

但し $d_n$ は、 $d_w$ を搭載する前の前後部吃水である。

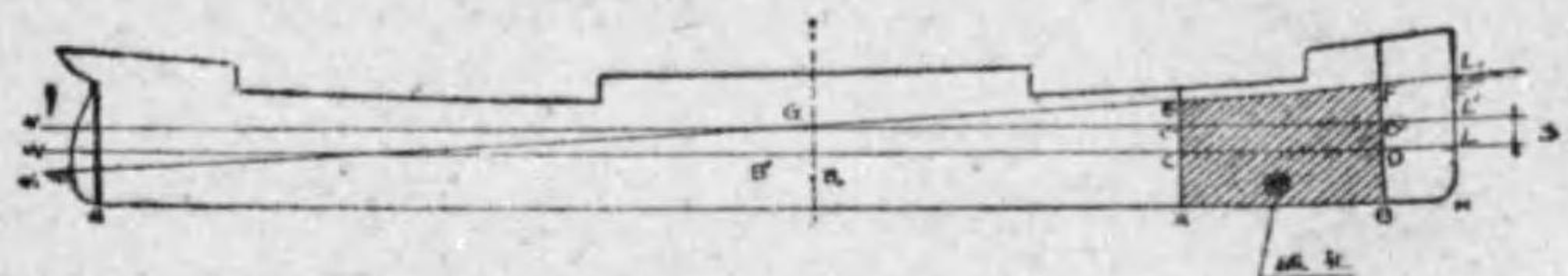
●上記の計算法は $w$ が小で搭載前後の吃水差が少く、浮面心並に毎種排水應數にあまり變化がない時である。 $w$ が大となれば上記の假定は當てはまらぬ故、この場合は排水量曲線より $W+w$ に相當する吃水の浮心位置、一經トリム變化モーメントを見出し $w$ による重心變化を出して吃水を求める方法を取らねばならない。

### 第三節 船内區劃の浸水に依るトリム變化

船體吃水線下に破孔を生ずれば海水が浸入し、船體内外の水面が同じになる迄海水が浸入し、同時に船の吃水は増大し、且トリムに變化を生ずる。この問題を解くには二通りの方法がある。一つは破孔が生じた區劃の浮力が失はれたと見なす方法、他は船側の破孔なきものと見なし、浸水海水を附加重量として取扱ふ方法とである。

#### (イ) 浮力損失法

損傷區劃は一般に船の中央部でない故トリムを生ず、従つてこの問題を取扱ふに二段に分けて損失浮力 $ABDC$ を補ふ爲に船は $S$ だけ平行に沈み $W'L'$ の吃水となり $W'WC'C'$ と



第九十六圖 浸水

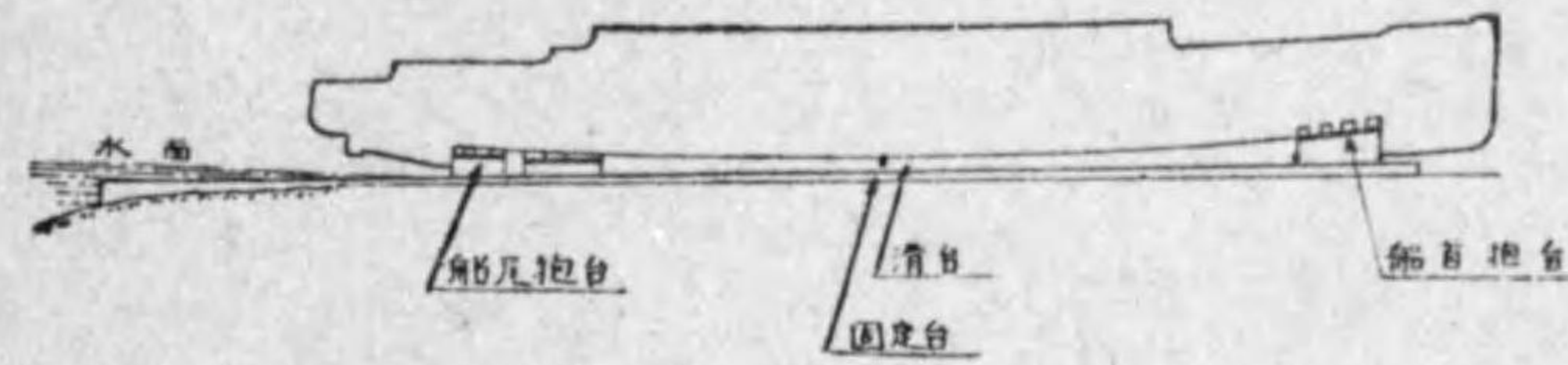
$LDD'$ の浮力が損失浮力と同一となり、次に浸水により船の重心は變らざるも排水容積の形狀が變る故、重心 $G$ と浮心 $B_1$ とは同一鉛直線上になき故 $W \times BB_1$ のトリム變化モーメントが生じ船はトリムを生ずると考へる方法である。

#### (ロ) 附加重量法

$WL$ で浮ぶ船が $AB$ 區劃に破孔を生じ $W'L_1$ の吃水で静止したとす。この時破孔を閉しても何ら吃水は異らぬ。即ちこのことは $ABFE$ の水に相當する重量を船に搭載せるのと同じである。これを附加重量の方法と言ふ。

●この區劃浸水の計算は後に述べる船舶區劃規程に依り隔壁の位置を定める時に必要となる。

## 第五章 進水計算



第九十七圖 進 水

第一節 進 水 概 要

既述のやうに進水は船にとり誕生日にも相當する大切なものであるから、その進水計算も周到な注意が必要である。進水には幾多の方法があるが、通常行はれてゐる方法は二條の固定臺上に船體を縦方向に後向きにのせ滑臺により進水させる方法で、ここではこの方法につき説明する。

船舶の進水装置の概要は第九十八圖の如きもので、各部に名稱が附けられてゐるから、次にその各につき説明をする。

- (a) 固定臺 既述
- (b) 滑臺 既述
- (c) 勾配 固定臺、龍骨は船尾に向ひ傾斜してゐるもので、これを勾配と言ひ、普通固定臺は $0.05$ 前後の勾配を有する。 $0.05$ とは $100$ 米につき五米下つてゐることである。

(d) キャンバー 固定臺の上面は勾配を有する直線形であることもあるが、又中央が高くかつた圓弧の一部をなしてゐることが多い。この固定臺の中央に於ける固定臺の高さをキャンバーと言ふ。

(e) 船首抱臺、船尾抱臺 既述

(f) 張出 滑臺の前後に船體の張出した量を言ふ。

(g) 支表面積 滑臺と固定臺の接面積を言ふ。

(h) 固定臺上平均壓力 進水重量を支表面積で割りたるものである。

(i) 進水力 船體が固定臺と滑臺との間の滑擦に打勝つて滑り出さんとする力である。

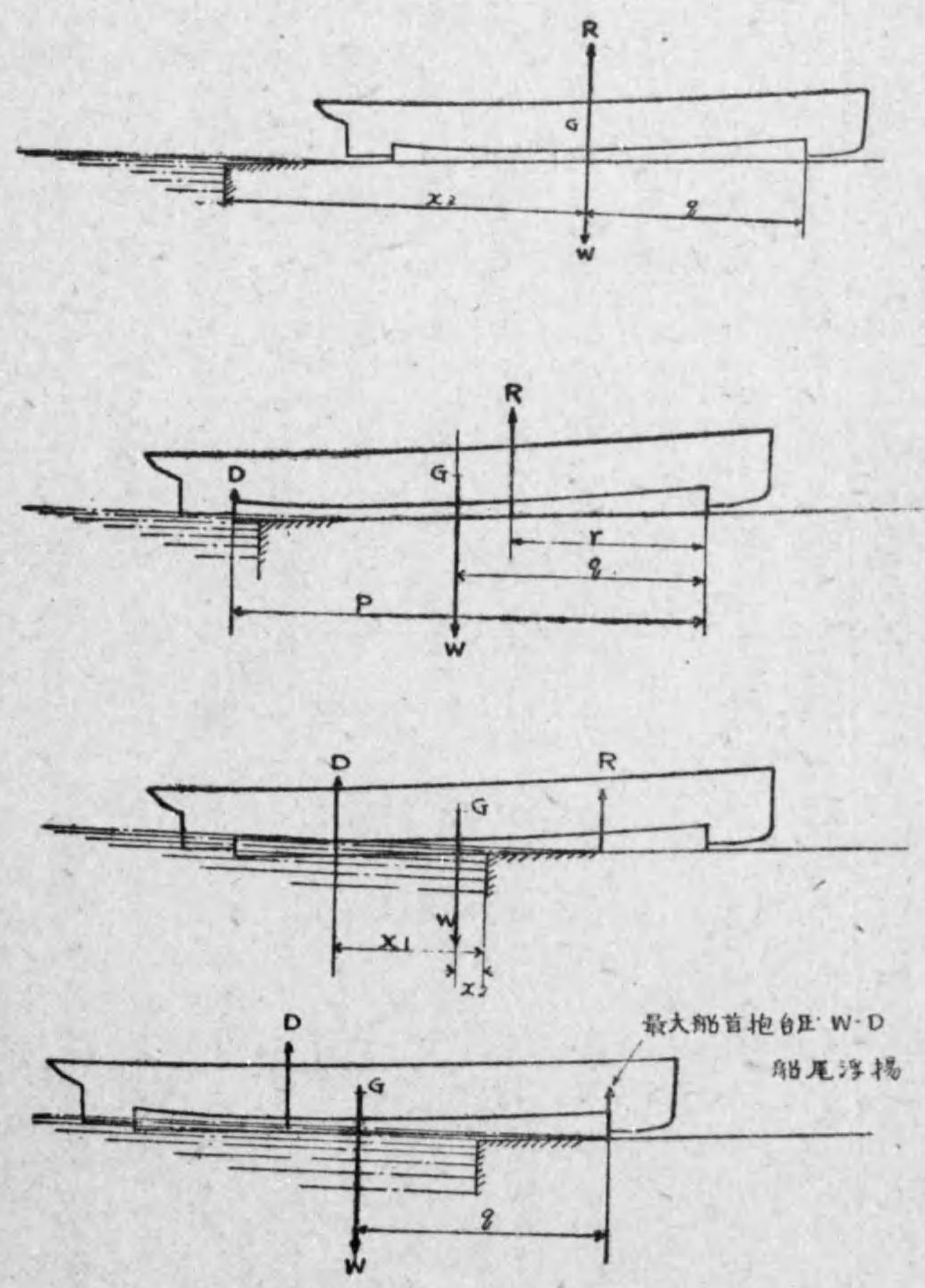
(j) 制動鎖 河川に面せる造船所で進水場所が狭く船を急速に止める必要がある場合、制動の目的の爲に船に引張らせる重量物のことを言ひ、普通コンクリート塊等を用ひる。

