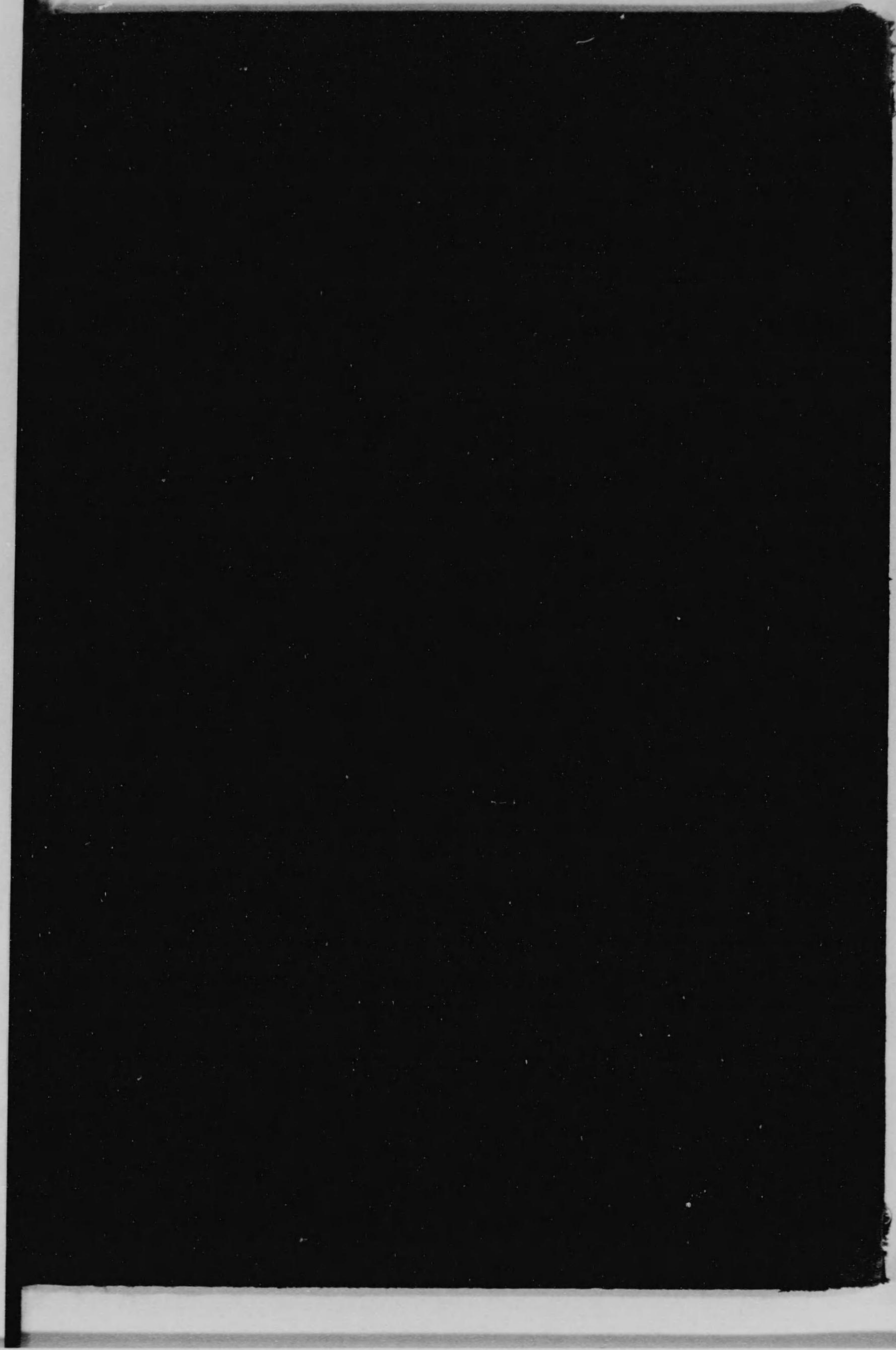


始



38/
74

101

381-74

工學士 加藤成一著
上卷



最近の商船

設計建造
及修理

東京 丸善株式會社

大正
9. 5. 28
内交

緒 言

予嘗て木船構造術なる書を公にせる事あり、爾來年を閱する十數なれども未だ邦文にて鋼鉛の構造法を詳記せる書あるを聞かず、由て爰に鋼船構造術を著述せんと志せし事即ち本書執筆の動機なりとす、然れども構造術以外に論述したるものあり、又鋼船中専ら商船に就て記載せるを以て「最近の商船」なる語を以て本書の題名としたり。素より菲才何等獨特の識見あるに非ず、専ら諸書より抄録したるものを連綴し、聊自己の見聞を附加して最近の商船を序述せるに過ぎざるなり。若し幸に船舶研究の初學者に一助を與ふることを得ば著者の本懷之に優るものなし。

本書著述に際し學友數氏より多大の援

助を得たり、爰に附記して諸氏の好意を謝す。

長崎に於て

大正八年五月

著 者 誌

最近の商船設計建造及修理上巻目次

第一編 序論

第一章	船舶の種類	1
第二章	船型の沿革	6
第三章	船體構造の沿革	13
第四章	船體施行法、并に造船工場設備及 經營の沿革	18
第五章	本邦船舶の航路及船種	24
第六章	本邦の造船能力	37

第二編 船舶法規

第一章	英國の船舶法規	40
第二章	英國の乾舷規則	44
第三章	船級協會	57
第四章	本邦の船舶法規	68

第三編 船體の強力

第一章	船體の縦強力	81
第二章	船體の横強力	95

第三章	梁の強力	102
第四章	板の強力	113
第五章	柱の強力	118

第四編 船體の構造

第一章	鋼材	127
第二章	鉸鉄	153
第三章	龍骨及内龍骨	189
第四章	船首材,船尾材及船尾斜肋骨	198
第五章	舵	208
第六章	肋骨,肋板及特設肋骨	216
第七章	船側縦通材及船首船底の補強	231
第八章	二重底及水艙	236
第九章	外板及舷牆	254
第十章	支水隔壁,支水甲板及車軸隧道	265
第十一章	梁及特設艙梁	279
第十二章	梁柱,特設梁柱及特設梁下縦通材	289

下 卷

第四編

第十三章	梁上側板,梁上帶板及甲板
第十四章	艙口,機關室口及其他諸口
第十五章	機關室及石炭庫

第十六章	船首樓,船尾樓,短船橋樓及甲板室
第十七章	低船首樓及低船尾樓
第十八章	覆甲板船,遮浪甲板船及長船橋樓
第十九章	輕構船
第二十章	船首尾の強力軽減
第二十一章	二級船
第二十二章	帆船
第二十三章	燃料油を積載する船舶
第二十四章	油艙船
第二十五章	外車汽船

第五編 船内配置及艙装

第一章	船長室,運轉士室,海圖室,操舵室等
第二章	機關室圍壁及機關士室
第三章	水火夫室及水夫長倉庫等
第四章	司厨士室,荷物方室,給仕室,料理人室等
第五章	案内所,病院及無線電信局,附船員數
第六章	厨室及食料庫等
第七章	客室,食堂及娛樂室等,附船客數
第八章	通路,散步場,戸口,臥床,船内裝飾等
第九章	郵便室及荷艙等
第十章	艙口,載荷門及載荷裝置
第十一章	機關室,石炭庫,載炭口及載炭裝置
第十二章	揚錨繫船裝置
第十三章	操舵裝置
第十四章	端艇裝置
第十五章	檣桁及索具
第十六章	通風,採光及暖房裝置
第十七章	冷蔵及防熱裝置
第十八章	消防及消毒裝置

第十九章	唧筒装置及上下水道
第二十章	日覆及柵欄等
第二十一章	電燈及電線
第六編	船體の設計及施工法
第一章	設計及製圖
第二章	工場設備, 工作順序及職工配置
第三章	展開及罪書
第四章	撓鐵工場, 鍛冶工場等
第五章	機械工場
第六章	取り付及フェヤリング
第七章	鉸鉄及填隙工事
第八章	進水及艤装
第七編	船體の損傷, 修理及保存
第一章	船體の腐蝕
第二章	船體の摩耗
第三章	船體及屬具の雜損傷
第四章	防腐塗料

(目次終)

最近の商船設計建造修理上卷

工學士 加藤成一 著

第一編 序論

第一章 船舶の種類

船舶の分類法に數多あり。

第一。材料よりせば

木船 (woodenship), 木鐵交造船 (composite ship), 鐵船 (iron ship), 鋼船 (steel ship), 鐵筋混凝土船 (reinforced concrete ship)。

第二。推進法よりせば

手漕船 (rowing boat), 帆船 (sailing ship), 補助機附帆船 (sailing ship with auxilliary machinery) 汽船 (steamer), ハイドロプレーン (hydroplane)。

第三。推進器よりせば

外車汽船 (paddle steamer), 船尾外車汽船 (stern wheel steamer), 單螺旋汽船 (single screw steamer), 雙螺旋汽船 (twin screw steamer), 三螺旋汽船 (triple screw steamer)。

第四。汽機よりせば

往復動汽機 (reciprocating steam engine), 蒸汽タービン

(steam turbine), 内焰機関 (internal combustion engine), 電動機 (electric motor)。

往復動汽機を細別せば

二回膨脹汽機 (compound engine), 三回膨脹汽機 (triple expansion engine), 四回膨脹汽機 (quadruple expansion engine)。

蒸気タービンを細別せば

吹付蒸気タービン (impulse steam turbine), 反動蒸気タービン (reaction steam turbine), 反動吹付蒸気タービン (reaction impulse steam turbine)。

パーソン式 (purson's turbine) 及スタール式 (stahl turbine) は反動タービンとして、カーチス式 (curtis' turbine) は吹付タービンとして現出せしものなれども今日はパーソン、カーチス共に吹付反動タービンに改良せられたり。

又蒸気タービンは一般に回轉數多くして効率不良なる事あるを以て之を減じて推進能力を増加したるものあり。此装置を齒車タービン (geared turbine) と稱し殊に低速力航行の場合に有効なるものとす。

内焰機関を細別せば

揮發油機関 (gasolin engine), 石油機関 (petroleum engine),

ディーゼル機関 (diesel engine), 吸入瓦斯機関 (suction gas engine)。

第五. 汽鐘よりせば

筒形汽鐘 (cylindrical or marine return tube boiler), 水管式汽鐘 (water tube boiler)。

又汽鐘に附隨する特種装置により, 強壓通風汽鐘 (forced draught boiler), 過熱蒸気汽鐘 (superheated steam boiler), 石油燃料汽鐘 (oil fuel boiler)。

第六. 帆装よりせば

ラグー (lugger), ヨール (yaw), ケッチ (Ketch), カッター (cutter), スループ (sloop), スクナー (schooner), トプスルスクナー (topsail schooner), 三檣乃至五檣スクナー (three to five masted schooner), ブリガンチン (brigantine), ブリグ (brig), バークエンチン (barquentine), バーク (barque), シップ (ship)。

第七. 使用地よりせば

湖川用, 河口及港灣用, 沿岸用, 近海用, 遠洋用。

第八. 用途よりせば

軍艦 (warship), 軍用船, 商船 (merchant ship), 特務船。

軍艦を細別せば

戦艦 (battle ship), 巡洋戦艦 (battlecruiser), 一, 二, 三等巡洋艦 (1st to 3rd cruiser), 砲艦 (gunboat), 驅逐艦 (torpedo destroyer),

潛航艦 (submarine torpedo boat)。

軍用船を細別せば

補助巡洋艦 (auxilliary cruiser), 工作船, 水雷母艦, 飛行機母艦, 潛航艇母艦, 給炭船, 給油船, 病院船, 軍隊輸送船, 軍馬輸送船, 大砲運搬船等にして戦時以外は普通商船として使用するものあり。

商船を細別せば

荷船 (cargo boat), 荷客船 (cargo and passenger boat), 客船 (passenger boat)。

客船又は荷客船にて定期的に郵便物を運搬するものを郵便船 (mail steamer) と云ひ, 客船にて海峡の汽車連絡に専用するものを渡峽船 (channel steamer) と云ひ, 大洋横断の定期大客船を航洋定期船 (ocean liner) と稱す。

隨時隨所に航行する荷物汽船を不定期荷船 (trump steamer) と云ひ, 特種荷物に専用する荷船は運炭船 (coal carrier), 運礦船 (ore carrier), 油槽船 (oil carrier or tank steamer), 材木運搬船 (timber carrier), 穀物運搬船 (grain cargo steamer), 家畜運搬船 (cattle carrier), 冷蔵船 (refrigerating steamer) 等の稱あり。

特務船には下の諸種あり

海底電線敷設船 (cable steamer), 税關監視船 (revenue

cutter), 汽車運搬船 (railway train transporter), 曳船 (tugboat), 漁船 (fishing boat), 砕氷船 (ice breaker), 救難船 (salvage boat), 遊船 (yacht), 浚渫船 (bucket or suction dredger) 開底船 (hopper barge), 舢舨 (barge or lighter), 通船 (tender) 小蒸汽船 (launch)。

第九. 船體の外形よりせば

船樓の配置に由り平甲板船 (flush deck ship), 三島船 (three island ship), ウエルデツキ船 (well decked ship), 低船尾樓船 (raised quarter decked ship) と分ち。機關室を船尾に付するものを船尾機關船 (ship with aft engine) と稱す。

船首尾の形狀に由り直線船首の船 (ship with straight or raked stem), 傾斜船首の船 (ship with clipper stem), 突出船尾の船 (ship with counter stern), 戸建船尾の船 (ship with transom stern), 巡洋艦船尾の船 (ship with cruiser stern) と分ち。特種の形狀を有するものは鯨背船 (whale back steamer), トランク船 (trunk steamer), ターレット船 (turret steamer) 等と稱す。

第十. 構造よりせば

重構船 (heavy decked vessel), 輕構船 (spar decked vessel), 覆甲板船 (awning decked vessel), 遮浪甲板船 (shelter decked vessel) とす。

又船内構造の特種なるものをカンチレバー式 (cantilever system)、イシャーウッド式 (isherwood system) 等と稱す。

第十一。資格よりせば

本邦逓信省令船舶検査規程によれば
第一級船、第二級船、第三級船、第四級船。

尙上記の外船舶の種類名稱なきにしも非れども
以上は其主なるものと見做し得べし。

第二章 船型の沿革

帆船

木造帆船時代の船舶は一層又は二層の重構船にして、船首上甲板には波を防ぎ揚錨機を覆ひ且錨を置く場所として、船首樓 (forecastle) 若は船首臺 (monkey forecastle) を設け、中央部上甲板には艙口 (cargo hatchway) 及甲板室 (deck house) を設け、船尾上甲板には艙より來る波浪を防ぎ操舵手の眼界を高め且廣き船室を造る爲船尾樓 (poop) 若は低船尾樓を設けたり。其後汽船の現出せしに際し初期は同様の形狀を踏襲して只中央部甲板室に接し機關室圍壁 (machinery casing) を増設するに過ぎざりしが、漸次中央甲板室を大にして兩舷に通達せしめ機關室圍壁を覆ひて

船橋樓 (bridge) と爲し所謂三島船を現出するに至れり。此種船舶の最大なるは二層の甲板を有し長二百五十呎、幅三十三呎、深十七呎半なりしが、其後深を七呎増し甲板一層を加へ三層甲板若は二層甲板と一層の艙梁を附し三層甲板船 (three decked vessel) と名付けたり。蓋當時幅を増大するは速力を害すと認められたると、英國の測度法がビーラーユム (builder's old measurement) と稱する制度にて幅に課税する事大なりし爲深によりて船を増大するを利益と感じたるが故なり。此種船舶は深の増加により船體の強力を著しく増大せしも復元力を甚しく損失し輕荷を滿載するに適せざる船となりたり。爲に海難頻出して世人乾舷規則 (freeboard rule) の發布を唱道するに至れり。其後船舶の幅を増大するは必しも速力を損する所以に非ざるを認めたるを以て船幅を増し、且測度法も改正せられたるを以て漸次船型を改良するに至りたり。上記の如く三層甲板船は事實上甲板間に重量荷物を搭載する事能はざりしを以てロイド船級協會は其構造を輕減する爲第一數より七を減する事を認め $(\frac{B}{2} + D + \frac{G}{2} - 7)$ なる數を使用せしめたり。故に三層甲板船は重構船と謂はんよりは寧輕構船と稱するを適當としたるもの

三島船

三層甲板船

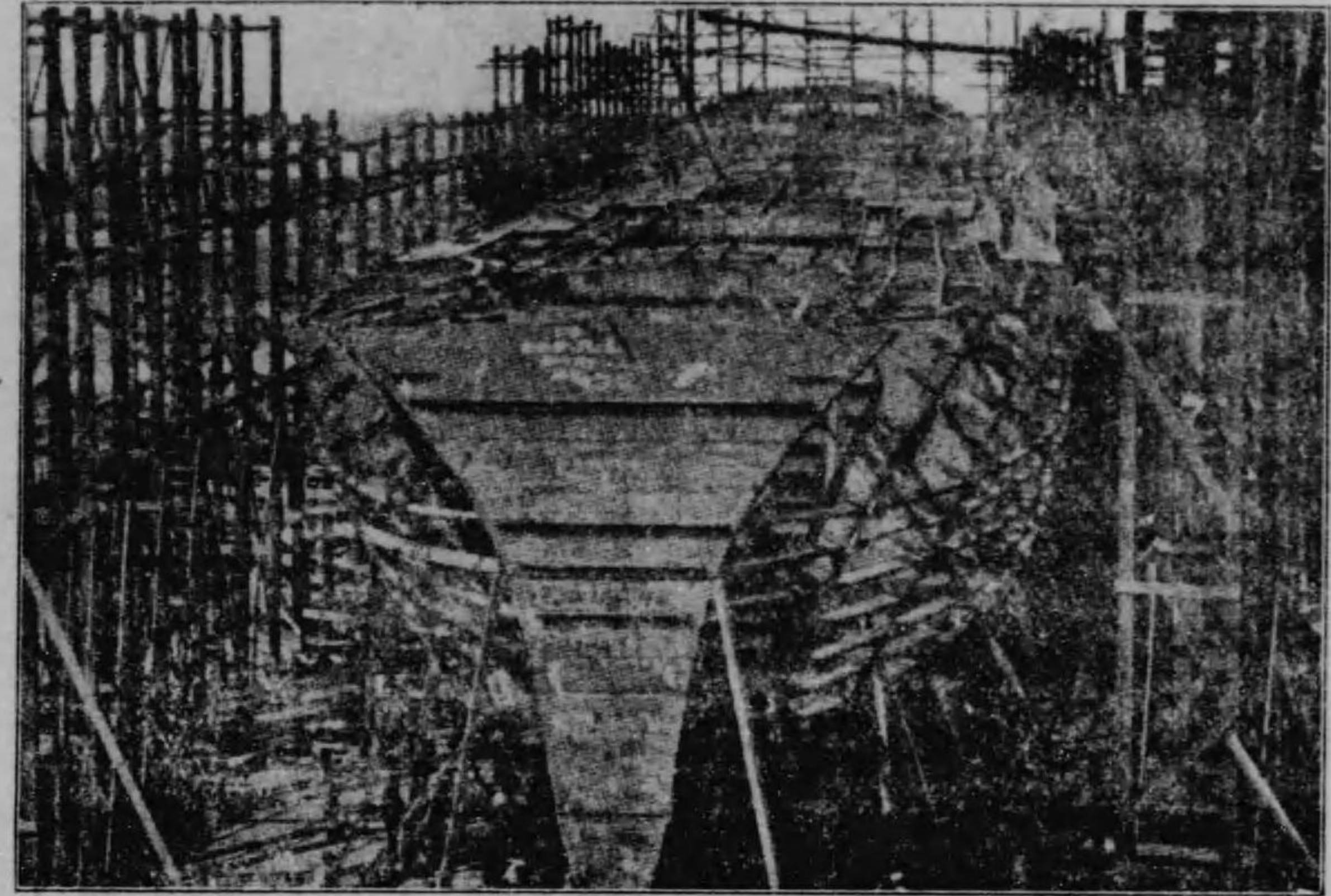
化したるものにして歴史上甲板間噸數を船舶積量中に算入せず。又蘇士運河通過に際し甲板間積量に對し通行税を課せず、但運河通航中此部に荷物を積載せるときは全部を積量に算入するものとす。此利益あるを以て近來多くの荷船若は荷客船は此船型を擇ぶに至れり。

近來の荷船は三島船多きも大船は吃水を制限せらるる爲め遮浪甲板船となす事多し、英國にてはクライド地方の荷船には三島船多く、タイン地方にては遮浪甲板船多く建造せらるるが如し。小なる荷船は船尾の荷艙を大にし且船尾の吃水を増加する爲船橋樓後部を低船尾樓甲板とし、ウエルデッキ船なる船型を生じ、一時大に流行せり。今日にても小船にては利益と認めらるるが如し。然れども船首樓及船橋樓間の所謂ウエルは荒天に際して常に海水を湛へ、船橋樓前端隔壁を波浪に打たる事烈しく、且強力の連續を缺くの不利あり。之を避くる爲船首樓及船橋樓を繋ぎ部分覆甲板船(partial awning deck)なる船型となしたるものあり。

以上は主なる船型の沿革なるが此他に特殊の用途若は目的の爲に現出せる船型あり。即イッシュャーワード式と稱するは船骨を主として縦通肋骨に

ウエルデッキ船及
部分覆甲板船

イッシュャー
ワード
船



よりて構成し、大なる心距に大なる横肋骨を配置せるものにして普通構造の船舶より軽く建造し得る利ありと稱せられ、殊に油槽船として近來廣く採用せらるるに至りたり。

穀類、石炭等を艙口より積載する時は自然に其表面は圓錐狀をなし、斜面の角度は荷物により異なるものとす。之を靜止角度(angle of repose)と稱し、石炭なれば三十五度なりとす、若船體に傾斜を生じ此角度を超過せば直ちに移動して復元力を減ずるを以て之等荷物を積載したる時は其表面を平坦となさざるべからず。

自然載荷
船

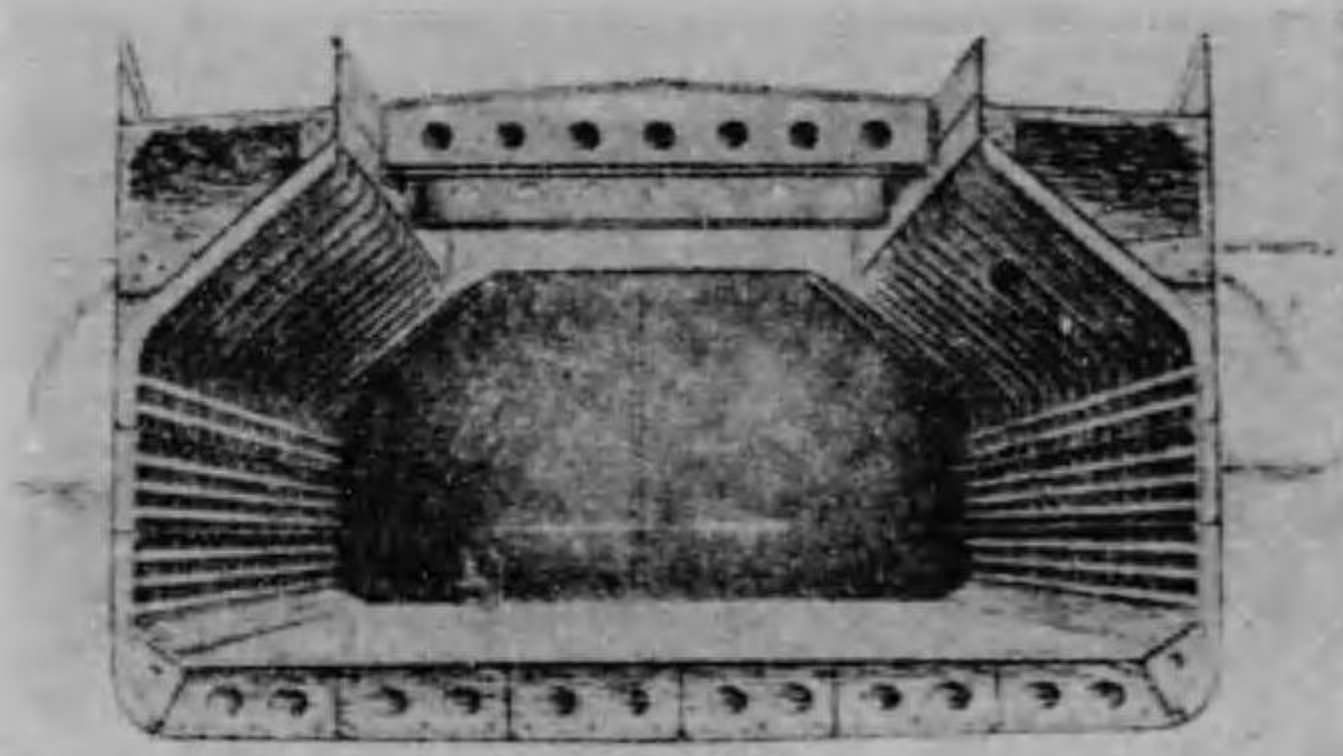
自然載貨船 (self trimming ship) と稱するは艙口の幅を大にし、甲板下兩隅の三角形の場所を板圍とし、穀類、石炭等を積みたる時上面を平坦にせざるも移動せざる様なしたるものなり。

カンチン
バー船

カンチレバー船は上記の目的と同時に三角形の

第 三 圖

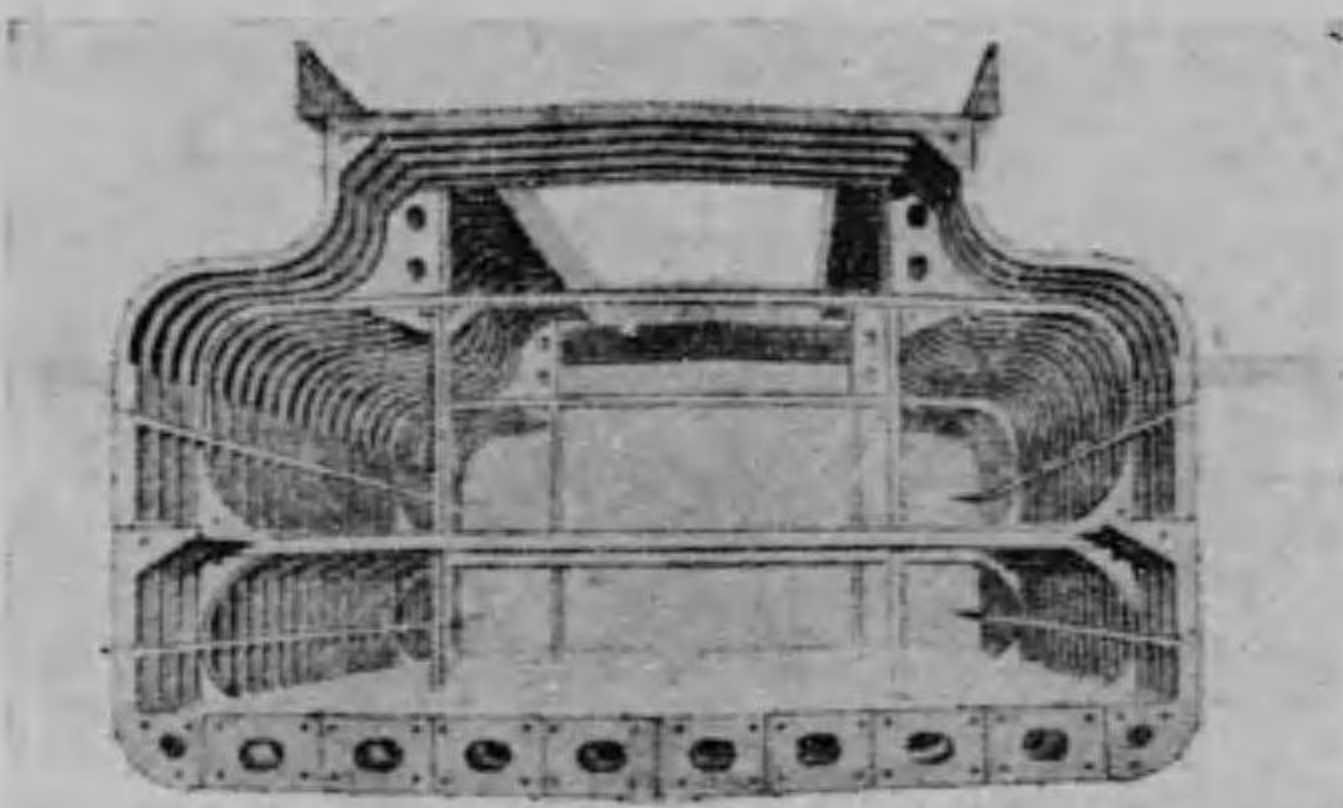
カンチレバー船



ター
レット船

第 四 圖

ターレット船



空所を頂部水艙

(topside tank) に利用

し、空荷に際し船舶

の動搖を減少せん

とするものなり、タ

ーレット船と稱す

るは北米大湖の鯨

背船 (whale back stea-

mer) より變化せし

ものにしてシーヤ

(sheer)なくガンウェ

ール (gunwale) は圓

形をなして甲板兼

外板の用をなし艙

口を設け自然載貨の效を有す。此部をハーバーデ

ッキ (harbour deck) と稱し上部にはトランク (trunk)

と稱する圍壁状のものありて上面に艙口を有す。

トランクは載貨筒 (feeder) の用をなし且荷物の廣く移動するを防止し穀類、又は油類を運ぶに便なりとす。鯨脊汽船はシーヤなきのみならず船首尾は中央部より低し。故にターレット船、鯨脊船共に梁の強力より論ずれば經濟的の材料配置となるの利あれどもシーヤ少なきを以て大洋の航行に適するものと云ふ事能はず。

トランク船と稱するはターレット船のハーバーデッキなきものなるが、トランクは蘇士通過に際し上甲板上噸數に算入し上甲板下噸數に算入せざるの利ありとす。

トランク
船

第三章 船體構造の沿革

汽船の出現せしは西曆千八百一年にして普く採用せらるるに至りしは千八百三十三年なり。鐵船の出現せしは千八百四十年にして、木鐵交造船を建造せしは千八百六十年頃なり。鋼船は千八百七十三年に出現し船底塗料の改良と相俟て長足の進歩をなし、千八百八十年以降は一般に採用せられて今日に至れり。又近年巨船の建造に際し船體一部に高張力鋼 (high tension steel) を使用するものあり。

材料

龍骨

又近年鍛鐵、鍛鋼に代ゆるに鑄鋼を以てすること多く、可鍛鑄鐵も亦甲板金具等に使用せらる。最近鐵筋混凝土船現出せるも未だ廣く其用を認むる能はず。最初の鐵船は木船の構造に準じ方形龍骨を有し肋板上に内龍骨、側内龍骨、船側縦通材を附し船首尾には斜肋骨を用ゐたり。其後内龍骨を全通する爲側板龍骨現はれ、木鐵交造船を経て平板龍骨の採用となり、現今は帆船及五百噸以下の小船の外方形龍骨を使用するものなきに至れり。

二重底

二重底は千八百五十四年歴史的巨船グレート、イースタン號建造の際始めて採用せられしが、今日は帆船及油艙船を除き千噸以上の船舶は皆之を有す。當初肋骨は縁板を貫通したるも工作を容易ならしむる爲マッキンタイヤ式 (mc'intyre system) なるもの現れ、次で區劃式二重底 (cellular double bottom) を普く採用するに至れり。區劃式二重底内肋板は每肋骨若は肋骨一本置なりしが近年は二本置若は三本置となすものあり。二重底内底板は凸又は凹形なることあれども通常水平なり。近來は構造を簡單にする爲縁板を水平に置き内底板を船側迄水平になしたるものあり。

太西洋に於て巨船タイタニック號が暗氷に接觸

して沈沒せし以來二重底は軍艦の如く水線下は船側にも之は附すべきを主張するものあれども實現すること能はず。只大型客船には二重底を彎曲上部迄延長することを要求するに至れり。

二重底縁板と肋骨の連結力を増す爲撥形板を附せしが近來は山形材にて之に代用するもの多し。

船體の増大と共に甲板の層數を増加し艙梁を附するに至りたるも荷積に不便なる爲特設艙梁を二十四呎毎に附し之に幅廣き梁上側板を張りたる構造を爲すに至れり。之に繼で艙梁を省略し肋骨六本毎に特設肋骨を附し其他は中間肋骨及特設肋骨間側板を以てする構造現はれたり。

梁の省略

特設肋骨及間側板の連結には始め龜甲板を用ゐたるも近來は半龜甲板を普通とす。尙進んでは特設肋骨及中間肋骨に代ゆるに深式肋骨を以てし遂に大型の一層甲板船 (single decked vessel) を現出するに至れり。

又梁柱は荷役に不便なるを以て之を減ずる爲始めは梁下縦通材を附し梁一本置に梁柱を附せしが近來は特設梁下縦通材と特設梁柱により大に其數を減じたり。殊に艙口側梁柱は不便なるを以て普通艙内には艙口四隅に梁柱を附するのみとなれり。

梁柱の省略

又艙口兩端梁及縱梁を強め其固着には平置肘板を以てし艙口兩端梁中央に梁柱を附するのみとし、若は艙口兩端梁其他の梁枝或は梁肘板を充分大にして無梁柱となしたるものあり。カンチレバー船は無梁柱の一層又は二層甲板船なりとす。

工作の簡
約及材料
の節約

又荷艙を大にし且工作を簡單にする爲船底の傾斜 (rise of floor) を減じ往々之を全廢して平底船とし、又タンブルホーム (tumble home) を廢して直線肋骨を使用するものあり。

又荷艙内の凸凹を減する爲外板の厚を増加して船側縦通材を省略したるものあり。

縦肋骨はグレートイースタン號に始めて用ゐられたる構造なるが近來重量減少の目的にてイッシュヤード式として再び現出し荷船殊に油艙船に於て其利益を唱導せらるる如し。

載荷重量増加の目的にて梁、肋骨、甲板、外板等をジョググル (joggle) して填材を減じ又山形材附著の代りに曲縁をなすものあり。又隔壁の龜甲型填板は之を廢して近來單に縦通材の位置に外板と隔壁を肘板を以て連結するに止むることあり。又工作を簡單にする爲肋骨、梁、梁肘板、外板、甲板等を増大して肋骨距離を大にすることあり。

形材は元山形材のみなりしが近來球山形材、溝形材、乙字材、丁字材等を使用すること多く肋骨の如きは山形材を組立つる代りに上記の單形材を使用すること多し。従て副肋材を要せざる甲板間肋骨には中間肋骨として小形材を附し艙内肋骨と累接す。

梁端は近來梁枝と爲さずして肘板となすもの多し。又二重山形材は成るべく單山形材にて代用せんとする傾向あり。

近來不必要の強力を與へ船體重量を増加する如き構造を避くることを注意し改良を施したる部あり。例へば隔壁の外板及甲板固著山形材の如きは單に連結の目的にして強力に資せざるを以て覆山形材を附せざるに至れり。又二重底外部肘板の外板固著山形材には普通肋骨より小なるものを使用す。又二重底外部肘板若は梁肘板を増大せば船側肋骨の寸法を輕減する如き皆此理由なりとす。

又反對に使用經驗の結果強力不足を感じて従來より堅牢ならしめたる部あり。船首尾防撓構造、船尾螺旋孔附近の固著、二重底縁板と船側肋骨との固著、艙口四隅、船樓端構造、隔壁、車軸隧道、艙口等之なり。

隔壁は元表裏に縦横の防撓材を附せしが近來は

強力の増
加

一面に縦防撓材を附し其上下兩端固着を堅牢にし、肘板固著の外短山形材固著を採用するに至れり。

艙口は近來縁材に防撓材及肘板を附し、仕切梁を小にして心距を減じ、蓋板及覆布の水蜜装置を注意するに至れり。

電氣熔接

最近鉸接合に代ゆるに電氣熔接 (electric welding) を以てする傾向あり。之に抵抗熔接 (resistance welding) 及電弧熔接 (arc welding) の二種あり。

現今は後者に依るもの多きも前者の將來も亦囑望に値するものなるべし。

第四章 船體施工法、造船工場設備 及經營の沿革

施工法沿革

鐵船建造の初期は先づ船體線圖を原圖場 (mould loft) にてフェアリング (fairing) し、肋骨の型を求めて之をスクライブボード (scribe board) に寫し、之に據りて肋骨、肋板、梁等を屈曲截斷し、鉸孔を穿ちて船臺上に建て、フェアリングをなしたる後外板、甲板其他の型 (template) を現場にて取り、之等を造形し穿孔して取付けた。又平板龍骨、内龍骨、隔壁の如き平面部は地上若は特置の床 (loft) にて鋼板を并べて野書

(marking) たる後穿孔して現場に取付けた。其後工事を迅速ならしむる爲型を現場より取ることを能ふ丈け減少し、原圖場にて箱型を造り (mocking up) 若は展開 (expansion) により型 (mould) を造り、之により野書、穿孔、截斷し鉸接して地上にて組立てたる後現場に取付くること多きに至れり。尙近來は型に代ゆるにシナイ (batten) を以てすること多し。平板龍骨、隔壁、縦通桁板の如きも原圖場に實物大の圖を畫きて之により型又はシナイを製す。従て現今は原圖場の仕事頗る多く線圖のフェアリングを終れば直に船體の殆んど凡ての部分を實物大に畫きて型又はシナイに製し鐵工に交附するものとす。

但今日にても船首尾外板の如き屈曲大なる處は依然型を現場より取るものとす。

又最近米國にては型又はシナイを用ゐず、船體を構成する各材の圖面又は型を調製して他工場に注文し造船所は只之を組立つるに過ぎざることあり。稱してファブリケータッドシステム (fabricated system) と云ふ。

鐵船建造の初期は同一の鐵工にて野書、穿孔、屈曲、取付、鉸接等諸種の仕事をなしたるものにして現今と雖小工場は此制度を採用することあり。然れど

職工配置沿革

も稍大なる工場にありては一箇の機械を數人の職工にて使用を争ふ如き困難を生じ仕事の手順を誤るを以て多くは分業制度を取れり。又一には之により職工の技倆を専門として向上せしむるものとす。普通撓鐵工場、器械工場、鐵工、鍛冶等に分ち、各工場に係長を置き工場司配人若は各船工事主任より傳票により工事を命ずるものとす。又記録係を置きて傳票を整理し、職工の賃銀を算出し且爾後の工事指定材料、見積材料等に資するものなり。工事順序は各船工事主任若は工場司配人に於て之を定め鐵工組長に交付す。

工場設備
沿革

造船工場器械も當初は簡單にして殆んど手工なりしなるべく今日にても小工場は爐 (hearth) 一箇、ベンディングスラブ (bending slab)、穿孔及剪斷機 (punching and shearing machine) 一箇位にて千噸位迄の船體を建造することあり。然れども大船を造る場合、若は勞銀の騰上せる場合、若は工事を迅速ならしむる場合には上記の外普通下に記する如き器械を設備す。

肋骨の全長を熱し得る肋骨爐 (frame furnace),

手工に代ゆる動力皿錐 (countersunk drill),

錐機 (drilling machine),

縁削機 (edge planing machine),

輾延機又は五本ローラー (mangle),

巻板機又は三本ローラー (plate rotler),

形材剪斷機 (angle cutter),

曲梁機 (beam bender),

其後工事を一層迅速ならしむる爲

屈曲外板を熱する鐵板爐 (plate furnace),

ベベリングマシン (bevelling machine),

曲縁機 (flanging machine),

人孔穿機 (manhole punch),

ジョグリングマシン (joggling machine),

スカーフィングマシン (scarphing machine),

ギロチンシーヤ (gillotine sheer),

水壓絞鉋機 (hydraulic riveter),

ノッチングマシン (notting machine) 等の特種器械

現出し、大工場は之等を設備するに至れり。

之等機械の出現せざりしに當りては人孔穿機及ノッチングマシンに代ゆるには穿孔機を以てし其他は皆手工に依りしものなり。水壓絞鉋機の現出に依り正肋材、副肋材及肋板は之を地上にて有效且迅速に固著し得るに至れり。

上記諸器械の動力は當初凡て蒸汽力にして各器械に獨立汽機を附し若は調革傳達に依りたるも近

來は獨立電動機となすもの多し。但強力を要するものは水壓力なりとす。又稀には壓搾空氣力に依るものなきに非ず。

肋骨及鐵板爐は普通石炭爐なるも近來瓦斯爐又は石油爐を使用することあり。又鍛冶場(smith shop)も往々瓦斯爐(gas hearth)となすことあり。

又近來は現場に於ける鉸鉸、填隙、ハツリ(chipping)、穴明(drilling)に壓搾空氣道具(pneumatic tool)を使用し著しく工程を敏速ならしむるに至れり。

又木工工事にも帶鋸(band saw)、圓鋸(circular saw)木材飽機(wood planing machine)木材錐機(wood drilling machine)木材旋盤(wood lathe)型鑿機(moulding machine)等を使用し手工に代ゆるに至れり。

又アセチレン瓦斯を使用して切斷、穿孔、鑄掛、熔接等に應用し近來著しく工程を短縮することを得たり。

又最近には電氣熔接によりて鉸鉸工事に代へんとする企あるは前章に記載せし如し。

船臺(building slip or berth)には周圍に足場及歩み板(upright and stage plank)を附したるも近來は船尾又は船首のみとし中央部は外板に山形材にて造れる肘材を取付けて歩み板を架すること多し。

又船臺側には輕軌道(light railway)を置き二三箇所に木製又は鐵製の揚貨柱(derrick post)を建て材料運搬及搭載に便せしも近來巨船の建造に便する爲ガントリークレン(gantry crane)なるものを設くるに至れり。然れども巨費を要するを以て商船造船所にては移動又は固定のハンマーヘッドクレン(hammer head crane)を以てすること多し。

工場家屋は木骨亞鉛板張を普通とせしが鐵骨と變じ近來は鐵筋混凝土製となすこと多し。又工場法の制定により職工休息室、食堂、洗面所等の設備を爲し齒車類の如き危険部は被覆を要することとなれり。又木挽場、木工場の如き場所には塵埃吸出機を備ふることあり。

又大工場にありては事務所及工場の外試験室(laboratory)、試験水槽(experimental tank)、社員住宅、職工家屋、病院、購買組合倉庫、小學校、工業學校、俱樂部等を設備す。

職工は當初常備(time work)なりしも工事を迅速ならしむる爲鐵鉸一本何錢、填隙一尺何錢と定め出來高により賃錢を給與する仕事拂(piece work)を爲すに至り、又船體の一部を組長に受負はしめたることあり、其後賞與式(premium system)と稱し豫め工事

を指定し實工數との差額の部を賞與として支給するの法出でたり。近來は常備、仕事拂、賞與拂の三法を混用すること多し。之等には各々利害あるを以て其場合に應じて取捨せらるるものとす。又夜間の勞銀は孰れの仕拂法たるを問はず晝間に比し高きを原則とす。又工場によりては職工保護の目的を以て恩給法、強制貯金、強制保險等をなすものあり。又工場主は工場法に據り職工の傷害保護の責を有するものとす。

近來勞働問題は産業界の重要問題にして國際勞働會議は勞働時間短縮、徹夜業禁止、定日休業等の問題を討議したるを以て我國の工場法も近く變改を見るべく尙將來は財の分配に關しては幾多の變化を生ずべしと認めらる、而して工業には人力を省略して機械力を應用すること益、大なるに至るべしと認む。

