昭和五年三月二十日　第三種郵便物認可
毎月一回十二日発行
昭和二十四年三月二十八日運輸省特別承認雑誌第四〇六号

昭和三十一年六月七日　印刷
昭和三十一年六月十二日　発行

# 船舶 6

VOL.29

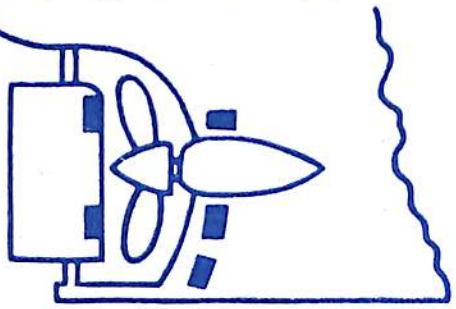
日立造船株式會社

天然社

# 三菱防蝕亜鉛
CATHODIC PROTECTION ZINC

CPZ

船尾に取付けたCPZ－8F
（8F型　30×150×300m/m）



設計施工　日本防蝕工業株式会社
電話(25)5279・4970・3239

当社の精煉した世界最高純度（Zn99.997%以上）の亜鉛で作られた流電陽極式防蝕亜鉛CPZを船体等の水中鉄構造物に正しい施工法で取付ければ優れた防蝕効果が得られます。（説明書進呈）

三菱金属鉱業株式会社
東京都千代田区大手町1丁目6番地（大手ビル）
電話（23）2431・3321・4311
総代理店　三菱商事株式会社
電話（28）1021・1031・2021

船舶用 主機関 補機関

JISメーカー

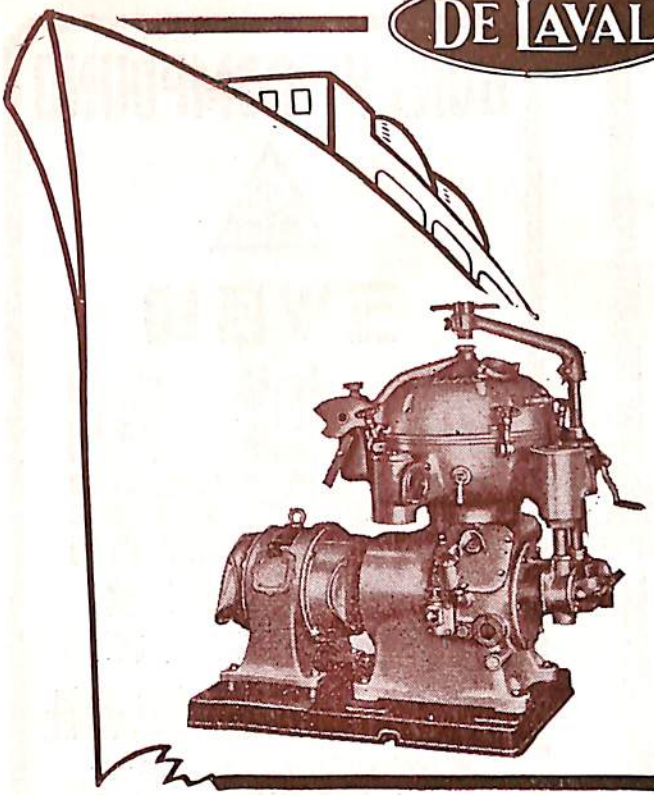
50~2000 B.H.P.

Hanshin Diesel

HS

阪神内燃機工業株式会社

本　　社　神戸市長田区一番町3丁目1番地 電話湊川(5)1531~6
東京支店　東京都千代田区丸ビル601 電話和田倉(20)3640~1
下関出張所　下関市豊前田町第一ビル 電話 下関 768



DE LAVAL

Aktiebolaget Separator
Stockholm, Sweden

燃料油清淨機
デイーゼル油用
バンカー油用

潤滑油清淨機
デイーゼル
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
長瀬産業株式會社機械部

大阪市西区立賣堀南通1丁目1番地
電話 新町 (53) 40～1·950～6·3101～5
東京支店　東京都中央区日本橋小舟町2ノ3の12
電話茅場町 9 7 0
整備工場　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

ALFLEX

英国ロイド船級協會承認
実用新案登錄第425009号
通產大臣賞受賞

低温熱絶縁体

＝用　途＝

船舶の冷凍艙・冷藏コンテナー及容器・冷藏倉庫の天井及扉・鉄道冷藏貨車・冷藏自動車・鉄道客車・電車バス等の斷熱防音用

＝八大特長＝

軽量・無臭・非吸水・非吸濕・不燃性・使用の簡便・熱傳導係數不変・壽命半永久

保安廳・国鉄・各造船会社・各冷凍会社御用命

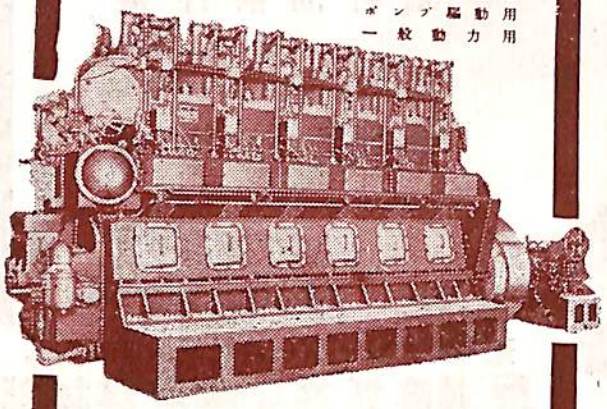
製造販賣元

太洋産業株式会社

本　社　大阪市北区梅ヶ枝町18番地
電話大阪 (34) 0064，6364
東京出張所　東京都千代田区神田錦町1丁目4
電話東京 (29) 9308
工　場　大阪市都島区内代町1丁目13
電話城東 (33) 1569

# AKASAKA DIESEL

創業 50年
50 B.H.P — 3,000 B.H.P
船舶主機関用
船舶補機関用
自家発電機用
ポンプ駆動用
一般動力用



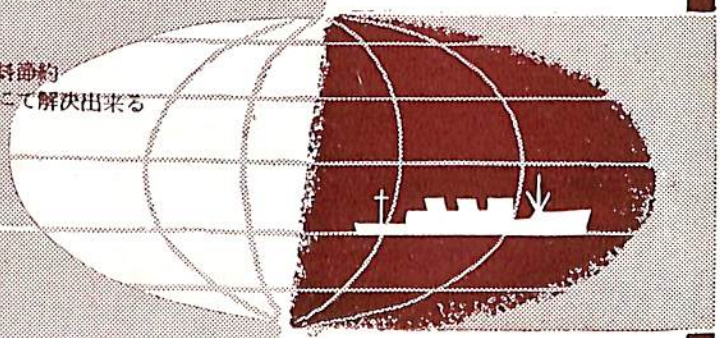
株式会社 赤阪鉄工所
本社 東京都中央区銀座1の31 成屋ビル3階 TEL銀座(57)4902~3
工場 静岡県焼津市中392の1 TEL 焼津 2121~2125

# BOILER COMPOUND

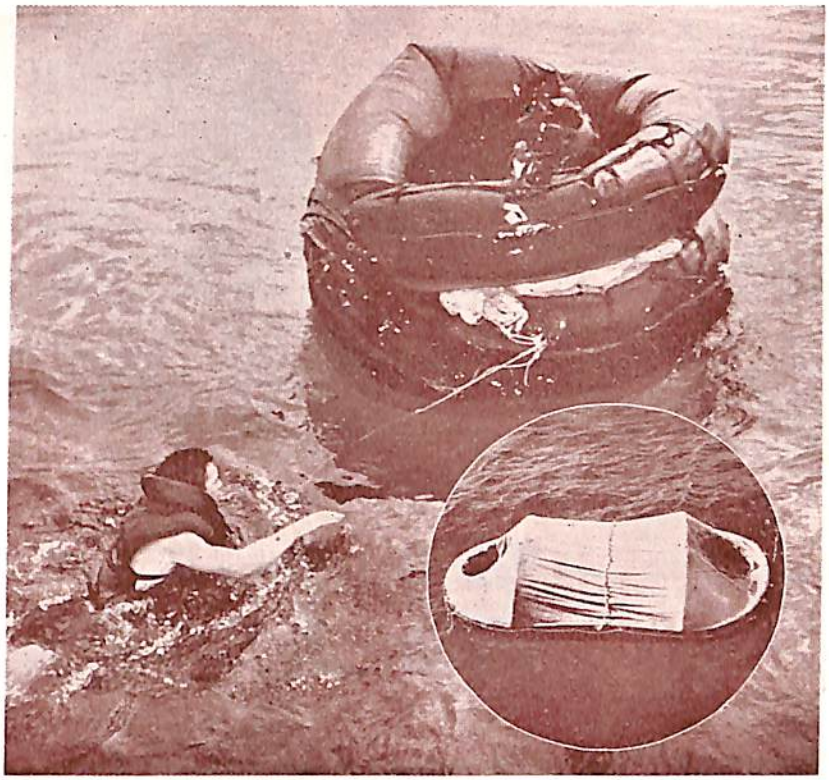
三ツ目印
清罐剤
罐水試驗器
燃料節約・汽罐保護
汽罐全能力發揮
本社 内外化學製品株式會社
東京都品川區大井寺下町一四二一番
電話大森(06) 2464・2465・2466番

新製品
# イビット
ボイラー熱交換器，化学装置等の酸洗に必須の
画期的理想腐蝕抑制剤

（1）腐蝕抑制性能優秀
（2）短日時に洗罐完了稼動率向上
（3）各部均一完全に除去熱効率向上，燃料節約
（4）曲管部或は煙管式のものも此の方法にて解決出来る



# 住友化学
本社 大阪市東区北浜 5-22（住友ビル）
東京支社 東京都中央区京橋 1-1（B.S.ビル）



# Neoprene製の膨脹式ライフボートは どんな気候の下でも生存者を保護します

海軍では、熱帯の焼けつく様な暑さの中や、また北極地方の夜の凍りつく寒さの中で訓練しています。それ故、ライフボートはこの両極端の温度に耐える必要があります。そこで海軍では、上図に示す様な15人乗の、底と天蓋をネオプレン引布地で二重張りにしたライフボートを用いています。

デュポンの化学ゴム、ネオプレンは、生存者を酷熱、酷寒から避けて充分保護します。寒い時期には体温だけでボートの中の平温が保てる程能く外界との温度を遮断します。この丈夫なボートは、日光・気候・熱・油及び海水に耐えますから幾年間も貯蔵が出来ます。

ゴム製品にネオプレン製をお選びになれば海軍のと同じ様に丈夫な仕様にすることが出来ます。産業界の報告によれば、劣化條件の下でネオプレンの均整のとれた耐抗性に比肩すべきものは、他のエラストマー(弾性体)には見当らないと述べています。これは即ち用途の多岐に亘ること、非常に長持ちのすることを物語つているものです。

貴工場でゴム製品をお取扱いでしたら、ネオプレンをお用いになれば維持費と取換の費用を大いに節減します。

DU PONT
REG U.S PAT OFF
NEOPRENE

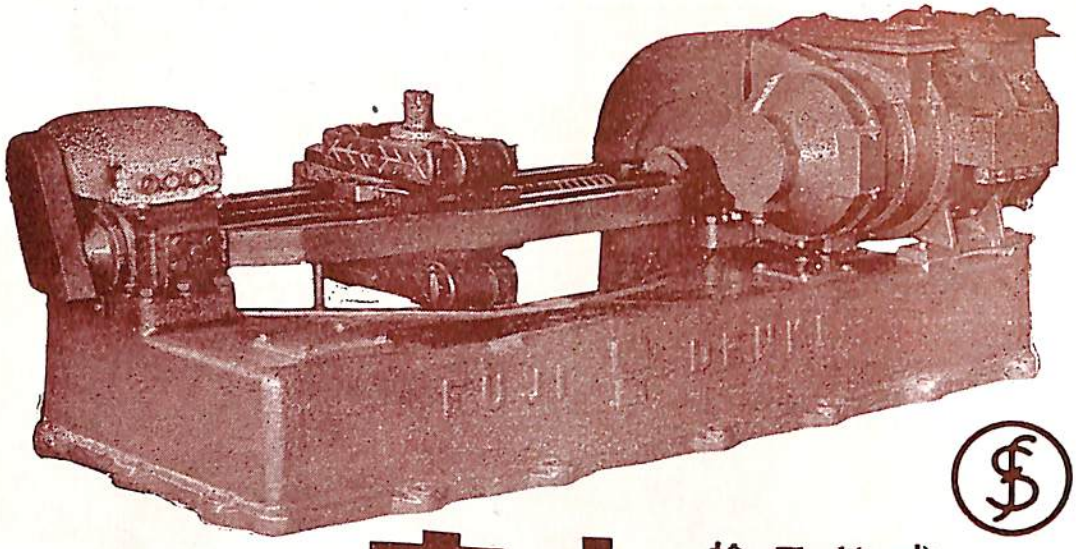
化学を通じ……より良き生活のためより良き製品を

ネオプレンの特長又は利用法をお知りになりたい方は、御自分の応用目的の詳細を附記して下記へ御申込し下さい。喜んで御回答申上げます。

Du Pont日本総代理店

**アメリカン・トレィディング・カンパニー**
**(ジャパン)リミテッド**

東京都港区芝公園7号地の1　SKFビル　電話(43)5141-7
大阪市南区安堂寺橋通り2の47　電話(26)6593—8



効率のよい
輕量小型なので
据付面積も少さく
据付が容易です

# 富士 捻子棒式 舵取機

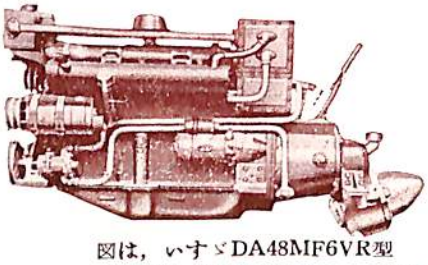
富士電機製造株式會社



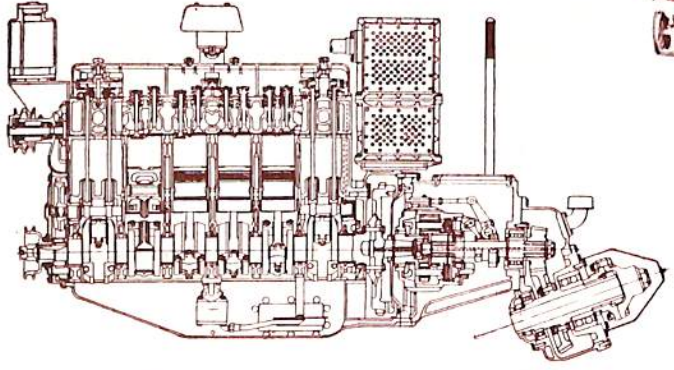
世界的技術水準に於る
最優秀純國産小型高速

# いすゞ舶用ディーゼル機関

供給，既に3萬數千台 300數万馬力。いすゞディーゼルの声価は国内は固より，遠く諸外国にまで及んでおります。舶用もまたいすゞのマークを付し，その名声を保持して，国内外に多数供給されております。



図は，いすゞDA48MF6VR型
6氣筒80～88馬力(Vドライブ2:1減速)



| | |
|---|---|
| DA 78 MF 型 | 4 氣筒 54 馬力 |
| DA 48 MF 型 | 6 氣筒 80 馬力 |
| DA 48 SMF 型 | 6 氣筒 95 馬力 |

減速比率 1.26, 1.58, 2.00, 2.53, 3.15, 3.88, 4.99, 対1の7種及びVドライブ式 1.26, 1.58, 2.00対1の3種があります。

東京ボート株式会社

東京・銀座・3の2 電話京橋(56) 5400番

# 船舶

第 29 巻　第 6 号

昭和 31 年 6 月 12 日 発行　　天　然　社


◇ 目　次 ◇


南極調査船宗谷改造の概要（1）……水品　政雄…(451)
950 VBU 60型機関——2サイクルターボチャージ
方式による世界最初の大出力艦艇用ディーゼル機関……山　下　勇…(455)
開口部の補強その他について……寺澤一雄・八木順吉…(462)
貨物船の縦肋骨式構造と横肋骨式構造の比較について……川崎重工業株式会社 造船設計部…(467)
振動より見たる商船の設計……安井　次郎…(472)
本州沿岸の波の特性について……井島　武士…(477)
港湾荷設機械について……三宅　淳達…(489)
アメリカ造船研究の現状……秋田　好雄…(494)
船舶に對するコンサルタント……敷　波　廸…(498)
船舶の配電系統における諸問題〔続〕（4）……柴田　福夫…(501)
昭和31年度計畫（第12次）新造船適格船主一覧表……(506)
水槽試験資料 65.——中型貨物船の模型試験——……船舶編集室…(507)
鋼船建造状況月報(31年4月)……船舶局造船課…(510)
特許解説……大谷 幸太郎…(512)


〔写眞〕　☆ 佐渡丸　☆ 南海丸　☆ 南海丸の旅客設備等　☆ 第八志賀島丸
☆ コーンウオール号　☆ アンテ・トビッチ号　☆ ベンチユラー号　☆ ALLEN
D. CHRISTENSEN　☆ PONTOPOROS　☆ 日興丸　☆ 三春丸


重油 石炭 添加剤　P.C.C.　Pat. NO. 178013 Pat. NO. 192561 Pat. NO. 193509

製　造　品　目

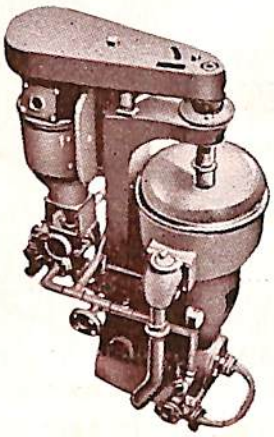
P.C.C. NO. 101. 重輕油用添加剤　P.C.C. NO. 1. 石炭クリンカー生成防止剤
P.C.C. NO. 210. 低質重油用添加剤　P.C.C. NO. 2. 石炭燃焼促進及クリンカー防止剤
P.C.C. NO. 1000. 重油スラツヂ分解剤　P.C.C. NO. 3. 石炭燃焼促進剤

日本添加剤工業株式会社

本　社 東京都板橋区志村前野町884番地　電話 板橋 (96) 1738番
支　店 大阪市西区江戸堀北通1丁目10番地 日々会館ビル　電話 土佐堀 (44) 5551～5番
荷置場 芝浦，横浜，神戸，広島，下関，若松

バンカーオイルを常用するディーゼル船に……

# 新型シャープレス油清浄機



処理能力（L/H）

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

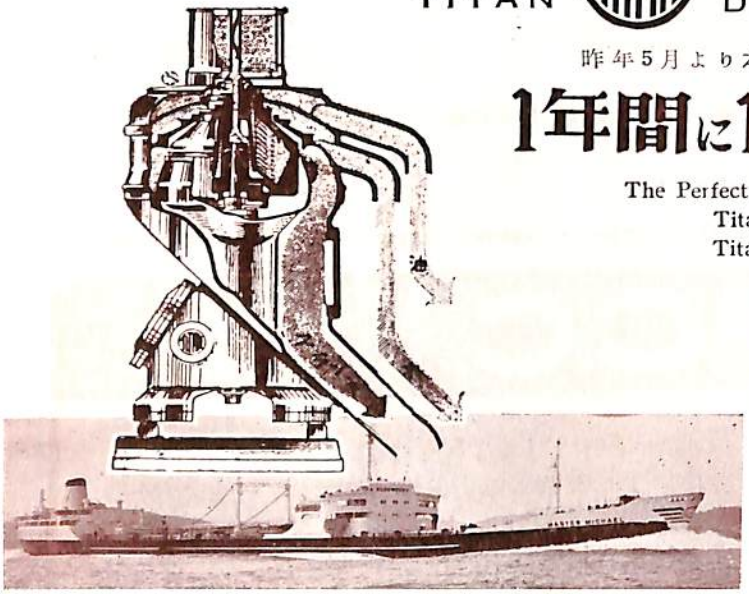
米国シャープレス・コーポレーション日本総代理店

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)8681(代表), 8682—5
神戸出張所　神戸市生田区京町79(日本ビル内)電話 三宮 (3) 0288—9
工　　場　東京都品川区北品川4の535　電話 大崎 (49) 4679・1372

TITAN DENMARK



昨年5月より本年4月迄

## 1年間に140台輸入!!

The Perfect Marine Separator:
Titan Self-Cleaning Superjectro
Titan Centrifugal Purifier & Clarifier

| 型式＼油種 | ディーゼル油潤滑油 | バンカーC重油 |
|---|---|---|
| 連続式 NS 66 | 3,000 l/H | 1,400 l/H |
| 〃 NS 70 | 7,000 〃 | 3,000 〃 |
| 普及型 CM 1305 | 1,000 〃 | —— |
| 〃 CM 1400 | 1,400 〃 | —— |
| 〃 CM 1500 | 2,200 〃 | —— |
| 〃 CM 1700 | 3,500 〃 | 1,700 〃 |
| 〃 CM 1800 | 5,000 〃 | 2,500 〃 |

川崎重工業株式会社建造

MASTER MICHAEL

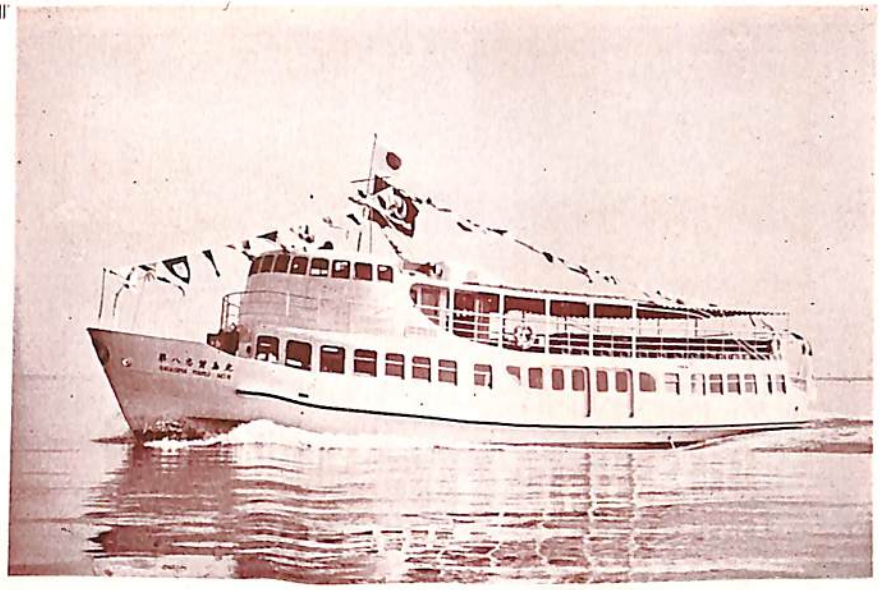
昭和31年1月竣工 D/W 38,000トン

日本総代理店

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) 8251(代)
神戸市生田区京町六七モーチエビル 電話 (3) 6241(代)

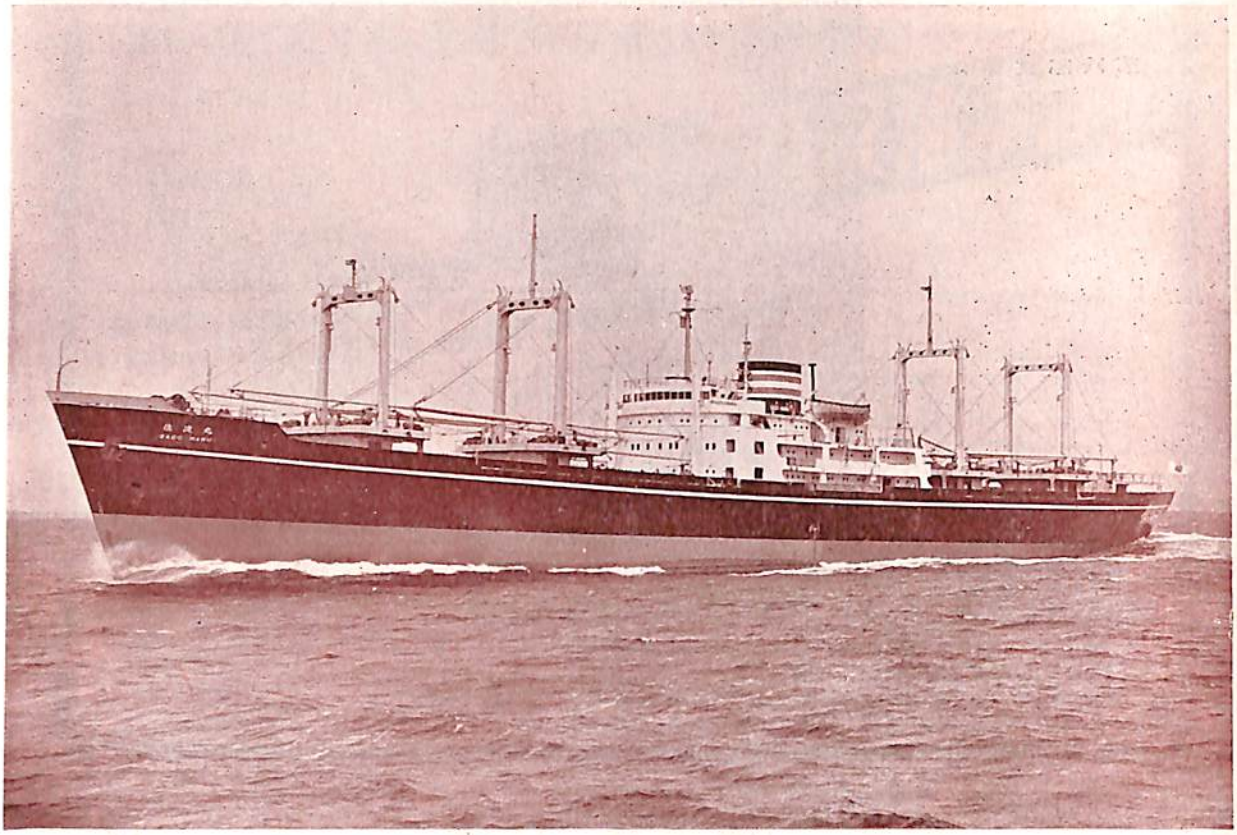
## 第八志賀島丸



船　主　福島県志賀町
造船所　名村造船所

| | | | |
|---|---|---|---|
| 全　長 | 27.60m | 速　力 | 12.0節 |
| 幅　(型) | 6.20m | 主　機 | 新潟ディーゼル機關 |
| 深　(型) | 2.30m | 出　力 | 320 B.H.P×1 |
| 吃　水 | 1.70m | 旅客定員 | 416人 |
| 総噸数 | 137噸 | 竣　工 | 31—5—19 |

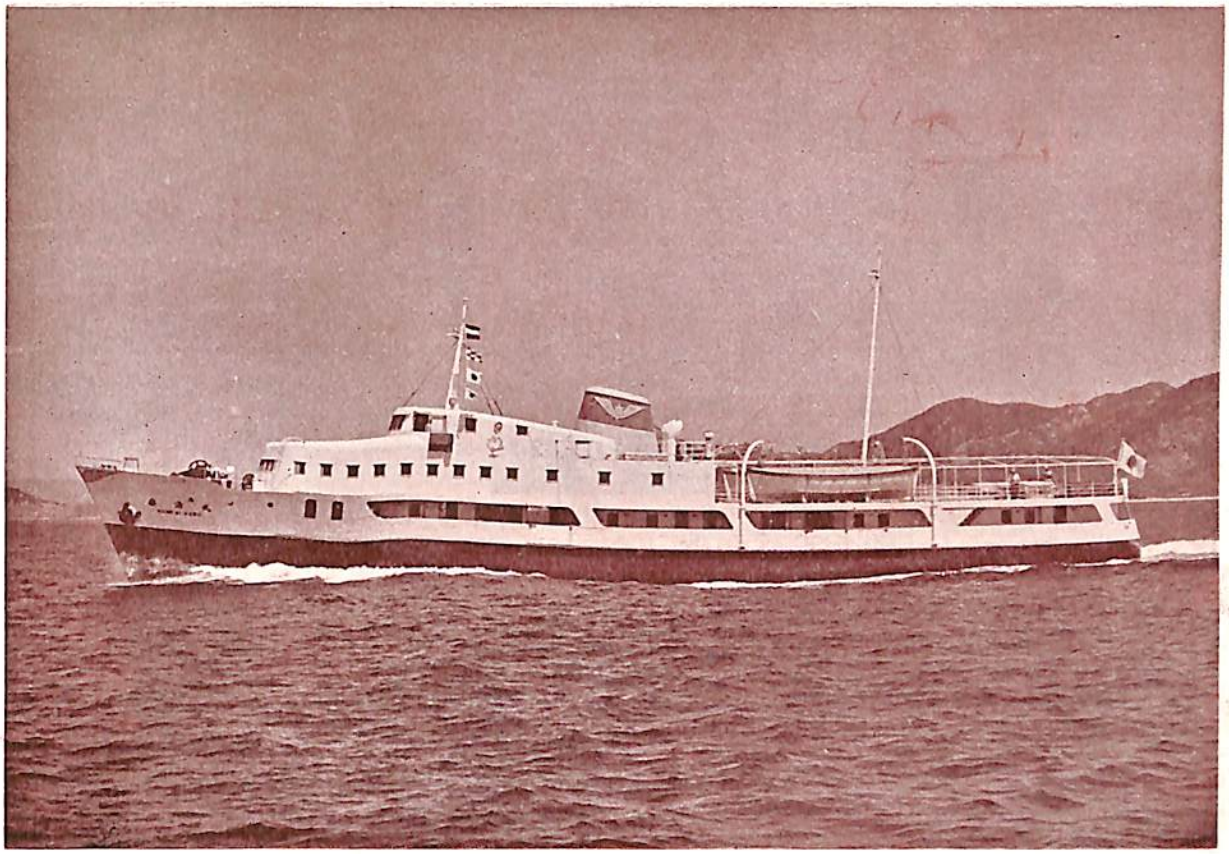

能美式(船舶安全法規定)
SMOKE DETECTOR
$CO_2$瓦斯消火裝置
自動火災警報裝置
其他警報消火裝置一般
設計.
製作.
工事.
保全.
NOHMI
能美防災工業株式会社
東京都千代田区九段四ノ一三
電話九段(09)8307.5181
大阪市福島区玉島大橋北詰発大小会館
電話福島(45)2585.3341
直通土佐堀(64)2764



佐　渡　丸

| | |
|---|---|
| 船　主 | 日本郵船株式会社 |
| 造船所 | 三菱日本重工業横浜造船所 |

| | | |
|---|---|---|
| 全　長 | | 155.27m |
| 長（垂） | | 145.00m |
| 幅（型） | | 19.50m |
| 深（型） | （上甲板まで） | 12.30m |
| 吃　水 | （満載） | 8.80m |
| 総噸数 | | 9,575.49噸 |
| 載貨重量 | | 11,194.60瓲 |
| 速　力 | （最高） | 20.67節 |
| 主　機 | 横浜MAN単動2衝程9気筒排気タービン過給機付K9Z78/1400型ディーゼル機関×1 | |
| 出　力 | | 12,000 B.H.P. |
| 船　級 | | L R. N K. |
| 起　工 | | 30—10—4 |
| 進　水 | | 31—2—25 |
| 竣　工 | | 31—5—15 |



南　海　丸（客船）

船　主　南海観光汽船株式会社
造船所　日立造船・向島工場

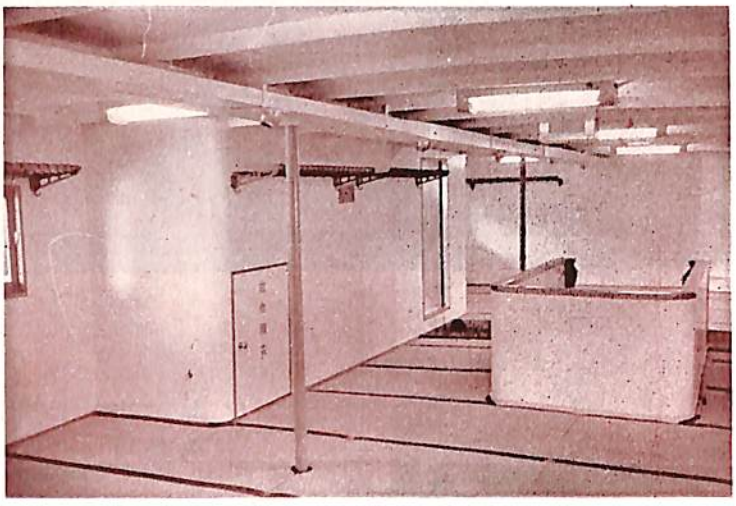
| | | |
|---|---|---|
| 長 | (垂) | 46.50m |
| 幅 | (型) | 8.10m |
| 深 | (型) | 3.60m |
| 総噸数 | | 498噸 |
| 速力 | (最大) | 14.75節 |
| 主機 | 単動4サイクル過給機付ディーゼル機関×1 | |
| 出力 | | 1,040 B.H.P. |
| 旅客 | 特別2等 | 40名 |
| | 普通2等 | 50名 |
| | 3等 | 350名 |
| | 計 | 440名 |
| 起工 | | 30—11—15 |
| 進水 | | 31—3—15 |
| 竣工 | | 31—4—30 |

—(来月7号詳細記る掲載)—

# 南　海　丸

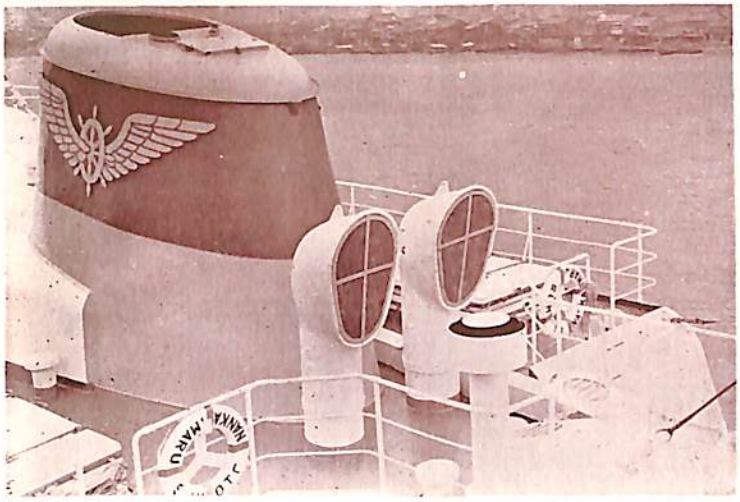
## 旅　客　設　備　等

進　水　式

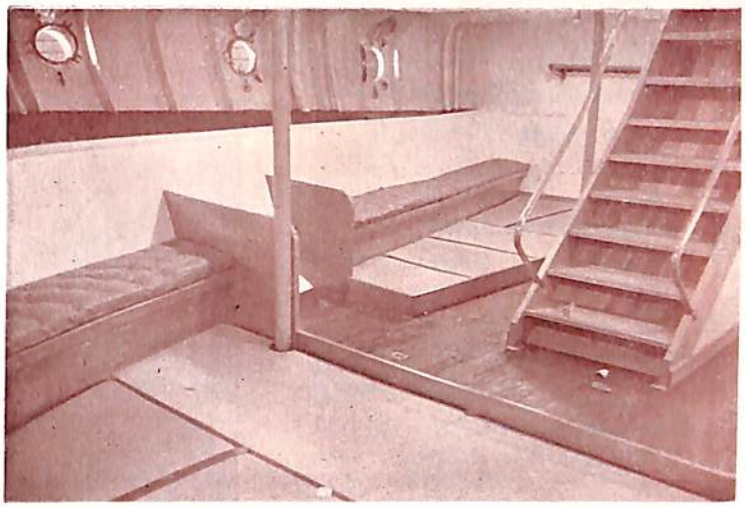


甲板上3等客室

特別2等室



煙突および通風筒



甲板下3等客室


8つの船舶塗料

- ビニレツクス（塩化ビニース樹脂塗料）
- LZプライマー（鉄面用下塗塗料）
- CRマリーンペイント（ノンチヨーキング型合成樹脂塗料）
- シアナミド ヘルゴン（高度のさび止塗料）
- 槌印船舶用調合ペイント（船舶用特殊塗料）
- 槌印無水銀鉄船々底塗料（鉄船々底塗料）
- タイカリツト（防火塗料）
- ノンスリツプ（滑止塗料）

大阪市大淀区浦江北4
東京都品川区南品川4

日本ペイント

← 日興丸

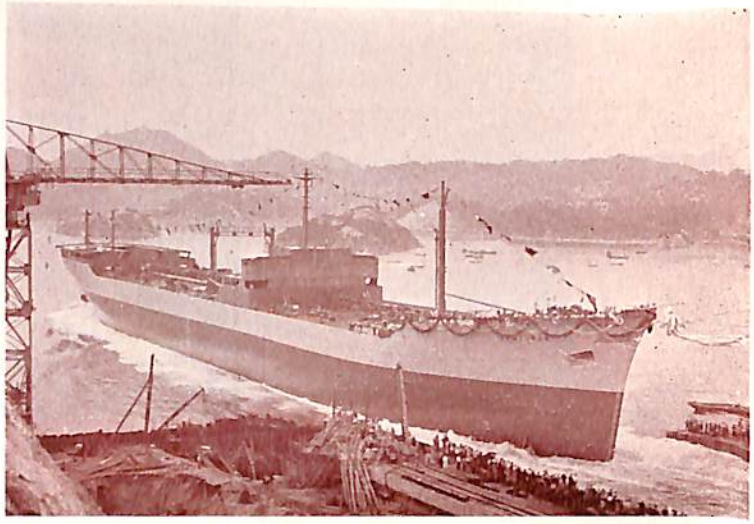
船主　東京タンカー株式会社
造船所　三菱造船・長崎造船所

| | | |
|---|---|---|
| 全長 | | 666′—7″ |
| 長(垂) | | 631′—0″ |
| 幅(型) | | 88′ |
| 深(型) | 上甲板まで | 45′—0″ |
| 吃水 | (満載) | 約34′ |
| 総噸数 | | 約20,500噸 |
| 載貨重量 | | 約32,200英瓲 |
| 速力 | (満載試運転) | 約17節 |
| 主機 | | 複気筒クロスコムパウンド二段減速装置付蒸気タービン×1 |
| 出力 | | 15,000S.H.P. |
| 船級 | | NK, LR, |
| 起工 | | 30—12—23 |
| 進水 | | 31—4—28 |
| 竣工 | | 31—8—末予定 |

ベンチュラー号（油槽船）→

船主　イタリヤ・インターナショナル・コマーシャル社
造船所　日立造船・因島工場

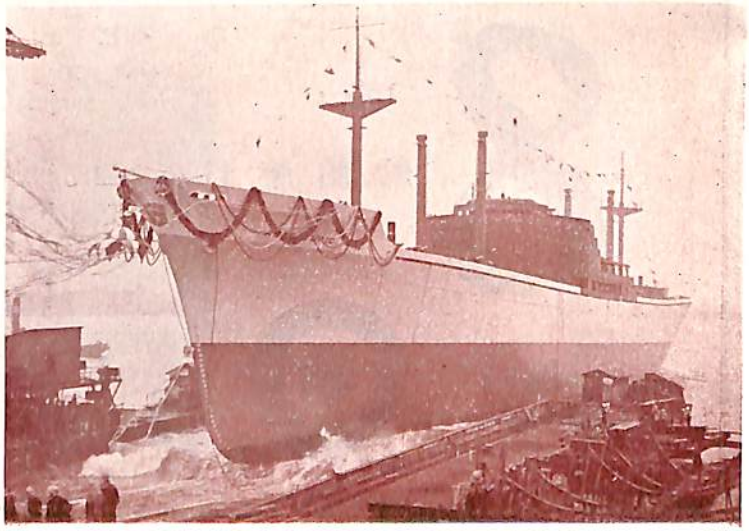
| | | |
|---|---|---|
| 長(垂) | | 197.00m |
| 幅(型) | | 26.40m |
| 深(型) | | 14.00m |
| 吃水 | (計画満載) | 10.50m |
| 総噸数 | | 約21,000噸 |
| 載貨重量 | | 約33,000瓲 |
| 速力 | (試運転最高) | 17節 |
| 主機 | | 蒸気タービン×1 |
| 出力 | | 15,000 S.H.P. |
| 船級 | | LR. |
| 起工 | | 31—10—31 |
| 進水 | | 31—4—25 |
| 竣工 | | 31—7—末予定 |

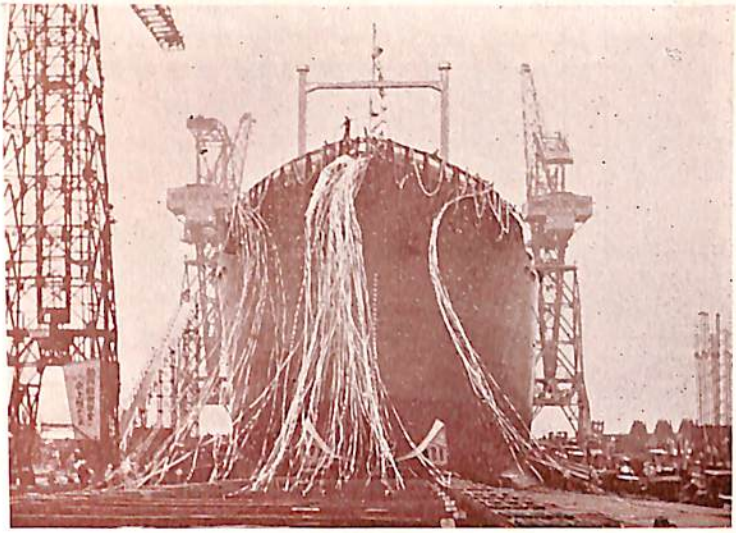


アンテ・トピッチ号 →

船主　パナマ・ターマー海運会社
造船所　日立造船・桜島工場

| | | |
|---|---|---|
| 長(垂) | | 145.00m |
| 幅(型) | | 19.40m |
| 深(型) | | 12.45m |
| 吃水 | (計画満載) | 8.23m |
| 総噸数 | | 約6,950噸 |
| 載貨重量 | | 約11,500英トン |
| 速力 | (試運転最大) | 17節 |
| 主機 | | 日立B&W排気ターボ給気式ディーゼル機関×1 |
| 出力 | | 6,250 B.H.P. |
| 船級 | | LR. |
| 起工 | | 30—10—27 |
| 進水 | | 31—5—15 |
| 竣工 | | 31—9—上旬予定 |



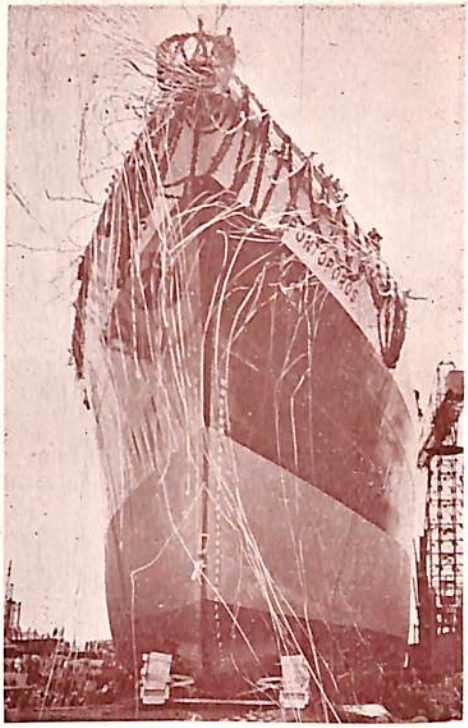


**ALLEN D. CHRISTENSEN**（鉱石運搬船）

船　主　SAN JUAN CARRIERS, Ltd. MONROVIA, LIBERIA

造船所　日本鋼管・鶴見造船所

| | |
|---|---|
| 全長 | 655′-5/16″ |
| 長（垂） | 625′-0″ |
| 幅（型） | 87′-0″ |
| 深（型） | 46′-6″ |
| 吃水 | 34′-0″ |
| 總噸数 | 11,300噸 |
| 載貨重量 | 31,400瓲 |
| 速力 | 16.5節 |
| 主機 | タービン×1 |
| 出力 | 12,500 S.H.P. |
| 船級 | A B. |
| 起工 | 30—12—14 |
| 進水 | 31—4—2 |
| 竣工 | 31—8—中旬予定 |



**PONTOPOROS**

船　主　LA PLATA COMPANIA DE VAPORES, S.A.

造船所　日本鋼管・鶴見造船所

全長 499′-6″　長（垂）460′-0″　幅（型）63′-0″　深（型）40′-0″　吃水（close）29′-9″　総噸数（close）9,250噸　載貨重量（close）13,100瓲　速力（公試）16.5節　主機 B&W 674VTF160型ディーゼル機関×1　出力 5,530 B.H.P.　船級 LR　起工 31—1—13　進水 31—4—23　竣工 31—7—上旬予定

最高水準を行く
船用電線

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

三　春　丸
MIHARU MARU

船　主　日本郵船株式会社
造船所　名村造船所

全長 125.95m　長(垂)117.00m　幅(型)16.8m
深　(型) 10.40m　吃水(計画満載) 約7.21m
総噸数 約4,150噸　載貨重量 約7,900瓲　速力(最大) 15.50節　主機 横浜MANディーゼル機関×1　出力 3,300 B.H.P.　船級 NK　起工 31-1—10　進水 31—5—12　竣工 31—8—20予定

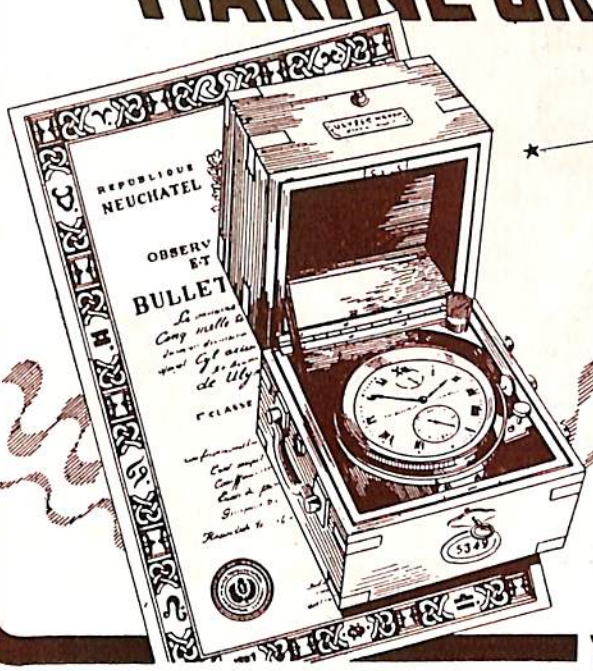
コーン ウオール号

船　主　リベリヤ. Figueras Compania Naviera S. A.
造船所　三菱造船・広島造船所

| | |
|---|---|
| 長　(垂) | 143.3m |
| 幅　(型) | 20.3m |
| 深　(型) | 12.5m |
| 吃　水 | 9.144m |
| 総　噸　数 | 10,200噸 |
| 載貨重量 | 15,000瓲 |
| 速　力 | 17節 |
| 主　機 | タービン×1 |
| 出　力 | 7,150 S.H.P. |
| 起　工 | 30—12－1 |
| 進　水 | 31— 4 —25 |
| 竣　工 | 31—8—上旬予定 |


マリーンペイント
タイコ-TM
船舶用塗料
名実共に世界の水準を抜く
大日本塗料
本　社　大阪市此花区西野下之町38
支　店　東京都中央区八重洲3ノ5

# CHRONOMETRE DE MARINE GRAND FORMAT




ULYSSE NARDIN S.A.

