

○ 不規則ナル物體ノ重心

或ル不規則ナル物體例へバ機械ノ如キモノ、重心ヲ求ムルハ互ニ直角ニ交ル三個ノ面ヲ設ケ平行力ノ原則ニ基ケル定理ヲ應用スルヲ便トス即チ ABC ヲ互ニ直角ナラス面トシ G_1, G_2, G_3, \dots ヲ其不規則ナル物體各部ノ重心トシ w_1, w_2, w_3, \dots ヲ其各部ノ重量トシ A 面ヨリ其各部ノ重心ニ至ル距離ヲ x_1, x_2, x_3, \dots トシ同様ニ B 面及 C 面ヨリノ距離ヲ順次ニ $y_1, y_2, y_3, \dots, z_1, z_2, z_3, \dots$ トシ且所要ノ全物體ノ重心ヨリ同シク其三面ニ至ル距離ヲ XYZ ト定メ W ヲ以テ全物體ノ重量ヲ表ハストキハ所要ノ重心ハ XYZ ノ距離ニヨリテ之ヲ決定スルコトヲ得ベシ即チ其關係ハ次式ノ如シ

$$X = \frac{w_1 x_1 + w_2 x_2 + w_3 x_3 + \dots}{W} = \frac{\sum w x}{W}$$

$$Y = \frac{w_1 y_1 + w_2 y_2 + w_3 y_3 + \dots}{W} = \frac{\sum w y}{W}$$

$$Z = \frac{w_1 z_1 + w_2 z_2 + w_3 z_3 + \dots}{W} = \frac{\sum w z}{W}$$

(備考) 平面形ノトキハ上式ノ重量ノ代リニ面積ヲ用ヒテ之ヲ決定ス可シ

○ カトハ速度トノ關係

カト加速度トノ關係ヲ論ズルニ當リテハ質量ノ單位ヲ次ノ如ク改定スルヲ便トス即チ或一物體ニ一單位ノ力ヲ加ヘ之ヲシテ一時間ニ一單位ノ速度ヲ生セシメタリトシ此場合ニ於ケル該物體ノ有スル質量ヲ以テ其單位ト定ムルニ在リ依テ今重量 w 听ヲ有スル一物體アリ其質量ヲ此單位ニテ測定スルニ

先ツ其重量 w 听ハ即チ一ノ力ニシテ且ツ一時間ニ g 呎秒ノ加速度ヲ生スルガ故ニ假リニ其物體ノ質量ヲ M トスレバ其重量ハ Mg ニシテ即チ

$$w = Mg, \quad \therefore M = \frac{w}{g}$$

依テ此質量 M ノ値ヲ $F = m \times a$ ナル式ノ m ニ代用スルトキハ P ナル力ノ次ノ如シ

$$F = \frac{w \times a}{g} \text{ 听}$$

此式ハカト加速度トノ關係ヲ表ハスニ必要ナルモノナリ

○ 「ニュートン」氏ノ運動法則

(第一) 凡ソ靜止セル物體ハ之ニ或外力ヲ加フルニ非レハ常ニ靜止ノ狀態ヲ保持シ又運動セル物體ハ之ニ或外力ヲ加フルニ非レバ常ニ等速度ヲ以テ運動ス

此第一法則ハ一ニ慣性ノ原則ト稱シ運動量 (運動量トハ運動セル物體ノ質量ト速度トノ相乘積ヲ云フ) ノ變化ハ外力ニ歸因スルコトヲ示スモノナリ

(第二) 運動量ノ變化ハ之ヲ變ズル原因トナル可キ力ニ比例シ且ツ其方向ハ力ノ働ク方向ニ從フ

此法則ハカト運動トノ原則ヲ示セルモノナリ

(第三) 動ト反動トハ互ニ等シクシテ其方向相反ス又二物體互ニ相働ク時同時ニ起ル運動量ハ相等シクシテ其方向ハ反對ナリ

此法則ハ應力ノ原則ヲ示セルモノナリ應力トハ其方向相反セル二力ヨリ組立テラレシモノヲ云フ

○ 遠心力及 心力

今小石ヲ絲ニ結ビ付ケ其絲端ヲ持チテ回轉スルトキハ石ハ一種ノ圓運動ヲナス可シ而シテ此際石ハ常ニ其圓ニ切線ノ方向ヲトリテ中心ヨリ遠カラントスルノ傾向ヲ有シ又之ト同時ニ絲ヲ持テル指端ニ一種ノ抵抗力即チ中心ニ向テ引ク力ヲ感ズルモノナリ前者ノ力即チ石ヲシテ中心ヨリ遠サカラシムルモノヲ遠心力(セントリフューガル、フォース)ト稱シ後者ノ中心ニ向テ引クモノヲ求心力(セントリペタル、フォース)ト稱ス而シテ此二力ノ大サハ孰レモ相等シキコト勿論ナリトス依テ今此力ヲFトシテ小石ノ重量ヲWトシ其速度ヲV圓運動ヲナス半徑ヲR重力ノ加速度ヲgトスルトキハFノ値ハ次式ノ如シ

$$F = \frac{WV^2}{gR} \dots\dots\dots(1)$$

今Nヲ以テ其小石一分間ノ回轉數トスルトキハ

$$V = \frac{2\pi RN}{60}, \quad V^2 = \frac{\pi^2 R^2 N^2}{900}$$

依テ此値ヲ(1)式ノV²ニ代用スル時ハ

$$F = \frac{W\pi^2 RN^2}{900g} = 0.0003406 WR^2 N^2 \dots\dots\dots(2)$$

工業上此遠心力ヲ應用シテ諸種ノ機械ニ使用スルコト甚ダ多シ就中艦船機關部用ノ主ナルモノハ送水、送風唧筒、遠心調速器、遠心注油器等ナリ

○ 働力及抵抗

物體ノ運動ハ常ニ或外力ニヨリテ妨ゲラル、モノナリ此外

カヲ稱シテ抵抗力(レジスタンス)若クハ單ニ抵抗ト云フ故ニ物體ヲ運動セシムルニハ此抵抗ニ打勝ツノ力必要ナリ此打勝ツ力ヲ働力(エツフォート)ト謂フ例ヘバ地上ノ物體ヲ扛ケル場合ニ地ノ引力即チ重力ハ抵抗ニシテ之ヲ扛ケントスル手ノ力ハ即チ働力ナルガ如シ

(二) 摩擦ニ關スルモノ

○ 摩擦係數

摩擦係數トハ極限摩擦(アルメソート、フリクシヤン)ト車壓力(ノーマル、プレツシユア)トノ比ヲ謂フ

今極限摩擦ヲF直壓力ヲR摩擦係數ヲωトセバ

$$\omega = \frac{F}{R} \quad \text{或ハ} \quad F = \omega R$$

摩擦係數ハ一般ニ小數若クハ分數ヲ以テ表ハスモ鐵道列直及蒸氣機關等ニ於テ直壓力ヲ噸ニテ表ハス場合ニハ其係數ヲ每噸ニ何噸トシテ表ハスコトアリ或場合ニハ何度何分ト摩擦角ヲ以テ表ハスコトアリ

○ 摩擦ノ三法則

- (一) 互ニ相接觸シタル表面ノ變セサル間ハ摩擦力ハ其面ニ直角ヲ爲シ働ク壓力ニ比例スルモノトス
- (二) 壓力ノ變セサル間ハ摩擦力ハ其接觸面ノ廣狹ニ關セス
- (三) 運動摩擦ハ靜止摩擦ヨリ小ニシテ其速度ノ大小ニ關セサルモノトス

此三則中(一)(二)ヲ靜止摩擦ノ法則トモ謂ヒ(三)ヲ運動摩擦ノ法則トモ謂フ故ニ此三則ヲ總括スレバ摩擦係數ハ接觸面ノ性質ノミニ關係スト謂フヲ得ベシ今「モリン」氏ガ各種ノ材料ニ就キ實驗セシ結果ヲ次表ニ示ス但シ物體ノ表面ハ孰レモ完全ニ平滑ニシテ清淨ニ且ツ乾燥セルモノトス

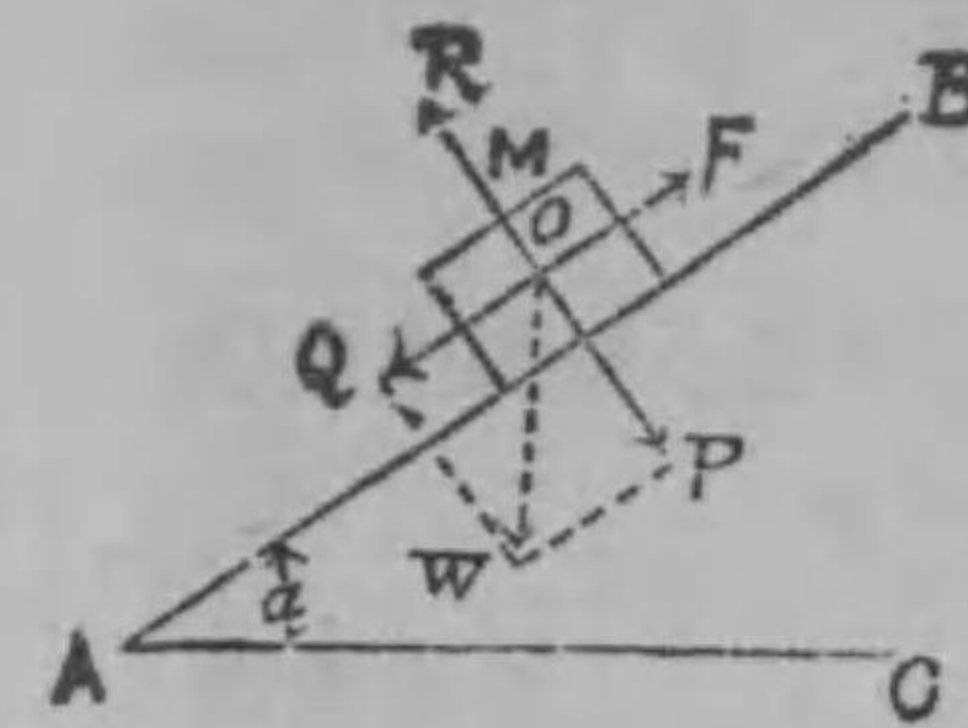
○ 摩擦係數及摩擦角表

材 料	記 事	摩 擦 係 數	摩 擦 角
檜上ニ檜	檜ノ纖維運動ノ方向ニ平行ス	0.48	25° 38'
鍛鐵上ニ鍛鐵	鍛鐵ノ纖維ノ方向ニ平行ス	0.14	7° 58'
鑄鐵上ニ鋼鐵	.....	0.20	11° 19'
黃銅上ニ鋼鐵	.....	0.15	8° 32'
鑄鐵上ニ黃銅	.....	0.22	12° 25'
並煉瓦上ニ並煉瓦	.....	0.64	32° 38'
白松上ニ白松	檜ノ場合ト同シク且兩面完全ニ乾燥ス	0.40	21° 48'

摩擦ノ三法則ハ最近ノ學者間ノ實驗ニ依レバ或程度迄ハ眞ナルモ之ヲ超ユル時ハ摩擦係數ハ壓力、速度及溫度ノ如何ニ依リテ差異アリト謂フ

○ 摩擦係數(アングル オブ フリクション)

圖ニ於テ AB ノ斜面ヲ水平面 AC ニ對シテ漸次左方ニ傾斜スル時ハ M ノ物體ハ遂ニ靜止摩擦ニ打勝チテ其斜面ヲ滑下シ始ムルニ至ル可シ此際ニ於ケル水平面ト斜面トノ夾ム角 α ヲ稱シテ摩擦角ト謂フ今此物體ノ重量ヲ W トシ M ノ滑下ニ



反對スル抵抗即チ摩擦ヲ F トシ次ニ M 體ト AB 斜面間ノ直壓力ニ反對セル反動力ヲ R トスレバ此三力ガ互ニ平衡スル場合ニ M ノ物體ハ靜止スルノ理ナリ W ヲ OP, OQ ノ二力ニ分解スル時ハ

$$R = W \cos \alpha, \quad F = W \sin \alpha, \quad \frac{F}{R} = \frac{W \sin \alpha}{W \cos \alpha} = \tan \alpha$$

然ルニ摩擦係數 μ ハ $\frac{F}{R} = \mu$ ナルヲ以テ次ノ理アリ

$$\frac{F}{R} = \mu = \tan \alpha.$$

故ニ摩擦係數ハ則チ摩擦角ノ正切ニ等シ

凡テ物體ヲ牽引スルニ最良ナル角度即チ牽引力ト物體ガ運動スル方向トニテ爲ス角度ハ摩擦角ニ等シキモノトス

○ 軸類及軸承ノ摩擦

軸承(ジョーナル)上ニ廻轉スル軸ノ摩擦ニ就テハ最モ機械學者ノ研究スベキ要件ナリトス「サーストン」氏ハ實驗ノ結果次ノ略近ノ公式ヲ公ニセリ但シ實際ニ於ケル軸類ト軸承ト良好ノ状態ニ在リテ能ク給油サレ且ツ壓力、速度及溫度ハ皆通例ノ場合ナリトス

$$\mu = K \sqrt{P}, \quad \mu' = K \frac{\sqrt{V}}{\sqrt{P}}$$

μ = 廻轉ヲ始ムルニ要スル摩擦係數

μ' = 車軸廻轉中ノ摩擦係數

K = 0.015 乃至 0.02

K' = 0.02 乃至 0.03

P=每平方吋ニ於ケル壓力(听)

V=毎分間ニ於ケル速度(呎)

次ニ每平方吋 200 听ノ壓力ニ於テハ其最小摩擦溫度(華氏) fノ値ハ次式ニ依リテ之ヲ求ムルヲ得ベシ

$$f = 15 \times \sqrt{V}$$

次表ハ「サーストン」氏ノ實驗ノ結果ニシテ壓力、速度及溫度ノ三者ニ依リテ軸頭ノ摩擦係數ガ影響サルル範圍ヲ示セルモノナリ但シ軸頭ハ鋼製軸承ハ青銅製ニシテ其潤滑料ハ鯨油ヲ使用セルモノナリ

溫度 (華氏)	回 轉 速 度									
	30 呎 (毎分)		100 呎 (毎分)		500 呎 (毎分)		1200 呎 (毎分)			
	壓 力 (毎平方吋听)									
	200	100	4	200	100	4	200	100	200	100
	摩 擦 係 數									
130°	.0160	.0044	.125	.0087	.0019	.0630	.0053	.0037	.0065	.0075
90°	.0056	.0031	.094	.0040	.0019	.0630	.0075	.0061	.0100	.0150

「タロー」氏ハ軸頭及軸承ノ摩擦ニ關シテ實驗ノ結果其摩擦係數ハ殆ンド速度ノ平方根ニ比例シ壓力ノ強サニ逆比セルコトヲ示セリ次式ノ如シ

$$\mu = K \frac{\sqrt{V}}{P}$$

式中 μハ摩擦係數 Vハ軸頭面ノ速度(呎秒) Pハ軸承ノ射影面積毎平方吋ニ於ケル壓力(听)ヲ表ハス又 Kハ次ニ示ス潤滑料ノ種類ニ依リテ其値ヲ異ニス

潤滑料ノ種類	阿列布油	豚脂油	礦油	菜種油	鯨油	礦脂膏
Kノ値	.289	.281	.276	.212	.194	.431

○ 轉動摩擦

車輪又ハ圓筒形ノ物體(道路轉子等)ガ地上ヲ轉進スル際起ル抵抗ヲ轉動摩擦ト云フ此摩擦ハ車輪又ハ轉子ノ半徑、幅及廻轉スル表面ノ性質ニヨリテ同シカラズ實驗ノ結果ニ依レハ

$$F = K \frac{W}{R}$$

式中 Fハ抵抗ニ打勝ツニ要スル牽引力ニシテ廻轉體ノ軸ニ於ケル水平力ニ依テ測定ス Wハ廻轉體ノ重量 Rハ其半徑 Kノ係數ハ Rト同シ單位ヲ以テ測定セルモノニシテ鐵輪ト鐵軌條ノ時ハ 0.02 乃至 0.025 吋木製道路上ニ鐵輪ヲ旋轉スル時ハ 0.66 乃至 0.1 吋ニシテ木ノ堅キ程其値小ナリ通常ノ良好道路ノトキハ 0.5 吋軟道ノ時ハ 3 乃至 5 吋ナリトス

(三) 仕事ニ關スルモノ

○ 仕事及仕事ノ單位

一ノ物體ニ力ヲ加ヘテ之ヲ移動セシムルトキハ其力ハ仕事(ワーク)ヲナシタリト云フ換言スレバ抵抗ニ打勝チテ其物體ヲ移動セシムルヲ云フ

仕事ノ單位トハ 1 听ノ重量ヲ 1 呎ノ高サニ扛クルヲ以テ單位ト定メ之ヲ呎听(フート、ボンド)ト云フ然レトモ或場合ニハ吋听、(インチ、ボンド)呎噸(フート、トン)等ノ單位ヲ用フルコトアリ佛國ニテハ 1 噸ノ重量ヲ 1 米ノ高サニ扛クル

ヲ單位トシ之ヲ旺米(キログラムメートル)ト稱ス

○ 仕事ノ測定

仕事ノ大小ヲ測定スルニハ其加ヘラレタル力ト物體ノ移動セル距離トノ相乗積ヲ以テスルヲ常トス然レトモ之ニ二ノ特別ナル場合アリ即チ

- (1) 力が不定ナル場合 物體ニ作用スル力が不定ニシテ變シ易キ時ハ其力ノ平均ノ大サヲ求メ之ニ物體移動ノ距離ヲ乘スベシ
- (2) 數物體ヲ同時ニ揚ケル場合 此場合ニハ各物體ノ揚ケラレシ重心ノ距離ニ夫々其物體ノ力量ヲ乘シ其總和ヲ求ムベシ又之ト同理ニテ地上ニ横ハル長梁柱若クハ鐵材等ヲ引起シ或ハ立掛ケル場合ニハ其全重量ニ揚ゲラレタル重心ノ高サヲ乘スベシ

○ 有効仕事及無効仕事

凡ソ機械ノ仕事ヲナスニ當リ其仕事ノ一部ハ有効ノ結果ヲ爲スモ他ノ一部ハ其間ニ起ル摩擦其他ノ諸抵抗ノ爲メニ費サレ空シク無効ノ働キヲ爲スモノナリ前者ヲ有効仕事(ユーズフル、ワーク)ト云ヒ後者ヲ無効仕事(ロースト、ワーク)ト云フ之ヲ式ニテ表セバ次ノ如シ

$$\text{加ラレシ全仕事} = (\text{有効仕事}) + (\text{無効仕事})$$

○ 人力及動物カノ工程

人力動物ノ爲ス工程ハ例令同一ノモノト雖モ其年齢、體格及境遇等ニ於テ差違アリ次表ハ實驗ノ結果大略ヲ示セルモノ

ナリ但シ之ヲ我國ニ適用スルトキハ約八割ト見レバ大差ナカルベシ

仕事ノ種類	労働時間	働力(听)	工程(呎听)
荷馬ガ荷物ヲ牽ク場合(平均)	8	120	26000
牡牛ガ荷物ヲ牽ク場合	8	120	17000
馬	8	30	6000
人が自己ノ重量ヲ揚ケル場合(階段梯子ヲ登ル場合)	8	140	4300
人が橈、豎軸轆轤ヲ水平ニ引キ又ハ押ス場合	8	25-60	3200
人が曲柄又ハ卷揚機ノ手柄ヲ回轉スル場合	8	18	2700
人が單滑車及綱ニテ物體ヲ揚ケル場合	8	40	1800

○ 勢(エネルギー)

勢トハ仕事ヲナスノ原因ニシテ働力ノ方ヨリ之ヲ觀レバ勢力ヲ加フルト稱シ又抵抗ノ方ヨリ之ヲ觀レバ仕事ヲナスト云フ勢ヲ加フルト云フモ仕事ヲナスト云フモ結局ハ同一ノ所爲ヲ意味スルモノナリ故ニ勢ノ單位ハ仕事ト同ジク呎听ヲ以テ表示スルモノトス而シテ勢ニハ活勢及潜勢ノ二種アリ

- (一) 活勢(カインetik、エネルギー)(運動勢トモ云フ)トハ運動シツツアル物體ノ具有スル勢ニシテ之ニ或抵抗ヲ與フルトキハ必ズ相當スル仕事ヲナスモノナリ彼ノ飛行中ノ彈丸又ハ落下シツツアル鐵錘ノ如キ皆此活勢ヲ有スルモノトス

- (二) 潜勢(ポテンシアル、エネルギー)(位置勢)トハ其物體が位置ノ關係ニヨリテ有スル勢ニシテ壓縮空氣卷キタル發條其他火藥石炭等ハ皆此ノ潜勢ヲ有ス

○ 仕事ノ、(プリンシプル オブ ウォーク)

凡ソ物體ニ若干ノ勢ヲ加フルトキハ必ズ之ト同量ノ仕事ヲナスモノナリ之ヲ仕事ノ原則ト稱ス

仕事ノ原則ハ即チ勢ノ不滅説ヲ機械學上ニ應用セルモノニシテ此原則ヲ研究スルニ二ノ場合アリ

- (一) 働力ト抵抗ト平準スル場合 此時ハ機械停止スルカ或ハ一旦發動セル上ハ等速度ヲ以テ働力ノ繼續スル間運動ス可シ故ニ此場合ニ於ケル仕事ノ原則ヲ式ニテ表ハス時ハ

加ヘタル勢 = 仕途ゲタル仕事 = (有効仕事) + 無効仕事

- (二) 働力ト抵抗ト平準セザル場合 此時ハ機械或ハ加速度ヲ以テ運動ス可シ例ヘバ機械ノ運動ヲ始メ又ハ終ラントスル際其速度變化スルガ如シ此場合ニ於ケル仕事ノ原則ヲ式ニテ表ハス時ハ