第五章 本邦船舶の航路及船種

本邦に現存する汽船は其用途及航路により左の五種と爲すことを得べし。

内航客船 第一、日本沿岸及離島の荷客を運搬する船舶

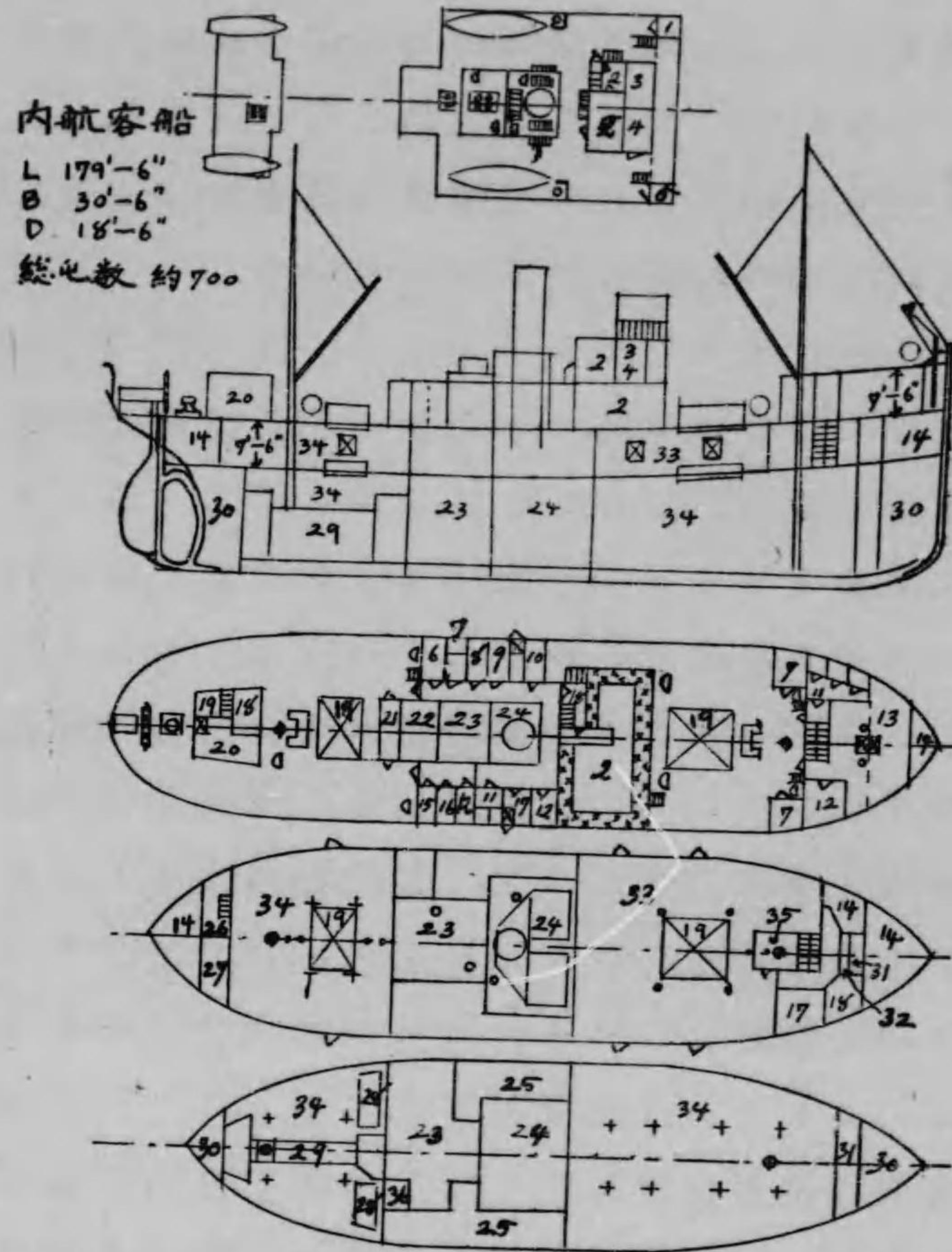
明治の初年未だ鐵道の開けざるに際し米國太平洋郵船會社 (pacific mail steam ship Co.) は横濱、神戸、上海の定期航路を開始し邦人の耳目を聳動せし爲東京及大阪を中心として汽船運送業を營むもの並び興り殊に瀬戸内海に於て殷盛を極めたり。明治十五年大阪以西の小船主合同して大阪商船株式會社を創立し爾來伊勢灣より紀伊半島、瀬戸内海、四國、九州、山陰及大阪琉球間の定期航路を營み内航客船として最發達せる船舶を使用す。此他瀬戸内海には現今尼崎汽船會社外數社あり。東京大阪間は早く鐵道の便開けたると中間寄港地少き爲特殊の發達なく單に外航船舶の寄港に依れり。

東京北海道及新潟は元三菱會社の東回り線、西回り線と稱せしものを日本郵船會社にて繼承し居れるも特殊船舶に非ずして外航船舶に使用せし千噸内外の舊船を以て充當し居れり。

東京灣内、房總沿岸、伊豆半島、伊豆七島、小笠原島等の定期航船は東京灣汽船會社外一二會社之を營めり。而して東京北條間には急行客船を使用せるも他は概ね魚類運搬を主とする荷客船なりとす。

此他三陸地方、北海道、北越、九州等にも沿岸航路の汽船會社あり。

第五圖



内航客船
L 179'-6"
B 30'-6"
D 18'-6"
総噸數 約 700

- | | | | |
|----------|-----------|---------|----------|
| 1 塗料庫 | 10 二等運轉士室 | 19 艙口 | 28 清水槽 |
| 2 二等客室 | 11 客便所 | 20 食堂 | 29 車軸隧道 |
| 3 一等運轉士室 | 12 船員浴室 | 21 操舵室 | 30 首尾水艙 |
| 4 船長室 | 13 水火夫室 | 22 厨室 | 31 錨鎖庫 |
| 5 燈具室 | 14 倉庫 | 23 汽機室 | 32 救命浮帶庫 |
| 6 スカラリー | 15 機關長室 | 24 汽鑪室 | 33 三等客室 |
| 7 船員便所 | 16 一等機關士室 | 25 石炭庫 | 34 荷艙 |
| 8 司厨士室 | 17 洗面所 | 26 料理入室 | 35 郵便室 |
| 9 事務長室 | 18 食器室 | 27 給仕室 | 36 機關士倉庫 |

之等を通覽するに内航客船は總噸數百噸以上千噸以下にして短距離の航路及僻灘の地に使用するは三百噸未滿なるも多くは三百噸以上六百噸なりとす。又木船は明治年代には六百噸位迄建造せられたるも近來は三百噸以上のもの稀にして多くは鋼船なり。

木船は二層輕甲板船を普通とす。鋼船は元二層覆甲板船を造りしも近來は二層輕構船を多しとす。稀には長船首樓又は低船尾樓を有する一層甲板船あり。近來建造せらるゝ七百噸以上の船舶は重構船にして三島船又は船首樓、船橋樓及船尾甲板室を有するもの多し。且船首樓及船橋樓後端には隔壁を有せざること普通なり。又船橋樓の片舷一部を通路に當て外板を張らざるものあり。又明治三十年以前の鋼船は方形龍骨多きも近來の鋼船は凡て平板龍骨とす。内龍骨は五百噸未滿は中心線内龍骨、以上は斷切板内龍骨にして七百噸以上は貫通板内龍骨なること多し。

機關は明治二十年以降の建造にして總噸數三百噸以上は三聯成蒸汽機關を使用す、但し小船は二聯成機關とす。

推進器は普通單螺旋なれども稀には雙螺旋なる

ことあり。

速力は試運轉に於て木船九乃至十浬、鋼船十乃至十二浬とす。通常單底なるも往々汽機下を鑛水艙となすことあり。船首尾艙は明治三十年以前は單に倉庫に使用せしも近來の鋼船は壓水艙と爲すこと普通にして合計三十噸内外の壓艙水を有す。此他に鑛水槽を汽鑛室前艙内に、飲水槽を汽機室後部艙内に置くこと普通なり。

近海客船

第二、北海道、樺太、浦鹽、朝鮮、北清、南清、上海、臺灣、南洋等の荷客を運搬する船舶。

明治初年海運業勃興に際し政府は極力獎勵を加へたるが就中三菱會社には臺灣戰役に軍隊輸送を爲せし功により厚き保護を加へ上海航路を開かしたり。後同社が協同汽船會社と合同して日本郵船株式會社を創立せし以後も同航路を繼承して今日に及べり。

朝鮮航路及北清航路は日本郵船會社創立當時より之を開き現今は天津線及牛莊線あり。大阪商船會社は明治二十四年より之を開き今日は回航線及直航線の數線を有す。又朝鮮郵船會社は主として朝鮮沿岸の航路に従事す。又尼崎汽船會社も大阪朝鮮間の航路を有す。

浦鹽航路は日本郵船會社創立當時より之を開き神戸浦鹽間の航路を有す。大阪商船會社は明治四十年以降敦賀浦鹽線及大阪朝鮮回航線、北海道浦鹽北日本線等を有す。

樺太航路は日露戰爭後日本郵船會社及北日本郵船會社にて之に従事す。

臺灣航路は明治二十九年大阪商船會社之を開き現在は日本郵船會社も之に従事す。

青島航路は日獨戰後日本郵船會社及大阪商船會社之に従事す。

南清航路は明治三十二年以降大阪商船會社之に従事す。

長江航路は明治三十二年大阪商船會社之を開き現今は日清汽船株式會社之に當れり。

大連神戸間は大阪商船會社之を營み、大連上海間は南滿鐵道會社之に従事す。

南洋航路は日獨戰後日本郵船會社、南洋郵船會社等之に従事す。

以上諸航路に使用する船舶は總噸數千噸以上三千噸未滿を多しとす。朝鮮、臺灣沿岸、南清、北清等の航路には内航船舶の大型なるを使用す。普通輕構船又は重構船にして三島船又は船首樓、船橋樓及船

尾甲板室を有するものなり。

北清航路には稍淺喫水の船舶を使用し流水中を航行する用意あり。又船尾には蒸汽カブスタンを供へケッチアンカー用に資するを便とす。

南清航路の船舶には海賊に對する防備を要す。

大連航路は南滿鐵道を経て西伯利亞に連絡するを以て稍優良なる客船を使用す。現今は最大五千噸なり。

浦鹽敦賀線は西伯利亞と日本との連絡渡峽航路なれども未だ特種の船舶を使用せず、但冬期浦鹽は結氷するを以て船首に之が用意を要す。

釜山下關間は鐵道院に於て善美なる渡峽船を使用す。青森函館間は沿岸航路に屬するものなるが之亦鐵道院に於て渡峽船を使用し居れり。

上海航路は由來外人の乗客多かりし爲其の嗜好に應じ設備を善美にする歴史あり。現今は三千噸級の高速力船を使用す。

長江航路は特殊の淺喫水船にして雙螺旋を普通とす。又支那貿易に必要なる買辦室及支那人船客に對する特殊設備を爲せり。

臺灣航路は目下歐米航路に使用せし六千噸級の舊船を使用す。三等室には疊を敷き日本式談話室

及浴室を設け又講談芝居等を演ずる舞臺を設くる等一種の特色を發揮し居れり。

南洋、樺太、浦鹽、回航、青島等の航路に使用するは普通舊式の荷客船にて特記すべきものを認めず。

第三、歐羅巴、濠洲、北米、南米等に荷客を運搬する 遠洋客船 船舶。

蘇士通過歐羅巴航路は明治二十九年日本郵船會社六千噸級の荷客船を以て之を開き八千噸級九千噸級を経て現今は一萬噸級を用ゆ。本航路の外國船は英國彼亞會社、佛國エムエム會社なり。戦前は北獨逸ロイド會社も之を經營したり。今後は大阪

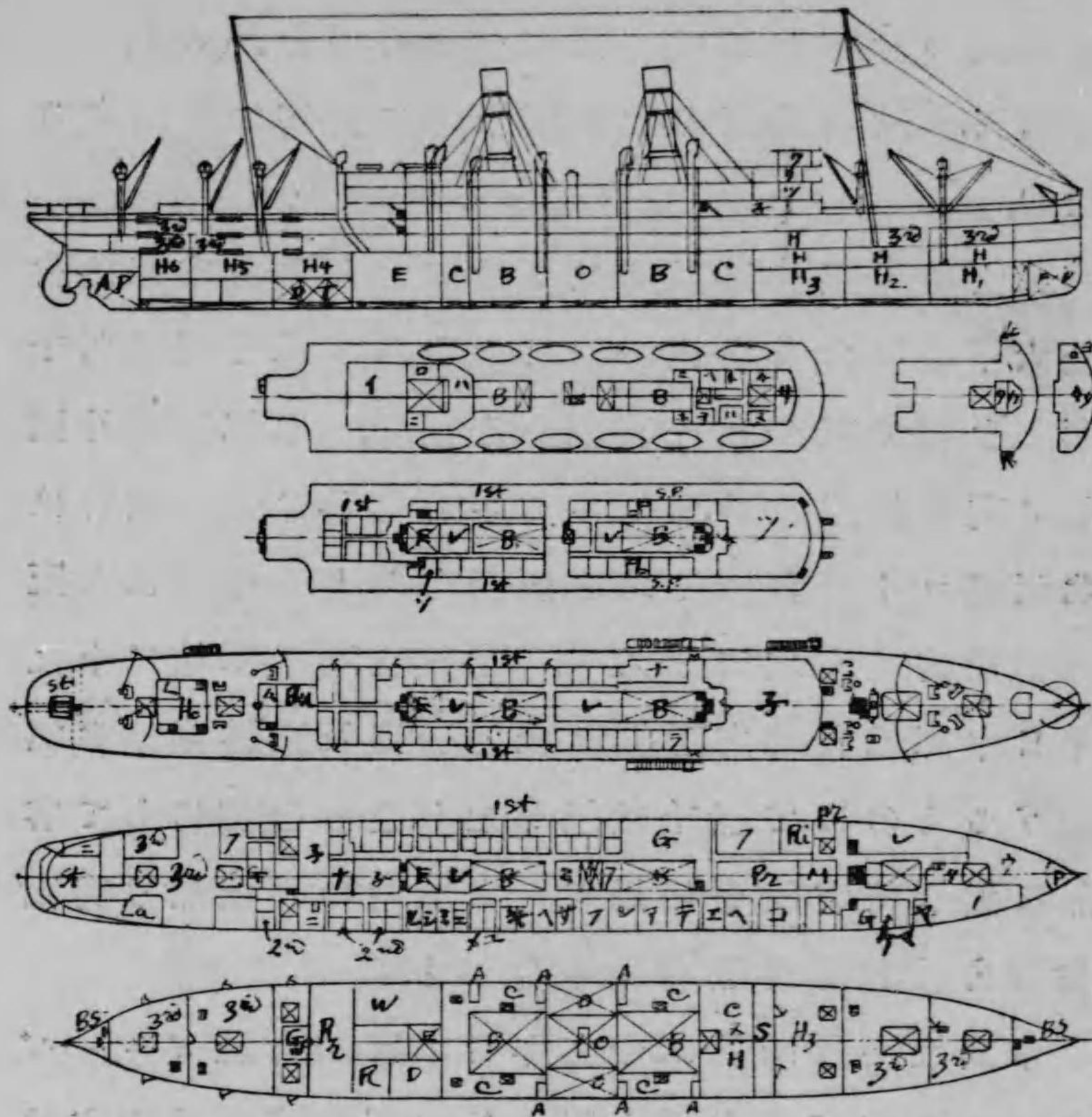
商船會社も之に加入す。濠洲航路は明治二十九年日本郵船會社之を開き上海、香港及南洋諸島を經由するものにて五千噸級を配し設備を美にして客船に近き荷客船を使用す。本航路の外國船は英國彼亞會社、和蘭郵船會社等なりとす。

米國航路は明治二十九年日本郵船會社ビューゼットサウンド線を開き現今は大阪商船會社も亦此航路に従事す。

本航路の外國船は加奈陀太平洋汽船會社等なり。此航路の船舶は就れも六千噸乃至八千噸の荷客船を用ゐしが近年は一萬噸級を配するに至れり、但荷

第 六 圖

遠洋客船
550x63.1x38.5
総吨数約13000吨



- | | | | |
|-------|---------|---------|----------|
| H 荷倉 | FP 水倉 | Ba 手荷物室 | Bs 水夫長倉庫 |
| B 汽罐室 | DT 深水倉 | Pr 食料庫 | W 工場 |
| C 石炭庫 | 3rd 三等室 | Ho 病院 | D 發電機室 |
| O 油倉 | 2nd 二等室 | L 燈具庫 | R 冷蔵機室 |
| E 汽機室 | 1st 一等室 | st 操舵機室 | Rr 冷蔵室 |
| AP 水倉 | sp 特等室 | P 塗料庫 | Gp 火藥室 |

S 絹物庫	G 厨室	Ri 米倉	
La 洗濯店	M 郵便庫	A 灰捨管	
イ 喫烟室	轉士室	ヲ 事務長室	テ 料理長室
ロ パー	チ 船長便所	△ 二等喫烟室	ア 料理人室
ハ ロンジ	ワ 海圖室	ウ 水夫室	サ 工場長室
ニ 便所	カ 操舵室	ノ 火夫室	キ 練習生室
ホ 無線電信局	ヨ 探海燈	ク 大工室	ユ 五、六等機關士室
ヘ 食堂(船員)	タ 原基羅盤	ヤ 火夫長室	ト 三、四等機關士室
ト 二等運轉士室	レ 浴室及便所	マ 水夫長室	チ 二等機關士室
チ 一等運轉士室	ソ 理髮店	ケ 舵夫室	ツ 一等機關士室
リ 船長室	ツ 談話室	フ 給仕室	シ 一等機關士室
ル 水先人室	ネ 食堂	コ 事務員室	ヒ 機關長室
ル 三、四、五等運	ナ 食器室	エ 司厨士室	

物を主とする如し。

桑港線は明治三十二年東洋汽船會社六千噸級の客船にて之を開き現今は一萬三千噸の純客船を使用す。本航路の外國船は米國の太平洋郵船會社にして一時休止せしも近來再び開始したり。

南米航路は東洋汽船會社之を開き荷物を主とし、且移民を搭載す。又大阪商船會社は近來希望峯經由南米東岸に至る航路を開始せり。

孟買、甲谷陀航路は明治二十六年に始まり五千噸乃至八千噸の船舶にて定期の航行をなせども荷物を主とし、客としては土民労働者を搭載するものと

す。此他彼斯亞刺比亞に回教徒の巡禮人搭載を目的としたる航路に従事したるものあり。

上記諸航路に使用せる船舶は普通三島式重構船にして船橋樓上には端艇甲板あり。船尾樓上にも甲板室を設けたるものあり。又は覆甲板船として中央に大なる甲板室若は船橋樓を有し其上に逍遙甲板端艇甲板等を有することあり。汽機は三回膨脹機關なること多く往往タービン又はギヤドタービンを採用するものあり。六千噸以上の船舶は普通雙螺旋とす。又試運轉速力は十四浬乃至二十浬なりとす。

近海荷船

第四、内地、北海道、樺太、臺灣、朝鮮、北清、南清、南洋等に不定期荷物を運搬する船舶。

近海荷船の主要荷物は九州、北海道の石炭、樺太、北海道の海産物及材木、臺灣の材木及砂糖、大連の豆粕及雜穀、南洋の燐礦石、西貢及盤谷の米、支那の礦石、綿花、牛骨等にして由來外國より購入せる一千噸乃至三千噸の舊船を以て社外船主により經營せられたるものなり。但し歐洲戰爭中之等船主も多數の新式船舶を建造したるを以て近來は稍面目を一新したり。然れども同時に船腹不足の爲急造せられたる粗造船及大木船も亦此航路に使用せらるるに至

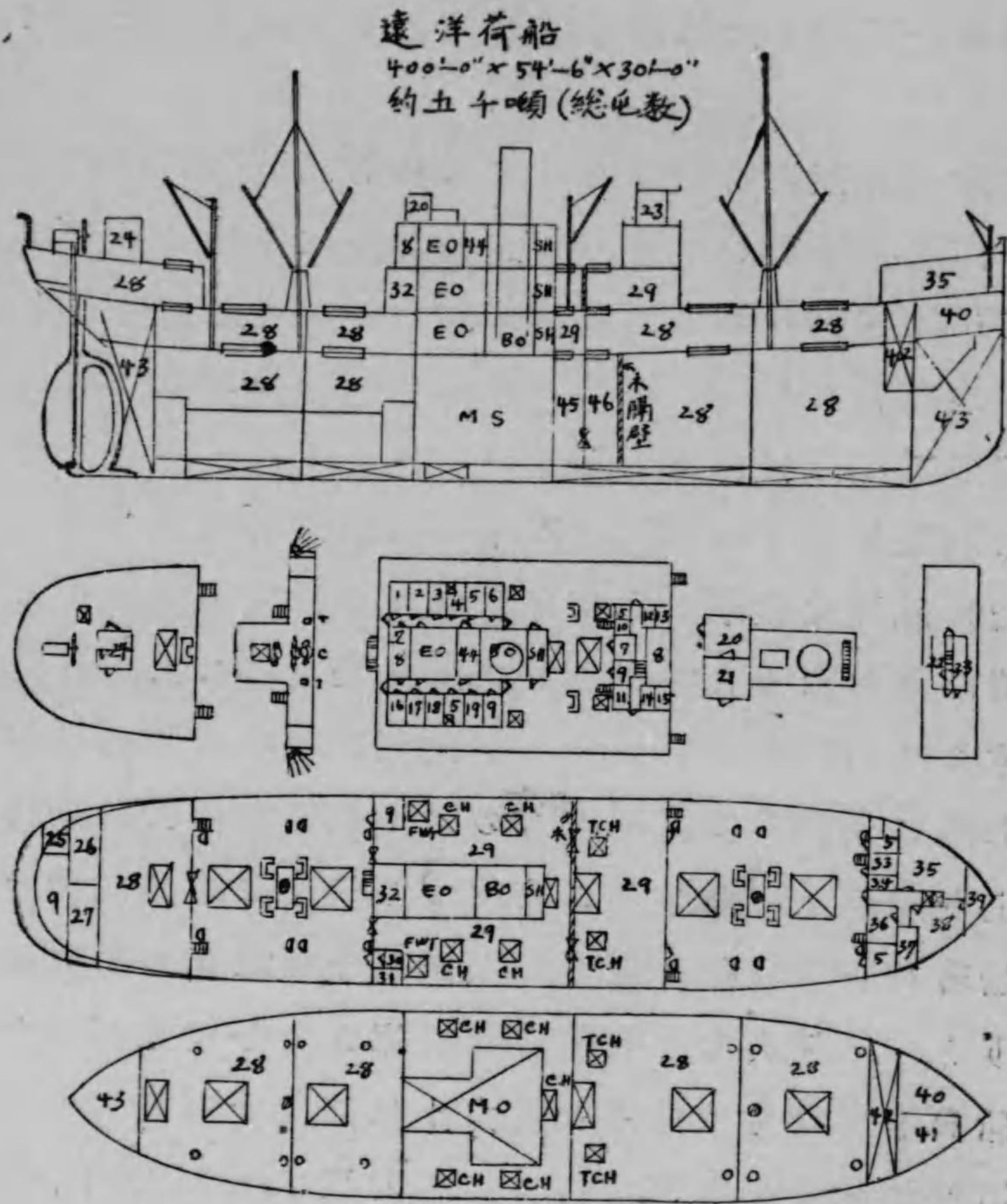
れり。又トロール船を改造せる船尾機關の五百噸内外の荷船も此航路に使用せらる。従て上記船舶には統一せる型式なきも新造せられたるものは次に述ぶる遠洋荷船の小なるものと見做し得べし。

第五、世界を一周し若は世界各地の荷物を定期若は不定期に輸送する船舶。

遠洋荷船

遠洋荷船の主要荷物は歐米の雜貨、機械及鋼材、濠洲の羊毛及肉、印度の綿及ガンニー、米國の綿、麥粉及米利堅松、南米の智利硝石、本邦の燐寸、茶、箱板等なり。此種航運は從來日本郵船會社及大阪商船會社にて隨時試みたることあれども社外船主にて之を經營するもの殆んどなかりしが歐洲戰爭中之等船主の海外に業務を擴張せしもの多く現在は相當の數に上り居れり。此業務に使用する船舶は三島式重構船若は覆甲板船にして總噸數五千噸以上一萬噸なりとす。廣大なる荷倉と石炭庫と充分なる壓倉水倉を有し、速力は試運轉速力十二乃至十四浬にして石炭消費量少き汽機なることを要す。但し七千噸以上は雙螺旋汽船となすもの多し。

第七 圖



- | | | | |
|--------|-----------|-----------|------------|
| 1 事務室 | 7 食器室 | 13 醫師室 | 19 三等機関士室 |
| 2 荷物方室 | 8 食堂 | 14 二等運轉士室 | 20 無線電信局 |
| 3 給仕室 | 9 食料庫 | 15 客室 | 21 無線電信局員室 |
| 4 料理人室 | 10 司厨士室 | 16 機関長室 | 22 船長室 |
| 5 浴室便所 | 11 三等運轉士室 | 17 一等機関士室 | 23 海圖室 |
| 6 事務員室 | 12 一等運轉士室 | 18 二等機関士室 | 24 病院 |

- | | | | |
|----------|------------|--------------|------------|
| 25 甲板用具庫 | 33 燈具庫 | 41 大工仕事場 | F.W.T. 清水槽 |
| 26 絹庫 | 34 油差室 | 42 錨鎖庫 | T テレグラフ |
| 27 郵便庫 | 35 火夫室 | 43 首尾水艙 | C 羅盤 |
| 28 荷艙 | 36 舵夫室 | 44 厨室 | MS 機関室 |
| 29 石炭庫 | 37 水夫長及大工室 | 45 横置炭庫 | BO 汽罐室口 |
| 30 氷庫 | 38 水夫室 | 46 豫備炭庫 | EO 汽機室口 |
| 31 冷蔵庫 | 39 塗料庫 | T.C.H. 圍壁載炭口 | |
| 32 操舵機室 | 40 水夫長倉庫 | C.H. 載炭口 | |

第六章 本邦の造船能力

歐洲戰前世界の船舶は三萬隻總噸數五千萬噸と稱し其重なるものを擧ぐれば

英國二千萬噸

米國及獨逸各五百萬噸

佛國及那威各二百五十萬噸

日本二百萬噸(内帆船五十萬噸,汽船百五十萬噸にて三千噸以上と未滿は相半し居たり)

伊太利百七十萬噸

和蘭百五十萬噸

埃,露,瑞各百萬噸

又戰時中新造せられたる船舶は約一千萬噸にして喪失せられたるもの約千五百萬噸,差引約五百萬噸

世界船舶は減少せりと稱せらる。本邦は新造船の

外國に輸出せられたるもの及喪失せるもの若干あるに拘らず最近には一萬六千隻、三百五十萬噸を算するに至れり。

又戦前世界の造船能力は一年五百萬噸にして其主なるものを擧ぐれば

英國二百萬噸

獨逸六十萬噸

佛國、米國、和蘭各二十五萬噸

日本十萬噸

伊國、澳國各七萬噸

露國、那國各五萬噸

而して戦時中最造船業の發達せるは米國にして戦前の英國を凌ぐに至れり。之に次ぐは本邦にして大正七年末は七十萬噸に達したり。若し鋼材の供給潤澤なりせば百萬噸の生産は容易なりしなるべし。造船輸出の事なしとして本邦現在の海運業を維持するには約三十萬噸の新造を必要とすと認む。従て之に要する鋼材は約十五萬噸なるべし。

戦前世界の鐵産額は一年七千八百萬噸にして其主なるものは

米國三千萬噸

獨逸二千萬噸

英國一千萬噸

佛國五百萬噸

澳國及白國各二百萬噸

にして本邦は僅に三十萬噸に過ぎず、如かも消費量は一年百萬噸にして造船用材は内五萬噸なりしが殆んど全部を輸入に待ちたるものなり。

戦時中鋼材の輸入杜絶せし爲自給の必要を感じ製鐵業勃興の氣運を生じたりと雖之を廉價に生産するは容易の業に非ざるべし。

故に本邦造船能力の消長は一に係て鋼材の廉價なる供給を受け得るや否やにありと云ふ事を得べし。

第二編 船舶法規

第一章 英國の船舶法規

海運造船に關し英國は世界の先進國と見做され本邦の船舶法規も亦彼に倣ひたるもの多きを以て爰に彼國の船舶行政に付其一斑を序せんとす。

船舶積量
測度法

英國にては船舶の大きを示すに古來噸數(tonnage)を以てし船舶の價格を定め、荷物の搭載量を算し税金料金賦課の基準となしたり。蓋し往時酒樽を積み得る數により船の大きを測り、噸は酒樽 (tunn) を意味せしに起因すと云ふ。而して當時の酒樽は其重量約二千二百四十斤なりし故此單位は容積單位とも重量單位ともなし得たるものなり。其後千四百二十二年ニューカッスルヲンタインのキール (keel) と稱する運炭船に課税する爲キヤルドロン (chaldron) と稱する容積單位を用ゆる測度規則を發布したり。

キヤルドロンは石炭を運ぶ畚なりしが如し。千六百九十四年之を改めて載荷重量となし船側及船首尾材に載荷喫水線を標示せしめ千七百七十五年には此測度規則を全國の運炭船に適用する法律發

布せられたり。千六百九十四年より千六百九十六年迄は一般航洋船舶の載荷重量を測定するには $\frac{L \times B \times D}{94}$ 噸なる式を用ゐたり。爰にLは船長、Bは船幅、Dは船深なり。千七百七十三年ピー、フー、エムなる測度法現れ千八百三十五年迄施行せられたり。其公式は $\frac{(L - \frac{3}{5}B) \times \frac{B}{2} \times B}{94}$ なり。

本測度法の影響として深を増大する傾向を生し甚しく復元力を害し海難頻出せしに至りしは前編に説述したる處なり。千八百三十六年新測度法 (new measurement) なるもの出で千八百五十四年迄繼續せり。之は或方法により船内容積を測り總噸數 (gross tonnage) と名付け、機關室噸數を之より控除したるを登簿噸數 (registered tonnage) と名付けたり。然るに容積の測定法不完全なりしを以て千八百五十四年商船法 (merchant shipping act) によりムーアソン式 (moorson system) を採用するに至れり。甲板下積量を數學上完全に計算し尙甲板上の永久的に閉圍せられたる場所にして荷物、糧食、住室等に充當する容積を加へ百立方呎を一噸として測定し之を總噸數とす。此内より機關室及船員常用室容積に或係數を乗じたる噸數を控除したるものを登簿噸數

となしたり。

千八百六十年ダニュープ河航行の船舶に對し英國式測度法を採用したり、但し機關室控除方法は別に之を制定してダニュープ規則と稱したり。

其後各國共上記英國式測度法を採用し、ムーアソン法は國際的測度法となりたり。

千八百七十三年蘇士運河税に關して萬國測度法會議を開きたるも其議決は單に同運河の噸數規則となりしに止まり列國の採用する處とならざりき。

千八百九十四年英國は商船法の改正と共に測度法にも大改正を加へ現今施行するものとなりたり。之に範りて獨逸及米國は千八百九十五年に、和蘭は千八百九十九年に、露西亞は千九百年に、佛國は千九百四年に、伊太利は千九百六年に、日本は大正三年即千九百十四年に測度法を改正せり。各國元より幾分の相違なきに非ざれども大體同一にして積量の互認をなし居れり。

巴奈馬運河開通の爲米國は巴奈馬運河噸數規則を發布せり。之も亦「ムーアソン」式なれども米國法と稍異なる處あるものなり。

商船法

英國の船舶行政は商務省 (board of trade) の所管にして千八百五十年同省に海事部を設け、千八百五十

四年に商船法を公布したり。此内には船舶登録、積量測度、旅客船及移民船検査規則、漁船検査規則、衝突豫防法、海難救濟法、船員の糧食及衛生竝に船室の設備に關する規則、救命具規則、乾舷規則、不適航船舶取締規則、散積荷物及危險荷物取締規則、木材甲板積規則、錨鎖検査規則等を包含す。

海事部は専ら上記法規に關する事務を執行する官廳なれども錨鎖検査及乾舷標示に對してはロイド、ピーシー、ピーブイ等の船級協會に之が代行の權能を附與し居れり。

乾舷標示は四年の有効期間にして船級協會に登録せるものは各協會に於て、然らざるものは商務省に於て之を施行す。

乾舷規則は千八百八十五年のロイド構造規程を基準強力として最小乾舷を附與し、之より弱きものは乾舷を増加せしめ居れり。故に船級協會に登録せざる船舶に對しては四年毎に特別検査を行ふ意味となるなり。

旅客船は上記検査の外毎年定期検査として船底、客室設備、汽罐及屬具を検査す。但し船級協會に登録せるものは船底及汽罐の検査を省略す。

移民船には特種の設備検査を爲すものとす。

荷船は定期検査を行はず、海難臨検を爲すのみなり。但し遠洋航路の船舶は船員の糧食検査を受くることを要す。又内務省は工場法により荷役装置の検査を執行す。

人命海難
豫防協議
會

千九百十二年タイタニックの沈没に由り多大の人命を損傷せし爲人命海難豫防協議會 (international convention for the safety of life at sea) なるものを倫敦に開き關係各國より委員を派して討議をなしたり。千九百十四年一月案成りて調印し、千九百十五年一月一日より實施の筈なりしも千九百十四年秋歐洲戦争爆發の爲其運に至らざりき。然れども英國商務省は隔壁調査會 (bulkhead committee) 及端艇調査會 (boat and davit committee) を設け委員を任じ其報告に據り前記協議會の主義を採用し一部實行し居れり、其詳は第四編及第五編に於て之を記述すべし。又近く乾舷調査會を開きて之が改正を企圖せるが之は次章に於て記述す。

第二章 英國の乾舷規則

沿革

千四百二十二年ニューカッスルの載炭船に乾舷標示を爲さしめ千六百九十四年英國一般の載炭船

に適用したることは前章に述べたる處なるが之等は皆深何呎に付何時と定めたるものなり。

千七百七十四年ロイド船名録に喫水を記せしも千八百三十三年之を廢したり。千八百二十六年リバープール保險協會は乾舷規則を出し、千八百四十年ロイドも亦之を出したり。當時は例のビー、ラー、エム測度法により惡比例の船多く海難ありし爲審問法及商船法發布せられたり。

千八百五十四年ムーアソン氏は登薄噸數より載荷重量を定むる公式を發表したるが之を以て豫備浮泛力 (reserve of buoyancy) を考慮したる乾舷規則の始なりとす。千八百七十二年ブルムソル氏は乾舷法を發布せんことを政府に迫りたり。

千八百七十三年ロイド船級協會はマーテルの發表せる規則により覆甲板船の載荷喫水線を定め船側に $\frac{L}{\diamond} \frac{R}{}$ なる記號を附したり。

千八百七十四年乾舷標示法議會を通過し不適航船舶停航の權能を政府に與へたり。其算定法は内規として公布せられざりしもロイドと同主義にして標準一定せざる處ありたり。千八百八十二年ロイドは新乾舷規則を出し、千八百八十三年政府は載荷喫水調査會 (load line committee) を任じ、千八百九十

年商船法の改正と共に商務省より乾舷規則を發布しロイド、ビーシー、ビーブイの三船級協會に其の算定權を附與したり。

千九百三年空荷喫水調査會(light load line committee)を任じたるも不決定に終り、千九百六年乾舷規則を改訂したり。蓋し獨逸が乾舷規則を發布して船樓の價値を英法より多大に認めたるを以て之と歩調を共にする爲改正せしものにて一呎に付約半吋位乾舷を減少したり。千九百七年商務省は八十噸未満の汽船にも之を適用するに至りたり。

佛國は千九百七年乾舷法を制定したり。千九百十三年英國は第三回目の載荷喫水調査會を命じ、同委員より千九百十六年議會に報告したる處に據れば現行法は一般には適當と認むべきも計算繁雜にして或種の船には必しも適當と認め難し、故に下の二點に付改正を要すと述べたり。

第一、船の種別により特別の取扱を爲さざること

第二、船樓(superstructure)の隔壁戸口の閉塞法に對する修正法の改正

現行法

現行乾舷法の要旨を述べれば

乾舷とは長の中央にて水線より船側に於ける上

甲板の上縁即ちスタチュートリーデッキライン(statutory deck line)に至る高を云ふ。(第八圖)

現行法は船舶の基準船型を下の四種とし乾舷を算出す。

- 第一、輕甲板又は覆甲板を有せざる平甲板船
- 第二、輕甲板船
- 第三、覆甲板船
- 第四、平甲板帆船

第一種及第四種の船舶は船の大きさに相當する豫備浮泛量を乾舷規則に表示さるるを以て排水量尺度(displacement scale)あれば直に之により乾舷を定め得べし。若し排水量尺度を有せざれば近似法として下記の肥瘠係數(coefficient of fineness)を使用してモールデッドデッブス(moulded depth)より直に乾舷を定むることを得るものとす。

$$\text{肥瘠係數} = \frac{\text{甲板下噸數} \times 100}{\text{長} \times \text{幅} \times \text{深}}$$

爰に長は載荷喫水線にて船首材の前面より舵柱の後面迄取り、幅は最廣部にて外板の外面より外面迄取り、深は艙内深と甲板間高の和を取るものとす、但し覆甲板船は第二甲板迄とす。

抑乾舷は復元力、甲板に波浪を蒙らざること及強

力の三點より定むべきものなるが、主として經驗上の材料に待つの外なく本法制定當時の海難報告に據りたるものなり、但し一の基準を定めたる上は他は比較により推定し得べきものなり。

鋼船はロイド 100 AI を基準とするを以て之より弱き構造なれば相當大なる乾舷を要す。

肋骨心距を四分一増大せば外板は二十分一吋厚くして同一強力と見做し、木甲板は其厚の二十五分の鋼板と同強力と見做し居れり。故に構造規程は乾舷規則と相俟て始めて有意義となるものなり。

基準船は全通普通肋板の船なるを以て一部又は全部に二重底を有するものは肥瘠係数を訂正することを要す。又長深の比は十二と假定するものなるを以て長が之より大なるか小なるかに従て相當の訂正を要す。又幅深の比は適當なるものと假定するものなるを以て比較的幅小にして復元力不足なる場合には乾舷の増加を要す。又船首尾喫水の差大にして豫備浮泛力に影響ありと認めらるる程度なれば相當の訂正を要するものとす。又基準船には一定のシーヤ及梁矢 (camber or round up) を定め之と異なる場合には乾舷の訂正を要す。又排水口には最小面積を規定し船橋樓及船尾樓前端隔壁の構

造を規定す。又復元力は荷物の種類及載荷法により變化し従て乾舷にも影響すべきものなるを以て之は適當に載荷せられたりと見做すものなり。

ウエルデッキ、三島、船首樓及船尾樓、船首樓及船橋樓、船首樓のみ等の船樓配置を有するものは其の全長と船長との比に應じ第一號表及第三號表の乾舷差の何割かを減することを認む。換言せば之等船樓を有する船舶は平甲板重構船と覆甲板船の中間に位すると見做すものなり。但し帆船にありては直に第四號表乾舷の何割かを減すべきことを規定す。

輕構船は第二號表により、覆甲板船は第三號表により肥瘠係數と艙内深により乾舷を定むることを得。蓋し此二船は強力不足あるが故に重構汽船(第一號表)及帆船(第四號表)の如く豫備浮泛力により乾舷を定むる能はざるを以てなり。輕構船は覆甲板船と重構船の中間に位するものにして長船橋樓に對し幾分の割減を許すも其他に對しては之を許さず。覆甲板船は船樓に對しては全く乾舷の輕減を許さず。又輕構船及覆甲板船は共に「シーヤ」の訂正を認めず。一般に帆船は汽船より大なる乾舷を要し、大船は小船より大なる乾舷を要す。又ウエル

デッキを有するものは船樓合長が船長十分の六以上なるを要し、之に達せざれば船首樓及船尾樓と見做すものなり。又船員室が長船尾樓又は船橋樓に無く船首樓にあれば船員往來の橋をウエルの上に架することを要す。但し船長百五十呎以下若はウエルの長八十呎以上なれば上記に拘らず橋を要す。

本法は季節及航路により乾舷に差等を附せり即淡水中、冬期北太西洋、夏期印度洋、夏季、冬季等の差別を設く。又本法は補助としてターレット形及遮浪甲板船の乾舷算定法を示せり。

千九百十三年の改正案下の如し。

新乾舷法案

乾舷表には夏季乾舷を示し、冬季乾舷は龍骨上面よりの喫水每一呎に付四分の一時を加へ、夏季印度洋は同量を減じ、冬季北太西洋は長三百三十呎以下は冬季喫水に二時を加へ、淡水は一時浮沈噸數 (tons per inch immersion) にて訂正するか若は喫水一呎に付四分の一時を減ずるものとす。平甲板船はモールドドデップスに木甲板の厚を加へたるものと肥瘠係數にて表示す。而して此係數は乾舷甲板 (free-board deck) に至るデップスモールドドの八十五パーセントに相當する喫水に於ける排水量肥瘠係數にして 0.66 乃至 0.8 の八種を設く。又中央部に木

甲板ありて他に之なき場合は

$$\frac{\text{木甲板を張らざる長}}{\text{船長}} \times \text{木甲板厚}$$

を減じ。若し之に反するときは

$$\frac{\text{木甲板を張れる長}}{\text{船長}} \times \text{木甲板厚}$$

を加ふることを要す。又長が深の十二倍より大なるか小なるかに従ひ長四百呎を超えされば

$$.003 L + .05 (L - 12D) \text{ 時を、四百呎を超ゆれば}$$

.17 (L - 12) 時を乾舷に加減するものとす。但し全通船樓を有するものは上記の訂正を半分に止め、然らざる船樓を有するものは上記訂正量の $(1 - \frac{r}{2})$ 倍とす。爰に r は船樓長の合長と船長との比なり。若し長が深の十五倍を超ゆるときは之を十五倍と見做して訂正するものとす。

基準のシーヤは船首樓あるか若は全通の船樓あれば $.04 L + 8$ を平均のシーヤとし、然らざれば $.04 L + 16$ とす。爰に L は船長なり。船首のシーヤは船尾の二倍とし中央を最下點とす。基線 (baseline) は龍骨に平行に取るものとす。曲線はパラボラとす。但し載荷状態にて船尾喫水大なる設計に於ては設計喫水線に平行なる基線を設け船尾より船

長四分の一の處に最下點あるものとす。又上記シーヤより大なるときは訂正をなさず小なるときのみ乾舷を増加するものとす。其割合は船首樓なきときは不足額の四分の三を、船首樓ありて船尾樓なきときは八分の五を、船首尾樓共に之なきときは二分の一を増加す。又船首シーヤが船尾の二倍に足らざれば船首を船尾の二倍として訂正す。

基準の梁矢は幅の五十分の一とし之より大なるか小なるかに従て其差の四分一を増減す。

船樓に對し乾舷の減少を認むるは勿論にして全通船樓例へば覆甲板に對して其減少額を表示す。全通船樓に非ざる場合は船樓合長と船長との比及型係數 (type factor) 及隔壁閉鎖装置により之を定む。型係數は第一全通船樓、第二三島船樓、第三船尾樓及長船首樓、第四船首樓及長船尾樓に對しては 1.0 とす。

但し船樓端隔壁出入口の閉鎖装置は第一種とす。船尾樓のみを有するものは其長が船長の四十パーセントなれば型係數 0.5、七十パーセントなれば 0.8 とす、但し閉鎖装置は第一種とす、而して上記長の間價は表示せらる。船首樓と船橋樓を有するものは長に關せず 0.7 とし、其他は船尾樓の例によ

るものとす。

上記の如く船樓端閉鎖装置が充分ならざる場合には實際の船樓長の幾分を以て有效の長と認むるものなり。即ち船首樓は第一種閉鎖装置なるも第二種なるも後端に隔壁あれば全長を取り、隔壁なきときは長の 0.75 を取り、船尾樓の前端隔壁が第二種閉鎖装置なれば 0.8 を取り、隔壁なきときは 0.4 を取るものとす。又獨立船橋樓にて兩端隔壁が第一種閉鎖装置なれば全長を、前端が第一種にて後端が第二種なれば 0.8 を、兩端共に第二種なれば 0.7 を取るものとす。又船尾樓及船橋樓の前端隔壁が規定の強力を有せざるときは之なしと見做すものなり。又船樓高が $.018L + 1.22$ 呎より低ければ船樓長を其割合によりて減す、又長百呎以下は三呎を、長三百五十呎以上は七呎半を基準とす、爰に L は船長を示すものとす。上記第一閉鎖法とは鋼又は鐵にて造り隔壁と同強力にして容易に取外し得べからず且兩側より水密に閉ぢたるものなり且船樓内部の舷窓 (side scuttle)、載荷門 (cargo port)、載炭門 (coal port) 等は密閉 (intact) し得べく、船樓内には排水孔を有せず且上部甲板口は凡て完全なる水密装置あるものとす。第二種閉鎖装置とは縁材高甲板上十五吋、戸口