代理店 株式会社 大沢商會

中央区銀座西二ノ五

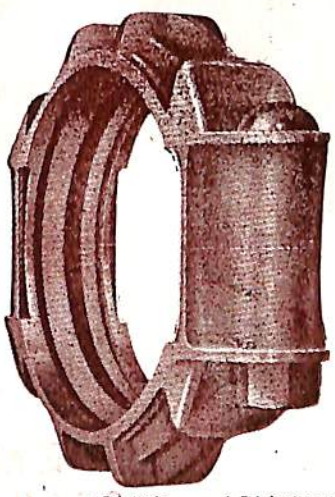
電話京橋(56)8351-5

ナルダン マリノクロノメーター

日本ヴィクトリック株式会社

VICTAULIC

LEAKTIGHT PIPE FLEXIBLE JOINTS



販賣總代理

淺野物産株式会社

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0181～9

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 門司市栈橋通一 郵船ビル

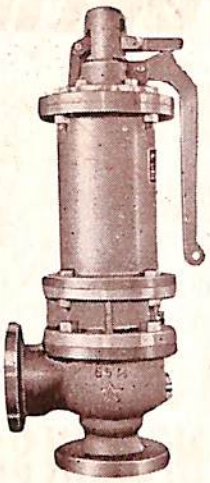
札幌支店 札幌市南一條西二丁目一八番地

支店 横濱・名古屋・神戸

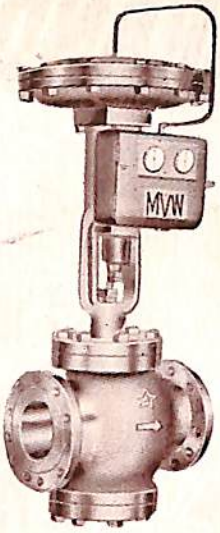
出張所 廣島・高松・福岡・八幡 長崎・熊本・仙台・鋼路

ABC

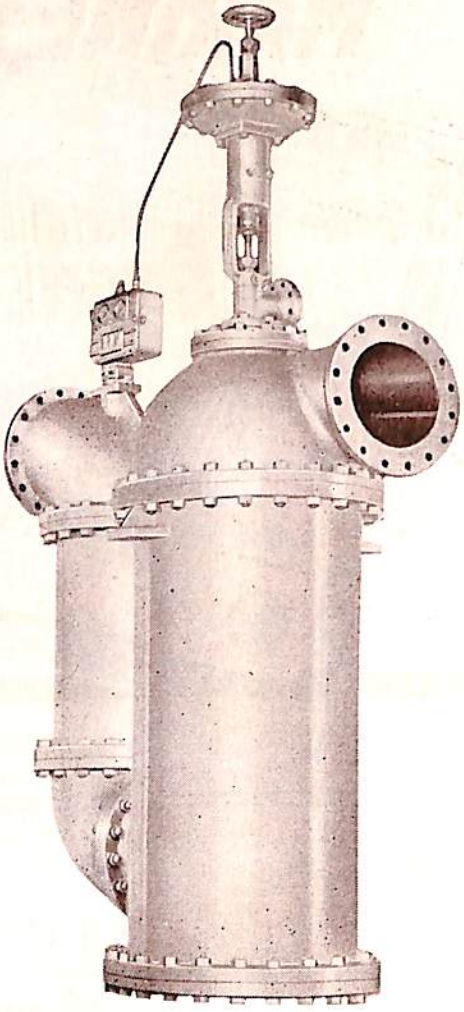
TRADE MARK



安全弁
労働省認定
(7006号)



減圧弁



自力噴射式減温器
陸舶用

## 営業品目

- 高圧弁
- 安全弁
- 減圧弁
- 減温装置
- 化学用弁類

# 株式會社 前中製作所

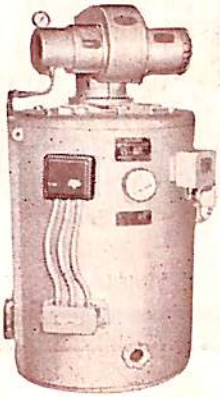
本社工場　東京都大田区蒲田東六郷二ノ一
電話蒲田 (73) 2880　4163

古い歴史と高性能を誇る

# 御法川の舶用燃焼装置

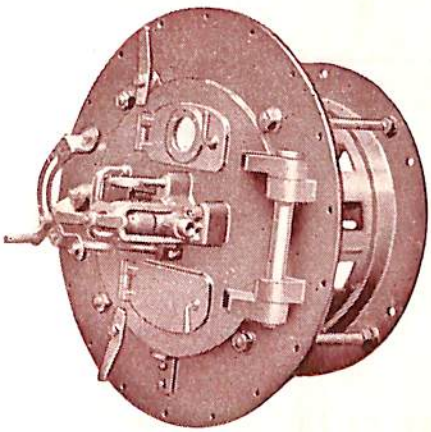
## AUTOMATIC OIL BURNING WATER HEATER

御法川オートマチック，オイルバーニングウォーターヒーターは船用補助罐並に小型温水罐として誠に好適であります。既に米軍上陸舟艇用として10数隻の御採用を賜り好評を博し，又今度防衛庁，甲及乙巡視艇用として多数の御指名を受けて居ります。本式は總てが，自動装置に働く竪型二回流焔管式オイルバーナー焚の温水罐で人手を省き据付場所を廣く採らず取扱も簡単であります。



MINORIKAWA

## PRESSURE JET OIL BURNER



御法川圧力噴霧式重油燃焼装置は弊社が燃焼機メーカーとして海外一流品の長を採り短を捨て多年に渉り研究の結果独特に考案された優秀なプレツシヤージエツト，オイルバーナーでありまして舶用及陸用として各種汽罐に使用せられ好評を博して居ります。


# 株式會社 御法川工場

東京都文京区初音町四番地

電話(92)—0241，2206，5121

総代理店　淺野物産株式会社

PARROT

スーパー
パロット
エンジンオイル

富士印石油製品
ハイオクタンガソリン
特ディーゼル油
特タービン油

昭和石油

社長　早山洪二郎

本社　東京・丸の内・東京ビル

船舶用

渦巻ポンプ
軸流ポンプ
タービンポンプ
ウォシントンポンプ
ターボ及シロッコ送風機
軸流送風機

東京　丸ビル
大阪　朝日ビル

株式会社
荏原製作所

# スクリウポンプ

高性能
高速度
高圧力

◇使用目的◇
陸用・舶用
油圧用・噴燃用
潤滑用・移送用

製作
株式会社 小坂研究所
東京都葛飾区水元小合町七〇八
電話葛飾(69) 4837・4364

代理店
三菱商事株式会社
本店機械二部 東京都千代田区丸の内二の十
電話(20) 2481・2381
大阪支社機械部 大阪市北区梅田二
電話(45) 1752・4053

明石動釣合試験機
タービン・発電機・電動機等高速度で回転する物体の動釣合を電気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釣合量（瓦）と角度が測定出来る。

材料試験機
動釣合試験機
振動計
電子顕微鏡
ねじ転造盤

株式会社 明石製作所
事務所 東京都千代田区丸ノ内三菱仲八号館
電話 千代田(27) 7871～3
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・8149
大阪出張所 大阪市北区絹笠町五〇堂ビル六一一号
電話(36)3815(直通)・1141(堂ビル代表)

# 日鋼の舶用部品

船体廻り鋳鍛鋼品・タービン部品
ディーゼルエンジン部品・抽力軸
勢車軸・中間軸・推進軸
揚貨機・揚錨機・繋船機
その他甲板補機

クランクシャフト 重量60 ton
8気筒ディーゼル機関用

スタンフレーム重量15 ton800
7,000 ton級船舶用

## 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

# 南極調査船宗谷改造の概要 (1)

水品政雄
海上保安廳巡船技術部長

## I. 一　　般

### 1. 經　緯

宗谷の改造について述べる前に南極調査船として宗谷を使用するに至つた經緯を簡單に述べる.

昭和30年9月「ブラッセル」市にて，開催された「國際地球觀測年特別委員會」にて，日本も南極地球觀測に參加し「プリンス・ハラルド」海岸において，地球物理的諸現象を觀測することが要請された．そこで日本學術會議ではこれに關する學術的な問題を檢討した結果政府に對しこれに參加するよう要望した．よつて政府は昭和30年11月正式に參加の決定をなした．その間學術會議等において調査船をどうするかの問題が檢討された.

まず考えられたのはこの任務に對して充分な性能等を有する碎氷船を設計し新造することであつたが，これは莫大な經費を要する上昭和31年11月出帆豫定の豫備觀測に間に合わない.

次に北歐方面からの傭船も考えられ候補船數隻の提示もあつたが使用出來るようなものは1隻もたかつた.

結局現存船の改造以外に途はないことにたり國鐵所有の石炭輸送船宗谷丸と海上保安廳所屬の燈臺見回り船宗谷について諸々の觀點から檢討された結果燈臺見回り船宗谷を改造使用することが適當であるとの結論に達し，まず學術會議においてこれを決定し，次いで政府の決定となつた.

この決定に當つて問題となつた點は碎氷能力1米で充分か，どうかということである.「プリンス・ハラルド」海岸については飛行機からの寫眞以外に浮氷原の實情は全く分つていたいのであるから1米の碎氷能力で充分であるかどうかは何人も斷定出來ないことである．しかしたがら碎氷能力1米以上の調査船を準備することは工事期間及び經費等の點より非常に難しいのである.

宗谷の改造によつて達成出來る碎氷能力は1米が一應限度と考えられるのであるが，以上述べた經緯からわが國の現狀では宗谷改造によつて南極大陸に取組む以外に途がたいので，國力の限度というような考えから宗谷に決つたのである.

「プリンス・ハラルド」海岸方面に對しては從來約7隻の普通構造船が探險に向つたが，いずれも陸岸から60海里程度の地點で浮氷にはばまれて引返している．宗谷の場合も大體この地點まで進航しそれ以南は本船に搭載する航續距離200海里以上の「ヘリコプター」にて本船の能力で進航出來る水路を探し求めつつ南進し，安定氷原まで到達して人員貨物を揚げる計畫である.

諸外國においても漁船等を調査船に使用している例も多いのであるから「プリンス・ハラルド」海岸の浮氷が格別惡條件のものでない限り成功するものと考える.

### 2. 來　　歷

ロシヤより註文の碎氷船として長崎川南造船所香燒島工場にて起工され，後註文破棄により辰南汽船所屬となり昭和13年進水「地領丸」と命名され同年竣工，後昭和15年舊海軍にて買上げ，測量艦に改造され太平洋戰爭初頭には南方方面の測量に從事し，終戰頃は北海道，內地間の石炭輸送船にあてられた.

終戰後復員輸送船に改造され南洋群島，中國，樺太の復員業務に從事し，1回最大2300名の輸送を行つた.

昭和26年海上保安廳燈臺見回り船となり改造がなされた．今回南極調査船にあてられることとたり昭和30年12月海上保安廳巡視船に移籍された.

### 3. 航海の豫定

航海は豫備觀測，本觀測および引揚輸送の3回となる．各航海とも「シンガポール」並びに「ケープタウン」に寄港し補給をする豫定である．各航海の豫定は次の通りである.

1) 豫備觀測

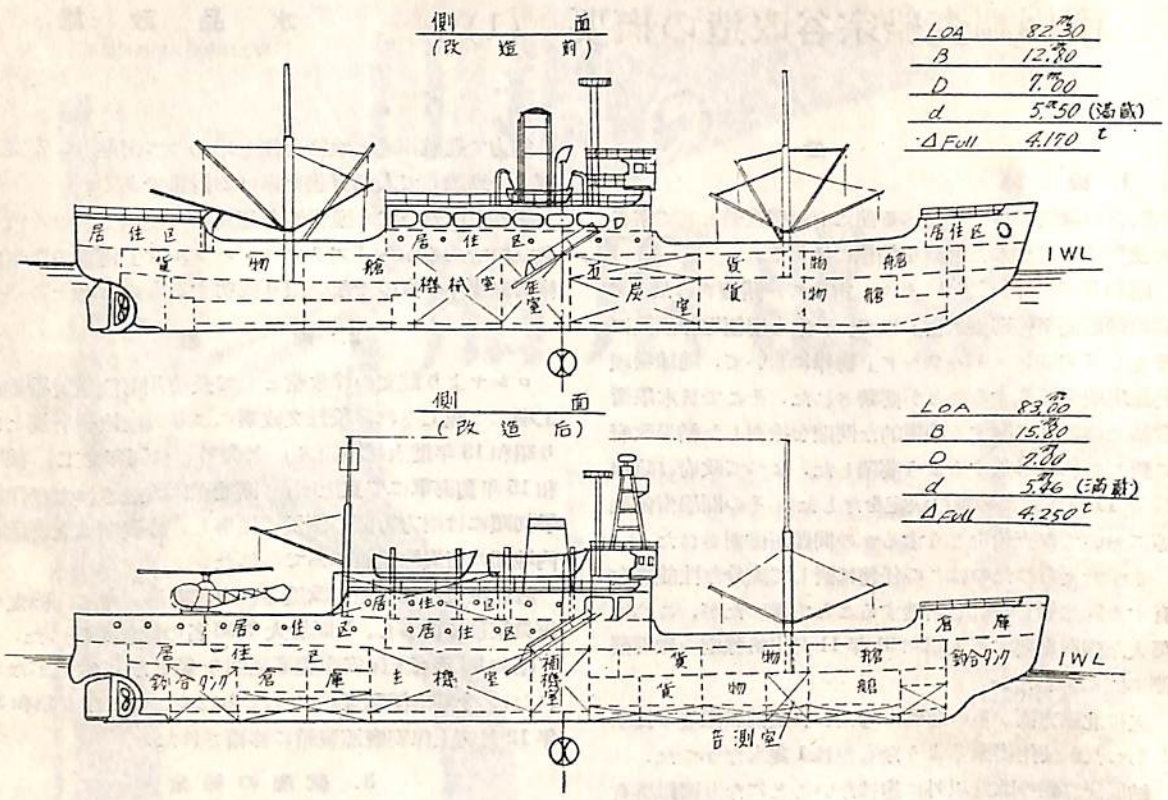
昭和31年11月初め橫濱を出港し12月初旬「ケープタウン」を出港同月末に南極觀測地點（プリンスハラルド海岸）に到着し約40日間滯在，本觀測用器材の一部揚陸および調査の上昭和32年2月上旬出發し，4月初めに橫濱に歸港する豫定で約150日の航海となる.

2) 本觀測

昭和32年11月初め橫濱を出港し，豫備觀測と同樣に12月末南極觀測地點に到着，約40日間滯在しこの間觀測器材および設營器材を揚陸し，觀測隊員30名を殘して，2月上旬出發，復路につく．この間南極圈にて約10日間海象觀測を行い，4月上旬橫濱に歸港する豫定で，約160日の航海となる.

3) 引揚輸送

昭和33年10月初め橫濱を出港し往路南極圈にて約10日間海象觀測を行い．觀測隊員および諸器材を收容し，前航海と同樣な豫定で航行し，昭和34年




南極調査船宗谷改造要領図

3月初旬横濱に歸港する豫定で，約160日間の航海となる．

## II. 改造工事の概要

宗谷は三島型往復動機關（1軸）付耐氷型貨物船であるがこれを船首樓付長船尾樓型「デーゼル」機關（2軸）付碎氷船に改造する．

### 1. 船體部

船體改造は大別して，南極氷中航海に關するものおよび觀測關係その他一般のものに分けられる．

1) 氷中航海に關する改造

詳細は次號に記載する豫定であるが大要は次の通りである．

a) 構造

構造に關しては經過の項にも記した通り1米の碎氷能力を有するよう改造される．またこの厚さの氷に壓迫されても充分な强度を有するよう補强する．

船首部はその傾斜を水平線に對して27度に改造し，かつ鑄鋼製船首材を新に附け碎氷能力を確保するとともに氷の衝撃に耐えるようにする．

船側には船長の約3分の2の長さに渡つて「バルヂ」を設け平行部をたくしまた垂直線に對しても傾斜をもつようにする．この「バルヂ」は氷帶にあたるので氷の横壓に充分耐える强度を有しまた南極圏到達までは燃料タンクとして使用され，その後は「ビーリングタンク」(容量片舷約100屯)とたる．「バルヂ」の付かない部分の外板で氷帶となる部分は二重板を施して充分な强度を有するようにする．肋骨もまた同樣な考えにより1本おきに補强される．

前記「ビーリングタンク」の他に船の前後部に容量約150屯の「トリシングタンク」を設ける．前部は現在の釣合タンクをそのまま用い，後部は現在のものが小さいので横隔壁を移設する．

氷の衝撃による損傷も考えられるので2區劃に浸水しても安全たように機關室は主機室と補機室の2室に分け横隔壁を增設する．

推進軸が2軸にたるので「スペクタクルフレーム」を設けるが，船尾材はそのままとし氷の衝撃に耐えるよう補强をするに止める．

舵は新替する．後進時氷の衝撃に耐えるよう充分强

力たものとする．また舵の保護材として船尾に鑄鋼製尾端材を取付ける．

b) 艤　裝

氷海において適當な航路を發見するために「ヘリコプター」を用いる．

このため後部の「ウエル」を塞いで甲板を設け「ヘリコプター」の發着所とし，また使用機は「ベル」を想定してこれを2機格納し得る格納庫を設ける．また見張を新設の「レーダーマスト」に新設し，かつ「バルヂ」上より氷面を見得るようにする．

居住區の暖房は「サーモタンク」によるものとし，その容量は 0.5kg/h/m³ とする．

眞水タンクおよび燃料タンクにはそれぞれその吸引管口附近に蒸氣の加熱管を設ける．また眞水および海水重力タンクには蒸氣の加熱管を設ける．特に海水重力タンクには發電機冷却水の戻りを入れるようにし要すれば1時間約5屯の温水を供給し得るようにする．更に甲板上數ヵ所に蒸氣噴射裝置を設け甲板機械等の解氷をたし得るようにする．

救命艇4隻の中2隻は發動機付とし，かつ氷海中の航行に耐えるような構造とする．

c) 復原性能

氷上の乘揚下降時の復原性能を充分たらしめるためGMは極力大きく取ることとし滿載狀態において約1.00米，另消費狀態において約1.00米以上を目途とする．

2) 觀測關係その他一般改造

定員增による居住區の改造，長期航海による改造，および觀測關係の改造が主たものである．

a) 居　住

乘組員77名觀測隊員53名計130名の居住區を端艇甲板，船尾樓甲板，上甲板および中甲板後部に設ける．

また治療室，病室，洗濯機室，「アイロン室」および乾燥室を設けまた調理竈は石炭焚を重油「バーナー」式に改造する．なお救命艇は片舷にて總員を收容し得るよう8.5米木製手動「プロペラー」付救命艇および11米木製發動機付救命艇を各1隻兩舷に搭載する．後者は雪上車等觀測器機の輸送も出來るようにする．

b) 長期航海

長期航海特に荒天時航海を考慮し速力を最高約14節，航海約12.5節に增速する．航續距離は滿載時12.5節にて1萬浬を目途とし燃料(重油)を搭載．

連續行動日數は60日とし糧食，眞水を搭載する．糧食は1人1日當り4.5瓩，眞水は1人1日當り45瓩とし糧食庫および眞水「タンク」を設ける．眞水「タンク」の容量は不足するので，「エバポレーター」にて雜用水は補充する．

c) 觀測關係

船尾樓甲板に氣象海象觀測室，電離層觀測室および地磁氣計測器械室を設け「ヘリコプター」格納庫上に宇宙線觀測室を，また上部船橋上に夜光極光觀測器械設置場所を設ける．

他の觀測器材，家屋，燃料等は前部の船艙に收容するものとする．特に輕質油は第一番船艙に搭載するものとし，充分な機動排氣通風および上甲板上に冷却水を流すようにする．この荷役用として，5屯「デリック」2本および2屯「デリック」2本を設け4臺の3屯30米電動揚貨機により操作する．

## 2. 機關，電氣および計器等

1) 機關部

本船は從來 1200 I H P の蒸氣往復動機關1基を裝備し，1軸裝置であつて，補機はすべて蒸氣補機であつた．罐は鑓本式呂號罐2基を裝備し罐室におかれていた．この船は石炭專燒であつてかつ出力も小さく約1米の氷を割つて航行する目的には僅かた改造を以て足りるものではたいので，國內および國外の實績，特に南極探險に最も活躍している米國の新鋭碎氷船の最近の傾向等に徵して，最も確實と思われる改造を行うこととし，かつ國內において早期に實施しうることを目標として次の如く改造されることになつた．

a) 主機關の軸の數

本船は元來が1軸船であるので改造後も1軸船としてまとめることが最も容易であつたが，單獨行動をする船としてその安全を期するために航行能力の確保を期したいという要求によつて，2軸裝置とした．最近の碎氷船は殆んど1軸のものはたい．以前は碎氷船は1軸の方が良いというのが定說に近かつたが本船は最近の傾向に做つて2軸とたつた．從つて船尾の改造には相當の苦心と注意とが拂われており，Northwind または Mackinaw におとらないと認められる安全性を確保している．

主機關については碎氷および推進の項に述べられる理由によつて 2400 B H P 2基が搭載されることになつた．

b) 軸系およびプロペラ

プロペラの要目は碎氷時の有効スラストを出來るだけ大きく採り，かつ航行時の性能も著しく低下しないように選んだものであつて，回轉數は碎氷時も航走時

も全範圍に亘つて使用制限を要する如き振動等を發生することがないようにした．このことは主機關の選定に先立つて豫め檢討を行つて置いたとはいいながらこの種の船としては妙しい成功といえると思う．

またプロペラの肉厚は最も薄い處でも1吋以上あり外徑は2950粍で比較的に小さく，100瓲の靜荷重に對して安全であるように選んであり，水深も深くかつプロペラ間の距離も小さく，氷と衝突する危險性も，衝突による衝撃力も，またプロペラの比强度も新鋭碎氷船に劣らぬ安全性を有している．

c) 發電機

航走時は1臺，作業時は2臺を使用するものとし，かつ交代整備を行い得るよう直流 225 V，120KW ディーゼル發電機3臺を整備している．他に非常用として 105 V の 15 KVA 交流發電機を甲板上の部屋に裝置している．

d) 空氣壓縮機および空氣タンク

碎氷の時には頻繁に發停および反轉が行われることを豫想して，2分に1回の割で連續反轉發停を行い得るように選び，發電機用および雜用の空氣タンクはそれぞれ別個としてある．

e) 補助繰

蒸氣を使用する補機には揚錨機があるが水中の假泊においては殆んどアイスアンカーに賴り，碇泊する機會は殆んどないのが最近の例である．しかし揚錨機を含めても毎時1.8瓲の蒸發量があれば足りるものと考えられるので，コクラン程度の補助罐とした．勿論更に餘力のあるものを要望する聲もあり，それに越したことはないが，機關室の擴張を必要とし，結果として隣接2區劃浸水に對しても安全であるという原則が守れなくなる．豫備觀測の結果更に增强を要する場合は Monotube Boiler 等の併設等も考えねばならなくなるかも知れないが，本年度としては豫算の關係もあつて必要の最低限とした．

f) 大排水設備

本船は雜用ポンプおよび消防ポンプによりおのおの毎時 80m³ の排水を得い得る外に，主要區劃はトリミングポンプを使用し毎時1200瓲の大排水を行い得る．

g) ヒーリングポンプおよびトリミングポンプ

最近の碎氷船はヒーリングポンプおよびトリミングポンプの容量が非常に大きくなつている．詳細は別の項において述べるが．ヒーリングポンプとしては1200 m³/Hr を2臺トリミングポンプとしては 1200m³/Hr を1臺裝備し，これによりほぼ新鋭船に近い碎氷補助性能を與え得ることになる．

h) 揚貨機および繫船機

揚貨機は3瓲30米の電動揚貨機で，前部甲板に4臺，後部甲板に2臺を有し，後部の2臺は繫船機兼用とし5瓲18米のワーピングドラムを有している．

j) 舵取機械

舵取機械は電動油壓式のヘルショウ型とし油壓シリンダ2組と電動油壓ポンプは18馬力2基を有する．通常の航行においては1基は豫備となる．

k) 揚錨機

使用する機會が少ないことと豫算の節約のために從來の汽動揚錨機をそのまま殘すこととした．

なお碎氷船としての特殊の性能および裝置については項を更めて詳しく述べることとする．

(2) 電氣部

本船の電氣設備は直流 225 V であつて，主發電機としては 120KW ディーゼル發電機3臺を裝備している．その他に非常用發電機として 105V の交流の 25KVA 發電機を有する．各居室，公室，通信室，調整室および事務室等は螢光燈を使用しその他の處は經費節約のため普通照明とした．

電話等はなるべく節約をし操舵室の後部甲板．舵取機室および轉輪室の2系統とし，他に操舵室と動搖ポンプ操作盤の間にインターホーンを置くのみである．

配電盤はライブフロントである．

(3) 計器部

計器の內容は改めて表に示すが特殊のものとしては磁氣羅針儀を極地用に改めたこととレーダーを從來のSO-3型のものを殘置する．他に約40浬の性能を有する大型を增備し2基裝備となることと，米軍より受領するソナーを裝備することが大きな相違である．觀測用機器は別にその都度年度計畫に合せて裝備される．

(4) 無線電信電話

本船は南極から適當の基地まで長距離の通信を要し，かつ本船が單獨行動である點よりみても通信裝置は出來る限りのことをしておかねばならない．また受信局のことも考えて次のく決められた．

| | |
|---|---|
| 1KW 短波送信機 | 1臺 |
| 500W 短波，中短波送信機 | 1臺 |
| 250W 中短波，中波送儀機 | 1臺 |
| 50W 中短波，中波送儀機 | 1臺 |
| 全波および短波受信機 | 各2臺 |
| 超短波送受信機 | 1臺 |
| 救命艇用超短波送受信機 | 1臺 |
| 携帶用超短波送受信機 | 大，小型各2臺 |

（未完）

# 950 VBU 60 型 機 關

山 下 勇
三井造船玉野工作所造機部長

## ——2サイクルターボチャージ方式による世界最初の大出力艦艇用ディーゼル機關——

海防計畫の一環として28年度にはディーゼル推進の1000トン型警備艦の建造が決定されたが，そのディーゼル主機械1隻分の設計製作が三井造船に依頼され，設計を開始して以來約2カ年の歳月を經て昨年9月初旬豫定通り陸上運轉を終了したが，引續き本機搭載艦の海上運轉も本年2月に終え，この程引渡を完了した．

本機は單動型1基 6000 BHP で戰前におけるこの種艦艇用ディーゼル機械には複動機械でなければ果し得なかつたような高性能を要求された．

そこで當社の總力を結集して本機關と取組み，この種新型機關に當然附隨する幾多の困難を克服して成功をかち得ることができたことは，戰後のわが國ディーゼル技術の水準の高さを內外に示すとともに，これが完成は今後の艦艇用ディーゼル機關の在り方に幾多の示唆を與えるものと思われる．

世界で最初の2サイクルターボチャージ方式大出力艦艇用ディーゼル機關の誕生に當り，ここに本機關の概要を紹介し大方の參考に供したい．

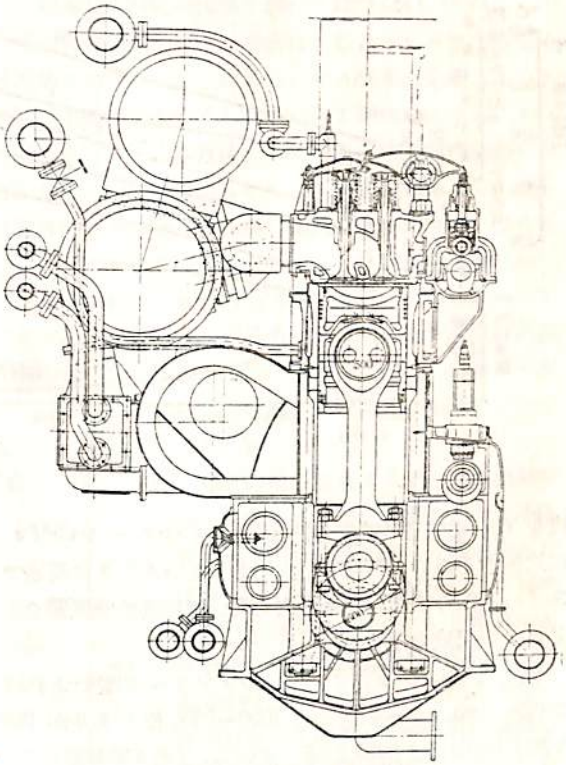
### (1) 主 要 目（舊海軍型機關と對照）

第 1 表

| 機械呼稱名 | 950 VBU 60型 | 2號10型 | 11號10型 |
|---|---|---|---|
| 用途 | 乙型警備艦 | 舊海軍大型潛水艦 | 舊海軍潛水母艦 |
| 型式 | 2サイクル單動無氣噴油式ターボチャージ | 2サイクル複動空氣噴油式 | 2サイクル複動無氣噴油式 |
| 正味馬力 | 6000 | 6300 | 6800 |
| 毎分回轉數 | 350 | 340 | 356 |
| シリンダ徑 mm | 500 | 470 | 450 |
| 行程 mm | 600 | 530 | 600 |
| シリンダ數 | 0 | 10 | 10 |
| 正味平均有効壓力 kg/cm² | 7.28 | 4.54 | 4.7 |
| 平均ピストン速度 m/sec | 7.0 | 6.0 | 7.12 |
| 全長 mm | 8700 | 9835 | 8725 |
| 全高 mm | 3550 | 4260 | 4480 |
| 幅 mm | 1425 | 1570 | 1750 |
| 總重量 kg | 75,000* | 96,000** | 81,000** |
| 正味馬力當り重量 kg | 12.5 | 15.2 | 11.9 |
| 燃料消費量 gr BHP/h | 170* | — | 175** |
| 高速率 $N\frac{\sqrt{BHP}}{n}$ | 9000 | 8500 | 9300 |
| ND | 17,500 | 16,000 | 16,000 |

（備考） * 排氣ターボチャージヤ空氣冷却器の外潤滑油，海水，清水，燃料供給の各直結ポンプおよび掛外しクラッチを含む．

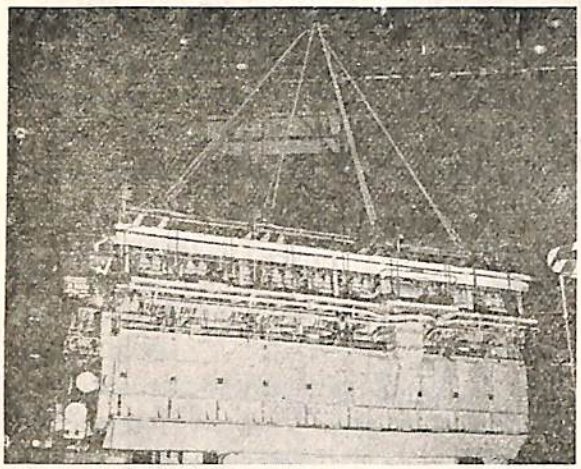
** 排氣送風機は含まない．



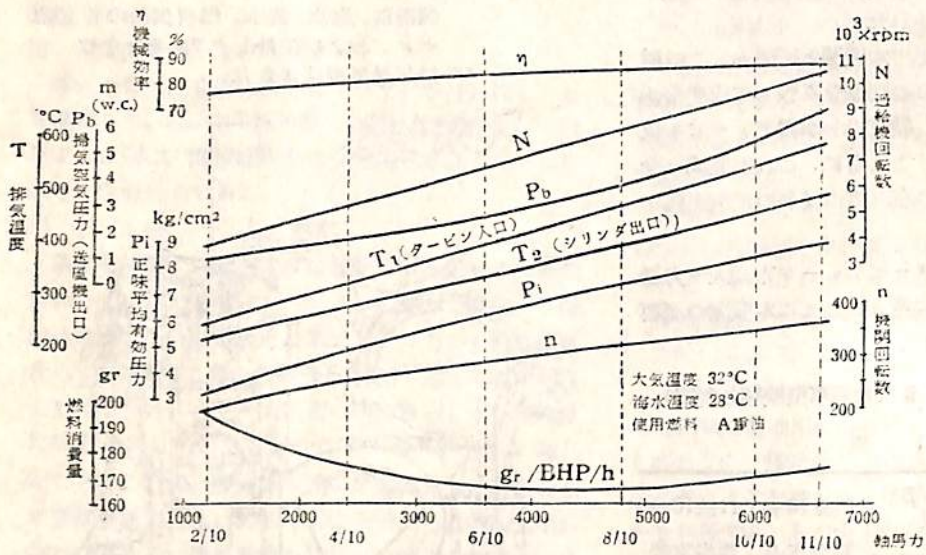
第1圖 機關橫斷面圖

### (2) 高速率と機關重量

從來高速を表わす目安としていわゆる高速率が使用されている．すなわち1筒當りの出力の平方根と毎分回轉數の積 $N\sqrt{\frac{BHP}{n}}$ で表わされるが，これはピストン速



第2圖　艤裝迄寸前の 950 VBU 型機關




第3圖　性　能　曲　線

動の領域が單動で賄い得ることになつた事實は飛躍的な進歩というべきであろう．

一方毎分回轉數を $N$，シリンダ直徑を $D$ cm とするとき高速化の目安としてよく $ND$ なる値が使用されるが，實は機關回轉數をも考慮せる場合の掃氣作用の難易を表わす尺度として誘導されたもので，例えば强力な機械驅動の送風機により掃氣壓を上げるかまたは排氣弁の個數を增すとか排氣管內ガス壓力波の巧みた利用等の特殊な工夫により，特に掃氣効率を上げるように工夫すれば $ND$ の値を高めることができるので，輕量高出力達成のために機關がどの程度に高速化されているのか尺度としての意義をもつことにたる．大型低速機關では 10,000 程度であるが 950 VBU 60 型では 17,500 であり，電動送風機による 2 號 10 型の 16,000 に比し更に上廻つている．勿論機械驅動等の送風機により掃氣壓を上げれば $ND$ または高速率 $N\sqrt{BHP/n}$ は相當高められる筈であるが機械効率の低下引いては正味出力當りの燃料消費量の增大，送風機配置と驅動機構の問題等により自ら限度があるはずであり，必ずしもこれらの指數の多寡のみにより機關が高能率であるか如何かの判斷にはならない．

950 VBU 60 型は排氣ターボ過給機のみで上記の指數の値が達成せられたということは，本機の排氣ターボ過給方式が極めて適切高能率であることの一つの証左と見てよいであろう．950 VBU 60 型の掛外クラッチ等を除いた機械本體總重量は約 12.0 kg/BHP で，舊海軍型機械の中これに比肩するものは 11 號型があるが標準化する迄には至らなかつたようである．標準化されて民間工場でも製作された大出力機關は 1 號，2 號型で，その重量は 13.3～14.3 kg/BHP とたつている．以上海軍型機關はいずれも複動型である．

つぎに機關構造の强度・耐久性を比較する指數として立當り重量が一般に使用されているが，普通の B & W 型 2 サイクルターボチャージ機關の場合熔接フレーミングのもので 80～90 kg/$l$ 程度であり，950 VBU 60 型で

度を $Cv$，正味平均有効壓力を $Pe$ とすると $\sqrt{Cv^3Pe}$ に比例するので，高速率が大であるということは高速であるのみたらず平均有効壓力も高い眞に高性能機關であることの尺度とたる．

普通商船用の場合 2 サイクルノンターボ型であれば 3500～4200，ターボ型では 4000～5000 位であるが 950 VBU 60 型では 9000 に達している．（第 4 圖參照）

本機と馬力・回轉數とともに近似している舊海軍の 2 號 10 型機關は高速率 8500 であるが，これは複動によりその値を高め 950 VBU 60 型は單動をターボチャージすることによりその値の達成が可能となつたといえる．これら兩機關の主要目は第 1 表に示してあるが，取扱保守・建造費・耐久性・量產化の難易等の點から考えて複

は鋳鋼フレームを熔接組立とし支柱ボルトを通して構造全體に充分な強度を與えているので，立當り重量は 71 kg/l となつている．舊海軍では 6000 HP 級の大出力2サイクル單動型を制式化した例を聞かないので遺憾ながら 950 VBU 60 型との比較はできないが，最高壓力をも考慮に入れた 950 VBU 60 型の立當り重量は從來 B & W で設計製作された艦艇用機關のそれと同一であり，材質工作ともに現水準において特殊なものを必要とせず，從つて強度・耐久力に些かの犧牲を強いることなく從來の技術と材料により量產が容易に行えるような設計になつている．

さて立當り重量の意義について考察して見たい．一般に構造・材質に特殊な工夫をこらさない限り最高壓力とともに立當り重量は增すはずである．高速化・高壓過給の進展とともに最大壓力が高められるのが一般であるので，立當り重量を比較する場合は機關本體重量をとりこれに最大壓力比を乘ずる等の方法をとるのが強度・耐久性の比較または特殊な設計・材料等の必要な度合を見る上に合理的ではないかと考える．

### (3) 排氣ターボチャージ方式

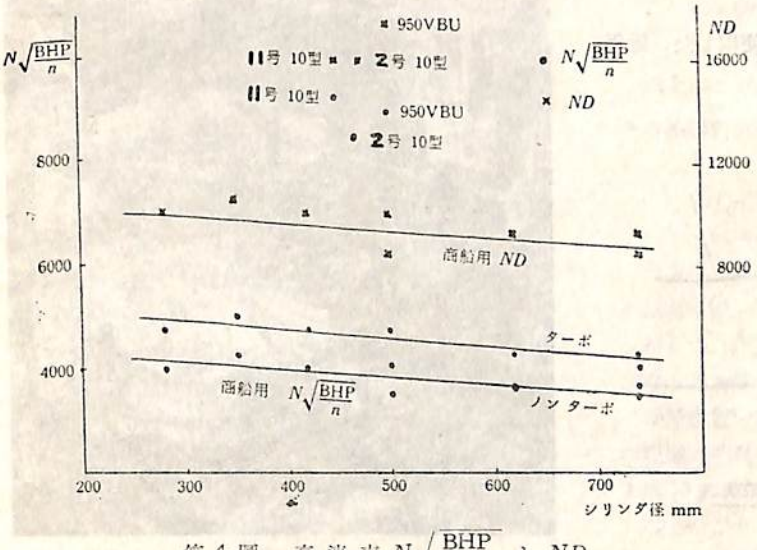
950 VBU 60 型機關のターボチャージ方式はいわゆる衝撃式で排氣のブローダウンエネルギを最大限に利用するようにしているので全力時は勿論低力および起動に際しても排氣ターボーチャジャのみにて充分なる機能を發揮し，電動または機械驅動の補助送風機等の助けをかりる必要はない．戰前は複動機械でなければ滿たし得なかつた性能上の要求が本機のごとき簡潔なる姿にて實現できた理由は，全く本ターボチャージ方式の合理性によるというべきである．

本機においては9筒が3グループに分たれ各相隣れる3シリンダが1グループとなつて各1個のターボチャージャに導かれている．これらシリンダの着火間隔は互にクランク角度で120°とし，シリンダ排氣が他のシリンダからの干渉を受けることのないよう配置されているのは當社で製作してきた大型2サイクル機關の方式と同樣である．ただ高速であるため掃排氣の流體抵抗または損失が大となりがちであるので如何にしてこれらを最少限に止めるかに問題がある譯であつて，設計的に特に苦心した點について二，三說明をつけ加えてみたい．

### 1. ブローダウンエネルギの利用

ブローダウンエネルギの損失はガスが排氣弁を通過する際最も大で，機關が高速化する程その傾向は甚しい．從つて排氣弁が充分なる開孔面積迄急速に啓開するために本機では排氣弁を4個とした上排氣カムのピッチを可及的に急勾配とし，排氣弁プッシュロッドは油壓クッションを利用して機械的衝撃の緩和を計つた．

更に排氣通路はシリンダ出口からタービンまでの道中斷面積をできるだけ一定とし，ガス流速の急變によるエネルギ損失を防止するとともに第1圖に見るごとくチャージャをシリンダに近接して配置し，排氣管容積を可及的に小とした．單流型2サイクル機關でもピストンリング破片等の異物が排氣側に飛び込むことがあり得るので，タービン翼保護のために何等かの處置が必要であつて，本機においても普通型機關と同樣タービンケーシングガス入口に保護格子を裝備した．保護格子は流體抵抗が極めて少ないよう考慮されているのでガスエネルギの損失は殆んど問題とならない．




第4圖　高速率 $N\sqrt{\frac{BHP}{n}}$ と $ND$

### 2. 排　氣

掃氣作用の良否は2サイクル機關の死命を制する．特に本機のごとき高性能機關ではその感が深い．掃氣作用の完全を期するためには掃排氣孔が同時に開いておるいわゆるラップ期間における總合掃氣時間面積を充分とるよう工夫が肝要であるが，このため本機では排氣弁を4個として掃氣孔は排氣の干渉が起らない程度面積を最大限にとつている．因みに總合掃氣時間面積 $\int_0^{t_s} f_{res}\,dt$ は第5圖に示すごときものである．

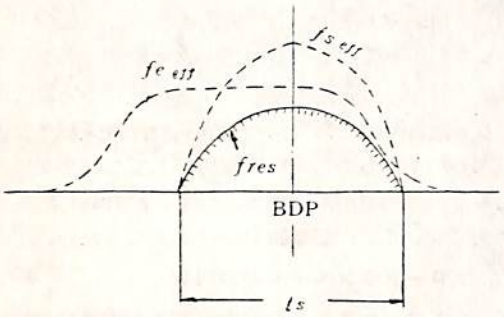
ここに

$t_s$ = 掃排氣孔ラップ期間

$$\frac{1}{f_{res}^2} = \frac{1}{fe_{eff}^2} + \frac{1}{fs_{eff}^2}$$

$f_{res}$ = 總合掃氣面積

$fs_{eff} \cdot fe_{eff}$ = 掃氣孔および排氣孔有効面積

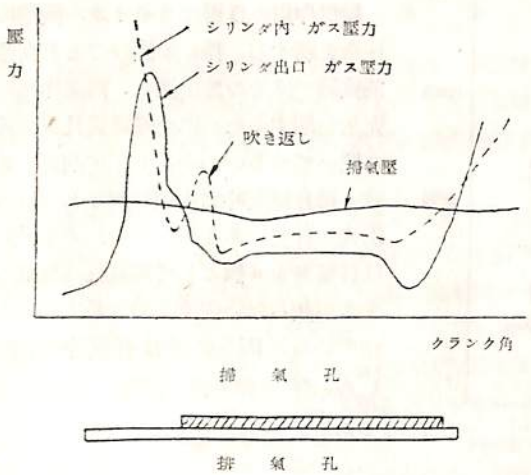



第5圖　總合掃氣面積

機關が高速化するにつれて分岐型排氣管においては排氣の壓力反射波が掃氣孔の開き始めに現れ掃氣側への吹き返しの現象が起り易いが（第6圖），掃氣孔面積を充分とるために開孔時期を早めることは仲々困難な問題となる．またシリンダ充塡効率を上げるために排氣弁を排氣孔より早く閉じることは，總合掃氣時間面積を減ずることとなる一方逆轉時の性能を阻害するので好ましくない．以上のごとき制約の下にポーティングに關する實驗は長期に亘つたが，普通のポペット弁式排氣弁とピストン管制の掃気孔の組合せで達せられる最高のマッチングが得られたと考えている．勿論掃氣または排氣側に補助弁等の裝備により掃氣作用の向上を計る方法も考えられようが，機構上の信頼性をも考慮すれば果してプラスになるかどうか疑わしい．

### 3. 排氣ターボチャージャ

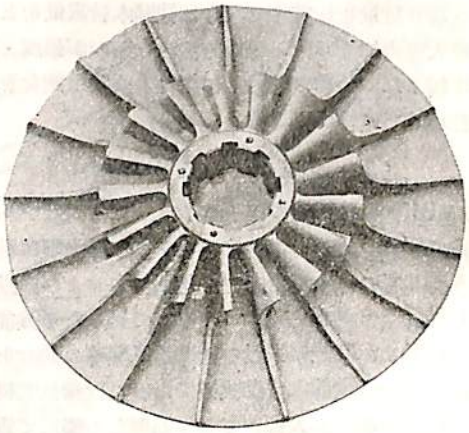
本機には外國製のターボチャージャを使用した．近年



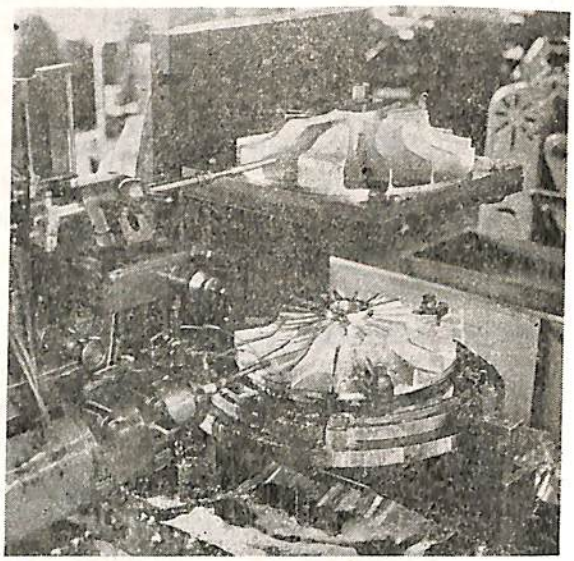

第6圖　掃排氣孔開孔時の壓力

に至りチャージ効率のよいものが得られるようになり，排氣ターボチャージャのみで舶用機關としての機能を發揮できる2サイクル機關が成功した一因をなしている．排氣ターボチャージャの大さは送風量または排氣ガス量從つて機關出力によつて決定されるので，小型大出力機關になる程チャージャが機關に比して大型となり機關に近接して配置する纏め方が仲々困難となつてくる．チャージャが小型であることは特に高性能機關では必要となるが，大さに比して多量の風量從つて機關の高速化と相まつて普通以上の風壓を確保するために勢い高回轉とならざるを得ない．

以上のごとくこの種のチャージャはタービン翼・扇車・軸受等が高速に耐え得るよう特別な考慮を拂う必要が起つてくる．高速機關では特にシリンダ内充塡空氣量の增大を計らねば完全な燃燒は得難いので筒拔空氣量を最少



