

船舶 9

VOL.27

昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
 昭和二十九年九月七日 印刷
 昭和二十四年三月二十八日 逓送省別冊承認
 第四〇六号

捕鯨船 「第十一興南丸」
 (700 総 吨・17.9 ノット)
 昭和 29 年 8 月 20 日 竣工
 日立 B & W デーゼル 機関 搭載
 (850-VF-90; 3,280 B.H.P.)
 日本水産株式会社御註文
 向 島 工 場 建 造

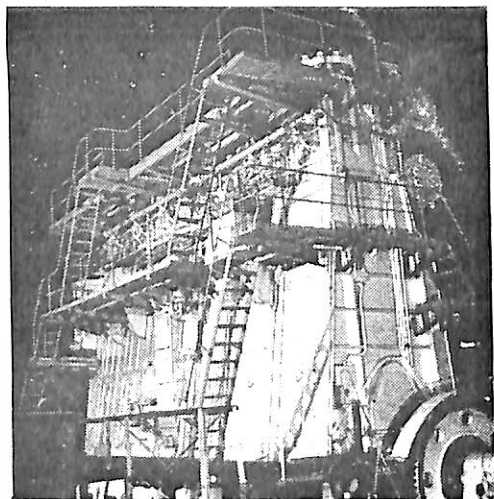


日立造船株式会社

天 然 社

東京都文京区本富士町一
 東京大学船型試験水槽室

川崎 M·A·N *2*サイクル **KZ型** 単働子-セル機関



100 - 130 r.p.m
 2700 ~ 9500 H P

用途 船舶主機, 補機
 發電機
 一般動力用



川崎重工業株式会社

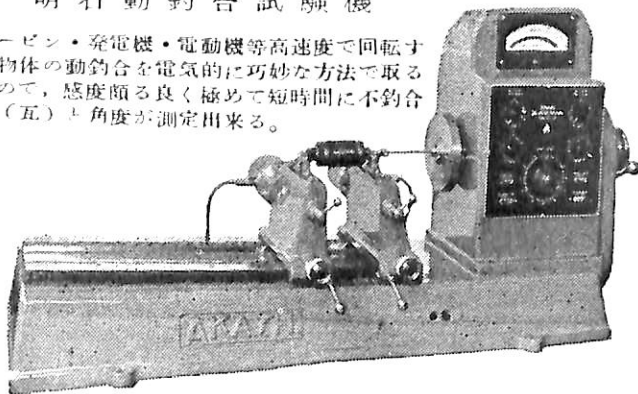
本社 神戸市生田区東川崎町2丁目14番地
 支店 東京都港区芝田村町1丁目1-1 (日比谷ビル7階)



材料試験機
 動約合試験機
 振動計
 電子顕微鏡
 ねじ転造盤

明石動約合試験機

タービン・発電機・電動機等高速度で回転する物体の動約合を電氣的に巧妙な方法で取るもので、感度頗る良く極めて短時間に不約合量(%)と角度が測定出来る。



株式会社 明石製作所

本社・工場 東京都品川区東品川五丁目一
 電話 大崎 (49) 8146 (代表) 8147・8148

大阪出張所 大阪市北区綱釜町五〇 堂ビル 六一四号
 電話 堀川 (35) 0951・1820・6650

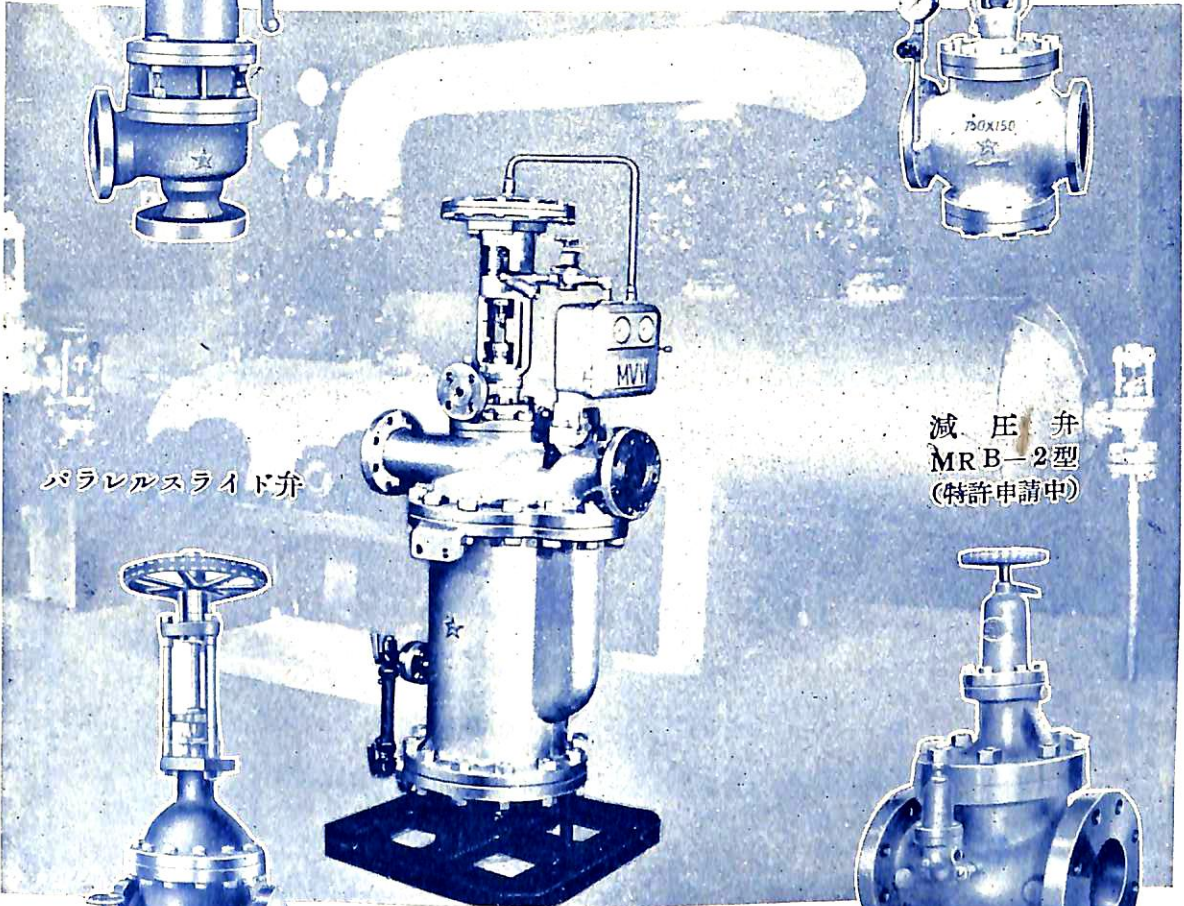
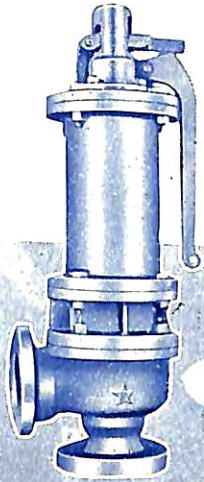
安全弁
MH-3型
勞働省認定7006
(特許申請中)

TRADE  MARK

營業品目

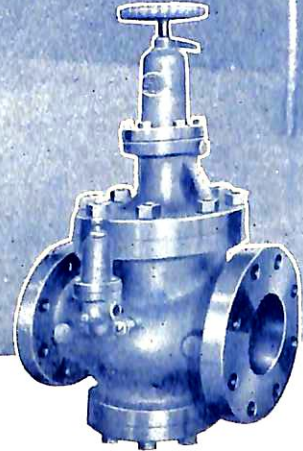
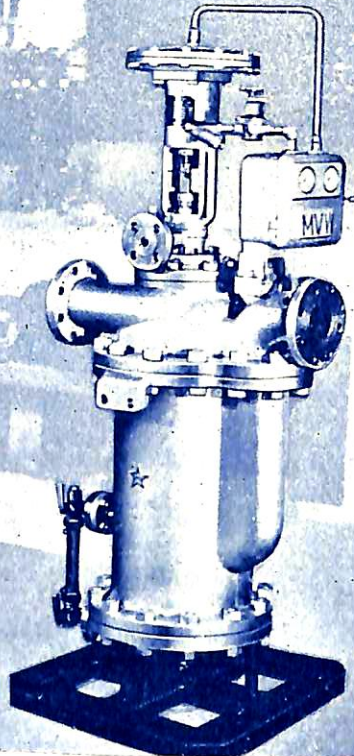
減温裝置
全壓
減壓
其ノ他機関用辨類

調整弁



パラレルスライド弁

減圧弁
MRB-2型
(特許申請中)



自動噴射式
減温裝置
陸船用
(特許申請中)

株式會社

所 作 製 中 前

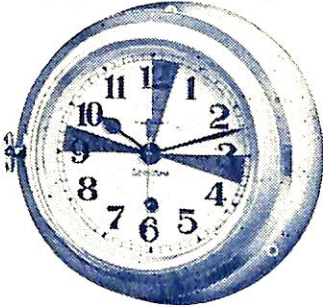
本社工場 東京都大田区蒲田東六郷二ノ一
電話 蒲田 (73) 2 8 8 0・4 1 6 3

セイコーの船時計

一週間捲 中三針式

全 一秒針付
毎日捲 全

黄銅クローマ鍍金
完全防水ケース



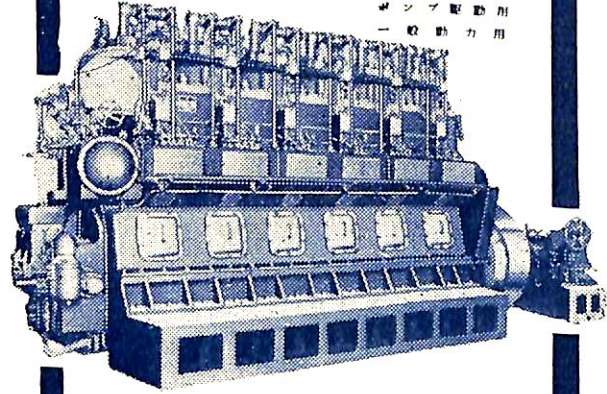
株式会社
服部時計店

本社 東京都中央区銀座西四丁目
電話原機(56)一代21114、3196(3)
支店 大阪市東區博愛町四丁目
電話 船場 2531~4

AKASAKA DIESEL

製造 50年
50 H.P. — 3,000 B.H.P.

船舶主機開用
船舶輔機開用
自家発電機開用
ポンプ駆動開用
一般動力開用



株式会社 **赤阪鉄工所**

本社 東京都中央区銀座6の3 TEL銀座(57)1414、6489
工場 静岡県焼津市中392の1 TEL焼津1010~1014

FIWCC

傳統を誇る 藤倉の

船用電線

本社 及 東京 東京都江東区深川平久町一ノ四
深川工場 沼津市本字七通り360
沼津工場 大阪 大阪府北區伊勢町二九ノ一
大阪販売店 福岡 福岡市上市小路十二大博通り
福岡販売店 名古屋 名古屋市中村区広井町3-98
名古屋出張所 駐在員 札幌・仙台

藤倉電線株式会社

この一滴一滴こそ...

あなたの利益を保證します。



GARGOYLEオイル

皆様の特殊の仕事のために特別に精製されています。

ガーゴイル高級潤滑油は五つの点で経費の節減と設備の保護をもたらします。

- ・給油量が少ない
- ・損耗を減らす
- ・信頼出来る品質
- ・世界各港で入手出来る
- ・事故による巨額の損害を防止します

全世界の主要港にはガーゴイルのマリン技術サービスがあり常に船主の利益を計つて居ります。

文献・案内書御希望の方は各支社営業部宛御申込下さい。

87年に亘り研究と製油並に潤滑技術に於て世界の首位を確保して居ります。



海 運 界

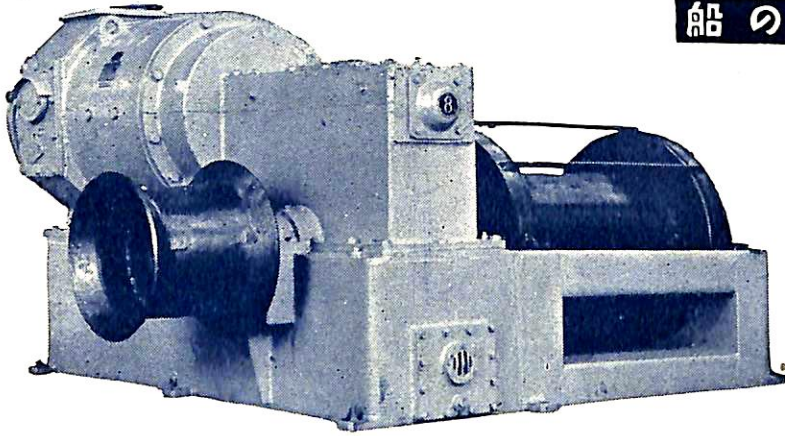
GARGOYLE *Lubrication*

スタンダード・ヴァキューム・オイル・カンパニー

東京・横浜・大阪・名古屋・仙台・小樽・福岡



船の手



荷役日数短縮の新記録が
映出しております

堅牢で故障がない
保守が簡単である
消費電力が少ない

富士 交流 揚貨機

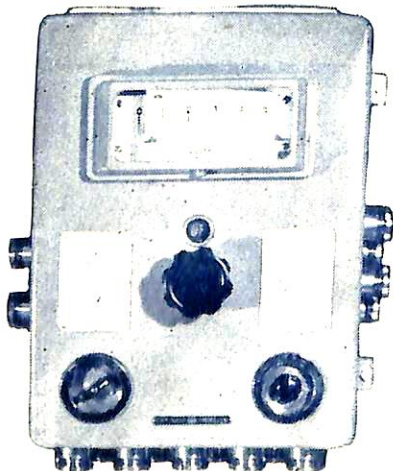


富士電機製造株式会社

MARINE  TYPE

100隻突破!!

CO₂メーター 温度計
極塩計 PHメーター



新型熱電補償温度計

理化電機工業株式会社

本社 東京都大田区田園調布3丁目50番地

電話 田園調布 (72) 2083, 6297

船舶

第 27 卷 第 9 号

昭和 29 年 9 月 12 日 発行

天 然 社

◇ 目 次 ◇

特集 [船の運動について]

- スランピング(船首底衝突)と船の運動.....秋田好雄・越智和夫...(809)
- 大洋波の特性と船の運動.....元良 誠三...(814)
- 船の方向変換運動.....谷 初藏...(820)
- 自動操舵について.....野木 謙作...(825)
- 波浪中における水槽試験の二三の問題.....伊藤 達郎...(830)
- 船の運動と波の力.....丸 尾 孟...(835)

- 超大型鮪漁船才二十一黒潮丸について.....三菱造船株式会社...(840)
- 船用ヒューズについて(上).....刀禰館正巳...(843)
- 才7回国際船舶流体力学会議の議題について(3).....(850)
- 推計学の現場技術への応用(5).....増淵 興一...(858)
- サイゴン・バンコック見聞記.....畑 賢二...(862)
- [海外文献の紹介]
- 造船家から見た脆性破壊問題.....(866)
- 1953年における推進機関の進歩.....(869)
- 水槽試験資料44. —小型油槽船の模型試験—.....船舶編集室...(872)
- 鋼船建造状況月報(6月).....運輸省船舶局・造船課...(875)
- 特許解説.....大谷幸太郎...(878)

[写真] ☆才三雄洋丸 ☆すまとら丸 ☆サウエガ号 ☆バウマセップ号
 ☆才十一興南丸





最高水準を行く
船舶用電線

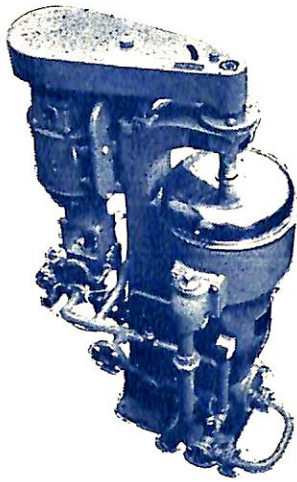
取締役社長
崎山 義一

本社 東京都墨田区寺島町二丁目八番地
 営業部 東京都中央区築地三丁目十番地(懇和会館内)
 営業所 大阪・名古屋・福岡・仙台
 工場 東京・川崎

日本電線

バンカーオイルを常用するディーゼル船に.....

新型 シャープス油清浄機



処理能力 (L/H)

機械 型式	タービン及 ディーゼル	ディーゼル	バンカー "C" 重油	
	潤滑油	油	Light Fuel oil	Heavy Fuel oil
No. 16-V	2000~2500	2500~3000	2000~2500	1500~2000

米国シャーププレス・コーポレーション日本総代理店

セントリフューガス・リミテッド日本総代理店

巴工業株式会社

本社 東京都中央区銀座1の6(皆川ビル内)

電話京橋(56)8631(代表), 8632~5

神戸出張所 神戸市生田区京町79(日本ビル内) 電話葦合(2)0288

工場 東京都品川区北品川4の535 電話大崎(49)4679・1372

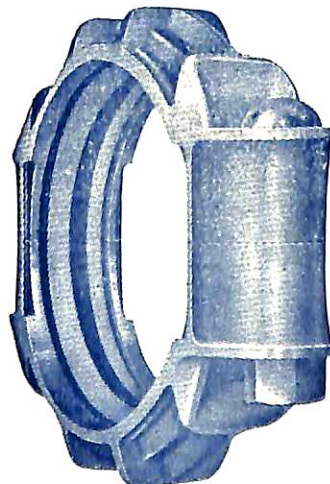


日本ヴィクトリック株式会社

VICTAULIC

LEAKTIGHT
PIPE

FLEXIBLE
JOINTS



販賣總代理

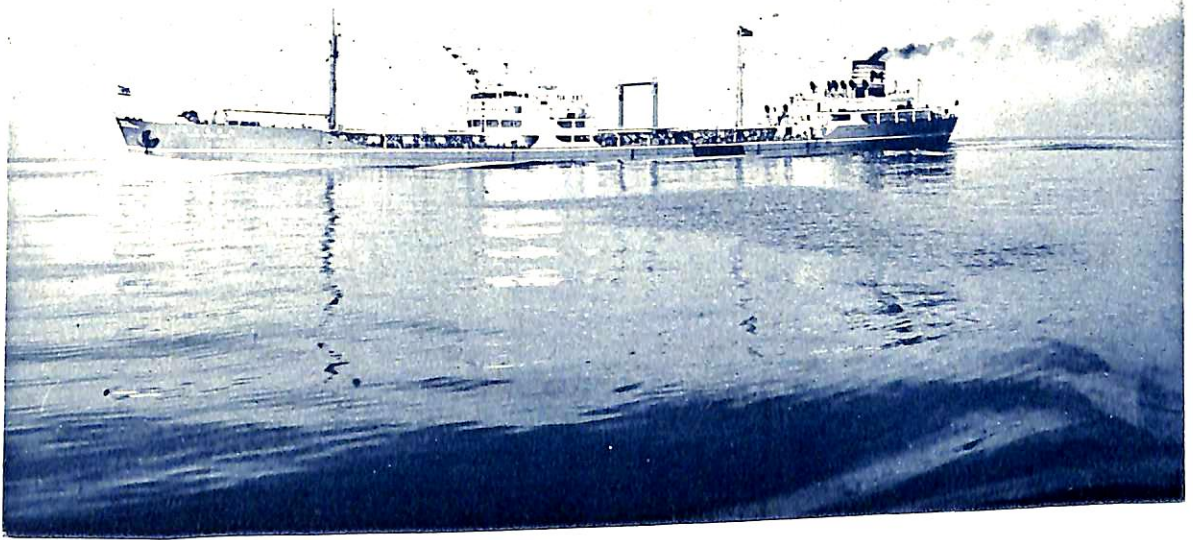
浅野物産株式会社
東京都中央区日本橋小舟町
二丁目(小倉ビル)

電話茅場町(66)代表0181~10

代表7531~5

大阪支店 大阪市東区瓦町二丁目瓦町三和ビル
門司支店 門司市浅橋通一 郵船ビル
札幌支店 札幌市南一条西二丁目一番地
横濱支店 横濱・名古屋・神戸
出張所 広島・高松・福岡・八幡
長崎・熊本・仙台・釧路

ABC



第三雄洋丸 (油槽船)

船主 森田汽船株式会社
 造船所 三菱造船・長崎造船所

長 (垂)	167.00m	主 機	蒸気タービン×1
幅 (型)	22.30m	出 力	8,500 S.H.P.
深 (型)	12.30m	船 級	AB, NK,
総噸数	13,600噸	起 工	28-10-5
載貨重量	20,000噸	進 水	29-5-5
速 力	15.75節	竣 工	29-8-10



研野博士
 T. S. トーションメーター

回転計及積算計

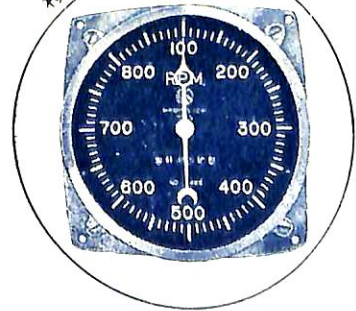
株式会社 倉本計器精工所

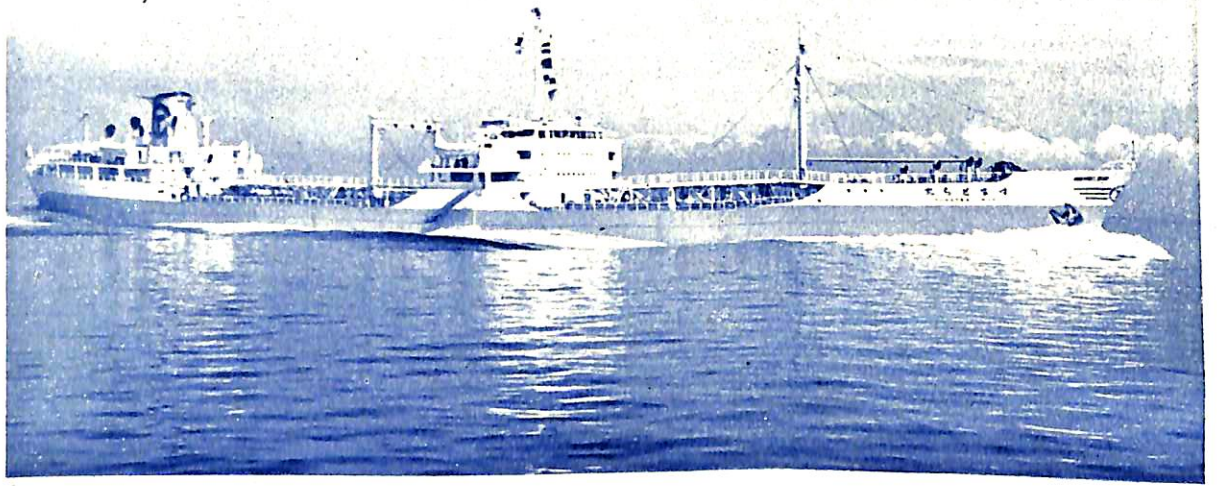
本工場 東京都大田区原町六
 電話 浦田(73)2033, 2621 在厚(78)1490
 柏工場 千葉県柏町柏・電話 柏2



遠心力式、時計式、マグネット式
 電氣式、其他特殊型

積算計付可撓軸回転計





すまとら丸 (油槽船)

船主 日本油槽船株式会社
 造船所 日立造船・因島工場

長 (垂)	167.00m	主 機	蒸気タービン×1
幅 (型)	22.00m	出 力	9,200 S.H.P.
深 (型)	12.00m	船 級	AB, NK,
吃 水	9.45m	起 工	28-10-5
總 噸 数	12,900噸	進 水	23-5-16
載 貨 重 量	20,600噸	竣 工	29-8-14
速 力 (試運航最大)	16.827節		

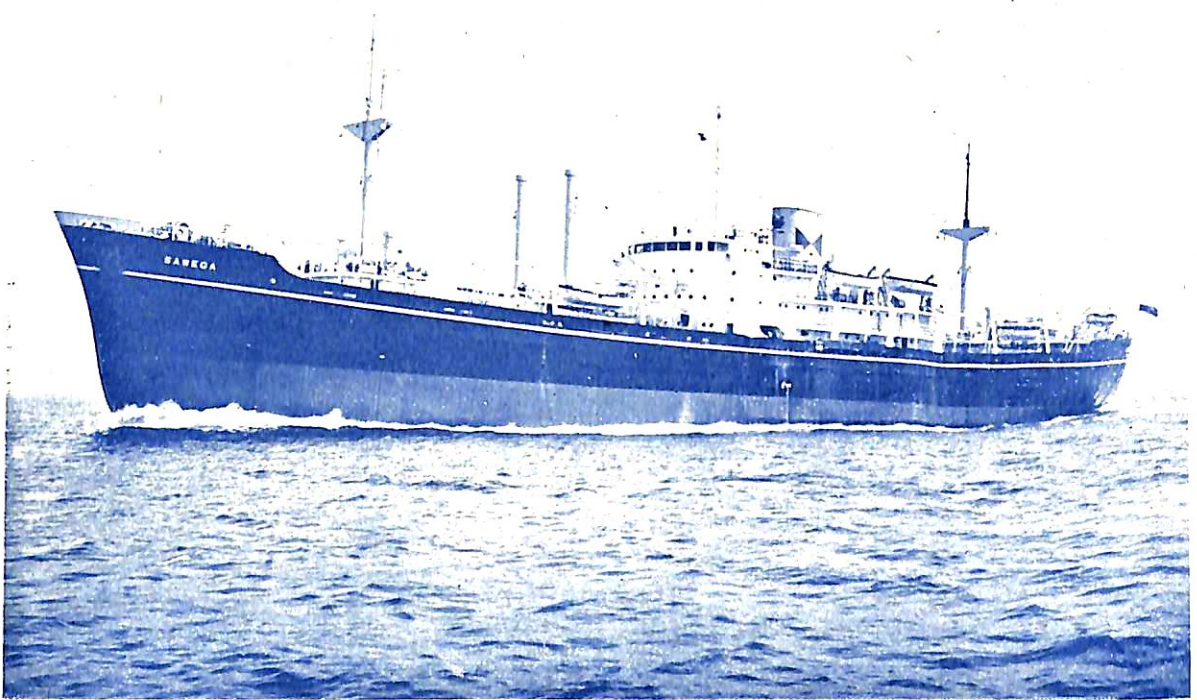


5 つの
船舶塗料

- ・ ビニレックス (塩化ビニール樹脂塗料)
- ・ C・Rマリンペイント (ノン・チョーキング型合成樹脂塗料)
- ・ 槇印船舶用調合ペイント (船舶用特殊塗料)
- ・ 槇印無水鉄船々底塗料 (鉄船々底塗料)
- ・ ノン・スリップ (滑止塗料)

カタログの 御申込みは 大阪市大正区蒲江北 4
 東京都品川区南品川 4

◎ 日本ペイント



サウエガ号 (巡礼兼貨物船)

船主 インドネシヤン・ナビゲーシヨン会社
 造船所 日立造船・因島工場

長 (垂)	122.00m	主 機	日立B&Wディーゼル機関
幅 (型)	17.40m	出 力	4,600 B.H.P.
深 (型)	10.80m	船 級	A B
総噸数	6,800噸	起 工	29-2-4
載貨重量	8,000噸	進 水	29-4-22
速 力 (試運転最大)	17節	竣 工	29-7-30

電気防蝕法 CATHODIC PROTECTION

従来のカンパウンド法 (保護金属法) から発達し最も洗練された防蝕法です。優秀な保護 Mg 陽極、諸材料、豊富な経験と技術とて外国に劣らぬ実績を挙げております。

施工船舶例

光 栄 丸	油 槽
べるしや丸	同 上
すまとら丸	同 上
明 泰 丸	同 上
おりんひあ丸	ディーブタンク
清 光 丸	海水ポンプ
照 国 丸	同 上

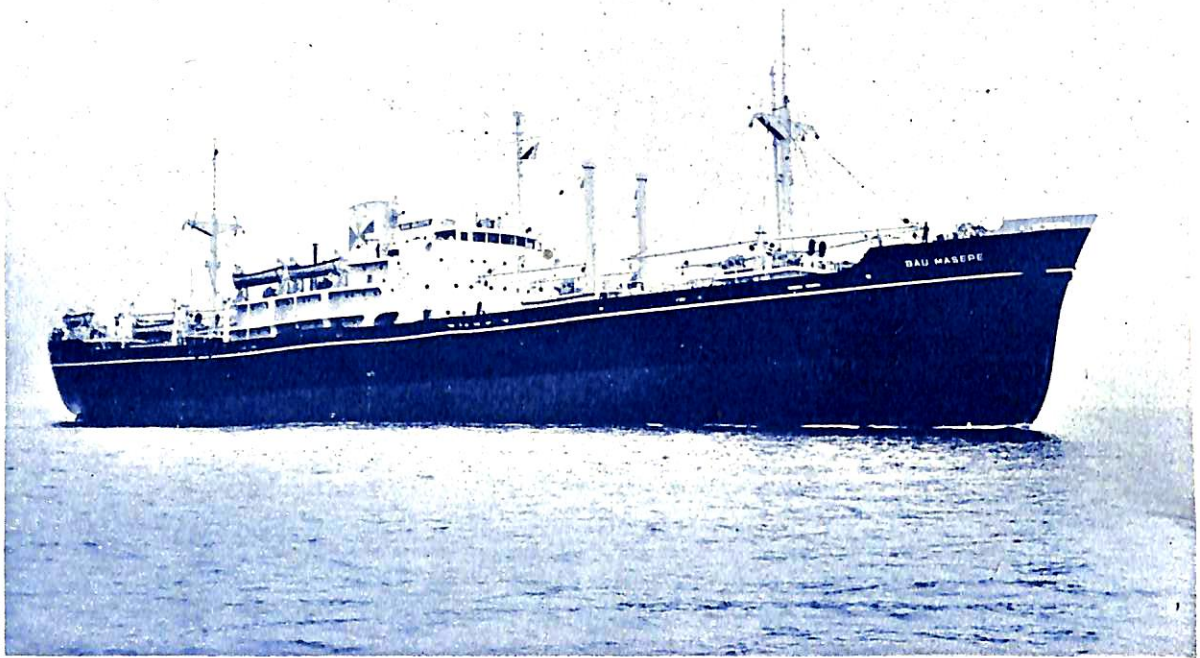


調 査
 設 計
 施 工

日本防蝕工業株式会社

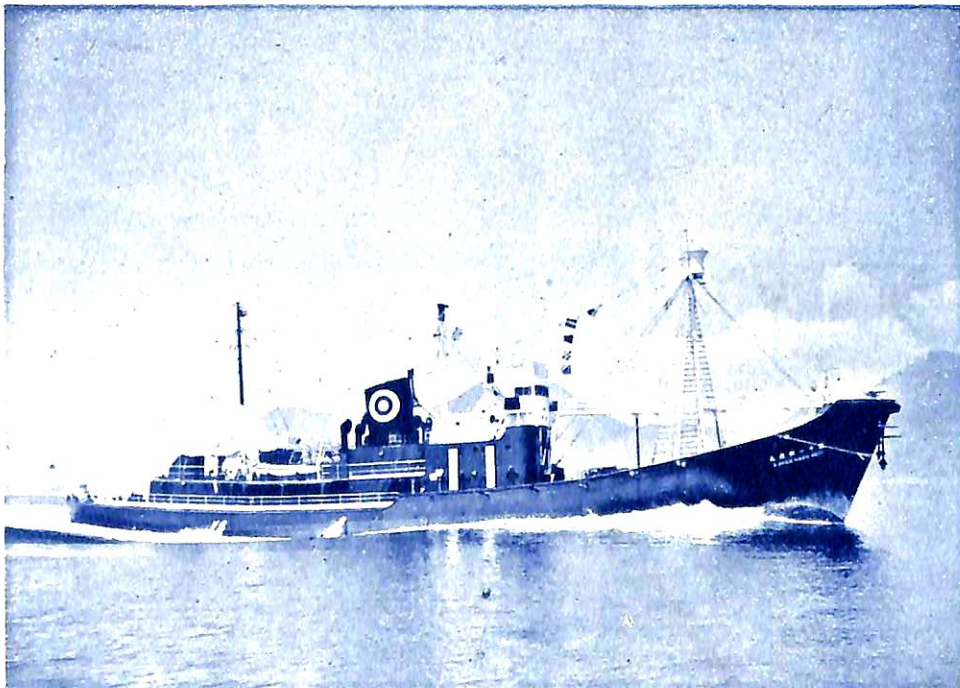
東京都千代田区神田町一丁目二番地 (25-5279・3239)

保護金属用
 マグネシウム陽極
 各種販売



パウマセツフ号 (巡礼兼貨物船)

船主 インドネシヤン・ナビゲーション会社 日立造船・櫻島工場建造 竣工 29-7-30
 主要要目は姉妹船“サウエガ号”と同じである。



第十一興南丸 (大型高速捕鯨船)

船主 日本水産
 造船所 日立・向島

長(垂)57m 幅(型)9.70m
 深(型)5.10m 総噸数 700噸
 速力17.904節 日立B&Wチ
 ーゼル機関×1 3,280B.H.P.
 起 工 28-12-15
 進 水 29-6-19
 竣 工 29-8-18

世界の海運界に先駆!!

新鋭機 七洋へ

清浄と燃焼性状改善

10~15時間連続浄油
自動乾清掃装置附

特許 毛細管式

ノーカーボン運航

バンカー-重油潤滑油用



コロイダル浄油機

清浄度三クロン→ミリクロン

Colloidal

日之出コロイダル機器株式会社

大阪市福島区上福島南三丁目一四二(堂島大橋北詰莫大小会館)
電話 福島 (45) 直通 7504・730~732・3341・3512 番

DE LAVAL

Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

燃料油清浄機

ディーゼル油用

バンカー油用

潤滑油清浄機

ディーゼル

タービン油用

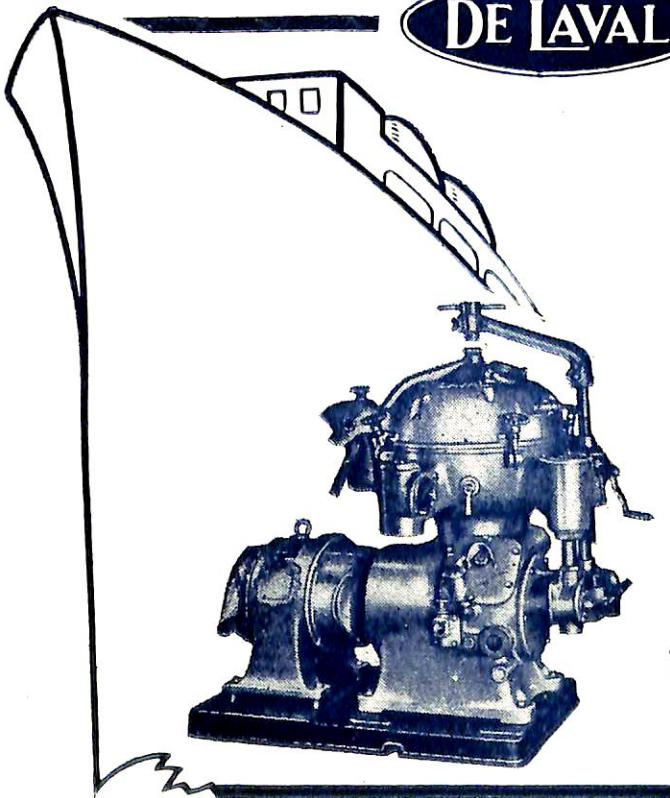
其他 各種遠心分離機

瑞典セパレーター会社日本總代理店
長瀬産業株式会社機械部

大阪市西区立賣堀南通1丁目1番地
電話 新町(53) 40-41・950-956

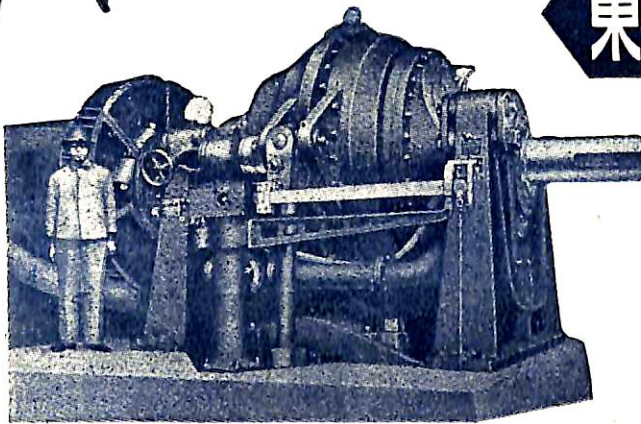
東京支店 東京都中央区日本橋小舟町2の3の12
電話 茅場町 970

釜留工場 京都機械株式会社分離機工場
京都市下京区吉祥院船戸町50



時代に先駆する

東京衡機の試験機



1. 試験機一般
 - A. 金属材料試験機
 - B. 東京衡機フルード式馬力測定機
2. 衡器一般
3. 電機一般
4. 電気式歪計



株式会社 東京衡機製造所

営業所所在地 東京都品川区北品川4-516 電話大崎(49)1883~5
 出張所 大阪市南区八幡町6 電話南(75)6140
 福岡市雁林町10 電話西(2)0418
 本社 東京都中央区日本橋江戸橋1-13 電話(27)2178~9

ABC

◇東京機械株式会社製品
 浦賀電動油圧舵取装置(型各種)

中村式浦賀操舵テレモーター
 揚錨機, 揚貨機, 繫船機
 各汽動及電動

◇北辰式安式二号転輪羅針儀
 北辰式単復式自動操舵装置
 同コースレコーダー同ログ

◇小野鉄工製品サイン
 カーブギヤーポンプ
 (各種)

ウェヤース, ウォシ
 ントン型

◇能美式 煙管式火災報知機
 同 自動火災報知装置
 同 炭酸瓦斯消火装置

◇御法川式
 同 マリンストーカー
 オイルバーナー
 (ホワイトタイプ)

◇岡野バルブ製品 船用バルブ
 (高圧, 高温)
 ビクトリックジョイント

◇温研式 デシケーター
 (船艙内乾燥装置)

機械部

浅野物産 株式会社

東京都中央区日本橋小舟町二丁目一番地
 電話 茅場町(66)0181(代) 7531(代)
 大阪・名古屋・門司・仙台・札幌・横浜・神戸・高松・広島・熊本・長崎・釧路

三機の船舶用機材

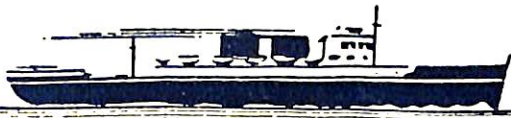
厨房設備

(ギョレ・グリル・ペーカリー・バー)
(喫茶・食品加工設備一式)

冷蔵設備

客船・貨物船・捕鯨船等何れにも適する様
設計製作施工いたします

洗濯設備



伝統を誇る
電縫鋼管



互 斯 管
空 氣 予 熱 管
ボ イ ラ ー チ ュ ー ブ
ラ イ ー タ ー チ ュ ー ブ
其 他 艦 船 用 鋼 管

三機工業

社長 山田熊男

支店 大阪・名古屋・福岡・札幌・広島
工場 川崎・鶴見・中津

本社 東京都千代田区有楽町(三信ビル)

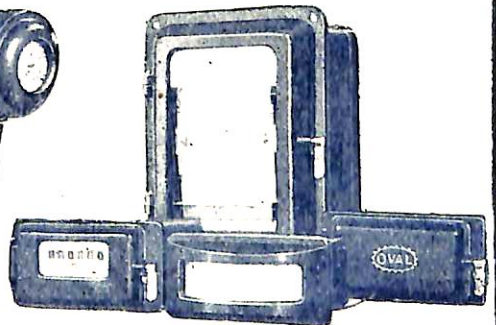
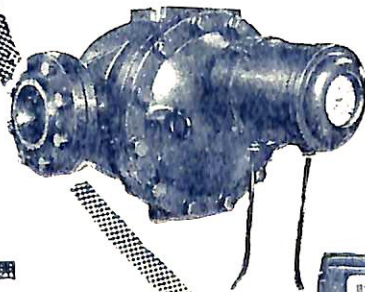
電話 東京59局 (59) 代表5251~(10) 代表5251~(10) 代表5351~(10)

Oval オーバル流量計

流体の粘度・温度・圧力に関係なく器差0.5%以内の正確計量可能

種類

直読積算型
電気式遠隔積算型
瞬時流量指示型
指示記録積算型



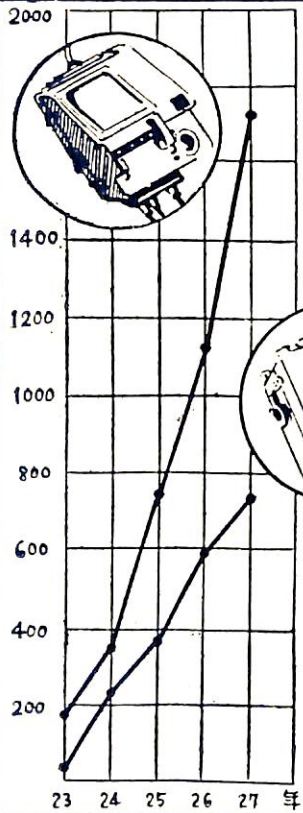
製作許容範囲

流量 0.5 l/h ~ 500,000 l/h
温度 -50°C ~ +350°C
圧力 500 kg/cm²迄
粘度 500 POISE 迄

御申込に依り
弊社発行の
オーバルユニ
ークス御送付致
します

Oval オーバル機器工業株式会社

東京都新宿区上落合2~638 電話落合09 代表 5491~5



音響測深機

魚群探知機

方位測定機

超短波無線電話機

風向風速計

電氣水溫計



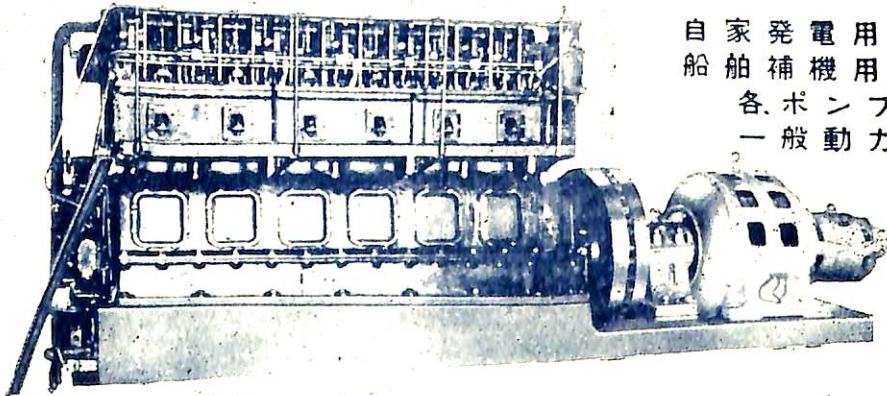
海上電機株式会社

本社・東京 神田橋

(TEL 東京二九局 8181~5)

東洋1を誇る… 設備・生産・性能

クボタディーゼル



自家発電用
船舶補機用
各ポンプ用
一般動力用



久保田鉄工株式会社

営業所 大阪・東京・福岡・札幌・室蘭

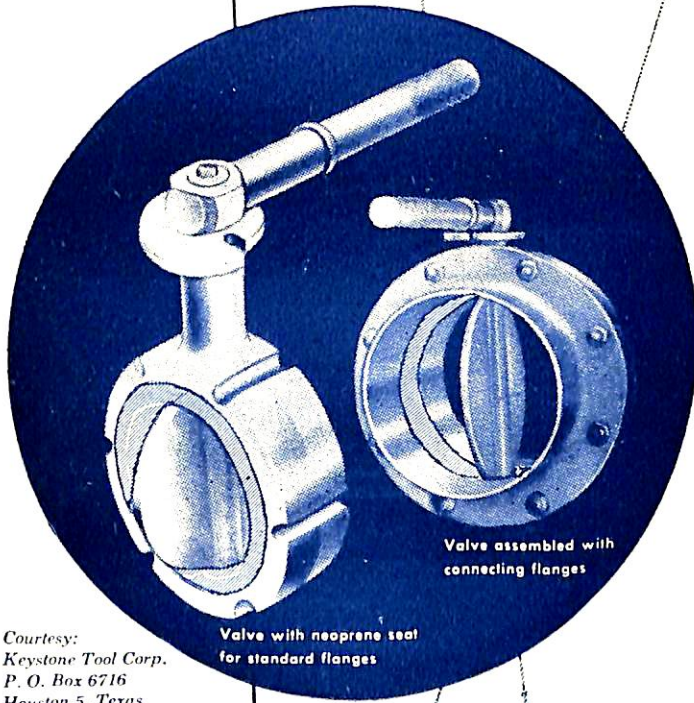
耐摩性が強い

耐化学薬品性が強い

耐圧性が強い

ネオプレンの特性を應用すれば優秀な

BUTTERFLY VALVE が出来ます



この新奇な Keystone butterfly valve は設計が簡単で低い圧力又は真空に對し完全に遮断します。弁の完全な閉鎖作用をする秘訣は特殊装置の金環の内側に確かりと保持された強性ネオプレン座に因るものです。取附金具のフレンジの面でこの金環を夾みボルトで締め付けられるようになって居り、ネオプレンの内貼りを害ふことなくして内部検査或は修理をするとき弁を容易に解体し得る。弁が閉められた時はバタフライ圓盤に對してネオプレン座は積極的に押壓し以て磨損分子(砂の如き)に因る傷跡をつけません。若し固形物の微塊が封座と圓盤の間に挟まつたときはその部分の座が凹込んで閉鎖をつけます。これはネオプレンの壓縮歪の少ないことがこの大切な機能を全うするに必要な強性を与えますからです。ネオプレンが耐油、耐化学薬品性である故この弁は多方面に使はれます。且又強力で耐磨耗性であることが弁の長壽命を保証します。ネオプレンの内貼りの處に研磨性の汚泥がつく場合でも亦然り、上記はデュボンネオプレンの性能につき、その動きと効辛に對し感謝すべき設計の一例であります。

Courtesy:
Keystone Tool Corp.
P. O. Box 6716
Houston 5, Texas

Valve with neoprene seat
for standard flanges

Valve assembled with
connecting flanges

適當に配合された
ネオプレンは下記の
總てに耐抗性と
なります



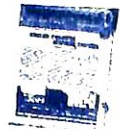
化学を通し・・・より良き生活のため、より良き製品を

NEOPRENE

The rubber made by Du Pont since 1932

贈呈！ THE NEOPRENE NOTEBOOK

ネオプレンの新しい利用方法及び新製品の紹介記事を満載した小冊御希望の方は知りたいたいと思ふ事項を詳しく書いて下記え御申込み下さい。

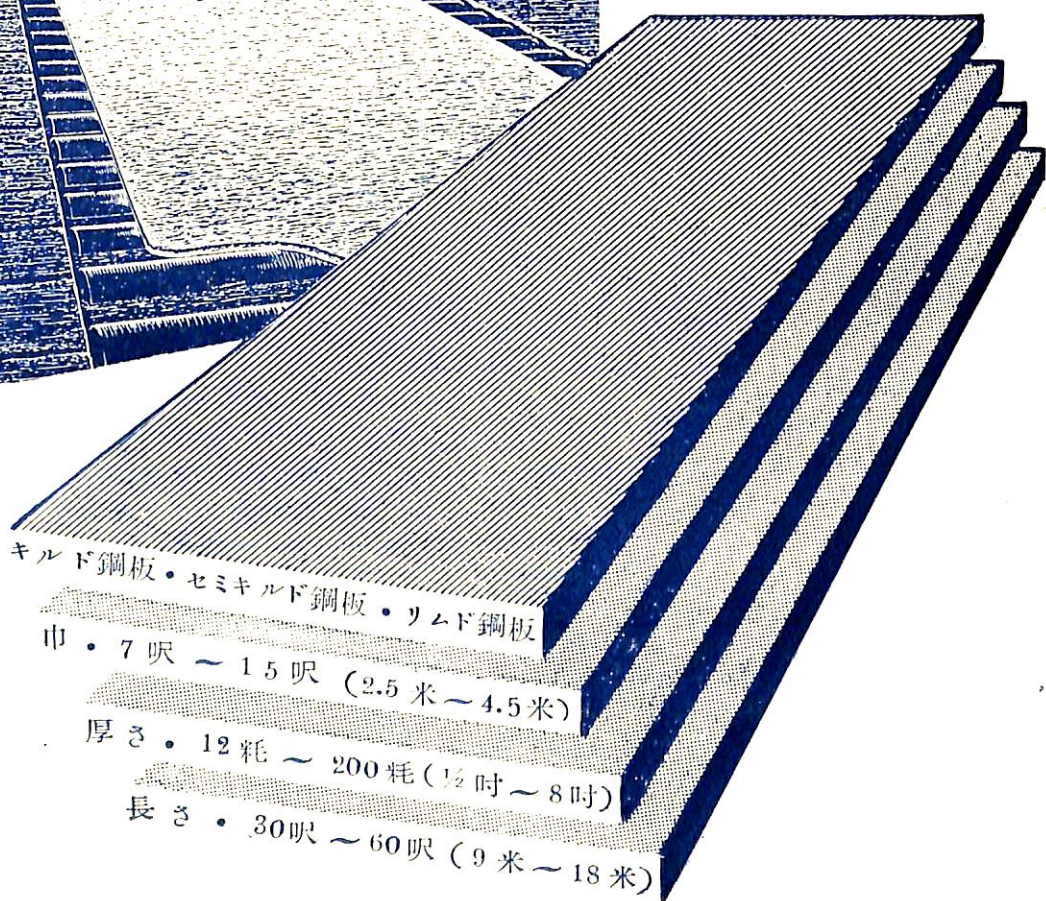


デュボン日本總代理店

アメリカン・トレーディング・カンパニー
(ジャパン) リミテッド

東京都港區芝公園7の1SKFビル 電話(43)5141~7
大阪市南區安堂寺橋2の47 電話(25)6593~5

日鋼の厚鋼板



キルド鋼板・セミキルド鋼板・リムド鋼板

巾・7呎 ~ 15呎 (2.5米 ~ 4.5米)

