の貨物タンク内圧力制御に関連した機器を自動停止させるため、異常低圧検出用圧力スイッチを各貨物タンクに設けた。

貨物配管系にも、貨物ポンプ吐出圧力計、再液化装置吐出/吸入圧力計等を設け、ECCR/操舵室からの監視・制御を可能とした。

(3) 温度計測装置

貨物タンクに各9点、貨物タンク周囲の空所に各1点白金測温抵抗式温度計を設け、ECCR/操舵室での監視を可能とし、さらに、貨物配管系にも圧力監視装置と同様に温度計を装備した。

(4) 貨物タンクテーブル

本船は、輸出船であるが、日本国内LPG基地での揚荷を考慮し、貨物タンクテーブルは税関の認定を取得した。したがって、前述の(1)、(2)、(3)に示す貨物タンク用液面計/圧力計/温度計はすべて税関の使用認定を取得したものである。

8. 機関部

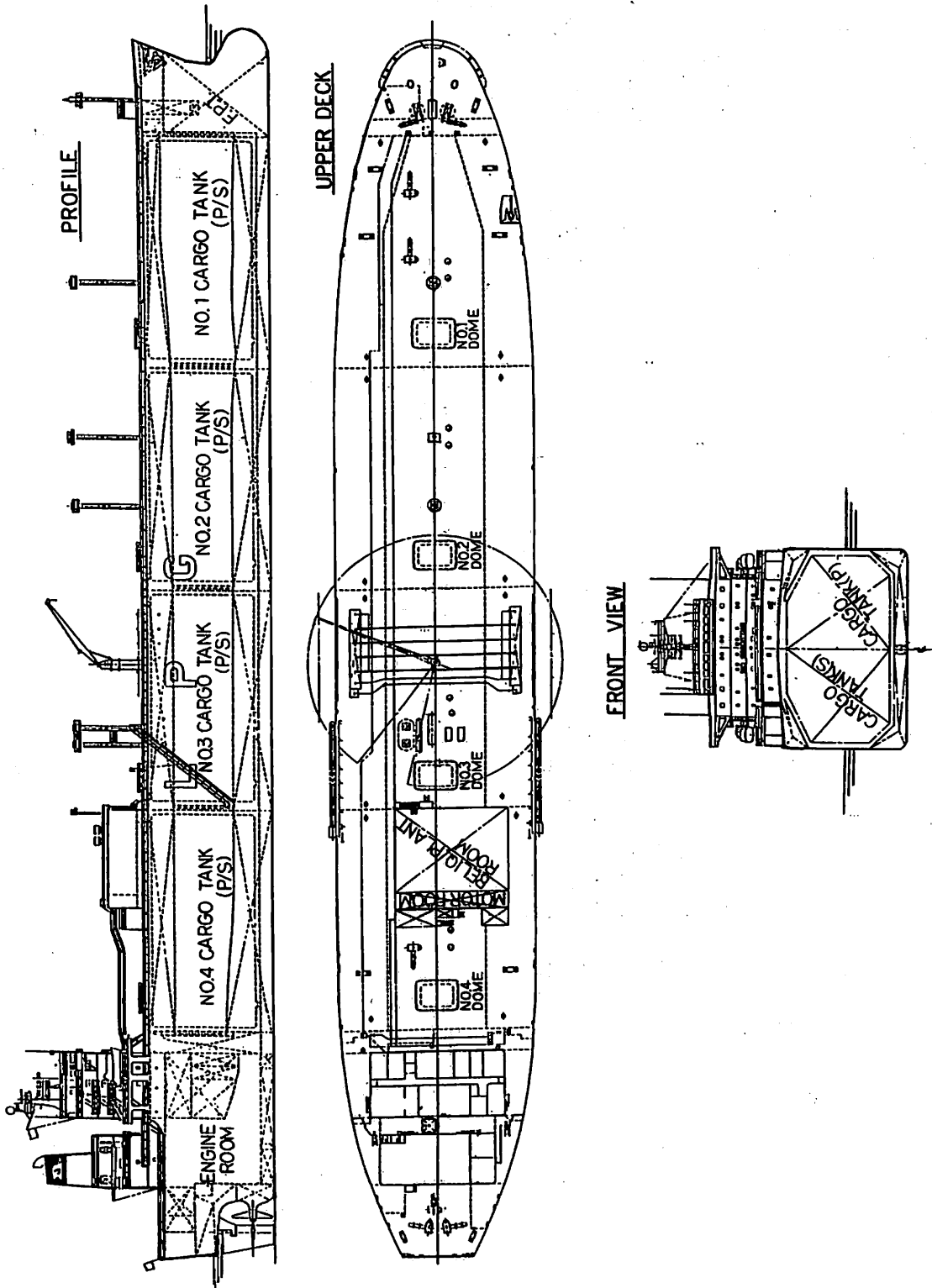
本船の機関部は省エネ、省人化に主眼をおいて計画した。特に、LPG船特有の再液化装置運転時の必要電力増大に伴い、ターボ発電機(T/G)とディーゼル発電機(D/G)の並列運転が必要となり、省エネの観点より、極力T/Gにて電力を賄えるように、排ガスエコノマイザは蒸気量の増大を図った。一方、電力負荷としては常時T/Gに最大負荷を負わせ、残りの電力を賄うD/Gには主機関と同じC重油を使用するモノフュエルシステムを採用してA重油の消費量を減じるといった運航コスト低減をも考慮した。また、冷却システムはセントラルクーリングシステムを採用し、ターボ発電機用復水器を除き全て清水冷却としている。

主機関は、2サイクル単動クロスヘッド形過給機付ディーゼル機関（最大出力17,780馬力、回転数101rpm）を装備し、1基1軸推進装置とした。

プロペラは、4翼のキーレスプロペラであり、また船尾管シールはリークプルーフタイプとした。

発電機用機関として、復圧式蒸気タービン1台、ディーゼル発電機3台、非常用発電機1台を装備した。

蒸気発生装置としては、立形油焚き補助ボイラ（圧力9kg/cm²G、蒸気量9,000kg/h）および排ガスエコノマイザ（復圧式）を装備した。排ガスエコノマイザの装備



Partrederiet Berge Commander ANS社 (運航: Bergesen dy. A/S社) 向け
多目的LPG運搬船“BERGE COMMANDER”一般配置図
NKK・津製作所建造

により、通常航海中の電力は主としてT/Gで賄うことができる。さらに、主機関には、過給空気による給水加熱器を装備し、蒸気発生量の増大を図った。

その他の省エネ対策として、冷却海水ポンプおよび冷却清水ポンプに可変量ポンプを採用し、電力消費の削減を図った。

機関室内配置では、機関室を3層の甲板で構成し、主機中段レベル甲板左舷に清浄機室を設け、燃料油関連機器を集中配置した。主機上段レベル甲板には、T/G、D/G、補助ボイラ、工作室、倉庫等を配置し、日常の保守作業の便を図った。

9. 電気部

本船の電源装置として、排ガスターボ発電機(1,162.5kVA)1台、ディーゼル発電機(1,162.5kVA)3台、非常用発電機(187.5kVA)1台を装備し、通常の航海中は排ガスターボ発電機とディーゼル発電機1台の並列運転、出入港時および荷役時は排ガスターボ発電機とディーゼル発電機2台の並列運転にて再液化装置を含む船内負荷を賄うよう計画した。

主配電盤、集中集合始動器盤等は、機関室内の配電盤室に装備し、居住区画のECCRからの発電機、機関補機、カーゴポンプ等の遠隔発停・監視を可能とした。

航海装置としては、ジャイロコンパス2台、オートパイロット1式、ARPAレーダ2台、音響測深儀1台、ドップラーログ1台、方向探知機1台、NNS S受信機1台、GPSナビゲータ1台、デッカナビゲータ1台、ナブテックス受信機1台等を装備した。操船に必要な航海計器の表示器等は、航海船橋甲板両舷に設けたウイングコンソールにも装備し、操船の便を図った。

無線装置は、GMDSSを先取り適用し、MF/HF無線電話、インマルサット“A”/“C”、国際VHF無線電話、自動遭難通報設備(406MHz、121.5MHz、243MHz)、持運び式VHF双方向無線電話等を装備した。MF/HF無線電話およびインマルサットの操作は、操船場所である操舵室と通信士の職務も兼ねる船長事務室から行えるものとした。

10. 自動化・計装

本船には、分散型制御・監視システムを採用した。このシステムの制御・監視対象は主機遠隔制御を含め、機関、貨物取扱設備全般に渡っており、主制御場所である居住区内ECCRにCRT4台を設置したほか、操舵室および機関室内配電盤室内にも各1台のCRTを設置した。下記のサブシステムの監視・手動/自動制御がこれ



▲ 操舵室と制御・監視システム

らのCRTと付属のキーボードから可能である。

- 機関部監視・警報
- 機関補機自動制御(スタンバイ/順次始動含む)
- 温度・圧力・液面制御(機関部に適用)
- 発電機関制御
- パワーマネジメント
- 貨物部監視、警報、弁遠隔制御
- バラスト/燃料油監視・警報、弁遠隔制御
- 危急遮断制御

11. おわりに

本船は、大型の多目的液化ガス船として、LPG、アンモニア、ナフサ等の積載対象貨物に対する十分な安全対策を施すとともに、省燃費対策、省力化対策にも重点をおき建造された最新鋭船であり、各機能を完全に発揮させるため十分な品質管理のもとで建造された。

本船引き渡し後、実液を使用したガストライアルを積地で実施し、貨物タンク、貨物取扱設備、自動化・計装設備等が良好な性能を有することを確認した。本船はガストライアル終了後、ただちに積荷を実施し、順調に運航されている。

本船の設計、建造中を通じて、終始御指導・御協力をいただいた船主をはじめとして、監督諸官庁、船級協会、税関、メーカー各位に対し、深く感謝の意を表するとともに本船の航海の安全と、乗組員一同の御多幸をお祈りする次第である。

なお、当社では本船に引き続き同一船主向同型船を3隻受注しており、本年秋より順次竣工する。

× × ×

●新造船紹介

IBC Type II & III
ケミカルタンカー “FUJIGAWA” の概要株式会社 新来島どっく
設計部 船体計画課

1. まえがき

本船は、東京マリン株式会社のパナマ置籍会社であるところの Springs Navigation S.A. 向けに、当社大西工場にて建造され、1990年10月無事完工した、ケミカルタンカーである。

本船は、約5年前の1985年12月、やはり東京マリン向けに建造された、“TONEGAWA”の準姉妹船であるが、この5年の間に、大きなルール改正として、'83 SOLAS改正があり、それに伴い、従来のIMOケミカルコードが、IBC Codeとして、SOLASに組み込まれたこと、および、全閉型ライフボート等、新ルールに適合した救命設備を装備していることが前船との大きな違いである。

以下、本船の概要を紹介する。

2. 基本計画概要

本船の基本計画は、以下のような基本理念および制約条件のもとで行われた。

(1) 船体の寸法としては、セントローレンス運河を通航できるよう、型幅 = 22.80mとした。

(2) 載貨重量は、構造喫水で約16,400 LT以上、また貨物槽容積は、約21,900 m³以上確保することを目標とした。

(3) 本船積載予定貨物は、Type II貨物が約50品目、Type III貨物が約130品目、IBC Code 18章の貨物が約80品目、合計約260品目のケミカルカーゴを対象とした。その他、石油製品(MARPOL Annex Iに規定されている“oil”)も積載できるようにした。

(4) 前述の数多くの貨物を効率よく運送できるように、(a) 貨物タンクの数を30タンクとし、かつ各タンクの容積は、貨物のロットを考慮して効率的な運用ができることを主眼として縦横の隔壁を配置した。

(b) 全ての貨物タンクには、各々独立のサブマージポンプを設置し、かつ独立配管方式とした。

従って、最高30種類の貨物を、タンク内および配管内でのコンタミネーションが発生することなく、運送することができる。



▲ 260品目を対象とした“FUJIGAWA”

(c) 貨物タンク部は、二重底を有し、2条の縦通隔壁により、3列に仕切った。

このうち、センタータンクは、SUS316L(クラッド鋼のSUSは、3mm厚さ)を使用した。一方、ウイングタンクは普通鋼構造となっており、ケミカルカーゴに幅広い適合性のあるフェノールエポキシ系塗料を塗装した。これにより、ウイングタンクは、対象貨物のうち、塗料に適合するType IIIおよび18章の貨物を運送することができ、センタータンクには、本船の対象貨物全てを運送することができる。

3. 船体主要目

全長	149.00 m
垂線間長	140.00 m
型幅	22.80 m
型深	12.00 m
計画型喫水	8.60 m
夏期満載喫水	8.721 m
載貨重量(夏期満載喫水にて)	16,980 t
貨物槽容積	21,958 m ³
総トン数	10,826 T
純トン数	5,914 T
国籍	パナマ
船級	NK, NS*(Tanker, Molasses)

or Oils—Flashpoint below
60°C and Chemicals Type
II & III, MNS*

主 機	6 UEC52 LA × 1 基
MCO	6,900 PS × 133 rpm
CSO	5,870 PS × 126 rpm (85% MCO)

試運転最大速度 (計画喫水にて)	15.54 kn
満載航海速度 (計画喫水にて)	14.3 kn
航続距離	16,500 浬
燃料消費量	17.4 t/day
燃料油タンク容積 (C)	893 m ³
(A)	138 m ³
清水タンク容積	337 m ³
バラスタタンク容積	4,191 m ³
乗組員	30 名

4. 一般配置

本船は、船首楼および船尾楼を有し、船尾に機関室、居住区および船橋を配置した、凹甲板型一層甲板船である。船首は、バルバスパウ付、船尾はトランサムスターンである。

上甲板下は、船体中央をはさんで、その前後に合わせ船体長さの約7割弱を貨物タンクが占めており、下部の二重底は、バラスタタンクとしている。

貨物タンクの前方には、コファダムを介して燃料油タンク、更にその前方にFPT (清水、海水兼用) を配置している。貨物タンクの後方には、貨物ポンプ室を介して、機関室および燃料油タンク、更にその後方に、APT (清水、海水兼用)、舵機室および清水タンクを配置している。

貨物タンクは、前述のとおり合計30タンクであるが、その内訳は、センタータンクが12タンク、ウイングタンクは、各舷9タンク、両舷合わせて18タンクとなっている。

貨物タンク直下の二重底各バラスタタンクに、上甲板暴露部から入れるよう、貨物タンクの一角にエントランストラックを設けている。

5. 船殻構造

貨物タンクの設計比重は、全タンク1.4としている。

貨物タンク部は、前述のように、縦通隔壁を2条設けているが、この隔壁は平板構造である。これに対し、横置隔壁は、横コルゲート方式としている。

デッキロンジ、およびデッキトランスは、上甲板暴露



▲ 上甲板のパイプ群



▲ 船首よりブリッジ方向を見る

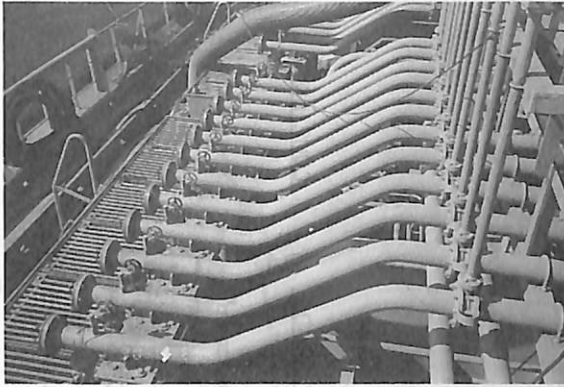
側に設けており、そのため、センタータンク (SUSタンク) は骨のない構造になっており、タンク洗浄が短時間に効果的に行えるよう配慮している。

ウイングタンク内は、外板付ロンジおよび縦通隔壁付ロンジを横方式にて配しており、4フレームスペース毎に、トランスリングを設けている。タンク洗浄を効果的に行うために、タンク洗浄用ハッチを各トランスリング間に1ヶ設けており、かつ、ロンジ部材は、バルブプレート、またはフラットバーとしアングル材は使用していない。

6. 荷役装置

(1) 貨物ポンプおよび管装置

前述のように、本船は、各貨物タンクに1台ずつ、サブマージポンプを設置しており、貨物タンクからマニホールまで各タンク独立に貨物管が配管されている。また、各独立ラインはバイパスして共通管に接続することができるようになっており、この共通管を利用して、一種類の貨物を数タンク同時に荷役 (揚荷および積荷) することができる。



▲ マニホールドのカーゴ排出ライン
マニホールドのサーゴバルブ群▶

サブマージポンプは、油圧駆動であり、そのための油圧源は、電動油圧ポンプユニットにより主管・枝管方式により供給される。個々のサブマージポンプの荷役能力および油圧ポンプユニットの能力は次のとおりである。

サブマージポンプ	300 $\text{m}^3/\text{h} \times 80\text{m TH} \times 4$ 台
	170 $\text{m}^3/\text{h} \times 80\text{m TH} \times 22$ 台
	150 $\text{m}^3/\text{h} \times 80\text{m TH} \times 4$ 台

ポータブルポンプ 70 $\text{m}^3/\text{h} \times 70\text{m TH} \times 1$ 台

油圧ポンプユニット荷役能力 1,000 $\text{m}^3/\text{h} \times 80\text{m TH}$

サブマージポンプは、居住区内に設けられている荷役制御室から遠隔制御され、揚荷量が調整できる。

貨物弁は全てバタフライ弁を使用しており、操作は手動である。貨物ポンプがサブマージ方式であるため、貨物弁は全て上甲板上の暴露部に設置されており、貨物タンク内には一切ないことから、貨物弁のメンテナンスは比較的容易に行うことができる。

荷役装置を構成している、サブマージポンプ、貨物管および貨物弁の機質は SUS を採用している。

(2) 貨物タンク液面計測装置

液面計測装置は、密閉型の電磁フロート式液面計を全タンクに設置している。本液面計には、船上で位置を調整可能なレベルアラームが設けられている。更に、本液面計とは独立して、別置型のハイレベルアラームを全タンクに設けている。また、センタータンクには、オーバーフローアラームも設備されている。

液面計のガイドパイプには、各タンクとも温度センサーを2点取り付けてあり、貨物の液温が常時監視できるようになっている。

液面と温度の表示は、貨物制御室に遠隔指示される。液位に関する各アラームおよび温度センサの高温アラームは貨物制御室に加え、操舵室にも設けられている。



センタータンクのオーバーフロー制御装置にはコンバスデッキに、回転灯とモータサイレンによる可視可聴の警報が出るように考慮されている。

(3) 貨物タンク通気装置

貨物タンクには、各々独立のベント管を設備しており、それらの配管途中にブリザ弁を設け、管頭にはフレームアレスタを設置している。

移動式の水駆動式ガスフリーファンを6台設備しており、貨物タンクのガスフリーは、このファンとベント管とで行われる。

(4) 貨物タンク加熱装置

全ての貨物タンクには、蒸気式ヒーティングコイルが設置されている。ヒーティングコイルの area ratio は次のとおりである。

センタータンク	0.04 m^2/m^3
ウイングタンク	0.05 m^2/m^3
スロップタンク	0.07 m^2/m^3

ヒーティングコイルの材質は、SUS 316Lを採用している。

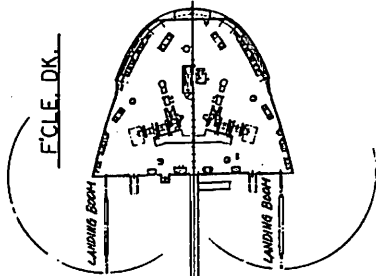
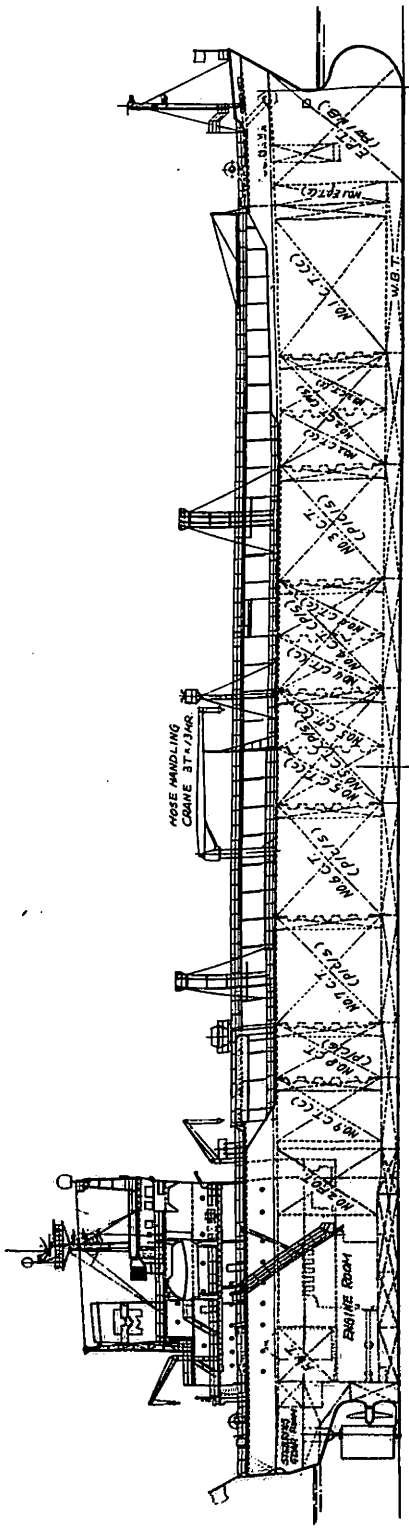
(5) 貨物タンクイナートーティング装置

N_2 ボトルは、居住区前方の暴露部に設置されており、固定配管により、 N_2 ガスを各タンクに供給できるようにしている。

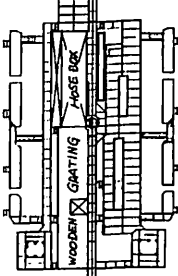
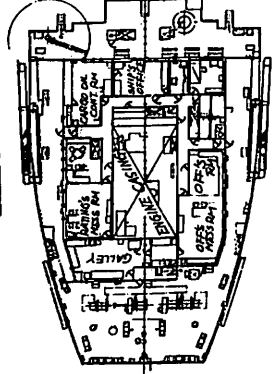
本船の対象貨物の中には、IBC Code により、タンクの環境制御装置としてイナートーティングが要求される貨物が数品目含まれており、それらを積載したタンクのイ



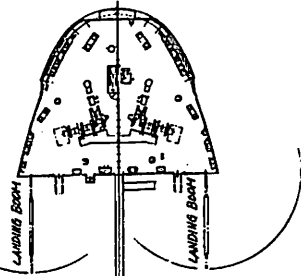
▲ 荷役制御室（ポンプ制御を行う）



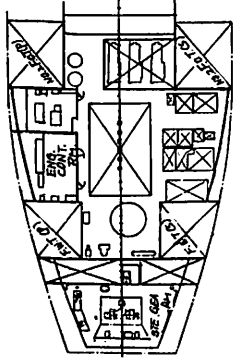
POOP DK.



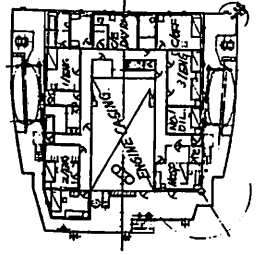
FCLE DK.



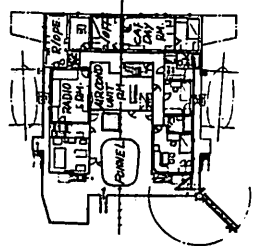
2ND DK.



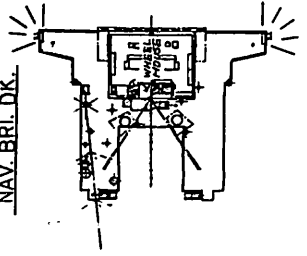
BOAT DK.



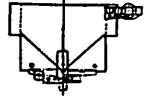
BRIDGE DK.

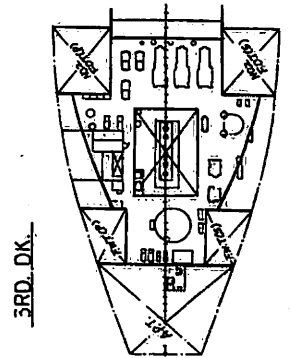
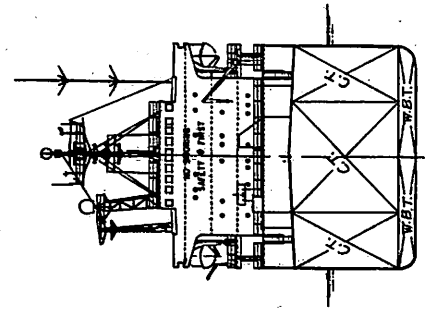
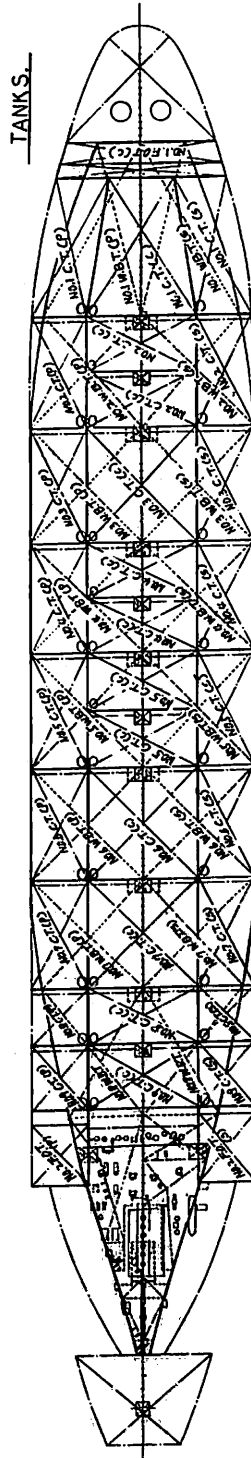
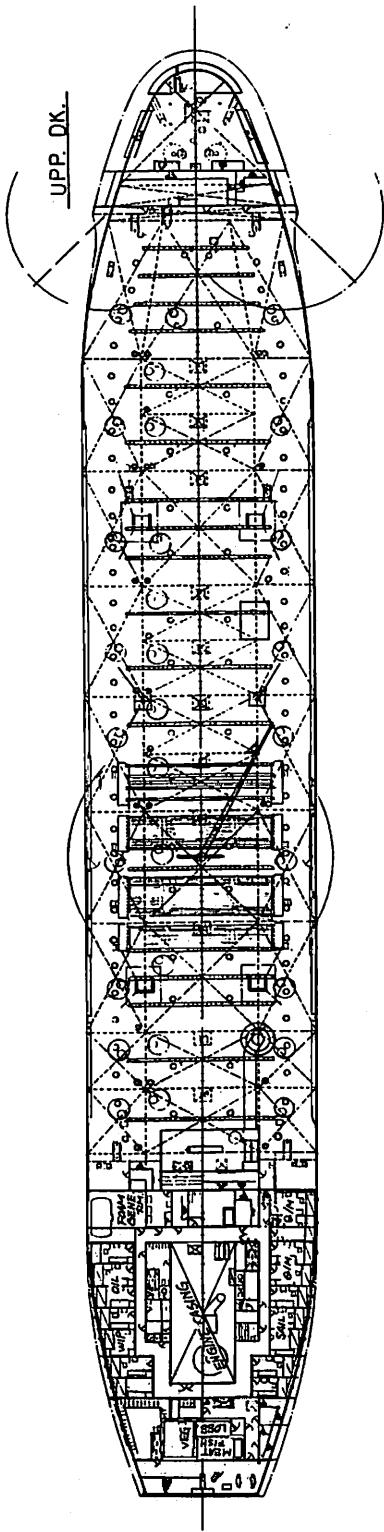


NAV. BRIL DK.



COMP. DK.