加ヘタル勢 = (有効仕事) + (無効仕事) + (活勢ノ變更)

○ 機械(マシーン)

機械トハ運動ヲ制限シ天然勢ヲシテ一定ノ仕事ヲナサシメ得ベキ装置アル抵抗性物體ノ組合セヲ稱フ、其目的トスル所ハ天然勢ヲ適宜ニ變更シテ所要ノ仕事ヲ成就スルニ在リ機械ノ作用ヲ研究スルニハ左ノ三項ニ就テ吟味スルヲ要ス

- (一) 力比(フォースレシヨ)力比トハ機械ニ於ケル力ノ増

減ノ割合即チ抵抗力ト働力トノ比ヲ云フ又之ヲ一ニ機械ノ利益、メカニカル、アドヴァンテージト稱ス

$$\left. \begin{array}{l} Q = \text{抵抗力} \\ P = \text{働力} \end{array} \right\} \text{トスレバ 力比} = \frac{Q}{P}$$

- (二) 速比(ヴェロシチーレシヨ)速比トハ機械ニ於ケル速度ノ變化スル割合即チ抵抗力及働力ノ速度ヲ云フ

$$\left. \begin{array}{l} v = \text{抵抗力ノ速度} \\ V = \text{働力ノ速度} \end{array} \right\} \text{トスレバ 速比} = \frac{v}{V}$$

- (三) 効率(エフィシエンシー) 効率トハ機械ガ勢ヲ消耗スル割合即チ有効仕事ト加ヘタル勢トノ比ヲ稱ス機械若シ少シノ損耗ナキモノトスレバ此値ハ一個ニ等シ然レトモ實際ハ多少無効ノ仕事ヲナスヲ以テ効率ハ常ニ一個ヨリ小ナリ此値ノ一個ニ接近スル程其機械ハ完全ナルモノトス故ニ効率ノ多少ハ機械ノ良否ヲ決定ス可キ一大要件ナリトス

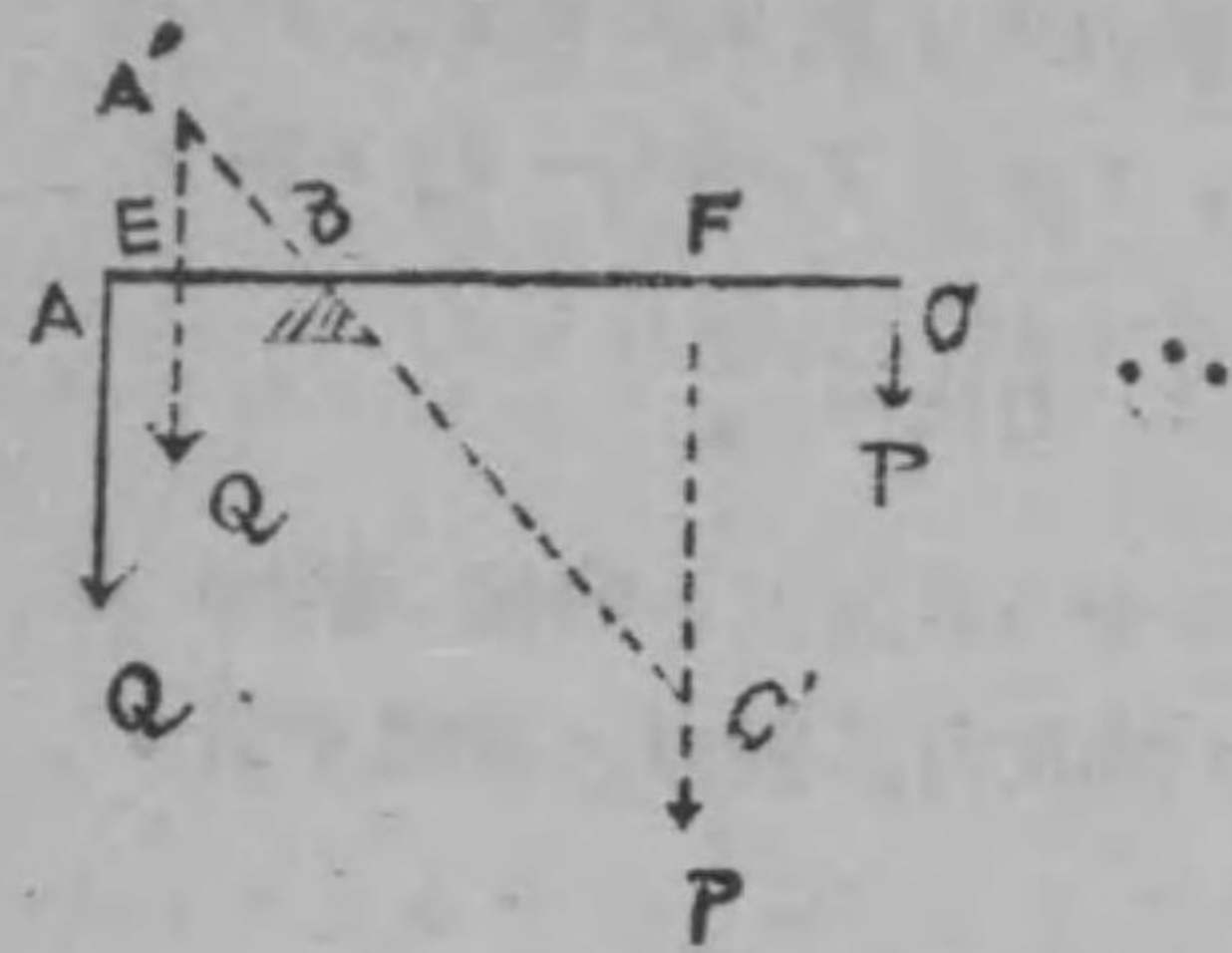
$$\left. \begin{array}{l} U = \text{有効仕事} \\ E = \text{加ヘタル勢} \end{array} \right\} \text{トスレバ 効率} = \frac{U}{E}$$

以上ノ三項ヲトリテ之ヲ次ニ示ス單一機械ニ就テ研究ス可シ但シ働力ト抵抗力ト平準セル場合ニシテ無効仕事ハナキモノト假定ス

○ 單一 械

單一機械ニ於テ主ナルモノヲ槓杆、斜面、輪及軸、滑車螺旋等トス然レトモ其作用ヲ研究スルトキハ畢竟槓杆ト斜面トノ變形ニ過ギズ而シテ如何ニ複雑セル機械ト雖モ要スルニ皆此等ノ者ノ一個乃至數個ヲ組合セタルモノニ外ナラザルナリ

- (一) (レヴァー) 圖ニ於テ P ヲ働力 Q ヲ抵抗力トシ且ツ BC = a, AB = b トスレバ



$$\frac{FC'}{EA'} = \frac{a}{b}, \quad P \times a = Q \times b,$$

$$= \frac{Q}{P} = \frac{a}{b}$$

$$\text{速比} = \frac{EA'}{FC'} = \frac{b}{a}$$

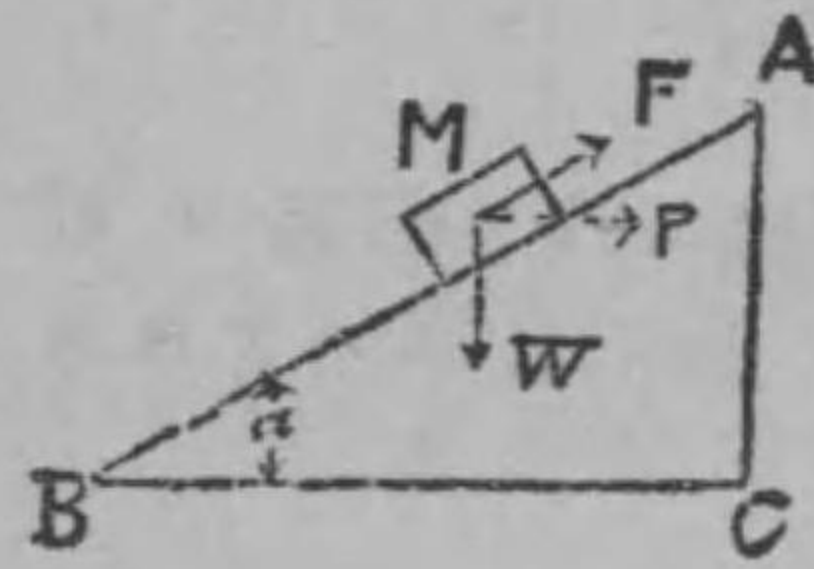
$$\text{効率} = \frac{Q \times FA'}{P \times FC'} = \frac{Q \times b}{P \times a}$$

$$= \frac{a}{b} \times \frac{b}{a} = 1$$

摩擦其他ノ無効仕事ナキモノト假定セルヲ以テ効率ハ常ニ一個ナリ且ツ其値ハ力比ト速比トノ相乗積ニ等シ

$$\text{効率} = (\text{力比}) \times (\text{速比})$$

(二) 斜面(インクラインド、プレーン) 圖ニ於テ Fヲ働カシメ Mノ物體ヲ引揚ゲントス故ニ此場合ニ於ケル抵抗力ハ其物體ノ重量 W ナリ



$$F \times BA = W \times CA, \quad \therefore \text{力比} = \frac{W}{F}$$

$$= \frac{BA}{CA} = \frac{1}{\sin \alpha}$$

$$\text{速比} = \frac{CA}{BA} = \sin \alpha,$$

$$\text{効率} = \frac{1}{\sin \alpha} \times \sin \alpha = 1$$

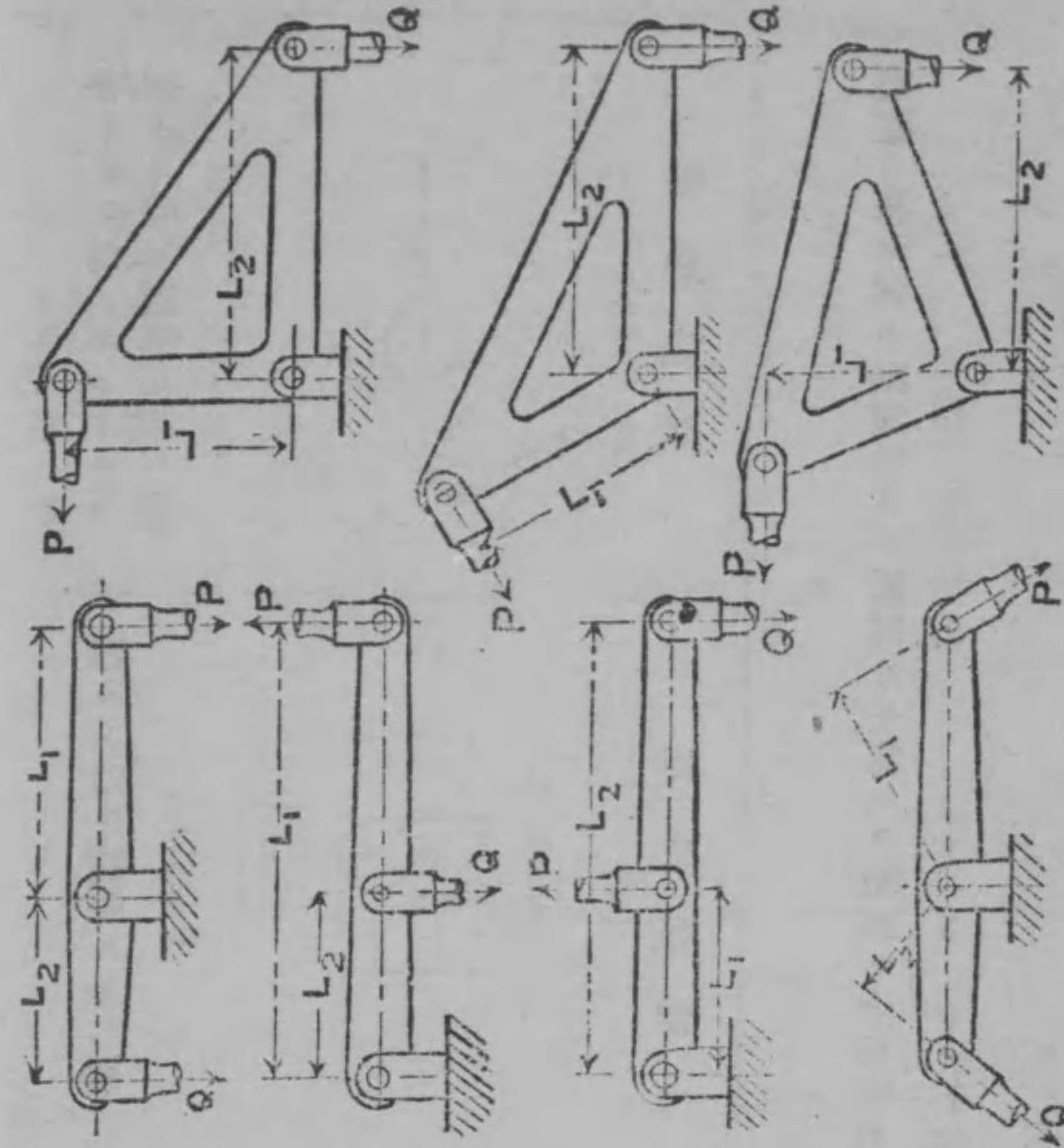
(第二) Pガ水平面ト平行シテ働ク場合

$$P \times BC = W \times CA$$

$$\therefore \text{力比} = \frac{W}{P} = \frac{BC}{CA} = \frac{1}{\tan \alpha'}$$

$$\text{速比} = \frac{CA}{BC} = \tan \alpha'$$

$$\text{効率} = \frac{1}{\tan \alpha'} \times \tan \alpha' = 1$$



○ 槓ノ應用

圖ニ於テ

P = 行力, Q = 抵抗力

L₁ = 支點ヨリ抵抗力點迄ノ

長さ

L₂ = 支點ヨリ行力點迄ノ長

サ

$$P \times L_1 = Q \times L_2, \quad P = \frac{Q \times L_2}{L_1},$$

$$Q = \frac{P \times L_1}{L_2}$$

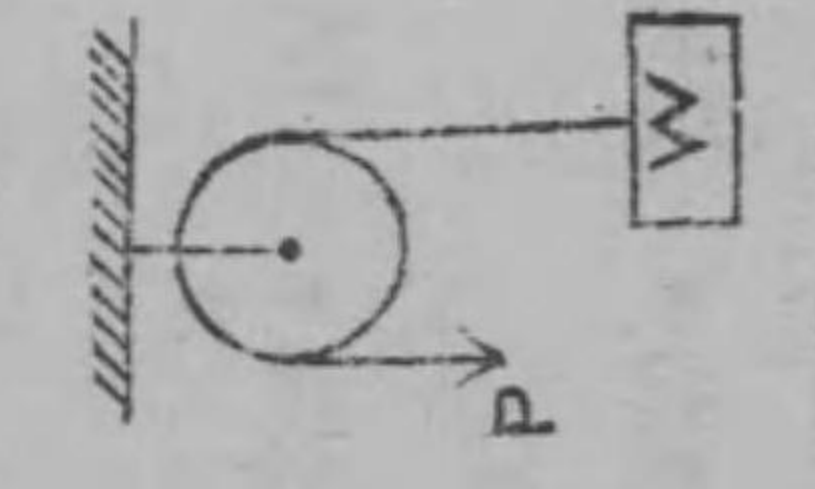
P, Q二力ガ同一方向ニ平行ナルトキハ支點上ニ加ハル力ハ P+Q 又其方向相反スルトキハ P-Q 或ハ Q-P

P, Q 二力が支点上ニ直角ヲナストキハ支点上ニ加ハル力ハ $\sqrt{P^2 + Q^2}$ 又直角ヲナサハ
トキハ示力平行方形ニ於ケル合成力トス

(2) 滑車 (プウレ-)

滑車ハ小形ノ圓板即チ車ニシテ其中心ヲ貫通セル軸上ニ廻轉スル様装置シ又其軸ハ兩端ノ
擔架ニヨリ支ヘラル

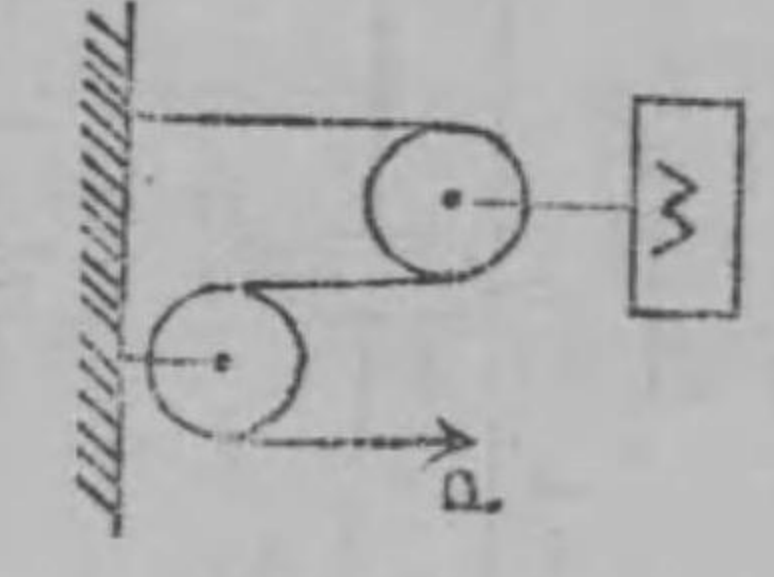
固定滑車 (1)



$P = W$

行力ニ損益ナク只其方向
ヲ變スルノミ

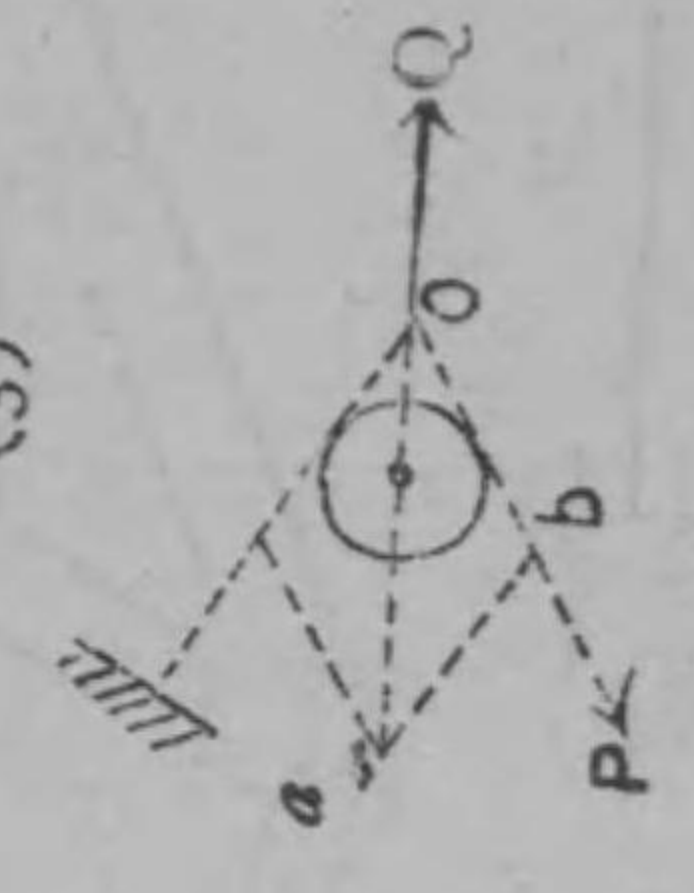
移動滑車 (2)



$P = \frac{1}{2}W$

圖ノ如ク索繩平行ナル場
合

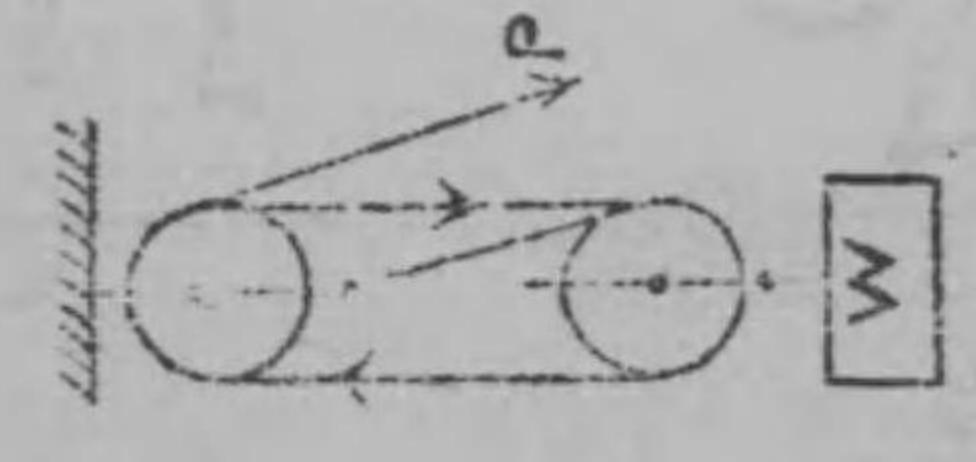
移動滑車 (3)