厚さ・12耗 ~ 200耗 (1/2吋 ~ 8吋)

長さ・30呎 ~ 60呎 (9米 ~ 18米)

厚み12耗以下6耗まで如何ような寸法にても御求めに応じます。



日本製鋼所

東京都中央区京橋1の5・大正海上ビル
 支社 大阪市北区堂島中1の18
 営業所 福岡市天神町・札幌市南一条

スランミング(船首底衝撃)と船の運動

秋田好雄
運輸技術研究所
越智和夫
運輸技術研究所

船が大洋の波浪中を航走するとき、船首底部に烈しい衝撃をうける現象をスランミングというが、このような烈しい衝撃を避けるためには自然速力の低下をはからねばならなくなる。従つて大洋を航走するときの船の速力は、馬力で決まるのではなく、船がどの位の速力まで烈しい波浪中の運動に耐えられるかで決まってくるといつても過言ではないであろう。

スランミングは殊に比較的吃水が浅く、後部機関のようにトリムしているものに多くあらわれ、また海洋によつてほぼ決まった長さの船に多く損傷が生じていることから考えても、波と船の兩者の間にある関係が成立するときが危険であることが推察せられる。

わが國でも、昭和の初期にディーゼル船が始めて太平洋航路に採用せられた頃に、スランミングによる船體の損傷が甚だ多く、このため内務省調査委員会が設けられて詳しい報告書が提出されている。多少わき道になるが報告書に記載せられている多くの實例のなかから船の運動に関係があると思われる部分を抜き出してみると、

1. 損傷船の長さは最大 137.5M, 最小 121.9M である。
2. 損傷船 32 隻のうち、24 隻はディーゼル船にして 8 隻はタービン船である。
3. 損傷船のうち近海航路就航のもの僅かに 2 隻にして、他はすべて太平洋航路就航船である。
4. 損傷船 32 隻の損傷延回数 82 回にして、冬季において殊に甚だしい。
5. 損傷発生當時の天候は風力 5~10 の荒天にして、速力は風力 5~6 のとき通常速力の 80~70%, 風力 9~10 のときは通常速力の 50~23% 低減する。
6. 損傷発生當時の吃水は稀に満載吃水に近い場合もあつたが、一般には輕吃水の場合、多くは 5/10 以下の載貨状態が多い。
7. 船首底部損傷の有無はその船と遭遇する波との相互関係に起因するところ大である。太平洋航路の船については、大體長さ 120~140M. のものに多く、従つて就航航路が損傷原因の有力な一因子となると思われる。
8. 貨物船においては損傷を起す原因を速力の増大による説も大體認められるが、太平洋航路に就航の長さ 120~140M. の損傷船中中には試運転速力 12K 内外に過ぎぬものもあつて、高速力のみが主要因子と認められ

ぬ點もある。

以上の事實から考えてみると、天候による原因はしばらく置くとしても、前述の通り船の速力とそれに伴う船の運動および遭遇する波との間に関係があつて、これが同調する點でスランミングが発生するに違いないことは明白のように思われる。



第1圖 Lehrmann 氏による船底損傷危険速度

他方、G. Lehrmann 氏が Germann Lloyd で集めたスランミングによる船體損傷の資料に基いて、大西洋における船底損傷危険速度区域は

$$F = V^2 / \sqrt{L} = 0.85 \sim 1.3$$

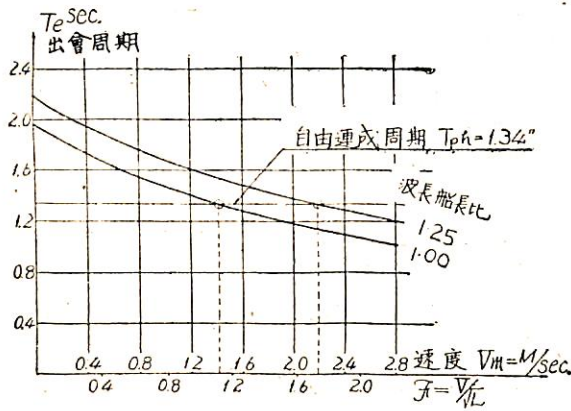
であると述べており、第1圖の如き興味ある實例をのべている。第1圖で航海状態

- I) は悪天候のため船首底部の損傷大であつた。
- II) 機関を取り替えたため速力は前にくらべて 1.25 倍になつたが甚だしい損傷を起した。
- III) 上記の機関で船の前部の延長改造を行い、II) と同じ速力で航海したが損傷は起らなかつた。

このようなスランミングの問題について、著者等の手許で行つている實驗のうち、特に船の運動とスランミングの発生に關する部分だけを以下に述べることにする。

實驗に使用した模型の船は、600×80×51cm 真鍮製のもので、基本的な性質を求める意味で前後部對稱、船底平らな基本船型のもので、船體内部構造として縦強度部材はすべて出来る限り縮尺して採用してある。實驗には比較的輕吃水 $d = 20\text{cm}$ (満載吃水 34cm) を選び、波長は原則として船の長さにとしく 600cm として、速度を種々かえて實驗を行つたものである。

まず波と船との出會周期と、船の運動周期についての、波と船の出會周期 T_c は、船の速度の増すにつれて次第に小さくなり、第2圖の如くなる。ここには波長船長比 1.00 と 1.25 の二つの場合を示してある。

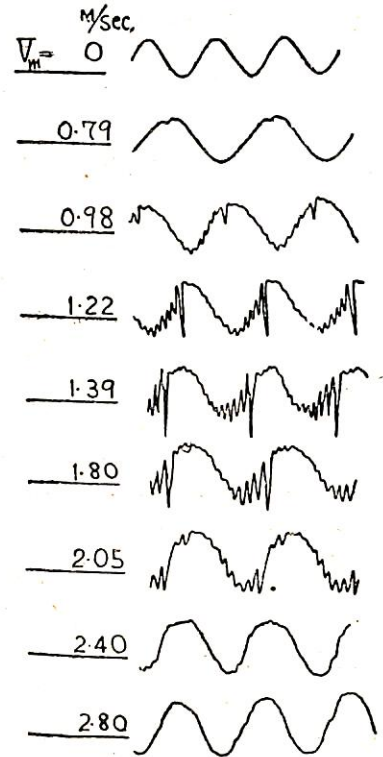


第2圖 出會周期曲線と連成周期

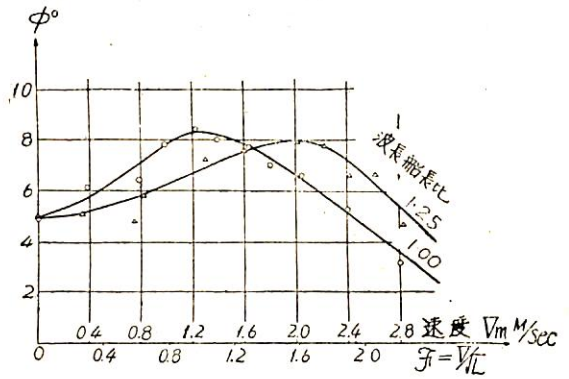
船の運動周期としては、縦揺れ、上下動の連成振動を行つているので、二つの周期は相ひとしくこれを T_{ph} として実験で求めたものを記入してある。 T_{ph} を種々の速度で求めても、静水中で船をとめて自由に運動させたときの自由連成周期とほとんど變らないことが実験で分つている。さて、この自由連成周期 T_{ph} が T_e 曲線を切るところ、すなわち波長船長比1.00で速度 $V_m = 1.4M/sec$ ($F = V/\sqrt{L} = 1.1$)、波長船長比1.25で速度 $2.18M/sec$ ($F = 1.73$) が波と船の運動の同調点であつて、実験を行つるとスランミングが丁度この速度で起つてゐるのである。

スランミングが起つてゐるかどうかの判別は、船底壓力、船體應力の波形に著しい衝撃波形が見られることによつて分り、衝撃波の大きいほどスランミングの程度の烈しいことが分る。そして同調点で衝撃波の大きさが最大値を示すから、スランミングの中心と一致し、この事實からスランミングは波と船の出會周期と、船の自由連成周期が近付けば起り、離れば収まる現象であることが分る。すなわち、スランミングはある範囲の速度でのみ起り、これより低速でも高速でも起らない現象である。実験例を示せば、第3圖は波長船長比1.00のとき種々の速度における甲板上的船體應力を示すもので、衝撃波形が速度 $V_m = 0.8 M/sec$ ($F = 0.64$) ~ $2.2 M/sec$ ($F = 1.65$) の間で見られ、 $V_m = 1.4 M/sec$ ($F = 1.1$) で最大になることが分るが、 $F = 1.1$ は第2圖で求めた同調速度と一致しており、上記のスランミングの基本性質を表わしている。

スランミングを起す同調速度はこのようにして求められたが、この同調速度と船の運動状態との關係を求めてみよう。それには船の縦揺れ角を種々の速度で求めてみると第4圖のように、二つの波長いづれについてもやは



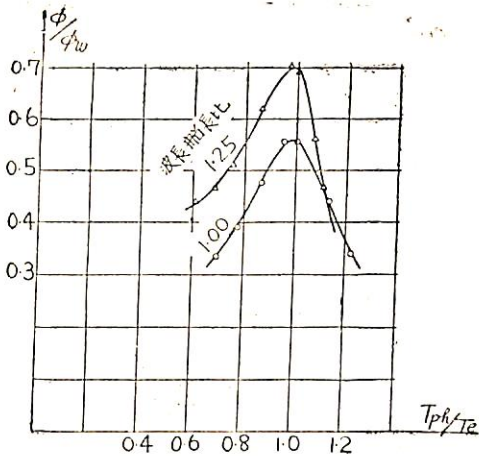
第3圖 船體應力に現われた衝撃波形



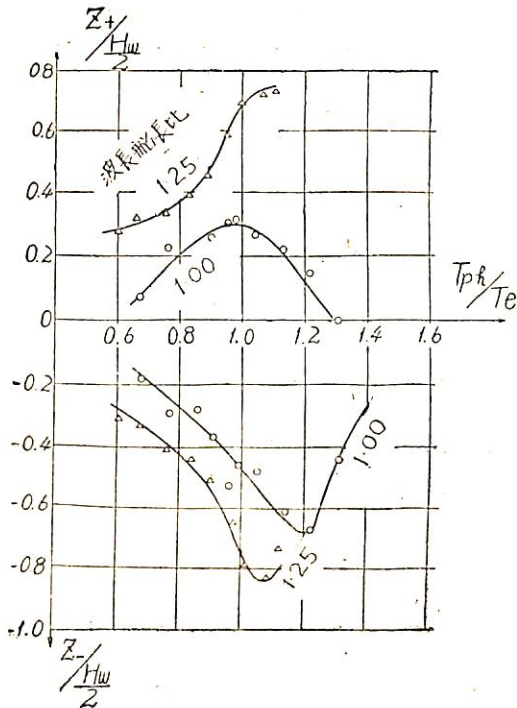
第4圖 縦揺れ角

りスランミングを起す速度範囲で縦揺れ角も大きく、その最大値は前述の同調速度（これをスランミング領域の中心と呼ぶが）とほぼ一致していることが分る。縦揺れ角とトロコイド波の最大傾斜角との比 ϕ/ψ_w を計算して、これを T_{ph}/T_e に對して求めると第5圖の通り、 $T_{ph}/T_e = 1$ のところで同調していることが分る。

これに反して上下動 Z を種々の速度で求め、同調しているかどうかを調べるために縦揺れの場合と同じく、上下動 Z と半波高の比を計算して T_{ph}/T_e に對し求めてみると、第6圖の通り、必ずしも $T_{ph}/T_e = 1$ のとこ



第5圖 縦揺れ角の同調



第6圖 上下動の同調

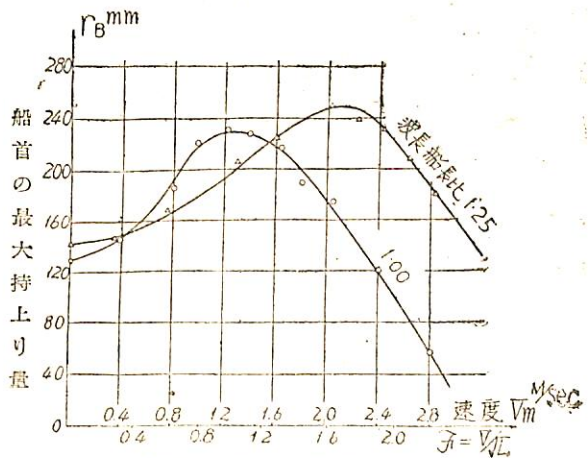
ろで同調していないことが分る。従つて縦揺れ角の大小はスランミングの發生と直接關係があるけれども、上下動の大小は關係ないことが分る。

スランミングの發生が縦揺れによるか上下動によるかという問題は、今までしばしば論議されて來たことで、例えば Lehrmann, Kempf, Hansen の諸氏は縦揺れであるというに反し、Kent 氏は縦揺れの周期、角度の大小とともにスランミングの發生と關係なく、上下動の大小は極めて重要な因子であると述べている。渡邊教授の理論的研究によれば、スランミングは縦揺れでも上下

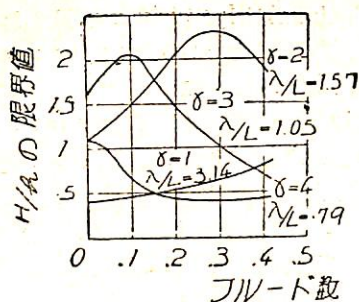
動でも起るが、上下動だけでは船體に損傷をあたえるほど大きな衝撃壓力を與えないから、スランミングによる損傷は縦揺れによつて引き起されると結論されている。最近 Szebehely 氏の實驗によれば、スランミングは船首部加速度の急激な變化によつて生じ、従つて縦揺れ、上下動ともに関係ありと論じている。著者等の實驗結果では、スランミングの發生は、連成周期と出會周期の同調という點から考えれば、縦揺れ、上下動ともに関係あるが、縦揺れが卓越しており、縦揺れ角の増加とともに起り減少とともに収まるが、上下動の大小には關係しないこと前述の通りである。なおスランミング發生の原因として、かような縦揺れ、上下動を含めた船と波との相對速度によると論ずるのに吉識教授、Szebehely 氏の説がある。

次に船首部の平均吃水面よりの最大持上り量を計算によつて求めてみる。船首部の最大持上り量とは、ある瞬間における縦揺れによる船首の上りと、上下動による船首の上りの和の最大値で、縦揺れ、上下動兩曲線を用いて求められる。低速ではほぼ縦揺れ角が最大になつた瞬間が、船首部の持上り量も最大になるが、高速では上下動の量が大なるため必ずしも縦揺れ角が最大の瞬間とは限らない。船首部の持上り量もスランミングのきびくなる速度附近で最大値を示すことは第7圖にみる通りである。

Szebehely 氏の研究によれば、スランミング發生の三要素として、1) 船首持上り (Bow emergence) 2) 船首部と波の相互運動の位相のずれ (Phase lag between bow motion and wave motion), 3) 相對速度の大きさ (Magnitude of the relative velocity) をあげているが、船首持上りとして第8圖のような興味ある圖が示



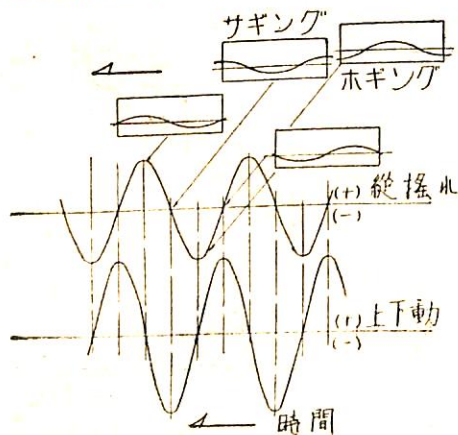
第7圖 船首の最大持上り量



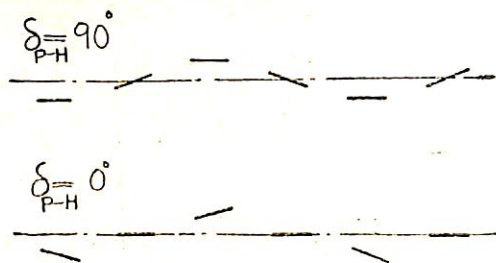
第8圖 Szebehely 氏による船首持上り量

されている。第8圖は吃水/波高の限界値をフルード数 $F = V/\sqrt{Lg}$ の函數として示すもので、いま長さ $L = 400'$ 、吃水 $H = 25'$ の船が、波長 $\lambda = 630'$ 、波高 $h = 20'$ の波に速度 $20K$ で遭うとき、船首が水面から外に出るかどうかを求めてみると、このとき $F = 0.3$ で波長パラメーター $\pi L/\lambda = 2$ であるから本圖により H/h の限界値として 2.3 を得る。しかし實際には $H/h = 1.25$ であるから、船首は外に出て従つてスランミングを起す可能性があることになる。そこで速度を $7K$ におとし、($F = 0.1$ とす) 吃水を増して $30'$ より深くすれば、圖より $H/h = 1.5$ となり、他方實際の $H/h = 1.5$ であるから船首は水面から外に出ず、スランミングは起らぬと述べている。

縦揺れ、上下動の位相差、あるいは波と船の縦揺れ、上下動の位相差について、これとスランミングとの關係を求めてみる。それに先立つて、位相差と船の自由な運動との關係につき述べることにする。第9圖がその説明圖で、縦揺れ、上下動の位相のずれを δ_{P-H} とすれば、船は上下動が最大、最小値をとるとき縦揺れ角が 0 であることは、船がもつとも自由な状態で波形に随伴して運



第9圖 位相差説明圖

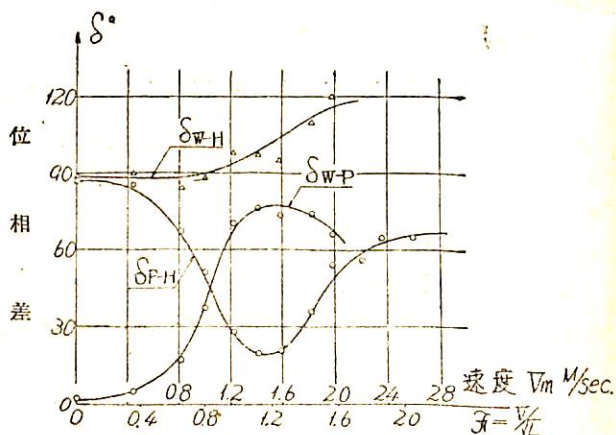


第10圖 隨伴運動と非隨伴運動

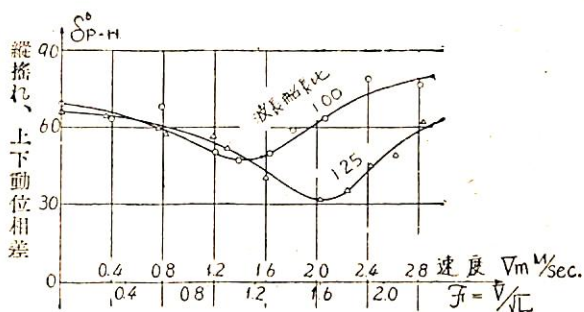
動していることを意味する。これを第10圖の縦揺れ、上下動兩曲線よりみれば、上下動が縦揺れより位相が 90° おくれていることを意味するから、 $\delta_{P-H} = 90^\circ$ で隨伴運動 90° より離れるに従い非隨伴運動となり、 $\delta_{P-H} = 0^\circ$ で最も悪い状態で運動する非隨伴運動となる。これをもう少し分かり易く圖示したのが第10圖である。スランミングのときに、船がこの二つのどちらに近い運動をしているかを實驗的に求めれば、位相差とスランミングの關係が求められる譯である。

同様な考え方で、波と船の縦揺れの場合には、ホギングおよびサギングのとき縦揺れ角 $\psi = 0$ であること、すなわち $\delta_{W-P} = 0^\circ$ で隨伴運動、これより離れるに従い非隨伴運動となる。全く同様に波と船の上下動については $\delta_{W-H} = 90^\circ$ で隨伴運動となる。

さて實際の場合について、いま波長船長比 1.00 、波長波高比 40.0 のときに δ_{P-H} 、 δ_{W-P} 、 δ_{W-H} を求めたものが第11圖である。この圖で見ると通り 位相差 δ_{P-H} 、 δ_{W-P} は速度 $V_m = 0.8M/sec$ ($F = 0.64$) 附近から、 $2.0M/sec$ ($F = 1.6$) 附近まで、速度 $1.4M/sec$ ($F = 1.1$) をほぼ中心として隨伴運動からはずれていることが分る。速度 $V_m = 0.8M/sec$ ($F = 0.64$) より $2.0M/sec$ ($F = 1.6$) のこの領域は、船がスランミングを起しているのをこれを



第11圖 位相差 δ_{P-H} 、 δ_{W-P} 、 δ_{W-H}



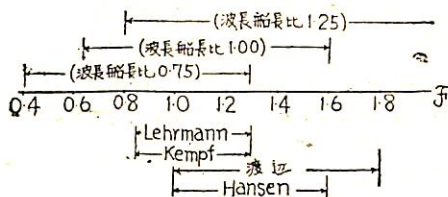
第12圖 位相差 δ_{p-H}

スランピング領域 (Slamming zone) と名付けることにする。

他方 δ_{w-H} はこのような領域に關係せず次第に増加しており、この點から考えても上下動はスランピングと二次的な關係しかもたぬことが分る。位相差とスランピングとの關係はこのようにして求められたが、スランピング領域は波長、波高、吃水、船型などによつて、その範圍と中心位置が變つてくることは勿論である。たとえば波高を一定として波長船長比1.00と1.25の場合の $p-H$ は第12圖のようになる。

いま著者等の實驗範圍では、波長が船の長さにひとしいときスランピング領域を $F=0.64\sim 1.6$ (中心位置1.1) と求め得たが、前記の Lehrmann 氏が船底損傷危險速度領域として、大西洋の船舶については $F=0.85\sim 1.30$ 、Kempf 氏はスランピングは $F=0.85\sim 1.3$ で起るといい、Hansen 氏は $F=1.0\sim 1.3$ で船底損傷は船首より $L/10$ 附近に起り、 $F=1.6$ では船首より $2L/10$ 附近に起ると

いつており、また渡邊教授の理論的研究によれば $F=1.0\sim 1.8$ (中心1.4) で船底衝擊壓力の滿載吃水に對する比が著しく大きくなることを述べておられるが、これらを綜合すると船のスランピングの起る速度領域が凡そ想像できるやうである。上記のスランピング領域をまとめたものを第13圖に示して筆を置く。



第13圖 スランピング領域

参考文献

- 1) G. Kempf; WRH (1926)
- 2) K.E. Hansen; Ship Build. Ship Record (1935)
- 3) G. Lehrmann; Schiffbau (1936)
- 4) J. L. Kent; N. E. Coast Inst. (1948 49)
- 5) 渡邊恵弘; 船首底衝擊の機構について、造船協會論文集 (93號)
- 6) 吉識・山本・藤田; 船首船底に關する模型實驗、造船協會講演會 (昭和29年)
- 7) 秋田・越智; 模型船による波浪中航走時の船體強度に關する研究 (第1報)、造船協會講演會 (昭29年)
- 8) V. G. Szebehe'y; 第7回國際流體力學會議前刷 (1954)

Suboid

ズボイド

(亞酸化鉛粉基調)

名実共に世界の水準を抜く
革命的防錆塗料

本社 大阪市此花区西野下之町 38 番地

支店 東京都中央区八重洲3丁目5の1
(横町ビル)

大日本塗料株式会社

大洋波の特性と船の運動

元 良 誠 三
東 京 大 学

1. 大洋波の生成

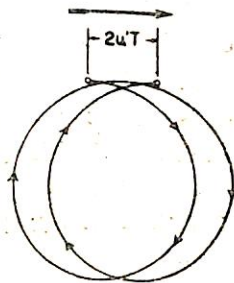
1) 波の發達の過程

大洋波は當然風によつて生成されるわけであるが、どのようにして風からエネルギーを受取るかという、それには二つの過程が考えられ、一つは法線力というか波面に垂直な力で、波面の凹凸と風との相對運動による抵抗力とも考えられる。この風壓抵抗によつて波は進行方向に押されるために風からエネルギーを供給される。従つて風より遅い波、即ち相對速度が大きいほどエネルギーが與えられる割合が大きく、段々波速が増して來ると割合は減じ、風速と波速とが等しくなると、エネルギーはもはや風から波へ與えられない。

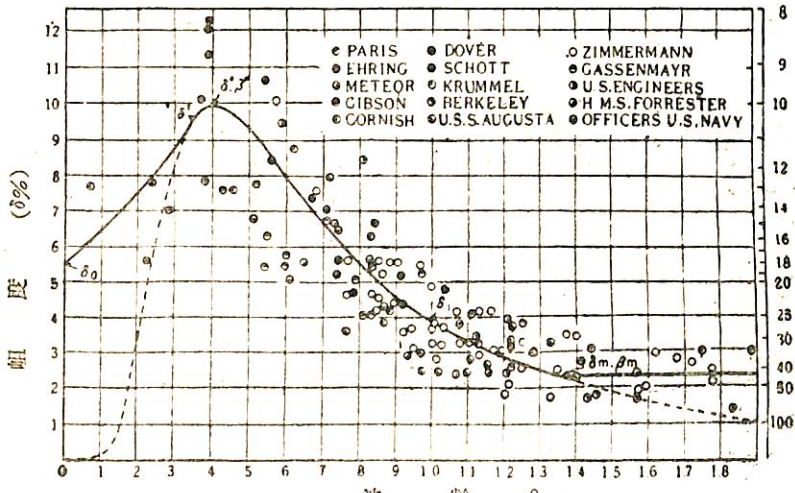
このように波の速度と風速の比は波の發達の程度を示す一つの目安となり、これを波齡という。そしてこの波齡と波の粗しさ（波高と波長の比＝粗度）との間には一義的な關係があることが Sverdrup および Munk [1] によつて指摘され、彼らの波浪予報整理論の基礎となつている。この關係を第1圖に示す。

第1圖よりわかるように發生したての若い波は粗しく、發達するにつれてなだらかになつて來る。

前述の如く、波速と風速が等しくなると、波はもは



第 1 圖



第 2 圖 波 齡 と 粗 度 の 關 係

や法線力によつてエネルギーを供給されず、波速が風速を超えると逆に波から風へエネルギーを與えることになる。にもかかわらず實際は風速より速い波が往々觀測されるのであつて、その説明のためにも一つ一つの切線力によるエネルギーの傳達ということを考えなければならない。

切線力は波面に平行に働く一種の摩擦力であるが、もし波の粒子の圓運動が、正法波またはトロコイド波のように一回轉して完全に之の位置に戻ると考えると、切線力の爲す仕事は差引き0となつて、風からエネルギーは與えられない。所が有限波高のストークス波では波頂と波底で圓運動の速度が異なるために、一周後に波の粒子は完全には元に戻らず、少し波の進む方向にずれる(第2圖)。即ち實質の輸送が行われるわけである。このような場合には風の爲す仕事は0とならず、波にエネルギーが與えられ、しかも波速に關係なく與えられるから、風速よりも速い波が發達し得るのである。

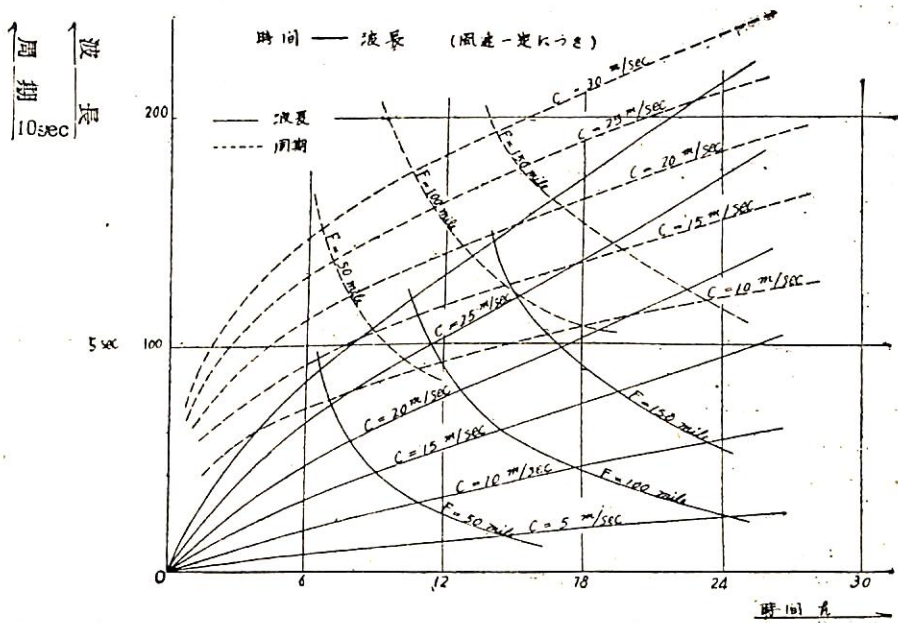
2) 風速と波の大きさの關係

上に述べたようにして、波は風からエネルギーを得て波長および波高を増しつつ生長して行くわけであるが、その發達の度合は風速とその繼續時間によつて變る。即ち同じ風速でも時間が経つと波長および波高が増大するが粗しさは減つて來、同一時間経つた後では風速の大きな時ほど大きな波が出来る。

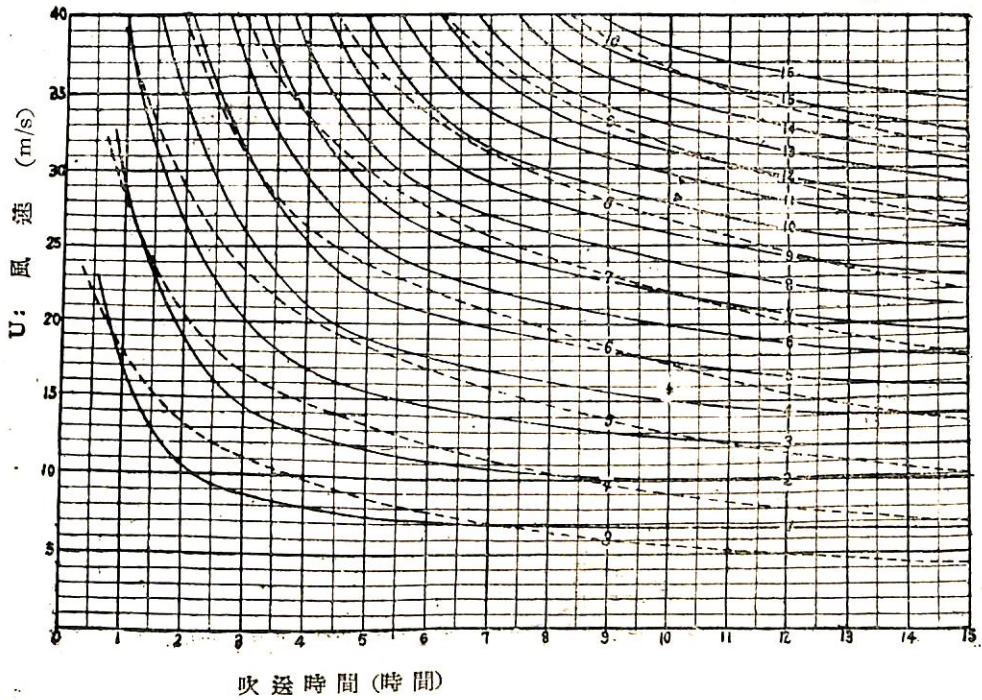
今無限に廣い海域に風が吹いたとすると風速およびその吹送時間と、出来る波との關係は(1)によれば第3圖

および第4圖に示す如くなる。

ここに示してある波高は、不規則な大洋波の平均の値を示すために最も妥當と思われる有義波高 (Significant wave height) が採つてある。有義波高というのはある時間觀測した波高の高い方から5分の數の平均を取つたもので、このような平均を取つことは、觀測の時間の長さに割合無關係に一定値となること、および實際大洋波の波高は概して高い波に着目して觀測し勝ちなることを考えると便利である。普通の算術平均と比べると約1.56倍となることが知られ



第 3 圖



第 4 圖 風波の発達，吹送時間および風速と波高および周期との関係
(吹送時間が短い場合) — 波高 (m), 周期 (秒)

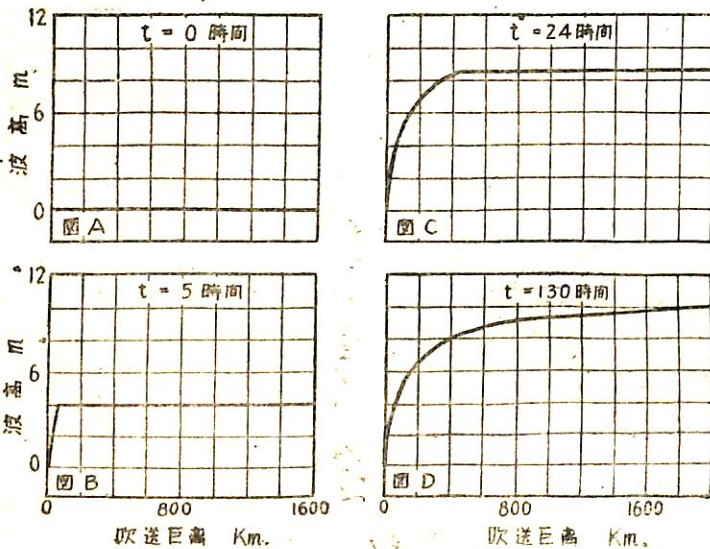
ている。

以上の結果は無限に広い海面を風が吹いた場合であるが、有限な海面を風が吹く場合、または広い海面のある限られた範囲を風が吹く場合には風上側の陸地から考えている地点までの距離、または風の吹き初めている地点より考えている地点までの距離（これを吹送距離という）によつて波の發達に限度がある。すなわち波は時間が経つにつれて無限に發達するわけではなくある時間経つとそれ以上には發達しない。いわゆる飽和の状態に達し、吹送距離が小さいほど早くその限度に達する。例えば小さな湖では幾ら強い風が長時間吹いても波はある程度以上大きくならないわけでも湖の長手の方向に風が吹く時の方が起る波は大きい。

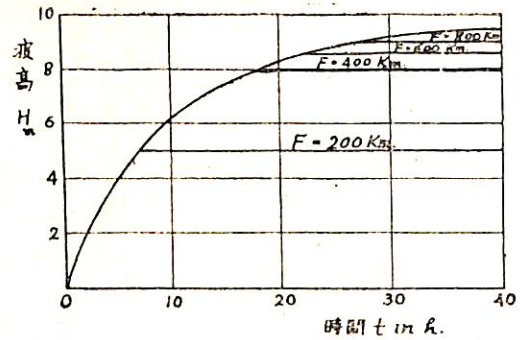
この関係を第5圖に示してある。

今 20m/sec の定常風が吹き初めたとすると時間0では全域に亘つて波高は0である。5時間経つと約50Kmの所までは發達の限度に達しそれより遠くでは波高一定でなお發達を続けつつある。24時間経つと、430Kmの地点まで飽和に達し、130時間経つと、2,000Kmの全域に亘つて波の發達は止る。なおこの飽和に達する地点は波の群速度でもつて風下側に移動して行く。

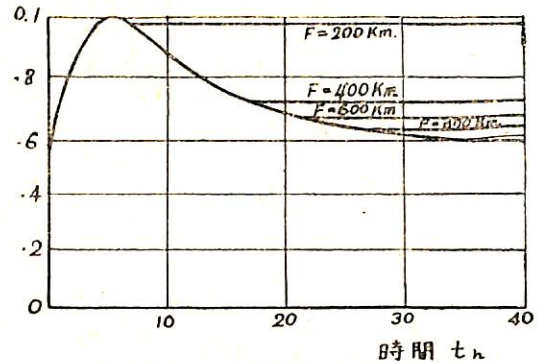
一方一地点に着目すると第6圖の如く波高は時間とともに急激に増加して行くが、吹送距離の小さな地点ほど早く飽和に達して波高一定となる。また粗度は第7圖の如く時間とともに變化するが、發達初期の波ほど粗度が大きいから風の吹き初めに近い地点または風上側の陸地に近い所ほど粗い波が存在するし、風下になるに従つて波はなだらかになる。



第5圖 吹送距離および吹送時間と波高の關係



第6圖 波高 H の時間的變化



第7圖 粗度 $\delta = H/L$ の時間的變化

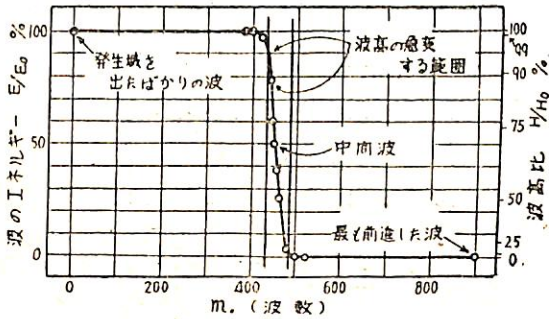
これらの圖表の利用の一例として次のような問題を考へてみよう。今航程12時間の航路に航路に航する船があるとする。この船が避難港より最も遠い地点すなわち兩港の中間に來た時突然 15m/sec の風が航路に直角に吹き初めたとする。船はどちらの避難港に逃げるにしても約6時間の間横波を受けつつ走らなければならぬ。そして約6時間後には第3圖、第4圖からわかるように波は波長32m週期4.5sec波高3mに發達する。従つてもし船の固有週期が4.5sec以下であれば同調横揺れを生ずる可能性が出て危険であるが船の固有週期が4.5secより長ければ同調するような波が發生する前に避難港に逃げ込むことが出来るわけである。

3) 波の減衰

強風が吹き、波が發達しつつある海域を發生域といい、風よりエネルギーを與えられて發達しつつある波を風波という。風波が發生域を離れて無風の海域に進入すると波は空氣抵抗によつてエネルギーを失つて、波高が減じ、波長は長く

なる。このように減衰しつつある波をうねりといい、無風の海域を静穏域という。

発生域を出た波はそのまま様に波高を減ずるのでなく、静穏域に出た波の前から約半数は極めて波高が低く、中間のごく僅かの間で急激に波高を増し、それから後は殆んど同じ波高となる。そしてこの波高の急激に變化する點は個々の波の速度の半分、すなわち群速度で進行する。この關係を第8圖に示してある。



第8圖 静穏域に傳わる波のエネルギー分布
M=900

今例を擧げて説明すると、発生域を離れる時 10m の波高を持っている波群を 400 Km 離れた所で観測すると、45 時間で最初の波が到達するが波高は 27 cm 位であつて約 45 時間続き、初めより 90 時間後にエネルギー前線が到達して僅々 2 時間半位の間に波高は 27cm から 2.7m に變化し以後は同じ波高の波が續く。

ある地點のうねりの波長すなわち週期と波高は、発生域からの距離、最初の波高、週期に關連し、ある地點のうねりの週期と波高を観測することによつて発生域の暴風の規模を知ることとも可能である。

2. 大洋波の不規則性

以上は有義波という一つの平均値に對する結果であつて、有義波高が例えば 5m とすると最も高い波は 9.35m 位のものが存在する可能性があり、算術平均は 3.2m 程度である。このように平均の波高を問題とする時はよいが、船の安全とか飛行艇の着水というような場合には最高の波が問題となるわけであり、また船の動揺を考へる場合には波の不規則性が問題となる。Sverdrup-Munk の豫報理論ではこの點に關しては何も言及してない。

この問題を主として取扱つたのは Longuet-Higgins (2) であり、また New York 大學の Pierson その他による文献 (3) には平易な例を擧げつつこの問題が述べられている。

今この中から二、三の重要な結果を述べて見よう。波高の連續記録を取り、その時間軸をある任意の間隔に等

分しその位置の波高を次々に讀み取つてこれを h とする。 h の算術平均を取つて \bar{h} としそれぞれの h より引きその差の二乗平均を取つて E とする。すなわち

$$\frac{(h-\bar{h})^2}{h} \equiv E$$

このようにして求めた E は波の平均エネルギーの如きものを表わすが、これと波高の観測値および統計理論より得られた不規則性との間には次のような關係があることが Longuet-Higgins により明らかにされた。

1) 波高分布

普通の海洋波 (風波) では一定時間ある地點で観測した時の波高の分布は波速に無關係に大體似た形となる。これを表にして示すと第 1 表の如くなる。これは観測された波高の總數を 10% 宛區切つた時の波高の範圍を示したものである。

第 1 表

波高	0.00	~0.64 \sqrt{E}	ft の波高の波 10%
		0.64 \sqrt{E} ~ 0.94 \sqrt{E}	" " "
		0.94 \sqrt{E} ~ 1.20 \sqrt{E}	" " "
		1.20 \sqrt{E} ~ 1.42 \sqrt{E}	" " "
		1.42 \sqrt{E} ~ 1.66 \sqrt{E}	" " "
		1.66 \sqrt{E} ~ 1.92 \sqrt{E}	" " "
		1.92 \sqrt{E} ~ 2.20 \sqrt{E}	" " "
		2.20 \sqrt{E} ~ 2.54 \sqrt{E}	" " "
		2.54 \sqrt{E} ~ 3.04 \sqrt{E}	" " "
		3.04 \sqrt{E} 以上	" " "

2) 各種の平均値の比較

第 2 表

最も頻繁に来る波の波高	1.414 \sqrt{E}	ft
波高の算術平均	1.77 \sqrt{E}	ft
有義波高 (高い方から 1/3 の波の平均)	2.83 \sqrt{E}	ft
高い方から 1/10 の波の平均	3.60 \sqrt{E}	ft

これより有義波高が判れば大體波の様子が判るわけである。

3) 最大の波

幾つかの波が通過するとその中には必ず平均を超えて大きな波が存在するが、その大きな波の来る可能性は通過した波の數によつて變る。すなわちこの異常に大きな波は種々の波長波高を持つた波が合成されて出來たものであるが、多くの波數を取る程その組合せが偶然波高を大きくするようになる可能性が出て来るわけである。

今これを表にして示すと第 3 表のようになる。

このような異常に大きな波の存在することは重視すべ

第 3 表

20 の波が通過した中の最高波高	$3.74\sqrt{E}$ ft
50	$4.24\sqrt{E}$ ft
100	$4.56\sqrt{E}$ ft
500	$5.20\sqrt{E}$ ft
1000	$5.46\sqrt{E}$ ft

きことであつて、その説明として次のような例が述べてある。

今飛行艇が遭難した船を救助しに向うとする。天気豫報および波浪豫報よりその海域では平均(有義)波高 3ft ということが判つている。所がいざ飛行艇が着水しようとする、着水までには 100 位の波に遭遇するから、第 3 表によつて、突然前方から $3\text{ft} \times \frac{4.56}{3.83} = 4.8\text{ft}$ の波が現れる可能性があり、飛行艇はその波で顛覆して救助する筈だつた船に救い上げられないとも限らないというのである。

3. 波の不規則性と船の運動との関係

波の不規則性は船の運動に種々の影響をもたらすが、概して規則的な波が船におよぼす影響よりもある程度減少すると考えられる。従つて水槽内の人工波中で行つた模型実験では波の影響は實際より大きく出過ぎるわけ、これをどの程度減じれば實際の大洋波中のものに相當するかという問題は、波浪中の船の運動および推進性能を論ずるに當つて極めて重要な意味を持つている。以下二、三の問題について少しく検討をしてみる。

1) 固有週期を有しない運動

固有週期を持たない運動に對しては、週期の不規則性はさして問題とならないから、波高の不規則性のみが問題となる。船の船首揺れ等はこれに相當し、また船の推進性能も、縦揺や上下揺は固有週期は持つてゐるが非常に減衰が大きいためすぐ消滅して殆んど強制動揺しか現れないからやはり大ざつぱにはこの取扱いが出来よう。このような場合に波が船におよぼす影響はある時間の間の平均を取ると波高の算術平均に比例すると考えられる。すなわち個々の波の影響は波高に比例すると考えるのである。そうすると第 2 表より波高の算術平均は $1.77\sqrt{E}$ であり有義波高は $2.83\sqrt{E}$ であるから、ある船が大洋中で有義波高 5m の波に出會つたとするとそれと同じ状態の試験を水槽で行う場合には $5\text{m} \times 1.77/2.83 = 3.13\text{m}$ の波高の規則波に置換えて実験を行えばよいということになる。すなわち約 6 割程度の規則波を採るわけで、これは乾助教授の提唱する大洋波の 3/5 の波高の人工波を以て相當規則波 (Equivalent

Regular Wave) とするといふ考えと一致する。

もし波高の二乗に比例するような現象の場合には $(1.77/2.83)^2 = 0.393$ であるから、有義波の約 4 割の規則波を採らなければならない。波浪中の Slamming の問題等はあるいはこの種類に屬するものではなからうか。

2) 固有週期を有する運動

この代表的なものは横揺れであつて、固有週期による自由動揺が大部分であるから、單純に統計的に取扱ふことは難かしい。文献(3)には船の横揺れに對しても第 1 表と同様な分布が成立つとして次のような例が擧げられている。今ある船の動揺角度を 100 回だけ測りその角度別の頻度を表にすると第 4 表の如くなつた。

第 4 表

動揺角度	頻度	動揺角度	頻度
1°	0	11°	6
2	3	12	1
3	7	13	5
4	12	14	4
5	10	15	2
6	9	16	2
7	12	17	0
8	9	18	2
9	7	19	0
10	8	20	1

第 4 表の平均動揺角度は 8° であり、第 2 表より

$$1.77\sqrt{E_s} = 8^\circ \quad \text{故}$$

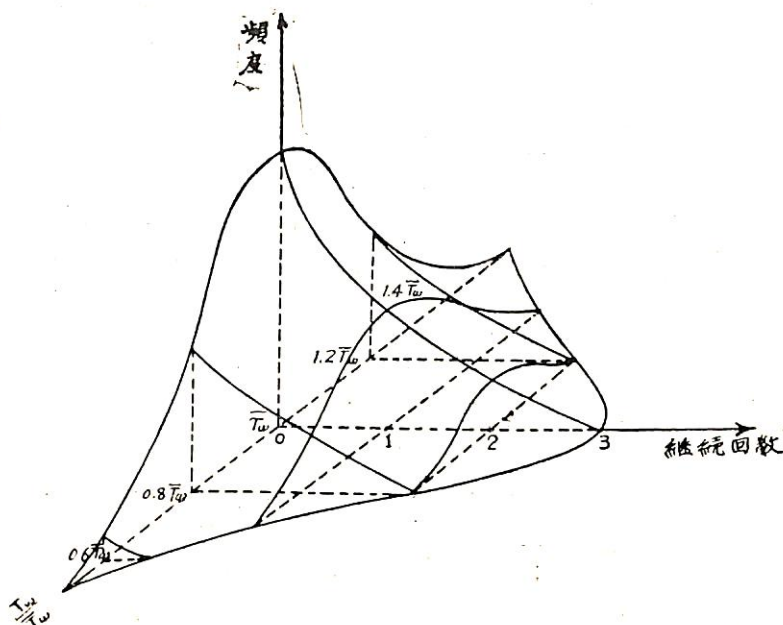
$$\sqrt{E_s} = 8^\circ / 1.77 = 4.62^\circ$$