Springs Navigation向けケミカルタンカー“FUJIGAWA”一般配置図
新来島どっく大西工場建造

ナーティングに本装置が使用される。

(6) タンク洗浄装置

本船のような、多種品目を対象貨物としているケミカルタンカーの場合、揚荷後のタンク洗浄をいかに迅速にかつ効果的に行うかが、本船の効率的な運航に直結するため、タンク洗浄装置をどのようにデザインするかは、非常に重要なポイントになっている。

本船のタンク洗浄装置は、そのような観点に基づいて種々の考慮が払われている。

(a) 海水によるタンク洗浄が終了したタンクを、清水を使用してクリーニングすることと、次のタンクの海水洗浄とを同時に行うことができるよう、タンククリーニングポンプと洗浄ラインは2系統装備されている。

(b) タンククリーニングヒータが1台設備されており、10°Cの水を80°Cにまでヒートアップできる。高粘度の貨物などは、この温海水を使用して洗浄することにより、洗浄効果を上げることが可能である。

(c) タンク洗浄には、各タンクのタンククリーニングハッチから、移動式洗浄機を吊り下げて使用されるが、センタータンクのうち、容積の大きな4タンクのみ、固定式洗浄機が設置されており、作業の軽減化がはかられている。

(d) 本船の対象貨物の中には、Pollution Category B類のものが数多く含まれており、各タンクのストリップング残水量が100ℓ未満にできるよう、MARPOL Annex IIのいわゆる“P & Aルール”に基づいた特別の考慮が払われている。そして実船でのストリップング試験で各タンクとも残水量が100ℓ未満であることを確認することができた。

このことにより、B類物質揚荷後のタンク洗浄液は陸揚げする必要がなく一定の制約条件の下で海上へ排出されることになっている。

(7) 油排出監視制御装置

本船は、MARPOL Annex Iに定義されている“Oil”を積載することもできるように、油排出監視制御装置を装備している。

(8) 消火設備および安全装具

消火装置として、貨物タンク区画には、標準泡・耐アルコール泡併用型の泡消火装置、また機関室および貨物ポンプ室にはハロン1301消火装置が備えられている。

消防員装具は、SOLAS規程に基づき、4セット支給されている。

ケミカル類の荷役作業中に使用するための、人身保護具および安全装具は、6組備えられている。また特殊な毒性貨物を運送している際の非常脱出時のために、自蔵

式呼吸具を定員分設備している。

7. 機関部

主機関は、低速ロングストローク型、神戸発動機製の6UEC52LAを採用しており、エンジンコントロール室より遠隔制御される。

主機関の燃料油は、3,500秒相当のものが使用できるよう、周辺設備が配慮されている。

発電装置は、ディーゼル機関駆動の主発電機3台と、非常用発電機1台を装備しており、主発電機ディーゼル機関の使用燃料油は、1,500秒相当のブレンド仕様である。

蒸気発生装置としては、容量16t/hの大型ボイラー1基と、排ガスエコマイザが装備されている。

機関部の主要目は、次の通りである。

(1) 主機関

型式：神戸発動機製 6UEC52LA×1基
MCO：6,900PS×133rpm
CSO：5,870PS×126rpm
(85%)

(2) プロペラ

型式：5翼一体型、FPP
直径：4.75m

(3) 主発電機関

型式：ヤンマー、S185L-ST
馬力：600PS×900rpm

(4) 補助ボイラ

型式：壺型円筒形水管式×1基
蒸発量：16t/h（設計圧力 7kg/cm²）

(5) 排ガスエコマイザ

型式：強制循環式×1基
蒸発量：800kg/h（常用圧力 6kg/cm²）

(6) 造水装置

型式：二重効用型
能力：40t/day×1台

8. 電気部

(1) 電源装置

電源設備は、ディーゼル発電機3台を装備しており、通常航海中は、発電機1台にて船内電力がまかなえる。発電機3台を同時に運転する必要があるのは、揚荷中の場合のみである。

また、発電機2台を運転するのは、出入港時、航海中タンク洗浄を行う時、貨物をヒーティングしながら航海する時などである。

主電源が故障した場合のバックアップのために、非常用発電機を1台装備しており、非常の場合、操舵機、非常用消火ポンプ、航海無線装置に給電される。

なお、各発電機の要目は次のとおりである。

主 発 電 機：500kVA (400kW)，AC 450 V，
60Hz，3φ×3台

非常用発電機：60kVA (48kW)，AC 450 V，
60Hz，3φ×1台

(2) 航海装置

航海計器として、ジャイロコンパス、オートパイロット、衛星航法装置 (NNSS)、ロランCを装備している。

レーダは、S-バンドとX-バンド方式のものを各1台設置しており、うちS-バンドの方には、衝突予防援助装置を組み込んでいる。

(3) 無線・通信装置

無線・通信設備として、800 W SSB 無線装置一式、国際VHF電話2台、気象ファクシミリ1台などを装備していることに加えて、インマルサットを一式設備している。

9. おわりに

本船は1990年10月11日、船主殿に引渡された後、文字どおり world-wide の航路に従事しており、フル稼働していると伺っています。

最後になりましたが、本船建造にあたり、種々御指導をいただきました船主監督殿、日本海事協会並びに建造中多大な協力を頂いたメーカー各位に対し、本紙をお借りして謝意を表しますと共に、本船の一層の御活躍をお祈り致します。

● ニュース

● ニュース

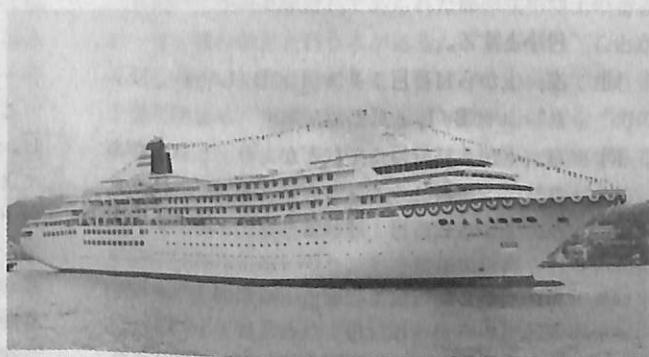
日本最大最高級クルーズ客船 純白の“飛鳥” (ASUKA) 進水

日本郵船(株)・郵船クルーズ(株)は、4月6日、三菱重工業(株)長崎造船所第一ドックにおいてクルーズ客船“飛鳥”(約27,000総トン)の進水式を行った。三菱重工業(株)が最新技術の粋を集めて設計し、建造中の“飛鳥”は、日本郵船グループが日本のクルーズ・マーケットに投入する日本最大・最高のクルーズ客船である。

本船は、向島岸壁に繋留され、10月末の竣工にむけて客室や公室の内装および船内機器設置などにとりかかる。

本船の全長は192.5mであり乗客定員600名の通常客船に比べて数10mも長伸であるこの長さは、航海中の船の縦揺れを最小限まで押さえることに役立つとされている。

また、船内の公室や客室に十分な床面積をとるために幾層にもデッキを積み上げる必要があり、このデッキの高層化は最近のクルーズ客船の特徴でもある。そして船体上縁の前方のレーダマストと後方の煙突を視覚上のアクセントとして、高層化したデッキを流れるような優美なラインで統一している。



▲“飛鳥”の予定航路は、日本近海、香港、上海、バリ、ハワイなど…

< 飛鳥の概要 >

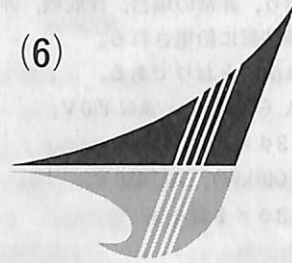
船籍 日本 / 総トン数 約27,000T / 全長 192.5 m
型幅 24.7 m / 乗客定員 (584名・最大604名) /
乗組員 約240名 / 航海速度 約21.0kn / 喫水 6.20 m
/ 主機関 三菱MAN-B&W 7L58/64形 11,770 PS×2
/ 航続距離 約7,500 浬 /

客室数 292室 / 海側客室数の割合100% / バスタブ付客室の割合100% / ベランダ付客室の割合35% / 乗客一人に対する総噸数 46.2 t /

船型学 50 年 (6)

— 眼でみる船型試験 —

乾 崇 夫
 東京大学名誉教授
 日本造船技術センター顧問



5月号の訂正と補遺

5月号のサブタイトルは“漸近展開”で、どうしても数学的な話が多くなった。加えて“素成波理論”のスケッチを試みたので、数式の数30を超えた。しかも、編集・印刷の工程がちょうどGWと重なった。そのため、それぞれで大いに頑張ってもらいたにもかかわらず、以下のようなミスが出た。

p.50 左, 上から9行目: (1) $t = \left| \frac{\partial \eta}{\partial \xi} \right|_{\xi=1, \zeta=0}$, の $\xi=1, \zeta=0$ は下添えて活字を1

号小とする。

同 左, 上から11行目: $\theta^\circ = \underline{i} \times B/L \rightarrow \theta^\circ = \underline{t} \times B/L$

同 右, 下から15行目: …などがあり \rightarrow …などがあり²⁾

p.51 左, 上から12行目: 述べる⁴⁾の²⁾ \rightarrow 述べる¹⁴⁾の²⁾

同 左, 上から16行目: 表面に \rightarrow 表面上

同 左, 下から13~12行目: たとえば(5.3) \sim (5.3)式の \rightarrow たとえば(5.3)式の

p.52 左, 上から4行目: 進行波軸 \rightarrow 進行軸

同 右, 上から10行目: $\zeta_2(R_1\theta) \rightarrow \zeta_2(R, \theta)$

p.55 右, 上から8行目: $U_1, U_2 \rightarrow \bar{U}_1, \bar{U}_2$

同 右, 下から12行目: …て嵌めも \rightarrow …て嵌め)も

同 右, 下から4行目: for \rightarrow för

同 右, 最下行: (平元4) \rightarrow (平元, 4)

前回の補足をしたい。線形理論の立場では、造波抵抗 C_w のうち、干渉項を除いた基本項 $C_w(1)$ は、たとえば前後対称・喫水方向一様・水線方向直線分布の吹出し分布に対し、(5.30)式で与えられる。その初項は

$$C_w(1) \sim \frac{4}{\pi} F^4 m_0^2 A_1 \bar{U}_1 \quad (6.1)$$

である。

A_1 は F を含まない常数であるから、問題は U_1 と F 数との関係であるが、次式で表わされる。

$$\begin{aligned} \bar{U}_n(q_0) &= \frac{1}{A_n} \int_0^{\pi/2} U^2 \cos^{2n+1} \theta d\theta \\ &= 1 - 2\bar{E}_n(q_0) + \bar{E}_n(2q_0), \end{aligned} \quad (6.2)$$

$$\begin{aligned} \bar{E}_n(q_0) &= \frac{1}{A_n} \int_0^{\pi/2} \exp(-q_0 \sec^2 \theta) \cos^{2n+1} \theta d\theta, \\ (q_0 &= K_0 T), \end{aligned} \quad (6.3)$$

$$A_n = \int_0^{\pi/2} \cos^{2n+1} \theta d\theta = \frac{2 \cdot 4 \cdot 6 \cdots (2n)}{3 \cdot 5 \cdot 7 \cdots (2n+1)} \quad (6.4)$$

ここで、 T は吹出し分布の喫水方向の深さである。 $\bar{U}_n \leq 1$ であって、とくに $q_0 > 2$ では $\bar{U}_1 \approx 1$ とみなしてよい。従って $T/L = 0.05$ では $F \leq 0.12$ まで $C_w(1) \propto F^4$ としてよいが、 $F > 0.12$ では $\bar{U}_1 < 1$ の影響が出て、 F^n の n は4より小さくなる。また(5.30)式の第2項が利いてくるのは通常 $F > 0.20$ である(前回の図5.8参照)。

次に、タンカーのような低速肥大船で、非線形造波抵抗が顕著になると話がどのように変るかについて、一言触れておく。文献74)の「抵抗成分の分離」は旧試験水槽委員会主催の第2回抵抗・推進シンポジウム(1968.6.17/18神戸)で筆者が担当した報文であるが、そこでは次の設問に対して考察を加えている。すなわち、単独の抵抗試験だけを実施して、その結果から、できるだけ正しく K の値を推定するには、どうすべきか? (K = 形状因子, form factor)

ただし、条件として、抵抗試験のさいに、トリム・船体平均沈下量・船側波形も当然同時計測されているものとし、 K の決定にはこれらの副計測量をもできるだけ積極的に活用すべきものとする。

全抵抗係数曲線のバラツキは前回にも述べた通り低速

ほど大きい。いまこれを無視してパラツキはF数に対し不変だと仮定して話を進める。(6・1)式を一般化して

$$C_t = R_t / \left(\frac{\rho}{2} V^2 S \right) = C_v + C_w, \quad (6 \cdot 5)$$

$$C_v = (1 + K) C_{t,0}, \quad (6 \cdot 6)$$

$$C_w = A \cdot F^n \quad (6 \cdot 7)$$

ここで、(6・7)式のnをn=4としたのがHughes¹⁾とProhaska²⁾で、Hughesの方は、C_t曲線の最下点(F₀, C_{t0})に着目し、(6・5)式と次式

$$dC_t/dF = 0, \quad (\text{at } F=F_0, R_n=R_{n0}, C_t=C_{t0}), \quad (6 \cdot 8)$$

とを連立させて、これよりF=F₀におけるKの値(K₀)を求めている。これに対し、Prohaskaは(6・5)式両辺をC_{t,0}で除し、

$$C_t/C_{t,0} = (1 + K) + A \cdot F^n / C_{t,0}, \quad (n=4), \quad (6 \cdot 9)$$

とおき、横軸Fⁿ/C_{t,0}に対しC_t/C_{t,0}を置点する。nの選定がよい場合には、実験点はほぼ直線になり、この直線と縦軸(F=0)との交点から(1+K)が求まる。この方法はHughesの方法より手数がかかる上に、F→0でのK値を求めているので、設計速力のKと異なる可能性もはらんでいる。というのは、geosim models(相似模型船群)の解析結果³⁾によるとKは厳密にはF数の関数と考えるべきであるとの結論がえられている。その意味ではHughesの方法もC_t曲線の最下点のみに着目しているので、設計速力よりは少しく低速側にズレている。そこで、これを次のように拡張してみる。すなわち、(6・8)式の代りに次式

$$dC_t/dF = u \quad (i=0, \pm 1, \pm 2, \dots), \quad (6 \cdot 10)$$

を(6・5)式と連立させる。具体的にはC_t曲線のF=F_i(F_iは横軸F数を適当な間隔で設計点を十分カバーするまで選んでおく)での切線からuが求まる。これより適当に選ばれたnに対し、K=K(F)が求まる。nの選定が妥当であるか否かについては、次のような“n-検定法”を用いる。なおnも、F数の広い範囲では、一定ではなく、Fの関数となることは線形理論の立場に立った前回の所論からいえる。

(6・5)式、右辺のC_nを左辺に移項して、

$$C_t - (1 + K) C_{t,0} = C_w (= A \cdot F^n), \quad (6 \cdot 11)$$

とおき、両辺の対数

$$\begin{aligned} \log [C_t - (1 + K) C_{t,0}] &= \log C_w \\ &= \log A + n \log F, \end{aligned} \quad (6 \cdot 12)$$

を置点すればよい。具体的にはKの比較的せまい範囲で3~4種のK値を仮定してみる。

上述の方法で肥大船型の水槽試験結果を満載18例、バ

ラスト11例について解析した結果、満載ではn≈6、バラストではn≈4~5となった。また設計速力をこえた直後の高速側ではC_w曲線の立上がり急で、この付近のnは中速以下で求めたnよりも、かなり大きくなる)すなわち、C_w(1)の第2項が利いてくる)。

以上は1968年(昭和43年)の話で、前回の“漸近展開”の時代(昭和28年頃)から15年ほどあとのことであるが、さらに7年後の1975年、三菱長研の馬場栄一博士がSNAME-STAR α Symposiumで出された論文⁴⁾で、いわゆる低速造波抵抗理論の立場から、理論的にも、nの値が満載でn=6、バラストでn=16/3=5.3となることが示された。1975年というと東大を定年退官する5年前のこと、この年はカナダのOttawaで14th ITTCが9月2日から11日まで開かれ、上記Symposiumはそれに合わせて、その直前にWashingtonで開かれたものである。会議そのものの記憶は茫茫として過去のものになってしまったが、nやKにまつわる思い出はいまに新しい。このような感慨は学の道に遊んでこそはじめてえられる有難い体験と受けとめている。

水を掴む工夫

終戦時に中央気象台長であられた藤原咲平博士の著書に「雲を掴む話」という本がある。「雲を掴む」ことが天気予報術の出発点であることをズバリいあてたうまい書名である。水槽試験はフルード以来もっぱら“力の計測”にたよりすぎて、流れの実体を細かに観察することをおろそかにしてきた。これには2つの理由がある。ひとつは風洞実験と異なり、水面から下の流れは、人間が魚にでもならない限り、そう簡単には見られないという、至極あたり前のことがある。第2は、フルード以来現在に至るまで伝統的に継承されている試験水槽の曳引車と模型船、それに水面との三者間のレイアウトが“力の計測”には便利だが、模型船のつくる波、特に造波抵抗を直接支配する後続自由波の観察にはまことに不向きであるということである。

結論として船型試験にたずさわる者は、以上2点のハンディがあることを常に念頭において、労をいとわず、“水を掴む”工夫をしなければ、メクラ試験になり、思わぬ間違いをしかねない。さらに、流れをよく見ることによって机上ではえられない新しい発見もありうる。ただし、これには大切な前提条件がある。すなわち“目的意識”をもつことで、他人の真似ではなく、自分自身のアタマで計画し、このところをこうやって見たなら、なにか新しいことが出てくるのではなからうか、という予期をもって見ることである。以下、“水を掴む”工夫

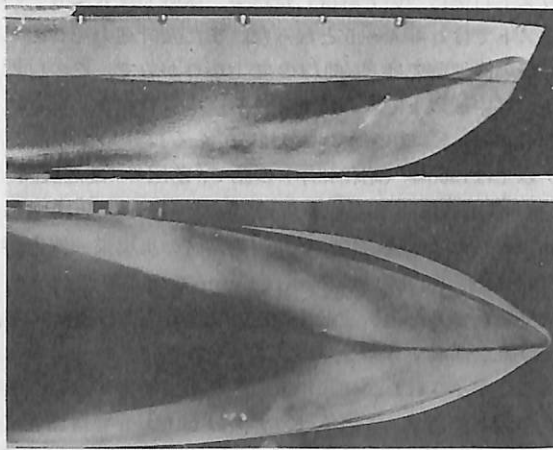


写真6・1 白馬山丸2.5m模型の層流域
($F_n = 0.200$)

の例として、特殊塗膜による模型船表面の層流域や剥離域の観察とその応用である流線計測の話と、船尾造波機構の写真観察の話について記す。

特殊塗膜法とその応用

話は昭和26年(1951)に戻る。この年はワシントンで6th ITTCが開かれ、戦後はじめて日本から重川 涉・内田 勇両氏がオブザーバーの資格で出席された。(戦後第1回の5th ITTCは1948年、ロンドンで開かれたが日本には招待状が来なかった)。この頃から外国の文献・情報が少しずつ入ってきた。そのなかのひとつに Walken⁵⁾の chemical film 法に関する論文があって注目をひいた。というのは当時は未だ現在ほど有効な乱流促進法の技術が確立されておらず、まずもって模型船表面上の層流域が船型や R_n 数, F_n 数でどう変わるかをしらべることに関心が集まり、chemical film 法が、オーソドックスではあるが手間のかかる熱線流速計に代りうるものとして期待されたのであった。

東大水槽ではこの年の夏、試験水槽委員会の委嘱もあって、まず Walker の方法を追試することから始め、これに独自の工夫を加えるなどして層流域のみならず剥離流、流線、船側波形の観測に成功した。なおこれには、この年の4月から大学院特別研究生となった竹沢誠二現日本造船学会会長の功績が大きいことを付記する。また関連する論文・報文は(16)・(20)・(23)・(25)・(28)・(29)・(33)・(36)・(37)・(42)・(49)・(54)・(56)と13編もある。最後の2つは田古里さんの乱流促進法に関する論文の一部で、ここでも熱線流速計と相俟って層流域、乱流域の判定に役立っている。以下紙面の都合で、昭和27~28年の

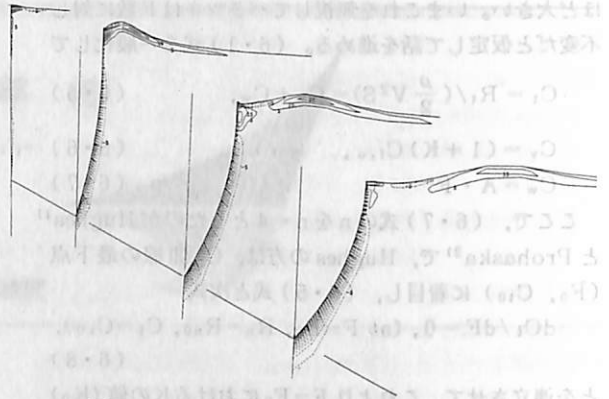


図6・1 船首喫水線部に生ずる渦度成分の ω_2
(Wigley model, $F_n = 0.289, R_n = 1 \times 10^6$, 計算)

初期の資料の一部を紹介する。

まず特殊塗膜の成分であるが、層流域等の判定用には Walker にならって Hydroquinone-diacetate (以下 H-D と略称する)、船側波形等には、それよりも水への溶解性のよい安息香酸 (Benzoic acid) を用いる。分子式はそれぞれ $C_6H_4(O \cdot CO \cdot CH_3)_2$, $C_6H_4(COOH)$ である。ともに白色板状の結晶で、アセトンに溶かすと無色の液体となる。

さて、この H-D のアセトン溶液をスプレーガンで模型表面に吹付けると、アセトンは数秒で揮発し、模型表面は H-D の白い薄層で蔽われる。ここで重要なのは、H-D そのものの水に対する可溶性であるが、試験管の中で攪拌したぐらいでは常温の水に溶解しないが、水で長い時間洗われると、H-D は醋酸とハイドロキノンに分解して徐々に溶けてしまう。乱流境界層内では主流に直角方向の混合がさかんであるが、層流ではそれが無い。従って、一様な H-D 膜で蔽われた模型船を航走させると、水の交代量の多い乱流域で H-D は分解し溶けてしまっても、水の交代量の少ない層流域では H-D 膜は残存する。なお熱線流速計によると層流域と乱流域との間に遷移域がみとめられるが、H-D 法ではそこまでの精度は無理で、大体において遷移域での H-D 膜は乱流に近い状態で溶けるようである。いずれにしても乱流域で H-D の薄層が消失するのは、化学的な分解によるので、決して機械的な剥脱によるのではない。

一方 H-D を流線測定に応用するには、予め模型表面に適当な高さの人工突起を適当な間隔で植えておいて、これに H-D 塗膜を施し航走すると、突起から生ずる乱れによって、突起後方の H-D が線状に溶ける。この乱れの線の方向を追跡することによって流線が求められる。当然層流域の方が楽で、微小な突起でも後方に長い流線

がえられる。乱流域では最初にH-D膜を厚くしておけば、突起による乱れは著しく強いからH-D膜が全面的に溶解する前に乱れの線が現れ初期の目的を達しうる。なお、H-Dも安息香酸も東大工学部応用化学科の加藤信八郎助教授（当時）のご好意で特に製造して頂いたり、入手先についてご紹介頂いたりして大変お世話になった。

竹沢さんが苦心を重ねたことのひとつに模型船表面のcoatingがある。アセントは低沸点溶剤のなかでももっとも強力なもので、通常のラッカ塗膜ではアセトンの吹付けで簡単に侵されてしまう。この点を重視し、かつ仕上げ面の平滑性をも考慮して検討を重ねた結果、Walkerが使用したAlkyd resin-based enamelと同系統で比較の入手しやすいものとして、人造樹脂系塗料のひとつである「酸化乾燥型のフタル酸レジン塗料」を採用することにした。その商品名は日本ペイント製黒色“Bode-

lac”である。耐アセトン性をもつ適当な下塗り塗料がえられなかったため、木製模型の表面に直接Bodelacを吹付けたが、そのため重ね塗りの回数が多くなり、6～8回行った。Bodelacは乾燥がおそく、塗装1回につき24～36時間の乾燥時間を必要とするので、この準備には大変手間だった。この外に準備すべきものとして模型船の吊上げ装置と固定装置とがあるが省略する。

写真6・1は北見鉄一・久保正大（昭27）両君の卒論⁶⁾から引用したもので白馬山丸2.5m模型の $V = 1.00\text{ m/s}$ ($F_n = 0.200$)における層流域を示す。写真(上)の側面図で船首水面から乱流域が発生しているが、同様の現象は鉛直平板でも見られる。当時は、船首水面付近でなんらかの強い初期乱れが生ずるのであろうと、漠然と想像していたが、これをより明確に示したのが図6・1である。対象船型はWigleyで、船体と自由表面の両方に適合させた曲線境界適合格子を使った有限体積法（WIS-DAM-V）による計算で、Y軸方向（船幅方向）の渦度成分 ω_2 を示す。N-S方程式を時間発展的に解いたもので $F_n = 0.289$, $R_n = 1 \times 10^6$, 格子点数は約10万点である（平成3年3月・渡辺 修君の修士論文⁷⁾より）。白馬山丸はマイヤー・フォームで普通型船首に比し層流域が長い。また写真(下)の船側から船首船底部への流れの入り方はおだやかである。これに反して、ここには省略したが、wall-sided modelの場合、デルタ翼に見られるような剥離域が観測されている⁸⁾。

写真6・2と図6・2は同じく白馬山丸2.5m模型船の流線測定の結果で、伊藤康弘・川井 力（昭28）組によるものである⁹⁾。

船尾造波機構の写真観察

4月号の最後に図4・9としてInuid model S-101, S-201の抵抗試験結果と計算との比較を示してある。模型の長さはそれぞれ $L = 2.40, 1.75\text{ m}$ である。この抵抗試験は再現性を確かめるために、通常よりもいいに何回かの繰返し試験を行ったのであるが、S-201でいうと $F_n = 0.26$ のホローから $F_n = 0.31$ のハンプに至る。いわゆる C_w 曲線の上り坂のところ、目によってループを画くことが確かめられた。逆に、このハンプを超えて次の0.35のホローに至る C_w 曲線の下り坂では抵抗値は非常に安定していて、ドン・ピシャリ一致する。このことが下地にあって、一方、ときおり曳引車に乗ってスタートから定常航行になるまでの船尾付近の流れを見るとなかなか面白い。つまり、プラントルの教科書のなかにある翼の出発渦の写真を連想させるようなダイナミックな変化がみられるのである。それは船尾付近の粘性流

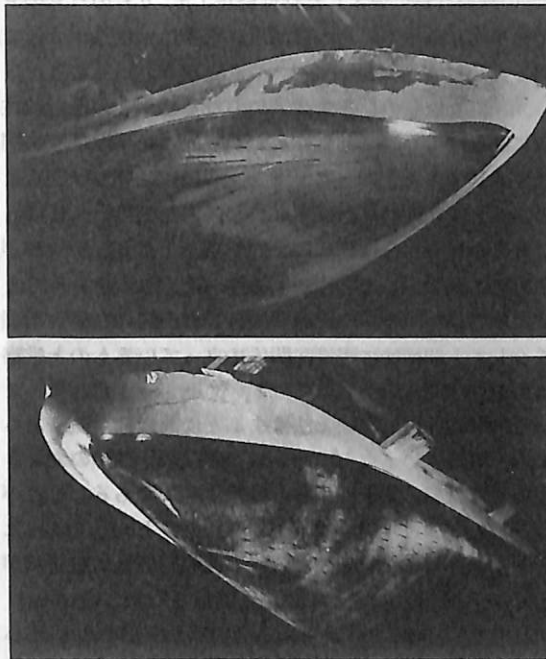


写真6・2 白馬山丸2.5m模型の流線
($F_n = 0.172$)

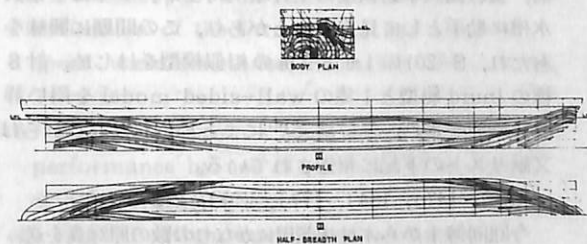


図6・2 流線図（白馬山丸2.5m, $F_n = 0.228$ ）

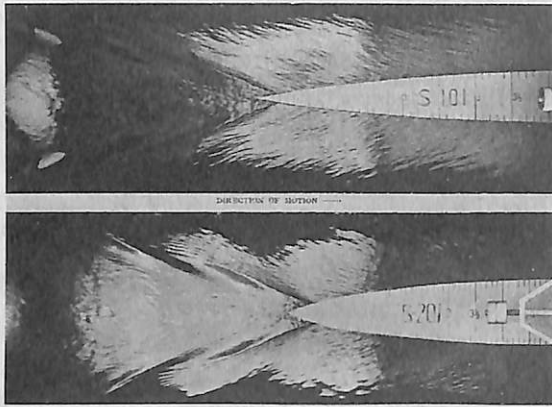


写真 6・3(a) 船尾波波紋 (S-101, S-201, $F_n = 0.213$)

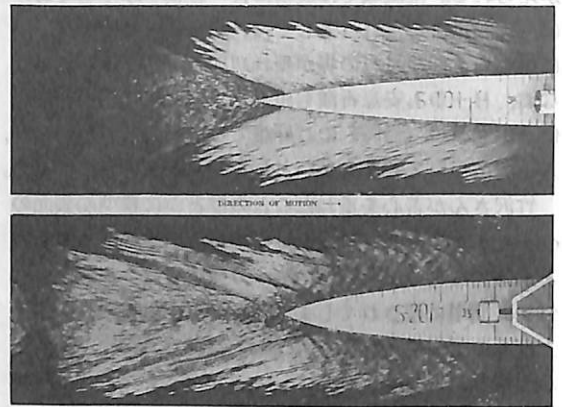


写真 6・3(b) 船尾波波紋 (S-101, S-201, $F_n = 0.289$)