第7圖　扇　　車



第8圖　ケラーマシンにて加工中の扇車

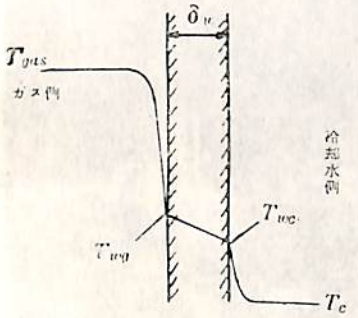
限に止め風壓を增す方が有利であり，タービンのノズル面積はどうしても少な目となるので，タービン回轉は益々上つてくる．長期に亘る實驗の結果機關性能の犧牲を强制せずにタービン回轉を與えられた設計點以內に納めることは，現計畫のままでは不可能であるとの結論に達し，當社においてより大徑の扇車を新たにジュラルミン鍛造素材からインジューサ翼諸共削出して成形し，(第7圖，第8圖) 扇車の强度を增すと同時にタービンの回轉を低下せしめタービン翼軸受等回轉部分の保全を計つた．以上のごとくターボチャージャと機關のマッチングを得ることはターボチャージ機關の成否を決定する重大な鍵の一つというべきである．

### 4. 掃氣室內の空氣振動

掃氣室內の空氣は各シリンダにより間歇的に吸引されるため場合によつては空氣柱が共振して壓力が甚しく變動し，送風機がサージングを起して運轉不能のことがある．空氣振動の振幅を可及的小とするよう掃氣管系の設計は愼重を期さねばならない．このため本機では第1圖に見るよう掃氣管容積を大とし數カ所に隔壁を設ける等の方法により空氣振動の緩和を計り，同時にターボチャージャをこの上に載置して空間の利用を全うしている．

### (4) 燃燒室壁溫と熱應力

ピストン速度・平均有効壓力が同一の場合ピストン徑が大となる程燃燒室壁溫が高くなるのが一般である．燃燒室壁を通して流れる熱量は一般につぎのような傳熱の公式によつて與えられる．(第9圖)




第9圖　シリンダ壁內外の溫度

$$q = K(Tm_{gs} - Tc) \qquad (1)$$

または $= \alpha m_{gas} - Tw_g) \qquad (2)$

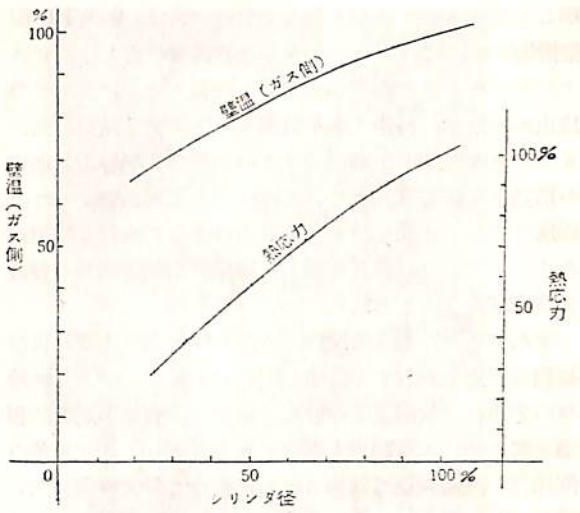
または $= \frac{\lambda w}{\delta w}(Tw_g - Tw_c) \qquad (3)$

ここに　$q$＝單位壁面より單位時間に傳わる熱量

$Tm_{gs}$＝ガスの平均見掛の溫度

$Tc$＝冷却水の平均溫度

$Tw_g$＝壁のガス側平均溫度




第10圖　シリンダ徑に對するシリンダ壁溫および熱應用

$Tw_c$＝壁の冷却水側平均溫度

$K$＝次式によつて計算される傳熱係數

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{\alpha m_{gas}} + \frac{\delta w}{\lambda w} + \frac{1}{\alpha c}$$

$\alpha m_{gas}$＝ガスの平均對流係數

$\alpha c$＝水の對流係數

$\lambda w$＝壁の傳導係數

$\delta w$＝壁　厚

さて燃燒ガス溫度の時間的變化はサイクルの基礎計算によつて求めることができる．またガスの對流係數 $\alpha_{gas}$ はサイクルの各瞬間毎に Eichelberg の實驗式によつて與えられる．

$$\alpha_{gs} = 2.1\sqrt[3]{Cm} \cdot \sqrt{P_{gas}\, T_{gas}}$$

ここに　$Cm$＝ピストン平均速度

$P_{gas}$, $T_{gas}$＝ある瞬間のガス壓力と溫度

以上により $\int \alpha_{gas}\, T_{gas}\, dt$ および $\int \alpha_{gas}\, dt$ がサイクルの基礎計算とともに求められるが $Tm_{gas}$ は

$$Tm_{gs} = \frac{\int \alpha_{gas}\, T_{gs}\, dt}{\int \alpha_{gas}\, dt}$$

で表わされるような溫度であり $\alpha m_{gas}$ は右邊の分母に該當する．

かくて (1) (2) から壁溫 $Tw_g$ が算出され，(3) から壁の溫度差從つて熱應力が求められる．

壁厚換言すればシリンダ徑によつて熱應力と壁溫がどの程度に相異するか幾何學的に相似た機關の場合の1例を第10圖に示して見た．

以上のごとくシリンダ徑の大なる程熱應力に對して愼重であるべく，例えばピストン・シリンダ蓋等の材質を

鋼としてピストン冷却を行うことときである．950VBU 60型機關においてはピストンを單なる鑄鐵の筒となしピストンピンホルダを內部に嵌め込んだ後スナップリングで拔止めをなすいわゆる全浮動型ピストンをも試用した．ピストンは理想的な圓筒であるので局部的熱應力は從來の構造より相當輕減しているはずであるが，やはりこの程度のピストン徑になると鑄鐵ではさらに檢討の餘地があるようであり，愼重を期して從來の耐熱鑄鋼製の設計を採用することとした．

またピストン表面温度はピストンリングの膠着および切損の程度を左右する重要な因子であるが，ピストン冷却の方法は勿論掃氣量の增大・燃燒の改善等が支配的影響を與える．本機關でも經驗したピストンリング膠着の問題は，機關調整が改善されるに從つて漸次解消した．前記 Eichelberg の式で見られるように高壓過給となる程熱負荷が大となるので，充分な掃氣量と能率的な中間冷却がここでも極要な意義を持つことになる．またピストンリングの耐久力はガス壓力が大きな影響を與えると見るべきでその保全に特別な考慮を拂わない限り過給度はピストンリングにより制限される恐れがある．

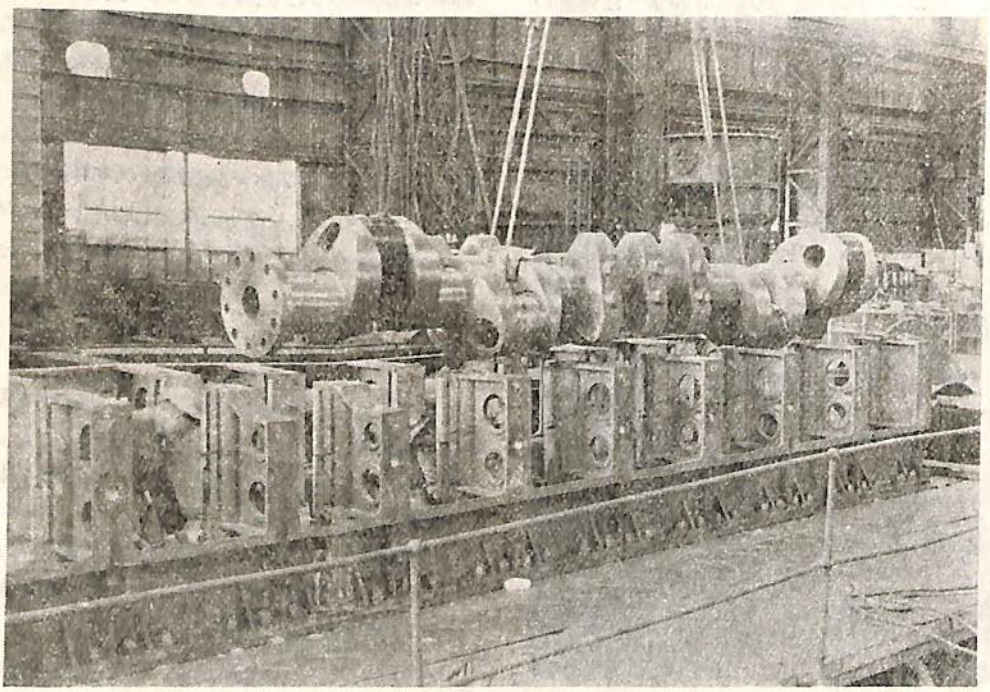
小型高速機關では熱負荷が樂である代りに掃氣作用とブローダウンエネルギの利用並びに燃燒が一般に困難となつてくる．それぞれの分野においてその本質に基づき問題の所在を異にすることは當然である．

### （5） 主要部構造の概要

架構臺板は一體鑄鋼製で U 字形をなし，1 シリンダ分の長さに鑄造された各片をそれぞれシリンダ中心線で熔接した 6 節および 3 節分が一體に組立てられている．これは當社では戰前より實績のある方法で高度の信賴性を有し生產上も極めて有利である（第 11 圖）．掃氣筐は鋼板熔接製で掃氣管と一體に形成し，鑄鋼製のシリンダ冷却水筐とともに架構に載置してこれらを長寸の支柱ボルトで緊締し，機關構造に完全な剛性を持たせている．臺板の下側には鋼板製の油受を熔接し油はこれより船底のタンクに落し込まれる．

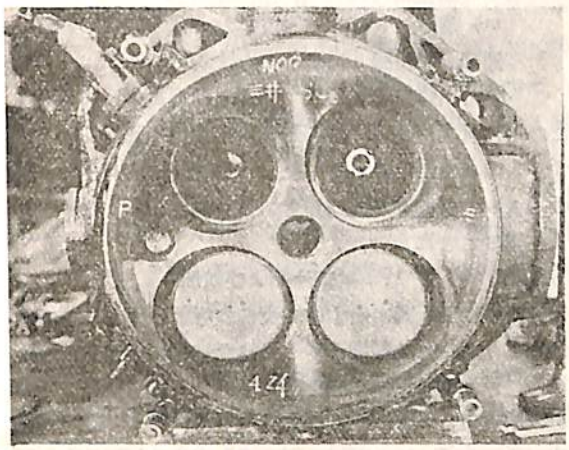
シリンダ蓋（第 1 圖，第 12 圖）は特殊耐熱鑄鋼製で 4 個の大徑の排氣弁と各 1 個の起動弁・安全弁・指壓器弁・燃料弁が配置されているが，シリンダ蓋の構造を簡潔なものとし熱應力に對する安全を期するため起動弁・燃料弁挿入孔は鑄造りの支柱を廢して別個の鞘に納めて取付け，カバー上部との嵌り込部はゴムパッキングにより水密を保つごとき設計とした．

局部的熱應力を避けるためには各部ができるだけ均等に冷却さるべきで，そのため冷却水はシリンダ蓋下部周圍 4 個所から入り水流が隅々まで屆くよう細心の注意を拂つた．排氣弁面積を充分とるために排氣弁はシリンダ蓋に直接取付けることとしたので弁座は耐磨耗性の特殊材質を盛金することとした．ステライト熔接も試用した



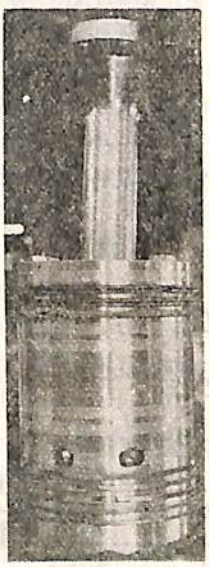
第 11 圖　臺板とクランク軸

が工作的にまた保守上問題が殘るので，最後は高クロム鋼を電氣熔接し弁座を成形した．長時間の全力耐久運轉の結果弁座は排氣弁・シリンダ蓋とも極めて良好な狀態で，艦艇用として保守上何等懸念のないことが實証された．



第 12 圖　シリンダ蓋

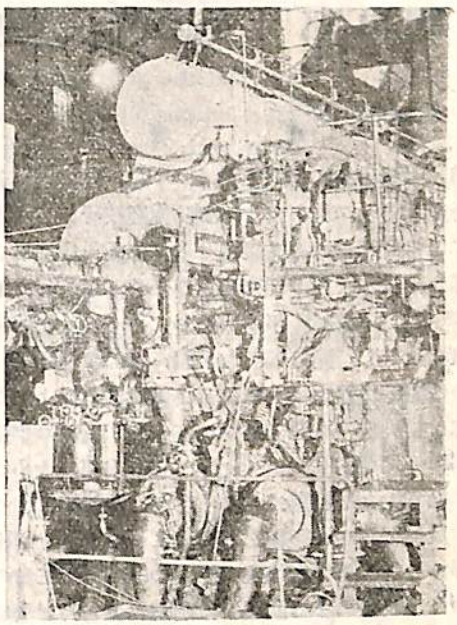
ピストン（第1圖　第13圖）は特殊耐熱鑄鋼製のピストン頂部と鑄鐵製の本體から成りピストンピンとともにボルトで結合する構造である．ピストン本體の熱歪を緩和するために從來のごときピストンピン貫通孔を廢し厚肉の偏らない簡單な均一肉厚の圓筒とした．ピストンはテレスコパイプを介し油冷却を行つている．ピストン頂部の燃燒室形狀は數種類試作實驗したが，第1ピストンリングをできるだけ低温に保つため冷却油室を第1ピストンリングの上側まで成形しておるので燃燒室形狀との兼合に苦心した．ピストンリングは5本裝備し第1ピストンリングはクロム鍍金，他はパーカライズを施行している．



第 13 圖　ピストン

クランク（第11圖）軸は普通鋼鍛鋼の一體構造で，內部を中空とするとともに機關の完全な釣合と主軸受の軸受壓力を輕減するために，適當位置のクランク腕に釣合錘を有している．約7カ月に亘る運轉中主要軸受は終始驚く程良好な狀態にあつたことを附記する．

燃料カム軸および排氣カム軸はそれぞれ別個に配置され，クランク軸よりローラチェンを介し驅動されている．本機はその運轉に必要な冷却水・潤滑油ポンプ等の全補機を機關直結の上前端に裝着しているが（第14圖），停電等の餘儀なき環境に立ち至つた場合でも機關の運轉が可能であるよう特に考慮したものである．



第 14 圖　機關直結ポンプ

### （6）　艦艇用機關型式に關する一考察

ディーゼル推進の艦艇に大出力を要求する場合，これを直結とするか，高速輕量の小型機關數基を齒車減速または電氣推進とするか，そのプラント構成方式の決定は長短相半ばして仲々困難な問題といわざるを得ない．勿論機關型式選定は艦艇用機關としての信賴性・艦內配置と機關室長さ・燃料搭載量をも含めた機關部重量・取扱保守の面と建造價格・工作材料等を勘案した量產の難易等諸々の因子によるであろう．

例えば多數の V 型機關のごとく小型機關を多數搭載する場合取扱保守の手數はシリンダ數のみに比例するとはいい難いが，その部品が尨大な數量に上ることと高速高負荷による部品の痛みも早いと見るべきは當然で，限られた機關部員で保守を全うできるかどうかそこには自ら限度があるはずである．從つてかかるプラント構成が眞に不安のない機能を發揮するためには，例えば手入れを要する機關は陸上で事前に整備された機關と換裝するというような域にまで進むことも考えられよう．但しそのために航空基地の整備部隊の如き組織を必要とすることと艦內にこの換裝が容易に行い得るよう船體構造の改變が必要となつてくることを豫想しなければなるまい．

（466 頁へつづく）

# 開口部の補強その他について

寺澤一雄
八木順吉

## 緒　　言

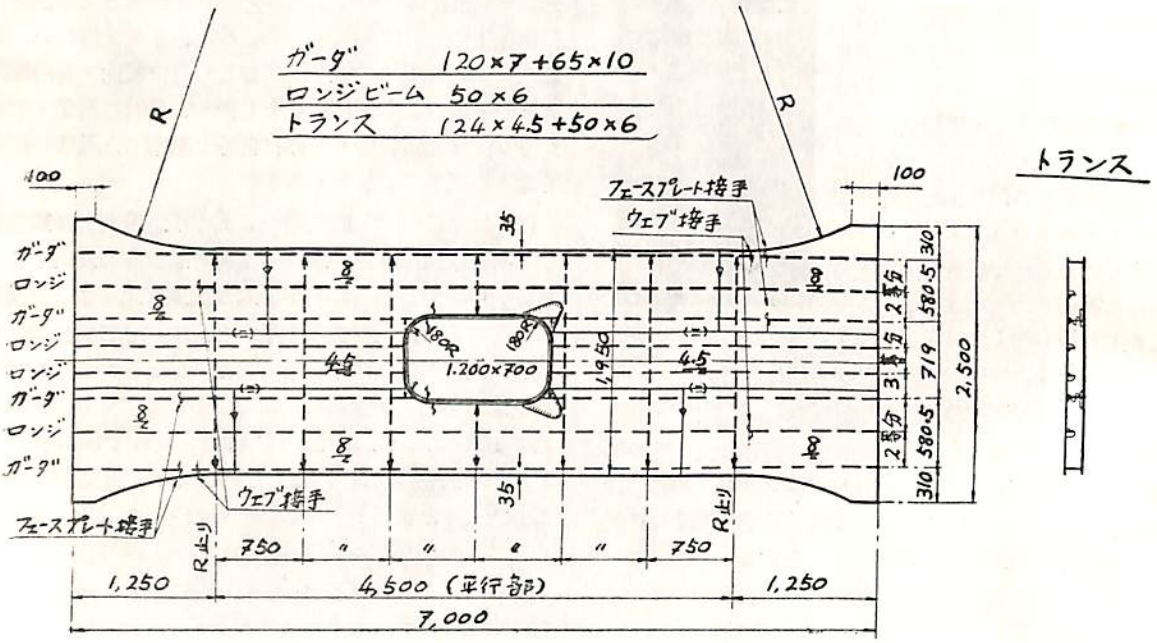
船舶設計協會内に設けられた HT, H, $H_1$ および $H_4$ 各委員會（これらはすべて防衛廳技研または海幕の委託による研究項目毎に組織せられた委員會である）は開口部の補強法をその研究項目の一つとして取り上げ，昭和29年より昭和31年にわたつて多くの大型試驗片による實驗をなし，開口隅部の半徑，隅部の補強法，ガーダーの位置等が應力集中率におよぼす影響および二重張り端部と龜裂發生の關係等を調査して．隅部の半徑と開口の半巾の比が約0.3より大なる時は半徑の大小は應力集中に餘り大きな影響はおよぼさず，補強法によつて應力集中度が著るしい影響をうけることはたく，甲板梁は開口部から少々離れた位置に取りつける方が工合のよいことおよび破壞にまで發達した龜裂はほとんど全部二重張の端部から發生したこと等を確認して，實船の設計および建造に對し有効なる資料を得た．以上の事柄を全部詳細に記述することは紙面の關係上およびその他の理由で困難があるので，ここでは H および $H_1$ 委員會によつてなされた研究を主として記述することにする．H および $H_1$ 委員會による開口部補強法の研究は次の3つの項目に大別することが出來る．

1. 二重張りによる隅部の補強効果とコーミングを隅部のみ增層することによる補強効果との比較．
2. 甲板梁を開口線に置いたものと或る程度（100m/m）離したものとの強度におよぼす影響の比較．
3. 補強を二重張りによつてなす場合二重張りの中心線と引張方向とのなす角度の補強効果への影響．

この外に試驗片の凸凹が引張剛性に如何に影響をおよぼすかも參考のためにしらべた．この調査の主目的は實船のパネルの初期撓が如何程までは許容し得るかを決定するた得ることにあつた．

### 1. 試驗片および試驗

試驗片は第1圖に示す如く實艦の甲板の開口のある部分を切り取つたと同樣につくられた．すなわち甲板梁，ロンジおよびガーダーをそなえており，開口隅部の半徑を r，開口の半巾および半長さをそれぞれ，b, a，試驗片の半巾を B とすれば，r/b≒0.5, a/b≒1.7, B/b≒2.8 で．大體實艦におけるものとほぼ同じ程度である．因に從來の研究によれば，r/b, a/b, B/b 等は隅部の應力集中を支配する因子であるので，これらの値を實際とほぼ等しくすることは必要である．試驗片の板厚およびロンジ，ガーダー，トランス等の寸法間の關係は出來るだけ實際の場合と相似になるようにつとめた．第1圖は B-1 試驗片であり，開口端部の二重張補強の形狀は日本造




第 1 圖　　試　　驗　　材

船研究協會第2研究部會(1)の研究報告を參考として決定したものであり，二重張中心線と引張方向とは50°をなしている．同圖の左側の開口隅部の補强はコーミングをこの部分だけ增厚することによつている．なお二重張の厚さは全部甲板の厚さと同じに8m/mとし，コーミングは100m/m×7m/mF.B.で隅部の增厚した部分は他の試驗片でも全部100m/m×12m/mF.B.とした．第1圖に示された B-1 はガーダーが開口線におかれているが，ガーダーの位置の影響をしらべるために B-3 試驗片では，他は全部 B-1 と同じにし，ガーダーだけを開口線から 100m/m だけ離して取りつけてある．B-2 試驗片は二重張りの傾斜の影響をしらべるために，二重張り中心線と引張方向の角度を，開口の一方の端の兩隅部では60°とし，他方の端の兩隅部では40°とした．しかしてその他は全部 B-1 試驗片と同じである．

試驗は鐵道技術研究所吳實驗所の引張容量1500屯の大型引張試驗機により，最初0より150屯または200屯まで數回繰返して荷重をかけ，試驗片のくせを取除いた後に彈性試驗を行い，0より50屯おきに階段的に荷重を加え150屯（平均應力約 7kg/mm²）の間で各荷重における各點の歪および試驗片全體の平均伸びを計測した．

破壞試驗は0より200屯まで一時に荷重を加え200屯より500屯までは100屯おきに各荷重での伸びおよび歪を計測し，その後は50屯おきに荷重を加えて試驗片に龜裂が發生するまで續けた．

歪は SR-4 型電氣抵抗線歪計によつて計測した．しかして歪計は開口部，二重張り近傍，コーミングおよびガーダー等の歪分布および歪集中の有樣を知るに好都合なように配置し，なお必要に應じては板の兩面に歪計を接着したり，三軸方向の歪を計測出來るようにした．なお初期撓みと引張剛性の關係をしらべるために，最初パネルの初期撓みおよび撓み曲線を計測しておき，表面と裏面の歪を別々に計測して，目的を達するようにした．このようにし各試驗片ともにそれぞれ約240～250點の歪が測定せられた．

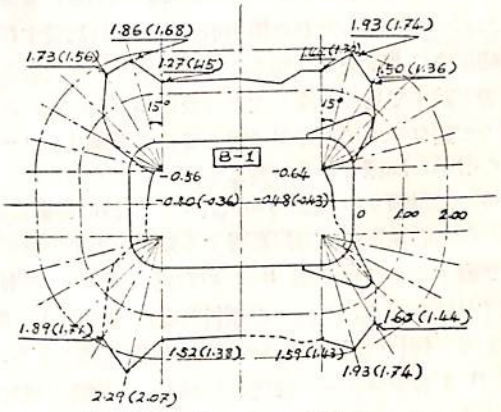
伸びの計測は試驗片の平行部（約4,500 m/m）にピアノ線をはり，一端を固定し他端を目盛盤の針の軸にまきつけてウエイトを吊し，試驗片の伸びにつれて回轉する針の目盛を讀み取つて行つた．この伸び計は試驗片の左右兩舷のガーダーに取りつけて，兩舷での値を計測するとともに，中心線上で開口部を含む標點距離 2,000m/m の伸びをも同時に測定した．

(1) 日本船造研究協會報告第3號，昭和30年2月

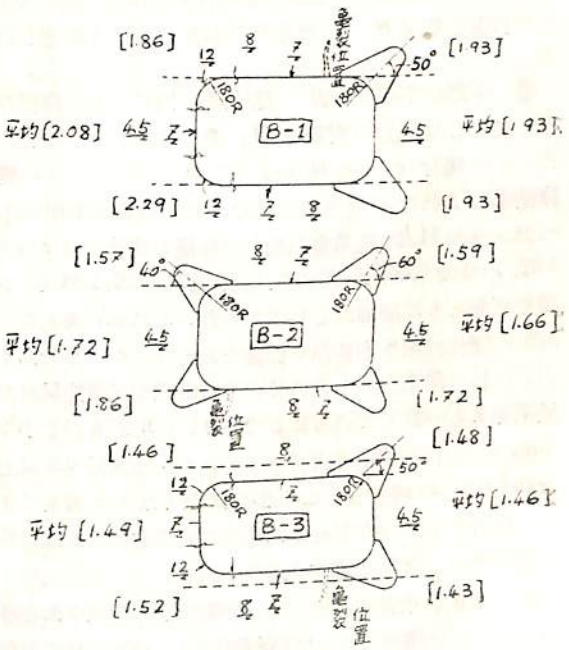
## 2. 實驗結果とその考察

### 2-1. 開口部周邊の歪集中率

開口部周邊の歪集中率は第2圖にその一例が示されているが，他の試驗片の場合もこれとほぼ同樣であつた．同圖は開口のない部分の平均應力をもとにした場合の歪の集中率を圖示したものであり，同圖の括弧內の數字は開口のある部分の平均應力をもとにした歪集中率である．この圖から明かな如く，最大歪は隅部の風止りから約15°內側の點に生じており，このことは他の試驗片についても全部同樣であつた．各試驗片についての最大歪




第2圖 開口部周邊の歪集中率




第3圖 實驗結果の大要

集中率（無口部の平均應力をもとにしたもの）は第3圖の〔 〕の内の數字によつて示されている．

a) ガーダーの位置と歪集中率： 第3圖の B-1, B-3 を比較することによつて，左右の開口隅部の集中率はそれぞれ B-1 の方が B-3 より大きい．これはガーダーが開口緣にある時は，そのために開口部の變形がひどく拘束せられるからであると考えられ，ガーダーは開口緣から少しはなれた所に配置した方がよいようである．

b) 二重張りとコーミングの增厚（隅部）： 第3圖の B-1 も B-3 も左右側の隅部は二重張りにより，左側はコーミングの增厚によつてそれぞれ補强されている．したがつて同圖の左右の集中率をそれぞれ比較すれば兩種補强法による差異を知ることが出來るわけであるが，兩者を較べて見ても餘り大きな差は認められない．したがつて開口部の補强効果に對しては二重張りもコーミングの增厚も同樣であると考えていいようである．

c) 二重張りの引張方向に對する傾斜の影響： 二重張りの中心線と引張方向に對する傾斜が歪集中率に如何に影響するかは第3圖 B-1 の右側 B-2 の左右を比較すればわかる．これらの傾斜角度は 40°, 50°, 60°, であり，何れの試驗片も ガーダーが開口緣にある．(因に B-3 はガーダーの位置がちがうので比較出來ない)．集中率は 60° の時最小で 50° の時最大であるが三者の平均値とそれぞれの値との差異は小さく，この實驗だけで傾斜の影響について順序を定めることは無理のようであり，むしろこの程度の傾斜の變化は歪集中率に餘り大いした影響を與えないと考えた方が無難のように思われる．

d) 隅部の半徑の影響： 補强法を同じにし，隅部のみを變化した場合の實驗は $H_A$ 委員會によつて行われた．この場合 r/b=0.34 および 0.49 であつた．この實驗結果によれば歪集中率は前者は 1.68 後者は 1.66 であつた．また H.T. 委員會のなした同種の實驗では r/b=0.57, 1.00 であつたが集中率はそれぞれ 2.09, 1.83（この場合兩者ともに補强なし）であつた．これから考えて，r/b の變化は集中率に餘り影響をおよぼさぬようであるが，これは從來からなされている有孔板の光彈性試驗の結果等とも一致していることであり，r/b がもつと小さい時は これの影響は大であるが，r/b が大體 0.3 以上 (r/b $\doteqdot$ 0.3) の場合は，この影響はたくなると考えてよい．從つて隅部の半徑をいたずらに大にすることは何等有效でないことに注意する必要がある．

e) 補强の有無について： 開口隅部に補强のある場合と全然ない場合とで，大型試驗片においては(特に甲板構造をもつ場合) 歪集中率にどのような差異があるかということは非常に興味のある事柄である．これについては $H_A$ 委員會が，片方の開口隅部にコーミングの增厚による補强をなし，他方には何等の補强を施さない試驗片によつて實驗したが，その結果は補强のある方が1.65，ない方が1.95 で，補强によつて或る程度は歪集中率を低下させることが出來るが，一般に信じられる程補强の効果はたかつた．從つて後述する所の破壞開始點がほとんどすべて二重張りの端部にあること等を併せ考えれば，開口隅部に補强を施すことは本當の意味で强度上効果があるという從來の慣習に對して，なお充分な檢討が加えられたければならない．

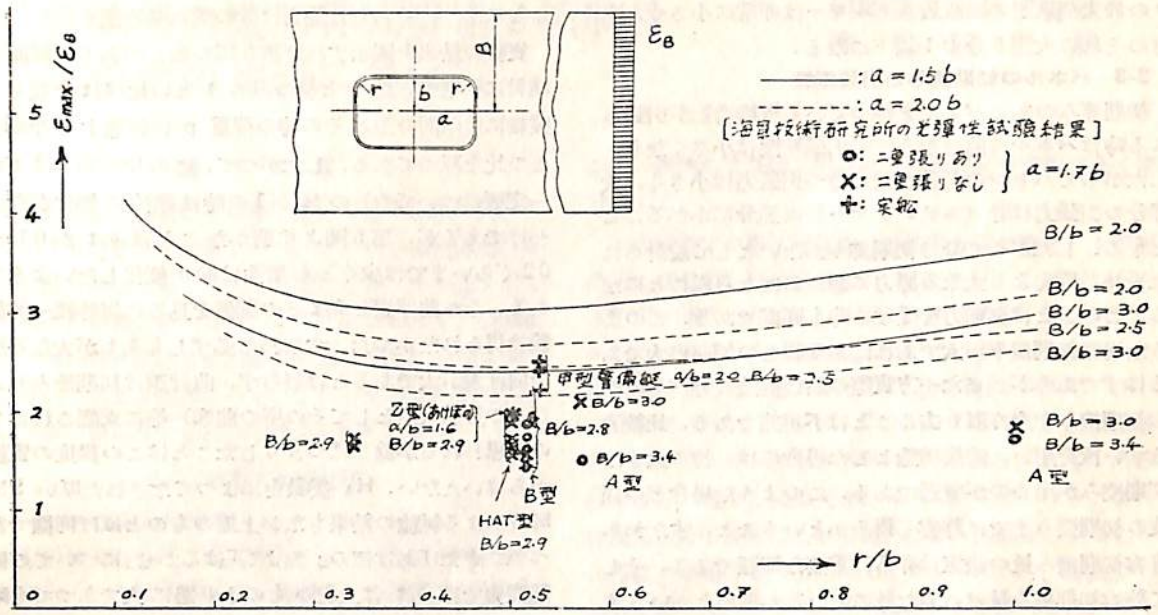
f) 實船における計測： 1700 噸甲型警備艦「はるかぜ」，「ゆきかぜ」および 1100 噸乙型警備艦「あけぼの」については，それらの進水時を利用して應力分布を知るために各點の歪が計測されたが，その中で大型開口部（ポイラーオープニング）の歪分布も測定せられた．それによれば最大歪集中率は「はるかぜ」では 2.42，「ゆきかぜ」では 2.22 および「あけぼの」では 1.95 であつた．因に r/b は何れも 0.3 よりはるかに大であつた．これらの結果を前述の試驗片によるものとくらべて見れば何れも大きいが，その理由については不明である．

g) 光彈性實驗の結果との比較： a)～f) において述べた實驗結果を蓄海軍の技術研究所でなされた光彈性實驗の結果と比較すれば第4圖の如くである．同圖は a/b（開口部半長と半巾の比）および B/b（試驗片半巾と開口半巾の比）を副變數とした所の歪集中率と r/b（開口隅部の半徑と開口半巾の比）の關係を示しているが，a/b=2.0 で B/b=2.0, 2.5, 3.0, の3本の曲線および a/b=1.5 で B/b=2.0, 3.0 の2本曲線は光彈性實驗の結果であり，點は前述の實驗の結果である．實驗片および實船の a/b, B/b は大體上記の範圍内にあるので，實驗の結果はこれらの曲線でかこまれた範圍内にある筈であるが，事實はこの範圍より低く 1.5～2.5 の範圍内にある．その理由としては實物を型取つた試驗片および實船と單なる有效平板との差異によるものと思われるが，具體的な個々の原因についてはなお不明である．

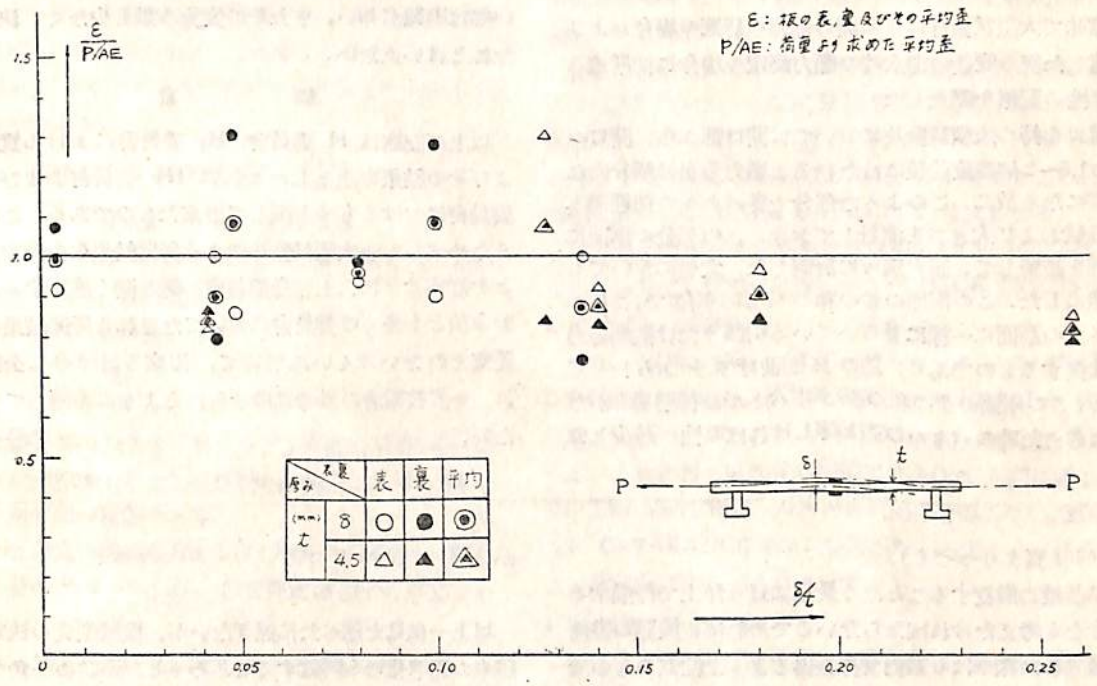
以上の結果を綜合すれば，實船およびそれに近い構造物における開口部の最大歪集中率は，その寸法比が a/b=1.5～2.0, B/b=2.0～3.0, r/b=0.35～1.0 の範圍内では 1.5～2.5 のはんいにあるものと見なしてよい．

### 2-2 破壞試驗の結果

引張荷重が最大値に近づくにつれてトランスの挫屈による變形および開口部の變形が著るしくなり，ついに第3圖に示されている如く何れも 二重張端部附近に龜裂が發生した．しかして破壞時の伸びは 4.5%～5.0% であり




第4圖　光彈性試驗との比較




第5圖　板の初期撓みと引張歪との關係

素材のそれにくらべてきわめて小さい．このことはH. T. 委員會およびHA委員會のたした實驗についても同樣であつた．試驗片の降伏點は素材のそれのように明確にあらわれなかつたが，0.2%の耐力について見れば，素材の降伏點と同程度かまたはそれを上廻つているようである．破壞應力は素材のそれよりも小さく，大體80～90%のはんい内にあつた．このことはHA委員會の實驗等においても同樣であり，構造物として構成された場合には，全體としては素材にくらべてかなりよわくまた著るしく脆くなることを示している．從つて單位體積當

りの最大荷重までの吸收エネルギーは非常に小さく，素材のそれの大體5分の1以下になる．

### 2-3 パネルの初期撓みと引張剛性

初期撓みのあるパネルを持つている板構造物が引張られる時はパネルは曲げをうけて引張剛性は小さくなり，したがつてパネルの部分が受け持つ引張力は小さく，大部分の引張力は骨（スティフナー）の部分にかかることとなる．したがつて骨は初期撓みがないとして設計された受持ち應力より大なる應力に耐えねばならぬことになる．このことは壓縮力を受ける時も同様である．このような場合初期撓みが大であればある程この傾向は大であるはずであるが，また一方實際の船殻構造の各パネルから初期撓みを全く取り去ることは不可能である．比較的うすい板を用い，熔接構造とした場合には 特に大きな初期撓みが出るのが普通である．このような場合どの程度の初期撓みまでは許容し得るかということ，すなわち許容初期撓み量の決定は非常に重要な問題である．そして許容初期撓み量は，見た目にいいとか悪いとかいう主觀的な立場からでなく，前述の引張または壓縮の剛性の減少という客觀的な立場から決められるのが正しい．この意味で大型試驗片による開口補强の研究の場合および前述した所の實船の進水時の應力測定の場合に初期撓みと剛性の關係を調査した．

開口を持つ大型試驗片においては開口部から，開口の巾の1.5～2倍程度前後にはなれると應力分布は横分向に一様になる故に，このような部分で各パネルの初期撓みの形狀および大きさを測計しておき，この部分の兩面に歪計を接着して，歪を別々に計測した．實船においても同様にした．この兩面の歪の和の½が平均歪で，これがパネルの斷面に一様に働らいている引張または壓縮應力に比例するものであり，差の½が曲げ歪をあらわしている．この兩面の歪の和の½が，パネルに初期撓みがないと考えた時のパネルの歪と等しければ剛性が減少したことになり，それだけ應力は骨の部に多く働く．

實驗の結果を圖示すれば第5圖の如くである．同圖は横軸に初期撓み量 $\delta$ と板の厚さ $t$ との比 $\delta/t$ を取り，縦軸には兩面の歪とその時の荷重 $p$ に對應する平均歪との比を取つてある．したがつて，この比の和（$\delta$ $t$ の一定値についての）の½が1の時は剛性に變化がないわけであるが，第5圖より明かなことは $\delta/t$ が0.15～0.2ぐらいまでは少くとも剛性は餘り變化しないようである．なお曲げ歪と $\delta/t$ との關係を見るに何等統一的結論は得られなかつた．すなわち必ずしも $\delta/t$ が大なる所で曲げ歪が大であるとは限らず，曲げ歪は初期撓みおよびその形狀（主としてその所の曲率）等に支配されるものと思われるが餘りはつきりしたことはこの程度の實驗からはいえない．$H_A$ 委員會によつてなされた厚い SM 52Wによる試驗の結果もなお上述のものとほぼ同様であつた．また「あけぼの」および「はるかぜ」についての同種實驗では $\delta/t$ は上記のものより遙に大であつても剛性はほぼ100%であつたが曲げ歪が非常に大きかつた．然したがら實船については $\delta$ の測定および歪の計測については困難が伴い，またその實驗の數も少なく，決定的なことはいえない．

## 結　　言

以上の記述は H 委員會，$H_1$ 委員會における實驗およびその結果を主とし，これに $H_T$ 委員會および $H_A$ 委員會におけるものを配して出來たものである．このようなめずらしい大型試驗片による研究結果を公表することを許容せられた上記各委員會に對し深く感謝する．なお今後とも多くの委員會においてなされる研究結果は，差支えのないはんいにおいて，出來るだけ多く公表され，一般技術者の參考に供せられるように希望してやまない．（完）

---

（461頁よりつづく）

艦が基地に歸投することなく長期に亘り洋上で行動する場合をも考えなければならないのであれば，機關の整備が從來と同様やはり艦内で行い得るような性質のものである方が現段階ではまず無難といえるだろう．特に將來良質のディーゼル油が逼迫するような事態に追い込まれる場合があるとすれば問題はさらに深刻となる．從つて齒車減速による大出力プラントに對しても，V 型と直列型であるとの如何にかかわらずシリンダ徑と回轉數は中庸を狙い，從つて機關整備は乘員の手で充分行い得るようなシリンダ數とすることが望ましいのでなかろうか．

以上一私見を述べたに過ぎないが，機關型式の決定は將來の標準化をも附隨するであろうし，海防の一角を左右する重要性を思えば現在のディーゼル技術の水準に加えて國際情勢と國情によりわが國の艦艇用ディーゼル機關がいかなる行手を指すか深い關心と緊張を禁じ得ない次第である．（完）

防衛廳當局および三井造船株式會社の許可なく本文の轉載および内容の抜萃引用を禁止す．

# 貨物船の縦肋骨式構造と横肋骨式構造の比較について

川崎重工業株式會社
造船設計部

## 緒　言

最近船體構造は熔接その他の技術の發達と研究調査の發展により目覺しく進歩したが，その中でも縦肋骨式構造は熔接貨物船に最も適した構造として，廣く採用されるに到つた構造様式である．以下現在まで調査した範圍でこの縦肋骨式構造と横肋骨式構造を比較し，御參考に供し度いと考える次第である．なお本文中の資料は設計合理化委員會に提出されたものより引用した．

## §1　設計上の諸問題

### 1-1　最近の貨物船の傾向

世界的傾向として，最近建造される貨物船は三島型が次第に少くなり船首樓付平甲板船または遮浪甲板船が增加しつつある．ENGINE の近代化とともに機關室の長さも短くなり，その重量も相當減少して來た．

從つて船體中央部は機關の重量が昔よりも輕く，前後部の HOLD が大きいため，より多くの貨物が搭載出來る關係上，「ホギング・モーメント」がかなり大きくなつて來つつある．

$$\text{BENDING MOMENT} = \frac{\Delta \cdot L}{C}$$

$\Delta$；排水量，　L；船の長さ

によつて示される INTENSITY FACTOR "C" について比較すると，標準波　すなわち

波長＝船の長さ L

$$\text{波高} = \frac{L}{20}$$

の波に船を乘せたとき「ホギング」狀態で昔は C＝35 というのが標準であつたが最近の貨物船では C＝30 をきるのが普通の狀態である．

從つて船底の壓縮應力および上甲板の引張應力は船の强度が昔のままであれば，相當程度增加する狀態である．

### 1-2　CARGO CAPACITY および CARGO HANDLING よりみた兩構造の比較

上甲板および二重底を縦肋骨式とした場合にCARGO CAPACITY および積付に横肋骨式との差異が生ずるのは上甲板直下の甲板間貨物艙のみである．主たる艙内肋骨，および第二甲板以下の甲板間貨物艙の肋骨は縦肋骨式でも上甲板の荷重が甲板間の外板に分散され艙内肋骨の强度は大して增す必要はなく肋骨深さは同じでよいから，艙内および第二甲板以下の甲板間の容積は全く同じである．

上甲板直下の甲板間貨物艙は縦肋骨式の場合，上甲板裏面に DECK LONG⊥ とこれを支える DECK TRANSVERSE が存在し外板面では DECK TRANSV. の位置の肋骨の深さが少し增し（25～50 mm 程度）これを横肋骨式と比較すれば3～4肋骨毎に DECK TRANSV. の位置で甲板間の CLEAR HEIGHT が幾分減じ（70～100 mm 程度の ORDER である）艙内の巾が僅か減る．從つて特に大きい BALE CARGO か，または長尺物を甲板間に上甲板裏と肋骨の內面までぎつしりと滿載する時は幾らか BALE CAPACITY は減少するが普通の大きさの BALE CARGO を積む場合，またたとい長尺物や大きい BALE CARGO を積む場合でも上甲板までぎつしり積み上げなければ横肋骨式と何等變らないことになる．

更に縦肋骨式のDECK LONG⊥ と横肋骨式の BEAM とを比較すれば，一般に縦肋骨式の方が淺いから，BALE CAPACITY の算定に當り CARGO SPACE の深さを BEAM または LONG⊥ の下面までとれば，縦肋骨式の方が BALE CAPACITY は大となる．

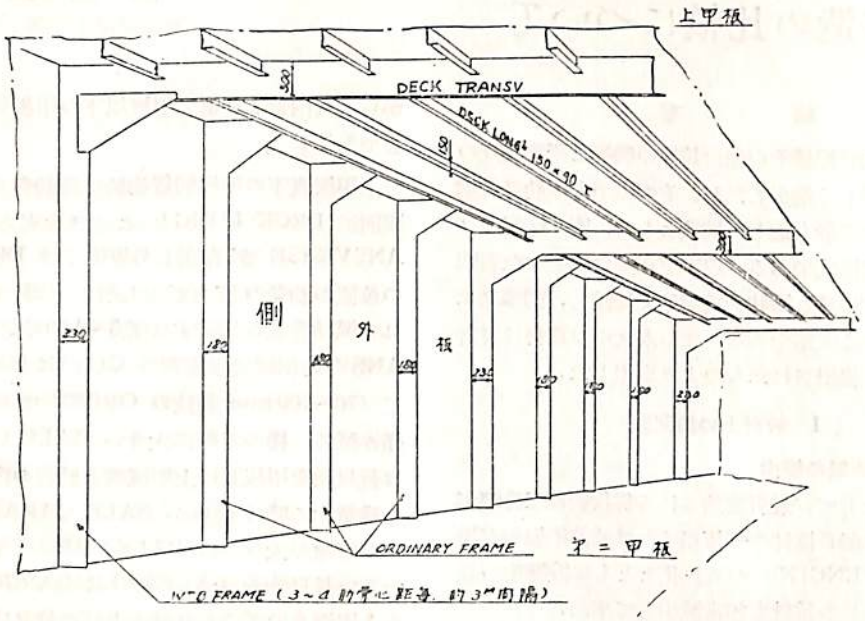
縦肋骨式の甲板間貨物艙の見取圖を〔FIG 1〕に示す．これから見ても實際に肋骨，および DECK TRANSV. の出つぱりは問題にならないことが分る．

また，電線，$CO_2$ パイプ，テレモーターパイプ等を D⊥裏に這わす場合，横肋骨式構造では BEAM の下面に通し．かつ，それらを PROTECT しなければならないが，これに對し縦肋骨式構造では LONG⊥ 間に通し，D⊥ TRANSVERSE の所では貫通させ得るので，實際上の CLEARANCE は，この方がむしろ大きくとれる．この狀態を〔FIG. 1A〕に示す．

### 1-3　縦强力上の比較

縦肋骨式は甲板荷重や水壓を受け持つ，BEAM BOTTOM LONG⊥ が縦方向に配置されている故その BEAM および BOTTOM LONG⊥ それ自身が LONG⊥ BENDING による應力を受け LONG⊥ MEMBER として働き船底外板および上甲板の板厚を減じ得るため，船殼重量をかなり減じ得る．かつ縦肋骨式の非常な利點は船體が LONG⊥ BENDING を受ける場合に，これに抵抗する挫屈强度が，横肋骨式に比し數倍强いことで

縦肋骨式構造




横肋骨式構造

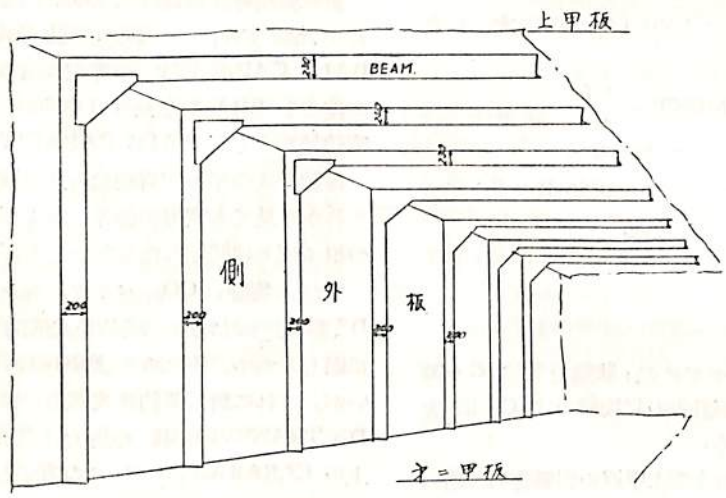
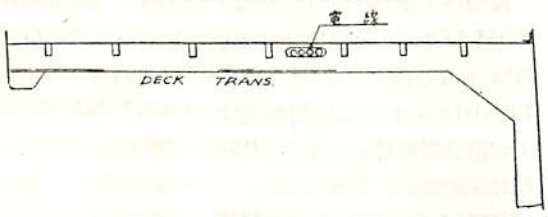



Fig. 1.