この E_s は船の動揺の平均エネルギーに相當するものである。扱、第 1 表と第 4 表を比較してみると面白い結果が出て来る。

まず $0^\circ \sim 3^\circ$ の間の揺数は 10 で全體の 10% であるが、これは第 1 表で $0 \sim 0.64\sqrt{E_s}$ すなわち $0^\circ \sim 2.95^\circ$ に相當する、というようにこの動揺角度の分布は極めて第 1 表の波高分布によく一致している。また第 3 表より 100 の波の中の最高波高は $4.56\sqrt{E_s}$ で、これは 21° になる。所が第 4 表を見ると 100 揺れの中の最大角度が 20° でこの點もよく一致している。

このようにこの例では極めてよく一致して、もしこのようなことがどの場合にもいえるなら、横揺の場合にも有義波の 0.625 倍の規則波を相當波傾斜として採ることが出来る。

しかしながら横揺の場合は自由横揺が共存するから、當然週期の不規則性を考えなければならず、このような純統計的な取扱をするのは少しく大膽過ぎるよりに思われるのと、もう一つは横揺の記録が取れば、 E_s は計算



第 9 圖

出来るが、ある船に E の不規則波が當つた場合に E_s はどうなるかということは容易に求められないし、また $2\sqrt{E}$ の波高を持つ規則波による水槽実験の E_s をもつて有義波高 $2.83\sqrt{E}$ の波の中の横揺の E_s とするのとも考えものであつて、もう少し理論的な取扱いが必要なように思われる。

3) 不規則波中の横揺れ

純理論的な取扱いは加藤教授、渡邊教授等によつて行われ、限界動揺角度は理論的に求められているので、ここでは周期の不規則性による共振曲線の變化について少しく考えて見度い。

今一連の波の週期を次々に記録してその分布を求めてみる。第9圖はその一例であつて、次のようにして求め

られたものである。すなわち一つの波の週期が5秒だつたとすると、次の波の週期が5秒だつたら継続回数1の所に頻度1と記入する。次の波がまた5秒ならば、5秒の所で継続回数2の所に頻度1を加える、もし5秒でなければその波を基準として同じことを繰返すわけである。

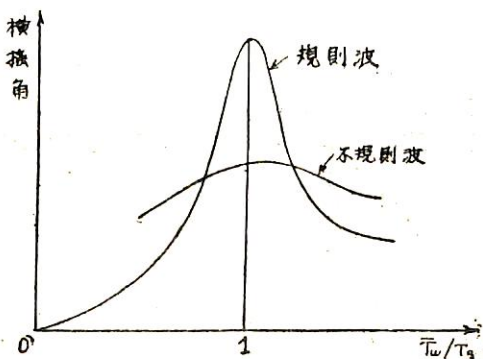
今固有週期 T_s 秒の船がこの波に相遇したとする。T_s = T_w の場合を考えると、規則波では同調横揺となるが、このような不規則波では T_w の週期の波はせいぜい3つ位しか續いて來ないから、同調横揺の過渡現象より揺數3の所を取れば大體この場合の最大横揺角度と見做せる。このことから不規則波中では、規則波中に較べて、

同調時の横揺角はかなり少なくなると考えられる。所が同調を外れた所を考えると規則波では急激に横揺角は減ずるが、不規則波では T_w ≠ T_s の場合でも第9圖から判るように T_s の週期を持つた波が續いて來る可能性が充分あり、規則波の時よりも遙かに揺れるわけで、この傾向を大ざつぱに表わすと第10圖の如くなる。

以上は近年頃に發達した波浪の豫報理論の解説と、その船の運動に對する一般的な關係について簡単な考察を行つたものであるが、これらの發達した波の調査研究によつて、船の大洋中の運動も解明の燭光を浴び初めたことは喜ばしいことである。

参 考 文 献

- 1) Sverdrup H. V. and W. H. Munk, "Wind, sea and swell; theory of relations for forecasting." Hydrographic Office Pub. 601 1947
- 2) Longuet-Higgins M. S.; J. Mar. Res. 1952
- 3) Pierson W.J., Neumann Jr. G., James R.W. "Practical methods for observing and forecasting ocean waves by means of wave spectra and statistics." New York Univ. Dep. of Meteorology and Oceanography. Tech. Rep. No. 1. Contract No. N189s-86743



第 10 圖

船の方向變換運動

谷 初 藏
商 船 大 學

Reynolds の研究と方向變換の問題

長さ5呎程の單螺旋自航模型船の轉心附近に曳航點を置き、推進器が水面を切らないように十分吃水をもたせて曳航する。推進器を順轉させながらまず右に轉舵すると、模型は静かに右へ旋回を始める。突如推進器を逆轉させる。舵を右へ操つたままであるにもかかわらず模型は旋回を止め、逆に左へ旋回を始めた。

今度は舵中央のまま、上と同じ要領で曳航し、突如推進器を逆轉させる。模型は僅かに左へ旋回したが、船尾を少しく吊り揚げて推進器が水面を切るようにしたら、左旋回の傾向が急に著しくなつた。

この話は今から80年程昔の古い話であるが、有名な Osborne Reynolds が試みた興味ある實驗である。何故 Reynolds がこのような實驗をしたかといへば、當時海上で頻發した衝突事件のいくつかにみられた、甚だ氣紛れた船の運動の、隠された秘密を探り出すためであつた。たとえばこんな事件があつた。V船とL船とがこのままでは衝突を免れぬという危険な状態に接近した。L船の船長は避航の當然の措置として急ぎよ轉舵を令したのは勿論であつたが、時既におそかつた。ところが後日審判廷で同船の士官達の證言から新な事實が明らかにされ、當時船長が推進器の逆轉を令したことが分つた。これは Reynolds の實驗そのままである。

このような氣紛れた運動がどうして起るかはしばらく措き、通例旋回の2字で代表されている船の方向變換運動の内容はなかなか複雑であつて、その完全な研究といへば、最も簡単な舵だけによる旋回を考えてみても、船後のしかも推進器後流中に置かれた舵の性能から、曲線徑路上を非定常運動する船體の周りの非對稱な水の流れの研究まで含まれるという工合で、満足な解はそう容易くは得られそうもない。

まして操縦に當る船長が最も興味を持ち、日常最も頻繁に繰返される方向變換運動は、舵だけで目的を達することの困難な場合が多く、舵と推進器とを併用するのが常識になつているから、問題は更に困難である。

岸壁棧橋への横付または離岸、港口水道での變針、抜錨または浮標解らん後のその場回頭、前述した衝突避航の緊急措置などはその例で、もしその上強風や潮流が存在するとか、水深が非常に浅いというような外的條件が加われば、船の運動を支配する因子はいよいよ複雑多岐となり、ために操縦には長年の経験とデリケートな勘が

要求されるようになる。

このような複雑な現象を支配する法則を見出すために、アカデミックな研究はまず、船の速度や運動徑路の曲率が完全にユニフォームな状態に落着いた、いわゆる定常旋回運動に焦點を絞り、それによつて問題をごく簡単にすることから出發した。その結果旋回性能におよぼす船形状、寸法、船型、慣性性能率等の効果について、多くの極めて重要な結論が導かれたのであつたが、不幸にしてなお定性的な域を脱し得なかつた。

S. M. Davidson (米) が指摘したように、Taylor の Standard Series とまでは行かなくても、もう少し定量的な知識の集積と整理された骨組を渴仰しているのは、筆者一人ではないであらう。

船の個性と操縦

この船は「すわりが良い」、「舵効きがわるい」などという言葉をよく聞く。一定針路で航走している時でも、操舵員が時折舵輪をまわして抵て舵を操つているのが普通で、絶えずせわしげに操舵しなければ希望の針路を保てない船もあれば、比較的樂な落着いた船もある。

無論操舵員の技術もこれにはかなり関係があつて、試みに各人の操舵成績をチャイロコンパスの航跡自畫器に描かせてみると、かなり開きを見出すことがある。しかし船自體に今述べたような性質のあることも事實で、多くの模型試驗結果がそれを物語つている。

ごく僅かの抵て舵を、それもたまたま操るだけで樂に保針できるような船が、いわゆる「すわり」の良い船である。しかしこの言葉には操舵という操作が含まれている。これを除いて考えるために、舵は中央に固定したまま操舵しないと假定すれば、宛かも固定鰭のような役割の舵その他の附加物を含め、水線下船體の形状寸法等のみが保針の良否を決定するものとみることが出来る。

このように簡單化したときの保針性を普通方向安定性とかあるいは進路安定性と呼んでいる。

これはいわばその船の個性ともいふべきものであらう。いかなる船もこの個性は持つている。そしてそれに自ら強弱の差がある。

この個性が強いというのは、いいかえれば方向安定性が非常に良いということである。

船長の操縦もまずこの個性に即應し、個性を十分のみこんだ操縦でなくてはならない。

Davidson は油送船、驅逐艦、巡洋艦、戰艦、掃海艇

等の方向安定性を調べたが、それによると掃海艇を除いた他の艦船は全部方向的に安定であつた。不安定というのは、定常直進中に突風、波浪の衝撃等外力のために一旦針路から逸れたら、以後螺旋的経路を描いて運動し、再び定常的直進運動には落着かない意味である。

ごく概括的にいえば、常識的にもこれは推定できることであるが、dead wood その他これに類するものの面積が比較的大きい船は安定のようである。例えば上述の不安定な掃海艇に extra skeg をつけたところ安定に轉じたことを、Davidson が報告している。

この意味で操縦上船尾脚トリムを増すことは安定を強化するであろう。しかし保針を考へるあまり安定性の強化が過ぎると、舵を操つた時の船の反應がどうしても鈍くなりがちであろう。今操縦に對する船の反應の敏度というべきものを「舵の効き」すなわち操縦性と定義すれば、方向安定性と操縦性は互に矛盾する性質である。設計の上からいつて、いずれか一方の犠牲において他を改良するという場合もある譯で、いかなるところに妥協點を見出すかは今後の課題である。

海員は長年の經驗から、船の個性をいわゆる癖と稱して、デリケートな言葉で表現した。

またよく個性のみこんでいない操舵員が操舵すると、船の運動がはなはだ氣紛れになることは上述した。こうした複雑微妙な事情を何とか法則化して、操舵能率を向上しようという試みが、いわゆる自動操舵である。

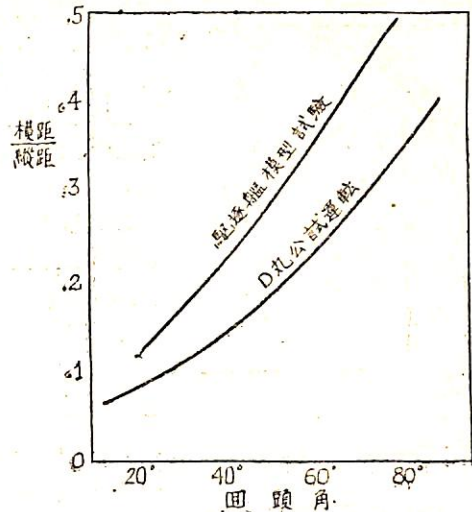
自動操舵は今日では、船の偏搖運動の角變位と角速度とに感じて舵を操る方式が普通である。

人間が操舵する場合も、無論その操舵はある法則に従つていてと考えられる。角變位、角速度だけでなく、角加速度、あるいはより高次の變量に感じているかも知れない。

しかしいずれにせよ、船の個性の合理的な表現と、これに對應する合理的な操舵法が、研究さるべきものと思ふ。

旋回進入と脱出

船の操縦性を定量的に表現する具體的な方法として、従來行われて來たのは、縦距および横距による方法である。船の大小の差を除くため普通これを船の長さで除し、船の長さの倍數で表わす。英國流の定義によると、操舵してから船首が90°回頭した時の縦距および横距を Advance および Transfer と呼び、我が國でも Seaman'ship の書物などでこの定義を用いているが、ここではもつと一般に任意角度回頭した時の値を意味するものとしよう。



第1圖 操縦性 (舵角 35°)

いずれにしてもこれらは船が操舵してから定常旋回へ進入または脱出するまでの間の運動性能を比較するのに便利なものであろう。

そして縦距は短い方がよく、縦距に比し横距は大きいのが望ましい。この意味では、縦距、横距の絶對値を用いるよりも、横距/縦距の比を用いた方がよい。

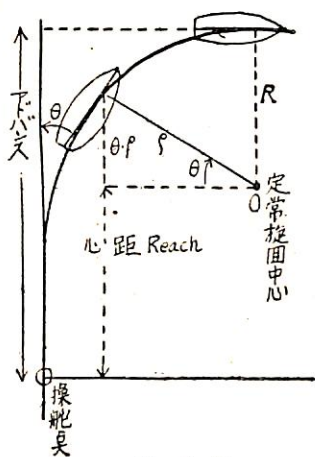
この比の値が大きい程操縦性が良いと判断する。またこの値は比較の際定める回頭角によつて異り、回頭角とともに増す。第1圖はその1例である。

渡邊惠弘博士は操縦性をここに述べたと同様に定義して研究されたが、それによれば、航面積を増すと操縦性は初め向上するけれども、ある程度面積が増すとそれ以上ではむしろ低下する。つまり航面積には、船型に對照して Critical value がある譯で、この邊にも前述した方向安定と操縦性の妥協點の問題がある。

Kempf は操縦性の簡便な實際的判定法を提案した。この Standard Maneuvering Test はドイツにおいてはよく行われているという。これは第2圖に1例を示したように、次の如き要領で記録してゆけばよい。

まず面舵10°に轉舵し船が右轉を始めて、回頭角が10°となつた時取舵10°に轉舵する。

船が右最大回頭角に達し次いで左轉を始め、更に左回頭角10°に達した時再び舵を面舵10°に轉舵する。しかし船首が原針路に復する時刻を読み、以下適宜これを繰返す。出来ればこの1週期の計測の間の航走距離を測定するとよい。Kempf は合計133隻の計測結果について、上の航走距離の頻度分布を作り、次のような興味ある結果を求めた。それによれば、操縦性の良い船のうち約60%のものの航走距離は、船の長さの6倍ないし10倍

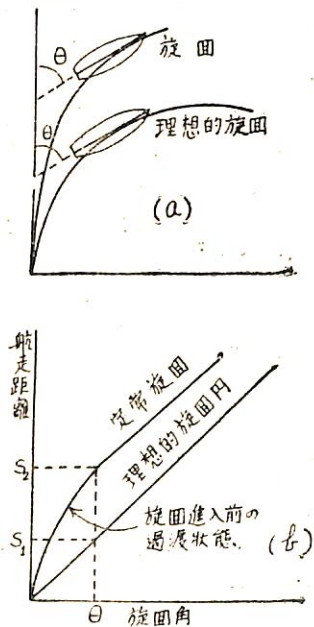


第 2 圖

上に測つた、定常旋回圓の中心までの距離であつて(第 2 圖)回頭角が餘り大きくない範圍ならば、いわゆる Advance から旋回半径を減じたものに等しい。

旋回積力係数は、轉舵と同時に定常旋回とならないために生ずる遅れの、曲線徑路上で測つた航走距離を船の長さで除した數である。

船首 θ がだけ回頭した時定常旋回に入るものとすれば、操舵と同時に定常旋回に入ると假定した理想の場合に比して、かなりの遅れがあり、それだけ餘分の距離を走らねばならない。第 3 圖 (b) から明らかなように、 $S_2 - S_1$ がその航走距離で従つて積力係数は $(S_2 - S_1)/L$ である。



第 3 圖

の範圍に含まれた。これによつて、その平均値の 8 船長を操縦性判定の實用的標準とすることが出来る。

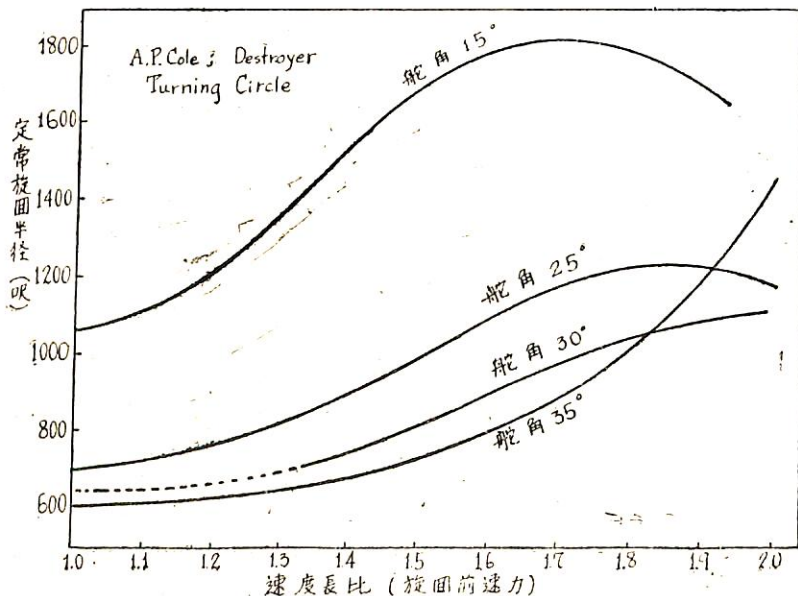
この他、操縦性を表現する方法としては、心距 (Reach) および旋回積力係數 (Turning Lag) などがある。心距は、轉舵した瞬間の船の轉心位置から原進路上に測つた、定常旋回圓の中心までの距離であつて(第 2 圖)回頭角が餘り大きくない範圍ならば、いわゆる Advance から旋回半径を減じたものに等しい。

赤崎博士は回頭角が約 1 ラジアンとなる頃から旋回が定常的になるといつておられる。それで 60° 回頭のとき定常旋回に入るものとして積力係數を計算してみると、赤崎博士の驅逐艦模型で、速長比 0.81、舵角 30° の時、約 1.12、また前掲の D 丸で、舵角 35° の時約 2.1 となる。一般商船は大體 2 程度のものであろう。積力係數の意義は、この値を V/L (V : 船の速力, L : 船の長さ) で除すれば、定常旋回に入るまでの遅れの時間、すなわち舵に對する船の反應の時間的ずれが與えられるから、舵の効きの比較が時間的に把握出来ることである。

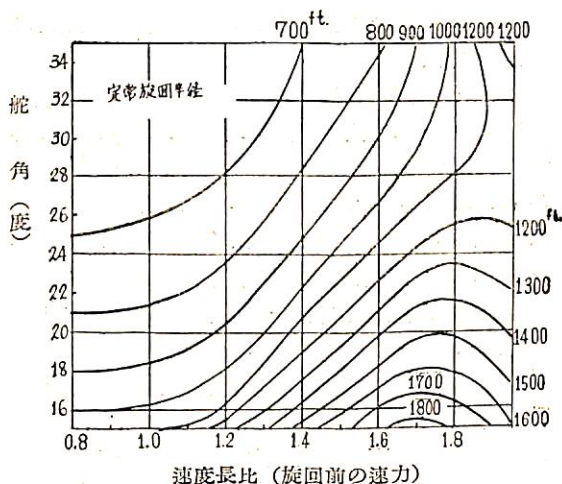
定常旋回と速力

従来方向變換の性能は、前述したように定常旋回の解析から出發したので、旋回直径の大き(普通は船の長さの倍數で表わす)で比較するのも習慣になつてゐる。上に述べた横距/縦距、心距、積力係數は、いずれも舵角の大小には殆ど無關係であるが、旋回直径は、周知の如く一般に舵角に逆比例する。

舵角とともに、考慮すべき因子は速力である。尤も造波現象に著しい變化の起きない範圍、すなわす速度長比が 1 ないし 1.2 以下の時は、操縦性も旋回直径も實用上殆ど速力に無關係といつてよいが、これ以上の高速になると速力の影響が現われる。例えば驅逐艦が舵角 20° で旋回する時、速度長比それぞれ 0.81, 1.02, 1.23, 1.38 に對應する旋回積力係數は 1.12, 1.18, 1.57, 1.97 のように増す。A.P. Cole は驅逐艦で速力最高約 35 節までの廣範圍で旋回の實船試験を行つたが、それによれば一般に



第 4 圖 驅逐艦の旋回圓半径



第5圖 驅逐艦の旋回半径

速力の増加とともに旋回半径はかなり著しく増している。

尤もその増し方は舵角により大分違い、大舵角では單調に増すだけであるが、舵角を小さくするにしたがい、ある速力までは増すがそれ以上では逆に減少する。(第4圖)。第5圖は旋回半径をパラメーターとして、舵角對速度長比の關係を描いてみたものである。

この圖で、例えば $V/V_0 = 1.6$ で旋回半径 1500 呎の旋回をする場合を考えるに、その所要舵角は約 18.5 度とすればよい。ここで速度長比が 1.7 となるまで増速し、なお 1500 呎の旋回を維持するには、舵角を約 1 度増さなければならぬ。ところが更に増速して例えば $V/V_0 = 1.9$ としたとすれば、同じ旋回を保つためには舵角を再び減少する必要がある。

増速したため同じ旋回半径を維持するのに舵角を増さなければならぬ性質を、under-steering (「足らず舵」と邦譯する人もある) といい、これに反し舵角を減らす必要のあるものを over-steering (「餘り舵」と邦譯する人もある) という。上に例説したように、under-steering から over-steering に變る場合またはその逆の場合を特に reverse-steering という。餘り高速でない範圍では under-steering が一般のようである。

しかし以上のような現象は高速艦艇を除けば一般商船では全く問題とならないし、加うるにこういう高速の範圍の研究資料は殆どないから詳しいことは分らない。

環境の變化

今まで述べて来たところは、水面が完全に無風平靜かつ廣潤であり、水深は十分に深いことを前提としての話であつた。實際に船の行動する水面は、風あり波あり、

特に慌しい操縦を必要とする水面は淺くて狭いのを普通とするから、船型研究の上からは兎も角、操縦の點からは、外的條件の制約を受けている状態での方向變換の問題がかなり重要になつてくる。しかしこの方面の研究は概して少なく、今後の研究に俟たねばならぬものが多い。

船は一般に風を受けて走ると船首が風上に切上る性質を持つている。尤も船の速力に比べて風速が甚しく大きい場合は別で、この時は船首が風下に落される。

風上に切上る性質は向風性 (Luvgerigkeit) で、風下に落ちる性質は離風性 (Leegierigkeit) である。これらの性質は水線下船體に働く流體力學的橫向力の作用點が、水線上船體および上部構造物に働く橫向力の作用點と一致しないために起るので、風が在る限りどうしても避け難い性質であるとともに、船型によつてかなりの相異がある。同一の船に對しても、船の速力と相對風速との關係によつて、向風性から離風性へ、また離風性から向風性へ移り變る境界線がある。

無論實際には、それぞれの性質に應じて適宜の抵て舵を操り針路を保つのである。

操舵した場合には、この向風性と離風性の境界線は變化する。そうして當時の速力と風速の關係によつて、いかに舵を以つてしても向風性を消すことの出來ぬ範圍、離風性を抑えることの出來ない範圍、および舵によつて希望の方向變換の可能な範圍などを生ずる。

先年鐵道連絡船および鯖漁船について詳細に研究されたところからみると、一般に横風に對する方向變換は少しく風が強まると困難に陥り易い。そして船首脚トリムは不利で、船尾脚トリムがよいようである。

1934年英國 Portsmouth 港を出港していた戰艦 Nelson が、港口の狭い水道を航行中に、取舵を操つたにもかかわらず船首が右轉して坐礁した事件があつた。その後これに對して詳しい模倣試驗が行われ坐礁の原因が探究された。

その結果明らかにされたところによれば、當時 Nelson は風力 4 の風を殆ど右舷正横近くに受けて比較的低速であり、かつ左舷側に伸びる淺瀬に接近してこれにほぼ並航していた。

このために、前述した風壓の影響と、淺瀬から受けた流體力學的な影響の両者が重複したのが、坐礁の原因だと推定された。

この例からも知れるように、淺水の影響、側壁の影響などが、操縦性におよぼす効果は場合により非常に大きくなる。

G. S. Baker は、スエズ運河を航行する多くの商船に

便乗し、この制限水路が航行にどう影響するかを實地に調べた。

また佛蘭西でも Capt. Erard が模型試験によつて研究したものが、有益な成果が報告されている。これらの研究結果によれば、船の方向安定性は水深の浅くなるにつれて強化される傾向があるが、一方向かの原因で針路から逸れると、舵だけで原針路に戻すことが困難なぐらいの強い旋回モーメントを受ける。更に水道や運河のように水幅の制限が加わると、船首が近い方の壁から反撥されて水路の中央に向こうとする。もとよりこうした効果は決して単純ではなく、船の吃水と水深との関係、水路の幅と船の幅との関係、水路の断面の形その他、影響する點が甚だ多い。戦艦 Nelson の模型試験を報告している Gawn によれば、一様に水深が浅くなつてもその影響は餘り大きいものでなく、浅くなつた水底の傾斜や凹凸がすこぶる大きな効果を持つものであるとさえいつている。

推進器の併用

スエズ運河では、水先人が双螺旋船の各船主機を適宜操作して操舵による方向變換を助けているという話である。この推進器の併用は非常に有効で、これによる旋回モーメントは制限水路では舵の効果をも優に抹殺し得るといふ。スエズ運河で偏向防止のために採られる方法は、次の2法である。

a) 船が回頭しようとする側の推進器を増速しながら舵を操る方法。

b) 上と反對側の推進器を減速しつつ、舵を操る方法。

しかし (a) の方法は、増速のための旋回モーメントが非常に大きいために、偏向を止めるのみでなく反對側に偏向せしめがちで、主機使用の回數が増し餘り良い方法ではない。これに對し (b) 法は、減速による旋回モーメントは舵の効果とはほぼ同程度なので、舵による調節の餘地があり好ましい方法であると、G. S. Baker は述べている。

推進器使用のコツのみをこむことは、操船上手といわれる1要素であるが、これについては拙文の冒頭に觸れた。殊に推進器逆轉の操作が方向變換の上で見逃せぬ事實であることを述べたが、最後に Reynolds が實驗の結果導いた結論の主なものを附記して禿筆を擱きたい。

1) 船體の行脚が前進であると後進であるにかかわらず、

a) 推進器が順轉の時は、舵と同じ方向に回頭する。

b) 推進器が逆轉の時は、上に反する。

c) これらの傾向は、船體の行脚が大きい時強い。

2) 推進器は、それが水面を切らない限り、または空氣吸込みの現象のない限り、それ自身船を回頭させようとする傾向を持たない。(完)

(865頁よりつづく)

げしく、芯がつかれるといつておりました。

5) 現地の造船業、船用機關製造業も凡て支那人がやつており、タイ人のものは見受けられず、ここにも支那人の勤働さがうかがわれました。造船の方は専ら木造船許りで、それも精々150屯位まで、木材は相當に硬いものを使用していますが、そのためか構造は日本式より簡單でありましたが、このことは日本の機關を輸出する場合知つておかねばならぬことと思われまふ。

6) 日本製エンジンの評判は、外觀の悪いこと(鑄肌のままペンキを塗つたものもある由)、潤滑油消費が多いこと、振動が多いこと等があげられましたが、これは事前に充分の打合せをなし、取扱注意を充分に與えること等によつて比較的容易に解決出来ると思われまふ。

7) バンコックへは從來磨玉機關が多く輸入されたようでありまふ。漸次ディーゼルに關心が向けられつつあるようです。一方現地人の好みつ變動がはげしく、またいよいよタクシー・ボートの使い方が多いので故障したら修理をして使わず、揚げて新換して了うのが多いよ

うです。

8) サイゴンの場合と同じく、サービス・ステーションを設置するとか、サービス・エンジンの駐在が要望され、カタログにも現地語のものが必要のようです。

結 言

以上くどくどと述べましたが、この度の旅行での感想をまとめると

1) 日本というものが案外知られていないこと、特に日本の技術、工業において然りであります。従つて凡ゆる手段によつて日本の技術紹介につとめるべきと考えられます。

2) 日本の輸出増進のためいろいろの方策がとられているようでありまふが、それはあくまで實質的なものたるべく、机上の輸出振興策であつてはならないことは當然であります。また「顧客先の國情、民情から如何なるものであるべきか」ということから出發して、納入後の技術サービスを完全に行ふことまで實施しなければならぬと考えられます。

自動操舵について

野本謙作
大阪大学講師

舵を真中にして走つていても船はともすればその進路から逸れるものである。波や風は不規則に變動する力を船に加えてあるいは右にあるいは左にその方向を變える。第1圖は直進中急に1°だけ方向を變えて放した時の船の運動であるが實際の航走状態ではこのような運動が次々に起つていっていると考へてよい。

A船は進路不安定ないわゆる“舵の据り”の大變悪い船であつて最初に與えた1°の振れがどんどん増加して止まるところがない。——舵を真中にした儘ゆつくり旋回しているのである。B船では最初に與えた振れが幾分増加するけれどもだんだん落着いて結局以前の進路と5°ばかり逸れた新しい進路を直進するようになる。普通の船はこのB船に似た運動をするものが多く比較的Aに近い船は“舵の据り”が悪いといわれるわけである。

以上は全然舵をとらない話であるがA船は無論のこと舵の据りのよいB船でも舵をとらずに走ると進路はだんだん變化して来る。B船の場合成程A船のように進路から全く逸れてしまうことはないけれども、一旦與えられた進路の振れは決してなくなりはないから少し大きい波に船首を叩かれたり風が一吹き吹き付けたりする度に進路は幾らか宛變化するであろう。これは必ずしも荒天ではなくても、例えば漕でもそよ風でもほんの少しは進路を振るはずである。一方長い航海をする船にとつて進路の誤差は數度でもはや致命的なものであることを

考えると、いかに舵の据りのよい船でも全く舵をとらずに航走することは不可能である。羅針盤によつて進路の誤差を見出しそれが餘り大きくなるとうちに舵をとつて進路を確保しなければならない。舵の据りの悪い船はなおのこと頻りに舵をあてて進路から逸れるのを防がねばならない。

ところでこの羅針盤を見つめながら舵を細かく取つたり戻したりする仕事は長い航海中にはとりわけ單調なそのくせ疲勞

も小さくない仕事であるらしい。この種類の仕事はできることなら機械か動物に任せたくするのは人情であつてオート・パイロットの起源は遠く帆船時代に遡る。帆船と舵柄を連動させて風に對して一定の進路で走らせる工夫は今も何隻かのクルージング・ヨットに生きている。

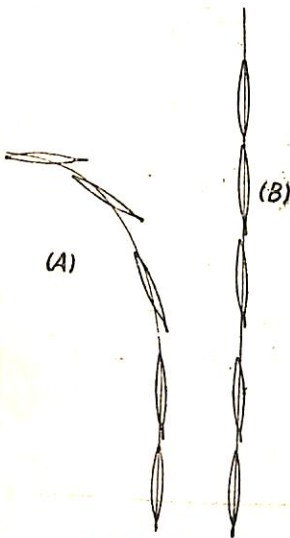
しかし本格的なオート・パイロットはジャイロ・コンパスの完成を俟つて現れた。最近では磁氣コンパスによるオート・パイロットも作られるようになったが當時は指北方の弱い磁氣羅針儀の讀みを外部に傳へる方法がなかつたので指北方の遙かに強いジャイロ・コンパスに俟たねばならなかつたのである。この最初のパイロットがスベリーのジャイロ・パイロットである。

スベリーのジャイロ・パイロット

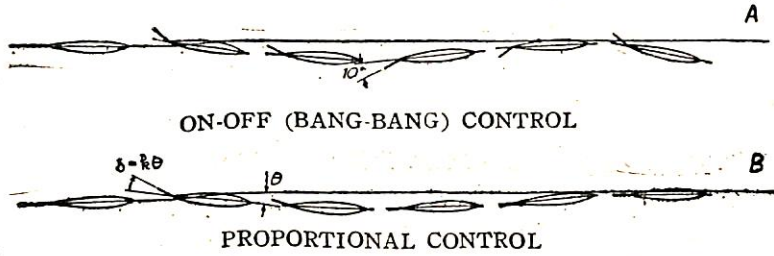
ジャイロ・コンパスでも磁氣コンパスでも船が旋回すればそれに應じてコンパス・カード(目盛盤)が回轉する。すなわちコンパス・カードの回轉角がその儘進路の振れを示す。ところで磁氣コンパスのカードに齒車などをつけてこの回轉を外部へ取出すことは實際問題として不可能であろうが、ジャイロ・コンパスはいわば小さい電動機でカードを廻しているのだから普通の齒車でこの回轉を取出すことができる。少々荷重があつてもそれに打勝つて北を指すだけの力があるわけである。

このようにして進路の振れを外部へ取出すことができた日から操舵手の代りを勤める自動機械、オート・パイロットの夢は具體的なものになつた。回轉角の形で取出した進路の振れに應じて電氣スイッチなり油壓の弁なりを閉閉してその振れを消すように舵取機械を動かせばよいのである。

オート・パイロットを作るに當つてまず問題になるのはコンパスから取出した進路の振れとそれを修正するための舵角との關係である。一つの簡単な方法は振れの大小に關せずその向きだけによつてそれを打消す方向に一定量の舵角を與へることである(2-A圖)。この方式では進路から右に逸れるや否や左10°なら10°の舵角をとり進路が戻つて來て左へ行き過ぎ始めると同時に右10°の舵角に切換へるといふ有様でこの方式を十分効果的に行おうとすれば舵は相當の速さで左右に振動している位でなければならない。さもないと大きい舵行を惹起すことは想像するに難くない。従つてこのやり方は船には適當でない。



第1圖



第 2 圖

次に考えられるのは振れの量に比例した舵角を興える方法で比例制御と呼ばれる。例えば右に1°振れれば左舵2°をとりその結果振れが減つて來ればそれに應じて舵角も減り進路復歸とともに舵も中央になる。しかし船は慣性によつてなお左旋回を續け今度は振れが左に出て來るから舵はそれに應ずるだけ右にとられこの右舵は次の進路復歸まで續く、このようにして船は減衰振動のような形で平均の進路を維持するのである。

スベリーのジャイロ・パイロットはこの比例制御によるものでその機構の概略は第3圖の如きものである。差動齒車は齒車の組合せで左から入る回轉角と下から入る回轉角の差を右へ傳える機構である。小舵輪で興えた進路と實際の進路に差があればその差だけコンタクト・メーカーを廻しこれと追從環の間にある電氣接點が閉じて舵輪回轉用電動機を廻し舵がとられる。一方この電動機は追從環をも同時に廻してコンタクト・メーカーを追從させ、追着くと接點が開いて電動機は止り舵も止まる。つまりコンタクト・メーカーの回轉角は進路の振れに比例しており追從環の回轉角は舵角に比例しているから、コンタクト・メーカーと追從環の回轉角が等しくなるまで電動機が廻るのなら常に進路の振れに比例した舵角がとられようとしているわけである。電動機の回轉を適當に選んでおけば追從環は進路の振れに殆んど遅れなく追從し舵角は常に進路の振れに比例していることになる。

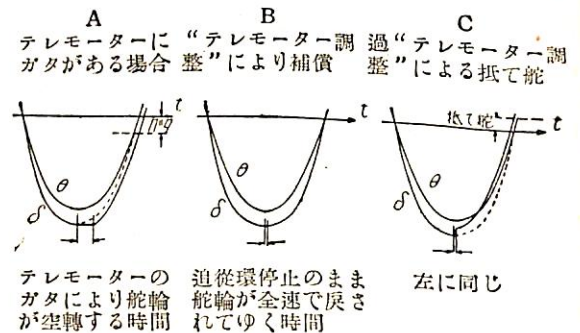
天候調整は荒天になつて波の一つ一つが周期的に進路を振るよになつたとき、いちいちパイロットが動作することを防ぐもので差動齒車の軸とコンタクト・メーカーの軸の間にガタを興えそのガタの範囲内の進路振れの

信號はここで切つてしまうものである。荒天中では周期的な船首揺は見送つてその平均値を所定の進路に向けるよに操舵すれば船の運動も柔かになり舵にも無理を興えないことが古くから船乗の間で認められているから、この點ではこのやり方でその目的を達

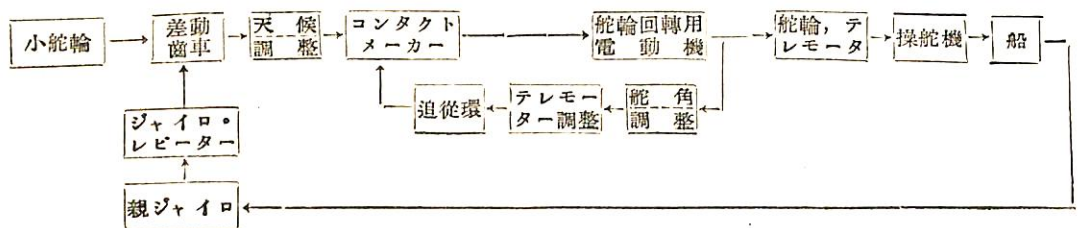
しているのであるが一方ではこのガタのため進路の振れからかなり遅れて舵をとることになり十分に進路保持の目的を達しない場合がある。これは先年元良氏が日聖丸において指摘された所であるが氏によれば天候調整のための不安定船首揺は最大10°に近く、最大舵角は20°を超える結果、相當量の馬力損失を招いていることが明らかにされている。

テレモーター調整は本來テレモーターの遊びを逃げるためのものであるが調整を十分に効かせれば船首揺の減衰にも大いに効果がある。機構としては舵輪回轉用電動機と追從環の間にガタを設けてある。

遊びのあるテレモーターでは舵を戻す時その遊びに應ずるだけ餘分に戻してやらねばならない。テレモーター調整はこれを行うものであるがその効果を更に強調してテレモーターの遊び以上に戻してやるようにすると右舵あるいは左舵から戻し始める時、舵角はその分だけ餘計に減少して(4-C)圖のようになる。こうしておく



第 4 圖



第 3 圖

同じ振れの角度に対しても進路へ戻つて来る時には遅れて行く時よりも小さい舵角を興え、進路に近づいて来るに従つて逆の舵角をさえ興えるから船が進路に戻つたのち更に行過ぎるのを妨げる効果がある。この抵て舵効果のない時は船首揺れに対する減衰は旋回運動に対する船の抵抗モーメントだけであつて多くの場合減衰力として不十分である。

進路へ戻す力だけでなく進路の左右の船首揺れを減衰させる力をも興えるように舵をとることはオート・パイロットの性能を大いに改善する。特にさきに示した A 船のようにいわゆる舵の据りの悪い船では船體自身の減衰は全然期待できないわけであるから十分な減衰を舵から興えることが必要になる。

オート・パイロット設計の問題がここまで進んで来ると自動操舵されている船の運動を力學的に解析することが望まれる。それによつて進路の振れに対する舵角の割合とか抵て舵の適宜量などが判るであろう。このような研究は Minorsky によつて始められその仕事は自動制御の古典に數えられている。彼はまたその研究に基いて種々の型の自動操舵を試作し成果を収めた。

自動操舵の力学

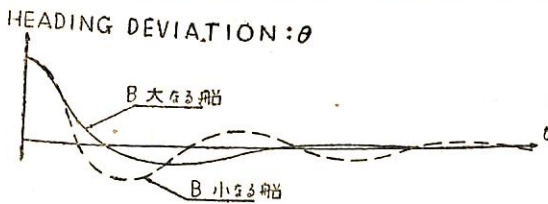
自動操舵されながら航走する船の運動は第 2 圖の如く船體の横方向のずれ(蛇行)と進路の振れ(船首揺れ)の組合せである。Minorsky はこのうち蛇行は自動操舵に関する限り重要ではないと考えて船首揺れの方程式を作つた(第 6 圖参照)。

$$A\ddot{\theta} + B\dot{\theta} - C\cdot\delta = 0$$

θ : 進路からの振れ, A: 船體の重心の回りの慣性モーメント, $B\dot{\theta}$: 船首揺れ角速度 $\dot{\theta}$ に比例する抵抗モーメント, $C\cdot\delta$: 舵角 δ によるモーメントである。スベリーのパイロットでは舵角を進路の振れに比例させるから $\delta = -k\theta$ で方程式は

$$A\ddot{\theta} + B\dot{\theta} + Ck\cdot\theta = 0$$

この船が波にでもたたかれて進路を逸らされたのちの運動は第 5 圖のような減衰振動である。旋回に対する抵抗の小さい船は破線のようなかなか船首揺れが収まらないから次に外力が船首を振る就航状態では絶えず船首揺れ



第 5 圖

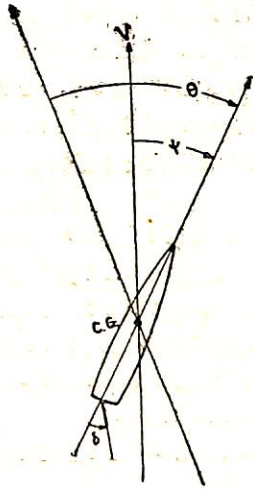
していることになる。これを防ぐには B 係数を大きくすればよいが、この旋回抵抗は船型によつて決つているから如何ともなし難い。そこで Minorsky は B 係数を増加したのと同じ意味をもつ舵のとり方、すなわち angular velocity control を提唱した。これは $\delta = -k\dot{\theta}$ の代りに $\delta = -k\theta - k'\dot{\theta}$ になるように舵をとるもので方程式は

$$A\ddot{\theta} + (B + Ck')\dot{\theta} + Ck\theta = 0$$

となり旋回に対する抵抗を増して船首揺れを減衰させることになる。Minorsky はこのような考え方から更に多くの舵のとり方、例えば θ の積分値に比例する舵角とか、 θ に比例した速さで舵をとることなどの効果を研究し新しいパイロットの試作を行つた。

さて、船首揺れに伴う船の蛇行を無視した Minorsky の假定は正しいであろうか。船が横方向に運動すれば船につき當る水流の方向は斜前からになるが、これが大きい旋回モーメントを船に興えはしないであろうか。もしそれが舵のモーメントや $B\cdot\dot{\theta}$ の減衰モーメントに比べて無視できるものならばそれでよいのである。現在船首揺れや旋回を研究している人達はこの點では恐らく Minorsky に賛成し兼ねるであろう。船首揺れの運動方程式は殆んど皆、船首揺れの式と船體の横方向運動の式の聯立になつてゐるし、數値的にも最も明確な資料を提供している Davidson の研究を少しく検討してみると横方向運動によるモーメントは舵によるモーメントや旋回抵抗と全く同じオーダーであることが分る。しかしこの誤にもかかわらず進路の振れに比例する舵角は進路を保持し、振れの角速度に比例する舵は船首揺れを減衰し、振れの積分値に比例する舵は船を大きく蛇行させる嫌はあるけれども定常的な外力に対しては最も有効であるというような定性的な結論は全く正しいのであつて Minorsky の研究の意味はここにあるといつてよい。しかし一方ではオート・パイロットの設計や調整に際して進路の振れに対する適宜な舵角とか抵て舵の必要量などを計算するためには、やはり船の横滑り運動も併せ考えねばかなり見當違ひに終るおそれがある。

船の横滑り運動を併せ考えた運動方程式は變數の選び方などで幾分違つた表現があるがここではさきの Davidson のものを擧げる(第 6 圖)。この例では船首揺れ中船の速度 V は變らないと考へ、船の運動方向と船體中心線のなす角度を ψ としているから船の横滑りの速さは $V\cdot\psi$ である。 m_1, m_2 は船の前後方向および横方向の見掛質量で $(m_2\dot{\psi} - m_1\ddot{\theta}) \times V$ が船の横方向の運動量の變化(慣性力)に當る。 $C_1\cdot\psi$ は横滑りに對する抵抗、 $C_2\dot{\theta}$ は旋回によつて起る側壓、 $C_3\cdot\theta$ は舵による側



第 6 圖

壓である。n は見掛の慣性モーメント、 $\overline{C}_k \cdot \delta$ は旋回抵抗モーメント、 $\overline{C}_m \psi$ は横滑りによるモーメント、 $\overline{C}_\mu \cdot \delta$ は舵によるモーメントである。方程式は

$$\left. \begin{aligned} m_2 \ddot{\psi} + \overline{C}_l \dot{\psi} - (m_1 - C_f) \ddot{\theta} &= \overline{C}_\lambda \delta \\ n \ddot{\theta} + \overline{C}_k \dot{\theta} - \overline{C}_m \psi &= \overline{C}_\mu \delta \end{aligned} \right\}$$

これから ψ を消去すれば Minorsky の方程式に當る θ と δ の方程式が得られる。

$$a_3 \ddot{\theta} + a_2 \dot{\theta} + a_1 \theta = b_1 \delta + b_0 \delta$$

$$\begin{aligned} a_3 &= m_2 n & b_1 &= m_2 \overline{C}_\mu \\ a_2 &= \overline{C}_l n + \overline{C}_k m_2 & b_0 &= \overline{C}_m \overline{C}_\lambda + \overline{C}_l \overline{C}_\mu \\ a_1 &= C - \overline{C}_k - \overline{C}_m (m_1 - C_f) \end{aligned}$$

これに舵のとり方、例えば $\delta = -k\theta$ を加えれば Minorsky と同様に自動操舵による船首揺の方程式が得られ、船の運動を解析することができる。

しかし実際問題としてこの方程式の係数を決めるのは困難なことであつて、船の寸法とか船型などによつてこれらの係数がどのような値になるかという資料は極めて乏しいのである。この點、旋回水槽における模型試験や旋回する船に働く力の流体力學的な研究などに大いに期待しなければならぬが、今一つ、特に自動操舵に關聯して興味深い方法が考えられる。今舵を適當な周期で左右に一定角度だけ繰返しとつてみよう。當然船は同じ周期である角度だけ左右に船首揺するであろう。これを力學的にいえば“正弦波外力による強制振動”であつてその振幅や外力に對する位相差は簡単に計算できる。この計算を最も簡単に行う技巧は外力として正弦波の代りに $e^{i\omega t} = \cos \omega t + i \sin \omega t$ を加えてやり、結果の虚數部が $\sin \omega t$ に對するもの、實數部が $\cos \omega t$ に對するもの

のというやり方であらう。この外力による船首揺を $\theta = Y e^{i\omega t}$ とおいて方程式に代入し計算すると

$$Y e^{i\omega t} = \frac{b_1(i\omega) + b_0}{a_3(i\omega)^3 + a_2(i\omega)^2 + a_1(i\omega)} e^{i\omega t}$$

$Y(i\omega) \cdot e^{i\omega t}$ の虚數部が $\delta = \sin \omega t$ に對する船首揺であつて、その振幅は複素數 $Y(i\omega)$ の大きさ、 $\sin \omega t$ に對する位相差は $Y(i\omega)$ の偏角になる。なお $Y(i\omega)$ は計算しなくても方程式から直接作れることはその形を見れば明らかである。

ここまでは數學的な計算の問題であるが、ここで立場を変えて實際に舵を繰返し左右に取つてみよう。その舵角は舵角指示器から、船首揺はコンパスから読み取ることができし、位相差は舵角最大から船首揺最大になるまでの時間と船首揺の周期を測れば簡単に求められる。これでその周期に對する $Y(i\omega)$ は實測されたのである。すなわち船首揺を θ_1 、舵角を δ_1 、位相差を ϕ ラジアンとすれば

$$Y(i\omega) = \frac{\theta_1}{\delta_1} e^{i\phi_1} \quad \text{である。}$$

操舵の周期を幾つか變えて同様なことを行えば方程式の係数は全く分らないでも $Y(i\omega)$ が數値的にはつきり求められる。 $Y(i\omega)$ の大きさは ω の増加とともに急に減少するから、舵角としては高調波を含んだ波形、例えば三角波や梯形波でも餘り極端ならぬ限り大きな誤差は與えない。従つてこの實測は普通の操舵系統を用いてごく手軽に行うことができる。この $Y(i\omega)$ は自動制御の方面では Frequency Response Function と呼ばれているもので制御系の各要素について (Y_i) が計算からにせよ、實測からにせよ求められたならば各要素の詳細な構成は分らないでも制御系全體の設計は十分進め得るものである。

すなわちオート・パイロットの Y_A 、操舵機の Y_R 、等各要素の frequency response が方程式を立てるなり實測するなりして得られたならば、それらを次々に連ねた全體の frequency response は各要素の $Y(i\omega)$ の積で表されることは上述の $Y(i\omega)$ の意味から明らかである。従つて第7圖に示すように船首揺角 θ に全體の



第 7 圖

パイロットは θ を減ずる方向に δ^* を發令するから Y_A の値は負である。 $Y(i\omega)$ は絶對値をとることにするから $\theta = -Y_A \cdot Y_R \cdot Y_S \theta = -Y_0(i\omega) \theta$ となる。

frequency response $Y_0(i\omega)$ を乗じたものが再び θ になつてゐるわけであるから、この系の運動方程式に當るものは $\theta = -Y_0(i\omega) \cdot \theta$ である。このことは運動方程式から $Y_0(i\omega)$ を作るには運動方程式の d/dt を $(i\omega)$ におきかえ $(i\omega)$ を普通の數字として代數計算すればよいことを考えれば直ちに理解されるであらう。上の方程式 $(1+Y_0(i\omega))\theta=0$ は運動方程式を記號的に書いたものといつてもよいのである。

さてこの系が安定であるためには運動方程式の解が時間とともに減衰する形にならねばよいので、それには $(i\omega)$ についての代數方程式 $1+Y_0(i\omega)=0$ の根の實數部が負であればよい。それには p を複素數として複素函數 $1+Y_0(p)$ の零點が p 平面の右半分になければよいということから問題を複素平面の上の幾何學的な問題に移し、いくつかの ω に對して $Y_0(i\omega)$ を複素平面の上にプロットし——これは $Y_0(i\omega)$ の大きさと偏角が分つてゐるから直ちに出来る——その曲線の形から系の安定度を判別することができる。自動制御設計のプラクティスによれば $Y_0(i\omega)$ の大きさが1になつた時、その偏角が $135^\circ - 140^\circ$ 位になるようにすると最も適當な安定度が得られることになつてゐる。

さきに述べたように各要素の $Y(i\omega)$ を實測するにはその要素の入口に（船なら舵、操舵機なら舵輪）に周期的な入力（船なら舵角、操舵機なら舵輪の回轉）を與えてそれによる運動の振幅と位相を測ればよいのであるから、それだけで自動操舵の合理的な設計ができるこの方法は確かに實際的である。

なお實測された船體の $Y(i\omega)$ から直ちに運動方程式の係數を求めることはできないが、係數のうちどれか一つが分れば後は次々に決めることができる。この方法による係數の決定は旋回水槽が要らないこと、實船の資料がとれることでなかなか魅力的である。

最近のオート・パイロット

スベリーのジャイロ・パイロットは進路の振れに比例するいわゆる“戻し舵”を主としそれにさきに述べた特殊な減衰効果を附加したものであつたが、最近に至つて船首揺を減衰させるための舵角“抵て舵”を明確に有するオート・パイロットが作られるようになった。船首揺角速度に比例する舵角をもつことの効果は既に詳しく述べたところであるが、この改良により船首揺の減衰は著しく速かになり、また従來困難であつたオート・パイロットによる大角度の變針も行われるようになった。

最初に實用に供されたものは恐らく北辰電機製作所のパイロットでありやや遅れてスベリーでも Rate-Gyro-Pilot を實用化している。これらの新しいパイロットに

ついては昨年8月號の本誌に北辰電機の小林氏 東京計器の山田氏が説明されている。北辰電機のパイロットは進路の振れ θ と舵角 δ の差に比例した速度で回轉する電動機で θ を追従させるように δ を動かすという巧な工夫で角速度制御を入れ、なおオート・パイロット内部のハンティングを防ぐための subsidiary loop が附加されている。角度の検出はすべて Selsyn モーターを使う。スベリーのレイト・パイロットはいわゆる servo-mechanism の典型と思われる方式で、ジャイロからの進路の振れをポテンショ・メーター（摺動抵抗器）で取出しやはりポテンショ・メーターで取出した舵角との差を error signal とする。一方ジャイロの回轉を回轉計發電機で取出し error signal とともに磁氣増幅器に送り加算するとともに増幅し、舵角を發令する power unit に傳えている。

これらのパイロットは進路の振れに對する舵角の割合、振れの速度に對する抵て舵の割合を相當廣範圍に變化できるよう設計し實船の試運轉に際し適當に調整しているが、力學的な觀點から船の運動や操舵機の特性を解析することにより最適の調整が合理的にできるであらう。

また天候調整は今後恐らく最も重要な問題であるが新しいパイロットもこの點に關しては従來のものと同じく進路の振れがある量に達するまではパイロットが作動しないようになつてゐる。これはさきに述べた如く荒天における頻繁な操舵をさける一方、進路の振れからかなり遅れて操舵するため不安定になるおそれを持つてゐるわけで角速度制御により著しく改善されているものとは見られるものの、もつと詳しく調べてみる必要があるように思われる。荒天中における新しいパイロットの動作状態を知りたいものである。

参考文献

- 1) Turning & Course-Keeping Qualities
K. Davidson & L. Schiff TSNAME 1946
- 2) オート・パイロット取扱説明書
北辰電機製作所 東京計器製造所。
- 3) 荒天中の自動操舵と Yawing について。
元良誠三 造船協會會報, 29年, 94號。
- 4) Directional Stability of Automatically Steered Bodies
N. Minorsky, Jorunal of ASNE 1922.
- 5) Automatic Steering of Ships by Proportional Control
L. Schiff & M. Gimprich TSNAME, 1949.