$Oa = Q, Ob = P.$

圖ノ如ク索繩が或ル角度
ヲナストキハ示力平行方
形ニ依テ求ム

複滑車 (4)



n = 下方滑車ノ車輪ノ數

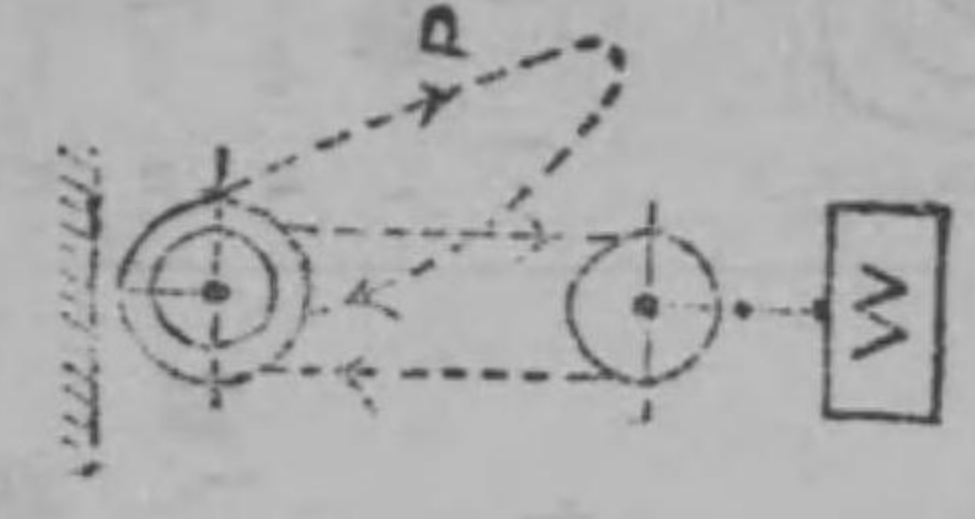
$P = \frac{W}{2n}$

索繩ノ一端が上方ノ滑車
ニ結付ケラレアルトキ

$P = \frac{W}{2n + 1}$

全上, 下方滑車ニ結着セ
ラレアルトキ

威氏滑車 (5)



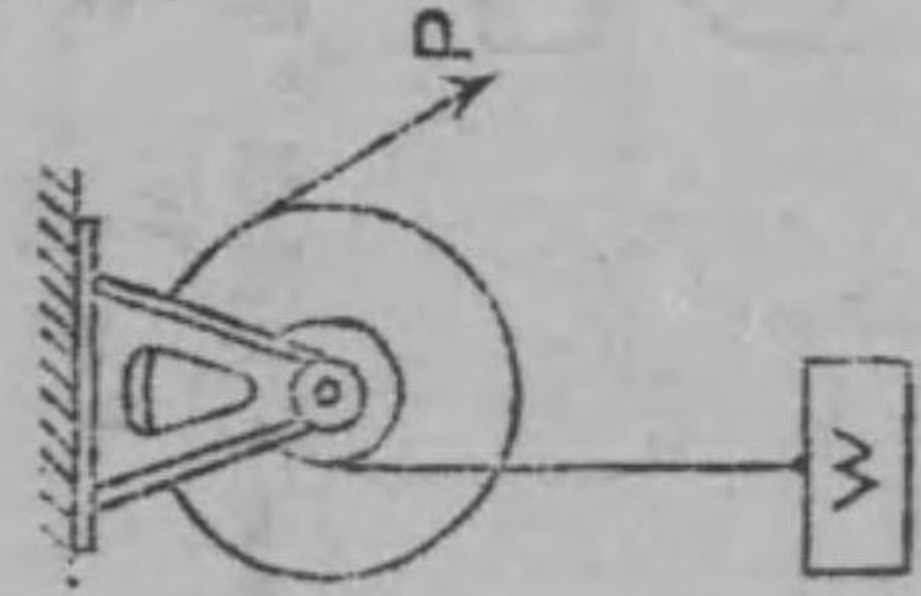
R = 上方滑車ノ大車輪ノ半徑

r = " " " 小車輪ノ半徑

$\frac{P}{W} = \frac{R-r}{2R}$

(3)

輪及軸



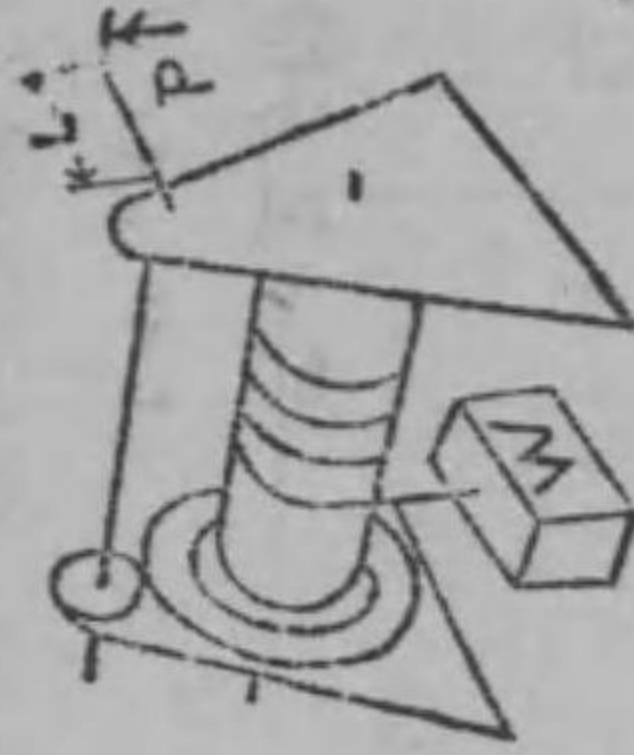
R = 輪ノ半徑
r = 軸ノ半徑
 $P \times R = W \times r$

扛重機



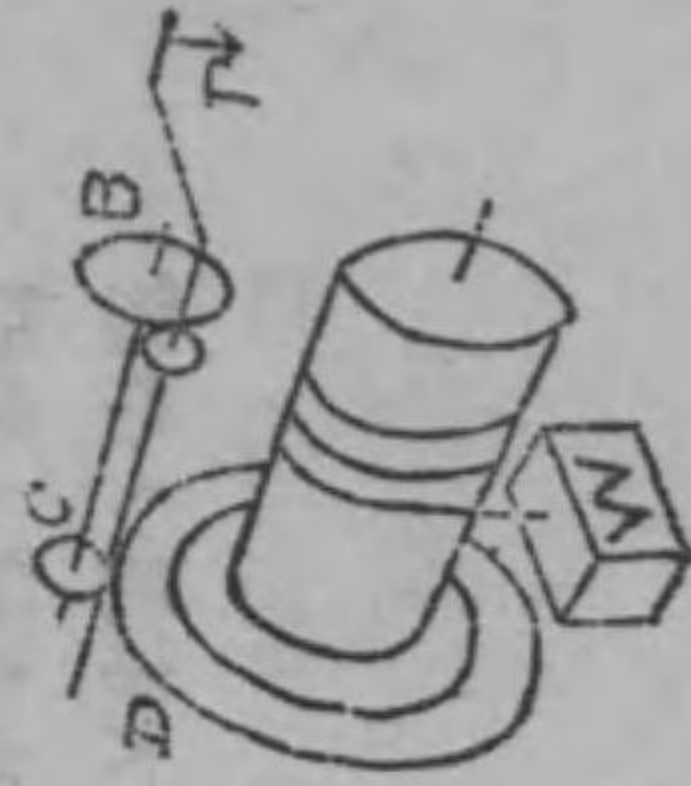
L = 曲肱腕ノ長サ
r = 卷胴ノ半徑
 $P \times L = W \times r$

單式扛重機



L = 曲肱腕ノ長サ
r = 卷胴ノ半徑
 $n_1 =$ 小齒車ノ齒ノ數
 $n_2 =$ 齒車ノ齒ノ數
 $\frac{P}{W} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{r}{L}$

複式扛重機

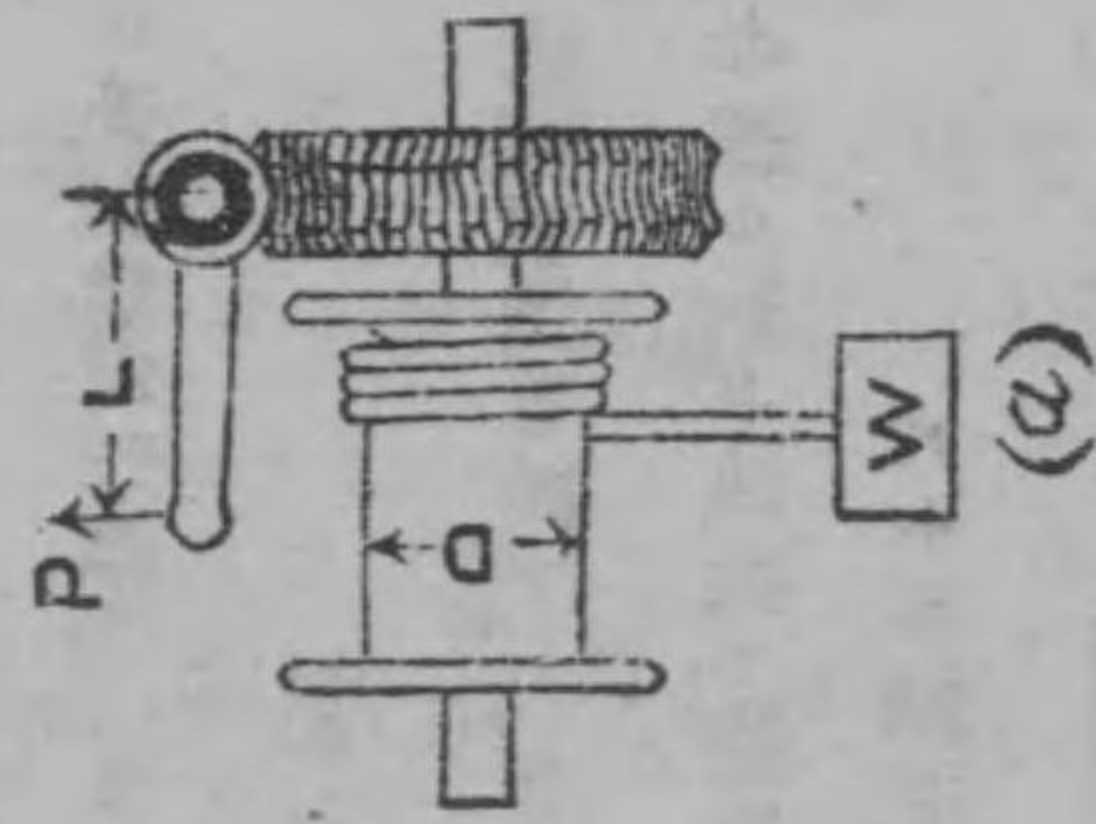


L = 曲肱柄ノ長サ
r = 卷胴ノ半徑
 $n_1 =$ A 小齒車ノ齒ノ數
 $n_2 =$ B 齒車ノ齒ノ數
 $n_3 =$ C 小齒車ノ齒ノ數
 $n_4 =$ D 齒車ノ齒ノ數
 $\frac{D}{N} = \frac{n_1}{n_2} \times \frac{n_3}{n_4} \times \frac{r}{L}$

挺及斜面ノ應用

螺齒棒及螺齒車

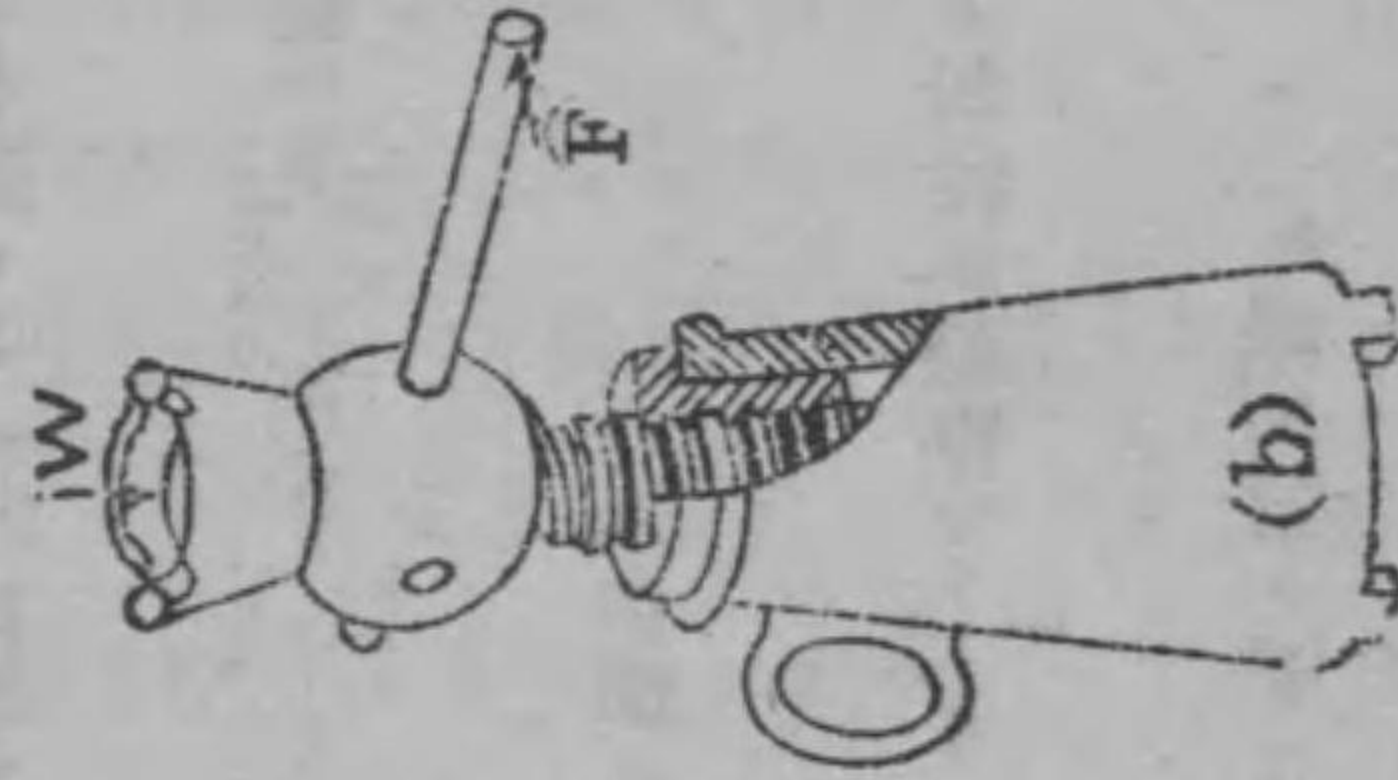
(1)



P = 行力
n = 齒車ノ齒ノ數

螺螺旋起重機

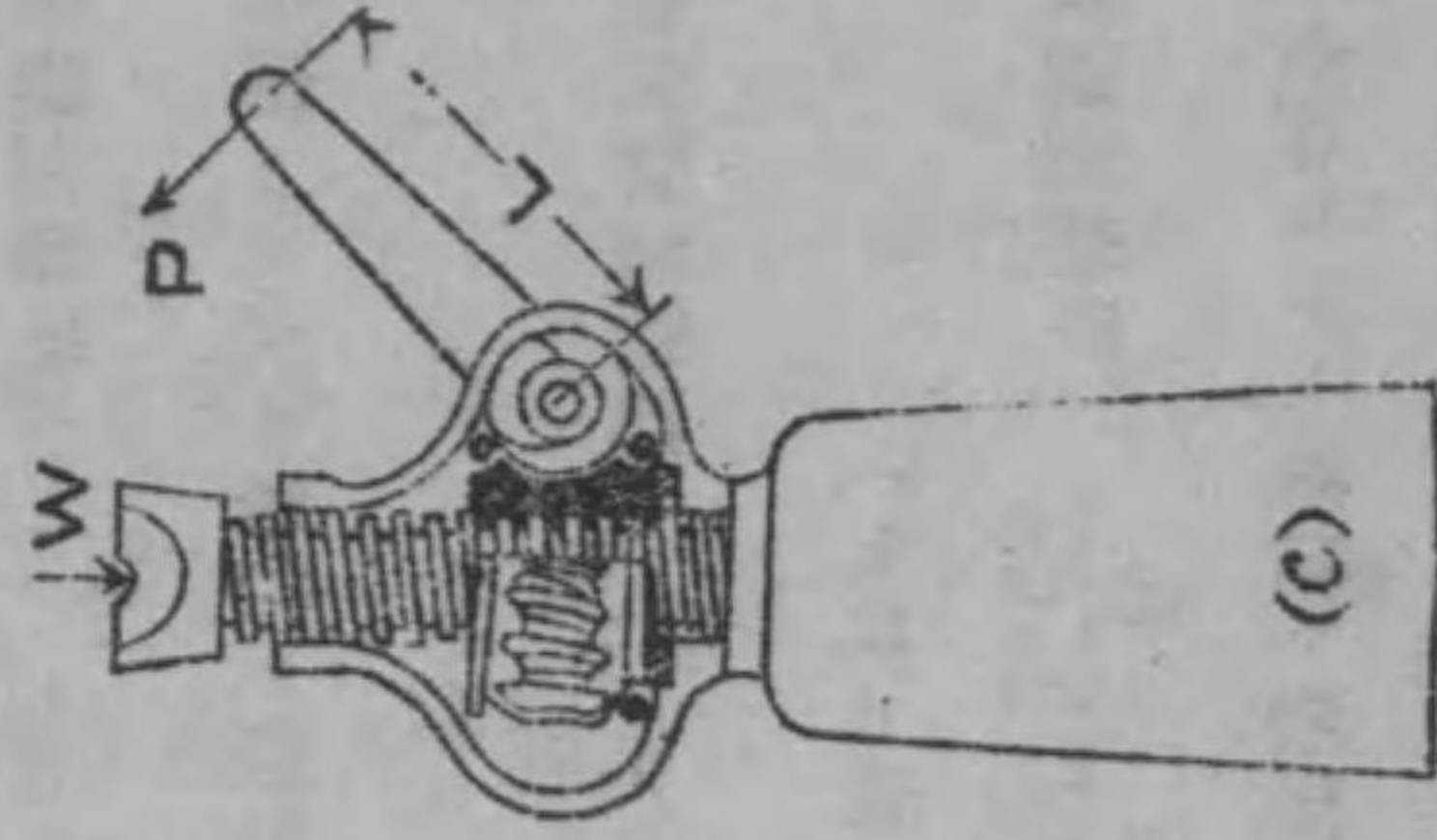
(2)



P = 螺旋ノ節, F = 行力

螺齒棒及螺齒車ヲ有スル起重機

(3)



P = 螺旋ノ節, F = 行力

★ 纏

螺齒棒ハ螺齒車ノ一回轉ヲ
ナス間ニ n 回轉ヲナス若
シ復螺齒ナルトキハ

$$\frac{n}{2} \text{ 回轉ヲナス}$$

(摩擦ヲ計算セザル場合)

$$\frac{P}{W} = \frac{D}{2Ln} \text{ (單螺旋螺齒棒ニ於テ)}$$

$\frac{P}{W} = \frac{D}{L \cdot n}$ (復螺旋螺齒棒ニ於テ)

(摩擦ヲ計算ニ入ル、トキ)

$$\frac{P}{W} = \frac{3D}{2Ln} \text{ (單螺齒棒ノトキ)}$$

$$\frac{P}{W} = \frac{2D}{L \cdot n} \text{ (復螺齒棒ノトキ)}$$

L=螺旋軸ノ中心ヨリ行力
點ニ至ル挺ノ長サ

點ニ至ル挺ノ長サ

$$\frac{F}{W} = \frac{P}{2\pi L} \text{ (摩擦ヲ計算セザル場合)}$$

ル場合)

$$\frac{F}{W} = \frac{7P}{2\pi L} \text{ 乃至 } \frac{3.5P}{2\pi L} \text{ (摩擦ヲ計算ニ入ル、場合)}$$

ヲ計算ニ入ル、場合)

n =螺齒車ノ齒ノ數

(摩擦ヲ計算セザル場合)

$$\frac{F}{W} = \frac{P}{2\pi Ln} \text{ (單螺旋螺齒棒ニ於テ)}$$

$$\frac{F}{W} = \frac{P}{\pi Ln} \text{ (復螺旋螺齒棒ニ於テ)}$$

(摩擦ヲ計算ニ入ル、場合)

$$\frac{F}{W} = \frac{1.5P}{2\pi Ln} \text{ (單螺旋螺齒棒ニ於テ)}$$

$$\frac{F}{W} = \frac{3.0P}{\pi Ln} \text{ (復螺旋螺齒棒ニ於テ)}$$

○ 物體ノ活勢

物體ノ働カト抵抗力ト平準セザルニノ場合アリ

(第一) 直線運動ノ場合 今重量 W 听チ有スル動體外力ノ作用ヲ受ケテ其速度ヲ v_1 ヨリ v_2 ニ變化スル時ハ其活勢ニ與ヘタル變化ハ

$$\frac{Wv_2^2}{2g} - \frac{Wv_1^2}{2g} = \frac{W}{2g}(v_2^2 - v_1^2) \text{ 此式ニ於テ}$$

- (1) $v_2 > v_1$ 此時ハ物體ノ活勢増加ス
 - (2) $v_2 = v_1$ 此時ハ物體ノ活勢變化セズ
 - (3) $v_2 < v_1$ 此時ハ物體ノ活勢負ニシテ即チ減少ヲ表ハス
- 依テ今 P チ 働カ Q チ 抵抗力トシ且ツ物體(等速度ナラザル時) P ノ爲ニ x 呎動カサレタリトスル時ハ

$$Px - Qx = \frac{W}{2g}(v_2^2 - v_1^2), \quad Px = Qx + \frac{W}{2g}(v_2^2 - v_1^2),$$

上式ハ働カト抵抗力ト平準セサル場合ヲ表ハスモノナリ即チ加ヘタル勢力ハ仕途ゲタル仕事ト、勢ノ變化トノ和ニ等シ但シ式中 v_1 ハ働カヲ加ヘサル前ノ速度 v_2 ハ加ヘタル後ノ速度トス