縦肋骨式における配線例




横肋骨式における配線例

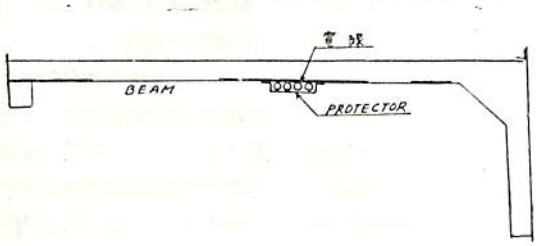



Fig. 1 A

ある．これは横肋骨式では船底外板，および上甲板が實體肋板，組立肋板，および梁により横方向に非常に細長い「パネル」に仕切られているのに反し縦肋骨式では，LONG⊥ BEAM と，實體肋板または，TRANSVERSE-WEB BEAM により縦方向に細長い「パネル」に仕切られているため，外板，および上甲板の板厚そのものは縦肋骨式の方が少し薄いにもかかわらず挫屈荷重は大きく，BRYAN 氏の式等で計算すると挫屈應力は降伏點を超す場合が多く，横肋骨式の場合に發生した船底凹損の心配は全くない．

更に熔接を採用する場合，外板と實體肋板，組立肋板．上甲板と梁を熔接すると相當の熔接歪が生ずるが，この熔接歪は縦強度に對し有害で，最も重要な LONG⊥ MEMBER である船底外板，および上甲板の挫屈強度を低下させ，挫屈前の應力の低い場合でもその有効度を著しく減少せしめる．この熔接歪による挫屈應力の低下は縦に長い「パネル」を持つ縦肋骨式の場合は，その量は非常に小さく，問題にならないが，横に長い「パネル」を持つ横肋骨式の場合，もともとの挫屈荷重が低い上，更に大きく低下するため重大な問題になる．

この例は英國の ADMIRALTY SHIP WELDING COMMITTEE が，全熔接船“OCEAN VULCAN”と，全鋲鉄船“CLAN ALPINE”の兩船（同型）につき比較實驗を行つた結果を見ても明らかである．

その報告書の一部〔FIG 2〕を掲載するが，この圖にみられる如く，熔接船の方は中心線桁板と側桁板の間，および側桁板と「ビルジ」彎曲部の間で外板の應力が目立つて落ちている．このことは上述せる如く，熔接歪のために，縦方向に骨の通つていない部分で外板が遊んでいることを示している．この圖で更に注目すべきは初期歪を持つた外板は，壓縮に對しては勿論，引張に對してもその有効度が落ちることである．既ち船底は「ホギング」では壓縮，「サギング」では引張りを受けるが，壓縮と引張の2つの條件に對し同程度に船底外板の有効度が落ちている．

縦肋骨を採用すると，縦通材の間に挟まれた，板の間隔が狭く，板と縦通材の協調性が増し，板が縦通材の間で遊ぶことが殆んどない．

このことは〔1-4〕節で述べる川崎重工建造昭川丸の乘船實習でも明らかにされた．

更に縦肋骨式を採用して，冶具（POSITIONER）を使用した場合は熔接歪は相當少くなり，板の有効度を増す．

横肋骨式の大型熔接船が最近その構造の缺陷と〔1-1〕節に述べた増大せる BENDING MOMENT に耐え得ず，船體中央部の船底外板を凹入させたことは餘りに有名で，各方面に關心を引き N.K. に船體損傷調査專門委員會が設けられ，損傷の調査と對策の考究が行われた．その詳細な報告は「船體損傷調査專門委員會報告」として N.K. より出されている，

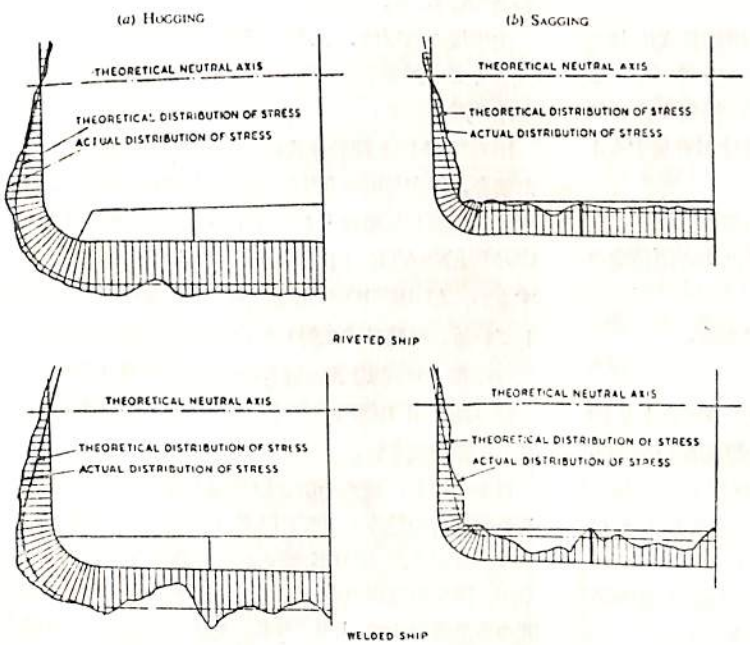



Fig. 2. (a & b) Distribution of longitudinal stresses for shell plating near amidships

### 1-4 縦肋骨式の船の實績

i) 熔接による初期歪，および就航後の船底外板の歪の狀態

川崎重工建造 D.W. 10,000 T 貨物船の船底外板について，就航後入渠毎に檢査しているが，凹損は全然認められない．

ii) DECK PLATE および DECK LONG⊥ の應力の一樣性

川崎重工にて，川崎汽船，昭川丸に乘船し波浪中，上甲板の應力を計測し DECK-LONG⊥ にも DECK PLATE と同じ大きさの應力が入つており，LONG⊥ MEMBER として 100% 有効であることと，DECK PLATE の應力が LONG⊥ の上でも，或は間でも一樣であることが分つた．

（船舶 昭和30年4月號 Vol. 28 に發表）

### 1-5 横強力上の比較

初めて縦肋骨式の船を建造せんとした時は，この構造法に關して，いささか心配された向きもあつたが，その間世界的に本構造の船が建造就航し，その實績も出て，何等心配のないことが証明されつつある．

本件に關しては，わが國でも目下，日本造船研究協會第16部會で研究が進められている．

實船實驗としては，川崎重工で縦肋骨式の昭川丸に鐵鑛石を滿載した時の第2甲板の長さ 14 m の HATCH の收縮を計測しているが，1～2 mm 程度で非常に小さい．(Fig. 3)

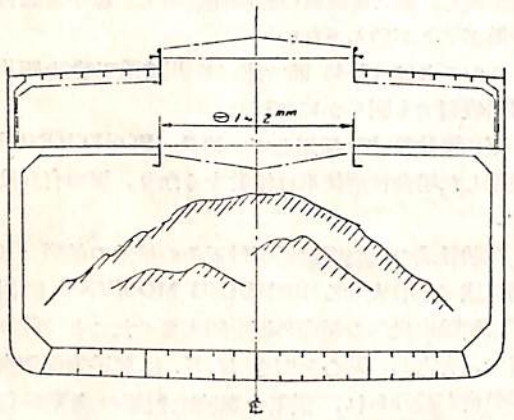



Fig. 3

### 1-6 重量比較

#### 船級協會別重量比較

〔1-3〕節に述べたように横肋骨式は縦肋骨式に比し挫屈强度において劣るため，外板，上甲板を增厚し，また ADDITIONAL LONG$^{L}$ を入れて，補强しなければならないため，縦肋骨式に較べ多少重量が增加するようである．

各船級協會は兩構造に關し，それぞれ考え方が少しずつ異り要求する强度も船級協會間で異るため，兩構造の重量差も異つて來る．

その主要な點を列記すれば次の通りである．

(イ) LLOYD

上甲板の板厚は縦肋骨式では横肋骨式の場合より約10%減少してよい．「DECK LONG$^{L}$ の斷面積の合計が DECK の斷面積の 20% 以上あればその餘分の面積の 75%を DECK の斷面積に算入し得る．また 20% に達しないときは，その不足分だけ DECK の板厚で補うことを要求している．從つて DESIGN によつて DECK の板厚が減り，重量を輕減することが出來る．

BOTTOM の構造については，熔接構造の横肋骨式に對する要求は非常に SEVERE で肋板を外板に熔接した場合，船底外板を 10% 增厚，船底外板の「シーム」を衝合熔接した場合，船底外板を 5% 增厚，更に ADDITIONAL LONG$^{L}$ を入れることを要求しており，B≧16.75 m の船では，二重底內に斷切側桁板を片舷1條と斷切船底縱通材 (15)×90×12 L) を片舷3條入れることを要求している．縦肋骨式の場合は斷切側桁板を片舷1條要求しているだけである．また船首船底構造を縦肋骨式にすることを認めておりこの構造を採用すると SLAMMING に對して同等の强度を持たせても少し輕く造ることが出來る．しかし船首部二重底の狹窄なる場所では横肋骨式の方が有利となる．

(ロ) N. K.

上甲板の板厚は船體横斷面の I/y より定めることを規定しており，DECK LONG$^{L}$ は 100% LONG$^{L}$ MEMBER として算入してよいことになつているため，DECK の板厚が可成減少する．

BOTTOM の構造は熔接構造の横肋骨式を採用すると肋板と外板を熔接した場合，船底外板を 10% 增厚，船底外板の「シーム」を衝合熔接した場合，船底外板を 5%增厚するように要求しており，これは LLOYD と同じである．

また ADDITIONAL BOTTOM LONG$^{L}$ に關しては，中心線桁板と，側桁板，側桁板と緣板の間の距離が 3.6 m 以上の時はその間にそれぞれ 2條，以下の時はそれぞれ 1 條入れることを要求している．

(ハ) A. B. S.

上甲板の板厚は，たとい DECK LONG$^{L}$ が如何に大きくても減少することを許さないので縦肋骨式の船はかなり重くなる．

BOTTOM は横肋骨式において肋板を外板に熔接した場合，船底外板を 3% 增厚，船底外板の「シーム」を衝合せ熔接した場合「シーム」の LOSS AREA だけを COMPENSATE すればよい．更に側桁板の間隔を狹くするか，ADDITIONAL LONG$^{L}$ を入れることを要求している．縦肋骨式に對してはこれらの要求はない．また A. B. は縦肋骨式の場合の BOTTOM LONG$^{L}$ および INNER BOTTOM LONG$^{L}$ が他の RULE に比較して相當大きい．

以上の如く，現在の所，LONG$^{L}$ SYSTEM に對する船級協會の態度も SETTLE してなく，まちまちで今後，まだまだ RULE 變更がなされるものと考えられるが，現在の段階の各 RULE の要求によれば，兩構造間の重量差は大體 LR. NK. AB の順で，その差は小さくなり，AB ではその差は殆んどなくなつている．また一隻當りの兩構造の重量差をみるに，大體 D. W.

10,000 T CLASS の貨物船で

LR CHASS では 30 T～50 T 縦肋骨式の方が軽くなる

AB CLASS では殆んど差異はない

NK CLASS では LR と AB の中間値をとる.

ただしこれは RULE の要求に基いて考えた場合で船主の御要求または造船所の DESIGN の方針によつて上記の値はかなり開きを持つことになるのは當然と考えられる.

## §2 工作面よりの比較

### 2-1 兩構造の工數工費比較

工數は造船所の PRACTICE によりかなり開きがあるが，縦肋骨式を採用することにより，熔接長はかなり増えるが，これを考慮に入れてもなお數%の工數を減ずることが出來るようである．少くとも縦肋骨式の方が工數が増すということはない．

### 2-2 現場工事上の諸問題

i) 二重底構造

(イ) 縦肋骨式では肋板の數が減ることと，LONG⊥ が縦に通つているので「ブロック」全體の前後左右方向の歪は少くなり，たとい生じても横肋骨式の中心線桁板，側桁板を含む「ブロック」に比し振れの矯正が し易い.

(ロ) 縦肋骨式では縦方向に骨が通るので 瘠馬防止に有効である.

(ハ) 縦肋骨式では回轉冶具の 使用が可能であり，小組の段階で部材の取付工事を進めることとが出來るので熔接定盤の回轉率が非常によい.

(ニ) 縦肋骨式では二重底内の 空間が廣く，内部での作業性，行動性が良好となる．と同時に，諸配管工事に極めて好都合である.

(ホ) 材料管理の面から見て，横肋骨の SPACING と BOTTOM LONG⊥ の SPACING は無關係で別々に撰定することが出來るから船底外板と船側外板の板厚を DESIGN により同一とすることが可能であり，材料種類の單一化の意圖も達せられ有利である.

ii) 甲板構造

イ) 横肋骨式では EVERY BEAM に對して CAMBER とり曲げ加工を要す．縦肋骨式では LONG⊥ に對してその要はない.

ロ) 縦肋骨式では，一般に甲板，船底外板の板厚は減少するし，LONG⊥ の剛性が少ないから板と肋材との肌付きは良好となる.

## §3 結　　論

船體構造に熔接が全面的に採用されてより日も未だ淺く，なお今後の調査研究によらねば判明しない問題が多く殘されていると思われるが，現段階とすれば，熔接による船體構造は，以下の諸點から一應縦肋骨式による方が良いように思われる．なお，縦肋骨式では，WEB FRAME と FLOOR の配置は ARRANGEMENT と密接な關係にあるため，横肋骨式の場合より ARRANGEMENT の影響を受け易く，そのため，多少の利害が出ることも考えられる.

縦肋骨式の特徴を要約すれば，横肋骨式に比し，

1) CARGO CAPACITY および CARGO HANDLING は何等遜色ない.

2) 强度上からは外板，甲板等の鋼板と縦肋骨との協調性は極めてよく，兩者の組合せにより板も骨も100% 有効に働き船體を熔接で建造する時の構造として非常に良く適合した構造であると考えられる．熔接歪も少なく，挫屈應力は數倍强いため，船底凹損の心配はない.

3) 船殻重量は大體において輕く出來る.

4) 工作面からは「ブロック」の 捩れが少なく，作業性も良好で熔接定盤の回轉率がよくなり，工數を減少することが出來る.

等々で，縦肋骨式構造の方が優れていると考えられる次第である.　　(完)


「船舶」の購讀

「船舶」は買切制ですから前もつて書店に豫約購讀を御申込みおき下さい．なお，直接弊社へ前金

1年　1,500圓（送料共）
半年　800圓（〃）

お拂込みによる月極購讀の場合は，增頁その他の特價の場合にも差額は頂戴いたしません.

船舶合本

第26卷　昭和28年分（12册）價1,800圓（送80圓）

第27卷　昭和29年分（12册）價2,000圓（送80圓）クロース裝　上製

第28卷　昭和30年分（12册）價2,000圓（送80圓）クロース裝　上製

# 振動より見た商船の設計

安井次郎
浦賀造船所 設計部基本計畫課長

## 1. 緒　　言

戰後溶接が 90% 以上も使われるようになつてから船體振動の Resonance が顯著になつて來たので，船體振動の問題は改めて研究の對象となつて來た．從つて各方面で鋭意その解明に努めておられるので理論的並びに實驗的な取扱いは專門家におまかせすることとして，ここでは振動に關する問題をごく概念的に述べることにする．

## 2. 船體振動の種類

船體が彈性體である以上外力によつて振動するという性質は不沈船の出現が不可能であると同樣に避けられないことである．水上に浮んでいる船は一本の彈性梁を自由に支えたものと考えられ，その一部に衝撃を受けるとそのために生じた撓みが構造物全體に傳達せられ振動となるが，この振動は最初に受けた撓み Energy が內部摩擦によつて吸收されるか，または船體の周圍物質(水)に傳播されてしまうかするまで持續される．

實際問題として船體は Mass が大きく周圍に水が存在するので，この衝撃的振動は振巾も小さくまた持續期間も短い．問題となるのは機關（特に往復動機關）または推進器による衝撃の如き周期的多力による振動で，前述の瞬間衝撃後の自由振動ではなく强制振動である．

從つて船體にはその振動源の種類によつて

自由振動（波浪等の衝撃を受けた後に發生するもの）

强制振動（機關等の周期外力によるもの）

の 2 種類に分けられる．

次にまた振動體の振動の性質により

船體の固有振動

船體の局部振動

の 2 種類に分けられる．

## 3. 船體固有振動

船體固有振動には垂直方向の撓みすなわち上下の撓み振動，水平方向の水平撓み振動および捩り振動があり，鐵道連絡船の如く上部構造が大きくかつ輕構造のものでは車輛甲板から上の Racking Vibration も固有振動の一つと考えられる．

### a) 上下撓み振動

船體固有振動では船の縱軸が撓む上下，水平撓み振動が最も重要であるが，その中でも 2 節の上下撓み振動の固有振動數が最も低く商船では 60～200 c.p.m. 程度となるので，主機械の回轉數との關係で屢々問題となる．3 節の上下撓み振動數は 2 節の約 2 倍位となり，4 節，5 節等の高次のものは更に高くなるので細長い船で稀に問題となる位のものである．但し近時盛んに建造されている超大型油槽船は船の長さが長いため 2 節固有振動數が低く，從つて高次の振動數も比較的低いので問題にされている．

一般に船體の撓み振動の固有振動數は．

單位長さの重量を w，船體の斷面 2 次モーメントを I とし長さの方向を x 軸，撓みを y 軸，時間を t とすれば，撓み振動の方程式は

$$\frac{w}{g}\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}+\frac{\partial^2}{\partial x^2}\left(EI\frac{\partial^2 y}{\partial t^2}\right)=0$$

となり，この式を解けばよい．實際にはこれに回轉慣性，剪斷撓みなどの減衰力を考慮するのであるが，玆に問題となるのは重量 w，彈性係數 E，およびその他の減衰力である．重量 w に對しては水の附加質量を考えねばならぬし，彈性係數 E に對しては構成部材の E の他に構造物全體としての E を考える必要がある．(幸にして今までに判つた所によると溶接船に對しては鋼材そのものの E を採つて差支えないようである．)

この振動方程式を解くためには重量分布，I の分布等を考慮し，圖式積分，數値積分等を行えばよいわけであるが，線圖，構造設計に着手したい初期において船體主要寸法，主機械決定等の檢討をするには，どうしても近似計算法に賴らねばならぬ．船體主要寸法の決定や，主機械の選擇はこれを誤ると後では變更することが出來ないので，近似計算法といえどもその精度を上げることに十分な注意が必要である．

i) 近似計算式

近似計算式はすべて前述の振動方程式を簡略化したもので，斷面 2 次モーメント，排水量，船の長さの函數として表わし，その他の項目は一括して係數とするか，或は若干の項目を別にしているかである．

例えば Schlick 式では

$$N=\phi\sqrt{\frac{I\,\nabla}{WL^3}}$$

としており，また Todd 式では

$$N=\beta\sqrt{BD^3/WL^3}$$

であり，β は船種に應ずる係數で $I\nabla\propto BD^3$ と見れば

本質的には Schlick 式と同じである．

Burrill の式では剪斷撓みの項を入れて

$$N=\frac{\phi^2}{\sqrt{(1+B/2d)(1+r)}}\sqrt{\frac{I\nabla}{WL^3}}$$

としている．$1+B/2d$ は吃水による附加水影響であり $1/\sqrt{1+r}$ は剪斷撓みの補正項である．また，r は剪斷撓みと屈曲撓みとの比である．

一般によく知られている近似計算式は以上の3式であるが，わが國においては富田氏式，熊井氏式がある．その他これに類した近似式で餘り知られていないが E. J. Vossnack は Schlick 式を用い $\phi$ 値を次のようにしている．

$\phi$ = 2,600,000～2,700,000 for modern large mail
= 2,800,000～2,900,000 for cargo ship

その他次のような式もある．

$$N=K\sqrt{\frac{I\times10^4}{WL^3}}\quad K=28\sim29\cdots\cdots\text{E. J. Vossnack}$$

$$N=\frac{c}{\delta_1}\sqrt{\frac{B\{kD_1^3+(1-k)D^3\}}{W_BL^3}}$$

……Lundberg (1936)

茲に $\delta_B=C_b$ at ballast condition
$D_1$ = depth in feet to bridge deck
D = depth in feet to uppermost continuous deck
k = ratio of length of bridge deck to length of ship
c = 27,200 = constant
at full draft N is 10～15% lower

以上のように近似式は種々あるがいずれによるかはその設計者の考えに從うものとして，近似式の共通した點としては，實測係數を用いることである．從つて過去の振動計測を行つた資料に基き新船を推定することになるが，實際問題として各造船所はそれぞれ獨自の數値を算出し，用いている．次に使い易い振動近似式を作るに必要な諸項目について述べてみる．

ii) 附加水の補正

附加水による重量の補正は J. L. Taylor の方法によれば

$$V=\frac{1}{2}\int_0^l\frac{b}{d}\cdot b\times dKdl$$

茲に b = 各斷面の水線における巾
d = 各斷面の吃水
K = 各斷面の肥瘠係數

すなわち $V=\frac{1}{2}\delta LB^2$ と Block coefficient $\delta$ で表わされる．

從つて $\frac{W+W_1}{W}=1+\frac{B}{2d}$ となる．

茲に W = 排水量
$W_1$ = 附加水補正量

更に3次元流れにおける附加水重量に關する Lewis の偏長楕圓體についての理論的研究の結果およびこれを參考にして導入した Burill の式は Todd の式とよく一致している．

Todd の式は $W+W_1=W\left(1.2+\frac{1}{3}\frac{B}{d}\right)$ (for vertical) で，一般によく用いられている．

初期設計に用いるものとしては，この位でよいが，更に block coefficient を factor に入れたものに富田氏のものがある．また E. J. Vossnack は Todd 式を修正して

$$W+W_1=W\left(1.3+\frac{1}{2}\frac{B}{d}\right)\quad\text{(for vertical)}$$

を提案している．以上の式はいずれを用いても大差ないようである．

iii) 剪斷力の影響

船體の變形が純粹の bending とすると，

$M=EI\frac{d^2y}{dx^2}$ なる彈性曲線の方程式が成立し圖式計算により解くことは困難ではないが，船體の各斷面に剪斷應力がある以上，これを無視すると當然誤差が出る．剪斷力の影響については，前述の如く，J. L. Taylar, Burill 等が $\sqrt{1+r}$ なる項で與えている．Dahlmann は剪斷撓みの影響を見出すために，理論的な研究をしている．彼は圖式計算を行つたり，實測による補正ということでは滿足せず理論研究を行つたのであるが，船體を箱型中空斷面梁とした場合，振動數は 6.4% 低下し，節の位置も若干異るといつている．

實船では一樣斷面梁でなく，分布が長さ方向に對して異なつているのでどのようになつているか興味深い問題である．變形を純粹 bending として，振動數を計算した E. Schadlofsky も剪斷應力の影響は極めて大きいといつている．

また最近の大型油槽船の高次の撓み振動は剪斷撓みに支配されるという熊井博士の說は興味ある問題である．

iv) 船體斷面二次モーメント

船體斷面二次モーメントに關しては前記 Todd が述べているように L/D を横軸にして $BD^3$ の係數として置點して置けば，振動算定の場合に便利である．これは船種，船型別にした方がよく，横造部材に對する各船級協會の要求もそれぞれ異るのであるから，船級協會別にするのも良い．特に AB 船級の aft engine の貨物船は高い數値となるので注意を要する．

v) 船樓長さの影響

船樓長さの影響については，Todd が各種の船樓について述べており，わが國でも熊井博士の方法がある．實

際に使用した場合には，後者の方が簡単でよく合うようである．

**b) 水平撓み振動**

水平撓み振動も船の軸方向の撓み振動である以上同様に取扱つてよいわけであるが，附加水等上下振動に比べ摑み難い要素があり，普通單獨には取扱わず上下振動に對する比率で振動數を求めている．

2節水平振動數は

$$\frac{N_h}{N_v} = abt.\sqrt{\frac{I_h}{I_v}}$$

一般の貨物船では $I_h/I_v$ は約2となるので

$N_h \fallingdotseq \sqrt{2}\, N_v$ すなわち約1.4倍の振動數となる．

これは full load の場合であるが，Todd も實測値として1.34～1.40, mean 1.37 という數字を與えている．ballast condition ではこの數字は若干上昇する．また客船の如く $I_v$ が大きい船では約1.2の程度となる．

Horn は Schlick の上下振動の近似式を用い係數を28.6とし

$$N_h = 28.6\sqrt{\frac{I_h \times 10^{10}}{W \cdot L^3}}$$

とするとよく合うといつている．

i) 船體水平振動に對する附加水の影響

水平振動に關する附加水の影響については，研究資料が少く各設計者ともその推定に惱まされていることと思われる．E. J. Vossnack は Todd 式を修正して

$$W + W_1 = W\left(1.3 + \frac{1}{2}\,\frac{d}{B}\right)$$ を提案している．

ii) 垂直軸に關する斷面二次モーメント

水平振動に關する $I_h$ もまた L/B を基線にして $BD^3$ の係數として置點して置けばよいと思う．

**c) 捩り振動**

捩り振動に對しては Gümbel, Lewis, J.L. Taylor 等の圖式積分方式があるが，實驗式としては Gümbel, Horn 式がある．Horn 式は次式のように Schlick 式を修正した形である．

$$N_t = 60.C\sqrt{\frac{g.G.I_{tor}}{W.e^2.L}}$$

茲に $g = 9.8\ m/sec^2$

$G$ = modulus of rigidity (8,200,000 ton/m²)

$L$ = length over all

$W$ = displacement

$e$ = radius of gyration of collective weights producing D

$I_{tor}$ = the so-called circumferential moment of inertia of the midship section in m⁴

i) 捩りに對する船體斷面の有効二次モーメント

捩りに對する船體斷面の有効二次モーメントに算定することは極めて厄介なことであるが近似的には次のような式がある．

$$I_{or} = \frac{4F_0^2}{\Sigma\,\frac{\Delta_s}{d}}$$

茲に $\Delta_s$ = part of the circumference of the outer shell

$d$ = its thickness

$F_0$ = the area enclosed by the outer shell

これは一層甲板，單底構造の船に對するもので二層甲板船，二重構造に對しては約7%増加する．

ii) e について

上式の e は次のようなものである．

$$e = C_1\sqrt{B^2 + D^2}$$

茲に B = breadth

D = depth to the upper most continuous deck

$C_1$ = 0.285 for fully loaded
0.305 for empty hull, without machinery

iii) 係數 C

Horn によれば C は次のような數値となる．

C = 0.45 for one node vibration in fully loaded
0.856 for two node 〃 〃 〃
0.475 for one-node vibration in light loaded
0.760 for two-node 〃 〃 〃

一般商船においては捩り振動が問題になることはまずない．捩り振動數としては上下2節振動の約2倍が普通であるが，上記近似式に見られる如く，$I_{tor}$ は circumference outer shell で表わされるので，板を薄くし縦通材で强力を持たせる構造方式をとつた場合とか，B. D に比し L が大きい船では $N_t$ が低下し水平撓み振動數あるいは場合によつては上下撓み振動數に近くなつて，兩者が累加され危險になることもあるので，このような船に對しては捩り振動の檢討も必要である．

## 4. 構造上より見た振動の問題

以上で初期設計上設計者が行う普通の振動推定について述べたが，構造上特に注意しなければならぬ問題として船體の各方面の屈曲抵抗 EI の眞の値がどうなつているかということがある．船體が殼構造である以上撓みにより EI が變化してくることは當然考えられ，更に船體が曲面であることも考慮しなければならない．有効に働く EI を振巾より求め計算による EI と比較して見ると，斷面が急激に變化する船の兩端では，EI が非常に低下しているようである．このような部分では甲板，船底ともに縦通材の端末に當り，前後端の艙口が甲板面積に比し大きな割合を占めているので，これに加

うるに peak tank に ballast を搭載したような合場には，恰も梁の端末に弱い spring をつけその先に重錘をつけたような振動形態を示すであろう．實際にセメントタンカー等の如く大槍口を有し，かつ荷役裝置の重量が前方に偏しているような船では，屢々この現象を呈する．從つてこのような場合は，構造上は勿論であるが，豫め配置の上でも極力避けるように心掛けねばならない．

また同型船の構造樣式を變更するような場合，例えば transverse system を longitudinal system に變えるような時は，矢張り振動影響を慮考すべきである．transverse system の船を船底凹損對策として bottom long! system に變更したために，I ⊠ が大きくなり振動數が若干上つた例がある．

**5．固有振動の問題は構造のみで避けられるか**

船體振動の問題が起きると，船體關係者が大騷ぎをするのが例であるが，機關部が問題であることも多いので一，二例を擧げて見る．船體主要寸法は載貨重量，推進性能，復原性などを滿足すべき最小寸法として決定され，主要寸法が決れば，大略の部材寸法が決定されたことになる．すなわち振動數を左右する I, W, L は決定され，從つて固有振動數は船體主要寸法に對して固有値と考えて差支えない．これに對して同調を避けることは，一に主機械の選擇にある．同調しなくて振巾過大の場合には主機械，推進器の强制力の程度を檢討する必要がある．

i) 最近起つた一例であるが比較的小型船で主機械はディーゼルであり，特に不釣合慣性力の除去は念入りに行うべき船であつたが，主機械は船主支給で當然嚴密な檢討と檢査が行われているものと考えられた．所が試運轉に際し船體振動が激しく出たので問題となり，いろいろと調査して見ると，振動數と主機械の回轉數とが一致していた．對策を檢討するに當つて，振動源である主機械の釣合を調べて見た所，かなり大きい不釣合慣性力が殘つていることがわかつた．そこでこの不釣合力を極力小さくさせた所，全然振動が無くなつた例がある．

ii) 數年前にもある高速貨物船で振動が激しくおき，當時熔接船體の缺陷としてラジオにまで放送されたことがあり，關係者は非常な努力をされ，立派な研究もされたのであつたが，後程主機關の調整で簡單に振動が低下した例もあり，船體設計者としては思わぬ所で隨分と迷惑されたことがある．

この二例では幸い機關の調整で不釣合力を減らすことが出來たので問題は解消したのであるが，どの船も不釣合力を無くすことが出來るとは限らない．このような時には主機の回轉數も變えられないし，また船體の modulus も簡單には變えられないので，結局はその回轉を避けて運航するより他ないことになる．

茲で一寸船體の modulus を變える問題に觸れて置く．船體に振動が出るのは船が弱いからであり，弱ければ補强したら振動も無くなるであろうと考えられがちであるが，例えば縱强力部材の斷面積を增して I を增加させる場合を考えて見る．面積を 20% 增すと I も 20% 增すが，振動數は $\sqrt{1.2}$ すなわち 10% しか增さない．船體重量がほぼ 2 割も重くなる程補强しても振動數の移動はそれ程でないことがわかる．

この點より見ても船體の固有振動數は，構造部材寸法ではなく主要寸法に對して固有なものと考えるべきであり，從つて振動問題が起らぬように事前に防ぐためには，基本計畫で主要寸法を決める時に船體と主機械との關連を十分檢討し，同調しないようにすることが最も重要なことである．

## 6．局部振動

局部振動は甚だ多岐に涉り枚擧に遑がないが，二三例を上げて述べることにする．

**a) Panel 振動**

居住區關係の薄板構造ではよく panel の振動を起すことがある．これなどは豫め檢討すれば對策出來るのであるが，强力部材でないとの安心感から檢討しないため，完成後問題となることが多い．簡單な基礎的問題として振動數を算出し，これを變化させるように panel breaker を挿入し span を分割することで解決出來る場合が多い．

**b) 計器板等の振動**

機關室等において簡單に取付けられた計器板などが激しく振動することがある．これ等は船體から傳わる振動が計器板の所で片持梁の擴大作用をしていることが多く，支え方さえ變えてやればよい．不注意から grating 等にその端末が着けられていることがあり，これなど振動に留意してさえいれば起きない問題である．

計器臺，特に通信器臺等の振動に對してはその性能や命數に影響をおよぼすので特に注意しなければならぬ．この種の振動は振巾は小さいのであるが，振動數は極めて高く，振動の大小は振巾によつては比較出來ぬので，加速度振巾を以てその絶對値を檢討した方がよい．大體計器類は加速度振巾 0.3g 程度に達すると性能に害があり，0.5g に達すると下敷に大理石等を用いている場合など crack が入るといわれている．勿論この程度も計器の精度，用途によつて大いに異るが，これ等の振動に

對しては防振ゴムの使用などは有効である．

**c) Derrick boom 等の振動**

試運轉時よく見ることであるが derrick boom が左右異つた振動をしていることがある．金具を兩者同一に締めると正直に兩者一致する．設計者の全く豫期しないことで，こんなことで案外な騒ぎを演ずることがある．

これに關連して當所では見掛けの振動という言葉をよく使う．實際問題としては何でもない程度の振動で，その附屬物の振動音で本體の振動を騒がれるという場合に使う．例えば mast に付いている作業燈がガチャガチャ音を出すので本體の mast が大いに振動しているように思われることがある．防振ゴムの使用により，作業燈の不愉快な音もなくなり，電球の切れる度合も減り，序でに mast の振動も忘れられるというまさに一石三鳥で快心の笑をもらすこともある．

設計者としては振動問題を根本的に解決するとともに，このような見掛けの振動に關しても大いに意を用うべきで，特に快適性を問題とするような船には必要である．

**d) 機關室內の諸問題**

i) condenser の振動

竪型 condenser は spring 支持であり，これが振動すると大きいだけに，その振動 energy も大きく，一寸手の施しようもなくなる．横置型の condenser では blow 振動が原因で振動することがある．この場合の振動數は極めて高い．

ii) 主機臺の振動

diesel 等で不釣合が大きいと二重底を含めた形で，主機械が首振り運動を起すことがある．

iii) 汽罐の振動

大型水管罐で高さが高くなると，罐臺が强固であつても，罐自體が振動することがある．軍艦等では boiler tube の他に中に格子を組むが商船では boiler tube だけで重量を支えており top heavy の形となつているためである．汽罐の中段邊で girder を組み上部の重量をこれで受けるようにすれば對策となる．

iv) 管系の振動

管系の span が長いため，棒の横振動をすることがある．途中の band は圖面で指定しない場合が多いが，これなど maximum span を示すようにすべきである．

v) 補機類の振動

よく問題になるのはウエヤー式給水ポンプ等の竪型のものである．これ等は高さも高いし頭が重く振動を起し易い形になつている．臺を補强して見ても効果の上らぬことが多い．

**e) 甲板室の振動**

前述した panel の振動の他に甲板室全體の振動がある．これには船の撓み振動に由來するものと，甲板室自體の Racking と二種ある．

前者には純然たる bending 撓みによるものと加速度によるものがある．船が屈曲すれば甲板室は前後に搖れ，slamming 等の衝撃加速度で同樣に前後に振動を起す場合がそれである．甲板室の高さが高く，長さが短い時に問題となることがある．

左右の Racking motion に關しては，船級協會でも途中に web stiffner を入れこれが防止對策をとつているが．車輛渡船の如く上部構造が大きくかつ輕構造のものでは，前に述べた如く局部振動というよりむしろ船全體の振動として取扱うべき規模となる場合もある．

**f) 舵の振動**

舵軸の捩り振動が問題となることがある．この捩り固有振動が推進器回轉數（翼の衝撃回數）に近いと操舵時に捩り振動が大きくなり，舵自體にとり好ましくないと同時に，船體振動も助長する結果となることもある．一般商船に對しては，舵軸の捩り固有振動數は比較的に高いが，高速回轉の推進器を採用する時には注意が必要である．

## 7. 結　　言

以上，設計者の立場から振動の問題について極めて概念的に述べたのであるが，最後に再び强調すべきことは，局部振動は後でいろいろと手を入れて對策を樹てることも出來るが，船全體の固有振動は，初期設計の際に十分檢討して置かなければ後では殆ど手の施しようがないことである．

更にまた實際問題と取り組んでいると，如何にも解決に苦しむことが屢々あり，これ等は今後の試驗研究に俟つ所が多い．これ迄二三の實船實驗を始め，各種の研究により振動問題は次々に解決されているとはいえ，Al 合金の上部構造物への採用等更に複雜な問題も出現している．われわれ設計者も機會ある毎に，各種の狀態で測定し，資料を整理して次船の設計資料を得ることに努めねばならぬのであるが，一方において，測定に際し安心して使え，かつ十分な精度を有し，船の他の運動に左右されない振動計の出現を切に希望しているものである．

一度誤れば船一生制限使用しなければならぬ問題を含む振動に關しては，その解明の難しさもさることながら，多くの點でなお一層の研究發展を切望する次第である．　（終）

# 本州沿岸の波の特性について

井島武士
運輸技術研究所港湾物象部

要　旨

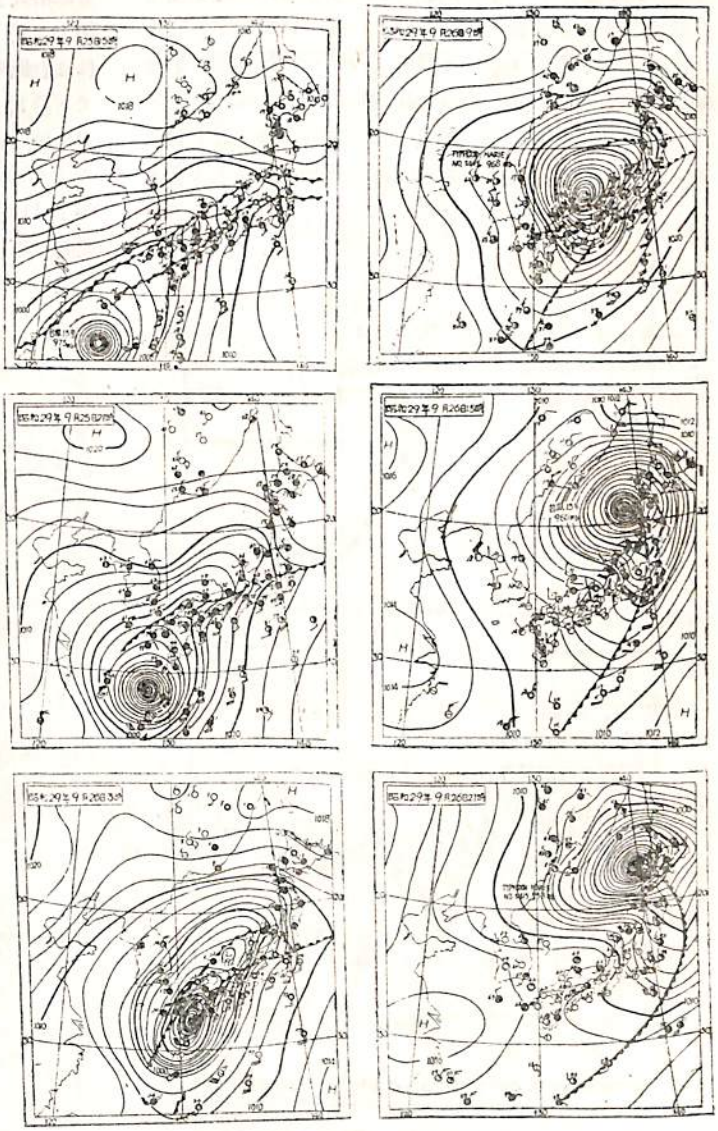
實際の海面において，如何なる波が起つているかということを知るために，古來幾多の人々がいろいろの方法で觀察し測定した來たものであつたが，波の正確な測定は實際には極めて困難であつて，多くの努力に拘らず，眞相は却々明らかにすることは出來なかつた．特に海洋の波は正確な測定に困難であつて，現在でも充分な測定は出來ていない．これに比べると沿岸の波は比較的測定容易であり，歐米諸國では第2次世界大戰を契機として，大西洋沿岸，地中海，太平洋沿岸などで廣範圍かつ長期間の觀測が始められ，それに伴つて，波の發生や減衰の理論なども著しく發達して來た．我が國では海洋の波の測定は，昭和11年頃日高孝次博士によつて實體寫眞機を用いた觀測が行われたが，その後殆んど行われていない．沿岸の波の觀測は主に港灣工事の必要から，土木技術者によつて多く行われて來たが，やはり測定の困難さのため却々系統的な結果は得られなかつた．このため筆者は，數年前から水壓式の波高計を考案して，沿岸の波の觀測を行つてきたがその結果太平洋岸の台風時の波や，日本海岸の冬期の波の觀測も出來るようになり，現在我が國では小名濱港，名洗港，高知港，酒田港，新潟港などで殆んど定常的に觀測が行われるようになつた．

ここで述べるのは，筆者が太平洋岸の小名濱港および名洗港，日本海岸の酒田港および新潟港で數年來行つた觀測の結果から認められた沿岸の波の特性を，簡單に示したものである．

## 1　太平洋岸の波の特性

太平洋岸において最も支配的な波は，夏から秋にかけて本州を襲う台風に伴う波であり，次いで冬から春にかけて，本州南岸に沿つて東北進する低氣壓による波および北日本海を東進する低氣壓による旋風域で發生する波である．ここではその最も代表的な例として，昭和29年9月來本州を襲い，函館において洞爺丸事件を起した15號台風の波を取り出して，小名濱港附近において，この時起つた波の性質を述べることにしよう．

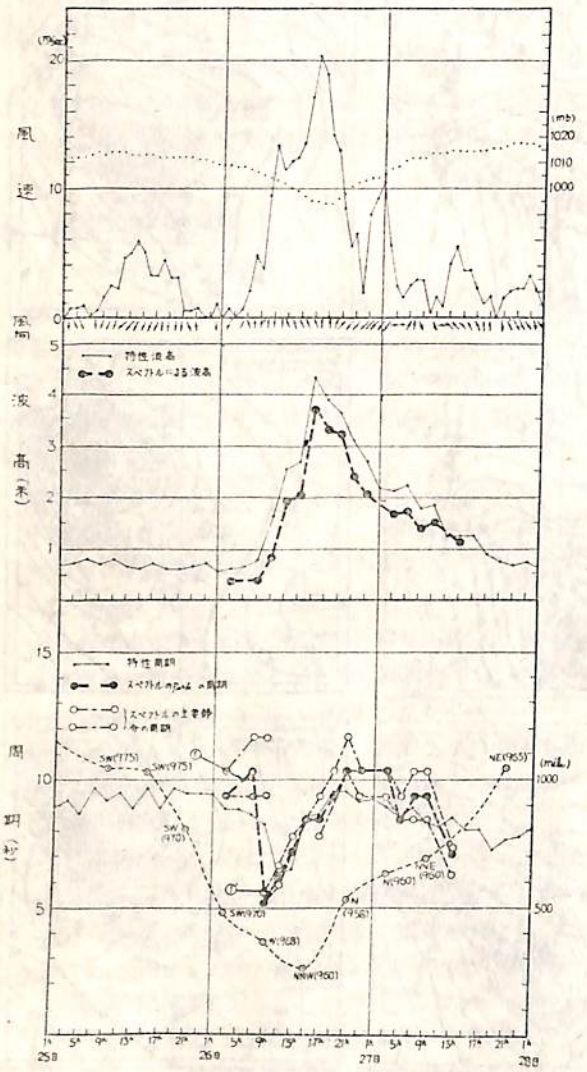
この台風15號は昭和29年9月18日カロリン群島に發生し，23日9時フィリッピン群島の東方洋上を西北西に進み，發達したがら北西に向い，24日15時バシー海峽に接近し，北々西から北に進路をかえ，25日朝石垣島西方を通つて北東に進み，3時に 975mb で，15時沖繩本島西方を時速 60 km/hr で加速されつつ北東に進み，26日0時屋久島西方を通つて北々東に進路をかえ，



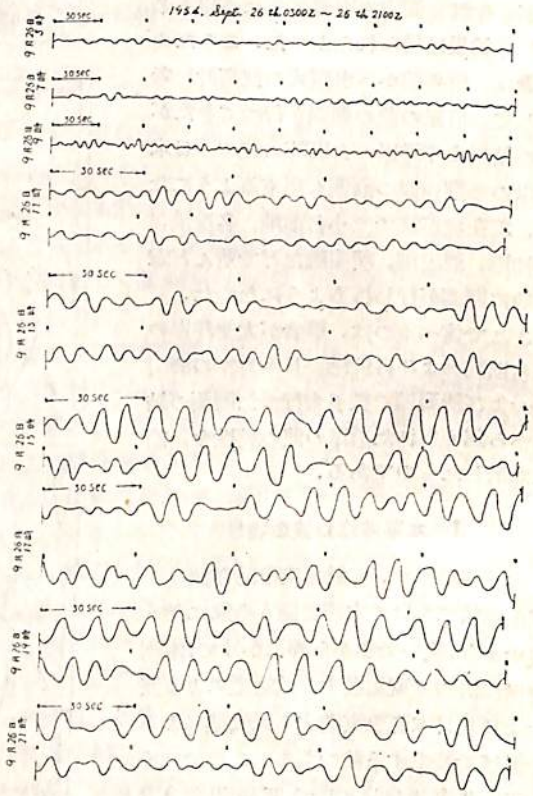
第1圖　昭和29年台風第15號天氣圖

2時頃鹿兒島灣から大隅半島北部に上陸したが，この時965mb. 最大風速 40m/s，時速 75km/hr で九州東部を縱斷し，4時30分豊後水道をぬけ，時速 100km/hr の超速度で中國地方を横斷し，8時頃山陰沖から日本海にぬけ，なお發達しながら北東に進んだが，北海道に接近するにつれて速度が下り，21時に中心示度 950mb となつて壽都沖を通り，夜半すぎ稚内附近に達して次第に衰え，オホーツク海を東北東に進んだ．この時函館灣内に假泊していた洞爺丸を始め，青函連絡船4隻が遭難し多數の人命が失われたのである．

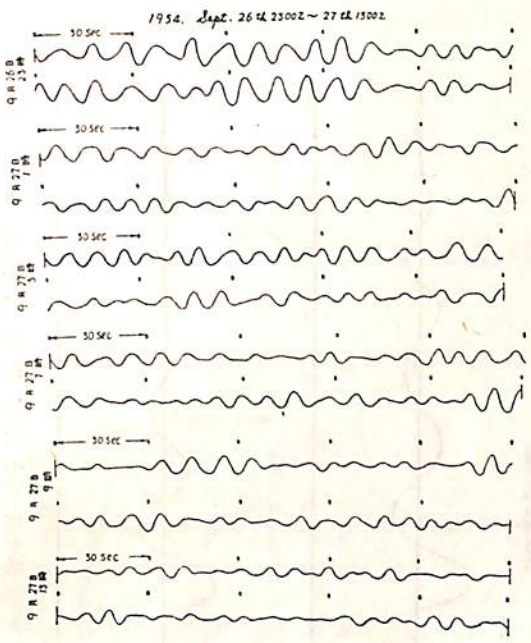
この台風時の天氣圖を第1圖に示したが，台風中心は觀測地點（小名濱）の西側を通過している．太平洋岸は25日21時ごろから南の風域に入り，26日20時ごろまで引續き風向は一定で，風速が急激に增加する形を取つている．この時の小名濱港での風速と氣壓および波高・周期の變化を圖示すると第2圖のようである．圖では水壓波形から讀取つた波高および周期を水面波高に換算した値を波高として示し，又後に示す水面波のエネルギースペクトルから求めた波高および周期を同時に示しており，なお台風中心と觀測地點との距離を，周期を示す位置に點線で入れている．台風中心に對しては，小名濱は本州で遮蔽された位置にあることと，台風中心の移動速度が非常に早かつたために，多くの台風で必ず見られるうねりは全然あらわれず，小名濱が暴風圈内に入つてから突然局地風の影響によつて風波が發生し始め，風速とともに增大するという形を示している．卽ち靜穩な海面に26日7時から急激に波高の增大が始まつているが，これは台風中心が小名濱の西約 360 mile の地點にある時で，15時の風速最大 21 m/s を示した時，波高は最大 4.4 m に達している．波高の增加率は9時から15時まで 0.47m/hr，減衰率は 0.22 m/hr で，周期の增加率は26日11時から19時まで0.95秒/hr で，周期の極小は波高の極大より4時間前に起り，その增加は波高が減少を始めてからも，なお4時間後まで續いている．この時




第2圖　小名濱港における波高および周期




第3圖　波高計記錄 (a)




第3圖　波高計記錄 (b)

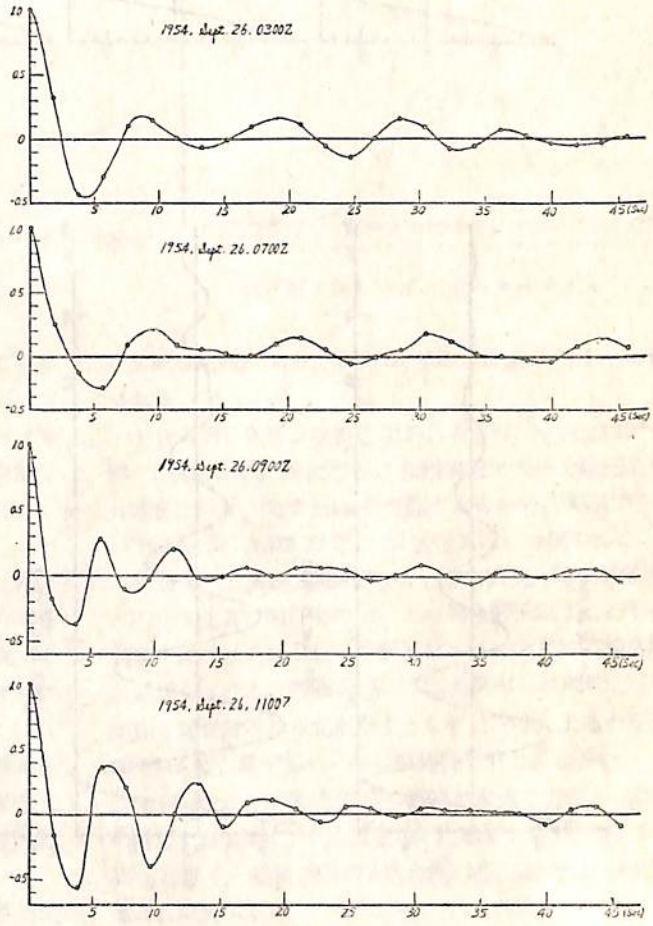
の水壓式波高計の記錄の一部を順次示すと第3圖の如くである.