第二節 進水中の諸力の平衡

第九十八圖は進水中の船に作用する諸力を示したるものである。圖にて

W 進水重量にして船殼並に滑臺の重量總和であつて、重心點に作用する。

第九十八圖



q 船首抱臺より重心までの距離で常に一定である。

22 固定臺後端より重心までの距離で船が進水するにつれ減少し、重心が固定臺後端を通過すれば、後述する船尾沈下の傾向を生ずるものである。

D 船體並に滑臺の水中に入つた部分の浮力で、浮心を通り上方に向ひ作用する。

p、21 浮心の船首抱臺及び固定臺後端よりの距離。

R 固定臺と滑臺の接觸面に作用する合成力

r 船首抱臺よりRまでの距離。

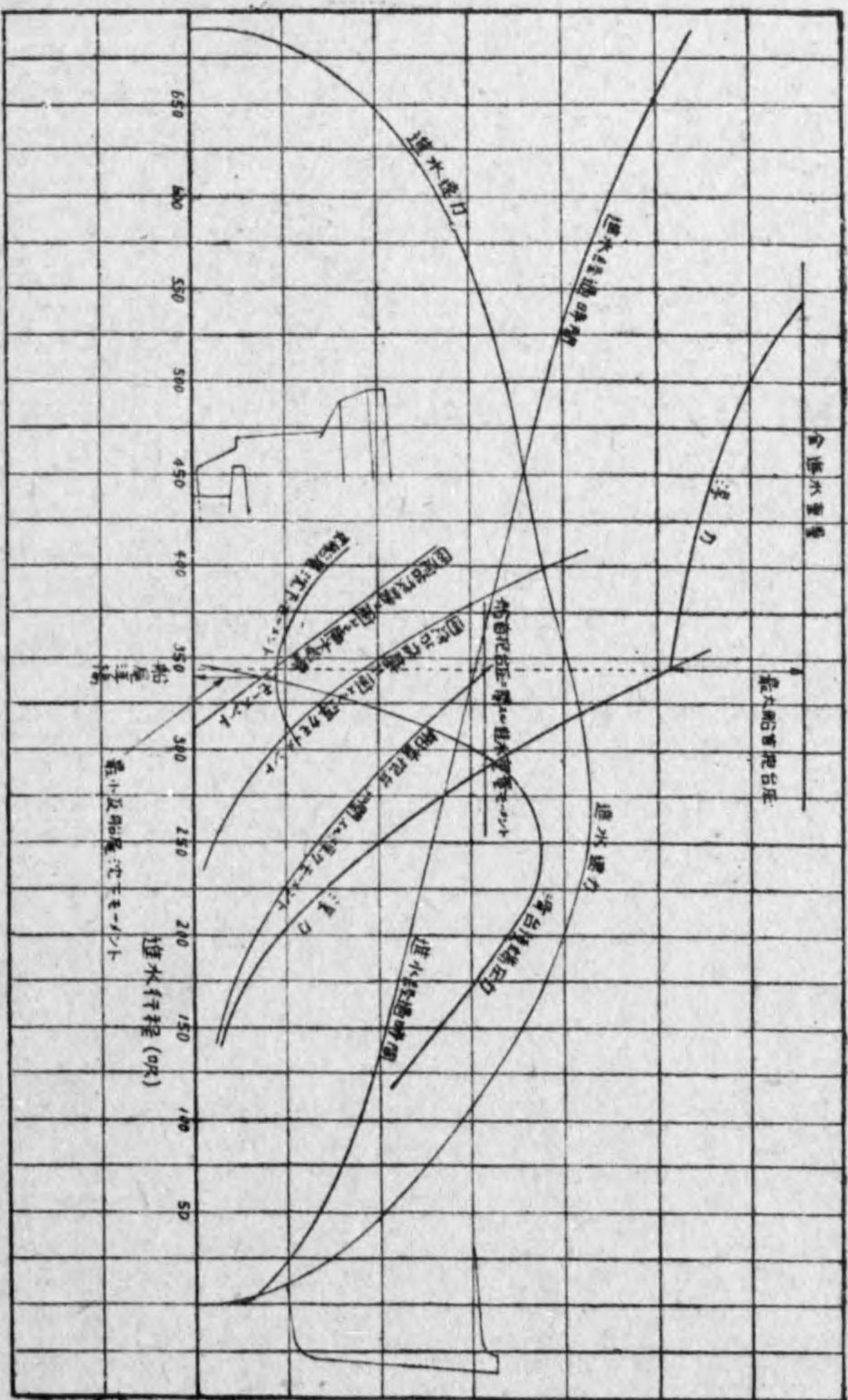
船の進水中の垂直方向の力の釣合を考へると  $W-D$  に相當せる力が上向きに作用せねばならぬ。この力がRと等しきはずである。即ち

$$W = D + R$$

このRの力は固定臺上一杯に作用するのではなく、その合成力は船首抱臺よりrの所に作用する。従つて船首抱臺に關するモーメントを考へると船が固定臺上にある軸には

$$Wq = Dp + Rr$$

Handwritten notes in Japanese: *このRの力は船首抱臺よりrの所に作用する。従つて船首抱臺に關するモーメントを考へると船が固定臺上にある軸には*



なる必要がある。

船體が進み浮力が増加すると終には船首抱臺を中心とし、船體を上向に浮上らせんとするモーメントが勝つて船は船尾を浮上らす。このことを船尾浮揚と言ふ。この際  $W-D$  なる力が船首抱臺に集中する故、これを堅牢に作らぬと破壊する惧れがある。この  $W-D$  を最大船首抱臺壓と言ふ。

浮力が不足せる場合は船の重心點が固定臺後端を通過すれば、固定臺後端に關してモーメントが作用し、若しも

$$W_{2x_2} > D_{2x_2}$$

となれば船は船首を上げて船尾を水中に突込むことにな。これを船尾沈下と言ひ、若しもこれが生ずれば固定臺の後端に大なる力がかかり、その爲に船を停止せしめたり、又は船體に損傷を生ぜしめることがある。従つて船尾沈下は極力これをさけ  $D_{2x_2} - W_{2x_2}$  の値を出来るだけ大となすのがよい。

浮力  $D$  が進水重量  $W$  と等しくなれば、船體は自由に浮ぶが若しも船が固定臺後端を離れ

る爲に浮力が尙不足して進水重量よりも小なれば船首抱臺は固定臺後端より落下する。これを落<sup>レ</sup>下と云ふ。この際船首を船臺の後端に接觸せざるやう注意せねばならぬ。

進水計算をなすには適當なる船の行程毎に  $W$  (一定)、 $D$ 、 $Wq$  (一定)、 $Dp$ 、 $Dx_1$ 、 $Wx_2$  並に滑臺後端の壓力、船體速度、加速度等を計算しこれらを圖に畫しておく。これを進水曲線と言ふ。

進水曲線

### 第三節 進水設計

船を進水させるには船體に何らの損傷も起さず且安全に進水させねばならぬ。こゝには不當な力、モーメントが船體に加はらざるやう固定臺の大きさ、傾斜壓力、固定臺後端に於ける水深等を定めねばならぬ。これらを定むるには長年の經驗、記録により適當と思ふ値を選定し進水計算をなし不都合なることの無きやうに設計するのである。次に進水設計の大略を述べよう。

固定臺上の平均壓力は季節、進水速度、獸脂の性質等により異なるが大體一平方米につき十五噸より二十五噸位のもので進水重量が重くなれば大とすべきである。龍骨の傾斜は

第四表 進水實例 ①全長 ②基準排水量

|                 | 戰艦<br>ノースカロライナ | 客船<br>ノルマンディー | 貨客船    | 貨物船    |
|-----------------|----------------|---------------|--------|--------|
| 垂線間長(米)         | ①228.60        | 293.20        | 170.69 | 123.44 |
| 總噸數             | ②35,000        | 83,423        | 16,975 | 5,950  |
| 進水重量(噸)         | 22,963         | 28,100        | 10,336 | 3,160  |
| 龍骨傾斜            | 0.0365         | 0.0550        | 0.0365 | 0.0417 |
| 固定台傾斜           | 0.0417         | 0.0550        | 0.0480 | 0.0495 |
| 同數              | 2              | 2             | 2      | 2      |
| 同長(米)           |                | 410.0         | 180.7  | 136.9  |
| 滑台長(米)          | 186.8          | 256.0         | 144.8  | 95.3   |
| 幅(米)            | 244~300        | 240           | 203    | 091    |
| 固定台上平均壓力(噸/平方米) | 25.3           | 22.9          | 19.5   | 18.2   |
| 最大船首抱台圧(噸)      | 3820           | 7123          | 2464   | 939    |
| 進水中最大速度(ノット)    | 7.94           | 7.72          | 7.20   | 5.81   |

大となると船尾浮揚が早く生じ爲に船首抱臺の壓力が大きくなり船體にサッキング・モーメントが作用する。しかし傾斜少ければ船尾沈下を起し易くなり、固定臺後端にかかる力が大となる。滑臺の傾斜は船が進水し得る最小の傾斜が望ましい。固定臺傾斜は船が大なる程小となし、通常  $0.05$  より  $0.06$  位のものである。固定臺にキャンバーを附す理由は靜止後の傾斜を小とし固定臺後端に於ける水深を深くして船尾沈下モーメントを減少し又落下をも減少す爲である。第四表は各種船の進水例を示し進水の大體の概念を與へるものである。

## 第五篇 船體の強弱

### 第一章 概論

凡て構造物の設計には、先づ之に加へられる外力を知り、然る後この外力に抵抗し得る丈けの構造とせねばならぬが、船舶は陸上構造物の如く静止した物體と異り、浮泛運動體であり且その構造も複雑である爲に、船舶に加へられる外力を想定することは極めて困難である。従つて船舶の構造設計を純理論的に完成しようとする事は先づ不可能と云つて差支へ無く、どうしても理論の他に経験が多分に盛り込まれる譯である。而も未だそれ丈けでは複雑な船體構造を設計することは不充分且困難である許りでなく、可能な部分に就ても相當の煩雜さは免れない。

處が幸ひなことには船舶に對する多年の貴重な經驗と一方では純粹の理論との兩方から出發して、世界の各主要國では船體構造部材の寸法を造船規程として定めてあり、これに

準據することに依つて先づ安全と見做し得べき構造を設計し得ることになつて居り、一々煩雜な計算をする必要も無い譯である。

勿論造船規程と云つても完全なものではなく而も規程としての性質上、最小の材料寸法を規定するに過ぎないことは當然であり、この適用に當つては充分の考慮を拂ふ必要がある。規程そのものゝ中にも更に理論的に研究すべき多くの項目を含んで居る。如何にしてこれを完全なものにするかは經驗に併行した船體強弱學の純理論的な不斷の研究に依るばかりである。

造船規程として、我國では逡信省の鋼船構造規程が現行されて居り、別に帝國海事協會の鋼船規則も上記鋼船構造規程を代行して多く用ひられてゐる。外國では英國のロイド協會の構造規定は最も有名で、この規定に合格した標示の 100A1 なる符號で表はされる船舶は、構造上從來各方面に最大の信用を有したものである。

これ等の規定は多くは使用構造鋼材の寸法を船の主要寸法、即ち長さ $L$ 、幅 $B$ 、深さ $D$ の函數である  $B+D$  及び  $L \times (B+D)$  の數値に依つて定めてゐる。而して  $B+D$  は

多く横強力に關係する諸材を、又  $L \times (B + D)$  は縦強力を支配する諸材を定めて居る。

## 第二章 應力、歪等

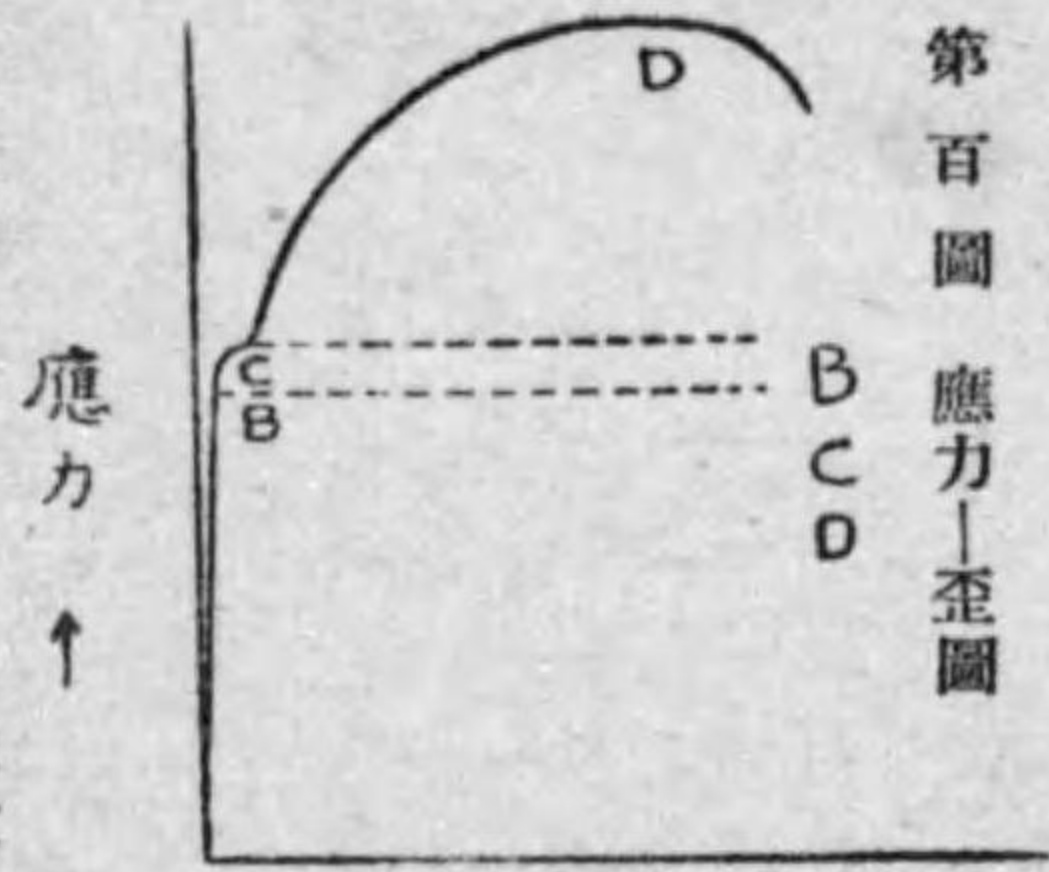
力學の問題では多く物體を剛性體と考へ之に力を加へても變形を起さぬものとして取扱つて居るが、實際の物體は程度こそ異なる力の作用を受けて多少の變形を生ずるものである。この變形を前提としての構造材料の力學が即ち材料強弱學である。