(第二) 圓運動ノ場合 物體ガ一ノ心軸ニ就キテ回轉スル時ハ其各分子ノ速度ハ中心軸ヨリノ距離如何ニヨリテ皆差アリ故ニ此場合ニ於テ其物體ノ全活勢ヲ

求△ルニハ先ツ之ヲ組織スル各分子ニ就キテ一々之ヲ測定シ然ル後其總和ヲ求メサル可ラズ今各分子ノ重量ヲ w_1, w_2, w_3, \dots トシ其速度ヲ v_1, v_2, v_3, \dots トスル時ハ所要ノ活勢 E_k ハ

$$E_k = \frac{w_1}{2g} v_1^2 + \frac{w_2}{2g} v_2^2 + \frac{w_3}{2g} v_3^2 + \dots$$

今此回轉體ノ角速度ヲ θ トシ中心軸ヨリ各分子ニ至ル距離ヲ r_1, r_2, r_3, \dots トスル時ハ線速度ト角速度トノ間ニ $v_1 = \theta r_1, v_2 = \theta r_2, v_3 = \theta r_3, \dots$ 等ノ關係アリ依テ上式ヲ變化スルコト次ノ如シ

$$E_k = \frac{w_1}{2g} \theta^2 r_1^2 + \frac{w_2}{2g} \theta^2 r_2^2 + \frac{w_3}{2g} \theta^2 r_3^2 + \dots$$

$$= \frac{\theta^2}{2g} (w_1 r_1^2 + w_2 r_2^2 + w_3 r_3^2 + \dots) = \frac{\theta^2}{2g} \Sigma w r^2$$

上式ノ $\Sigma w r^2$ ヲ稱シテ之ヲ其中心軸ニ就テノ慣性力率ト云ヒ通例 I ヲ以テ之ヲ表ス依テ更ニ次式ノ理アリ

$$E_k = \frac{\theta^2}{2g} \times I$$

○ 轉車ノ活勢

フライホイール
勢車ノ活勢ヲ略算スルニハ其輪周ノミニ就テ之ヲ求メ臂及轂ハ算入セスシテ可ナリ(精密ノ時ハ之ヲ入ル其重量ハ普通輪周ノ三分ノ一乃至四分ノ一トス)今輪周ノ重量ヲ W 平均半徑又ハ環動半徑)ヲ R 呎一分間ノ回轉數ヲ N トスル時ハ

$$E_k = \frac{\theta^2}{2g} w R^2 = \frac{I}{2g} \left(\frac{2\pi N}{60} \right)^2 \times w R^2 = 0.0001714 N^2 w R^2$$

○ 慣性力率(モーメント、オブ、イナーシャ)

或軸ニ關スル物體ノ慣性力率トハ其物體ヲ組織スル各質點ノ重量ニ軸ヨリ其質點ニ至ル距離ノ自乗ヲ乘シタルモノ、代數的總和ヲ稱ス同様ニ又或軸ニ關スル表面ノ慣性力率トハ其所與ノ表面ヲ組成セル質點ノ面積ノ軸ヨリ其質點ニ至ル距離ノ自乗ヲ乘シタルモノ、代數的總和ヲ云フ依テ今各質點ノ重量ヲ w_1, w_2, w_3, \dots 其表面積ヲ a_1, a_2, a_3, \dots 軸ヨリノ距離ヲ r_1, r_2, r_3, \dots トシ所要ノ慣性力率ヲ I トスルハ

$$I = w_1 r_1^2 + w_2 r_2^2 + w_3 r_3^2 + \dots = \Sigma w r^2$$

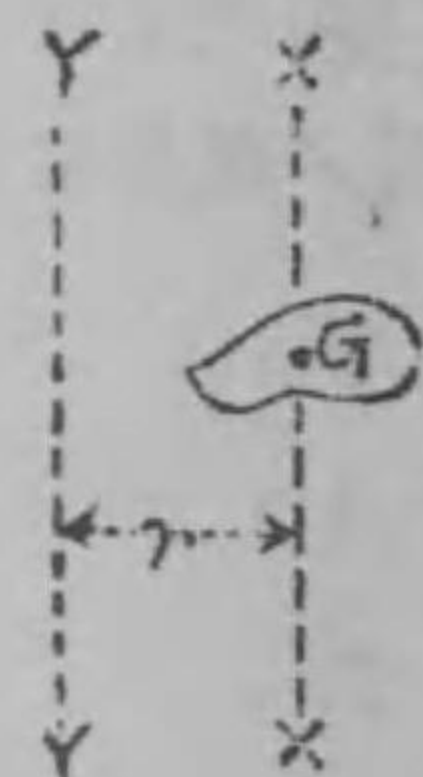
後者ニ在リテハ

$$I = a_1 r_1^2 + a_2 r_2^2 + a_3 r_3^2 + \dots = \Sigma a r^2$$

今或軸ニ關スル物體又ハ表面ノ各部ノ慣性力率ヲ順次ニ I_1, I_2, I_3, \dots トスル時ハ其物體若クハ全表面ノ慣性力率 I ハ次ノ如シ

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

軸若シ表面ニ直角ヲナス時ハ之ヲ極軸(ポーラーアキジス)ト云ヒ此軸ニ關スル慣性力率ヲ極式慣性力率(ポーラー、モーメント、オブ、イナーシャ)ト云フ

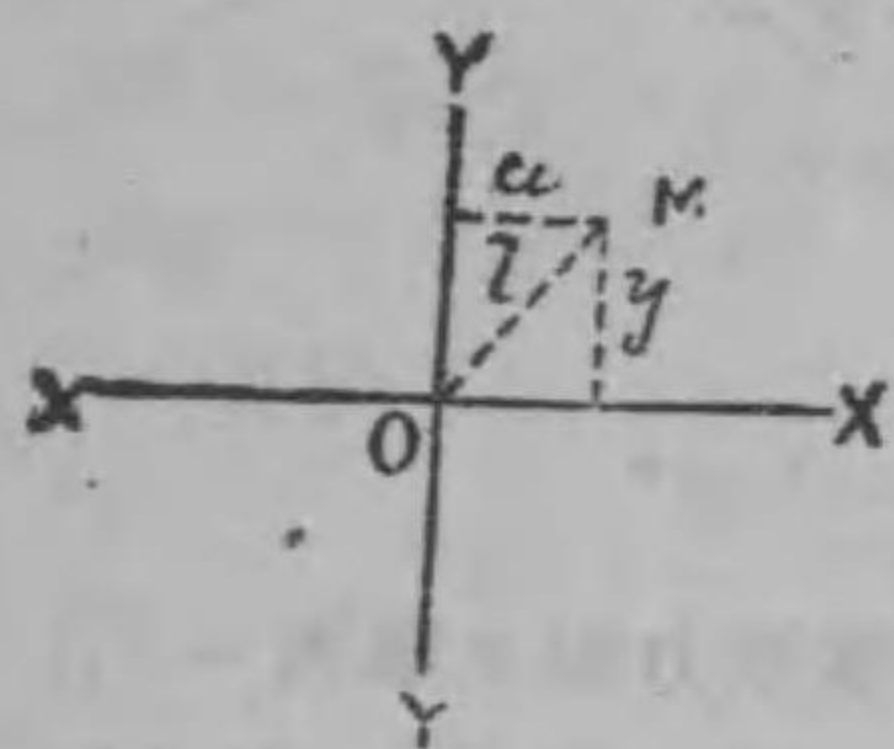


圖ニ於テ X 軸ヲ物體ノ重心 G ヲ通過シテ設ケ之ニ平行シテ r_1 距離ヲトリテ Y 軸ヲ設ク今 X 軸ニ關スル物體若クハ表面ノ慣性力率ヲ I トシ同様ニ Y 軸ニ關スルモノヲ I' トシ W ヲ物體ノ重量 A ヲ表面積トスルトキハ

$$I' = I + W r^2 \dots (1) \quad I' = I + A r^2 \dots (2)$$

(1) Y 軸ニ關スル物體ノ慣性力率ニシテ (2) ハ同ク表面ノ慣性力率ナリ 故ニ重心ヲ通過セザル任意ノ軸ニ關スル慣性力率ハ此軸ニ平行シテ重心ヲ通過セル軸ニ關スル慣性力率ト兩軸間ノ距離ノ自乗ニ全重量ヲ (若クハ全面積) 乘ジタルモノトノ和ニ等シ

次ニ極式慣性力率ニ於テ M 質點トシ其重量ヲ w 表面積ヲ a ト定メ互ニ直交セル XX, YY ノ兩軸ヲ設クル時ハ XY 軸



ニ關スル物體及表面ノ兩慣性力率ハ wy^2, ay^2 ニシテ同様ニ YY 軸ニ關スルモノハ wx^2, ax^2 ナリ今 O ヲ原點トシ O ヨリ M ニ至ル距離ヲ r トスル時ハ極軸ニ關スル M ノ慣性力率ハ夫々 $wr^2 = w(x^2 + y^2)$ 若クハ $ar^2 = a(x^2 + y^2)$ ナリ故ニ任意ノ一點 O ヲ通

過スル軸ニ關スル極式慣性力率ハ其點ヲ通ジテ互ニ直交セル兩軸ニ關シテ求メタル各慣性力率ノ和ニ等シ

○ 環動半徑 ラヂアス、オフ、ジヤイレーション)

物體ノ全重量ヲ W , 表面ノ全面積ヲ A , 慣性力率ヲ I トシ且ツ k ナル長サヲシテ其値ヲ通常ニ選ミテ次ノ二式ノ條件ニ適セシムルトキハ此 k ヲ稱シテ其物體若クハ表面ノ環動半徑(慣性半徑トモ云フ)ト稱ス

$$Wk^2 = I = w_1 r_1^2 + w_2 r_2^2 + w_3 r_3^2 + \dots$$

$$Ak^2 = I = a_1 r_1^2 + a_2 r_2^2 + a_3 r_3^2 + \dots$$

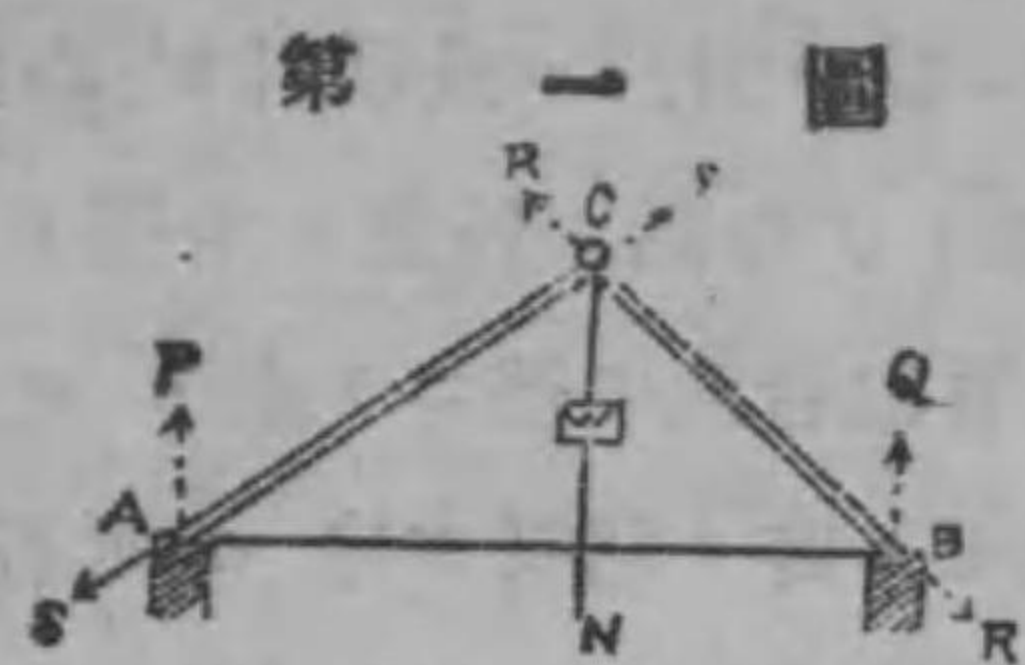
$$\therefore k^2 = \frac{I}{W}, \quad \text{若クハ } k^2 = \frac{I}{A}$$

今工場ニ於テ使用スル圓砥石ニ就テ云ヘバ此砥石ガ心軸ニ就テ回轉スル際其中心軸ト圓周トノ中間ニ任意ノ半徑ヲ設クル時ハ其取方ニ由リテ砥石ノ各質點皆此半徑ニテ畫カレタル圓周上ニ集マリタルモノト見做セル時ノ活勢ガ恰モ砥石全體ノ活勢ト相等シカル可キ半徑ノ存在ナカル可ラズ而シテ此條件ヲ滿ス半徑ハ即チ環動半徑ニ外ナラズ故ニ一般ニ之ヲ云ヘバ慣性力率ヲ其全重量 (又ハ全表面積) ニテ除ス時ハ其全物體 (又ハ全表面) ガ一點ニ於テ集合シタリト見做ス可キ點ヨリ其軸ニ至ル距離ノ自乗ヲ得ベク且ツ其距離ハ即チ所要ノ環動半徑トス

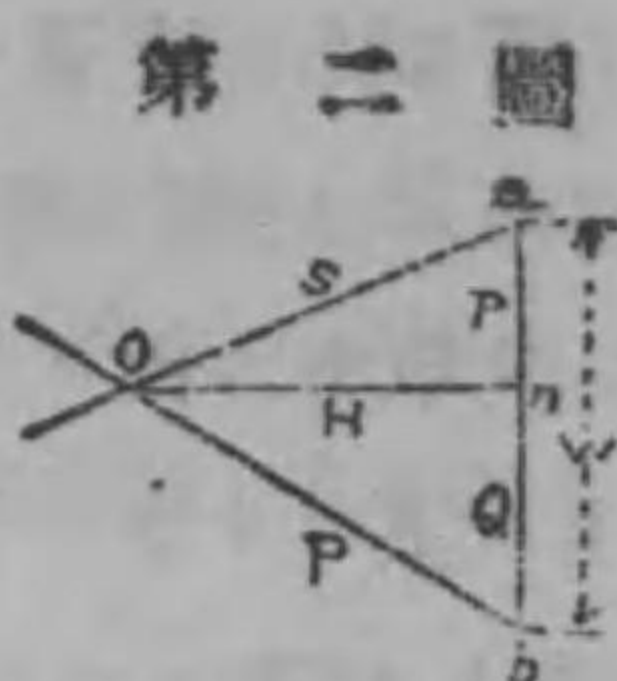
(四) 力學圖解例

吾人ガ日常ノ作業上ニ於テ力ノ方向及數量ヲ計ルニ高等ノ數學ニ由ラズ圖面上ニ於テ直ニ之ヲ表出スルコトヲ得ルモノヲ圖解力學トス其有益ナル諸點ヲ擧グレバ次ノ如シ

- (一) 圖面上ニ於テ直ニ計算シ得ルコト
- (二) 算用上ニテハ殆ンド決定シ難キ程混雜ノ諸力アリト雖トモ此方法ニ依レバ容易ニ其結果力ノ方向及力量ヲ決定シ得ルコト
- (三) 此方法ニ依レバ容易ニ其結果ノ正否ヲ確ムルコトヲ得ルト雖モ算用上ニ於テハ結果ノ正否ヲ確ムルコト能ハサルコト



第一圖



第二圖

以上述ブル所ノ三點ノ普通算用力學ニ優ルコト數等ナリ
 第一圖ノ如キ屋根ニテ AB ハ煉瓦壁ニシテ屋根ノ總重量ヲ支フル所ナリ屋根ノ頂上 C ニ於テ W ナル力量ヲ釣シタルトキハ AC 及 BC ハ壓セラレ AB ハ左右ニ開カントスルノ傾向アルハ一目瞭然タルベシ今此各部ニ受クル所ノ力量ヲ知ラントスルニハ第二圖ノ如ク某縮尺ヲ以テ W ナ代表スベキ ab ナル垂直線ヲ引キ a 點ヨリ CA ニ並行スベキ bo 線ヲ引クベシ ao, bo 兩線ノ相接スル所ヲ o 點トス o 點ヨリ水平即チ ab ニ直角ニ on 線ヲ引クベシ

今 C 點ニ於テ働ク所ノ力ハ W ナル重量ト之ヲ支フル所ノ AC, BC ナル材料ノ反抗力ナリ假リニ AC ノ反抗力ヲ S トシ BC ノ反抗力ヲ R トスルトキハ C 點ノ一定不變ノ位置ヲ保持スル所以ノモノハ W ナル重量ト之ヲ支フル所ノ反抗力 S 及 R ノ相平均スルガ故ナリ若シ反抗力ニシテ W ヨリ弱カラシメバ C 點ハ決シテ一定ノ位置ヲ保ツコト能ハザルナリ

今 A 點ニ於テ働ク所ノ力ハ S ナル壓力ト AB ノ牽引力 H ト之ヲ支フル所ノ壁ノ力即チ P ナリ

又 B 點ニ於テ働ク所ノ力ヲ見ルニ A 點ト同一ノ理由ニ依テ R, H 及之ヲ支フル所ノ Q ナリトス

今 ab ハ W 力ノ方向ト並行シ ao ハ CA ト並行シ on ハ AB

ト並行スルガ故ニ次ノ比例ヲ得ベシ

$$CA : ao :: AN : on :: CN : an$$

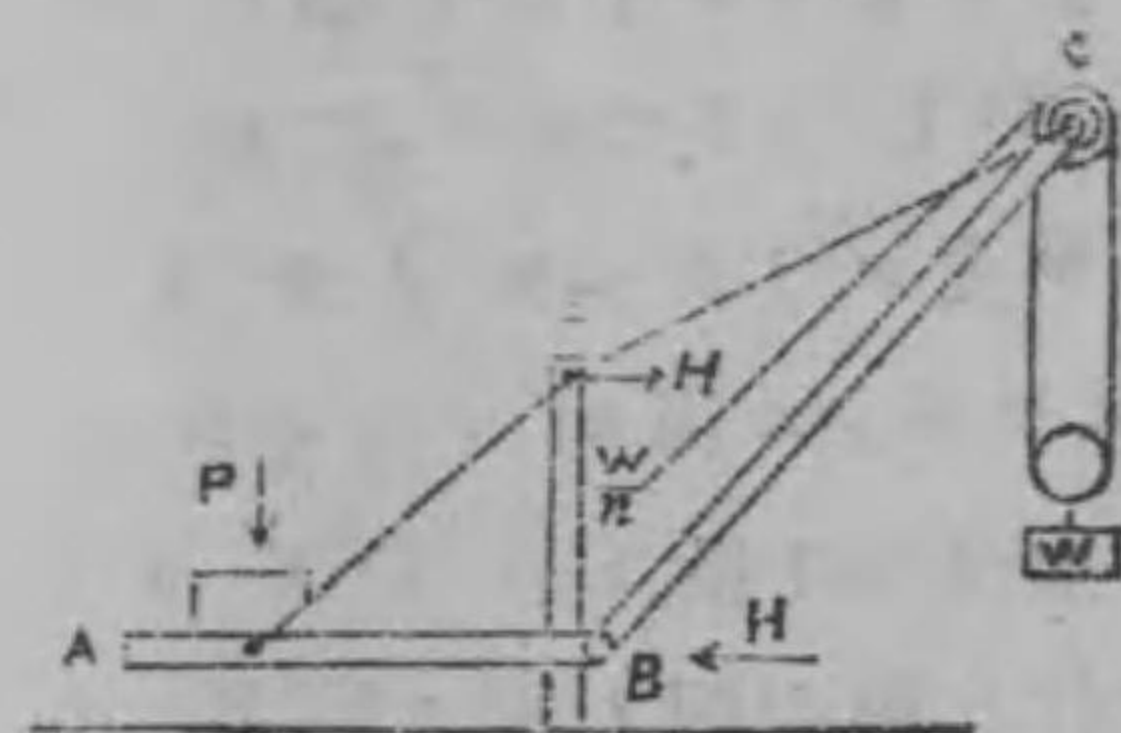
$$CB : ob :: BN : on :: CN : nb$$

$$\therefore CA + BN :: an + nb \quad \therefore AB : on :: CN : ab$$

第二圖ニ於テ ab ノ最初其縮尺ヲ以テ W ナ代表スルモノナレバ同縮尺ヲ以テ ao ハ S, ob ハ R, on ハ H, an ハ P, nb ハ Q ナ代表セサル可ラズ之ヲ稱シテ力ノ多角形ト云フ即チ圖解力學ノ依テ起ル所ナリ

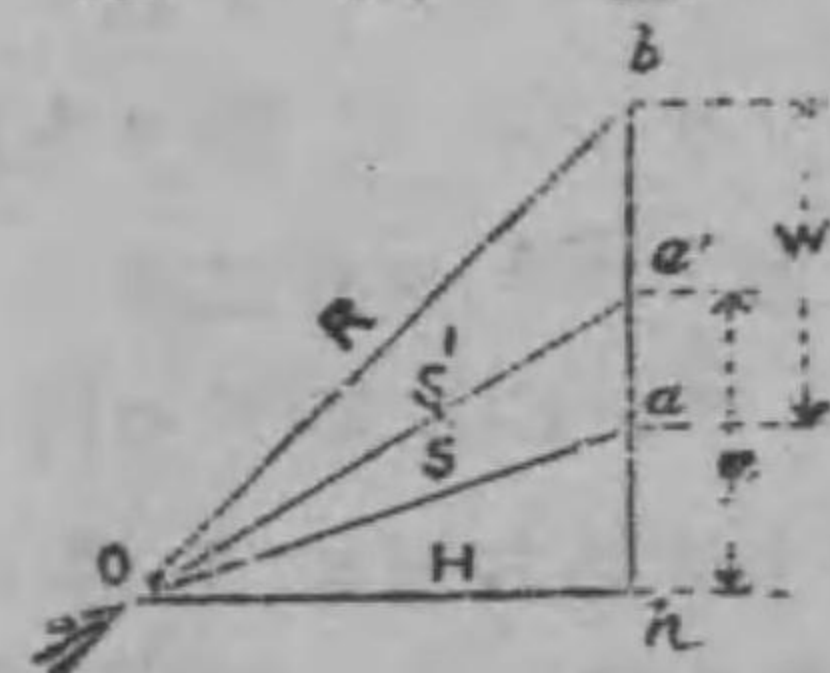
○ 起重機(クレーン)