第3圖に示した水壓波形の自己相關係數を計算し，これを normalize したものを第4圖に示した.

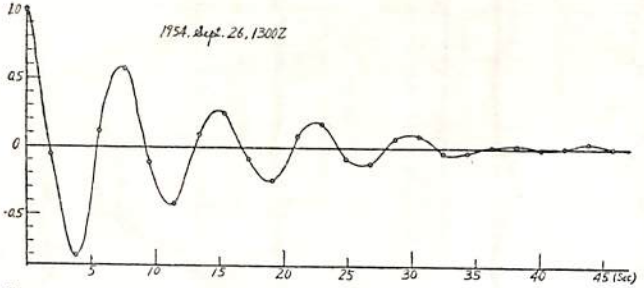
第4圖を見ると，26日3時および7時には周期9~10秒の波が存在しているが,風速 5m/s の7時から 14m/s の9時に到ると，6秒前後の短周期の不規則波が混入しているのが分る. これが11時には，更に明瞭になり，13時および15時の風速 20m/s に達する時は非常に規則正しい波になり，周期7~8秒にエネルギーが集中していることかが分る. 風速の減少とともにこの形は次第に減衰が早くなつて，始めの形に戻つて行くのが分る. この自己相關係數にフーリエの cosine 變換を行つて，エネルギースペクトルを求めたものが第5圖である. 圖では横軸に周波數 n/93.6 (sec$^{-1}$) を，n=0,1,2… で示し，また對應する周期 93.6/n (sec) を示している. 縱軸は cm$^2$ sec の單位でエネルギー密度を示しており實線は水壓波形のスペクトル，點線は水面波形のスペクトルを示したものであり，このスペクトルの面積は波のもつ全エネルギーを示すことになる. 第5圖のスペクトルを見ると,3時および7時に9~10秒の peak ①が扁平な形で見られるが，これは常時靜穩な海面の波のもつエネルギーであり，9時に6秒前後の peak ①′ があらわれる. これは風速とともに發達を始めた新らしい波である. この peak ①′ は風速の繼續とともに次第に長周期帶に移り，またエネルギーもその peak 附近に著しく集中するに到る. この狀態は15時の スペクトルで最も著しい. 風速の減少とともにスペクトルは逆の過程を取つて減衰することが分る.

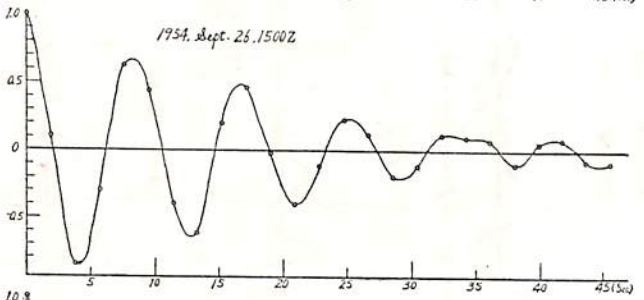
第2圖に示したスペクトルによる波高とは，このスペクトルの面積から求めた乃最大波高であり，また peak の周期とはスペクトルの peak の位置を周期で示したものである.

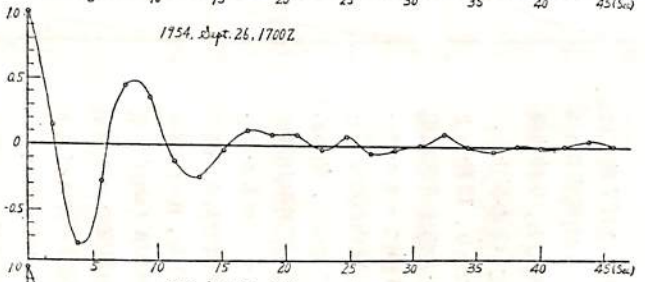
改めて第2圖を見ると，水壓波形から讀取つた波高および周期の變化においては，台風の通過とともに波高の急激な增加減少に伴い，周期の一時的な極小が見られるが，スペクトル分析の結果からは，この見掛け上の周期の極小は，新たに發生した短周期の風波の重合による結果であることが分り，また周期の極大は波高の極大より

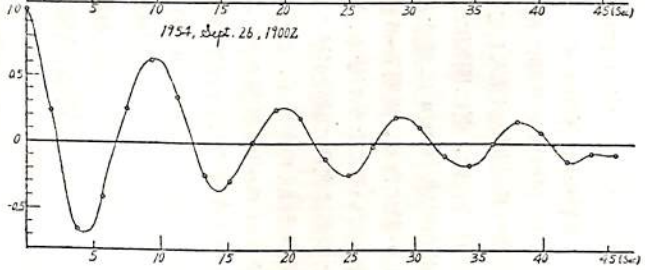



第4圖　(a)自己相關函數圖

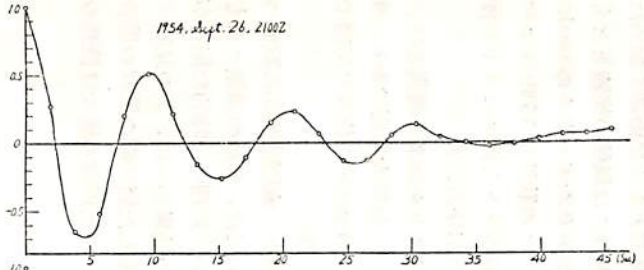


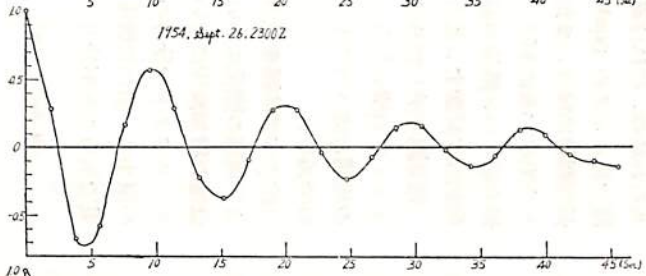



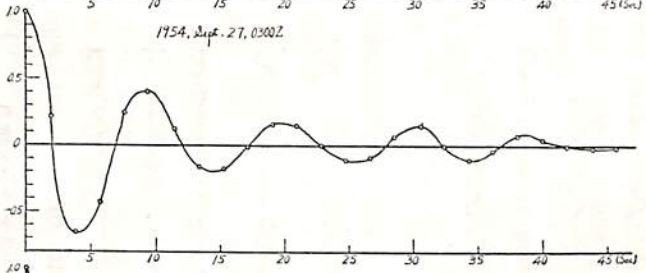



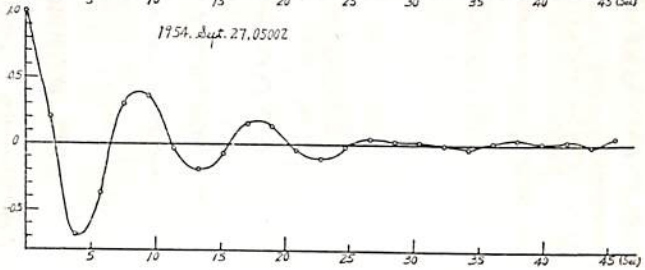




第4圖 (b) 自 己 相 關 函 數 圖

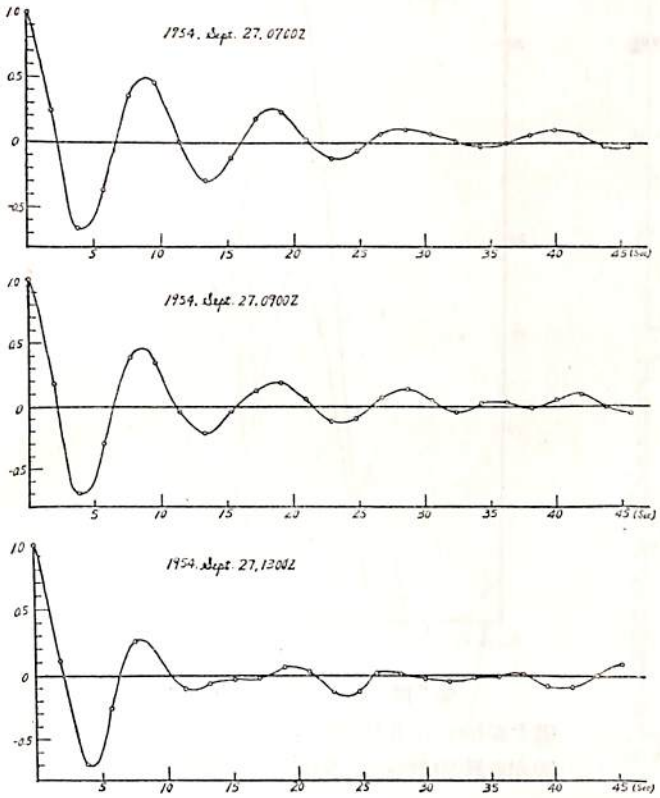


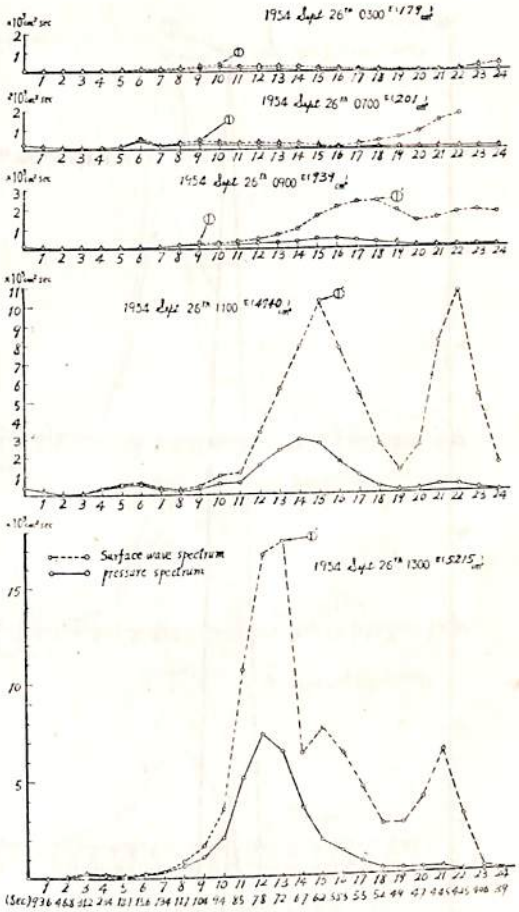




第4圖 (c) 自 己 相 關 函 數 圖




第4圖 (d) 自己相關函數圖




第5圖 (a) エネルギースペクトル

もおくれてあらわれ，台風の通過とともに減少して行くことも明らかである．

このようにして見掛け上の波高および周期とスペクトル分析による波高および周期の兩方から台風の時の波の變動の樣子はかなり明瞭に分る．

上述は台風時の波の一例を示したにすぎないが，種々の經路を取つて本州を襲う台風については，如何なる波が相伴つて起るかは，多くの觀測例を分類して推定することが出來る．筆者が今まで行つた觀測例についてこれを考えてみよう．

まず本州を襲う台風の代表的經路を示すと第6圖の如くである．すなわち北緯10°～20°の南方洋上で發生した台風は①～⑤に示したような經路を通つて本州を通過する．

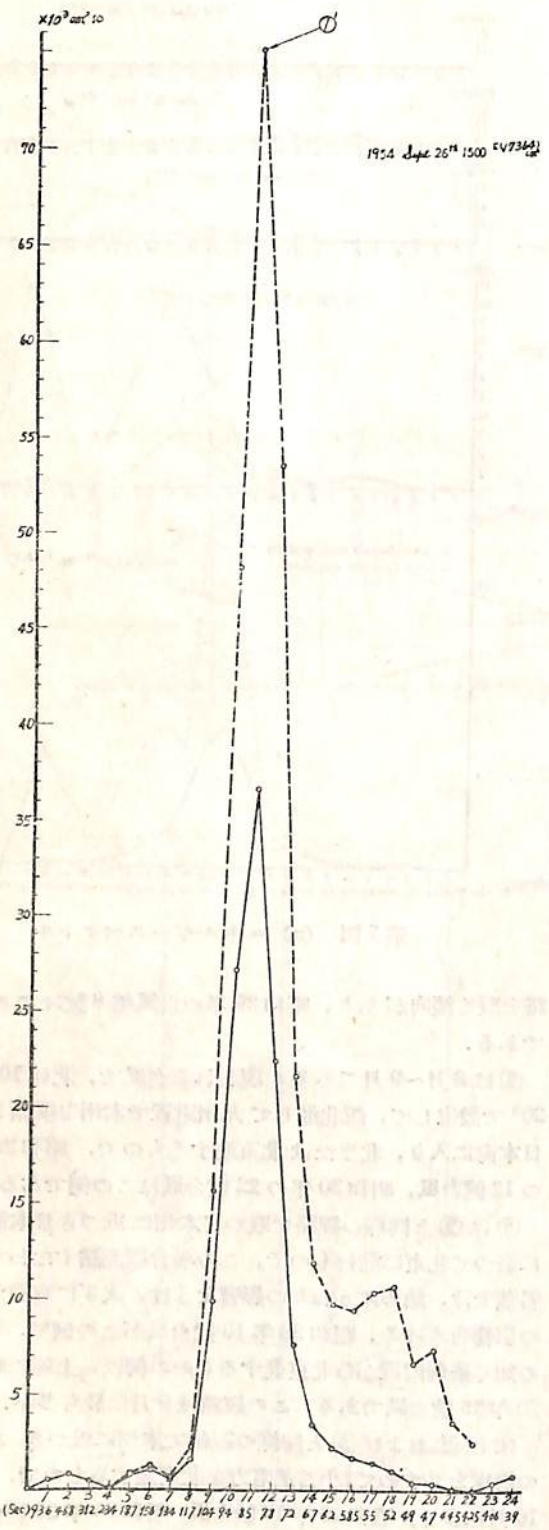
①は本州遙か南方を西または西北西に，進行する台風で7月以前北緯10°附近に發生した台風が多く，この進路を取る傾向があり，昭和29年の台風第8號はこの例である．

②は8月～9月ごろ多く現われる台風で，北緯10°～20°で發生して，西北進して九州附近で本州を縱斷して日本海に入り，北または北東進するもので，昭和29年の12號台風，昭和30年の22號台風はこの例である．

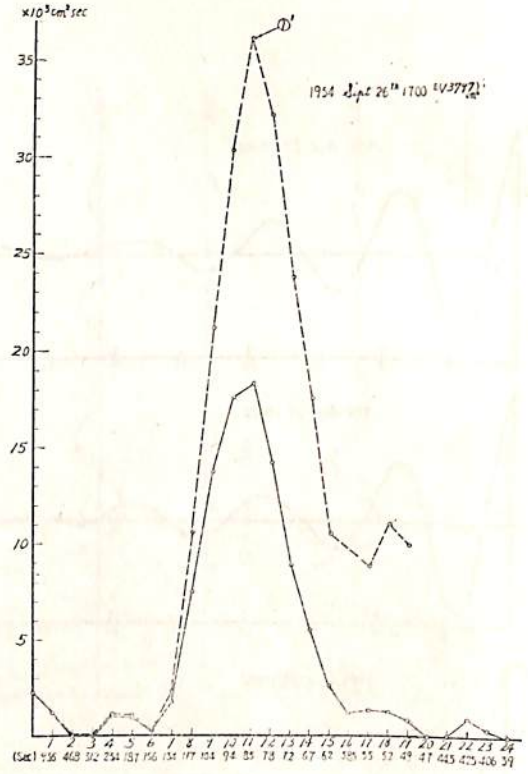
③は②と同樣の經路を取つて本州に近づき日本海岸に沿つて北東に進むもので，この場合觀測點すなわち小名濱では，始めにうねりの影響をうけ，次ぎに直接台風の影響をうける．昭和28年13號台風がこの例で，③′の如く臺灣附近から北東進するものの例は，上述の昭和29年15號台風である．この經路は9月に最も多い．

④は②および③と同樣の經路で本州に近づき，本州の南岸をかすめて，小名濱南方を北東進するもので，9～10月に多く，昭和29年14號台風，昭和30年25號台風はこれに屬する．

⑤は南方海上で發生して北上し，本州東方洋上を北




第5圖　(b) エネルギースペクトル



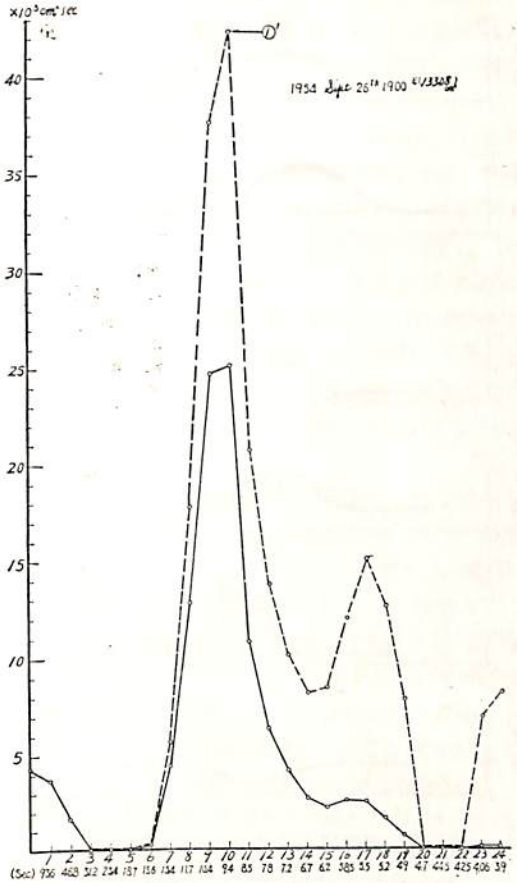

第5圖　(c) エネルギースペクトル

進するもので，6月以前かまたは10月以後に多く，昭和30年台風20號および9號はこの經路を取つている．

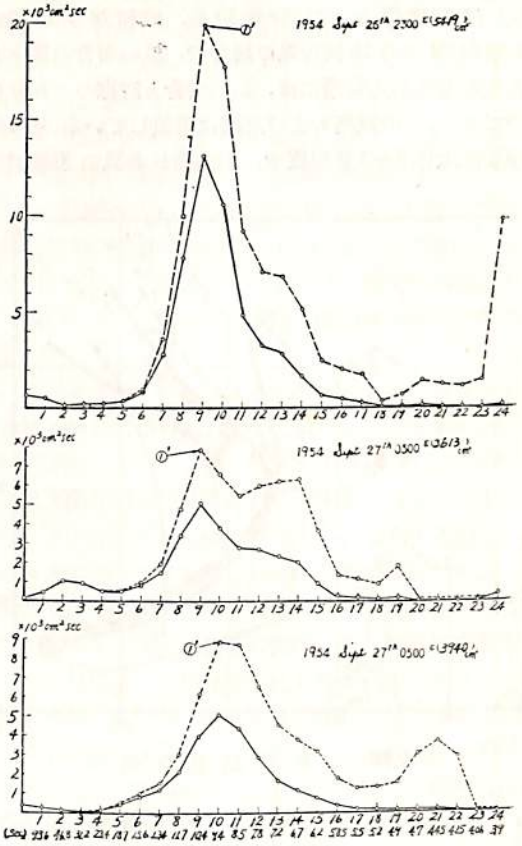
次にこれ等の經路を取つて台風が接近する時，小名濱港では如何たる波が起るか，筆者の觀測例によつて示すと第7圖の如くである．圖では各々の場合，波高および周期の概略値を示したもので，横軸には時間として日を單位として示し，波高は m，周期は秒で示している．

(a) は經路①を取る場合の波で，波高には殆んど變化はなく，靜穩時の 40～60cm を示し，周期のみが3～4日にわたつて增加し，13～14秒を示す．なお太平洋岸の靜穩時の周期は約9秒である．

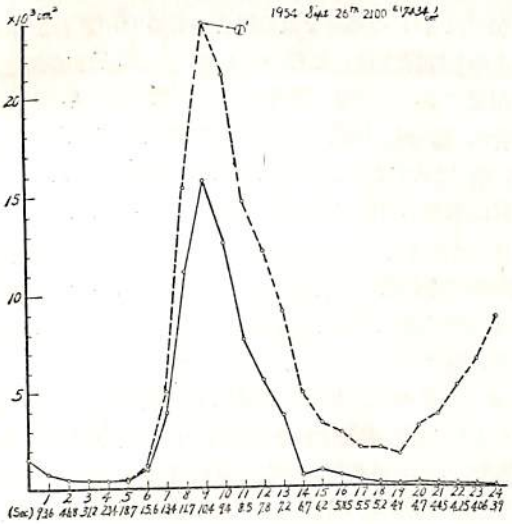
(b) は②の經路を取る台風に伴うもので．實線は昭和29年12號台風，點線は昭和30年22號台風の時を示すもので，中心附近の風速は殆んど同樣であるが，風域は前者が約2倍大きく，進行速度は前者が約½である．このため Ⓢ で示したうねりの繼續時間が長く，定常的たうねりの狀態は約4日間續き，22號の時は約1～2日でうねりは減衰するが，兩者とも日本海にぬけた後にⓌで示す波高の增大と周期の減少が起つている．これは台風通過後等壓線の配置によつて，觀測點附近に南風域が出來たためで，この經路を取る台風にはほぼ共通した現



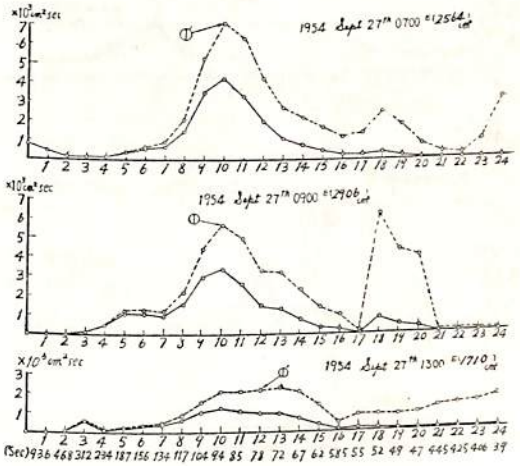

第5圖　(d) エネルギースペクトル




第5圖　(f) エネルギースペクトル



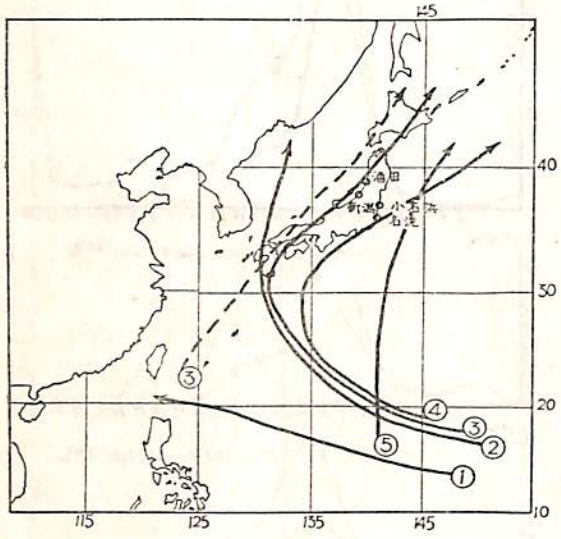

第5圖　(e) エネルギースペクトル



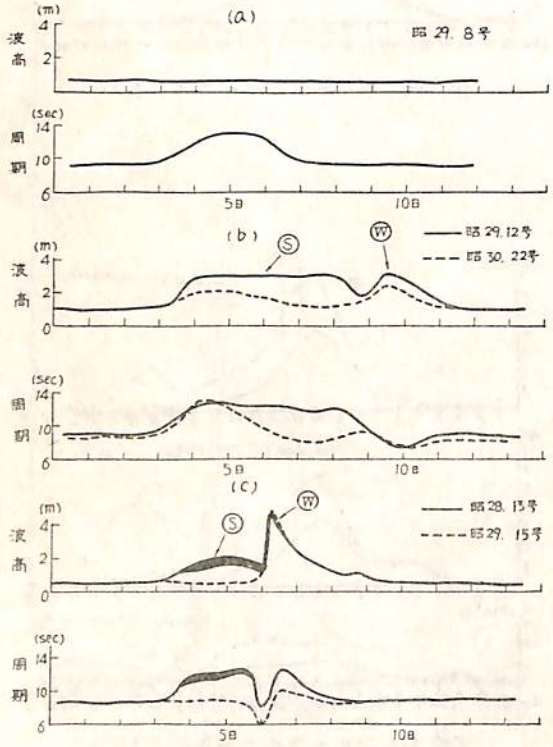

第5圖　(g) エネルギースペクトル

象である．

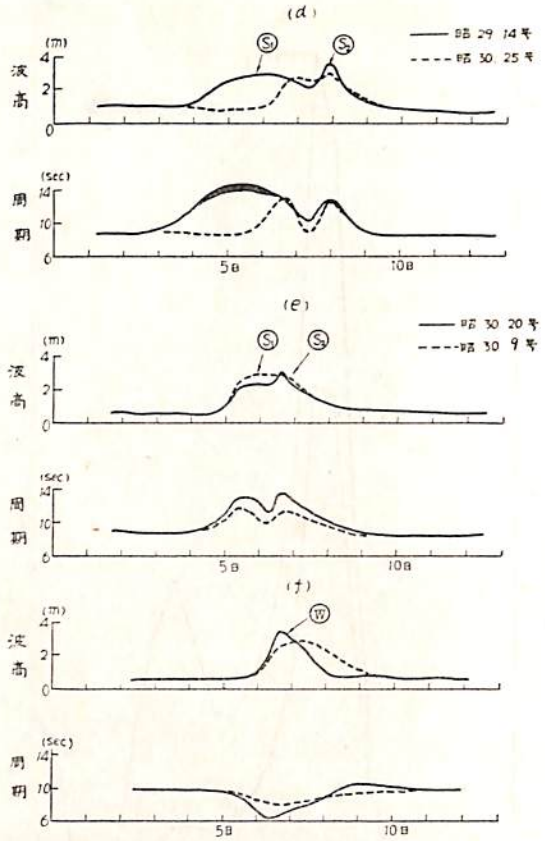
(c) は經路③および③′を取る．昭和28年13號台風と昭和29年の15號台風の場合で，③の場合台風中心が本州南方にある初期には，②の場合と同様のうねりを伴つており，その波高および周期は近似している．その繼續時間は大体2～3日程度で，觀測點が暴風の影響域内




第6圖　台風の進路分類圖




第7圖　台風による波高周期の變化 (a)




第7圖　台風による波高周期の變化 (b)

に入ると，局地風域によつて，波高の急増と周期の一時的極小があらわれる．點線で示した台風15號ではうねり Ⓢ を伴わず，突然局地風波 Ⓢ があらわれている．

(d) は (4) の經路を取る場合のもので，②および③のものと同様うねりを伴つており，　に示すのがこれに相當する．この時の波高および周期はともに②③の場合に近いが，台風が房總半島を横切つて通過する場合，Ⓢ2 で示すような極大値を示す．點線で示した25號台風は本州に接近する經路が③′に近かつたため，うねりは殆んどなく，Ⓢ2 の peak が著しい．Ⓢ2 は台風中心が房總半島を通つて東方海上にあらわれた時で，小名濱では風向が北になるため局地風波の影響はないが，それに近い形でうねりがあらわれるのである．

(e) は⑤の經路を取る台風に伴う波で，うねりの波高および周期の增加はかたり急速で，繼續時間も1～2日の程度で，④と同樣に台風の風域内では北寄りの風になるため直接風波の効果はうけないが，Ⓢ2 に示す如く，その痕跡は明瞭である．(この Ⓢ2 は (d) の Ⓢ2 と同じ性質のものである．)

(f) は台風以外の局地風域にある場合の觀測點で見られる波高と周期の變化の代表的なもので，風速およびその變化の狀態に應じて，波高と周期が相反した變化を取り，實線または點線で示したような形となる．

筆者の觀測の結果から認められた事柄は，台風の接近に伴ううねりは②③④の經路を取るときは，台風中心が小名濱の南方約 800～1000 mile にある時から始まり，周期は 12～14 秒，波高は 2～3m 程度で，波高と周期は殆んど相伴つて增減する．そして⑤の經路を取るときにうねりの影響は最も大きく，台風中心が小名濱南方 400～600 mile にある時から，波高と周期の急激な增加を示す．この經路を取る台風は余り大規模のものがないため，波高 3m 程度，周期は 13～14 秒が最も代表的な値と考えられる．

台風通過に伴う局地風波の影響は，③の經路を取る場合に最も大きく，觀測點は危險圈内に入り，波高と周期の增加は他のいずれの場合よりも大きく，波高は 4～5m，周期は 10～12 秒程度となる．この風域内では，波高は急速に增加し，ほぼ風速の最大時に最高波高に達し，台風の通過とともに急速に減少し，最高波高の繼續時間は 2～4 時間程度である．また周期は見掛け上波高の增大とともに急速に增加し，波高の減少が始まつて 2～4 時間後に極大値に達してから減少を始める．

筆者が小名濱港で觀測した台風に伴ううねりおよび風波の時間的增加率と減少率および波高 2m 以上の繼續時間，台風期間中の最高波高とその周期を表示すると次の如くである．

この表によると，うねりの波高の增加率は經路④および⑤の台風 14 號，20 號および 25 號の場合は 0.2～0.3m/hr の程度，その他は 0.05～0.1m/hr の程度で觀測點（小名濱）の東側を通る台風の場合にうねりの增加が著しい．周期の增加率にも殆んど同樣の傾向が見られ，經路②および③については 0.2 秒/hr の程度であるが 經路⑤に對しては 0.5秒/hr の程度となつている．風域内の風波の場合，波高の增加率は 0.3～0.4m/hr の程度でうねりの場合の約 2 倍，周期の增加率は 0.5 秒/hr 程度でやはりうねりの場合の 2 倍位の增加率を示している．26號台風の場合は，强風吹送時間が極めて短いため，波高および周期の增加率は割合に小さい．

次に第 5 圖に示したようなエネルギースペクトルが，台風の場合に如何なる變化を示すかということを，筆者の觀測例から示すと第 8 圖～第 11 圖の如くである．

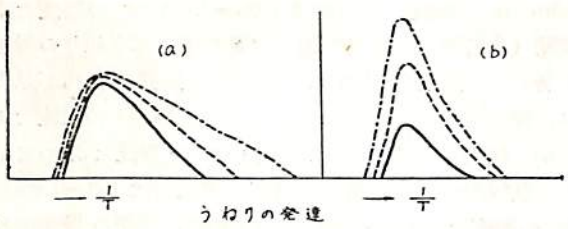
第 8 圖は台風に伴ううねりが次第に發達して來るときで，スペクトルの peak は殆んど一定のままで，スペクトルが發達するもので，(a) は台風の規模が大体一定のままで徐々に近づく時に見られるようで時間とともに短周期のエネルギーが次第に發達する．(b) は台風が發達したから接近する時に見られる形で，全体的にエネルギーが增加する．(a) のときは，波の見掛けの周期は短くたり，波高は大きくなつて行く．(b) のときは周期は殆んど一定で波高のみが大きくなつて行く．實際にはこれ等の中間の狀態が起つているように思われる．

第 9 圖はうねりが減衰して行くときで，スペクトルの形は peak に關して殆んど對稱な形で，次第に短周期に移つて行く．

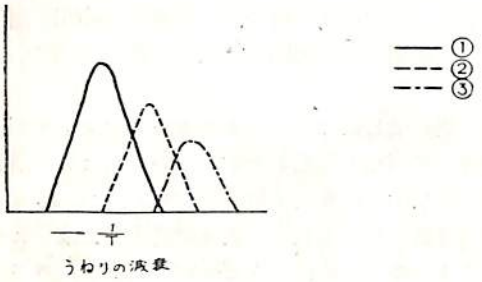
第 10 圖は觀測點が暴風域内に入つたときの狀態で，スペクトルは短周期帶において著しく發達しており，時

| 台風名 | うねり 波高 增加率 | うねり 波高 減少率 | うねり 周期 增加率 | うねり 周期 減少率 | 風波 波高 增加率 | 風波 波高 減少率 | 風波 周期 增加率 | 風波 周期 減少率 | 風速變化率 毎時m/s | 波高 2m 以上の繼續時間 (hr) | 最高波高 (m) | 周期 (秒) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 昭 28. 13 號 | 0.035 | | 0.23 | | 0.35 | 0.33 | 0.5 | | +1.5 −2.7 | 15 | 4.3 | 11.5 |
| 昭 29. 8 號 | 0 | 0 | 0.18 | 0.10 | | | | | | 0 | 1.0 | 12.8 |
| 12 號 | 0.08 | | 0.28 | | | | | | | 117 | 2.7 | 14.0 |
| 14 號 | 0.18 | | 0.23 | | (0.24) | (0.14) | (0.42) | (0.26) | | 72 | 3.5 | 14.0 |
| 15 號 | | | | | 0.47 | 0.22 | 0.9 | | +2.0 −3.0 | 20 | 4.4 | 8.1 |
| 昭 30. 20 號 | 0.27 | 0.03 | 0.46 | 0.11 | | | | | | 26 | 2.8 | 13.9 |
| 22 號 | 0.055 | 0.018 | 0.22 | 0.12 | | | | | | 13 | 1.9 | 11.5 |
| 9 號 | 0.09 | 0.1 | 0.16 | 0.35 | | | | | | 39 | 3.9 | 9.0 |
| 25 號 | 0.25 | | 0.48 | | | | | | | 34 | 3.1 | 10.5 |
| 26 號 | | | | | 0.2 | 0.06 | 0.19 | | +14.0 − 3.6 | 0 | 1.8 | 8.0 |

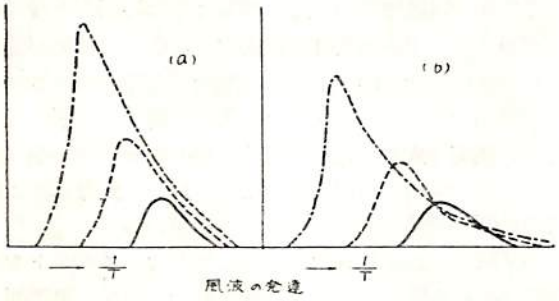
波高および周期の變化率はそれぞれ m/hr, および sec/hr, ( ) で示したものは風波，うねりの中間のもの



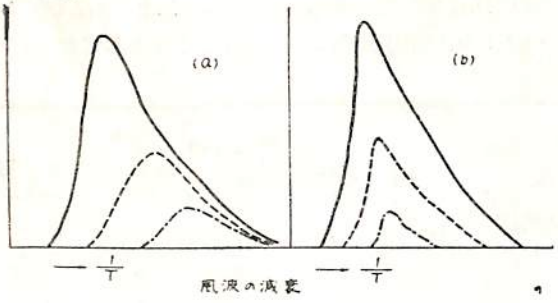

第 8 圖




第 9 圖




第 10 圖




第 11 圖

第8圖～第11圖　台風によるエネルギースペクトルの變化

間とともに peak は長周期帶に移る．

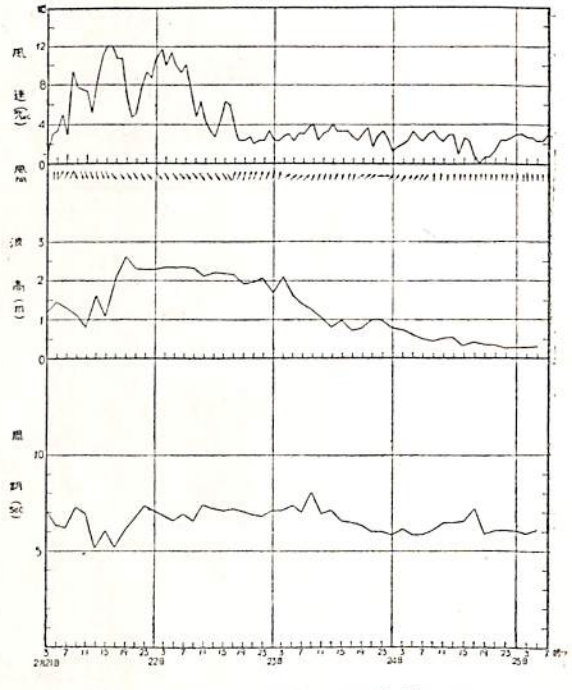
(a) は固定風域の際に見られる理想的な形で，(b) は移動性の風域で見られる形のように思われる．

第11圖は風域内での風波の減衰の場合で，(a) は固定風域内で風波が減衰する際のもので，(b) は移動性風域内での風波が減衰する時の形と思われる．

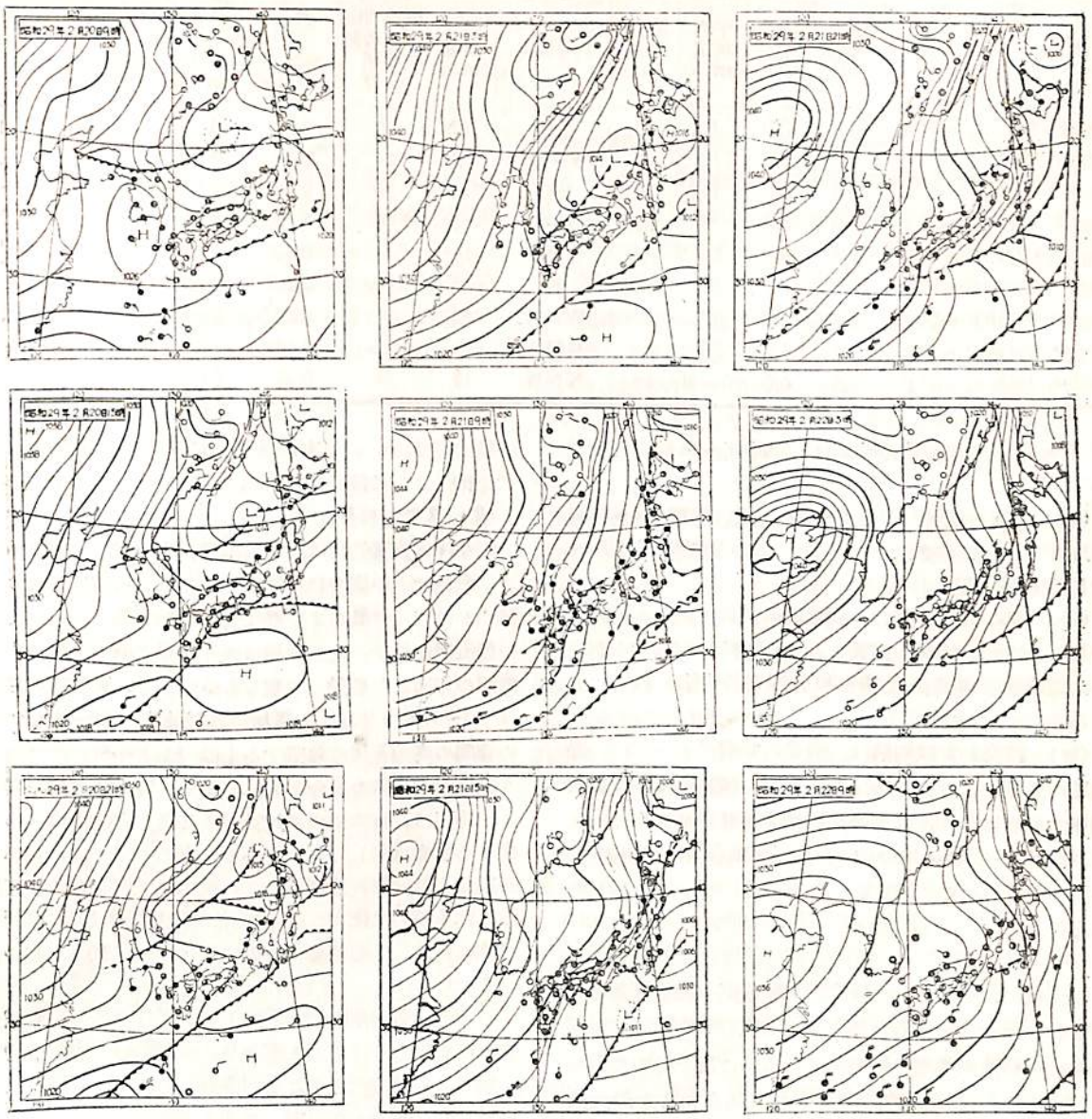
以上の各々のスペクトルの形は，筆者が昭和28年から30年まで，小名濱港，名洗港において觀測した波のスペクトルの形について推定したものであつて，固定風波の發達の場合の形については，G. Neumann が觀測と理論から求めているが，その他の場合については未だ明確な形は求められていない．これ等の場合の形については，觀測例の集積によつて次第に明確化されるものと思われ，ここに示したものは，筆者の推定した概略にすぎないので，將來實例に從つて修正すべきものである．

## 2　日本海岸の波の特性

日本海岸では，最も支配的な波は多期シベリヤ大陸で發生した低氣壓の東進に伴う廣大な旋風域のために生ずる．廣大な風域による風波である．その一例として筆者が，昭和29年2月新潟海岸で行つた觀測結果を示すと，第12圖の如くである．この波は昭和29年2月21日から24日までの觀測結果で，第13圖に示した天氣圖から分るように，日本海には南北に走る平行等壓線が發生して，日本海岸に對しては北西の 200 mile におよぶ廣大な風域が出來て，これが約24時間存在したためのものである．この時新潟の風は21日19時から22時まで一時減衰するが，風向は殆んど一定で，波高は11時の 0.8 m から19時の 2.6 m まで約 0.22m/hr の割合で增加し，2 m 以上の波高は約28時間續いてから減少し，その割合は 0.06 m/hr である．周期は最大 7.5 秒に止



第12圖　昭和29年2月新潟海岸の波



第 13 圖　　天　　氣　　圖

り，増加および減少率はそれぞれ 0.22 秒/hr および 0.07 秒/hr である．

このように筆者が昭和 29 年冬，新潟で行つた觀測および昭和 30 年夏酒田港で行つた觀測例について，顯著な波の最高波高，周期，波高および周期の變化率，波高 2m 以上の繼續時間等を表示すると次表の如くである．

(次頁參照)

ここで最高波高は各々の期間中での最高の波高，周期はその最高波の周期，平均風速は觀測地點が風域に入つている間の風記錄の平均値，繼續時間は，風域が發生してから最高波が起るまでの風の繼續時間，平均風向はその風の主な方向，最大風速はその期間中の最大値で，* 印は波高の最高値と風速の最大時とが一致している時を示す．