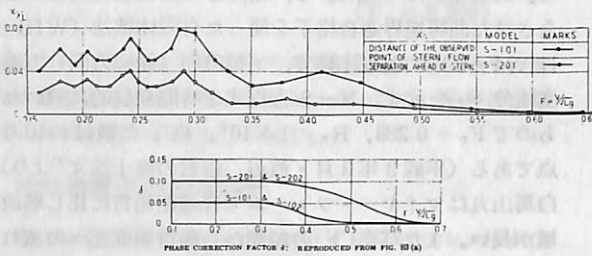


図 6・3 船尾波の起点と F_n 数との関係 (S-101, S-201)

が定常状態に達するまでに、なにがしかの有限時間を必要とすること、一方で、船首波が定常波形におさまるためにも、さきに文献 12)でも触れたように、水深が十分深い場合でも、定常波長の数倍の助走距離を必要とする。この両者が相互にからみあって、最終的に船尾流場がやっと定常状態に到達するのであるが、ほぼ剥離点と覚しき辺りでの定常船首波の位相によって、船尾波のできかたが予想外に大きく異なるらしいと気がついた。そこで、上記 2 種の Inuid model について、船尾付近だけの局所的な波紋写真をとることを思いついた。それが文献 35) であって昭和 32 年春の学会で発表した。これが波紋撮影の第 1 号であって、対象水域が局限されているので、水面に白天井のカゲをおとす方式で成功した。撮影は $F_n = 0.100$ ($K_0 L = 100$) から $F_n = 0.65$ ($K_0 L = 2.37$) におよぶ 27 種の方法で行った。写真 6・3 はその一例で、(a) は $F_n = 0.213$, (b) は $F_n = 0.289$ に対するもので、(b) の場合、船尾波の起点が (a) に比し、船首方向に前進していると同時に船尾波の cusp line が弱められていることが判る。図 6・3 はこの船尾波の起点 X_s/L を F_n に対してプロットしたもの(上)と、前述の図 4・9 で

C_w の理論計算に導入した粘性修正 (β, δ) のうちの δ の値を示した(下)のものである。両者はかなりよく似ている。

元来、 δ は船のはるか後方における船尾波の漸近的性質に関与するものであり、一方 X_s/L は船尾局所流に関係する量である。従って、両者を直接に結びつけることは、さして物理的な意味もないし、また当時としては、これに単純かつ合理的な物理的解釈を下しえなかったが、それでもなお、このような類似性がみられるということは、両者が、おそらく後流間の合成自由波の伝播の過程を介して、間接的に密接な関係に立っているものと推察された。

この写真観察は実験手法はまことに簡単なものであったが、着眼点という点と、えられた収穫の予想外の大きさという点とで、印象に残るもののひとつである。これが成功した要因として、模型が単純船型の Inuid であったことが挙げられる。すなわち、単純船型のため船首波が simple であったことと、Inuid であるため、cruiser stern などと異なり、真上からの視察が容易であったからである。

その後、20 年以上も経過して、筆者が定年退官する直前、現広島大学助教授の土井康明博士が、2 年ほど東大水槽に助手として見たことがあり、この問題に興味をもたれ、S-201 の 1 m と 2 m の相似模型をはじめ、計 8 種の Inuid 船型と 1 隻の wall-sided model を用い詳しい研究をされ、学位論文¹⁰⁾にまとめられた。これらは文献リストの下記に報告されている。

(134), (147), (154), (177), (210), (213)

今回同博士から本誌掲載用にかなりの数の原写真を送って頂いたが、紙面の都合でそのごく一部だけ拾ったのが、

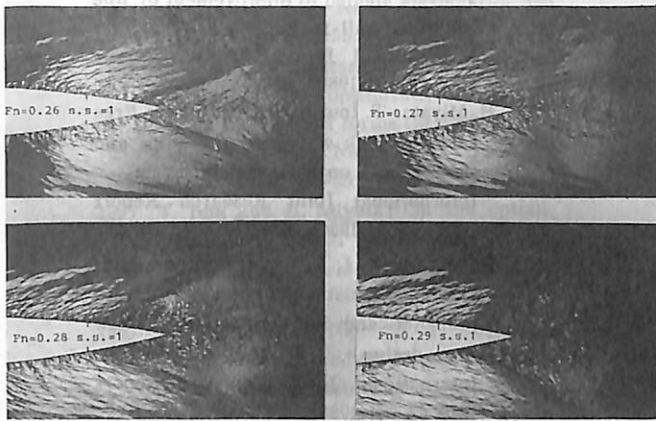


写真 6・4 船尾波波紋 (S-103)

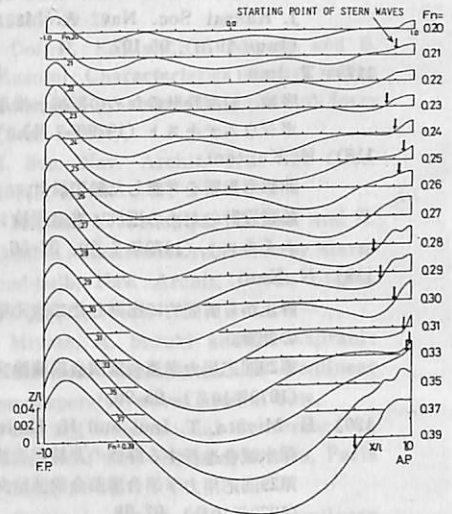
図 6・4 船尾波の起点と F_n 数との関係 (S-103) ▶

写真 6・4 である。模型は深喫水の Inuid model S-103 ($a=0.4$, $T/l=0.5$, $l=1/2 \cdot L$) の 2m 模型である。速力は左上から右下にかけて 4 種、すなわち $F_n = 0.26, 0.27, 0.28, 0.29$ である。また図 6・4 は同じ模型について、0.20 から 0.39 までの 16 種の F_n 数に対する船側波形と船尾波の起点 X_s/l を示したものである。これらおよび、ここでは省略した全波紋の写真観察を含めて、同氏は次のように船尾波波紋の特徴を挙げている。その第 1 は、すでに述べた通り、 F_n 数により船尾波起点位置が前後すること。第 2 に、船尾波の様相が船速により変化し、たとえば $F_n = 0.25$ で明瞭に見られる船尾波は $F_n = 0.26$ で、波の陰影は少し弱くなり、さらに $F_n = 0.27$ では船尾波は不明瞭で波は消えたかに見える。そして $F_n = 0.28$

では再び船尾波は明瞭になる。これ以上 F_n 数が上るにつれて、波の陰影は強くなり、船尾近傍流場には波面の乱れた領域が現われる。 $F_n = 0.31$ でそれは最大となり、このときの船尾波は船首周りの波とは全く様相を異にする。さらに高速になるに従い船尾波波面の乱れ、および波の陰影は弱まる……。第 3 点は、ある F_n 数域で、波面に乱れを伴った特異な船尾波が存在するという点である。たとえば写真 6・4 の $F_n = 0.28$ では波面の乱れは船尾端近傍に局限されているが、 F_n 数の上るにつれて、乱れの強さとその領域はまし、 $F_n = 0.31$ をピークとして、以下再び減少に向う。なお宮田助教授の話では図 6・1 に例示した WISDAM-V でもこの現象に対し、いまひとつ分解能が不足気味とのことである。

〔参 考 文 献〕

- 1) Hughes, G.: The influence of form and scale on model and ship resistance, Proc. 10th ITTC (1963, London)
- 2) Prohaska, C. W.: A simple method for the evaluation of the form factor and the low speed wave resistance, Proc. 11th ITTC (1966, Tokyo)
- 3) 谷口 中: Study on scale effect of propulsive performance by use of geosims of a tanker, 造学論 120 号 (1966)
- 4) Baba, E.: Blunt bow forms and wave breaking, First Ship Technology and Research (STAR) Symposium, (Aug. 1975, Washington)
- 5) Walker, W. P.: Detection of laminar flow on ship models, TINA, Vol. 91 (1949) 220
- 6) 北見鉄一・久保正大: Chemical film による層流域の決定 (1952)
- 7) 渡辺 修: 数値シミュレーションによる船体周りの波と粘性流 (1991, 東大)
- 8) 坂元直家・南崎邦夫: 薬品塗膜による層流域の判定並びに流線測定について (1953)
- 9) 伊藤康弘・川井 力: 模型船の流線測定 (1953)
- 10) 土井康明: 粘性および波の非線形性を考慮した船尾波の造波特性に関する研究 (1986, 東大)

- perimental investigations on the wave making in the near-field of ships, J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn, 173 (June 1979), 95-107.
- 117) T. Inui:
序論, 船型設計のための抵抗・推進理論シンポジウムテキスト (1979年7月), 1-8.
- 118) H. Kajitani:
非線形影響を考慮した船型設計, 船型設計のための抵抗・推進理論シンポジウムテキスト (1979年7月), 37-56.
- 119) N. Kato:
静止から瞬間的に出発した二次元平板の後流の計算, 第29回応用力学連合講演会講演論文抄録集 (1979年10月), 95-96.
- 120) H. Miyata, T. Inui and H. Kajitani:
深水域を進行する浮体の非線形造波現象, 第29回応用力学連合講演会講演論文抄録集 (1979年10月), 97-98.
- 121) T. Kitazawa and H. Kajitani: Computations of wave-resistance by the low speed theory imposing accurate hull surface condition, Proc. Workshop on Ship Wave-Resistance Computations Vol. 2. Bethesda (Nov. 1979), 288-305.
- 122) H. Miyata and H. Kajitani: Wave-resistance calculations by the low speed theory and Guilloton's method, Proc. Workshop on Ship Wave-Resistance Computations Vol. 2 Bethesda (Nov. 1979), 354-369.
- 123) T. Inui:
船舶の造波抵抗に関する研究, 学術月報 32巻 8号 (1979年11月), 528-533.
- 124) T. Inui, H. Kajitani, H. Miyata, M. Tsuruoka, A. Suzuki and T. Ushio: Non-linear properties of wave making resistance of wide-beam ships, J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 146 (Dec. 1979), 18-26. Nav. Archit. Ocean Engng. 17 (1979), 38-46.
- 125) Y. Shimomura, T. Kitazawa, T. Inui and H. Kajitani: The low speed wave resistance theory imposing accurate hull surface condition, 船体表面条件を厳密化した低速造波抵抗理論, J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 146 (Dec. 1979), 27-34.
- 126) H. Kajitani and T. Kitazawa: Improvement of low speed wave resistance theory by satisfying hull surface condition, International Joint Research Report 1979 (April 1980), 23-42.
- 127) H. Kajitani, M. Nitoh and Y. Doi: Wave analysis applied to improvement of fine container hull forms, International Joint Research Report 1979 (April 1980), 81-102.
- 128) H. Miyata, T. Inui and H. Kajitani: Free surface shock waves around ships and their effects on ship resistance, International Joint Research Report 1979 (April 1980), 103-130.
- 129) H. Miyata, Y. J. Lin and T. Hino: Evaluation of resistance increment due to propeller and its application to hull form design, International Joint Research Report 1979 (April 1980), 157-199.
- 130) H. Miyata, T. Inui and H. Kajitani: Free surface shock waves around ships and their effects on ship resistance, J. Soc. Nav. Archit. Jpn, 147 (June 1980), 1-9. Nav. Archit. Ocean Engng. 18 (1980), 1-9.
- 131) N. Kato: A study on separated flow behind bluff bodies by inviscid vortex models (first report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 147 (June 1980), 43-52.
- 132) H. Miyata, Y. J. Lin, T. Hino and S. Fujita: On the optimization of the aft-part of fine hull forms (first report), J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 177 (June 1980), 37-50.
- 133) H. Miyata: Characteristics of free surface shock waves around wedge models, Proc. Continued Workshop on Ship Wave-Resistance Computations, Izu Shuzenji (Oct. 1980).
- 134) Y. Doi: Observation of stern wave generation, Proc. Continued Workshop on Ship Wave-Resistance Computations, Izu Shuzenji (Oct. 1980), 155-172.
- 135) M. Takahashi, H. Kajitani and H. Miyata: Characteristics of free surface shock waves around wedge models, J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 148 (Dec. 1980), 1-9.
- 136) H. Miyata, Y. Tsuchiya and T. Inui: Resistance reduction by stern-end-bulb (first report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 148 (Dec. 1980), 10-16.
- 137) N. Kawamura, H. Kajitani, H. Miyata and Y. Tsuchiya: Experimental investigation on the resistance component due to free surface shock waves on

- series ship models,
J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 179
(Dec. 1980), 45-55.
- 138) Y. J. Lin, H. Kajitani, H. Miyata and M. Kanai: On the optimization of the aft-part of fine hull forms (second report), J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 179 (Dec. 1980), 57-65.
- 139) T. Inui and H. Miyata: On the optimization of overall performance of rudders, Nav. Archit. Ocean Engng. 18 (1980), 10-20.
- 140) J. Kasahara, S. Nagumo, S. Koresawa, T. Daikuhara and H. Miyata: Experimental results of vortex generation around ocean-bottom seismograph due to bottom current, 底層流による海底地震計周囲の渦の発生の実験的観察, Bull. Earthq. Res. Inst., Univ. of Tokyo Vol. 55 (1980), 169-182.
- 141) H. Miyata: Characteristics of nonlinear waves in the near-field of ships and their effects on resistance, Proc. 13th Symposium on Naval Hydrodynamics, Tokyo (1980), 335-351.
- 142) T. Inui: From bulbous bow to free-surface shock wave—Trends of twenty years research on ship waves at the Tokyo University Tank (3rd Georg Weinblum memorial lecture), Institut fur Schiffbau der Universitat Hamburg, Bericht Nr. 402 (Nov. 1980) J. Ship Research Vol. 25 No. 3 (Sept. 1981), 147-180.
- 143) H. Miyata, Y. Tsuchiya and T. Inui: Resistance reduction by stern-end-bulb (second report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 149 (June 1981), 1-10.
- 144) Y. J. Lin, H. Kajitani, H. Miyata, S. Takeuchi and H. Adachi: On the optimization of the aft-part of fine hull forms (third report), J. Kansai Soc. Nav. Archit. Jpn. 181 (June 1981), 63-75.
- 145) A. Suzuki, H. Miyata and H. Kajitani: Numerical analysis of free surface shock waves around bow by modified MAC-method (first report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 150 (Dec. 1981), 1-8.
- 146) M. Nito, H. Kajitani, H. Miyata and Y. Tsuchiya: Free surface shock waves and methods for hull form improvement (first report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 150 (Dec. 1981), 19-29.
- 147) Y. Doi, H. Kajitani, H. Miyata and S. Kuzumi: Characteristics of stern waves generated by ships of simple hull form (first report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 150 (Dec. 1981), 30-39.
- 148) H. Miyata, Y. Tsuchiya, T. Inui and H. Adachi: Resistance reduction by stern-end-bulb, Nav. Archit. Ocean Engng. 19 (1981), 16-28.
- 149) H. Miyata, A. Suzuki and H. Kajitani: Numerical explanation of nonlinear nondispersive waves around bow, Proc. 3rd International Conference on Numerical Ship Hydrodynamics, Paris (1981), 37-52.
- 150) H. Kajitani and H. Miyata: Nonlinear waves generated by ships, 船の造る非線形波動, J. Faculty of Engineering, University of Tokyo (A) Vol. 19 (Nov. 1981), 26-27.
- 151) H. Kajitani: 船体形状 (省エネルギー船のための要素技術 3.1.1) 日本造船学会誌 632号 (1982年2月), 32-35.
- 152) H. Miyata: ハルブ (省エネルギー船のための要素技術 3.2.1.) 日本造船学会誌 632号 (1982年2月), 41-43.
- 153) H. Miyata, A. Masuko, H. Kajitani and K. Aoki: Characteristics of free surface shock waves around wedge models (second report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 151 (July 1982), 1-14.
- 154) Y. Doi, S. Takeuchi, S. Hong, H. Kajitani and H. Miyata: Characteristics of stern waves generated by ships of simple hull form (second report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 151 (July 1982), 23-32.
- 155) H. Miyata: 自由表面衝撃波の研究, 船の科学 35巻 10号 (1982年10月), 46-47.
- 156) H. Kajitani: Development of ship hull forms and its technical background for fuel conservation, Fuel Conservation Seminar for Shipping in Singapore, Singapore (Nov. 1982)
- 157) A. Masuko, H. Miyata and H. Kajitani: Numerical analysis of free surface shock waves around bow by modified MAC-method (second report), J. Soc. Nav. Archit. Jpn. 152 (Jan.

Weather damage and it's lesson

(No. 2)

高城 清

1. はじめに

1960年秋、川崎汽船ぼりびあ丸は日本への帰路を急いでいたが、北太平洋はずっとしけつづきで、とうとうNo 2 hatch前側の右舷25t derrick boomを太平洋におとしてかえってくるという大きな事故にあった。

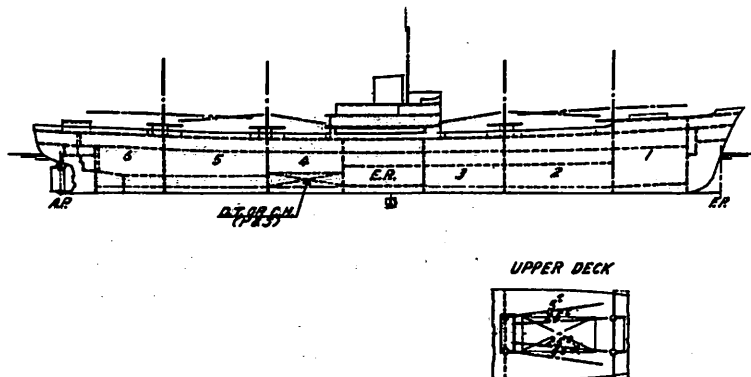
当時私は川崎汽船工務課長をつとめていたが、完成後1年にならない船であったから、横浜に向向いてdamageの状況を調査した。

2. ぼりびあ丸のおいたち

川崎汽船では1953年川崎重工業神戸工場で、中速貨物船昭川丸を造り、以後数隻 sister ships が完成し、いずれも好評を得ていた。1956年南米西岸航路に使うため、昭川丸型の5 hatchを6 hatchにし、forecastleをlong forecastleにして cargo spaceの容積を増した智利丸が造られ、以後毎年この型が造られて、1959年には4隻の fleet が完成した。

表2・1にかかげたゴウシュウ丸はこの型の最後の船である。

1960年にさらにもう1隻この型を造ることになり、今度は engine は川崎重工業神戸で、船体は大阪で造られて fleet に加わった。これがぼりびあ丸で、表2・1にゴウシュウ丸との比較をかかげた。図2・1はぼりびあ丸の outline profile である。



▲ 図2・1 M.S BOLIVIA-MARU

▼ 表2・1

PARTICULARS OF 2 SHIPS		
NAME	BOLIVIA-MARU	GOUSHU-MARU
when built	1960	1959
G.T. (rt)	8,175	8,205
N.T. (rt)	4,888	4,906
L (cm)	132.50	132.40
B (rt)	18.40	18.20
D (rt)	11.60	11.70
d (rt)	8.17	8.16
Co	0.732	0.742
Δ (rt)	14,968	14,926
DW (rt)	10,789	10,697
grain (mt)	17,676	17,441
hala (rt)	14,229	14,245
main engine	Kawasaki-M.A.N. Diesel engine 5,600 ^{HP} x 128 ^{rpm}	
sea speed (kt)	14	
derrick boom	2 x 5 ^t for No.1 hatch 2 x 25 ^t , 2 x 5 ^t + No.2 + 2 x 5 ^t + No.3 + 2 x 5 ^t + No.4 + 2 x 10 ^t , 2 x 5 ^t + No.5 + 2 x 5 ^t + No.6 +	

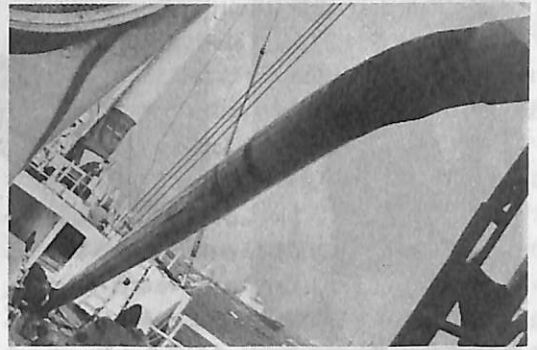
3. weather damage の状況

1. でのべたように、1960年10月ぼりびあ丸は、南米からのかえりに北太平洋で連日ひどいしけにあった。そしてNo 2 hatch 右舷前部の25t derrick boom (図2・1の平面図に×印で示したもの) が boom rest からはずれてあばれだし、左右に大きくゆれて、となりの derrick boom をいため、付根の gooseneck の所で derrick post に大きな穴をあけるという大事故につながった。

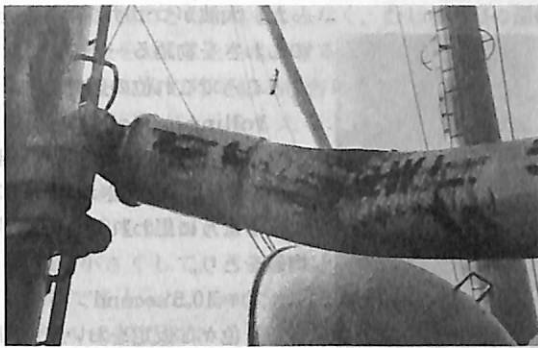
写真3・1は long forecastle の後端から後方を眺めたものであるが、No 2 hatch 右舷後部の5t derrick boom は折れまがり、左舷前部の25t derrick



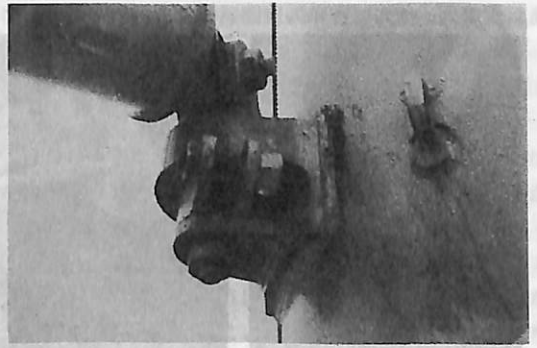
▲写真3・1



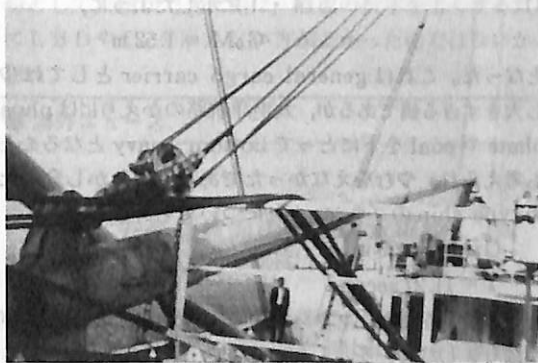
▲写真3・2



▲写真3・3



▲写真3・4



▲写真3・5



▲写真3・6

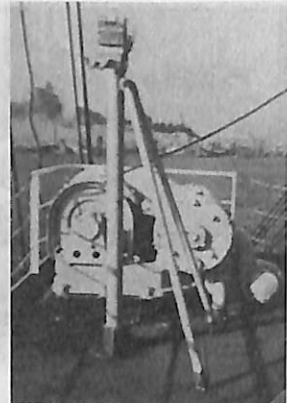
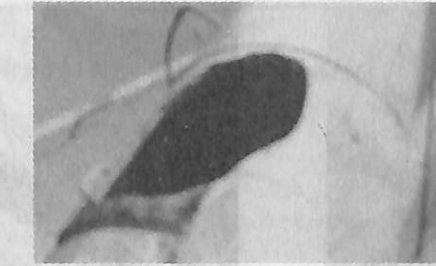
った状況がよく分かる。

写真3・7と3・8は右舷前部25t derrick boomのgooseneckの所にあいたderrick postの大穴である。

ところで当時本船のNo 2 hatch 右舷のbulwarkのかげにcylinder状のdeck cargoが積まれていた。上のべた右舷25t derrick boomの暴走を放っておくと、この

boomにもあたって折れているのがよく分かる。写真3・2と3・3は右舷後部5t derrick boomの根元の折れ曲っている所を示している。写真3・4はgooseneck取付金物の溶接損傷を示している。写真3・5は左舷前部25t derrick boomの曲っている状況(looking forward)を示している。写真3・6は左舷後部5t derrick boomの曲っている様(looking forward)を示す。No 2 hatchの右舷前部25t derrick boomがあはれまわったために、外の3本にぶちあたってまがってしま

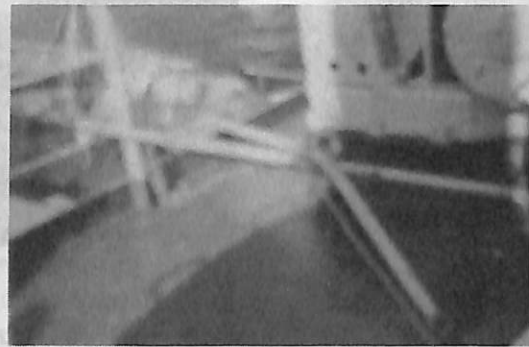
deck cargoをきずつけるおそれがあったのでcaptainはderrick boomを海にすてる決心をされた。そしてしけの海で大ゆれにゆれる危険な状況の中で、boatswainが決死の思いであはれまわるderrick boomのtopping liftを切って、derrick boomを太平洋にlet goさせるのに成功した。おかげでdeck cargoはたすかったものの、No 2 hatchの荷役はきずついた3本のderrick boomも使えずお手上げとなった。



▲ 写真 3・8

◀ 写真 3・7

写真 3・9 ▶



▲ 写真 3・10

▲ 写真 3・11

右舷前部 25t derrick boom rest は damage をうける前は写真 3・9 と 3・10 のような姿であったが、それが写真 3・11 のようにくたばってしまった。

本船は 10 月 14 日 横浜に入港したがどうしようもなく、横浜、千葉の荷役をすませた後神戸で損傷個所の修理を行った。derrick boom も derrick post も材質的には心配はなかったので、曲りをなおし、穴をふさいでやっと元の姿にかえることができた。

4. weather damage の考察

3. でのべたように本船は北太平洋の winter season に入ったところでひどい目であったのであるが、当時の状況を赤井 captain にうかがった所を記してみる。

天候はこの事故の起った頃が最も severe で、rolling period 10~11 second, maximum heel 40° で gunwale が水に没することもあったという。こんなことはめったにないことであるが、最初大きな横波をくらって船体がかたむき、だんだん upright にもどった時に 2 回目の大きな横波をくらって上記のように 40° 位にかたむき、老練な captain もこれはいかんと思われたほどであ

った。大波がつづけてくることのこわさを物語る一例である。

ところでこれ位の船で、

rolling period $T =$

$= 10 \sim 11$ second

というのは、いささか stiff にすぎないように思われたので、平均値をとり、

$T = 10.5$ second

とし、色々な仮定をおいて当時の G_0M を計算してみると、表

4・1 に示したように、

$G_0M = 1.52$ m

となった。これは general cargo carrier としては少し大きすぎる値であるが、太平洋航路のかえりには phosphate や coal を下にとって bottom heavy となることも考えられ、やむをえなかったであろう。しかし念のため type ship のゴウシュウ丸についても計算し、

$G_0M = 1.29$ m

$T = 11.27$ second

という数字を得た。ゴウシュウ丸の方が stiff rolling がかなりましなことを示している。

ところでゴウシュウ丸の full and down の departure condition における

$G_0M = 0.11$ m

で決して大きいものではないが、本船の draught は相当 with freeboard でもあり運航上は何も支障はなく、captain からの報告でも航洋性はきわめて良好である。

私はこの型の第一船で long forecastle をつける話が出た時、 G_0M が小さくなり trim も悪化することをぜひ心配し高橋造船設計部長に意見を申し上げたが、高橋部長は雑貨船だから心配いらないと問題にされず、実際に完成後もどの船もこの点に何の心配もなかった。高

▼表4・1 The Comparison of T and G₀M

$$T = \frac{2\pi K}{\sqrt{g \cdot G_0M}} = \frac{2.01K}{\sqrt{G_0M}}, K = \text{radius of gyration}$$

name	BOLIVIA-MARU	GOHSHU-MARU
$K \equiv 0.35 B$	6.44	6.37
rolling period T (sec)	$(10 + 11) / 2 = 10.5$	11.22
$\sqrt{G_0M} = \frac{2.01K}{T}$	↓ 1.2328	↑ 1.1358
G ₀ M (m)	1.52	1.29
KM (°)	$\equiv 0.415B = 7.64$	$\equiv 0.41B = 7.46$
G _{G0} = 0.10 (°)	↓ 0.10	↑ 0.10
KG = KM - G ₀ M - G _{G0} (°)	6.02	6.07

橋部長の先見の明に感服すると共に、私も以後 full and down の数値にとられることなく、むしろ実際の運航状態に重点をおくことを心がけるようになった。

しかもその後の外の船の報告によっても、full and down で G₀M が 1m をこえるような船はかえって、reputation がよくないことも分かってきた。

ぼりびあ丸はゴウシュウ丸型を base として、造船所の意向で B を 0.2m 大きくし、D を 0.1m 小さくし、C_b を 0.01 小さくして、どちらかといえば rolling しやすい船にでき上った。それだからこのような事故につながったというのではない。自然の力が人間の及ばない所にあったというべきであろうが、一度 reputation のよい船として実績ができた船は、看板の数字をよくするために LBD や C_b をかえない方がよかったのではないかと思う。

写真3・9と3・10に示した derrick boom rest 下部の socket に pin hole があるが pin がさしてない。そのために(a)はげしい rolling によって socket から rest がはずれたのかも知れないし、あるいは(b)強烈な波の力で 25t derrick boom もろとも持ち上げられておどりはじめたのかも知れない。(c)また(a)と(b)がかさなったことも考えられる。(b)または(c)の場合には pin にとめてあろうがなかろうが問題にならないような大きな力がかかったのかも知れない。しかし理くつはとにかくとしてとめるべきものはとめておくのが当然ではなかろうか。なおもう少しよく考えてみると、このような winch platform 上の derrick boom rest は取外し式でなく、かんたんな溶接固定式の方がよかったのではあるまいか。

5. おわりに

ぼりびあ丸は運悪く上にのべたような weather damage にあったが、その後は順調に使命を全うすることができた。

4. で damage に関連して思いついた事を色々考えてみたが、当時はこのように客観的に考えてみるひまもなかった。後からこんなことしなくてもよかったのではないかというようなことも分かってきたが、当時としては精一杯の努力の結果であったろう。30年前にとった写真をもう一度眺めて自然の力の偉大さを再認識し、将来に対する備えとなれば幸いである。

● 海外ニュース

安全な航海のための水平舵

写真は水平舵安定装置の詳細について話し合っているグラスゴー大学のトニー・フェアリー・クラーク博士(左)とロバート・マクグレガー博士である。

SWTH (Small waterplane area twin hulled) は調査船、研究船、軍用船、高速旅客船などとして優れた性能を備えている。SWTH の概念は今世紀初頭に生まれたものであるが、継続されてきた研究努力が応用されはじめたのはつい最近の事である。

現在行われているのは計画の一つとして SWTH の性能向上のための水平舵研究がある。これには舵の角度や浸潤率なども考慮に入れられるが、理論上の研究は全長約 6m の SWTH 試験船に取り付けられた水平舵制御試作システムを使った海上計画で確認されることにな



る。なお、この試験船は英国の大手造船会社によって建造されたものである。

大きな船尾水平舵の主要部分は円筒状の船体に組み込まれ、小さな船首水平舵の表面全体が動的コントロールされるように船体の前方部にボルト締めされる。

照会先: Glasgow Marine Technology Centre
The University of Glasgow
Glasgow G12 8QQ Scotland.