こゝに材料強弱學の根本規約を述べることにする。一般に物體に作用する外力を工學上荷重と云ふ。今棒を考へて、それに引張り若しくは壓縮の力を加へた場合を考へる。その場合の外力を  $P$  とし棒の斷面積を  $A$  とすれば單位面積に働く力の密度  $\sigma$  は、 $\sigma = \frac{P}{A}$  で表はされる。引張りの場合丈けを考へて見ると、棒が實際切れずに接續して居る間は棒の中の任意の切斷面では互に對立して消し合ふ力を想像出来る。壓縮の場合も同様であるが、一般に物體の任意の平面で互に作用し合ふ力の密度を應力と云ひ上記の引張棒の場合は  $\sigma$  がそれである。而してその場合の如く應力の方向が考へた平面に垂直すればこれを垂直應力と呼

び、多く引張り應力を  $+$  符號、壓縮應力を  $-$  符號を以て表す。

又この面内に働く互に隣合つた面を  $AB$  とする應力のことを剪斷作用がある所から剪斷應力と云ひ、 $P$  を剪斷力、 $A$  を應力の作用する斷面積とすると、剪斷應力  $\tau = \frac{P}{A}$  で表される。應力は直接見ることは出来ぬがこれに伴ふ變形

第百圖 應力—歪圖



→ 伸び  
今  $l$  なる長さの棒が外力の爲に  $e$  だけ伸びたとすれば、單位の棒の長さに就ての伸び  $\epsilon$  は、 $\epsilon = \frac{e}{l}$  で表はされる。之が伸張率である。壓縮の場合も同様である。

一般に應力と歪は荷重と共に其の數値を増すが、此の兩者の關係を示したものが第百圖で、之を應力—歪圖と云ふが、之は例へば棒を引張つた場合に應力を直交座標の縦軸に、伸びを横軸に取つたもので、この圖で分る如く應力の小さな間 (B 點迄) は線は殆ど原點を通る直線に近い。この B 點の應力のことを比例限界と云ひ應力と伸びが正比例をなし、 $\sigma$  を應力、 $e$  を伸びとすれば、 $\sigma = E \epsilon$  なる關係がある。E は

實驗に依つて定められた常數でヤング率と云ひ、材料強弱の上に重要なものである。應力がB點を越して更に大となり、C點附近になると伸びが著しく大となるがこの點の應力を降伏點と云ふ。それ以上に應力が大となれば全曲線の最高點Dに達し、愈々破壊の徴を示す。便宜上D點の應力を取つて引張りの強度と云ひ、これはD點の最大荷重 $P_M$ を斷面積Aにて除したもので、即ち引張り強さ $\frac{P_M}{A}$ にて表す。然して本稿では應力は毎平方耗に就き何疋、即ち $\text{kg/cm}^2$ の記號を使用する。

### 第三章 造船材料

船舶に使用される材料は一、〇〇〇種以上に上るもので到底列擧の煩に堪へないが、其の内最も量的に多く且重要視されるものは何と云つても船殻を構成する鋼である。單に鋼と云つても、これが又その成分如何に依つて多くの種類名稱があるが、通常商船に使用されるものは軟鋼と稱するもので、其の成分、性質等は大體に於て第五表に示す如きものである。

第五表 軟鋼ノ性質

|    | 成分%            | 引張り強さ                       | 降伏点                      | 比例限界                        | 伸長率          | ヤング率                        |
|----|----------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------|-----------------------------|
| 炭素 | 0.2以内          |                             |                          |                             | 標点距離<br>20Cm |                             |
| 滿俺 | 0.44~<br>0.6   | 44~50<br>Kg/Cm <sup>2</sup> | 28<br>Kg/Cm <sup>2</sup> | 17~23<br>Kg/Cm <sup>2</sup> | 20~25%       | 22000<br>Kg/Cm <sup>2</sup> |
| 硅素 | 0.005<br>~0.04 |                             |                          |                             |              |                             |
| 磷  | 0.02~<br>0.07  |                             |                          |                             |              |                             |
| 硫黃 | 0.07           |                             |                          |                             |              |                             |
| 銅  | 0<br>~0.26     |                             |                          |                             |              |                             |

軟鋼は其の成分如何に依つては性質をも變へるものであるが特に炭素の量が増加すれば引張り、強さ及び硬度を増すが伸長率が減り、滿俺は伸長率を減らさずに引張り強さを増す等の特異性がある。更にニッケル、クロムを含むもので所謂高張力鋼と稱されるものは引張り強さ  $69\text{kg/cm}^2$ 、伸長率一五%に達するものがあるが、何分高價である爲、商船では餘程大きな應力のかゝる大型客船でもなければ今の處は一般には使用して居ない。船舶では軟鋼の外に鐵、眞鍮、亞鉛、木材等が何れも相當量使用されて居るが、これ等の詳細は他の専門書に譲ることとする。



#### 第四章 船體の強力

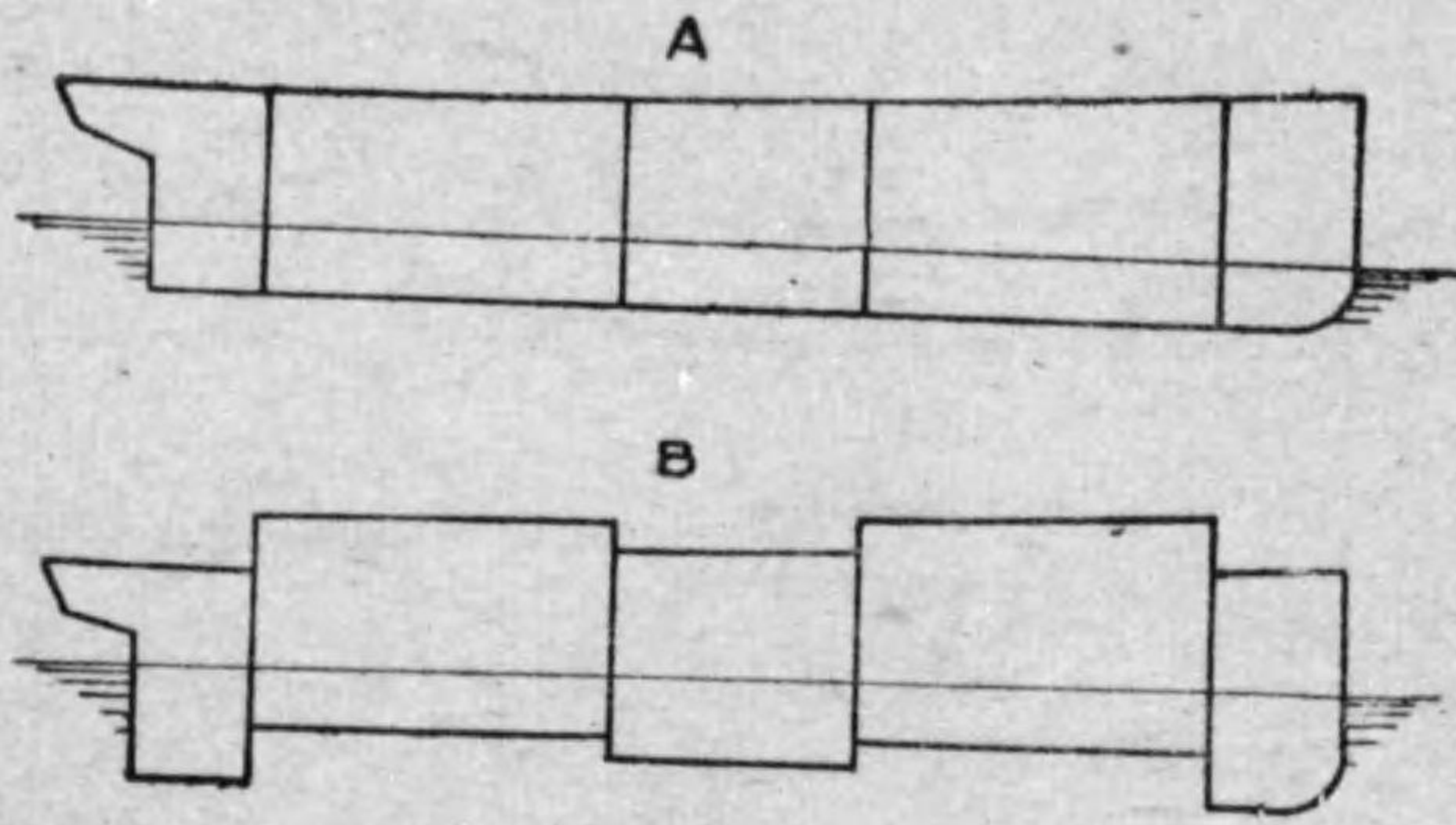
船舶の構造が安全に荷重を負擔する爲には材料中に生ずる應力を或る適當な限度に制限する必要がある。然してこの生ずる應力は構造の強力、即ち外力に抵抗する力を大にすることに依つて制限し得る。一例を擧ぐれば單に棒を引張つた場合前述の垂直應力の式、 $\sigma = \frac{P}{A}$ に於て $\sigma$ を小にしようと思へば $P$ が一定の場合には斷面積 $A$ を大にすればよい譯である。船體の受ける應力は誠に多種多様で、その原因として浮力、船體重量、貨物、波或は入渠時等を擧げ得るが、これ等の應力に關聯する船舶の強力としては大別して次の三者に分けて論ずるのが普通である。

イ、縱強力——船體全部が一つの構造物として前後の方向に關する強力を取扱ふもの。

ロ、橫強力——船體の横の方向の變形に關する強力を取扱ふもの。

ハ、局部強力——船體の局部の強力を取扱ふもの。

この内イ及びロは船を中空の梁と看做し、それぞれ縱方向及び横方向の強力を論ずるも



第 百 一 圖

ので、ハは構造部材をそれぞれ別個に切離して其の強力を論ずるものである。その他イ、ロに關聯して換りの強力も問題になる譯である。以下各強力に就き最も問題となり易い縱強力を主として述べることにする。