日本海岸における波の主要な性質は筆者の觀測によると次の如くである．

(i)　夏期の顯著な波は波高 2.0～3.0 m，周期 7～8 秒

| 日　　時 | 最高波高 (m) | 周期 (秒) | 平均風速 (m s) | 繼續時間 (hr) | 平均風向 | 最大風速 (m/s) | 波高 2m 以上の繼續時間 (hr) | 波高 増加率 (m/hr) | 波高 減少率 (m/hr) | 周期 増加率 (秒/hr) | 周期 減少率 (秒/hr) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (昭30) 5月19日～20日 | 2.5 | 7.0 | 11 | 11 | SW | 15* | 5 | 0.17 | 0.12 | 0.12 | 0.12 |
| (昭30) 5月30日～31日 | 3.3 | 8.2 | 12 | 16 | SW～SSW | 18 | 24 | 0.42 | 0.14 | 0.47 | 0.16 |
| (昭30) 6月25日～27日 | 3.0 | 8.0 | 11 | 36 | SW | 13* | 20 | 0.08 | 0.10 | 0.12 | 0.08 |
| (昭30) 7月 3日～ 5日 | 2.9 | 8.0 | 8 | 33 | S～W | 11* | 8 | 0.12 | 0.14 | 0.12 | 0.17 |
| (昭30) 9月13日～14日 | 2.1 | 6.4 | 12 | 8 | SSW | 14* | 4 | 0.50 | 0.14 | 0.24 | 0.13 |
| (昭30) 9月16日～17日 | 2.5 | 7.6 | 13 | 13 | W | 17 | 10 | 0.20 | 0.10 | 0.14 | 0.11 |
| (昭30) 9月18日～20日 | 2.3 | 7.0 | 10 | 37 | WNW | 13 | 4 | 0.12 | 0.06 | 0.42 | 0.07 |
| (昭29) 2月12日～15日 | 2.9 | 8.2 | 10 | 13 | NNW | 11 | 32 | 0.14 | 0.05 | 0.15 | |
| (昭29) 2月21日～25日 | 2.6 | 6.0 | 10～11 | 10 | NNW | 12 | 28 | 0.22 | 0.06 | 0.22 | 0.07 |

で 2m 以上の波の繼續時間は，數時間～24 時間程度である．

(ii)　冬期の顯著な波は 3～4m 程度，周期は 8～10秒程度と考えられ，また 2m 以上の波の繼續時間は30～40 時間程度と思われる．

(iii)　夏の波高周期は，局地風の吹送と殆んど同時に增加し，また局地風の減衰と殆んど同時に減衰するが，冬は局地風の減衰後も 20～30 時間定常狀態が續くことがある．

(iv)　波高および周期は，發達の初期においては，局地風の風速および繼續時間で決るが，減衰時は局地風が關係する事は少く，夏型の波は波高周期の減衰率はそれぞれ約 0.1～0.12m/hr および 0.1～0.12 秒/hr の程度で，冬型の波ではその ½ 程度で大体一定しているものと考えられる．

以上述べた中で用いた波高は，20 分間の連續觀測で測定された波の高い方から ⅓ を取つた値の平均値で，周期はそれらの波の周期の平均値である．これを特性波高および周期というが，20 分間の觀測であらわれる最大波高は，特性波高の約1.6 倍，平均波高は 0.6～0.7 倍である．

### 3　太平洋岸の波と日本海岸の波の特性の相異

1 および 2 に述べた太平洋岸の波と日本海岸の波とについて，主要な特性の相異は大略次のように推定される．(ここで太平洋岸の波は，小名濱および名洗附近の波についての特性であるから，東海道あるいは四國海岸の波について全面的にはあてはまらない場合も起り得るであろう．)

#### (1)　地形の相異

太平洋岸は地形的にかなり複雜で，港灣の位置によつて支配的な波の方向が異る場合が多く，波に對する地形的特性が大きい．日本海岸はこれに比して地形が單調で，港によつて波の特性が大きく變る場合は少い．

#### (2)　風域の相異

太平洋は實際的には對岸距離無限大の廣い海域であつて，風域はその廣さに制限をうけたい．ここでは夏から秋にかけて，台風および熱帶性低氣壓が最も支配的な波の發生域となり，その風域は太平洋岸に向つて南または南西の方向から移動して來るものが多く，風域內の風速は 40～60m/s に達し，風域の移動速度は 20～80kn/hr の範圍の高速を以て移動するものであるから，それに伴う波は固定風域の場合と著しく異る．風域の影響範圍および時間は，日本海岸に比較すると短く，進路によつて受ける影響は著しく異る．冬から春にかけては，西から移動する低氣壓の影響により，西または南西の殆んど固定した風域の支配をうけるが，この風域內風速は 20m/s 程度に止り，その影響は台風に比べると 2 次的なものにすぎない．

日本海は對岸距離約 800km にすぎないため，風域の廣さに制限をうけることがあり，低氣壓の影響域は海域の廣さと同程度になることが多い．ここでは支配的な風域は，常に西方から移動して來る低氣壓によるもので，風域內の風速は 20m/s 程度にすぎず，日本海岸に對しては方向の變化はあるが，固定した風域としての性質を示すことが多く，冬期には風域の廣さは廣大で殆んど日本海岸に對しては一樣な影響を與えることが多い．

#### (3)　う ね り

太平洋岸では台風または熱帶性低氣壓には，殆んど長周期のうねりを伴う．これは前述の如く風域內の風速が大きいため長周期の波が充分に發達すること，海域が廣いため減衰距離が大きく，長周期の波は充分に風域をはなれて單獨にうねりの形として，風域の到達に先行する

(497 頁へつづく)

# 港灣荷役機械について

三宅淳達
運輸省港灣局機材課

## §1 緒　　言

人間社會の經濟活動について考えて見ると，物の輸送というものを伴わないものはないといつても過言ではない．

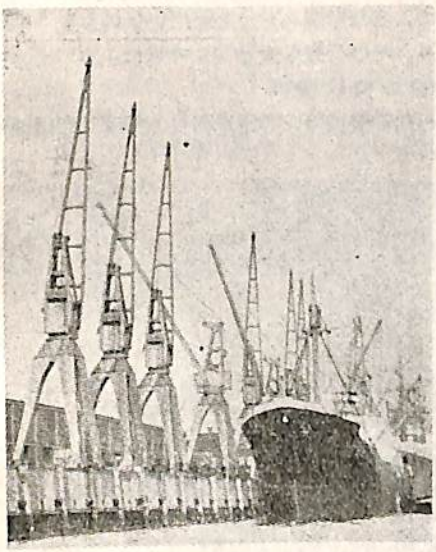
輸送機關としては船舶が最も早くより用いられ，現在でも多量の貨物の運搬には最も經濟的なものとして認められ，鐵道，自動車，飛行機に對して優位を持しているのである．

しかして船舶は絶えず大型化，高速化して，より安く，より遠く物の輸送を行わんと努力しているのである．この船舶のプラットフォームともいうべき港灣もこれに相應した發展を常に維持して行かなければならない．港灣の發展の一つの方向は港灣荷役の迅速化，合理化であつて，その主體をなすものは荷役機械の發達にあると考えられる．

この意味から港灣の荷役機械についてここに說明を致すものである．

## §2 港灣荷役の機械化の意義

まず荷役の機械化の意義について考えて見ることとする．荷役の機械化は卽荷役の迅速化，合理化ということではないけれども，その强力な一つの方法であつて，廣い意味の輸送の合理化に缺くことのできないことは，旣に衆知のことである．生產工場の材料運搬や炭坑鑛山の產物の運搬の合理化は，その機械化によつて達成されているし，更には自動車や家庭用の電氣器具類が多量に安く生產されるようになつたのは生產工程の運搬作業の機械化により生產のオートメーションが行われるようになつた結果である．



第1圖　雜貨用の荷役機械
(岸壁クレーンの林立せるさま)

港灣における荷役作業の迅速化，合理化もその機械化を無視しては達成されないことは上記のことからも推論される．港灣作業の能率化のためにいたずらに勞働力を用いようとすることは勞働者の人間性を無視した考えであり，またそれによる作業の能率化には多くの望みをかけることのできないものである．

港灣荷役の機械化は港灣荷役作業の迅速化，合理化となつてあらわれ，そのことは港灣荷役作業費の低下となるのみならず，巨大な資本である船舶並びに港灣の回轉率の增加となるのである．それ故船舶技術と並行して港灣荷役機械に關する技術が，發展してこそ，健全な發達といえるのであつて，荷役機械技術が非常に劣つていて，船舶のみが發展して行くことは分業を無視した跛行的發展であつて，遂には船の進步を阻害するような結果になるとも考えられる．

## §3 我が國港灣荷役機械の展望

我が國の港灣荷役機械の現況を見るに，歐米に比して著しく劣つている．

その一例として岸壁の荷役機械の臺數について比較して見るに，横洲の代表的港灣であるハンブルグでは1000米當り17基を數えるに我が國では，その代表的港灣である．横濱，神戶港ですら1～2基を數えるにすぎないのである．この1～2基は主として撒荷貨物を取扱うものであつて，雜貨に對する機械は皆無といつてもよいのである．

我が國は歐米諸國に對して後進國であつて港灣施設も諸外國に見ならつて發展して來たのであるのに，上述の如く相異ができたのは何故であるかを考えながら，我が國の荷役機械について述べてみることとする．

港灣の荷役機械は撒荷用と雜貨用との二つに大別できる．

この兩者を同時にのべることは混亂をまねくと思われるので，まず雜貨用荷役機械についてのべ，次に撒荷用荷役機械についてのべることとする，

### (1) 雜貨用荷役機械について

我が國で近代的な港灣が修築されるようになつたの

は明治に入つてからである．そこで先進國たる歐米の施設に見ならつて港灣施設が整備された．しかるに歐洲と米國とは全く異つた荷役方式をとつている．すなわち歐洲では岸壁クレーンによる本船荷役が行われ，米國では船のギヤーによる荷役が行われているのである．

我が國の港灣では，最初は岸壁に本船荷役用のクレーンが備えられた．しかるに種々の事業により，岸壁クレーンによる本船荷役は行われず，船のギヤーによる荷役が行われ，岸壁クレーンはただ艀荷役に使用するか，または全く使用されないような狀態となつてしまつた．

以上のような次第であるが，何故歐洲と米國の荷役方式が異つたものとなり，しかして我が國では，最初岸壁クレーンを備えたにもかかわらず用いられなくなつてしまつたかを考えてみよう．

まず岸壁クレーンによる荷役が船のギヤーによる荷役に優つている點については，最近國際的にも論爭になつていて，いろいろの意見が行われているけれども最もはつきりしている點についてのべると次の二點である．

(1) 岸壁クレーンは岸壁上遠くかつ高く貨物を移動することができる．

(2) 岸壁クレーンを多く使用することによつて，荷役に數を增すことができて，迅速荷役することができる．

以上の如く岸壁クレーンは船のギヤーに比してまさつているが，クレーンの設備費は相當の額となるのであるので，以上の點を是非とも必要としないところでは，船のギヤーによる荷役が有利となつて來るのである．

歐洲の港灣は潮の干滿差が大きいこととドック式の構造であつて迅速荷役が特に必要なこと，エプロンが廣くかつ多階建の上屋倉庫が岸壁にそつて建てられていること等はつきりと岸壁クレーンの使用を有利としている．しかるに米國の港灣は潮の干滿は多くたく，木棧橋式の突堤が無數につくられているので歐洲の港灣と全く反對に船のギヤーが有利とされている．

次に我が國の港灣について考えてみると，突堤式であが，相當の巾をもつた頑丈な構造のもので，丁度歐洲と米國の中間的な構造のようである．そこで港灣の修築を行う技術者は岸壁クレーンによる荷役を念願において港灣をつくつたのであるが，荷役業者は米國の影響が大きくむしろ船のギヤーを有利として荷役を行つたため前述のような結果となつたのである．

我が國の荷役は近代的港灣が整備されるより以前から行われたので，沖荷役にそなえて倉庫は運河沿いに設けられたため，接岸荷役であつても艀によつて倉庫に輸送するのが經濟的となり，本船より直接艀積みされる量が大部分であつたことが岸壁クレーンが用いられなかつた原因の一つと考えられる．

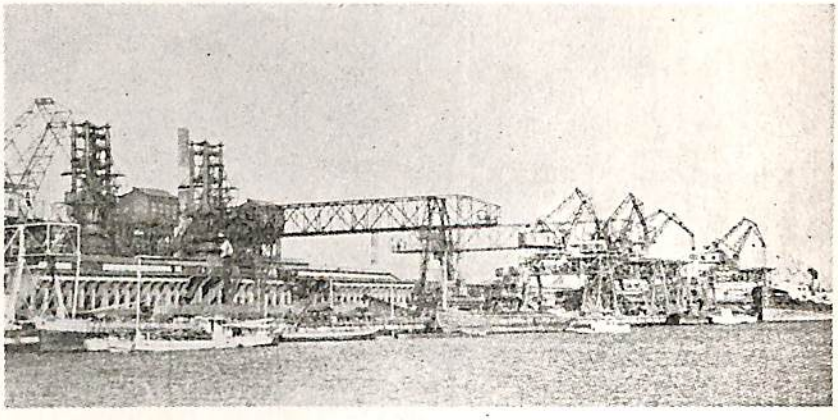
さて歐洲では岸壁クレーンを必ず用いて荷役するのであるから，その發達も目覺ましく，固定式のクレーンから移動式のクレーンへ，更に普通のジブクレーンから水平引込式のジブクレーンへと發達した．

最近には更に發達し，クレーンの旋回臺車は著しく小さくなり，また脚も著しく小さくなつて三脚のものまで出現した．これによつてクレーンが一ハッチに三臺以上同時に作業しても荷捌きに何等支障を來たさないようになつてきている．しかも走行速度も增加して一つのハッチからもう一つのハッチに移動するのに，時間がかからないようになつて來ている．卷上速度も增加し，その速度制禦もワードレオード式等も採用しているようである．

我が國は前述の如く岸壁クレーンが使用されなかつたので，その發達も全く止まつてしまつた．しかしながら近時岸壁沿いに多階建の上屋倉庫が設けられるようになつたので，また岸壁クレーンが用いられるようになつて來ており，その研究も大分進んで來た．

**(2) 撒荷の荷役機械**

撒荷の荷役機械は，非常に荷役の勞務費を節減するもので，その設備費には莫大な費用を要するものであるが，近時は，雜貨荷役機械に比して數段發達している．



第2圖　撒荷用の荷役機械

撒荷施設で先ず考えられるものは石炭の積出設備であ

る．我が國の石炭は主として九州および北海道に産するものであるが，その積出施設として九州では若松，北海道では小樽，室蘭等が有名である．これらは始めは高架桟橋によるものが多かつたが，この方式は接岸施設の延長を多く要すること，汽船積みに不向きたことなどのために，改良されている．すたわち九州では戸畑にコンテナーホイストが設けられ，北海道ではカーダンパを使用したベルトコンベヤによる積出施設に改められている．

しかしたがらこの方式はいずれも港頭に貯炭場を有しないもので，貯炭は貨車によつているものであつた．このため貨車並びに操車ヤードを非常に多量要し，不便であるので，橋型クレーンを備えた貯炭場を附属せしめたり，更には必ず貯炭場を經由するような方式が最も良いものと考えられるようになつた．

また石炭や鑛石の陸揚設備も，臨海工業が發達するにつれて，工場に整備され更に戰後公共用として石炭陸揚設備が大いに整備されるに至つた．陸揚施設は大別して陸揚機とヤードクレーンが分離した型（第2圖，第3圖參照）と，一つの機械でもつてこれを兼用する型（第4圖）とに分れる．

その特長を考えて見ると前者は陸揚作業とヤード作業を各別の機械で取扱うために一組の機械設備の能力は大きいのであるが，一組の設備の單位が大きくなつて，貨物の量が計畫通りに來ないような場合には不都合が生ずる．これに反して後者は一機で萬能の作業ができるので，貨物の量がだんだんに增加するに從つて機數をふやせばよいことになる．しかしたがらこのやり方はどうしもて機數が多くなるわけである．

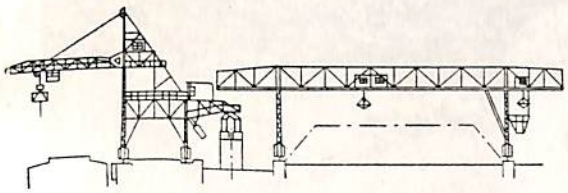
以上のような長所，短所があるので，前者は製鐵所のように始めから取扱貨物量のはつきりきまつた場合に用いられ，後者は貨物が漸次增加するような埠頭の石炭荷役設備に用いられるわけである．

ヤード作業のクレーンは專ら橋型クレーンが用いられていたが，その設備費は相當高額となるので，その改良が望まれていた．最近コンベヤーとこれから石炭を貯炭場に積付けるスタッカおよび貯炭場の石炭をかき集めて，コンベヤーに積込むジブローダーを使用するものが出現している．また地下コンベヤにブルドーザやスクレーパキャリオールを使用する方式も火力發電所等では大いに使用されるようになつた．

穀物の陸揚設備としては，戰後バラ小麥の輸入が增加したため急速に發達した．その設備として本格的なものはニューマチックコンベヤによつて本船より穀物を吸い上げ，サイロに直接コンベヤにて搬入して貯藏するものある．（第5圖參照）この方式は設備費を多く要し，かつ他の雜貨に使用することができないという缺點を有するので，それ程多量の穀物の輸入のない港では，穀物と雜貨の兩方に使用できるような倉庫を埠頭沿いに設け，S.K.T.コンベヤによつて穀物の陸揚げを行つている．S.K.T.コンベヤとは本船より穀物を陸揚げするための特殊な型のチェーンコンベヤで，可搬式となつていて，岸壁クレーンや船のギヤーで吊下げ使用するものである．（第6圖參照）

この外セメント，鹽等のバラ荷に對する施設も漸次整備されている．

以上のように撒荷用の荷役機械は雜貨用のものに比して發達しているが，設備費に相當な費用を要するので，諸外國とくらべれば，規模においても數量においても未だしの感がある．

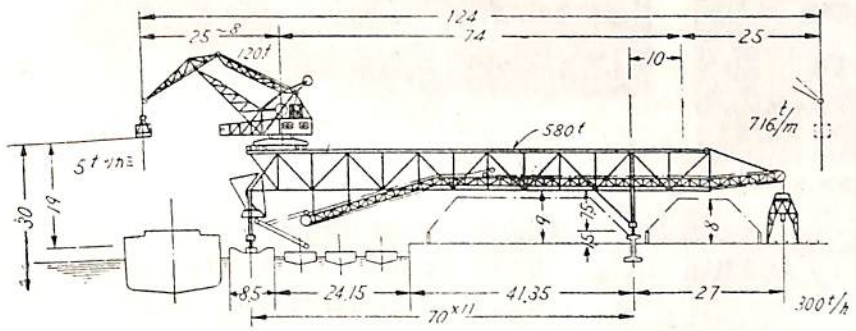


第3圖　陸揚機とヤードクレーンが分離した荷役機械

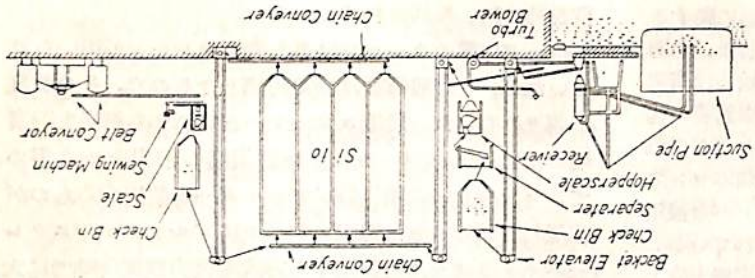
### §4　移動式荷役機械の發展

これまでわが國の荷役機械について雜貨用並びに撒荷用に分けて述べてきたのであるが，これらはいずれも固定式か軌條を走行する半固定式の荷役機械であつた．最近これと異つてタイヤやキャタピラーによつて移動する荷役機械が非常に發達して來た．これは戰爭中軍需輸送のために米軍が使用したことによつて飛躍的進歩をとげたのであつて，その代表的なものはフォークリフトトラック（第7圖）とモビールクレーン（第8圖）である．

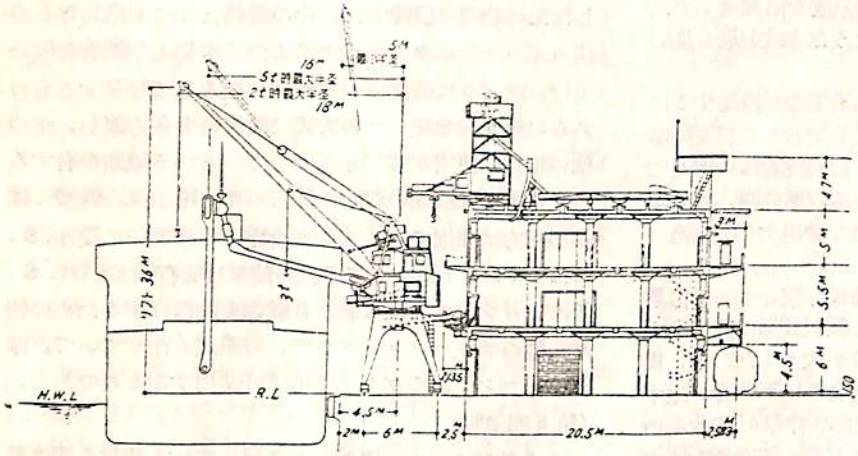
フォークリフトトラックは沿岸荷役や倉庫內荷役に便なものである．米國では前述の



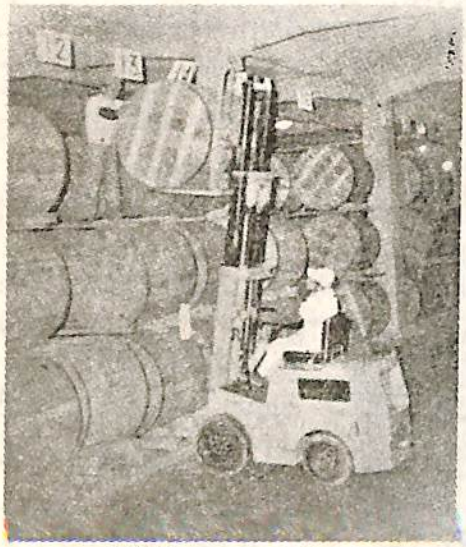

第4圖　陸揚機とヤードクレーンを兼用した荷役機械




第5圖　ニューマチックコンベヤとサイロによるバラ穀物用施設




第6圖　バラ穀物を取扱える雑貨用上屋倉庫



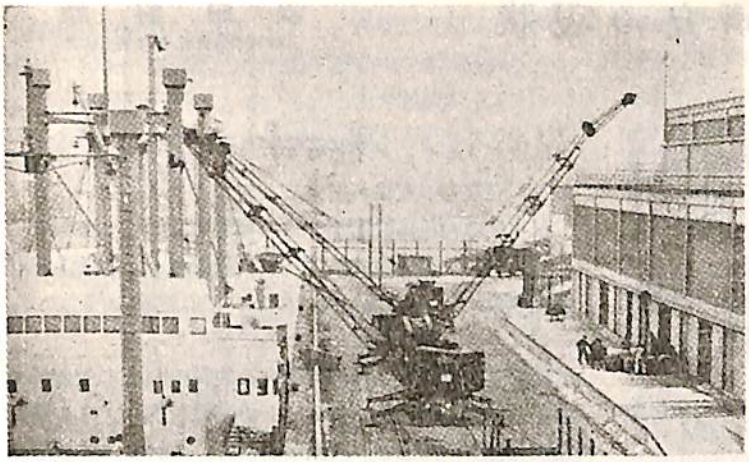
第7圖　フォークリフト

第8圖　モビールクレーン

如く本船荷役は船のギヤーによつて行われるので．特に横持ち作業が多くなり，フォークリフトが多數用いられている．

フォークリフトトラックを用いるに當つては，荷臺としてパレットを用いたければ能率が上がらない．ところが荷捌きのためにパレットは多數要し，しかも荷捌きが終つた時にはこれを回收しなければならない不便があるので，パレットを標準化して貨物とともに輸送する方法いわゆるパレチゼーションが考えられ，一部では既に行われている．フォークリフトトラックはかくの如く貨物の荷姿の變化と相まつて急速に使用されつつある．

モビールクレーンは初め工場内等の重量物荷役用に使用されていたが，港灣地區内でも重量物の荷役に便であるので逐次使用されるようになつた．移動式のクレーンはある港から別の港へ，あるいはある埠頭から別の埠頭へ，あるいは岸壁作業から荷捌地の作業へと必要に應じて移動することができるので，一つの機械から最大限の効用を獲得できる長所がある．このため本船荷役にも適するような大型移動式クレーン（第9圖參照）まで出現している．また一方クレーンが望むところで容易に得られるようになつたので，荷の單位を增加する動きにまで發展して來ている．



第9圖　本船荷役をするモビールクレーン

荷の標準の大きさはふつう人間が運ぶことができる大きさとたつている．しかしながら上記の如くクレーンが何處でも容易に使用できるようにたれば，その必要はたくなる．荷の單位を大きくし，一定の容器を使用することとすれば，荷造り費，荷役費並びに保險料が安くなる．この方法がいわゆるコンテナリゼーションで，これは大いに移動式クレーンの發達に負つているのである．

撒荷役においても小まわりのきく小型の移動式荷役機械を大きな機械の補助として，作業の能率をあげる方法が盛んとたりつつある．また前にものべた如く場所によつては，ブルドーザ等の移動式荷役機械が主力とたつている設備もあらわれている．

この外船艙内の荷役は今まで全く人力に頼らざるを得なかつたが，移動式機械を改良して船艙内で使用することも考えられるに至つている．

### §5　今後進むべき道

荷役の機械化が輸送の合理化に缺くことのできないことは先にものべたとおりである．しかして荷役の機械化が進むことにより，荷役の合理化が開けて來ることは，現在荷役合理化の重要手段と考えられている．パレチセーションやコンテナリゼーションの發展が荷役の機械化によるところが多いことを考えれば，十分理解されることと思う．

然したがらこの問題は貨物の梱包，陸上輸送機關，倉庫，港灣，船舶の多方面に關係を有し，その相互の理解と協力とを必要とする．また荷役機械を考える場合には，機械技術のみたらず，造船，土木，電氣等の技術も知らなければたらないのである．

今まで荷役の迅速化，合理化のためにいろいろの努力がたされて來たが，あまり成果を得たかつたのは，以上の努力が十分でなかつたためと思われる．

この問題について國際的な協力機關として，ロンドンに本部をおく International Cargo Handling Co-ordination Association (I.C.H.C.A.) が1951年に成立して活動を行つている．わが國でも遲ればせたがら，同樣の目的から，港灣荷役機械化協會が今年2月10日に發足した．わが國の荷役も新しい移動式荷役機械をとり入れることにたつて大たる飛躍が行われるのではないかと考えられる．造船技術の方面からは，特殊貨物の專用船や船艙内の荷役の問題の起つている今日，大いにこの協會を通じて各方面と協力して荷役の合理化の一日も早く行われることを希望して止まない．（了）


# 船の保存整備

**6月上旬刊**　商船大學助教授　鞠谷宏士著　A5判上製　130頁　價220圓

船の老衰の原因をつきとめ，これを防ぐにはどうすればよいかを一般的に考察し，さらに船體，設備屬具の各部それぞれについて起りやすい衰耗や故障およびそれに對する保存整備の方法を具體的に說明した——著者はしがきより——航海士，甲板部乘組員，その他關係者に好適の書

〔內　容〕

第1章　船の衰耗
1.1 腐　食　1.2 磨耗，弛緩および龜裂
1.3 荒　無　1.4 損　傷
第2章　一般保存整備法および塗料
2.1 整　頓　2.2 清　掃　2.3 銹落し　2.4 塗料
2.5 塗　裝
第3章　船體各部の保存整備
3.1 總　說　3.2 船體外舷　3.3 內　舷　3.4 二重底及びタンク　3.5 甲　板　3.6 油槍船の腐食
第4章　設備屬具の保存整備
4.1 救命設備　4.2 消防設備　4.3 防排水設備
4.4 繫船設備　4.5 舵および操舵裝置　4.6 荷役設備　4.7 通信信號設備　4.8 索　具
第5章　船用品の處理および檢査試驗
5.1 船用品の分類　5.2 船用品の處理　5.3 船用品の檢査試驗

# アメリカの造船研究の現状

秋田好雄
運輸技術研究所 船舶構造部長

アメリカの造船關係の研究は日本における研究とやや異つており，一面では米國の研究が先行しており，一面ではわが國の研究が進んでいる．この差異は今後の研究の進め方に示唆する所が大きいと考えられる．

筆者は昨年 STAC 留學生として運輸省から派遣されて1年間滯米する機會をえた．主として滯在したのはカルフォルニヤ州バークレー市（サンフランシスコに隣接する市）にあるカルフォルニヤ大學工學部の工學研究所で客員研究者として研究に從事した．

昨年秋には大西洋岸を旅行し，マサチウセッツ工科大學，ステーブンス研究所，米海軍省 DW テーラー試驗水槽，國立標準局等を訪問し，研究施設を見たり研究者と研究項目について討論を行つた．

以下に各研究所の概況を述べ．次に研究動向に對する展望をしてみよう．

## カリフォルニヤ大學

カルフォルニヤ大學は二つに分れており本校はサンフランシスコから世界最長といわれるベイ・ブリッヂを渡つたオークランド市に隣接するバークレー市にある，他の一つはロスアンゼルス市に隣接するパサデナにあり略稱して UCLA と呼ばれている．本校はバークレー市の山の手の岡にそつて建てられておりサンフランシスコ灣を一目で見渡せる景勝の地にある．造船學科は工學部の機械工學科の中に含まれており獨立していない．造船關係の學生は少なく昨年は10數人の學生しか在籍しておらず，その大部分は海軍の委託生であつた．

小生のいた工學研究所（Institute of Engineering Research）は研究事務を統括する組織で，有名な船體構造研究家の H.A. シェード教授が所長を兼ねている．工學研究所に屬する研究室は造船關係ではバークレー郊外のリッチモンドにある試驗水槽と波浪研究室（Wave Research Laboratory）である．構造關係では大學の土木工學科に屬する2千トン試驗機を使つており，熔接關係（冶金を除く）では生產工學科に屬する工作熔接工場を使つている．

水槽は200呎の小型で最近新設されたものである．曳航臺車を有し水槽側面の壁は一部ガラス張りになつていて模型の周りの流れも觀測できるようになつている．曳航臺車は牽引式で水槽端にある電動機により曳引される．

現在は波浪中の船の運動の研究が行われており，臺車上にはグラビティダイナモメーター型の小臺車がのつており，定推力の實驗が出來るようになつている．

本水槽の特色は計測がすべて自記方式をとつておることであり，普通は實驗員2名で實驗できる．小生も標準船型 Series 60 を使つたスラミングの實驗を行つたが，このときの計測方法を一例として述べてみる．

まず臺車の速度は臺車の車輪と共軸の圓板に放射線狀に刻んだ極めて細かいスリットで光線を切り，この光を光電管にあてて生ずる交流を增幅し，これをカウンター回路に入れる．カウンターは4行のネオン管が點滅する裝置で，この點光されたネオン管上の數字で4桁の臺車速度を讀むことができる．さらにこの臺車速度はデヂティング・マシンで自動的に印刷されるようになつている，2秒おきに1秒間の平均速度がカチカチと印刷されて出て來る．ちようどデパートの金錢登錄器で金額を示す受取りが小窓から出て來るようである．この數字をみると臺車のスタートの時から定常速度に入ると同じ數字が2秒おきに並び出すので定常狀態がよく判る．

船の運動の測定に對してはピッチング・ヒービング・サージングが小型のポテンシオメーター（抵抗變化を利用したピックアップ）を用いてブラッシュ社製のインキ書きオッシログラフで記錄される．波の變化と加速度は同じオッシロに入れられる．從つて計測は1人の擔當で充分である．他の1人は臺車の出發停止のコントロールを擔當する．

水槽關係では現在シェード教授が主任研究者でフォックス博士．パッツ氏　ボーリング助教授が擔當で，波浪中の船の運動およびスラミングの實驗を行つている．

パッツ氏は統計數學の專門家でいまは不規則波の中の船の運動の統計的研究をしておりまた時間に對する船の運動の測定曲線から電氣的に統計量（コレレーション等）を計測することの研究も行つている．

2000トンの試驗機はボールドウイン製の竪型であり，數年前にデガルモ教授が船のハッチ　ーナーの實物試驗を行つたもので，現在は橋梁の實驗に使用されていたが，SR4を使う應力の測定は日本と同樣である．熔接構造關係ではデガルモ教授がストレスコロージョンの研究を行つている．ユニオンメルトで衝合せ熔接した板を硝酸液に浸しておくと，殘留應力によつてまず熱影響部からクラックが入り，次第に擴がつていく實驗である．

理論的な研究としてはシェード教授が直交異方性板の曲げ，および面内應力の問題や波浪中の船體の曲げモーメントの理論を研究している．また同教授の下で近くリバティ船の熱應力に關する實船試驗が行われようとしている．

### スティブンス工學研究所

水槽實驗で有名なスティブンス研究所はニューヨークから地下鐵でハドソン河をくぐつたホボークンの町にある．

古い建物の研究所で水槽が二つある．昨年小生が訪問した時にはヨットの抵抗試驗を行つていた．波浪中の船體の運動と曲げモーメントの測定の實驗は丁度終了したところであつた．ここでは測定のためにインダクション型のピックアップを使用しており，記錄にはブロマイドとオッシログラフを用いていた．

波浪中の曲げモーメントの實驗はルイス氏により行われており，船の模型が前後部に二分されて間にスプリング ジョイントが入つており，曲げモーメントはスプリング上にはつてある抵抗線歪計によつて計測される．この結果は1954年の SNAME に發表されている．いま計畫中の實驗は同樣の模型を用いて曲げモーメントと更に剪斷力を直接測定することである．剪斷力は船體の前（または後）半部における水壓の積分を示すので理論を檢討するのに好都合とのことである．

ルイス氏の行つた不規則波中の船の運動の研究は興味深い．特にこの不規則波は何回も同じものが再現出來るもので，造波裝置の板の動きが，ある定つた運動をする．この運動の制禦は電氣的に行われている．

研究室でルイス氏と懇談したが，同氏は小生と同年輩でスティブンス研究所の事實上の第一人者であり，流體，强度，運動と研究分野の廣い人である．

同研究所の有力研究者コルピンクルコフスキー教授にも紹介されたが同氏は白髮の研究者で理論研究が得意である．船の運動は航空でいう aero-elasticity のフラッター現象の理論より更にむずかしいとのことである．

### マサチウセッツ工科大學（MIT）

マサチウセッツ工大はボストン市にあり，造船工學科は米國で最も傳統のある學科である．同科には試驗水槽があり，運動性アンチピッチング・フインの研究を行つていた．模型は水槽端部の重錘により曳航され，定推力の狀態で波浪中の試驗が行われていた．船の運動はカメラにより撮影して測定されている．

同大學には最近に構造研究室が設けられており，小生が訪れたときには壓縮試驗機と反射光線による應力測定裝置が設けられていた．壓縮試驗機では平板の挫屈實驗が行われていた．擔當者の說明によると當分の間，基礎的な研究が行われるとのことである．反射光線による應力測定は大型の光彈性の試驗ともいえるもので，彈性板が應力を受けるとポアソン比によつて板厚が部分的に變り，そのために平板に投じた光の反射の方向が場所により異なり，網目の模樣の反射が歪んだ網目となることを利用して應力分布を測定する．

光彈性の實驗と異つて大型の模型が使用できる利點がある．

同大學の構造關係の研究者はエバンス教授であり，現在挫屈關係が主な仕事である．

### テイラー水槽

テイラー試驗水槽はワシントン郊外にあり米海軍省に屬している．巨大な試驗水槽は有名で，中央から振り分けて2臺の臺車が獨立に試驗を行うことができる．この他に運動專門に使われている水槽も持つている．この方は水槽端部に重錘を落して，重錘が曳航索を通じて模型に定推力を與えるようにしている．

大水槽では潛水中の模型に强制振動を與えたときの水力の變化の測定が行われていた．

小水槽では Todd の標準模型 Series 60 を始めリバティ船 Schnadel が實船試驗を行つたサンフランシスコ號などの模型を用いて船の運動やスラミングの實驗を行い，また衝擊壓力の計測を行つていた．

この他に現在計畫中のものに角水槽がある．この模型水槽が完成していてみることが出來たが，これは正方形の池狀の水槽で相隣つた二邊に造波裝置がついており，二次元的な不規則波を作ることができる．造波裝置はニューマチックで動く造波板が數多く並んだ型式である．この種の角水槽は現在オランダで完成されたところで，米國では近いうちにステーブンス研究所とテーラー水槽とに二つ建設される豫定である．同時に二つ作つて重複ではないかと質問したところ，研究は二カ所以上で同種のものを行つた方が競爭となつてよい結果が得られ，2倍の投資以上の成果が得られるとのことである．

テーラー水槽で現在，船の運動關係を研究しているのに三つの課があり，一つはセベハイ博士を長とする小水槽のグループ，一つは潛水艦の實驗を行つているカミング氏を主とするグループ，他のものはジャスパー氏を主とする實船實驗のグループで，ジャスパー氏は實船の應力や船底の衝擊水壓の測定などに多數の實驗を行つている．理論的研究では有名なセントデニス氏が研究を行つ

ており，セベハイ博士もスラミングの理論的研究を行つている．

### 國立標準局

國立標準局は商工省に屬しワシントン市にある．同所は工學，物理　化學の廣い分野の研究所で造船に關連ある研究としては試驗機を用いた熔接構造物の强度試驗，造船用鋼材の切缺靱性の試驗と試驗機の檢定業務である．

熔接構造物の試驗としては數年前にキャンベル氏が主となつて油槽船の船底縱桁が橫隔壁を貫通する部分の構造强度の實驗を行つているが，現在では行つていない．

造船用鋼材については材料部のウイリヤムズ博士が鋼材の化學成分とＶノッチ・シャルピ試驗との關連を調査している．以前に同氏が發表した遷移溫度と化學成分の實驗式は著名であるが，最近さらに精密な研究をアメリカ船級協會（ＡＢＳ）の委託研究として３年計畫で始めた由である．またウイリヤムズ氏は實船で靱性破壞を行つたときの破壞の出發點を示す鋼材を集めており，數十の例が陳列されていたのは興味を引いた．

試驗機の檢定は製造業者や使用者の依頼によつて行つているが，試驗機檢定用の標準器にはリング形式を專ら使つていた．わが國では水銀を滿した標準器が多く用いられているが，アメリカでは溫度影響の少ないリング型を用いるとのことである．試驗機の原機ともいうべき靜荷重試驗機は恒溫恒濕の建物に置かれている點は運研の靜荷重試驗機に比べてうらやましい限りであつた．

### ボールドウイン會社研究部

フィラデルフィヤ市郊外にあるボールドウイン會社では各種の材料試驗機を製造し，また抵抗線歪計やこれを用いた各種計器の試作研究を行つている．

抵抗線歪計は恒溫の工場内で女工によつて手仕事によつて作られており，特に檢定室では恒溫恒濕の孤立した部屋でポテンシオメーターと大きな檢定バーによる精密な檢定が行われている．

研究部では高溫ゲージの研究が行われており，600度Ｃに耐えるゲージが研究完了し市販されている．これはカルマと呼ばれるニッケルクロム系合金の泊ゲージで，ゴム狀のベースにはつてある泊ゲージを測定箇所に裏かえしにはりつけ，その後ベースをはぎ取る方法をとつている．熔接線近傍に使用可能とのことである．

### リーハイ大學フリッツ工學研究所

リーハイ大學はペンシルバニヤ州ベツレヘムにある．フリッツ研究所は熔接構造および熔接冶金の研究で有名である．熔接構造はビードル教授が第一人者で橋梁建築關係が主であり．例えばビルトアップビームの曲緣部の應力集中の實驗などを行つている．熔接冶金や鋼材の切缺靱性にはスタウト教授が當つている．

同所に最近2,500トンの竪型大型試驗機が完成し，その披露式にたまたま小生も招待を受けた．ボールドウイン製で竪型で世界最大とのことである．なおローゼンハウゼンの疲勞試驗機の設備もある．同研究所には東大の藤田，河井兩君と運研の楠田君が留學中であつた．

### 米國造船造機學會研究委員會

米國造船造機學會には研究委員會が常置され，流體，構造，運航機關の各委員會があり，構造關係では次の五つの委員會がある．

1. 運營委員會
2. 波浪中の船體强度
3. 振動（Hydro-structure Vibration）
4. 挫　　屈
5. 實船における測定

各委員會は活潑に活動しており，研究費もかたり潤澤である．

### 研究の展望

前に述べた米國造船造機學會の採用している研究項目に從つて米國における研究の展望をしてみる．

波浪中の船體强度は非常に活潑な項目の一つである．一體に米國では波浪中の運動と强度の問題は現在のトップの問題であり，米海軍の54年の委託研究費の８割がこの問題に當てられている．

波浪中の運動の理論はセントデニス氏やコルビンクルコフスキー教授，フックス博士等が主で，ドイツハンブルグ試驗水槽所長のバインブルーム博士もテーラー水槽囑託として米國で活躍している．規則波中のピッチヒーブを伴う運動の研究とともに不規則波中の統計的な研究が盛んである．

スラミングの機構と衝擊水壓の理論的研究もセベハイ博士を中心として進められている．水槽實驗も上記したようにテーラー水槽を始めステーブンス研究所やカリフォルニヤ大學で進められている．

1953年に運動關係の全米會議が行われ，その折の講演文集（“Ship and Wave”）が刊行されたが，その論文數を見ても如何にこの分野の研究が盛んであるかが判る．この研究の要望される理由は船舶の高速化の問題のためと荒天時における性能向上の强い要求に基ずくものと思われる．

わが國においてもこの分野の研究が盛んになつて來ているが，一段と活發化することが望ましい．

波浪中の強度の關係はルイス氏により行われており，理論的にはコルビンクルコフスキー氏やシエード教授によつて行われている．實船實驗としてはジ　スパー氏等による應力計測が行われている．

昨年秋のニューヨークにおける米國造船造機學會秋季大會において小生は越智技官と連名で目白水槽で行つた波浪中の模型船による動的強度の研究を講演發表する機會を得たが，かなりの反響があつたのは幸いであつた．たおこの討論のときを利用してわが國における佐藤正彦氏の技研時代の模型船の研究，渡邊教授のスラミングの理論，吉識教授山本助教授の船底水壓測定の水槽試驗，藤田助教授の衝撃水壓理論などの紹介を行つた．また同時にルイス氏が日本との研究上の密接な連繫をとることを提唱したのは愉快であつた．

熔接構造の實驗はアメリカでは現在はあまり盛んでない．數年前にはデガルモのハッチコーナーやキャンベルの貫通ブラケットの實驗が實物大模型を用いて大規模に行われたのは記憶に新しい．現在ではむしろ英國や日本の方が盛んたようである．しかし基礎的な實驗が小規模たがら行われており，挫屈實驗やハッチ開口による船體振り强度の低下の實驗（カルフォルニヤ大學）が行われている．

實船試驗は活發である．かつて英國で行われたオーシャンバルカン號などの實驗のような大規模な實驗はないが，小規模な實驗を數多く繰り返えしている．これはテーラー水槽が中心にたつて軍艦，驅逐艦，海防艦などを使用して船底水壓や應力頻度および運動全般の計測を繰り返している．

米國において意外に盛んたのは理論的研究である．造波抵抗理論や船の運動性，構造力學などの船舶關係の研究が活潑に行われている．造波抵抗理論では東大の乾助教授が編集した最近までの日本での研究をまとめた論文が各地で非常に好評であり，筆者も日本の造船研究者として大變愉快であつた．

構造力學關係ではシエード教授が直交異方性板の面內應力の理論を展開しており，船體强度計算の精密化を目的としている．また有効幅の概念を擴張してシャラグ等の船體强度計算等に容易に利用することを考えている．

計測關係の進歩は米國では目ざましいものがあり，一例として自記計測を前半に述べたが，その他に實船計測などでテープレコーダー等の利用に注目すべきものがある．例えば實船の振動の計測のときに，振動を錄音し，實驗室に歸つてからフーリエ分析等の諸分析を行うことなどは興味深く思われた．　（完）

---

（488頁よりつづく）

からで，風域の移動速度の小さい台風において特に著しい．

日本海岸では風域內の風速が小さいため，長周期波の充分な發達がなく，また海域が狹いため減衰距離が短く，長周期波は單獨にうねりの形としてあらわれることがない．

(4)　波高および周期の變化

太平洋岸では風域の性質および進路によつて，波高および周期の變化は複雜な形を示すが，その大略の樣子は第7圖に示した如くである．日本海岸では風域の性質が比較的單純で，うねりを伴わないため，波高および周期の變化は簡單で，波高と周期は相伴つて增加しまた減衰する形を取る．

(5)　エネルギースペクトルの變化

太平洋岸では風域は移動性のものであるため，スペクトルの變化も複雜で，短周期の局地風波と長周期のうねりとの共存を示すことが多い．うねりおよび風波のスペクトルの變化は第8圖～第11圖に示す形を取るものと推定される．

日本海岸では風域は比較的固定に近いから，うねりと風波の共存することがなく，そのスペクトルの變化は第10圖 (a)，第11圖 (a) に示す形に近いと思われる．

(6)　波高および周期の値

太平洋岸では台風の時はうねりと風波があるが，うねりは波高 3～4m，周期 14～15 秒程度．風域內に入つた場合の風波は波高 4～5m，周期 10～12 秒程度と考えられる．また最も長い周期として 3.3m の波高で 1.98 秒を示すこともあるから，長周期の波としては 18～20 秒を考える必要がある．

冬から春にかけては，殆んどうねりはなく波高 2～3m 周期 6～10 秒の波が代表的なものと思われる．

日本海岸では春から秋にかけては波高 2～3 m，周期 7～8 秒と考えてよく，冬期新潟海岸では 3～4 m，および 8～10 秒と考えられる．

また太平洋岸の波は靜穩時でも 0.4～0.5 m の波高があり，周期も常に 9～10 秒を示すが，日本海岸では靜穩時特に夏期は殆んど波高はなく，周期も 6～7 秒であり，波高，周期ともに太平洋岸に比較すると小さい．（完）

# 船舶に對するコンサルタント

敷浪迪
社團法人日本技術士會特別會員
株式會社日本オルガノ商會技師

## 1. 序言

歐米の船主は所屬船の保守のために，コンサルティングエンヂニアーと契約して，その調査勸告を受入れるとともに，寄港地所在のコンサルタントサービスを利用して，保船經費の節減に努めている．

本邦でも戰後になつて，造船・海運界の認識の昂揚により，かかるコンサルタントの活躍分野が廣汎になつてきたのは喜ぶべきことである．

既に陸上のボイラプラントでは，各電力會社を始め民間の自家發電所などにおいて，建設計畫・運轉保守・事故對策に，專門のコンサルタントを活用している．特に昭和 28 年來，九州電力・關西電力・東京電力の 3 社が，米國 Gilbert Associates, Inc. の調査團に依囑して，既設火力發電所の改修方式の勸告を受け，運轉方法の傳授を得たことは，著しい効果を擧げた．さらに3電力會社が電力借款供與による苅田・多奈川・千葉の新鋭火力發電所の新設にあたつては，いずれも同調査團の計畫にもとずいて仕樣を決定したものである．

民間工場においても國內技術士と契約して，汽罐給水の方式決定・罐水の定期分析・罐內處理の調整・蒸氣純度の測定・現場技術員の養成などにコンサルタントを利用している現狀である．