幅三十吋以下にして厚二吋の堅材の戸若は挿板 (shifting board) を附したるものとす、且汽機室に往來するには上部甲板の出入口よりするか若は船樓内の蝶番戸を有する出入口より爲すものとす。又上部甲板の艙口は完全に水密にして船樓内の艙口縁材は九吋以上とす。又船樓端隔壁に密閉戸なきときは船樓内の甲板口縁材は十八吋以上とし舷側には船樓長十呎に付二平方呎の排水口を要す、但し短船首樓は此限に非ず。

艙口は規定の構造と閉鎖法を要す。

通風管は堅牢に構造するものとす。

機關室圍壁は船長二百七十呎以下にして曳船に非ざるものは乾舷甲板上六呎の高とす、若し夫より長きときは船樓の標準によるべきものとす。圍壁には船樓内に非ざれば乾舷甲板に出る戸口を附することを得ず且堅牢なる構造となすことを要す又船樓上の高は四呎以上なることを要す。

乾舷甲板又は船樓の舷牆は其面積の一割の排水口を設けしむ。

長百五十呎を越え四百呎未滿の船には船樓間に幅三十吋以上乃至四十二吋以上の船員通路たる橋を附せしむ。

船樓なき帆船の乾舷は汽船の乾舷より船深の二パーセント大にして長八十パーセントの船樓ある場合には五パーセント大なり。

又船底の傾斜が呎にて計れる幅の一俵二分の一を呎にて表はせる數より大なれば其差の二分の一を深より減するものとす。

本法の制定に際しては長百呎乃至六百呎の船を假定し、長深比は10乃至10.5とし、幅は $\frac{L}{16} + 20$ より小なりとし、平甲板船及覆甲板船に對しロイド、ビージー、ビーブイ、ジューエル等の規則により諸種の船を設計し其強力を比較したるものなるが其間多大の差を認めたり。依て其最小強力のものを以て基準強力となしたるものなり。従て基準強力に達せざる船舶は之に依りて乾舷を算出することを得べし。即ち

第一、基準船の縦強力は $f = \frac{I}{Bd}$ とす。

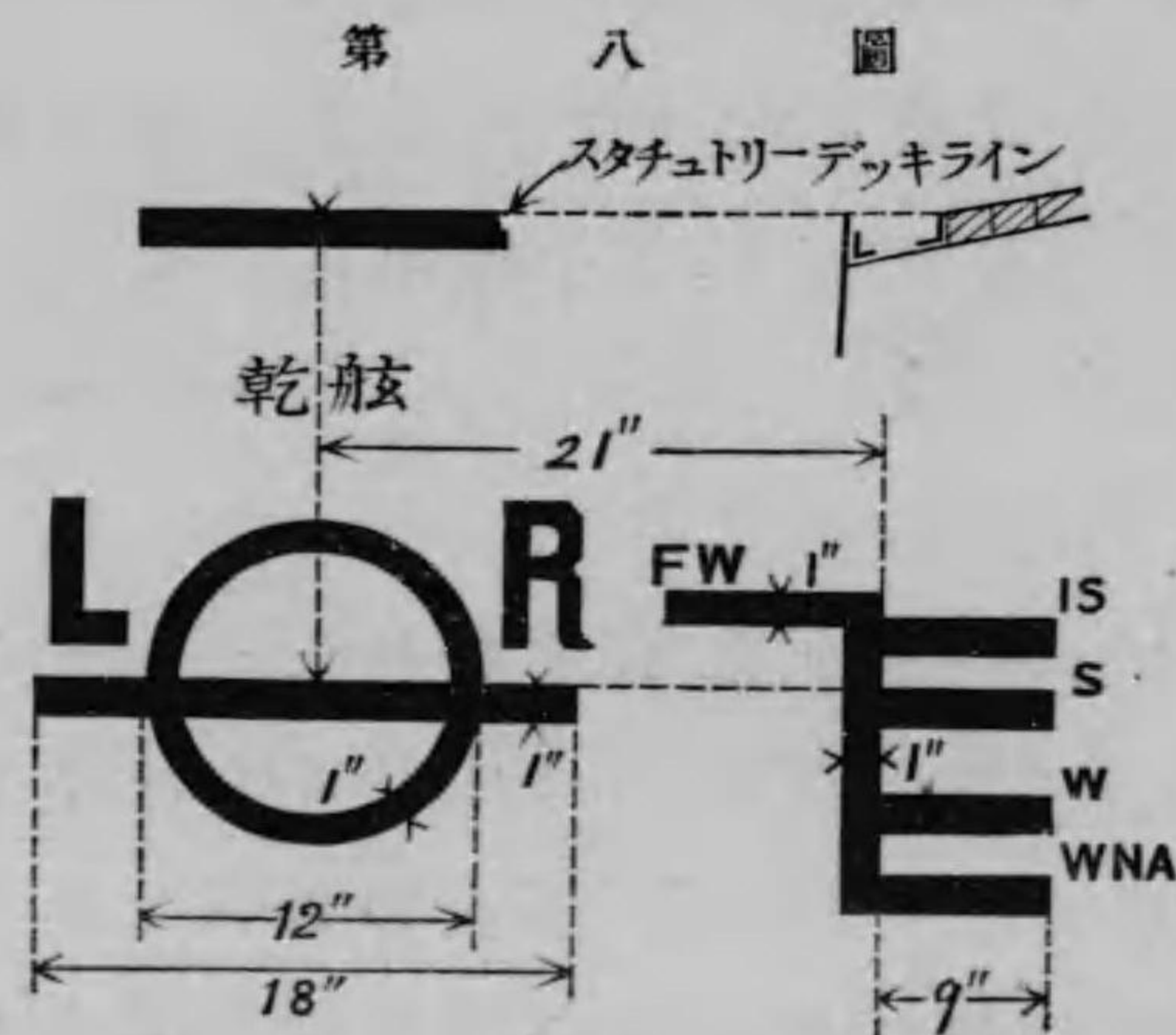
爰に f は船長に依り表示せられたる係數にして長百呎なれば 2.0 六百呎なれば 24.6 なりとす、又 B は船幅、 d は喫水、 $\frac{I}{y}$ は中央断面の抵抗力率なりとす。

第二、基準船外板の最小厚は $\frac{0.105L+17}{100}$ 吋とす。爰に L は船長を取るものとす。

第三、基準船肋骨の最大心距は $.025L+17$ 吋とす。

第四, 基準船の横強力は $\frac{I}{y} = \frac{S(T-t)(f_1+f_2)}{1000}$ とす。
 爰に S は肋骨心距, f_2 は載荷に関する係数にして甲板間の高にて表示す。 f_1 は喫水にて表示し水壓に関する係数なり。 $\frac{I}{y}$ は山形材二箇にてなれる船側肋骨の抵抗力率。T は最下甲板舷側より龍骨に至る深, t は肋骨肘板の高の半分より龍骨に至る深なり, 従て T-t は船側肋骨の支持徑間長に相當す。即ちビーシー規則の肋骨を定むる數と同主義に據るものなり。

乾舷標示 乾舷は船側外板に第八圖の様式に依りポンチにて記し尙塗料を以て之を明示するものとす。



FW 淡水 IS 夏季印度洋 S 夏季 W 冬季 WNA 冬季北太西洋
 各線上縁迄ヲ各乾舷トス
 帆船ハ IS, S, W ナ有セズ

第三章 船級協會

千七百六十年頃倫敦の海上保險業者はエドワードロイドと稱する珈琲店にて取引を爲し居たるが店主は顧客の便に資する爲千七百六十四年船名録を發行して多大の賞讃を得たり。依て千八百三十四年同店を變じて船級協會の組織としロイド船名録 (Register book of Lloyd classification society) を出し次に構造規程 (construction rule) を公布し定期及特別検査 (annual and special survey) を行ひ船級 (class of ship) を附するに至れり。

現今協會の事務は評議員會により管理せらる。評議員は七十人にして貨主, 船主, 保險業者, 造船業者, 造機業者等を網羅し一定の任期にて改撰せらるるものとす。

構造規程の改正は技術會議に依りて行はれ議員は十五人にして造船學會, 機械學會, 製鐵學會, 鍛鐵學會等より推撰せられたるものなり。

船級協會は公益法人にして収入の全部を事業費に消費するものなり。倫敦に本部を置き英國内各地及各外國主要港に検査官 (surveyor) を駐在せしむ。

検査官は他の職務に一切携はることを得ず又協會及検査官は検査上の過失に付損害賠償の責に任せざるものとす。

ロイド船名録に記載せる船舶の資格は世人より多大の信用を受け船舶の價格、貨物托送及保險金額の標準となり居れり。蓋し長年月の經驗により最適切なる構造規程と検査規程を編成し最公平に事務を行ひ居るが故なり。従て英國の船舶は勿論諸外國の船舶も多數入級し居れり、但し船級協會の事業は必しもロイドの獨專にあらず。

ビーシー
ビーアイ
等

千八百八十五年にはリバプールアンダーライターレジストリー (Liverpool underwriter registry) なるものありて後ロイドと併合したり。又千八百九十年ブリチッシュユコーポレーション或は略してビーシー協會 (British corporation or BC) なるもの設立せられ英國商務省の乾舷規則及錨鎖検査代行の權限を附與せられ居るは前章已に述べたる處なり。

佛國には千八百二十八年來ブローベリタス (Bureau Veritus) 又はビーブイ協會なるものあり之亦英國乾舷法代行の權限を有す。

獨逸にはゲルマニッシュユロイド (Germanisch Lloyd) 又はジール協會、那威にはノルスケベリタス (Norske

Veritus) 又はエヌブイ協會あり、其他伊太利亞、亞米利加等にも船級協會ありて各自國の船舶を入級せしめ居れり。

船級協會に登録すると否とは船主の任意にして青筒船舶 (fleet of blue funnel) 即ちホルト汽船會社の船舶の如きは自己保險を爲し孰れの船級協會にも入級し居らず。但し斯の如きは例外にして普通入級船にあらざれば人の信用鮮く、荷物托送を受け又は保險を附するに困難あるものとす。

又ロイドにはハッチサーベヤー (hatch surveyer) の制を置き荷物損傷の原因取調を爲し證明を交附して保險業者の參考とす。

ロイドの船級は 100A, 95A, 90A の三種あり、100A は乾燥荷物又は腐敗性荷物 (dry and perishable goods) を搭載して世界中孰れの場所にも航行し得る船舶なるを示し 95A, 90A 等は輕装にして近海用にのみ使用し得る船舶なりとす。又川船、渡峽船、曳船等の特殊船は只 A の符號を附す。I は屬具の完備を意味し * は製造中検査を意味す。故に * 100AI は最上級の船舶を意味するものなり。又新規の設計にして一般に其効力を認識せられざるものは往々 (experimental) なる符號を附して入級せしむることあり

船級

り。木船は 16A, 18A, I 等の記號を用ゐ 16, S 等は使用し得べき年限を示すものなり。

ビーシー協會の等級は一種にて BS と記し特種船には BS (with freeboard), BS (river service) 等あり。又製造中検査をなしたるものは * の記號を附す。

ビーブイ協會の等級は I, II, III とし製造中検査を経たるものはロイドと同記號を附す。尙現狀を示す數字、隔壁の性質、航路等を示す記號ありとす。

ジーエル協會の等級は航洋 (ocean going) 大沿海 (great coasting) 及小沿海 (small coasting) の三種とす。

検査

ロイドの検査方法は四年毎に特別検査を行ひ第一種準備、第二種準備、第三種準備なるものありて交互に之を行ふものとす。第三種準備にては舷窓下の内張板を去りて検査し、外板は二十四年を経過したるときは試孔を穿たしむ。蓋し船齡二十四年位迄は局部的修繕にて充分なるも此年齡に達せば全體の強力恢復の爲舷側厚板を二重張し若は甲板全部を張り替ゆる如き大手段を要するものとす。而して修繕は凡て検査後一年以内に行ふことを要す。定期検査は毎年之を行ふものとす。特別検査には水艙の水壓試験を行はしむ。木甲板は四吋厚なれば三吋に、三吋なれば二吋半に減耗したるときは新

替せしむ。又錨鎖は八パーセント減耗せば新替せしむるものとす。

ビーシーも四年毎に三種の特別検査を交互になすことロイドと異らず。其他に於ても大體同一なれども只定期検査に於ては船底、支水戸、支水瓣、艙口蓋、艙口及通風管縁材其他甲板口の検査にて足るものとす。木甲板は新規厚の四分の三に達せば新替を要し錨鎖は截面七十五パーセントに減せば新替するものとす。

ロイド構造規程は木船時代には之を出さざりしロイド構造規程も鐵鋼船時代に入りてより鐵船、木船共に之を制定したり。

其後鋼船の製造專となりし爲木船規程は之を出さざるに至れり。鐵船の入級せしは千八百三十七年にして鐵船構造規程は千八百五十四年始めて之を公布したり。當時は木船と同様に 12, 9, 6 等の等級を設け之に對して外板厚、肋骨心距等を規定したり。

千八百六十四年構造規程に改正を加へ再び千八百七十年從來の經驗により多大の改正を加へたり、即ち在來各部材料の寸法を定むるに甲板下噸數を以てしたるを數 (scantling numeral) に改めたり。其數

なるものに第一數及第二數の二あり、第一數は $D + \frac{B}{2} + \frac{G}{2}$ にして第二數は第一數に船長を乗じたものとする。爰に D は船の深、B は船の幅、G は中央部にて龍骨より船側甲板に至る長 (girth) なり。

千九百九年第一數を B+D に改めたり。蓋し $\frac{G}{2}$ を入るときは中央部にて狹脊 (fine) にして船首尾にて肥大 (full) する船が之に反する船より輕装となるの不都合を生ずるが故なり。

又鋼材厚は千九百九年迄は二十分一吋の差にて示せしが其後は五十分一即 0.02 吋の差を用ゆるに至れり。此厚は實際測定するに難なれども重量は平方呎に付 0.8 噸の差を生ずるを以て知り得べきものなりとす。

肋骨、特設肋骨、二重底縁板及之等の固著は第一數と艙内深により之を定め、肋板は第一數のみにて之を定む。龍骨、船首尾材、二重底、内龍骨、外板、甲板等は第二數にて之を定め、舷側厚板、梁上側板等は第二數と長深比にて之を定む、但し深は覆甲板、遮浪甲板及長船橋樓にては最上甲板迄之を取るものとする。而して本規程は長深比十四倍以下の船舶にのみ適用すべきものとする。

又長深比十三倍半を超ゆれば中央部船長二分一

間に船橋樓を設くることを要し、以下は之を附すると否とは任意なり。船橋樓は第二數に對し規程に示す長より大なるとき即約船長の五分の一以上なるときは長船橋樓と稱し強力を増大せしものと見做すものなり。

此場合には上甲板舷側厚板及梁上側板を船橋樓甲板に移し船橋樓下の上甲板は第二甲板に準ず、但し強力の連續を得る爲船樓端舷側厚板を二重張し、梁上側板を増厚又は二重張し、甲板は船幅三分一間船樓外部と同様ならしむるものとする(第五十四圖参照)。又船長四分一以上の船首尾樓を設くるときは其樓端の舷側厚板及梁上側板を二重張すること前記に同じ。又船橋樓上に第二の船樓を附するときには副肋材を全部上甲板迄通達せしむるか若は特設肋骨を附せしめ、支水隔壁上部には船樓内に於て特設肋骨を附せしむ。

ピーシー協會の構造規程は數なるものを用ゐず、ピーシー
構造規程 船長 L、船幅 B、船深 D、喫水 d 又は之等の組合せによりて各部の寸法を定む。爰に B はロイドと同じく、L は夏季滿載喫水にて船首材前面より船尾材後面に至る長とす、若し船尾材を缺き天秤舵を有する場合なれば舵心材の中心迄を取るものとする。D は L

の中央にてスタチユトリードッキラインより龍骨上面に至る深を取るものとす。又重要寸法比は下の範囲内にありとす。

$$\frac{L}{14} + 5 > D > \frac{L}{14}$$

$$B \geq 2D$$

又梁矢は .02B とし甲板間高は八呎を超えずとす。

又別に規定する處なくんば中央部船長二分一間は各部寸法を中央と同くし船首尾に於て船長十分一間は兩端寸法を使用し、中間は厚の一割差にて順次變化せしむ。

又方形龍骨、船首材、舵、梁柱、圍壁、汽罐下肋板、船口縁材、石炭庫には鋼と同厚の鐵を使用し得べく、隔壁、隧道、木甲板なき鋼甲板の代りに鐵を用ゆるときは十パーセント増厚を要す。其他は許可なくして鐵を使用することを得ず。又暴露甲板に使用する鐵材にて規程上鐵鋼材を要する場所に使用するものは纖維に沿ひ抗張力二十二噸以上、八時に對する伸長八パーセント以上、纖維を横りて抗張力十八噸以上、伸長四パーセント以上とし、常溫屈曲試験の屈曲度數は厚により之を定む。

又規程にて鐵鋼材を要せざる場所に使用する鐵材は抗張力纖維に沿ひ二十噸以上、之を横りて十八

噸以上なれば之を使用することを得るものとす。

船橋樓に輕及重の二種あり。輕船橋樓を有する船の上甲板は普通の構造なるも重船橋樓を附するときは其部の上甲板の舷側厚板及直下外板を普通外板の厚とし、上甲板を第二甲板と同厚とす、而して船樓の外板及甲板を船樓の長と船長の比によりて表示す。此二種船樓の差は小船にては大なるも大船にては少し。又ウエルに於ける上甲板舷側厚板は増厚せしむ、例へば小船に長きウエルを有する場合は四パーセント増厚を要し、大船に短ウエルを附するときは七十五パーセント増厚せしむ。又此規程の上甲板梁上側板はロイドに比し幅頗る大なり。

ビーブイ協會の構造規程には横數 (transverse number) と縦數 (longitudinal number) とあり。横數は $B+D$ にして其値九十ヲ超過せば $\frac{B+D}{2} + 45$ を以てす。縦數は $L \times B \times D \times .85$ なり、但し D が四十より大なれば $\frac{125-D}{100} \times L \times B \times D$ なり。爰に L は船長、 B はプレズモールデッド、 D はデップスモールデッドなり。又帆船及一層甲板船に於ては龍骨、船首材及船尾材のみ上記縦數を用ゐる其他は $L \times B \times D$ なる縦數を使用す。

長深比は 12 を基準とし之より異るときは縦數を

訂正す。例へば舷側厚板及直下外板を定むるには縦敷に $\left(\frac{L}{12D}\right)^3$ を乗す。又船橋樓長が船長に對し小船は三十パーセント以上、大船は十六パーセント以上なれば船橋樓を強力甲板と見做してロイドと同様な構造を爲さしむ。覆甲板及遮浪甲板は船樓と見做さず乾舷を此甲板より取り寸法の輕減に相當して乾舷を増加せしむ。沿海航路は遠洋航路に比し八乃至五パーセント寸法の輕減を認め、其他特殊目的の船舶に對しては相當に輕減す、例へば遊船は十五パーセント輕減せらるるが如し。輕構船の隔壁は機關室前後及船首隔壁のみ上甲板に達せしむることを要し、其他は第二甲板に之を止むることを得るものとす。

ジューエル
協會構造
規則

ジューエル協會の構造規程は $L(L+B)$ にて外板、二重底、龍骨、内龍骨等を定む。爰に L は船首材及船尾材の内縁より取りたる船長なり。其他は B 又は D 又は兩者の組合によりて寸法を定む。長深比は十二より大ならずと定め、十三、十四、十五、十六等の數に達するときは補強として中央部船長二分の一間舷側厚板を十、二十、三十、四十「パーセント」、上甲板梁上側板を二十、四十、六十、八十「パーセント」増厚せしめ、上甲板には船の全長若は半長の間鋼板を張ることを要

し其厚を定む。

覆甲板船なる名稱を用ひず最上全通甲板は凡て之を正甲板 (main deck) と稱す。

船長二十「パーセント」より大なる船橋樓は厚き舷側厚板及梁上側板を船橋樓に附し過當比例の増厚も亦此甲板に於て之を爲すものとす。 D を船橋樓甲板迄取りて其十一倍より L が小なれば舷側厚板及梁上側板は十パーセントを、十倍より小なれば二十パーセントを減することを認む。

又船長三十パーセントより大なる船橋樓を有する場合には上甲板に要する鋼甲板を船橋樓甲板に附し上甲板には第二甲板と等しきものを附せしむ。

大沿岸航路の船舶は航洋船舶に比し五パーセント、小沿岸航路は十パーセント各部寸法を輕減することを認む。

又最輕裝なる覆甲板船の材料は中央部船長二分の一間四乃至十二パーセント、船首尾にて其半を輕減することを認め乾舷を大にせしむ而して此中間の強力を有するものには中間の乾舷を附するものとす。

本邦にては大正三年帝國海事協會に船級部を設けたるを嚆矢とす。近くピーシーと提携して船級

帝國海事
協會

及検査の互認を爲し其主業務を開始したり。尙從來船の乾舷標示、英國法による乾舷標示、各種の材料試験、錨及錨鎖の強力試験を行ひ、材料試験に關しては遞信省検査と同一効力あることを公認せられ居れり。

第四章 本邦の船舶法規

主たる本邦の船舶法規を列擧せば下の如し。

商法第五編、登録税法一部、船舶登記規則、船舶法、同施行細則、船鑑札規則、船舶積量測度法、同測度規程、巴奈馬運河噸數證書交付規則、蘇士運河噸數證書交付規則、船舶検査法、同施行細則、船舶検査規程、外國船舶検査規則、木船検査規程、鐵鋼船検査規程、機關検査規程、漁船検査規程、船燈信號器救命具取締規則、同試験規程、造船獎勵法(目下施行中止)同施行細則(同上)、造船規程、遠洋航路補助法、同施行細則、船舶管理令(臨時)、戰時海上再保險法(臨時)、船員法、同施行細則、海員懲戒法、船舶職員法、同施行細則、船舶職員試験規程、海上衝突豫防法、水難救護法、同施行細則、航路標識條例、開港港則、同施行細則、海港檢疫法、同施行細則、火藥類船舶運送及貯藏規則、水先法、同施行細則、水先人試験規程

又米國及英國とは旅客汽船検査の互認を爲し、

英、米、露、丁、和、瑞、那諸國とは船舶積量測度の互認をなし居れり。

又朝鮮、臺灣、關東州には各船舶令、積量測度令、検査令、船員令等を公布し居れるが本國法と大差なきものなり。

以上の内主なる法規の大要を擧ぐれば

船舶法は明治三十二年發布し三十八年改正す。 船舶法

日本船舶の定義を示し日本船舶は國旗を掲げて不開港に出入し得ることを定む。而して日本船舶は船籍を定め積量測度を受くることを要し、船舶所有者は所有權の登記及登録を爲すことを要す。上記の手續を爲したる後船舶は國籍證書の交付を受け航行の自由と國旗の掲揚を認めらるゝものなり。日本船舶には其の船體に船籍、船名及喫水の表示を爲すことを要す。

明治十七年船舶積量測度規程を發布し百立方尺を一噸としムーアソン式舊英國法を採用したるが大正三年新測度法を發布し單位を百立方呎一噸に改め現今諸外國の行ふ測度法と一致するに至れり。 船舶積量測度法

二十噸未滿の船舶は從來通り船鑑札規則により地方長官の所管とし郡市役所にて測度を施行す。

測度法に關しては測度規程、測度心得、注意事項等

ありて詳細なる説明あり重要な法規なれ共本書には其内容を記載するの餘白なきを以て之を省略す。

船舶検査法

總噸數二十噸未滿又は二百石未滿の帆船、主として櫓權にて運行する船舶、五噸未滿の發動機船、倉庫船、繫留船及平水航路の帆船を除き日本船舶は凡て帝國政府の船舶検査を受くることを要す。

尙日本臣民にて借入れ日本各港の間又は日本と外國の間に使用する外國船舶、日本の沿岸及湖川港内のみを航行する外國船舶、日本各港にて旅客又は移住民を搭載する外國船舶は検査を受くることを要するものとす。

船舶検査法は明治二十九年の發布にして同三十三年改正す。

検査に特別、定期、臨時、移民の四種あり。

特別検査は製造中若は日本船舶を始めて航行の用に供するとき又は外國船を借入使用するとき第一回を行ひ、爾後六年以内に定められたる期限に於て船體の構造及状態を検査し、船舶の資格及特別検査期間を定め航路定限を附與するものなり。

船舶の資格及航路定限は検査規程に掲ぐる左の標準により之を定む。

第一級船	{ 汽船上甲板下五百噸以上速力八節以上 帆船 上甲板下五十噸以上	遠洋航路以下
第二級船	{ 汽船上甲板下百噸以上速力八節以上 帆船 上甲板下二十噸以上	近海航路以下
第三級船	{ 汽船上甲板下二十噸以上速力六節以上 帆船 無制限	沿海航路以下
第四級船	{ 無制限	

遠洋航路は全世界を航行し得るものにして近海航路は經緯度にて定められたる範圍を航行し得るものなり。近海航路には第一區及第二區の別あり。第二區若くは第一區及第二區を航行するものは汽船は總噸數千噸以上帆船は五百噸以上にして遠洋航路の屬具を供へ熱帯航行に對する船員室設備をなさしむ。

沿海及平水航路は本邦沿岸を數區に分ち海面、嶋嶼、岬角にて區域を定む。之等を航路定限と稱し船舶検査法施行細則に之を列記す。又總噸數三十噸未滿若は三百石未滿の帆船及浚渫船は特別検査を行はず。

定期検査には船舶の現状を検査し汽船は三ヶ月以上、一年以内、帆船は六ヶ月以上三年以内の期限にて航行期間を定め旅客定員及汽壓制限を附し船舶

検査證書を交附するものとす。船舶は絶対に検査證書なくして航行することを得ず、但し假検査證書、適航證書、回航認可證書、航行認可證書等を受有して航行することあり、斯の如き場合は検査法施行細則及船舶法施行細則に之を規定す。

臨時検査は航行期間内必要ある場合に行ふものにして多くは船體若は機關要部の損傷及修繕の場合なりとす、而して船長は之等の場合に届出の義務を有するものなり。

移民船検査は日本船舶又は外國船舶が近海航路以外の地方に向け五十人以上の三等旅客を搭載して日本の最後の港を出發するときに行ふものにして、旅客室及病室の設備、救命具及糧食飲水を検査し移民船検査證書を交附するものなり。

船舶の検査は管海官廳之を行ふものとす、但特別検査は船級協會其他の代行を認むることあり。管海官廳とは遞信局海事部及同出張所、外國にありては領事館、朝鮮、臺灣、關東州にありては各所屬海事部とす。尙船員法事務を取扱ふ特定市町村役場も亦管海官廳と稱す。

船舶検査規程には船舶の資格、特別検査期間の標準、各種検査の方法及之に對する準備、船底及螺旋軸

抽出検査の時期、船體中隔壁、支水戸、車軸隧道、機關室圍壁、冷水唧筒、上甲板諸口、載荷門、載炭門、排水孔、錨量、錨鎖及挽索、帆、操舵機、消防唧筒、端艇、端艇鈎、救命浮帶及浮環、船燈、同隔板、汽笛及汽角、榴彈、號鐘、測鉛、海圖、旅客室及船員室の面容積、通路、出入口及梯子、通風管、舷窓及天窗、舷梯、舷牆及柵欄、病室、便所、運動場等に關する規定、機關に關しては汽機、汽鐘、發動機、唧筒、瓣、嘴子、管及屬具等の規定を包含す。

附表として船體部屬具表、機關部屬具表、發動機屬具表、錨、錨鎖及挽索表、端艇表、糧食表、及安全瓣面積表を附隨し居れり。旅客定員算出表は船舶検査法施行細則に附隨す。

検査準備とは検査を受くるに當りて船主の用意すべきことにして鋼船に對しては下の規定あり、但し検査官吏の見込により簡略にせらるることあるものとす。定期検査に於ては

- (1) 船體内外必要の場所に足場を設くること
- (2) 石炭及荷足を取出し船體に固着せざる物品は取片付け、冷水覆板及通風路覆板を取除き船體内外を掃除すること
- (3) 主として日本と外國の間又は内地と臺灣との間を航行する汽船に於ては食品其他雜品置場、

庖厨、船艙等鼠の棲息する場所は硫黄燻蒸其他の方法にて驅除を行ひ又冷水道は海水にて洗滌し、便所其他不潔場所は消毒薬液にて消毒し又飲水函は石灰乳にて洗滌し若は熱蒸氣を通して掃除すること

- (4) 二重底及水艙は出入口を開き水を排出し内部を掃除し檢閲に支障なからしむること
- (5) 船體屬具の内取外さざれば検査し能はざるものは取外し手用冷水唧筒、手用消防唧筒及操舵機具は所屬具を取揃へ置き、錨鎖、大索、船燈、信號旗、救命具其他航海用具は總て適宜の場所に陳列すること
- (6) 端艇は所屬具を取揃へ水上に浮め置くこと
- (7) 帆船は帆を所定の位置に取附け展開し得べき装置をなすこと
- (8) 上架又は入渠せるものは船底外部に附着せる海草、介殼等を搔落すこと

特別検査の準備は第一種、第二種、第三種とし交互に之を行ふものとす。

第一種準備にては定期検査準備の外

- (1) 船首尾を通し中心線兩側及彎曲部にて兩舷共内張板一條宛取離すこと

- (2) 汽罐の下部を検査し得る準備を爲すこと
- (3) 二重底及水艙の水壓試験準備を爲すこと
- (4) 艙口の水密装置を検査し得べき準備をなすこと
- (5) 舵を取外すこと
- (6) 揚錨機及操舵機具の要部を取外すこと
- (7) 錨鎖を船外に陳列すること

第二種準備にては第一種準備中(1)の中心線兩側内張板を二條乃至三條取外すこととし、他は第一種に同じ

第三種準備にては内張板は全部取外し、第一種準備の外尙下の準備を要す

- (8) 石炭庫内の内張板を全部取外すこと
- (9) 船體内外要部を錆打すること
- (10) 梁上側板を検査する爲其上面の木甲板を検査官の指示する部にて取離すこと
- (11) 橋及斜橋の楔を抜取ること、但し二重張せるものは之を要せず、又船齡二十五年以上の第三種準備にては二重張の場合にも之をなすものとす尙船齡二十五年以上の第三種準備にては
- (12) 橋及斜橋用静索の端末検査の爲被覆物を除去すること

- (13) 船底より船側に至る迄外板各條に三箇以上の小孔を錐録して厚を測ること但しセメントにて被覆せる處は之を要せず

尙此他各検査準備につき検査官に於て必要を認むるときは下の準備を爲さしむることを得るものとす

- (1) 中央部二肋骨間セメントを取離すこと
- (2) 翼内龍骨及彎曲部内龍骨兩側の内張板を一枚宛取外すこと
- (3) 外板、肋板、隔壁、甲板、二重底諸板其他要部鋼板の厚を検する爲小孔を錐録すること
- (4) 其他検査官吏の必要と認むる準備

又定期検査に於ては支水戸の開閉、載荷門、載炭門、及舷窓の水密、手用塗水唧筒、消防唧筒及布管、消防用送水管、揚錨機、起錨機、操舵機、羅針盤、端艇揚卸、汽笛、汽角、信號旗、救命焰の效力を試験するを以て之等が準備を要することありとす。

鐵鋼船検査規程

鐵鋼船検査規程は鐵鋼船の構造に関する規程なれども大部は明治四十三年の造船規程を適用し只是より除外すべきものを規定せるに過ぎず。

造船規程

造船規程は造船奨励法による新造船の構造規程にして船體の構造及艤裝に付詳説せり。主として

ロイド協會構造規程に範りたるものなれども二級船の構造に對しては本邦の經驗に據りたるもの多し。造船規程は明治二十九年初めて之を發布し數回の改正を経たり。現行法は大正五年の改正に據るものなり。

現行造船規程にては肋板の寸法及肋骨心距は第一數により、肋骨及特設肋骨の寸法は第一數及艙内深により、龍骨、船首材、船尾骨材、船側外板、船底外板、二重底用材、船側縦通材、内龍骨、第二層梁以下の梁上側板、鋼甲板の寸法は第二數により、上甲板及長船橋樓の側外板、梁上側板、鋼甲板の寸法は第二數及長深の比によるものとす。

第一數とは深と幅の和にして輕構船にありては上記より四を減じたるものなり。第二數とは第一數に長を乗じたるものなり。長とは重構船及輕構船にては上甲板梁上にて、覆甲板船及遮浪甲板船にては第二甲板梁上にて船首材前面より船尾材後面に至る距離なり。但し上部彎曲せる船首材を有するものは下部の延長線と上甲板との交叉點より取るものとす。幅とは船體最廣部の肋骨外面より外面に至る水平距離なり。但し肋骨をジョググルせるときは内層外板に接する肋骨外面を取るものと

す。深とは船の長の中央にて龍骨上面より重構船及輕構船にては上甲板梁の船側に於ける上面迄の垂直距離なり。但し覆甲板船にては第二甲板梁の船側に於ける上面迄取るものとす。且甲板間の高八呎以上なれば上甲板より八呎の處に第二甲板ありと見做して計るものとす。

又龍骨がソト板にて肋骨ジョググルの場合には龍骨に隣る外板の厚丈龍骨上面より上部に深の下端を取りて計るものとす。艙内深 (depth of hold) とは船長中央に於て普通肋骨を有する船は中心線にて肋骨上面より、二重底を有する船にては船側に於ける二重底上面より最下層梁の船側上面に至る垂直距離を云ふものなり。

重構船とは其上甲板下に重量の荷物を積載し得べき船舶を云ひ、輕構船とは二層以上の梁を有し構造稍輕裝なる汽船にして其上甲板梁と第二層梁との間の高が龍骨上面より第二層梁の船側上面迄の深より大ならざるものを云ふものなり。覆甲板船とは二層以上の甲板を有し構造最輕裝なる汽船にして其上甲板梁と第二甲板梁との間の高が龍骨上面より第二甲板梁の船側に於ける上面迄の深より大ならざるものを云ふものなり。遮浪甲板船とは

覆甲板船の上甲板に常設閉鎖装置を備へざる甲板口を有するものを云ふ。

長深比十三倍半を越ゆる船舶には中央部船長二分一間船橋樓を設くるか又は適當の補強構造を要す。

深十五呎以下の船には副肋材の到達する高を増すか其他適當の補強工事を爲すに非ざれば船樓を設くることを禁す。

長船橋樓は第二十號表に掲ぐる長を越うる船樓を云ひ、之に達せざるを短船橋樓と稱す。

鉸釘、龍骨、船首材、船尾骨材、舵、梁柱、填板、甲板、肋板、二重底用材、石炭庫隔壁、支水隔壁、仕切隔壁、車軸隧道、機關室圍壁、甲板室縁材、舷牆、甲板室等の外認可を経ざれば鐵を使用することを得ず、即ち鋼材を用ゆることを要す。尙上記中甲板、肋板、艙内二重底用材、石炭庫隔壁、支水隔壁、車軸隧道、機關室圍壁、甲板口縁材、及舷牆に鐵を用ゆるときは鋼より十パーセント増厚することを要す。

要するに本邦にては旅客、荷物、船員の安全の爲に政府より構造及艤裝の規程を出し検査官吏を任じ總ての船舶に検査を強行するものなり。故に本邦の船舶検査は英國商務省の検査とロイドの検査と

を共にせる如きものなり。蓋しロイドは主として荷物の損害なきことを期し、英國商務省は人命の安全と海員の保護を旨とし、本邦の検査は人命の安全を第一義とし、荷物及船體の保存を第二義とするものなり。

海難認證は管海官廳事務の一なれども書類上の認證に過ぎざるを以て近來「ハッチサーベア」を専門の職となすもの現出せり。

又我國にても帝國海事協會にて船級協會の事務を創め船舶の検査を爲すは前章述べたる如し。

尙近來荷船と客船の間に検査上の差別を設け且乾舷規則の發布を要求するの聲あり。

第三編 船體の強力

第一章 縦強力

船舶は靜的には荷物の重量を支へ水壓に堪へ、動的には風波、機關、荷物等の迫力を受くるものなり。従て船體は之等迫力に抗するの強力を必要とす。

普通鋼材の破壊強力は一平方時に付二十八噸乃至三十二噸にして伸長は八時に付二十五パーセントなりとす。

彈性係數 (modulus of elasticity) は一萬三千五百噸にして彈性界限 (elastic limit) は破壊強力 (breaking strength) の約半なり。従て彈性界限に於ける伸長は原長の九百分一以内なりとす。強力大なる鋼の彈性界限は破壊強力に近く伸長は小にして衝撃に對し脆弱なること多しとす。

鋼板に用ゐたる鋼鉸釘の破壊剪力 (shearing strength) は二十二噸を標準とす。

理論上衝撃 (impact) による迫力 (stress) は靜荷重 (dead load) の場合に二倍し、正負の繰返し荷重 (alternating load) の場合は靜荷重の場合の三倍となるもの

材料強力

なり。

船體構造の安全率 (factor of safety) は場所により異なるべきも普通四内外とす。即ち使用強力を軟鋼は七噸、鉸釘は五噸半以内に止む。材料の強力小なるときは増厚せば可なる筈なれども強力小なれば普通伸長大に、強力過大なれば前述の通り伸長小なり。然るに一構造物中にて其各部に伸長の度甚しく相違するときは迫力を不平均ならしむるを以て之を避くるものなり。又強力過大にして伸長小なるものは工作に適せず故に造船材料には強力の最大及最小限度を定むるものなり。

屈曲試験に依る木材の破壊強力は堅材にて鋼材の八分一、柔材にて十分一許なり、但し普通木甲板は鋼甲板に比し抗張力二十五分一、抗壓力十八分一として計算す。

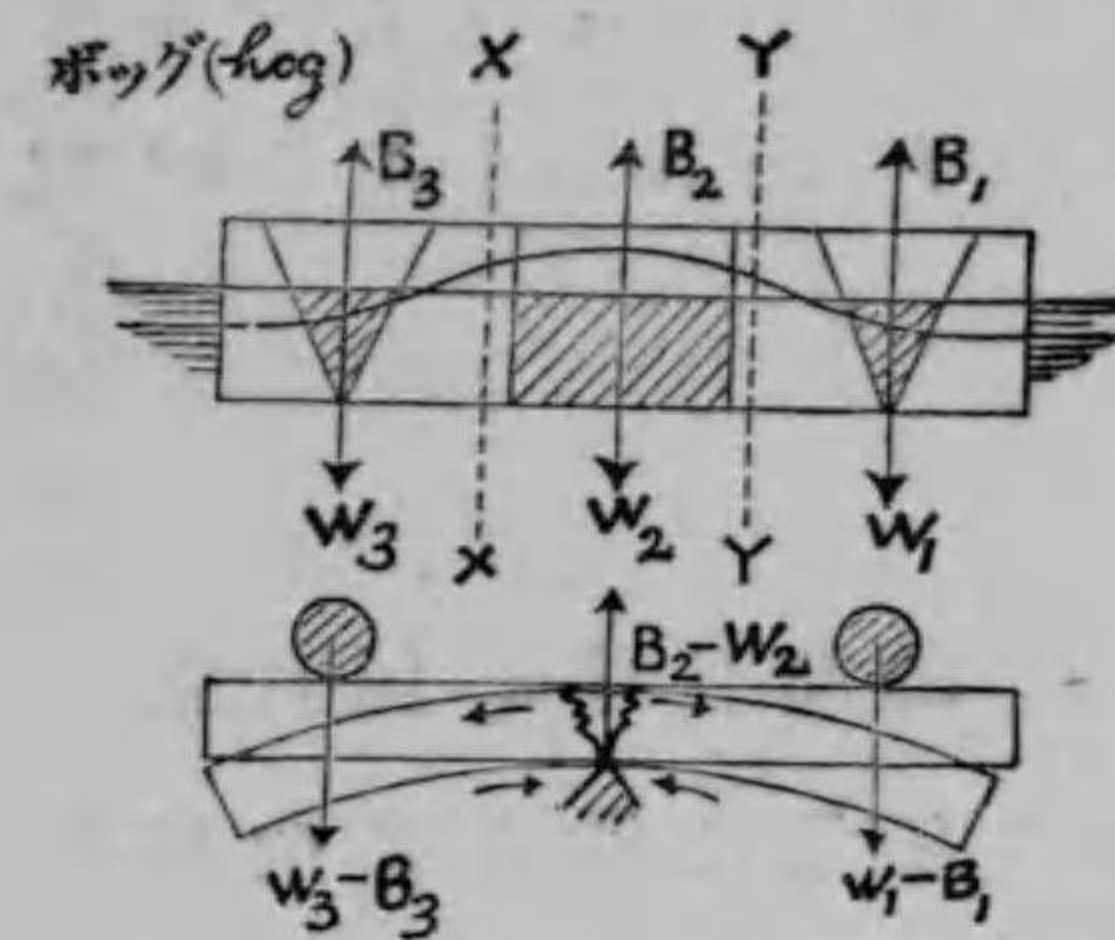
鋼材の抗張力及抗壓力は略同量なり。

船體の強力を分て縦強力 (longitudinal strength) 横強力 (transverse strength) 及局部的強力 (local strength) の三種とす。先づ縦強力より略記せんに

船舶が水上に浮めるに當り其重量と浮量は全體としては相平衡せるも部分的には必しも然らず、例へば船長を三等分せば中央は浮力重力に優り船首

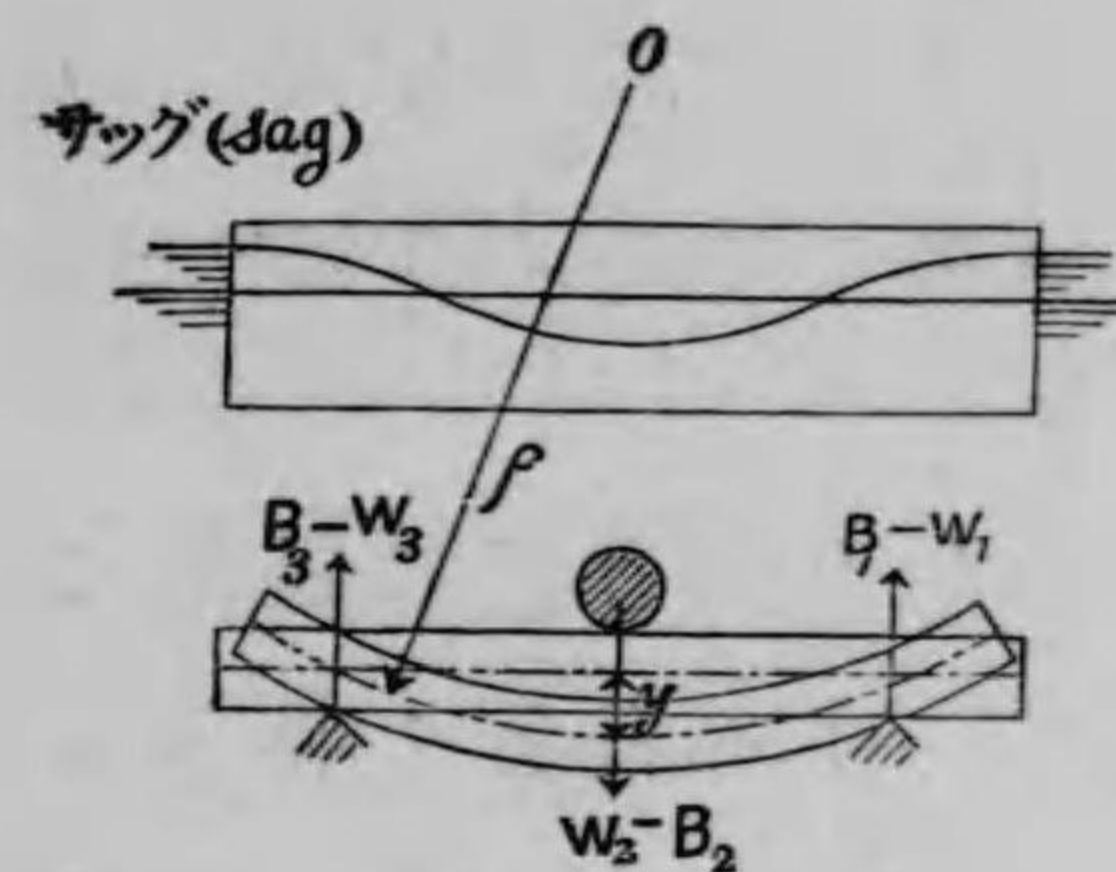
船體と梁
桁との比
較

第九圖



$$B_1 + B_2 + B_3 = W_1 + W_2 + W_3$$

$$B_2 - W_2 = W_1 - B_1 + W_3 - B_3$$



$$\rho = \frac{EI}{M}$$

$$y = \int \int \frac{M}{EI} dx dx$$

尾は重力浮力より大なり。故に船は梁の兩端に重量を載せ中央にて支へたる場合と同じく屈曲を生じ上面に張力、下面に壓力を誘起し強力不充分なれば中央より折斷すべし。此傾向は船體と同長の波上に浮び波頂が船體中央に来るときは甚しく増大せらるるものとす。之に反し波谷が船體中央に来りたるときは中央に重量を載せ兩端にて支へたる梁の如く屈曲し上部に壓力下部に張力を誘起すべし。即ち