● 錨鎖懸垂部の比較

錨鎖の曲線と伸出量

濱村 建治

1. はしがき

ここでいう錨鎖の曲線とは船が錨泊する時、錨鎖が垂れて画く曲線のことを指すが、一般的に懸垂線（カタナリー）と考えてよいことが知られている。

今更とも思われるが、錨および錨鎖による把駐力を別の面から眺めてみて、錨鎖の伸出量の基準が妥当なものかどうか、どの位の余裕があるのか等、実情を知るために若干の計算を試みた。

船舶の設計では、船の機装数に応じて、錨鎖の寸法と長さを決める規則になっており、一々外力など計算することもなく大変便利になっている。

それで従来特に問題はないのであるが、伸出量を決めるにはカタナリーの計算から入らねばならないので、もう1度復習してみることにする。

2. カテナリーの解

錨鎖のように均一な密度の自重を持ち柔軟な線体を両端で支持すると、自然に弓なりに垂れることは経験的に誰でも知っている。

しかしこの形がカタナリーと言って、双曲線関数という日常余り使われない式になることはそれ程知られていない。これが分かったのはそれ程昔のことではなく、かの有名なガリレイ（Galileo Galilei, 1564～1642年）でもこの曲線は放物線であると考えていた¹⁾。

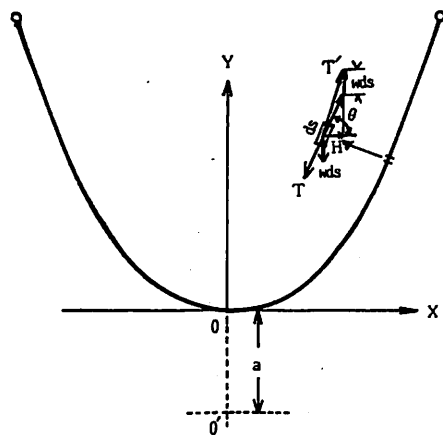
カタナリーになることを発見したのはベルヌイであると言われている。ベルヌイというと流体力学のベルヌイかと思いきや、流体力学のベルヌイは Daniel Bernoulli (1700～1782) で、こちらのベルヌイは Daniel の伯父の Jakob Bernoulli (1654～1705) であり、父の John Bernoulli も討議に加わったという。

2・1 空気中で両端を同一高さに支持した場合

第1図のように鎖の最低点を原点にとって座標軸とし、途中の微小長さ ds をとって力の釣り合いを考える。

斜下向きの張力 T と上向きの張力 T' では少し方向が違ってくる。この ds の単位長さ当たり重量を w とすると、この重力と釣合うのは T と反対方向の反力と T' の力との差 $w \cdot ds$ である。

T' と T の垂直成分は錨鎖の位置によって変化するが、



▲ 第1図 カテナリー

水平成分の H は外力に関係しないので一定である。

また ds の方向が水平に対する角度を θ とすると、

$$ds = \frac{dx}{\cos \theta}$$

従って微小長さの重量 $w \cdot ds$ は $\frac{w \cdot ds}{\cos \theta}$ と表わされる。これはまた張力の垂直成分の微小変化であるから、

$$\frac{w \cdot dx}{\cos \theta} = d(H \tan \theta)$$

一方、 $d(\tan \theta) = \frac{1}{\cos^2 \theta} d\theta$ であるから、上式は

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{w}{H} \cos \theta \quad \text{これを解くと} \quad \tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2}\right) = e^{\frac{wx}{H}}$$

これを变形すると、 $\tan \theta = \frac{1}{2} (e^{\frac{wx}{H}} - e^{-\frac{wx}{H}})$

$\tan \theta = dy/dx$ と置けるので、上式をそれで解くと、

$$y = \frac{H}{2w} (e^{\frac{wx}{H}} + e^{-\frac{wx}{H}}) + \text{const.}$$

const. は $x=0$ のとき $y=0$ になるという関係を入れると $-H/w$ となる。この H/w を a と置くと、

$$y = \frac{a}{2} (e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}}) - a \dots \dots \dots (1)$$

これは双曲線関数と呼ばれるもので、次のようにも表わされる²⁾。

$$y = a \left(\cosh \frac{x}{a} - 1 \right) \dots \dots \dots (2)$$

(1)式を見ると分かるように、xの値が⊕でも⊖でも絶対値が等しければyの値は変わらない。従ってこの曲線はy軸を中心として対称であることが分かる。

aという値はカタナリーのパラメータともいわれるが(1)、(2)式に見られるように、xとは無関係にマイナスしている値である。従って座標の原点をaだけ下しにずらしてやると(2)式は、 $y = a \cosh(x/a)$ という形になる。

原点0から任意の点までの弧の長さをsとすると、sは次の式で求められる³⁾。

$$s = a \sinh(x/a) = \sqrt{(y+a)^2 - a^2} = \sqrt{y^2 + 2ay} \dots \dots \dots (3)$$

2・2 吊橋の曲線

似たようなものとして吊橋の曲線がある。

これは一見するとカタナリーのように見えるが、実はそうではなく放物線に近い⁴⁾。

橋を吊っているロープよりも下の構造物がかなり重いと考えると、第2図でdsにかかる重量はw・dsではなく、橋の単位長さ重量をwと読み変えw・dxとして、

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{w \cdot \cos^2 \theta}{H} \quad \text{となり、} \quad \tan \theta = \frac{w}{H} x$$

$y = x^2/a$ が導かれる。これは正に放物線である。

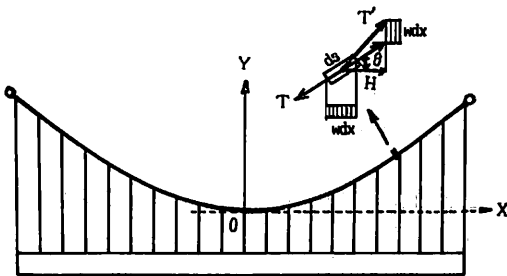
ガリレイを弁護する訳ではないが、工学的には両者の差は比較的少なく、電線の架設では放物線で近似させている⁵⁾。

しかし弧の長さを求める場合は意外に放物線とするよりも(3)式のように正式なカタナリーとする方が簡単であるので、船の場合はカタナリーにして考える。

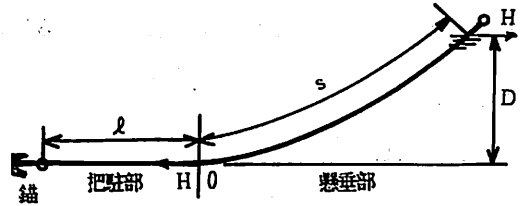
2・3 海中で吊って最低点が海底となる場合

この場合も最低点を原点にとると、空気中の場合と同じくカタナリーの片方になる。そして原点において水平反力Hが加わって釣り合うことになる。(第3図)

このHは船に加わる水平外力と等しく、錨と錨鎖で形



▲第2図 吊橋



▲第3図 懸垂部と把駐部

成する把駐力もHとなって釣合っている。

ただしこの場合のw(単位長さ当り重量)は海水による浮力を差引いた重量にする必要がある。

また船の場合は海面上ホースパイプまでの空中重量があるが、これは除外しても余り大きな誤差にならない。

これは一般的に「錨鎖走出量は水ぎわを基準として計測する」ことになっているせいもある。

もっともこれには理由があって、昔呉の海軍工廠で、1万トン級巡洋艦「那智」の公試を伊予灘で実施したとき、錨を水面まで下ろすことなく、ホースパイプから直接海中投下したところ、両舷共錨鎖を切ってしまった。それ以来一旦水面まで錨を下ろし、走出量は水ぎわから計ることになったということである。

3. 伸出量の基準

錨鎖の伸出量の基準値をpiとすると、

$$p_1 = 3D + 90m \dots \dots \dots (5)$$

が日本では商船も艦艇も一般的になっている⁶⁾、⁷⁾。

このもとになっているのは旧海軍の操艦教範⁸⁾で、第5章第2節 錨泊 第138項に「風速20mの風を艦首30°に受けたる場合、ほぼ前項の要求を満たし得る程度に錨鎖を伸ばし置けばおおむね安全なり、而してその錨鎖長は次式により求むることを得る。

$$\text{錨鎖の長さ(母)} = 3D + 50 \quad D \text{は高潮時の水深(母)}$$

または

$$\text{錨鎖の長さ(m)} = 3D + 90 \quad D \text{は高潮時の水深(m)}$$

とある。(母は「ひろ」であり1母=6尺=1.818mであるから両者はほとんど同じ長さを指している。)

また簡単に

$$p_2 = 5 \sim 7 \cdot D \dots \dots \dots (6)$$

としているものもある⁹⁾。

これが更に、

$$p_3 (\text{shackle}) = 1.5 \sqrt{D} = (41.25 \sqrt{D} \text{ m}) \dots \dots (7)$$

で与えているものもある¹⁰⁾。

これらはいずれも水深D(m)を基準としている点では、簡便でよいが、何れも少しずつ違っており、何れが

正しいとも言えないであろうが、どのような関係なのか、また実船ではどの位の範囲にあるのか。また昔作られた基準でも今の船に使えるものなのか等について調べてみることにする。

4. 外力条件

前記の基準は何れも荒天時でないことは確かで、単錨泊を基準にしている。

しかし潮流も風も無いとすれば、錨鎖の懸垂部は垂直になってしまう。(5)式的前提は風を艦首30°に受け、風速は20m/sとしている。しかし潮流については触れていない。

また(7)式的前提は潮流5knで calm weather とある。こちらは風がはっきりしていない。

風も潮流もはっきりさせると、船は振れ廻りにより両者の合力が釣り合うために複雑になるので、片方を抜いたものであろうか。

別の文献¹¹⁾では、錨・錨鎖の設計基準として70knの風で4knの潮流を条件としている。しかしこれには伸出量が触れてない。70kn(36m/s)はいかにも荒天に近いものであり錨鎖の強度の基準としてはよいとしても、実際には船はちちゅう(heave to)の状態で揚錨しているものと考えて、これは除外する。

各基準を比較するため同一条件とし、少しシビャーではあるが走錨しない限度として、風速20m/s、潮流5kn(2.572m/s)とし、潮流は船首尾方向、風は船首30°とする。

この条件でまず第3図の懸垂部がどの位になるかを求める。それが伸出量の基準値に等しいかそれを超えることになる。把駐部が無くなり「立ち錨」になることであり、錨および錨鎖による把駐力は急減して走錨を始めることになる。

立ち錨にならない限り、錨の把駐力は十分あるものとして、各基準値はどの位の把駐部の長さを与えるものを逆算してみることにする。

5. 計算の根拠

(3)式を変形すると、

$$S = \sqrt{D^2 + 2aD} = D \times \sqrt{1 + 2a/D} \\ = \sqrt{D} \times \sqrt{1 + 2a} \dots\dots (8)$$

これによるとカタナリーはDの関数と考えてもよいし \sqrt{D} の関数と考えてもよい。3D+90というのも把駐部を考えたものとすれば、3種類の基準は何れも同一の式から出した経験式で、全く別の根拠ではないことが分

かる。

以下の比較計算では(8)式の左端の式を使用することとし、計算のもとになる式や数表は造船設計便覧¹²⁾によることにした。

5・1 風圧抵抗 (R_w)

風圧抵抗は次式によった。

$$R_w = kAV_1^2 \text{ (kg)} \dots\dots\dots (9)$$

ここでkは抵抗係数で、船首30°のときの値として、正面風圧の1.2倍をとりk=0.05148とした。

Aは水面上の正面投影面積(m²)で、V₁は風速=20m/sとした。

5・2 潮流抵抗 ($R_F + R_R$)

潮流は摩擦抵抗(R_F)と剰余抵抗(R_R)に分け、摩擦抵抗はITTC 1957年の式により次の通りとした。

$$R_F = C_F \cdot 1/2 \rho SV_2^2 \text{ (kg)} \dots\dots\dots (10)$$

$$C_F = \text{摩擦抵抗係数} = 0.075 (\log_{10} Rn - 2)^{-2}$$

$$\rho = \text{海水密度} = 104.61 \text{ (kg sec}^2/\text{m}^4)$$

$$S = \text{浸水面積 (m}^2\text{)} \text{ (Denny の式による)}$$

$$V_2 = \text{潮流速度} = 2.572 \text{ m/s (5 kn)}$$

$$Rn = \text{レイノルズ数} = V_2 L / \nu \text{ ((L=船の長さ, m)}$$

$$\nu = \text{海水の動粘性係数} = 1.18831 \times 10^{-6} \text{ (m}^2/\text{sec)}$$

$$R_R = C_R 1/2 \rho SV_2^2 \text{ (kg)} \left. \vphantom{R_R} \right\} \dots\dots\dots (11)$$

$$C_R = \text{剰余抵抗係数}$$

剰余抵抗係数はTaylorの図表による挿間によった。

5・3 プロペラ抵抗 (R_P)

次式によることとし、二軸船はこれを2倍した。

$$R_P = 26.4 (\phi V_2)^2 \text{ (kg)} \dots\dots\dots (12)$$

ただし ϕ はプロペラの直径(m)とする。

5・4 水平外力 (H) と常数 a

上記の(9)~(12)を使って

$$H = R_w + R_F + R_R + R_P \text{ (kg)} \dots\dots\dots (13)$$

$$a = H/w \text{ (m)} \dots\dots\dots (14)$$

$$w = \text{海水中での錨鎖の1m当り重量 (kg/m)}$$

5・5 船の種類

基準値が旧海軍の発祥である点から、まずなるべく旧艦艇に近いものとして、既に廃艦になった戦後のDDAを選んだ。これと比較する意味で比較的新しい護衛艦(DD)をとってみた。

貨物船は比較のため、あえて三島型の1万トン型を選んだ。その他カーキャリアー、コンテナ船、タンカーの10万T、VLCC等比較的要目と外形の分かった船から算出した。何れも詳細な図面は無いので、類似船から推定するなど、若干の誤差はあるものと考えられる。

6. 計算の結果

計算は条件を揃える意味と、手計算のミス
を避けるため、パソコンを使用した。パソ
コンは第1世代のFM-8によった。

ただし風圧面積やその他の推定値、剰余抵
抗係数などは手計算によった。

計算した外力および常数aなどを第1表に
示す。

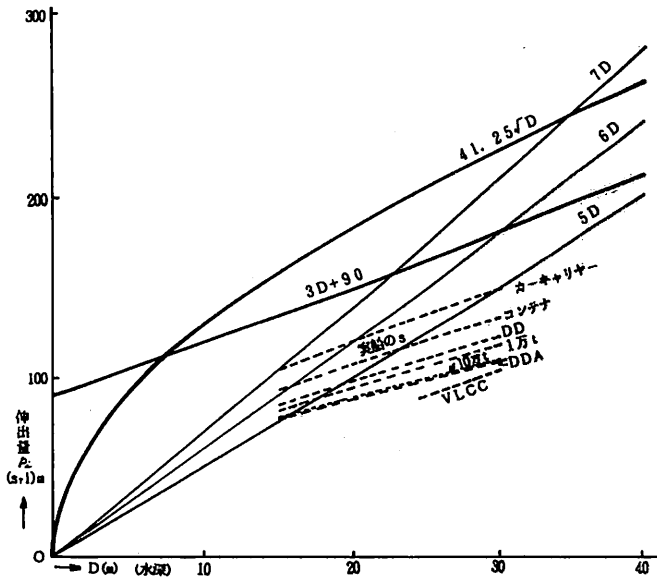
次に各水深に対する懸垂部長さ(s)と基準
伸出量 L_1 にした時の把駐部長さ、 $\ell = (3D + 90 - S)^m$ を示す。サフィックスは水深 (m)
を表わす。(第2表)

これらの値を比較すると、排水量が大き
くなると、Hは当然大きくなるが、コンテナ船
やカーキャリアのように上部構造物が船体
に比して大きいと、Hは船体の割合に大き
くなる。aの値が船の大きさに比べて必ずしも
大きくなっていないのは $a = H/w$ のうちの
wが大きくなっている影響であろう。またs
の値が船の大きさの割合に増大していないの
もこのためであろう。

7. 計算結果の検討

投錨水深は(1.5×喫水)以上が望ましいと
され、40m以上は深海投錨とされている⁸⁾ので、水深D
の範囲は一応15m~30mとした。

第4図に各基準値(s+ℓ)と実船のs(点線)を示す。
この図を見ると(3D+90)は実船のsに適当なℓを



▲ 第4図 各種基準と実績

▼ 第1表 外力等の計算結果

船種	Δ (t)	L (m)	H (kg)	w (kg/m)	$a = H/W$ (m)
D D A	2,210	105	5,693	32.1	177
D D	3,720	126	10,234	44.1	232
1万t貨物船	14,570	128	10,906	51.6	211
カーキャリア	23,070	178	24,398	68.8	355
コンテナ船	39,680	183	21,585	78.2	276
10万tタンカー	117,440	248	25,292	137.8	184
V L C C	306,240	316	40,214	308.1	131

▼ 第2表 懸垂部と把駐部の長さ

船種	s ₁₅	ℓ ₁₅	s ₂₀	ℓ ₂₀	s ₃₀	ℓ ₃₀
D D A	75	61	87	63	107	73
D D	85	50	98	52	122	58
1万t貨物船	81	54	94	56	117	64
カーキャリア	104	31	121	29	149	31
コンテナ船	92	43	107	43	132	48
10万tタンカー	76	53	88	62	109	71
V L C C	-	-	(75)	75	93	87

加えよく対応しているように見える。

また $41.25\sqrt{D}$ は $(3D+90)$ よりもℓの値を大きく
見ており、実船の水深範囲に限ると、よく対応している
といえる。

錨鎖の伸出量は安全上は長い程よい訳である
が、錨鎖の捲き上げ、捲き下ろしには時間がか
かるので余り長いのは好ましくない。また船の
ピッチング・ヒービングの影響を緩和して把駐
力を保持する役割も果たしている。従って日本
では $(3D+90)^m$ が経験的に基準値として常
用され、それ程支障なく踏襲されてきたのであ
ろう。しかし5D~6Dでは図のようにカーキ
ャリヤーやコンテナ船では、水深の浅い所で不
足するので、米海軍でも基準から外したのであ
ろう。

把駐部の長さℓは、錨の把駐力と共に把駐力
の一部を担っているのであるから、長い程安全
側にある。従って伸出量を抑えたと、 $\ell = 3D + 90 - s$ の関係で懸垂部sは短かい程安全である
と言える。

更に、 $s = \sqrt{D^2 + 2aD}$ であるからDのある
値に対してはaが小さい程安全側である。

$a = H/w$ であるから、 H が小さい程、また w が大きい程安全側にある。

H は外力の合計であるから、船がある程度大きくなればこれが大きくなるのは止むを得ないが、風圧による成分も大きな要素であるから、上部構造物の風圧抵抗はなるべく小さくした方がよい。

それもある程度止むを得ないとすると、 w を大きくする、即ち錨鎖の寸法を大きくする方法が残される。

船型により大きな上構を持つ場合は、規則の値を機械的に適用するだけでなく、更に大きくする必要も出てくるであろう。船社によっては規則より大きな錨鎖を基準にすると聞いたことがある。

また錨鎖の材質をよくして錨鎖の径を小さくすることは揚錨機の力量も軽減され、コストダウン上はよいが、把駐性能の点では必ずしも安全側でない。

8. むすび

錨鎖が描くカタナリーの式から、錨鎖の基準伸出量の各種を比較した。また伸出量の基準値を抑えて把駐部の長さを逆算してみた。

錨鎖の把駐部の長さは、把駐性能の安全性を示す指標と考え、外力条件を一応設定し、各種の船について数値を比較計算してみた。その結果をまとめると、

- 1) 錨鎖の伸出量の基準として古くから使用されている $(3D + 90)^m$ は船の大きさによらず、水深による実船の懸垂部の長さによく対応している。
- 2) 船体に比べ上部構造物の大きな船は、把駐性能の点では不安全側にあり、錨鎖の寸法を大きくするなどの

配慮が必要であろう。

- 3) 把駐性能を安全側にもっていくためには、錨鎖の強度をあげて錨鎖の寸法を小さくするより、むしろ錨鎖の径を増大させて単重を増大させる方が望ましい。

以上であるが、何れも常識的な結論となった。

しかし把駐性能の問題は錨鎖よりもむしろ錨の把駐力が大前提であり、投錨の方法とか、外力条件や動的な要素によっても変化するので、必ずしもこの計算で十分なものとはいえない。

把駐部と把駐力との総合的検討、錨鎖の強度との関連等まだ検討すべき点が多いと思うが、将来の検討に待ちたいと思う。

〔参考文献〕

- 1) The Encyclopaedia Britannica, 13th edition
- 2) Karman & Biot, Mathematical Method in Engineering, MacGraw-Hill
- 3) 福田武雄, 工業数学, 山海堂
- 4) 倉西茂, 橋構造, 森北出版
- 5) 電気工学ハンドブック, 電気学会
- 6) 改訂航海便覧, 海文堂
- 7) 新訂航海ハンドブック, 成山堂
- 8) 操船参考資料, 保安庁水路部
- 9) American Merchant Seaman's Manual, 6th edition
- 10) Admiralty Manual of Seamanship, DoD
- 11) Ship Design and Construction, SNAME
- 12) 造船設計便覧 第4版 関西造船協会

造船・海運界他専門家の全面協力を得て最新技術、動向を網羅した座右の技術資料書。

ケミカル / プロダクト タンカーの技術資料

田宮 真監修・船の科学編集部編



本書は内航および外航の中小型から大型のケミカル・プロダクトタンカーに関する / 基礎的な解説・資料 / 最新の条約・国内法規の解説 / 設計・建造・運航について / 材料・塗料・タンククリーニングの解説 / 実船例紹介 / 等という内容であり、実船例としては主要70

数隻のケミカルタンカー、プロダクトタンカーを網羅している。さらに付録として全ての化学品の適用規則、主要物性の一覧表、品名索引を掲載しているので設計・建造・運航関係者のみならず荷主、材料、機器メーカー等に関係する方々に必要不可欠の技術資料と確信いたすわけでありませう。

B5判・540頁・上製本・定価30,000円
(〒350円)

(株)船舶技術協会

〒104 東京都中央区新川1の23の17

(マリビル) 電話 (03)3552-8798

●造船・海運各社の新事業シリーズ(48)

パブリックゴルフコース

「日吉原カントリークラブ」の紹介

三井造船(株)は大分事業所内に本格的パブリックゴルフコース、「日吉原カントリークラブ」を昨年より開設している。

本コースは当事業所(総敷地面積約153万㎡)のうち60万㎡余りを使い670ヤード・18ホール・パー72の本格パブリックゴルフコースである。

本事業所は、大分市の東、大分駅から約15kmの臨海部に位置し、近辺には、別府、湯布院など国内有数の観光地をひかえている。同事業所は昭和56年10月より鉄鋼構造物ならびにボイラーなどの陸用機械を製造している。

本コースは、高低差2m、コース幅40~70mでプレーし易く、また、池を随所に配置するなど戦略性を高める工夫を凝らし、初心者・高齢者・婦人などから上級者まで幅広い層に楽しめるように設計されている。

尚、本コースの運営は同社全額出資の三造開発㈱が行う。

〔コース概要〕



▲日吉原カントリークラブ位置図

- 18ホール、670ヤード、パー72
- ベントグリーンおよびティフトングリーン、ティフトンフェアウェイ
- 電動カート 65台
- クラブハウス(鉄骨平屋建 1,000㎡)

〔お問い合わせ・申し込み先〕

日吉原カントリークラブ

大分県大分市日吉原3番地 Tel.0975(93)2266

本格ログハウスを建設・販売

NKK(総合都市開発事業部)は、この度、本格ログハウスの販売を行うことになりその第一弾として山梨県北巨摩郡武川村にログハウス村を建設することになった。

所在地 山梨県北巨摩郡武川村 / 面積 8,906㎡(2,694坪) / 交通 東京~「電車」新宿~韭崎 1時間40分(特急) 韭崎~武川村20分(車) / 「自動車」新宿~韭崎I.C(中央高速)~武川村2時間20分 / 基盤整備:上水道,電気,道路整備済 / ログハウス概要:(敷地)1戸あたり150坪程度 / (建物)1戸あたり30坪前後 / (販売方式)モデルハウスを利用し,3種類のモデルプランにより客の好みのプランを選択させる売り建て方式 / (着工予定)平成3年6月

このログハウス村建設にあたり、NKKは、日本有数のログハウス建設メーカーであるログホームプランニング社と提携する。同社のログハウスは北米産のシーダー等、大径材を使用した本格的、重厚味のある建物であり、



▲ログハウスの一例

林間の自然環境にマッチする建物から“自然を愛する本物指向のセカンドハウスそして永住型の住宅として人気を博している。

NKKはこの事業をきっかけとして、今後も様々なタイプのログハウス関連事業や新しいリゾートライフのあり方を追求する一方、今回はカナダの木材を使用することから当事業の収益金の一部をカナダの植林基金に寄付する方針である。

〔お問い合わせ先〕

NKK 広報企画室 (03) 3217-2138

●海外造船所レポート

ブラジル造船界の現状

間野正己

ブラジルの第13回海運造船会議が、1990年10月22日から26日までの5日間リオデジャネイロ市の中心にあるBNDES（ブラジル経済社会開発銀行）の大ホールで開催された。この会議は本誌1989年2月号に紹介されたように、2年に一度開催され、ブラジル国内のみならず、中南米、更に北米や欧州からも参加者のある国際会議である。

筆者は1976年の第6回会議に始めて出席したが、その後も、第7回、第9回、および第12回の会議に出席し、今回もまた出席する機会に恵まれた。ここでは、会議の様子と、入手した資料により、ブラジル造船業の現状を紹介する。