#### 第五章 縱強力

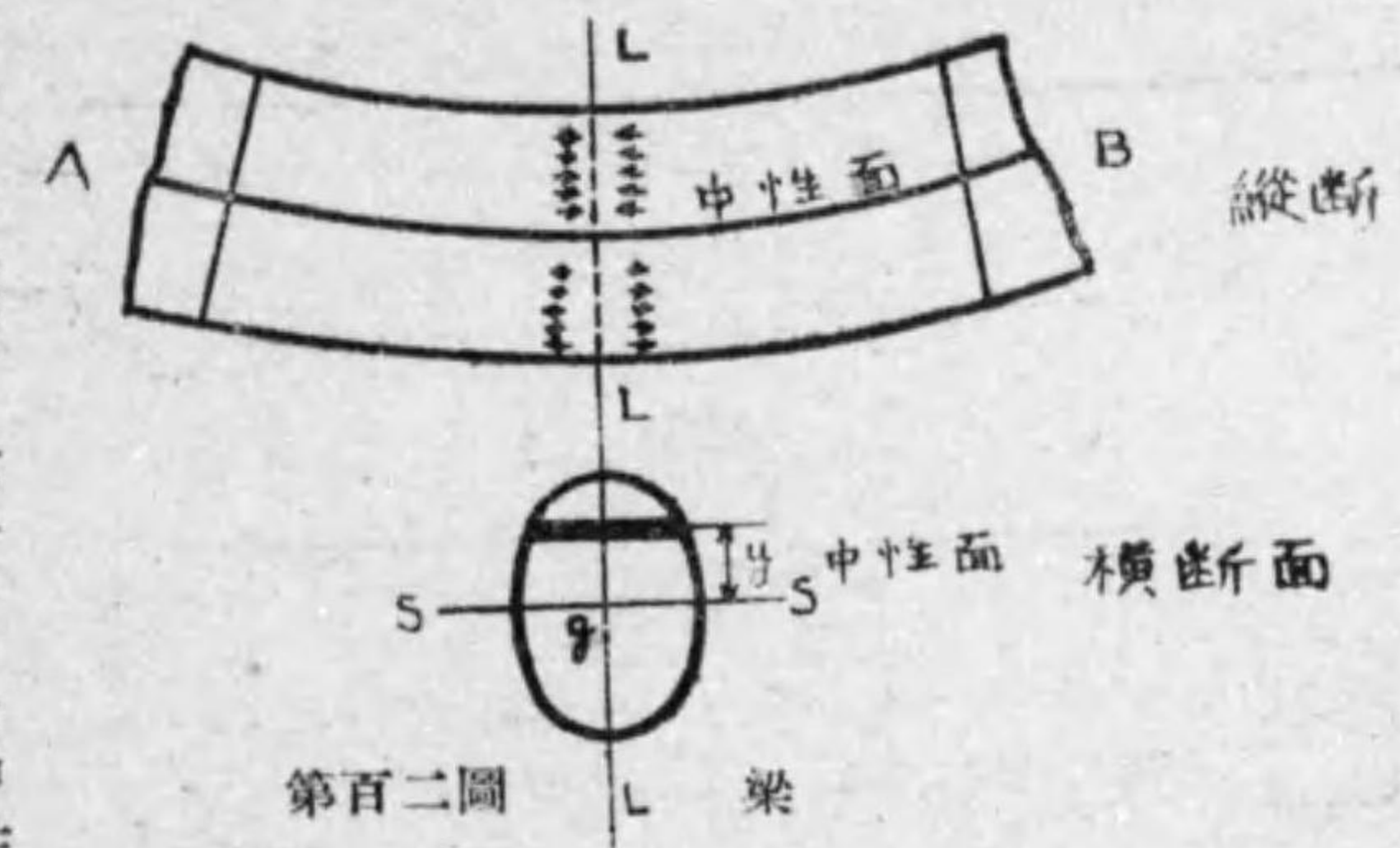
##### 第一節 屈曲應力

船が靜水又は波浪中に在る時は、船の浮力は船の重量と等しく、又浮心と重心とは同一垂直線上になければならぬが、船の前部、中央部或は後部等の各部分丈けに就て考へれば、これらの各部分は一般には重力と浮力とは平衡してゐない。

假りに第百一圖の如く船を數個に切斷したとすると、各區劃はそれぞれ浮力と重量が平衡するやうに上り下りして第百一圖Bのやうになるに違ひない。これをA圖のやうに保つ

爲には各斷面相互の間に移動を制止する力が働かねばならぬ。これが即ち縦應力である。一方、後述するが浮力と重量の各點に於ける喰ひ違ひは直に荷重となり、剪斷力、屈曲モーメントを生ずる所からこの縦應力は屈曲應力と呼ばれる、所以である。

今假りに或る梁を考へ、第百二圖をその一部とする。圖中ABは梁の縦の斷面、LLを横の斷面とする。これに梁を上方に曲げようとする曲げの力が働いたとすると、上部の層は縮められ、下部の層は伸びようとする傾向にあるが、中間の或る層では短くも長くもならない面がある。これが、中間の或る層では短くも長くもならない面がある。これが、中間の或る層では短くも長くもならない面がある。これが、中間の或る層では短くも長くもならない面がある。



第百二圖

る。そして今加へられた曲げの力は屈曲力率であり、これは第百二圖で、上層部に壓縮應力、下層部に引張り應力を生ずることになる。この壓縮若しくは引張り應力即ち屈曲應力は屈曲力率に對し次式のやうな關係がある。

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

茲に $\sigma$ は中性軸からS $\gamma$ なる距離にある點の應力

Mはこの斷面に於ける屈曲モーメント

Iはこの斷面の中性軸の廻りの慣性力率

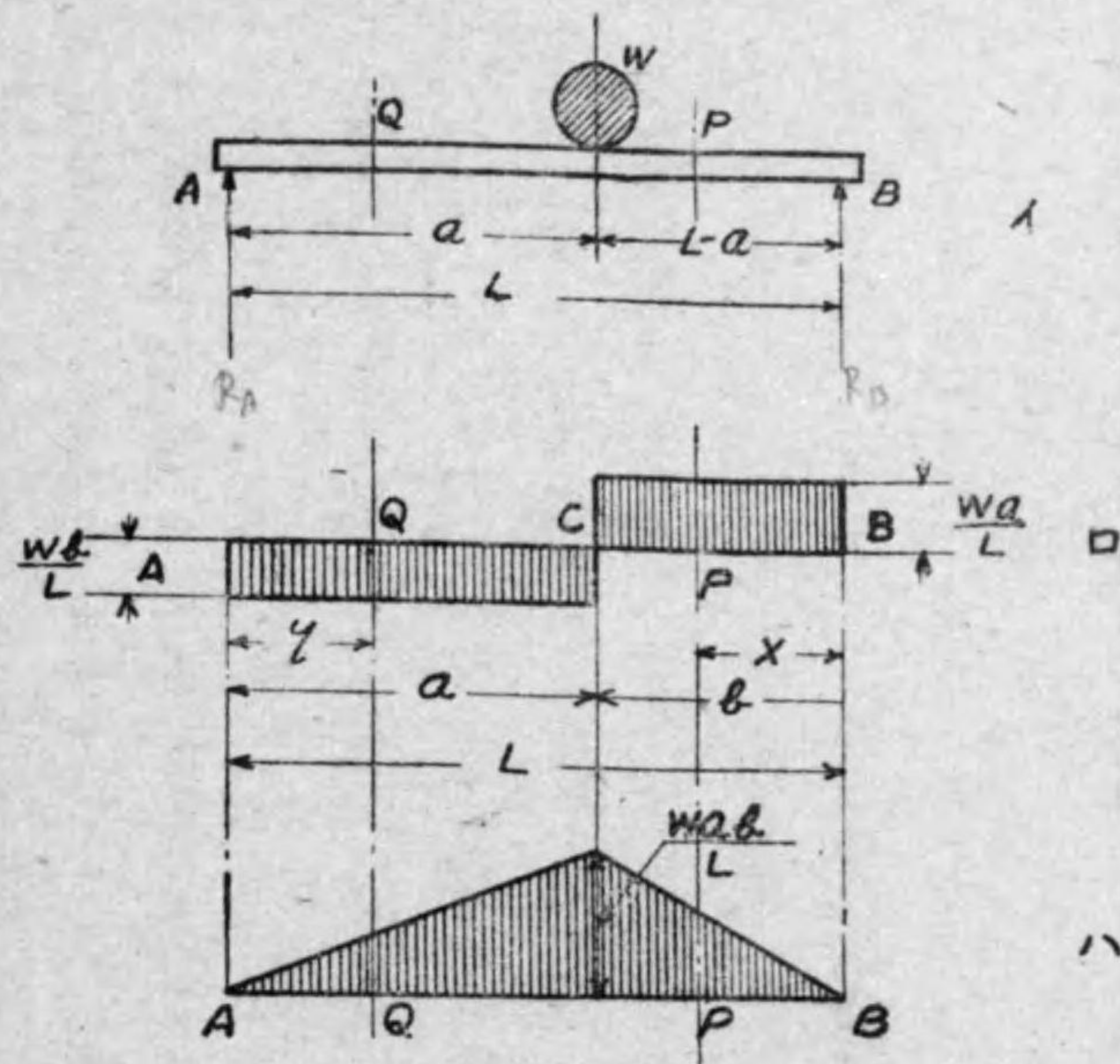
上式で見らるゝ如く應力 $\sigma$ は、Mが一定なる時は $\gamma$ Iの小なる程、換言すればI $\gamma$ の大なる程小さい理である。このI $\gamma$ を斷面抵抗率と云ひ、應力計算に最も重要なものである。

以下應力 $\sigma$ の算出の順序として、屈曲力率斷面抵抗率の計算法を逐次述べることにする。

第二節 屈曲モーメント

イ、梁

船の縦強力は船を一個の中空梁と看做し縦方向の強力を論ずることは既述の通りである



第百三圖 集中荷重を受ける梁

が屈曲モーメントの求め方に入る前一般の梁の問題を説明することは無益でないと思ふ

一般に梁に於て或る荷重がかかる場合には剪断力と屈曲力率があるが、これを次の如く定義する。

i、梁の或る點迄の力又は荷重の代數和を其の點の剪断力と云ふ。

ii、梁の或る點迄の力又は荷重のその點に對するモーメントの代數和を、其の點の屈

曲モーメントと云ふ。然して平衡の原理より、凡ての垂直力の代數和及びそれ等の一點の廻りのモーメントの總和は零である。

I、簡単な例として第百三圖に示す如き兩端を支へられたる長さLなる梁に於て左端よりaなる距離にWなる荷重ある場合を考へると兩端の支への個所A、Bにはそれぞれ \$R\_A\$ 及び \$R\_B\$ なる反力があり、之とW以外に力は無い。上記の原理より  $R_A = \frac{W(L-a)}{L}$   $R_B = \frac{W \cdot a}{L}$  梁上の任意の點Pの剪断力S・Fは之より右方には力としては \$R\_B\$ みであるから

$$S.F._x = R_B = \frac{W \cdot a}{L}$$

之がQの點を考へると(上向きを+)とす)

$$S.F._a = R_B + (-W) = \frac{W(L-a)}{L}$$

今基線上に上部を+、下部を-として之等の數値を各點に就き、その縦座標に取れば口圖の如きものが得られる。之を剪断力曲線と云ふ。又P點に於ける屈曲モーメントB・Mは

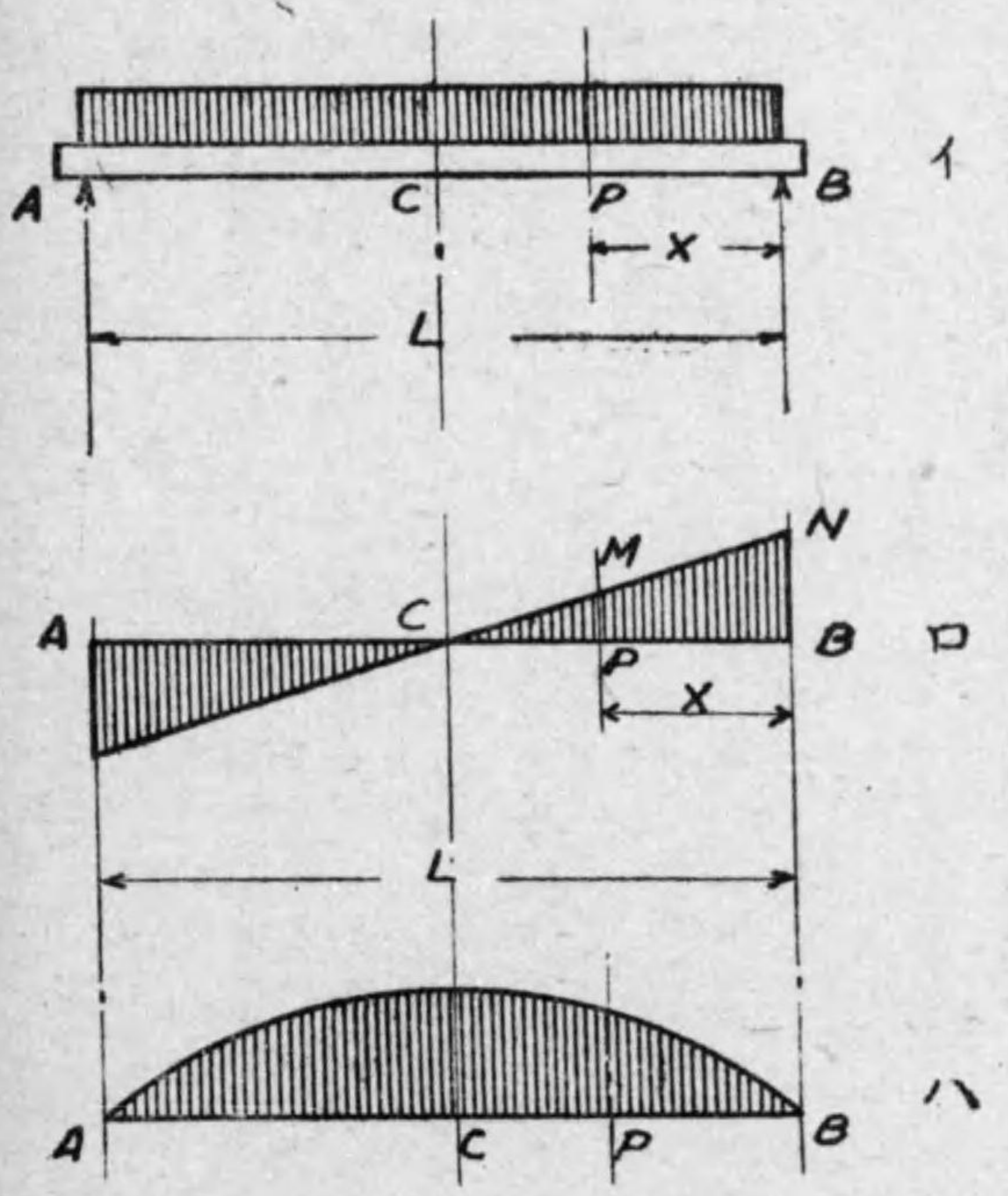
$$B.M._x = R_B \times x = \frac{W \cdot a}{L} \cdot x$$