船舶が波上にあれば浪若は船の進行により常に上下交互に屈曲せらるるものにして其孰れの場合が迫力大なるかは船體の形狀、構造及荷物の配置により異なるものとす。上記迫力を船體の縦迫力と稱し

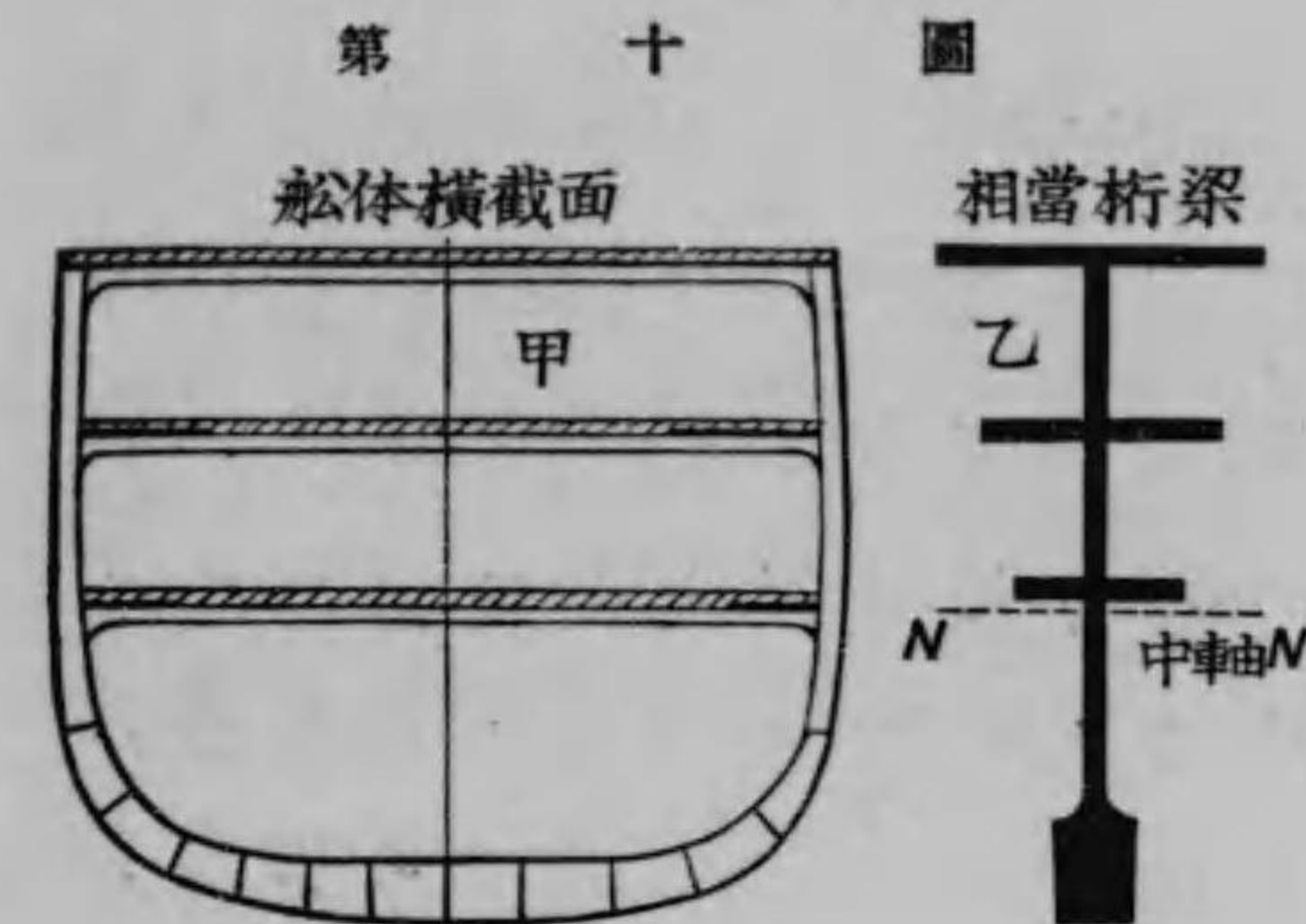
之に抗するを縦強力と云ふものなり。此場合には一般梁桁 (beam) の理論に基き下の公式により船體各部の材料に誘起せらるゝ迫力 (fibre stress) を見出すことを得べし。

$$\frac{p}{y} = \frac{M}{I}$$

但し上式は直線梁にして、横截面は中心線に對し相對にして、荷重は此中心線に直角に働き、屈曲は甚小にして、剪力による變形なしと假定せるものなることを注意すべし。爰に p は y に相當する點の迫力、 M は屈曲力率、 y は断面に於ける任意點の中軸よりの距離、 I は或断面に於ける船體の慣性力率 (moment of inertia) なり。

Iの計算

I は甲板、外板、船側縦通材の如き船首尾に通達する諸材の断面積 w 及其位置 y により計算し得べきものなり。即ち之を式記せば $\int wy^2 dy$ 。第十圖に於て乙は甲船と同強力の梁桁にして容易に其慣性力率及中軸 (neutral axis) の位置を求め得べし。此計算に際し断面積は張力に對し釘孔を減ずることを要す、但し中軸計算に於ては之を減ずることを要せず、蓋し其影響微小なるが故なり。又断面積の計算の際壓力により皺を生ずる部分は之を抗壓面積に算入することを得ざるものとす。例へば甲板は梁の心



距大なるとき外板は肋骨心距大なるとき梁又は肋骨の中間にて皺を生ずることあり。此場合には此甲板等の面積を壓力計算に加ふることを得ざ

るなり而して皺を生ずると否とは板の厚 t と支點の心距 s との比 μ に關す。其限界はライラーの柱の公式を適用し p を四噸半と定むれば

$$\mu = \sqrt{\frac{44400}{4.5}} = 99 \quad \text{即ち } s = 99t$$

となるべし。普通外板及梁上側板は此範圍内にあるも内底板若は甲板は之より大なることあり。其場合に皺の發生を防ぎ截面積を凡て計算に加へんと欲せば縦通防撓材若は断切板防撓材を附すれば可なり。而して此防撓材の效力は一箇獨立に存在するときは防撓材の左右兩側各板厚の二十五倍に達するものとし、數箇相併べるときは各四十倍に達するものと見做す説あり。

$\frac{I}{y}$ はセクションモデュラスと稱するものにして同種類の船に對しては下の簡易公式にて求め得

べしとの説あり。

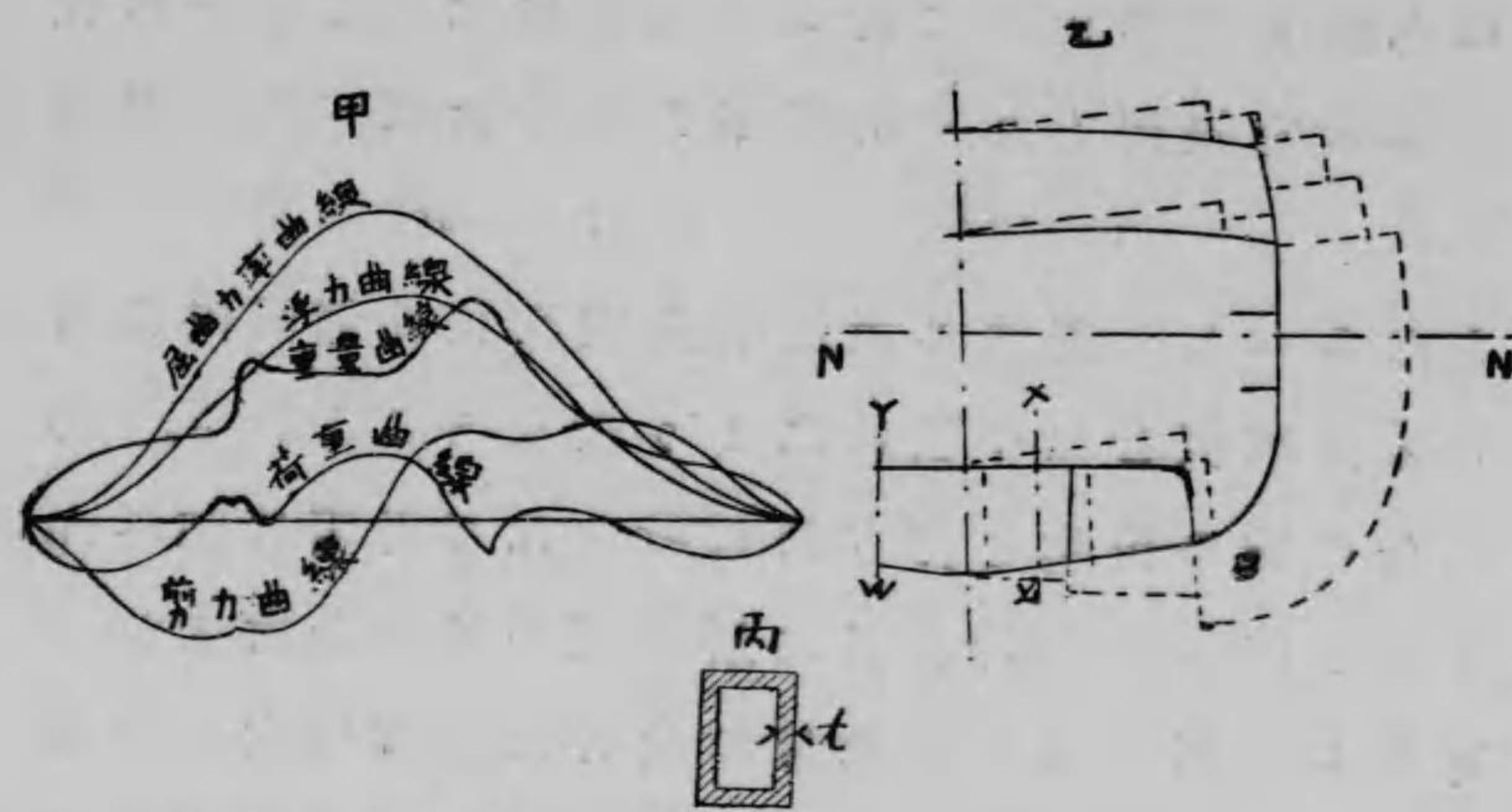
$$\frac{I}{y} = KAd$$

爰に A は船體中央横断面縦通材截面積の合量, d は船體の深, k は或る船型に對する係數とす,

Mの計算

屈曲力率 (bending moment) M は最大の迫力を生ずべき假定を以て算出するものとす。第十一圖甲に於て示す如く船體長を横軸 (abscissa) とし先づ重量

第 十 一 圖



曲線を書き次に船長と同じきトロコイド波 (trochoid wave) 上に浮揚せる船體の浮力曲線 (curve of buoyancy) を作製す。此際精密に論ずれば水分子の回轉運動により水壓の差を生ずること、波浪の進行により排

水量の差の爲に船に上下動を生じ船體重量に影響して見掛重量 (apparent weight) を生ずること等を考へざるべからず。之等の訂正を行ひ重量及浮量の曲線を加減せば爰に荷重曲線 (load curve) を得べく、之を積分せば剪断力曲線 (shearing force curve) を得、再び積分 (integrate) せば屈曲力率曲線 (bending moment curve) を得るものなり。

屈曲力率曲線中最大値を取り、此場處の断面の I を求め、此断面に於て中軸より最遠距離 y に對し前記公式を應用せば最大迫力 p を得べし。之が材料の使用強力以内なるを要するなり。通常中央部断面最上部の張力が最大なる場合多く、稀には十一噸と稱する如き値に達する例なきにしも非ざれども普通は六噸内外なりとす。

屈曲力率は長の中央附近にて最大にして船首尾にては零なり。然るに船體の形狀も中央肥大にして船首尾狭小なるを以て自から適當なる材料配置をなせるものなり。但し船首尾には局部強力を要する事多きを以て猥りに之を輕減すること能はざるなり。又横断面にては上下兩端にて迫力大に中軸にては零なり。之れ上甲板若は長船橋樓甲板を強め梁上側板、船側厚板、同直下外板を厚くし、下部に

於ては龍骨、諸内龍骨、外板、内底板等より堅牢にする所以なり。但し船體は横搖をなすを以て上下縁は必ずしも垂直位置の時と同じからざるは注意を要することなりとす。又長深比大なる場合に船體の上下縁を補強するも亦 I を大にし p を小ならしむる爲なり。又屈曲力率は $M = \frac{\Delta L}{K}$ なる簡易公式にて概算することを得べし。爰に Δ は排水量、 L は船長、 K は係數にして 20 乃至 30 とす。

剪断力

最大剪断力は剪断力曲線に現はれたる如く屈曲力率の最大なる處にて最小にして、最大なる處は船首尾より約船長四分の一の處にて中軸附近に存す。故に大船にては此部の外板縦縁釘列數を増加せしむるものとす。上記剪断力曲線により各断面の平均剪断力は容易に算出し得べきも或る断面に於ける剪断力の配置は他の方法により求めざるべからず、殊に船舶の膜板部 (web) は比較的薄きを以て断面の平均剪力と其の最大剪力の間には相當の差あるものなり。

断面の剪力配置を求むるには第十一圖丙に示す如き中空箱形梁と見做し下の公式により之を求め得べし。

$$q = \frac{Qm}{2tI}$$

爰に q は求むる點の剪力、 Q は断面の全剪力、 I は断面の慣性力率、 t は邊の厚、 m は求むる點より中軸に遠き部分の中軸に對する力率なり。

本計算は造船協會々報第十一號に於て末廣博士により發表せられたるものにして之を摘録せば下の如し (第十一圖乙参照)

- (1) 船側外板は上記公式により直に求め得べし
- (2) 甲板に於て m は考ふる點と中心線との間の板の面積の力率の二倍に取り t は甲板の厚を取るものとす。
- (3) 彎曲部に於て從來は水平線にて切る二重底諸材を t に加へたるも末廣博士は外板のみを取るべきものなりと力説す而して B に於て m は二重底全部の面積の力率を取り t は外板のみを取るものとす。
- (4) 二重底の桁板及縁板は水平線の上部の面積の力率を m とし t は之等桁板厚の合計とす。
- (5) 二重底内外板は下の二式より解くものとす。

$$\frac{Q}{I} m = 2\tau' t' + 2\tau t$$

$$\frac{Q}{I} i = 2\tau' t' y + 2\tau t y$$

爰に t' は内底板厚、 t は外板厚、 τ' は X の剪力、 τ は

Z の剪力, i は中軸に對する WXYZ 面積の慣性力率, y は中軸より Z の距離, y' は X の距離なり。

尙末廣氏は最大剪斷力の近似公式として下の式を掲ぐ

$$\text{横断面最大剪斷力} = C \times \frac{Q}{2tD}$$

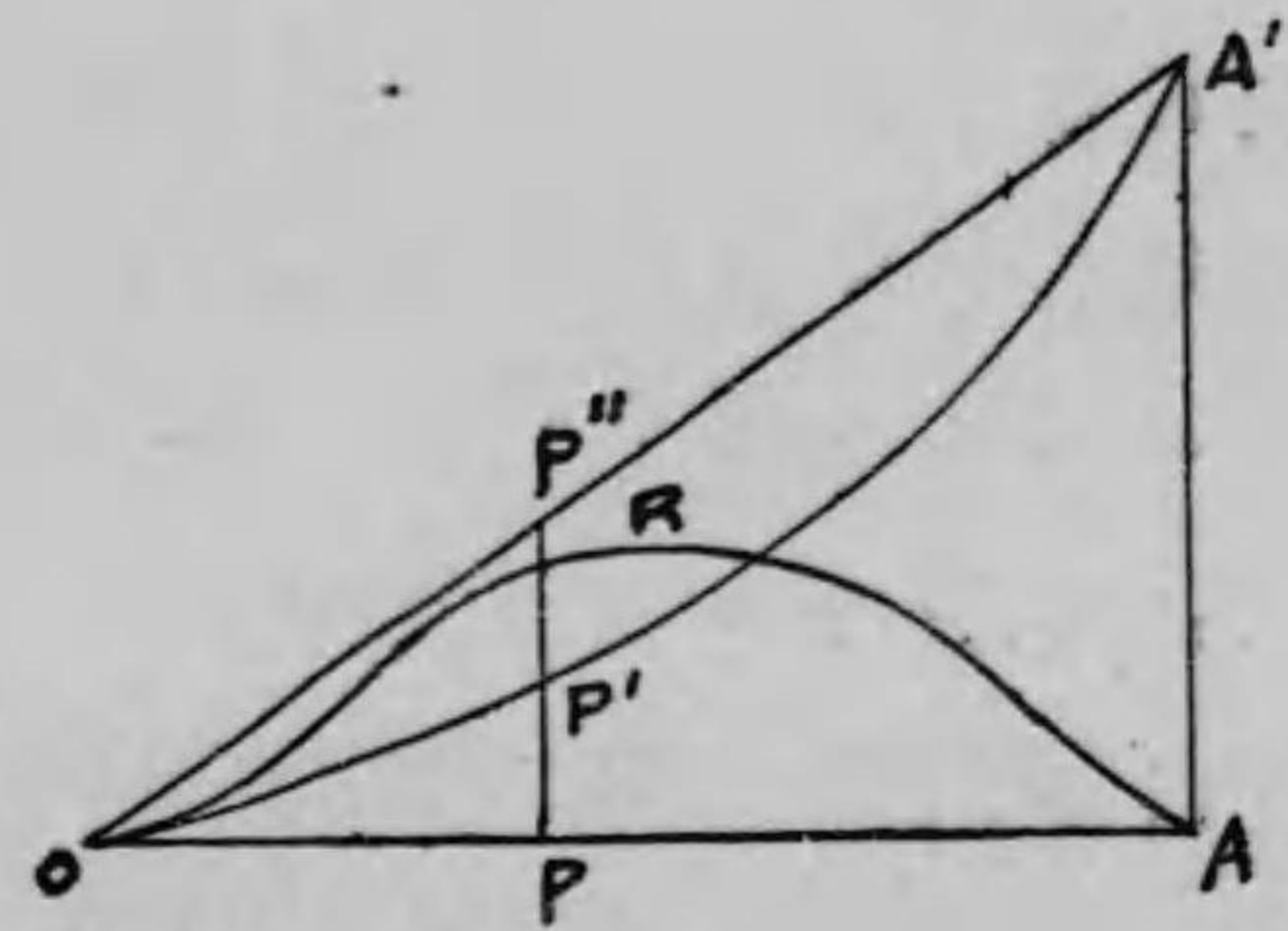
爰に t は舷側外板厚, D は船の深, Q は全剪斷力, C は係數にて 1.2 乃至 1.6 なり。

上記計算によりたる剪力配置は第十一圖乙に示す如し即彎曲部には比較的大なる剪力あるを示すものなり。然れども實際問題としては此部の弱點を示したる場合少きを以て見れば現今の構造は適當なりと稱することを得べし。

船體の變形

船の上下の變形 (deflection) は主として屈曲により、

第十二圖



一部は剪力にも起因す。屈曲によるものは

$$y = \iint \frac{M}{EI} dx dx$$

爰に E は彈性係數, y は變形なり。之は圖解法 (graphical solution) に依るを簡便なりとす。第十二圖に於て

ORA を $\frac{M}{I}$ の曲線とす。之を二回積分すれば OP'A' 曲線を得。今 P 點の變形を得んと欲せば P 點に垂線 PP'' を立つれば P'P'' は求むる長なりとす。

又剪力による變形 y_s は下式に依ることを得

$$y_s = \int \frac{(\int q^2 dy dz)}{GQ} dx$$

爰に Z は断面の中軸, y は垂直軸, x は船首尾線, G は剛性係數 (coefficient of rigidity), q は前記の方法にて求め最後の積分は圖法に依りて爲すを可とす。但し非常の手數なりとす, 如かも實際上其値は甚小なりとす。若し q が平均値にて分布さるゝものとせば公式は甚簡單となり

$$y_s = \frac{GA}{Q}$$

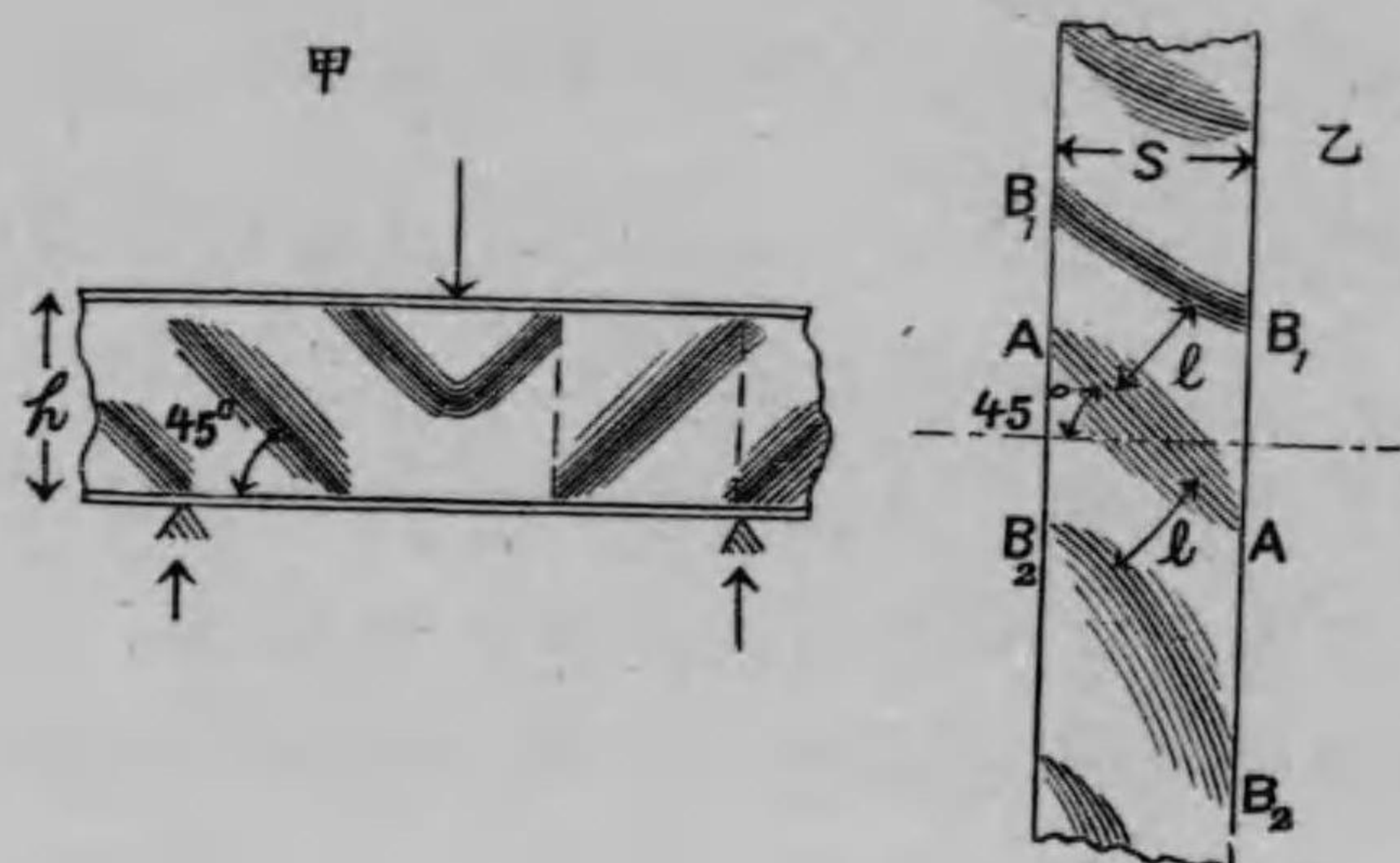
爰に A は上下邊を除きたる膜板即側外板面積なり。但し此法によりて計算するときは實値より大なるを免れず。

迫力は迫力計 (strain indicator) なる器械に依りて 迫力計 實測することを得、從て $p = Ee$ なる式により迫力 p を知り得べし。爰に e は單位長の歪 (strain for unit length) なり。斯くして測定したるものは計算より大なるを常とす。蓋し第一鋸の滑り, 第二皺曲 (buckling), 第三隔壁間の大なる皺曲, 第四剪力の影響, 第五工事の不完全等に依るものとす。

皺曲

薄き膜板より成る桁梁 (thin web plate girder) を屈曲せば第十三圖甲に示す如く剪力により斜壓力 (diagonal compressive force) を生じ膜板を皺曲せしめて波

第十三圖



状とす。稱してリンクリング (wrinkling) と云ふ。波長は $\frac{h}{\sqrt{2}}$ なり。若し膜板に防撓材を附せば波長を減じ充分短距離に附せば之を消滅せしむることを得べし。船體にても外板薄き場合には同様の現象を生ず即ち剪力の最大なる處即ち船首より船長四分一許りの處にて中軸近傍に第十三圖乙の如きリンクリングを生ずることあり。

而して皺は中軸にては45°の方向に生ずるも上部は水平に近く下部は垂直に近くものとす。故に外板の皺曲を防ぐには船内縦通材を附するを要す而

して s を肋骨心距とせば前例により

$$l = \frac{l}{\sqrt{2}} s \text{ なり}$$

依て柱長を l とし抗壓力及安全率を定めライラ一公式を適用せば s の値を求め得べし。

曩に船體横断面の慣性力率計算を述べたる際縦通材距離は板厚の九十九倍以内と説きたるは此方法に據りたるものなり但し普通 s は外板厚の八十倍以内なりとす。

複雑なる迫力を受くる立體には互に直交する二面に於て各面の迫力が單に垂直なる迫力即張力又は壓力のみなることあり。之を稱して主要迫力面と稱し前記垂直迫力を主要迫力 (principal stress) と稱す。而して主要迫力面に直交する第三面に於て主要迫力面との交叉により生ずる二線を主要迫力軸と稱す。

主要迫力

梁桁が屈曲せらるれば張力又は壓力 p と剪力 q の複迫力を生ず。此場合主要迫力 σ は下式の如し。

$$\sigma = \frac{1}{2} [p \pm \sqrt{p^2 + 4q^2}]$$

中軸と主要迫力とのなす角を θ とせば

$$\tan 2\theta = \pm \frac{2q}{p}$$

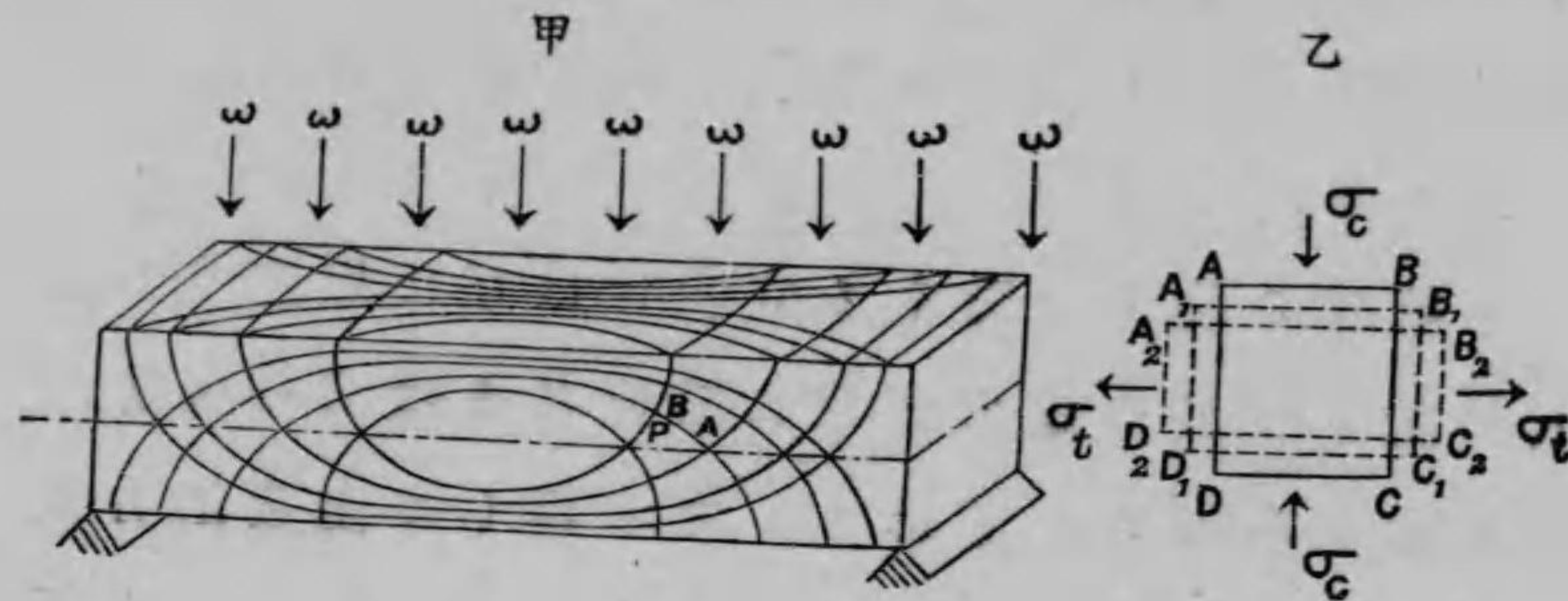
最大剪力は主要迫力と四十五度の角にて互に直交し其値は

$$\tau = \frac{1}{2} \sqrt{p^2 + 4q^2}$$

中軸に於て p は零にて剪力は最大なり之を q_0 とす。

第十四圖甲は主要迫力の方向を示す曲線なり。

第十四圖



例へば P 點を考ふれば PA 曲線に切線の方に σ の張力働き, PB 曲線に切線の方に同量の壓力働き此二線と四十五度の方向に於て互に直交する二方向に最大剪力 τ 働くものとす。主要迫力は直交するを以て第十四圖乙に示す如く σ_1 により e 丈伸長せば $\frac{e}{m}$ 丈高を減じ $A'B'C'D'$ となるべし。之に加ふるに σ_1 を以てせば $A''B''C''D''$ となるものなり。爰に $\frac{1}{m}$ はポアソンレーシヨ (poisson's ratio) なり。 $\frac{1}{m}$ は鋼にては約 $\frac{10}{3}$ なるを以て上記の複合力により

$$E_e = \frac{m-1}{2m} p \pm \frac{m+1}{2m} \sqrt{p^2 + 4q^2}$$

$$= .35p \pm .65 \sqrt{p^2 + 4q^2} = \text{見掛け迫力}$$

中軸にては p は零にして E_e は $1.3q_0$ なり。前述せしリンクリング豫防防撓材の計算にても上記見掛け迫力を使用すべきものなり故に q_0 を四噸とせば計差には五噸二を使用すべきものなり。

第十四圖甲は方形梁の主要迫力線なるが船體にてもサッキングなれば略之と同様なるべきものにして此線を迫力線 (line of stress) と云ひ線の密集せる處は迫力大にして線の急に屈折する處は剪力大なるべし。

若し船體に船樓若は艙口を設くるときは甚しく迫力線の形狀を變じ迫力の集中及剪力の増大を認むべし。之れ特に強力の連結を重視する所以なりとす。

第二章 船體の横強力

横強力の計算は一般に縦強力の計算に比し容易ならず。梁なき船若は軍艦に於ける砲塔下の隔壁の船梁内に於ける強力計算なれば縦強力と同様に

取扱ひ得べきも普通は梁を有する一の環狀構造物なるが故複雑にして計算容易ならず。今日之が解法と見做すもの二あり、一は連續の原則 (principle of continuity), 一は最小仕事の原則 (principle of least work) によるものなり。後者の應用は千九百一年英國の造船協會に於てブルン (Bruhn) 氏が發表せるものにして次の如し。

一層甲板
船の横強
力計算

先づ船に横の變形 (transverse deform) を生ずる原因を考察するに

第一は直接に横截面に働くものにして

- 甲, 構造重量
- 乙, 荷物重量
- 丙, 船體の動搖による上記重量の反應
- 丁, 外力例へば水壓又は龍骨盤木其他支柱

第二は間接に縦の屈曲より來るものなれども極めて少量なるを以て考慮の要なしとす。第一の内丙も亦少量なるを以て之れ無しとするも差支なし。丁は龍骨盤木のみにて支へらるときは簡單なれども數箇の支柱あれば各支柱に對する力の分配を知ること困難なり。又攪亂せられたる水中に浮ぶときも亦取扱ひ困難なり。故にブルン氏は靜水上に浮べる單位長の船體横截部を取り之が平衡状態に

あるものと假定す。即第十五圖甲に於て任意點 N に於ける力は直接力 (direct stress) F , 剪力 Q 及屈曲力率 M なり。

K 點に於て之に相當するものを P_0 , Q_0 , M_0 とす。

C を K 及 N 間の荷物重量,

S を同部の構造物重量,

P を同部の水壓, h を上記水壓の水平分力即 $P \sin \alpha$,

v を上記水壓の垂直分力即 $P \cos \alpha$ とす。

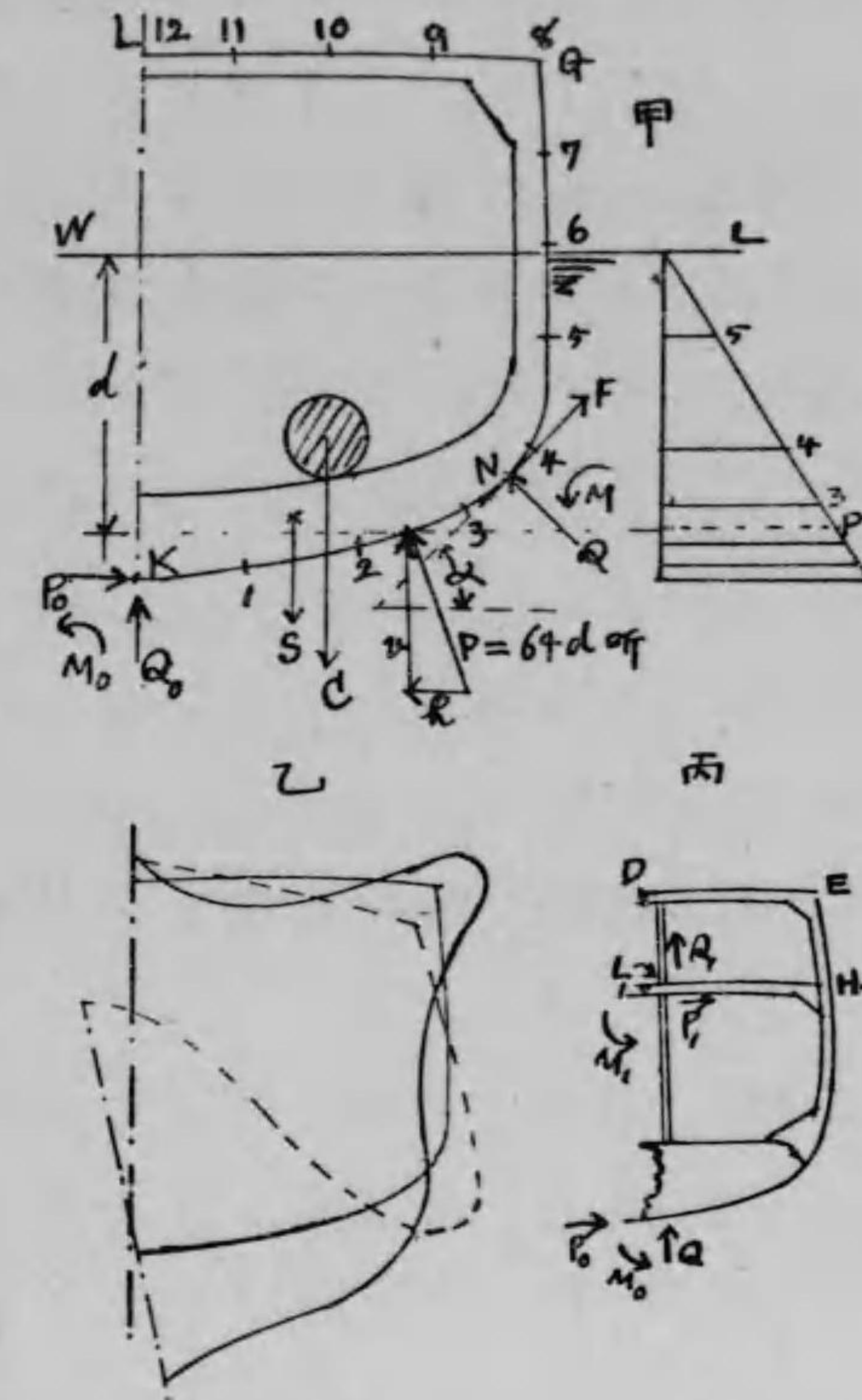
然れば $F = P_0 \cos \alpha + Q_0 \sin \alpha + v \sin \alpha - h \cos \alpha - (S + C) \sin \alpha$

$Q = P_0 \sin \alpha + Q_0 \cos \alpha + v \cos \alpha - h \sin \alpha - (S + C) \cos \alpha$

$M = M_0 + P_0 y + Q_0 x - V + H + S + C$

なる三式より F, Q, M を求め得べし。

第十五圖



爰に中心線に對し右に向ふを正とし左に向ふを負とするものなり、又上に働くを正とし下に働くを負とす、又力率は時計の針と反對に回るを正とし針に順ふを負とす。

V, H, S, C は v, h, s, c の N 點に對する力率なり。又 P_0, Q_0, M_0 は下の三式に據り之を求むることを得べし。

$$\int \frac{1}{I} (M_0 + P_0 y - Q_0 x - V - H + S + C) y dl = 0$$

$$\int \frac{1}{I} (\quad \quad \quad) x dl = 0$$

$$\int \frac{1}{I} (\quad \quad \quad) dl = 0$$

爰に x 及 y は N の座標 (ordinate) にして l は KGL の長なり。

KG 及 GL を任意に等分し各分に付 H, V, S, C, I を求めシンプソンの規則にて積分す、爰に KG と GL は區分を別にすること普通なりとす。

斯くして求めたる屈曲力率曲線は第十五圖乙にして曲線の在る側に張力を生ずるものとす。之より求めたる任意點の M を $\frac{P}{y} = \frac{M}{I}$ の式に入れ、 I を求むる點の肋骨又は梁截面の慣性力率とせば迫力 P を知ることを得べし。

上記計算は前述の如く切斷面にて重力及浮力が平均せりと假定せるものなるを以て實際と適合せ

ざることを注意すべし。極端の場合として艙内に荷物なく深水艙にて上記同様の喫水を保ちたりとせば甲圖の C は零となり浮量が過大となるべし。之れは船體の剪力により平衡せられ船側に存在すと考へ得べきを以て S 乃至 S の間に分布せらると假定し方程式を造るときは第十五圖乙中點線の如き屈曲力率曲線を得べし。

以上より見るときは船體の肋板は充分の深を要するの理を知るべし。尙狹瘠せる船舶は船側肋骨に比し肋板を大にし肥大せる船舶は肋板に比し彎曲部乃至船側肋骨を大にする要ありとす。

二層甲板船にては第十五圖丙の如く L_1 に M_1, P_1, Q_1 なる三未知數を生ずるを以て六箇の方程式を解かざるべからず、又中心線又は側部に梁柱あれば梁柱毎に一箇の未知數直接力を増加す。

斯の如くして方程式は益々複雑となり實際上取扱困難なるものとす。然れども斯の如き船舶は普通二重底を有し船底は充分堅牢に構造せらるるを以て横強力の不足を感ずることなく又上部は甲板にて充分固著せらるるを以て横強力に對する計算は普通最下甲板下の船側肋骨の強力を知るを以て充分なりとす。第二編乾舷規則の章末に此部の強力

計算を掲げたり。造船規程及ロイド構造規程が船内肋骨の大を定むるに第一數と船内深よりするは上記の理なりとす。従て肋骨の上下肘板が規程より深きときは其差の半分を船内深より減じ得るものとす。

座礁の迫力

横迫力の最大なるは座礁し若は載荷の儘入渠するときなり。中心線梁柱あれば抵抗力を増加すべきも之なきときは迫力甚しく、座礁により肋板の裂疵を生ずるは屢見する處なりとす。同理にて載荷入渠は危険なるを以て避くべきことなりとす。

隔壁及特設肋骨の効力

横強力に對し隔壁及特設肋骨は外板、甲板により連結せられ大なる抵抗力を生ずるものなり。此特例として「イッシュャーウッド」式を見れば如何に特設肋骨が横の形狀を支持するに有效なるかを知り得べし。又隔壁は梁端及彎曲部の角度を變せんとするラッキング (racking force) に對し之を防ぐに頗る效あるものとす。此力は横搖 (rolling) 若は帆走により生ずるも此二者により生ずる角度の鋭鈍は全く相反するものとす。

帆船の横強力

帆船にては傾斜して航走し常に迫力を受くるに拘らず隔壁少きが爲横強力を特に大にする用意を要す。即副助材到達の高を増し、特設肋骨を附し、梁

を大にし、梁上斜帶板を附する如きは此爲なりとす。

上記縦横強力の外船體全體として受くる迫力に 雜迫力 は尙種種あり。

前記帆船の風によるラッキングも此一なり。汽船に於て推進軸と船體推進の抵抗中心及船體重心との相違も迫力を誘起す、但し其量は甚輕微なりとす。又機關運動部の不衡力 (unbalanced force) による震動 (vibration) も迫力の原因たるべし。船體も一箇の棒にして固有震動期 (natural period) を有するが故に機關の震動が之と倍數關係をなすときは等期 (synchronism) を生じて震動を増大すべし。之を制するには

- 第一に機關の運動部を平衡せしむること
- 第二に機關の回轉數を加減すること
- 第三に機關据付の位置を變ずること

の三法あり。船體は震動に對し普通二箇の節 (node) を生じ高速力にては四節となるものなり。稀には三節なることなきに非ず。節の中間にて震幅 (amplitude) 最大なる處ありとす。

第三章 梁の強力

局部強力 上記は總て船體全部の強力に關するものなれども船體には各種局部的の迫力あり。例へば推進力受臺 (thrust block) は推力 (propeller thrust) を船體に傳ふる處なるを以て充分の強力を要すべく、車軸包板及船尾艙肋骨は推進器の震動に堪ゆるを要し、帆船の檣根及チェーンプレート (chain plate) は帆走により壓力又は張力を受くべく、船首は縦搖により衝撃を受くるを以て船底の補強を要し且防撓梁、同梁上側板及特設肋骨を要す。又揚貨機及揚錨機下には震動を防ぐ爲梁柱又は梁下縦通材を要す。

以上諸種の局部的強力に對しても又前章論せる全部的強力に對しても各種構造規程は理論及經驗上より適當なる構造方法及寸法を示すを以て商船の設計及建造に對しては何等根本的の計算を要せずと雖も使用材料及構造法を幾分變更する爲部分的に同等強力 (equivalent strength) の計算を要することは屢屢なりとす。又局部強力に對しては根本的の設計を要すこと絶對的に無きにしも非ず。故に之が方法を説明せんと欲するものなれども各種の場