波浪中における水槽試験の二、 三の問題

伊藤 達郎
運輸技術研究所・船舶推進部

緒 言

先に行われた日聖丸についての實船試験に関しては既に本誌に紹介された。その後本船の模型船について種々の試験が行われた。ここでは運輸技術研究所船舶推進部第一水槽において行われた試験のうち二三の結果を紹介すると共に波浪中の試験の問題点について少しく述べてみたいと思う。

本水槽においては主として 4m の木製模型船について抵抗試験と自航試験が行われ、同時に動揺、波形等の計測が行われた。これらの試験用として、波の位相によつて變動する抵抗、推進器推力およびトルクを測定するために Gravity type 抵抗動力計および自航試験用動力計を新しく製作し、また動揺計・波高測定装置等の諸計器を準備した。日聖丸の主要目は次表の如くである。

日 聖 丸 主 要 目

全 長	138.19m
垂線間長	128.00m
型 幅	17.50m
型 深	10.40m
計畫夏季吃水 (型)	8.25m
排水量 (上記吃水 における)	13,870t
C _b (〃)	0.728
C _m (〃)	0.984
L _{cb} (〃)	0.42m (船首へ)

試験を行った状態は航海状態のうち輕荷と満載の代表として實船試験の Condition I および IV が選ばれこれらについて行われた。この状態の排水量および吃水は第3圖および第4圖に示した。

本水槽において波浪中の抵抗試験は従来も行われてきたが、自航試験は最初の試みであり未だ試験装置も充分ではなく今後改善の餘地はあるが、最初の試みとしては一應の成功を納めた。

抵抗試験結果

第1圖および第2圖にそれぞれ輕荷状態および満載状態の抵抗試験結果を波長を横軸として示した。この兩圖では T_{10} は縦揺固有周期、 P は縦揺角度、 H は上下揺量 (いずれも single amplitude を示す) h は波高 (波頂から波底までの高さ)、 V_m は模型船の速度である。本文においてはいずれも模型船の進行方向に對し真正面か

ら波が進行して來る場合の試験結果である。この兩圖で縦揺角は波長が長くなるにつれて波の傾斜に近づき、上下揺の量も一定の値 (例えば満載状態では全上下揺量と波高の比が 0.5~0.6) に近づく。

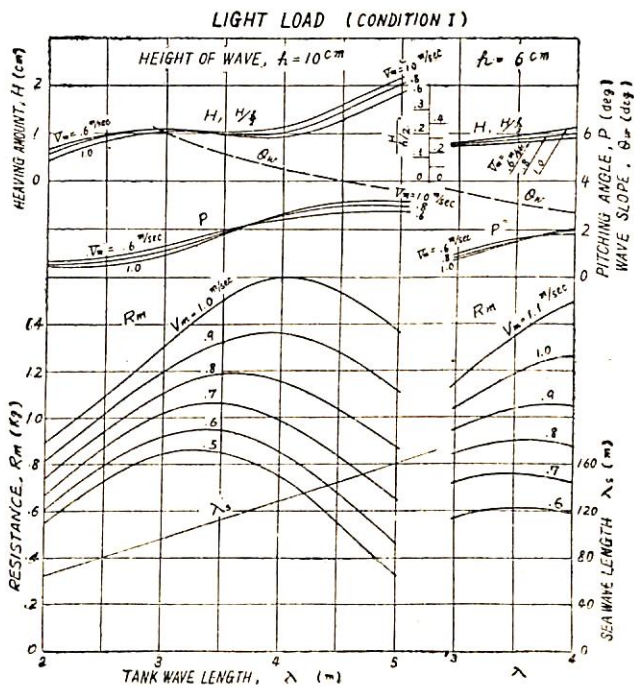
波長が 4m 附近の波で抵抗値に大きな hump があらわれ、またこの附近で縦揺角にも明瞭な hump があらわれる。第2圖に縦揺固有周期の異なる場合の曲線も示したが、同じ波長でも固有周期の相異により hump の位置がずれることは勿論であるが、抵抗値および縦揺角に相當大きい差が見られる。この問題については後に詳述する。

第3圖および第4圖には模型試験結果を實船の有効馬力に換算したものおよびそれと平水時の有効馬力との比を示した。この換算の摩擦抵抗値はフルードの係数を用い平水時の場合と等しいと假定して、波浪中における剩餘抵抗の平水時のそれに對する比が實船と模型船で相等的なものとして通常の計算法で換算した。この兩圖では波長が船長に等しい 128m の波で有効馬力の増加が著しいことが明瞭である。

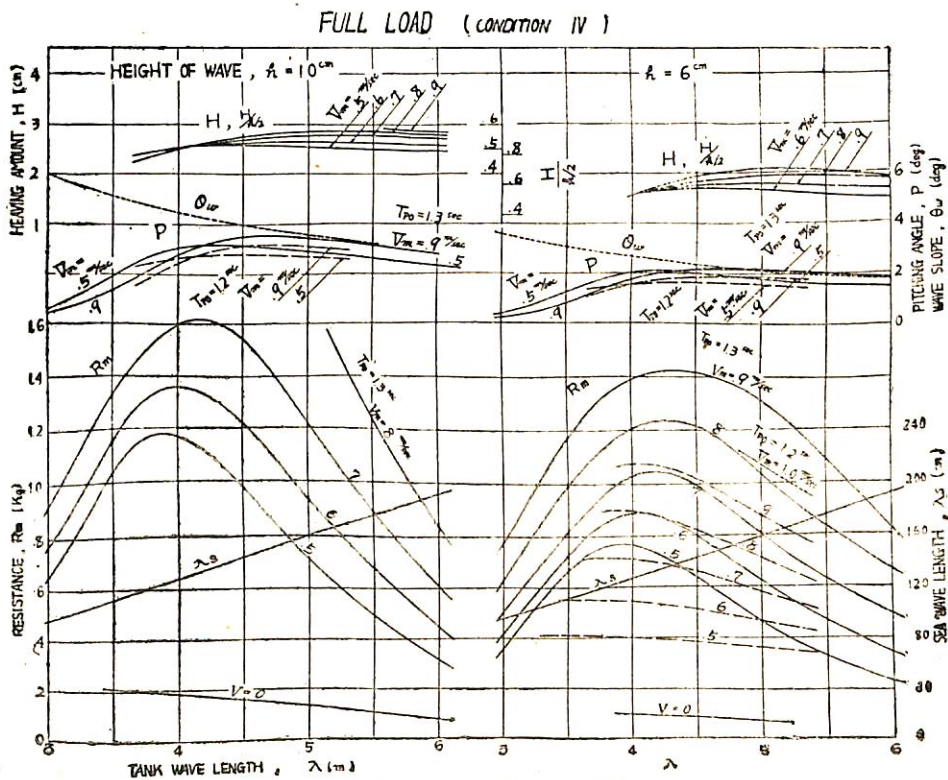
自航試験結果

第5圖および第6圖に自航試験結果として實船の DHP と RPM および静水時の DHP に對する波浪中の DHP の比を示した。抵抗試験の場合と同じ傾向の結果が得られ、低速において増加率の大きいことが顯著である。第3~6圖の結果から波浪中における推進係数は平水中における値に比しかなり小さい。平水中の推進器の單獨試験結果を使用した豫備的解析の結果によると、當然豫想されるように、このような推進係数の低下は主として推進器荷重度が平水中の場合より船體抵抗増加のために大きくなることによる單獨推進器効率の低下によるものであつて、波の圓運動と船の前後揺による推進器前進速度變動の影響や縦揺および上下揺等のために起る斜流による効率低下はそれ程重要ではないようである。この點に關しては將來波浪中の推進器單獨試験を行うことにより、本試験結果を解析して明確な結論を出し度いと思う。

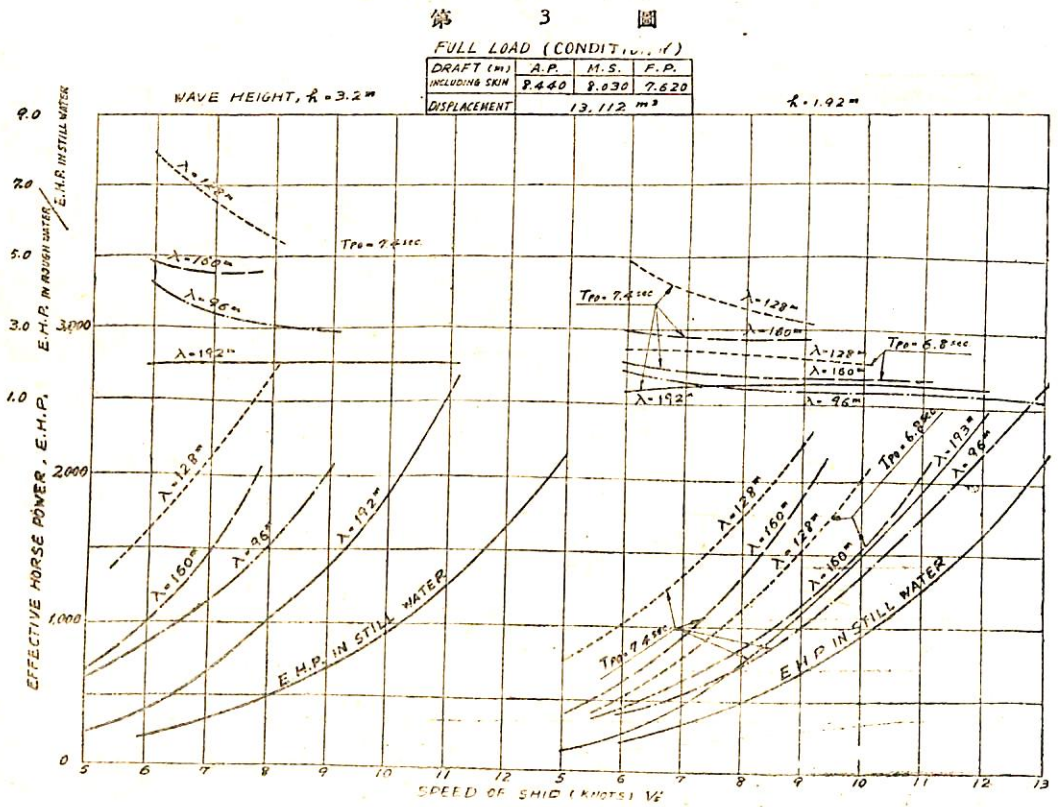
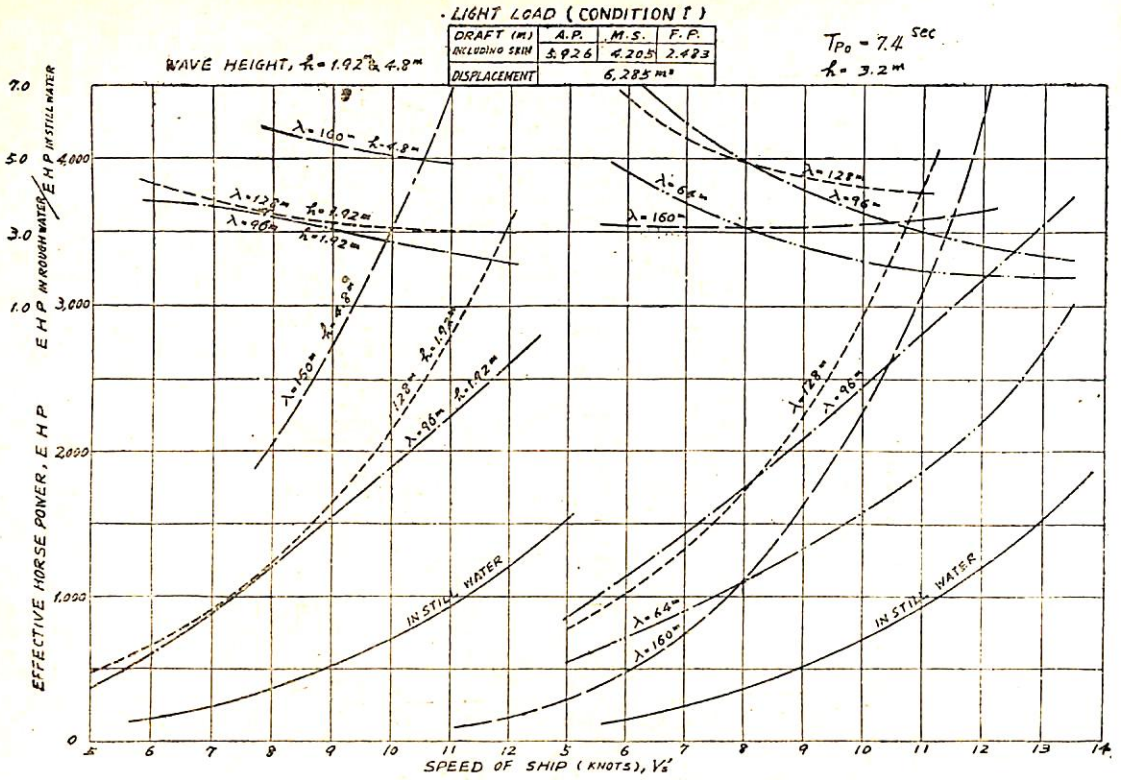
更に考えなければならぬことは、平水中の自航試験の場合と異り模型船の原動機と實船のその性能の相異である。航行中週期的に原動機に加わる荷重が變動する場合に、原動機の特性の差異が試験結果にあらわれること

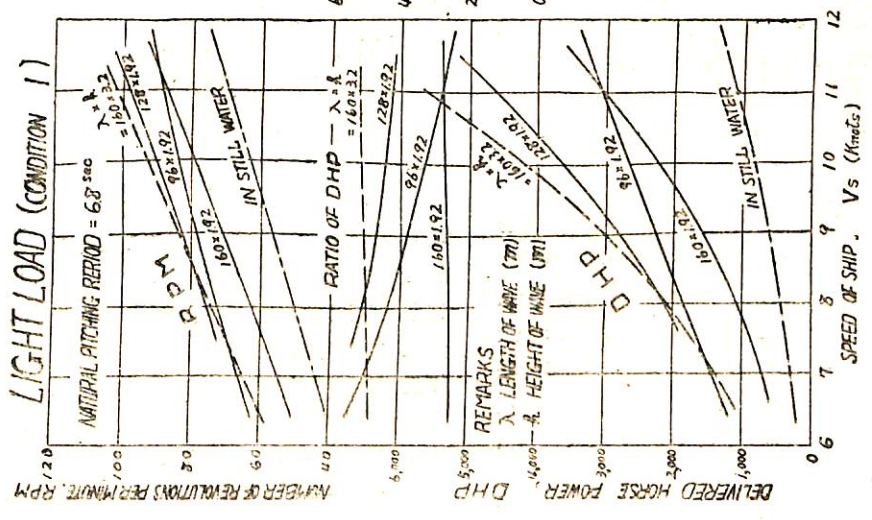


第 1 圖

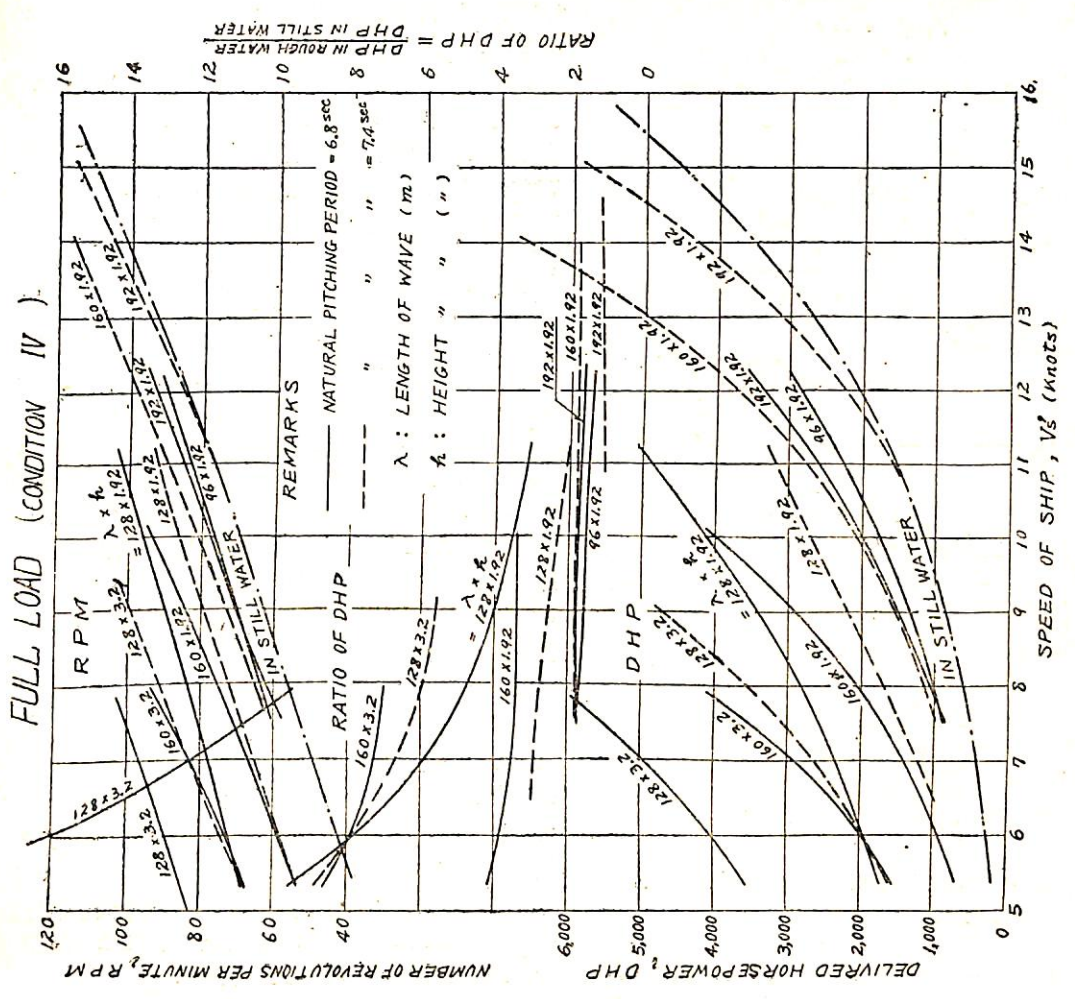


第 2 圖

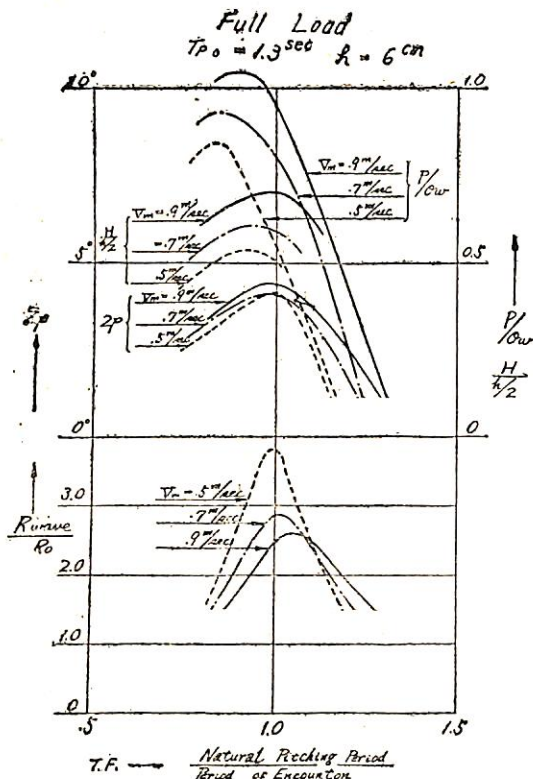




第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖

は當然である。この點に關しても將來研究を要する。

固有周期その他について

第1~6圖の結果を調べる参考として固有周期について考えてみる。波浪中の試験の場合に動搖の狀況が問題でありその固有周期は大きい意味を持つ。すなわち船と波の出會う周期が船の固有周期と一致すれば同調を起しその動搖ははげしくなる。今回の試験は真正面から波が進行して來る場合についてのみ行われたので横搖は起らないが、縦搖と上下搖は起る。圖では省略したが前後搖も波の位相に従つて起るがこれは固有周期を持たず、その振幅は出會周期の2乗に比例する。

第7圖に同調の様子を知るために一例として滿載の場合について横軸に縦搖固有周期と出會周期の比 (tuning factor, T.F.) をとり上から縦搖角と波傾斜の比、全上下搖量と波高の比、縦搖角および波浪中の抵抗値と平水中の抵抗値の比を速度毎のクロス曲線で示した。この場合の縦搖と上下搖の固有周期は約1.3秒である。この値は平水中に模型船を浮かべて静止時に揺らせて測定した値である。第7圖で判ることは縦搖角の曲線の hump すなわち縦搖の同調點で抵抗比も hump を示し、縦搖

角と波傾斜の比の曲線の hump は抵抗比の hump より T.F. が少し小さい方向にづれている。上下搖の曲線の hump は大體抵抗比の hump と一致している。また同調點が速度の増加につれて T.F. の大きい方に移動している。すなわち固有周期が速度とともに變化することが分る。なお同調點より小さい T.F. の範圍すなわち波長の長い波では縦搖角および上下搖量は船速の増加につれて増加しているが抵抗比は逆に減少している。すなわち低速船は波浪の影響を受け易く荒海には適當でないことを意味する。

第7圖の場合には縦搖と上下搖の固有周期が一致しているが、一般には必ずしも一致せずそれぞれの同調が別の出會周期で起る。縦搖と上下搖のいずれが抵抗増加により大きい影響をおよぼすかはこの實驗では明らかでないが、いずれにせよ船は一般に前後對稱な型ではないから縦搖、および上下搖は單獨には起り得ず、一方が起れば必ず他方が惹起され聯成動搖をしているわけである。波の位相に對して縦搖および上下搖の位相はそれぞれの波長または出會周期により異つている。

上記では主として固有周期と出會周期について考えたが、同一出會周期でも波長と船長の關係もまた重要な問題である。一般的にいつて波長が船長より短い波では動搖も少く、抵抗増加も少い。また波長が船長より長い波では前に述べた如く縦搖角は波傾斜に近づき、全上下搖量は波高の0.5~0.6倍に達し、抵抗の増加量も急激に少くなる。船の長さに近い長さの波では動搖も大きく抵抗増加もまた大きい。このような波で同調するような船速であれば更にこれらの値は大きくなる。

實船の航海状態との比較

模型試験の結果と實船試験の結果を比較するに際し、まず海洋波と水槽の人工波の相異を考えねばならぬ。水槽の人工波は規則正しい波であるが、海洋波は種々の波長および波高の波の合成された不規則波である。従つて動搖を考えた場合に、規則的な波に遭遇する時は同調點で明瞭な peak または hump があらわれるが不規則波ではその平均の周期を考えた同調點で peak または hump の大きさは前者の場合より小さく、逆に同調點をずれた處では規則波より大きい。このような相異が抵抗値にもあらわれる。従つて水槽試験の結果から實船の値を推定する場合には修正係数を考えるかまたは試験に際し不規則な海洋波に相應する equivalent wave height といったものを考える必要がある。これらの點に關しても今後海洋波の不規則性の實體を把握するとともに組織的な實船試験と併行して水槽試験方法を検討しこの研究を推進したいと思う。

船の運動と波の力

丸尾孟

横濱国立大学助教授

船がある一つの地點から他の地點へ旅客あるいは貨物を輸送するには、これら二つの地點を結ぶ直線上を一定速度で直進運動しさえすればそれで事足りる。従つてそれ以外の運動はいわば餘計なものであり、これを出来る限り少くすることが船の任務を能率良く遂行させる所以である。風も波もない鏡のような海面を航海する際には、もし途中で何か航路の妨げとなるような障害物がなければ、上に述べたような最も能率の良い状態が容易に實現されるけれども、現實にはそのようなことはごく稀れで、船はその任務遂行上なら必要なような運動を餘儀なくされるのが普通である。船にこのような運動を起させるそもその原因としては、自然現象によつて船に加えられる外力がその殆どすべてであるが、そのうちでも海洋波の作用が最も主要なるものである。従つてわれわれが船の運動を研究してこれら不必要な運動を最も少くし、船を能率の最も良い状態におかせるためには、まずその出發點として波の船體におよぼす作用に關して十分なる知識を持つてゐることが、不可缺の條件であると言つて差し支えないであらう。

船體に加わる波の力に關して最初に組織的な研究を發表したのは「造船學の父」William Froude その人であつた。彼は1861年3月1日英國造船協會第2回大會において、「船の横揺れについて」と題する長大な論文を發表して斯界の注目を集めたのである。(文献1) 彼はその論文で船の横揺れを論ずるに先立ち、海洋波の中に浮んでいる物體が静水中に浮んでいる物體と如何なる點において相違しているかを詳細に検討した。水が静止していると、水面上にある水の粒子の持つ作用は重力のみであり、之は鉛直下向きであるから、之に對する反作用として周圍の水が上述の粒子におよぼす力は之と逆向きで鉛直上方に向つてゐる。所が水が運動していると水面の粒子は重力の他に慣性力を生ずるから、その方向は鉛直に對してある傾きを有し、その反作用として周圍の水によつてこの粒子に加えられる力は之と逆向きであつてやはり鉛直に對して同じだけの傾きを持つてゐる。このように水面の粒子に働く合力を考えると、水面上では壓力が一定であることからその作用線は水面に直角であることが容易に結論出来る。以上の事柄は次のような事實によつても理解することが出来る。たとえば小球を平たい板に載せ、之を横方向に動かした時に小球が板の上で轉がらないようにするためには、板をある角度傾け

てやらなければならぬ。また一杯に水の入つた茶碗を水をこぼさずに横方向に動かすには、茶碗の縁を適當に傾斜させてやらなければならぬ。この茶碗の中の水を波の表面にある水の一部分と考えることも出来るから、これらの實驗は實際の波の面においても行うことが出来るはずである。事實浮きに載せた小球が静水面で平衡状態を保つて静止していれば、どんなに波の傾斜が急になつてもその表面に浮かんだこのような浮きに載せた小球は移動しないのである。この實驗を行うことは中々難かしいのであるが、Froude 自身は次のような方法で同様のことを確かめた。彼は直径4吋程の救命浮輪に似たコルク製の浮きの縁に橋を斜に立て、その頂點が丁度浮きの中央の眞上に来るようにしてここから小さな鉛錘を吊しその中心が丁度浮きの浮心に一致するようにした。静水面にこの浮きを浮かべると、鉛錘は丁度浮輪の中央に来た。之を造波装置のある水槽に浮かべて波を當てると、浮きは波に従つて傾斜するが鉛錘は依然として中央にあり、之をみている眼からは水面が波で亂されているのを信ぜられない程であつたということである。しかし水槽の縁をみれば波の傾斜が15度から20度位もあるのがわかるので、重錘を吊した線がこれだけ鉛直から傾いたことになる。同様の實驗を彼は海面でも試みたが、岸邊に近い巻き返つた波の上向きに凹んだ面においてさえも鉛錘はやはり中央にあり、従つて鉛錘がその懸垂點よりも上へ來るのを觀察することが出来た。以上の事實から水面における水の粒子の代りに水面に浮んだ小物體においても前に述べたような力の平衡が成立するということがわかる。Froude は更に船體に比してあまり波長の大きくない場合に對しても考察を進め次のような結論を導いた。静止した水中では水平の層をなした水の部分においては壓力が一定であり、この部分に屬する水の粒子は鉛直上向きの力を受ける。他方波動している水中では壓力一定の層が曲線状をなし、之に屬する水の粒子に加わる力はこの曲線に直角な方向を向いてゐる。そしてこの壓力一定の層は水面にほぼ平行であらうと考えた。船のように水中に浮んだ物體をその排除した水の塊に置き換えて考えれば、それを構成する一つ一つの粒子は上に述べたように等壓面に直角方向の力を受けるのであるから、もしこの等壓面が水面に平行ならば物體に加わる力の方向は水面に直角であらう。かくて静水中において鉛直が平衡の位置であるとすれば、波の中では鉛直に對して波

面の傾斜に等しいだけ傾いた方向が平衡の位置となり、波浪中の復原力はこの傾いた方向を基準にとる時は、静水中において鉛直方向を基準とした場合と全く同様に論ずることが出来るというのである。水面下の等圧面が表面に平行であるという点に関しては反対意見があつたので、Froude は翌年之に對する補足を加え、波長100呎波高10呎のトロイド波に對して計算を行つて幅40呎吃水15呎の船あるいは幅30呎吃水20呎の船が之に浮んでいる時は、之に加わる力の傾きが波の傾斜を30%程減じたものに相當するという結果を得た。(文献2)之がいわゆる有効波傾斜 (effective wave slope) の概念であつて、今日に至るまで波の中における船の運動を論ずる際の根本假定をなしているものである。

Froude に遅れること35年程して、當時聖ペテルスブルグ海軍大學の教授であつた Kriloff は、船の波浪中における縦揺に關する新しい理論を立て1896年の英國造船協會の席上で発表した。(文献3)この理論の中で彼は船體に働く波の力を求めるのに Froude のやつたような直觀的方法によらずして全く數學的な方法を用いたのである。この方法では船體が存在しているにもかかわらず海洋波の運動が亂されることがないという假定の下に、亂されない海洋波の中の壓力を船體表面上に積分して船體に働く力が計算されるものとしたのである。ここに設けられた假定は根本的には Froude のものと同一であり、船の横方向から波の當る場合のように波の大きさに比較して船體が小さい時には、Kriloff の方法で計算した値は Froude の求めたものに一致するのである。以上のような Froude および Kriloff の假定は現在もなおそのまま受け入れられており、船の運動に關する研究において今日なお波の力が以上のような根本假定の下に計算されているのである。一例を挙げれば1951年發表された Weinblum の海洋における船の運動に關する総合的な研究の中で、波の力を求めるのに Kriloff の理論がそのまま採用されているのを見ることが出来る。(文献4)

1924年末廣博士は造波裝置を有する試験水槽中で小型模型船の横揺實驗を行い、模型船に働く横方向の力の時間的平均が零とならず一定の漂流力を生じている事定を測定した。(文献5)この力は一般には小さいものであるが同調動揺を起すような時には著しい大きくなるものである。末廣博士はこのような力の原因として舷側における波の反射を考えた。このような波の反射に關して興味ある論文が1939年 Kreitner 博士によつて發表された。(文献6)彼は從來の理論においては船體表面で波が反射されることにより舷側に沿つた波の形が變形する

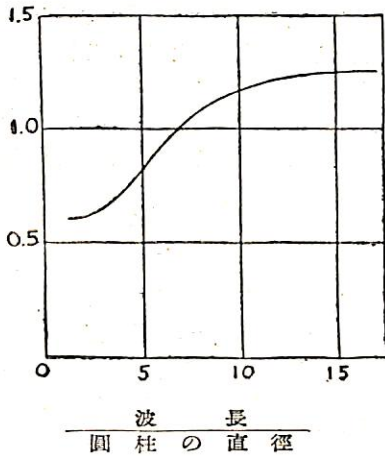
という点が見逃されていることを指摘し、この波の變形が船の運動に大きな影響を持つていと主張した。例えば船首を波に向けて静止している船を考えると、波は船首において左右に分けられ船尾において再び合一する。そのため波の高さが船體前部では増加し後部では減少するのである。このことは静止している物體に波が當る場合にこの物體によつて新たに波が発生し、之がもとの海洋波に合成されるという点から説明され、島や大きな船の後方にいわば波の影ともいふべき静かな水面が出来る現象等はその一例である。Kreitner は船首と船尾の入射角および長さとの比が一般の船の平均値であるような場合、船首における波の高さは之に當る海洋波の高さの約4/3であり、また船首においては之が2/3になると結論した。しかしながら以上のような Kreitner の結論はあまり正確な理論的根據に基づくものではないように思われる。事實末廣博士の測定した横方向の漂流力は波の反射を考えなくとも Kriloff の理論から計算した周期的な力によつても船體の運動を考慮する時は出て来るものであることが、渡邊博士によつて明かにされたのである。(文献7)

波の反射に關する嚴密な理論を立てたのは英國の物理學者にして船の造波抵抗で有名な Havelock 教授である。1940年王立科學協會々誌の紙上に發表した論文において、彼はまず長さ16呎幅1.5呎の簡單な模型に關してその舷側に沿つた波高を近似的に計算した。(文献8)之に當る波の長さが模型の全長に等しい場合に、船首船尾における波高の増加あるいは減少は最高10%程度となつた。彼は次いで無限に長い直立した圓柱および拋物線の水線を持つ直立した壁に當る波の運動に對し嚴密な理論を立てた。物體に働く力に關して彼はまず無限に廣い直立した平板に波が當る時、この板の表面に加わる力を求めたのである。高さHなる波が α なる角度で板に當る場合、之に加わる力の時間的平均値は單位幅當り $1/8 g_0 H^2 \sin \alpha$ となつた。彼は更に前述の直立圓柱に對する同様の値を求めたが、波長が圓柱の直徑に比べて小さければ力の時間的平均値はほぼ $1/6 g_0 H^2 a$ となることを見出した。但し a は圓柱の半徑である。この値は圓柱表面の各部分を無限に廣い平板の一部と見做してこれら部分部分に前記の平板に對する値を用い、之を圓柱の前面に亘つて積分して得られる値に等しくなる。この興味ある事實がもし任意の水平斷面を有する柱に對して當てはまるものとすれば、船體表面において波が反射したため生ずる力の上限を求めることが出来よう。Havelock はこの論文において主として力の時間的平均値に對する考察をしており、力の周期的な部分に關しては餘

り深く考えてはいないようである。そのためか彼がその後發表した論文においては船體に働く周期的な力に對して古い Kriloff の計算法を採用している。(文献9)しかしながらわれわれがもし Havelock の直立圓柱に關する結果を仔細に検討する時は、波長が直徑に比して遙に長い場合之に働く周期的な力が亂されない波の中の壓力から計算した値の約2倍にも達することを見出すであらう。

Froude の考え方では波の中に浮んでいる船體が波を構成する水の粒子の集まりで置き換えられるものと假定されており、Kriloff の理論においても全く同様の假定が爲されている。もし船體が全く波のまにまに揺れ動き水の運動が之によつて少しも妨げられないとしたならば、以上の假定は成立するものとみて差支えないであらう。しかしながら船體自身はある大きさを持つており之に相當するだけの水の部分を考えると、之は波の運動とともに絶えず變形するから、船體がこのような水の部分で置き換え得るといふことはいうまでもなく嚴密なものではないのである。加之われわれが船の運動を論じようとする場合に、船の運動が波を構成する水の運動と一致するのは極めて特殊な場合であり、一般には船が波に對して相對運動をするものとするのが自然であらう。そうすると波の運動は船體によつて多かれ少かれ亂される譯であつて、水の壓力も亂されない波の中におけるのは當然異つて來る。船體が波の運動に逆らつて動けば、水の運動が攪亂される反作用として船體の運動を阻止する方向に力が働くので、從來この作用はしばしば能動抵抗 (active resistance) と呼ばれて來た。しかしながらこのような名稱は適當ではないように思われる。今水中に固定された物體に波が當る場合を考えよう。この物體は當然自由な波の運動に對する障害物となり、物體周囲の水に加速度の變化を生ぜしめる。この加速度の變化に對應して壓力の變化を生じ、そのため物體に働く力は亂されない波の中の力とは異り一般に物體を動かそうとする力が增加するのである。従つてこのような波の運動を亂すために生ずる力は必ずしも船の運動に對する抵抗として働くものではなく、かえつて波の力を増す方向、すなわち物體の運動を更に一段と促進せしめる方向に働くのである。物體が水の運動とともに揺れ動く場合、物體と水との間に相對運動がないから之に働く力は亂されない波の壓力から出て來るものに等しく、それは物體の排除した水の、あるいは物體が水に浮んでいれば物體自身の慣性力、すなわち物體の排除した水あるいは物體自身の質量に物體に當る流れの加速度を乗じたものと釣り合つてゐることは、既に Froude によつて指摘され

た通りである。所が物體が固定されて静止していると水には更に新たなる加速度が生ずる。それがどのようなものであるかを調べるために、静止した流體中にある加速度で運動する同様の物體を考えよう。物體に働く力にはまず第一に物體自身の慣性に釣り合う部分がある。もし真空中に物體がある場合には、このような力を加えるだけで物體は所要の運動を行うのである。次に物體が流體中で運動するために周囲の流體に加速度を生ぜしめ、この反作用によつて流體から物體に加えられる力がある。従つて流體中で物體に所要の運動を行わせるためにはさきに述べた物體の慣性に釣り合う力の他にこのような力だけ餘分に加えてやらなければならないのである。このような力は物體の加速度に比例するから、あたかも流體中においては物體の慣性質量が真空中に比して増加したような結果を生ずる。この現象は一般に見掛けの質量効果と呼ばれており、その増加率は慣性係數と呼ばれるものである。再び波の中に固定された物體を考えれば、もし物體に比べて波の規模が遙かに大きいときは、波による物體のまわりの流速は大體一樣と見做し得るから、物體の近くの流體運動は一樣な流れの中に物體が置かれた場合に近くなるであらう。従つて物體によつてこの流れが亂される模様は静止した流體中を物體が同様の速度で運動する場合と同等になる。かくて物體の存在によつて周囲の水に生ずる加速度は静水中を物體が運動する場合のそれと等しくなり、物體に働く力もやはりそれら兩者において同等となる。之をいい換えれば、波の中に固定された物體に働く力が波とともに自由に揺れ動く物體に働く力に比して増加する割合は、波によつて物體の位置に生ずる速度に大きさ等しく方向反對の速度でその物體が静水中を運動する際の慣性係數に等しいということになる。先に述べたように Havelock の直立圓柱に關する結果で波長が十分大きくなると之に働く周期的な力が亂されない波の壓力から計算した値の2倍になるが、之は丁度圓柱の慣性係數1に一致している。筆者は水中に没した軸を水平にした圓柱、球および回轉筒體に波が當る際、これらに働く力を計算して、もしも物體の攪亂作用によつて生ずる流體運動におよぼす水面の二次的な影響を考慮しないときは、波長の如何にかかわらず固定された物體に働く力が、亂されない波の中の壓力から計算した値に比して、丁度慣性係數の割合だけ増加するという結果を得た。(文献10)所が水面の二次的な影響を入れて考えるとその増加率は變化して來る。一例として軸の深度が直徑に等しい水中の没水圓柱に横から波の當る場合に關して計算した結果を圖示したが、ここにみられるように波長によつてかなり變化している。水面に浮



んだ船體のように物體の一部が水面上に現れている場合にはこの影響が一層大きくなるものと考えられるので、上に述べた結論をそのまま當てはめることは出来ないであらう。一部を水面に出して浮んでいる物體に波が當る場合、之に働く力を求めることは數學上の著しい困難を伴い、このような問題に對する解法が今までに試みられなかつた譯ではないが、具體的な數値例を出し得るまでには至つていないように思われる。(文獻 11) ただ筆者が没水體に關する理論に出て來る式を仔細に檢對した結果、波長が物體の大きさに比べて十分に大きければ、水面の二次的な影響を考慮に入れても波の力の増加率をそのような波によつて起される強制動搖における慣性係數に等しいと置くことが近似的に許し得るのではないかと考えるのである。この場合の慣性係數は勿論水面の影響を考慮に入れた値であるから、無限に擴がる流體中で普通に定義されたものとは異り、運動の週期によつて變化するものである。

波の力の増加に關して以上述べた他に、物體が一樣な前進速度を持つ影響が Havelock によつて調べられた。(文獻 12) 彼は没水回轉橢圓體について波の運動に一樣な流れを重ね合せ、水面の二次的影響は之を無視して計算を行つたが、進行方向の力は前進速度によつて變化しないが上下および左右方向の力および偶力は前進速度によつて大きな影響を受けるといふ興味ある結果が得られた。

之まで主として波の中に固定されて静止した物體に働く力について調べて來た。しからば物體が波の力によつて自由に運動する場合はどうなるであらうか。そもそも運動する流體中の壓力變化はその流體部分の加速度に比例するものである。今波の中で物體が運動する時に起る流體の運動を考えるに、この運動は静止している物體に

波が當る時の運動と、静止している流體中で物體が運動している時の運動との合成されたものと見做すことが出来る。従つてこの際に生ずる壓力變化は上記二つの運動における壓力變化を單に加へ合せたものに等しいと考えることが出来る。静水中で周期運動をする物體に働く力は、運動に對する減衰力を考えなければその物體の加速度に比例し、一般にその物體の排除した水の持つ慣性力との比、すなわち前にも述べた慣性係數であらわされる、水中に浮んでいる物體ではその質量が排除した水の質量に等しいから、水に浮んだ質量 m なる物體が v なる速度で動いている時に水から受ける力は $-km\dot{v}$ と書くことが出来る。ここで k は慣性係數であり、 v の上の點は時間で一回微分することを示す、一方静止している物體に波が當る場合にその物體の受ける力は、亂されない波の中の壓力から計算した値 F_0 よりも大きいことは既に述べた所であるから、之を $(1+k')F_0$ と書こう。そうすると波の中で物體が運動している際に水から受ける力は $(1+k')F_0 - km\dot{v}$ となる。もしも物體に働く外力が波によるものだけであるとすれば、この物體の運動方程式として次のような式が得られる。

$$m\ddot{r} = (1+k')F_0 - km\dot{v}$$

但し r は物體の位置をあらわし $v = \dot{r}$ である。この式を書き直して

$$(1+k)m\ddot{r} = (1+k')F_0$$

とすることが出来るが、前に述べたように波の力の増加率が慣性係數に等しいとすれば兩邊を $1+k$ で割ることが出来る

$$m\ddot{r} = F_0$$

すなわち見掛けの質量および波の増加を考慮しない場合に等しくなり、Froude あるいは Kriloff 理論と一致する。所が運動に對する減衰力あるいは水の静壓に基づく復原力を考慮するときは、運動方程式が

$$m\ddot{r} = (1+k')F_0 - km\dot{v} - N\dot{r} - Kr$$

となり、 $k = k'$ と假定すれば

$$m\ddot{r} + N\dot{r} / (1+k) + Kr / (1+k) = F_0$$

のように書き得る。ここで $N\dot{r}$ は減衰力、 Kr は復原力であるが、上の式ではこれらが見掛け上 $1/(1+k)$ の割合で減少したのと同様の効果を生じている。

William Froude の研究が最初に發表されかてら一世紀近くも経過した今日、なお彼の立てた波の力に關する根本假定は波の中の船の動搖を研究する上の基礎となつている。彼の假定は確かに多くの面で合理的であり、その應用の簡便さとあいまつて今までの研究ではそれで十分に事が足りたのであつた。しかしながら實際の航海状態における船の性能の研究が益々重要視されて來た現

在、波浪中の船の運動に關する理論をもう一步前進させるためには、どちらかといへば直観に基ずいた Froude の理論がそろそろ根本的に検討し直される段階に來ているのではなからうかと筆者は考えるのである。之までいろいろと述べて來た所以もまたこのような所にあるのである。

参 考 文 献

- 1) W. Froude, On the rolling of ships. T. I. N. A. 1861
- 2) W. Froude, On the rolling of ship. T. I. N. A. 1862
- 3) A. Kriloff, A new theory of the pitching motion of ships on waves, and of the stresses produced by this motion. T. I. N. A. 1896
- 4) G. Weinblum and M. St. Denis, On the motion of ships at sea. T. S. N. A. M. E. 1950