で之は明に剪断力曲線のP點迄の面積である。又

$$B.M._q = R_A \times y = \frac{Wb}{L}y$$

$$B.M._c = R_B \times b = R_A \times a = \frac{Wab}{L}$$

第百四圖 一様に分布された荷重を受ける



此等P、Q、C點等の數値を  
剪斷力曲線と同様に基線上の  
相當點に縱軸に取れば屈曲力  
率曲線(H圖)を得られる。

Ⅱ、第一の場合と同様で唯  
荷重が全梁に亘つて一様に分  
布された場合を考へる。第百  
四圖に於てこの荷重を單位長  
さに就てwとすればIの如く  
なるがこれはそのまま荷重曲

線を表す。

$$R_A = R_B = \frac{wL}{2}$$

$$S.F._q = \frac{wL}{2} - wx \quad (xは變數)$$

梁の中心では  $x = \frac{L}{2} \therefore S.F._c = 0$

$$B.M._q = \frac{wLx}{2} - wx \cdot x$$

梁の中心では  $x = \frac{L}{2} \therefore$  最大の  $B.M. = \frac{wL^2}{4} - \frac{wL^2}{8} = \frac{wL^2}{8}$

此等のB・Mの數値は前述の如く剪斷力曲線の面積からも求め得る。

一般に次の如きことが云ひ得る。

- 一、屈曲力率(梁の或る點に於ける)はその點迄の剪斷力曲線の面積である。換言すれば剪斷力曲線を積分すれば屈曲力率曲線を得られる。
- 二、最大の屈曲力率は剪斷力の。なる點に生ずる。
- 三、剪斷力曲線の基線の上部分と下部分にある部分との面積は等しくなければならぬ。

第六表

| 状態    | 浮力と重量の関係 |       | 波頂/位置 | 中央部に於ける応力 |      |
|-------|----------|-------|-------|-----------|------|
|       | 船/前後     | 船/中央  |       | 上部構造      | 底部構造 |
| ホッキング | 浮力<重量    | 浮力>重量 | 中央    | 引張        | 圧縮   |
| サッキング | 浮力>重量    | 浮力<重量 | 両端    | 圧縮        | 引張   |

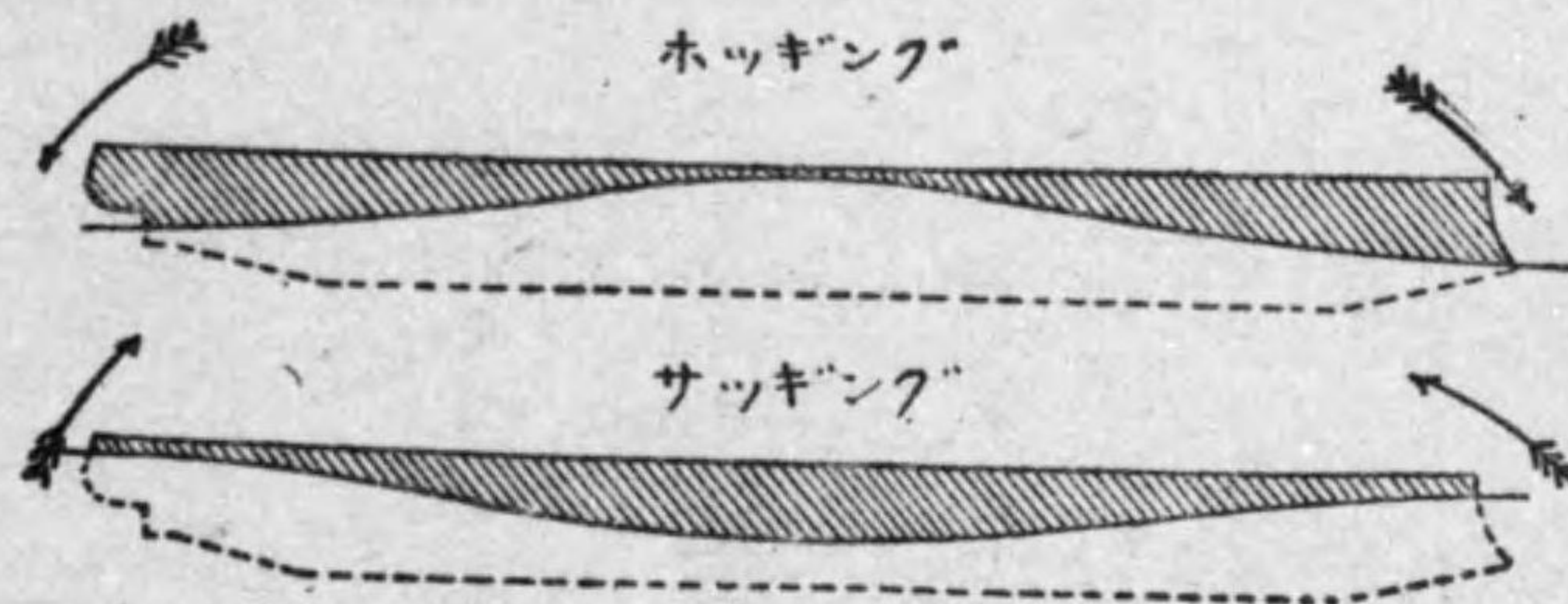
合を考へることが出来る。

- 1、ホッキングの場合
- 2、サッキングの場合

こゝに1は第百五圖の如く船を屈曲せんとする場合即ち船の前後部では重量が浮力に勝り、中央部では浮力が遙に重量に勝り従つて船全體としては中央で支へられ前後で垂れようとする場合である。

2は之と反對に中央部は著しく重量が浮力に優り、前後部では浮力が優り、船は前後で支へられ中央に重量がかゝり、中央部を垂下せんとする場合である。

然して此の兩者共船が船と同長の波に合つた時に最大屈曲モーメントを生ずるので、ホッキングの場合は波頂が中央に來た時、サッキングの場合は波頂が両端に、谷が中央に來た時それ



第百五圖

四、荷重曲線を積分する事によつて剪断力曲線を得られる。以上の四項は荷重の簡単な場合のみならず一般に適合するものである。

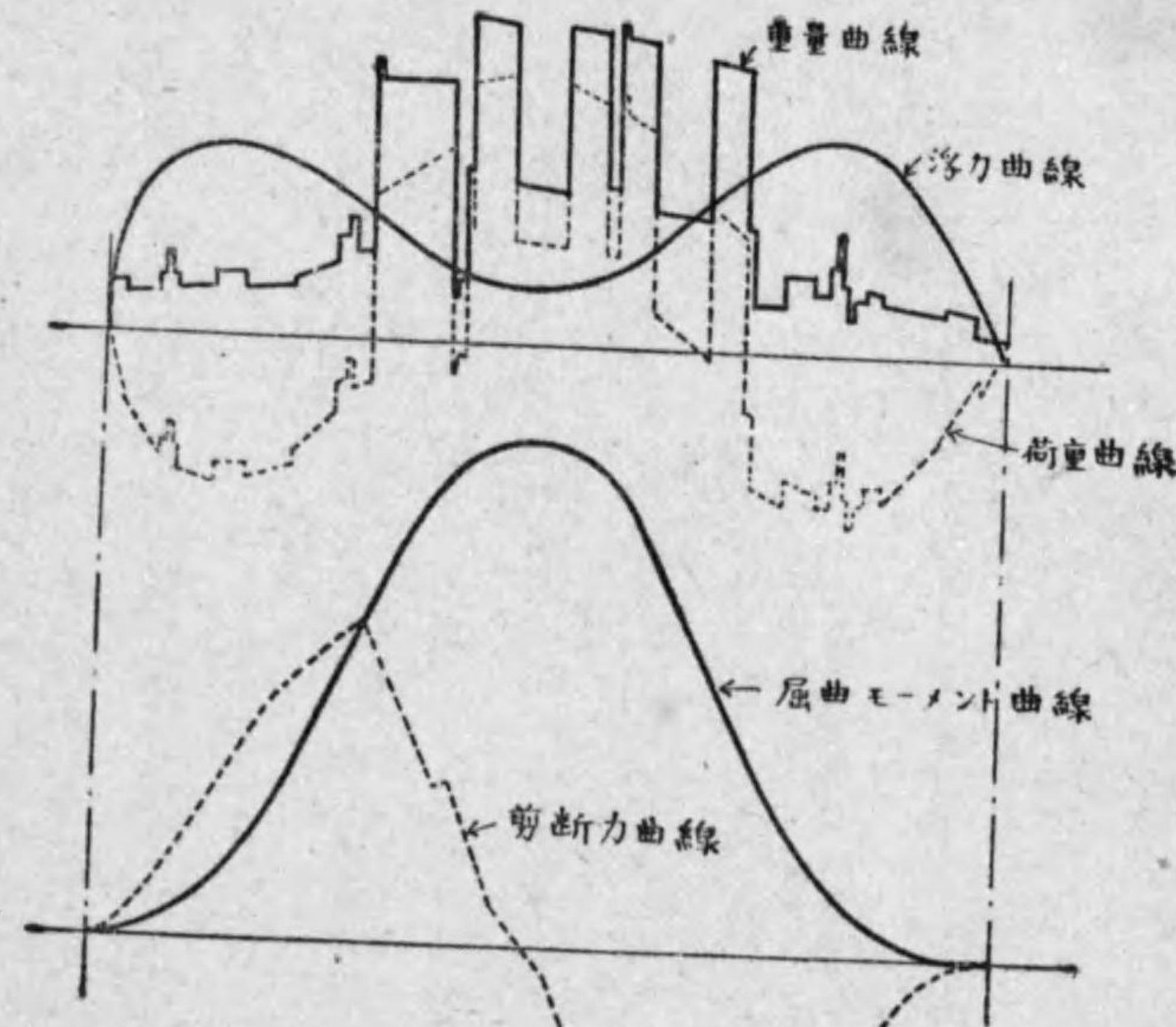
梁の問題は極めて重要で、船舶にあつても局部應力に關しては常に應用されるものである。

ロ、船 舶

扱愈と船に戻るが船の縦應力には船の状態或は考へて居る船何れの個所なるかに依り、大小種々の場合があるが、船體構造の適不適を考へる場合には材料に起る應力が最大のものに就て吟味すればよい理であるから、
$$\sigma = \frac{M}{I} y$$
 式から分る通り船のIリのことを暫く考へずに置けば、Mの最大なるものに考慮を拂へばよい。