合を分類せば

第一 梁の強力

第二 液體壓力下の板の強力

第三 柱の強力

なる三種の計算に歸著するものとす。

先梁の強力より記述せんに第一章に掲げたる如く下の公式を使用するものなり。

$$\frac{M}{I} = \frac{P}{y}$$

上式に於て荷重は中軸面に直角にして重心を過ぎる平面内に働くものと假定す。然るに断面は必ずしも左右相對 (symmetrical) に非ざるを以て荷重は重心を過ぎる平面内に非ざる事あり、例へば第十六圖に示す如し従て梁は甲の如く移動 (deflect) するか、乙の如く變形すべし。乙圖に於て $\frac{b^2 t_f}{t_w^3} \geq 50$ ならば變形は生ぜざるものとし、普通の形材は此範圍内にあるものとす。甲圖の如く移動したる場合には中軸の位置を變じ $\frac{I}{y}$ の値を變すべし。

此影響は乙字材に於て最大なりとす。丙圖に於て I_{y_0}, I_{x_0} を縁 (flange) が水平なときの慣性力率とし、 I_x, I_y を移動後の慣性力率と假定せば

$$I_x = I_{y_0} \sin^2 \theta + I_{x_0} \cos^2 \theta - Z_0 \sin 2\theta$$

$$I_y = I_{y_0} \cos^2 \theta + I_{x_0} \sin^2 \theta + Z_0 \sin 2\theta$$

$\frac{I}{y}$ の訂正

$$I_{y_0} = \int x_0^2 dA, I_{x_0} = \int y_0^2 dA, Z_0 = \int x_0 y_0 dA$$

$$\tan 2\theta = \frac{-2Z_0}{I_{x_0} - I_{y_0}}$$

$$\frac{-y}{x} = \frac{I_{x_0}}{I_{y_0}} \tan \beta$$

$$x = y_0 \sin \theta + x_0 \cos \theta$$

$$y = y_0 \cos \theta - x_0 \sin \theta$$

$$p = M \left[\frac{y \cos \beta}{I_{x_0}} + \frac{x \sin \beta}{I_{y_0}} \right]$$

但し此訂正量は甚小にして實際上訂正を必要とせず、殊に山形材に於ては大差なしとす。

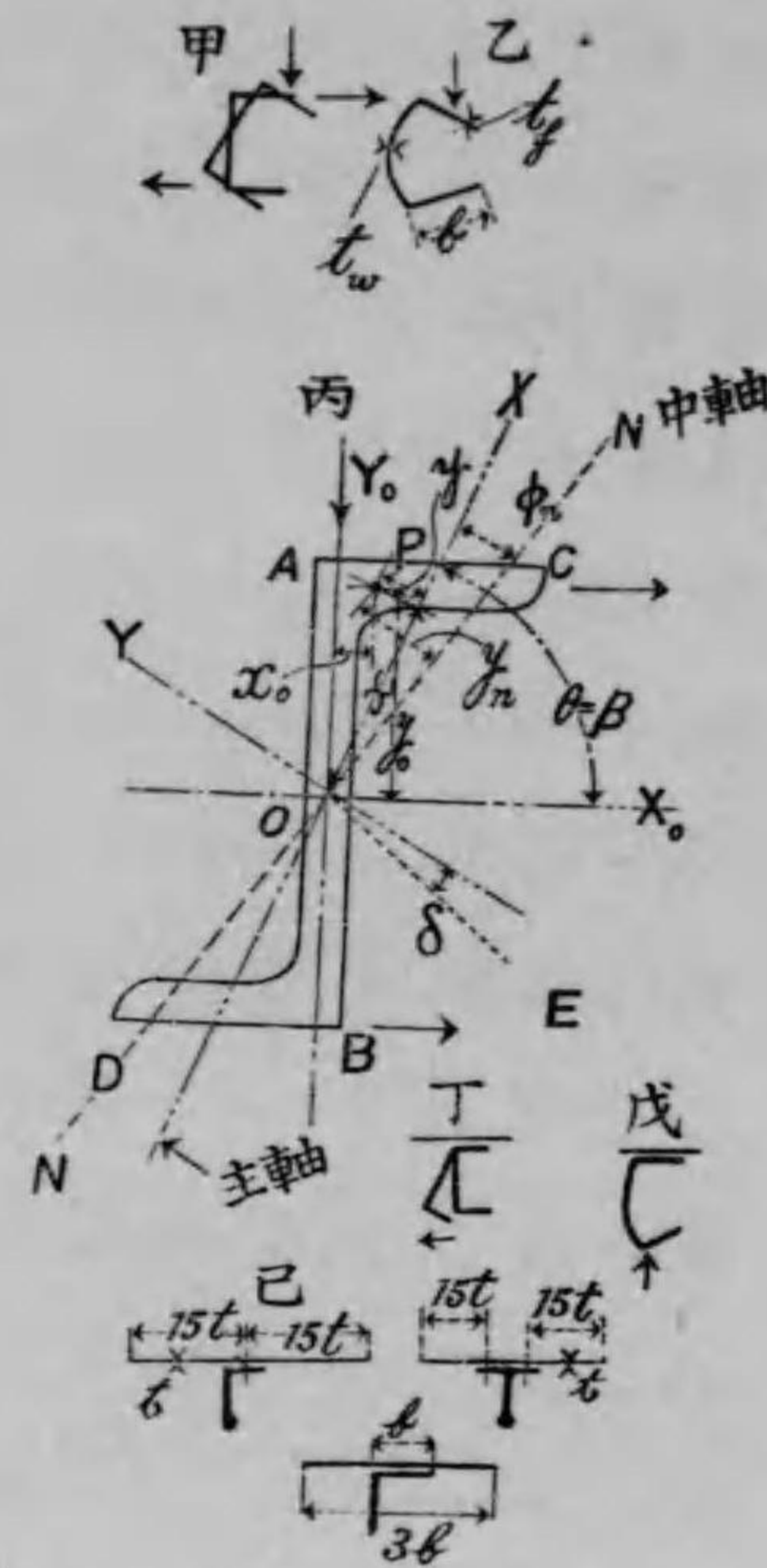
組立形材

組立形材 (built up section) 例へば正副肋材よりなる肋骨の如きものは通常中軸に近く銲接合あるを以て此部の剪力大にして剛性を損すること多し、或場合には實物の變形は計算より大なること其の三倍に達することありと云ふ、但しセクションモデュラス (modulus of section) は組立に非ざる同様な材と同等に認むるものとす。

板に附着せる形材

以上は梁が單獨に存在すと認めたるものなれど

第十六圖



も實際は板と形材は釘著せる場合多し。此場合板も亦梁の一部と見做し得るは無論なれども或幅以上は其效を爲さざることも亦考へ得べきことなり。其有效幅は鉸釘の性質、板の厚、斷切板の有無により差異あるべきも普通形材縁幅の三倍を取り若くは鉸釘中心より板厚の十五倍を取るを法とす。板に附着せる形材も第十六圖丁、戊に示す如く幾分變形する傾なきに非ざれども極めて少量にして訂正を要せざるものとす。

斷切桁板

斷切桁板 (intercostal girder) に純斷切と半斷切とあり。二重底内の側桁板は普通純斷切なり。之は主として肋板の倒れ (tipping) を防ぎ外板及内底板防撓の爲の局部桁板にして連續桁板とは效力を異にするものなり、但し之に人孔を設けず肋板には二重山形材にて充分に固著する場合には幾分連續桁板の效あるべき筈なれども未だ之が研究なきを以て普通其強力を認めざるものとす。

船側縦通材及梁下縦通材の如きは普通半斷切板なり。此場合は略連續桁板と同強力にして鉸釘孔を除き斷切板の全截面を強力に加ふるを妨げずと爲す説あり。但し斷切部と連續部の比、斷切部の長と桁板深との比等により斟酌を要するものなる

べし。

或場合には半斷切板となさずして肋骨又は梁の外面に連續山形材を附し肋骨中間に小なる長の斷切板を挿入せる船側縦通材あり。斯の如きは純斷切板なるを以て強力に算入せざるものとす。

斷切板は純なると半なるとを問はず局部防撓、リンクリング防衛等には大なる效力あり。之を附すると否とは變形に二倍半の差ある場合ありと云へり。

理想梁とは重量を有せず兩端を完全に固定若は支持(both ends fixed or supported)されたる直梁にして變形を生せず、截面は左右相對にして中心線に荷重せるものなり。斯の如き梁に對し造船上應用多き截荷法に據る強力公式を掲ぐれば

第一表の如し。	本表に於ては
W 全荷重	w 單位長の荷重
W_1, W_2 集中荷重	R 反力
F 最大剪力	F_x x 點の剪力
M_0 最大屈曲力率	M_x x 點の屈曲力率
y 任意點の變形	δ 最大變形

第二表は造船上應用あるべき簡單截面の慣性力率を掲げたるものなり。

理想梁の
強力公式
及簡單截
面のI

べし。

或場合には半断切板となさずして肋骨又は梁の外面に連続山形材を附し肋骨中間に小なる長の断切板を挿入せる船側縦通材あり。斯の如きは純断切板なるを以て強力に算入せざるものとす。

断切板は純なると半なるとを問はず局部防撓、リンクリング防衛等には大なる效力あり。之を附すると否とは變形に二倍半の差ある場合ありと云へり。

理想梁とは重量を有せず兩端を完全に固定若は支持(both ends fixed or supported)されたる直梁にして變形を生せず、截面は左右相對にして中心線に荷重せるものなり。斯の如き梁に對し造船上應用多き截荷法に據る強力公式を掲ぐれば

- 第一表の如し。 本表に於ては
- W 全荷重
 - W₁, W₂ 集中荷重
 - F 最大剪力
 - M_G 最大屈曲力率
 - y 任意點の變形
 - δ 最大變形
 - w 單位長の荷重
 - R 反力
 - F_x x 點の剪力
 - M_x x 點の屈曲力率
 - δ 最大變形

第二表は造船上應用あるべき簡單截面の慣性力率を掲げたるものなり。

第一表
理想梁の強力公式

支持及截荷法	剪力	屈曲力率	變形
	$F = \frac{W_1 b}{L} (AよりCまで)$ $= \frac{W_1 a}{L} (CよりBまで)$ $R_A = \frac{W_1 b}{L}$ $R_B = \frac{W_1 a}{L}$	$M_G = \frac{W_1 a b}{L} (C点)$ $M_A = M_B = 0$ 若、a = b ならば $M_G = \frac{W_1 L}{4}$	$y = \frac{W_1 a b^2}{6EI} (\frac{2x}{a} + \frac{x}{b} - \frac{x^2}{a^2}) (AよりCまで)$ $y_1 = \frac{W_1 a^2 b}{6EI} (\frac{2x}{a} + \frac{x}{b} - \frac{x^2}{b^2}) (BよりCまで)$ $\delta = \frac{W_1 a^2 b^2}{3EI}$ a < b ならば x ₂ = b√(a/3)
	$F_x = \frac{w}{2} - wx$ $R_A = R_B = \frac{wL}{2}$	$M_x = \frac{wx^2}{2} (L-x)$ $M_A = 0 = M_B$ $M_G = \frac{wL^3}{8} (中央)$	$y = \frac{wL^4}{24EI} [\frac{x}{L} - \frac{2x^2}{L^2} + \frac{x^3}{L^3}]$ $\delta = \frac{5wL^4}{384EI} (中央)$
	$R_B = 0$ $R_A = W_1$ $F = W_1 (AよりBまで)$	$M_x = W_1(L-x)$ $M_G = W_1 L (A点)$	$y = \frac{W_1 L^3}{2EI} (\frac{x^2}{L} - \frac{x^3}{3L^2})$ $\delta = \frac{W_1 L^3}{3EI} (B点)$
	$R_A = \frac{W_1 b^2}{L^2} (L+2a)$ $R_B = \frac{W_1 a^2}{L^2} (L+2b)$ 若、a = b ならば $R_A = R_B = \frac{W}{2}$	$M_x = \frac{W_1 b^2}{L^2} [xL - x(L+2a)]$ $M_y = \frac{W_1 a^2}{L^2} [bL - y(L+2b)]$ $M_A = \frac{W_1 a b^2}{L^2}$ $M_B = \frac{W_1 a^2 b}{L^2}$ $M_C = \frac{-2W_1 a b^2}{L^2}$ 若、a = b ならば $M_A = M_B = \frac{W_1 L}{8}, M_C = \frac{-W_1 L}{8}$	$y_x = \frac{W_1 b^2 x^2}{6EI L^2} [2a(L-x) + L(a-x)]$ $y_y = \frac{W_1 a^2 y^2}{6EI L^2} [2b(L-y) + L(b-y)]$ $y_c = \frac{W_1 a^2 b^2}{3EI L^2}$ 最大變形の位置 E = $\frac{2ab}{L+2a}$ 又は $\frac{2ab}{L+2b}$ $\delta = \frac{2W_1 a^2 b^2}{3EI(L+2a)^2}$ 若、a = b ならば $y_c = \delta = \frac{W_1 L^4}{192EI}$
	$R_A = R_B = W_1$	$M_x = -W_1 x - \frac{W_2 a^2}{L} + W_2 a$ (x < a ならば) $= -\frac{W_2 a^2}{L}$ (x > a ならば)	
	$R_A = R_B = \frac{wL}{2}$ $F_x = R_A - wx$ $F = \frac{wL}{2}$	$M_A = \frac{wL^2}{12} = M_B$ $M_x = \frac{wL}{2} [\frac{1}{6} - \frac{x}{L} + \frac{x^2}{L^2}]$ $M_C = \frac{wL^2}{24} (中央)$ $M_G = \frac{wL^3}{12} (A点及B点)$ $M = 0 (A及Bより2/3Lより2/3Lの處)$	$y = \frac{wL^4}{24EI} [\frac{x^2}{L} - \frac{2x^3}{L^2} + \frac{x^4}{L^3}]$ $\delta = \frac{wL^4}{384EI} (中央)$
	$R_A = \frac{R}{2} + \frac{7}{10} T$ $R_B = \frac{R}{2} - \frac{3}{10} T$ Rは長方形の重量 Tは三角形の重量	$M_A = \frac{RL}{12} + \frac{TL}{10}$ $M_B = \frac{RL}{12} - \frac{TL}{10}$ $M_x = \frac{Rb}{2} [\frac{1}{6} - \frac{x}{L} + \frac{x^2}{L^2}] + \frac{TL}{30} [3-21(\frac{x}{L})^2 + 30(\frac{x}{L})^3 - 10(\frac{x}{L})^4]$	$y = \frac{RL^3}{24EI} [\frac{x^2}{L} - \frac{2x^3}{L^2} + \frac{x^4}{L^3}] + \frac{TL^3}{60EI} [3(\frac{x}{L})^2 - 7(\frac{x}{L})^3 + 5(\frac{x}{L})^4 - (\frac{x}{L})^5]$
	$R_A = W(\frac{1}{2}) [1 - \frac{3}{10}]$ $R_B = W [1 - \frac{1}{2} + \frac{3}{10} (\frac{1}{2})^2]$ $F_x = R_A - wlx + \frac{wx^2}{2}$	$M_A = \frac{Wl}{30} [5(\frac{1}{2}) - 2(\frac{1}{2})^2]$ $M_B = \frac{Wl}{30} [5(\frac{1}{2}) - 3(\frac{1}{2})^2]$ $M_x = \frac{Wl}{30} [5(\frac{1}{2}) - 2(\frac{1}{2})^2 - 30(\frac{x}{2}) + 9\frac{1}{2} \frac{x^2}{L} + 30\frac{x^3}{L^2} - 10\frac{x^4}{L^3}]$	$y = \frac{Wl^3}{60EI} [5(\frac{x}{L}) - 2(\frac{x}{L})^2 - 10(\frac{x}{L})^3 + 3(\frac{x}{L})^4 + 5(\frac{x}{L})^5 - (\frac{x}{L})^6]$ 上式中 x = l - √(L^2 - Ll + 70l^2) とせば δを得

1001107

荷重曲線	剪力曲線	曲率曲線

力曲率、
剪力、
及變形の
圖解法

簡單なる載荷法に對しては前記の公式に示さるるも複雑なるものに對しては公式に據ること困難なり。此場合には圖解法によるを便とす。之を説明するに先ち理論上より演繹したる下記原則を知悉するを要す。

- (1) 荷重曲線を一回積分せば剪力曲線を得
- (2) 剪力曲線を積分せば屈曲力率曲線を得
- (3) 屈曲力率曲線を二回積分せば變形曲線を得
- (4) 屈曲力率曲線は載荷曲線のフニキュラーポリゴン (funicular polygon) に比例し、變形曲線は屈曲力率曲線のフニキュラーポリゴンに比例す。
即 $EI \times \text{變形} = \text{第二フニキュラーポリゴン高} \times \text{ポーラージスタンス}$
- (5) 變形曲線中の二點に於ける切線の交點は二點間の屈曲力率曲線中心の直下にあり。
- (6) 上記二點の切線の傾斜の差に EI を乗せば屈曲力率曲線の面積に等し。

先づ兩端支持の場合より論せんに第十七圖に於て AB なる梁に ACB なる荷重ありとし、之を十分して各分の重心に重量 w_1, w_2 等働けりとす。今任意垂直線上に w_1, w_2 等を順次に置き ak を得たりとす。次に任意點 o (pole) を ak 線外に取り oa, ob 等を結べ。

之を稱して力の多角形 (force polygon)

と云ふ。次に A' より oa に平行に A'b', b' より ob に平行に b'c', c' より oc に平行に c'd' 等を引き、最後に A'K' を結びば他の多角形を生ず。

之をフニキュラーポリゴンと云ふ。

依て A'K' に平行に力の多角形中に om

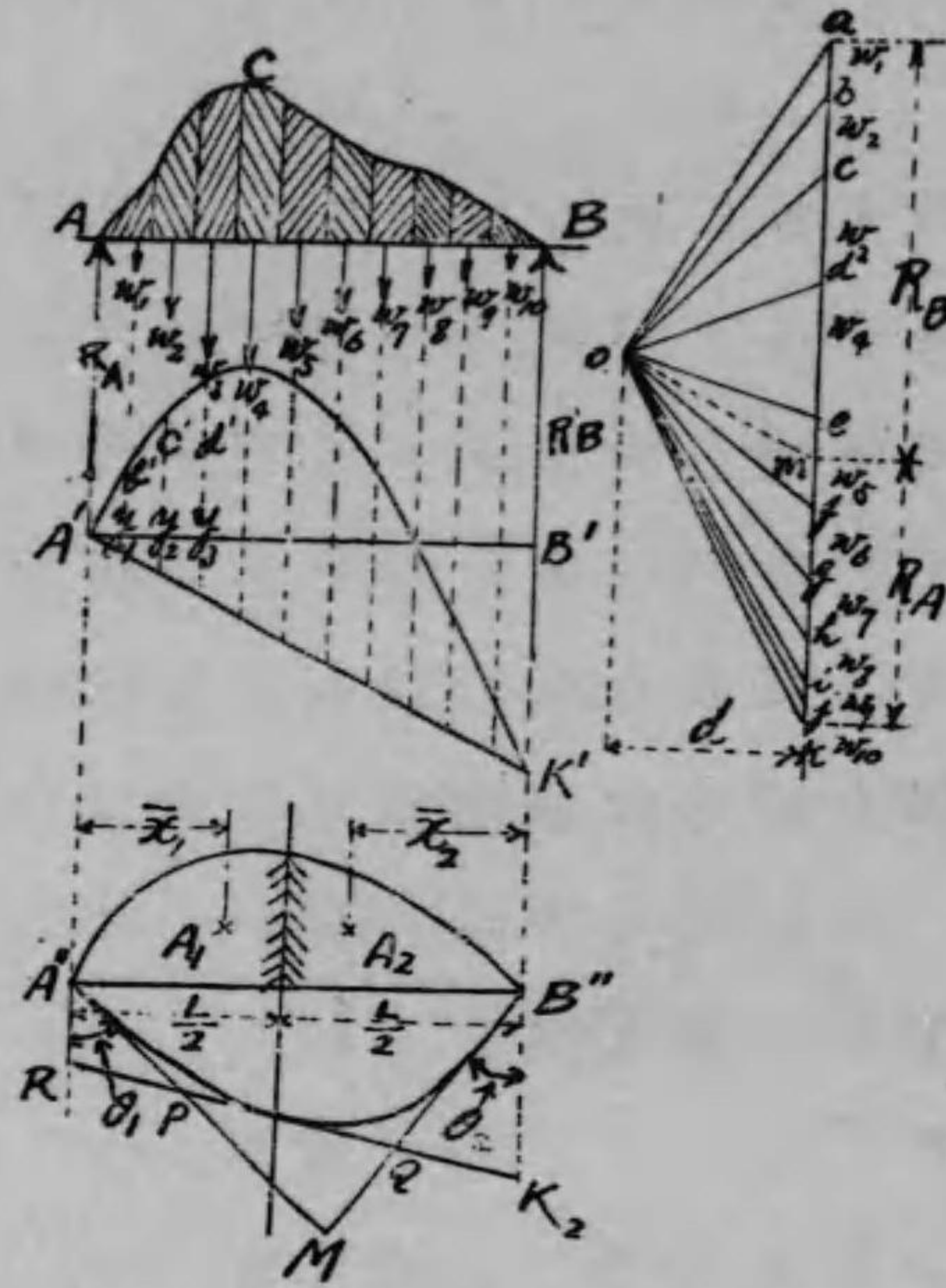
を引けば Km は A

に於ける反力 R_A , am は B に於ける反力 R_B を得べし。

フニキュラーポリゴンの高 y_1, y_2, y_3 等に力の多角形の極距離 (polar distance) d を乗せば屈曲力率を得べし。

之を A''B'' の上に置いて屈曲力率曲線を得。依て再び同一の方法を行へば變形曲線を得べし。然れども前記原則第五及第六を應用して大體の形狀を定むることを得。即ち

第十七圖



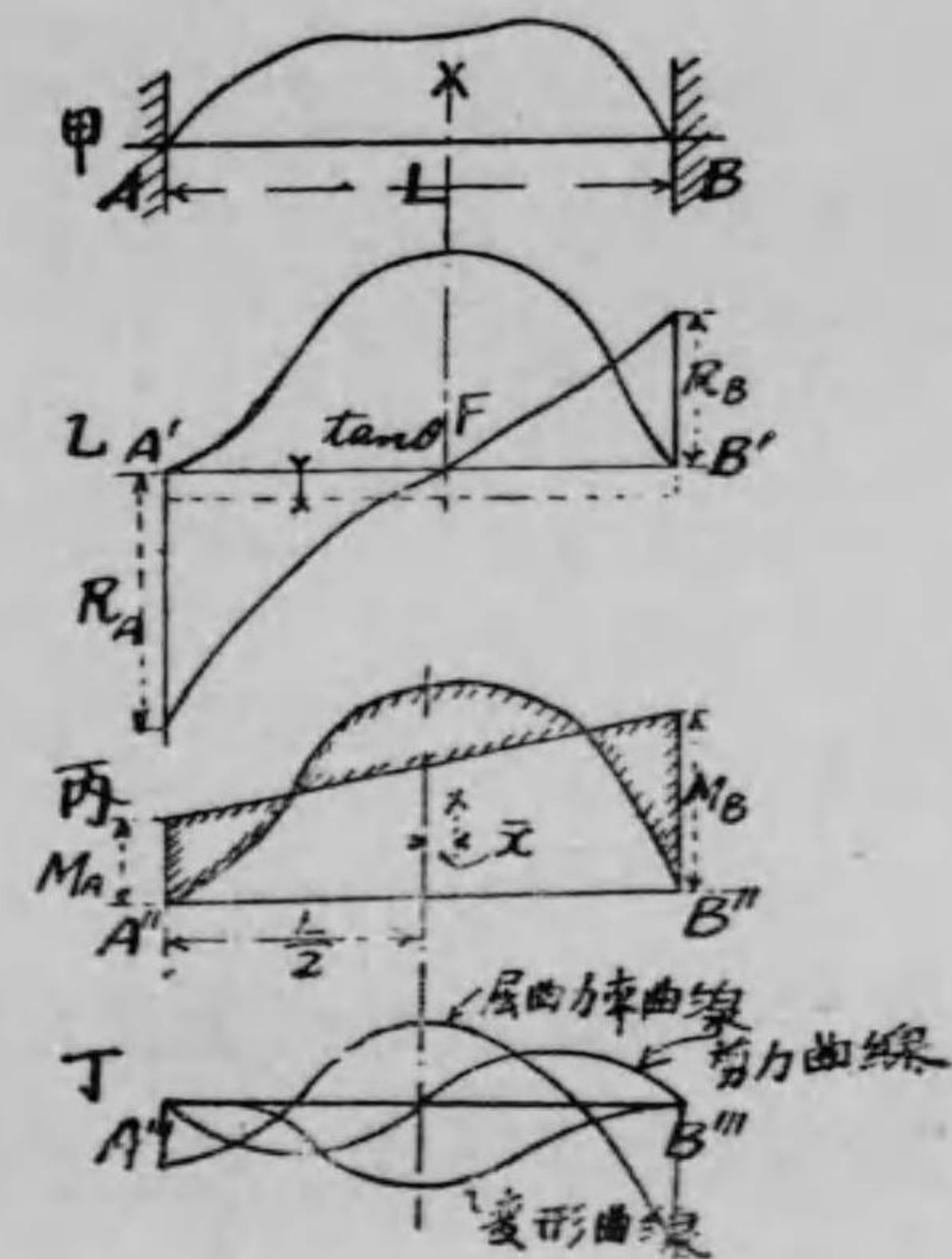
$$A''R = \frac{A_1 \bar{x}_1}{EI} \quad \theta_1 = \frac{A_1}{EI}$$

$$B''K_2 = \frac{A_2 \bar{x}_2}{EI} \quad \theta_2 = \frac{A_2}{EI}$$

上式に由り A''R 及 B''K₂ を置き RK を結び之と θ_1, θ_2 を爲す直線 A''M₁B''M を引き A'' 及 B'' より RK₂ に接する曲線を引けば之れ變形曲線の略圖なり。爰に A₁ 及 A₂ は A''B'' を等分したる屈曲力率各分の面積にして \bar{x}_1, \bar{x}_2 は各分の重心の A'' 又は B'' より距離、I は梁截面の慣性力率なり。

次に両端固定の場合は上記に修正を爲すことを要す。即ち第十八圖に於て甲の如き重量曲線を有する梁が両端支持なりと假定せば乙の如き屈曲力率曲線を得たりとす。之は前記の方法に依り求め得べし然らざればインテグラフ (integraph) を用ゐる荷重曲線より重心を求むれば R_A, R_B 及 F 點を定め剪力曲線を引く事を得べ

第十八圖



し、之を積分せば屈曲力率曲線を定むることを得。

次に屈曲力率曲線の面積を求めて Δ とし、重心の位置を求めて \bar{x} とす。依て M_A, M_B を

$$M_A = \frac{2\Delta}{L} \left(\frac{L}{2} - 3\bar{x} \right)$$

$$M_B = \frac{2\Delta}{L} \left(\frac{L}{2} + 3\bar{x} \right)$$

に取れば固定端の屈曲力率曲線丙を得べし。依て之を丁圖の如く直して二度積分せば變形曲線を得べし。又先に乙圖にて畫きたる剪力曲線は兩端支持の曲線なるを以て訂正を加ふること必要なり。

即ち $\tan\theta = \frac{M_B - M_A}{L}$ 丈け下方に基線を引くことを要す。

曲梁の公式

造船の計算は普通直梁の公式を使用するも往々曲梁公式を應用すべき場合なきに非ず。依て之を掲ぐれば第十九圖に於て

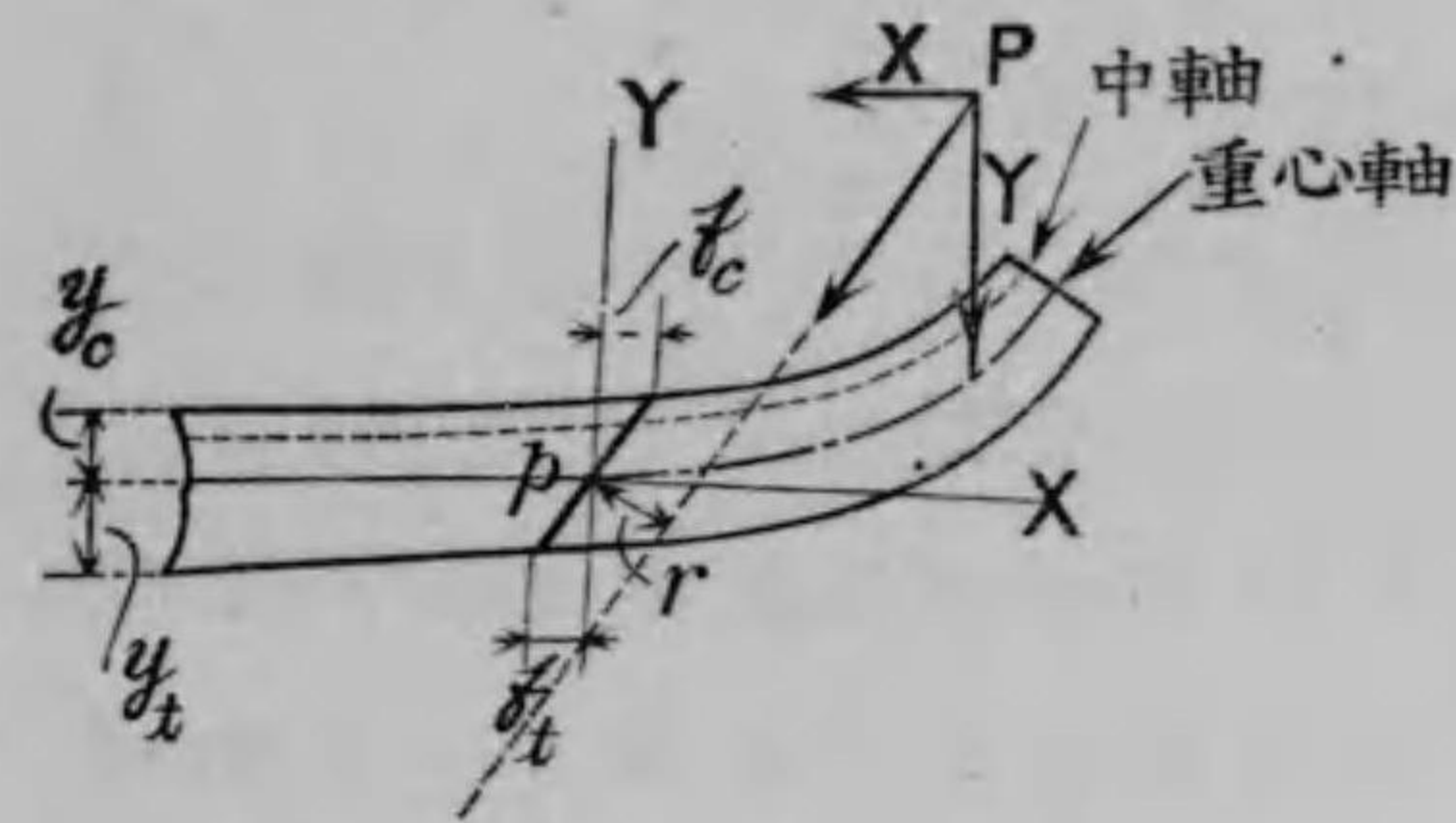
$$\text{屈曲力率} = \Sigma Pr = \left\{ f_t - \frac{\Sigma(X)}{A} \right\} \frac{I}{y_t} = \left\{ f_c + \frac{\Sigma(X)}{A} \right\} \frac{I}{y_c}$$

爰に A は OY 断面の面積、 I は慣性力率なり。

梁桁の同等強力

一定の屈曲力率に對し同一材料を以て梁の同等強力を保持せんと欲せば直梁にても曲梁にても共に $\frac{I}{y}$ 即セクションモデュラスを等くせば可なりとす。即ち肋骨、梁、船側縦通材、梁下縦通材、隔壁防撓

第十九圖



材等に構造規程と異なる截面の形材を用ゆる場合には之により比較することを得べし。然れども $\frac{I}{y}$ を計算するは面倒なるを以

て比較の目的なれば Ay にてなすこと得との説あり。

爰に A は形材の截面にして y は其深なりとす。又組立梁の一部分の如き場合には單に A を以て比するも差支なかるべし。

又梁下縦通材又は船側縦通材の如き半斷切板に對しては Ad^2 にて比するを可なりとする説あり。

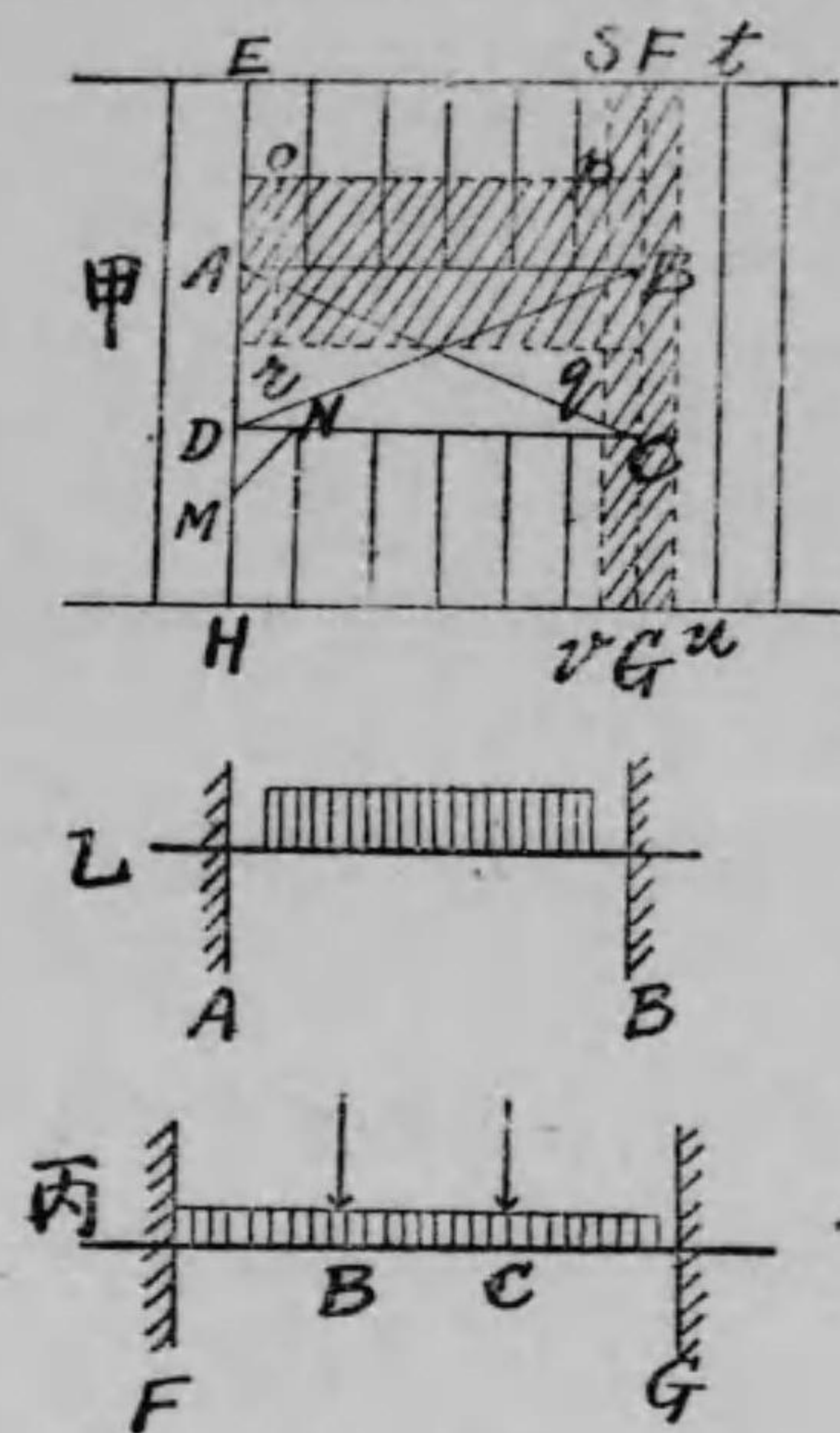
爰に A は梁下縦通材なれば梁下材料の全截面積、 d は甲板より縦通材下端迄の深なり。又船口縁材の下端を曲げ二重張をなし縦梁若は梁下縦通材に兼用するものは縁材の梁下の部の截面を A とし甲板よりの深を d として前記同様 Ad^2 にて比較す而して甲板上船口の高が規定以上なれば其幾分を縦梁若は梁下縦通材の截面に加ふることを得べきも

其量に關しては未だ定説を缺く如し。

側梁柱なき
船口の
縦梁及端
梁の計算

根本的局部強力計算の一例として側梁柱なき船口の縦梁及梁柱なき船口端梁の設計を示さんとす。第二十圖に於て ABCD を船口とし AB は縦梁にして側梁柱を有せずとす。

第二十圖



然れば乙圖に示す如く AB 縦梁は A 及 B にて固定せられ opqr に相當する等布荷重を負へるものなり。ホブガード氏軍艦設計なる書には甲板荷重は一平方呎に付三百斤と假定す。之は略甲板上に五呎の高の海水を載せたる重量に相當し造船規程の特設梁柱及特設梁下縦通材計算の假定とも一致し適當なる假定なりと認めらる。

從て縦梁各部の截面は上記載荷の屈曲力率に相當し A 及 B に於ける固著は荷重二分一の剪力に堪ゆることを要す。故に通常梁下に DMN の平置肘板を附し此部のセクションモデュラスを大にし且鉸釘

の數を増加するものとす。又船口端梁 FG は丙圖の如く stuv に相當する等布荷重及 B, C に於ける縦梁の剪力に相當する集中荷重を受け兩端にて固定せる梁と認むることを得べし。故に此場合には等布荷重による屈曲力率曲線と集中荷重による屈曲力率曲線とを重ね其合力に對する丈の截面を FG 各部に與ふる必要あり。BF 及 CG には大なる肘板を附し F 及 G の腕長を大にする必要あるべし。上記荷重の計算に於ては梁の自重をも算入することを要し、梁の截面には形材及之に固著する甲板一部をも算入し得るものとす。

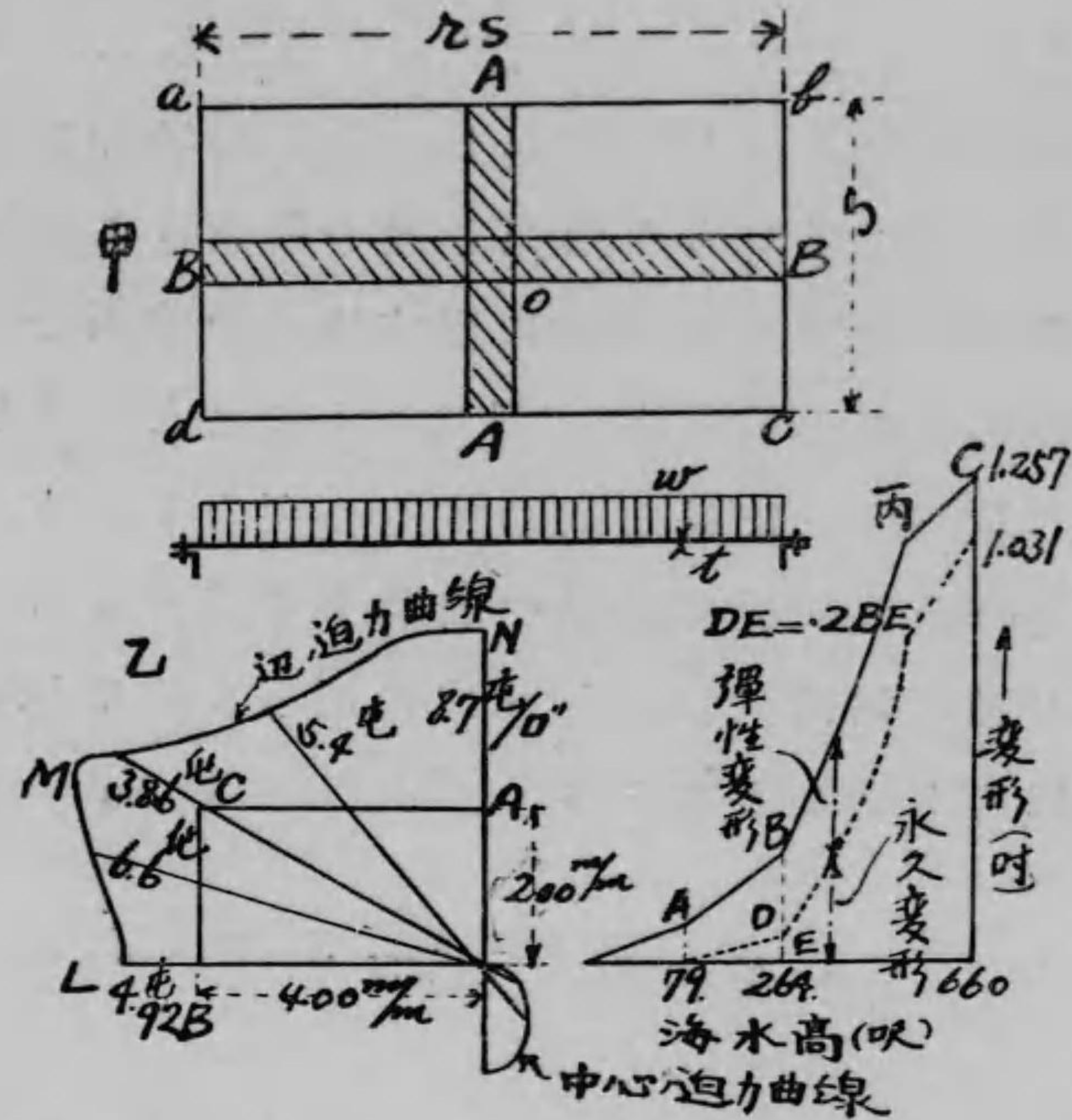
第四章 板の強力

船體の諸板は肋骨、梁、縦通材、防撓材等の直交する四邊にて限られ此區劃内にては平面と見做し得る場合多く、荷重も等布せらるるを普通とす。故に四邊を固定して液體壓力下にある平面の強力計算を應用し得べし。