会議は、22日9時の登録に始まった。10時30分からBNDESの入口ホールで同時に催された海事展'90のテープカットが行われ、海軍、業界、および学会の指導者達も含めて参加者が展示場に集まった。展示の主なもの、リオデジャネイロ海軍工廠、リオデジャネイロ大学、ペトロプラス石油販売会社、溶接機器メーカー等で、造船所は造船工業会としてまとまった展示を行っていた。

正午近くなると飲物とおつまみで歓談は一層親密さを増してきた。写真は、会場入口におけるサンパウロ大学技術研究所のタチバナ教授と筆者である。

技術論文の発表は、22日(月)は13時30分から18時まで、23日(火)は8時30分から18時まで、そして24日(水)は8時30分から15時40分まで、いずれも昼食と午前と午後毎回ずつつコーヒープレイクをはさんで行われた。

技術論文の総数は51編で、その内分けは次の通りであった。

海運	5編
設計	9編(3)
安全および復原性	6編(1)
流体および運動操縦性	10編(4)
機械	4編
構造	12編(5)
建物と修理	5編

()内に海洋構造物関係の論文数を示したが、ブラジルの石油掘削に対する力の入れ方を窺い知る事ができる。また、軍艦についても、潜水艦の殻の座屈や軍艦の



▲サンパウロ大学技術研究所 タチバナ教授と筆者(右)

横滑り進水時の強度等の論文があり、日本造船学会とは異なった雰囲気であった。

建造と修理の論文の中に、ロイド船級協会の前席検査員のJ.G.Beaumont氏の“Ship Construction and Safety”と題する論文があった。VLCCの腐蝕、疲労クラックに対するMARPOL条約と高張力鋼使用の影響を統計的に考察したものである。

技術論文の発表のあと、毎日18時から特別講演と討論会が行われた。特別講演は22日には、英国のClarkson Research StudiesのM.Stoppford教授の“Out Look for the Bulk and Cargo Shipping Market in the 1990's”, 24日には、同じく英国のSouthampton大学のW.G.Price教授の“Ship Stability: A State of the Art”が行われた。後者は、復原性を質量とバネおよび減衰のモデルにより一貫して説明し、非常に印象的であった。Price教授は講演のあと英国王立造船学会からの祝辞をブラジル造船学会に伝えた。

23日の討論会の議題は“ブラジルの新政策と海運”であった。また、討論会は25日(木)9時から11時45分までおよび26日(金)8時30分から午後まで行われた。それらのテーマは、“ブラジルの新政策と造船業”, “ブラジル国内海運” “造船業における溶接”等であった。いずれも数名の専門家が夫々意見を発表し、それに対して発表者および会場から質問討論がなされた。

25日の11時45分から、ブラジル造船学会の役員の選出および学会賞の授与が行われた。新会長には元提督エル

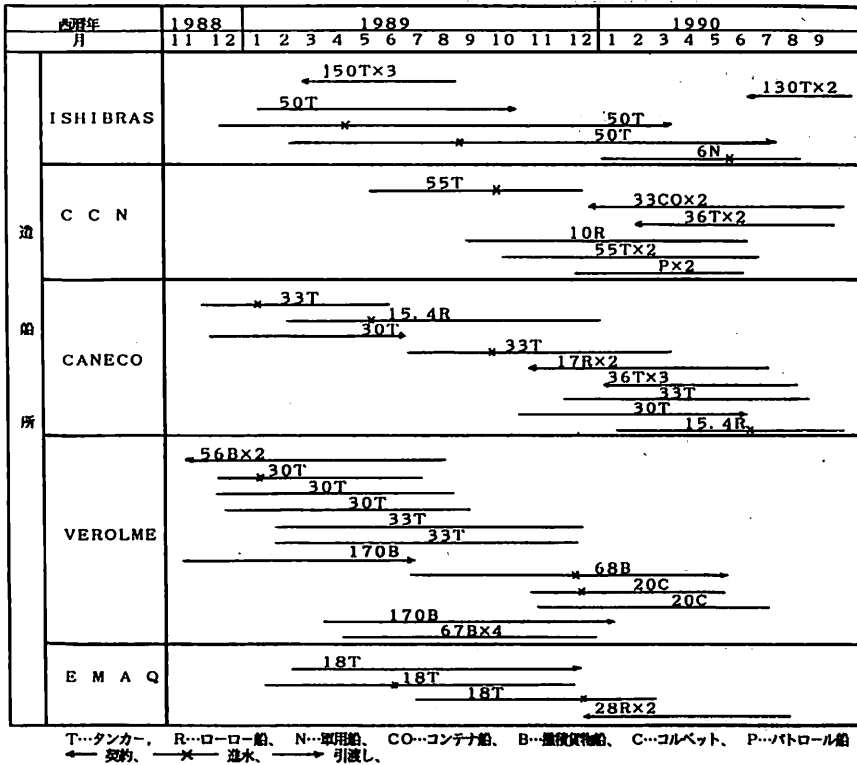


図 ブラジル造船所の
 操業状況
 (1990年9月15日現在)

シオ氏が、副会長にはサンパウロ大学技術研究所のタチバナ教授が選ばれた。

25日午後に予定されていた見学会は、希望者が少なかつたため取止めとなったが、カクテルと称する立食パーティや宴会は盛会であった。カクテルは、講演会直前と、初日22日19時から、24日19時から(ロイド船級協会主催)25日12時30分から(アメリカ船級協会主催)の4回催された。宴会は25日20時から会場近くの海運クラブで開かれた。入口の赤い絨緞の上で新会長エルシオ氏夫妻の出迎えをうけて二階の広間に上ってグラスを片手に歓談する。時と共に人数が増えてやがて身動きができない程になった。このように1時間あまりすごして、10時前に三階の大ホールに移動し、宴会が始まった。楽団の演奏を聞きながら食事と歓談を楽しんだ。イシプラス造船所の日本人技師は朝の出勤が早いからと宴会前に引上げてしまったので筆者はブラジル人の中に日本人一人とり残されてしまった。最後に特別企画として会員有志の演奏があった。玄人とは別の和やかさが感じられた。宴会が終ったのは12時をすぎていた。

ブラジル造船業は、現在も苦難の道を歩いているようであった。1990年初めに新政権がインフレ抑圧のため預

	造船 従業員数	進水量	引渡 量
1988年	19,277	7隻 493,745 dwt	3隻 5,380 dwt
1989年	17,965	11隻 371,965 dwt	5隻 270,170 dwt
過去最大値	39,155 (1979年)	1,235,000 dwt (1978年)	1,394,980 dwt (1979年)

金封鎖、造船業の助成策廃止等を実施したので、造船不況となり船体や解雇が行われ、それに対して労働争議が生じて、丁度本会議が開催された頃には各造船所は休止状態に陥っていた。辛うじて操業を続けていたイシプラス造船所も組合のピケのため、早期5時頃に出動している状態であった。

入手したブラジル造船工業会の資料によると造船従業員数、進水量、引渡量は上の表の通りである。

最盛期の面影はなく、衰退の一途をたどっているようにみえる。

なお、1987年迄の各年の従業員数、建造量の推移に関しては、本誌1989年2月号41頁を参照されたい。

また、ブラジル造船各社の契約、進水および引渡し状況は上図に示す通りである。前報の当時の引渡し予定と比較して興味深いものがある。

● 溶接不用のプレファブパイプ

船内配管に対する ラップジョイントフランジ継手について (1)

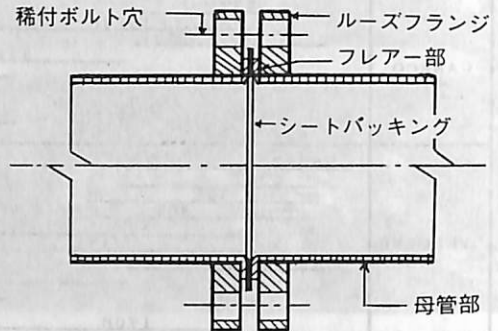
日本ブスネス株式会社 破魔知孝

1. はじめに

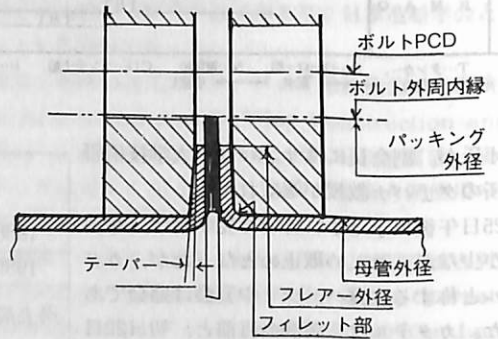
ラップジョイントフランジ継手は、接合するパイプの端部を90°フレアー（鋸出し）してルーズフランジで締付けるもので、既に船舶でも採用されている。この工法の初期は主としてフレアーマシンの能力限界から、加工端部を加熱してフレアーする熱間法から発展しており、現在でもこの方法によるものである。熱間工法は温度管理が難しい上、加工精度に直接影響することから仕上げ加工が必要なものがあり、加工能率が低い。

当社は加工精度が安定し画期的な加工速度を有する冷間フレアーマシンを開発した、フィンランド国“KONE”グループに所属する“GS-HYDRO”社の技術を導入し国内諸規格のパイプに対応出来るフレアーマシンの開発を進め、現在400AまでのSGP（配管用炭素鋼鋼管）、STPG（圧力配管用炭素鋼鋼管）スケジュール40クラスまでの他、ステンレス鋼鋼管、銅およびその合金管等のラップジョイントフランジ継手によるプレファブパイプを製造販売しており、更に高圧分野に対する技術開発を進めている。

本工法によるプレファブパイプは単に溶接作業が不要であることや、ルーズフランジによって組立作業が容易なこと等の特長に留まらず、加工精度の向上や合理的な機構の特長と相俟って確実な継手性能を発揮すること



第1図 ラップジョイントフランジ継手



第2図 シール部詳細

から、配管現場における工数を著しく低減して経済性を有するほか、火気使用の不都合な修理や新替工事に最適なものとして好評を得ている。

本稿は冷間フレアー工法によるラップジョイントフランジ継手の概要と性能を紹介し、船内配管その他に対し承認されている現状について記し度い。

2. ラップジョイントフランジ継手

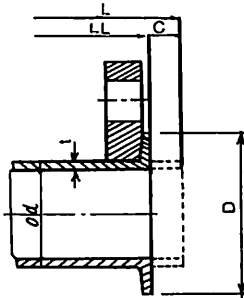
2-1 構造と寸法

第1図はラップジョイントフランジ継手の構造を示し、第2図はそのシール部詳細である。フレアー加工の形状はパイプの材質や肉厚の他、使用対象によって異なり、例えばSGPに対しては硬質塩化ビニールライニング用原管に使用される例が多いことから、日本水道鋼管協会規格に準拠してフレアー外径を決定した。フレアー形状



ラップジョイントフランジ継手参考見本

第1表 フレア加工寸法例
Sch. 40 (STPG, STS)



管呼び径		od	t	C	D
A	B				
20	¾	27.2	2.0	6	40
25	1	34.0	3.4	10	53
32	1 ¼	42.7	3.6	14	69
40	1 ½	48.6	3.7	14	75
50	2	60.5	3.9	14	85
65	2 ½	76.3	5.2	20	115
80	3	89.1	5.5	20	128
100	4	114.3	6.0	18	150
125	5	139.8	6.6	22	183
150	6	165.2	7.1	22	213
200	8	216.3	8.2	23	260
250	10	267.4	9.3	30	325
300	12	318.5	10.3	27	370
350	14	355.6	11.1	31	415
400	16	406.4	12.7	32	475

「C」寸法は、フレア代を示す。

管切断長さ $L = LL \times 2C$ (両端フレア)

LL: 完成 (設計) 長さ

は夫々適応する治具によって完成し、その形状に対応するフランジの形状としているので、パイプとフランジのラップ部はテーパ形状となる。テーパはフィレット部まで延びフランジ締付け後はパイプとのずれがなく、ラップ部の面積が充分確保されているので、使用中の繰返し応力による摩耗や応力緩和がない。第1表は圧力配管用炭素鋼管の標準フレア寸法である。

2-2 工法の特長

はじめに述べた如く本工法はパイプのフランジ継手に対し溶接作業が不必要であり、ルーズフランジによるボルト穴合わせが自由なことは、作業能率から極めて有利な特長といえるが、更に付随する技術的な役割こそ工法の本質的特長と考えられる。

従来の低圧管に対する板フランジ差込溶接工法において痛感される問題点に次のようなものがある。

- (1) 溶接歪によって折角機械加工されたフランジの平面度が損われ、またパイプとの直角度も不正確なものがある。
- (2) 上記の溶接歪に基因して、組立後や使用中漏洩する例があり、締付け後の接合面における実際面圧が不均等なことが原因となっている。
- (3) 使用中漏洩した事例を観察すると、パッキング面圧の不均等に基因する隙間腐食や流体浸潤の発展によるものが少なくない。
- (4) 内側隅肉溶接部附近の極端な異常浸食から発生した漏洩の例が見られ、溶接条件による組織変化と流体性質との関連から発生する。

以上の諸問題は本工法によって完全に解放されるが、更に次の如き性能の飛躍的改善がもたらされる。

- (1) フレア加工は機械によることから、フレア面の平滑度や直角度が極めて高く、締付けによるパッキング面圧が平均する。したがってボルト締付け軸力を適当に選定すれば、設計計画通りの信頼出来る結果が得られる。
- (2) パッキングの当たり面積が狭いことから、ガスケット係数の高いパッキングの採用が可能で、浸潤性流体に対応出来るほか、耐久性を増加することが出来る。
- (3) フレア加工によるフィレット部は適当な半径を有することから、パイプの伸縮に対し全体的あるいは局部的に対応することから耐振強度が高く、配管現場で大口径管に対し若干のアライメント調節が可能である。

2-3 パッキング面圧

配管は使用中絶えず温度や圧力変化により伸縮を繰返し、特に船舶では船殻の歪が影響するほか種々の起振力によって振動が伴い、場合によって固有振動との共振が発生する。したがって継手全体の構造的強度が重要となることから、ガスケット係数の高いパッキングを選定して締付けボルトの軸力を高めておく必要がある。

JIS-B 2205 ではフランジ計算に対し、フランジの形状寸法と併せパッキングの種類によって、必要な締付けボルト強度を求めている。したがって、同一フランジにおいても特殊な硬質パッキングを使用する場合は、継手規格上のボルト材質では強度不足となることがある。

第1表の250 Aフレア標準寸法によるラップジョイントフランジ継手に対し、JIS20Kフランジを使用したものと、同一フランジを溶接した場合のパッキング面圧

を事例比較すると次の通りである。

フランジパッキング座外径	345 mm
フランジ内径	267 mm
パッキング当たり面積	375 cm ²

ラップジョイントの場合はフレア一面がパッキング当たりであるから、

実測フレア平面面積	195 cm ²
締付けボルト	M24×12

双方共比較のため100%ボルト耐力で締付けると、

標準SS-41ボルトの耐力	24 kgf/mm ²
12本の全耐力	110 ton

したがって夫々のパッキング面圧は次の通りである。

溶接フランジ継手	293 kgf/cm ²
ラップジョイントフランジ継手	564 kgf/cm ²

呼び圧力20Kに対し通常使用されるパッキングはアスベスト系(ノンアスベスト系)であるが、この種パッキングは少なくとも1,000 kgf/cm²の面圧に耐えるので安全締付け範囲である。一方ボルトの使用軸力は概ね耐力の1/4程度が一般的で、締付け後主としてパッキングによる応力緩和を見越しても1/2耐力程度の締め方が妥当と考えられ、この場合上記の1/2程度の面圧に止ることになる。したがって、ラップジョイントフランジに対しては厚さ1.6mmのものが使用出来るが、溶接フランジに対しては少なくとも2.5mm以上のものを使用しなければ必要最低面圧に達しないことになる。使用中における若干のパッキングに起因する応力緩和を考えると、薄型パッキングを使用することが好ましく、ラップジョイントフランジ継手の方が適当となる。

2-4 継手ボルトの締付け

従来パイプ継手のボルト締付け要領として先ず対角線方向に平均に締め、次にその直角方向を同様に締めることが基本とされて来た。しかし、平行度の悪いフランジに対しては平行度を修正しながら締付ける必要があるが、最終的には漏れがなければ良いことが主体で、パッキングの面圧が不平均でも判らないものであった。

(2-3)の検討から継手に対しては正確な締付け法を採用して、これに対処しておくことが耐久性即ちメンテナンスフリーの目的を達するものであり、これには継手精度が高いことが基本条件である。また、フランジ継手は構造物と見做すことが出来るので、構造強度が維持されるに必要な理論的締付け法を推奨するものである。後述する試験成績に充分な圧映が見られ、同一条件で締付けられたラップジョイントフランジ継手と溶接フランジ継手の性能差は殆ど見られず、ボルトの軸力が支配している傾向が見られる。

ボルトの締付け軸力を決定する場合角度法とトルク法があるが、前者はフランジ継手には適用出来ない。トルク法はJIS-B1186の基本式によって、

$$T = kdN10^{-3}$$

ここに、T：トルク(締付けモーメント)(kg-m)

d：ボルト外径の基本寸法(mm)

N：必要ボルト軸力(kgf)

k：トルク係数(重要ボルトは変測によるが通常ボルトは0.15~0.19)

しかし、トルク係数はボルトの仕上精度、特に亜鉛メッキボルトを使用する場合大幅に変化し、潤滑剤によっても異なることから、思い切って係数の上位を採る必要がある。既述の如く幸にもパッキングの許容面圧が高いものは締め過ぎの心配はない。当社は各タイプに応じてパッキングの種類と最低締付けトルクを推奨している。

3. パイプ継手の試験法と試験結果

パイプ継手に対する試験法は規格化されたものが少なく、一般的に適用されている水圧その他による設計圧力の1.5倍の漏洩試験は、単に溶接欠陥や締付け不良を確認するもので、継手の耐久性や耐振性を確認するための試験は別に行われており、流体の流動特性や環境条件に対応して適当な試験法が採択される。

3-1 水圧破壊試験

例えば陸上施設の消防管系は使用継手に対し、設計圧の4倍の水圧に耐えることが認可条件の項目である。即ち、消防管系は通常満水状態でないことが想定され、危急の際急激な送水が行われることによる水撃作用を配慮したものである。

第2表は上記の目的によって配管用炭素鋼管(SGP)に対し、呼び圧力20Kフランジを使用したラップジョイントフランジ継手の消防管用最大使用圧力を試験した記録である。この結果から250Aまで使用圧力20kgf/cm²の継手として充分であると判定された。

一方船舶の場合は消防管と雑用海水管が共用され衝撃圧は受けないが、ポンプ特性による締切圧を配慮して安全弁が設けられる。船内で最も衝撃流が懸念されるものは液体カーゴラインと考えられ、管系のアンカー特にマニフォールド附近のアンカーは強固なものとなっているが、更に操作上のプログラムに衝撃流の発生しない配慮がなされているものと思われる。

3-2 真空試験

真空装置や冷媒系に要求される試験であり、ラップジョイントフランジはこの種継手には不向きなところがある。真空装置用としては“O”リングの如くソフトなシー

第2表 水圧破壊試験

試験圧力：最高限度28kgf/cm² × 4.0倍 = 112 kgf/cm²

負荷時間：1分以上

試料：ラップジョイントフランジ継手

パイプ JIS-G3452 SGP-E

フランジ JIS-B2220 20K

パッキング アスベストシート 3t

呼び径	試料番号	試験結果	備考
25 A	A-1	漏洩, 破損なし	
	A-2	漏洩, 破損なし	
	A-3	漏洩, 破損なし	
80 A	A-4	漏洩, 破損なし	
	A-5	漏洩, 破損なし	
	A-6	漏洩, 破損なし	
250 A	A-7	※1 91kgf/cm ² で漏洩	パッキンより
	A-8	※1 95kgf/cm ² で漏洩	パッキンより
	A-9	※1 93kgf/cm ² で漏洩	パッキンより

※1 漏洩発生後、5kgf/cm²減圧すると漏洩は停止する。
(締付けボルトの伸びが復元する。)

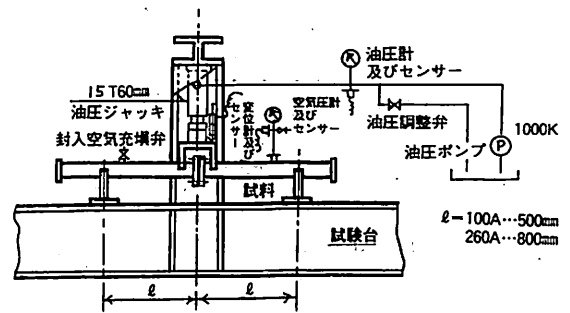
ル材が適当であり、冷媒系は低温流体によるパイプ側の収縮によって、締め付け応力が緩和する傾向となるため、フランジ構造や材質を変える必要がある。

この試験はパイプラインの総てが完成した後実施され、真空状態までに要する時間や確認までの時間が長い、反面ライン中の水分は乾燥除去される役割を果たす。

3-3 曲げ試験

第3図は曲げ試験装置の概略である。装置の寸法や判定基準は規格化されていないが、管径に応じて曲げ距離を決め油圧ジャッキで中央継手部を押し、封入した空気の漏れ始め時点における荷重と変位量を測定する。継手の耐振(地振)試験法として広く採用されており、試験結果によって漏洩に至る曲げモーメントと変位量から、継手の性能が判定される。

第3表は配管用炭素鋼鋼管(SGP)に対し、呼び圧力20Kフランジを



第3図 曲げ試験装置

使用したラップジョイントフランジ継手と、250 A 溶接フランジ継手、並びに25 A, 80 A 10Kねじ込みフランジ継手との曲げ試験による性能比較である。

250 A の場合曲げ荷重の限界から双方の試料共漏れに至っていないが、同一条件の曲げモーメントに対しラップジョイントフランジ継手は変位量が大き、しかも安定

第3表 曲げ試験による性能比較

試料 (1) ラップジョイントフランジ継手

パイプ JIS-G3452 SGP-E

フランジ JIS-B2220 20K

パッキング アスベストシート 3t

(2) 性能比較用 ねじフランジ継手 (25 A, 80 A)

パイプ JIS-G3452 SGP-E

フランジ JIS-B2301 組みフランジ

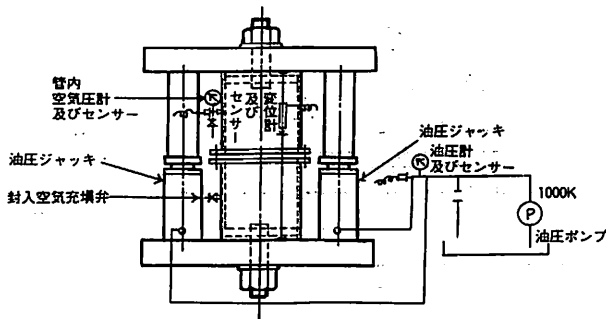
パッキング アスベストシート 3t

(3) 性能比較用 溶接フランジ継手 (250 A)

パイプ, フランジ, パッキングは(1)と同じ

呼び径	ラップジョイントフランジ継手				ねじフランジ継手 (25 A, 80 A) 溶接フランジ継手 (250 A)			
	試料番号	試験記録値		漏洩破損の有無	試料番号	試験記録値		漏洩破損の有無
		曲げ荷重 (kg)	変位量 (mm)			曲げ荷重 (kg)	変位量 (mm)	
25 A	B-1	896	60	漏洩破損なし	B-10	341	21	ねじ部より 漏洩及び破損
	B-2	896	60		B-11	341	21	
	B-3	896	60		B-12	311	20	
80 A	B-4	7,304	60	漏洩破損なし	B-13	4,289	14	ねじ部より 漏洩及び破損
	B-5	7,304	60		B-14	3,885	17	
	B-6	7,802	60		B-15	3,729	18.3	
250 A	B-7	15,540	8.2	漏洩破損なし	B-16	15,540	7.3	ねじ部より 漏洩及び破損
	B-8	15,540	8.3		B-17	15,540	4.5	
	B-9	15,540	8.0		B-18	15,540	6.8	

変位量60は荷重用ピストンの最大ストローク、荷重15,540 kgfは最大能力
曲げ距離は25 A, 80 A……500, 250 A……800 (第3図)



第4図 引張試験装置

したものとなっている。この理由は機構的条件によるもので安定したフレアーによるファイレット形成部が、応力緩和の役割を果たしているものと考えられる。

25A, 80Aの成績は余り比較にはならないが、ラップ

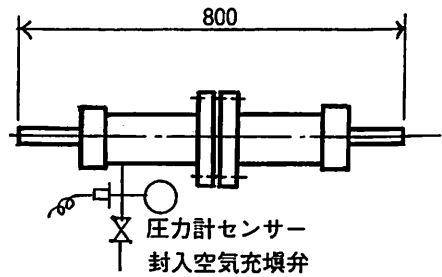
第4表 引張試験による性能比較

- 試料 (1) ラップジョイントフランジ継手
 パイプ JIS-G3452 SGP-E
 フランジ JIS-B2220 20K
 パッキング アスベストシート 3t
- (2) 性能比較用ねじフランジ継手 (25A, 80A)
 パイプ JIS-G3452 SGP-E
 フランジ JIS-B2301 組みフランジ
 パッキング アスベストシート 3t
- (3) 性能比較用 溶接フランジ継手 (25A)
 パイプ, フランジ, パッキングは(1)と同じ

呼び径	ラップジョイント フランジ継手			ねじフランジ継手 (25A, 80A) 溶接フランジ継手(250A)		
	試料 番号	漏洩時 引張荷重 (kgs)	漏洩箇所	試料 番号	漏洩時 引張荷重 (kgs)	漏洩箇所
25A	C-1	10,250	※2 パッキン	C-10	7,800	※3 フランジ ねじ部
	C-2	10,250		C-11	7,700	
	C-3	10,000		C-12	7,800	
80A	C-4	29,000	※2 パッキン	C-13	17,750	※3 フランジ ねじ部
	C-5	32,600		C-14	15,950	
	C-6	24,900		C-15	15,500	
250A	C-7	55,000	※2 パッキン	C-16	49,100	※4 パッキン
	C-8	54,000		C-17	53,750	
	C-9	50,500		C-18	53,250	

試験結果の詳細値は、オシログラフによる

※2, ※4 試験後、荷重を除去し、2 kgf/cm²の空気加圧しても漏洩なし。 ※3 パイプのフランジねじ込み部が破損



第5図 汎用引張試験機用試料

ジョイントフランジ継手の構造強度によって、継手は異常なく両側の荷重部パイプが曲がり、漏れは発生しない結果となった。ねじ込み型継手はねじ部が破損し漏れ始めるのは当然といえる。

3-4 引張り試験

第4図は大口徑管用引張試験装置の概略である。250Aまでは汎用100t型引張試験機が利用出来るので第5図にそのための試料寸法を示した。

第4表は(3-3)と同一試料即ち配管用炭素鋼鋼管(SGP)に対し、呼び圧力20Kフランジを使用したラップジョイントフランジ継手と、250A溶接フランジ継手、並びに25A, 80A10Kねじ込みフランジ継手との引張試験による性能比較である。

これによれば250Aのラップ型と溶接型との差は見られず、また何れもバラツキが少ないことから、締付け条件即ちボルト軸力を一定にした場合このような安定した引張り性能であることが判る。

25A, 80Aの比較はフランジ呼び圧力も異なることから、単なる比較に過ぎないものである。

引張り試験による漏れ時荷重と水圧破壊試験における水圧力は近似するものであるが、一般的にはパイプ外径を基準とした受圧面積による換算値に近くなる。例えば250Aパイプの外径は267.4mmであるから

$$\text{受圧面積} \cdots \cdots 561.3 \text{ cm}^2$$

第2表の水圧試験結果250Aの平均漏れ始め圧力は93kgf/cm²であるから、

$$93 \times 561.3 = 52,200 \text{ kgf}$$

引張試験における漏れ始め引張り荷重は

$$\text{ラップ型} \cdots \cdots 53,166 \text{ kgf}$$

$$\text{溶接型} \cdots \cdots 52,033 \text{ kgf}$$

何れも極めて近似的であることが判る。

(つづく)

水素エネルギー輸送

編 集 部

1. 紹介 — 将来のエネルギー, 水素

本文は“HANSА”誌1990-Nr 1/2に掲載されたG. Mau教授の論文“Energieträger Wasserstoff”の抄訳である。

今日ほとんどすべての乗物と多くのエネルギー変換システムは、基礎エネルギーとして炭化水素を使用している。炭化水素の燃焼で、来たるべき気候問題に責任のある炭酸ガスの放出があり、CO₂放出は出来る限り減少させることが望まれている。代替するものとしては太陽・風または落水からそのポテンシャルを得る再生可能なすべてのエネルギーである。