船の屈曲モーメントは船と波との關係に就て次の二つの場

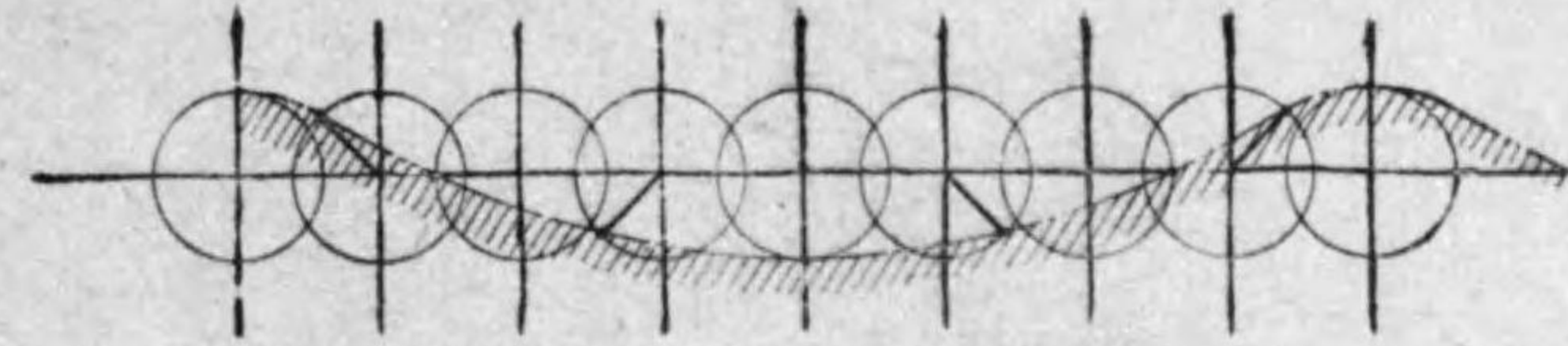




第 百 八 圖

從來強力計算では  $LH$  を 20 に取つて居るが、事實は波の高さは波長の短い時は  $LH$  は 20 より小で一四五米附近では 20 より大となる傾向がある。

荷重曲線—これ迄の重量及び浮力の曲線は梁の場合には無かつたものであるが既にこの兩者が出来れば各縦座標の代數和を基線より上部を正に、下部を負に取つて連結することに依つて荷重曲線が出来これ以後は全く梁の場合と同一である。即ち荷重曲線を積分



第百七圖 トロコイド波の作圖法

トロコイド波の作圖法は種々あるが、最も簡單なのは波の長さ  $L$ 、高さを  $H$  とした場合に波長  $L$  を八等分し、其の各分點に於て半径  $\frac{H}{2}$  (普通は  $L/40$  に取る) を引き其の傾きを各點毎に  $\pi/4$  宛増して行き、其の先端を結び第百七圖の如き所要のトロコイド波形を得る。

○ 波形が定まれば各横断面の積分曲線即ちボンジアン曲線に波の側面圖を重ね各點の波の表面までの横斷面積を求め、之より其部分の排水量即ち浮力を求め得るゝ理であるが此の時トロコイド波の軌道中心線は平水面との差  $\frac{\pi H^2}{4L}$  だけ上げなければならぬ。それでも實際には浮力及び浮心がそれぞれ船の重量及び重心と垂直線を異にする  $S$  試索法を行ひ波の位置、縦傾斜等に修正を加へなければならぬ。かやうにして浮力曲線を得るのであるが、時としてはホッピング及サッキングの兩様の場合を畫く必要のあることがある。

大洋に起る波は大體に於て  $LH$  の値は 15—25 の範圍内に在り、

することに依つて剪断力曲線、更に剪断力曲線を積分することに依つて屈曲モーメント曲線が得られ最大屈曲モーメントも直に其の數値及び場所が判る。  
 普通に上記の積分の操作は圖式に又はインテグラフと稱する積分値記録器に依つてなされる。

かう書くと極めて簡單であるが、實際には剪断、屈曲モーメント兩曲線の兩端を閉ぢる爲力の修正等相當煩雜であるが、こゝには凡て省略することにする。

第百八圖はサッキング状態に於ける上記各曲線を示すものである。

最大屈曲モーメントの略算式—強力計算に直接必要なのは最大屈曲モーメントであるから、上述のやうな煩雜な手數を経ずとも、大體の見當を付けようなどと云ふ場合には最大屈曲モーメントの略算式があると便利である。この略算式も種々の人の手に依つて作成されて居るが何れも最大屈曲モーメント  $B.M._{max}$  は

$$B.M._{max} = \frac{W \times L}{C} \quad m-t$$

茲に  $W$  は船の排水量 (噸)

第七表

| 船ノ種類 | 状態 | Cノ値   |
|------|----|-------|
| 高速客船 | H  | 20~30 |
| 貨客船  | H  | 20~35 |
| 貨物船  | H  | 30~35 |
| 油槽船  | S  | 40    |

$L$  は船の長さ (米)、  
 $C$  は常數

の形で表はされてゐる。 $C$  の値は船型、荷重の配置等でかなり變化のあるものであるが、商船では大體第七表の如き數値を取るものとされて居る。

表中  $H$  はホッキング、 $S$  はサッキング状態を示すが、この表で分、通り普通商船では最大屈曲モーメントは主として、ホッキング状態が問題となるもの多く、油槽船の如く船尾に推進機關を裝備するものがサッキング状態で相當大なる最大屈曲モーメントを生ずることが分る。

第三節 断面抵抗率

イ、梁

船は中空梁と考へればホッキング、サッキングの状態に従

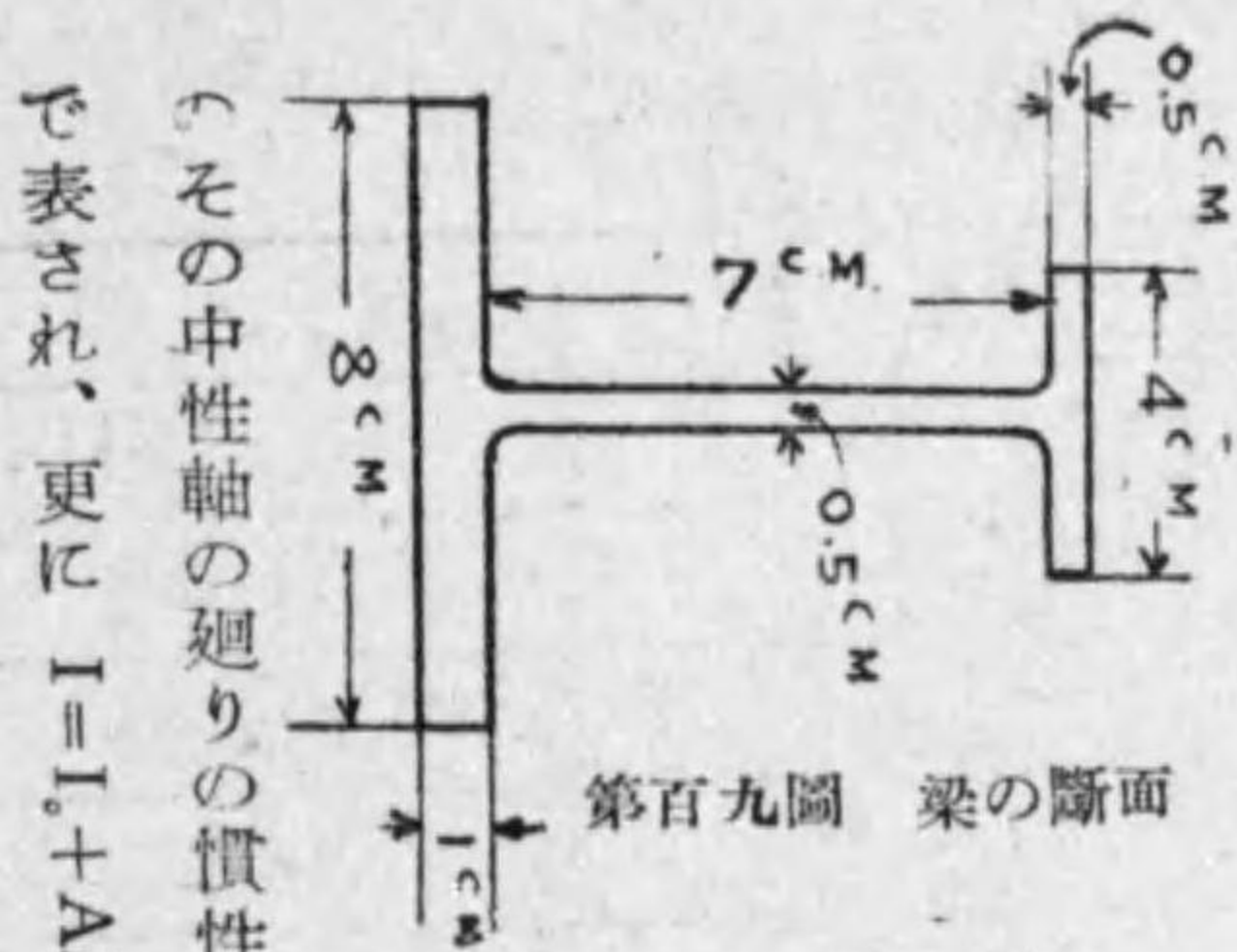


ひ上層部構造には引張り或は壓縮の應力の生ずることは既に述べた。然して其の際の應力は  $\sigma = \frac{My}{I}$  で表はされることも明になり、屈曲モーメント  $M$  も既に其の計算法を述べ、残るは断面抵抗率  $I$  が分れば如何なる點に就ても垂直應力を知ることが出来る。

工學上には常に  $I$  を使用するが差當り先づ  $I$  部慣性力率の計算法から述べる事にする

慣性力率の一般の求め方は既に述べた所であるが、例として第百九圖の如き断面の  $I$  を計算して見る。断面の重心を求め、爲に最低邊の廻りのモーメントを考へこれを全面積で除すれば

$$\frac{4 \times 0.5 \times 81 + 7 \times 0.5 \times 44 + 8 \times 1 \times 0.5}{4 \times 0.5 + 7 \times 0.5 + 8 \times 1} = 2.68 \text{ cm}$$



はこの断面の重心の最低邊からの距離を表す。又四角な断面のその中性軸の廻りの慣性モーメントは  $\frac{bd^3}{12}$  (凡て記號は既述のものと同じとす。こゝに  $b$  は幅、 $d$  は深さを表す) で表され、更に  $I = I_1 + A_1 d^2$  であるから  $I$  は中性軸の廻りの慣性モーメント

断面あり  
を正しく

$I$  は任意の軸の廻りの慣性モーメント  
 $A$  は面積

$n$  は中性軸と任意の軸との距離

頂部のフランジに就ての全断面の中性軸に對しては

$$I_1 = \frac{4 \times 0.5^3}{12} + 4 \times 0.5 \times 5.57^2 = 62.09 \text{ cm}^4$$

縦のウェブに就ては同様に

$$I_w = \frac{7^3 \times 0.5}{12} + 3.5 \times 1.82^2 = 25.885 \text{ cm}^4$$

下のフランジに就ては

$$I_b = \frac{8 \times 1^3}{12} + 8 \times 2.18^2 = 38.686 \text{ cm}^4$$

結局全断面の  $I$  は之等の總和で  $116.662 \text{ cm}^4$  と云ふことになる。此の例では  $\text{cm}$  を單位として計算したが耗でも吋でも同様な取扱法をすればよい。