第三圖



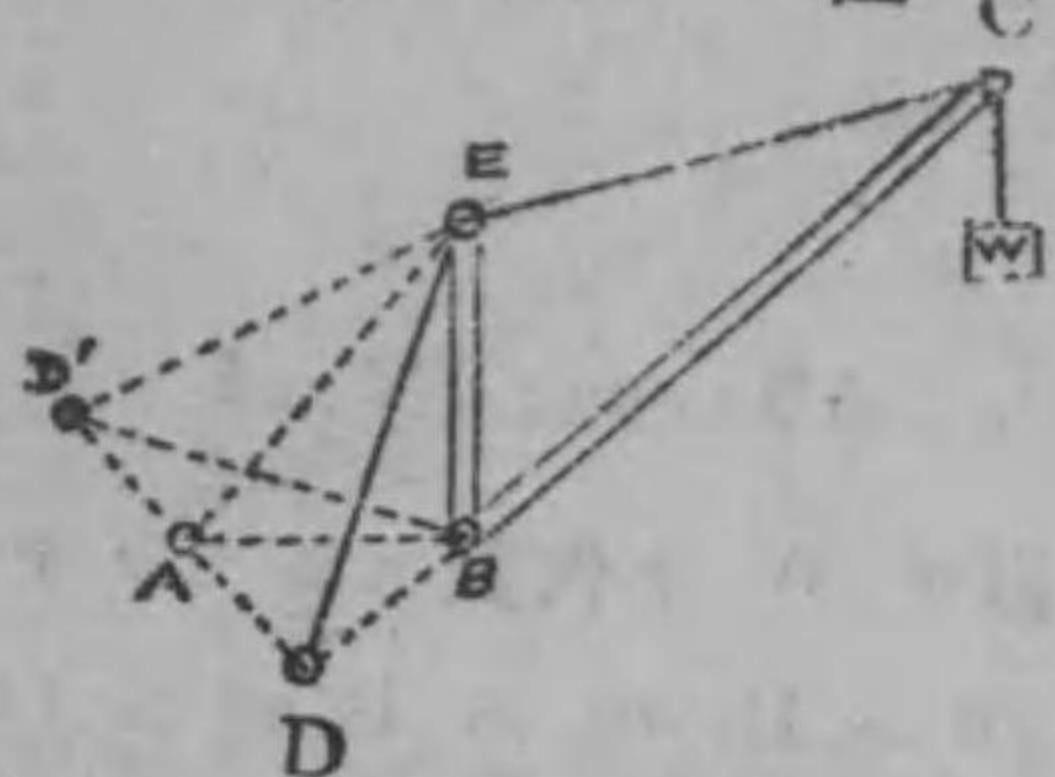
普通艦船ニ用ユル所ノ「クレーン」ハ第三圖ニ示ス所ノ BE ナル「ポスト」BC ナル「ジブ」ト EC ナル「タイ」ノ三者ヨリ成レリ今之ヲ力ノ多角形ニ表ハストキハ boa ノ三角形トス

第四圖



即チ bo ハ W oa ハ EC ノ牽引力 on ハ EC ノ下壓力 on ハ B 點ヲ左方ニ壓シ E 點ヲ右方ニ壓スル所ノ力量ヲ表ハセリ陸上ニ使用スル普通ノ「ポーターブル、クレーン」ハ艦船ニ使用スル如キモノノ外 AB ナル臺ト其臺上ニ P ノ如キ釣合セ重量ヲ備、リ此寫合ニハ AE ニ對スル牽引力ハ第四圖ノ oa'P

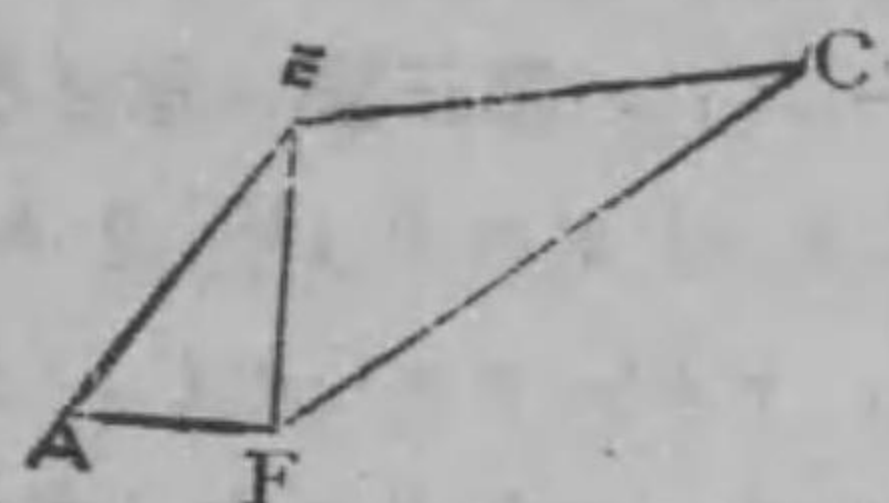
第五圖



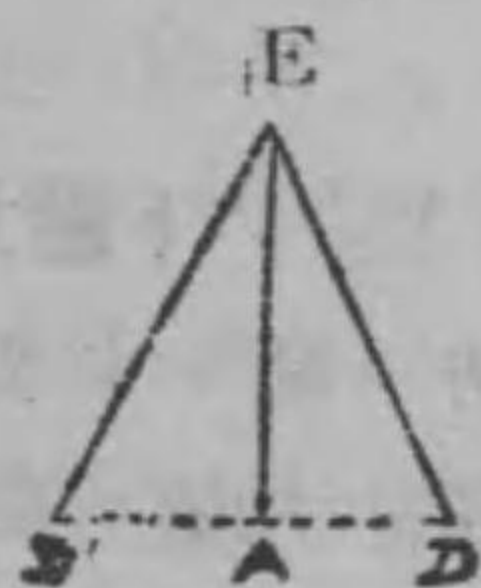
ナル重量ハ $a'n$ ニ於テ代表セラレタリ故ニ AB 臺ニシテ短カケレバ P 重量ヲ増加セサルヲ得ズ之ト反シテ P 重量ヲ減スレバ AB ノ長サヲ増ササル可ラズ

○「デリック」クレーン

第六圖



第七圖



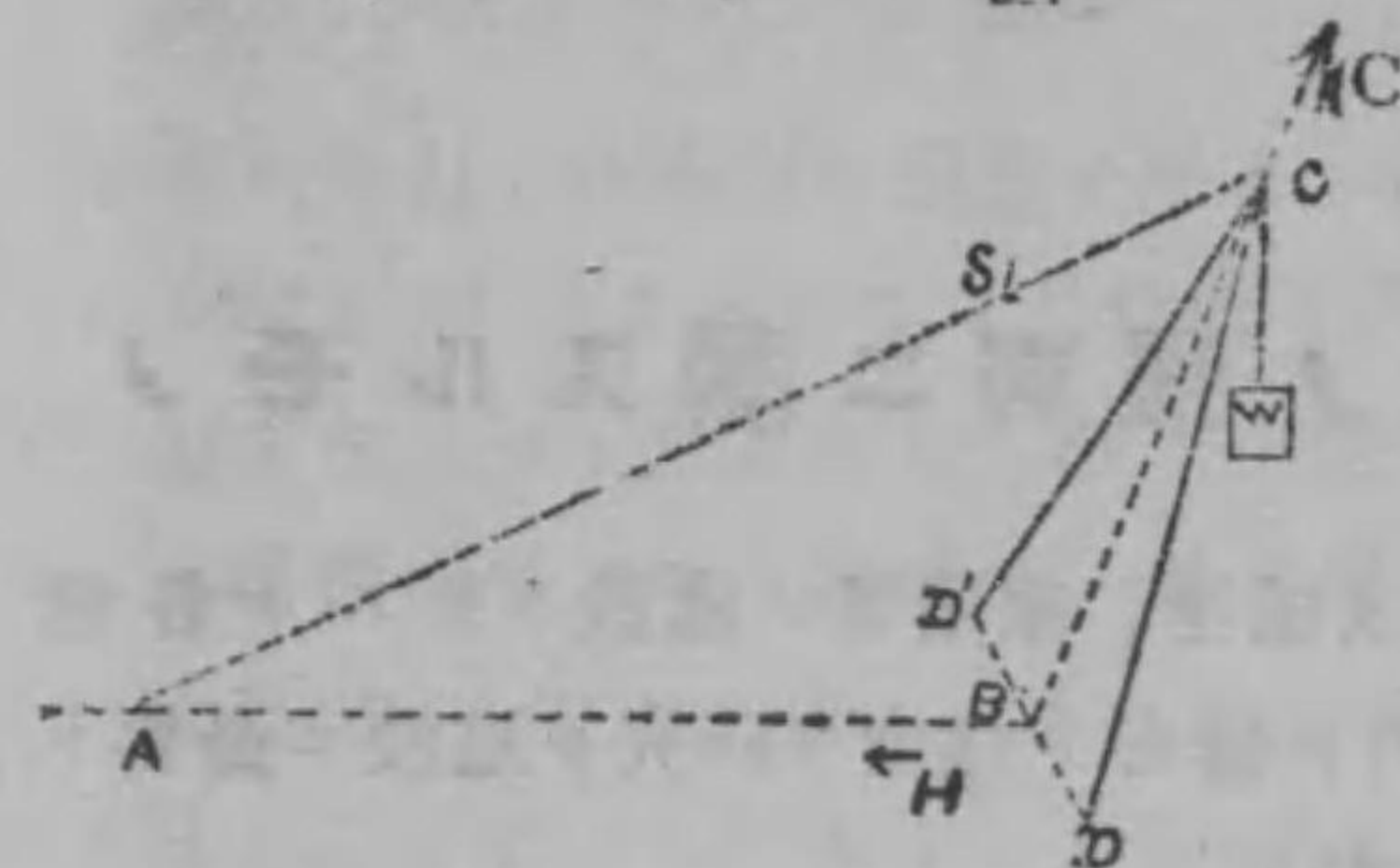
FA ノ力量ヲ以テ基礎トシ更ニ第七圖ヲ畫クベシ即チ第七圖ニ於テ EA ノ力量ヲ表ハス所ノ縮尺ハ又 ED, ED' ニ對スル力量ヲ表ハスナリ

第五圖ニ示ス所ノ「デリック、クレーン」中E點ハ DE 及 D'E ノ「ステー」二本ニ依リテ支エラル、モノナリ此「ステー」ニ係ル「テンション」ヲ知ラント欲セバ DD' ヲ結び付ケ第六圖ノ如ク ECBA 平面ニ於テ EA ヲ引クベシ此 EA ハ ED, ED' ノ代リヲナスモノナレバ E 點ヲ支持スルノ力ハ EA モ亦二本ノ「ステー」ナル ED, ED' モ同一ナリ依リテ第六圖ヨリ得タル

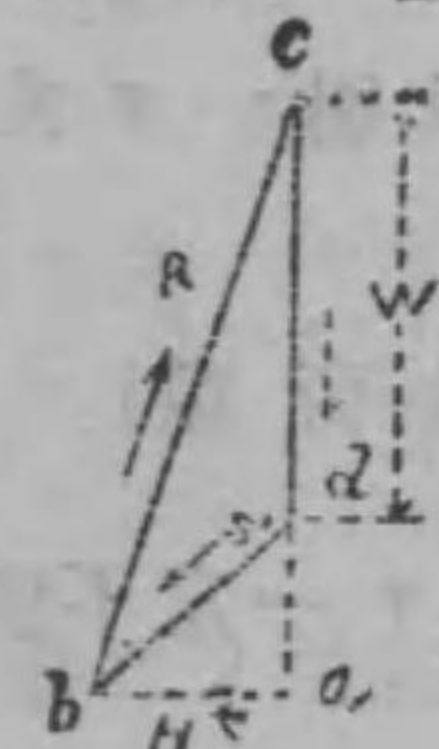
○「シャース、レッグス」

第八圖ニ示ス如キ「シャース、レッグス」ハ CD, CD' ノ如キ支柱ト AC ノ如キ「ステー」ヨリ成リ立ツ所ノモノニシテ重大ナルモノヲ舉揚スルモノニシテ英國ナドニハ百噸以上ヲ揚ケルモノ數多アリト云フ「シャース、レッグス」モ「デリック、クレーン」ノ時ト同シク CD, CD' ノ支柱ニ係ル壓力ノ力量ヲ知ランニハ第九圖ノ如ク Cd ヲ引キ W ヲ表ハシ C 點ヨリ CB ニ並行ニ Cb ヲ引キ d 點ヨリ CA ニ並行ニ db ヲ引クベシ即チ Cb ハ CD 及 CD' 二本ノ支柱ニ對スル力量ヲ表ハシ bd ハ CA ナル「ステー」ニ對スル力量ヲ表ハスモノナリ而シテ第九圖中 H ハ B 點ノ内方ニ押サル力ヲ表ハスモノナリ

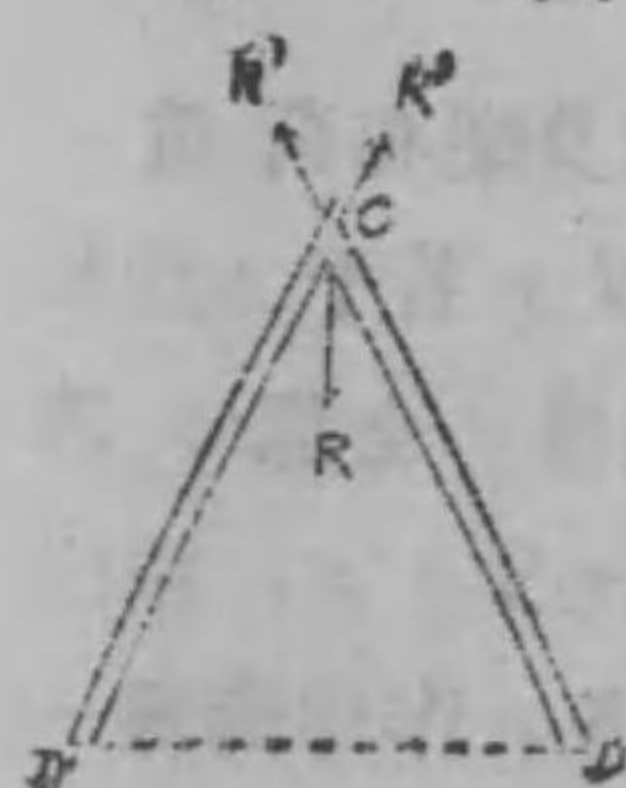
第八圖



第九圖



第十圖



第八圖ニ示ス如キ「シャース、レッグス」ハ CD, CD' ノ如キ支柱ト AC ノ如キ「ステー」ヨリ成リ立ツ所ノモノニシテ重大ナルモノヲ舉揚スルモノニシテ英國ナドニハ百噸以上ヲ揚ケルモノ數多アリト云フ「シャース、レッグス」モ「デリック、クレーン」ノ時ト同シク CD, CD' ノ支柱ニ係ル壓力ノ力量ヲ知ランニハ第九圖ノ如ク Cd ヲ引キ W ヲ表ハシ C 點ヨリ CB ニ並行ニ Cb ヲ引キ d 點ヨリ CA ニ並行ニ db ヲ引クベシ即チ Cb ハ CD 及 CD' 二本ノ支柱ニ對スル力量ヲ表ハシ bd ハ CA ナル「ステー」ニ對スル力量ヲ表ハスモノナリ而シテ第九圖中 H ハ B 點ノ内方ニ押サル力ヲ表ハスモノナリ

第十圖ハ支柱間ノ距離ト其高サヲ表ハス所ノモノニシテ此兩支柱ニ係ル力量ヲ知ルニハ前二件ト同シク第九圖ニ於テ得タル所ノ尺ノ力量ヲ以テ第十一圖ヲ作ルベシ

第十一圖



即ち $dd' \propto R$, $do \propto CD$, $d'o \propto CD'$ 係ル力量ヲ表ハシ $H \propto D$ 及 D' 兩點ノ外方ニ向ツテ開カントスル所ノ力量ヲ表ハスモノナリ

(五) 構造材料ノ強弱ニ關スルモノ

材料強弱トハ機械ノ構成橋梁、家屋等ノ建設ニ要スル各種材料(金屬及木材、石材等)ノ特有ノ強度ヲ研究シ建設ニ必要ナル大サ及形狀ヲ定ムルニ在リ

○ 荷重(ロード)及其種類

荷重トハ或物體上ニ作用スル外力ヲ云ヒ之ヲ大別シテ左ノ二種トス

(第一) 靜荷重(死荷重) (第二) 動荷重(活荷重)

靜荷重 トハ靜止ノ状態ヲ保ツモノニシテ即チ一定不變ノ荷重ヲ云フ

動荷重 トハ運動ノ状態ヲ保ツモノニシテ常ニ種々變化スル荷重ヲ云フ

又其作用スル位置ノ關係上ヨリ之ヲ集合荷重及配布荷重ノ二種ニ區別ス前者ハ架構若クハ材片ノ一點上又ハ若干ノ距離ヲトリテ數點上ニ作用スルモノヲ云ヒ後者ハ架構ノ全部ニ涉リ連續シテ作用スルモノヲ云フ次ニ之等荷重ヲ分チテ 破壞荷重及使用荷重(安全荷重)ノ二種トス即チ前者ハ作用荷重ノ

爲メニ架構若クハ材片ガ將ニ破壞セントスル最大荷重ヲ云ヒ後者ハ荷重ガ再三反覆シテ作用スルモ其架構若クハ材片ガ充分能ク之ニ耐ヘ致テ破壞ノ憂ナキ場合ニ於ケル荷重ヲ云フ

○ 應力(ストレッズ)及其變形

物體ガ外力ノ作用即チ荷重ヲ受クル時ハ其形狀ヲ變化セントスル傾向ヲ生スベク從テ其物體ノ内部ニハ之ニ抵抗セントスル力ヲ生スベシ其抵抗力ヲ稱シテ應力ト云フ應力ヲ測定スルニハ通例一平方吋ニ付又ハ噸ヲ用フ

物體外力ノ作用ヲ受クル時ハ架構又ハ材片ハ多少爲メニ形狀及大小ヲ變ズルニ至ルベシ其變形ヲ稱シテ應力變形ト云フ應力變形若シ張力又ハ壓縮力ニ由リテ生ズル時ハ荷重ヲ加ヘサル以前ノ材片ノ原長ト加ヘタル後ノ長サノ増減(伸長又ハ短縮)トノ比ヲ以テ之ヲ測定シ若シ剪斷力ニ由リテ生スル時ハ荷重ヲ加ヘサル以前ニ於ケル其材片ノ原形ノ一邊ト加ヘタル後ニ於ケル其傾斜セル一邊ト爲ス角ノ正切ヲ以テ之ヲ測定ス

○ 應力ノ種類

應力ヲ分チテ通常左ノ五種トスルモ就中第一ヨリ第三迄ヲ其主要ナルモノトス

- | | |
|----------|----------|
| (第一) 應張力 | (第二) 應壓力 |
| (第三) 應剪力 | (第四) 應折力 |
| (第五) 應扭力 | |

(第一) 應張力 トハ外力ガ材片上ニ作用シテ其分子ヲ軸線ニ平行ナル方向ニ際離セシメントスル傾向アル場合ニ其材

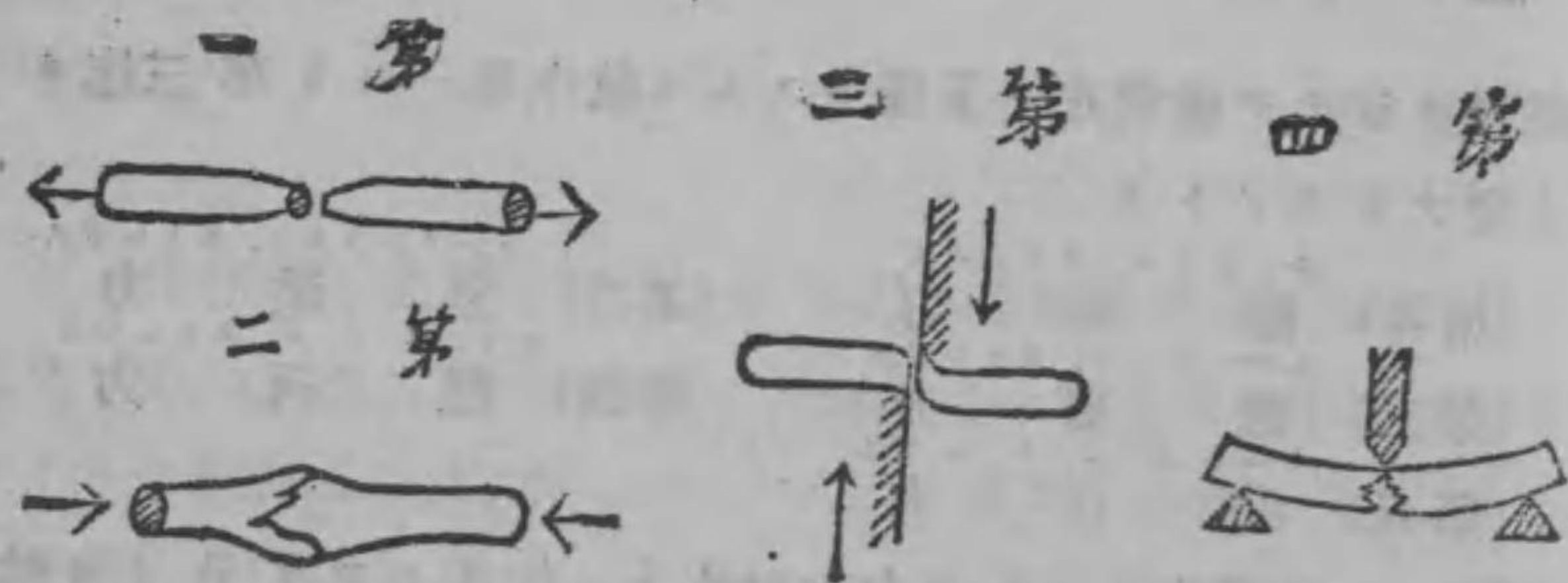
片ノ分子中ニ生ズル抵抗力ヲ云フ換言スレバ材片ヲ引延バサントスル力ノ作用スルトキ分子ニ起ル應力ヲ云フ