第二十一圖に於て r が甚大なりとせば中央の帶 AA は兩端固定の等布荷重の場合となり A に於ける迫力は最大なり。之が bc 又は ad に近づけば縁の

バツハの
實驗

第二十一圖



影響を受くるを以て迫力は減少すべし。同様に短邊に於てはBの迫力最大なりとす。且短邊が甚小なれば大部分の迫力は長邊に集るを以て長邊の中央は迫力最大なり。尙實驗の結果短邊の隅に近く最大迫力點を認む但し前者よりは小なり、此迫力分布は乙圖に示す如し。獨のビッカー氏は實驗に據り下の公式を得たり。

$$P_A = \frac{1}{2} K_A w \mu^2$$

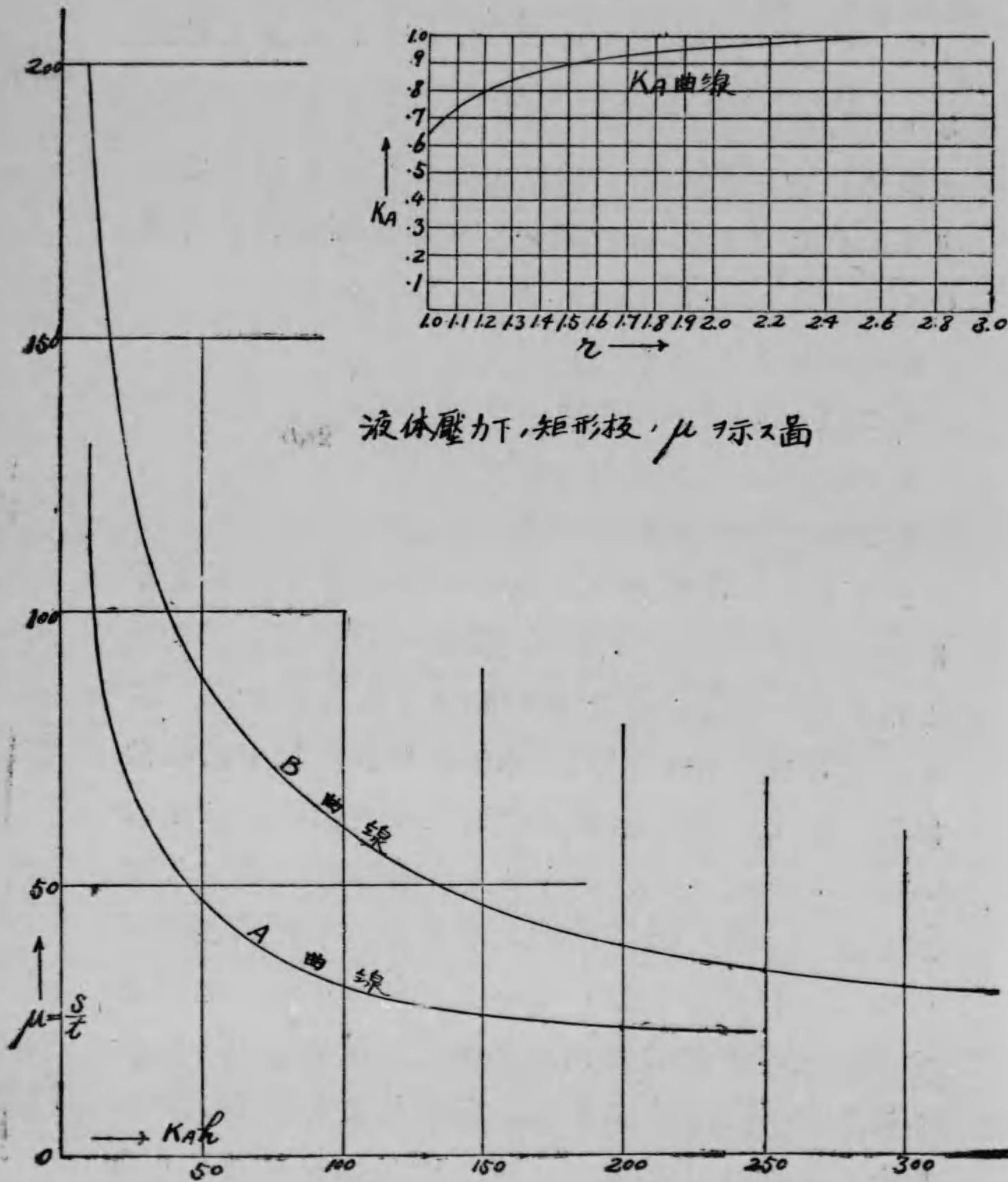
爰に P_A は A の迫力、 μ は $\frac{S}{t}$ 、 K_A は r に關する係數なり。

又獨のビッカー氏は下記四種の板にて水壓高を零より千百呎迄變化し板の各部の變形を測り彈性界限の迫力を計算したり。

- 第一板, 800mm × 800mm × 8.4mm
- 第二板, 800mm × 800mm × 16.8mm
- 第三板, 800mm × 400mm × 8.6mm
- 第四板, 800mm × 400mm × 16.5mm

此實驗の結果第四板に對し周縁及中央の彈性界限の迫力は第二十一圖乙の如きを知り第二板に對し中央變形の曲線は丙圖の如きものなるを知りたり。之に據れば七十九呎の水壓が彈性界限を爲し此點を A とす。次に水高を二百六十四呎とせば十八パーセント變形す、之を B とす。此以上は甚しく變形を増すを認む、即 OA 間は彈性歪、AB 間は長邊の中央より彈性歪を超へて伸張を始め漸次他に傳播する時代、BC 間は屈曲に非ずして張力として抗する時代なりとす。故に板の變形性質は r と μ と水壓 h に關するものなり。第二十二圖甲に於て A 曲

第二十二圖



線はA點の μ と h の或倍數との關係を示しB曲線はB點の同關係を示すものなり。而してA曲線に對し h の或倍數とはビッカー公式の K_A なり即乙圖にて之を求むることを得べし。B曲線に對しては別に材料なきを以て假にA曲線に對すると同様の K_A を以てせしに實驗上其の大差なき事を認めたり。又A曲線、B曲線を畫きたる基準點はバツハの實驗の結果を取りたるものなり。

此第二十二圖を使用するときは任意の水高に對し安全なる板厚を定むることを得べし。而してA曲線は外板、深水艙隔壁、罐水艙、油艙等に應用するに適し、B曲線は支水隔壁、甲板等に應用するに適するものとす。

第二十一圖の r が三を超過せば兩端影響は無視して單位幅の兩端固定等布荷重の梁と見做し得るものとす。此場合最大變形は

$$\delta = \frac{wl^2}{384EI} \quad \text{なり。}$$

之より大なる變形は懸鎖 (suspended chain or catenary) と見做し張力に堪ゆれば可なるものとす。

エーッ氏は $\delta < \frac{1}{4}t$ ならば梁と見做し以上は懸鎖と見做すと云へり。

板公式と梁公式とを別用する界限

桁梁と懸鎖との界限

鎖は水平なれば張力無限大となり、垂直なれば二分の一の荷重となり、懸鎖は上記二限の間なりとす。

防撓材心
距と板厚
の比

ロイド構造規程によれば支水隔壁は心距六時に付板厚 04" を變せしむ。

ビーシー構造規程によれば肋骨心距二吋増すに對し外板厚 .02" 増さしむ。

現行乾舷規則は心距四分一 (24" ならば 6") を變ずる毎に .05" 變せしむ。

又船側縦通材省略の爲ロイドは外板三條に對し肋骨心距小なれば .02" 肋骨心距大なれば .04" 増厚せしめ居れり。

第五章 柱の強力

柱の挫折に三種あり。第一は甚短き柱に起るものにして毫も屈曲せずして破損するものなり。之は單に抗壓力の問題となるを以て強力上柱として取扱はず。第二は甚長くして細き柱に起るものにして載荷の平衡不安定にして材料の彈性界限に達せずして容易に挫折す。第三は前二者の中間に位し最普通の柱にして載荷が柱軸より極少量外れ居

る爲幾分の屈曲をなして平衡を保つものなり、即屈曲と壓力を共に受け居るものにて其量大なれば材料の彈性界限を超へて遂に挫折す。

柱の強力計算に使用する公式諸種あれども造船學に使用するは下の二式を便とする如し。

第一はライラーの公式 (Euler's formula) と稱するものにて凡ての柱の公式の基本となるものなり。此公式の假定は兩端自在 (ends free or round) にして甚長き柱の理論的軸上に載荷せらるる場合即第二の挫折法に對するものなり。

ライラー
公式

$$R = \pi \sqrt{\frac{E}{p}} \quad \text{又は} \quad p = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l}{r}\right)^2}$$

爰に R は $\frac{l}{r}$, p は $\frac{W}{A}$, l は柱の長, r は柱斷面のレジアスラブジャイレーション, W は載荷, A は柱の截面, E は彈性係數なり而して柱の變形曲線はサイン曲線なりとす。兩端自在とはピボット (pivot) 又はピンジョイント (pin joint) に依るものにして摩擦あるを以て絶対に柱軸載荷をなすは實際上困難なり。従て不安定を生じ遂に挫折するものとす。之は $\frac{l}{r}$ 即 $R > 175$ なる場合にのみ起ると稱せらる。故に柱の截面を圓とし其直徑を d とせば $l > 45d$ な

る場合にのみ適用すべきものなり。上記範圍の外にあるものは第二種挫折法の公式に據らざるべからず。

縦の壓力
下の板の
張力

縦の壓力を受くる板例へば縦の屈曲による肋骨間の外板又は梁間の甲板の如きはライラー公式により取扱ふべきものなり。但考ふる板の左右 $40t$ の範圍に縦防撓材なきことを要す、爰に t は板の厚とす。板の r 即レヂアスラプジャイレーションは $\frac{1}{3.46}$ なり。故に $\frac{1}{r} > 15$ に當て嵌むれば $l > 50t$ なるべし。

即此以下の長の場合には適用すること能はず。

上記範圍内にあれば

$$p = \frac{x^2 E}{\left(\frac{l}{r}\right)^2}$$

$$E = 13500 \text{ 噸/寸}^2, \mu = \frac{l}{t} \text{ とせば}$$

$$p = \frac{11100}{\mu^2} \text{ 噸/寸}^2$$

以上は兩端自在の場合にして兩端固定なれば後述する處により

$$p = \frac{44400}{\mu^2} \text{ となるべし。}$$

船體の縦張力を論じたる際屈曲による剪力によ

り中軸に近き膜板に斜めの壓力を生じリンクルすることあるを説きたるが同様の事實は隔壁、特設肋骨、船側縦通材、梁下縦通材、肋板等にも起るものなり。之等の場合に板の單位幅の斜條を考ふれば $l = \frac{h}{\sqrt{2}}$ なり。爰に l は斜條の長、 h は板の深なり。

之は前章第十三圖にて示せる如くリンクルの皺は四十五度の角にて一皺の端より他の皺起るの事實に徴し波長の公式より得たるものなり。之が見掛剪力 $1.3q_0$ の荷重を受けて屈曲せざることを要す。若此悞ありとせば膜板に防撓材を附し其心距は膜板深より小なるを要す。例へば特設肋骨膜板の幅が $32''$ にて厚が $\frac{1''}{2}$ なりとし、剪力 q_0 が一平方時に付十噸、安全率 3 なりとすれば見掛壓力は十三噸なり。依て

$$l = \frac{32}{\sqrt{2}} = 22.6$$

$$\mu = \frac{22.6}{\frac{1}{2}} = 45.2$$

$$p = \frac{44400}{45.2^2} = 21.7 \text{ 噸/寸}^2$$

$$\frac{21.7}{13} = 1.67 = \text{安全率}$$

此安全率にては不足なり、故に或距離に防撓材を

附し安全率を増さざるべからず。即ち

$$13 \times 3 = 39$$

$$\mu = \sqrt{\frac{44400}{39}} = 33.7$$

$$l = \frac{1}{2} \times 33.7 = 16.9$$

$$s = 16.9 \sqrt{2} = 24''$$

即防撓材を心距 24'' 以内に附することを要す。

モンクリーフの公式

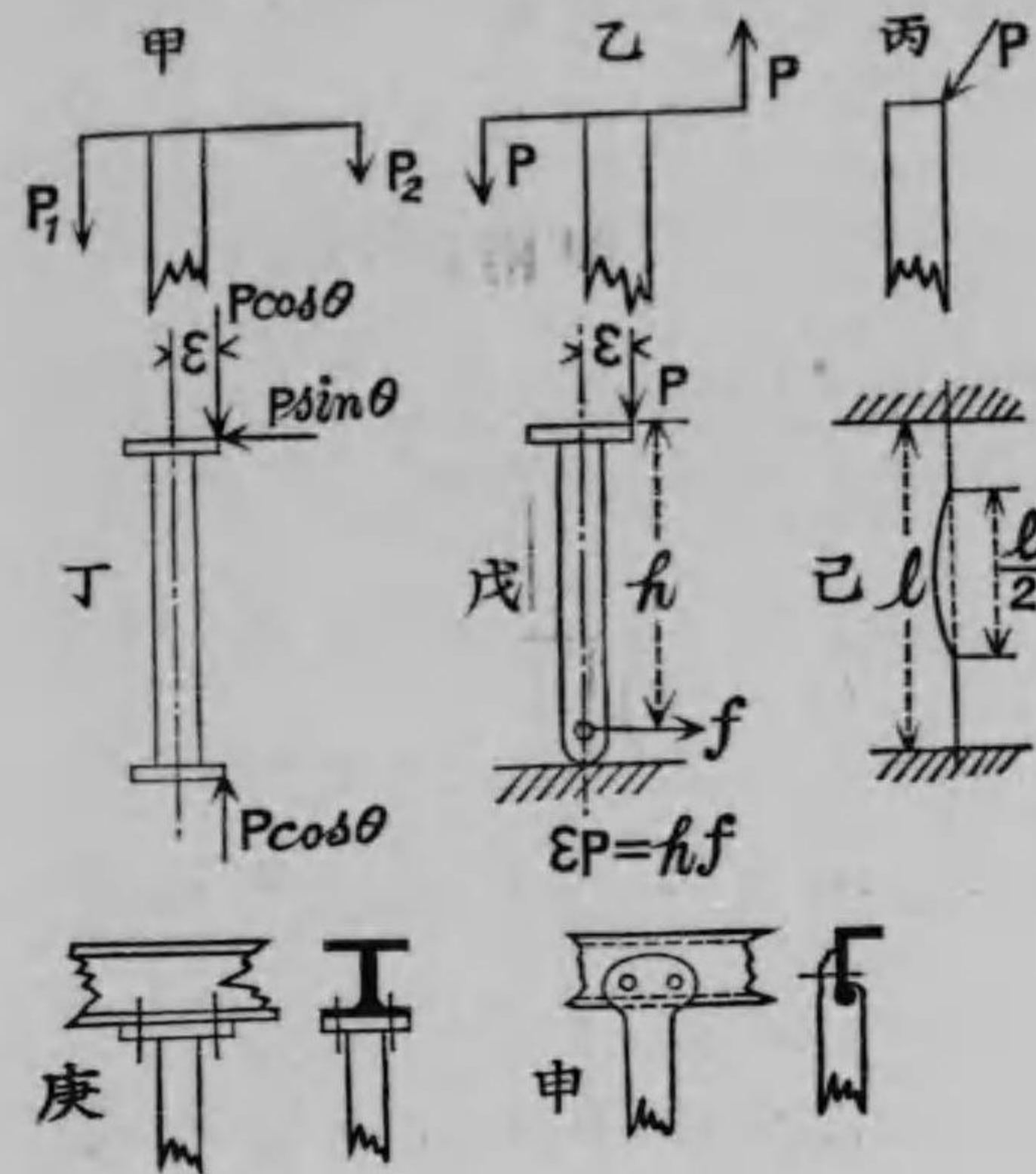
モンクリーフの公式 (moncrief's formula) と稱するは長柱にも短柱にも適用し得るものなり。此假定は兩端自在、荷重は軸心但し理想的中心に非ずして幾分の偏心 e を認む。従て變形曲線はパラボラと假定するものなり。蓋し偏心荷重なれば變形曲線は圓となり、中心荷重なればサイン曲線となる故其中間を取りたるものなり。其公式下の如し

$$R = \sqrt{\frac{9.6 E (f_c - 1.6p)}{p (f_c - .88p)}}$$

爰に f_c は材料の抗壓力にして鋼、鐵、黃銅等にては抗張力と同値なり、木材にては約十パーセント抗張力より小なり。

前記 e は多くの實驗の結果より安全を取りて算出すれば $\frac{ye}{r^2} = .6$ なり。故に若し柱の截面を圓形とし r を其半徑とせば $e = .3r$

第二十三圖



而して此偏心荷重及反力の線は柱の上下に於て同一直線上にあるものとす。

又船内の柱は船の傾斜により、若は船體の變形により、若は非相對荷重により必ず第二迫力 (secondary stress) を伴ふものとす。兩端

が自在なれば第二迫力の影響なけれども通常工費廉なるが爲と外見堅牢なる爲船柱の兩端は固定なり、従て第二迫力を生ず。一般に柱の載荷法を考ふるに第二十三圖甲乙丙に示す如き三種の法あり。

甲及乙は偏心荷重、丙は之を分解せば丁となり $P \sin \theta$ は船體の剛性にて之を支へ結局 e なる偏心荷重に歸すべし。通常船體の剛性は $p \sin \theta$ に堪ゆれどもスキッドビーム (skid beam) の如きものは往往斜柱を附せざれば $p \sin \theta$ に堪へざることあり。又下端が自在なれば戊の如く f なる水平力を生じ上端に

は屈曲力率を生ず。

以上を要するに両端を固定するも固定せざるも實際上幾分偏心せる荷重となるものなり。依て此偏心量を ϵ とせばモンクローフ式即兩端自在のものは下の如く變形す。

$$R = \sqrt{\frac{9.6 E \left[f_c - p \left(1.6 + \frac{y\epsilon}{r^2} \right) \right]}{p \left[f_c + p \left(\frac{y\epsilon}{5r^2} - .88 \right) \right]}}$$

而してモンクローフ公式に用ゆる安全率は 2 乃至 3 にて可なり。

兩端固定の柱

以上モンクローフの二式にてもライラー公式にても共に兩端自在の場合なり。然れども船體構造は多く兩端固定なり。此場合の訂正如何と云ふに第二十三圖已に示す如く半分長の兩端自在柱と見做せば可なり、即 $R = \frac{1}{r}$ を $\frac{1}{2r}$ として取扱ふことを要す。但船體構造は完全固定にも非ざるを以て $\frac{3}{4} \frac{1}{r}$ 位を取るを適當とす。

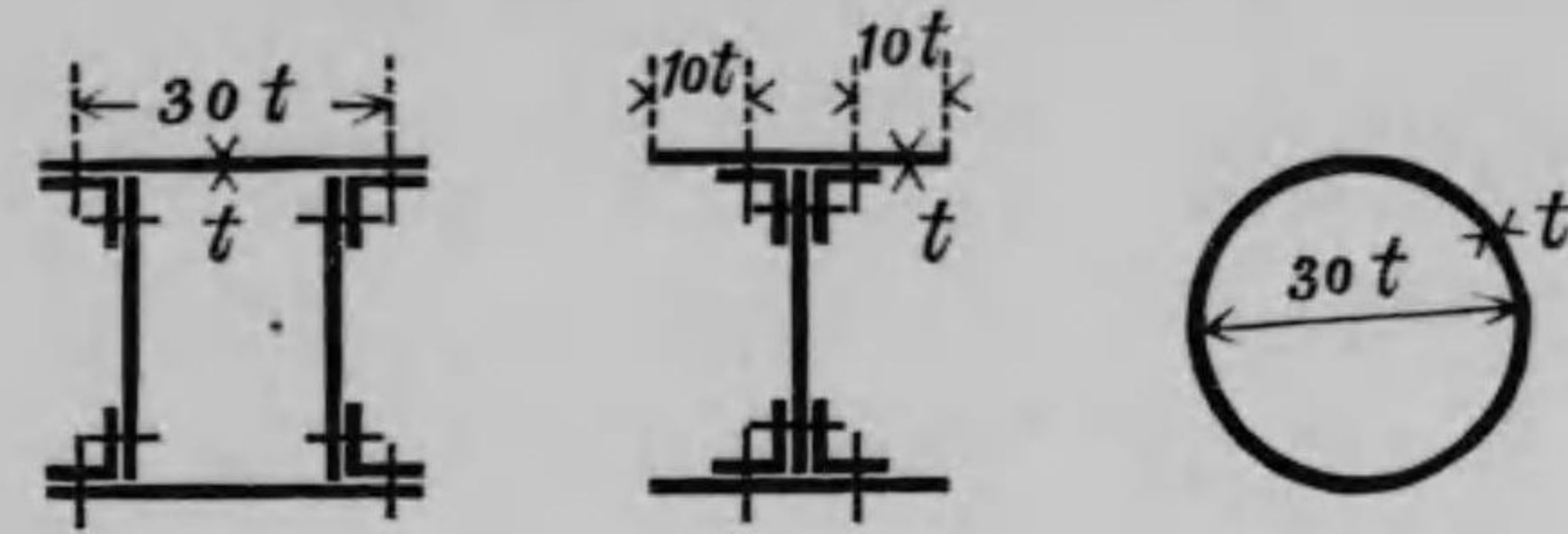
又固定端なれば柱は其截面均一なることを要す。然らざれば r 及 A は最小截面を取らざるべからず。若自在端なれば之に接する部の截面は小なるを妨げず。又 r 及 A を挫折の恐ある場所の截面若は最小截面 r の二倍を取るべきことを唱道するものあり。

り。

組立梁柱は第二十四圖に示す割合より厚が小なればリンクルを生ずべきものとす。

柱端の固著には剪力にて抗するものと張力にて

第二十四圖



抗するものとあり。兩端自在とせば兩端屈曲力率は

$$\frac{.6pz}{\sin R \sqrt{\frac{P}{E}}} \text{ なり。故に兩端固定の場合}$$

にて兩端の屈曲力率は

$$M = \frac{.6pz}{\sin \frac{R}{2} \sqrt{\frac{P}{E}}}$$

爰に Z はセクションモデュラスなり。

第二十三圖申の場合なれば之が Saf と等しかるべきものなり。爰に a は鉸釘の截面, f は剪力, s は鉸釘の距離なり。

梁柱の公式より見れば梁柱は其截面の r 即レヂ

梁柱の同等強力

アスラブジャイレーションを同一にせば同一強力
となるべし。

第四編 船體構造

第一章 鋼 材

本編各章は造船規程を骨子としロイド若はビーシーにて異なる處若は増加せる處を追加説明せり、但ビーシー又はロイドに規定せざるも造船規程に規定せるものは單に之を掲げ特に注意することなし。尙ブローベリタス、ノルスケベリタス等の規定にて有用なるものは之を引用することありと知るべし而して上記の追加及引用には六號活字を使用せり。

造船用材を列擧せば鐵、鋼、木材、銅、黃銅、砲金、白鐵、鉛、亞鉛、セメント、ピッチ、ター、ポテ、ラーカム、ペイント、ワニス、帆布、硝子等を重なるものとし其他屬具及艤裝に要する材料は枚擧に違あらず。依て本書には専ら鐵及鋼に就てのみ序述せんとす。

抑鐵を始めて造船材料となしたるは西曆千八百二十年にして運河用解船として現出したり。其後千八百八十五年ロイド船級協會は鐵船の構造規程を發布し航洋船舶に漸次鐵を使用するに至りたり。然れども其後製造費を節約する爲品質不良の鐵板

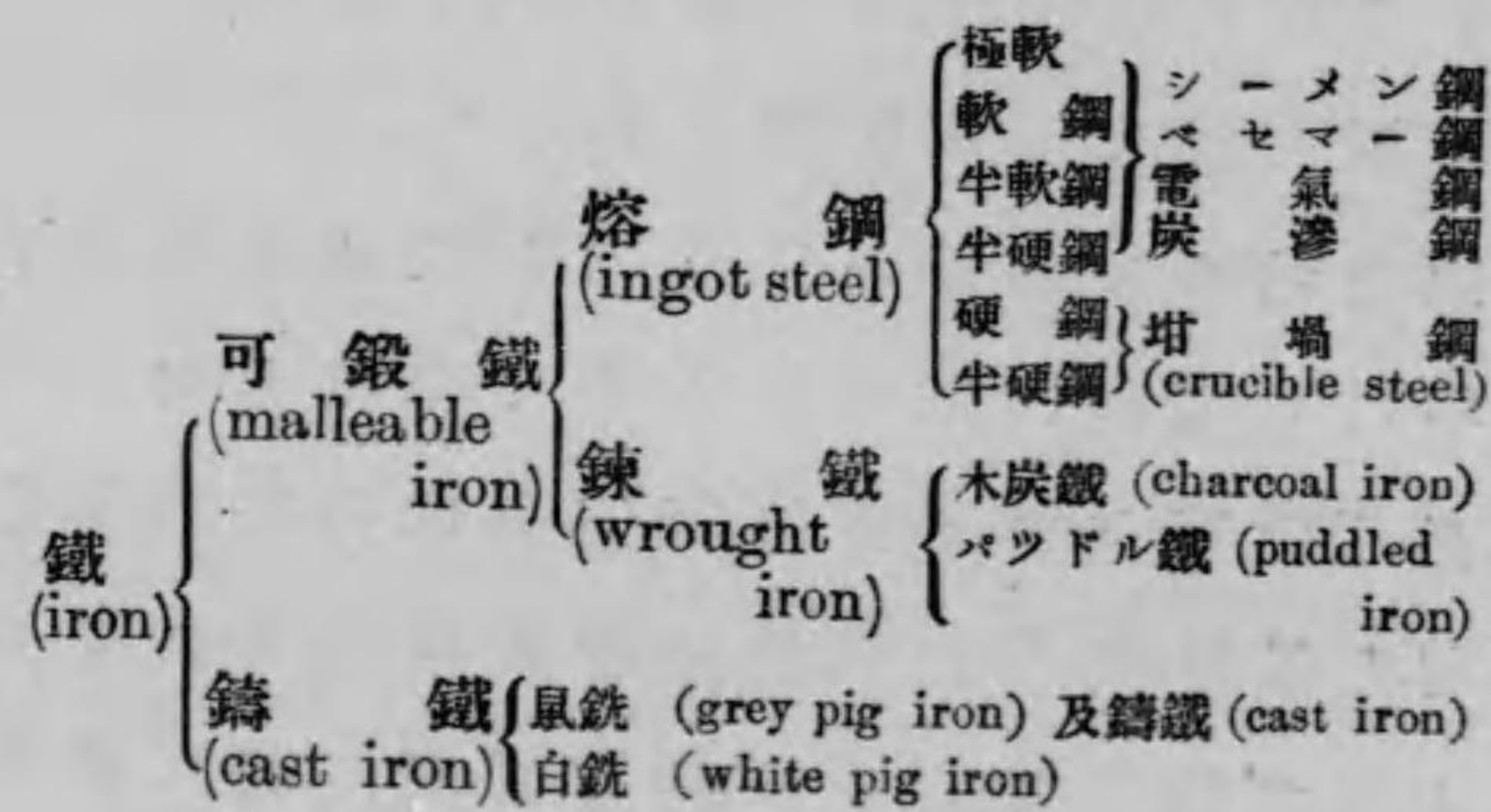
を使用する傾を生じ大に鐵船の聲價を貶したり。

鋼は千八百五十九年高速力の外車汽船に始めて使用したる事あるも硬鋼にして且高價なりし爲特に輕きを欲する船體の外使用せざりき。

軟鋼は千八百七十三年佛國にて軍艦に使用し其後帆船又は淺喫水船に用ゐたることあれども「ベセマー」法にて製造せられたる材料なりしを以て品質良好ならざりき。千八百七十五年英國にて改良シーメン爐にて製造せる軟鋼を用ゐて軍艦を製造し成績良好なりしが頗る高價なりき。其後製造費を節約し千八百七十八年以降は普く商船構造材料として使用せらるるに至りたり。

分類

鐵及鋼は其成分及製法により多くの種類を生じ名稱及分類法は未だ一定せりと認め難きも本邦にては下の如くする説便宜なるが如し。



上記の熔鋼中炭素量0.5パーセント以下のものを熔鐵と稱することあり。極軟鋼は炭素量 0.12 パーセント以下にて鉸鉸材、蹄鐵材、鋼線材等に使用するもの、軟鋼は炭素0.2パーセント以下にて造船用材、汽鐘用材、建築材料、橋梁材料等に使用するもの、半硬鋼は炭素 0.55 パーセント以下にて建築材、シャフト材等とし、硬鋼は炭素0.8パーセント以下にてシャフト及普通工具材とし、最硬鋼は炭素1.7パーセント以下にて工具材とす。熔鋼は鐵滓を含まざるを特徴とし之あるものを鍊鐵及鍊鋼とす。木炭鐵とは和鐵、和鋼本スウイツル等を云ひ、パツドル鐵とはローモア、パツドル鍊鋼及普通鍊鐵等なり。鑄鐵又は銑鐵は炭素2.6パーセント以上にて炭素以外の諸原素も多量に之を含み千二百度内外にて熔融するものなり。鑄鋼は熔鋼中に含まれ、可鍛鐵は鼠色又は白色鑄鐵中に含まるるものとす。

成分組織及性質

鐵及鋼の成分は元來鐵の外 0.07 乃至 6.67 パーセントの炭素、4パーセント以内の硅素、3.5パーセント以内の滿俺、3パーセント以内の磷、0.3パーセント以内の硫黄を包含す。尙此他にニッケル、クロム、タングステン、モリブデン等を加へたるものあり。稱して特殊鋼と云ふ。上記他元素の量は普通銑鐵

に對する最大量にして可鍛鐵に對する最大量は迥に之より少きものとす。普通軟鋼なれば滿俺0.6パーセント以内、硅素0.04パーセント以内、磷及硫黃は0.07パーセント以内なりとす。

元素鐵即フェライト (ferite) は溫度により三種の同質變態を爲すものなり。即普通溫度にては軟にして鍛鍊し得べく磁性多し之を α 鐵と稱す。攝氏七百七十度以上にて β 鐵と稱するものに變じ磁石に吸引せられざるに至る、攝氏九百度以上にて γ 鐵と稱するものに變じ、 β 鐵に頗る類似するも炭素を多量に吸収する性質あり。但上記溫度は炭素を多く含有する鐵にありては各低下し0.9パーセント以上の炭素を有するものは七百度(本章にては以下攝氏を略す)にて γ 鐵と變じ β 鐵を生ぜず。炭素は鐵と大なる親和力を有し其量及狀態により鐵に種種の性質を與ふるものにして四種の同質變態あり。

第一を黒鉛炭素 (graphite carbon) と云ひ、柔軟なる黒鉛の板狀結晶として鐵分子間に遊離し之を含む鐵の断面に鼠色を呈す。鼠色鑄鐵之なり。之は炭素量多き鐵が徐徐に冷却するときセメンタイトより分離して生ずるものなり、但硅素の一定量あることを必要とす。此種の鐵を顯微鏡下にて檢すると

きは黒鉛炭素の線狀なる結晶断面と硅素を含む純鐵フェライトの白き地質を認むべし。

第二を化合炭素 (combined carbon) と云ひセメンタイト即 Fe_3C 中の C にて高溫度より漸次冷却せる鐵材中には多少之を含有す。最多量に含むものを白色銑鐵とす。此炭素は甚硬きを以て之を含むものは凡て硬し。

第三をテンパー炭素 (temper carbon) と云ひ化合炭素を多量に有する鐵即白銑を八百五十度内外にて永く熱せばセメンタイトが分解して純鐵と遊離炭素とに變ず。後者は黒鉛と異り非結晶粉末なり故に或は之を無結晶炭素 (amorphous carbon) とも稱す。此炭素は其周圍に空氣及鐵鱗 (hammer scale or mill scale) 鐵鱗の如き高溫度にて酸化性のものあれば吸収せられ易し、此性を利用し白心可鍛鑄鐵は製造せらるるものなるを以て此炭素を多量に包含す。

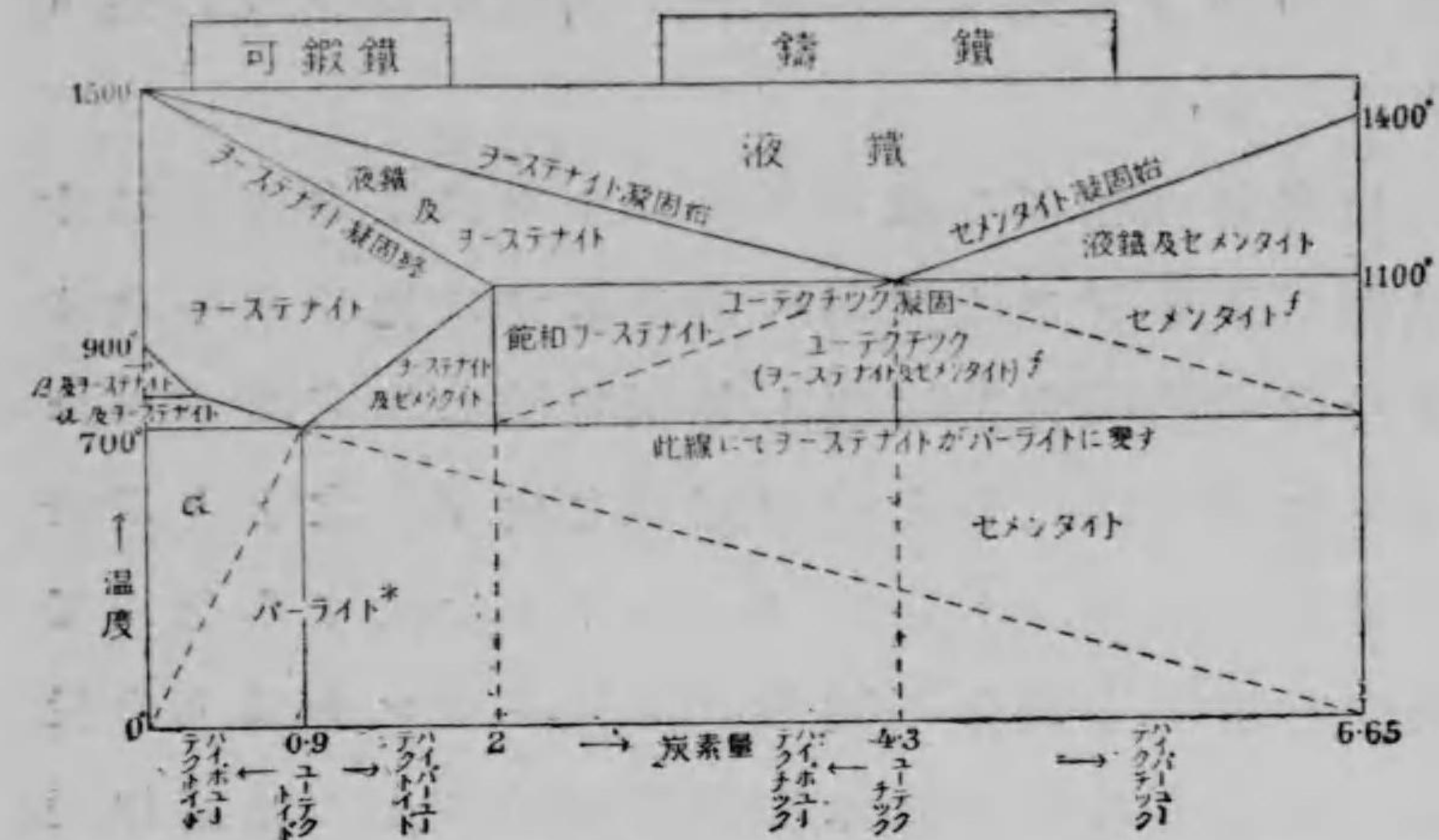
第四を可淬炭素 (hardening carbon) と云ふ。0.5乃至2.5パーセントの炭素を含む鐵中の炭素は700°以上の溫度にては固熔態 (solid solution) として鐵中へ熔解す。即フェライトにしてフェライト及セメンタイトの固熔態なり。之を急に水中にて冷却するときセメンタイト中の炭素は其狀態を維持し

て鐵を固くす。

此作用を稱して健淬と云ひ、生じたる炭素を可淬炭素と云ふ。顯微鏡下にては微細の針狀結晶を爲せり而して此組織をマルテンサイト (martensite) と稱しβ鐵とセメンタイトの固熔態なり。

金屬組織學に於て鐵と炭素の平衡圖 (equilibrium diagram of iron and carbon alloy) と稱するものあり、第二十五圖は其一例とす。圖中 Fe_3C はセメンタイト (cementite) にして $\alpha + Fe_3C$ 即フェライトとセメンタイトの互層より成る組織はパーライト (pearlite) なり。0.9パーセントの炭素を含むものは全部パーライトにてユーテクトイド鋼 (eutectoid) と稱す。之より炭素少きをハイポユーテクトイド (hypoeutectoid) 鋼と稱し、多きをハイパーユーテクトイド (hypereutectoid) 鋼と稱す。ハイポは炭素不足なる爲温度の降下に從ひβ又はαを分離し、残れるオーステナイト (austenite) が七百度附近にて0.9パーセントの比となりパーライトに變ずるものとす。ハイパーは炭素の過剰をセメンタイトとして分離し七百度附近にて前同様パーライトに變ず。2パーセント以上の炭素を有するものは1100度乃至700度にてユーテクチック (eutectic) を生ず。ユーテクチックはオーステ

第二十五圖



- * 0.5 乃至 2.5 パーセントの炭素を有するものは其冷却急速なればパーライトを生ぜずしてマルテンサイト、トルースサイト、ソルバイドを生ず。
- 2 パーセント以上の炭素を有するものは其冷却の状態に由りセメンタイトをαフェライトと黒鉛に變ず、即ち
 - (1) 炭素多く冷却頗る徐徐なればαと黒鉛のみに變ず。但し甚稀なる場合とす。
 - (2) 錳及硫黄の量多く硅素の量少なきものは冷却急なれば上圖に示す如くセメンタイトをパーライトに變ず、所謂白鉄なり。
 - (3) 硅素の量多きものは必ず黒鉛を生じ普通の黒鉄を得べし。之れに二種あり、即ち
 - (甲) αと黒鉛とパーライトを有するもの
 - (乙) 黒鉛とパーライトとセメンタイトとを有するもの

ナイトとセメンタイトの互層より成るものにして炭素4.3パーセントを含むものは全部此組織となるを以てユーテクチック鋼と云ひ、之より炭素量少きをハイポユーテクチック鋼と云ひ、之より多きをハ

イパーユーテクチック鋼と稱することユーテクトイドの場合に類す。其他は平衡圖中の記載に據り自明なるべし。

炭素を含まざる鐵即フェライトは強力僅に二十二噸に過ぎざるも炭素の量を増すに従ひパーライトを増す爲強力を増加し伸張を減じ炭素0.9パーセントに達せば五十六噸の強力を生ず。之より炭素の量増加するときはセメンタイトを生ずるを以て硬度を増すも強力を減す。0.5パーセント以上の炭素を有するものは健滓即焼入を爲すことを得即硬鋼なり。又炭素1.5パーセント以下のものは鍛接することを得べく所謂可鍛鐵なり。又炭素2.5パーセント以上のものは鑄鐵とす。

硅素及滿俺は幾分鐵の硬度及抗張力を増加するも質を脆弱ならしむ且3パーセントの硅素を有するときは抗張力最大にして之より増加するときは却て減少するものとす。滿俺にも同様の最大量あり。之等は共に鐵を熔け易くする力あり。0.06パーセントの滿俺を含むときは能く0.08パーセント迄の硫黄の害を防ぎ得べしと云へり。滿俺を含有する鐵は鑄易く硅素を含むものは鑄難しとの説あり。

硫黄は幾分鐵の硬度を増加するも0.04パーセントに達せば甚脆弱ならしめ殊に赤熱の時甚しとす。之を稱してレッドショートネス (red shortness) と云ふ。又鐵を熔け易くし湯足を不良にし鑄を生せしめ易し。故に孰れの點より見るも硫黄は鐵に對して忌むべき分子なりとす。

磷は幾分硬度を増加するも0.1パーセントに達せば常溫にて甚脆弱ならしめ何等作業を加ふること能はず、之を稱してコールドショートネス (cold shortness) と云ふ。但加熱せば工作し鍛造することを得。鍊鐵にては0.4パーセント位迄之を有するも害を生せざれども炭素量多き鐵程磷に由る害を蒙ること甚し。磷は鑄を少くし、鐵を熔け易くし、湯足を良くし、質を緻密ならしむ故に薄き鑄物には特に之を入れることあり。又彈性界限を増加し疲勞性 (fatigue) に堪ゆと稱せらる。

ニッケルは抗張力を増し彈性を大にし鑄を少くし凡て良好なる影響を與ふるものとす。

クロームは強力を増すも脆弱ならしめ且濕氣ある處にて鑄易し又硬度を増加す。タングステン、モリブデン等も亦硬度を増すこと大なり。

鑛滓 (slug) は鍊鐵に多く有するも展延鋼にも幾

分之を存す。鍛接を容易ならしむる利あるも抗張力及伸張を減ずるものとす。窒素は 0.02 パーセント以上なれば磷と同じく常温にて質を脆弱ならしめ 300 度附近にて甚しく脆し之をブルーショートネス (blue shortness) と稱す。ペセマー鋼には窒素を混入するを以て此缺點多し。水素は 0.02 パーセントに達せば質を甚しく脆弱ならしむるを以て有害なり。

次に可鍛鐵の熱作業に就て一言せんに鋼塊は鑄造されたる後固結するに際し下記の變化を生ず。千五百度にて固結を始め千三百度にて終り結晶粒を生じ徐徐に冷却せば結晶粒を大にし七百度乃至八百度の臨界帯 (critical range) にて固熔態がフェライトとパーライトに變じ粒は最大なり而して七百度以下に溫度を下すも粒大を増すことなし。此粗粒は即塊鋼 (ingot) 又は鑄鋼 (cast steel) の組織なりとす。之等を再び熱すれば臨界帯上限にて再び固熔態の微粒となり之より溫度を高むれば却て粒大を増加す。此時に當り水壓機又は汽鎚を以て作業を加へ又は鍛鍊せば結晶粒を破壊し小粒となるも作業後漸冷せば臨界帯下限迄は粒大を増加す故に作業を終る溫度底き程粒小なる筈なり。然れども臨

界帯より低き溫度にて作業せばフェライト及パーライトに分れたるものを更に壓縮するを以て歪みたる組織 (distorted structure) となり強度及延伸共に之を減ず。粒大なるものは脆きを以て鑄鋼又は大なる鍛造物は焼鈍し (annealing) により粒を小にすることを要す。焼鈍しとは臨界帯上限の溫度に熱して粒を小にする事にして此溫度及冷却の遲速は炭素の分量と用途により之を異にす。普通大なる鍛造物又は鑄鋼は此作業に二晝夜内外を費す如し。冷却急なれば細粒を得るも等質を缺く憂あるを以て漸冷するを普通とす。又複鈍し法 (double annealing) と稱する法あり。之は多大の抗張力と韌性を得る爲軍器及シャフト等に施すものなるが先づ八百五十度に熱して水又は油中にて急冷し細粒とす。再び五百度又は六百五十度に熱して内張力を去るものとす。之を顯微鏡下にて視察せば微細なる α フェライト及セメンタイトを固熔せる β 鐵及セメンタイトの錯綜せる組織にて之をソルバイトと稱す。硬鋼即炭素量多き鐵は臨界帯即粒の最小なるとき急冷せば可淬炭素となりて焼入するものにて其冷却溫度低き程硬からしめ得べし。故に最硬くするには鹽水を使用し普通は水を使用す、又餘り硬から

ざらしむる爲には油を用ゆ。焼入せるものは固く且強きも靱性を缺くものとす。之を恢復せんとせば二百度(薄黄色)乃至三百度(濃藍色)にて焼鈍しすることを要し其温度高き程硬度を戻さるるものとす。金屬組織學より見れば焼鈍しはラーステナイトをマルテンサイトにマルテンサイトをトルースサイトにトルースサイトをソルバイトに変する作業なりと云ふ。

一般に鐵は熱すれば抗張力を増し延伸を減じ三百度にて脆弱となり、之以上の温度にては抗張力を減じ延伸を増し鍛接及鍛鍊に適す、但過熱するときは粗粒となるを以て有害なりとす且炭素量多き程鍛接作業の温度は低きことを要す。鍊鐵は白熱(千二百度)にて作業し得るも軟鋼は赤熱(七百五十度)を程度とし硬鋼は黄熱(九百度)を適度とす。鑄鐵は絶対に鍛造すること能はず。又鐵は常温以下に冷却せば抗張力を増すも延伸を減じて脆くなり殊に衝撃に堪えざるに至る。又鋼にはスポンテニアスラプチュア (spontaneous rupture) とて不時に裂傷を生ずることあり。鋼の現出せし初期は此事多かりしが現今は少し蓋し内部の歪が或動機にて迫力を生ずるものなるべし。鑄鐵物は往往日光に曝露して裂

疵を生ずることあり之亦上記の原因なりとす。又鐵は常温作業により抗張力を増すも延伸を減ず。穿孔及剪斷は此害を受くるを以て重要なものは焼鈍若くはリーマー若くは錐銼を要す。