- 5) 末廣恭二, The drift of ships caused by rolling among waves. T. I. N. A. 1924
- 6) J. Kreitner, Heave, pitch and resistance of ships in a seaway. T. I. N. A. 1939
- 7) 渡邊惠弘, Some contributions to the theory of rolling. T. I. N. A. 1938
- 8) T. H. Havelock, The pressure of water waves upon a fixed obstacle. Proceedings of the Royal Society. 1940
- 9) T. H. Havelock, Notes on the theory of heaving and pitching. T. I. N. A. 1945
- 10) 丸尾孟, Force of water waves on an obstacle. 造船協會論文集 第95號
- 11) F. Ursell, On the rolling motion of cylinders in the surface of a fluid. Quart. Journ. of Mech. and Appl. Mech. 1949
- 12) T. H. Havelock, The forces on a submerged body moving under waves. T. I. N. A. 1954

天然社・新刊

上野喜一郎 著

船の歴史 (第二卷)

A5判 上製 300頁 定價 420圓 (送50圓)

内 容

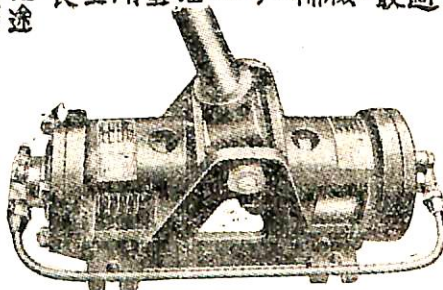
- 1 船の材料
 - 1 木船 2 木鐵交造船 3 鐵船 4 被覆船
 - 5 鋼船 8 コンクリート船 7 輕金屬船
 - 2 船の構造
 - 1 船體構造の變遷 2 木船構造の改良 3 鐵鋼船構造の發達
 - 4 二重底および水槽 5 船體の構造方式 6 材料の接合 7 特殊構造 8 船體の強さ
 - 3 船の形態
 - 1 船體 2 船首尾 3 上部構造 4 船の形態の變遷
 - 4 船の安全
 - 1 船體の構造 2 滿載吃水線 3 水密區畫
 - 4 防火區畫
 - 5 船の大きさ
 - 1 船の大きさ 2 船の積量 3 船の大きさの推移
 - 4 船復の推移
- 附録 汽船の發達史上有名な船の要目 (1)

陸船用手動空氣壓縮機

壓力・30kg/cm² 專賣特許366723
 容量・464cm³行程 出願番号 393049
 用途・各種機械始動用其他 7633

燒玉機関始動用補機

壓力・10kg/cm²
 容量・930cm³行程
 其他 食堂用重油バーナー補機=最適
 用途



壽産業機械株式會社

本社・工場 埼玉縣川口市本町 2-57
 第二工場 埼玉縣川口市並木町 1-2611
 電話 川口 3400番

超大型鮪漁船第二十一黒潮丸の概要

三菱造船株式會社

本船は最近の鮪漁場遠隔化に伴う漁業能率の低下、漁獲物の鮮度の悪化、乗組員の疲労の増大を防止する爲に日魯漁業株式會社が従來の經驗に鑑み雄大なる構想のもとに計畫されたもので、下記要目の示す通りその大さ並びに設備においてまさに畫期的な鮪漁船である。

本船は今後その卓越した性能をもつて鮪漁業界の新生面を開拓するものと期待されている。

船主 日魯漁業株式會社
 建造所 三造船株式會社下關造船所
 起工 昭和29年1月16日
 進水 " 4月23日
 竣工 " 6月19日

1. 船體主要項目

船質 鋼
 甲板層數 2
 漁業種類 鮪漁船(第二種)または冷蔵運搬船(第三種)
 長さ(漁船法) 74.00米
 " (垂線間) 72.00"

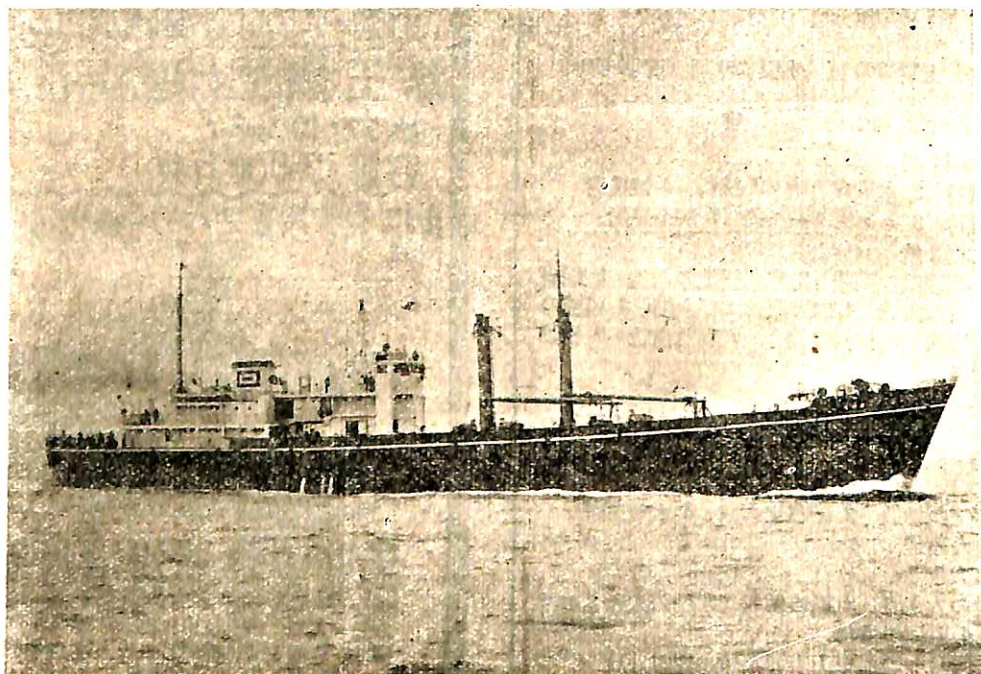
幅(型) 12.50米
 深さ(〃) 7.50〃
 満載吃水(〃) 5.00〃
 總噸數 1,858.27噸
 公試速力 14.20節
 魚艙正味容積 1,756.32米³
 燃料油艙容積 564.20〃
 清水艙容積 178.51〃
 乗組員 132名

2. 主機械

臺數 1
 型式 2サイクル單動ディーゼル機關
 氣筒數 6
 氣筒徑×行程 520耗×700耗
 回轉數(毎分) 200
 定格出力 2,100 B.H.P.
 製造所 三菱日本重工横濱造船所

3. 發電機械

臺數 3



第二十一黒潮丸

原 動 機
 型 式 4 サイクル單動ディーゼル機關
 氣 筒 數 6
 氣筒徑×行程 320 耗×330 耗
 回轉數(毎分) 500
 定 格 出 力 225 B.H.P
 製 造 所 三菱日本重工横濱造船所
 發 電 機
 型 式 半防滴型直流發電機
 出 力 150 KW
 電 壓×電 流 230 V×652 A
 製 造 所 神鋼電機

4. 甲 板 機 械

揚 錨 機 40 H.P 電動式
 繫 船 機 20 H.P "
 操 舵 機 10 H.P ジャンネー型電動油壓式
 揚貨機(5 吨港) 57 H.P 電動式 3 臺
 " (3 ") 28 H.P " 1 "
 ラインホーラー 10 H.P "
 碎 氷 機 10 H.P " 40 吨/時 1 臺

5. 漁 艇

隻 數 6
 主 要 寸 法 13.07 米×3.40 米×1.29 米
 主 機 械 43 B.H.P ディーゼル機關

6. 冷蔵冷凍設備

アンモニア壓縮機
 臺 數 3
 型 式 高速多氣筒式
 冷 却 能 力 74 冷凍吨
 原 動 機 90 B.H.P 電動機
 製 造 所 三菱電機
 魚輪冷却方式 鹽カルブライン冷却
 魚輪保冷温度 -18°C (海水温度-30°C)
 急速凍結裝置
 A. フラットタンク式
 臺 數 4
 型 式 アメリカ式 8 段セト (油壓式昇降装置付)
 B. 凍 結 槽

冷 媒 食鹽水
 凍結槽全容積 74.76 米³ (6 區畫)

7. 諸 裝 置

通 信 裝 置

船 内 電 話 磁 石 式 富士通信
 エンジンテレグラフ セルシン式 東京計器
 擴 聲 裝 置 50W 日本無線
 計 測 裝 置
 音響測深儀 1,800 米測深 日本電機
 風向風測計 コンシンペーン式 光進電機
 自記電氣水温計 抵 抗 式 理化電機
 魚輪用温度計 " "
 主機回轉計 " 横河電機
 主機用電氣温度計 熱 電 式 "
 舵角指系器 セルシン式 東京計器
 電動測深儀 1.5 H.P "

航 海 計 器 裝 置

レ ー ダ ー レビューター組込式 12 吋 25 哩 デッカー
 ロ ラ ン スペリー式 東京計器
 ジャイロコンパス 須 式 "
 自動操舵機 " "
 コースレコーダー " "
 電氣式測程儀 布谷計器

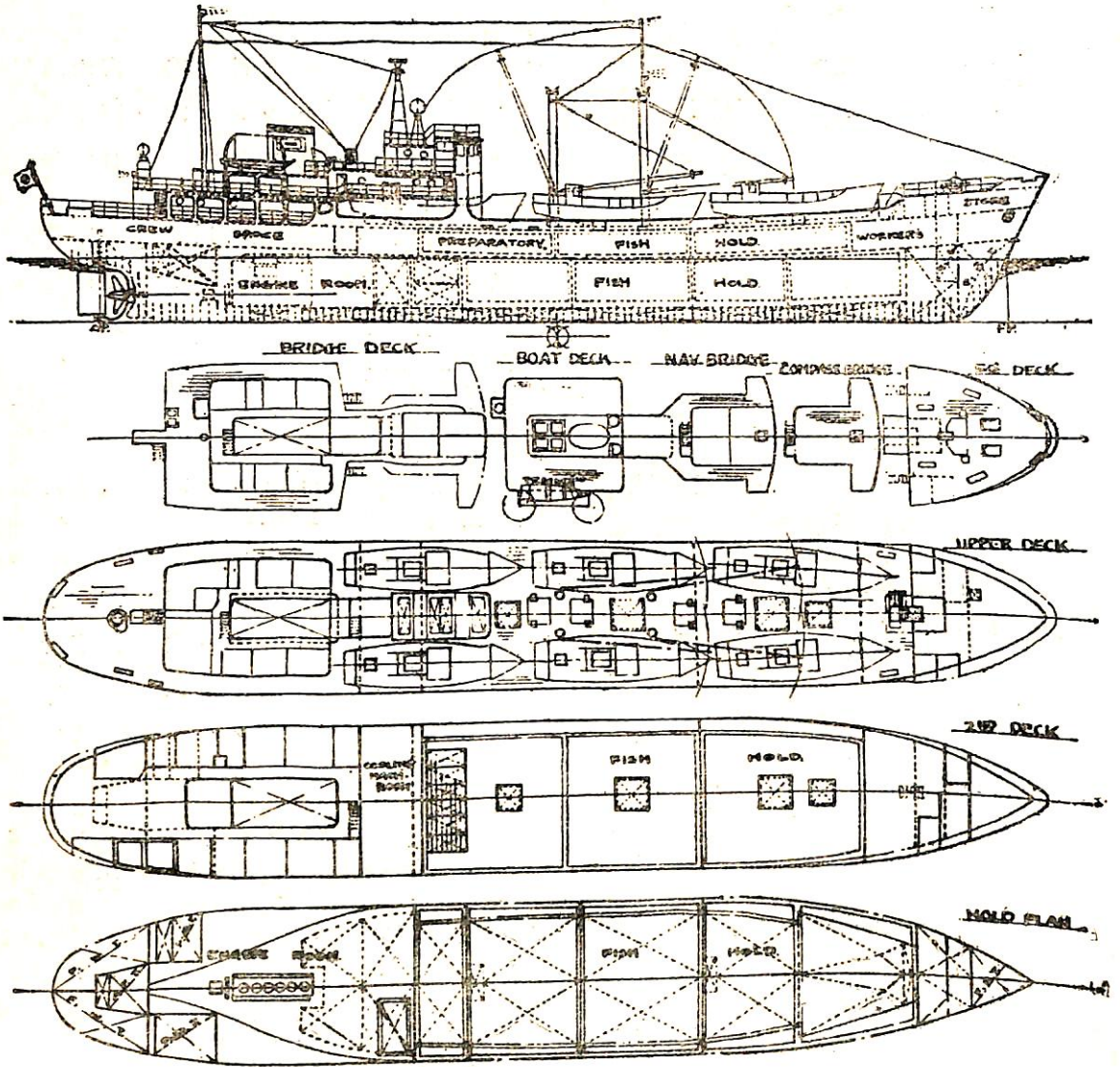
無線方位測定機 可視可聴ブラウン管式 大洋無線

無 線 電 信 裝 置

送 信 裝 置 500W, 250W, 50W 日本無線
 受 信 裝 置 長中波, 短波, 全波 "

8. 復 原 性 能

	輕荷狀態	出漁時(鮪漁業)
排水量(吨)	1,885.83	3,167.33
平均吃水(米)	3.18	4.88
K G (〃)	5.19	4.29
G M (〃)	0.86	1.17
最大 GZ (〃)	0.65	0.98
復原範圍(度)	72.7	95.7



第二十一 黑潮丸 一般配置圖

1. 緒 言

ヒューズは電気機器並びに電路を過負荷、短絡および接地等による事故より保護するために使用するもつとも簡単な保護装置であるが、簡単なだけに種々の使用状況に對應する完全なものを得ることは極めて困難である。従来わが國で使用されてきたヒューズの性能には、保安上甚だ遺憾な點が多かつたので、日本海事協會では船用として、保證することのできるヒューズを得ることを目的とし、各國のヒューズ規格について研究を初め製造者および使用者側とも、度々協議を重ねた結果昭和26年度に新しい規定を作つて、これを製造に移し、關係者の並々ならぬ苦心を経て漸く本會の認定品として、推奨することのできるものを得られるに至つた。

以下ヒューズに關する一般的な説明、各國規格によるヒューズの特徴およびNK新規定のでき上るまでの経過並びに内容について、説明を加えることとする。

2. ヒューズの種類

ヒューズの種類を外形並びに使用方法によつて區別すると次のようになる。

1. 外形による種別

ヒューズをその外形にて區別すると次の3種になる。

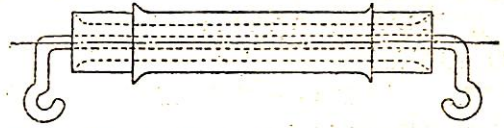
1) 開放形

一般に糸ヒューズまたは爪付ヒューズと稱するものがこれに屬し、エレメントがむき出しでなんらの包装をもたないものである。糸ヒューズはヒューズ線のみより成り、爪付ヒューズは、線または板状のエレメントの両端に接線端子をつけたものである。この種のヒューズはわが國では、陸上で支回路保護に相當使用されておるもので、取付が簡便でかつ安價な得點はあるが、容易に定格の異なるものと取換えられるにおそれあり、かつ溶斷の場合溶融金屬が周邊に飛散し取扱上危険が多いので、外國では殆んど使用されていないようである。

2) 半閉形

半閉形ヒューズとは、エレメントがむき出しになつてもおらずまた容器中に閉ざされてもいない種類のものでその形状にはいろいろ考えられるが、實用されておる一例を挙げれば、次圖に示すように中空の磁器製筒の内部にヒューズ線を通したのものがある。歐洲方面では古くから船に、相當使用されており、ガスが抜け易いため比較的遮斷特性のよいものを得ることができ、この形も容

易に定格の異なるエレメントと取付けられる缺點ありかつ裸ヒューズ程ではないが、遮斷に當つて火焰、溶融金屬または熱いガスを外部に出し、取扱上の危険が少くないのでNK規則では採用しないことにした。LRでは今なおこの種類のものの使用を認めておるようであるが、これは舊くからの慣例によるもので、現行LR規則のヒューズ構造規定には適合しないように考えられる。



第1圖 半閉筒形ヒューズ

3) 全閉形

全閉形とは、全閉容器内にエレメントまたはエレメント保持器が納められておる形式のものである。これには完全密閉のものもあるが、内部に直接貫通しなければ少しばかりのガス抜孔や溶斷標示用の孔をもつ程度は差しつかえないとされておる。その代表的な形式として全閉筒形と全閉栓形の2種類がある。全閉筒形とは両端に金屬製のキャップをもつた、絶縁物の筒とその内部にエレメントまたは、エレメント保持器を納めた形式のものである。また全閉栓形とはエレメント保持器を内蔵するネジ込式の栓と、これと組合される栓受とより成り帶電部のほかは、一般に磁器が使用されておる。いずれも溶斷の際して外部に火を吹きまたは熱いガスを出す等の危険がない。船用としてAB規則ではアンダーライター規格(UW)の全閉筒形を指定しており、歐洲方面では獨逸規格(VDE)の栓形のものも多く使用されておる。わが國では筒形および栓形とも船用として古くから、使用されておりそれぞれの特徴もあるのでNK規則では、この兩者とも標準として採用することにした。

(備考) ここにいうエレメント保持器とはエレメントを單獨で使用する場合よりも、その遮斷能力を増大せしめる目的でエレメントを一つの容器内に納めそれ自体を1個のエレメントとして取扱うものである。

2. 使用方法による種別

ヒューズを使用方法によつて區別すると次の2種になる。

1) 再用形

再用形とは、エレメントが溶斷した場合エレメントま

たはエレメント保持器を取換えることにより、筒または栓を何回も使用できる形式のもので、誠に経済的ではあるが一般に筒形のものでは、異なる定格のエレメントを取付けたり、または使い古した不完全な筒を使用し、回路保護に支障を来す場合がないとは云えない。AB規則で船に再用形の使用を禁じておるのもこのためである。栓形ものは一般にゲージリングを用いて異なる定格のエレメントを使用することができないようになっておるから、上記の心配は生じない。また J I S 新規格案では、栓形ヒューズを非再用形として取扱つておるが、筒形の場合にも栓形と同じ性質をもつエレメント保持器を使用した、再用形のものがあるので NK 規則ではこれを再用形として扱うこととした。

2) 非再用形

非再用形は、筒形ヒューズに多く用いられる形式で、筒とキャップとがセメント、またはリベットで結合されておりエレメントが遮断すると筒もろともに廢品となる種類である、従つて再用形に比べると不経済なわけであるが、その利點とする所は再用形のようにエレメントを誤用される恐れなく、つねに機器および回路を完全に保護しうることにあり、AB規則で非再用筒形種類に限定しておるのもこのためで、船の安全と取扱の簡便上からみれば、これに越したことはないが、わが國のように資源に乏しく經濟上の困難の多い國ではこれを強制できないので、NK規則では再用、非再用の兩形式とも認め重要な回路には、非再用筒形または栓形を用いることを推奨し、その他の回路には安價な再用筒形を使用して差しかえないことにした。なお、LR規則では再用、非再用の區別はないがタンカー用に限り、内部につめものを使用した全閉形ものを要求しておる。

3. ヒューズの定格

各國で使用されておる主なヒューズ規格により、その定格電壓、筒または栓の定格電流、エレメントの定格電流、および遮断電流定格を一覧表として示せば第1表のようになる。この表により各國の規格と NK 規則によるヒューズの定格を比較し NK が規則の制定に當つてとつた方針について説明を加えることとする。

1) 定格電壓

UW および VDE では、定格電壓に交直の別を設けず、すべて直流にて試験を行い、交流回路にも使用を認めておる。また BS では直流用には直流電源を用い、交流用には交流電源を用いて試験し、それぞれ別個に取扱ひ混用してはならないと規定しておる。NKでは交流で試験したものは直流用としては認めないが、直流で試

験したものは同電壓の交流に使用することを認めておる。UW および VDE のように交直の別をなくすることが望ましいのであるが、なかには交流専用としてよい特性をもつものがあるので、交直兩用のほかに交流専用のもも認めることとした。また BS にだけ 100V 級のものがあるが、できるだけ品種を減らす目的で 115V および 230V 回路に 250V 定格のものを用い 450V 回路に 500V 定格のものを用いることとした。

2) 筒または栓の電流定格

BS では、容器の電流定格については規定されていないが、UW および VDE では規定されており UW で 30A となつておるものが、VDE では 25A となつておるほかは一致しておる。NK では、UW の規定しておる數値すなわち 30, 60, 100 および 200A の 4 通を採用することにした、この數値はまた J I S C8314 および J I S 新規格案とも一致しておる。

3) エレメントの電流定格

種々な回路状態に對してこれを完全に保護するためには、エレメントの電流定格の段階は多いに越したことはないが、一方取扱が煩雜になり豫備品も多く要することになるから、できるだけその段階を整理してその缺陷は、適用上の別の面で補うことが望ましい。この段階の數および電流値は各國規格により差異しておるが NK では、使用上の便を計り UW と同様に 3A から 200A までを 15 段階とした。これらの數値は J I S C 8314 並びに J I S 新規格案とも、ほぼ一致したものである。NK では負荷の種類により回路導線の大きさを變えることによりすべての場合に回路保護の目的を全くするように取計つておる。その内容については拙稿「NK規則による船内の回路保護装置について」を参照せられたい。また NK では前記 15 種類のほかに計器、標示燈、制御回路等の小電流を通ずる回路保護用として 1A のものも使用を認めておる。

4) 遮断電流定格

ヒューズは、これで保護しておる回路に短絡を生じた場合に、安全に回路を遮断する必要がある。この短絡電流の大きさは回路のもつ抵抗およびリアクタンスの大きさによつて異なり、短絡がヒューズの給電側の端子にて生じたものが最大であるからこの場合における推定短絡電流以上の遮断電流定格をもつたヒューズを使用する必要がある。UW では遮断電流定格を 1000A - 種類とし BS および VDE では數種ものを規定しておる。遮断電流定格の種類もできるだけ少しく UW のように一種に限ることは、使用上望ましいことであるが、遮断電

第 1 表 各規格におけるヒューズの定格

規格名	定格電圧 (V)	容器の定格電流 (A)	エレメントの定格電流 (A)	遮断電流定格
B S	DC 115 // 230 // 460 AC 250 // 440		5, 15, 30, 60	1000
				4000
			5, 15, 30, 60, 100, 150, 200	16000
V D E	500	25	6, 10, 15, 20, 25	5500 10000
		60	35, 60	
		100	80, 100	
		200	125, 160, 200	
U W	250 600	30	(1) 3, 6, 10, 15, 20, 25, 30	10000
		60	35, 40, 45, 50, 60	
		100	70, 80, 90, 100	
		200	110, 125, 150, 175, 200	
N K	AC 250 500 250 500	30	(1) 3, 5, 10, 15, 20, 30	2500 5000 10000
		60	40, 50, 60	
		100	75, 100	
		200	125, 150, 175, 200	
J I S 新規格 案	DC 125 // 250 AC 125 // 250 // 600	30	3, 5, 10, 15, 20, 30	1000
		60	50, 60	2500
		100	75, 100	5000
		200	125, 150, 200	10000
		200	125, 150, 200	20000
J I S C 4314	AC 250	30	3, 5, 10, 15, 20, 30	5000
		60	40, 50, 60	
		100	75, 100	10000
		200	150, 200	

(備考) 1. 各規格とも電流定格は 200A 以下のものについて示すことにした。
2. 括弧内の電流定格は計器用ヒューズを示す。

流定格の大きいものをうることは、製作上相當困難を伴い現在のわが國情では高價になるを免れないからこれを數種に分け、それぞれ必要とする、回路に使用するのが當を得た方法である。B S には遮断電流定格 16500A をまた J I S 新規格案では、20000A のような高いものもあるが、船でヒューズを使用する回路には、このような推定短絡電流をもつ場合が殆んどないからNKでは、技術上、經濟上の面より考え 2500, 5000 および 10000A の三種に規定した。現行の J I S C 8314 では 60A 以

下のものを 5000A, 60A を超えるものを 10000A と規定してあるが、市販されておるものはこの規定よりは遙かに低く、遮断容量 1000A にも達しないものが多い現状である。

4. ヒューズの寸法

NK 規則による筒形ヒューズの寸法は、A B 規則が採用してある U W の寸法に近い適當な寸法を選びできるだけ互換性を保たしめることとした。その對照表を示せ

は第2表の通りである。しかしUWによるものはインチ単位(表では対照の便宜上 mm で表わした)であり、NK規則によるものは mm 単位であるため完全な互換性を保たしめることはできなかつたが、この二つの異なる規格によるものを換備品として使用する必要を生ずることは、殆んどなく稀にその必要を生じた場合にも、この程度の相違ならば受金の方に一寸手を加えることにより、使用可能な範囲内にある。なお、このNK標準寸法はJIS新規規格案による寸法とも完全な互換性をもつものである。また60A以下のヒューズに對しても双形接觸のものを希望される向もあるが、歐米各國とも60A以下には筒形接觸のものが用いられておる。わが國で筒形接觸のものが接觸不良になり易いというのは構造や材料の不良にもよるが主な原因は熔斷特性の不良による過熱から來るものでNK規則によるものを使用すればその心配は無用と考える。

5. ヒューズの材料

1. 筒、栓または栓受の材料

筒形ヒューズの筒および栓形ヒューズの栓、栓受等の材料には主として次に示すものが使用されておる。

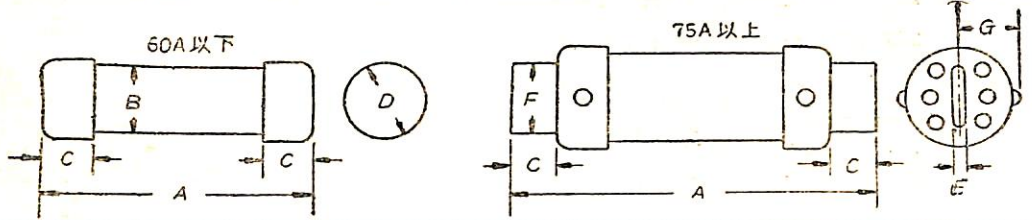
1) ファイバー

ファイバーは、難燃性をもち安価でかつ入手しやすい關係上、わが國および米國では、ヒューズ筒の材料としてもつとも廣く使用されておる。そのうち赤ファイバーは、機械的強度やネジ切り加工に不十分な點があるので、遮斷容量の低いものかまたは内部につめたものを施した非再用形に多く用いられ、再用形に對しては、一般につめものを用いないため遮斷に際して生ずる内壓に耐えらるよう、機械的強度の大きいホーンファイバーが選ばれておる。

2) 磁 器

歐洲方面では、ヒューズの筒、栓および栓受到磁器が使用されておる場合が多い、これは船級規則で不燃性、

第2表 筒形ヒューズの寸法



形番	ヒューズの寸法 (mm)							
	定格電流 (A)	A	B	C	D	E	F	G
1 形	30	50±1.0 (50.8±0.8)	13 (13.5)	13 (12.7)	15±0.2 (14.3±0.15)			
	60	75±1.0 (76.2±0.8)	19 (19.8)	16 (15.9)	20±0.2 (20.6±0.2)			
	100	150±1.5 (149.2±1.6)		25 (25.4)		3.2±0.08 (3.2±0.08)	20±0.5 (19±0.9)	15 (15.1)
	200	180±1.5 (181±1.6)		35 (35)		4.5±0.08 (4.8±0.08)	30±0.5 (28.6±0.9)	21 (21.4)
2 形	30	127±1.0 (127.8±0.8)	19 (19.8)	13 (12.7)	20±0.2 (20.6±0.2)			
	60	140±1.0 (134.7±0.8)	26 (26.2)	16 (15.9)	27±0.2 (27±0.2)			
	100	200±1.5 (200±1.6)		25 (25.4)		3.2±0.08 (3.2±0.08)	20±0.5 (19±0.9)	18 (18.3)
	200	245±1.5 (244.5±1.6)		35 (35)		4.5±0.08 (4.8±0.08)	30±0.5 (28.6±0.9)	25 (25)

(備考) 括弧内寸法はUW規格のものを示す。

非吸湿性の材料を強要されておる関係でファイバーの使用は認められていない。磁器は上記の特性のほか耐熱性にも優れておるが、変形並びに破損しやすい缺點があるので、遮断の場合の内圧および衝撃に耐えうるよう、硬質でかつ肉厚のものを選ばなければならない。また磁器のように熱の吸収率が高く、伝導率の悪いものはファイバー等の場合に比し、高温度となるを免れない関係上、一般に許容温度上昇が高くとられておるから取扱上注意を必要とする。

3) ガラス

ガラスも不燃性材料の一種でヒューズの筒に用いられることがあるが、この場合にも磁器の場合と同様遮断の内圧および衝撃に耐えるよう、硬質の特殊ガラスを使用する必要がある。ガラスは透明体であるため、溶断表示には便利な点はあるが、エレメントを適當に遮蔽しないと遮断の際強烈な閃光を發するおそれあり、また磁器に比して耐熱性が弱い缺點がある。

4) ベイクライト

わが國ではベイクライト製のものも市場品にあり、外觀はよいが可燃性材料であるから事故の生じた場合に危険で、船用としては推奨できない。

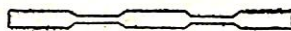
2. エレメントの材料

エレメントの材料としては、錫、鉛、亜鉛、アルミニウム、銀、銅、またはその合金が使用されておる、これらの金属のもつ主要な特性を示すと第3表の通りである。

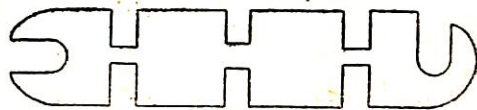
上記の材料のうちいずれがエレメントの材料としてもつとも優れておるかを決めることは、種々の條件が入り乱れておつて、簡単に決めることはできないがエレメントの材料として望ましいことは溶融點が低いこと、ガスの發生量が少いこと、酸化等品質の劣化が少いこと、丈夫で傷がつきにくいこと、および材料の入手が容易でかつ価格が低廉なこと、導電率のよいことなどである。

3. エレメントの形状

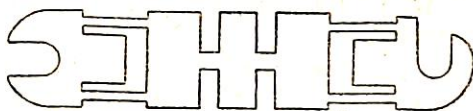
一般に使用されておるエレメントの形状は丸線または



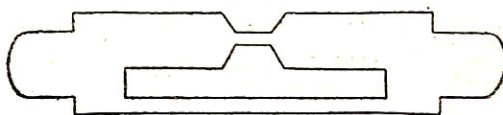
丸線の直径に段をつけたもの



SHAWMUI "SHUR LAG" 250V 100A
板状エレメントに切込をつけたもの (非再用形の一例)



"ECONOMY DELAY" 250V 100A
同上 (再用形の一例)



分流回路を設けたもの

第2圖 エレメントの形状の例

帯狀の板より成り第2圖に示すようなものがある。

4. つめもの

ヒューズの遮断容量を増加するため、エレメントの周囲につめものを使用することが多い。つめ物はエレメントの材料によつて適當なものを選ぶことが必要である。今實用されておる二、三の品種を示すと次のようなものがある。

硅砂——このものは主としてヒューズが遮断する場合の消火の作用をするもので、高温度に耐えるから銀や銅等の溶融温度の高いエレメントに使用するのに適當である。硅砂の中には種々不純物を含むものが多く加熱されたとき有害なガスを出す恐れもあるから品質のよいものを選ぶことが必要で、石英は使用中化學的變化を殆んどうけないのでつとも適當しておる。

その他に炭酸石灰、硫酸バリウム、硫酸カルシウム等が用いられ、あるものは高熱にて消火性のガスを發生

第3表 エレメントの材料の性質

金 屬 名	溶 融 點 (°C)	溶融熱量 (g-cal/g)	沸 騰 點 (°C)	蒸 發 熱 量 (g-cal/g)	導 電 率 銅 = 100	モ ー ス 度
錫	232	13.4	2260	655	14.8	1.8
鉛	327	5.6	1620	221	8.1	1.5
亜 鉛	419	25.5	907	363	27.7	2.5
アルミニウム	657	87.0	1800	2000	64.3	2.9
銀	961	25.9	1950	552	104.2	2.7
銅	1084	41.6	2300	1750	100	3.0

第4表 ヒューズの温度上昇限度

規格名	電流定格の%	周囲温度(°C)	温度上昇限度(°C)							備考
			端子	接觸部	キャップ	刃	筒	栓, 栓受		
B S	100	25	46	55	—	—	55+a	—	端子は栓形に適用する	
V D E	100	35	—	85	—	—	—	—		
U W	110	18/32	—	—	50	100A迄 50 200Aは 60	50	70		
N K	110	10/32	50	—	50	60	不燃性 60 その他 50	70	端子は栓形に適用する	
J I S 新案	110	10/30	60	—	—	70	65	70		
J I S C 8314	115	—	最高温度上昇 70°C 以下							

し、あるものはエレメントの溶断にて発生するガスを吸収化合し、その内圧を減ずる役目をする。つめものは一般に粒状のものが使用されその粒子の大きさは短絡電流に對しては、比較的影響が少いが過電流に對しては著しい影響があり、大きすぎても小さすぎてもよくないようで、それぞれの場合に応じて實驗的に定める外はない。

6. ヒューズの温度上昇

ヒューズ各部の温度上昇限度を各國規格について比較すると第4表のようになる。

本表で UW, NK J I S 新規規格案で試験電流を110%にとつたことは使用中の電源電壓の變動および低率の過負荷等を考慮したためであつて、特に UW および NK では次節に述べる通り連続通電電流を110%にとつておるので温度試験と同時に連続通電試験も行う便宜が含まれておる。また筒栓および栓受材料として磁器等の不燃性材料を使用するときは、ファイバー等の場合に比し、熱の吸取性が大きいので若干温度上昇限度を大きくとる必要を生ずるのである。

7. ヒューズの溶断特性

ヒューズに連続通電しても溶断しない電流および過電流を通じた場合ある時間内に溶断する特性について、各國規格を比較すると次のようになる。

1. BS 規格による溶断特性

LR 規則が採用しておる BS 規格ではヒューズの溶断率を次の3種に區別し、5表に示す時間内に溶断しなければならぬことになつておる。この試験には温度試

第5表

種別	溶断率 = $\frac{\text{最小溶断電流}}{\text{定格電流}}$	ヒューズの電流定格 (A)	最小溶断電流の通電時間 (時)
P種	$1.25 = \frac{125}{100}$	5	1.5
		15	2.0
		30	2.5
		60	3.0
		100, 150, 200	4.0
Q 全閉	$1.75 = \frac{175}{100}$	5	0.75
		15	1.0
		30	1.25
		60	1.5
		100, 150, 200	2.0
R種	用途に応じて決定する	200	2.5

験の場合における温度測定方法に關する條件以外の各條件が適用される。またこれらの種別の用途は次の通りである。

(P種) 比較的僅少の過流の持続に對しても、回路を保護する必要のある場合に使用する。例えば電燈、電熱回路等

(Q種) 比較的僅少の過電流に對しては、回路保護の必要はないが、それより大きい過電流に對しては保護の必要ある場合に使用する。例えば電動機回路

(R種) 上記以外の特殊用途に使用するもの

なお、この規格では連続通電しうる電流値に對しては數値を示さず製造所が連続通電してもヒューズに劣化を生ずることのないことを保證できる最小溶断電流以下の數値を指定することになつておる。

この規格の溶断特性によれば負荷の種類によつて、そ

第 6 表

ヒューズの 定格電流 (A)	試験 時間 (時)	定格電流の倍數	
		試験時間内に溶 断しなければなら ない	試験時間内に溶 断してはなら ない
6未満	1	2.1	1.5
6—10	〃	1.9	〃
15—25	〃	1.75	1.4
35—60	〃	1.6	1.3
80—200	2	〃	〃

れぞれ異つた特性をもつヒューズを使用せねばならず、また連続通電できる電流容量も製造所によつて差異しておりますので、適用が甚だしく煩繁になるを免れない。

2. VDE 規格による溶断特性

VDE 規格によるとその溶断特性には第6表に示すような規定がある。

またヒューズに定格電流の2.5倍、3倍および4倍を通じた場合第7表に示す時間内に溶断しなければならないことになつておる。なおこの試験には、次の條件が適用される。

- (1) 直流電源を使用し定格電壓の1.1倍を加えて行うこと。
 - (2) 試験は、ヒューズを常温の状態より初めること。
- この規定は、栓形ヒューズに適用されるものであるがNK規則による栓形ヒューズの溶断特性は筒形ヒューズの特性と一致させておるので、ここに示す規格値とは著しく相違するものである。

第 7 表

ヒューズの 定格電流 (A)	遮断に要する時間の限界(秒)					
	定格電流の2.5倍		定格電流の3倍		定格電流の4倍	
	最 小	最 大	最 小	最 大	最 小	最 大
6	0.2	7	0.08	1.6	0.02	0.3
10	0.3	8.5	0.12	2.2	0.04	0.55
15	0.35	9	0.14	2.5	0.05	0.55
20	0.35	10	0.15	2.8	0.07	0.8
25	0.6	12	0.25	3.5	0.1	1.1
35	1.0	16	0.4	5.6	0.13	1.4
46	1.2	19.5	0.49	6.6	0.16	1.7
60	1.5	24	0.6	8	0.2	2.0
80	2.5	34	—	—	0.25	2.5
100	3.0	40	—	—	0.30	3.0
125	4.0	46	—	—	0.40	4.0
160	5.0	55	—	—	0.50	4.5
200	6.5	65	—	—	0.55	5.0

(857頁へつづく)

3. UW 規格, NK 規則および JIS および新規規格による溶断特性

UW, NK および JIS 新規規格による溶断特性は互に似通つた点があるので、比較の便宜上第8表に一括して示すこととした。

また連続通電しうる電流について UW および NK が定格電流の110%と規定しておるのに對して JIS 新規規格案では125%をとつておる。なおこの表に見るよりに UW, NK で溶断試験電流135%となつておる所を JIS 新規規格案では150%に規定しておる。JIS 新規規格案の審議には NK も参加し、なるべく船用と陸用の規格統一につとめたにかかわらず、上記のような相違をみるに到つた理由は、現行の JISC 8314 に規定する特性が次項に示すように NK 規定との間に著しい相違があり、これをもとにして作られた現行の配電関係の法規並びに工事規定に急激な變化を加えることは、困難な事情があるので已むを得ず中間的數値を採用するに到つたのである。一方 NK 規定を JIS 新規規格案に近づけることは AB 協會との關係および NK 規則のケーブルの安全電流を始め、配電關係規定に著しい影響を生じ船の機装上不安全、かつ不利となるのでこれまた實現不可能であつた。

4. JISC 8314 の溶断特性

JISC 8314 すなわち、わが國で陸用として現在使用されておる、ヒューズの溶断特性は次の通りである。

- (1) 定格電流の140%を通電しても溶断しないこと。
- (2) 次の電流を急に通じたとき溶断すること。

第7回国際船舶流体力學會議の議題について

— 3 —

議題3—推進器の比較空洞試験 (つづき)

附録第5號

模型推進器の單獨試験

Dr. R. W. L. Gawn

1. 1951年會議の第1(b)項において採擇されたすべての模型推進器についての船型水槽における單獨試験が完成した。この目的は一般に空洞水槽壁影響修正を含む空洞水槽試験の結果との比較に對する資料を求めめるためである。

2. 各模型は直径に等しい推進器中心までの深度で試験された。

第1系の4模型、すなわちそれぞれ直径が9吋、12吋、15吋および18吋のものが Haslar の第2船型水槽で試験された。

第2系の4模型、すなわちそれぞれ直径が8吋、12吋、16吋および18吋のものが Carderock において試験された。

直径が12吋の第3系模型が Gothenburg において試験された。

なお第1系の3大型模型および第3系の模型が Wageningen において試験されることになつている。この結果は本報告書を作成するときにはまだ利用することができないにたつていないが、試験が完了次第提示されることになつている。

3. この試験結果は添附の9圖(いずれも省略)において普通の係數形式で置點されている。

4. 一般に推進諸係數は各試験速度における各模型に對し同一である。わずかのばらつきはあるが、これは著しくなく、恐く試験の精度の範囲内にあると思われる。第2系の8吋模型に對する諸係數はこれより大きい模型に對するものに比べて小さい。試験のレイノルツ數は比較的大きく、かつ廣い範圍、すなわち $\frac{1}{4} \times 10^6 \sim 3 \times 10^3$ におよんでいる。船型水槽における試験は、レイノルツ數の變化の影響が比較的わずかであるという空洞水槽試験からの推論を裏書きするらしい。

5. 空洞水槽壁干渉および水速修正についての試験結果は附録第7號において討議されている。

試験結果の綜合

模 型	前 進 係 數 J=0.80			前 進 係 數 J=1.05		
	推 力 係 數 K_T	回 轉 力 率 係 數 K_Q	効 率 η	推 力 係 數 K_T	回 轉 力 率 係 數 K_Q	効 率 η
第1系 Haslar						
9 吋	0.301	0.0641	0.598	0.170	0.0403	0.705
12 吋	0.305	0.0637	0.610	0.1705	0.0397	0.717
15 吋	0.3015	0.0663	0.580	0.1725	0.04115	0.700
18 吋	0.305	0.0650	0.598	0.1775	0.0415	0.714
第2系 Carderock						
8 吋	0.175	0.0331	0.673	0.069	0.0169	0.652
12 吋	0.183	0.0342	0.681	0.078	0.0179	0.728
16 吋	0.189	0.0353	0.682	0.079	0.01835	0.719
18 吋	0.188	0.0354	0.676	0.0805	0.0186	0.724
第3系 Gothenburg						
12 吋	0.007	0.0051	0.175	—	—	—

附録第6號

模型推進器の容差および表面仕上

Mr. K. G. Evans

本附録の第1部は9箇の模型推進器の詳細な測定結果を、また第2部は直径12吋の3箇の模型の表面仕上の記録を示すものである(第1および2部とも省略)。

一般にこれらの結果は高水準の容差および滑度を示している。

測定結果は大多数の推進器に對しつぎの容差の範囲内にあつた。但し最小模型、すなわち直径8吋のものは満足すべきものでなかつた。

平均螺距	± 1/4%
局部螺距	± 1/2%
厚さ	内方半徑において ± 10/1000吋
	外方半徑において ± 5/1000吋

表面の波状の最大2重振幅は1箇の推進器に對し 240×10^{-6} 吋であつたが、他の2箇の推進器に對してはこの1/2ないし1/3であつた。各推進器のすべての翼についての測定が終つていないが、表面仕上容差は不出來の推進器が 50×10^{-6} 吋で、他の2箇の推進器は精度がさらにずつと高い。

附録第7號

試験結果の表現法

Prof. L. C. Burrill

現在まで各空洞水槽における測定結果の比較はJの一定値において行われている。空洞水槽壁干渉もしくは測定誤差に基く速度誤差によつて K_T および K_Q の比較値が基線 J に沿うて移動する。基線 J/J_0 (但し J_0 は推力が発生しない場合の J の値) 上で試験結果を比較する可能性について考慮された。J 上の K_T 曲線には $J = 1.15$ 附近において不連続があるらしく、また $J = 1.2$ および 1.4 の間の短い曲線が、推力がほとんど発生しないときの測定の困難なこととともに、試験結果を一般的に比較する場合に基準として使用される J_0 の値を十分に正確に求めることを困難にする。

このようなわけで理論的空洞水槽壁干渉修正の適用が考慮され、閉鎖噴射型空洞水槽に對し Wood および Harris の水路速度修正に對應してキャピテーション數に修正を施さなければならないことになる。空洞現象が発生している状態に對しては、推進器圓の面積と空洞水槽測定截面の面積との比が同一の場合における各空洞水槽の試験結果だけが直接比較することができるのである

(例えば N.P.L. における直径9吋の推進器, A.E.W. における12吋, K.M.W. における15吋, および K.C.D. における18吋), 空洞水槽試験結果を比較し、また空洞水槽試験結果を船型水槽における單獨試験に適用するためには各結果を修正しなければならない。キャピテーション數に對するこの修正を無視しているために、現在實船および空洞水槽に對する結果を比較するにあたり多くの考慮を必要とするらしい。

空洞水槽壁干渉

空洞水槽内で作動している模型推進器は截面を通過する均一流を變化させる。この場合空洞水槽壁が存在するために水流の變化が制限される。この制限が British Aeronautical Research Committee R & M 662 において Wood および Harris によつて導かれた水路速度修正中に考慮されている。空洞水槽内の均一速度 V, すなわち螺旋よりはるか前方における速度に對應して、螺旋圓における速度 u が空洞水槽と船型水槽とに對し同一となるような船型水槽における等値速度 V_1 が考えられる。この速度修正は螺旋全圓にわたる一樣の軸速度を假定し、また簡単な運動量理論を延長することによつて求められる。

この修正を空洞水槽に適用するにあたり壓力状態も修正する必要がある。水路速度修正係數 $1/\lambda$ は $V = \lambda V_1$ によつて定義され、また單獨試験状態に對する運動量式は $T = 2A\rho u(u - V_1)$ である。但し A は推進器圓の面積を表わす。キャピテーション數 σ は單獨状態に對し $(p_0 - e) / \frac{1}{2} \rho V_1^2$ によつて定義され、 V_1 は推進器よりはるか前方における速度、また p_0 は同じく壓力である。螺旋圓に接近すると速度は増加し、壓力は低下して、螺旋において $壓力 = p_0 - \frac{1}{2} \rho(u^2 - V_1^2)$ となる。

空洞水槽においても、螺旋圓における速度が u で、また壓力も單獨状態と同一でなければならず、

$$p_0 - \frac{1}{2} \rho(u^2 - V_1^2) \quad \text{に等しい。}$$

空洞水槽螺旋よりずつと前方の位置において速度は V であり、従つて壓力は

$$\begin{aligned} p_0 - \frac{1}{2} \rho(u^2 - V_1^2) + \frac{1}{2} \rho(u^2 - V^2) \\ = p_0 - \frac{1}{2} \rho(V^2 - V_1^2) \end{aligned}$$

でなければならず、また

$$\sigma = \frac{p_0 - e}{\frac{1}{2} \rho V_1^2}$$

である。

國際協力試験に對して、空洞水槽におけるキャピテ

シオン数は $\sigma = (p - e) / \frac{1}{2} V^2$ として定義され、また空洞水槽圧力は $p - e = \sigma \left(\frac{1}{2} \rho V^2 \right)$ のように選ばれている。

この定義による空洞水槽圧力はつぎの値だけ高い。すなわち

$$\begin{aligned} \delta p &= p - \left\{ p_0 - \frac{1}{2} \rho (V^2 - V_1^2) \right\} \\ &= \sigma \frac{1}{2} \rho V^2 - \left\{ \frac{1}{2} \rho V_1^2 + \frac{1}{2} \rho (V^2 - V_1^2) \right\} \\ &= \frac{1}{2} \rho V^2 \left\{ \sigma - \frac{\sigma}{\lambda^2} + 1 - \frac{1}{\lambda^2} \right\} \\ &= \frac{1}{2} \rho V^2 (\sigma + 1) \left(1 - \frac{1}{\lambda^2} \right) \end{aligned}$$

また空洞水槽 σ はつぎの値だけ高い。すなわち

$$\delta \sigma = (\sigma + 1) \left(1 - \frac{1}{\lambda^2} \right)$$

(例)

$$\frac{1}{\lambda} = 0.975 \quad \text{および} \quad \sigma = 1.0$$

に對し

$$\delta \sigma = (1 + 1) (1 - 0.95) = 0.1$$

従つて空洞水槽圧力が $\sigma = 1.0$ となるように調整されれば、この状態は船型水槽の單獨試験状態における $\sigma = 1.1$ に相當する。

修正の適用

實際問題として Wood および Harris 修正を適用する場合にいくつかの困難がある。多くの空洞水槽において推進器の前方の測定截面における速度は絶対均一ではなく、有効空洞水槽面積は實際の面積より小さい。圓形截面より矩形截面の方が有効面積の減少が恐らく著しいであろう。このようなわけで第1の困難は測定截面的有効面積を決めることである。

螺旋圓を通過する速度は均一でなく、また空洞現象の発生状態では流れが均質でない。假想の状態から相異しているこれら2點が修正の妥當性に影響をおよぼすことになり、もし1もしくは2種の簡単な非均一速度分布の場合を研究するのであれば有益と思われるが、空洞水槽実験において實船における單獨試験状態を現出させようとするならば、大きさおよび荷重は速度修正がわずか(0%とすると)であるように選ばなければならない。この場合修正における20%の誤差は最終結果において餘り重要でない。従つて速度、効率およびキャピテーション數に均一速度修正を施して試験結果を表現すべきことを提案する。

次表は空洞現象が発生しない状態における第1系推進器の試験結果を示すものである。N. P. L., A. E. W., I. M. W., および K. C. D. 空洞水槽における大氣壓試験