水素はこの過程において基礎エネルギーとして太陽または水のエネルギーを使用して電気分解により、水から作り出す燃料である。水素は非常に低温で液化する通常の気体である。液体水素は小さな容積しか必要でない。しかし、最小にした容積の利点も、輸送タンクの防熱の問題に直面する。この論文はいかに水素を輸送し利用するかについての第1段階の考察である。(t/n)

2. はじめに

北方の工業国家群は、世界の人口の30%で以ってエネルギーの70%を消費しているが、同時にエネルギーがわずか30%の世界人口の70%のために用立てている。その発展のためにはエネルギーが必要である。そこで工業国家群は約15年来これを維持することに成功してきた。しかしそれにも拘らず世界的にはより多くのエネルギーの需要が生じている。

在来の原始エネルギーは圧倒的に炭化水素から構成されている。ここで世界が限られた備蓄だけを更に使用するならば、石油はあと10年、石炭はあと100年である。炭化水素は目下世界のエネルギー需要の約88%を賄っており、水力が7%、核エネルギーが5%の割合になっている。

3. 化石エネルギーの運搬

化石エネルギーを運搬するもの(石炭・石油・天然ガスおよび木材)は、燃焼によって炭酸ガスを発生するが、これは他の微量ガスと共に地球の放熱効果を変化させ、従って気候変化が過剰になってくる。CO₂放出削減の義

務はすべての地域に対し重要なことであり、また同時に交通にとっても重大なことである。

概略4億台の自動車類が、世界中のCO₂排出のうち8%の割合で市街交通として発生させている。市街交通に対し、第2の代替エネルギーの運搬役として水素が出現する傾向がある。その場合、製造は太陽を基にして行わねばならないであろう。また発展途上国においては、植物油が革新的エネルギーとして、長期にわたり燃料供給の基礎を構成することがあり得るであろう。

4. 革新的エネルギー

革新的エネルギーは直接ないし間接的に太陽エネルギーを基盤にしている。日射は世界のエネルギー消費の何倍にも達している。しかし太陽の供給は時間的、場所的にも非常に差がある。それ故にエネルギーの貯蔵が必要になる。例えば、

- 生物学的バイオマスの新しい形、例えば植物油の中で
- 化学的エネルギー運搬者としての水素の中で

5. 水素の製造

水素の製造は水の電気分解によって行われるが、地域によってはそのために必要なエネルギーは十分な日射によって光・ボルタ式電池を使い太陽エネルギーから直接得るか、太陽熱発電所ないし地域によっては間接的水力発電を使い、カナダやブラジル、グリーンランドのように従来まだ利用されていない水力で入手出来るようになるであろう。

水素は埋設管を通してガス状で送るか、液化して輸送船で消費地に輸送することが出来る。それは温暖な市場または再流通地で、または輸送船ないし旅客船の液状エネルギー運搬者として役立てるためである。

燃焼生成物である水は、大気中の水分となって飛散し、それが電気分解でなくなったところへ返送する役割を果たし、それによって循環が行われることになる。水素技術の応用からは、生態学的な協調にはほんの僅かな結果にしかならない。世界的な水素のエネルギー経済は図1に

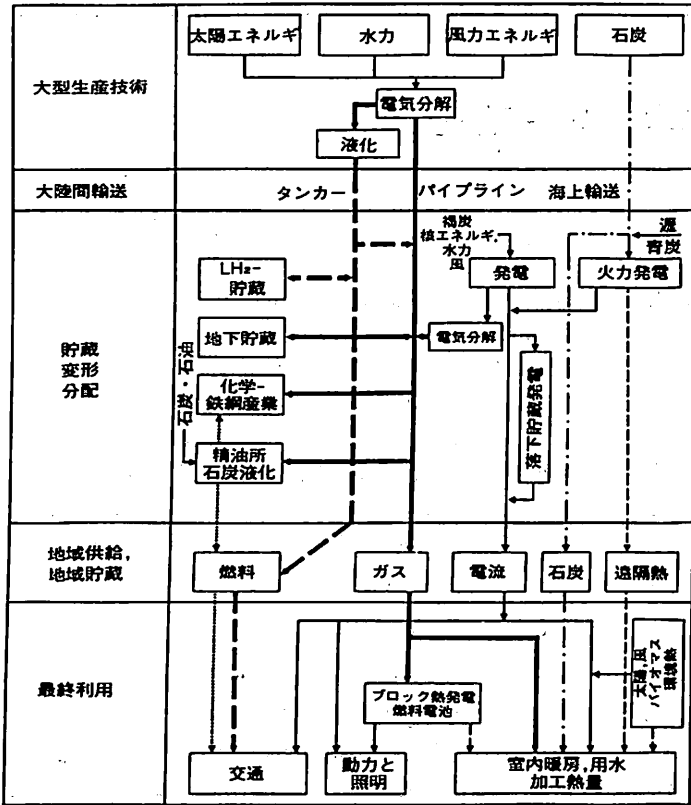


図1：将来のエネルギーシステムは革新的エネルギーに基づいている。例えば太陽エネルギー、水力、風力エネルギーおよび制限つきの石炭のようなものである。

示すように、将来の長期にわたるエネルギーシステムとして、有力な革新的エネルギー源になり得るであろう。図1はまた貯蔵・変形および分配の可能性を示している。

水素エネルギーの利用は、燃料電池の運転（電気分解に代わる冷たい燃焼）における燃焼と同様に実行出来る。水素-酸素-蒸気発生機はすでに広く発達しており、利用されない発電能力の調整目的のために十分利用しつくすことが許可されている。触媒水素融合炉は在来の産業界と家庭の天然ガス炉の代用が出来る。総合発電所としての燃料電池発電所は、既に高効率で小出力運転を行っている。

水素貯蔵合金と液体水素技術が高度の進歩をとげた後で、自動車および公共乗物に対し、燃料として水素が議論されるようになる。水素貯蔵は特定の合金、例えばチタン-バナジウム-マンガン (TVM) に、圧力を加えて接触させ、直ちに加熱放置することで水素化合物が生成される。逆に水素化合物はガス状の水素の中で熱移動によって分解する。モータの運転は外部に混合物を出す。適

当な燃焼調節と注水によって再燃焼傾向が制御される。これらの考えはメルセデス・ベンツ社により成功することが確認されており、貯蔵重量によってそのような乗物の到達距離は確実に限られてくる。

BMWではその考えに基づいて、通常燃焼と同じ航続距離を持つ乗物の製造を続けている。これに対し宇宙飛行では液体水素電池より高密度の6.1 kWh/kgの電池を開発している。水素は液化するのに10 kWh/kgのエネルギー消費を必要とするが、二重壁の中で真空絶縁した-253℃の低温貯蔵タンクに保たれる。圧力上昇を回避するために必要な蒸発率は1日あたり1%である。適当なモータの開発は、ディーゼルの原理を目標に、出来るだけ出力利得を生ずるようにしている。低出力運転では微量の酸化窒素の混入が生ずる。液体水素の乗物の安全性は、全体的にガソリン燃料のものと比較できる程である。BMWによる多くの試験車が走行しており、またそのための水素スタンドが営業に入っている。

6. 航空利用

航空において液体水素は多くのすぐれた長所を持っている。例えば等しい実搭載量と航続距離で、約30%の出発重量の減少、並びに大気圏の損失材料負荷の減少である。宇宙飛行は目下のところ水素の最大の顧客である。すべての宇宙飛行国は更に必要な技術を自由に処理することが出来る。

7. 船舶利用

航海においては、水素は燃料として積荷と同様な関係がある。ゲルマニッシュ ロイドの技術顧問の前で、89年9月28日、G. Fisherが行った報告のように、船用原動機は絶えず選択的または総合的運転として重油または水素を考えなければならない。目下のところまだ代替燃料としての船用原動機の転換需要は見られないので、まだ今までは大型ディーゼル機関に対し、燃料に水素を使用する組織的な開発研究は知られていない。しかしメタンの運転での空気吸込における高压噴射についての当面の認識が、同等の開発としてスタートの基礎を提供することは可能である。

予見される水素供給組織において、水素の海上輸送を行わねばならない場合、積荷の水素は航海にとってますます重要性を持つことになる。

カナダには2000年から水力を提供する多くの会社があ

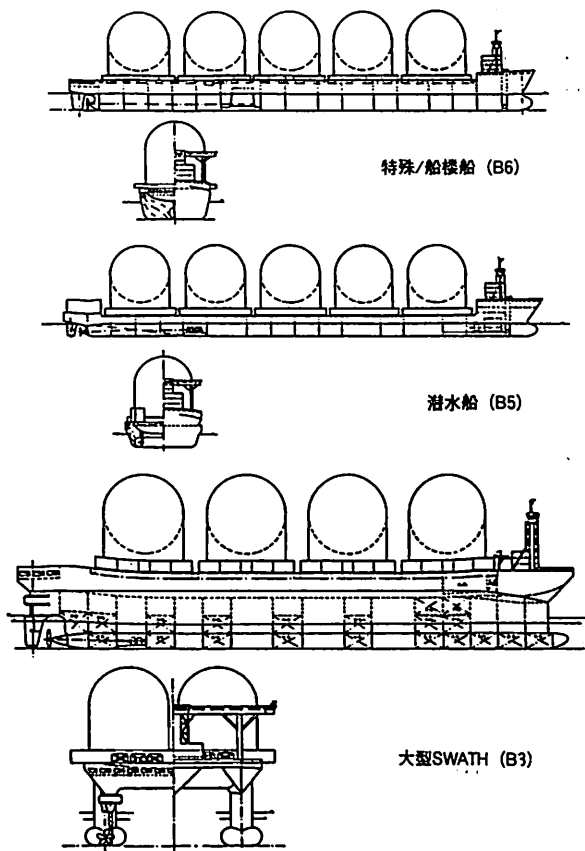


図2：異なった形のLH₂—輸送船：上の図は甲板上に立つ球形タンクを持つ1船楼の船(B6)；その下の図は潜水する2船楼船で、浮ぶポンツオン上の球形タンクを背追って運搬するもの(B5)；一番下の図は半没水型双胴船で、高速航行のため抵抗減少を可能にしたものである(B3)。

る。そこでドイツはカナダにおける水力の動向と共に、水素の入手とこれらの液状の(LH₂)またはトルエンに化合させたメチルシクロヘキサン(MCH)として、またアンモニアとして、欧州へ輸送することに方向変換をした。その計画はドイツ技術者協会(VDI)の報告725において「欧州—ケベック—水力—水素—パイロット—プロジェクト研究」の中に記述されている。

協定によって3つの輸送方式が確定しており、LH₂転換がH₂生産地において高度のエネルギー消費を起させること、しかし消費地において別の可能性による高価なエネルギーが必要な間は、エネルギーの費用を低くしておくことになっている。

また輸送量について(水素当量でLH₂=1, NH₃=6,

MCH=16)およびより広範な使用と、場合によっては消費地における広範な輸送で、液体水素の輸送が最も有利であると判断されている。

今年のBMFTの第12回状況セミナーにおいて、1989年10月31日の“船舶技術の発達”(別途報告書参照)で、ゲルマニッシュロイドの産業協力者との合同研究プロジェクトについての報告が大きな注目を引いた。体積当たりの発熱量が小さいので、タンクとLH₂運搬船は出来るだけ大きくしなければならない。すべての運転条件で、船の十分な喫水と適当な安定性を達成するために、水素の小さな比重に対する対策が必要である。

小さな容積の気化熱は熱障壁のための真空—超絶縁を必要とする。水素輸送のためには、搭載と揚荷によって生ずる特別な状態を考慮した特別な球形タンクを開発すべきである。

変動の問題(変化し易い結合、変化率、目減り)は、港内に停泊中のタンク全体についての輸送を研究する価値があるように見える。開発は現存の球形タンクを持ったLNG—液化ガスタンカーに基づいて作り上げることが可能である。次表はそれぞれ異なった輸送システムに対するコスト見積を示している。図2は選択された設計案について示してある。

8. 結論

総括として、今日のエネルギーシステムは生態学的にその原因を明確にして考慮を要するものであるということが出来ると。人類は成長し、エネルギーは供給されなければならない。エネルギーシステムの中の太陽エネルギーと水素の採用は、時間的にも相次いで続けて行わなければならない。第1段階において、エネルギーの節約は、化石エネルギーの投入を低減するために最も効果的な方法である。第2段階において、より広範な合目的なエネルギー利用と並んで、太陽エネルギーの地域的利用の可能性を完全に採用することが出来る。またこのために核エネルギーは軽減させることが出来る。第3段階においては、貯蔵および輸送可能な化学的運搬者として、水素を必要とするようになる。こうして化石エネルギーの強力な消費削減と核エネルギーの交代を成功させることが出来るようになる。

× × ×

▼表 4種の異なる船型のコスト比較

選 択 案 \ 船 型	特殊 / 船楼船 (固定タンク) (A 2)	特殊 / 船楼船 (高台型) (B 6)	潜 水 船 (B 5)	SWATH (B 3)
就 航 速 力 (kn)	16.2	16.2	16.0	19.4
航海数 / 各船年間	19.6	20.3	20.1	23.9
燃 料 費 1 年 百万DM	2,920	3,650	5,530	13,730
運 航 費 1 年 百万DM	6,230	6,420	6,530	7,470
資本費 / 年 利率10%, 償却12年	66,050	77,790	74,850	107,140
各 船 費 用 / 年 百万DM	75,200	87,860	86,910	128,340
稼 動 船	2	2	2	1
純 輸 送 費 百万DM	150,400	175,720	173,820	128,340
保険費 (投資費用の2.5%) 百万DM	11,250	13,250	12,750	18,250
利 益 (5%)	7.52	8,790	8,690	6,420
輸 送 費 / 年 総トン 百万DM	169,172	197,770	195,260	153,010
LH ₂ 積載量 / 年 (大)	329,300	341,000	337,700	321,220
特 別 輸 送 費 DM/t LH ₂	514	580	578	476
港 湾 投 資 百万DM	430,000	716,000	637,000	920,000
資本費 / 年 利率10%, 償却12年	64,570	105,080	93,490	135,020
LH ₂ トン当り 輸 送 シ ス テ ム 費 DM/t LH ₂	710	888	855	896

● 船舶技術協会刊行の本 ●

『私の戦後海運造船史』

米 田 博 著

B 5 判 165 頁 上製カバー装
(本体 1,500 円) 定価 1,545 円 (千当社負担)

『ウィリアム・フルード伝』

横浜国立大学名誉教授 吉 岡 勲 著
近代工学の曙—造船学の父

B 5 判 378 頁
(本体 15,000 円) 定価 15,450 円 (千当社負担)

国内フェリー乗船記

「東北編」(2)

気仙沼と碓石海岸

小林 義 秀

松島湾は多数の船であふれていたが、気仙沼港も「船だらけ!!」である。この港は大島というどこにでもある名の島が湾口に腰をおろしており運河のような水道が奥の港へと通じている。大島の外側には唐桑半島がある。気仙沼発着の旅客船はこの大島と唐桑半島への連絡船で大島汽船と唐桑汽船の2社がある。大島汽船は気仙沼市と共同で大島合同汽船運航会社として船を動かしている。ここには東北地方にはめずらしいカーフェリーが2隻いる。特に「かめやま」はこの航路用に新造された船で異色の存在である。僚船「ななくに」は元蒲刈フェリーの

船で広島の川尻と上蒲刈島の田戸に就航していた。以前「かめやま」と組んでいた「ちかみ丸」というフェリーが古くなり引退したので、やはり新造船投入によって余っていた「ななくに」がここに売られて来たのである。

「ななくに」は外見からわかるように瀬戸内海に多くいる「つのおしフェリー」であるが、気仙沼に入港して来る同船の姿はちょっとミスマッチといった感じを受けた。この船と対面したとたん船ファンの調査グセがモコモコとわき起り切符売り場に駆け込んで「すみません!!」「ななくに」はどこから買ったんですか?!」と聞いた。



◀「ななくに」(184 総トン)

大島汽船のカーフェリー。写真からわかるように典型的な瀬戸内海の「つのおしフェリー」である。

▶「かめやま」(191 総トン)

「ななくに」と共に気仙沼と大島の浦の浜を結ぶ。この航路用に新造されたフェリー。本稿No.8で紹介した「あさしお丸」にどことなく似ている。ちなみにこの航路のカーフェリー2隻は全便予約制である。



しかし答えは返って来ず、目の前の切符売りの人は「きつねにつままれた」ようにあっけにとられて私の顔を見ていた。いきなりそんな事を聞かれて答えられる人はいないのである。それなりの説明をしてからでないと話は成り立たんだ。菓子や文房具を買うのとはワケが違うのである。「しまった…」と気づいた私は説明をして「広島の方から買った。」との答を得られたのだった。

気仙沼港は岸壁という岸壁に漁船が櫓の歯のごとく接岸して圧巻である。旅客船ターミナルは港の奥にあり入って来た客船は船首を岸に着け客の上下船を行う。

2隻のフェリーはターミナルが港の入口にあり数便港内に入る以外はそちらを利用する。

細い水道の岸では、地元の釣り客でいっぱいそれら釣り客ごしに幾度となく出入港するフェリーや客船の姿を眺めるのはいかにものんびりとした土地柄が感じられ絵になる。ただ船の写真をここで撮る場合、撮りやすいのは良いのだがバックがほとんど同じで後で写真を見てもあまりおもしろい気分にならない。やはり船に乗って反航する姿を撮った方が良いようだ。

漁船と共にこの港で幅をきかしているのが「うみねこ」



◀「海王」(109総トン)

大島汽船の客船。

航路はカーフェリーと同一。

「くろさき」(140総トン) ▶

同じく大島汽船。この航路の客船は船首から上下船を行うため船首が平べったく、ブリッジ下に出入口がある。それにしてもまわりの「うみねこ」がものすごい!!



である。ともかく写真を見てもわかるようにすさまじい数があり往来する船の後ろをついてまわる。船上の客は手なれたものでエサを投げたり楽しそうであった。

〔碁石海岸周遊船「第10かもめ」〕

地図でいうと気仙沼のちょっと上に碁石海岸がある。東北に住む船ファンの悪友Y.が「碁石海岸付近に変な船がいますぜ。」と言うので行ってみた。

プレハブの発券所に入り船のダイヤを見る。パンフレットには何とも奇妙なスタイルの船が写っている。船名は「第10かもめ」らしいのだが船首の表示は「第01かもめ」となっている。

入港時間を見計らって小さな港の先端へ写真を撮るため移動。えらい平べったい船のため、防波堤の影に隠れてレーダーマストと「竹ざおマスト」しか見えない。「さあ入港だ!! 撮るぞ!!」とカメラをかまえる。が、いつもと様子が違う。いつもの船を撮るスピードでカメラを動かすと船が画面外に出てしまう。そうなのである!! この船はえらいスピードののろい船だったのである。

レーダーマストに多数とり付けられたスピーカーから大々的に演歌を流しつつ入港する本船の姿は私に異様な感じを与えた。



◀「第五小鯖丸」(74総トン)

腐りやすい「鯖」を名前にしてしまう度胸の良さ。奇妙なスタイルの船だったが、'90年5月に代船「フロンティア」が就航し引退するまで29年の長きに渡って働いた功労者。

▶「おおがま」(89総トン)

「第五小鯖丸」と同じ唐桑汽船の客船。この会社の船は気仙沼と唐桑半島を結ぶ。それ程古くは見えないが'69年建造のベテランである。



◀「第10かもめ」(48トン)

細浦港を基地に一日4~5回碁石海岸周遊を行う妙な姿の船。大船渡湾海洋観光の運航。トン数はパンフレットのもの。船内でレーダー映像が見られるという。カナダ国旗に似た旗を掲げていたり、船名表示が「ゼロイチかもめ」としか読めなかったりどこか変!! 長崎の船ファン西口公章氏の話では本船は元高知県電車の観光船だったとの事だ。



◎フェリー乗船記についてご質問、ご意見などありましたら下記に御連絡下さい。 電話 0424(82)1014

●日本の艦艇の電気技術史その後

日本海軍無線・電波技術小史(5)

*津村孝雄

(12) 選択機

この選択機は、先に述べた(8)符号選択器および(9)種目選択器を一緒にして改良したもので、前項(10)発信機に対応し、“摂津”に装備されたものである。発信機を出た信号は(6)送信機で変調を行い特定符号3連変調電波となって操縦艦から発射される。これを標的艦の(7)受信機で受信して4種の低周波別に整流して得た脈流が特定符号となった時のみ作動する。

(a) 改良箇所および機能

- (i) 発信機の3連符が(—……)で第1連(—・)、第2連(—), 第3連(—)となったので当然選択機の方もそれに合わせてある。
- (ii) 異符号入来の場合は種目選択を行わない。
- (iii) 1種目選択中(約0.5秒間)は他の種目、符号を受けつけない。
- (iv) 試験種目を選択した場合は応答送信機を介して試験通達符号を発信する。
- (v) 耐震性向上のため継電器の一部をロータリスイッチとした。

(b) 構造および作動の概要

ロータリスイッチ(8バンク, 1バンク25接点)9個(3個は予備*), 継電器28個(内13個は予備), 標示灯45個(内13個は予備), 電気計器および転換器などから成り、試験機, 応答発信機, 試験用発信機と共に耐震装置を有する1個の鉄枠に取り付けられている。

図1・19は本機の外観を示す。図に見るように5箱に分かれ、第1箱は試験灯, 転換器の転換用継電器, 第2箱は継電器, 第3箱はロータリスイッチ, 第4箱は応答発

※ ロータリスイッチ等部品に予備が多いのは、過去の経験から実験中あるいは実用中にも艦隊の使用者から新規の要求が出て来ることが多いので、それに備えてのことである。前項の発信機についても同様であったと思うが文献(14)には文献(15)ほど写真が添付されていないので不明であった。もちろんこれは無線操縦装置のように1基しか製造されないものことで、数多く製造されるもの新規要求に対しては順次改良が施され、それらは改1, 改2などで処理された。

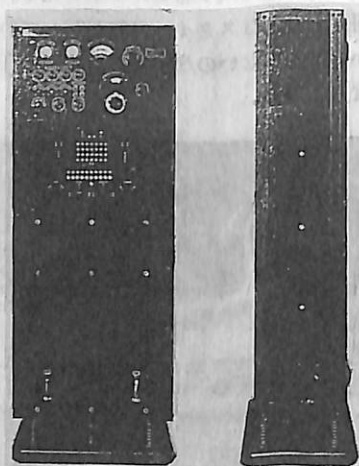


図1・19 選択機外観(左)正面(右)側面
信機および試験用発信機, 第5箱は試験機が収められている。

図1・20は本機の内部結線を示す。図でI1~8, II1~5, III1~8, IV1~8, V1~8, VI1~8はロータリスイッチ(数字はバンクの数)を, W/5, X/5, Y/5, Z/5, WI/4, XI/4, YI/4, ZI/4, Q1/5, Q2/5, Q3/5, Q4/5, A/6, B/4, C/5はそれぞれ継電器(数字は接点の数)を示す。

ロータリスイッチIは主として符号の選択に関与するもので、長符継電器Aおよび受信継電器W, X, Y, Zの作動により回転し1符号ごとにバンク接点1葉ずつ進む。

ロータリスイッチIIは回路の管制に関与するもので、II5により種目回路を完成し、II2とII3は応答発信の回路を作り、II4でIの復旧回路を作る。

ロータリスイッチIII, IV, V, VIはそれぞれW, X, Y, Z信号に依り、おのおのの種目回路を作る。

受信継電器W, X, Y, Zは受信符号に依り作動する。単動継電器WI, XI, YI, ZIは受信継電器W, X, Y, Zの作動につれて3連変調符号の始期に作動を開始し、終期に停止する。

長符継電器Aは受信継電器W, X, Y, Zのどれが作動しても長符であれば作動する。

終了継電器Bは緩復型で受信継電器W, X, Y, Zの

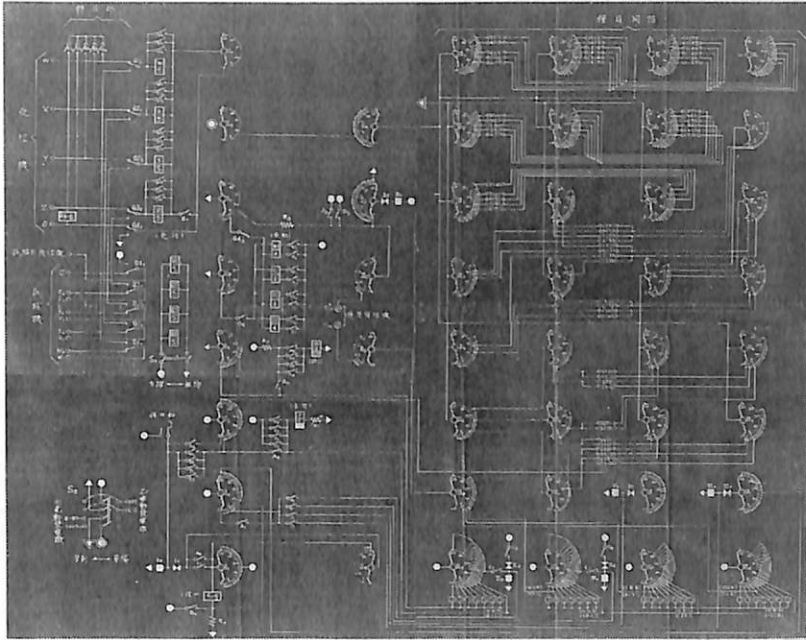


図1・20 選択機の内部結線

どれが作動しても作動する。

継電器Cは復旧用である。

次に特定3連符の選択と種目回路の選択との概略を述べる*。

まず特定符号の選択である。図1・20左上で受信機の出力信号W, X, Y, Zのいずれか(以下Wを例にとる)を受けると、受信継電器W/5が作動し、接点W₁~W₅が接となる。W₃の接により信号が長符の場合は長符継電器A/6が作動し接点A₁~A₆が接となる。短符の場合は不感である。

A₂接でI₃を経てI_Dに電流が流れ、長符断すなわちA₂断とともにロータリスイッチIは1接点だけ回転し接点2に移動する。

一方、W₄接で終了継電器B/4が作動し、B₁接で次の信号までW/5の回路を保持し、B₂接でIの復帰を押し、B₃接でロータリスイッチIIの起動を押し。

次に長符の入信があるとA/6が再び作動し接点A₁~A₆が接となる。A₆接でI₁は第2接点から回転を始め、その間にA₅接でB/4が作動を失ってB₂断となり、復旧継電器C/5作動しつれてC₁接となりI₁は回転して起動位置に戻る。すなわち二度目の長符は受けつけない。

* 詳細は文献(15)に記述されているが、何分にもこれは取扱説明書であって、実物を前にして触手しながら操作の方法を学ぶための案内書であり、実物なしでは操作方法はもとより原理すら理解するのに難渋を極める。

第2符以後が短符ならばこのようなことが無く、緩復性によりB₁は継続して接となり、I₂の第2接点から第8接点の間、接点W₁を経てロータリスイッチIII, IV, V, VIのバンク8を作動させて種目回路を選択する。すなわち低周波信号Wによる変調が特定3連変調符号の第1連のみの時はロータリスイッチIIIの接点は2葉進み、第2連のみの時は1葉、第3連のみの時は4葉、第1連と第2連の時は3葉、第1連と第3連の時は6葉、第2連と第3連の時は5葉進む。このように低周波信号の配置と数によって全部異なった接点位置となり選別が行われるわけである。

X, Y, ZについてもロータリスイッチIV, V, VIにおいて同様なこと

が行われる。これらを表で示すと表1・4のようになる。一例として“W×Z”をとると、表の番号2, 10, 15, 25から回路の記号は“3215”となる。図1・20には選択回路にこの記事が記載されている。

このようにして得られた選択種目と接点位置(回路番号)の一覧表が表1・5に示されている。ここで注意を要するのは先に掲げた発信機の種目分類(表1・3)と表1・5とは合致しなければならないのに、両者を見比べると表1・5の(×)の部が合致しないし、予備種目が多数追加されている。また図1・17とも僅かながら異なっている。どれが正しいかは関係者のすべてが他界された現在では確認のすべも無いが、既述のように実験では完全に作動したのであるから調整試験中には十分に統一されていたことと信ずる。

次に種目の発動である。ロータリスイッチIが特定符号の信号により1接点ずつ回転して最後には第8番目に来ると、ここでI₆の第8接点は(+)電線に接続し、さきに述べたB₃断で回転を始めた同II₆の接点2~22を経て、予め完成されている選択回路を経て(-)に落ち、その種目は電源を得て発動する。