(第二) 應壓力 トハ作用スル外力ガ材片中ノ分子ヲ其軸線ノ方向ニ壓縮セントスル傾向アル場合ニ其分子中ニ生ズル抵抗力ヲ云フ換言スレバ材片ガ押ス力ノ作用ヲ受ケシ場合ニ其分子中ニ生スル應力ヲ云フ

(第三) 應剪力 トハ方向相反セル二個ノ外力互ニ平行シテ材片ノ軸ニ直角ニ作用スルトキ材片中ノ分子互ニ相滑リテ剪斷セラレントスルノ傾向アル場合ニ其分子中ニ生ズル應力ヲ云フ

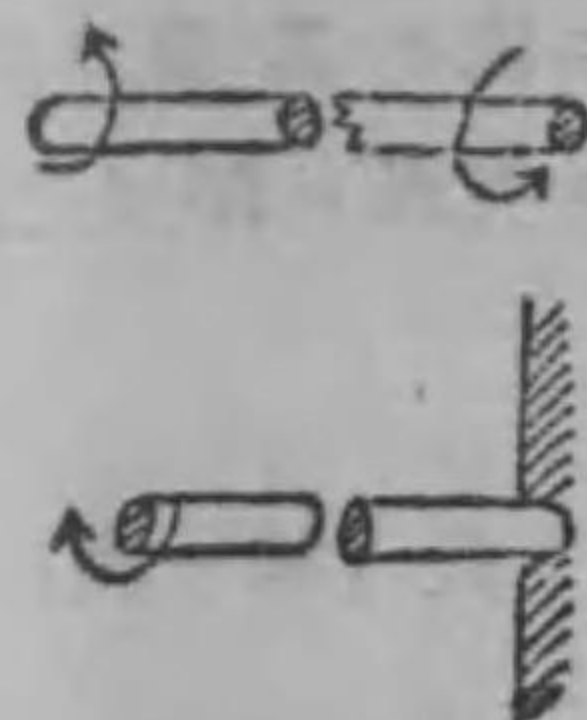
(第四) 應折力 トハ材片ガ外力ノ爲メ彎曲ヲ生シ途ニ折損スル場合ニ於テ其折損セントスル傾向ニ抵抗スル應力ヲ云フ

(第五) 應扭力 トハ材片ガ相異ナル二端ニ於テ方向相反セル二ノ外力ニヨリ捻じヒラル、場合又ハ一端固定セル材片ノ他端ニ於テ同シク捻じヒラル、場合ニ於テ其材片中ニ生スル應力ヲ云フ今以上ノ諸應力ニ由レル材片ノ扭歪及破壊ノ状態ヲ次ニ圖示ス可シ



其他材片ニ加ハル特種ノ荷重ニ依リテ應力ニ附スル名稱ヲ

五 第



異ニセルアリ即チ一ヲ破壞應力ト稱シ他ヲ作用應力若クハ安全應力ト稱ス前者ハ材片上ニ破壞荷重ノ加ハル際生スル應力ヲ云ヒ後者ハ作用荷重ノ加ハル時生スル應力ヲ云フ

○ 應力作用ノ分類

機械若クハ器具等ノ一部ニ作用スル應力ノ主要ナルモノヲ概載スレバ次ノ如シ

應張力ヲ受クルモノ 蒸氣罐ノ胴、同控條、勢車ノ綱、筒、蒸氣管、綱、鎖等

應壓力ヲ受クルモノ 爐筒、機械柱、滑座、軸承等

應剪力ヲ受クルモノ 綴紙、軸栓、楔、車軸接合螺釘等

應折力ヲ受クルモノ 梁、罐ノ鏡板、齒車ノ齒等

應扭力ヲ受クルモノ 車軸

應張ト應壓力トヲ受クルモノ 吸鑄棒、滑筭棒、接合棒等

以上ノ類例ヲ示スニ過ギズ機械ノ構成ニ就テハ其用ヒラル、部分ニ應ジテ此等ノ力ノ何レカヲ受ケサルモノハ稀ナルノミナラズ或ルモノハ二、三ノ作用ヲ受クルモノアレバ讀者宜シク實地ニ就テ研究セラルベシ

○ 安全係數

安全係數トハ破壞應力ト作用應力トノ比ヲ云フ即チ後者ヲ以テ前者ヲ除シタル商ナリ式ニテ表セバ次ノ如シ

$$\text{安全係數} = \frac{\text{破壞應力}}{\text{作用應力}} \quad \text{作用應力} = \frac{\text{破壞應力}}{\text{安全係數}}$$

破壊應力 = 作用應力 × 安全係數

此係數ハ荷重ノ種類、性質及材料ノ性質等ニ依テ其値ヲ異ニス故ニ之ヲ求ムルニハ實驗ニ依ルヲ普通トス次表ハ即チ實驗上ヨリ得タル安全係數ノ値ナリ

安全係數表 (第一表)

材料ノ種類	材料ノ種類			材料ノ種類	材料ノ種類		
	静荷重	動荷重	劇動		静荷重	動荷重	劇動
鍛鐵	3	5-8	9-13	鑄鐵	4	6-10	10-15
軟鋼	"	"	"	真鍮	"	"	"
硬鋼	"	"	10-15	青銅	5	6-9	"

○ 破壊ノ状態ト抗強

荷重ノ爲メニ生ズル應力若シ其材料ノ支ヘ得ベキ力ヨリ超過シテ大ナル時ハ材料ハ遂ニ破壊スルニ至ル可シ然レ共孰レノ材料ニテモ必ズ亦此破壊ニ抵抗スル強サヲ有スルモノナリ此強サヲ極抗強ト云フ此抗強ハ應力ノ種類ニ從テ名稱ヲ異ニス例ヘバ應張力ニ耐ユルモノヲ抗張強ト云ヒ應壓力ニ抗スルモノヲ抗壓強ト云フガ如シ其他抗強ハ荷重ノ種類ニヨリ之ヲ異ニス例ヘバ應張力ヲ生スベキ荷重若シ破壊荷重ナルトキハ之ヲ抗張極強ト云ヒ同ジク應張力ヲ生ズ可キ荷重ガ作用荷重即チ安全荷重ナルトキハ之ヲ稱シテ作用抗張強ト稱ス(其他抗壓、抗剪、抗扭等、總テ之ニ準ス)ルガ如シ

次に材料ノ破壊ノ状態及其抗強等ヲ表示ス (第二表)

應力ノ名稱			應力變形ノ状態		材料破壊ノ状態		抗強ノ種類		
應力	張力	剪力	伸縮	撓曲	裂	斷	抗張	抗剪	抗扭
應力	張力	剪力	伸縮	撓曲	裂	斷	抗張	抗剪	抗扭

○ 各種材料ノ破壊應力及作用應力表 (第三表)

材料ノ名稱	張力		壓力		剪斷力	
	破壊應力	作用應力	破壊應力	作用應力	破壊應力	作用應力
坩堝鋼(工具及強鍛用)	45	8	80	8	...	5
軟鋼(普通ノ鍛鍊用)	35	7	...	7	...	5
鋼板及鉄用鋼	30	6	...	6	24	5
鑄造用鋼	30	5	...	5	...	3.5
滿庵青銅	30	5	...	5	...	3.5
鍛鐵(鍛鍊)	25	5	22	4	20	3.5
磷青銅	25	4	...	4	...	3
鍛鐵板(纖維ニ平行)	22	4	...	4	16	3
同上(ニ直角)	18	4	...	4	16	3
マンツメタル	22	3.5	...	3.5	...	2.5
銅	13	2	26	2	11	1.5
砲銅	12	2	...	2	...	1.5
真鍮	11	1.5	...	1.5	...	1
鑄鐵	7.5	1.25	45	4	5	1

○ 彈性限界

或限界内ニアリテハ外力及應力ノ増加ニ伴ヒ應力變形ノ量モ亦之ニ比例シテ増加スルモ若シ一度其限界ヲ超過スルトキハ應力ノ増加ト應力變形ノ増加トハ決シテ比例ヲナサ、ルニ至ル可シ此ノ限界ヲ稱シテ彈性限界ト云フ「フーク」氏ハ次ノ法則ヲ公表セリ エラスチックリミット 彈性限界内ニ於ケル同一材片ノ應力ハ其應力變形ト常ニ正比例ヲナスモノナリ

例ヘバ其應力二倍トナルトキハ應力變形モ亦二倍トナリトナレバ應力變形モ $\frac{1}{2}$ トナルガ如シ而シテ若シ彈性限界ヲ超過スルトキハ後者ノ應力變形ハ應力ヨリモ大ナル割合ヲ以テ増加ス材片若シ彈性限界内ニ在ル際其荷重即チ外力ヲ取去ルトキハ再ビ原形ニ復ス可シ之ヲ一時應力變形ト稱ス之ニ反シ外力ヲ取去ルモ材片原形ニ復歸セサルトキハ永久ノ變形ヲ生ズ可シ之ヲ恒久應力變形ト稱ス

○ 彈性係數

材片ノ彈性限界内ニ於テ其單位面積上ニ生スル應力ト之ヲ生セル場合ニ於ケル單位應力變形トノ比ヲ稱シテ モデュラス オフ エラスチシチー 彈性係數ト云フ即チ單位應力變形ヲ以テ單位應力ヲ除シタル商ナリ

彈性係數ヲ分チテ直彈性係數及橫彈性係數ノ二種トス

モデュラス, オフ ダイレクト, エラスチシチー
(1) 直 彈 性 係 數 此係數ハ「ヤング」氏ノ係數ト稱シ實驗上張力及壓力共其値同シ今張力及壓

力ニ於ケル每平方吋ノ應力ヲ夫々 f_t, f_c 听トシ且ツ毎吋ノ長サニ於ケル應力變形ヲ同様ニ S_t, S_c トシ E ナ所要ノ係數トスルトキハ

$$E = \frac{\text{單位應力}}{\text{單位應力變形}} = \frac{f_t}{S_t} = \frac{f_c}{S_c}$$

今一材片ノ横斷面積ヲ A 平方吋トシ之ニ W 听ノ直接荷重ヲ加ヘシ爲メ S ノ應力變形ヲ生シタリトセバ

$$E = \frac{W}{SA}, \quad S = \frac{W}{AE}, \quad A = \frac{W}{SE}, \quad W = SAE.$$

係數 E ノ値ハ皆實驗上ヨリ定メタルモノナリ

モデュラス オフ, ランスパース エラスチシチー
(2) 橫 彈 性 係 數 此係數ハ「ニ硬性係數」ト稱シ剪斷作用アル場合ニ用ユ今前項ト同様ニ此場合ニ於ケル應力及應力變形ヲ夫々 f_s, δ_s トシ E' ナ其係數トスレバ

$$E' = \frac{f_s}{\delta_s} \quad \begin{matrix} f_s = \text{應剪力(每平方吋听)} \\ \delta_s = \text{同上ニ對スル應力變形(每一吋ニ付)} \end{matrix}$$

次表ハ各種ノ主要材料ニ對スル彈性係數(平均)ヲ示ス何レモ一平方吋ニ就キ听ヲ以テ單位トセリ

(第 四 表)

材 料 名 稱	直彈性係數 (E)	橫彈性係數 (E')
鋼 板	31,000,000	13,000,000
鍛 鋼	30,000,000	13,000,000
鑄 鋼	30,000,000	12,000,000

材 料 名 稱	直弾性係數 (E)	横弾係性數 (E')
鍛 鐵 (棒)	29,000,000	10,500,000
” (板)	26,000,000	14,000,000
アルミニウム (線)	19,000,000	...
” (青銅)	18,000,000	...
鑄 鐵 (線)	17,000,000	6,300,000
銅 (展成)	17,000,000	...
” (線)	15,000,000	5,600,000
真 鍍 (展成)	14,200,000	5,300,000
” (線)	12,500,000	...
燐 青 銅	14,000,000	5,300,000
マンツメタル	14,000,000	5,250,000
砲 銅	13,500,000	...
デルタメタル (展)	13,000,000	...
麻 栗 樹	2,000,000	...
松 (赤)	1,800,000	...
” (白)	1,600,000	...
ツ 楊	1,800,000	...
黄 子	1,600,000	76,000
素 皮	1,500,000	82,000
榲 皮	1,500,000	82,000
桃 花 心 木	1,400,000	...
革	250,000	...

上表ノ材料ノ平均値ヲ示セルモノニシテ若シ之ニ機械的作
用ヲ受ケルトキハ其値ヲ尙大ナラシムルコトヲ得ベシ即チ硬

固セル鋼ノ如キハ $E=36,000,000$ $E'=14,000,000$ ナ有シ展成
及延成セル銅ニ在リテハ夫々 $E=15,000,000$ $E'=17,000,000$
等ヲ有ス

○ 梁及梁ノ種類

一個ノ棒ニ作用スル諸外力ノ方向其軸線ニ垂直ナル時ハ其
棒ヲ稱シテ梁ト云フ梁ハ應折力ヲ生ズル材片ノ總稱ニシテ其
支點ニ於ケル状態及位置等ニ從テ之ヲ數種ニ分ツ其主要ナル
モノ次ノ如シ

- (1) 支 保 梁 (梁ノ兩端單ニ支柱ニ支持セラル、モ
サポルトドビーム
カンチレバー
ノ)
- (2) 肘 木 (梁ノ一端固定シ他端放レタルモノ),
コンチニアス
ファイブキストビーム
- (3) 固 定 梁 (梁ノ兩端固定ノモノ), (4) 連 續 梁
ビーム
イニクラインドビーム
(數點ニ於テ支持セラル、單一ノ梁), (5) 傾 斜 梁
(同一水平面上ニアラザル支柱ニ依リ支持セラル、傾斜セ
ル梁)等ヲ云フ

○ 中立面及中立軸

梁若シ外力ノ爲メニ彎曲セラル、トキハ其上部ノ 纖維ハ壓
力ノ作用ヲ受ケテ短縮シ下部ノ纖維ハ張力ノ作用ヲ受ケテ伸
長ス可シ而シテ此際上下兩纖維ノ中間ニ於テ伸長及短縮ヲ受
ケザル一ノ平面アリ之ヲ稱シテ中 立 面 ト云フ次ニ
ニユートラルサーフェース
此面ト梁ノ軸ヲ通過スル垂直面トノ交線ヲ稱シテ之ヲ梁ノ中
立軸ト云フ此中央層ニ於テハ應壓力及應張力ノ孰レヲモ受ケ
ザルモノナリ即チ中 立 軸 ノ上部ハ應壓力ヲ生シ下部
ニユートラルアキジス
ハ應張力ヲ生ズルモノニシテ其數値ハ中立軸ヨリノ距離ニ比
例ス

○ 彎曲力率抵抗力率及破壊係數

梁ノ或断面ニ就テ其左方若クハ右方ニ作用スル總テノ外力ノ力率ノ代數的和ハ梁ヲシテ彎曲セシムルノ傾向アリ故ニ此力率ヲ稱シテ特ニ彎曲力率ト云フ彎曲力率若シ梁ヲシテ時計狀ノ方向ニ廻轉セシムルトキハ之ニ正號(+符)ヲ附シ之ニ反スル時ハ負號(-符)ヲ附ス又梁ノ某断面ニ於ケル彎曲力率ハ其断面ニ於ケル各纖維ノ應力ノ力率ノ代數的和ニ抵抗セラル可シ此力率ヲ稱シテ抵抗力率ト云フ

次ニ中立軸ヨリ最モ遠キ纖維ノ全抵抗(每平方吋ニ付)ヲ稱シテ之ヲ破壊係數(抵抗係數トモ云フ)ト云フ即チ此係數ハ一定ノ長サ幅及高サ等ヲ有スル梁ヲ破壊スルニ必要ナル重量ヲ表ハス一ノ定數ナリ

○ 梁ノ平衡

梁ニ作用スル外力ヲシテ平衡セシムルニハ次ノ三條件ヲ必要トス

- (1) 梁ニ作用スル總テノ垂直分力ノ和ガ零トナル場合
- (2) 梁ニ作用スル總テノ水平分力ノ和(即チ断面ニ於ケル總テノ直角應力)ガ零トナル場合
- (3) 梁ニ作用スル諸力ノ力率ノ和ガ零トナル場合

○ 梁ノ彎曲理論ノ根元假定

幾多ノ學者ガ實驗ノ結果梁ノ彎曲理論ノ根元タル次ノ五項ノ假定說ノ正確ナルコトヲ世ニ證明セリ

- (1) 彈性係數ハ恒ニ一定ナリ,
- (2) 中立軸ノ上下同距離

ニ在ル兩纖維ハ等シキ變形ヲ生ズルモノナリ故ニ中立軸ハ断面ノ重心ヲ通過ス、(3) 撓度ハ長サニ比スレバ甚々小ナリ、(4) 梁ノ彎曲ヲ受ケザル以前某點ニ於ケル二個ノ断面ハ彎曲ヲ受ケシ後ニ至ルモ其形狀等一ナリ、(5) 應力ハ彈性限界ヲ超過セザル事

○ 梁ノ彎曲ニ關スル一般公式

次ニ掲ゲタルモノハ或横断面ヲ有スル梁ノ彎曲ニ關スル一般ノ公式ナリ但シ式中ノ文字ヲ下ノ如ク假定ス

A=斷面積(平方吋)

Z=断面係數

L=徑間ノ長サ(吋)

D=最大撓度(吋)

W=等布荷重(噸)

I=断面ノ慣性力率(中立軸重心ヲ通過ス)

M=彎曲力率(噸)

I'=断面ノ慣性力率(中立軸前項ノモノニ平行シ且ツ重心ヲ通過セズ)

y=断面ノ重心ヨリ上端又ハ下端ニ至ル距離(吋)

d=此等ノ中立軸間ノ距離

K=環動半徑(吋)

f=梁ノ最遠(上又ハ下端ノ)纖維ニ於ケル應力(每平方吋)

E=彈性係數

$$s = \frac{I}{y}, \quad k = \sqrt{\frac{I}{A}}, \quad M = \frac{fI}{y} = fz, \quad f = \frac{My}{I} = \frac{M}{s}$$

$$W = \frac{8fI}{Ly} = \frac{8f}{L}z, \quad f = \frac{WLy}{8I} = \frac{WL}{8z}, \quad I' = I + Ad^2$$

$$D = \frac{5WL^3}{384EI}$$

梁ノ兩端支持セラレ且ツ等一ニ荷重セラ
ル、場合

$$D = \frac{PL^3}{48EI}$$

梁ノ兩端支持セラレ且ツ其中央ニPノ單
一荷重ヲ加ヘタル場合

$$D = \frac{WL^3}{8EI}$$

梁ノ一端固定シ他端支持セラレザルトキ
等一ニ荷重セラル、場合

$$D = \frac{PL^3}{3EI}$$

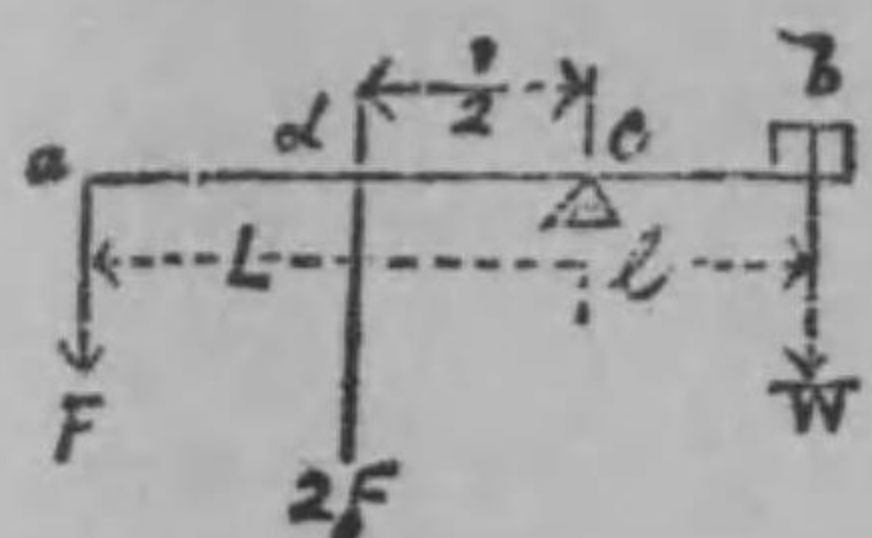
梁ノ一端固定シ他端支持セラレザル時其
他端ニPノ單一ナル荷重ヲ加ヘタル場合

○ 彎曲 (Bending.)