結果と、 $K_T = 0.25$ に對する單獨試験結果が與えられており、主要な比較はこの値において行われた。N. S. P. 試験結果を含ませるために、 $\sigma = 1.0$ において空洞現象が発生していない $K_T = 0.18$ において別の比較を行つた。

A. E. W. 空洞水槽試験結果と區別するために、Haslar には「單獨試験」と添記してある。2箇の開放噴射型空洞水槽における試験結果が表中に含まれているが、これには修正を施してない。

測定における誤差、寸法影響、および空洞水槽亂れによつて起り得る相異を考慮することなしに、試験結果を論議することはできないが、速度修正を施すと試験結果が單獨試験結果と接近して来るし、また空洞水槽の有効大きさに對して修正を施すとさらによく一致するようになるであろう。

つぎに空洞現象が発生している場合の試験結果を考へてみると、速度および水路速度修正における誤差による著しい混亂なしに比較することのできるものは曲線の最大だけである。試験結果を修正キャピテーション數上に置點した。これらの結果は單獨試験結果と比較することができず、今後の實驗において、模型單獨實驗の範圍内で空洞現象を起す推進器の選定に考慮が拂われなければならない。

表中に掲げられてある値は公表曲線からとつたもので、従つて正確なものではない。この附録は最終的の表現を與えるというよりはむしろ比較方法を論議するのがその目的である。

水路速度修正が大氣壓試験結果に
およぼす響影を示す表

機 關 名	速 度 呎/秒	K_T	10 K_Q	J	水路速 度修正 係數	J'
9 吋直徑, 第 1 系推進器						
Haslar (單獨試験)	9, 12	0.250	0.544	0.893	1.00	0.893
N. P. L.	13.5	〃	0.558	0.927	0.972	0.902
A. E. W.	13.5	〃	0.601	0.924	0.983	0.909
〃	18.0	〃	0.605	0.929	0.983	0.914
K. M. W.	13.5, 18, 24	〃	0.548	0.890	0.989	0.880
12 吋直徑, 第 1 系推進器						
Haslar (單獨試験)	11.5, 13.5	0.250	0.536	0.900	1.00	0.900
A. E. W.	13.5, 18, 24	〃	0.575	0.937	0.971	0.911
K. M. W.	13.5	〃	0.558	0.880	0.980	0.862
〃	18.0	〃	0.567	0.873	0.980	0.855
K. C. D.	18.0	〃	0.546	0.928	0.987	0.916
M. I. T. (開放 噴射型)	18.0	〃	0.557	0.890	—	—

"	24.0	"	0.562	0.887	—	—
T.M.B. (開放噴射型)	18.0	"	0.550	0.917	—	—
15吋直徑, 第1系推進器						
Haslar (單獨試験)	12, 18	0.250	0.562	0.896	1.00	0.896
K.C.D.	18	"	0.545	0.936	0.980	0.917
18吋直徑, 第1系推進器						
Haslar (單獨試験)	12, 18	0.250	0.550	0.902	1.00	0.902
K.C.D.	18	"	0.531	0.953	0.972	0.926
9吋直徑						
Haslar (單獨試験)	12	0.180	0.420	1.030	1.00	1.030
N.S.P.	24	"	0.445	1.025	0.995	1.020
12吋直徑						
Haslar (單獨試験)	18	0.180	0.415	1.030	1.00	1.030
K.C.D.	18	"	0.425	1.046	0.992	1.033
N.S.P.	24	"	0.425	1.050	0.991	1.041
15吋直徑						
Haslar (單獨試験)	18	0.180	0.429	1.032	1.00	1.030
K.C.D.	18	"	0.416	1.063	0.987	1.050
N.S.P.	24	"	0.437	1.054	0.987	1.042
18吋直徑						
Haslar (單獨試験)	18	0.180	0.421	1.044	1.00	1.044
K.C.D.	18	"	0.418	1.065	0.982	1.046
N.S.P.	24	"	0.443	1.056	0.981	1.036

附録第8號

水の空気含有量の測定
Mr. W. D. Wallace

緒言

水に溶解している空気の量を測定するのに現在3種の主要な方法がある。化學的方法のうち Winkler 法が最も成績良好で、比較空洞試験を行うにあたり空気含有量を測定する標準方法として第5回國際船型研究所長會議において採擇された。全空気含有量を求めるのに Winkler 法が必ずしも確實ではないとの見地から、できるかぎり他の方法との比較が行われるようになった。他の方法というのは Van Slyke および連續讀取式電解法などの物理的方法である。

多年 Winkler 法は空気含有量の標準檢出法として採用されて來たが、近頃この方法による結果を Van Slyke 装置によるものと比較する機会があつた。この結果、溶

解空気の酸素100分率が一定でなく、全空気含有量を直接に測定する方法が必要であることがわかつた。

Winkler 法

Winklerの化學的方法によつて水中の酸素溶解量がかかる。溶解酸素は化學的に遊離され、沃度鹽での滴定によつて測定される。Haslar の A. E. W. において採用されている方法が添附 Sheet 1 (省略) に記載されている。

2 鹽化マンガンの代りに、もつと安定な化合物で、従つて貯藏しやすい硫酸マンガンを使用する方法が勧められている。

この方法は手つとりばやく、しかもほとんど熟練を要しない。このようにして求めた酸素含有量の精度は空洞水槽試験に對し十分であるが、この方法には、酸素と空気に對する飽和度が等しいと假定することによつてはじめて全空気含有量が求められるという根本的な不利が存在する。酸素、窒素および2酸化炭素の飽和比率を参考文献1からとるのが普通である。酸素および窒素の成分は大氣における1對4に比べて飽和水においてはほぼ1對2の容積比であるから、空気が抽氣された水中に漏れると飽和比を亂す惧がある。

空洞水槽における溶解酸素、窒素および2酸化炭素の精密な比率に影響をおよぼす因子としてこのほかに固體積、水中の藻および細菌、および空洞水槽壁の金屬および塗裝の徐々の酸化がある。

Van Slyke 法

空気含有量を求める物理的方法にあつては、低壓下において試料を沸騰させるか、あるいは攪拌するかによつて溶解空気を遊離させ、容積測定もしくは壓力測定によつて計測される。Van Slyke 法では低壓下において水を機械的に攪拌し、遊離空気が、一定量に壓縮されて、その壓力を壓力計で求めて測定される。

A. E. W. においては標準 Van Slyke 装置にいくらか改良を施した。この装置の略圖と測定注意書とを Sheet 2 および3 (ともに省略) に示してある。

この操作にはいくらか熟練を必要とし、また十分な精度を確保するためには高度の清潔を必要とする。

空洞水槽の操作

Haslar の A. E. W. の空洞水槽における水の抽氣は現在毎日實驗開始前に、溶解空気を真空中に追い出して行つている。氣槽の壓力が水銀柱1吋までに減ぜられ、模型推進器は普通の前進回轉で運轉され、また空洞水槽流は逆流される。毎日の實驗の開始および終了にあたり空気含有量試料を空洞水槽の下派からとる。もし試験する模型推進器が翼面積の小さいものであるならば、廣幅

翼の模型が、抽氣促進のために、一時的に代用される。模型推進器の取換は上眠からわずか1時だけ排水して行うことができる。空洞水槽の完全な排水は平均して3ヶ月の間隔で行われている。

Winkler と Van Slyke との結果の比較

合衆國でも、スウェーデンでも酸素の比率が飽和度によつて減少することがわかっている。参考文献2に報告されている試験結果が Sheet 4 (省略) に示されており、これは Haslar の A.E.W. における1週間にわたる試験結果の典型的實例を示すものである。

全空氣含有量中における酸素の比率が Winkler および Van Slyke 試験結果から求められている。Sheet 4 にこれが、Van Slyke 空氣含有量および参考文献1に與えられている温度に對する飽和空氣含有量から求めた空氣飽和の基準上に置點されている。

毎日の抽氣が終つて、Van Slyke 法により測定した Haslar における空氣含有量は $a/a_s = 0.20$ の程度である。これが日中増加して $a/a_s = 0.30 \sim 0.40$ までに達する。全空氣含有量の對應酸素100分率が、33%の飽和比率に對し、10%から20%に上昇する。酸素の比率の増加は大氣の毎日の吸収に一致し、酸素と窒素との含有量における毎日の増加は約1對4の割合である。翌朝の抽氣の結果は、空洞水槽がその間に大氣に連絡されなければ、同一全空氣含有量に對する酸素がいくらか高い。

このようにして、飽和水の最初の抽氣において酸素含有量は激減され、酸素100分率は全空氣含有量のわずかに10%にまでなるらしい。この不飽和状態になつた水への漏れおよびその抽氣のために、その後は酸素含有量が幾分増加する。

結 論

不飽和水中の溶解空氣の割合が突飛ではないが、比較的複雑な様相を呈するので、空氣含有量を求める Winkler 法が十分信頼することができなくなる。

以前には飽和比 $a/a_s = 0.06$ に等しいとみなされた標準酸素含有量 0.40 cc/litre が實際においては飽和比 $a/a_s = 0.20$ にあてはまることがわかる。

参 考 文 献

1. "On the coefficients of absorption of the atmospheric gases in distilled water and sea water." Part I. Nitrogen and Oxygen. Publication de Circonstance 41 (1907): Ch. J. J. Fox.
2. Sixth International Conference of Ship Tank Superintendents, Cavitation Committee. Minutes of Third Meeting.

諸 題 7 — 抵抗および推進資料の表現

Captain H. E. Saunders

委 托 事 項

抵抗および推進資料の表現に關する國際委員會は1951年の Washington における第6回國際會議の結論に基いて組織された。本委員會への委託事項は1951年議事録の第16頁に記載されてある常置委員會の報告書中の一般的陳述、すなわち

「すべての技術委員會の委託事項は會議の最近會合の結論および勸告によつて各議題に對し決められたもの」

を除いてはなんら特別の委託事項がなかつた。

この議題についての發言に對する出發點として、またこれに關する討議の基礎として、抵抗および推進資料の表現に關する1951年の第6回國際會議の結論を列記すればつぎの通りである。

- 1) 會議は、もし抵抗および推進資料を表現する適切な方法が求められるならば、會員がすべての公刊物においてこれを使用することを採擇している。
- 2) Society of Naval Architects and Marine Engineers によつてその Project H-2 において發展された表現様式は抵抗資料の表現に對する適當な基礎と思われる。すべての模型試験機關がその試験結果をこの様式で表現することを提言する。
- 3) 資料を表現する場合に使用すべき長さ、すなわち標準400呎もしくは他の船の長さの採用については明かな一致がない。Project H-2 において決められた長さが使用されることを勧める。この長さとは違つていときには、實際に使用したものを明記しなければならない。
- 4) 船體副部を取扱う場合には、どんな副部が模型に取附けられたか、またどうやつて副部抵抗を實船に引延ばしたかについて精密に記述する必要がある。
- 5) 亂れ促進方法について詳細に記述されなければならない。もし人工的亂れあるなしで模型が試験されれば、兩資料とも示されなければならない。
- 6) 抵抗および速度測定の様式における模型試験の完全な原資料が、温度、水槽の寸法、ならびに模型の材料および仕上についての詳細とともに、示されなければならない。
- 7) 比較目的のために、會議は © および (D) 常數が同一、もしくはほとんど同一の排水量の種々の船體形狀の優劣を決めるのに適當な基礎であるとの意見である。
- 8) この議題についての1935年の Paris および1948年の London 會議の結論および勸告を再検討する時期

に達した。Project H-2 中の解説がこの再検討に対する適切な基礎をなしている。

9) 會議は、自航模型試験についての 1935 年の Paris 會議の勧告に、試験が對應實船自航推進點で行われなければならないという勧告とともに、一般的に同意している。表現している詳細な状態がすべての場合に述べられなければならない。

10) 會議は、臨時委員会によつて提案された記號表を、すべての公刊物に使用するための暫定的國際標準として認めることに同意している。

これらの結論が後段において詳細に討議される。これらは、本會議のために、抵抗および推進資料の表現に關する國際委員会によつて提出される提案によつて補足される。

表現の標準方法の適用範圍

前述の結論において特に述べられていないが、記號の場合を除いて、會議の會員によつて採用されるべき標準化され、また均一化された方法は公刊物だけに適用され、試験依頼者のために作成される報告書とか、會員機關の内部活動とかには適用されないというのが Washington 會議の考えといえる。

抵抗および推進資料を表現する承認された方法

Washington 會議において、Society of Naval Architects and Marine Engineers によつてその流體力學委員會の Project H-2 の 1 部として刊行されている「模型抵抗資料および實船抵抗資料」圖表が關心の對象となつた。1951 年以後、現在簡単に「抵抗資料」もしくは RD 圖表とよばれているこれらの圖表は有益な資料が追加修正された。線圖が非常に擴大された。現在この線圖には船首尾外形、分離正面線圖および船體副部が詳細に載せられている。會議の會員が疑いもなくよく知つている第 101~150 號圖表はこの形式によるものである。第 114 號が代表的のものであるこれらの圖表は New York の Society of Naval Architects and Marine Engineers で求められる。

これらの圖表に添附するために協會の Project H-2 Panel によつて作成された 1949 年の解説の改訂が完成され、協會から 1953 年 7 月發刊の Technical and Research Bulletin 1-13 として公刊された。

本文に添附する Fig. 1, 2, および 3 (いずれも省略) は TMB 模型 4505 に對する改訂 SNAME RD 圖表 3 枚である。表現様式になにか新しいことがあるためではなく、1951 年會議以後に作成された新しい「推進器資料および自航試験資料」圖表の補足として、これらがここに示されたのである。後者はそれぞれ SNAME PD

および SPD 圖表として著名である。

Fig. 4, 5, および 6 (いずれも省略) は EMB 模型推進器 2294 に對する PD 圖表 3 枚である。不幸にしてこの推進器は變遷水洞において試験されなかつたので、空洞性能資料を欠いている。この推進器の圖が普通の形式で PD 圖表の裏側に示される計畫であり、EMB 模型推進器 2294 に對するこの圖面についての特別の注意書が載せられる。

Fig. 7, 8, および 9 (いずれも省略) は EMB 模型推進器 2294 によつて推進航走する TMB 模型 4505 に對する SPD 圖表の 3 枚である。この圖表の裏側には、もし完成すれば、船尾輪廓、推進器孔、推進器後方のコントラ・スケッグ舵支えの詳細、およびコントラ舵の圖が掲載されよう。曳引模型、模型推進器、ならびに推進器と船體尾部との組合せの略圖を作成するための注意書が改訂解説中に掲げられてある。Fig. 9 は曳引模型と試験された模型推進器によつて表わされる實船設計に對する實物推定値を曲線によつて示したものである。

比較目的に使用された Taylor 有効馬力が Taylor によつて使用された Tideman 摩擦値よりむしろ Schoenherr 摩擦式を基にして計算されたために、1951 年の會議において SNAME 「實船抵抗資料」圖表に對し異議が起つた。TMB 所員の M. Gertler が Taylor Standard Series の資料を再計算した結果を示す圖が 1954 年中に刊行される予定であるが、これではすべての Schoenherr 摩擦係数が使用されている。こうなれば、模型にも、實船にも Schoenherr 係数が使用されている同一の基礎において Taylor と比較することができる。

SNAME の「實船抵抗資料」圖表が、適當な標準長の船に對し、つぎのものをすべて含んでいる。すなわち

- a) \textcircled{R} の基線上の \textcircled{C}
- b) V/\sqrt{L} もしくは T_q (Taylor 係數) の基線上の R_R/L
- c) V/\sqrt{L} および V/\sqrt{gL} の基線上の C_T および C_R
- d) V の基線上の P_E (EHP)

イギリスの Teddington にある National Physical Laboratory の船舶研究部は、その水槽で行つたトロール船模型の試験に基いて、SNAME RD 圖表を作成した。Society of Naval Architects and Marine Engineers は、模型試験機關がその模型に對して同様の圖表を作成しようと希望するならば、これを援助するために有益な資料を喜んで提供するといつている。

資料を表現する場合に使用するべき實船および模型の長さ

模型の正確な長さおよびこれが表わす實船の對應長さに関しては、1953年7月刊行の SNAME Technical and Research Bulletin 1-13に掲載されている Project H-2 に対する改訂解説の第6頁からのつぎの轉載がよくこれを示している。かつこ内は本報告者が挿入したものである。

「形状に関する係数の計算に使用される模型の長さ(L)、一般にこの寸法は多螺旋船の模型にあつては水線における長さ、また單螺旋船にあつては垂線間の長さに相當し、この L_{BP} (すなわち L_{PP}) は船首材の前面から舵柱の後面、もしくは舵頭材の中心線までの水線の長さである。もしこれらのいずれとも異なる長さが模型の寸法を表わすのに適當であると考えられる場合には、圖表の裏側に載せられた外形圖にこの長さを明記する。」

400呎の標準長さ、もしくは「實船抵抗資料」圖表に對する他の値については、改訂解説が第1頁に つぎの ようにいつている。

「一般にすべての模型試験結果は比較目的のために400呎の實船の長さに換算される。模型が表わしている設計の長さが400呎と著しく違つている場合には、抵抗試験結果がもつと適當な標準長さに換算される。一般にこの標準長さは曳船、トロール船、その他の小型船に對しては100呎、客船、その他の大型船に對しては1000呎である。」

船體副部：表示および記述ならびに抵抗推定法

第101號から始まる改訂 SNAME RD 圖表は、試験にあつて模型に取附けられた船體副部の主要な形状を表わす寸法入りの圖とともに、副部を明確に表示している。これらの略圖は寸法が大きく、最初の100圖表におけるよりずつと完全である。新 SPD 圖表 すなわち Fig. 7 は自航試験に對する對應資料を表示している。

現在これらの SNAME Project H-2 圖表のどれにも、船體副部抵抗を實船に換算した正確な方法を記述する項目がない。「表示されたすべての船體副部の抵抗は模型抵抗の1部として測定された」というような、PDおよび SPD 圖表における適當な注意書がこれを實現するための適切な手段と思われる。

亂れ促進

Project H-2 に對する 参照解説は 亂れ促進について 特別の記述を要求している。

「亂れが促進されたかどうか：もし促進されたならば採用方法の記述」

これは方法を詳細に記述するのではなく、たとえ RD 圖表の裏側にストラット、トリブ・ワイヤー、もしくは他の装置の略圖を載せる必要が起るにしても、簡単な記述でよい。

SNAME RD 圖表はその體裁において促進のあるなしで行われた模型の原試験資料を表わすのに適當でないが、これはそれぞれの状態に對する測定點の數が圖表の收容することができる最大數の半分に制限されれば行うことができる。實際においてこれは SNAME RD 圖表 145 および 146 において行われている。全比抵抗係數 10³G の 2 曲線がこの目的のために裏側に置點されている。

完全な原模型試験資料

適當に記入された SNAME RD および SPD 圖表は模型の記述 水の報告、および原試験資料についてのすべての必要な資料を提供するものと信ずる。SPD 圖表は、すでに抵抗資料が RD 圖表に與えられている模型に對してだけ作成される計畫であり、また後者において述べられている模型仕上が前者にもあてはまると考へてよい。

船型の優劣の尺度

前述の表現法は標準船長に換算された各模型に對する © および ® 常數を與える。これは同一型の船、もしくは同一運航要求を満足するように設計された船に對するほとんど同一の排水量にあてはまる。

資料表現に関する 1935 年および 1948 年の決議の再検討

恐らく容易に處理される些細な點を除き、Society of Naval Architects and Marine Engineers によつて發展され、1953年の解説に述べられている一般表現計畫が、1935年の Paris 會議および1948年の London 會議において行われた試験資料の表現についての決議を現在まで繼續させている。

實船點における自航試験

實船點で自航模型試験が行われるのが多くの水槽の標準方法で、現在の SNAME SPD 圖表においても當然これが採用されている。國際會議はこの方法を明確に述べることを希望するばかりでなく、この點についてもつと明白にすることを希望している。しかし特定の方法の詳細な記述に對しこの種の簡明な綜合圖表には餘積がほとんどない。

記號、術語、および定義

1951年 Washington 會議において「すべての刊行物の暫定的國際標準として」承認された記號がこの會議の議事録の第13~15頁にアルハベットの順に表示されて

いる。しかし、すべての會員國における急速な、しかも正確な理解のために、抵抗、推進、および関係資料を一様の形式で表現することは、種々の術語などが適切に、しかも注意深く定義されて始めて可能となるのである。これは、1948年12月發刊の「船舶設計における流體力學」と題する書籍の第1巻の附録1においてもともと提案された「記號、略語、關係、術語、および定義」においてまず試みられた。1953年3月の「船舶設計に適用される流體力學關係術語の暫定案」と題するこれらの術語および定義の改訂が1953年5月に American Towing Tank Conference によつて承認同意された。その印刷物は廣く配布された。第7回國際船舶流體力學會議の會員が希望するならば、これを参考に利用することができよう。

SNAME の形式は十分に細別されているが、ある機關がいくらか違つた比、係數、パラメーターなどを使用したいときには合理的な修正が加えられる。

換算模型抵抗資料

Senor Acevedo が1951年 Washington 會議においてこの議題についての同氏の解説の第IV章(第191~195頁)において詳細に説明したように、模型試験資料を換算し、またその推定性能を比較するのに、もしいつも使用されるならば、十分信頼することができるものと認められているいくつかの方法がある。これらの方法のうちどれもあらゆる場合に對して適當であるとはみなすことができず、またあらゆる模型試験機關、あらゆる造船家、またこれらの資料のあらゆる利用者にとつて適當であると認められているものがないことは、ずつと以前か

ら各方面において考えられていた。このようなわけで換算抵抗資料は SNAME RD 圖表においていくつかの違つた方法で掲載されている。従つて換算模型抵抗資料に對する唯一の標準表現法を求めることも、勧めることも、比較のために使用されようと、なかりうと、望めない信じられている。

1951年 Washington 會議において、換算模型抵抗資料に餘裕をつけるかどうかについて、多くの討議が行われた。すべての換算を比較基礎におく1方法は資料を換算し、また報告する場合にあらゆる餘裕を除くことである。これができないならば、それぞれの場合に使用された摩擦算式および粗度修正を示す SNAME RD および SPD 圖表における方法に従つて、この餘裕がそれぞれの場合に明確に報告されなければならない。

提 案

換算および表現法についてはつきりした勧告をする代りに、委員會は、會員および會員機關が改訂新SNAME形式および1953年解説によつて1以上の資料圖表を作成してみることを提案する。これらの圖表を作成することには一定の體裁による表現ならびに換算方法が含まれている。この作成にあつたつての實際の經驗が、その變更および改善を勧告し、最善の表現および換算方法を國際的に承認するようになるためのよい基礎であると信ずる。

これらの圖表に對して選ばれる模型は實際船を表わすものであり、しかも特に就航および試運轉成績に對する信頼するに足る合理的な資料が存在するものであることが望ましい。

(849頁よりつづく)

第 8 表

規格名	定格電流の百分率(%)	溶斷しなければならない最大時間(分)			
		30A以下	31~60A	61~100A	101~200A
UW, NK	135	60	60	120	120
J I S 新案	150				
U W N K J I S 新案	200	2	4	6	8

定格電流 30A 以下のもの

定格電流の 190%

定格電流 40A 以上のもの

定格電流の 180%

この規格によるヒューズは140%以下の過電流を保護することができないのみならず、最小溶斷電流が規定されていないから150%以上の電流が通じても溶斷するとは限らない。なお、その上温度試験が115%に行われておるから上記のような過電流が通じた場合には、接續導體の温度が異状に上昇することになり、このような性能をもつヒューズを使用することは、保安上極めて危険であるといふことができる。

10. 要因分析(その2)

要因分析の最も簡単な場合については前節に述べたが、要因分析は實際上利用される機会が非常に多く、しかも相當複雑なケースになることが比較的多いので本節では更にもつと複雑な例についての説明を行う。要因分析の考え方については前節においてかなりの紙数をさいて説明を行ったから、ここでは運算法に主體を置いてのべる。まず例題を掲げる。

例題 6

鋼材の切欠脆性に關する實驗において、A, B, C, D 4種の鋼材についてその各々の鋼塊を 13mm および 23mm に壓延し、そのいずれの場合に対しても、鋼塊の頭部および底部より試験片を採取し、合計 $4 \times 2 \times 2 = 16$ 條件について衝撃試験を行い、遷移温度を求めた所第10・1表の如き結果を得た。これより鋼材の遷移温度に及ぼす鋼材の材質、壓延板厚、および鋼塊での位置の差を検討せよ。

第 10.1 表 鋼材の遷移温度 (°C) におよぼす材質、板厚および試験片採取位置の影響

材 料	板 厚 採取位置	13mm		23mm	
		bottom	top	bottom	top
A		-17	-9	-14	0
B		-14	2	-13	4
C		4	8	6	12
D		-8	2	7	11

この實驗では鋼材の材質、壓延板厚、試験片採取位置の3要因が結果に影響を與えている。この構造は材質 A, B, C, D をそれぞれ M_1, M_2, M_3, M_4 、板厚 13mm, 23mm をそれぞれ t_1, t_2 、bottom および top をそれぞれ P_1, P_2 として第 10.2 表の如くに書き表わして見るとはつきりしてくる。また材質 M, 板厚 t, 試験片採取位置 P の影響は第 10.2 表の補助表で更に明瞭になる。すなわち補助表を見れば材質については M_1, M_2, M_3, M_4 の順に大體の傾向としては遷移温度が高くなつており、 $t_2(23mm)$ および $P_2(top)$ はそれぞれ $t_1(13mm)$ および $P_1(bottom)$ よりも遷移温度が高い。しかしこれはあくまでも大體の傾向であつて原表を見ても分る通り實驗結果はある程度バラついており、いつもこういえるかどうかはつきりしない。この問題の求めている主眼點がかかるバラつきを考慮に入れた上でこれら 3 要因が如何

第 10.2 表 計 算 法

[原表]

	t_1		t_2		和
	P_1	P_2	P_1	P_2	
M_1	-17	-9	-14	0	-40
M_2	-14	2	-13	4	-21
M_3	4	8	6	12	30
M_4	-8	2	7	11	12
和	-35	3	-14	27	-19

[補助表]

k=2	t_1	t_2	
M_1	-26	-14	-40
M_2	-12	-9	-21
M_3	12	18	30
M_4	-6	18	12
	-32	13	-19

k=2	P_1	P_2	
M_1	-31	-9	-40
M_2	-27	6	-21
M_3	10	20	30
M_4	-1	13	12
	-49	30	-19

k=4	P_1	P_2	
t_1	-35	3	-32
t_2	-14	27	13
	-49	30	-19

[分散]

$$C.F. = (-19)^2 / 16 = 22.6$$

$$S_T = (-17)^2 + (-14)^2 + 4^2 + (-8)^2 + (-9)^2 + \dots + 12^2 + 11^2 - C.F. = 1426.4$$

$$S_M = \{(-40)^2 + (-21)^2 + 30^2 + 12^2\} / 4 - C.F. = 748.7$$

$$S_t = \{(-32)^2 + 13^2\} / 8 - C.F. = 126.5$$

$$S_P = \{(-49)^2 + 30^2\} / 8 - C.F. = 390.0$$

$$S_{M_t} = (-26)^2 + (-12)^2 + \dots + 18^2 + 18^2\} / 2 - C.F. = 939.7$$

$$S_{M_P} = \{(-31)^2 + (-27)^2 + \dots + 20^2 \times 13^2\} / 2 - C.F. = 1215.9$$

$$S_{Pt} = \{(-35)^2 + (-14)^2 + 3^2 + 27^2\} / 4 - C.F. = 517.2$$

$$S_{M \times t} = S_{Mt} - (S_M + S_t) = 64.7$$

$$S_{M \times P} = S_{MP} - (S_M + S_P) = 77.2$$

$$S_{P \times t} = S_{Pt} - (S_P + S_t) = 0.7$$

(分析結果)

要 因	SS	f	V	F	
主 効 果	材 質 M	748.7	3	249.8	40.2**
	板 厚 t	126.5	1	126.5	20.4*
	位 置 P	390.0	1	390.0	62.8**
交 互 作 用	M × t	64.7	3	21.5	3.47
	M × P	77.2	3	25.8	4.15
	P × t	0.7	1	0.7	—
誤差項	M × P × t	18.6	3	6.2	
T	1,426.4	15			

$$F_{3;3}^1(0.05) = 10.13 \quad F_{3;3}^2(0.05) = 9.28$$

$$F_{3;3}^1(0.01) = 34.12 \quad F_{3;3}^2(0.01) = 29.46$$

なる影響を持つものであるかを調査せよということであることは最早説明を要しないであろう。

この解析は第10.2表の(分散)以下に示してあるような方法で実施する。

すなわち実測値を鋼材, 壓延板厚, 採取位置によつて決定される部分, これら3者の交互作用による部分および誤差変動による部分の和で表わされると考えておく。このことは i 番目の鋼材 (i=1~4), j 番目の板厚 (j=1, 2), l 番目の採取位置 (l=1, 2) に對する實測値 x_{ijl} が次式で表わされることを示している。

$$x_{ijl} = I_{i00} + I_{0j0} + I_{00l} + I_{ij0} + I_{0jl} + I_{j0l} + Z_{ijl}$$

ここで I_{i00} , I_{0j0} , I_{00l} はそれぞれ鋼材, 壓延板厚, および採取位置の單獨の効果, すなわち主効果を表わすものである。一方 I_{ij0} , I_{0jl} , I_{j0l} はそれぞれ鋼材と壓延板

厚, 壓延板厚と採取位置, 採取位置と鋼材との間の相乗あるいは相殺効果, すなわち交互作用を示すものである。 Z_{ijl} は變動を示すもので, 例によつてその構造は次の如くであると考える。

$$Z_{ijl} = N(m, \sigma^2)$$

以下これらの要因に關しての變動を求め, 誤差變動との對比において, これらの要因が有意なものであるか否かを検討するといつた方式は前節と全く同様であるから, 詳しい説明は省略し, 運算の結果のみを示すと第10.2表の如くなる。その結果は表にして示されているように, 材質 M, 板厚 t, 採取位置 P に對する分散比 F の値はそれぞれ 40.2, 20.4 および 62.8 となる。一方自由度 $n_1=3$, $n_2=3$ あるいは $n_1=1$, $n_2=3$ に對する 1% および 5% 限界での F の値はそれぞれ 29.46, 9.28 および 34.12, 10.13 であるから, 次のような結果となる。

1) 主 効 果

i) 材質 M については

$$40.2 > F_{3;3}^1(0.01) = 29.46$$

よりして 1% 以下の危険率で有意。

ii) 板厚 t については

$$F_{3;3}^1(0.05) = 10.13 < 20.4 < F_{3;3}^1(0.01) = 34.12$$

よりして 5% 以下の危険率で有意。

iii) 採取位置については

$$62.8 > F_{3;3}^1(0.01) = 34.12$$

よりして 1% 以下の危険率で有意

という結論が得られる。

2) 交 互 作 用

一方交互作用については M×t, M×P, P×t のいずれの場合も F の値は小さく, 有意差ありとは認められない。

以上でこの例についての解析は終つたが, 次に3要因の場合の一般的な分析方法を示しておく。

第10.3表 3 要 因 の 場 合 の 一 般 の 形

(原表)

D ₁ H ₁	D ₁			D ₂			D ₃			D ₄			D ₅		
	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃	H ₁	H ₂	H ₃
B ₁	x ₁₁₁	x ₁₁₂	x ₁₁₃	x ₂₁₁	x ₂₁₂	x ₂₁₃	x ₃₁₁	x ₃₁₂	x ₃₁₃				x ₅₁₁	x ₅₁₂	x ₅₁₃
B ₂	x ₁₂₁	x ₁₂₂	x ₁₂₃	x ₂₂₁	x ₂₂₂								x ₅₂₁	x ₅₂₂	x ₅₂₃
B ₃	x ₁₃₁	x ₁₃₂	x ₁₃₃										x ₅₃₁	x ₅₃₂	x ₅₃₃
B ₄	x ₁₄₁	x ₁₄₂	x ₁₄₃				x _{1jl}						x ₅₄₁	x ₅₄₂	x ₅₄₃

要 因

D D₁ i = 1~r (上の表では r=5)

B B_j j = 1~s (上の表では s=4)

H H₁ l = 1~t (上の表では t=3)

〔補助表〕

第1補助表

k=t	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	計
B ₁	T _{11.}	T _{21.}	T _{31.}	T _{41.}	T _{51.}	T _{1..}
B ₂	T _{12.}	T _{22.}				T _{2..}
B ₃	T _{13.}			T _{1j.}		T _{3..}
B ₄	T _{14.}					
計	T _{1..}	T _{2..}		T _{..}		T _{...}

第2補助表

k=r	H ₁	H ₂	H ₃	計
B ₁	T _{..1}	T _{..2}		T _{..}
B ₂	T _{..2}			
B ₃		T _{..j}		T _{..}
B ₄				
計	T _{..1}			T _{...}

第3補助表

k=s	H ₁	H ₂	H ₃	計
D ₁	T _{1..1}	T _{1..2}		T _{1..}
D ₂	T _{2..1}			
D ₃	T _{3..1}			
D ₄		T _{1..1}		T _{1..}
D ₅				
計	T _{..1}	T _{..2}		T _{...}

〔分散〕

$$C.F. = (T_{...})^2 / rst$$

$$S_T = S_{DBH} = \{(x_{111})^2 + (x_{121})^2 + (x_{131})^2 + (x_{141})^2 + \dots + (x_{543})^2\} - C.F. = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \sum_{l=1}^t (x_{ijl})^2 - C.F.$$

$$S_D = \frac{1}{st} \{(T_{1..})^2 + (T_{2..})^2 + \dots\} - C.F. = \frac{1}{st} \sum_{i=1}^r (T_{i..})^2 - C.F.$$

$$S_B = \frac{1}{rt} \{(T_{.1.})^2 + (T_{.2.})^2 + \dots\} - C.F. = \frac{1}{rt} \sum_{j=1}^s (T_{.j.})^2 - C.F.$$

$$S_H = \frac{1}{rs} \{(T_{..1})^2 + (T_{..2})^2 + \dots\} - C.F. = \frac{1}{rs} \sum_{l=1}^t (T_{..l})^2 - C.F.$$

$$S_{DS} = \frac{1}{t} \{(T_{11.})^2 + (T_{12.})^2 + \dots\} - C.F. = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s (T_{ij.})^2 - C.F.$$

$$S_{BH} = \frac{1}{r} \{(T_{.11})^2 + (T_{.21})^2 + \dots\} - C.F. = \frac{1}{r} \sum_{j=1}^s \sum_{l=1}^t (S_{.jl})^2 - C.F.$$

$$S_{DH} = \frac{1}{s} \{(T_{1..1})^2 + (T_{2..1})^2 + \dots\} - C.F. = \frac{1}{s} \sum_{l=1}^t \sum_{i=1}^r (T_{i..l})^2 - C.F.$$

$$S_{D \times B} = S_{DB} - (S_D + S_B)$$

$$S_{B \times H} = S_{BH} - (S_B + S_H)$$

$$S_{D \times H} = S_{DH} - (S_D + S_H)$$

$$S_E = S_{B \times D \times H} = S_{DBH} - (S_D + S_B + S_H) - (S_{D \times B} + S_{B \times H} + S_{D \times H})$$

〔分散分析〕

要 因	平方和 SS	自 由 f	不 偏 分 散 V	分 散 比 F	自 由 度		
					n ₁	n ₂	
主 効 果	D B H	S _D S _B S _H	f _D =r-1 f _B =s-1 f _H =t-1	V _D =S _D /f _D V _B =S _B /f _B V _H =S _H /f _H	F _D =V _D /V _E F _B =V _B /V _E F _H =V _H /V _E	f _D f _B f _H	f _E f _E f _E
交 互 作 用	D×B B×H D×H	S _{D×B} S _{B×H} S _{D×H}	f _{D×H} =(r-1)(s-1) f _{B×H} =(s-1)(t-1) f _{D×H} =(r-1)(t-1)	V _{D×B} =S _{D×B} /f _{D×B} V _{B×H} =S _{B×H} /f _{B×H} V _{D×H} =S _{D×H} /f _{D×H}	F _{D×B} =V _{D×B} /V _E F _{B×H} =V _{B×H} /V _E F _{D×H} =V _{D×H} /V _E	f _{D×B} f _{B×H} f _{D×H}	f _E f _E f _E
誤差項	E	S _E	f _E =f _T -(f _D +...+f _{D×H})	V _E =S _E /f _E	—	—	—
	T	S _T	f _T =rst-1	—	—	—	—

この場合の観測値は一般に第10.3表の〔原表〕の如く
に表わされる。ここでは3要因をそれぞれ D, B, H と
記載してある。D での分類 D_i は i=1~r までの r 箇、
B でのそれは j=1~s までの s 箇、H では l=1~t ま
での t 箇とする。従つて観測値の全数は rst である。

i 番目の D, j 番目の B, l 番目の H に對應する観
測値を x_{ijl} とする。

この時 x_{ijl} が次の如き構造であると假定する。

$$x_{ijl} = I_{i00} + I_{0j0} + I_{00l} + I_{ij.} + I_{.jl} + I_{j.l} + Z_{ijl}$$

ここで I_{i00}, I_{0j0}, I_{00l} はそれぞれ D, B, H の主効

果, I_{ij0} , I_{0j1} , I_{j01} はそれぞれ $D \times B$, $B \times H$ および $D \times H$ の交互作用を示す。また Z_{ij1} は誤差項で、その構造は何回も今迄に示した如く次の如くである。

$$Z_{ij1} = N(m, \sigma^2)$$

これより各要因についての分散を求めるには次の如くすればよい。

まず補助表を作る。ここでは一つの要因についての總和を記入する。例えば第1補助表については

$$\begin{aligned} T_{11\cdot} &= x_{111} + x_{112} + x_{113} + \cdots + x_{11t} \\ T_{12\cdot} &= x_{121} + x_{122} + x_{123} + \cdots + x_{12t} \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \\ T_{1j\cdot} &= x_{1j1} + x_{1j2} + \cdots + x_{1jt} \\ &= \sum_{i=1}^t x_{ij1} \end{aligned}$$

であり、すべて H という要因についての總和を示している。また

$$\begin{aligned} T_{1\cdot\cdot} &= T_{11\cdot} + T_{12\cdot} + \cdots + T_{1s\cdot} \\ T_{2\cdot\cdot} &= T_{21\cdot} + T_{22\cdot} + \cdots + T_{2s\cdot} \\ &\dots\dots\dots \\ &\dots\dots\dots \end{aligned}$$

$$T_{1\cdot\cdot} = \sum_{j=1}^s T_{1j\cdot} = \sum_{j=1}^s \sum_{i=1}^t x_{ij1}$$

であり、

$T_{\cdot\cdot\cdot}$ は全實測値の總和である。

すなわち

$$T_{\cdot\cdot\cdot} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^s \sum_{l=1}^t x_{ijl}$$

このようにこの補助表に記入してある $T_{1j\cdot}$, $T_{\cdot j\cdot}$, $T_{1\cdot\cdot}$; $T_{1\cdot\cdot}$, $T_{\cdot j\cdot}$, $T_{\cdot\cdot\cdot}$; $T_{\cdot\cdot\cdot}$ などはずべて・というしるしのついた部分についての和を示している。また補助表の左肩にある $k=r, s, t$ というものは、その補助表に記入されている $T_{1j\cdot}$, $T_{\cdot j\cdot}$, $T_{1\cdot\cdot}$, などがいずれもそれぞれ r, s, t 箇の實測値の和になつてゐることを示している。

次に分散であるが、まず修正項 $C.F.$ を求める。これは實測値の總和 $T_{\cdot\cdot\cdot}$ と、實測値の總數 $r \cdot s \cdot t$ より求められる。なおここで $T_{\cdot\cdot\cdot}/rst$ が實測値の全平均になつてゐることは明らかである。

全變動 $S_T = S_{DFH}$ は全實測値が全平均のまわりに示す變動であつて、實測値 x_{ijl} より求められる。

要因 D, B, H に対する主變動 S_D, S_B, S_H はそれ

ぞれ $T_{i\cdot\cdot}$, $T_{\cdot j\cdot}$, $T_{\cdot\cdot l}$ より求められる。

交互作用による變動 $S_{D \times B}$, $S_{B \times H}$, $S_{D \times H}$ はそれぞれ $S_{D \cdot B}$, $S_{\cdot B \cdot H}$, $S_{D \cdot H}$ よりそれぞれに對應する主變動を減じて求められる。

誤差變動 S_E は $S_{B \times D \times H}$ ともかかれるがこれは全變動 S_{DFH} より主變動 S_D, S_B, S_H ならびに交互作用による變動 $S_{D \times B}$, $S_{B \times H}$ および $S_{D \times H}$ を減じて求められる。

以上で分散がすべて求めたことになる。以後の分析は第10.3表の(分散分析)という項に一括して記入してある。

平方和 SS の各項はさきに示した S_D, S_B, \dots である。

次に自由度であるが、主効果 D, B, H に対する自由度はそれぞれ $(r-1)$, $(s-1)$, $(t-1)$ である。交互作用 $D \times B, B \times H, H \times D$ に対する自由度 $f_{D \times B}$, $f_{B \times H}$, $f_{H \times D}$ はいずれも各要因に対する自由度の積となる。また全體での自由度 f_r は實測値の全數 rst より1だけ少い。誤差項の自由度 f_E は全體での自由度 f_r より各主効果および交互作用項の自由度の總和を減じたものに等しい。

これら各項についての平方和を各々の自由度で割れば不偏分散が求められる。

分散比 F は各項の不偏分散と誤差分散 V_E との比である。この分散比が検定の直接の手掛りとなる。すなわちかくして求めた F について、自由度 n_1 がそれぞれ f_D, f_B, \dots で、 n_2 がいずれも誤差項の自由度 f_E である時の F 分布に關して検定を行えばよい。この場合、各要因に対する F の値はその要因に關する不偏分散が誤差分散に比較してどの位になつてゐるか。換言すれば誤差にもとづくバラつきに對して各要因に基因する變動がどの程度の量になつてゐるかをこの F の値は示すものである。

ここで交互作用項に關して附言すれば次の如くである。すなわち前節でのべた2要因の場合の交互作用項は1つであつたが、ここにのべた例では3箇となつてゐる。またこの場合各條件に對して實驗が繰返されてゐる場合には $D \times B, B \times H, H \times D$ の3者の他に、 D, B, H 3要因の3重の交互作用 $D \times B \times H$ についての検討も行える。1, 2, 3, 4の4要因の場合は $1 \times 2, 2 \times 3, 3 \times 1, \dots$ など2つの要因に基づく2重の交互作用が ${}_4C_2 = 6$ 箇、 $1 \times 2 \times 3$ など3つの要因にもとづく3重の交互作用が ${}_4C_3 = 8$ 箇存在し、實測値に繰返しのある場合は4重の交互作用項についての検討が行える。(未完)

サイゴン、バンコック見聞記

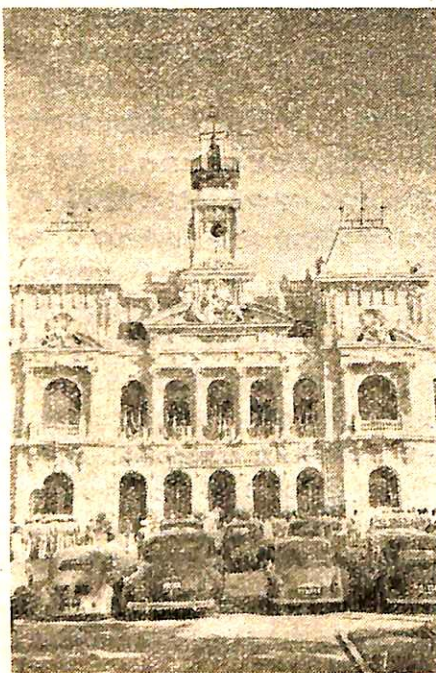
畑 賢 二
船舶局技術課

去る5月3日からヴェトナムのサイゴンで開催された
國連 ECAFE の下部機構である内水路分科會 (Inland
Waterway Sub-Committee) に出席を命ぜられ、日本
船用發動機會の矢内氏とともに之に出席し、その歸途
タイのバンコックを見て來ましたのでその見聞を申し上げ
たいと思います。

會議について

上記分科會は國連 ECAFE の内陸運輸委員會の下記
機構の一つ (他に鐵道と公路の二分科會あり) で、いわ
ゆる東南アジアの經濟的發展に關し水運關係を擔當し、
國連機構が之にどの程度寄與出来るかを検討する會議で
あります。この會議で結論が出て國連として實施する場
合には TAA (技術援助局) が豫算を持つて夫に當る
ようであります。本分科會は、はじめ内陸運輸委員會の
専門作業班として發足し、その後分科會に昇格し、第一
回會合は1953年1月インドネシアのバンドンで開かれ、
今回は第二回目であります。會議の内容はその性格上全
く技術的なもので、出席者も専門家が大半であります。

さて今回は、出席國 (出席者數) は、ビルマ (2名)、シ
ナ (臺北) (3名)、フランス (5名)、インド (1名)、バ



第1圖 會議場 (Hotel de Ville)

キスタン (1名)、タイ (2名)、イギリス (1名)、アメ
リカ (2名) カンボヂャ (3名)、日本 (3名) ラオス (4
名)、ヴェトナム (3名)、の12ヶ國、30名、この他に
ECAFE 事務局から4名 (内1名は女子)、ヴェトナム
外務省から事務手傳として女子職員4名が出席して
おりました。なお日本側は、サイゴン在外事務所
の平野氏を代表、小生が代表代理、矢内氏が顧問と
いうことで出席しました。會場はサイゴン市内の公
會堂 (Hotel de Ville) (第1圖) を使用し、時間
は9時から正午までと午後3時から5時半頃までと
いつた模様でした。議題は次の通りでした。

1. 開會の挨拶
2. 議長、副議長の選舉
3. 議題の採擇
4. 押船等の設計改善に關する實驗報告
5. ディーゼル機關士の訓練所設置
6. 各種船用機關の比較研究
7. 船舶積量測定條約草案作成
8. 内水路標識の統一
9. 河の深さと船の吃水の比が船の抵抗に及ぼす影響
10. 東バキスタンの Joint Steamer Companies の
實驗報告
11. 内水路の開発狀況
12. 第18回國際航海會議の結論と勸告
13. 1955年の事業計畫
14. 次回開催場所と時期
15. 内陸運輸委員會への報告

會議は5月3日開催され、3, 4, 5, 6および8の5日
が討論に當てられ、7日はサイゴン市當局の案内による
南郊 Nha-Be の水路視察、9日はヴェトナム政府の案内
による Mytho の水路視察が行われました。なお11日
から4日間カンボヂャ政府の招待によるアンコール・ワ
ット遺跡の見物が催されたが、われわれは日程の都合
でこれには参加しませんでした。

さて上記議題の中、一二について述べますと、議題 (5)
はビルマのラングーンに設けることになりましたが、
これに使用する訓練用ディーゼル機關を無償提供し
ようとわれわれは申出て來ましたが、その他の英米佛
等も設備、費用の提供を申出ております。これは要
するに技術的先進國はそれぞれ自國製品の輸出を考
えてこの問題に積極的援助を申出ているのであり
まして、われわれとし

てもこのような場合には今後凡ての點について積極的であるべきだと考えた次第です。また議題(6)、(9)等はわれわれはなにがしかの資料を用意して参りましたが、これが何の役に立たず、事務局が前々から提出された資料等によつて討論用の資料を作成しているものであります。今後われわれはこの會議を有効に利用するためには、かねがね事務局と連絡を充分にし、かつ資料等の提供にも積極的でなければならぬと感じた次第です。