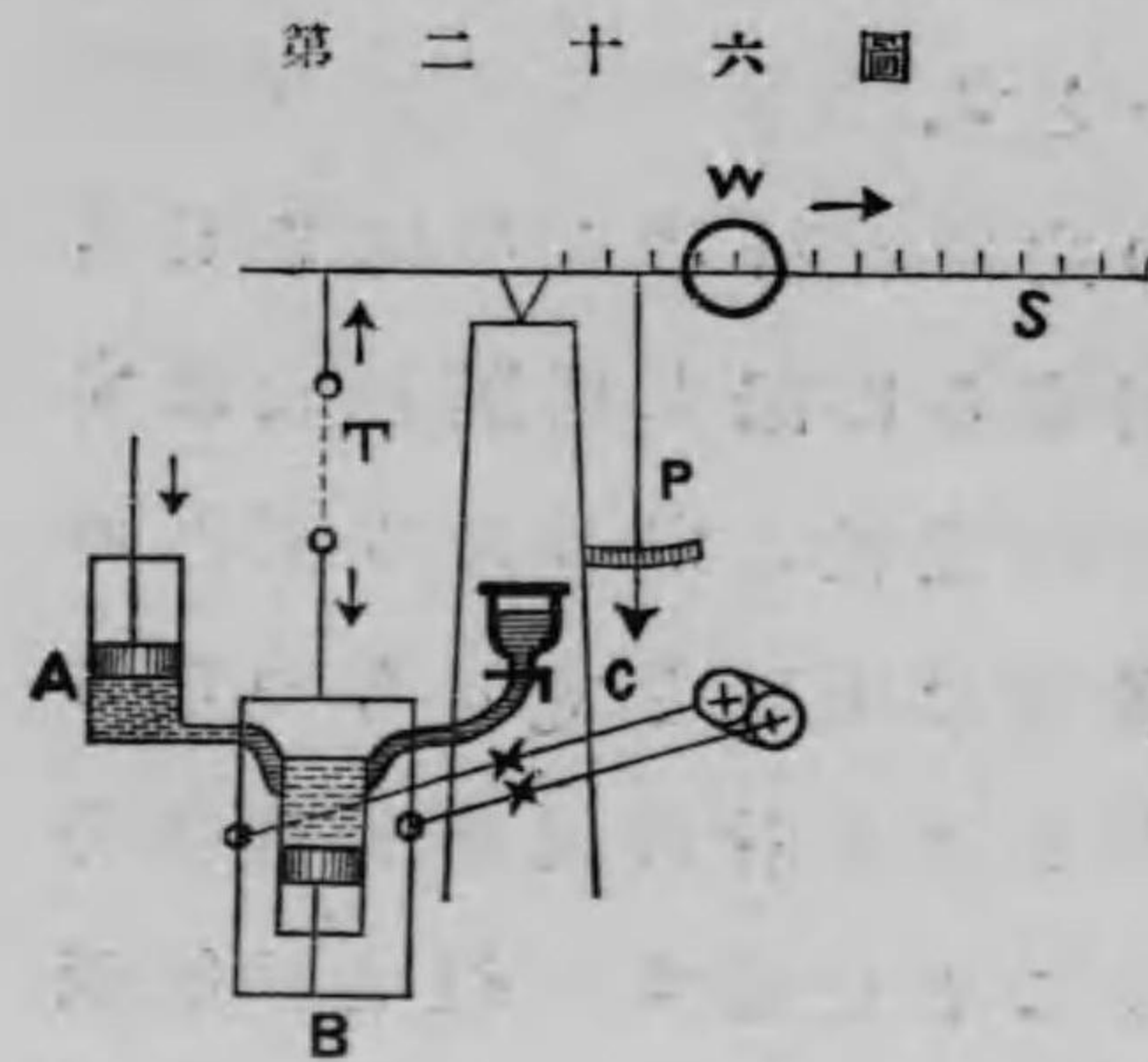
鋼材は彈性界限を超へて迫力を加へ後之を去り再び之を加ふるときは彈性界限の上昇を見るべし、但之を永く放置し若は焼鈍を爲すときは元の彈性界限に復歸す。又彈性界限を超ゆる衝撃を與ふるは危険なりとす。衝撃に非ざるも繰り返し迫力を受くるは危険なり。後者に因する破損を材料の疲勞と稱す。此恐れあるときは焼鈍を行へば其性を復歸するものなり。又鐵は酸にて取扱ふときは其質を脆弱ならしむるものとす。

鐵鋼材は鐵鋼船構造の主要材料なるを以て工作 材料試験
に適し且船舶として使用するに際し弱點を表はすことあるべからず。又造船規程に定めたる鋼材の寸法は規格の強力ある材料を基礎とするものなるを以て造船材料は此規格により材料試験を行ひ合格したるものを使用することを要す。但梁柱、舵板及厚 0.2" を超えざる鋼材は抗張試験を省略し得るものとす又甲板室、船樓甲板上又は蔽圍したる場所の機關室圍壁及圍壁艙口(共に縁材を除く)、石炭庫隔

壁、錨鎖庫隔壁、仕切隔壁、舷牆、彎曲部龍骨、汽鐘臺、補助機臺其他之に相當する部に用ゆる材料は抗張試験のみならず凡ての試験を省略し得るものとす。

材料試験の方法は抗張試験、屈曲試験、墜落試験、鎚打試験の四種類とす。然れども衝撃、交番應力、材料の疲労等に對する良否の鑑定は上記試験にては不充分にして化學試験、衝撃試験、腐蝕試験、顯微鏡試験其他を要すべきも其方法煩なるを以て普通之を爲さず。

抗張試験に使用する機械の一種は第二十六圖に示す如きものにして下記の構造なり。甲に試験材



を置きA吸鑊を下方に押しC栓を閉鎖す。然ればB吸鑊を筒中の油の壓力にて下方に押すを以て試験材を下に曳くべし。同時にWを右方に移しPを垂直に保てば試験材には張力を與へ其量はSにて読み得べし。Aは材料の切斷せらるる迄下方に押すべくTは收縮する故Pを右方に移

さんとす。然ればWを尙右に進めて常にPを垂直ならしむべし。然れば遂にTは伸長してPを左に移すに至る之即彈性界限を過ぎたる徴なりとす。其後再びPを垂直とし尙曳かしむれば遂にPは左に移りて右に來らざるに至り切斷す。此時のWを破壊抗張力とす。此機械に自記装置をなすときは迫力及歪の圖表を製作し得べし。

以下各種造船用材の製法用途及試験方法を述べんとす。

鍊鐵は白銑を細分して鐵鱗と共にバッドル爐 (puddling furnace) にて熱し黒鉛を全く去り0.12パーセント以下の炭素を残すに至ればレーキにて小孔より抓き出し小なる玉とす。之をブルーム (bloom) と云ひ壓延してバッドル棒 (puddling bar) とし、再分して小片とし積重ねて鍛接溫度に熱し鎚打して展延製造するものなり。故に分子間に鑛滓其他の不純物を混じ等質ならず展延の方向に纖維を生ずるを以て之に沿ふと横切るとは強力に約一割の差を生ず。鍊鐵には其良否により普通 B, BB, BBB, ロームーア等の區別あり。

鍊鐵

造船規程は鐵の試験法を規定せず、鐵を造船材料として使用し得る場所を指定す、已に第二編第四章

に記載せる處なり。

ローシーは鐵を使用し得る場所を限り且試験法を規定す第二編第三章に記述したる處なり。

軟鋼

造船用壓延軟鋼は平爐 (open furnace) 即シーメン爐にて製造せるものなるを要しベセマー法に依るものを禁す。シーメンマルチン爐 (siemen martin furnace) にて製造するものにも酸性及鹽基性の二種あり。西曆千九百四年迄は造船用材には鹽基性製法を禁じたれども今日にては孰れによるも差支なしとす。平爐は一回に三噸乃至二百噸熔融し得るものあれども普通は十五噸乃至五十噸なり。十五噸のものは長二十呎幅十呎高十八吋位なり。側部より原料を入れ一方より石炭瓦斯と熱風を送り辨により之等を加減することを得べし。他方より逃ぐる瓦斯は之を利用して空氣及瓦斯を温むる蓄熱爐 (regenerating chamber) とす。瓦斯は發生爐 (producer) により不良炭より製するものとす。

酸性法は先銑鐵及屑鋼 (scrap steel) を爐に入れて熔解せしめ次に滿俺、硅素、炭素及ヘマタイト礦を入れる。然れば熱を増して沸騰し、CO は煙突より逃出し MnO 及 SiO は礦滓となりて残るものとす。八時間にて作業を終り一回に二十五噸内外を製造する

ことを得但上記作業により炭素を燃へ盡さざることを得。然らざれば酸化鐵を生じて大害を爲すべし。同時に硫黄、磷の如き害素を除去することを要するが故に時々火色を見又は試材を取りて其成分を檢定す。酸素量 0.06 乃至 0.15 パーセントに達せば取り鍋 (ladle) に移し 0.5 パーセントのフェロマンガンを投入し残れる硫黄及磷を除くものとす。

酸性法は磷を取り難きを以てヘマタイト銑の如き良質銑を使用することを要するも鹽基性法は磷と親和力大なる石灰の如きものにて平爐内面を塗裝しクリーブランド銑の如き不良銑を原料とするに堪えしむるものなり。

ベセマー法は耐火煉瓦にて内張せる鐵球狀の轉爐 (bessemer converter) に熔けたる銑鐵を注入し下より空氣を吹込むものなり。然れば高熱を生じて空氣は酸素と窒素に分離し酸素は硅素、滿俺、炭素等と化合燃燒して十數分の後精製せらる。爰に於てフェロマンガンを加へ爐を轉じて塊鋼とす。此方法は迅速なれども試材を取るに適せず又火色を見る能はず爲に酸化鐵を生じ易く又窒素を残す惧あり製品の一定を缺くものとす。故に造船用には只鑄鋼として之を使用するのみにして板又は型材とし

て使用せしめず。之にも酸性法と鹽基性法の二あり後者は磷を除く爲特種塗料を爲すものなり。平爐より取鍋に採りたる熔鋼は $20'' \times 20'' \times 60''$ 位の塊鋼とす。塊鋼の冷却するに際し炭素其他の不純物は軽きが爲上層に集る傾あるを以て薄板及矩形工事に使用する板は塊鋼の下部より取り厚板は上部より取るを可とす。塊鋼は之を均熱爐 (soaking pit) に入れ黄白色に熱し壓延機に掛け $9'' \times 20''$ の截面とし水壓剪にて適宜の長に切り之を鋼片 (bloom) 又はビレット (billet) と稱す。之を再熱して鋼板壓延機にかけ先づ要する厚の二倍位とし第二の壓延機にて仕上げ大なる剪斷機にて要する丈に截斷するものとす。壓延機にては幅を出すこと能はざるを以て先づ鋼片を横に展して要する幅とし然る後長を展すなり。又之等の作業中鐵鱗を生ずるを以て水を撒布し之を除去するものとす。形材即山形材、球山形材、丁字材、球丁字材、球板、乙字材、溝形材等を造る塊鋼は $12'' \times 12''$ 位のものなり。之は何十回となく輾子の間を往復せしめ漸次に要する形と截面とに變ずるものにして數百尺の長となり圓鋸にて要する長に切斷す。形材を造るには多數の輾子を要するを以て各國共に標準型を制定して其數を減す。

我國も亦各學會及農商務省にて之が研究中なる如し。大正七年標準船型調査會なるもの遞信省に開かれ造船用材を等邊山形材は $2'' \times 2'' \times .175$ 乃至 $8'' \times 8'' \times .95$ 、不等邊山形材は $3'' \times 3\frac{1}{2}'' \times .25''$ 乃至 $7'' \times 3'' \times .725''$ 、球山形材は $6'' \times 3'' \times .32''$ 乃至 $11'' \times 3\frac{1}{2}'' \times .75''$ 、溝形材は $7'' \times 3'' \times 3'' \times .35''$ 乃至 $12'' \times 3\frac{1}{2}'' \times 3\frac{1}{2}'' \times .675''$ 、丁字材は $6'' \times 4'' \times .5''$ 、球板は $10''$ の三十一種に整理するの提議ありたり。而して現在の二千噸乃至一萬二千噸級船舶に就て調査するに形材は九十一種にして一船に使用するは二十一種乃至五十九種ありと云ふ。之を上記標準材に改むれば型材に對し重量1.89パーセントを、全鋼材に對しては0.42パーセントを増加するに過ぎずと云ふ。又鋼板は長三十呎以内幅七十八吋以内と定むることを同調査會は提議したり。鋼板及形材の試験法は造船規程に定むる處下の如し。

試験材の數は同一熔解の板又は形材毎に一箇とす但二十五噸を超ゆれば尙一箇を増すものとす。又板或は形材が厚 $0.15''$ を異にせば各一個宛取るものとす。又屈曲試験は鋼片毎に之を取り同一熔解なれば半數は常溫半數は燒入試験とす但常溫矩形工事 (cold flanging) を爲すものは燒入試験を半數とし

常溫試験を全數取るものとす。屈曲試験材は幅 $1\frac{1}{2}$ " 以上にして剪斷の儘とす但し厚 0.5 " 以上は平削するを認容す。

ピッチは 0.5 " 以上 1 " 迄は手纏を用ゐしむ。

抗張又は屈曲試験にて不合格品を生ずるときは同一材料より尙二箇を取り共に合格せば合格とし、然らざれば其板は不合格とし以後一枚毎に試験して合格品のみ使用することを得せしむ。蓋し同熔解の板にても強力に於て四噸、伸長に於て五パーセント位の差は屢屢生ずるを以てなり。又薄板は壓延により抗張力を増し伸長を減すること著し。故に同熔解にても厚に差異あれば各試験を要するものなり。抗張試験は厚 0.375 " 未滿は幅 $2\frac{1}{2}$ " を、 0.375 " 以上 0.875 " 未滿は 2 " を、 0.875 " 以上は $1\frac{1}{2}$ " を超えざる試験材を用ゐ標點距離は 8 " とす。標點距離は大なる程伸長率を減す、其割合は長を半減すれば伸長率を約二十五パーセント増し、三分一とせば約五十パーセント増加す。抗張力は二十八噸乃至三十二噸とす但し形材は上限を三十五噸とす。又常溫矩形工事を爲す板は下限を二十六噸とす。又一般に伸長の割合特に大なるものは下限を二十六噸となすことを得。蓋し形材は壓延により固くなる傾

あり且板を防撓する目的たること多き故上限を増加したるなり又常溫矩形工事をなすものの下限小なるは工事の性質上軟なるを要するが故なり。

一般に強力の上限を設くるは前にも述べたる如く穿孔の害を増し鍛接困難となるを以てなり、且一構造物中に強力及伸長の差あるものあれば不平均の歪を生ずる恐あるを以てなり。屈曲試験は暗處にて血紅色(五百六十度)に見ゆる程度に熱し華氏八十度の水中にて焼入し厚の三倍の内徑にて百八十度曲げ裂疵を生ぜざることを要す。常溫屈曲試験は常溫にて同様に屈曲せしむるものとす。屈曲は衝撃によるも水壓によるも任意なり、無論前者は裂疵を生じ易く後者を利ありとす。屈曲試験は鍛鍊試験 (forge test) と稱し、此試験に堪ゆれば工作に適すと認むるものなり。焼入屈曲試験 (temper test) は焼入して硬くなるや否を見るものにして普通良好なる軟鋼にては強力二噸を増加し伸長五パーセントを減するに過ぎず。焼入屈曲の裂疵は普通中央より生じ常溫屈曲 (cold bend) は縁端より生じ易し。

鉸鉸棒 (rivet bar) は同一熔解の材料十噸及未滿毎に一箇を取り徑の八倍の標點距離にて二十五パーセント以上、徑の四倍の標點距離にて三十パーセン

ト以上とし、抗張力は二十五噸乃至三十噸なるべしとあり。此試験に不合格なれば尙二本を取り共に合格なれば合格とす。若之も不合格なれば廢棄し一本宛試験して合格するもの丈使用せしむ。又鉸鉸に製せられたるものに就ては同一種類のものより適當の數を取り常溫の儘桿部を百八十度屈曲して接せしめ裂疵なきを要す。又鍛鍊試験は之を熱して釘頭を釘徑の二倍半に打壓して裂疵なきことを要す。若上記試験に合格せざれば尙二箇を取り共に合格するときは合格とす。

高張力鋼

近來の大船、軍艦、驅逐艦等は特種鋼を使用す。驅逐艦に使用するは炭素0.4パーセントを含有する高張力鋼にて抗張力三十七噸乃至四十三噸、伸長十五乃至二十パーセントなり。

大商船ルシタニア號には舷側厚板、覆甲板及上甲板に抗張力三十七噸の高張力鋼を使用したり。高張力鋼の彈性界限は破壊強力の四十七パーセントにて、使用強力は彈性界限の半分以内なるべし。常溫屈曲は之を爲し得るも穿孔の害大なる故錐録するを可とす。此材料を使用せば強力大なるを以て厚を減じ得べく船重を減じ鉸鉸の效力を増加す但厚 $\frac{3}{4}$ "以上は彈性界限を減じ且穿孔の害増大す。

鑄鋼はシーメン爐又はベセマー爐より抽出せる鑄鋼を鑄鐵と同様なる砂型に注入して鑄造するものにして船首尾材、舵材、其他金具類に近來廣く使用す。鑄鐵より收縮甚しく且氣泡を生じ易し。鑄鋼品は必ず燒鈍法を行ふことを要す。

抗張試験は試験材の徑0.564"なれば2", 0.798"なれば3", 0.977"なれば3 $\frac{1}{2}$ "の標點距離とし抗張力二十六噸乃至三十六噸伸長二十パーセント以上なることを要す。屈曲試験は1"× $\frac{3}{4}$ "の角材とし四隅を $\frac{1}{16}$ "半徑に丸め常溫にて内徑2"を超えず百二十度屈折して裂疵を生せざることを要す。

墜落試験は一材の船尾材なれば其一端を持ち四十五度の角度に起して硬質の地面に墜落せしむ但船尾管孔の膨脹部に對し豫め地上には穴を穿ち置くものとす。船首材、舵、舵柄、螺旋軸支柱、二材よりなる船尾材等は七呎乃至十呎の高より之を墜落して裂疵を生せざることを要す。又形狀複雑にして墜落試験を行ふときは明に損傷の恐あるものは上下二箇所より抗張試験材及屈曲試験材を取り墜落試験を省略することを得。鉋打試験は墜落試験を行ひたる後七呎以上の鉋にて打ち音響其他により疵なきことを確むるものなり。墜落試験を省略する

場合にも鋸打試験は之を行ふことを要す。抗張及屈曲試験材は鑄鋼材毎に一箇宛を取るものとす但二熔解以上なれば四箇を取るものとす。之等が皆合格するに非ざれば不合格とす、但試験材が本材の性質を示さずと認むるときは尙一箇の試験材を取り試験を行ひ合格するときは合格せしめ得るものとす。又鑄鋼材には鑄巣多きを以て其疑ある處には錐録して試験するを可とす。表面に小孔を有し内部不明なるときは水を注入して之を検し得べし缺點が表面に過ぎざれば鑄掛して使用するを普通とす。

鍛造物

鍛造物の原料は屑鐵又は屑鋼にして之を井桁に堆積し18"立方の大きさとしたるものを爐中にて白熱し汽鎚又は水壓機に附し諸面より壓搾して一塊とす。之をブルームと云ひ再び數箇堆重ねて熱し壓搾せば稍大なる原料となすことを得べし。鋼は鐵に比し鍛接幾分困難なるを以て屑鐵を可とす。

屑鐵より製したるものも屑鋼より製したるものも強力には大差なく共に抗張力二十噸乃至二十三噸伸張十五乃至十九パーセントなり。屑鐵と屑鋼を混じたるものは等質を缺き不良なるを以て造船用材となすことを得ず。

船首尾材、軸類等の如き重要鍛造物は近來普通平爐より製したる塊鋼又は鋼片より鍛造す。大なるものは之等を鍛接す而して鍛接を要するものは凡て柔軟なる材料を撰ぶことを要す。造船規程の試験法下の如し、鍛鋼材は其幹部截面を原塊鋼截面の五分一以内に、其他の部を三分二以内に鍛鍊することを要す。而して試験材は幹部より小ならざる截面を有する部より之を縦に切り取り鑄鋼材と同様な試験材を製す。抗張力は二十六噸乃至三十五噸にして伸長は二十六噸に對し三十一パーセント、三十五噸に對し二十二パーセント以上なるを要し且抗張力と伸張率の和が五十七以上なることを要す。但鍛接を要するものは二十二噸乃至二十六噸とし伸長は二十六噸にて三十五パーセント以上なれば合格とす。屈曲試験は常溫にて $\frac{1}{2}$ "以内の内徑にて百八十度屈折し裂疵なきを要す。又抗張力三十二噸以上なれば内徑を $\frac{1}{2}$ "となすことを得せしむ。試験材は鍛鋼材毎に取り凡て合格せざるべからず、但試験材が原材を代表せずと見做さるる場合には特に再試験を行ふことを得るものなり、又大なる塊鋼より數箇の小片を造りたる如き場合には原塊鋼が規程に合格する場合には小片に對するものは試

驗を省略し得ることあり。

大なる鍛鋼材は製造後焼鈍を爲すことを要し試験材は此作業を終りたる後取るべきものなり。

鑄鐵及鉄

鑄鐵は鼠銑を熔銑爐 (cupola) にて熔解し取り鍋に抽出して砂型に鑄込むものなり。抗張力は十噸内外にて伸長は零なり。普通材料試験は行はず。

銑鐵には白銑と鼠銑とあり鼠銑は鑄鐵原料にして白銑は製鋼原料なり。此他特種銑には硅素五乃至十六パーセントを含む硅素鐵 (silicon steel), 滿俺五乃至二十パーセントを含む鏡鐵 (spiegel eisen), 滿俺二十五乃至八十パーセントを含む滿俺鐵 (ferromangan), 硅素十パーセント滿俺十五パーセントを含む硅素滿俺鐵 (silicon spiegel) 等あり。

銑鐵は熔鑄爐 (blast furnace) にて製出せらる。之は耐火煉瓦にて築造し外部より鐵板にて蓋ひたるものにして上部より鐵礦及木炭又は骸炭を投入し下より熱氣を噴出して燃焼せしむ。一晝夜にて熔鐵と鑄滓に分離すべきを以て熔鐵を下方より抽出して一定の大きさに鑄造す即銑鐵なり。此爐の容量は木炭用のものは一晝夜に五噸乃至三十噸、骸炭用のものは百噸乃至五百噸なり。木炭用のものは良質の鐵及凡物鋼の原料とするものなり。

製鐵用原鑄は普通赤鐵鑄 (Fe_2O_3), 磁鐵鑄 (Fe_3O_4), 炭酸鐵鋼及褐鐵鑄の四種あり。

可鍛鑄鐵 (malleable cast iron) には白心と黒心の二種あり。白心に付ては已に述べたる處あり、黒心は製造費廉なる爲目下は専ら此種を使用するもの多く近來窓枠其他の金具に使用せらる。黒心可鍛鐵は普通鑄物の表面に鐵鱗の如き酸化劑を覆ひ爐中にて加熱し二日許にて七百度乃至九百度とし三日許持續せば表面より黒鉛炭素を消失す。其後戸を閉ぢて漸冷せしめ一日の後二百度位に溫度の降下するを待て戸を開放せば之を得べし。

造船規程によれば舷窓枠及栓は材料試験を要し其他は検査官の必要を認むるものに對し之を行ふものと定めらる、但喫水線上十呎以上の處にある舷窓及船樓の舷窓は材料試験を要せざるものとす。試験方法は抗張試験及墜落試験を普通とす。

第二章 鉸釘及固著法

凡て構造物は數多の片を結合して成るものなるを以て其各片は相等の強力を有すると同時に接合部も同様の強力を有せざるべからず。木船に於て

は接合部を他と同強力ならしむるは頗る困難なるを以て成るべく之を遠く相距て以て弱處の集中を避くるものなるが鋼船にては接合部を他と同強力ならしむることは必しも不可能に非ず。鋼材の接合法には鍛接、熔接及銲接の三種あり。

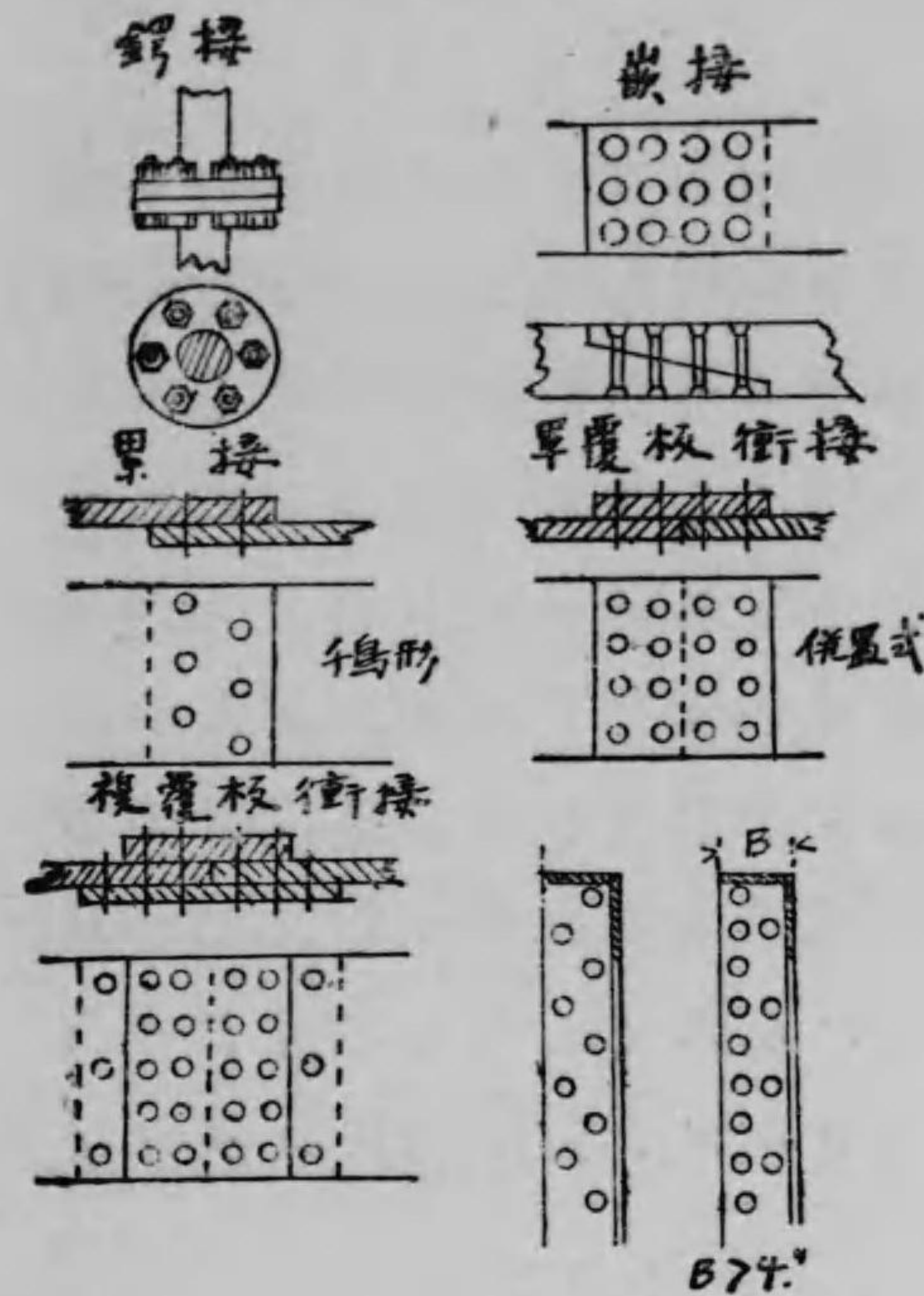
鍛接は鐵鋼材を熔融狀態に熱し鎚打して二片の分子を密接せしめ一片となすものなり。

熔接には電氣熔接及瓦斯熔接の二種あり。共に接合せんとする二片を電氣又はアセチレン瓦斯にて赤熱し熔融狀態とし壓力を加へて愈著せしめ若は中間に特種鐵材を熔合せしめて軽く鎚打し一片となすものなり。但鍛接、熔接共に工事の良否により著しく強力を異にす又熔接は韌性を失ひ焼鈍せざれば伸長甚少きを普通とす。

銲接合

銲接合は鋼材接合法として廣く使用せらるるものにして嵌接 (scarph)、銲接 (coupling)、累接 (lap)、單覆板銲接 (single strap butt)、複覆板銲接 (double strap butt) の五種あり。又接合部の銲列數により一列釘、二列釘、三列釘、四列釘の四種あり。又銲の配置法に併置式 (chain riveting)、本千鳥形 (zigzag riveting)、千鳥形 (reel riveting) の三種あり。本千鳥形と千鳥形との區別は甚明瞭ならざれども千鳥形は廣き意味にて銲釘心

第二十七圖



距の取り方に何等の制限なきものなるが本千鳥形は之を各釘列に於て定め且釘列間の距離も亦定められたる規則あるものなり。

嵌接は方形龍骨、船首材、船尾骨材の如き厚みある材料の接合に適す。銲接は軸管、舵頭材等に應用す。累接銲接

合は船體構造に最廣く用ゐらるるものにて銲接結合も往往使用せらる。

銲の配置法は千鳥形なるときは接手にて不便を生ずるを以て造船術にては下に掲ぐる場合の外併置式なるを普通とす。

(1) 外板を船首尾材、方形龍骨、螺旋軸支柱に固著するときは二列釘固著とし千鳥形とす。之は材

料の截面を小にせざる爲なるべし。

- (2) 肋板又は特設肋骨板を接合するときは二列釘とし千鳥形とす。
 - (3) 外板縦縁に三列釘を用ゆるときは千鳥形とす。
 - (4) 山形材の邊の幅4"を超ゆれば千鳥形とし、6"以上なれば本千鳥形とす但心距は三割増とす。
- 然らざれば内列を粗にし外列を密にす、之固著を充分にし水密を保ち錆膨を防ぐ爲なり。又山形材の兩邊に鉸釘を有するときは互に千鳥形に位置を避け強力を維持し且工作に便せしむるを可とす。

鉸釘材料

鉸釘材料は特に良質なる鐵又は鋼を使用す。造船規程、ロイド、ビーシー、ビーブイ共に鉸釘の強力は鐵釘として之を定む。

但ビーブイは鋼鉄に對し幾分寸法を減することを認め、ビーシーは外板及甲板の横縁全部に鋼釘を使用するときは幾分鉸釘心距を大にすることを認む。

ロイド及造船規程は鋼釘に對し何等言及する處なし。蓋し鋼鉄を用ゆる強力の過剰は豫備強力となすものの如し。外國にては鐵釘を多く使用するも本邦にては殆んど鋼鉄のみを使用す。鐵釘は白熱状態となすも害少く従て工作容易なり。之れ外

國にて多く使用せらるる所以なり。鋼釘は黄赤色以上に之を熱すれば燃燒して脆弱となるものなり但燒過ぎざれば鐵釘より迥に強靱なりとす。又鐵釘は纖維の爲頭部に裂傷を生じ易し。

諸家實驗の結果を綜合するに鐵釘の抗張力は二十二噸乃至二十六噸にして抗剪力は鐵板固著にて十九噸、鋼板固著にて十六噸半なり。鋼釘は抗張力二十六噸乃至三十噸にして抗剪力は甚不平均なれども二十二噸乃至二十四噸なり但釘徑により差あるものとす。要するに鐵釘、鋼釘共に抗剪力は抗張力に比し約二十パーセント小なり。

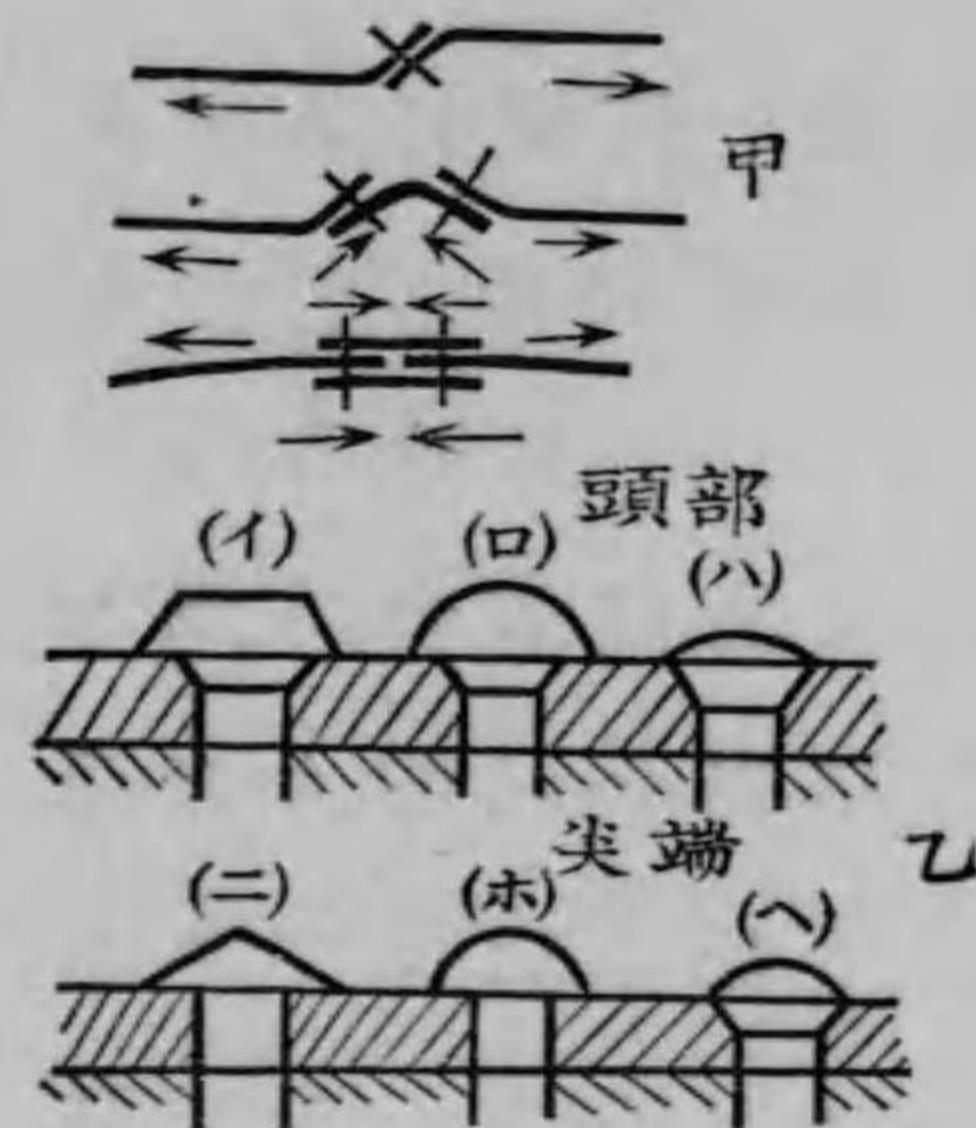
鑽孔 (drilled hole) は穿孔 (punched hole) に比し鉸釘の抗剪力小なり。蓋し前者にては孔端直角を爲し剪斷の效あるに由るならん。累接接合は張力を受くるに當りて第二十八圖甲に示す如く屈曲するを以て鉸釘は剪力と同時に張力若は屈曲力を受け純粹剪力を受くる場合より弱めらるるものとす。之は一列釘の場合に於て殊に著し。單覆板銜接も同様の傾向あれども複覆板にては複剪力 (double shear) となり絶對に之を防止し得べし。従て抗剪力は單剪の場合に比し五十パーセント増大すと認めらる。銜接合は先づ其の接面の摩擦により抵抗し次に銜

が歪を受け最後に板が歪むものなり。或實驗によれば手打鉸は破壊強力の二十三パーセントにて滑り、水壓鉸は三十四パーセント乃至五十七パーセントにて滑り初むと云へり、而して滑りの遅きは接合の效力上必要なるを以て接合は充分密著する様留意すべきものとす。

鉸釘形状

鉸釘は製鉸機により棒材を適宜に切り赤熱して製造するものにして頭部及尖端の形状に諸種あり。

第二十八圖



(1) 角頭 (pan head)

最普通に使用するものにして頭部大なるが故に有効なり(第二十八圖イ)

(2) 丸頭 (snap head)

水壓鉸に使用す(第二十八圖ロ)

(3) 皿頭 (countersunk head)

平面を要する處及水密を要する處に使用す(ハ圖)

(1) 打潰し端 (hammered point)

最普通の尖端造形方法にして鉸にて充分打ちて製す。(ニ圖)

(2) 丸端 (snap point)

有効に非ざる故水壓鉸の外使用せず、但美觀を要する處若は突出を嫌ふ場所例へば客室通路に面する機關室圍壁の如き場所に使用す。又冷狀にて鉸著する徑 $\frac{3}{8}$ "の小鉸には此尖端を採用す。(ホ圖)

(3) 皿端 (countersunk point)

水密工事及平坦を要する處に使用す。尖端を短くして眞に平坦ならしむることと幾分突出せしむることとあり。摩耗腐蝕の恐ある龍骨の如きは殊更に突出せしむ。外板及舵も腐蝕する故幾分突出せしむ但填隙を爲すには突出多からざるを要す。又木甲板を張らざる鋼甲板は歩行に際し滑らざる爲幾分突出せしむ。

皿穴に對しロイドは板の厚 $\frac{1}{10}$ "迄は全厚を、夫より厚き板は $\frac{1}{10}$ "皿にするを要す。ピーシーは釘徑と板の厚により皿頭の徑を定め0.6"より薄き板は全厚皿取りし、以上の板は厚の九十パーセント皿取りす。ピーアイは厚の三分二を皿取りせしむ。

皿取りは成るべく深くするを可とするも普通受負工事となすを以て皿の淺くなる恐あり、注意を要す。皿の角度は小なれば支持力不足に、大なれば縁薄くして無効となり且填隙困難なり。

ロイドは皿頭の徑を釘徑の一倍半とす。隨て皿深の規定と相俟て厚き板は薄き板より傾斜緩なり。

板の厚により角度を異にするは工作を煩にする

を以て普通 $\frac{3}{16}$ 以下の鉸は六十度、 $\frac{3}{16}$ 以上は四十五度、 $\frac{1}{4}$ は三十六度と定む。普通鉸孔の徑は鉸徑より $\frac{1}{16}$ 大にす。之は熱したる鉸は膨脹して徑を増すが故なり。又穿孔機を使用するときはボルスター (bolster) の徑をポンチ (punch, の徑より $\frac{3}{16}$ 大にするを以て板の孔は圓錐狀をなすものなり。之に適合せしむる爲角頭及丸頭には頸部を太めたるものあり。我國にては外板には根太鉸を用ゆるも他には餘り使用せず、之に反し英國にてはなるべく多く根太鉸を使用する習慣あり、但鑽孔せる處には根太鉸を使用するは宜しからず。

ピーシーは水蜜工事及汽機下に用ゆる角頭鉸は根太となさしめ其形狀を規定す。

手打工事にて最普通なるは角頭片皿鉸にして最有効なり、但水蜜を要する場所は角頭なるときは填隙し難きを以て兩皿となすことあり。

ピーシーは特に指定さるる處に非ざれば水蜜工事又は重要工事に皿頭鉸を使用するを許さず。又支水隔壁、隧道、舵及水蜜工事には打潰し端を採用し丸端となすを許さず。

壓搾空氣力の鉸工事には角頭又は丸頭皿端を適當とす又水壓力鉸工事には丸頭丸端を普通とす。

諸大家の實驗によれば鋼板を鑽孔せば其周圍の板の強力を増大す而して穴の心距小にして板の薄

き程其影響大なり。又鋼板を穿孔又は剪斷するときは薄板なれば往往強力を増すことあれども厚きに從ひ却て弱めらるるものなり而して抗張力の大なる板程此影響著しとす。此缺點を補ふには穿孔、剪斷による變質部を除去するか若は一度焼鈍法を行ふを可とす。然れども近時製鋼術の進歩により穿孔、剪斷の害は大に除かれたり。且水蜜工事には剪斷の後平削し又は皿取りを爲すを以て自然變質部を除去し得べし。又鉸釘工事は自然に焼鈍を行ふに類するを以て穿孔により強力を失ひたる板も釘著後は却て強力を増す場合少しとせず、但舷側厚板、龍骨翼板、上甲板梁上側板の如き重要部は必ず穿孔の後皿取り若は穴サラヒ (reamer) することを要す。近來大なる船には鋼板の厚を減じ重量を少しし鉸釘工事を容易ならしむる爲重要部に高張力鋼板を混用することあり。隨て此部には高張力鋼の鉸鉸を使用するを可とす。高張力鋼は穿孔の害大なる故鑽孔するを要す。又高張力鋼鉸釘は製造後焼鈍しせるものを使用するを可とす。

鉸釘の外にタップリベット (tap rivet) と稱するものあり。締付くる力弱く且螺絲腐蝕するを以て有効ならざるも當て盤の出來ざる場合例へば船尾材

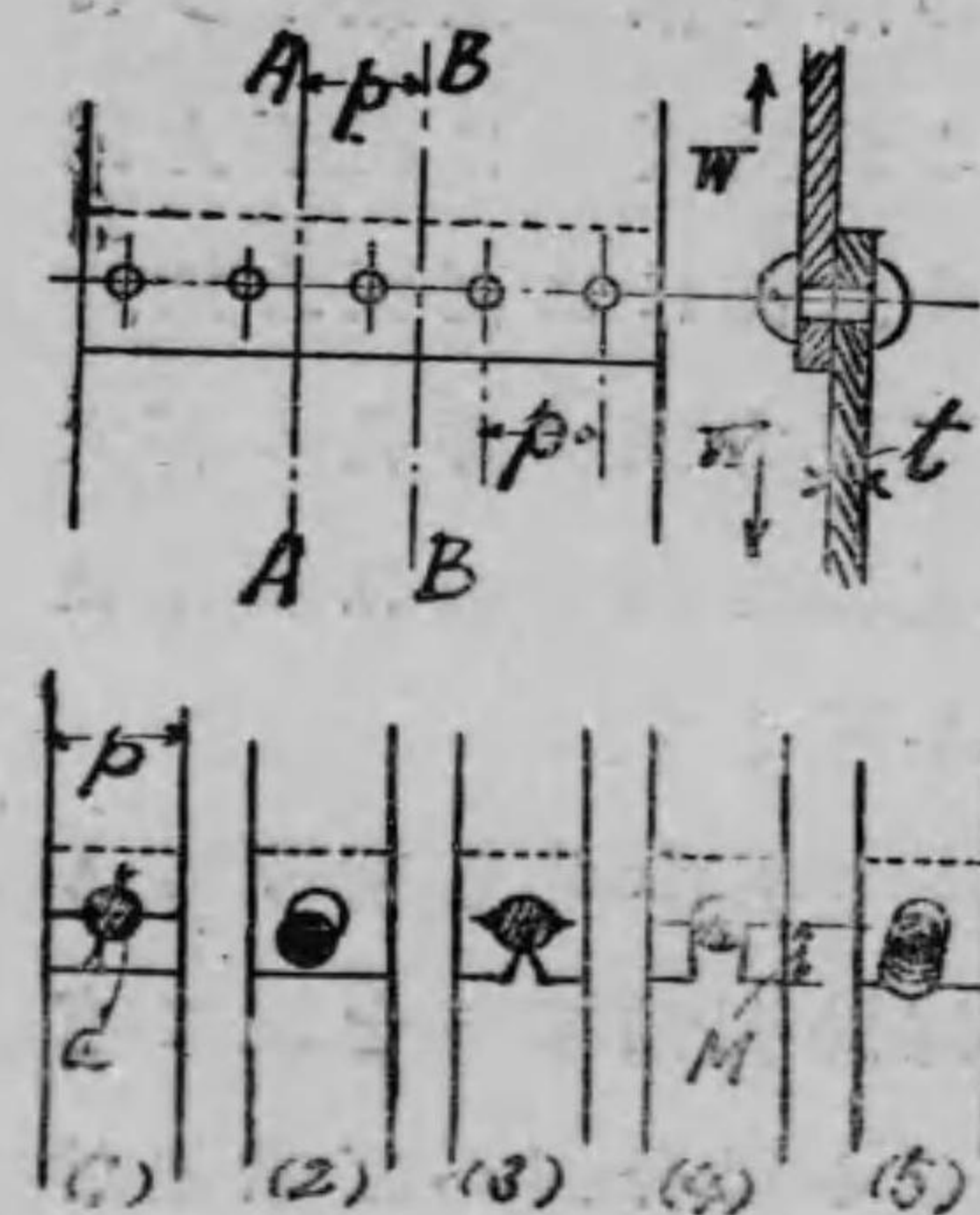
の螺旋軸孔部に於ては外板固著として使用する。
 其他鉸釘使用不可能なる場所の修繕工事に使用する。
 タック (tack) と稱するは普通の鉸釘にして締付
 の補助として使用するものなり。

ボルト (bolt) と稱するは螺釘の一種にして舵嵌接、
 銲接等に使用する。又取外しを要する場所例へば艙
 内の梁柱汽罐上部の梁隧道より螺旋軸を出入する
 口等に使用する。又修繕に際し鉸釘工事の困難なる
 場合にも使用する、但母螺の弛緩せざる様注意すべし。