五種ノ應力ノ内力學上最モ必要ナルモノハ彎曲作用ニ依テ
生ズル應力ナリトス今此作用ヲ説明スルニ先チ ^{モーメント} Moment 又ハ
^{ファースト モーメント} First moment (力率又ハ第一力率) 及 ^{モーメント オフ イナーシア} Moment of inertia 又
^{セコンド モーメント} Second moment (慣性力率又ハ第二力率) ナルモノ、意義ヲ
明カニスルコト必要ナリ

力率 第二圖ニ於テ ab ナル棒ヲ支點 c ニ載セ其右方 l 吋ノ
所ニ重量 W ヲ置キ左方 L 吋ノ處 a ニ F ナル力ヲ棒ニ直角ニ
加ヘタルトキニ此棒ハ平均ノ有様ニアリタリトセヨ

第二圖



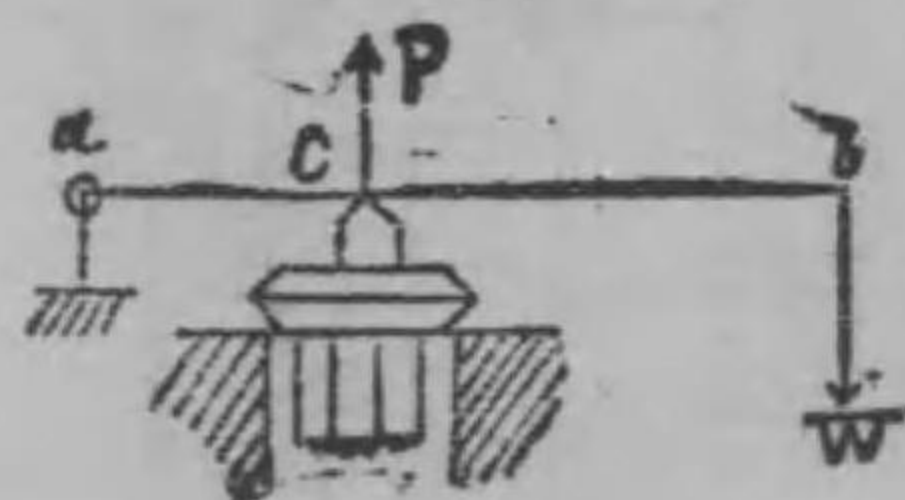
力學ニテハ此場合ニハ $F \times L =$
 $W \times l$ ナル關係アリトシ $l \times L$ ノ
値ヲ c 點ニ關スル F ノ力率ト云ヒ
反時計狀ノ方向ヲ有スト云フ又
 $W \times l$ モ同様ニ c 點ニ關スル W

ノ力率ト云ヒ時計狀ノ方向ヲ有スルト云フ

上ノ式ヲ變ズレバ $\frac{F}{W} = \frac{l}{L}$ トナリ此ノ棒ガ平均スルトキハ
力(若クハ重量)ハ距離ト反比例スルコトヲ示ス故ニ W ノ所
在一定ナルトキハ圖ノ如ク着力點ノ距離(支點ヨリ)ガ L ノ; 即
チ d ノ如クアルトキハ力ヲ二倍シテ 2F トセザレバ棒ハ平均
セザルベク之ニ反シ力ヲ $\frac{1}{2}$ ニシテ $\frac{F}{2}$ トスレバ着力點ハ支點
ヨリ 2L ノ距離ニアラザルベカラズ一般ニ力ヲ n 倍スルトキ
ハ距離ハ $\frac{L}{n}$ トナリ力ヲ $\frac{1}{n}$ トスルトキハ距離ハ nL トナル

(應用例) 槓杆ヲ利用セル安全弁ニ於ケル「モーメント」ノ
關係ヲ示セ

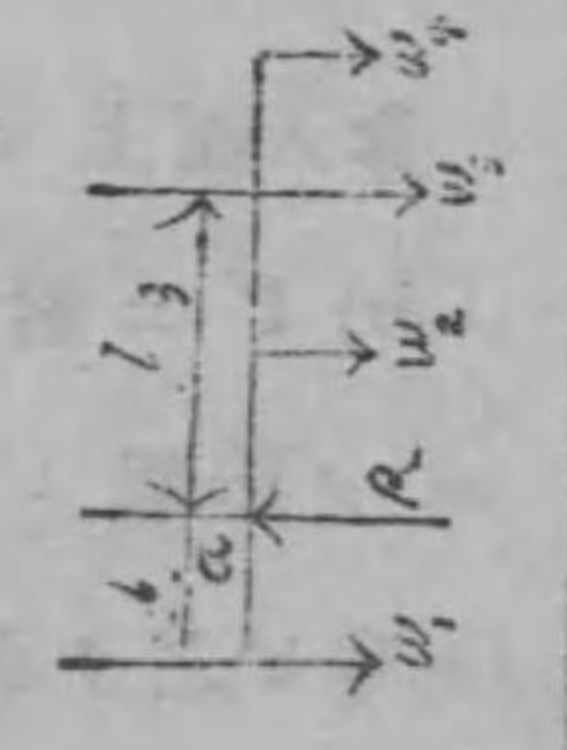

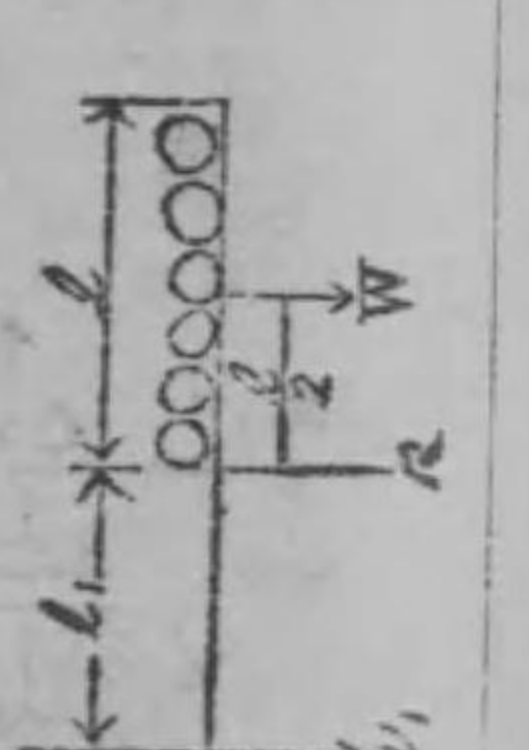
第三圖

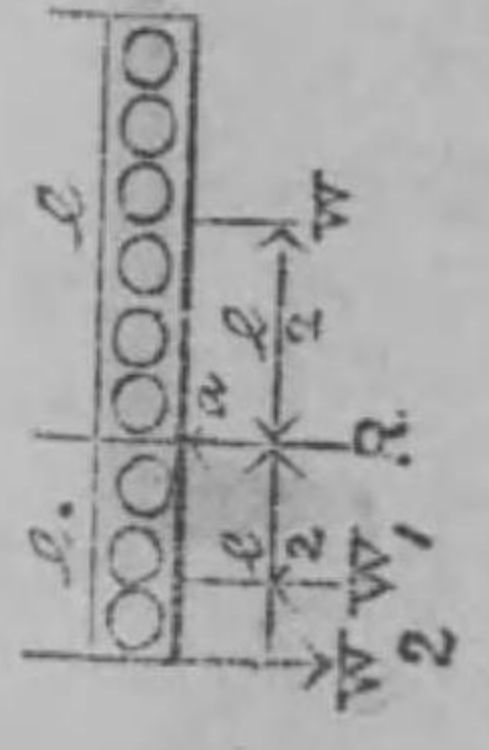
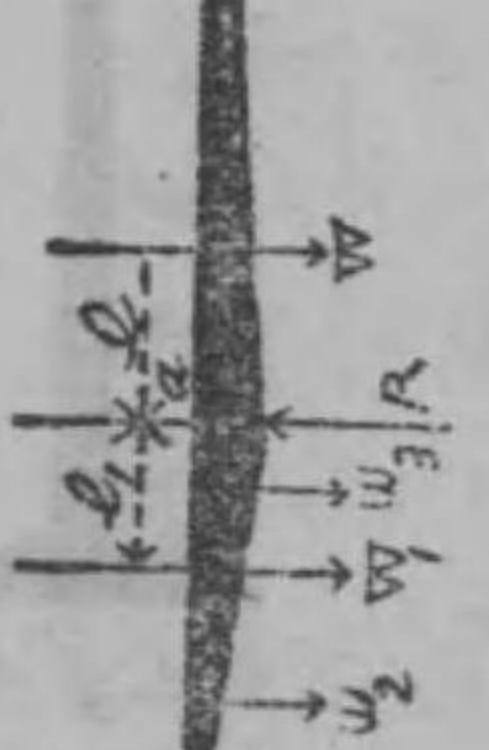
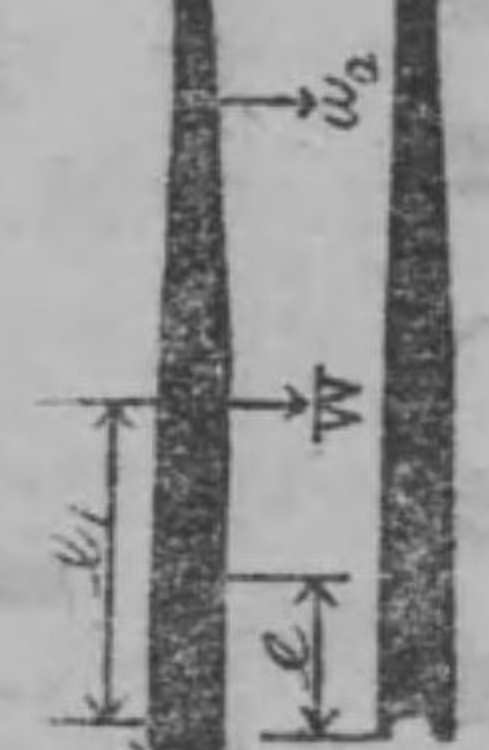


弁ノ面上ニ掛カル總壓力
(Lbs) P ニ對シ槓杆ニ支點ヨリ
ab ノ距離ニ W ヲカケタルト
キ弁ガ之ヲ正ク閉チタリトセ
バ $P \times ac = W \times ab$ ハ「モーメン

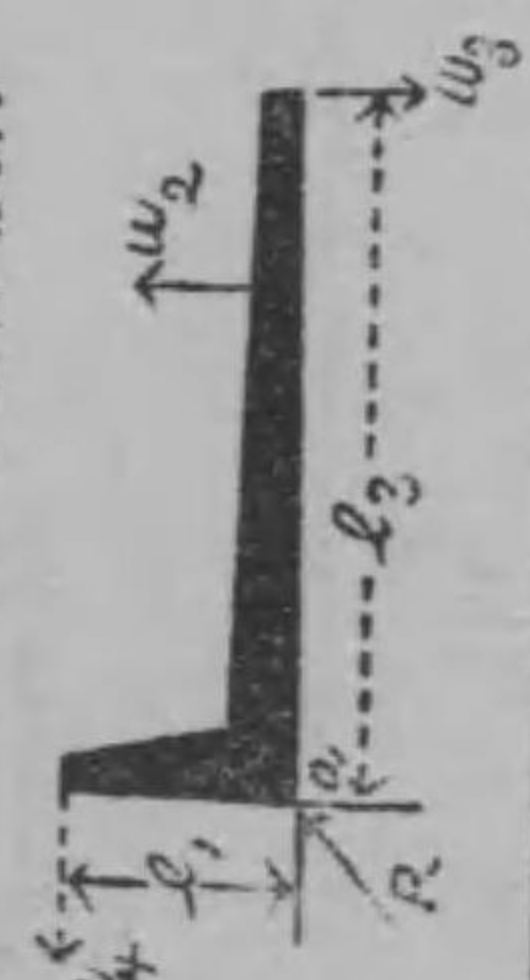
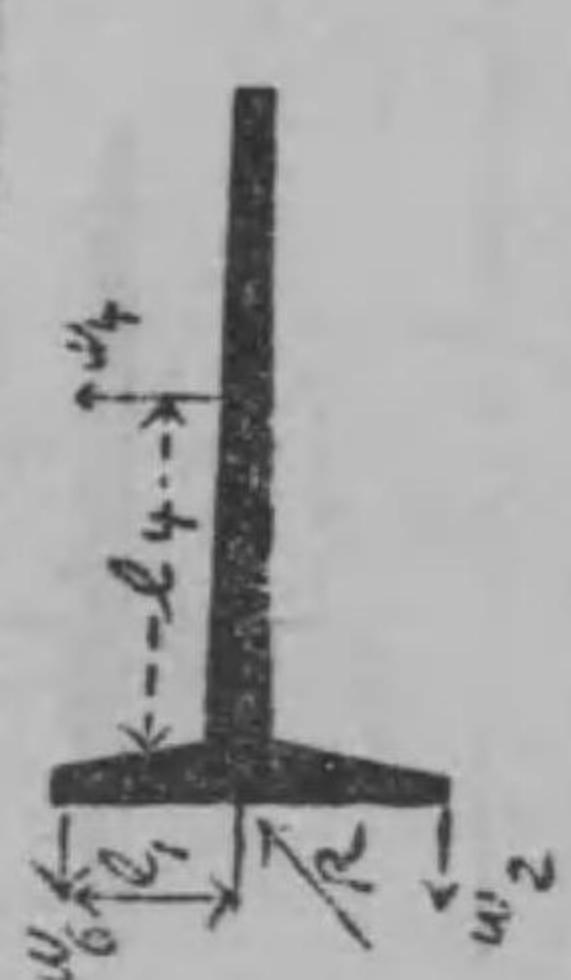

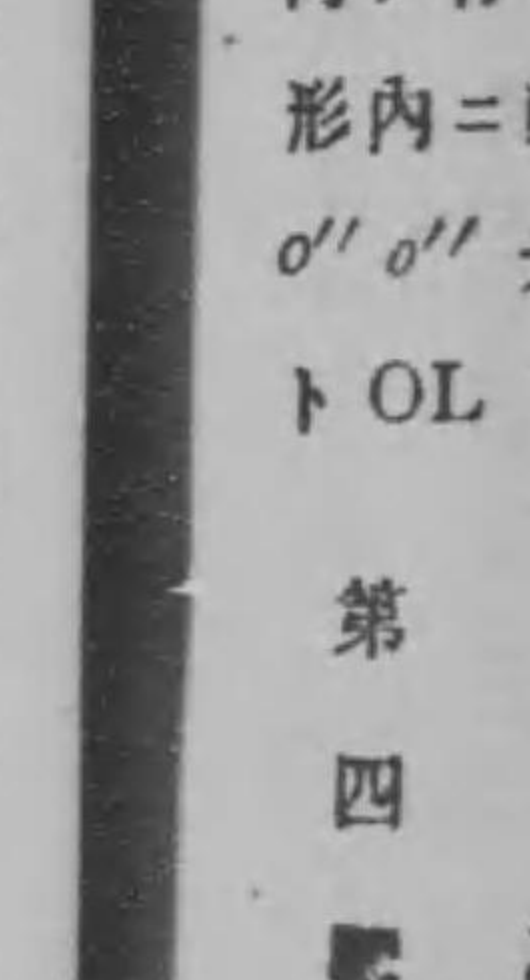
ト」ノ關係ヲ示ス

第一 力率ノ表 第五表

槓杆ノ種類	a 點ニ關シテ時計針ノ方向チナス力率	a 點ニ關シテ反時計針ノ方向チナス力率	支點 a 於ケル反動力 R 即チ槓杆ニ作用スル諸力ノ合成力
槓杆ノ重サハ算入セズ 	$w_2 + w_3 l_3 + w_4 l_4$	$w_1 l_1$	$w_1 + w_2 + w_3 + w_4$
	$w_2 l_2 + w_3 l_3$	$w_1 l_1$	$w_1 - w_2 - w_3$
	$w \frac{l}{2} = \frac{wl_3}{2}$ w = 毎單位ノ長ニ付キテテ分布セラル重	$w_1 l_1$	$w_1 + W$

	$W = wl$ $W \frac{l}{2} = \frac{wl_3}{2}$	$= W_1 \frac{l_1}{2} + w_2 l_2$ 又ハ $\frac{wl_1^2}{2} + w_2 l_1$	$w_2 + W_1 + W$
	Wl W = 槓杆ノ長キ方ノ臂ノ重サ W ₁ = 同ノ同	$= W_1 l_1 + w_2 l_2 + w_3 l_3$ l = a ヨリ長キ方ノ臂ノ重心マデノ距離 l ₁ = 同短キ方ノ同	$w_2 + V_1 + w_3 + W$
	$w_2 l_2 + w_3 l_3$ W = 槓杆全體ノ重トスル全體ノ重ヲハヨリ「ピン」ノ相当スルモノトシテ即チトノノベキ	$= l$ $Pl_1 = a$ ヨリ槓杆ノ重心マデノ長サ	$W + w_2 - P$

(第五表續)

種類ノ樞杆	樞杆ノ重ハ算入セス	樞杆ノ重サヲ算入ス	樞杆ノ重サヲ算入ス
「ベルクラック」形樞杆 			
樞杆ノ重ハ算入セス	樞杆ノ重サヲ算入ス	樞杆ノ重サヲ算入ス	樞杆ノ重サヲ算入ス
$w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$
a 點ニ關シテ時針狀ノ方向力率	$w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$
a 點ニ關シテ時針狀ノ方向力率	$w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$
a 點ニ關シテ時針狀ノ方向力率	$w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$	$w_2 l_2 + w_3 l_3$
支點 a ニ於ケル反動力 即チ樞杆ニ作用スル諸力ノ合成力	此場合ノ R ハ力ノ平行四邊形ニ依テ求ムベシ	同	同

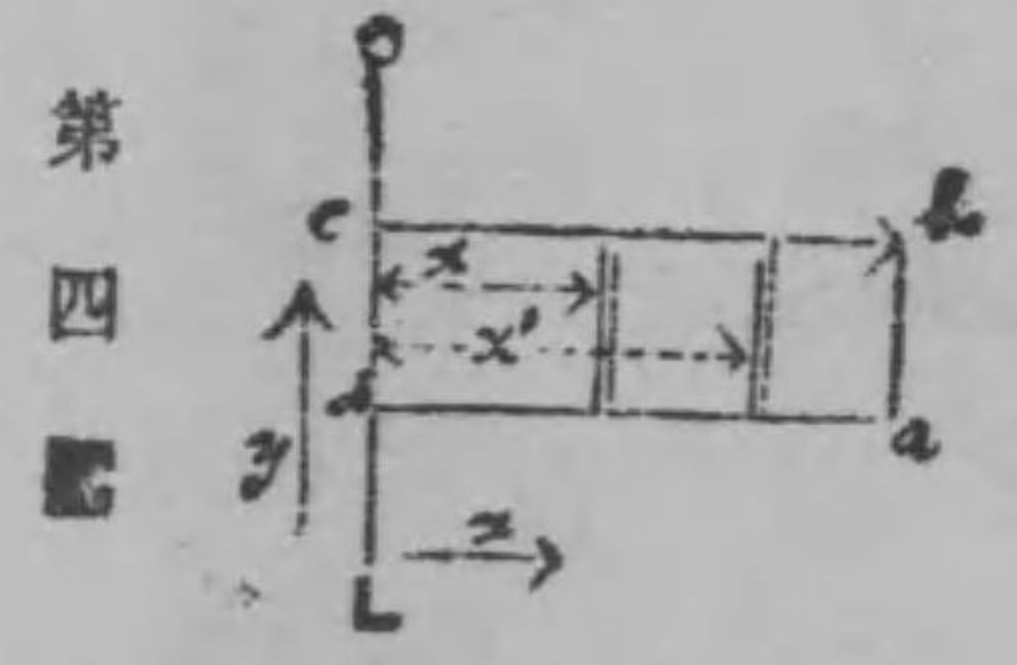
第二力率或ハ断面ノ慣性力率(Moment of inertia of section) 第二力率ニ關スル原理ハ了解スルニ困難ナルベキヲ以テ先ツ第一力率トノ關係ヲ算式ニテ示シ次ニ其算式ノ成立ヲ簡單ナル例ニ由リテ説明スベシ(算式ニテハ第一力率ハ M 第二力率ハ I ナル略符ヲ以テ表ハスモノナリ)此ノ關係ハ次ノ如ク

$$I = aMl$$

但シ式中 a ハ断面ノ形狀ニ關スル夫々ノ係數、 l ハ長サヲ表ハス數ナリ然ルニ $M = Wl$ ナル故 $I = aMl = a(Wl)l = aWl^2$ ナリ故ニ I ハ亦タ W ノ如キ數ト或係數トノ相乘積ニ l ノ平方ヲ乘ジタルモノナリ(但シ W ハ面積容積重サ力速力等ヲ表ハス數ナリ)之ニ依テ $M \propto l, I \propto l^2$ ナルコトヲ得ルヲ得此レ M ト I ガ l ニ關シテノ値ノ變化ヲ示スモノニシテ兩者ノ重ナル相異ノ點ナリ

○ 慣性力率 (I) ノ算出法

第四圖ニ於テ Y ノ方向ヲ有スル軸線ニ此ト直角ナル x ノ方向ヲ有スル直方形 $abcd$ ガ cd ノ位置ニ固定セリトシ此ノ直方形内ニ軸線ニ平行ニシテ且ツ其間隔極メテ小ナル $o'o'$ 及 $o''o''$ ナル二直線ヲ引キ其挾ム極小面積ヲ Δa トシ此ノ面積ト OL トノ距離ヲ x トスルトキハ OL ニ關スル Δa ノ慣性力率ハ $I_x = \Delta a \times x^2$ ニテ算出セラル・モノナリ今別ニ $o'L$ ヨリ x' ナル距離ニ他ノ等積ナル極小面積 Δa ヲ圖ノ如ク取ルトキハ同様ナル $I_{x'}$ ヲ



第四圖

率ハ $I_x = \Delta a \times x^2$ ニテ算出セラル・モノナリ今別ニ $o'L$ ヨリ x' ナル距離ニ他ノ等積ナル極小面積 Δa ヲ圖ノ如ク取ルトキハ同様ナル $I_{x'}$ ヲ