會議についての印象

上述の會議にて感じことを二三述べて見ますと

- 1) 會議への出席者は専門家がどうか作業班時代からの者が多いためか、雰囲気は一般に友好的でありましたが、一部には對抗意識もあるよう見受けられました。
- 2) 日本の場合、同一會議でありながら出席者はその都度變るため従來からの経緯も不明の場合が多く、充分な發言もしにくく、會議出席の有効性が減ぜられる恐れがあるようです。これは是非とも、同一會議には同一人が出席するようにしたいものです。
- 3) 英米佛等のいわゆる先進國はかつて東南アジアの領土的支配を握り現在はこれを失つているとはいへ、經濟的支配は未だに握つており、かつ極力これを維持しようとして、この地域への輸出には非常な努力を拂つていようであります。この會議でも當該國人の代表の他に例えばカンボチャおよびラオスでは佛人が代表または顧問として出席しているのはこの現れでありましょう。
- 4) この會議は正に先進國の技術、製品に對する宣傳の場を提供するものであります。日本としてもまた同様であるべきであります。併し日本はこの點では相當の立おくれを示しているので、輸出振興の一手段としてこの會議には注目する必要があるでしょう。
- 5) 前述の如く議題(5)の訓練所設置の問題等も上述の意味から單に訓練用機關の提供のみならず、部品の供給、修理工場の設置等大いに積極的でなければならぬと思ひます。
- 6) 日本の經濟發展のため ECAFE を利用すべきですが、このためには絶えず事務局と連絡をとり、資料情報を提供し、會議を出来る限り日本へ招致し、訓練所の講師、教授を派遣し、事務局職員としても進出するよう考へるべきでしょう。
- 7) ECAFE 地域國の日本の技術、工業に對する認識は一部を除いては極めて低い實情でありますので、この弊を除くため凡ゆる方法を講ずる必要があります。
- 8) この會議自身としては相當に社交的な面もあるらしく、ヴェトナム政府外務省のカクテル・パーティー招

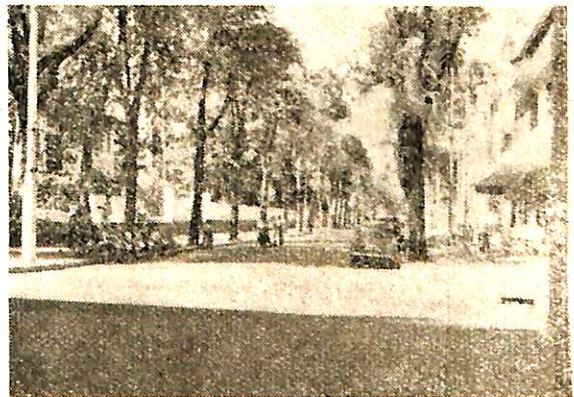
待、同國公共事業大臣の晩さん會、サイゴン・ロータリー・クラブの晝食會等が催され、また英、米、佛、インドからのカクテル・パーティー招待がありました。主催國たるヴェトナムは別として、英、米、佛等が招待するのはやはり自國の勢力維持のためと考えられそうです。

サイゴンの印象

サイゴンの街は今次戰爭中日本人が相當數おつた由です。すから或は御存知の方も多いと思いますが、丁度到着の4月29日が天皇誕生日に當り在留邦人が在外事務所に參集、祝賀があり、いろいろと會談することが出来ましたので、それらをも含めて印象を申し上げます。

1) かつての佛植民地の首都だけあつて街路樹も極めて多く、きれいで公園の中に街がある感じです。尤も佛人にいわせるとヴェトナムになつてから汚くなつたといつてゐる由。街では英語が全然といつてよい位通ぜず、専ら佛語、安南語で、レストランや買物で大分まごつきました。ヴェトナムとは「越の南」という意味ですから、街の看板に時折漢字が見受けられ、これは結構判讀出来ました。一方支那人街であるシ・ロンは逆に佛語が殆んど通用しない。このことは現地へ進出を考へる人々にとつては大いに注意すべきことでしよう。

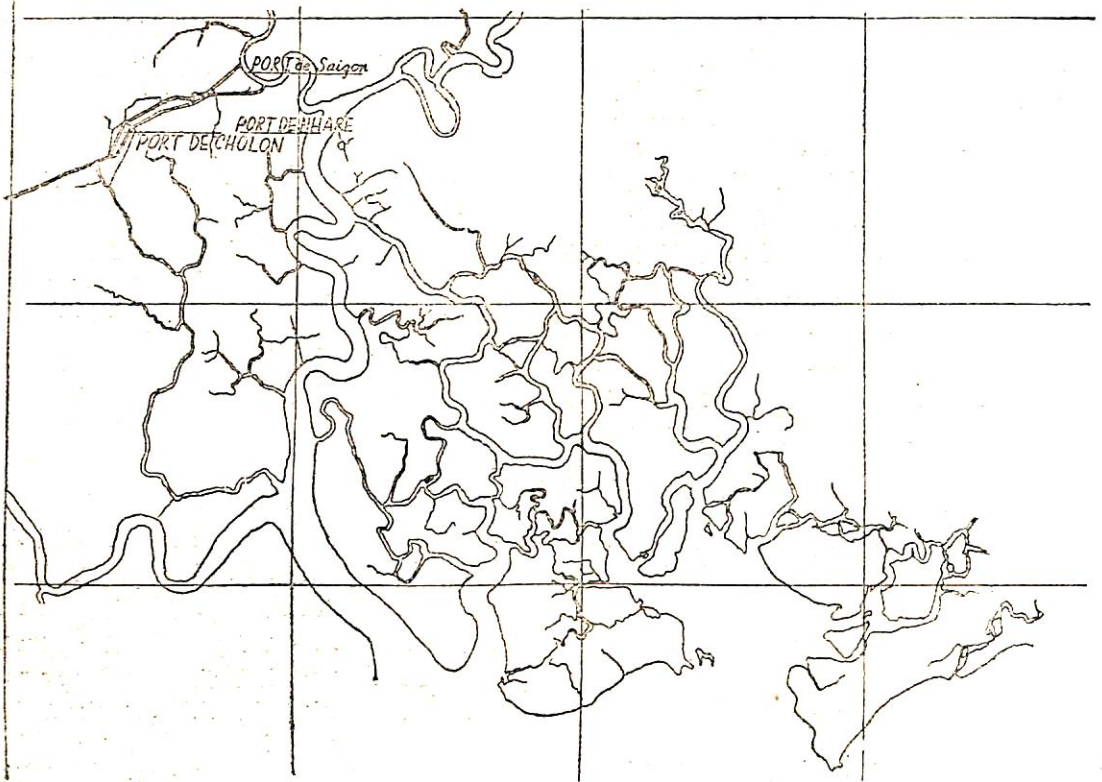
2) 街へ出て大いに驚いたことは、自動車、オートバイ、スクーター等が實に静かであること、物價の高いこと、安南人が實に日本人によく似ていること、安南婦人が殆んど洋服を着ず、支那服様のものを着ていること、街で賣つてゐるものが殆んどフランス製品であること等です。宿泊したホテルの食堂で出るリンゴまでフランスから持つてくる由です。頂點を大臣とする大きな財閥があり、電氣、氷、マッチ等は財閥の經營する一會社にしか營業を許可せず、體のよい專賣ですから値段も高くなるわけで、ここにも植民地搾取の現れが見受けられました。



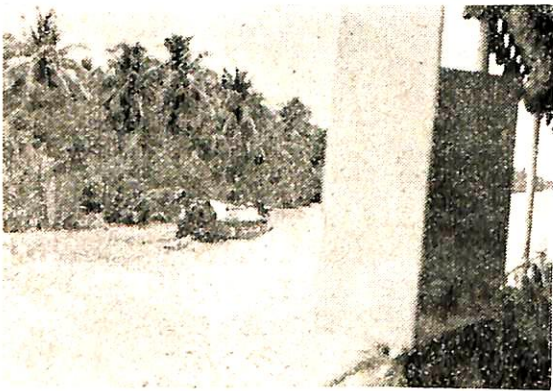
第2圖 サイゴン市内の一角

3) 對日感情は必ずしも悪くはないが、ヴェトナム政府のフランスに対する遠慮から親日感情が表面に出るのを抑えている向がないでもないようであります。足繁く在外事務所へ来ていたものがパツタリ来なくなつたり、カンボヂャには既に日本公使館が開設されているのにヴェトナムでは未開設であるのは、この現れと見てよいでしょう。フランスが日本を警戒しているのは相當のものようであります。

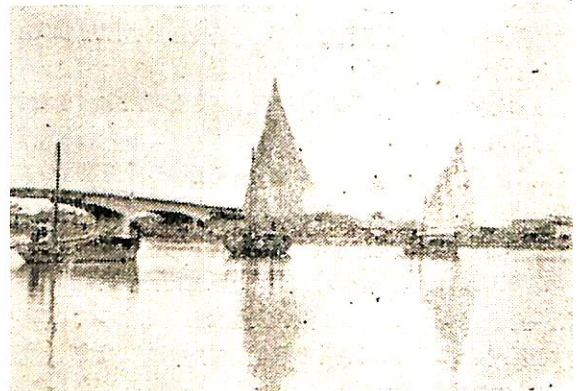
4) サイゴン市内の治安は保たれていますが郊外はゲリラが活動し必ずしも良好ではありません。前述の My Tho 視察の時も往路のディーゼル車には装甲車が、また復路のついた船にはパトロール・ボートがつくといつた有様でした。但しホーチミン軍については安南人は國民的解放軍とみて單なる共産軍とはみず好意をよせている者もあるようでした。事實會議開催中にディエンビエンフーが陥落しましたが、サイゴン市内は至つて平穩



第 3 圖 サイゴン 周 邊 の 水 路 圖



第 4 圖 サイゴン 附 近 の 運 河



第 5 圖 サイゴン 市 内 の 一 景

で、あれはフランス軍がまけたのだといっている人もあつた位でした。

5) 前述の如くヴェトナム政府がフランスに氣兼ねをし、また現在の内戦がおさまらぬ限り、日本からの早急の輸出は期待出来ぬと思われませんが、將來のためには今から手を打つ必要があります。水路は網の目の如く發達し(第3圖参照)しておりながら橋が極めて少いので小型の船舶、機關の需要が豫想され、また電力も世界で有数な高價格のため普及していかないで1~10KW程度の發電機の需要が豫想され、また製材のための1~10KW程度の動力が要求されています。

6) 日本がヴェトナムへ進出するためには、現地へ行く人は佛語に堪能なばかりでなく、支那語、安南語、にも通じなければなりません。また使用するカタログも佛文等の物を用意すべきで、その内容も單に会社の宣傳、製品の陳列的なものは不可で、製品の性能、取扱の注意等に重點をおいたものであるべきです。またサービス・エンジニアの駐在、陳列室の設置等も重要と考えられます。以上はサイゴン在留三十年という邦人の話でありまして注目すべき内容を含んでいるように思われます。

7) これはよく聞く話で、また海外へ出た人々が歸朝談の一つに必ずといってよい位いうことですが、海外にある日本商社同士の競争ということで、反つて先方から足下を見すかされて了う由です。支那人商社等は常に一體となり共同の利益をはかる方法をとつて非常に團結が固い由です。日本でももう何とかしなければいけないのではないですか。

バンコックの印象

前記會議の終了後1週間程バンコックに滞在しましたが、當地については戦後多くの日本人がしかけておりますので最早珍らしくもないようですが、一應その印象を述べてみましょう。

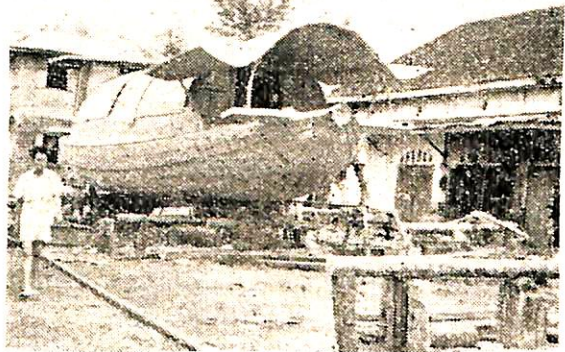
1) バンコックはサイゴンに比べて人口も多いせいか、何となく汚い感があります。これは街路樹の少いせいもありましょう。但し郊外には仲々立派な住宅が並んでおりました。街での買物は支那人街を除いては英語で用が足せました。歐米商社や華僑の進出は誠にめざましくタイ人の商工方面の勢力は微々たるものようではありますが、政府としては國民の自立心養成に努力しているらしく、街の看板の文字も英語が少くなつたり、あるいは最近タイ人の手で建設された中央郵便局等は、このことの現れでありましょう。

2) 造船状況は、戦争中の空白が一應うまり、また最近漁業状況が悪いため造船が餘り振わず、従つて船用機

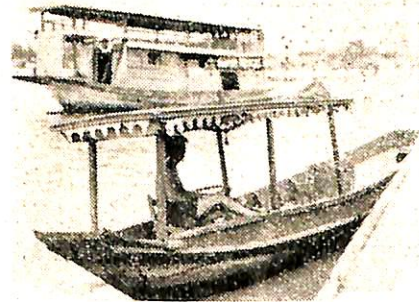
關の需要も活潑ではないようです。加うるに現地においても、輸入機關をスケッチして5HPと10HPの燒玉機關を製造していますので、日本からの小型機關の輸出は益々減少するのではないのでしょうか。小生不勉強でバンコックで燒玉機關が製造されていることは夢にも考えなかつたこととて大いに驚きましたが、出來ている品物そのものは勿論良いものとはいえませんが、日本よりも10%位安くかつ月賦販賣されております。

3) これを製造する工場は工作機械6~7臺位のものです。バイトは凡てドイツから、また機關部品でバンコックで出來ぬもの(例えば齒車、バネ等)は凡て輸入しておりました。鑄物工場も、新銃は一切使わず銃殼と鋼板のスクラップのみを使用し、燃料には硬木炭を用いておりました。

4) 外國製のエンジンは日本製より20%位安くかつ月賦販賣で取引されているのに反し日本製は高くかつ即金拂であります。加うるに外國製はその後次第に値下げをしているのに日本製は一向に安くならないので、日本製を扱うことを次第に嫌がるようになって來ているとのことです。更にまた例の如く日本人商社同士の競争がは(82頁へつづく)



第6圖 バンコックのある造船所にて



第7圖 バンコックにて

海外文献の紹介

造船家から見た脆性破壊問題

“The Brittle-Fracture Problem From a Ship-builder's Point of View.” By N. G. Leide,

The Shipbuilder and Marine Engineer-Builder, Oct., 1953.

緒言

鋼の脆性破壊は造船における溶接の廣汎な採用によって著しく重要性を増して来たが、脆性破壊は溶接に特有のものではない。脆性破壊の原因はサービスマたは條件（温度、變形速度、應力條件）と材料の性質の下に考えられる。そして脆性破壊のメカニズムは未だ完全に理解されていないとはいえ、結論的には現在造船家はクラックの原因の大部分を減少させるかまたは避けることができるのである。

造船家は1941年における溶接船構造の著しい増加以前に溶接船について非常に廣汎な經驗をもつていた。それ故 U.S.A. の未曾有の造船計畫も、以前に溶接構造が發達していなかつたら不可能であつたらう。それ故戦争は既に多くの國で著しい進歩を示していた發展を強めたに過ぎない。他の多くの革命的な方法におけると同様困難は多く誤りもあつたが、造船家はこれらの多くから非常に價値の多い經驗をした。この經驗、高級電極、現今非常に有用な溶接機械の發達は溶接船において造船家の信頼を與えた。このことは1938年以來建設されまたは再組織された造船所は銲接に先立つて電弧溶接の使用を基礎にしているという事實からも判る。しかし過去10~15年の間に造船所は非常に有名になつた困難すなわち脆性破壊問題を経験した。多数の船を眞二つに折損する原因であつた危険な破壊は造船家と鐵鋼メーカーに對する挑戦であつた。1952年に Lloyd's register of Shipping の公表したリストによると1952年2月に至る5年間に2つに折損した船は15隻あるが、これにアメリカ當局の指名した12隻が加えられなければならない。しかしこれらの船は實際に眞二つに折れた船であつて、もし危険な破壊の起つた他のすべての例を含めるとこのリストは尨大になつたであろう。折損または破壊した船の世界船腹量に對する百分率は小さいけれども、これらは壽命の損失、嚴る財政損失の點からも重大な問題

である。かくの如く船の脆性破壊の回避は研究調査における數千ポンドの費用の價値がある。

脆性破壊の原因

アメリカ戰艦の災害が歐洲に知れた時、破壊は船がマズプロ條件の下に、不熟練勞働によつて溶接されていたという事實によるものであると考えられた。しかしアメリカ當局の任命した Board of Investigation は溶接そのものは非難し得ないことを見出したが、設計の不満足な點、とりわけクラックの發生點となる切欠の隅が鋭いことを指摘した。工作の重要性が叫ばれたが、良い設計と工作、強靱な鋼をもつてすれば第1級の船が建造できるというのが一般的な結論であつた。

脆性破壊問題を研究して見ると、以前に銲接船の數隻が二つに折損するか非常に重大なクラックを發生するほど脆性破壊が起つている。これから見ると、溶接構造が脆性破壊の原因ではない。

本當の原因を知るためには、鋼板が脆くなるような環境を研究する必要がある。大部分のクラックが氣温が低く荒天時に代表的な切欠から發生するという事實は、トラブルの原因についてのヒントとなつたが、これは數箇所の研究室での研究結果によつて確められた。鋼の狀況が次のものによつて調整されていることは一般に認められている。

- 1) サービスまたは試験條件 a) 温度 b) 變形速度 c) 應力條件
- 2) 材料の性質

もし脆性破壊を避けたいのなら、材料はできる限り有利な條件の下で使用されねばならない。

サービスまたは試験條件

温度は自然に調整され、造船所の所員や船員は殆んど調整し得ない。

變形速度もまた部分的に例えば船が波の pounding によつて支えられている時のように自然に調整されている。また荒波の中で船を操つている船員によつて、また建造期間中造船所で働いている人によつて部分的に調整されている。しかし造船所ではクラックの入つた鋼板は取り換えられる。これらの因子には幾らか意味があるのかも知れないが、クラックは應力が比較的に低く、船の碇泊中に發生しているので主要な問題には影響がない。

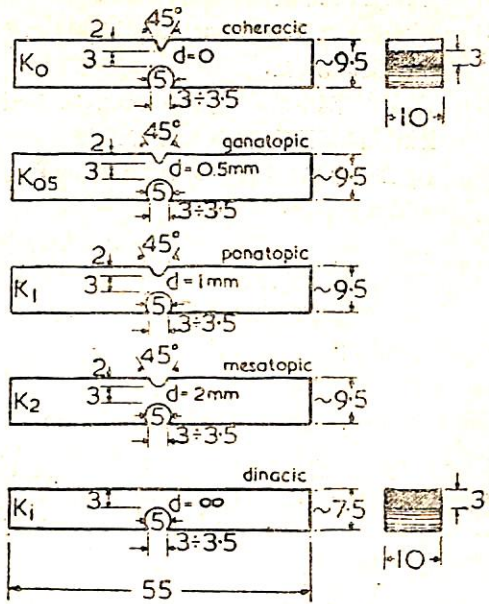
應力條件は二つの部分、すなわち通常 grade severity の違いと grade of intensity の違いからなるといふことができる。應力條件の severity は設計と工作により intensity は構造、負荷計畫、海上における操作により決定される。不連続と鋭い切欠は苛酷な應力條件を與え

危険である。

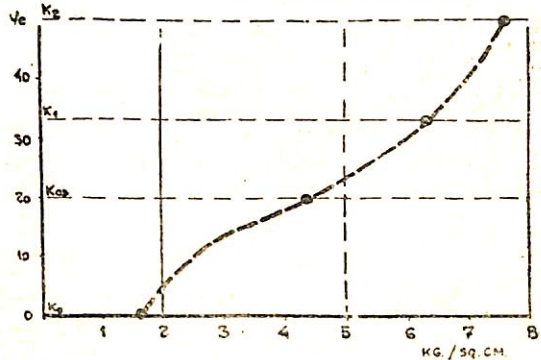
材料の性質

鋼の性質は勿論興味深いものである。造船用鋼材は船級協会によつて統制されているが、1948年以前には引張試験と曲げ試験に對する要求を満足しておれば十分であつた。しかし間もなく二つに折損した船から採取した板が船級協会の要求に合うものであつたこと、特殊試験は鋼板の脆性破壊の傾向に關しては如何なる知識をも與え得ないことが判明した。多くの新しい試験、例えば、衝撃試験、引裂試験、偏心引裂試験、切欠引張試験、低速曲げ試験等が試みられた。都合の悪いことにこれらの試験から得た結果は、試験時の變形速度、應力條件等が異つてゐるので比較ができない。“切欠靱性”“遷移温度”という言葉が U.S.A. に持ち込まれた。U.S. コーストガード、A.B.S. を含む American Bureau of Investigation は折損した船、クラックの發生した船から多數のサンプルを採取して研究用として研究所に配つた。これよりは遙かに小規模ではあつたが、イギリスやヨーロッパ諸國でも同じことが行われた。今日に至る迄多くの試験が行われたが、一般的に容認された。鋼の切欠靱性についての知識を與える試験はない。

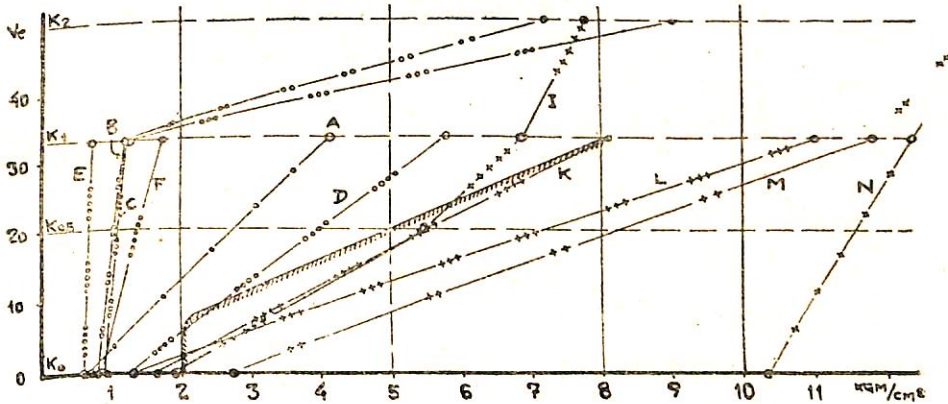
Malmö の造船所では、シュナット法 (Schnadt method) によつて鋼の試験を行つてゐる。ある例では、研究所で破壊した板を研究することが可能であつた。第1圖は種々のシュナット試験片を示したものである。第2圖は三または四の試験を基礎にして結果を圖式的に表す方法を示したものである。横軸は衝撃値 ($Kg/sq.cm$) 縦軸は $V_0 = 100d/(d+2)$ の値である。但し d は試験に用いた切欠の直径である。第3圖は種々の板から得た試験であつてその詳細は次の通りである。



第1圖 シュナット試験片の寸法と形状



第2圖 切欠の鋭さとシュナット試験における吸収エネルギーの關係



第3圖 粘性破壊、脆性破壊した板のシュナット試験結果

- A = 脆性破壊した甲板
- B = 脆性破壊した L-bar. bar は粘性破壊した M と同位置にあつた。
- C = 造船所で歴延中にクラックの入つたボイラー板
- D = 延性破壊と脆性破壊の入り混つた駆板
- E = 曲げ作業時にクラックの入つた 12 mm 波形 bulkhead
- F = 造船所で処理中 25°C でクラックの入つた板
- I = 衝突で損傷を受けた船殻
- K = D と同じ船の延性ある甲板鋼板
- L = 延性ある甲板鋼材
- M = 延性ある棒 (B 参照)
- N = 試験片として用いられた特に強靱な材料

すべての試験は破壊が起つた時と同温の下に行われ、温度の影響は排除された。幾分明らかな境界線 $K_0=1.5$ (2, $K_{1.5}=5$, $K_1=8\text{kg/cm}^2$) のあることは明白で数値の高い板はすべて延性大で脆性破壊をした板の数値は低い。試験片の破壊面の外観もまた検査されねばならない。もしこれが100%強靱であればたとえ K_1 の値が 8kg/cm^2 より低くても延性は大であるかも知れない。これらの結果も、もし鋼が撰ばれた温度で上述のよりも高い値をもつかまたは100%靱性破壊をするならば、恐らく使用中にも粘く動作するだろうこと、逆にもし衝撃値が低く試験片が脆性破壊と関連して光つた結晶を示すならば脆いかも知れないことを示している。この一連の

試験は結論を導き出せるに十分大きくはないが、今後多くの結果が得られるにつれて明白になるであろう傾向を示しているのである。U.S.A. 当局の後援によるクラックの発生した鋼の鋼板の研究は頗る価値のある知識を興えて来たが、その一つは破壊板の三つの型についての研究を含んでいる。:-

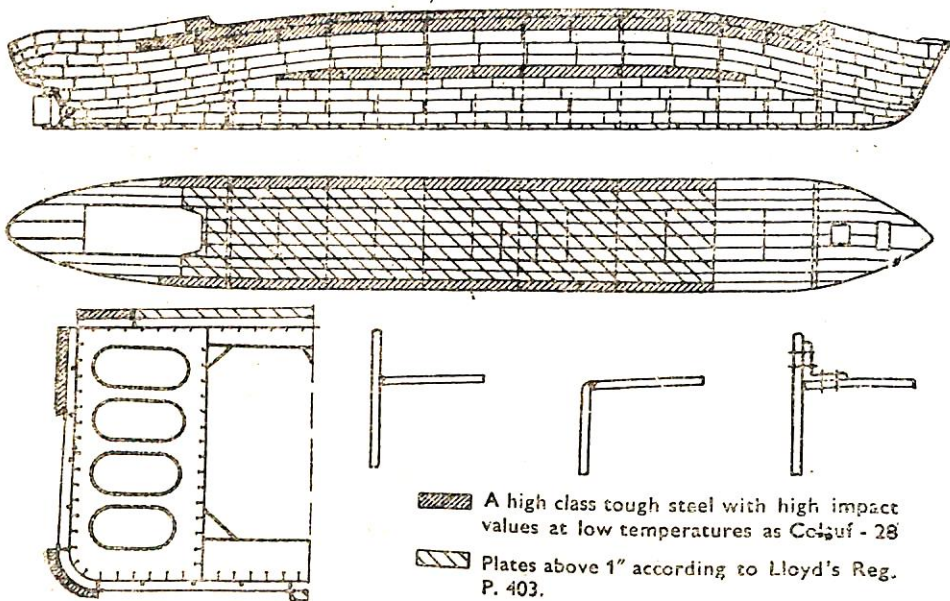
- (a) クラックの発生する鋼板
- (b) クラックが傳播する鋼板
- (c) クラックが停止する鋼板

板は多くの違つた温度の下に試験されたが、これらは破壊が起つた温度において比較された。そしてグループ (a) のすべての板の衝撃値は 15ft-lb 以下であることが見出された。グループ (b) と (c) は分けるのが困難で、また脆い板、延性ある板の境界と考えられるような数字を興えることも不可能である。

この種の試験について、より以上の知識を得るために International Institute of Welding は鋼の切欠延性についての将来の研究においては、他の如何なる形式のテストにもシャルビー V 型切欠試験を行うことを忠告している。この特殊な試験が廣く用いられるようになり研究室での結果と實際とを相關させることが可能になることが望まれる。

クラックの回避

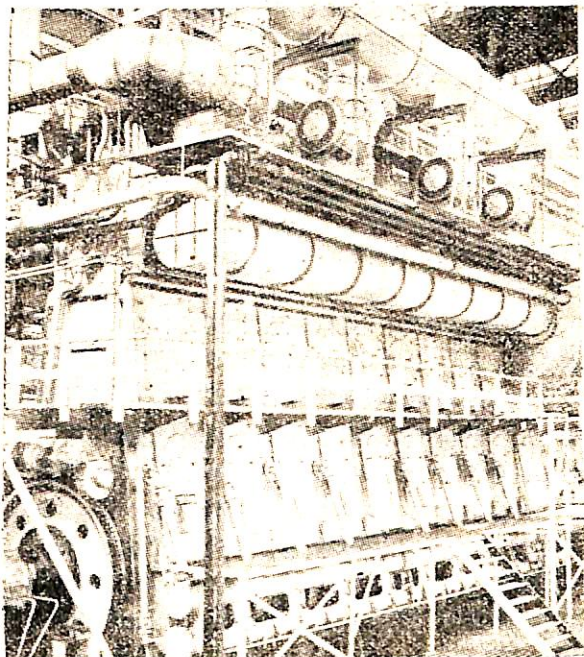
實際面では造船家は應力集中を減少させることにより



第4圖 型式の異なる材料を用いた 24,000 トン油槽船の構造

クラック発生點または切欠の大部分を減少またはなくすることができる。現在船級協會は厚さ $3/4$ "以上の鋼板の材料が成分の要求と一致すること、厚さ1"以上の鋼板の材料は承認された品質のものでなければならないことを規定している。しかしこれらの要求は化學的分析に基礎を置いたものであつて壓延の影響とか製鋼工場における生産の詳細——完成した板の性質に重大な影響を及ぼす——を含んでいない。協會の化學的成分とは一致している工場では強靱な鋼を他の工場では切欠に敏感な鋼を生産するかも知れないのである。船級協會は、その規則を改正して船體構造用の、型の違つた鋼を導入した。これは修理の困難をもたらすが、全利益は増加する技術的知識によつて得られるとするなら、避けられないことと思われる。かくして Kockums Co. はある温度で保證された衝撃値をもつ良い材料を使用するのが望ましいことを見出した。これらの板は大型船の船殻中央部の安全帯として2,3または4 strake に使用された。そしてもし試験が正確に説明されるなら -10°C においてすら、普通鋼材である隣接の板からクラックを止めることができるであろう。24,000D/W の構造に使用された種々の材料の使い方を第4圖に示す。構造をこうすることによつて重量を節減し、完全な全溶接船を建造することができる。こうしても經費の値上りは大きくはなく、これによつて生ずる節約と比較すればむしろ少いのである。(U)

この表は 2,000d w.t. 以下の船は含まぬから これらすべてを總計すれば 3,000,000 i.h.p. を下らないであろう。これは大凡 $\text{£}70,000,000$ (約700億圓) に相當する。1953年における技術的進歩は多々あるが、その主なる



第1圖 新型 Stork 過給2サイクル機関

海外文献の紹介

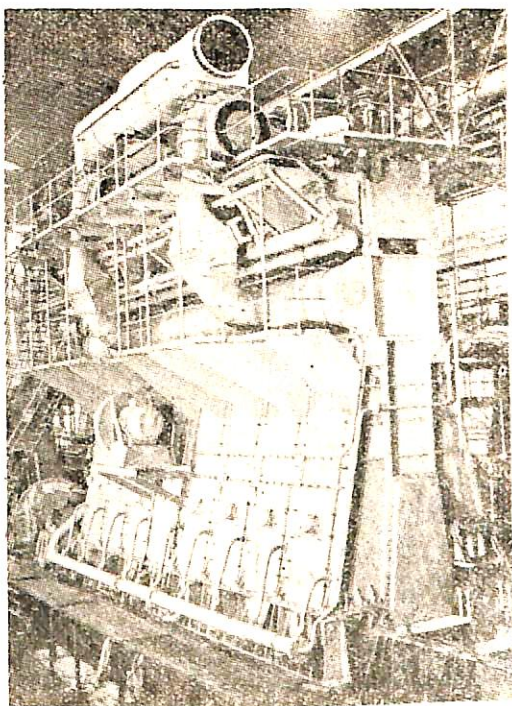
1953年における推進機関の進歩 "Propelling Machinery Development in 1953."

The Motor Ship, Jan., 1954.

昨年度の遠洋航路商船に据付けられた推進用内燃機関の總出力は約 2,500,000 i.h.p. であつて、これは 1952年の約10%増である。英國がやや減じているので、その他の國は増していることになる。その状況は次表の通り。

	I. H. P.		D. W. C.	
	1952	1953	1952	1953
英國	580,000	530,000	1,160,000	1,010,000
その他國	1,690,000	1,940,000	2,540,000	2,800,000
合計	2,270,000	2,470,000	3,700,000	3,810,000

註 2,000d.w.t. 以上の船に關するもの



第2圖 B&W 8,750 b.h.p. 過給機関

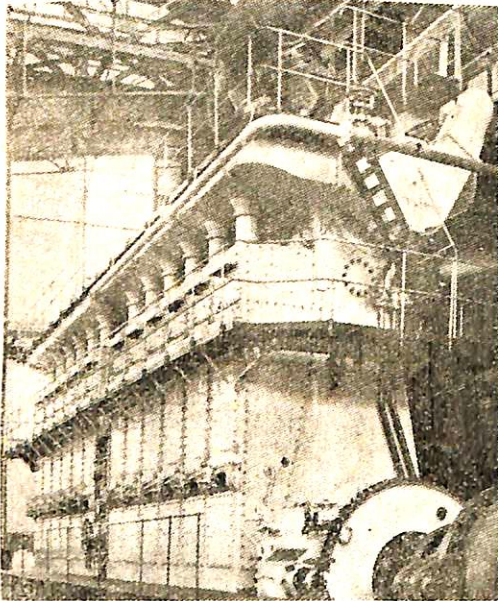
事項は次の通りである。

1. ボイラ油を燃料とするように特に設計された機関
2. 新しい二行程ターボ過給機関
3. 高過給四行程機関
4. 歯車減速二行程および四行程機関
5. 高速の艦艇用機関
6. 自由ピストンとガスタービンの組合せ
7. 船用ガスタービン

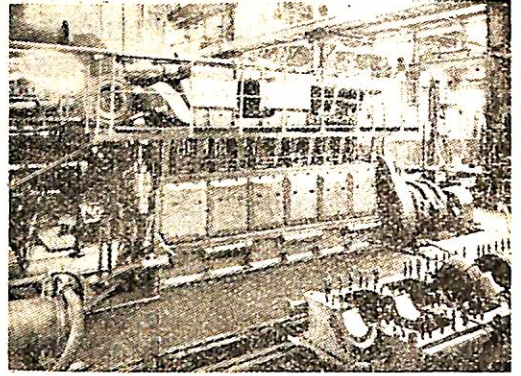
ボイラ油で運轉する特殊設備を持った例としては Stork 二行程単動機関と Sulzer 機関の二つが挙げられるが、これらはいずれも新しい設計である。200以上のモーター船が昨年中にボイラ油を使用できるよう装置された。

世界で最初のターボ過給二行程機関が昨年中に船に搭載されたが、これは Songkla の B&W 機関——1952年に完成した Dorthe Maersk は B&W ターボ過給機関をつけた最初の船ではあるが、これは最初普通給気機関として設計されたものであった——および Prins Willem van Oranje の 9,600b.h.p. Werkspoor-Lugt 機関である。前述の Stork 機関もまた過給機関であつて、これは既に工場運轉が行われた。一方興味のあるのは沿海貨物船に搭載された Sirron の過給二行程小型機関である。同じ型式の 1,600 b.h.p. の機関は最近完成する。

高過給四行程機関は未だ實船にとりつけられないが、現在製造中であつて、1954年中にはその著しい発展が報ぜられるであろう。この研究は英國では Mirrlees, F



第3圖 9,600 b.h.p. Werkspoor-Lugt 過給
2サイクル機関



第4圖 National 1,600 b.h.p. 歯車減速過給
4サイクル機関

イツでは M.A.N 社で行われており、 12.6kg/cm^2 以上の平均有効壓力で運轉する機関が期待されている。歯車減速四行程機関付モーター船が昨年中に相當數ドイツで建造された。英國ではこの種機関はトロール船や捕鯨船に限られておるが、歯車減速二行程機関は新型 Sulzer 二行程高速機関を搭載した冷蔵貨物船に實例がある。しかし歯車減速機関は船主および造船所にかなり関心が持たれている。現在建造中の多數の掃海艇および高出力のフリゲート用としてこの種機関を採用していることは、ここ數年間に著しい進歩をもたらすことになるであろう。

將來商用機関に影響を與えるべき艦艇用高速機関に関し、多くの業績が挙げられた。英國では Deltic 機関が1953年中に試験されたが多くの海軍技師の意見によれば本機関は偉大な可能性を示している。

航空機用原動機技術の支流として設計された Nomad のガスタービン付ディーゼル機関は重要である。一方 Götaverken 高速對向ピストン過給四行程機関の試作機の試験が昨年行われたが、これも多くの興味と可能性のある設計である。

英國海軍は高速艦艇用ガスタービンの進歩を促し、再び今後の商船に影響を與えんとしている。すなわち Rolls-Royce 5,400b.h.p. 機関が試験され、哨戒艇に搭載中であり、また Metrovick ガスタービンは更に發展した。フランス海軍の掃海艇多數に自由ピストン機関およびガスタービンが裝備され、また同じ装置が初めて商船に搭載され既に就航している。

昨年中における一般船用機械の進歩については、タンカーにおいて交流の採用が増加したことが注目される。この分野における進歩は更に益々重要性を増し、ついには全タンカーが補機および照明用に交流を採用するよう

1953年竣工船舶に搭載せるディーゼル機関の型式別集計表

國名	2 O	2 S	2 D	4 S	Total I.H.P.
イギリス	440,450	64,900	—	26,400	531,750
ドイツ	—	234,700	124,150	123,900	482,750
スウェーデン	—	366,550	34,000	—	400,550
オランダ	23,200	148,450	36,800	19,100	227,550
日本	—	198,750	27,300	—	226,050
フランス	6,800	153,500	—	1,600	161,900
イタリア	—	151,850	—	—	151,850
デンマーク	—	121,550	—	—	121,550
ノルウェー	35,950	39,950	6,800	—	82,700
カナダ	—	20,000	—	—	20,000
ベルギー	—	12,900	—	—	12,900
ユーゴスラビア	—	11,600	—	—	11,600
スペイン	—	6,300	—	3,500	9,800
フィンランド	—	7,500	—	—	7,500
オーストラリア	—	2,850	—	1,350	4,200
アメリカ	—	—	—	2,700	2,700
中国	—	1,800	—	—	1,800
Total I.H.P.	506,400	1,543,150	229,050	178,550	2,457,150

註 2O: ニサイクル對向式, 2S: ニサイクル單動, 2D: ニサイクル複動, 4S: 四サイクル

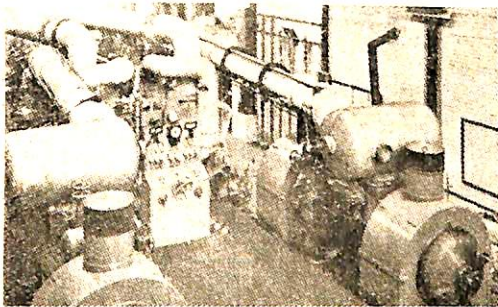
になるであろう。貨物船の船尾機関配置が注意を引いており、この配置のモーター船が数隻建造された。このような設計が優れていることが証明されるにもかかわらず、保守的な考え方の中にはこれによつて生ずるイニシャルコストの低減、載貨容積の増加も餘り重要視されないものである。現在 Belfast で建造中の船尾機関20,000トン Shaw Savill 定期旅客船が就航するようになれば、これらの提案がずつと多くの関心を引くに違いない。最も經濟的な補機駆動方式は何かということについては未

だに結論が出ない。主機排氣で蒸氣を作ることが廣く行われているが、この窮極の目的は、このようにして得た蒸氣で、全補機を運轉することである。今日でもなお港内碇泊日数の多い貨物船については、電動補機がイニシャルコストが高いにもかかわらず經濟的であるといわれるが、これは主として年に100日またはそれ以上港内におるために燃料消費を節約しうることによるのである。タンカー會社は主機ディーゼルの排氣によつて發生する蒸氣で全補機を運轉することに特に興味を持つて

機関の型式

英國で1953年中にモーター船にとりつけられた推進機関の約82% (出力で) は對向ピストン式であるが、世界の全體に對しては20.5%に當る。全世界の數字の63% は二行程單動機関であるが、各國毎の機関型式別の實績は上表の通りである。

對向ピストン式 (Doxford および Harland-B&W) は1952年に比し約20,000i.h.p. 減である。(Y)



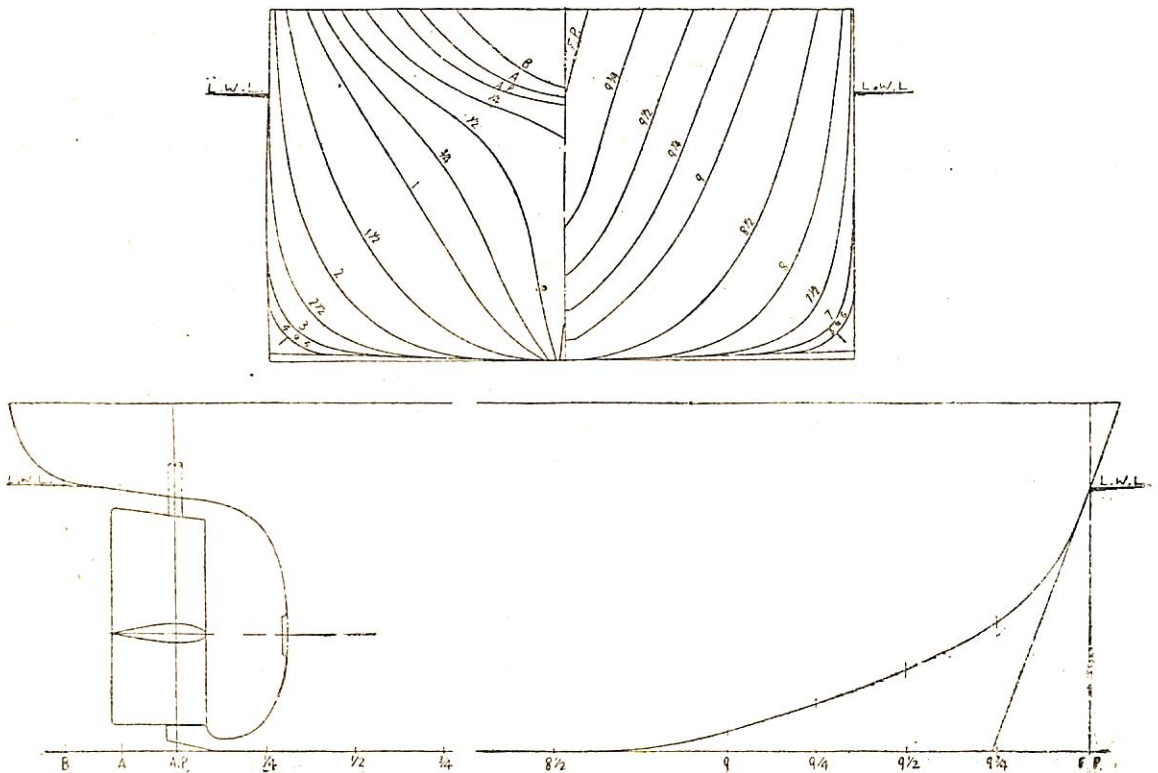
第5圖 貨物船用 1,600 b.h.p. 自由ピストン機関

小型油槽船の模型試験

小型船の資料として小型タンカーの模型試験成績2例を掲げる。M.S. 74は長さ61米の、M.S. 75は53.5米の實船に對應するそれぞれ5.5米および、4.5米模型船である。兩船の主要寸法は試験に使用した模型推進器の要目とともに實船の場合に換算して第1表に示し、正面線圖および船首尾形狀を第1圖および第2圖に示す。M.S. 74はマイヤー型に近い船首形狀を有し、M.S. 75はカウタ

ー・スターンである。また前者は主機として往復動汽機の搭載が豫定されたので推進器回転數が小で、推進器のピッチが大である。舵は兩船とも流線型舵が裝備されている。

試験は M.S. 74 については滿載、半載および 1/4 載貨の3状態で、M.S. 75 については 滿載と 1/4 載貨の2状態で施行された。結果は第3圖および第4圖に示す。



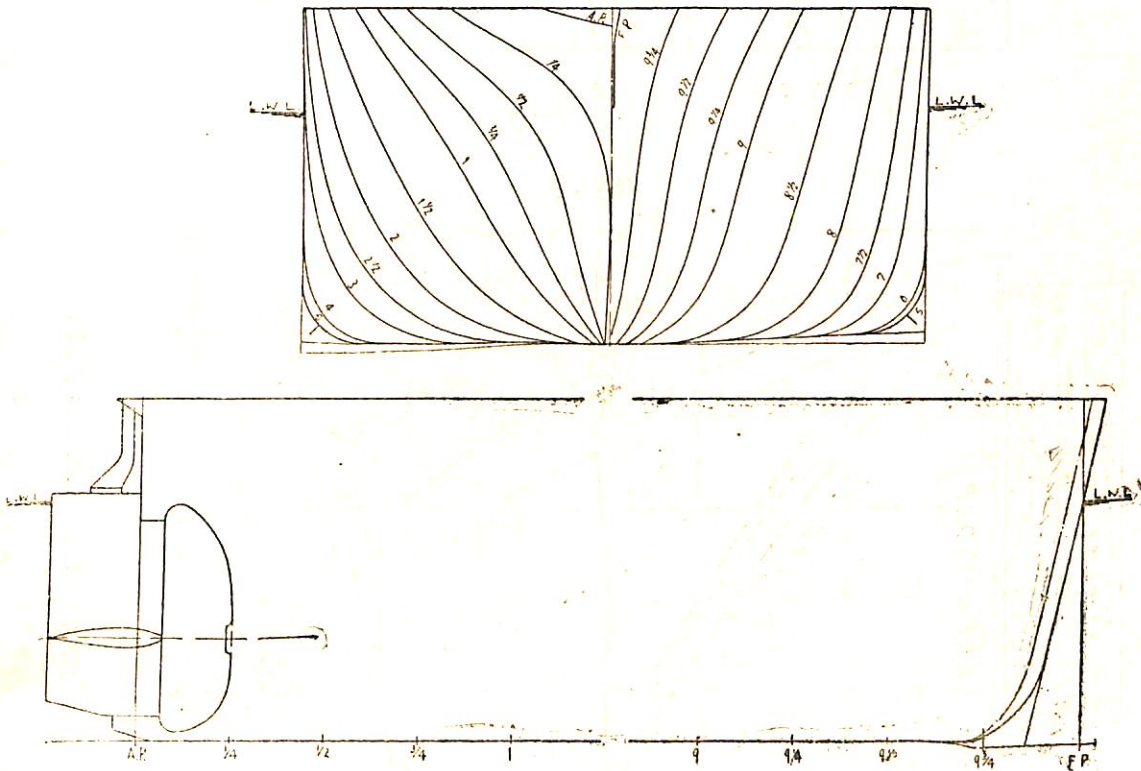
第1圖 M.S.74 正面線圖および船首尾形狀圖

第 1 表

M.S. NO.		74	75	
長	さ (LBP)	61.00 米	53.50 米	
幅	(B) (外板を含む)	10.03 米	8.93 米	
荷	吃	水 (d)	4.624 米	3.444 米
	吃	水線の長さ (L.W.L)	62.651 米	53.50 米
	排	水 量 (d)	2125 噸	1150 噸
	狀	Cb	.727	.682
	態	Cp	.746	.704
	態	C _M	.974	.968
lcb (LBPの%にて(印より))		+3.36	-.14	
平均外板の厚		.015 米	.0146 米	
λ _s *		.14377	.144325	
λ _s *		.16885	.17875	

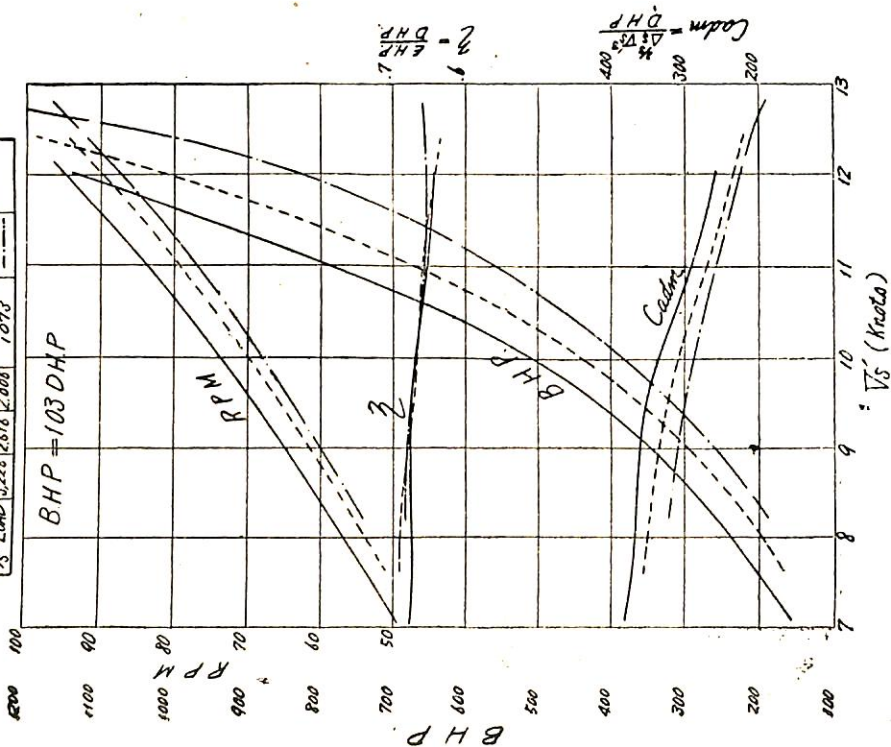
M.P. NO.		64	65
直	徑	3.600 米	2.590 米
ポ	ス 比	.194	.180
ピ	ッ チ (0.7R, 適増)	471.7 米	237.3
ビ	ッ チ 比 (〃)	1.310	.916
展	開 面 積 比	.390	.408
翼	厚 比	.040	.042
傾	斜 角	13°~30'	10°~0'
翼	數	4	4
回	轉 方 向	右廻	右廻
翼	斷 面 形 狀	エーローホ イル	エーローホ イル