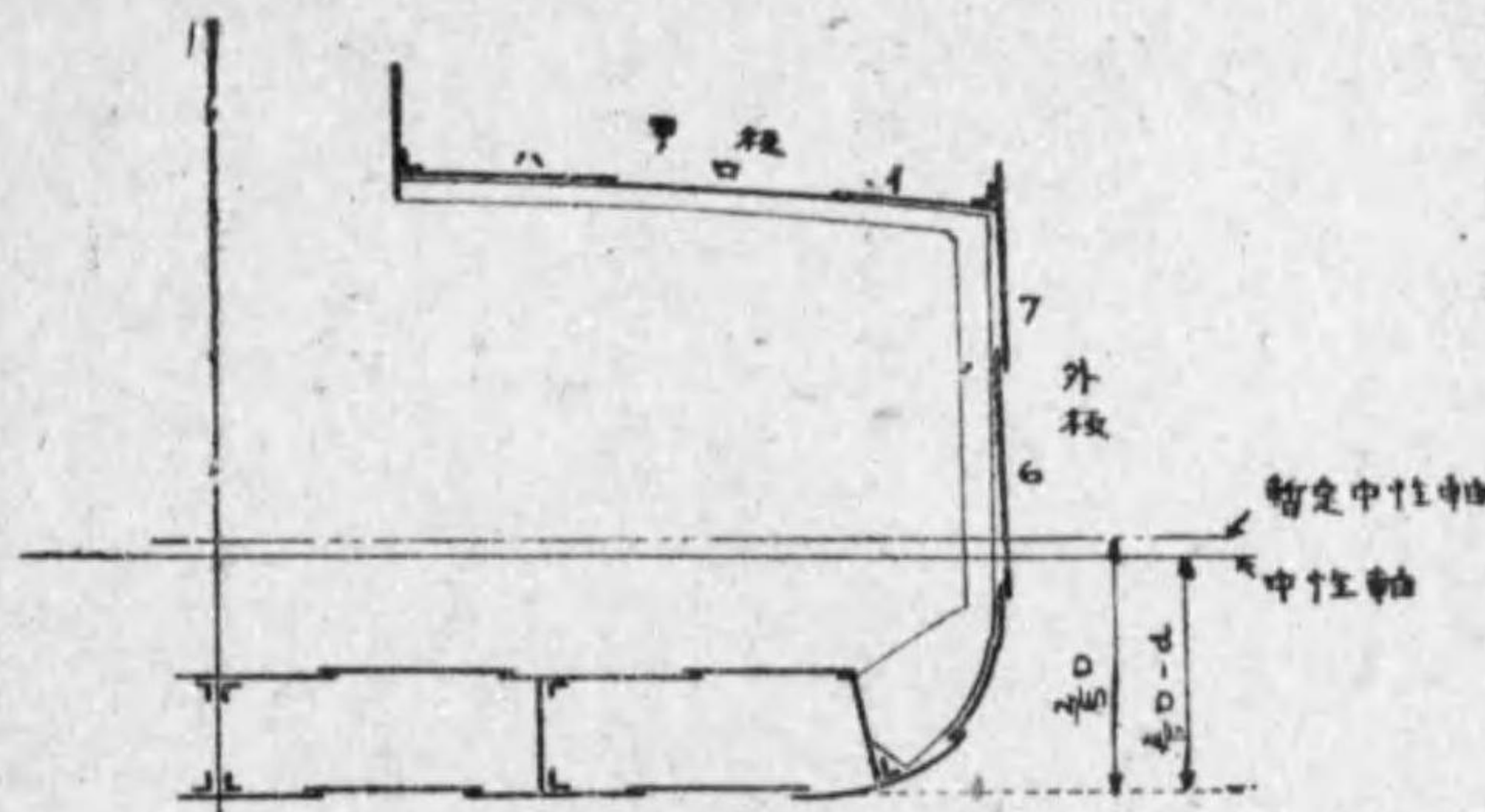
ロ、船 船

船の切斷面に就ても同様な方法で  $I$  を求められるのであるが、此の場合は板が横に置か

第8表 慣性能率ノ計算表

| I       | II      | III                    | IV     | V                                  | VI                                   | VII                                  |
|---------|---------|------------------------|--------|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 部材名     | 寸法 (mm) | 断面積 (mm <sup>2</sup> ) | 距 (mm) | $a \times l$<br>(mm <sup>3</sup> ) | $a \times l^2$<br>(mm <sup>3</sup> ) | $a \times l^3$<br>(mm <sup>3</sup> ) |
| 暫定中性軸以上 |         |                        |        |                                    |                                      |                                      |
| 鋼甲板 4   | 板/長 × 厚 |                        |        |                                    |                                      |                                      |
| □       |         |                        |        |                                    |                                      |                                      |
| ハ       |         |                        |        |                                    |                                      |                                      |
| 外板 7    |         |                        |        |                                    |                                      |                                      |
| 0       |         |                        |        |                                    |                                      |                                      |
| 合計      |         | $A = \sum a$           |        | $M = \sum a l$                     | $I = \sum a l^2$                     | $L = \sum \frac{a l^3}{12}$          |

各材料の名稱、第II欄は材料の寸法、第III欄は有効面積、第IV欄に暫定中性軸より材料の重心迄の距離を記入し、第V欄には(III)×(IV)即ち力率を、第VI欄には(IV)×(V)即ちAを記入し第VII欄には垂直に配置された材料のみ自らの重心に對する慣性モーメントを記入する。第III、V、VI、VIIに就き暫定中性軸から上部の各欄の和をそれぞれA、M、Iとし、下部の各欄の和をA'、M'、I'、とすればこの上部及び下部の代数和、 $A+A'$ 、 $M+M'$ 、 $I+I'$ とすれば  $\frac{M+M'}{A+A'}$  は暫定中性軸と實際の重心部中性軸との距離を表し、正負の符號に従ひ上に或は下に眞の中性軸を求められる。この中性軸に對する慣性力率は  $I = (I+I') - (A+A') \times d^2$  に依つて求め得る。



第百十圖 強力計算に必要な中央切断面

れた場合はそのIは小さなものであるので一般に省略し、縦に配置された板のみIを考慮する。従つて大部分はAを計算することが主で、一部にIを修正加算する。

計算の方法は、第百十圖の如き船の切断面に就て先づ船舶満載吃水線規則心得に準據し、中性軸として船底より船の深さの2/5の處に暫定中性軸を取る之は後で述べる通り眞の中性軸に修正し、然る後第八表に示す如き計算表に依り慣性モーメントを計算する。第八表は暫定中性軸より上部を示したもので暫定中性軸より下部に就ても全く同様の操作をすればよい。但此の下部のものに就ては暫定中性軸の腕は負に取らねばならない。第八表に就いて第I欄は

料迄の中性軸からの腕 $Y$ が分り、 $I$ を直に知ることが出来る。

② 船體の断面の慣性モーメント計算に要する切断面に於ては、その個所に於て縦の方向に相當長く連続して配置された材料丈を計算に入れることは勿論である。即ち甲板、外板、龍骨其の他第百十圖に示したやうなものを取り、艙口其の他の開口のある部分は甲板等を入れてはならぬ。

③ 又断面の船の前後に關する位置に就ては、 $\sigma = \frac{M}{I} Y$  の式で分る如く  $M$  が相當大で  $I$  が小で且  $Y$  の大なる所に  $\sigma$  の大なる數値があるのであるから、實際船で断面を考へる時は  $M$  の大きい、且機關室開口等のある中央部附近の断面を考へるのが普通であるが、嚴格に云へばこのやうな断面の數個所に就て研究すべきである。

④ 一つの断面に就ては  $Y$  の大なる頂部或は底部に大なる應力の來ることは自明の理である。⑤ 断面抵抗率の略算式—断面抵抗率の計算は上述の如く相當面倒なものであるので、その略算式も多く發表されて居るが既述の船舶滿載吃水線規程の公式も略算式の一つである。この式は船の縦強力の見地から船の長さ、幅の定つて居る場合、 $d$  なる吃水を得る爲には

船の断面抵抗率は次に述べる式の  $I$  より以上を有すべき事を規定した一種の略算式である

$$\frac{I}{y} = f \cdot B \cdot d$$

$$\frac{I}{y} = \text{断面抵抗率 (mm}^2\text{-m)}$$

$$B = \text{船の幅 (m)}$$

$$d = \text{吃水 (m)}$$

$$f = \text{船の長さに依る常數}$$

又井口常雄博士は次の略算式を提示された。

$$\frac{I}{y} = C \cdot A \cdot D$$

$$A = \text{縦通材の断面積の總和 (耗}^2\text{)}$$

$$D = \text{強力甲板迄の深さ (m)}$$

$$C = \text{常數}$$

で表はされ、 $C$  は 0.21~0.26 の範圍にある常數である。但この式は、造船規程 に基いて建造された船體のみに適用さるべきことを注意しなければならぬ。

第四節 屈曲に基づく剪断應力

今まで述べて来た所は凡て屈曲に基いた垂直應力のみを取扱つて来たが、實際には屈曲に依つて常に剪断應力を伴ふものであり、この兩者を互に修正考慮すべきであるが便宜上こゝにも剪断應力のみを取り上げて論ずることとする。屈曲を受ける梁の横断面に於ける剪断應力 $\tau$ は次式で表はされる。

$$\tau = \frac{F \cdot m}{I \cdot T}$$

茲に $F$ はこの横断面に於ける剪断力

$m$  = 横断面中の考慮せる點より上部にある断面積の中性軸の廻りの力率

$I$  = 横断面の中性軸の廻りの慣性モーメント

$T$  = 考慮せる點に於ける横断面の幅

船體の剪断應力を計算するには上記の $\tau$ の算式を出す方法を船體の各部に適宜應用することに依つてなし得る譯である。

上式かゝ見ても剪断力 $F$ が問題になるのであるが、船に於ける剪断力は第百八圖でも見

る通り剪断力曲線の最大値としては船の大體前後 $\frac{1}{4}$ の點に起ると見て差支無い。然して

其の近似値は  $F_{max} = KW$  で表はされる。

茲に $W$ は船の排水量 ( $t$ )

$K$ は常數で  $1.7 - \frac{1}{10}$

又ある横断面に就て最大剪断應力は、上記の式からも明なる如く中性軸附近の $T$ の小なる個所が問題になる。これは別に垂直應力の見地から中性軸附近には薄い板を使用され勝ちなことに基因する。依つて前後 $\frac{1}{4}$ 附近の横断面の中性軸附近の外板に起るべき、最大剪断應力の近似値として末廣博士は次式を提示された。

$$\tau = C \frac{F}{2Di}$$

茲に $\tau$  = 最大剪断應力 ( $T/m^2$ )

$F$  = 最大剪断力 ( $T$ )

$D$  = 船の深さ (in)

$i$  = 側外板の厚さ (in)

剪断應力は船に於ては常に外板等の縦縁織目の鉸接手の計算を支配するものである。

#### 第五節 許容應力と安全率

船體に於ける屈曲モーメント及び剪断力が判れば、横断面の應力は

$$\text{垂直應力 } \sigma = \frac{My}{I}$$

$$\text{剪應力 } \tau = \frac{F \cdot m}{I \cdot T}$$

で計算出来ることは周知のことである。

然して此の $\sigma$ 及び $\tau$ が構造材料の破壊強度以下であれば設計の目的を達した譯である。處が上記の $\sigma$ 及び $\tau$ の計算式は種々の假定を含むものであり、且之等は各獨立に取扱つて來た關係上 $\sigma$ 及び $\tau$ は破壊強度より遙に低い應力に止めなければ實際問題として危険であるこの應力のことを許容應力といひ破壊強度と許容應力の比を安全率と云ふ。この安全率を如何に取るべきかに就ては極めて難しい問題で、材料の強度、工作にも影響があり一概には云へず、過去の實地經驗に基いてこれを定める他はない。許容屈曲應力としては一般に商船では最大應力の發生すべきサッキング状態に就て、引張りの側で 6.77 ~ 18.5 kg/m

m<sup>2</sup> 壓縮側で 5.5 ~ 14.7 kg/mm<sup>2</sup> 位に取つて居る。

#### 第六節 船體に於ける特殊鋼の使用

船を可及的に軽く従つて材料を少なく使用し船價を安くしようとするには屈曲應力 $\sigma$

$$\sigma = \frac{My}{I}$$

を小にすればよい。これは船に限らず一般構造物設計の常識であるが、上の式に於てMは既定のものとするればI $\tau$ を大にして $\sigma$ を小にする他は無い。このI $\tau$ を大とするには、構造材料を出来るだけ中性軸から遠い處に配置すること及び材料の寸法を大とすることの二つがある。

前者を採れば既述のやうに剪断應力等の關係から、又後者に依れば船の重量を増すことは勿論で之では初めの目的に反する。

そこで材料其のものゝ問題になつて來るのであるが、高張力鋼、其の他特殊鋼を使用することはこれ等の材料は $\sigma$ を大に取つて差支へ無いからI $\tau$ も小で済む。云ふ勘定になり誠に好都合である。即ち特殊鋼の破壊強度は軟鋼の場合より二〇%位大であるから、材料に

しても二〇%の軽減をなし得る理である。但こゝに注意すべきは特殊鋼は軟鋼に比して高價であり、又工作も面倒なものであること及び其の使用に際してはその特性を充分發揮出来る所に使用するやう心懸けねばならない（云ひ換ふれば中性軸附近のやうな應力の小さい所に使用して見た所で仕様が無い）。それには船が眞直に浮いた時丈けでなく傾斜した場合の強力をも考慮して使用範囲を決定しなければならぬ。又底部に之を用ふることは壓縮となることの多いこと及び水壓の關係より充分考慮しなければならぬ。