さらにI₄の接点2~8はロータリスイッチIII, IV, V, VIの標示灯回路の帰路を作り、作られた選択種目を先に述べた回路番号で表示する。

また試験種目を受けた場合はII₂, II₃, III₇により応答通信符号を出す。応答発信機については後述。

表1・4 特定符号とロータリスイッチⅢ,Ⅳ,Ⅴ,Ⅵの接点位置との関係

番号	特定符号の中の 信号の位置	ロータリスイッチ接点番号				番号	特定符号の中の 信号の位置	ロータリスイッチ接点番号			
		Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ			Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ	Ⅵ
1	000	1				15	000			1	
2	W00	3				16	Y00			3	
3	0W0	2				17	0Y0			2	
4	00W	5				18	00Y			5	
5	WW0	4				19	YY0			4	
6	W0W	7				20	Y0Y			7	
7	0WW	6				21	0YY			6	
8	000		1			22	000				1
9	X00		3			23	Z00				3
10	0X0		2			24	0Z0				2
11	00X		5			25	00Z				5
12	XX0		4			26	ZZ0				4
13	X0X		7			27	Z0Z				7
14	0XX		6			28	0ZZ				6

表1・5 選択種目と接点位置 (回路番号)

種目	変調低周波	接点位置
針路	0°	ZWW 6113
	30°	WZW 7112
	60°	WWZ 4115
	90°	ZWZ 2117
	120°	WZZ 3116
	150°	ZXX 1613
	180°	ZZX 1514
	210°	XXZ 1415
	240°	ZXZ 1217
	270°	XZZ 1316
	300°	ZYY 1163
	330°	YZY 1172
	+10°	ZYZ 1127
	-10°	YZZ 1136
針路予備1	XZX 1712	
同 2	ZZY 1154	
速力	前進全速	YZX 1532
	前進第2戦速	WYZ 3125
	前進第1戦速	WZY 3152
	前進原速	ZYX 1523
	前進微速	ZXY 1253
	停止	YWZ 2135
	後進原速	YWX 2531
	後進全速	XWY 2351
	速力予備1	YXW 5231
	同 2	ZXW 5213
同 3	XYW 5321	
同 4	XZW 5312	

種目	変調低周波	接点位置
雑	試験	WXW 7211
	試験	YWW 6131
	試験	ZZW 5114
	ア式起動	XWZ 2315
	ア式停止	WYX 3521
	第1煙幕展	ZWY 2153
	第1煙幕止	XZY 1352
	第2煙幕展	ZYW 5123
	第2煙幕止	XYZ 1325
	第1探照灯点	YZW 5132
	第1探照灯消	YXZ 1235
	第2探照灯点	WZX 3512
	第2探照灯消	ZWX 2513
	航海灯点	YYX 1541
航海灯消	XYX 1721	
予備	1	XWW 6311
	2	XXW 5411
	3	WWX 4511
	4	XWX 2711
	5	WXX 3611
	6	XYY 1361
	7	YXY 1271
	8	XXY 1451
	11	YXX 1631
	12	WYW 7121
	13	YYW 5141
	14	WWY 4151
	15	YWY 2171
	16	WYY 3161
17	WXY 3251	
18	WXZ 3215	

(つづく)

● 統計資料

ロイド商船統計表(1990年版)

船の科学 編集部

1. 世界主要海運国商船船腹量

(1990年7月末日現在, 100 GT以上)

世界総船腹量は4億2,360万GTで前年に比べて1,300万GTの増加となった。尚昨年は一昨年に比べて700万GTの増加であった。

主要海運国の国別の増加量はノルウェー780万GTリ

ベリア680万GT, パハマ200万GT, バヌアツおよびマルタの夫々120万GTが大きく, 一方減少量はパナマ800万GT, 日本100万GT, 英国93万GT, ギリシャ80万GTが大きい。パナマ船籍船の大幅減少の原因は第一に新米国法規によるものと第二にパナマ当局による法規の厳しい適用によるものである。国別詳細は下表の通り。

世界主要海運国商船船腹量(1990年7月31日現在 100 GT以上)

国名	Steamships		Motorships		Total		対前年増減		Total
	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	千DWT
リベリア	136	14,316	1,552	40,383	1,688	54,699	+233	+6,806	99,225
パナマ	56	2,972	4,692	36,325	4,748	39,298	-373	-8,067	62,183
日本	22	2,247	9,978	24,830	10,000	27,077	+170	-953	40,828
ソ連	82	927	7,301	25,810	7,383	26,737	+828	+884	29,359
ノルウェー	32	3,619	2,525	19,809	2,557	23,429	+253	+7,832	41,206
米国	560	13,310	5,788	8,017	6,348	21,328	-27	+740	31,176
ギリシャ	46	3,474	1,768	17,046	1,814	20,521	-25	-803	37,205
キプロス	26	2,844	1,244	15,491	1,270	18,335	-8	+201	32,985
中国	107	416	1,841	13,483	1,948	13,899	+41	+386	20,749
バハマ	26	2,544	781	11,082	807	13,625	+83	+2,046	22,365
フィリピン	2	127	1,418	8,387	1,420	8,514	-4	-871	14,158
イタリア	38	592	1,578	7,398	1,616	7,991	+45	+389	11,840
シンガポール	1		773	7,927	774	7,927	+62	+654	12,964
韓国	8	499	2,102	7,283	2,110	7,783	+136	-49	12,461
英国	52	1,439	1,946	5,277	1,998	6,716	-55	-930	8,593
香港	2	288	373	6,276	375	6,564	+9	+413	11,176
インド	31	44	824	6,431	855	6,475	+21	+160	10,497
ブラジル	69	1,133	622	4,882	691	6,015	+25	+63	10,064
台湾	1	1	659	5,764	660	5,766	+19	+597	8,714
デンマーク	6	838	1,254	4,349	1,260	5,188	+4	+225	7,173
イタラク	30	2,336	363	2,401	393	4,738	+7	+6	8,692
マルタ	3	119	521	4,399	524	4,518	+114	+1,189	7,756
西独	7	328	1,172	3,972	1,179	4,300	-6	+333	5,369
バミューダ	18	2,870	87	1,387	105	4,258	-2	+182	7,800
ルーマニア	2		481	4,004	483	4,004	+15	+221	6,089
フランス	15	1,094	885	2,737	900	3,832	-21	-581	5,573
ユーゴスラビア	1		500	3,815	501	3,815	+1	-134	6,027
スペイン	120	410	2,218	3,396	2,338	3,807	-3	-155	6,185
オランダ	1	38	1,226	3,746	1,227	3,784	+9	+130	4,724
トルコ	40	28	829	3,690	869	3,718	+14	+478	6,359
ポーランド	3	2	695	3,366	698	3,369	-12	-47	4,441
スウェーデン	19	5	660	2,769	679	2,774	+35	+607	2,942
カナダ	43	429	1,181	2,314	1,224	2,744	-3	-80	3,009
蘇州	18	409	703	2,102	721	2,511	+15	+17	3,729
インドネシア	25	26	1,859	2,152	1,884	2,178	+162	+143	2,910
...
世界計 1990	1,894	63,973	76,442	359,653	78,336	423,627			666,827
“ 1989	1,985	65,070	74,115	345,410	76,100	410,480			646,809
比較増減	-91	-1,096	+2,327	+14,242	+2,236	+13,147			+20,017

2. 国別船種別商船船腹量

100GT以上のオイルタンカーとプロダクト/ケミカルタンカーの合計GTは前年に比べて530万GT増加し1億3,900万GTであり世界総船腹量の32%のシェアをしめ

るがこのシェアは1986年以来ほぼ一定である。保有量を国別に見ると、リベリア(2,900万GT)、ノルウェー(1,100万GT)、パナマ(1,030万GT)、米国(860万GT)の順である。

国別、船種別、商船船腹量(100GT以上)

国名	オイルタンカー		LPG/LNG船		プロダクト/ケミカル船		バルクキャリア		貨物船	
	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT
リベリア	446	27,459	49	1,512	116	1,918	552	16,097	182	1,648
パナマ	395	9,104	110	613	236	1,224	624	13,292	1,554	6,549
日本	1,115	7,514	205	1,698	4,960	294	133	8,787	2,113	1,215
ソ連	466	4,040	3	125	25	166	243	4,182	1,440	6,994
ノルウェー	176	9,954	66	1,307	126	1,690	245	7,282	541	910
米国	253	8,271	14	1,158	24	363	105	2,138	355	3,554
ギリシア	278	7,627	15	68	44	330	394	9,782	418	1,334
キプロス	107	5,230	8	67	31	307	425	9,225	533	2,832
中国	194	1,726	1	1	11	88	250	4,906	915	5,331
バハマ	129	6,601	6	66	49	290	134	3,698	223	1,142
フィリピン	86	361	16	13	6	11	250	6,343	427	902
イタリア	187	2,496	45	219	92	211	62	2,346	263	790
シンガポール	199	3,069	10	157	15	104	77	2,190	144	919
韓国	87	583	24	96	39	50	136	4,706	287	610
英国	155	2,350	7	130	23	34	35	748	246	298
香港	30	962	11	141	4	43	98	4,394	31	254
インド	53	1,663	0	0	21	111	135	3,181	155	1,079
ブラジル	62	1,835	16	71	13	164	93	2,970	160	659
台湾	16	633	0	0	2	1	59	2,543	82	246
デンマーク	30	1,501	27	129	34	537	10	352	312	541
イラン	49	3,101	0	0	10	40	50	1,058	64	380
マレーシア	81	1,613	1	10	10	37	103	1,773	209	871
西独	29	94	16	138	29	174	16	396	541	1,032
バミューダ	29	3,284	13	505	0	0	5	161	16	120
ルーマニア	15	645	0	0	0	0	71	1,890	205	1,138
フランス	46	1,703	9	204	10	29	11	357	79	354
ユーゴスラビア	19	306	0	0	3	8	94	2,016	236	1,210
スベイン	51	1,458	10	55	25	120	34	849	233	368
オランダ	13	360	11	26	38	294	11	327	324	945
トルコ	77	771	3	5	26	40	75	1,931	447	794
ポーランド	16	126	0	0	6	28	92	1,602	135	1,110
スウェーデン	52	402	0	0	32	225	13	382	162	444
カナダ	36	220	0	0	8	41	83	1,461	62	111
薩州	15	650	3	122	2	32	26	1,111	35	116
インドネシア	181	578	7	15	10	40	12	138	651	891
...
世界計 1990	6,011	128,677	814	10,655	1,867	10,004	5,156	133,190	17,098	60,316
" 1989	5,802	123,725	789	10,053	1,801	9,615	5,061	129,482	17,082	58,968
比較増減	+209	+4,952	+25	+602	+66	+389	+95	+3,708	+16	+1,348

バルクキャリアおよびオア/オイル/キャリアの総船腹量は1億3,320万GTで前年に比べて370万GT増加である。また世界総船腹量の31.4%のシェアでここ数年間は一定している。保有量を国別に見るとリベリア(1,610万GT)、パナマ(1,330万GT)、ギリシア(980万G

T)、キプロス(920万GT)の順となる。

一般貨物船の総船腹量は6,030万GTであるが、そのうち多甲板船は68.5%を占める。

その他の船腹量は別表による。

コンテナ船		冷凍/特殊船		フェリー/客船		漁船		作業船/その他		合計	
隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT	隻	千GT
71	1,893	173	3,135	20	527	3	2	76	267	1,688	54,699
141	2,569	414	4,601	115	452	467	200	692	689	4,748	39,297
40	1,249	1,149	3,568	695	1,344	2,737	950	1,253	455	10,000	27,078
62	626	545	2,514	275	729	3,157	5,553	1,167	1,801	7,383	26,737
8	139	113	794	389	602	603	283	290	463	2,557	23,429
89	2,868	49	901	68	312	3,234	745	2,157	1,013	6,348	21,328
17	239	53	315	293	684	130	43	172	94	1,814	20,521
33	243	71	299	19	97	14	4	29	28	1,270	18,335
59	846	46	74	91	326	116	50	263	547	1,948	13,899
15	218	61	357	76	1,086	13	3	102	159	807	13,625
11	61	62	472	153	213	296	71	113	64	1,420	8,514
18	395	29	290	272	729	246	69	402	441	7,616	7,991
52	950	31	419	9	2	15	4	222	109	774	7,927
35	668	105	436	63	59	1,149	487	185	84	2,110	7,783
40	1,315	41	220	140	672	437	122	873	821	1,998	6,716
25	558	14	118	102	57	7	1	53	31	375	6,564
0	0	2	1	13	39	180	30	296	366	855	6,475
4	86	5	17	28	28	91	15	219	164	691	6,015
75	2,059	45	134	10	21	294	92	77	34	660	5,766
33	1,320	32	129	97	385	552	209	133	80	1,260	5,188
0	0	5	39	11	11	32	11	172	94	393	4,738
4	6	16	66	27	90	43	17	30	29	524	4,518
105	1,855	17	69	111	273	102	48	213	218	1,179	4,300
1	30	6	37	1	12	4	2	30	102	105	4,258
2	15	15	107	3	1	52	139	120	68	483	4,004
16	46	19	72	75	288	398	142	237	165	900	3,832
8	130	14	49	97	66	21	3	554	24	501	3,815
19	76	39	82	47	114	1,674	589	203	91	2,338	3,807
23	589	67	277	30	247	412	154	298	562	1,227	3,784
0	0	11	12	275	124	8	3	92	35	869	3,718
2	61	17	107	27	50	304	252	99	36	698	3,369
3	87	22	496	142	625	129	27	124	81	679	2,774
1	8	5	27	142	351	512	181	375	339	1,224	2,744
5	119	11	24	92	62	272	53	260	218	721	2,511
7	76	15	23	102	137	280	63	618	237	1,884	2,178
...
1,169	23,900	3,674	22,105	4,517	11,920	23,318	12,573	14,712	12,282	78,336	423,627
1,122	22,735	3,433	21,286	5,048	13,498	22,074	11,714	13,888	10,399	76,100	410,480
+ 47	+ 1,165	+ 241	+ 819	- 531	- 1,578	+ 1,244	+ 859	+ 824	+ 1,883	+ 2,236	+ 13,147

3. 超大型船

10万GT(約20万DWT)以上の超大型船は479隻で昨年455隻一昨年422隻に比して増加している。このうち14隻が14万GT(約27.5万DWT)以上であり、6隻のオア/バルク/オイルキャリアが含まれている。

国別の保有隻数はリベリア118隻、日本63隻、パナマ46隻の順となる。

現在世界最大船は、ギリシア籍オイルタンカー「Hellas Fos」254,582GT(555,051DWT)である。

4. 船 齢

総船腹量の36%は船齢10年以下の新鋭船であり、13%は船齢20年以上の老朽船である。

西独は船齢10年以下の新鋭船腹を69%も保有し、世界一であり、次に日本は66%、フィリピン62%、デンマーク60%の順になる。逆に船齢20年以上の老朽船を多く抱える国はマルタ47%、米国29%、ソ連29%、中国26%である。

オイルタンカーでは10年以上のものは4,696隻でタンカー総船腹量の73%を占めている。

5. 竣工船

1989年中の竣工船は1,593隻1,320万GTで、前年に比べて18隻の増加232万GTの増加である。竣工船の最も多かった国は日本で536万GT(世界の40.5%)次いで韓国で310万GT(23.4%)である。竣工船の船籍国は多い順にのべるとパナマ(280万GT)、リベリア(257万GT)、日本(120万GT)である。

6. 海難による全損船と解撤船

1989年12月までの一年間の全損船は隻数において211隻で前年に比して20隻の減少GT数において70万GTで前年に比して20万GTの減少である。キプロスとパナマが全損船の最も多い国で夫々10万GTである。

1989年中の解撤船は695隻250万GTで前年に比べてほぼ半減している。解撤船の船籍で多い国より順にあげるとソ連(39万GT)、サンビンセント(30万GT)、米国(24万GT)、パナマ(23万GT)である。下表参照

全 損 船			解 撤 船		
国 名	隻	GT	国 名	隻	GT
パナマ	28	100,115	ソ連	184	392,933
米 国	16	33,050	日 本	155	69,971
日 本	13	8,435	パナマ	34	226,198
台 湾	13	5,323	米 国	30	237,916
キプロス	8	100,495	インドネシア	26	30,458
ギリシャ	7	15,516	カナダ	21	52,770
スペイン	7	4,135	ギリシア	19	68,086
韓 国	6	27,141	イ ン ド	18	179,694
ノルウエー	6	5,570	英 国	16	61,018
ソ 連	4	6,396	キプロス	8	70,637
...
世界計	211	667,294	世界計	695	2,477,386
世界計1988	231	864,670	世界計1988	1,452	5,015,051

● 海外ニュース

ソ連で初めての 西側船級協会となったロイド船級協会

ロンドンに本拠を構えるロイド船級協会(LR)は西側諸国としてはソ連で唯一の船級協会となっている。LRはこれまでソ連以外で建造されたソ連国籍の船舶に対する等級決定には関与してきたが、国内での建造船についてはLRの基準に則った等級決定を行うことができなかった。今回の措置によってLRは同協会のモスクワ事務所等で等級決定を行う法的権利を得る事になるが、その権利が施行される初の船舶は「MR. Y. E. H. CHU VIKOV」号である。工業面では生産プラントにおける認定、検査、品質チェックなどが国際基準に応じて行

れる。昨年、LRはソ連の重工業機械メーカーに対して同国初の作業認定を行ったほか、造船プラント、スチール工場などに対しても認定証を出している。

LRは世界で最も優れた船級協会であるといわれており、世界各地240ヶ所以上に事務所を構えている。世界の商船の約4分の1はLR独自の基準によって等級決定されており、LRは世界125ヶ国を超える政府に代わって船舶が国内外の安全規定に適しているかどうかの調査を行っている。

照会先: Lloyd's Register of Shipping
71 Fenchurch Street, London
EC3M 4BS England. (英国・広報部)

LRニュース

ロイド統計

1990年世界商船の竣工量

本年4月5日付ロイド船級協会発表による1990年中のGT 100以上の世界商船竣工量は次の通りである。

竣工量 1,590万GT (1,672隻) で1989年に比べて260万GTの増加、隻数は79隻の増加である。この竣工量は1986年以来的の最高である。(表1参照) 但しこの竣工量は1990年中の受注量2,410万GTに比して820万GT少ないものである。昨年1年間の受注量2,410万GTは湾岸戦争の影響で後半に大巾に減少したにも拘らず1974年以来的の最高量を記録したものである。

オア/バルクキャリアの竣工量は550万GTで34.6%を占めたが前年に比して170万GTの増加である。

タンカーの竣工量は510万GTで32%を占めた。

貨物船の竣工量は160万GTで前年比42万GT増、

表1 1981~1990年世界商船竣工量

年次	隻数	GT (1,000)
1981	2,269	16,931
1982	2,312	16,820
1983	2,276	15,911
1984	2,210	18,334
1985	1,964	18,156
1986	1,634	16,844
1987	1,528	12,259
1988	1,575	10,909
1989	1,593	13,236
1990	1,672	15,885

表2 1990年国別竣工量 (昨年比増減)

国名	GT (1,000)	GT (1,000)
日本	6,824	+1,459
韓国	3,459	+ 358
ドイツ	856	+ 138
台湾	667	+ 262
ユーゴスラビア	456	- 41
デンマーク	394	+ 51
イタリア	371	+ 44
中国	366	+ 41

コンテナ船の竣工量は170万GTで前年比41万GT増次に建造国別に見ると、

日本 竣工量は680万GTで前年に比して150万GT増、シェアは43%で前年の40.7%より上昇。タンカーの竣工量は260万GTで日本の全竣工量の38%、世界のタンカー竣工量の51%を占めた。オア/バルクキャリアの竣工量は220万GTで日本の全竣工量の32%、世界のオア/バルクキャリア竣工量の40%を占めた。

韓国 竣工量は350万GTで前年より35.8万GTの増加であるが世界のシェアは前年の23.8%より下落して21.8%となった。オア/バルクキャリアの竣工量は200万GTで韓国全竣工量の57%全世界オア/バルクキャリア竣工量の36%である。タンカー竣工量は95.8万GTで前年に比して130万GTも大巾下落した。但しこの中には28万5,690DWTの4隻のVLCCが含まれている。

その他の諸国 日本韓国に次ぐ国は表2に見られる通り、ドイツ、台湾、ユーゴスラビア、デンマーク、イタリア、中国である。なお英国は竣工量13万GT (29隻) である。

● 新刊紹介

あつ／船が浮く (序曲—船、面白学)

攻玉社工科短期大学 教授・工学博士

後藤大三著

B6判・372頁・定価2,000円(税込)・発送費360円

IHIの設計・研究所から防音工業常務取締役を通じ、船に関する長い経験をふまえて、筆者は船の専門家以外の読者に、船や海に関する理解を深めてもらうために、船にまつわるよも山話を集めている。

船の内外の歴史をエピソードで語り、船の復原性・速力・強度といった造船の基礎理論を平易に説き、振動と運動性能に及んでいる。造船所のこぼれ話、変わった新しい船を紹介し、海難事故の恐ろしさに触れ、船酔いの東西意外史にまで及んでいる。

〒167 東京都杉並区上井草4-16-12

(株)日本理工出版会 Tel 03-3301-8760

船舶電子航法ノート(169)

木村小一

お断り：今月はまた前々号のディファレンシャルGPSに戻るが、今号から図、表などの番号をその号限りで、毎号1から使用することにしたい。なお、初めに、前号の衛星の状態の補正をする。

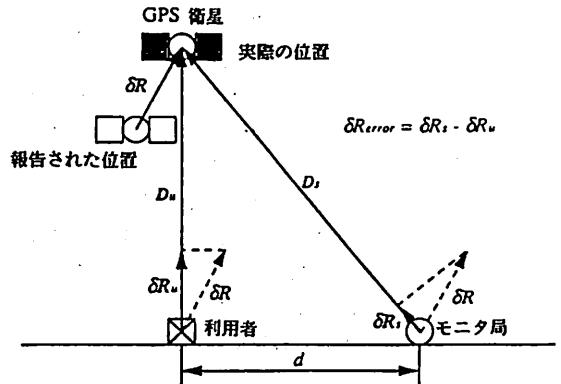
湾岸戦争のために、姿勢制御に不具合のあった古いブロックI衛星のSVN-6は、戦争の終結に伴って、11年にわたる使用を終結し、2か月間の試験とデータの取得のあとその運用軌道を離れ、スイッチが切られることになった。また、太陽電池パネルの制御回路に不具合のあったブロックII Aの原因究明が終り、今後打上げられる衛星の改造のため、次回の衛星打上げは伝えられていた6月中旬以降より早まることはないとされている。

7・38・4 ディファレンシャルGPSの進展(3)

前項で述べた拡張ディファレンシャルGPSの具体化の一つとして、Stanford大学のC.Neeらの発表した電離層誤差の軽減を主としたデータ処理法があり、このシステムは広域ディファレンシャルGPS(WADGPS)と呼んでいる。WAはWide Areaである*。

すでに述べたことがあるが、ディファレンシャル基準局から離れると、衛星の軌道位置の誤差などがその離れた距離とともに増加する。この増加した誤差は、利用者と衛星の視線が基準局からの衛星への視線と同じでないという事実により生ずる。その様子は第1図に示す。この場合の補正値の誤差の最大値は、(基準局と利用者位置の間隔)/(利用者と衛星との距離)に比例をする。また、利用者と基準局の二つの受信機の間が広く離れていると、電離層を通る視線もまた異なり、その結果として観測した電離層時間遅延に差が生ずる。その効果は少ないが対流圏遅延にも差が生ずる。

間隔の距離が100kmを超えると、距離誤差の補正値はディファレンシャルGPS(DGPS)の完全な可能性を実現するには十分正確でなくなる。事実、全アメリカを通して標準の1局の基準局のDGPSシステムを効果



第1図 距離によるDGPSの精度劣化

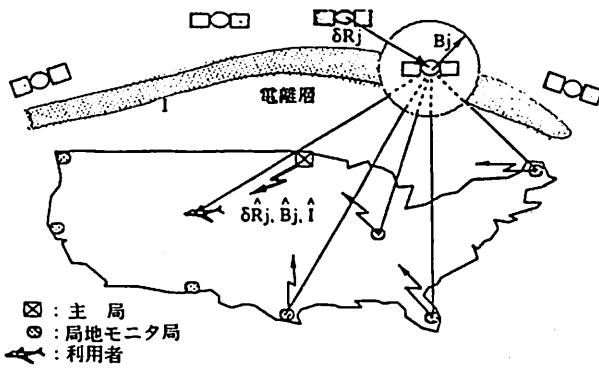
DGPSモニタ局によって放送される距離の補正値の精度は、距離とともに劣化をする。例えば図は軌道データの誤差 δR を示し、それは、モニタ局では小さな距離誤差 δR_s をつくるが、利用者位置では若干大きな距離誤差 δR_u となる。利用者がモニタ局で放送する距離の補正値を使用したら、距離誤差の残差 $\delta R_u - \delta R_s$ が残るだろう。

的にするには、500を超える基準局が必要となるだろうとされている。ここで考えられているWADGPSはDGPSの補正値を使用しない普通のシステムの性能と基準局付近の高精度航法の間ギャップの橋渡しの強力な手段を与えるように考えられているシステムである。

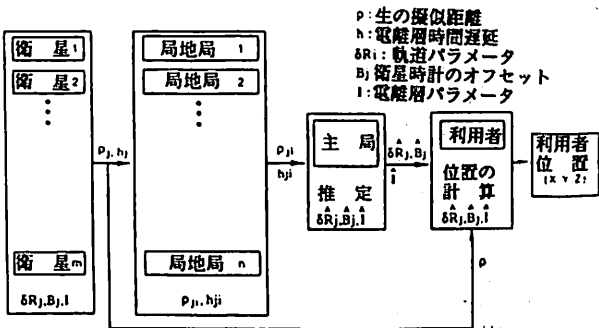
DGPSを実行するときに、普通は各衛星に対してスカラー量の距離誤差の補正値を計算するが、このWADGPSの場合は、各衛星に対する3次元の軌道データと時計のオフセットからなる誤差の補正値のベクトルに加えて、前項と同様に電離層時間遅延の8つのパラメータを与える。このWADGPSでの補正値の精度は、シミュレーションの結果では、モニタのある地域内ではほぼ一定で、周辺地区では徐々に劣化することが求められている。

ここで考えられているWADGPS網は、主局1局、局地的な一連のモニタ局と通信回線から構成される。その

* C. Nee, B. Parkinson & P. Axelrad: Wide Area Differential GPS, ION GPS-90



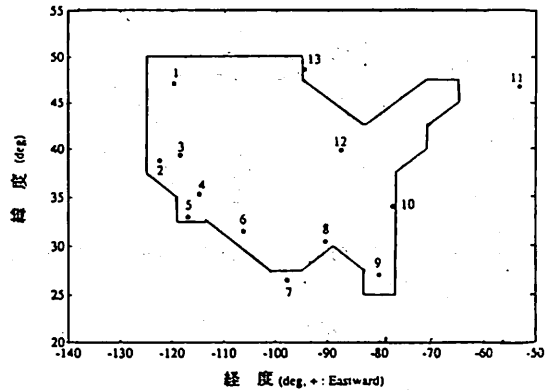
第2図 広域ディファレンシャルGPSの概念



第3図 WADGPSの各要素のブロック図

一例として、15の局地モニタ局が、(アラスカとハワイを含む)アメリカを通して既存のロランCとVORの局に置かれるよう配慮してある。各局地モニタ局は、高品質のセシウム時計と視野の中の全衛星を追跡することのできる多チャンネルのGPS受信機を備える。各局地局でとったGPSの測定値は、主局に送られる。主局は、分かっているモニタ局の位置と集めた情報に基づいて衛星の軌道と時計の誤差に加えて電離層の時間遅延のパラメータを推定する。計算した誤差の補正値は、衛星、電話または電波のような何かの都合のよい通信回線経由で利用者に送信される。第2図は、WADGPSの構成を、第3図は、システム各部門の情報の流れを示す。この過程は次の通りにまとめることができる。

1. 分かっている位置にある局地モニタ局は、視野の中の全衛星からのGPS擬似距離を集める。
2. 擬似距離と2周波数電離層遅延の測定値が、主局に送られる。
3. 主局は誤差の補正値ベクトルを計算する。
4. 誤差の補正値ベクトルは利用者に送信される。
5. 航法精度を改善するために、利用者はその測定した擬似距離と集めた軌道データへ誤差の補正値を適用する。



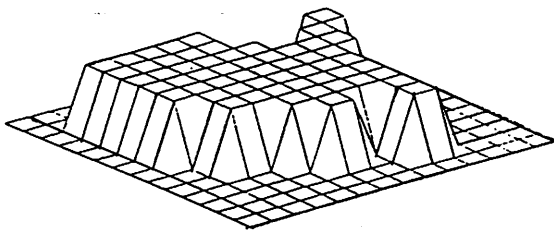
位置	緯度	経度	ロラン局	VOR局
1. George (WA)	47.04 N	119.45 W	✓	
2. Middletown (CA)	38.47 N	122.30 W	✓	
3. Fallon (NV)	39.33 N	115.50 W	✓	
4. Searchlight (NV)	35.19 N	114.48 W	✓	
5. San Diego (CA)	33.00 N	117.00 W		✓
6. El Paso (TX)	31.30 N	106.20 W		✓
7. Raymondville (TX)	26.32 N	97.50 W	✓	
8. Grangeville (LA)	30.43 N	90.50 W	✓	
9. Jupiter (FL)	27.02 N	80.07 W	✓	
10. Carolina Beach (NC)	34.04 N	77.55 W	✓	
11. Cape Race (Newfoundland, Canada)	46.47 N	53.10 W	✓	
12. Dana (IN)	39.51 N	87.29 W	✓	
13. Baudette (MN)	48.37 N	94.33 W	✓	
14. Narrow Cape (Kodiak Is., AK) (not shown on graph)	57.26 N	152.22 W	✓	
15. Upolo Pt. (HI) (not shown on graph)	20.15 N	155.53 W	✓	