舶船關係では，コンサルタントの利用度が陸上施設に比べて少ないが，最近の傾向として造船所における輸出船の工事監督において，海外船主の代理的立場で勸告する事例が多く，さらに外國在籍船の國內傭船の場合に，保船契約として船主側が傭船先に指定コンサルタントを介入させる實例もある．

ここに最近の船舶關係に對するコンサルタントの活動分野を紹介することにする．

## 2. 造船所における分野

最近建造されるタービン船が，高壓・高温・大容量のボイラを搭載するにおよんで，ボイラの保守運轉に歐米先進國の技術が摭取され，專門のコンサルティングエンヂニアーが，それぞれの立場から造船所に利用されるようにたつた．最近の問題の焦點となつているものは次の通りである．

### (1) ボイリングアウトの實施

ボイラの新規据付や修理工事が終了した場合に，ボイリングアウトが實施される．最近の傾向としては從來の洗罐劑に代つて，特殊調劑の藥品が使用されている．米國の場合では，カルゴナイト・タンニン・苛性ソーダなどが推奬されている．これらの配合や使用法はボイラの型式や構造によつて差異があるので，コンサルタントとして具體的な指示が爲されるものである．

またボイリングの熱源としては，罐體自身の焚燒による場合と，造船所構內蒸氣の引用による場合とがあつて，米國海軍などは前者を規定しているが，一般のコンサルタントは後者を推薦しているようである．

### (2) 基本漲水の裝置

新造船や修理船のボイラに漲水する場合には，船內の熱源がないためエバポレータの運轉が不可能である．造船所によつては艤裝用のエバポレータを設備してある所もあるが，即日の漲水は極めて困難でしかも造水費は劇高になる．加うるに輸出船などでは船主側から，完全脫鹽水の漲込みを要求される事例が多くなつた．

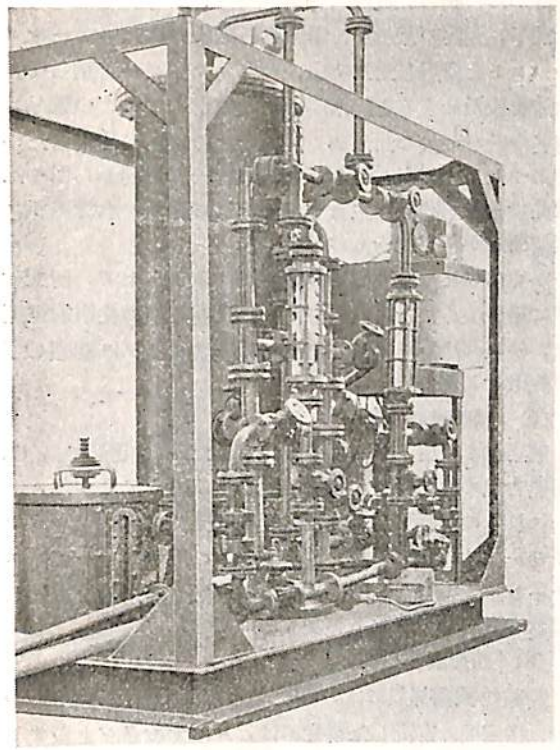
數年前，二三の造船所で近傍にある火力發電所や化學工場から，イオン交換裝置より收得される純水を，何十屯と購入して急場を凌いだという裏話もあるほどである．

このような必要性から，各地の造船所では簡易に純水を採取し得る純水製造裝置 (Demineralizer) を採用するに到つた．

この純水裝置は構內水道水を原水として，イオン交換樹脂 (Ion exchange resin) を充塡した樹脂塔を通せば，溶存ミネラルを完全に除去したいわゆる純水が連續的に收得されるものである．この裝置は造船所の實情により定置式として收得水をゴムホースで供給する場合（浦賀船渠などの例），および可搬式としてクレーン吊りにして被補給船の甲板上で採水操作をする場合（播磨造船などの例）の二方式が考えられるが，寫眞に示すものは後者の實施例で 20 屯/日の處理能力を有する．

水質の判定は電氣的に測定して抵抗値で表示するのが一般であるが，これらの純水は蒸溜水より遙かに高純度であつて，裝置仕樣によつて差はあるが，比抵抗値 50 萬Ω·cm 以上・殘留硬度 0.01° D. H. 以下・殘留溶存シリカ 0.3 ppm 以下を保證している．造水費用はイオン交換樹脂の再生に費す鹽酸と苛性ソーダの消耗分が主體であるが，水道料金は別として 1 トン當り 20 圓以下が普通の運轉經費となつている．

このようなイオン交換裝置が戰後の造船所に普及した原因は，前述の如き船主側の要求もさることながら，これに關與したコンサルティングエンヂニアーの勸告を快



く受入れた造船所の熱意によるものが多大であつたといえよう．

この結果，ボイラのイニシアルチャーヂは著しく能率的となり，引渡時試運轉における水質に起因する支障は回避された由である．

**(3) 化學的洗罐の問題**

スケールの附着や有害成分の析出したボイラの水管や罐壁，あるいはディーゼルエンヂンの水套などに，酸洗を實施することは，船舶に對して割合に頻繁に行われている．

極端な場合には，毎年定期入渠を實施している船もある．このような結果を招來する原因としては，給水處理の不完全や清罐劑の不適當などが擧げられるが，ケミカルクリーニングはできるだけ回避することが望ましい．

製鐵メーカー側からも酸洗の弊害についてのレポートが發表されているが，米國などのコンサルタントも酸洗はたるべく實施しないことを前提としている．このことはあたかも醫療において外科手術をするごとき重症にならぬよう，平素より豫防衞生に關心を拂つて，適時健康診斷を受け醫師の注意に從うという例に似ている．

止むを得ず酸洗を實施する場合には，コンサルタントエンヂニアーの勸告によつて，信賴し得る專門業者に實施させることが要望されている．

**(4) 休止罐の對策**

繫留船や入渠船のボイラが長期間休火する場合には，運轉時よりも休罐時の腐蝕防止に，十分の注意が拂われねばならぬ．

一般に實施されているのは，蒸氣ドラムまでも純水の密閉滿水を計り封止しておく方法で，pH 11～11.2 に保持するように，所要藥品を投與するとともに，水中の溶存酸素の活動を封鎖するために，亞硫酸ソーダを罐水に對して 100 ppm 程度を添加しておくものである．

なお，完全な腐蝕防止には，休火の際に餘熱ある中に罐水乾固せしめ，窒素ガスを封入しておくことが推奬されている．

以上の具體的な實施には，休罐中の封入水の損失や空氣の漏入等があるので，個々の場合について調査檢討の上，方式が決定されるものである．

**(5) 水質分析の檢定**

新造輸出船の引渡には，罐水の狀態を分析して，規定の制限値に到達しているか否かを，檢定するのがコンサルタントの業務である．これはコンサルティングエンヂニアーの中立的性格が船主と建造者の兩者から信賴されるわけであろうが，權威あるコンサルタントの檢定書は法律的にも効果があるので，歐米では盛んに利用されている．本邦では堅實なコンサルタントが船舶關係に，餘り進出していない關係上，水質の分析などは清罐劑業者がサービスで實施しているので，これを利用している場合が多い．

日本造船界が國際的な市場を開拓するためには，船舶關係專門のコンサルタント確立が急務であると信ずる．

### 3. 就役船に對する活動

戰後，國內で建造するタンカーなどでは，40氣壓や60氣壓クラスの高壓ボイラの裝備が普通となつた．かくしてボイラの養罐水處理も格段の變化が認められるに到つた．しかるに船舶では機關部員の人員的制限もあつて，分業的な水處理業務に專念することは困難である．

さらに船舶の如き交通機關では，定檢入渠の場合にボイラやタービンの開放檢査が實施されるので，就役中の運轉保守の適否は豫斷を許せぬ特殊事情が介在してくる．

この結果，船主側としては，運運中に給水や罐水のサンプルを採取して，入港時にコンサルタントの分析を待つて對策を講ずることが得策と考えるに至つた．

その實施例として擧えられるコンサルテ　ング活動は次の通りである．

**(1) 機關日誌の點檢**

契約したコンサルタントは，提示された機關日誌を檢討して意見を開陳する．ログシートにおいて特にチェックされるのは，給水の硬度・溶解固形分・珪酸分，罐水の NaOH アルカリ度・鹽素・珪酸・燐酸などである．

給水や罐水の制限値たるものは，ボイラの型式によりそれぞれに相違あり，更にボイラのメークアップ%・ブロー%によつて罐水濃縮度に差異があるので，個々の實情に即應して決定されるものである．

(2) 定期的水質分析の實施

最近のタービン船では，船内艤裝品として罐水試驗器や電氣水質計を設備してあるが，水循環の全系統の水質をチェックすることは，極めて困難である．このためには 養罐水槽・港灣受入清水・蒸溜水槽・罐水・凝水・復水などを運航中にサンプリングして保存しておく．入港時に指定のコンサルタントの分析を依頼して，早期に事故回避の對策を樹てるということになる．

既に實施している船舶が，分析結果により給水中に油脂の混入の判定あり，船内點檢で不明であつた給水管系の損傷が指摘されて，大事に至らぬうちに復舊對策が執られた實例がある．

(3) 清罐劑の處方

從來，ボイラの罐内處理には，清罐劑が汎用されて來た．この藥品は燐酸ソーダを主體として，これに苛性ソーダ・炭酸ソーダ等を添加したものであつて，混合清罐劑と稱するものである．その目的とする所は，罐水中の硬度成分と結合してブローダウンにより罐外に排除されるもので，併せて燐酸イオンを罐水に分散して，罐體の腐蝕に有害なイオン活動を封鎖するものである．

しかして米國のコンサルタントの見解に據れば，清罐劑は單味で使用されるべきで，混合の處方は個々のボイラの實情に添うべきものとしている．

このような混合清罐劑の否定により，單味の場合には燐酸イオンの維持には重合燐酸ソーダ系を單獨使用し，アルカリ度の保持には苛性ソーダを添加する趨勢にある．

(4) 藥品類の擇擇

ボイラ・エバポレータ等の罐内處理藥品は，有名無名多數の商品が出廻つている．これらの効果は實施には却つて有害なものがある．最近の傾向として，タンニン・リグニンなどの有機物が新しく登場し，消泡劑や脫酸素劑なども廣く紹介されている．しかしこれらの藥品を無批判に使用する時は事故の誘因ともなり，使用法も愼重にしなければならぬ．コンサルティングエンヂニアーは，船主から提供を受けた各種藥品の分析や基礎試驗を實施してから，始めて實地に應用させる．

前年，國内の某船が，米國から輸入されたスケールソルベントを使用したために，エコノマイザーを詰らせ，水管を交換せざるを得なかつた實例がある．この藥品は有名商社が取扱つたため，需要者は信頼して使用したのであつたが，調査してみると，米國でも戰前からあつた藥品で，舶用圓罐に主として使われており，水管ボイラには明らかに不適のものであつた．

かくのごとく先進國での實績があるからとて，研究せずに飛びつくことは危險であり，日進月歩の化學的製劑は，餘程の注意を拂わねば今日の新式ボイラに適應せずに失敗する事例もある．

(5) 試藥類の調劑

舶用ボイラ用として特に設計された罐水試驗器は，輸出船を始め國内船でも殆んど裝備するようになつた．

これらの消耗藥品や試驗器具の補充は，コンサルタントサービスの分野となる．全國各地の港灣にサービスステーションを置き，同一規格の試藥類や船用品を常備しておくコンサルタントが多くなつてきた．

(6) 訪船調査指導

船舶の機關部員には，專門の化學技術者がいないので，指定地に寄港した場合には，コンサルタントのケミカルエンヂニアーが出向して，所要の分析や調査を實施する．かかる訪船調査は，全世界共通のチェーンサービスが完備されていなければ無意味である．しかもボイラの取扱や指導については，同一のシステムを踏襲して實施されねばならぬ．米國の著名なるコンサルタントは，米本國は勿論，カナダ・イギリス・フランス・ドイツ・オランダ・ノルウエー・エジプト・日本・臺灣などの諸國にポートサービスを實施しているほどである．

(7) 技術者の指導

國内の海運會社の數社では，あらたに就役する竣工船の機關部員や，陸上轉勤中の船員に對して，基礎知識を教育して効果を擧げている．

この教育實習には，コンサルタントの附設研究所に學習に通わせているが，通常の課程では二等機關士の補習教育に2週間で充分である．

日本海運界が戰後，急速に技術水準が高まつたので，最新式裝置を取扱う擔當者たる機關部員の責務は大である．このためにコンサルタントが利用されているのである．

---

以上述べたごとくコンサルタントの船舶に對する活動と進出は，極めて著しいものがあり，需要は增加の一途を辿りつつある現狀である．造船・海運關係者の一層の御認識を願う次第である． (終り)

# 船舶の配電系統における諸問題〔續〕（4）

柴田福夫

## 〔IV〕 船舶ヒューズの新形式

船舶配電系統に數多く使用されるいわゆる船舶ヒューズについては，既に“船舶29卷5號”(以下船舶5月號と稱す) の代表的なSKヒューズを例にとつて說明した．

そしてその特長として

(1) 定格電流通電時の温度上昇制限

(2) 良好な熔斷特性

(3) 確實な遮斷性能

という三つの要求事項を目標にして，しかもロイド規格と AB-NK 規格をともに滿足せしめるようにポーセレイン筒で一定の大きさを有する形式にした SK ヒューズを紹介し，その試驗成績の一例を示した．

上記の難しい要求事項を滿足せしめるために爲されたその主た點は，特許になるその粒子の製造と若干複雜化されたヒューズエレメントの形式にある．

しかしたがら既に“船舶5月號”の終頃近くで“ヒューズに對する綜合的な考え”において述べたようにヒューズに對する要求はもとより現在のままで良いというわけには行かない．私論の所々方々で述べているように，電化のますます進むにつれて，その回路の電壓を上げて行こうとする傾向が生じ，それに應じてヒューズに要求する事項の上記第三項目，遮斷容量の要求は益々難しいものとなつて行こうとする．しかもその寸法は極力小型であることが要求され，勢いその內部の材料や構造にな お一層の研究が望まれることとなる．

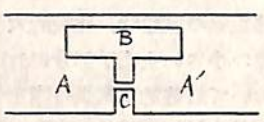
上記要求事項における (1) と (2) とはその性質から當然相反性であるといい得る．温度上昇を制限したがら，熔斷値を下げて行こうとすることは難しいことである．“船舶5月號”において筆者はその要求事項第二項で，良好な熔斷特性と書き，その中に必ずしも限時特性の大きいものを要求するものではない．という表現を爲している．しかしたがらその限時特性の大きさといつたものにも限度というものが存在する．非常に大きすぎて作動するまでに，それが保護している機器が燒損しているというのも困つたものであるけれども，逆に少しの過電流ですぐ熔斷してしまうというのもその機器に對する電力供給の安定度が悪く，船舶の運轉に支障を來すことになり，不安で仕方がないという結果にもなる．實際にはこれらを見越して，船舶の電氣機器における安全度は陸上のそれに比し，相當大にとつてあり，機器の温度上昇制限も比較的低く押えてある．要は時限の問題も限度があるという所であるけれども，現在のヒューズの時限特性の現狀からみれば，もつと時限を大きくとつても良いということがいわれるようである．定格の2倍程度の通電で本當に瞬時に切れてしまつたのでは直流電機の始動すら出來ないということである．

上記の遮斷特性と熔斷特性の良好化へ今一層近づけるためになされた新しい SK ヒューズの方法をここで紹介しよう．

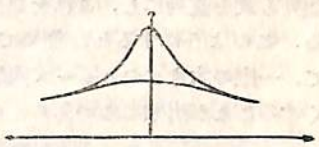
### (a) ヒューズエレメントの直並列形式の一例

既に〔III〕の (B) において述べたように，遮斷裝置の遮斷部分は直並列形式に進みつつあるというのが筆者の考えであり，そして實際，この結果は非常に有效であることを示している．

SK ヒューズにおいてもその進み方は期せずしてそのようなことになつてしまつたのである．舊型のヒューズエレメントの方法はこの第23圖に示すような並列エレメント方式で，かつこの場合，幅廣い素子中の中央部に狹小幅部を設けた主素子とこれに並列に接續された細長の副素子とよりなる形式とした．このようにした場合，既に“船舶5月號”に說明したように温度分布は第24圖の示す如く，主素子の狹小部分が最高温となり，必ず主素子の方が先に熔斷し，主素子から電流は副素子に移行するのであり，電流は最終的に副素子で切るから，最終電弧を細長くして，遮斷しやすくするのである．並列素子の主素子と副素子中を通る電流を比較すると，このようにした場合，第23圖の C 中における單位體積中の通過電流は B 中の單位體積中の通過電流より大となるため，C の發熱量はそれに相當する並列素子 B の中央部の發熱量に比し大となる．棒狀あるいは線狀等の同一斷面形のヒューズエレメントにおいて，その斷面と長さの比が大きい程，端部における熱エネルギーの放散度が大となることは實驗上も知られていることであるから，主エレメント中の狹



第 23 圖

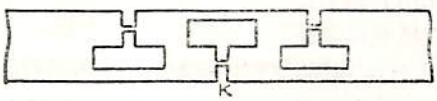

第 24 圖

小部分から A，A の部分への放散の度合の方が B の中央部よりその兩端へエレメントを通じて逃げ去る放散熱の度合より大きいと考えられるけれども，それにも增して上記の C 部分における發熱量と B 部分の發熱量との比が大きいから，結局上記のように第24圖の温度分布を得るということになるのである．

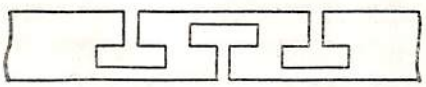
この方式は既に以前說明したように，上記のヒューズ三要求を滿足させる良好な結果を得しめる秀れた方式ではあつたけれども，ある面から考えればこの方式においても一つの限界があつた．それは既に述べたような漠然たる限界，すなわち“電壓”の問題である．つまり單なるこの並列方式においてはある程度以上の電壓を印加した場合，必ずしも良好な結果が得られない場合が生ずるのである．既に遮斷器の項においても若干述べたが，主素子から副素子への電流の移項はこの並列方式においては極めて重要なファクターである．そして必ず主素子の電弧は副素子の熔斷完了以前に消滅せしめられることが要求されるのである．

しかしながら，ある一定の電壓範圍内でもしこの事柄が完全にうまく行くとしても，インダクタンスの大きい回路の場合，あるいは電壓の若干大きくなつた回路の場合，この副素子における最終電弧の遮斷時，比較的大きい電壓上昇を來し，熔融間隙の小さい主素子部分における再點弧を生じ，主素子において最終的に電弧遮斷をするというまずい結果となり，凡そ最初の目的に合致しないということとなるのである．

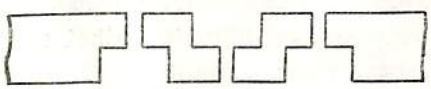
ここにおける改良はこの上記の缺點を完全に Cover しようとするものであつて，この第23圖主素子副素子並列方式を直列にし，これを交互に組み合せたものである．このようにすると，極めて空間占有率が大であつて，一定の大きさのヒューズ内部に造り得る直列數を多くすることが出來るのである．第25圖にはその一例を




第 25 圖



第 26 圖



第 27 圖

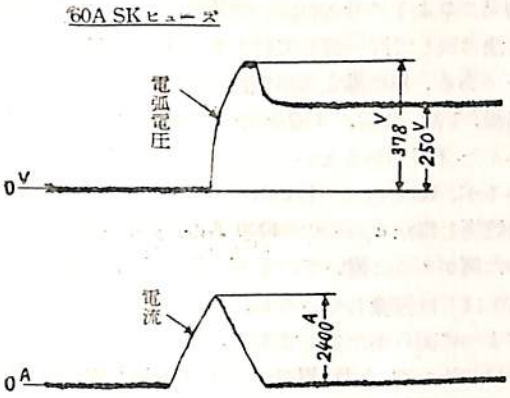
示す．この圖において短絡過電流の際，まず第一段階として第26圖となり，最終的に長い副素子のみ直列に殘り，これが最終電弧となり，第27圖のような殘査を得ることが判ろう．第25圖における形式は交互にその長い素子が直列に存在して，極めて有効な消弧力があることが示されよう．

遮斷の際の多重遮斷點方式は直並列方式において最も有効であることが判るが，この第25圖においても結局直並列合せて6個の遮斷點を有することになり，その小さい空間中の6個は極めて能率的であるといい得る．この六つのポントは嚴密にいうと，その熔斷の時を異にしていて，1個ずつ熔斷し，その電流の減少度は平均化しており，いわばその電流の時間的微分係數は一定で，從つてその電弧電壓も終始一定の形狀に近い有効電弧電壓の狀況を示している．これは後に示す直流遮斷のオッシログラフによつてよく判明する．一方この形式とした場合，ヒューズエレメント直列素子中の中程にある1組の並列素子中，主素子の狹小幅部分（第25圖の K の部分）を小さくすることによつて，その中を通過する單位體積當りの電流を大きくすることが出來るため（これは主素子と副素子の並列素子による機械的强度が强いため，相當程度まで爲し得る）その最小熔斷電流を低くすることが出來るのである．また三つに直列となつているから，その三つの直列熔斷部間の中間部分となつている所に熱のプール部分があり，これによつて作動の時限をある程度保持し得るのである．これらの實際値について次に示そう．

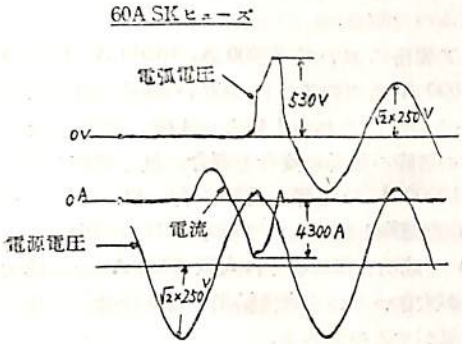
**(b) 新 SK ヒューズの遮斷成績**

一般的に小型のヒューズで交流直流の區別なく，450V 程度の遮斷を行わせようとする努力は常に爲されている．この新 SK ヒューズの試みも結局それが目的であるのだが，この實際の遮斷成績は次のようになつている．これについてはなおその試驗成績が少なく，今後の多くの試驗が爲されて後，確かなことがいえるのだが，現在の中間報告程度としてお知らせする次第である．ここに紹介する SK ヒューズはすべて SK-50 型，すなわち小型（いわゆる NK の 250V 型）である．

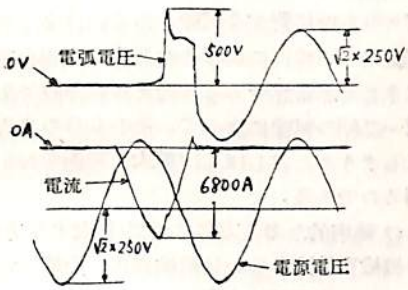
第28圖に示すのは直流 250V，5000 A 短絡回路（電源 500 KW 電動發電機）L/R＝0.0107 によつて遮斷した際の定格 60A 型ヒューズのオッシログラフである．この圖においては電流の減少度が電弧時間中終始一定であり，ある程度適當な電弧時間を保つており，かつそのため電弧電壓の上昇度は終始きわめてゆるやかで，結局最高 400V に達しないことが判るであろう．第29圖は交流 250V，PF＝0.2，60 ∼，5000 A 回路によつて（電




第 28 圖




第 29 圖 (a)




第 92 圖 (b)

源 600KVA 變壓器) 遮斷した定格の 60A, 100A, ヒューズ遮斷試驗成績である.

**(c) 新 SK ヒューズの熔斷試驗**

上に說明したようにこの形式では熔斷特性において, 定格の 2 倍程度の電流を通電する際若干熔斷時間が長くなるという結果が生ずる. 船舶 5 月號のグラフと下記の新ヒューズの成績の一例とを比較するとその事情が判明するであろう. 下記の成績は定格の 135% 電流による成績 5 個に對する平均と, 200% 電流による成績 2 個に對する平均である.

〔熔斷時間 (平均値)〕

| 〔定格〕 | 135% | 200% |
|---|---|---|
| 30A | 40.5 A (11分 5 秒) | 60A (29秒) |
| 60A | 81 A (13分 11 秒) | 120A (34秒) |
| 100A | 135 A (21分 5 秒) | 200 A (41秒) |
| 200A | 270 A (48分 12 秒) | 400 A (68秒) |

**〔V〕 遮斷器およびヒューズの遮斷試驗方式その他二三に關する檢討**

船舶における電氣の系統で用いられる遮斷器やヒューズの遮斷能力を試驗する方式は現在どのようにして行われているか, そしてまたその方法は果して妥當だろうか? ということを檢討することは遮斷器やヒューズの遮斷性能項目に對する要求が嚴しくなつて來た現在, きわめて意義のあることである.

というのは現在の設計で, 一方において極力機器を小型化しようとする努力があり, そのためこれらの機器に要求する遮斷性能はその限界すれすれの所まで來ており, 極めて Severe であるということで, その結果試驗方法によつては, それらの機器の眞の遮斷能力を檢査し得ない場合が出てくるかも知れないと考えられるからである.

この遮斷試驗方法に對する檢討については, 既に所々に前述した論の總まとめ的なものになるのであるが, 以下箇條書, たいし覺書的な形式で述べることとする.

(a) まず遮斷器やヒューズの遮斷試驗は出來得る限り (もしそれが交流用の遮斷器やヒューズであつたとしても) 直流電源で試驗することが望ましい. このことに關しては既に〔I〕〔B〕に述べたが, 交流電源で試驗する場合, その被試驗機器の性能そのものの工作のむらによるよりも, 交流電源の回路投入時期により影響される遮斷電弧エネルギーの大小度合の方が遙かに大きく, 何回の中何回遮斷成功をしたというその試驗結果はその被試驗機器そのものの性能のむらを示したものではなく, むしろ交流電源の回路投入時期の確率の檢査をしているような結果と考えられるかも知れないのである.

三極の遮斷器の場合は直流電源で試驗するわけにも行かず, また一方三極の場合は比較的その確率が平均化され得るので, 三相交流回路で試驗を行うことはやむを得

ないともいえるが（それでも實は回數を多くしなければその三極に對するエネルギーのアンバランス狀況はまちまちで，その狀況次第で最大の困難時があると考えられ，はつきりとは判らない．いわゆるノンヒューズブレーカーのようにその遮斷能力の低いものに對しては2回，3回と續いて短絡試驗を同一供試品について行うことは不可能であり，このような場合には供試品の數を多くして回數を多くするようにせねばならぬと思う）單相二極遮斷器やヒューズの場合は直流電源で試驗を行い，その遮斷能力の階級を分けるべきだと思う．

**(b)** 直流回路，交流回路いずれの場合であつてもその回路インダクタンスは遮斷の難易に非常な影響をおよぼすのである．このことは既に述べたことであるが，遮斷器においてはその限流作用が殆んど効かないため，電弧エネルギー中のインダクタンスエネルギー分はその電流の二乘に比例するから，推定短絡電流の多くなるにつれてその遮斷は非常に困難になつて行くのであるけれども，ヒューズにおいてはその定格によつて，小さい定格のヒューズでは限流作用が相當程度において効くので，定格の小さい 30 A 定格等においては 10000 A 推定短絡回路といつても 1500A とか 2000A 程度しか電流は流れないような現象が生じ，上記の遮斷器とは異つた結果が得られるのである．

從つて現在，わが國の規格に定められている

| | Amp. | L/R | cos φ |
|---|---|---|---|
| | | 最小 | 最大 |
| 2種 | 5000 A, | 0.004, | 0.4 |
| 3種 | 10000 A, | 0.007, | 0.35 |

なる表を觀察してみると，交流の場合，

$$250\ \mathrm{V}/50000\ \mathrm{A}=0.05\ \Omega=\sqrt{R^2+\omega^2 L^2}$$

$$250\ \mathrm{V}/10000\ \mathrm{A}=0.025\ \Omega=\sqrt{r^2+\omega^2 l^2}$$

を比較し，その最大 cos φ と照し合せると $L\fallingdotseq 2l$ で，從つて推定短絡電流 10000 A の回路と 5000 A の回路とを比較すれば，10000 A 回路のインダクタンスの2倍のインダクタンスを 5000 A 回路が有することになる．

上記のように電弧エネルギーは電流の2乘と，インダクタンスの1乘との相乘積に比例するから，それに影響する電流のファクターは大きいけれども，小さい定格になる程ヒューズの限流程度が大であり．從つて 5000 A 回路の時と 10000 A 回路の場合とは實際に流れる電流値が餘り變らないので，そのエネルギーは却つて 5000 A 回路の方が大きい場合があるのである．このことは推定短絡電流 2500 A との比較においても同樣に考えられる．

結局このように考えれば，遮斷器とヒューズの遮斷試驗方法は決して同一視してはならぬという結論が出て來るのである．單に推定短絡電流によつてそのヒューズ遮斷階級，1種，2種，3種を分けて考えているのは實は大へんな矛盾があるということをここで指摘するわけであるが，Baxter の Electric-Fuses にも 33000 A 回路を遮斷し得たヒューズで4000 A の回路が遮斷され得なかつた例があると書いているが，そのような例はわれわれもしばしば經驗しているし，これらのことは上記の理論によつて明らかなことである．

やはりその點 A B 規格つまり Under Writer Laboratory に定められているように，直流電池によつて 10000 A. 公定價格1本に定めているのはなべたるかたといえるのである．

ロイド規格において 33000 A, 16500 A, 4000 A, そして 1000 A とこのようにお互い間隔が相當大きく開いているのは，これら1種より4種に到る階級において，その遮斷の難易の度合を割合に良く整理しているためで，10000 A の遮斷を良好に行い得たヒューズで 5000 A を遮斷し得るという確率は比較的少なく，また 2500 A で成功し得る場合は大抵 5000 A でも成功する可性能が大きいという實驗結果と考え合せると良く判るような氣がするのである．

**(c) 遮斷試驗その他の檢査における確率的な考え方**

一般的にいつて檢査方式に確率の考え方が多く入つて來たのは戰後のことである．

マスプロのものに對する試驗，あるいは多くの回數を要する試驗についてはこれはその判定の良否を確率的に決定すべきことが當然であると考えられるのである．數少いただ一二回の試驗によつて，そのものの良否判定を決定してしまうことはしばしば重大な錯誤をおかすこととなり得るのである．

これらの確率的な考え方によつて判定する方法は當然，その被檢査特性あるいは被檢査物の性質を根本的によく考えてから相對的に考慮されねばならぬもので，例えばヒューズの熔斷時間（135% 電流定格による）などは定格の 135% というものがそのヒューズの最小熔斷電流値に近いのであるからその熔斷特性曲線から考えて限界の所に來ており，ある程度の時間の大小は認め，その平均的に1時間（つまり5本行つた場合ならば total で5時間）といつた所，あるいは大型のものでは平均的に2時間というようなことはやはり認めても良いと思う．實際にヒューズの適用の場合，135% でそれ位の allowance があつても，これはあくまでも上記のように下の制限であると考えられるから，そのような特性で

あれば，大體140%，150% となるにつれて次第に秀れた均一特性になつていると判斷され得るのである．その邊の相對的な考慮は當然保護裝置の系統との相關性からも確率的な考え方の中に加味されるべきだと筆者は思うのである．

それから奇妙に思われるのは5個の中3個良ければ良，もし5個の中3個悪ければ，更に5個やつて全數で10個の中4個良ければ良いといつた考え方，これは一體確率的な考え方として合理的なのかと考えるに，既に5個の中から3個を不良として出したその Group から次にその同じ Group から5個をとり出して1個を不良として他の4個を良品として出し得るかということ，これはそのような考え方は確率的にまずいと思う．つまり40% の合格率しかなかつたという事前事象があるのに，それから80% 以上の合格率を出そうという確率，これを計算すれば第2回目に新しく試驗する場合，その1個1個が良となる確率は2/5であるから，

$$\frac{2}{5}\times\frac{2}{5}\times\frac{2}{5}\times\frac{2}{5}=\frac{16}{625}=0.0256$$

という凡そ確率0に近いような，例えばお年玉葉書1枚もらつてそれが當りであつたという確率と等しい，考えても不可能に近いものである．このような規則はやはり廢した方が良い．

以上筆者はやや蛇足めいたことを述べたが，遮斷性能を對象にした試驗の場合，遮斷器においても，ヒューズにおいても非常に重要視しているから，上記のような6割成功というような簡單な成功率では不可で，90%ないし100% 成功であることを條件としている．これは勿論，その要旨はうなづけるが，幾度か既に述べたようにその試驗を交流電源でやつた場合，製作の均一度の表現がこの試驗結果として表われないということがいわれるのである．

人の作つた規則に誤ちがあることは當然の話であるけれども，やはりその發見された誤りはなるべく早く，そしてより良い方向へと訂正されて行かねばならない．誤ちを改むるに憚る所勿れ．

## 〔VI〕 雜

船舶における電氣系統は丁度，人間における腦神經系統の作用とも比すべき重要な指令系統をつかさどつている．神經が血管とともにあらゆる重要器管の作動に關聯しているように，船內の電氣系統は船の推進あるいは航行に必要な重要機器の作動に關係している．從つて配電を一瞬間止めても船は直ちに停止してしまうのであつて，そこにいわゆる船舶配電の“連續サービス”が要求され，あるいはまた Essential Service 方式といつた考え方も生ずるわけである．しかしながら如何に電氣系統の配電サービスが重要であつたとしても，機器の故障や回路短絡をおかしてまでも連續サービスを行なわなければならぬという考え方は間違いである．時々そのような考え方をしている人もあるけれども，そのような特攻的精神は一局部の修理ですむものを，そのため，みすみす重要な機器1個あるいは全系統の大故障を惹起せしめるもので，全く馬鹿げた考え方であるといわざるを得ないであろう．重要な電氣機器1個の損傷もこれが船の航行には重要な影響を與えるものであり，從つて出來得れば，故障個所の發見もなるべく速かに行い 自動的に切斷することが望ましいのではないかと考える．

そこで電氣系統全體としての配電の調和が考慮され．一般的に保護裝置の作動電流値の低下とともに Trip of long time characteristic が實施されるようになつたわけである．電氣系統の根元を爲す主發電機や非常用發電機の Trip of long time characteristic はこの考え方が系統の根元までも適用されたことを意味するもので，バイメタル利用の non fuse breaker における大きい値の瞬時トリップや，long time characteristic の fuse 等との相互關聯を系統全體からみた場合．當然この方向へ進むのが妥當であろう．しかしこの際現狀においては，發電機そのものよりも原動機の過負荷容量がそれ相當に餘裕を有するようにされなければならなくなることは當然であり，若干原動機裝置における容量の增加が考えられなければならないのではないだろうか．

發電機が主遮斷器の作動によつて breakされた時の船內の狼狽というものは陸上において考えられている想像以上のものであるので，上以の long time trip の妥當性と同樣，主遮斷器を誤ちによつてなるべく作動させないというあらゆる努力がはらわれてしかるべきと考えられる．そこで主遮斷器が誤作動するような所にヒューズを挿入してはならないと考えられ，交流の場合ならばその trip 機構に關係のある P.T 回路にヒューズを入れてはならないのである．

交流發電機の場合，その遮斷器のトリップ補助回路の複雜化する交流方式はこの點からいつてもあまり感心しないのではないだろうか．

## 〔VII〕 結　　言

筆者は序文に述べた如く，“船舶”30年2～3～5月號の“船舶の配電系統における諸問題”を補足するつもりで，雄辯は金なりとしてこの文を書き始めたが，その篇

(514 頁へつづく)

# 第12次船適格船一覧表

(31. 5. 1決定) 船價審査室

| 區分 | | 造船所 | 船主 | 船級 | 船型 | G. T. | D. W. | 主機馬力 | 速力 | 就航航路貨船先 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 定期船 | 17ノット | 三菱日本 | N. Y. K | NK LR | F | 9,400 | 11,100 | 12,000 | 17.8 | 西航歐洲 |
| | | 三菱長崎 | 〃 | 〃 | 〃 | 9,370 | 11,000 | 12,000 | 17.8 | 西航歐洲 |
| | | 新三菱 | O. S. K | NK AB | 〃 | 9,450 | 11,840 | 12,000 | 17.4 | ニューヨーク |
| | | 三井 | 三井 | NK LR | S | 7,200 (9,600) | 10,600 (10,900) | 11,250 | 17.25 | ニューヨーク |
| | 16ノット | 新三菱 | O. S. K | NK AB | F | 8,970 | 11,680 | 9,300 | 16.6 | 西航南米 |
| | | 三菱長崎 | 大同 | NK LR | 〃 | 9,200 | 11,600 | 8,500 | 16.1 | ニューヨーク |
| | 15ノット | 三井 | 三井 | NK LR | S | 6,350 (8,700) | 10,600 (12,200) | 7,500 | 15.4 | 東航南米 |
| | 14ノット | 播磨 | 東京 | NK | F | 7,800 | 10,300 | 6,000 | 14.25 | インドネシア |
| | | 川崎 | 川汽 | 〃 | 〃 | 8,150 | 10,730 | 2,800×2 (5,490) | 14.1 | 中南米西岸 |
| | 計 9隻 | | | | | 75,890 (80,640) | 99,450 (101,350) | | | |
| 不定期船 | 14ノット | 日立因島 | 大洋(海) | NK | F | 8,750 | 12,650 | 6,250 | 14.4 | 自營 |
| | | 〃 | 新日本 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 自營 |
| | | 日立櫻島 | 山下 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 〃 | 自營 |
| | | 石川島 | 協立 | 〃 | 〃 | 7,900 | 11,770 | 6,000 | 14.0 | 三井 |
| | 13.5〜14 | 川崎 | 日鐵 | NK | F | 8,080 | 11,080 | 5,200 | 13.8 | 自營 |
| | | 浦賀 | 日東 | 〃 | 〃 | 7,550 | 11,000 | 5,400 | 13.8 | 自營 |
| | | 名古屋 | 東邦 | 〃 | Aft. F E | 8,750 | 12,600 | 5,600 | 13.7 | 自營 |
| | | 藤永田 | 乾 | 〃 | F | 8,600 | 12,450 | 5,400 | 13.65 | 三井 |
| | | 三菱廣島 | 三菱 | 〃 | 〃 | 7,550 | 11,500 | 5,100 | 13.5 | 自營 |
| | 13〜13.5 | 鋼管清水 | 玉井 | NK | C. S | 9,250 | 13,400 | 5,250 | 13.1 | O S K |
| | | 藤永田 | 明治 | NK LR | F | 8,600 | 12,500 | 4,700 | 13.1 | 三井 |
| | | 鋼管鶴見 | 日産 | 〃 | Weel D K. Aft E | 9,950 | 15,300 | 5,530 | 13.0 | 自營 |
| | | 吳 | 日之出 | NK | Long Poop Aft. E | 5,650 | 8,230 | 4,100 | 13.0 | 自營 |
| | 計 13隻 | | | | | 108,130 | 157,710 | | | |
| 貨物船合計 22隻 | | | | | | 184,020 (188,770) | 257,160 (259,060) | | | |
| 油槽船 | スパ11 | 播磨 | 飯野 | NK AB | 三島 | 20,500 | 32,900 | T. 15,000 | 16.0 | 自營 |
| | | 日立因島 | 森田 | NK | 〃 | 21,000 | 33,500 | 15,000 | 15.5 | 自營 |
| | 計 2隻 | | | | | 41,500 | 66,400 | | | |
| | スダンド | 吳 | 照國 | NK | 三島 | 13,200 | 20,850 | 9,100 | 14.75 | 自營 |
| | | 三菱廣島 | 太平洋(海) | 〃 | 〃 | 21,000 | 21,000 | 8,500 | 14.5 | 自營 |
| | 計 2隻 | | | | | 26,400 | 41,850 | | | |
| 合計 4隻 | | | | | | 67,900 | 108,250 | | | |
| 總計 26隻 | | | | | | 251,920 (256,670) | 365,410 (367,310) | | | |

# 水槽試験資料 65

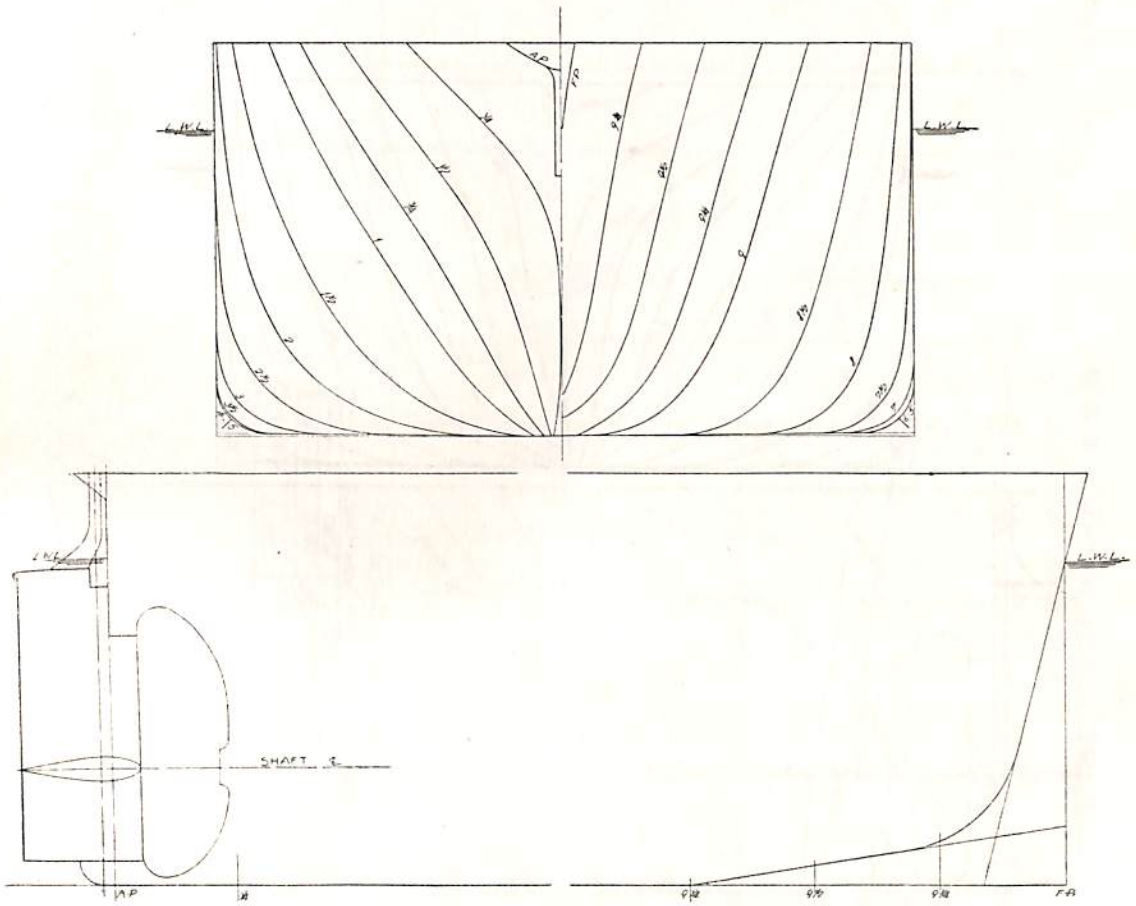
船舶編集室

(M.S. 112×M.P. 92, M.S. 113×M.P. 93)

## ——中型貨物船の模型試験——

今回は長さ 100 米級の貨物船で肥瘠係數の比較的大きい場合の試驗成績を揚げる．M.S. 112 は垂線間長さ 106.7 米の，M.S. 113 は103.0 米の實船に對應するいずれも 6 米模型船で，兩船の主要目は，試驗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 表に示した．方形肥瘠係數はそれぞれ 0.763 および 0.751 である．正面線圖および船首尾形狀は第 1 圖および第 2 圖に示したが．これら 2 船は建造年代がふるいためにカウンター・スターンの形がとられている，舵はともに流線型舵である．

試驗は滿載および試運轉の 2 狀態に對して實施された．その成績は第 3 圖および第 4 圖に示す．



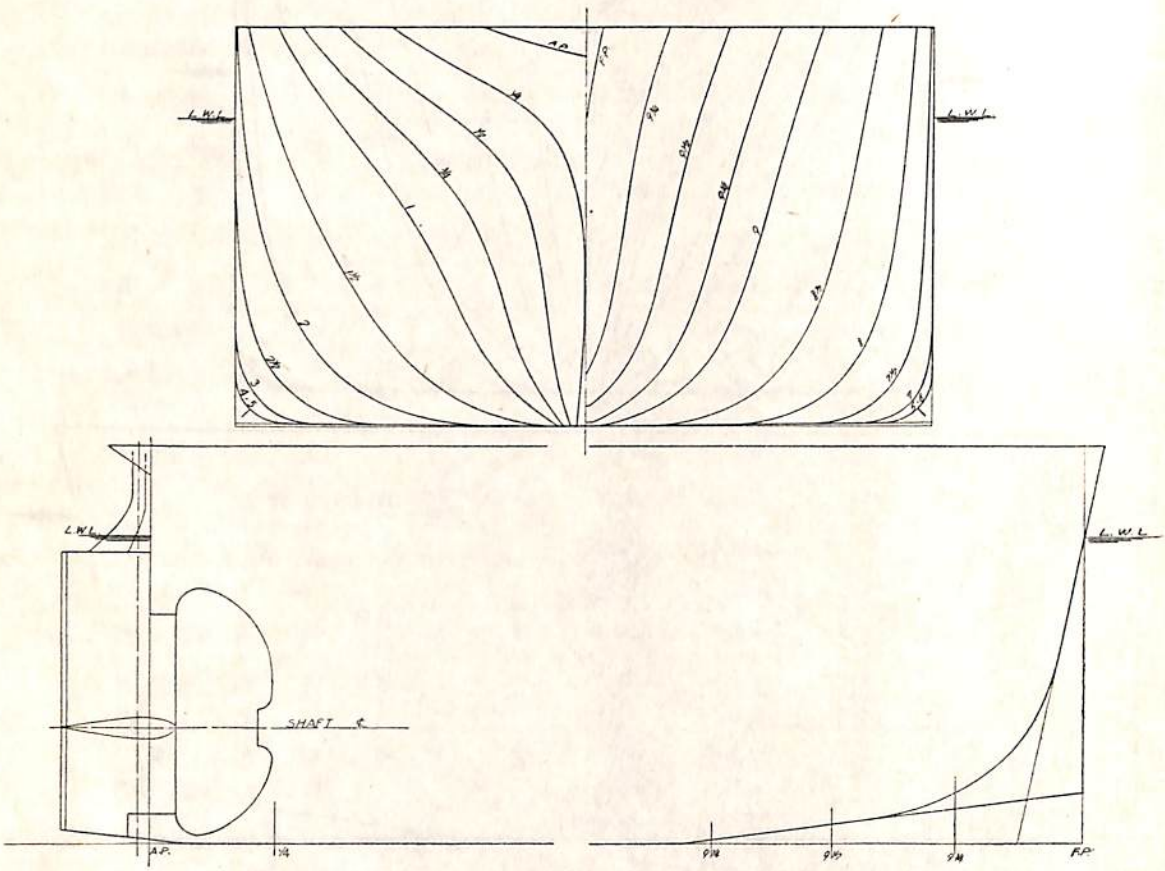

第 1 圖 M.S. No. 112 正面線圖および船首尾形狀圖

## 第 1 表　要　目　表

| M.S. No. | | 112 | 113 |
|---|---|---|---|
| 長 (L.B.P.) | | 106.70 米 | 103.00 米 |
| 幅 (B) 外板を含む | | 14.99 米 | 14.74 米 |
| 滿載狀態 | 吃水 (d) | 6.969 米 | 6.621 米 |
| | 吃水線の長さ (L.W.L.) | 106.70 米 | 103.00 米 |
| | 排水量 (⊿) | 8,712 噸 | 7,735 噸 |
| | Cb | .763 | .751 |
| | Cp | .770 | .758 |
| | C⊠ | .991 | .991 |
| | lcb (L.B.P. の%にて, ⊠印より) | −.420 | −.330 |
| 平均外板の厚さ | | 20粍 | 20粍 |
| $\lambda_s$ * | | .14200 | .14211 |
| $\lambda'_s$ * | | .1471 | .1478 |

* 印 L.W.L に基く

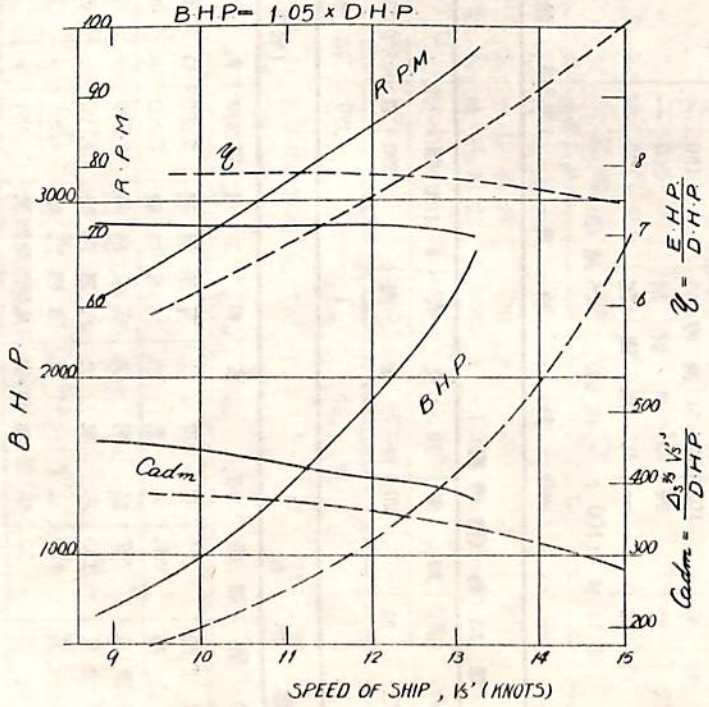
| M.P. No. | 92 | 93 |
|---|---|---|
| 直徑 | 4 500米 | 4.501 米 |
| ボス比 | .211 | .202 |
| ピッチ (遖增) | 4.772 米 | 4.727 米 |
| ピッチ比 ( 〃 ) | 1.060 | 1.050 |
| 展開面積比 | .389 | .381 |
| 翼厚比 | .0427 | .0450 |
| 傾斜角 | 11°～0′ | 9°～0′ |
| 翼數 | 4 | 4 |
| 回轉方向 | 右 | 右 |
| 翼斷面形狀 | エーロフォイル | エーロフォイル |




第 2 圖　No. 113　正面線圖および船首尾形狀圖

| CONDITION | DRAFT IN M. | | | DISPLT. IN $M^3$ | MARK |
|---|---|---|---|---|---|
| | A.P. | M.S. | F.P. | | |
| TRIAL | 3.871 | 2.809 | 1.737 | 3122 | — — — |
| FULL | | 6.989 | | 8500 | ——— |

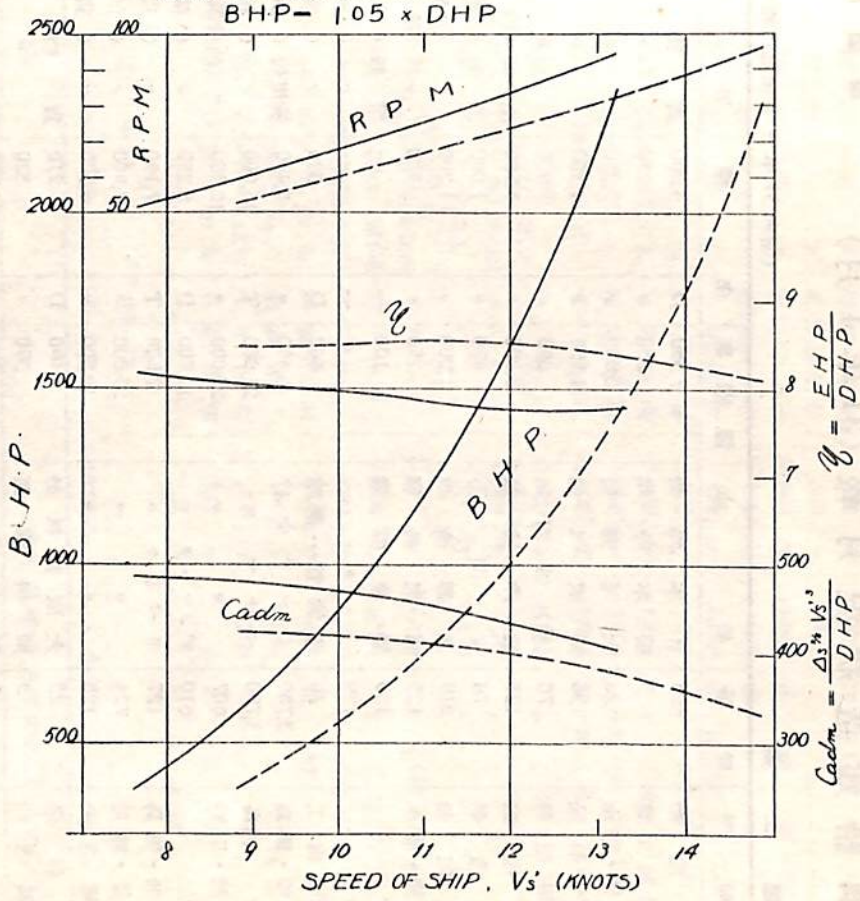
REMARKS ; WITH ALL APPENDAGES.