外國の大型客船では特殊鋼を盛に使用して居るが、我國の商船は未だ使用するに至つて居らぬ。

## 第六章 横 強 力

### 第一節 横強力の意義

商船は既述の如く縦方向には外板、甲板、二重底の如き縦通材を通し、横の方向には隔壁肋骨、肘板等の如き横構材を配置し、これ等が互に連結して船の形を整へてゐるのであ

る。今までは専心縦強力のみを就て述べて來たのであるが、かやうに相互に結び附けられた構造にあつて獨立に縦強力のみを論ずることの不當は勿論であるが、實際問題として船の如く複雑した構造物では、このやうな取扱以外に方法がなく、横強力も獨立に取り上げて論ずるのが普通である。然しながら横強力の計算は極めて煩雜であり、然も殆ど實用に供せぬやうなものであるが、末廣博士の發表された如く甲板梁、肋骨、底部構造等の主要構造物を夫々獨立した梁と考へ、横強力の略算をすることは實用的にも又學理的にも最も合理的な方法である。以下簡單に其の主旨を述べる。

底部—大部分の船は二重底を持つが、これに就ては兩側の縁板で支持された梁として計算する。

肋骨—兩端固定の梁と考へ荷重を水壓に依る漸増荷重に取る。

甲板梁—兩端固定の梁とし甲板上の荷重を受けるものとして計算する。梁板があればこれにより支持されることは勿論である。

かくして求めた數値は殆ど實用にならぬ程面倒な計算をなした數値と大體によく合ふも

ので非常に便利な取扱法である。

### 第二節 横強力の略算式

満載吃水線規程には、或る吃水を定める爲には其の吃水に相當する水壓荷重に耐へ得るやうに肋骨の断面抵抗率を次の算式に依る數値以上であることを要求して居る。がこの算式は横強力の略算式である。

$$\frac{1}{y} = \frac{s(d-1)}{y} (f_1 + f_2)$$

茲に  $\frac{1}{y}$  = 肋骨の断面抵抗率

$s$  = 肋骨心距離 (m)

$d$  = 満載吃水 (m)

$f_1, f_2$  は船の構造に関する定數

この式は全く經驗から生じた略算式で、理論的には随分不合理な點もあるが、略算式としては規程にもなつて居ることであり、一般によく使用される式である。

(特別な例外はあるが一般に船體に於ては常に問題となる(例へば損傷の原因等)のは縦

強力の不足であり、横強力が問題となることは先づ無いので本稿でも特に縦強力に力を入れた次第である。縦強力とても實際は横強力とは不可分な關係にあり、横強力を一概に輕視してよいと云ふ理由はない。

縦強力、横強力の他は一切之を省略したが、局部應力の他船體傾斜時の強力、振り強力等幾多取上げるべき強力問題があるが、これら船體強弱の詳細に就ては太田博士の力著、船體強弱學を推薦して本稿を終ることにする。

附圖目次

|      |                        |    |
|------|------------------------|----|
| 第一圖  | 船の長さ、幅、深さ梁矢、舷弧……………    | 三  |
| 第二圖  | 乾舷表示……………              | 五  |
| 第三圖  | コンクリート船構造圖……………        | 二  |
| 第四圖  | ローター船……………             | 一三 |
| 第五圖  | 噴射推進船……………             | 一五 |
| 第六圖  | 外暗車船……………              | 一六 |
| 第七圖  | プロペラー船……………            | 一七 |
| 第八圖  | ヴェーン・ホイール・プロペラー船……………  | 一八 |
| 第九圖  | ホイット・シュナイダー・プロペラー…………… | 一九 |
| 第十圖  | 船型……………                | 二〇 |
| 第十一圖 | イツシャーウッド式構造……………       | 二五 |
| 第十二圖 | 一等一人室(平面圖)……………        | 三  |
| 第十三圖 | 同二人室(平面圖)……………         | 三  |
| 第十四圖 | 同一人室(寫眞)……………          | 三  |
| 第十五圖 | 同二人室(寫眞)……………          | 三  |

|       |                      |   |
|-------|----------------------|---|
| 第十六圖  | 化粧室付き一等一人室及同二人室…………… | 三 |
| 第十七圖  | 同特別室……………            | 三 |
| 第十八圖  | 同特別室居室……………          | 三 |
| 第十九圖  | 同食堂……………             | 三 |
| 第二十圖  | 同社交室……………            | 三 |
| 第二十一圖 | 同喫煙室……………            | 三 |
| 第二十二圖 | 同體育室……………            | 三 |
| 第二十三圖 | 同水泳場……………            | 三 |
| 第二十四圖 | 二等客室……………            | 三 |
| 第二十五圖 | 同喫煙室……………            | 三 |
| 第二十六圖 | 三等客室……………            | 三 |
| 第二十七圖 | 荷役設備……………            | 三 |
| 第二十八圖 | 端艇甲板と救命艇……………        | 三 |
| 第二十九圖 | 操舵室内……………            | 三 |
| 第三十圖  | 無線電信室……………           | 三 |
| 第三十一圖 | 型钢の種類……………           | 三 |
| 第三十二圖 | 龍骨の種類……………           | 三 |
| 第三十三圖 | 船首材……………             | 三 |

|       |                   |   |
|-------|-------------------|---|
| 第三十四圖 | 船尾骨材(單螺旋船)……………   | 六 |
| 第三十五圖 | 同 (雙螺旋船)……………     | 六 |
| 第三十六圖 | 舵の種類……………         | 六 |
| 第三十七圖 | 二重底構造……………        | 六 |
| 第三十八圖 | 船首尾水槽……………        | 六 |
| 第三十九圖 | 肋骨……………           | 六 |
| 第四十圖  | 外板の張り方……………       | 六 |
| 第四十一圖 | 木甲板……………          | 七 |
| 第四十二圖 | 舷牆及び柵欄……………       | 七 |
| 第四十三圖 | 水密隔壁……………         | 七 |
| 第四十四圖 | 汽罐臺……………          | 七 |
| 第四十五圖 | 機關臺……………          | 七 |
| 第四十六圖 | 艙口……………           | 七 |
| 第四十七圖 | 内張板……………          | 八 |
| 第四十八圖 | 鉸鉸作業……………         | 八 |
| 第四十九圖 | 鉸鉸の種類……………        | 八 |
| 第五十圖  | 熔接作業……………         | 八 |
| 第五十一圖 | 足場……………           | 九 |
| 第五十二圖 | 移動起重機及びガントリー…………… | 九 |

|       |                    |    |
|-------|--------------------|----|
| 第五十三圖 | クレーン……………          | 九  |
| 第五十四圖 | 材料置場……………          | 九  |
| 第五十五圖 | 現圖場……………           | 九  |
| 第五十六圖 | 打貫機……………           | 九  |
| 第五十七圖 | 曲板機……………           | 一〇 |
| 第五十八圖 | 木工場……………           | 一〇 |
| 第五十九圖 | 起工式……………           | 一〇 |
| 第六十圖  | 底部外板取付中……………       | 一〇 |
| 第六十一圖 | 二重底組立中……………        | 一〇 |
| 第六十二圖 | 肋骨組立外板取付中……………     | 一〇 |
| 第六十三圖 | 甲板取付中……………         | 一一 |
| 第六十四圖 | 進水式……………           | 一一 |
| 第六十五圖 | 前部抱臺……………          | 一一 |
| 第六十六圖 | 進水臺横斷面圖及びトリガー…………… | 一一 |
| 第六十七圖 | 乾船渠……………           | 一一 |
| 第六十八圖 | 浮船渠……………           | 一一 |
| 第六十九圖 | 新造貨物船船價對比表圖……………   | 一一 |
| 第七十圖  | ……………              | 一一 |



|       |           |     |
|-------|-----------|-----|
| 第七十一圖 | .....     | 一三三 |
| 第七十二圖 | モーメント     | 一三七 |
| 第七十三圖 | .....     | 一三八 |
| 第七十四圖 | .....     | 一三九 |
| 第七十五圖 | .....     | 一四〇 |
| 第七十六圖 | .....     | 一四二 |
| 第七十七圖 | プランニメーター  | 一四六 |
| 第七十八圖 | インテグレーター  | 一四七 |
| 第七十九圖 | .....     | 一四八 |
| 第八十圖  | .....     | 一五〇 |
| 第八十一圖 | 線 圖       | 一五三 |
| 第八十二圖 | .....     | 一五三 |
| 第八十三圖 | 排水量等曲線圖   | 一五五 |
| 第八十四圖 | .....     | 一五七 |
| 第八十五圖 | 安定條件      | 一五九 |
| 第八十六圖 | .....     | 一六〇 |
| 第八十七圖 | .....     | 一六二 |
| 第八十八圖 | 傾斜試験      | 一六四 |
| 第八十九圖 | 自由表面を有する水 | 一六七 |

|       |                     |     |
|-------|---------------------|-----|
| 第九十圖  | 傾斜角大なる時の静復原力        | 一七〇 |
| 第九十一圖 | .....               | 一七一 |
| 第九十二圖 | 復原力曲線               | 一七三 |
| 第九十三圖 | .....               | 一七四 |
| 第九十四圖 | トリム                 | 一七六 |
| 第九十五圖 | .....               | 一七八 |
| 第九十六圖 | 浸 水                 | 一八二 |
| 第九十七圖 | 進 水                 | 一八三 |
| 第九十八圖 | .....               | 一八四 |
| 第九十九圖 | 進水曲線                | 一八六 |
| 第 百 圖 | 應力—歪圖               | 一九三 |
| 第一百一圖 | .....               | 一九七 |
| 第一百二圖 | 梁                   | 一九八 |
| 第一百三圖 | 集中荷重を受ける梁           | 二〇〇 |
| 第一百四圖 | 一様に分布された荷重を受け<br>る梁 | 二〇二 |
| 第一百五圖 | ホツギング及びサツギング        | 二〇四 |
| 第一百六圖 | 重量曲線                | 二〇六 |
| 第一百七圖 | トロコイド波 作圖法          | 二〇八 |

|       |                   |     |
|-------|-------------------|-----|
| 第一百八圖 | .....             | 二〇九 |
| 第一百九圖 | 梁ノ斷面              | 二二三 |
| 第一百十圖 | 強力計算に必要な中央切<br>斷面 | 二二四 |

附表目次

|     |                 |     |
|-----|-----------------|-----|
| 第一表 | 資格による船舶の分類      | 二二七 |
| 第二表 | 工場の組織           | 二九四 |
| 第三表 | .....           | 一三五 |
| 第四表 | 進水實例            | 一八九 |
| 第五表 | 軟鋼の性質           | 一九五 |
| 第六表 | ホツギングとサツギングの關係表 | 二〇五 |
| 第七表 | Cの値             | 二一一 |
| 第八表 | 慣性能率の計算表        | 二二五 |

昭和十八年二月二十五日印刷  
昭和十八年三月二日發行

造船學上卷

◎定價一圓二十錢

著者 和辻春樹

東京市麹町區有樂町二丁目三番地  
朝日新聞東京本社

發行者 山本榮

東京市板橋區板橋町三丁目六十四番地  
帝都印刷株式會社

印刷者 長谷川隆士

朝日新聞講座  
22  
出文協承認一二〇二八八

檢印

發行所 東京市麹町區  
有樂町二丁目三番地

朝日新聞社

振替口座 東京一七三〇番

日本出版文化協會會員番號 一〇一五〇三番

配給元

東京市神田區淡路町二丁目九番地

日本出版配給株式會社

朝日新講座刊行書目

(太字は既刊書)

|       |        |       |       |        |        |        |                  |        |        |
|-------|--------|-------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| 10    | 9      | 8     | 7     | 6      | 5      | 4      | 3                | 2      | 1      |
| 電氣工學  | 機械工學   | 物理學   | 軍事科學  | 哲學     | 經濟學    | 財政學    | 生理學              | 社會學    | 政治學    |
| 米澤滋著  | 長岡順吉著  | 伏見康治著 | 齋藤忠著  | 清水幾太郎著 | 波多野鼎著  | 汐見三郎著  | 林麟著              | 新明正道著  | 五十嵐豐作著 |
|       |        |       |       |        | 定價一・三〇 | 定價一・〇〇 | 上卷一・三〇<br>下卷一・二〇 | 定價一・〇〇 |        |
| 20    | 19     | 18    | 17    | 16     | 15     | 14     | 13               | 12     | 11     |
| 衛生學   | 商學     | 經營學   | 合成化學  | 植物學    | 動物學    | 文學     | 法學               | 營養學    | 航空工學   |
| 梶原三郎著 | 上坂西三著  | 鍋島達著  | 櫻田一郎著 | 服部靜夫著  | 丘英通著   | 中野好夫著  | 木村龜二著            | 井上兼雄著  | 山本峰雄著  |
|       | 定價一・二〇 |       |       |        |        |        |                  | 定價一・三〇 |        |

文部省推薦

上卷

三〇

下卷

二〇

932  
107

終