スタッド又は立込ボルト (stud) と稱するも亦螺
 釘にして母螺若は釘頭を有せざるものなり。汽罐
 臺の固著、人孔の蓋取付等に使用する。

鉄接合の
 強力

第二十九圖



鉄接合の破壊方法に三
 種あり。第一は板の切れ
 る場合、第二は鉸の切れる場
 合、第三は鉸及板の切れる場
 合なり。右の内最簡單な
 るは一系列釘累接の場合に
 して第二十九圖に於てAB
 なる部を考ふれば其の切
 れ方に五種あり。其強力
 は

$$(1) \quad W > (p-d) f_t$$

$$(2) \quad W > \frac{\pi d^2}{4} f_s$$

$$(3) \quad W > f_b \frac{t(2m-d)}{3d}$$

$$(4) \quad W > 2mt f_s'$$

$$(5) \quad W > td f_c$$

爰に W は荷重、 f_t は板の抗張力、 f_s は鉸の抗剪力、 f_s' は板の抗剪力、 f_c は板の抗壓力、 f_b は板の曲に抗する力なりとす。

徑の大なる鉸を使用せば數少くして剪力を増加し得るも板に比し餘りに大なれば板先づ潰ゆべし、故に板の厚と鉸の徑との間には適當の比あるべき筈なり。今(1)及(5)式を結べば

$$f_c dt = \frac{\pi}{4} d^2 f_s$$

$$\therefore d = 1.27t \frac{f_c}{f_s} \div 2t \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{鋼板に鋼鉸を使} \\ \text{用せるものとす} \end{array} \right.$$

故に鉸徑は板厚の二倍を適當とす。然れども板厚を1"とせば2"の鉸を要することとなり工作不可能なり、即釘徑には自から制限あるものにして普く使用せらるるは $\frac{5}{8}$ "、 $\frac{3}{4}$ "、 $\frac{7}{8}$ "なり。又厚板に對しては1"、 $1\frac{1}{8}$ "、 $1\frac{1}{4}$ "、薄板に對しては $\frac{1}{2}$ "、 $\frac{3}{8}$ "を使用す。故に厚板に對しては一系列釘なれば鉸は板に比し強力不足す。

爰に於て二列釘三列釘の必要生ずるなり、但鉸釘の徑が板の厚より小なる事は少しとす。若斯の如き場合ありとせば其板は鑽孔せざるべからず蓋し之を穿孔するときは板の剪力より穿孔機の抗壓力不足するに至るを以てポンチを害すること大なるが故なり。

板の厚と
鉸釘の徑
及長

造船規程にては鉸釘徑は板の厚より之を定む。即厚 0.22" を超へ 0.34" 以下は $\frac{5}{8}$ "、0.34" を超へ 0.48" 以下は $\frac{3}{4}$ "、0.48" を超へ 0.66" 以下は $\frac{7}{8}$ "、0.66" を超へ 0.88" 以下は 1"、0.88" を超へ 1.14" 以下は $1\frac{1}{8}$ "、1.14" を超へ 1.20" 以下は $1\frac{1}{2}$ " とす。而して其厚は固著すべき板の厚き方によるべきものとす、但強力を要せざる處は必ずしも厚きに從ふの要なし。例へば舷側厚板と舷牆板の固著は舷側厚板の厚に由るを要せず。

ピーシーにても板厚と鉸釘徑の割合に關する規則は略同様なるが板厚 1.28" 以上 1.38" 迄は徑 $1\frac{1}{2}$ " と定む。又ピーシーは横縁は厚きに從ひ、縦縁は薄きに從ひ得るものとす。又バウンダリーアングルは板及形材の内薄きに從ひ鉸釘徑を定めて差支なしとす。舵骨鉸釘は舵板の厚により之を定む。

鉸釘徑は固著する板の數四枚以上なれば幾分大にするを可とす。特に長きもの例へば外板を船首尾材又は方形龍骨螺旋軸支柱等に固著する釘徑は

外板の厚より定めたる釘徑 $\frac{5}{8}$ " 以下なれば $\frac{3}{4}$ " を増し、 $\frac{3}{4}$ " 以上なれば $\frac{1}{2}$ " を増大す、但 $1\frac{1}{2}$ " より大なるを要せず。其他は長により適當に大きを加減すべきものとす。

ピーシーは釘徑に對し最大の長を定む、例へば徑 $\frac{3}{4}$ " ならば最大長 $3\frac{1}{2}$ " を、徑 1" ならば 6" を、 $1\frac{1}{2}$ " ならば 10" を超ゆべからずと定む。若之より長ければ固著不充分なるを以てタップリベットとす。而して二列釘の場合填隙縁に近き鉸釘が板厚より定めたるものより $\frac{1}{4}$ " 大なれば心距は釘徑の四倍半を、 $\frac{1}{2}$ " 大なれば四倍を超ゆべからず又填隙縁に遠き列は船首材なれば釘徑五倍半を、船尾材及船尾管上推進器柱は六倍を、船尾管下は四倍半を超ゆべからず。又長三百呎以上の汽船の船尾骨材下部と外板の固著は増釘を要す。且之等は外板縦縁の釘位置と一致する様注意を要す。

肋骨と外板を固著すべき鉸釘徑は肋骨の縦縁の幅 3" を超へざれば $\frac{7}{8}$ " を、 $3\frac{1}{2}$ " なるときは 1" を超ゆべからずとす。蓋し釘大なる爲縁に接近せば強力を弱め且工作に難なるが故なり。同理にて中心線斷切板内龍骨、翼内龍骨、特設肋骨間側板、船側縦通材、特設梁下縦通材、隔壁等の固著山形材は其部に使用する鉸釘徑より之を定むることあり。此場合には釘徑 $\frac{5}{8}$ " ならば山形材邊の幅は $2\frac{3}{4}$ "、 $\frac{3}{4}$ " 徑ならば 3"、 $\frac{7}{8}$ " 徑ならば $3\frac{1}{2}$ "、1" 徑ならば 4" より小なるべからず、又二列釘固著の場合には釘徑 $\frac{3}{4}$ " 又は $\frac{7}{8}$ " ならば形

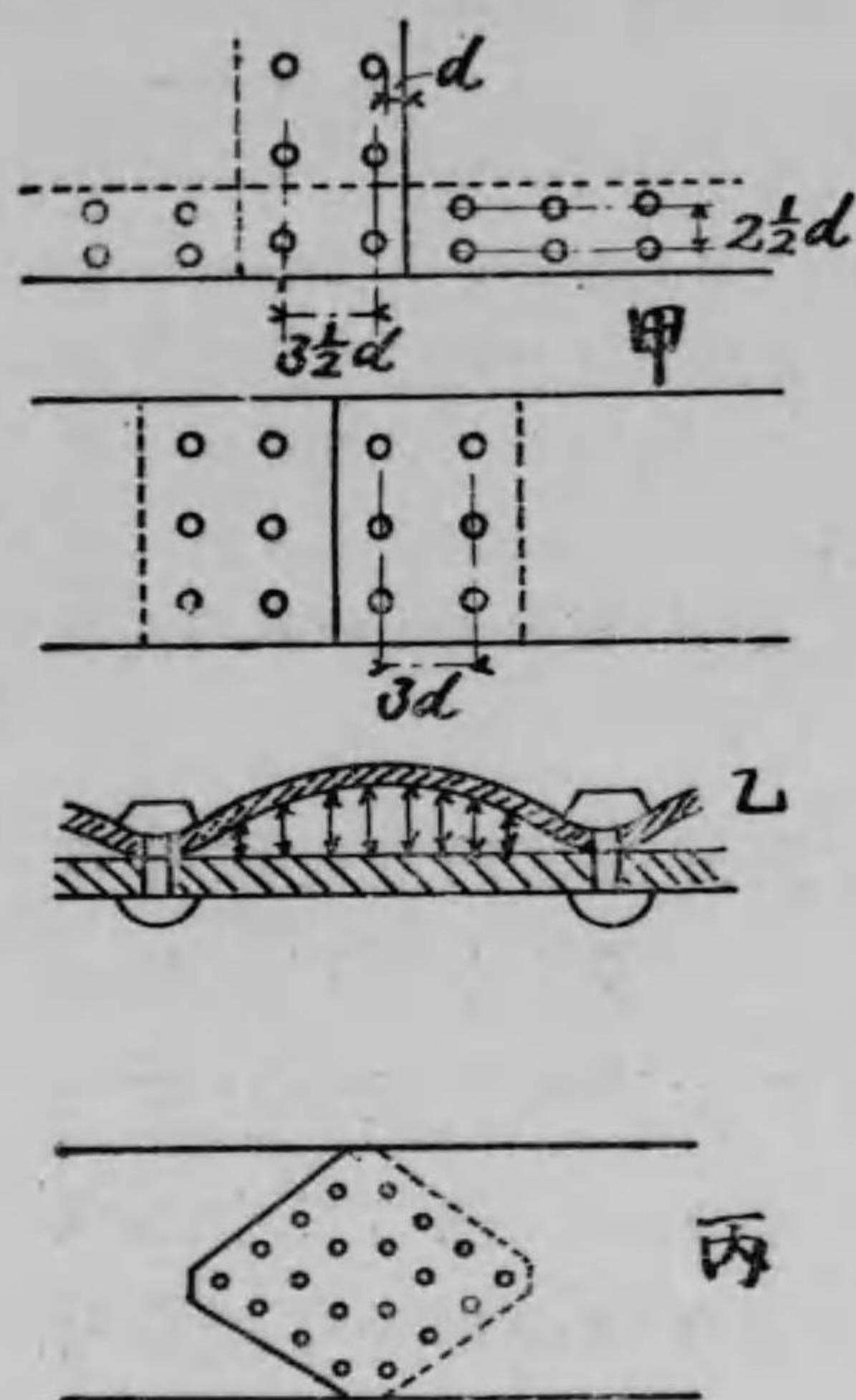
山形材の
寸法と鉸
釘の徑

材の邊幅を5", 1"徑なれば6"とす。

ピーシーにては今少しく細く之を定む例へば鉸釘徑 $\frac{3}{4}$ "にて千鳥形なれば4", 併置式なれば4 $\frac{1}{2}$ ", 釘徑1"にて一列釘は3 $\frac{1}{2}$ ", 千鳥形は6", 併置式は7", 釘徑1 $\frac{1}{4}$ "にて一列釘は4 $\frac{1}{2}$ ", 千鳥形は8", 併置式は9"と定むるが如し。

釘列距離
及累接,
衝接の幅
及覆板の
厚

第三十圖



前の(2)式と(4)式を結
べば

$$\frac{\pi d^2}{4} f_s = 2 m t f_s'$$

$$f_s = f_s' \text{ とせば } m = \frac{\pi d^2}{8 t}$$

$$d = 2t \text{ とせば } m = .79d$$

故に m が釘徑の 0.79 倍より大なれば(4)の法にて破るることなし。造船規程にては m を釘徑 1.5 倍以上と定む但餘り大なれば填隙の際縁のメクレを生ずる恐ありとす。又二重覆板の衝

接に於ては填隙せざる故遠きを可とす。又板の縦縁固著に於ける釘列線距離は釘徑の二倍半以上とし横縁の釘列線距離は累接にて三倍半以上、衝接にて三倍以上と定む。造船規程には釘徑又は板厚に

より各種累接及衝接の幅、覆板の幅及厚を表示す。普通覆板の厚は第二十八圖甲の如く屈折せざる爲に板厚の $\frac{1}{8}$ 倍とす。複覆板にては各板を板厚の八分の五とす。

ピーシーも略同様なるが一列釘衝接及横縁累接の幅は之を掲げず且五列釘固著の表を附加せり。

前記(1)式に於て p を大にし d を小にせば板の強
力増大するを示し(2)式に於ては鉸釘の數及徑を増
せば鉸釘強力を増大するを知るべし、故に數を増さ
んとせば心距 p を減するか釘列を増加せば可なり。
(1)及(2)式を結べば

$$(p-d) f_t = n \frac{\pi d^2}{4} f_s$$

爰に n は釘數なり。故に

$$p = \frac{n\pi f_s}{4 f_t} d^2 + d$$

即心距は釘徑により定むべきものにして釘徑の三
倍半乃至七倍なり。其用途別下の如し

釘徑三倍半の心距

四列釘及五列釘累接並に二重覆板を除き外板及
梁上側板の横縁。

釘徑四倍の心距

鉸釘心距

船首尾外板の縦線、四列釘累接の横線及二重覆板銜接、鋼甲板、縦通桁板、梁上帯板及肋板の横線、内底板及縁板の縦横線、肘板を附せざる支水隔壁、豎防撓材の上下兩端に於て其長の百分の十五間に於ける固著

ピースは舵板と舵骨を千鳥形二列釘固著とし、各列は釘徑四倍(舵心材に遠き處)乃至六倍(舵心材に近き處)の心距とし兩皿にて充分釘頭を附せしむ

釘徑四倍半の心距

五列釘累接横線、暴露甲板の梁上側板、山形材、縁板と外板の固著、山形材、鋼甲板縦線、支水隔壁及車軸隧道板の縦横線、支水隔壁板と外板(外板と山形材)の固著は之に含まず、又は甲板又は車軸隧道板又は二重底との固著、山形材、並に車軸隧道板と二重底との固著、山形材、舵板と舵骨の固著。

尙ピースは汽機臺及進力受臺座板の固著も此心距とす。

釘徑五倍の心距

船首材、船尾骨材、方形龍骨及螺旋軸支柱と外板の固著、平板龍骨に附する山形材固著、肋板と中心線桁板との固著、山形材、支水隔壁と外板との固著、山形材と外板との固著、橋板の縦横線、船尾艙に於ける肋板及兩舷結合板と正肋材との固著、筒形梁柱の縦線、鋼

甲板に附する斷切山形材。

ピースには中心線内龍骨と助板の固著、甲板と艙口縁材との山形材固著、二重底縁板の山形材固著、二重張の縁等も此心距とす。

釘徑五倍半の心距

船首尾水艙及艙内水艙に於ける外板及肋骨の固著、船首より船長五分一間に於ける船底外板と正肋材の固著(ピースは船長0.15間にて載荷喫水線以下と定む)、副肋材を附したる溝形肋骨と外板との固著。

尙ピースは汽機下中心線桁板上部山形材、特設肋骨ノ正肋材、大なる往復動汽機臺及進力受臺下の正肋材、副肋材及肋板の固著、深水艙に接する隔壁の防撓材固著、汽機臺及補助汽機臺も此心距と規定す。

釘徑七倍の心距

肋骨と外板の固著(二列釘は各列共)、正肋材、副肋材及肋板の固著、内龍骨各材の固著、梁山形材と梁板との固著、暴露せざる甲板及艙梁の梁上側板に附する山形材の固著、梁と鋼甲板及梁上側板との固著、特設肋骨及特設肋骨間側板の内縁に附する山形材の固著、支水隔壁及車軸隧道防撓材の固著、縦通桁板に附する縦通山形材及肋板と側桁板との固著、山形材、特設梁下縦通材の斷切板を鋼甲板又は梁に取付くる

山形材、特設梁柱を構成する山形材相互の固著（ペーシーは板を釘径の六倍、形材を釘径八倍に固著す）。

尙ペーシーは中心線桁板頂部山形材を釘径七倍に固著せしめ、単山形材なれば平縁は各列共此心距とし、堅縁は八倍と六倍にせしむ。又中心線桁板と肋板の固著に於て幅五十五呎に達せざる船の二列釘固著は各列釘径七倍の心距とす。又断切板縦通桁板の堅山形材、内底板と副肋材の固著も亦此心距とす、但機關室にては五倍半とし、汽機及進力受臺固著は前に述べたる如くす。又特設梁下縦通材の断切板下面に附する山形材と断切板との固著は此心距とす。

尙ペーシーには釘径二倍四分一、三倍八分一、四倍八分三、五倍四分三、八倍等に對する規定を有す。此他ペーシーの固著法に關する事項は各章に於て記述補遺することあるべし。

水蜜及油蜜心距

水蜜を要する處は銚の心距遠ければ累接縁のメクレル恐あり。抑銚接合より洩水するは第三十圖乙の如く兩端固定の梁が等布荷重を受けて屈曲する場合に同じ、例へば喫水線下三十五呎の處にある外板は一平方時に付十五呎の水壓を等布荷重として受く。故に板を厚くし若は銚心距を小にして彎曲を減じ洩水を防ぐことを得べし。其程度は心距が板厚の九倍迄となすを要すと云ふ。造船水蜜工事は實驗上釘径四倍乃至四倍半を使用し油蜜工事は三倍の心距を使用せしむ。

ペーシーは厚板にては大なる心距を認め之を表示す、例へば厚1"乃至1.06"なれば水蜜工事は釘径五倍四分一、油蜜工事は四

倍四分一と規定するが如し。

造船工事は凡て上記の心距に據るを以て前にも陳べたる如く強力を要する處には一列釘心距を使用すること能はず。造船規程にては板厚により外板、内底板、縦通桁板、梁上側板、梁上帶板、鋼甲板、肋骨、内龍骨諸板の横縁、外板、内底板、鋼甲板、梁上側板の縦縁等の釘列數を規定す、但外板は其幅が船深より定めたる最大限を超ゆるときは横縁釘列を増加せしむるものとす。尙以下各章に於ても本項に關し補記することあるべし。

釘列數

銚接合に於て銚數を増加せば銚の強力を増加するも銚孔により板を弱めらる。板の強さと銚の強さを同一にするは最望ましきことにして累接又は銚接覆板を龜甲形又は第三十圖丙の如く菱形とせば此目的に叶ふものなり、但菱形接合は造船工事は之を使用すること少なし。往年隔壁は水蜜の爲固著山形材の鉸釘心距を小にするを以て外板を弱むと見做し補強として龜甲形填板 (diamond liner) 又は廣填板 (wide liner) なるものを附したるも此理なりとす。又現今板の横縁固著を三列釘又は四列釘となすときは銚接に限り終列に於ける釘數を半減することを得るも亦此理なり、但第二數一萬六千を

龜甲形板

超ゆる船は終列の心距は釘徑五倍四分一を超ゆることを許さず、又二重覆板にて内部覆板の終列心距は釘徑五倍四分一以上なるを妨げざるも七倍を超ゆることを許さず。

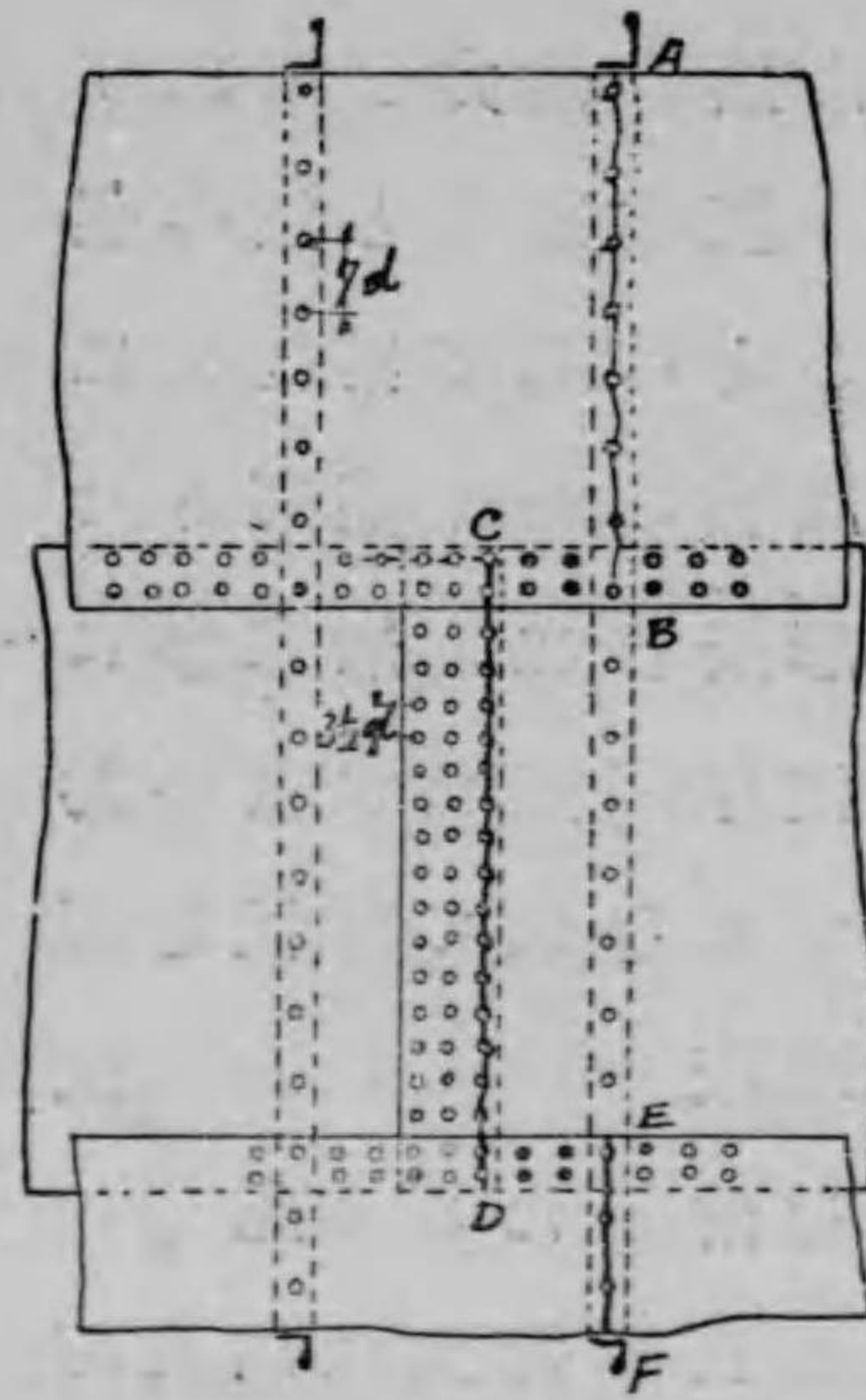
ピースは三列釘累接にても外縁釘列心距を減じ得ることあり、其内外列の釘心距は各之を表示す。

外板

外板の強力は數條を同時に考ふべきものなり。

第三十一圖に於て外板と肋骨は釘徑七倍の心距にて固著するを以て板の截面は七分の六となり、横接合の強力は之より大なるの要なしとす。故に肋骨線を稱して外板の不可抗弱所 (unavoidable weakest section) とす。且外板の釘孔は必ず皿形なるを以て約八十一パーセントを基準強力となすものなり。

第三十一圖



横縁の釘心距は水蜜の爲釘徑三倍半なりとせば肋骨線より弱き譯なり。故に BC 線及 DE の間の釘の強力を以て補強す

故に BC 線及 DE の間の釘の強力を以て補強す

るに非ざれば ABCDEF の路を通じて此板は切斷すべし。然るに工事の都合實際上 BC 及 DE には充分の釘數を配置すること能はざることあり。斯の如き場合には肋骨線より弱きこととなるべし故に外板の横縁は相當に避距せしむるを要するなり、即上下に隣接する外板の横縁は二肋骨心距以上、中間一條を距つれば一肋骨心距となし得と定むるものなり。又兩舷に於ける龍骨に接する外板の横縁は二肋骨心距避距せしめ且平板龍骨横縁若は龍骨嵌接と避距することを要す、但船首尾は此限に非ざるものとす。

ピースにては中央部船長四分三間は相隣る外板の横縁を二肋骨心距距てしむべしと規定す。

外板縦縁は舷側厚板にありては厚 0.84" 以下なるとき、龍骨より彎曲上部迄の外板なれば中央部にて厚 0.36" を超ゆるとき、彎曲上部以上なれば 0.48" を超ゆるときは船首尾を通じて二列釘固著とす。之より薄き外板の縦縁は一列釘固著とす、又第二數四百以下の船なれば舷側厚板及龍骨翼板の縦縁をも一列釘となすことを得。船底の縦縁釘列を増加するは座礁の際特に大なる迫力を蒙ることあるを以てなり。又舷側厚板は中軸より最遠くして迫力大

なるが故に横縁固著を堅牢ならしむるものとす。此際縦縁弱ければ次の板の横縁に向て迫力を傳ふるが故に縦縁も亦強力を要するなり且縦縁の剪力は船首尾に於て前後上下の方向に起り得べきを以て小船の外船首尾と云へども一列釘固著となすを許さざるなり。又厚0.84"を超ゆる船側外板の縦縁は中央部船長五分の四間三列釘固著となすことを要す。又船樓の側外板縦縁は一列釘を普通とするも厚0.48"を超ゆるときは二列釘固著となすを要す。

ピーシーは長二百二十五呎を越へざる船の外板縦縁は一列釘とす、又長三百呎を越へざる船の船首尾外板も同様とす、但船長百五十呎を超へ又は船尾機關の航洋船は中央部船長二分一前は二列釘とせしむ。又長四百五十呎を超ゆる船の中央部船長二分の一内及船樓端を除き上部構造の縦縁は一列釘、船樓端縦縁は特に表示し其他は凡て二列釘固著と定む。

長四百八十呎を超ゆる船にては側外板の厚0.84"以下にても船首尾にて長の四分一間深三分の一の處の縦縁を三列釘固著とす。長四百五十呎を超へ四百八十呎以下の船も上記場所の外板縦縁を適當の長の間三列釘固著とす、蓋し梁の理論にて説述せし理由に由るものなり。

ピーシーは長四百五十呎以上の船の首尾船長四分一の處に於ける中軸附近の外板に油蜜心距を採用し其他の部の縦縁には水蜜心距を用ゐしむ。

外板縦縁が二列釘固著なれば其の縦縁と肋骨との交切する處を一列釘とす、但外板又は肋骨をジョググルして填板を附せざるときは二本とす。又縦縁が三列釘なれば孰れの場合にても二箇とす、之れ外板の不可抗弱所をより以上に弱めざる爲なるべし、但ジョググル工事の場合には固著を有效ならしむる爲二本を必要とするものなり。

ピーシーは尙ホッス附近及長四百五十呎以上の船の此部には必ず二本の鉸釘を要す。

又外板縦縁各列の鉸釘數は造船規程に之を定む、蓋し心距にて之を定むるときは端數を生ずるが故なるべし。

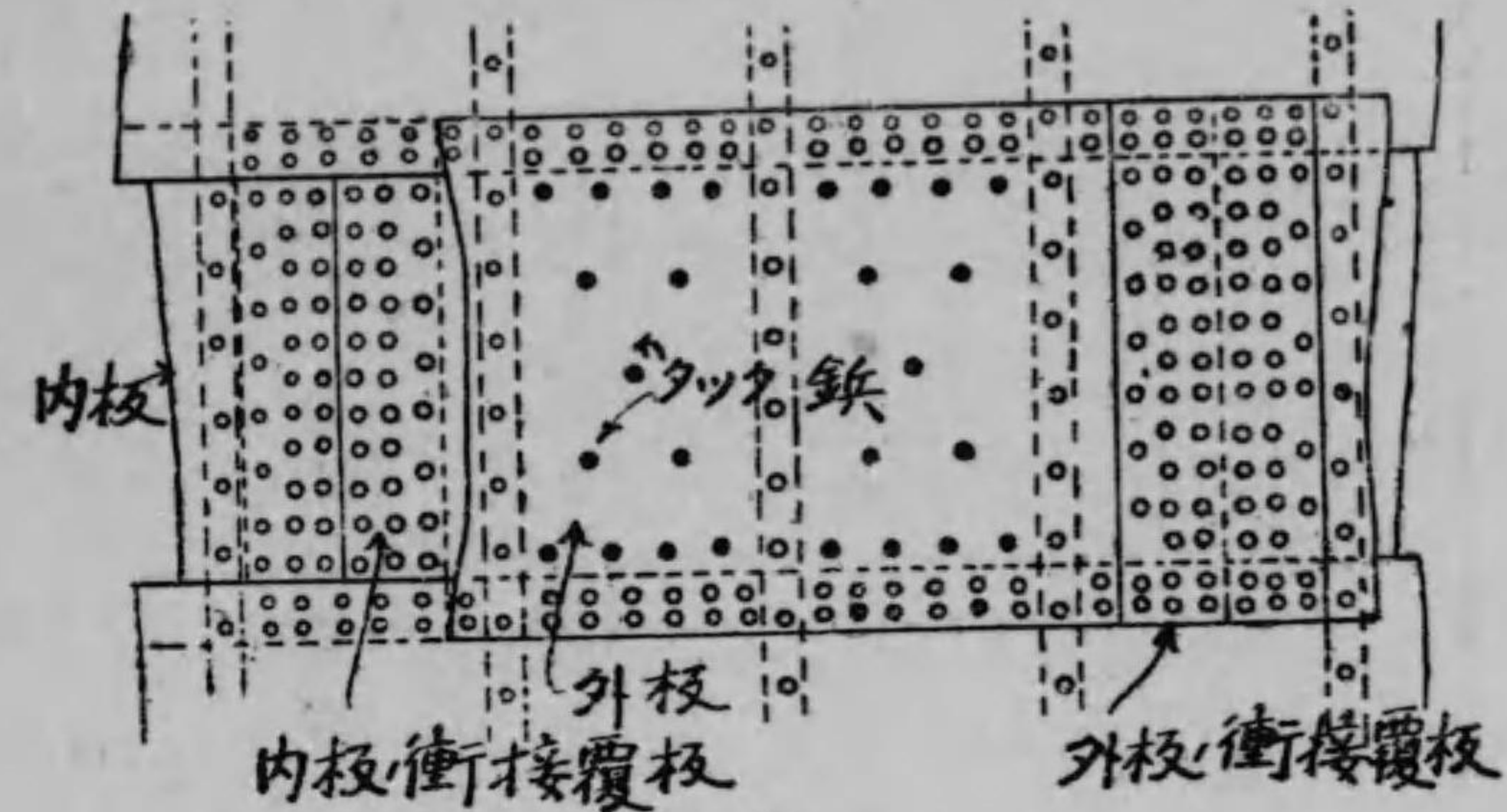
外板横縁は昔時銜接なりしが接面の開口腐蝕を起し修繕の際埋金するとき益益開口し遂にはアイロンセメントを填充し又は當金を要するに至るべし、故に今日は普通累接とす、但舷側厚板は銜接となす事あり、若之を二重覆板とせば前記の害なく有效なり(第五十四圖參照)。又外板の銜接に於ては二重覆板の外部覆板は内部覆板より一列釘少き固著とし幅狭きものを用ゐ得るものとす。又二重覆板三列釘は五列釘累接を以て代用することを得。外板横縁は鉸釘三列なれば板より鉸釘の方強し、但鐵釘

にては然らず。而して弾性の關係上船體にては鉸釘を板より少しく強くするを可とす、殊に舷側厚板に於て然りとす。又強力の急變ある處は迫力集中するを前編に説きたるが斯の如き場所には板の縦横縁釘列を増し又は二重張りを爲すこと必要なり、即船橋樓端二十呎の間外板縦縁を二列釘固著とす(第五十四圖參照)但特に短き船橋樓又は小形船に於ては二列釘を要する長を減じ若は一列釘となすことを得。横縁も亦普通二列釘なるが特に短き船樓又は小形船にては一列なることあり。低船尾樓前段の前後は低船尾樓の舷側厚板及其直下外板二條の横縁を少くも三列釘固著とす、但小形船は必しも然らず、又縦縁も外板増厚の爲釘列を増すことを要す。低船首樓にありても同様の注意を要するものとす。

ピーシーは舷側厚板及上端外板の中央部船長二分の一内の横縁固著を表示す、而して之より船長四分三間は他外板の中央部横縁に同じく夫より前後は首尾横縁の固著とす。其他の外板は中央部船長三分の二間及輕喫水線上船首に於て表示中央部の固著を採用し其他を首尾固著とす、但し船樓端及載荷門附近には特に補強を要すと知るべし。

外板を二重張るときは其内外板共衝接には覆板を附し二列釘又は三列釘とし内外板とも肋骨に

第三十二圖 (甲)



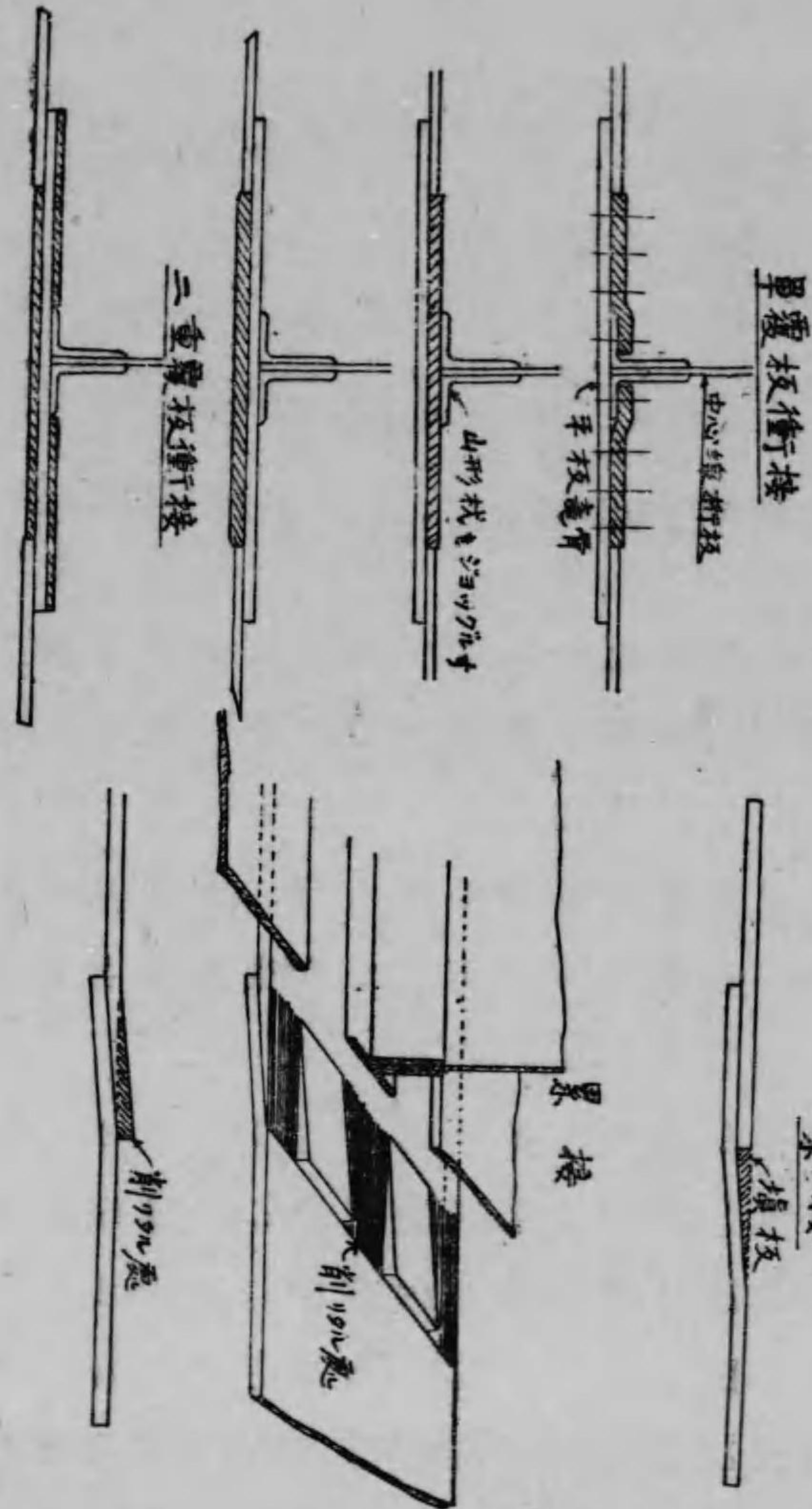
固著す且其中央及縦縁に於て相互に固著す(第三十二圖甲)。又外板衝接は外面にてなすを可とす但鋪摩の爲に附する二重張の如きは強力の爲に非ざるを以て覆板を要せずと知るべし。二重張は外板にても甲板にても縁は一列釘にて水蜜心距とし中央部は釘徑七倍乃至九倍の心距とす。

外板の船首尾固著は前に述べたる處あり。尙船長三百五十呎を超ゆる單螺旋汽船にては螺旋軸下部に限り推進器柱と外板の固著を三列とす。

平板龍骨の横縁は累接又は衝接とし大なる船は四列釘累接又は三列釘二重覆板なり。其方法は第三十二圖乙に示す如き諸法あり。

ピーシーは平板龍骨を外部板とし横縁は下に突出せざるを

平板龍骨



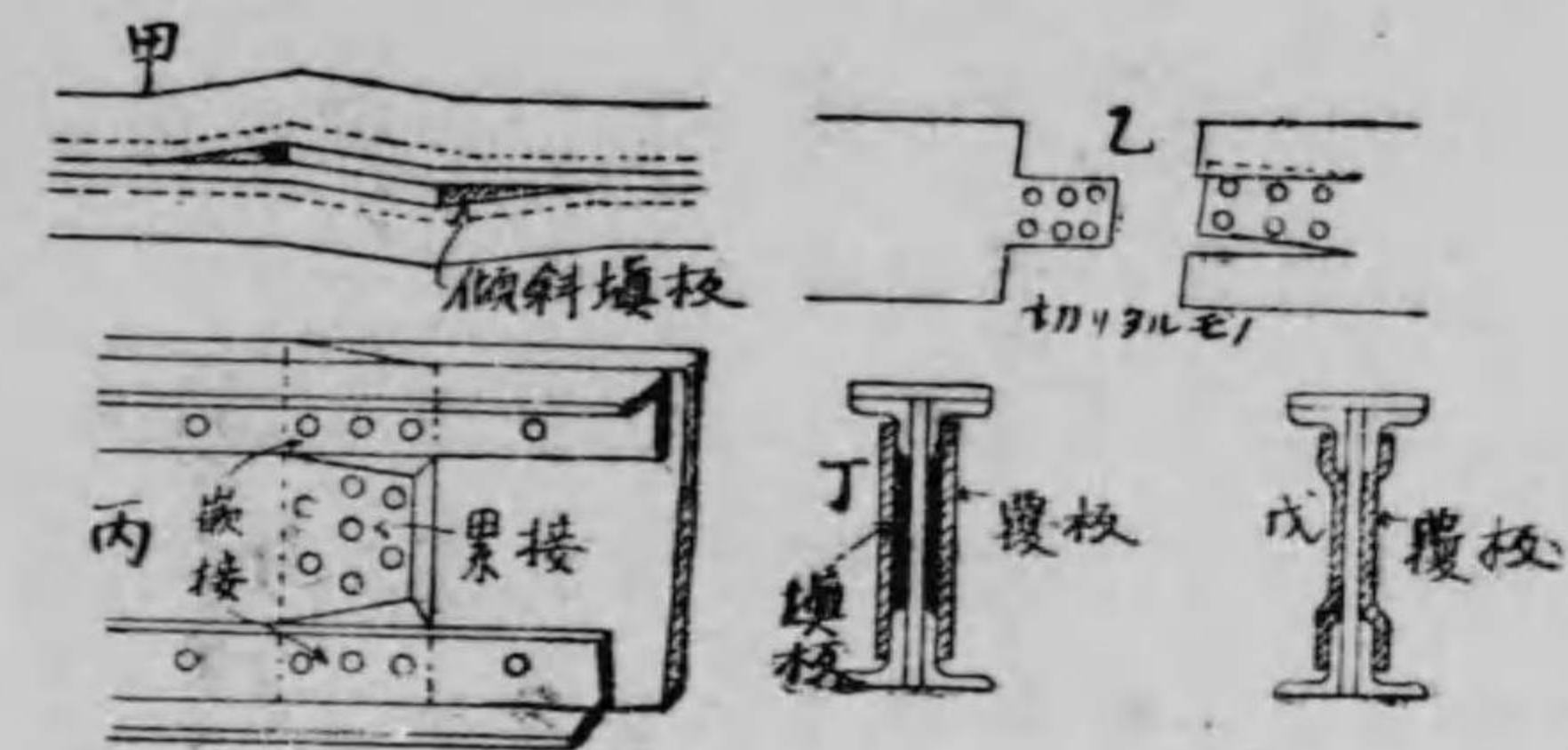
第三十三圖 (2)

要し覆板は内面に之を附せしむ。板厚 0.6" より薄きときの横縁は二列釘, 0.6" 以上にて 0.8" を超へざれば四列釘とし各列の鉸釘心距は釘徑三倍半とす。肋骨間に四列釘覆板を置くこと能はざるときは肋骨間全長に中心線桁板下部山形材端と外板内縁間に二重張を爲し其上部に外板外縁より山形材上に三列釘覆板を附せしむ。

内龍骨の山形材及球山形材接合は適當に避距し衝接には長二呎以上にして厚は固著すべき山形材又は球山形材の厚に等しき覆山形材又は覆板を附す。内龍骨を構成する諸板の横縁固著は累接とするか又は衝接として其厚の半分に 0.14" を加へたる二重覆板を附す。累接となすときは傾斜填板 (taper liner) を用ゆるか若は嵌接す。往往第三十三

諸内龍骨及船側縦通材

第三十三圖



圖乙に示す如き構造を爲すものあれども宜しからず。又衝接なれば山形材上部迄覆板は附すべきものなり。翼内龍骨及船側縦通材は肋骨毎に二箇以

上の鉸釘にて副肋材又は肋骨に附せる短山形材に固著す。船側縦通材各材の接合は適當に避距し山形材銜接には同厚にして長二呎以上の覆山形材又は覆板を附するものとす。造船規程にては斷切板は成るべく長材と爲し其銜接には覆板を附せしむ。

之に反しピースは純斷切板として肋骨の間のみとなすことを妨げず。

船側縦通材又は梁上側板の斷切板を外板に固著する山形材の兩邊には各肋骨間にて肋骨心距 26" 以下なれば四箇 26" を超へ 30" 以下なれば五箇、30" を超へ 33" 以下なれば六箇の鉸釘を要す、但肋骨心距 22" 以下なれば三箇にて可なりとす。

ピースは鉸釘心距を釘徑六倍を超へずとし二列釘なれば各列共此規則によるものとす。

内龍骨又は縦通材に於て球山形材を覆板にて銜接するときには球の下丈爲すを普通とす。球板は嵌接し若は球の下丈全幅の覆板を附するものとす。

二重底

造船規程にては二重底用材縦横線の釘列を前に記せる如く板の厚のみにより之を定む。

ピースは船長をも考へ居れり、即中心線内底板横線は船長二百呎を超へざれば一列釘、二百呎以上は中央部船長二分一間は中央部諸板に規定さるるものを用ゐ、前後は船首尾の規定に據るものとす。中心線内底板縦線は長三百呎以上は中央部船

長二分一間を二列とし夫より前方は内底板幅四十五呎を超ゆるときのみ二列とす。縁板は船長二百五十呎を超へざれば一列釘とし、二百五十呎以上三百五十呎未満は二列釘とし、三百五十呎以上は中央部船長二分一間中央部規定により、前後を首尾規定に據るものとす。内底板は船長三百呎未満なれば一列釘、三百呎以上三百五十呎未満は中央部船長二分一間二列釘とし、首尾を一列釘、三百五十呎以上なれば中央部船長二分一間中央部規定により前後を首尾規定に據るものとす。凡て横線心距は水蜜心距とし肋骨心距の増大により内底板の鉸釘は之を増加するを要せず。

造船規程は肋骨一本置に肋板を有する二重底の肋板なき處に附する正副肋材は側桁板の位置に附する豎山形材と二箇の鉸釘にて固著せしむ。二重底縁板の外部に附する肘板の船側に於ける幅及肘板と正肋材の固著釘數は縁板に於ける肘板の幅及縁板と肘板の豎山形材各邊の釘數より少かるべからず。後者は肋骨の支點となるものにて此部の剪丈力に堪ゆるの釘數を要す、即縁板の上邊を除きたる幅により $\frac{1}{2}$ " 鉸釘五箇乃至 $\frac{3}{4}$ " 鉸釘九箇にて固著す、但二重山形材にて固著する場合には上記より各一箇を減じ得るものとす。又縁板と肋板とを固著する豎山形材も外部肘板に附すると同様の固著なりとす。

正肋材を龍骨上面にて銜接するときには中央部船

肋骨、肋板及特設肋骨