* 印 L.W.L に基く



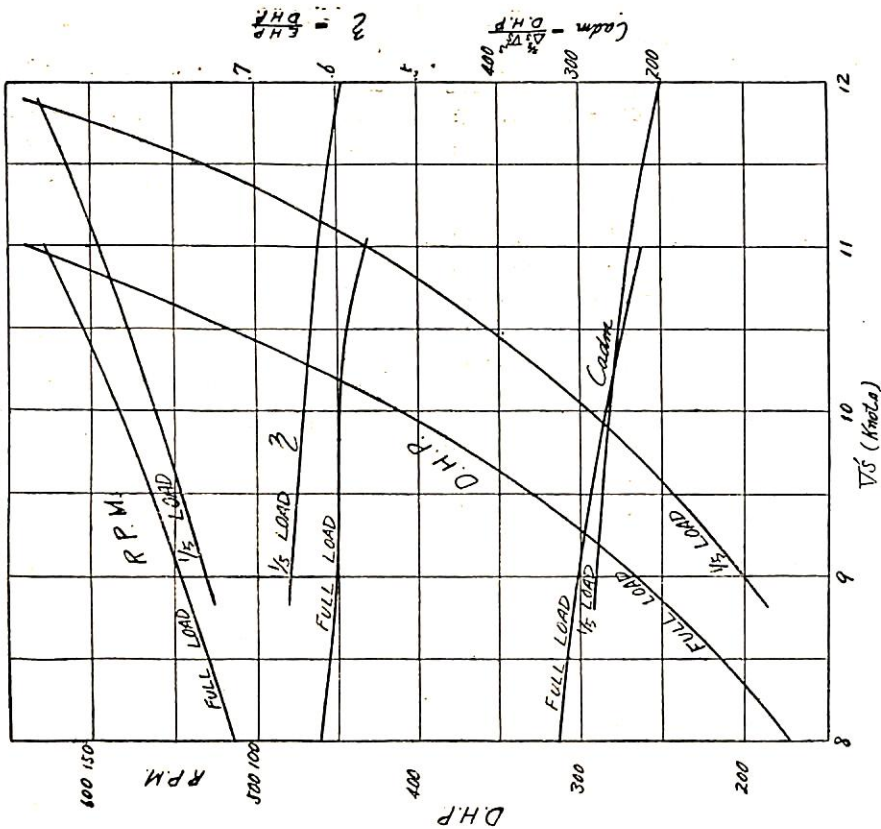
第 2 圖 M.S. 75 正面線圖および船首尾形状圖

CONDITION	DRAFT (m)	DISPLACEMENT (m ³)	MARK	REMARK
FULL LOAD	4.615	2073	---	WITH ALL APPENDAGES
1/2 LOAD	3.412	1449	---	---
1/3 LOAD	3.226	1206	---	---



第 3 圖 M.S. 74 × M.P. 64 B.H.P. 等曲線圖

CONDITION	DRAFT (m)	DISPLACEMENT (m ³)	REMARK
FULL LOAD	3.544	1121	WITH ALL APPENDAGES
1/2 LOAD	3.102	724	---
1/3 LOAD	2.825	585	---



第 4 圖 M.S. 75 × M.P. 65 D.H.P. 等曲線圖

鋼船建造狀況月報(7月)

運輸省船舶局造船課

(1) 造船所別工事中船舶

(29年7月末現在)

造船所	貨物船	油槽船	鐵, 運	客船	漁船	曳船	雜船	輸出船	合計								
安藤鐵工							3	175	3	175							
甘粕・大阪	1	290							1	290							
第一造鐵		1	160						1	160							
藤永田		1	650				1	130	1	380	3	1,160					
福崎船渠							1	100			1	100					
播磨・相生		2	4,500					5	43,060	7	47,560						
播磨・吳							1	350			1	350					
林兼					1	600					1	600					
日立・向島		1	700		1	700					2	1,400					
〃・因島		1	12,900								1	12,900					
石川島								61	13,620	61	13,620						
飯野舞鶴	1	620									1	620					
糸崎造鐵								3	324	3	324						
川崎重工	2	2,940						1	24,200	3	27,140						
金指造船					3	1,000					3	1,000					
金川造船	1	350									1	350					
三井・玉野	1	7,550		1	230	1	990				3	8,770					
三菱・長崎			1	13,600				2	42,000	3	55,600						
〃・廣島			1	4,250							1	4,250					
〃・下關			2	1,900							2	1,990					
三保造船					5	1,760					5	1,760					
丸菱商會							1	135			1	135					
鋼管・鶴見								1	12,700	1	12,700						
〃・清水	1	9,900									1	9,900					
名古屋屋			1	690							1	690					
名村造船							1	140			1	140					
N.B.C. 吳								2	43,600	2	43,600						
新三菱・神戶			1	1,600							1	1,600					
佐野安	3	660									3	660					
鹽山船渠			1	600							1	600					
新湊銀造							1	24			1	24					
鶴見船渠							1	200			1	200					
大平工業	1	160									1	160					
浦賀(橫)							1	150			1	150					
(浦)	1	380									1	380					
油谷重工			1	130			▲	▲	500		1	500					
內田造製											1	130					
渡邊製鋼							2	150			2	150					
橫濱造船							1	300			1	300					
山本造船							1	90			1	90					
淺野造鐵	1	900									1	900					
橋崎造船					1	65					1	65					
東造船											1	9					
合計	13	23,750	14	41,770	1	230	—	—	12	5,115	—	17	2,453	76	179,884	133	253,202

工事中 中止中
(▲印)

1 500 1 500

(口) 起工船

(29年7月中に報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	總トン數	主機	馬力	用途	起工年月日	
川崎重工	935	川崎重工	川崎重工	1,470	D	1,100	貨	29.7. 1	
鹽山造船	216	商船	運輸	600	//	650	油	29.7. 8	
三保造船	191	住吉漁業	漁業	570	//	900	漁(鯖)	29.7.12	
橋崎造船	197	知床開發	宇登呂漁協組	65	不明	不明	漁	29.7.31	
名村造船	275	池田商	事	140	—	—	雜(舂)	29.7. 5	
安藤鐵工	1,016	靜岡	砂利	65	—	—	//(砂利)	29.7.10	
渡邊製鋼	122	建設	省	130	—	—	//(浚)	29.7.14	
新湊鍛造	5	能登	開發	24	—	—	//	29.7.19	
播磨相生	491	パナマ	向	20,900	T	15,000	輪(油)	29.7.14	
"	492	"	"	"	"	"	"("//)	"	
藤永田	35	々	イ	向	380	D	800×2	//(弊祭練習)	29.7.21
石川島	734-1	米國	海軍	180排水	//	//	165×3	//(上陸用舟艇)	29.7.14
"	//2-9	"	"	各	"	"	各	//("//)	各
鶴見船渠	159	菊地	利明	200	—	—	雜(舂)	29.6.10	
福崎	37	辻	組	100	—	—	//(浚)	29.6.22	
共同製作	57	三角	石油	5	D	15	//(給油)	29.6.19	
山本造船	11	宮田	福一	90	H	100	//("//)	29.6.22	
丸菱	103	松藤	商事	135	H	150	//	29.6.20	
東造船	29,012	電源	開發	9	D	8	//(巡視)	29.6.15	

合計 26隻 47,403總噸

(ハ) 造水船

(29年7月中に報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	主	總トン數	船主	主機	閥	用途	進水年月日
佐野安	116	瑞光丸	丸	300	曉海運	D	310	貨	29.7.17
藤永田	33	松邦丸	丸	650	松岡汽船	//	650	油	"
播磨相生	485	壽洋丸	丸	3,350	森田汽船	//	2,500	//	"
"	486	第2共榮丸	丸	1,150	共榮タンカー	//	900	//	29.7. 2
三菱下關	493	第56日寶丸	丸	1,300	島津海運	//	1,200	//	29.7.17
名古屋	112	興和丸	丸	690	平和汽船	//	900	//	29.7.23
三井・玉野	584	みよじま丸	丸	230	國有鐵道	//	350	鐵道	29.7.20
佐世保船舶	103	第10垂水丸	丸	126	垂水汽船	//	450	客	29.7. 2
林兼造造船	841	第16文士丸	丸	600	大洋漁業	//	3,000	漁(捕鯨)	29.7.17
三保造船	188	富士丸	丸	350	白子漁業	//	750	//(鯖)	29.7.12
金指造船	187	第3盛秋丸	丸	320	山本正平	//	650	//("//)	29.7.31
"	1	第8萬榮丸	丸	450	川口文平	//	750	//("//)	29.7.29
播磨相生	2	たつた丸	丸	350	海上保安廳	//	750	雜(視巡)	29.7. 2
共同製作	57	第20三角丸	丸	5	三角石油	//	15	//(給油)	29.7.14
東造船	29,012	てんりう丸	丸	9	電源開發	D	8	//(監視)	29.7.29
三菱長崎	1,440	WORLD JUSTICE		21,000	リベリヤ向	T	15,000	輪(油)	29.7.17
N. B. C.	H-37	オアートランスポート		21,800	リベリヤ向	T	6,500×2	輪(油)	29.7. 3
東造船	28,036-1	—		5	タイ向	電着	75	//(監視)	29.7. 8

第一	鐵	不明	第2	杉野	丸	160	村野竹松	D	280	油	29. 6. 30
鶴見	船渠	165	第6	喜久	丸	140	杉木喜雄	〃	160	〃	29. 6. 1
松浦	鐵	70	高	砂	丸	70	江崎汽船	〃	220	客	29. 6. 19
浦賀	橫濱	667	—	—	—	150	佐伯組	—	〃	雜 (渡)	229. 6.
橫濱	造船車輛	1,036	第5	ゼネラル	丸	300	ゼネラル物産	—	〃	〃 (舂)	9. 6. 217
東	造船	28,032-1	—	—	—	60	タイ向	D	500×3	輸 (監視)	29. 6. 8
〃	〃	〃 2	—	—	—	60	〃	〃	〃	〃 (〃)	〃
〃	〃	29,007	—	—	—	5	關西電力	電着	45	雜 (〃)	29. 5. 10

合計 29 隻 53,645 總噸

(二) 竣工船

(29年7月中に報告のあつたもの)

造船所	船番	船名	總トン數	船主	主機関	用途	竣工年月日
日立櫻島	3,728	山國丸	7,750	山下汽船	D	7,500 貨	29. 7. 15
飯野舞鶴	6	泰日丸	8,000	日之出汽船	T	4,500 〃	29. 7. 31
三井玉野	581	寶永山丸	6,900	三井船船	D	11,250 〃	29. 7. 13
三菱廣島	117	まにら丸	9,000	日本郵船	T	8,500 〃	29. 7. 11
播磨相生	481	伊勢丸	13,200	照國海運	D	9,300 油	29. 7. 1
〃 吳	3	福洋丸	880	森田汽船	〃	750 〃	29. 7. 14
三菱日本橫濱	795	さんらもん丸	12,300	三菱海運	〃	8,500 〃	29. 7. 22
鹽山船渠	215	神幸丸	600	神戸石油	〃	650 〃	29. 7. 6
新三菱神戶	860	春景丸	700	共正海運	〃	830 〃	29. 7. 31
〃	858	ぶらじる丸	10,100	大阪商船	〃	9,000 貨客	29. 7. 10
佐世保船船	108	第10垂水丸	126	垂水汽船	〃	450 客	29. 7. 25
日立向島	3,735	第10興南丸	700	日本水産	〃	3,280 漁 (捕鯨)	29. 7. 9
三菱日本橫濱	797	第2公洋丸	490	北海道漁業公社	〃	850 〃 (冷運)	29. 7. 8
三保造船	187	大富士丸	470	靜岡縣	〃	〃 〃 (練習)	29. 7. 20
〃	185	永代丸	〃	報國水産	〃	〃 〃 (鮪)	29. 7. 5
金指造船	182	第5高取丸	320	小林竹彌太	〃	650 〃 (〃)	29. 7. 13
〃	188	第15海王丸	〃	中村八十八	〃	〃 〃 (〃)	29. 7. 20
播磨 吳	1	とかち丸	350	海上保安廳	〃	700 雜 (巡視)	29. 7. 31
共同製作	57	第20三角丸	5	三角石油	〃	15 〃 (給油)	29. 7. 15
安藤鐵工	335	—	55	相模鐵道	—	— 〃 (砂利)	29. 7. 3
渡邊製鋼	119	—	20	前田建設	—	— 〃 (渡)	29. 7. 14
久保田建機	192	—	250	運輸省二港建	—	— 雜 (起重機)	29. 7. 28
日立櫻島	3,732	BAUMASEPE	6,800	インドネシア向	D	4,600 輸 (巡禮)	29. 7. 30
〃 因島	3,731	SAWEGA	〃	〃	〃	〃 〃 (〃)	29. 7. 30
東造船	28,036-1	—	5	タイ向	電着	75 〃 (監視)	29. 7. 12
〃	〃 2~4	—	各 5	〃	〃	各 〃 〃 (〃)	各 〃
鶴見船渠	165	第6喜久丸	140	村木喜雄	D	160 油	29. 6. 25
松浦造船	70	高砂丸	70	江崎汽船	〃	220 客	29. 6. 24
東造船	28,032-1	—	60	タイ向	D	500×3 輸 (監視)	29. 6. 17
〃	〃 2	—	60	〃	〃	〃 〃 (〃)	〃
〃	29,007	—	5	關西電力	電着	45 雜 (〃)	29. 5. 10

合計 33 隻 86,961 總噸

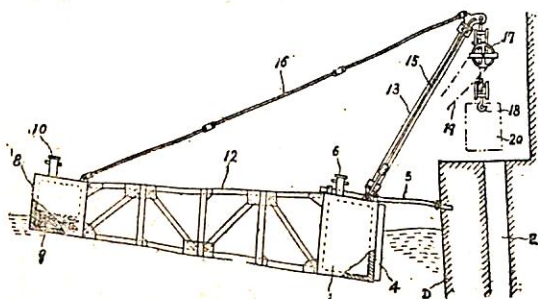
特許解説 大谷幸太郎

特許第 3,062 号

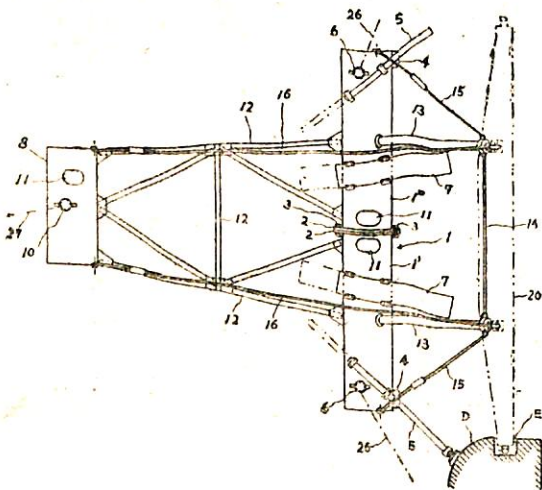
工用デリックポンツーン (昭和 29 年 特許出願 公 告第 3,062 号, 發明者・坂本義雄, 出願人・合資會社 建裝工業社)

本發明は山間の河川, または湖沼等の工事, 例へば水 力ダムのテンダーゲート塗裝工事における角落し作業や その他起重機の据付けのない水邊地帯の工事等に使用する に便利なデリックポンツーンに關するもので, 安定性 よく, また分解組立も自由に出來て使用場所への輸送を 容易に行ふことが出来るものである。

圖面について説明すると, 1 は數個 (圖面では 2 個) の長方形浮體 1', 1'' を横方向に連結しそのフランジ 2, 2' をボルト 3 で着脱可能に締付けた主浮體である。8 は 尾部の長方形浮體でその内底部には固定バラスト 9 が設 けられている。12 は數個に適宜分割出来るように形成 された連結材で, これにより前記主浮體 1 と尾部浮體 8 とが着脱自在に連結され T 字形のポンツーンが構成さ



第 1 圖



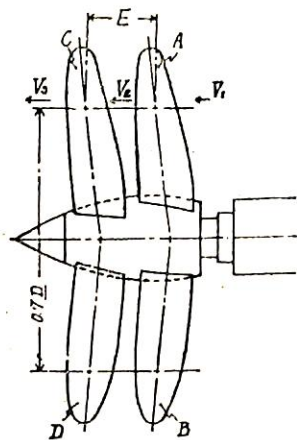
第 2 圖

れるのである。13, 13 は主浮體 1 の兩側に設けられたデ リックのジブでその上端にチェーンブロック 17 が設け られている。19 は操作チェーン, 20 は吊下げ重量物で ある。

本發明のデリックポンツーンは以上述べたように T 字 形に構成されているから浮力は極めて安定でデリックを 最前方の主浮體 1 に取付けることが出來, その使用に際 しては尾部浮體 8 の固定バラストを有効に作用させてポ ンツーンの傾動を極めて少くすることが出来る。なお本 發明のポンツーンは主浮體 1 の兩側に取付けられた緊留 索 26, 26 および尾部浮體の張設索 28 を操作することに より適宜移動されるものである。

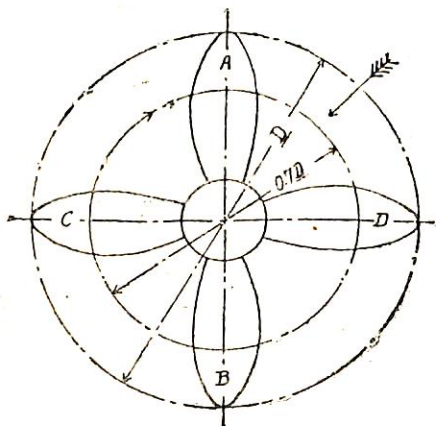
船舶の推進装置 (昭和 29 年特許出願公告第 3,066 号, 出願人・發明者・近藤市郎, 田邊正雄)

本發明は 2 枚の前翼によつて後方に蹴られ加速された 水が 2 枚の後翼の回轉 面に到達した瞬間にこ の後翼で再び搔かれ るように前後翼間の距 離を決定した 2 段 4 翼 の船舶の推進装置に關 するものである。

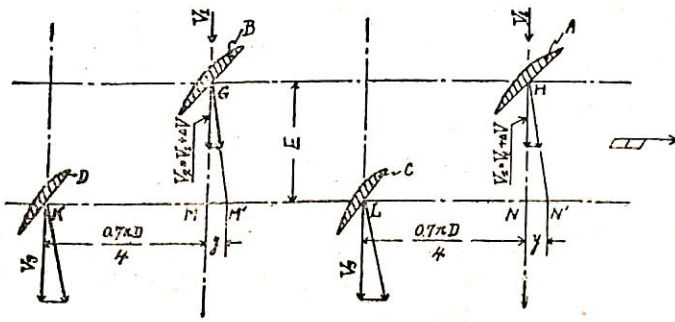


第 1 圖

圖面について説明す ると, A, B は 2 枚の 相對する前翼, C, D は 2 枚の相對する後翼 で水流は V_1 (m/sec) の速度で前翼に入り, V_2 (m/sec) に加速さ れて後翼に達した時に



第 2 圖



第 3 圖

ここで再び扱かれて V_3 (m/sec) の速度になつて推進器を出るよりに前後翼間の距離 E (m) を決定するのである。

そこで以上の関係を推進器の平均作用点と考えてよい前翼の直径 D (m) の 70% の點の翼断面展開圖である第 3 圖について考えることにする。水が前後翼間を通過する時間は E/V_2 (sec) で、いま $0.7D$ の直径の圓周上において前翼の後流が前後翼間を流れる間に切線方向に流れる距離を y (m) とすれば、後翼が $0.7D$ の圓周上において $\frac{\pi \times 0.7D}{4} + y$ (m) だけ回轉する時間は

$$\frac{\frac{0.7\pi D}{4} + y}{0.7\pi DN} \text{ (sec) となる。 (但し } N \text{ (rev/sec) は推進器の回轉數)}$$

然るに本發明では前記の兩時間は等しくされるから

$$\frac{E}{V_2} = \frac{\frac{0.7\pi D}{4} + y}{0.7\pi DN}$$

$$\text{従つて } E = \frac{0.7\pi D + 4y}{2.8\pi DN} V_2$$

ここで $4y$ は $0.7\pi D$ に比して無視し得る程度に小であるからこれを省略すると

$$E = \frac{V_2}{4N} \dots\dots\dots (1)$$

次に V_2 を求めるため第 4 圖の $0.7D$ 断面の速度線圖において ab を $P \times N$ とし (但し P (m) は前翼のピッチ) この線上において V_1 に相當する長さを bo とし o 點から ac 線に垂直に oq を引き $or = noq$ ならしめ rs を cb 線に平行に引けば後述するように $bs = V_2$ となる。ここに n は誘導速度と失脚 $(P \cdot N - V_1)$ の翼面に直角方向の分速との比であつて推進器によつて多少の幅はあるが一般に 0.7 とすることが

出来る。なお $\angle qcr$ は小であるから $\angle orc$ は直角と見做すことが出来る。

さて一般に翼の圓周速度 $(0.7\pi D \cdot N)$ と翼に入る水の速度との誘導速度のベクトル和が翼に入る水の入射方向を決定するのであるから多角形 $cborc$ をこのベクトル線圖と考えることが出来、従つて or は誘導速度と見做すことが出来る。この誘導速度の V_1 の方向の分力である os は前翼の後における附加速度 ΔV (m/sec) であつてこの附加速度 ΔV と V_1 との和である bs は後翼に入る速度 V_2 となるわけである。

$$\begin{aligned} \text{故に } V_2 &= bs = V_1 + \Delta V \\ &= V_1 + n(P \cdot N - V_1) \cos^2 \theta \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$

(但し θ は前翼の $0.7D$ の點におけるピッチアングル)

(1), (2) から

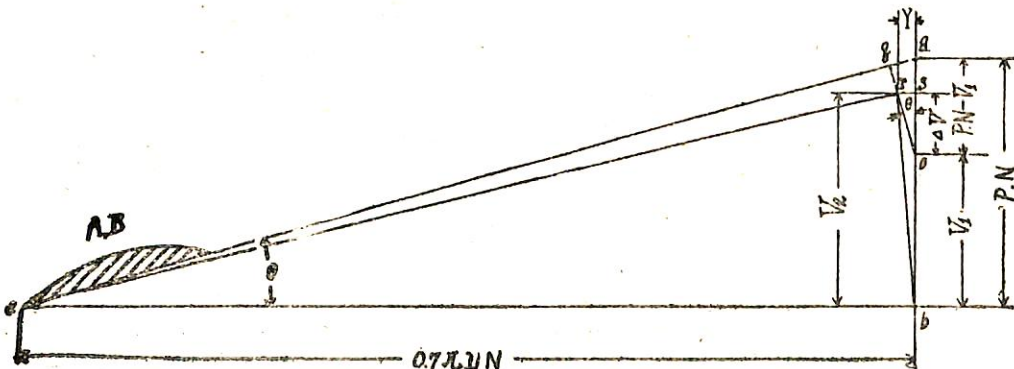
$$E = \frac{V_2}{4N} = \frac{V_1 + n(P \cdot N - V_1) \cos^2 \theta}{4N}$$

然るに $V_1 = \text{船の速度} \times (1 - w)$

$$= P \cdot N (1 - Sa) (1 - w)$$

但し Sa は見掛けのスリップ比は、 w ウエーキファクター)

従つて



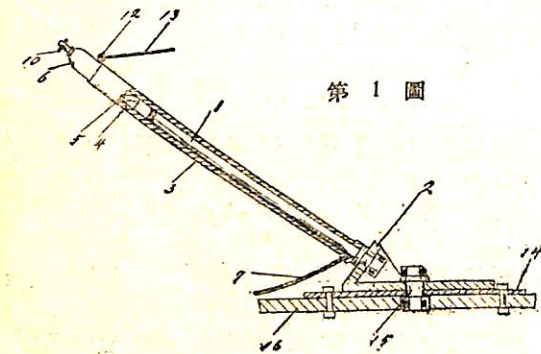
第 4 圖

$$E = \frac{P}{4} \{ (1 - Sa)(1 - w)(1 - n\cos^2\theta) + n\cos\theta \}$$

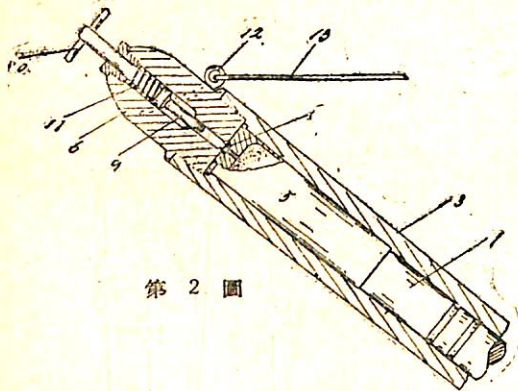
が得られ、ここに前述の距離 E を決定することが出来る。距離 E をこのように決定することによって後翼を前翼の後流速度の水流に對し有効に作用させ兩翼の綜合効率を向上させることが出来るのである。

救命索發射裝置 (昭和 29 年特許出願公告第 3,363 號、
出願人・發明者 彌毅武吉)

従來使用されている救命索發射裝置においては、普通の捕鯨用銃の發射裝置と同じように砲身内に銃を挿入しておき、この銃の砲口から先に出ている部分に縦方向に長い溝狀孔を設けてこの孔の上部に環狀金具を挿通しこの金具に救命索を取付けていたものである。このような装置においては銃が砲口から發射され、この銃の移動によつて環狀金具が銃の溝狀孔の後端に衝突した時に始めて環に結着した救命索が銃とともに發射される。従つて救命索はこの時急激な衝撃をうけ、そのため銃の速度は減殺されてその運動方向に狂いを生じかつ救命索は損傷をうけ易い缺點があつた。



第 1 圖



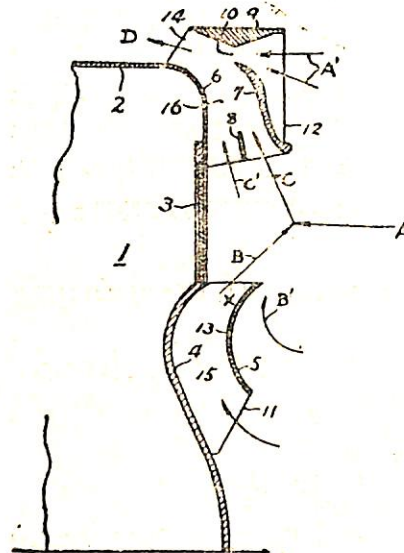
第 2 圖

本發明は以上のような缺點を除去して銃の發射と同時に救命索を發射することが出来るようにしたもので、従來の觀念とは丁度逆に砲身に相當する軸の周圍に筒狀に形成した銃を裝着するようにしたものである。

圖面に示すように、1 は前記の軸で臺板 2 上に斜に突出して固定され、この上に筒狀の銃 3 が裝着されている。そして軸 1 の上端には藥莢 5 を取付け、次に雷管擊發裝置を設けた部分 6 を筒體 3 に螺着する。この擊發裝置中には擊針 6 があつて紐 13 により作働されるようにしてあり、一方銃の下端には救命索 7 が結び着けられている。従つていま紐 13 を引いて銃 3 を發射させると、銃 3 とほぼ同時に救命索 7 は曳行されて發射するから、従來の銃のように過激な衝撃をうけることなくその彈道に狂いを生じないのである。

窓における遮風裝置 (昭和 29 年實用新案出願公告第 5,062 號、
考案者・村上外雄、高橋高藏 出願人・石川島重工業株式会社)

本考案は船舶、車輛等の走行裝置の前面窓に用いる遮風裝置に改良を加えたものである。



第 1 圖

圖面において 1 は前面窓で、2 は天井、3 は前面窓である。窓の外側下方には凹彎曲板 4, 5 によつて風の旋回吹揚路が形成され、また窓の外側上方には流線板材 6, 7 によつて吹揚路 15 からの旋回吹揚風に對する誘導吹揚路 16 が

形成されている。このような遮風裝置は従來提案されたところであるが、本考案はこのようなものにおいて特に吹揚路の外部壁を形成する前記凹彎曲板 5 に通氣孔 13 を設けたものである。

いま窓 3 に向つて衝風をうける時、吹揚路 15 によつて矢 B の方向に吹揚げられた風は窓前面の衝風 A と作用し、その合成氣流がほぼ誘導吹揚路 16 を通り矢 D の方向に出る。然るにこの場合吹揚路 15 を通過する氣流が彎曲部 X を旋回する時に渦を生じ、このため氣流 C, C' 特に C' の吸揚作用が阻害され、遮風効果を減殺する缺點があつた。そこで本考案では凹彎曲板 5 に通氣孔 13 を設け、吹揚路 15 内外の氣流の氣壓を平衡させて X 部に起る剝離の現象を除去するようにしたのである。

東京水産大學教授
東京大學講師

宇田道隆著

海洋氣象學

A5判 上製 300頁
¥ 500圓 (送50)

四面海に囲まれた我が國が海洋氣象からうける影響は大きい。本書は海洋の氣象についてそのあらゆる現象をとらえて、わかりやすく解説し、廣く海洋氣象、漁業氣象の知識を與え、海洋災害閉止に役立てようとしている。漁業、航海に従事する人々と學生は勿論一般教養人に必備の書。

上野喜一郎著

船の歴史(第二卷)

A5判 上製 300頁
定價420圓(送50圓)

鮫島直人著

船位誤差論

A5判 上製 250頁
定價450圓(送50圓)

天然社・海軍圖書

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| 宇田道隆著 A5 上製 300頁 500圓 (送50圓) | 茂在寅男著 B6 上製 210頁 280圓 (送25圓) |
| 海洋氣象學 | 解說「レーダー」 |
| 和達・島山・福井監修 A5 450頁 1200圓 (送50圓) | 樫本・森共著 A5 上製 200頁 300圓 (送30圓) |
| 氣象辭典 | 船舶積荷 |
| 中谷勝紀著 A5 函入 230頁 500圓 (送50圓) | 伏田啓二著 A5 上製 200頁 280圓 (送25圓) |
| 船舶用チーゼル機關の解説 | 海上衝突豫防規則提要 |
| 上野喜一郎著 A5 箱入 63頁 850圓 (送50圓) | 小野錫三著 A5 上製 170頁 250圓 (送25圓) |
| 船舶安全法規 | 船舶用聯動汽機 |
| 天然社編 B5 上製 220頁 450圓 (送40圓) | 春日・杉浦・雨宮監修 A5判 500頁 800圓 (送50圓) |
| 船舶の寫眞と要目 第2集 (1953年版) | 水産辭典 |
| 天然社編 B5 普及版 300頁 300圓 (送40圓) | 矢崎信之著 B6 上製 300頁 250圓 (送25圓) |
| 船舶の寫眞と要目 (1951年版) | 船舶用機關史話 |
| 上田篤次郎著 A5上製(折込7枚) 500圓(送40圓) | 天然社編 B5判 180頁 280圓 (送25圓) |
| 船舶用電氣設備 | 船用品の解説と紹介 |
| 造船協會電氣熔接研究委員會編 | 朝永研一郎著 A5 上製 210頁 250圓(送25圓) |
| A5判總アート 200頁 360圓 (送40圓) | 船舶用機關入門 |
| 船舶の熔接設計要覽 | 渡邊加藤一著 A5 上製 200頁 280圓 (送25圓) |
| 小林恒治著 A5 上製 260頁 420圓 (送40圓) | 荒天航泊法 |
| 實用航海術 | 小谷・南・飯田共著 A5 上製 340頁 450圓(送40圓) |
| 小野寺道敏著 A5 上製 340頁 500圓 (送40圓) | 機關士必携 |
| 氣象と海難 | 伏田啓二著 A5 上製 400頁 450圓(送40圓) |
| 山縣昌夫著 | 船舶運學 |
| 船型學(推進篇) B5 上製 350頁 850圓(送50圓) | 小谷信市著 A5 上製 300頁 350圓(送40圓) |
| 船型學(抵抗篇) B5 上製圖表別冊 700圓(送50圓) | 船舶用補機 |
| 上野喜一郎著 A5 上製 280頁 380圓 (送30圓) | 小野錫三著 B5 上製折込圖4葉 400圓 (送40圓) |
| 船の歴史(第一卷) 古代中世篇 | 貨物船の設計 |
| 米國造船造機學會編 米原令敏譯 各 B5 上製 | 高木 淳著 A5 上製 240頁 300圓 (送40圓) |
| 船舶用機關工學 (第1分冊) 650圓(送50圓) | 初等船舶算法 |
| " (第2分冊) 520圓(送50圓) | 中谷勝紀著 A5 上製 320頁 350圓 (送40圓) |
| " (第3分冊) 700圓(送50圓) | 船舶用チーゼル機關 |
| " (第4分冊) 800圓(送50圓) | 中谷勝紀著 A5 上製 200頁 250圓 (送25圓) |
| 船舶局資材課監修 B5 上製 400頁 650圓 (送50圓) | 船舶用燒玉機關 |
| 船舶の資材 | 神戸高等商船學校航海學部編 |
| | A5 上製 180頁 180圓 (送25圓) |
| | 航海士必携 |
| | 關川武著 B6 上製 140頁 130圓(送25圓) |
| | 艤裝と船用品 |

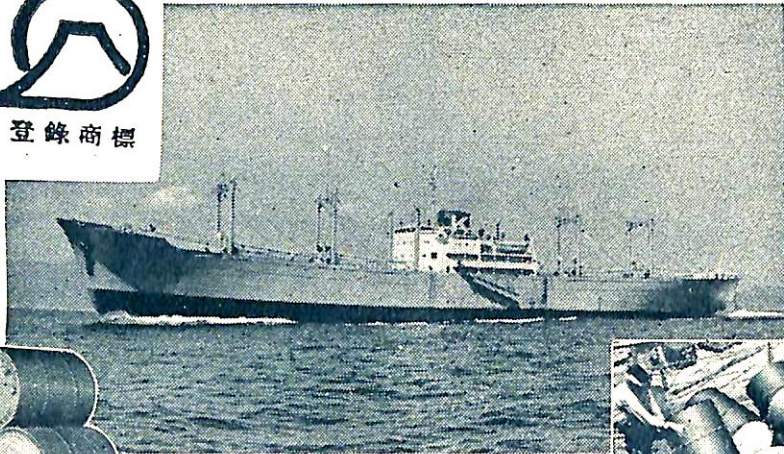
SHOWA OIL



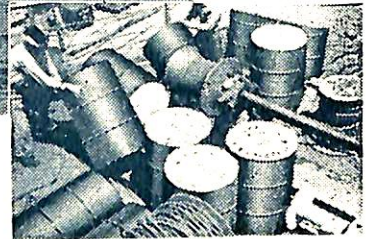
社 標



登録商標



川崎汽船会社所有国川丸の雄姿と同船主機用として昭石特ディーゼル油積込の図



昭石の新製品溶剤製潤滑油特号は化学的安定度の極めて高い純粹の精製礦物質油であります。各船主及機関士各位には昭石特号製品が凡ゆる運轉状態の下に完全な潤滑を與え而も航行湮数当りの消費が僅少である事を體驗して居られます。

川崎汽船会社所有国川丸(重量屯数 10,842 吨)裝備のディーゼル機關は昭石特1号, 特2号, 特3号ディーゼル油を以て正しく潤滑され最高の能率を擧げ乗組員の好評を博して居ります。

(詳細は各營業所に御問合せ下さい)

英系シエル石油會社提携

資本金拾七億円

昭和石油株式會社

取締役社長 早山 洪 二 郎 取締役副社長 I. W. H. SITWELL

本 社 東京都中央区日本橋馬喰町一丁目一番地ノ二
 電話 茅場町 (66) 1 2 4 0 ~ 9
 本 社 分 室 及 所 東京 東京都中央区日本橋小伝馬町二丁目二番地ノ五
 東 京 營 業 所 滋 賀 ビル内 電話 茅 場 町 (66) 1 2 1 0 ~ 9
 大 阪 營 業 所 大 阪 市 北 区 梅 田 町 二 七 番 地 産 經 ビル
 小 樽 營 業 所 小 樽 市 港 町 三 二 番 地 電話 小 樽 5 6 1 5 ・ 1 9 6 7
 福 岡 營 業 所 福 岡 市 天 神 町 八 番 地 西 日 本 ビル
 名 古 屋 營 業 所 名 古 屋 市 中 区 南 伏 見 町 二 丁 目 二 番 地 電 話 本 局 2 0 0 5 ~ 6
 營 業 所 廣 島 ・ 新 潟 ・ 秋 田 ・ 仙 台 ・ 坂 出
 工 場 川 崎 ・ 新 潟 ・ 平 沢 ・ 海 南 ・ 関 屋 ・ 彦 島 ・ 鶴 見 ・ 品 川 研 究 所



HOKUSHIN GYRO-PILOT

日本特許第192363号
(昭和26年9月27日)

PATENTS UNDER APPLICATION TO
U. S. A. (No. 224506)
GREAT BRITAIN (No. 11081)

Single unit & Two unit

製造品目

アンシュツ ジャイロ コンパス
北辰式 ジャイロ パイロット
北辰圧力式 ロック
船用電気計器各種



東京北辰電機製作所

本 社 東京都大田区下丸子町812 電話蒲田 (03) 2241~4
支 店 大阪市東区今橋4-1 三菱信託ビル電話北浜 (23) 2101~2
サ ー ビ ス 神戸市生田区栄町通2-45 万成商会内電話元町 (4) 2092
ス ー パ ー 神戸市生田区栄町通2-45 電話門司 2090



船用計器の総合メーカー

東京計器

米国スペリー社・キディー社・ベンディクス社提携

スペリー ジャイロ コンパス, マリンレーダー, ロラーン
マグネティックコンパス パイロット, マイナーEi ジャイロ コンパス
小型レーダー キディー 火災探置並消火装置
ベンディクス デプスレコーダー 其他各種

株式
会社

東京計器製造所

本 社 東京都大田区東蒲田 4 - 3 1
T E L 蒲 田 (78) 2 2 1 1 - 9
東京営業所 東京都中央区京橋 1-2 セントラルビル7階
T E L 東京二八局 (28) 8 5 0 0 - 8
神戸営業所 神戸市生田区明石町 1 9 同和ビル3階
T E L 元 町 (5) 1 8 9 1
出張所 大 阪 ・ 門 司 ・ 長 崎 ・ 函 館

ハンシン **H/S**

ディーゼル


船舶用
発電用
動力用

50~1000HP




阪神内燃機工業株式会社

本社 神戸市長田区一番町三丁目一
 東京支店 東京都千代田区丸の内丸ビル601号
 下関出張所 下関市豊前田町第一ビル



三菱
船舶用電気機器

品質堅固




機機機機機機機機機機
 電動電動電動電動電動
 線線線線線線線線線線
 氣氣氣氣氣氣氣氣氣氣
 艇艇艇艇艇艇艇艇艇艇
 各種各種各種各種各種
 船舶船舶船舶船舶船舶
 用用用用用用用用用用
 電電電電電電電電電電
 流流流流流流流流流流
 動動動動動動動動動動
 配配配配配配配配配配

機機機機機機機機機機
 扇扇扇扇扇扇扇扇扇扇
 盤盤盤盤盤盤盤盤盤盤

東 京 ビ ル ・ 大 阪 堂 島 北 町
 名 古 屋 廣 小 路 道 ・ 福 岡 三 菱 ビ ル
 札 幌 南 一 條 ・ 仙 台 東 一 番 丁
 富 山 安 住 町 ・ 廣 島 袋 町

三菱電機株式会社



東 洋 一 の 生 産 を 誇 る

營 業 種 目

主要製品 銑鐵、鋼塊及び半製品、鋼材
 副製品 硫安、タール製品、鋅滓製品

資 本 金 四 拾 八 億 圓

八 幡 製 鐵 株 式 會 社

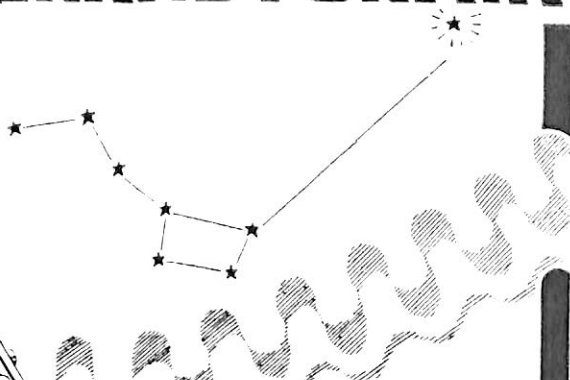
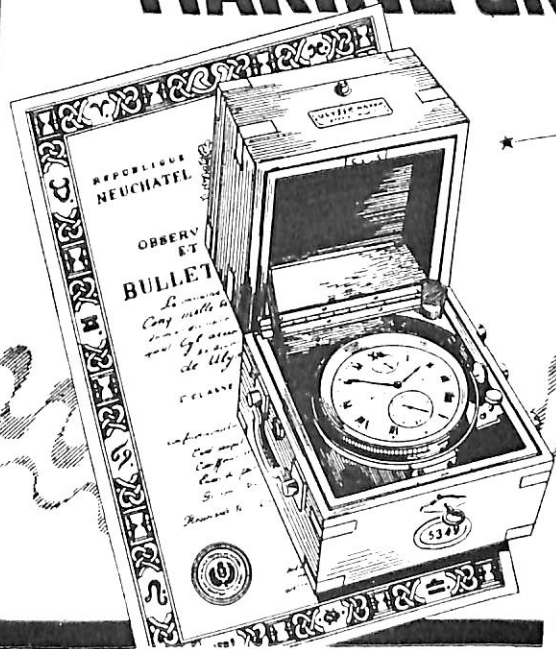
社 長 渡 邊 義 介

本 社 東 京 都 千 代 田 区 丸 の 内 一 ノ ー (鉄 鋼 ビ ル)
 電 話 和 田 倉 (20) (代 表) 1141, 1151, 1161

工 場 八 幡 製 鐵 所 (福 岡 縣 八 幡 市)

大 阪 事 務 所 大 阪 市 西 区 靱 南 通 り 1 ノ 1 0

CHRONOMETRE DE MARINE GRAND FORMAT



ULYSSE NARDIN SA

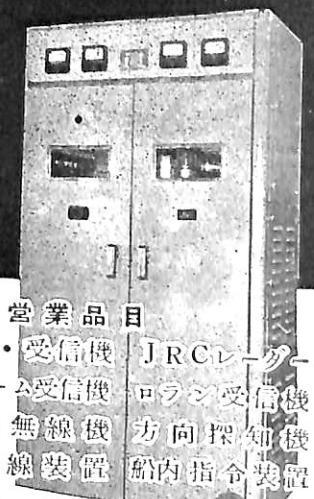
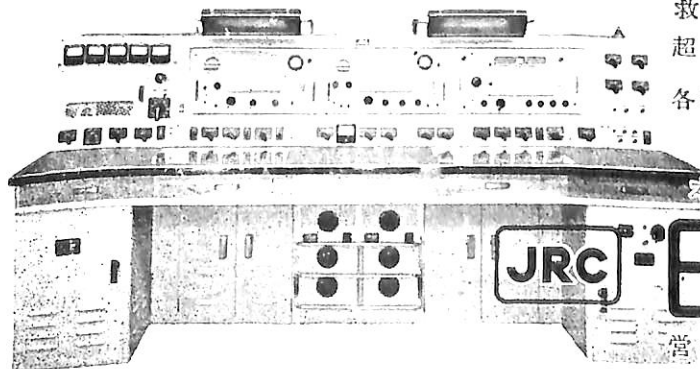
代理店 株式会社 大沢商會

中央区銀座西二ノ五
電話京橋(56)8351-5

カナル マリノクロノメーター

JRC 船舶用無線装置

伝統の技術より
画期的新型機完成!



営業品目

- 船舶用送・受信機
- オートアラーム受信機
- 救命艇用無線機
- 超短波無線装置
- 各種無線装置取付工事・修理一切

JRCレーダー
ローラン受信機
方向探知機
船内指令装置

本社 東京・三鷹・上連雀 930

JRC 日本無線

営業所 東京・渋谷・千駄ヶ谷4-693
大阪支社 大阪・北・堂島中1-22

昭和二十九年三月二十七日
昭和二十九年九月十二日
第三種郵便物認可
発行所(毎月一回)

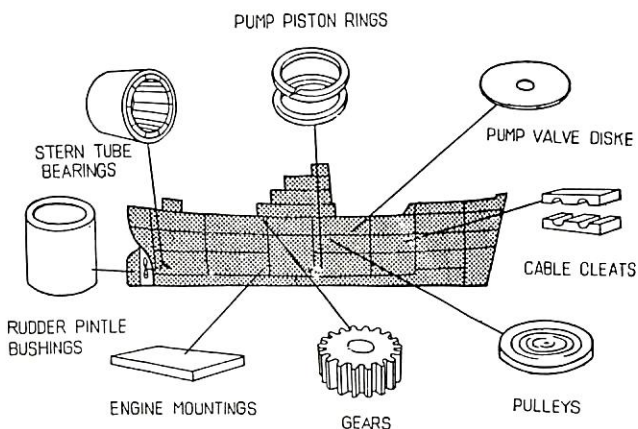
ウエスティングハウス

マリン マイカータ

……1933年来船舶に実用され、戦後は圧倒的に使用されて、その優秀性を高く評価されているプラスチック。……

最も重要な用途： ゴム、メタル、リグナムバイタに換つて、スターンチューブ ベアリング、ラダーピントル プッシングに大型小型を問わず使われています。

その他 船用ベアリング、ポンプのバルブディスク、ピストンリング、ギア、電機絶縁材等、軽くて強いこの材料の応用は広まる一方です。是非御研究下さい。



— 総代理店 —

E. J. GRIFFITH & Co., Inc.

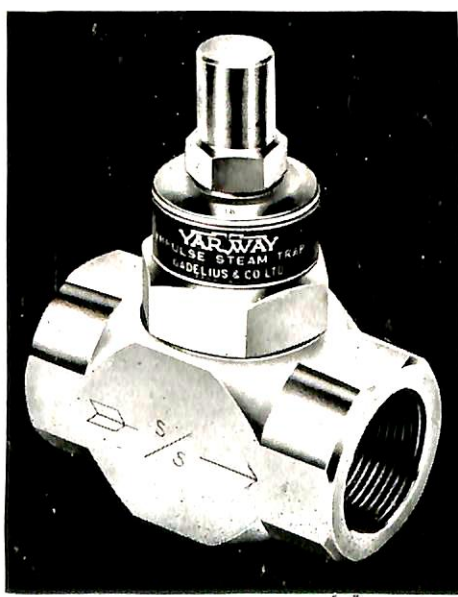
東京都千代田区丸の内 ホテル東京ビル401

TEL・(28) 0536—39

— データーシート贈呈 —

編集発行 東京都文京区向ヶ岡彌生町三
兼印刷人 田岡健一
印刷所 東京都千代田区神田金沢町八
昌平印刷株式会社

生産増加には ヤークウェイ 蒸気トラップを!!



既設の蒸気設備で一層生産を上げるには？
それはヤークウェイ衝擊蒸気トラップを御利用になる事です。何故ならば
●凝縮水の排出を間断なく完全に行ふ
●空気とガスを完全に排除する
という性能を完全に果たすからです。
どの工場でもヤークウェイを取付けた設備は急速に熱度が高まり……しかも高温を保持して素晴らしい成績を取っております。
その他の利点
●小型廉価 ●可動部一箇所 ●取付・保存の容易
●加熱の迅速 ●高温熱の維持 ●ステンレス製
●高度の耐圧性
ヤークウェイ衝擊蒸気トラップに関する詳細は当ガデリウス商會に御問合せ下さい。

本号特価 一六〇円
地方特価 一六五円
発行所 天
東京都文京区向ヶ岡彌生町三
然
振替・東京七九五六二番
電話小石川三二八四番
社

日本總代理店
株式会社 ガデリウス商會
東京都港区芝公園七号地 電話 芝(43) 1847-8・3423・6489
神戸市生田区京町六七 モーチェビル 電話 元町(4) 5813-7