第3圖 M.S. 112×M.P. 92 B.H.P. 等 曲 線 圖

| CONDITION | DRAFT IN M. | | | DISPLT IN $M^3$ | MARK |
|---|---|---|---|---|---|
| | A P | M S | F P | | |
| TRIAL | 4.081 | 3.051 | 2.021 | 3220 | — — — |
| FULL | | 6.621 | | 7548 | ——— |

REMARKS : WITH ALL APPENDAGES




第4圖 M.S. 113×M.P. 93 B.H.P. 等 曲 線 圖

# 鋼船建造状況月報(31年4月)

船舶局造船課

## (イ) 起工船

(昭和31年4月末迄に報告のあつたもの)

| 造船所 | 船番 | 船主 | 總噸數 | 主機 | | 用途 | 起工年月日 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 播磨造船 | 508 | 日本郵船 | 7,350 | D | 4,200 | 貨物船 | 31. 4. 21 |
| 第一船舶工業 | 3 | 橋本時雄 | 230 | 〃 | 250 | 〃 | 31. 4. 25 |
| 日本鋼管・清水 | 126 | 大阪商船 | 6,800 | 〃 | 5,250 | 〃 | 31. 4. 28 |
| 佐野安船渠 | 136 | 協成汽船 | 1,595 | 〃 | 1,300 | 〃 | 31. 4. 13 |
| 瀬戸田造船 | 70 | (株)柏商船 | 698 | 〃 | 900 | 〃 | 31. 4. 16 |
| 大阪造船 | 125 | 極洋捕鯨 | 8,300 | 〃 | 5,500 | 漁船(冷運) | 31. 4. 28 |
| 深堀造船 | 76 | 東貿易 | 470 | 〃 | 1,000 | 漁船(鮪) | 31. 4. 13 |
| 金指造船 | 218 | 清壽漁業 | 1,000 | 〃 | 1,200 | 〃(〃) | 31. 4. 5 |
| 日本鋼管・清水 | 125 | 鹿兒島縣 | 250 | 〃 | 500 | 〃(練習) | 31. 4. 2 |
| 〃 | 128 | 鋼管鉱業 | 100 | — | — | 雜船(浚) | 31. 4. 1 |
| 〃 | 129 | 〃 | 〃 | — | — | 〃(〃) | 〃 |
| 日本海重工 | 70 | 運輸省一港建 | 560 | D | 320 | 〃(浚) | 31. 4. 2 |
| 日立造船・櫻島 | 3,789 | インド向け | 6,450 | 〃 | 5,400 | 輸出船(貨) | 31. 4. 5 |
| 〃 因島 | 3,790 | パナマ 〃 | 21,000 | T | 15,000 | 〃(油) | 31. 4. 30 |
| 三井造船・玉野 | 607 | 〃 〃 | 25,000 | 〃 | 12,500 | 〃(油兼鑛石) | 31. 4. 14 |
| 〃 | 610 | デンマーク 〃 | 12,700 | D | 8,250 | 〃(油) | 31. 4. 30 |
| 三菱造船・廣島 | 127 | リベリヤ 〃 | 7,800 | T | 7,150 | 〃(貨) | 31. 4. 26 |
| 日本鋼管・鶴見 | 721 | 〃 〃 | 25,000 | 〃 | 17,500 | 〃(油) | 31. 4. 7 |
| 名古屋造船 | 128 | 〃 〃 | 10,500 | 〃 | 6,600 | 〃(貨) | 31. 4. 30 |
| 幸陽船渠 | 23 | 大阪機帆船 | 190 | D | 210 | 貨物船 | 31. 3. 15 |
| 三津濱造船 | 3 | 前田海運 | 350 | 〃 | 320 | 〃 | 〃 |
| 〃 | 5 | 新田汽船 | 499 | 〃 | 550 | 〃 | 〃 |
| 下田船渠 | 102 | 昭和油槽船 | 150 | 〃 | 160 | 油槽船 | 〃 |
| 呉造船 | 26 | 神戸製鋼 | 200 | — | — | 雜船(浚) | 31. 3. 26 |
| 太田造船 | — | 八州海運 | 120 | — | — | 〃(舾) | 31. 3. 25 |
| 他11隻(100トン未満) | | | 906 | 總噸 | | | |
| 合計 | 36隻 | | 138,318 | 總噸 | | | |

## (イ) 起工船(警備艦)

| 造船所 | 船番 | 注文者 | 排水噸 | 主機 | | 用途 | 起工年月日 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 呉造船 | 20 | 防衛廳 | 350 | D | 2,000×2 | 驅潜艇 | 31. 3. 15 |
| 合計 | 1隻 | | 350 | 排水噸 | | | |

## (ロ) 進水船

(昭和31年4月末迄に報告のあつたもの)

| 造船所 | 船番 | 船名 | 船主 | 總噸數 | 主機 | | 用途 | 進水年月日 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 藤永田造船 | 51 | 明哲丸 | 明治海運 | 8,600 | D | 4,700 | 貨物船 | 31. 4. 28 |
| 播磨造船 | 506 | 天光丸 | 三光汽船 | 7,200 | 〃 | 4,900 | 〃 | 31. 4. 19 |
| 石川島重工 | 747 | 協明丸 | 協立汽船 | 7,800 | 〃 | 6,250 | 〃 | 31. 4. 9 |
| 名古屋造船 | 133 | 馬來丸 | 八馬汽船 | 7,700 | 〃 | 6,000 | 〃 | 31. 4. 24 |
| 佐野安船渠 | 128 | せれべす丸 | 關西汽船 | 4,995 | 〃 | 3,480 | 〃 | 31. 4. 13 |
| 幸陽船渠 | 22 | 第二共和丸 | 共和産業海運 | 185 | 〃 | 250 | 〃 | 31. 4. 22 |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 浪速船渠 | 20 | 金生丸 | 興國海運 | 320 | D | 350 | 貨物船 | 31. 4. 25 |
| 尾道造船 | 35 | 曉丸 | 兵庫機帆船 | 380 | 〃 | 430 | 〃 | 31. 4. 15 |
| 三菱造船・長崎 | 1,475 | 日興丸 | 東京タンカー | 20,500 | T | 15,000 | 油槽船 | 31. 4. 28 |
| 名村造船 | 298 | 第八志賀島丸 | 福岡縣志賀町 | 120 | D | 320 | 客船 | 31. 4. 28 |
| 林兼造船 | 874 | 隆邦丸 | 日東捕鯨 | 495 | 〃 | 2,700 | 漁船(捕鯨) | 31. 4. 15 |
| 〃 | 873 | 玄洋丸 | 福岡縣 | 270 | 〃 | 550 | 〃 (練習) | 31. 4. 25 |
| 三菱造船・下關 | 513 | 第二十三黒潮丸 | 日魯漁業 | 700 | 〃 | 1,200 | 〃 (鮪) | 〃 |
| 大阪造船 | 121 | 第十一京丸 | 極洋捕鯨 | 680 | 〃 | 3,500 | 〃 (捕鯨) | 31. 4. 28 |
| 日立造船・因島 | 3777 | VENTURER | イタリー向け | 21,600 | T | 15,000 | 輸出(油) | 31. 4. 25 |
| 石川島重工 | 744 | ANDROS GLORY | アメリカ 〃 | 7,900 | 〃 | 8,200 | 〃 (貨) | 31. 4. 28 |
| 三井造船・玉野 | 603 | JOHN WILSON | リベリヤ 〃 | 8,200 | D | 3,600 | 〃 (〃) | 〃 |
| 三菱造船・廣島 | 125 | CORN WALL | 〃 〃 | 7,800 | T | 7,150 | 〃 (〃) | 31. 4. 25 |
| 日本鋼管・鶴見 | 720 | ALLEN D. CHRISTENSEN | 〃 〃 | 11,300 | 〃 | 12,500 | 〃 (鑛石) | 31. 4. 2 |
| 〃 | 724 | PONTOPOROS | パナマ 〃 | 6,900 | D | 5,530 | 〃 (貨) | 31. 4. 23 |
| N. B. C. 吳 | 49 | ORE-REGENT | リベリヤ 〃 | 16,000 | T | 12,500 | 〃 (鑛石) | 31. 4. 25 |
| 幸陽船渠 | 16 | 第五天社丸 | 神原汽船 | 580 | D | 650 | 貨物船 | 31. 4. 27 |
| 岸上造船 | — | 第五明福丸 | 兼重儀一 | 380 | 〃 | 360 | 〃 | 〃 |
| 向島船渠 | 31 | 第三十一住德丸 | 住德汽船 | 350 | 〃 | 360 | 〃 | 〃 |
| 波止濱造船 | 42 | 第二日進丸 | 日進海運 | 210 | 〃 | 320 | 油槽船 | 〃 |
| 關西造船 | 7 | — | ニッケルエンドライオンス | 120 | — | — | 雜船(油艀) | 31. 3. 31 |
| 他 26 隻 (110 噸未滿) 1,978 總噸 | | | | | | | | |
| 合計 52 隻 143,263 總噸 | | | | | | | | |

(ハ) 竣工船 (昭和 31 年 4 月末日迄に報告のあつたもの)

| 造船所 | 船番 | 船名 | 船主 | 總噸數 | 主機 | | 用途 | 竣工年月日 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 三井造船・玉野 | 608 | 最上山丸 | 三井船渠 | 7,200 | D | 11,250 | 貨物船 | 31. 4. 28 |
| 幸陽船渠 | 16 | 第五天社丸 | 神原汽船 | 580 | 〃 | 650 | 〃 | 31. 4. 30 |
| 瀨戸田造船 | 68 | 星山丸 | 三星海運 | 490 | 〃 | 450 | 〃 | 31. 4. 3 |
| 日立造船・向島 | 3,787 | 南海丸 | 南海觀光汽船 | 498 | 〃 | 1,040 | 貨客船 | 31. 4. 27 |
| 〃 因島 | 3,781 | 鹿島丸 | 日本水産 | 7,200 | 〃 | 4,600 | 漁船(冷運) | 31. 4. 10 |
| 林兼造船 | 869 | 錦隆丸 | 大洋漁業 | 750 | 〃 | 1,200 | 〃 (鮪) | 31. 4. 30 |
| 大阪造船 | 120 | 第十京丸 | 極洋捕鯨 | 680 | 〃 | 3,500 | 〃 (捕鯨) | 31. 4. 21 |
| 名古屋造船 | 125 | ATLANTIC GLOLY | リベリヤ向け | 10,500 | T | 6,600 | 輸出(貨) | 31. 4. 25 |
| 石川島重工 | 741 | ANDROS STAR | アメリカ 〃 | 12,000 | 〃 | 8,200 | 〃 (〃) | 31. 4. 20 |
| 尾道造船 | 32 | 沖繩丸 | 琉球 | 1,595 | D | 2,400 | 〃 (貨客) | 31. 4. 10 |
| 新三菱・神戸 | 865 | GALATIA | ギリシヤ | 9,350 | 〃 | 4,600 | 〃 (貨) | 31. 4. 14 |
| 幸陽船渠 | 13 | 第一神島丸 | 共和産業海運 | 440 | 〃 | 500 | 貨物船 | 31. 3. 11 |
| 他 31 隻 (400 噸未滿) 3,815 總噸 | | | | | | | | |
| 合計 43 隻 55,098 總噸 | | | | | | | | |

(ハ) 竣工船 (警備艦)

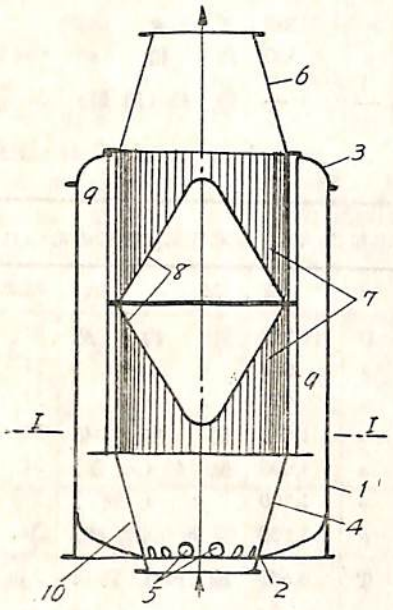
| 造船所 | 船番 | 船名 | 注文者 | 排水噸 | 主機 | | 型式 | 竣工年月日 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 三菱造船所・長崎 | 1,444 | はるかぜ | 防衛廳 | 1,600 | T | 15,000×2 | 甲警 | 31. 4. 26 |
| 合計 1 隻 1,600 排水噸 | | | | | | | | |

# 特許解說

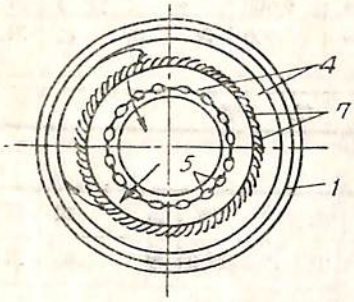
特許局 大谷幸太郎

**內燃機關用排氣槽**（昭和31年特許出願公告 第154號，發明者・エアンスト，デユンキ 出願人・ゲブリューダー，スルツアー，アクチエンゲゼルシャフト——スイス）

從來の內燃機關用排氣槽においては排氣ガスの流動方向を縱方向に數回轉向させ，ガス中の固形粒子をその遠心力と慣性とによりガスと分離する方法が採用されているが，このようなものではガス流が極端に轉向されるため內部摩擦並びに函壁との摩擦による抵抗を生じてかなりの壓力損失を伴い，また分離された粒子は排氣槽の一部に溜るので頻繁に掃除を行わなければならなかつた．




第1圖




第2圖

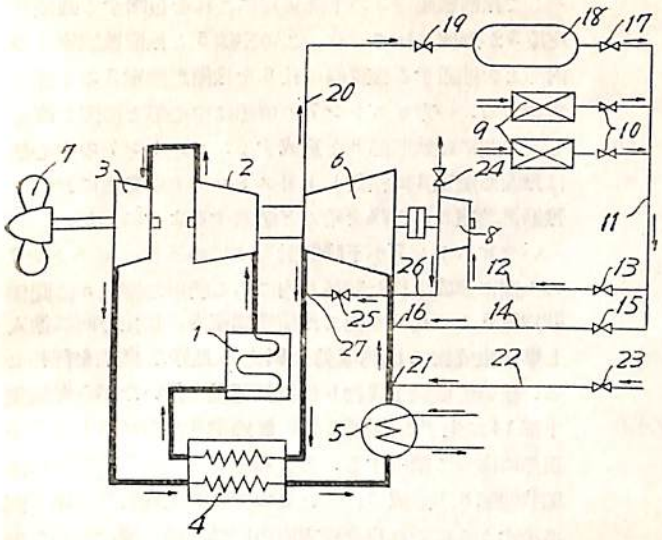
本發明は以上の缺點をなくするようにしたものでガスの流れを縱方向に轉向することなく，排氣槽の流入口において槽の函軸に對し適當な角度で配置した案內翼により旋回運動を與え，固形粒子が遠心力により分離され槽壁により粉碎された後，その大なる粒子は流入口に落ちて，更にこれが後續ガス流とともに槽內に還流されて前記の作用が行われ，このような作用が繰返し行われて遂に微細な粒子となるようにしたものである．本發明排氣槽はガス流を縱方向に轉向させるようなことはないからガス流の壓力損失は極めて少く，また微細に粉碎された固形粒子は排氣ガスとともに運び去られても煙突のすぐ近くに落下しないから落下物によつて船舶や車輛が汚されることはないのである．

以下圖面について說明すると排氣槽の器函は套管1，底2，蓋3からできている．流入口4には多數の開口5が穿つてある．槽內には縱方向に配置され總て同方向に向う案內翼7により形成された上下2個の籠狀體があり，前記流入口4と籠狀體および流出口6とは同方向に取付けられ，籠狀體の中央には兩端が圓錐形をした案內體8が設けられている．

排氣ガスは流入口4を通つて籠狀體の下部に入り案內體8の表面により轉向されて案內翼7の間を通過する．そうするとガスに旋回運動が與えられてガスは函壁と籠狀體とで形成された環狀室9に流入しここで旋回する．この旋回運動による遠心力によりガス中の固形粒子は函壁1に押付けられ摩擦作用をうけて粉碎される．粉碎されて微細になつた粒子は籠狀體上部の案內翼7の間を通り轉向されて流れ，その後案內體8により軸方向に向けられて流出口6より排出される．粉碎されてもなお相當大きな粒子は環狀室9から落下して流入口の周りの室10より開口5を通つて流出口4內に入り，後續ガスとともに運ばれ，更に遠心力で函壁1に押付けられ一層小さな粒子となりこのような運動を繰返し遂には微細な粒子となつて排氣口6から排出される．

**閉回路を具えて運轉期間の大部分を低部分荷重で運轉する熱動力裝置**（昭和31年特許出願 公告第1,253號，發明者・シイ，ケラア ダブリユ，スピルマン 出願人・アクチエンゲゼルシャフト，フユア，テクニッシエ，スツデイエン——スイス）

本發明は閉回路を具え運轉期間の大部分は大部分荷重で運轉されかつ出力に對する切換はその回路內における壓力レベルの變化によつて行われるような熱動力裝置に關するもので，例えばその運轉期間の大部分を低速度で航行する船舶の驅動裝置に適するものである．




第 1 圖

圖面について說明するとコンプレッサ6により壓縮された空氣は熱交換器4で豫熱され加熱器1で加熱された後，コンプレッサ驅動用の高壓タービン2内で膨張し，次にプロペラ軸驅動用の低壓タービン3内に入る．低壓タービン3を出た排氣は熱交換器4および冷却器5を經てコンプレッサ6に至り，このようにして回路は閉鎖される．8は起動用タービンである．9は補助コンプレッサ裝置で管11および12を經て起動用タービン8に連結され，また管11および14を經て熱動力裝置の作動回路の點16に連結されている．また18はアキュームレータで，一方において管11に連結され他方においてコンプレッサ6の高壓側に連結されている．更に作動回路の點21には大氣に連通させることのできる管22を連結する．起動用タービン8の出力側は大氣へ，また管26を經て前記作動回路の高壓側の管27と連通できるようになつている．そしてこれ等管路中の圖示したような適宜の位置にそれぞれ弁を設けておく．

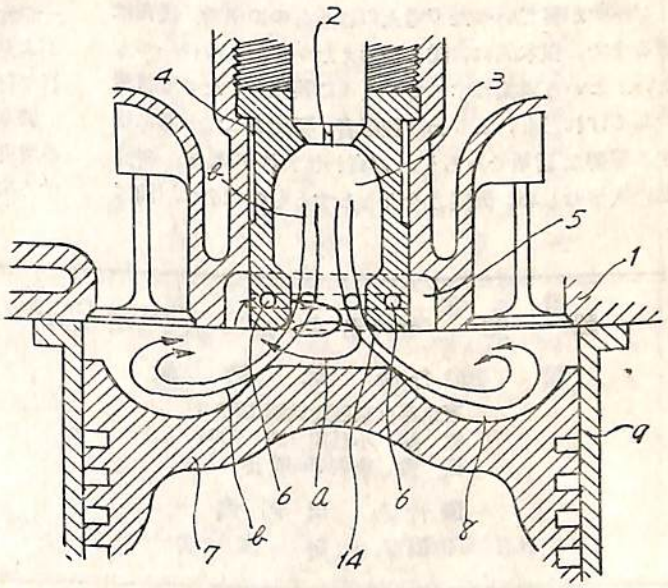
この熱動力裝置はその運轉中の大部分が低部分負荷で運轉されるのであるが，その低部分負荷における壓力レベルのために作動回路中の點21で得られる壓力が大氣壓より多少低いように設計する．このように壓力レベルが低下すると管22の弁が開かれて點21は大氣に連通され，大氣壓の空氣は點21に自由に進入して回路の漏洩損失が補償されるのである．このような低部分負荷における運轉中は補助コンプレッサやアキュミュレータの作動は不必要であるから關係箇所の弁は閉鎖される．

もしこの裝置の壓力レベルが上昇した場合は回路内の最低壓力は大氣壓以上に上昇し，アキュミュレータ18から．あるいはコンプレッサ9から直接引出される空氣は管14の弁を開くことによつて作動回路内の點16に導入され，管14は大氣壓を超えた回路内の一層高い負荷おける漏洩損失を補償するために必要な空氣の量を導入する．荷重が再び低下すれば回路の高壓側で得られる高い壓力によつて空氣を回路の高壓側から管20を經てアキュミュレータ内に溢出させることができる．なお起動用タービン8の排氣は大氣中に，または管26を經て回路の高壓側に導くようにする．

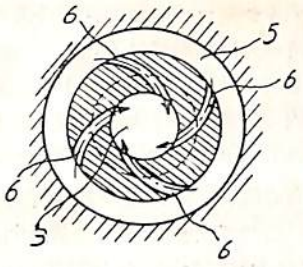
**ディーゼル機關の燃燒室**（昭和31年特許出願公告第1,452號，發明者・大道寺 達，水戸 宏 出願人・池貝鐵工株式會社）

本發明はディーゼル機關におけるシリンダヘッドの下低面とピストン上面とシリンダ内面とにより形成される主燃燒室内において燃燒生成物に整然とした環狀旋回運動を與え，以て完全燃燒を行わせ燃料消費率を小さくしようとするものである．

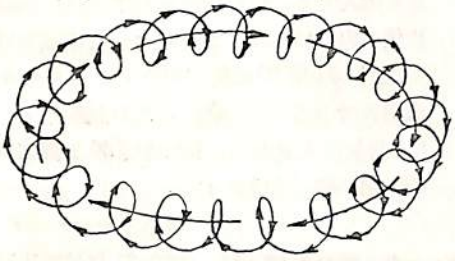
圖面について說明するとシリンダヘッド1の中央に燃料噴射弁2が設けられ，その直下に上部内方が半球面をなした圓筒狀の豫備燃燒室3が形成されている．




第 1 圖




第 2 圖



第 3 圖

そして豫備燃燒室3の下部4周にこれを包圍する圓環狀空隙5が形成されており，この空隙5と豫備燃燒室3の內部とを連通する複數個の孔6を豫備燃燒室3の下部に穿設する．一方ピストン7の頂部は中心部と周圍を高くしその間に環狀凹部8を形成する．ピストン7の中心部は豫備燃燒室3に相對し上昇ストロークの終端において豫備燃燒室3の下降を殆んど閉塞するようにした．

いまピストン7が下降運動をはじめると，ピストン7の上面に形成された凹部8內にある新鮮な空氣aは圓環狀空隙5より孔6を經て豫備燃燒室內に切線方向に進入し燃燒生成物に回轉運動を與えて良好な燃燒を行わせる．續いて燃燒生成物bは回轉運動を行いながら燃燒室下部14に生ずる負壓により燃燒室3からピストン7の頂部に向つて噴出する．ところでピストン7の頂部には環狀凹部8が形成されているので燃燒生成物bは第3圖に示すようにそれ自身横方向の回轉運動を續けながら縱方向の回轉運動を與えられる．從つて燃燒生成物はシリンダ9內において完全燃燒を行い燃料消費率を小さくすることができる．

---

(505 頁よりつづく)

今や將に終極に近づかんとして，書き綴りし前文を省みるにいささか雜錄の感たしとせず．淺學非才なる，あわれ筆者にしてこの拙文をものし，貴重な紙面をけがすは誠に本來の目的ならず，遺憾となす所ではあるが，上記2～3～5月號記載のものと合せて大體一般的な考え方が纏められることと思うのである．そのまとめはむしろ賢明なる讀者御自身におまかせする次第である．

ゲーテが嘗ていつた「考えられるものの中で，現在に到るまで，根本的に，誰もが考えなかつたものは一つもない」という言葉はすべての人々に興味をもたせる言葉であるけれども，とりわけ技術者，研究者には一考に値する重要な言葉であろう．事實われわれが考え，研究し，進歩せしめ，發展させようとするものはそれ以前に必ず先人が爲していることであつて，決して突飛なものはないので，古いものだといつて捨て去ることは大きな誤りである．そして古いものこそが常に新しくたり得る可能性をもつものなのである．

20世紀後半にして表面的に現われ出た原子力時代においてもその根底を流れる技術の全體の大きい流れは着實に，ゆるやかに，止まる所なくその流れを進めている．

そしてその一つ一つが船舶の電氣機器や系統における一つ一つの新しい進歩であり，發展である．そしてそれがより大きい“船”というものとの融合によつて展開されて行くものなのであろう．

終りに臨み筆者のヒューズ研究に御協力下さつた川重の增井，橋本，島津等の諸氏に誌上を以て深謝の意を表する次第である．

---

船　舶　第29卷　第6號　昭和31年6月12日發行　定價 150圓（送8圓）

發行所　天　然　社
東京都文京區向岡彌生町 3
電　話　小石川（92）2284
振　替　東京79562番

發行人　田 岡 健 一
印刷人　研　修　舍

購讀料
1 册　150圓（送8圓）
半年（前金豫約）　800圓
1 年（　〃　）　1,500圓

半年および1年の直接前金豫約購讀の方にかぎり特別號等特價の場合も差額を頂戴いたしません

# 天然社・海事工學圖書

波多野浩著　A5　上製350頁　700圓（送50圓）
**航海計器** 第1卷
依田啓二著　A5　上製230頁　380圓（送50圓）
**新海上衝突豫防法概要**
淺井・上坂共著　A5　上製290頁　480圓（送50圓）
**地文航法**
天然社編　B5上製8ポ2段組　200頁500圓（送50圓）
**船用品便覽**
造船協會鋼船工作法研究委員會編
A5判アート220頁（折込11枚）450圓（送50圓）
**船の熔接工作法**
福永彦又著　A5　上製240頁　400圓（送50圓）
**海圖の見方**
淺井・豊田共著　A5　上製280頁　450圓（送50圓）
**天文航法**
鮫島直人著　A5　箱入　250頁　450圓（送50圓）
**船位誤差論**
宇田道隆著　A5　上製　300頁　500圓（送50圓）
**海洋氣象學**
和達・畠山・福井監修　A5　450頁　1200圓（送50圓）
**氣象辭典**
中谷勝紀著　A5　箱入　230頁　500圓（送50圓）
**舶用ヂーゼル機關の解說**
上野喜一郎著　A5　箱入　630頁　850圓（送50圓）
**船舶安全法規**
天然社編　B5　上製220頁　450圓（送50圓）
**船舶の寫眞と要目** 第2集（1953年版）
天然社編　B5　上製230頁　650圓（送50圓）
**船舶の寫眞と要目** 第3集（1955年版）
上田篤次郎著　A5上裝（折込7枚）500圓（送50圓）
**舶用電氣設備**
造船協會電氣熔接研究委員會編
A5判總アート200頁　360圓（送40圓）
**船の熔接設計要覽**
小林恒治著　A5　上製　260頁　420圓（送50圓）
**實用航海術**
小野寺道敏著　A5　上裝　340頁　500圓（送50圓）
**氣象と海難**

山縣昌夫著
**船型學（推進篇）** B5上製350頁 850圓（送50圓）
**船型學（抵抗篇）** B5上製圖表別冊 700圓（送50圓）
上野喜一郎著　A5　上製280頁　380圓（送50圓）
**船の歷史** 第1卷　古代中世篇
上野喜一郎著　A5　上製300頁　420圓（送50圓）
**船の歷史** 第2卷　近代篇
米國造船造機學會編　米原令敏譯　各B5上製
**舶用機關工學**（第1分冊）650圓（送50圓）
〃（第2分冊）520圓（送50圓）
〃（第3分冊）700圓　送50圓）
〃（第4分冊）800圓（送50圓）
〃（第5分冊）900圓（送50圓）
船舶局資材課監修　B5　上製400頁　650圓（送50圓）
**船舶の資材**
茂在寅男著　B6　上製　210頁　280圓（送40圓）
**解說「レーダー」**
橋本・森共著　A5　上製　200頁　300圓（送40圓）
**船舶積荷**
小野鴨三著　A5　上製　170頁　250圓（送40圓）
**舶用聯動汽機**
矢崎信之著　B6　上製　300頁　250圓（送40圓）
**舶用機關史話**
渡邊加藤一著　A5　上製　200頁　280圓（送40圓）
**荒天航泊法**
小谷・南・飯田共著　A5　上製　340頁　450圓（送50圓）
**機關士必携**
依田啓二著　A5　上製　400頁　450圓（送50圓）
**船舶運用學**
小谷信市著　A5　上製　300頁　350圓（送50圓）
**舶用補機**
高木　淳著　A5　上製　240頁　300圓（送50圓）
**初等船舶算法**
中谷勝紀著　A5　上製　320頁　350圓（送50圓）
**舶用ヂーゼル機關**
中谷勝紀著　A5　上製　200頁　250圓（送40圓）
**舶用燒玉機關**

---

東京都文京區向ヶ岡彌生町三　**天然社**　振替東京79562番

# オルガノ式 船用純水装置

*従来の蒸化器はこの装置により全く不要になりました。*

米国**ローム・アンド・ハース社**製の世界で最も性能のよいイオン交換樹脂**アンバーライト**を使用した**オルガノ式船用純水装置**は**清罐剤カルゴン**と共に内を外船多数に採用され好評を戴いております。なお当社は米国**ブルアンドロバーツ社**と提携，全世界共通のチエーン・サービスによるコンサルテイング実施しております。

organo

## 株式会社 日本オルガノ商会

本　社東京都文京区菊坂町8　TEL. 小石川(92)1186, 2186(代表)
支　社大阪市北区梅田町新阪神ビル　T E L. (36) 1 1 7 1 (代 表)

# JRC 船舶用無線装置

*伝統の技術は愈々その真価を発揮す*
*新造船は権威あるJRC製品でどうぞ!*

船舶用送受信機　マリン・レーダー
オートアラーム受信機　ロラン受信機
救命艇用無線機　方向探知機
超短波無線機　船内指令装置

JRC

各種無線装置取付工事・修理一切

営業所

東京・澁谷・千駄ヶ谷4—693　大阪・北・堂島中1—22

## 日本無線株式會社

# 特許 スケーリングタワー 伸縮作業台

三井造船その他採用

縮めたところ

特　長……船舶の外板塗装作業の合理化
天井その他の器具取付・模様替工事高所作業
全般に操作簡便・伸縮自在・移動軽快で作業
員の安全感は完璧、上昇・下降共に任意の高
度に停止して作業することができます。
型式……標準型（2. 3. 4. 5. 6段型）
特型（2段特型）その他御注文にも応じます

申込次第・型錄贈呈

伸ばしたところ

## 新光機械工業株式会社

東京都中央区京橋二丁目八番地　TEL (28) 5077・2470

SANTOLEN-C 400KG 添加量 ——— 10.000 TON

# 防蝕……

原油タンカー・
貯藏タンク・
パイプライン・

米国海軍及海運協会規定の Gasoline 輸送に用いる船舶の就航年限は 10 年であるが Santolen-c を 1000bbl に 15lb を使用することによつて 15 年間が承認されている

## 株式会社 小櫻商会

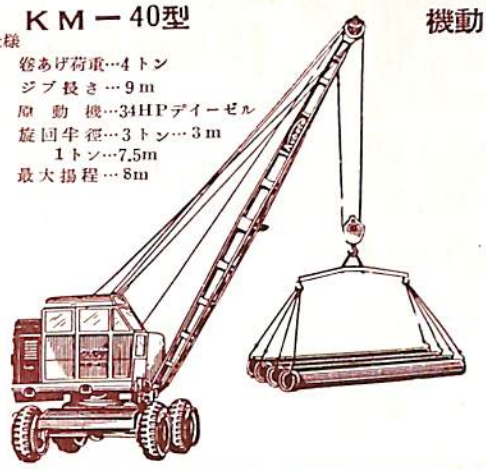
東京都港区芝田村町1—4（鈴木ビル）
電　話（59）5750・5752

# SANTOLEN-C

# どんな場所でも　もう安心です!!

## KM－40型

仕様
- 巻あげ荷重…4トン
- ジブ長さ…9m
- 原動機…34HPデイーゼル
- 旋回半径…3トン…3m
  1トン…7.5m
- 最大揚程…8m



## 機動性が優れていて、安全で操縦がとても楽です

特長

一、機動性
- 時速七・二粁で移動できますから作業がはかどります
- 方向変換は運転台の円形ハンドルで大へん軽くできます

二、安全
- 巻あげ…吊かぎが規定の高さになると自動的に巻あげクラッチが切れる特別装置になっております（雷用新案出願中）
- 高負荷…規定の重さ以上吊りあげると特殊機が鳴って機体が倒れたり破損を防ぐ仕掛になっております（特許出願中）
- 俯仰…ブームが最小半径以上に起きるとクラッチが自動的に中立に戻りますから運転が安全です

三、運転
- エンジンクラッチ…運転台のレバーハンドルでクラッチの操作が自由にできます
- 速度の切換…レバーハンドルで高速低速の切換えが自由にできます
- 巻あげ・巻おろし…一本のレバーで軽く操作できブレーキの操作はいりません。空の吊鉤をおろす時は円錐クラッチで大へんスムーズにおります
- 旋回…一本のレバーを前後に動かすだけで左右へ自由にまわります
- 俯仰…運転台のハンドルでクラッチを入れて次にペタルを踏むだけでブームが容易に上下へ動きます
- 走行…ハンドルでクラッチを入れてペタルを踏むだけで走ります。ブレーキはハンドブレーキと足踏みブレーキがありますから安全です

四、用途
- 港湾、埠頭、仍車場でバラ材料の積込み積卸し土木建築現場での鉄骨の処理や木材の運搬、工場内での材料の処理、造船所の鋼装作業その他あらゆる用途に威力を発揮する新しい荷役機械です

この型録御入用の方は御職名記入の上クーポン券を貼付して御申込み下さい

クボタ
モビールクレーン
船舶6
切取線

# クボタモビール クレーン

久保田鉄工株式会社

本社 大阪市浪速区船出町2丁目
東京　福岡　札幌　室欄



# NKK 造船部門

船舶建造修理
鉄骨水道鉄管
客貨車製作修理

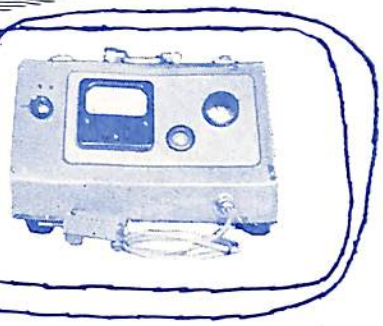
鶴見造船所・浅野船渠・清水造船所

日本鋼管株式會社

東京都千代田区丸の内1丁目10番地

# 表面 アラサ計

平均値



加工中ノ仕上面検査ニ
摩擦摩耗ノ研究ニ

JIS

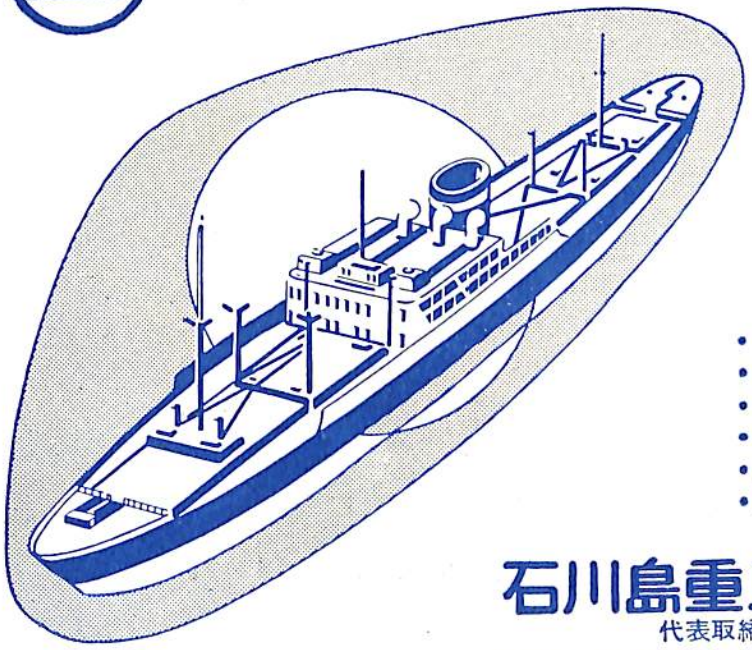
1 數秒にて測定可能（直讀）
2 測定範圍0.1乃至30ミクロン（RMS値）
3 記錄計により記錄可能
4 針圧1グラム以下
5 使用電源100ボルト50又は60サイクル60ワット

本は通産省工業技術院の應用研究試驗補助金により，工業技術院機械試驗所と協同研究によつて完成したものであります。

## コツス測定器株式会社

東京都中央区越前堀1の3　電話築地(55)4787—8・8789

## 最高の技術を誇る...



# 船舶

## 新造·修理

創立　1853年

- スティーム　タービン
- ガス　タービン
- スーパー　チャージャー
- 舶用各種補機
- 陸舶用ボイラ
- 産業機械一般

## 石川島重工業株式會社

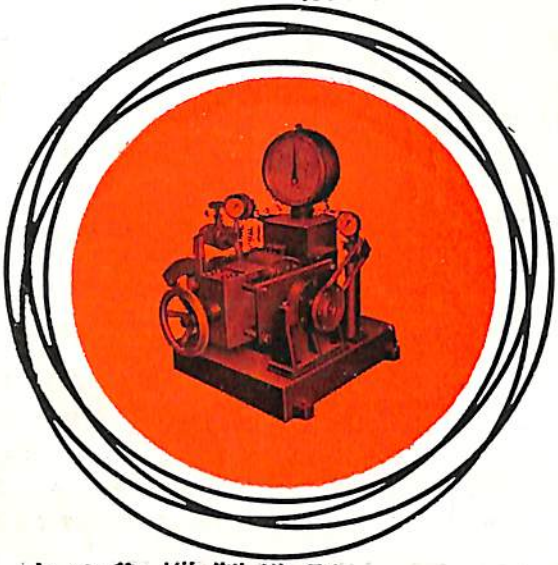
代表取締役社長　土光敏夫

營業所　東京都中央区日本橋通り3ノ2　電話東京27局6171—9

船舶 才二十九巻 才六号
昭和五年三月二十日 第三種郵便物認可
昭和三十一年六月七日 印刷
昭和三十一年六月十二日 発行（十二日発行 毎月一回）

カールセンク型低回転高トルク用

# 動力計



特　長

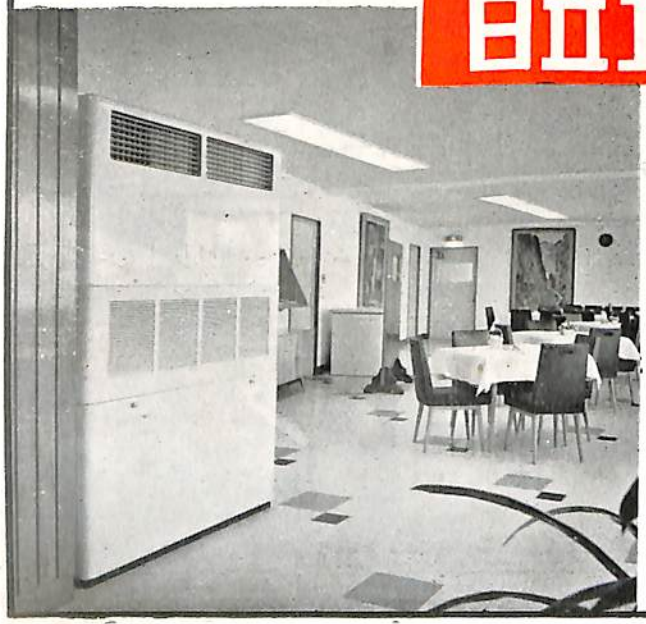
本機はデーゼルエンヂン・ガソリンエンヂン・モーター又はスチームタービンの出力を測定するものでウオーターブレーキ及フリクションブレーキの各長所を具えた低回転高トルクに最も適した斬新的な動力吸収装置であります。
又トルクコンバーターを御使用の際は本機はその特長を最大に発揮致します。

株式会社 東京衡機製造所

東京都品川区北品川4の516 • TEL 大崎(49)1141—5
大阪市南区八幡町6 • TEL 南(75)6140
福岡県宗像郡津屋崎町 • TEL 津屋崎104

編集発行兼印刷人 東京都文京区向ヶ岡弥生町三 田岡健一
印刷所 新潟市東堀通四 研修舎
本号定価 一五〇円
地方定価 一五五円
発行所 東京都文京区向ヶ岡弥生町三 天然社
振替・東京七九五六二番
電話小石川(86)二二八四番

船内の空気調和が
簡単に出来る
パッケージ型
日立エアーコンデイショナー



用途

船室・食堂・サロン・ロビー・事務室・通信室等の空気調和

日立パッケージ型エアーコンディショナーは，鋼板製のキャビネットの中に，冷凍機，送風機等がコンパクトに納めてあり，20坪から100坪位迄の部屋の空氣調和が簡単に出来る装置であります。空氣調和のほかに，冬は加熱器を取付けて煖房を，夏は冷房が出来ます。

日立製作所

IBM 5541