第4図 局地モニタ局の位置

局地モニタ局、代表的なWADGPSの利用者と主局の機能は次の通りである。

局地モニタ局は、この研究では、アラスカとハワイを含むアメリカを通して、前述したようにロランとVOR局の位置にある15の局地モニタ局を仮定している。第4図にその位置を示し、各局の緯度と経度を表にしてある。各局の位置は特によく測量されており、衛星は仰角のマスク角5°に下降するまで信頼して追跡できるように考えてある。各モニタ局には、セシウム時計と2周波数電離層誤差の測定値を与えることのできる2周波数受信機を備えている。生の擬似距離の測定値とこれらの局地的な電離層誤差は、ほぼ実時間で主局に送信される。この送信は通信衛星のデータ回線経由で行うことが可能である。

WADGPSから利益が得られるであろう代表的な利用者は、1周波数C/AコードGPS受信機と水晶発振器をもっているのが普通である。アメリカを通して均一に分布された位置にある81の静止利用者をモデル化しており、それは第5図のような格子(グリッド)で現わしてある。すべての利用者は代表的な航空機のアンテナの



各格子（グリッド）の点は81のシミュレーションをした利用者位置を表す。

第5図 米大陸の網目プロット

可視範囲である仰角のマスク角 6.5° をもつと仮定してある。

各利用者は視野の中の全衛星に対する擬似距離と軌道データのパラメータを集める。更に、電話回線または衛星の伝送経由で主局が送った誤差の補正值のベクトルを受信する。これらの補正值は、生の測定値に直接適用される。その後、調整された測定値は、利用者位置と時計のバイアスに対する最小二乗解を形成するのに使用される。

WADGPS が成功するか否かの鍵は主局における誤差の補正值ベクトルの計算のアルゴリズムとその実際の計算とである。この補正值は一つ以上の局地モニタ局の視野にある各GPS衛星の3次元の軌道データの誤差と時計のバイアスに加えて、電離層時間遅延の8つのパラメータから構成されている。これらのパラメータは、局地モニタ局で集めた情報に基づいて推定される。誤差の補正ベクトルに加えて、主局はまた、設定した基準からの各モニタ局の時計のオフセットを推定しなければならない。論文では、誤差の原因、主局で使用したモデルとモデルのパラメータを推定する技術が数式などを使用しかなり詳細に述べられているが、ここでは、それを定性的に紹介する。

主局は二つの過程で補正值のベクトルを計算する。第一段階では、電離層モデルの中のパラメータが非線形統計的推定 (NSE) または拡張カルマンフィルタ (EKF) アルゴリズムのいずれかで特定される。推定された電離層遅延は、その後、各局地局からの生の測定値の調整に使用される。第二段階は、バッチ最小二乗法 (BLS) の解を使用してモニタ局網で観測した各GPS衛星の軌道データと時計のオフセットを解決する。

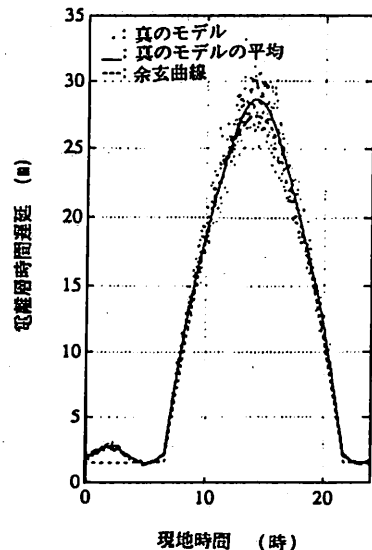
すでに、何回も述べてあるが、電波が電離層を通過するときには、その時に出来る自由電子の数 (全電子含有量) に比例した値だけその伝搬は遅延をする。このときの自由電子とイオンの密度は、現地の時間、地磁気緯度、

太陽黒点の周期、その他のパラメータの関数である。その最高のピーク値は現地時間の午後2時頃におきる。

GPSで使用されている電離層補正モデルは、これも数回述べてあるが、Klobucharによって開発された簡単な電離層時間遅延の解析モデルである。このモデルは全北半球で最低60%のrmsの補正が可能であることが証明されている。WADGPSでは、このモデルをアメリカで最適ようにこの8パラメータの整合をすることによって、この精度を85%以上に改善できることが考えられた。

Klobucharのモデルでは、すでに述べたように、垂直電離層時間遅延は一定の夜間のバイアスに余弦波形の正の部分プラスすることで表現できる。すなわち、一定である夜間の垂直方向の伝搬遅延値を 5×10^{-9} 秒 (5 ms) として、これにその位相のピーク値を現地時間の午後2時にとり、その振幅と周期をそれぞれ、電離層直下点の地磁気緯度の3次の多項式であらわした正のサイクルの余弦曲線の正のサイクルを加えて作ったモデルである。3次の多項式は、定数を含めて各々4パラメータで表現できるので、この電離層モデルは8つのパラメータで表現できる。

ここでのモデルでは、予測した遅延に加えて、実験的なデータで観測されたより高い頻度の電離層の変化を勘定に入れた真のモデルとして二つの項目が含まれている。第一は余弦のピーク値の5%の振幅と余弦の周期の1/5の周期をもった正弦波の誤差である。第二は、ゼロ平均で、二つの余弦項の和の5%に等しい標準偏差をも



第6図 電離層時間遅延の真モデル (Stanford, 仰角 90°)

ったランダム誤差である。

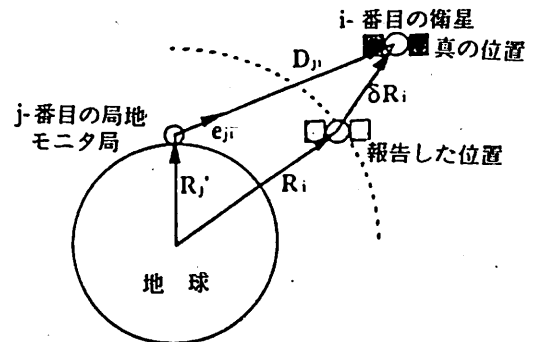
こうしたモデルで作られた代表的な垂直時間遅延の形は第6図に示す。示した遅延は観測者の直上の衛星からきたL1信号に対するものである。与えられた衛星仰角に対する実際の電離層の時間遅延を表わすには、電離層中を斜めに電波が通るのでその通路長が長くなり、それだけ電波が出会う電子数が増加し、それだけ伝搬遅延時間は増加をする。この遅延量は、垂直の遅延に傾斜係数を乗ずることによって幾何学的に求められる。この傾斜係数は、平均電離層高さでの天頂角の関数として定義される。この論文では、平均電離層高さは190海里と仮定されている。

主局での大きな仕事は電離層の8パラメータ、それは衛星からの航法メッセージの $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$ に代わるパラメータとなるが、それらを作ることで、1周波数C/AコードのGPS受信機の中の電離層補正をするKlobucharモデルに代入することによって、アメリカを通してWADGPSの利用者に最良の電離層遅延の推定を達成させるであろうものとするのである。これらの推定をするのに、二つの方法、非線形統計推定技術と拡張カルマンフィルタ法の調査がなされたが、結果としては後に示す通り両者の間にほとんど差は見られなかったとされている。

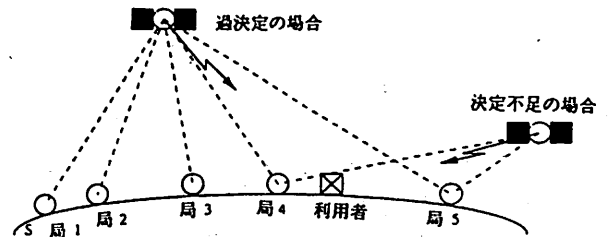
各局地モニタ局での電離層の時間遅延の測定値は、各モニタ局から見える全衛星について、Pコードを使用する2周波数技術を使用して求められるとされた。そしてそれらの測定値は、傾斜係数を加味して線形化され、その後、これらの測定値の式を使用して、電離層パラメータを非線形統計推定技術または拡張カルマンフィルタ推定のいずれかを使用して最適推定をされるがその詳細は省略する。

もう一つの主局の仕事は、軌道データと衛星時計の誤差を求めることである。衛星が放送するGPS航法メッセージは、WGS-84座標系で衛星の位置を地球固定座標系で計算できるようになっている。こうして計算された衛星の位置は、衛星の運動の予測に対するGPS制御部分の限界による誤差と、選択利用性(SA)が実施されれば、それによる放送パラメータの意図的な劣化による誤差の可能性との二つの誤差がある。

このWADGPSでは、これらのGPS衛星の軌道データの誤差は、本質的にはGPSの測位原理を逆に使用することで、局地モニタ局網の使用によって推定することが提案されている。4つ以上の衛星の既知の位置までの距離をもとにしてその位置と時計のバイアスを利用者が決定できるのと同様に、既知の位置から同じ衛星を見る



第7図 GPSの軌道データの誤差



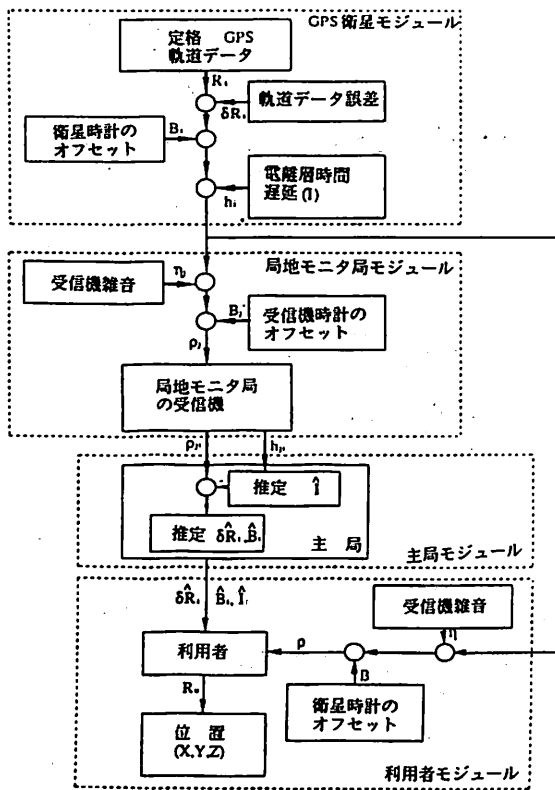
第8図 軌道データ誤差の推定の過決定と決定不足の場合の例

4つ以上のモニタ局は衛星の位置と時計のオフセットの推定に使用できる。これは、第7図に示してある。

主局は局網の視野以内の各GPS衛星の3次元の軌道データの誤差ベクトルと時計のバイアスの推定にバジ最小二乗法を使用できる。4以上のモニタ局が同じ衛星を見ることができれば、その衛星の観測方程式は過決定され、その解は測定値の残差の二乗和を最小にするために使用される。4より少ない局しか衛星を見ていないならば、第8図のように解は一元的に決定できないで、最適推定によって軌道データの誤差の解の2基準値を最小にする。

衛星の軌道と時計の誤差はゆっくりと変化するので、それで、各々の一定の推定値は、WADGPSの誤差の補正ベクトルに対して十分に正確である。軌道データと時計の誤差は、5~30分程度の時定数の変化をもつと観測されており、こうして、0.1Hzの提案の更新率で、この仮定は全く有効とされている。

この提案のWADGPS局網の効果は、コンピュータシミュレーションを使用して評価されている。このシミュレーションでは、GPS衛星、局地モニタ局、主局と利用者という4つのモジュールで構成されるとしている。そのシミュレーションのブロック図は第9図に示してある。シミュレーションの実施では、アメリカの太平洋標準時(PST)の6:00AMに開始され、12時間のラン



第9図 WADGPSの計算機シミュレーションのブロック図

(すなわち屋間だけ) がなされている。

つぎに各モジュールについての内容を述べる。

(1) GPS衛星モジュール

シミュレーションに使用されたGPSの衛星の軌道配置は、21主衛星軌道配置と呼ばれる6軌道面に4衛星ずつの、動作する3予備衛星を含む24衛星の配置でモデル化された。実際では、この軌道配置は、3衛星までが故障で欠けることがありうる。GPSモジュールが局地モニタ局と利用者に報告する軌道データ、すなわち衛星の位置は、誤差ベクトルで汚されたものである。すなわち、300秒の時定数と20mの標準偏差をもった白色雑音で汚された誤差ベクトルを持つように作られる。

各衛星の時計のオフセットはまた、 $\tau = 1,500$ 秒の時定数と標準偏差30mの白色雑音をもつとしてモデル化される。これらの値はSAがかけられたときを考えると若干少なめであるとされている。

電離層遅延は、ここで加えられ、これはKlobucharのモデルに前に述べた1/5周期の要素をプラスしたのとしてモデル化され、さらに時定数12時間とピークにお

ける標準偏差3mをもった白色雑音を加えられている。

(2) 局地モニタ局モジュール

局地モニタ局モジュールでは、擬似距離の測定値とモニタ局の受信機で観測された電離層遅延が作られる。モニタ局の受信機の時計の誤差は、時定数1,500秒で標準偏差1mの白色雑音をもつとして、また、受信機雑音は、ゼロ平均で標準偏差0.2mの白色雑音であると仮定されている。これは、1秒間隔の10測定値を平均するのに基づいている。局地モニタ局の位置は前に第4図に示した通りである。

(3) 主局モジュール

主局モジュールでは、各局地モニタ局モジュールからの入力を集め、前述した電離層と軌道データの誤差の推定アルゴリズムを具体化し、それを実行する。こうして求めた電離層遅延のパラメータと、推定した軌道データと時計の誤差は、利用者モジュールに与えられる。

(4) 利用者モジュール

利用者モジュールでは利用者の受信機の動作をシミュレーションする。利用者の時計の誤差は、1,500秒の時定数と標準偏差1mをもった白色雑音であると仮定する。利用者は、雑音のある衛星位置と利用者の仮定位置から求め、その時計の雑音を加えた生の擬似距離に測位計算で規定されている。Klobucharモデルの8パラメータによる擬似距離の補正を適用するが、その際には、主局モジュールによって送られた補正値のベクトルで、GPS衛星モジュールから受信した軌道データのパラメータを調整する。その後、利用者は4衛星でなく、その視野の中にあるすべての衛星への測定値を使用して最小二乗法を使用した位置の解を作る。このモジュールでは、直接に生の擬似距離の測定値を使用して測位計算をした主局によるディファレンシャル補正値を適用しないときの位置誤差と、補正値を適用したときの解の誤差の両方を計算して、両者の比較からWADGPSの性能を求める。(この後、シミュレーション結果が続くが紙数の関係で次号にゆずる)。

〔訂正お詫び〕

5月号 14頁 双胴水中翼船“WINGSTAR”

WINGSTAR22a (誤) 110PS×2 (正) 1,100PS×2

〈第113回〉

第35回SLF小委員会の報告

運輸省 海上技術安全局

本小委員会は1991年2月4日から8日までロンドンのIMO本部において開催され、我が国からは運輸省、水産庁関係者9名が出席した。主な審議内容は以下の通りであった。

1. 非損傷時復原性について

本議題においては「IMO条約、コード等により規定されているインタクトスタビリティのコード化」と「追波中の復原性要件」を中心に議事が進行した。

インタクトスタビリティのコード化については、現在IMOの条約等に規定されているものは強制要件と任意要件である勧告の二種類があることから、1つの文書にまとめた場合においても文書自体は勧告であることを前文に明記することとし、現行IMOの強制要件については関連条文を参照するに止め、コードの性格を明らかにする事とした。

コード案の内容については原則として現行のものを編集することとし、新規案については、将来の作業計画として取り上げることとした。

ただし今回、コンテナ船のスタビリティ基準を第4章に新規に追加する事が提案され、取りあえず案文中に盛り込まれることとなった。なお、本件の正式な取り扱いについての審議は次回以降にもちこされた。

また、傾斜試験の方法について米国提案を基に各国のコメントを考慮し、コード第六章および附属書Ⅰの案を作成した。

このコード案については次回会合までに十分な時間的余裕をもって回章し、各国の検討結果を踏まえ、次回会合で最終化することとなった。

追波中の復原性についてはドイツより波浪中の復原力が静水中と著しく異なる船については変化の少ない船に

比べてより大きな静水中復原力を持つべきであるとの観点から船型形状係数(Hull Form Factor) Cの新しい計算式に基づく、波浪中でのスタビリティ・クライテリアの提案があった。我が国は、クライテリアを作成するのは時期尚早であり現実的解決策としては操船マニュアルを作成することが適当である旨主張した。

2. 損傷時復原性について

本議題において、現存Ro/Ro旅客船に対するSOLAS 90の遡及適用が旅客船に関する事項であり、貨物船については①昨年採択されたSOLAS 第Ⅱ-1章B-1部の脚注および解説書の見直し、②海洋汚染防止に関するIMO条約の見直しの事項について検討が行われた。

① 現存Ro/Ro旅客船に対するSOLAS 90の適用
英国より1993年5月1日までにSOLAS 90の損傷時復原性を現存Ro/Ro旅客船に完全適用させるという英国提案を始めとして多くの提案がなされた。

船舶の安全性は復原性によってのみ確保されるものではなく、他の要件についても検討を加えるべきである。また、SOLAS 90を現存船に適用するためには多額の改造費を要することがわかっており、そのような負担を行うことで得られる残存復原性能の改善と引き合うようなものではない。といったような意見も出された。

審議において各国の意見が分かれて結論を得ることができず5月に開催される海上安全委員会(MSC)において更に検討が行われることとなった。

② 貨物船の損傷時復原性について

1990年5月に採択されたSOLAS 第Ⅱ-1章B-1部の貨物船の損傷時復原性の取り扱いについてはLL条約第27規則に損傷時復原性に関する総会決議を加えたもの、MARPOLの損傷時復原性等を新しい規則と同等

として認めるという脚注の改正が認められた。

脚注の審議においては以前のフットノート中にあった「バルクキャリア」の表現は削除され、ワインタンカーのようなA型船舶についても今回の損傷時復原性の規則を適用することを免除できるように語句修正が行われた。

また、本改正は1992年2月1日から発効するのでこれの実効上の手続を記したエクスプラナトリノート（解説書）の最終化の作業が行われ、各国からの指摘をそれぞれ検討して、最終案が作成された。この文書はMSCで承認された後、総会決議となる予定である。

3. 損傷事例の収集と解析

1987年3月の「ヘラルド・オブ・エンタープライズ」号を含む損傷事例が紹介された。また、収集された損傷事例をコンピュータデータベースとする事、収集情報中に船底損傷状況および船舶のID番号を付加する事が提案されて合意された。

4. 1977年トレモリノス漁船条約議定書の作成

1990年10月に開催された議定書作成のための作業部会、その後開催されたSTW小委員会で検討された訓練関連の条項の審議等の結果の報告がなされた。

議定書本文の条文について、第10条（効力発生）について作業部会において暫定的に合意された発効隻数15,000隻を、現在世界で漁船が28,000隻（長さ24m以上）存在することを考慮してその50%の14,000隻というように修正提案を作成し、最終的な数値については条約会議において決定するという事で合意がなされた。

第X章（航海設備）については作業部会において大勢が支持したとおり、漁船については現行のようにSOLAS条約が適用されるのではなく、このトレモリノス条

約議定書が適用されるようにすることが支持された。この際の適用の指標としてはSOLASの規則との整合性を保つために総トン数を用いることに大勢が支持したが、漁船に対してトン数測度を要求していないような国にとっては本章の適用が困難となるので、例えば会議の決議または本章に新たな規定を追加することにより、総トン数の代わりにその大きさに相当する主管庁の決定する長さ等の適切な措置の検討をNAV小委員会に要請することとなった。

トレモリノス条約策定時に作成された勧告等については技術水準の向上等を考慮して、所要の見直しを各小委員会等で行うことが合意された。

なおトレモリノス条約議定書作成のための外交会議を92年または93年に開催するようMSCに対して提案することとなった。

5. 海洋汚染の防止・軽減のためのIMO条約の見直しについて

本件については2.に述べた貨物船の損傷時復原性と同一作業グループの中で検討されることとなった。

このグループでは米国より提出文書に基づき、ダブルハルタンカーの概念について説明がなされ、ダブルハルタンカーは小規模損傷やレーキングダメージ（鋭い刃物で切り裂いたような突入範囲の小さい損傷）について有効であるという説明が行われた。

グループにおいては、ダブルハルタンカー、中間デッキ付タンカーの区画および復原性について米国および我が国提出の文書に基づき検討した結果、両者とも現行のMARPOL, Annex I 第25規則に適合していることを確認した。

（文責・渡辺元尚）

◎ 7 月初旬刊行 予約注文受付中 ◎

絶賛を博した初版内容を大幅に改訂・増補した液化ガスタンカー技術資料の最新版！

改訂増補

「LNG 船 / LPG 船技術資料」

LNG 船、LPG 船およびその他の液化ガスタンカーに関するデータを 1 冊に集約したものである。世界にも類例がなく、初版が発売されると共にたちまち品切れとなり、高い評価を頂くと共に再版の御要望が絶え間無かった。

此の度、編著者恵美洋彦氏およびその他の方々の協力を得て、その後の内外液化ガス船に関する最新の資料を加え改訂増補版として刊行することにした。

新世代型および新規建造中の LNG 船やその他の新設計の液化ガス船も加え、「写真と要目」と共に 40 隻を超える新造船を新たに紹介している。また図表・項目は例えば全 LNG 船主要目一覧は最新のデータにより刷新する等、80 点以上の改廃・追加をしてある。結局改訂増補したものは実質 170 ページを超え、最新のデータ集として必ずや関係者のご満足を頂けるものと確信している。

液化ガスに関係される方々の必携として利用されることをお勧めする次第である。

「船の科学」編集部

申 込 先 株式会社 船舶技術協会
 ☎104 東京都中央区新川 1-23-17 マリンビル
 電話・ファックス 03-3552-8798

※ 御注文なさる方は、「はがき」または下記の注文書に記載の上、当方へ御送付下さい。

注文書 改訂増補「LNG/LPG 船技術資料」

工学博士 恵美洋彦 編著 定 価 39,000 円 (税込)
 予約特価 35,000 円 (税込)

B5 版 約 650 頁 上製本 函入り

注文部数 上記の図書を _____ 部注文いたします。

御住所 _____

貴社名 _____

部 課 名 _____

担 当 者 _____

※代金お支払い方法 (○印をお付け下さい)

銀行振込・郵便振替・現金留

※当社に直接御注文いただけるかたには、送料を当社負担といたします。

平成3年度(4月分)新造船許可集計

運輸省海上技術安全局

区 分		4 月 ~ 4 月 分				4 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	3	15,930	11,050		3	15,930	11,050	
	油槽船	1	4,700	5,670		1	4,700	5,670	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	4	20,630	16,720		4	20,630	16,720	
輸出船	貨物船	5	87,430	121,850		5	87,430	121,850	
	油槽船	4	135,240	230,900		4	135,240	230,900	
	その他	0	0	0		0	0	0	
	小計	9	222,670	352,750		9	222,670	352,750	
合 計		13	243,300	369,470	40,103 百万円	13	243,300	369,470	40,103 百万円

● 編 集 後 記 ●

□ 本誌今月号のロイド統計「1990年世界商船の竣工量」に依ると昨年1年間の我が国のタンカー竣工量は260万GTで世界竣工量のシェアは51%である。之に反して韓国のタンカー竣工量は大幅に下落して98万GTシェア18%となり数年前には日本を上廻る程の竣工量であったことを思うと納得仕兼ねる数字である。その原因は色々あるが受注量不足を補うために韓国が安値受注に走らないよう充分注意する必要がある。一方運輸省発表の新造船許可集計に依ると昨年1年間のタンカー許可実績は実に780万GTに達し、これは竣工実績の3年分に相当するもので如何に世界から我が国に対しタンカーの新規注文が殺到したかを裏付けるものである。尚ロイド統計によるとタンカーを含む全船腹量では我が国の1990年中の竣工量は680万GTであり運輸省による同期間内の新造船許可量は1,120万GTであるのでその比率から見れば1年8ヶ月分を受注したことになり受注船の中でタンカーのみが特に大量受注されたことを物語るものである。

□ 来る7月1日から7月5日迄ロンドンで開催される

タンカーの構造規制に関するIMO(国際海事機関)のMEPC(海洋環境保護委員会)に於て世界主要海運国からの提案がいよいよ審議されることになり注目される場所である。我が国でも之に提案される運輸省案が決定され去る3月29日に発表されたが本誌先月号の「ニュース解説」の中で米田 博氏が詳細に解説されて居るので改めて熟読願いたい。何れにしても米国案のダブルハル構造が採用されれば船価で約20%上昇、更に運賃も約10%上昇が見込まれる上現存船の運航経費が新造船のそれを下廻ることになり現存船の延命が計られて環境保全に対する逆効果も考えられ複雑な見通しである。7月のMEPCで条約草案がまとまれば来年3月のIMO総会で採択されることになり16ヶ月間に条約国の3分の1以上の国且その保有量が50%以上の反対がない限り自動成立する予定である。従って1994年以降の新造タンカーは規制の対象となる。現在受注済のタンカーの中にはダブルハルのものが約3分の1を占めるが大部分はシングルハルで条約発効前の駆け込み発注といえる。

☆予約購読案内 書店での入手が困難な場合がありますので、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 8,030 円
税 込 { 1ケ年分 15,450 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
◎禁転載 第44巻 第6号 (No.512)
発行所 株式会社船舶技術協会
〒104 東京都中央区新川1の23の17(マリビル)
振替口座 東京 3-70438 電話 03(3552)8798

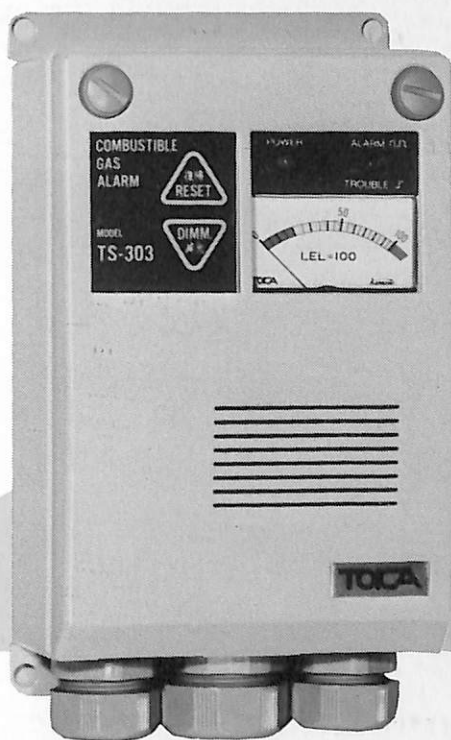
平成3年6月5日印刷 { 昭和23年12月3日 }
平成3年6月10日発行 { 第3種郵便物認可 }
(本体 1,359円) 定価 1,400円(〒56円)
発行人 高柳武男
編集委員長 田宮真
印刷所 大洋印刷産業株式会社

船舶用可燃性ガス警報器

TS-303型

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
水産電子協会型式試験合格

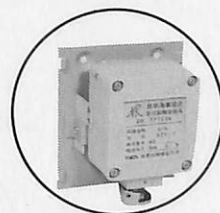
各種
検定
船級
対応



内航LPG船から
VLCCまで、各
種危険物運搬船
の安全管理に最
適です。

特 徴

- 完璧な耐蝕性
- 向上した耐アーク・絶縁性
- 超軽量(本体わずか800g)
- ライトタッチの操作ボタン
- 豊富なオプション機能



拡散式検知部DZF-3

TOICA 株式会社 **東科精機**

川崎市中原区新丸子町756
〒211 ☎044(733)3381(代)

21世紀を溶接します

SF新時代

ステンレスの溶接も、シームレスが常識

薄板用(0.9mmφ)も

シームレスだから

さらに高性能です

[シームレスだから]

- すばぬけたワイヤ送給性
- 安定したCO₂溶接
- 狙いブレがない
- 吸湿しない
- 少ないヒューム



■SFステンレスワイヤ

◎SF-308◎SF-308L◎SF-309L◎SF-316L◎SF-309MoL

日鐵溶接工業(株)

東京都中央区築地3丁目3番4号 申川築地ビル
〒104 TEL (03)3542-3611 代表 FAX (03)3544-0259