得ルモノナリトス

故ニ OL ヨリ X ノ距離ニアル Δa ノ OL ニ關スル I ハ
 $Ix = \Delta a \times x^2$

OL ヨリ x' ノ距離ニアル Δa ノ OL ニ關スル I ハ
 $I'x = \Delta a \times x^2$

OL ヨリ x'' ノ距離ニアル Δa ノ OL ニ關スル I ハ
 $I'' = \Delta a \times x^2$

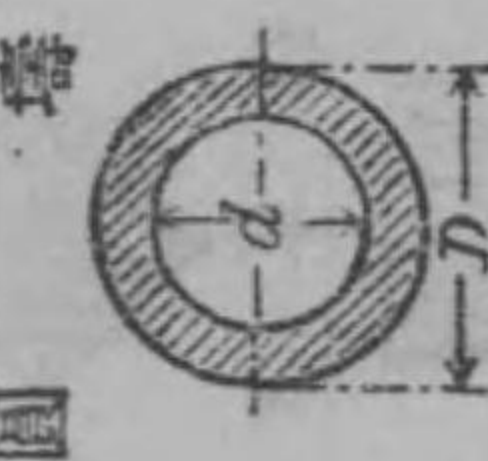
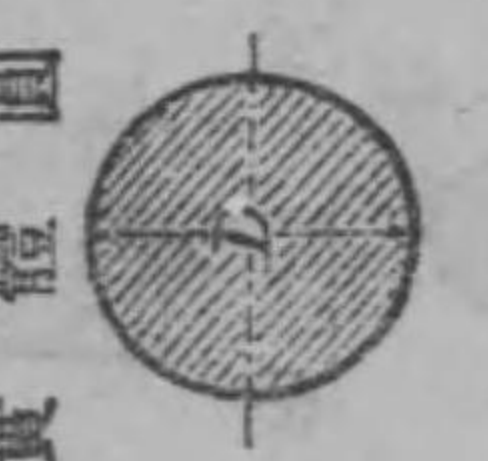
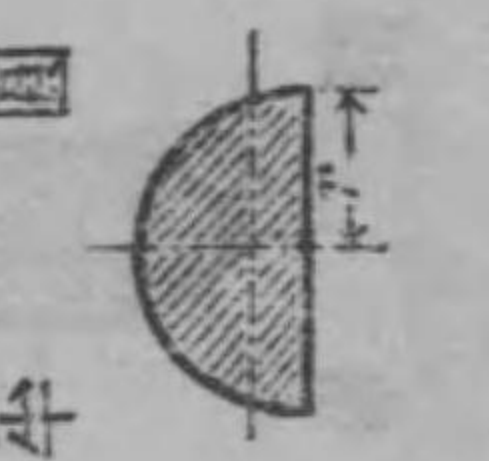
其ノ他ハ之ニ倣フ

此クノ如ク直方形ニ含マル、總テノ Δa ニ付テ夫々ノ OL
 ニ關スル慣性力率(I)ヲ算出シ之ヲ合計スレバ

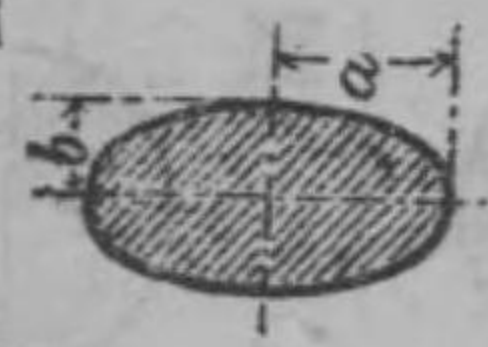
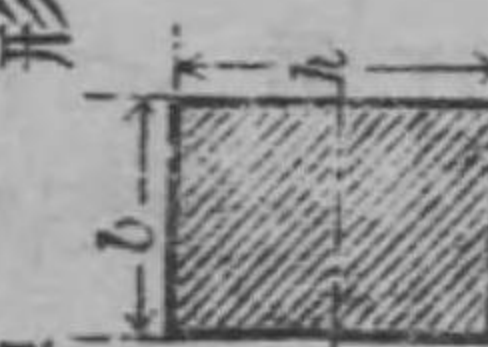

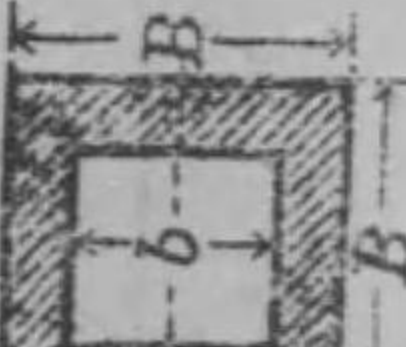
$$Ia + I'x + I''x + \dots = \Delta ax'^2 + \Delta ax''^2 + \dots$$

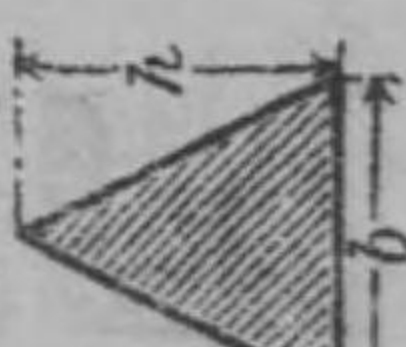

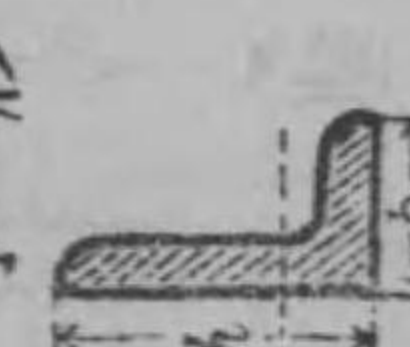
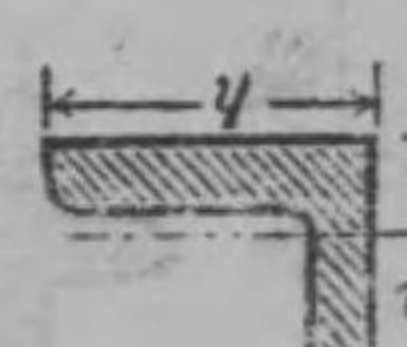
又ハ代數學ノ規則ニ從ヒ、 $\sum Ix = \sum \Delta ax^2 = \Delta a \sum x^2$ トナル直
 方形ノ總面積 A ハ Δa ナ無數ニ合計セルモノナル故 $\Delta a \sum x^2$
 $= AP^2$ トナスヲ得ベシ又 $\sum Ix$ ハ總面積 A ノ OL ニ關スル慣
 性力率トセラレタルモノナル故 $I = AP^2$ ナリ((式中ノ P ハ x
 ノ如ク或距離ヲ表ハス數ニシテ環動半徑 (Radius of Gyra-
 otin) ト名ツケラル))

材料ノ斷面係數慣性力率環動半徑表 (第六表)

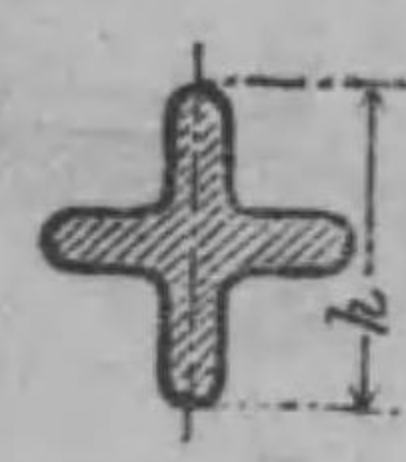
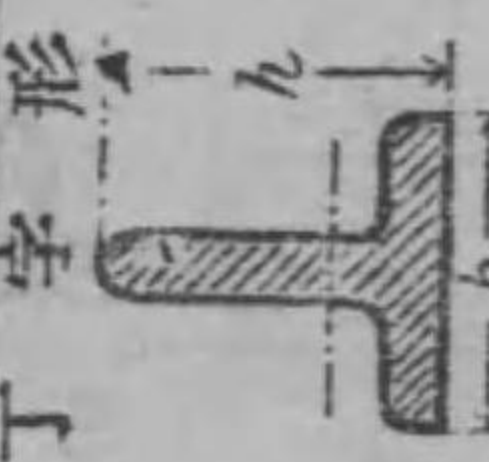
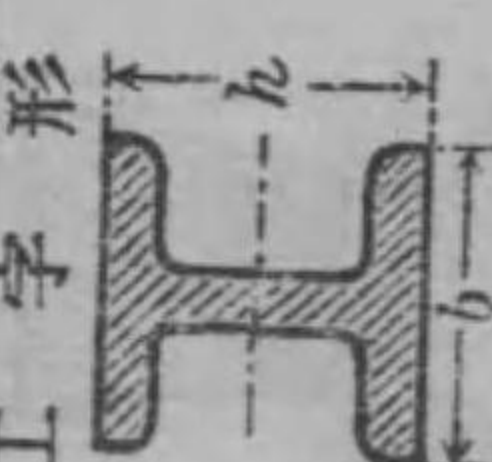
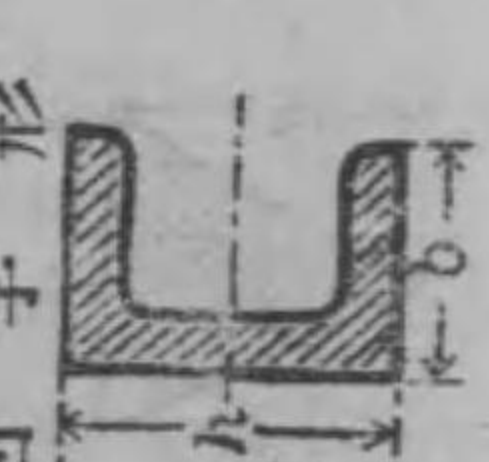
斷面			
斷面係數 $Z = \frac{I}{y}$	$0.0982 \frac{D^4 - d^4}{D}$	$\frac{AD}{8}$	$W_1 = 0.1098 r^3$ $W_2 = 0.2587 r^3$
慣性力率 $= I$	$0.0491(D^4 - d^4)$	$\frac{AD^3}{16}$	$0.1098 r^4$
環動半徑 $P^2 = \frac{I}{A}$	$\frac{1}{4} \sqrt{D^2 + d^2}$	$\frac{D}{4}$	$0.0699 r^2$
又ハ 斷面ノ上端 ノ距離 テノ重心 ニ至ル 距離 $= y$	$\frac{D}{2}$	$\frac{D}{2}$	$0.4244 r$

(第六表續)

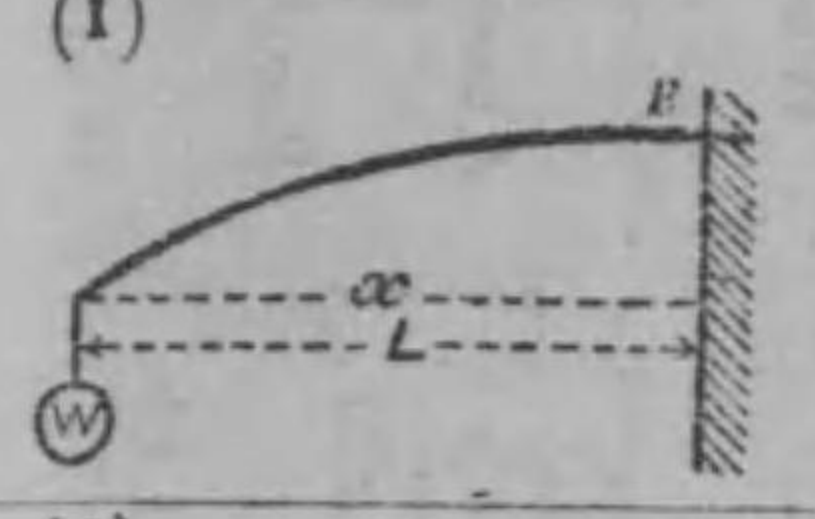
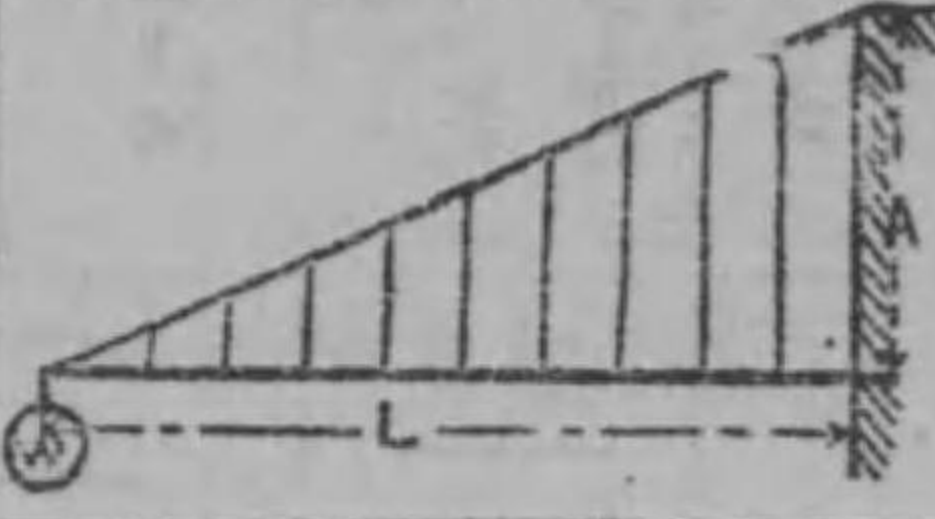
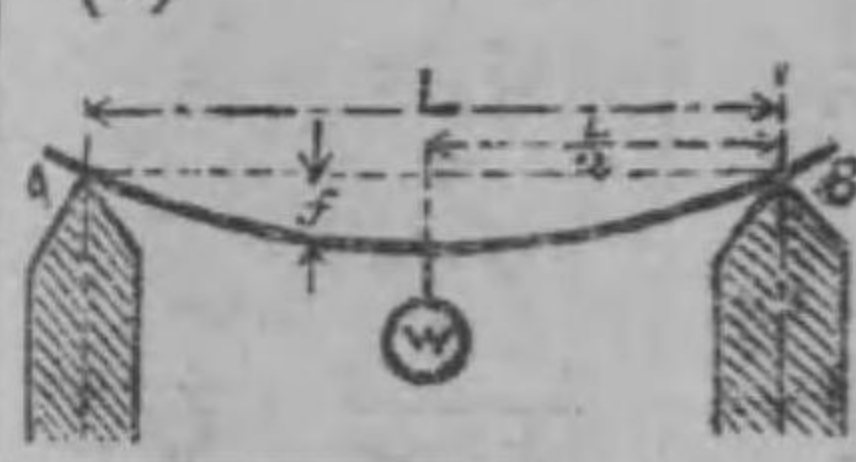
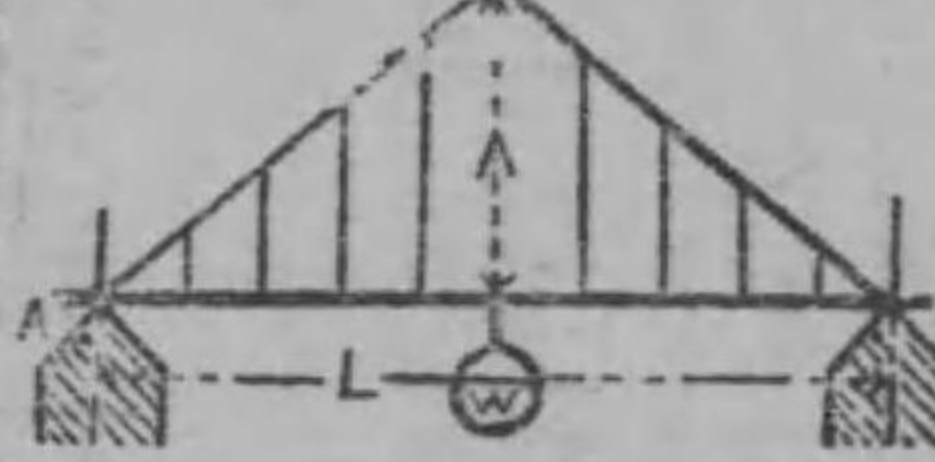
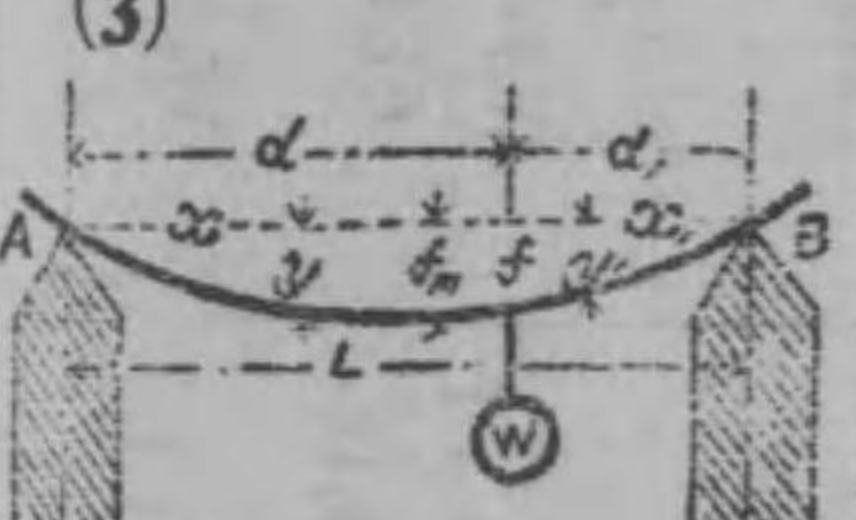
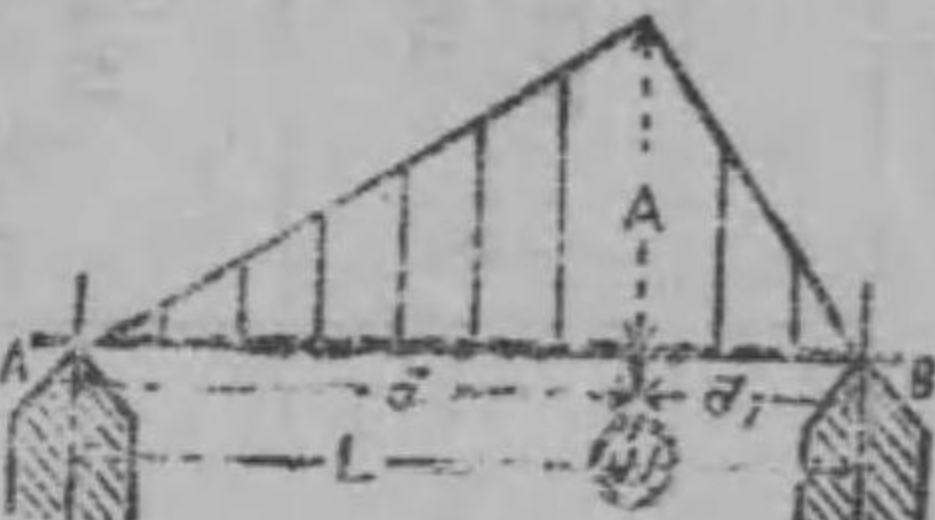
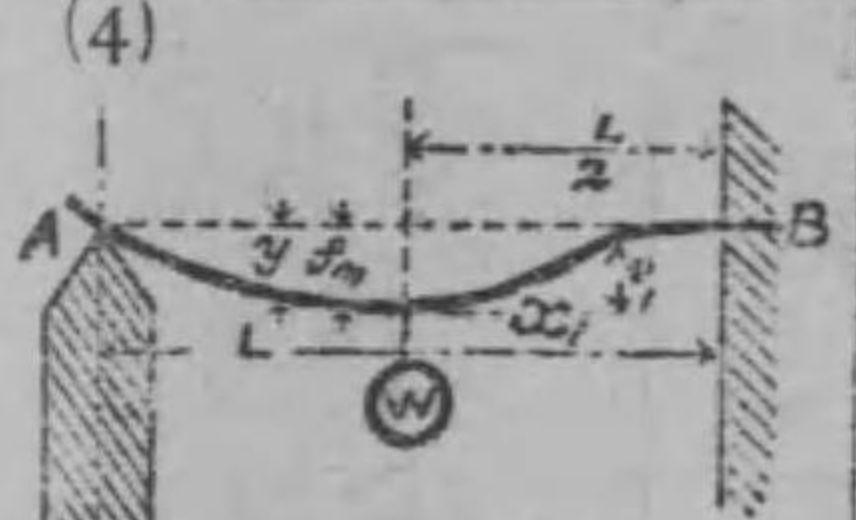
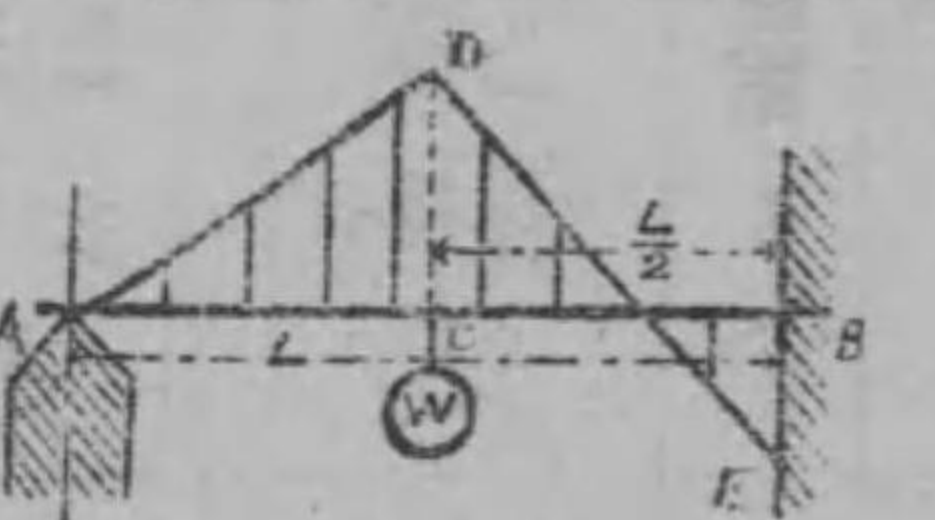
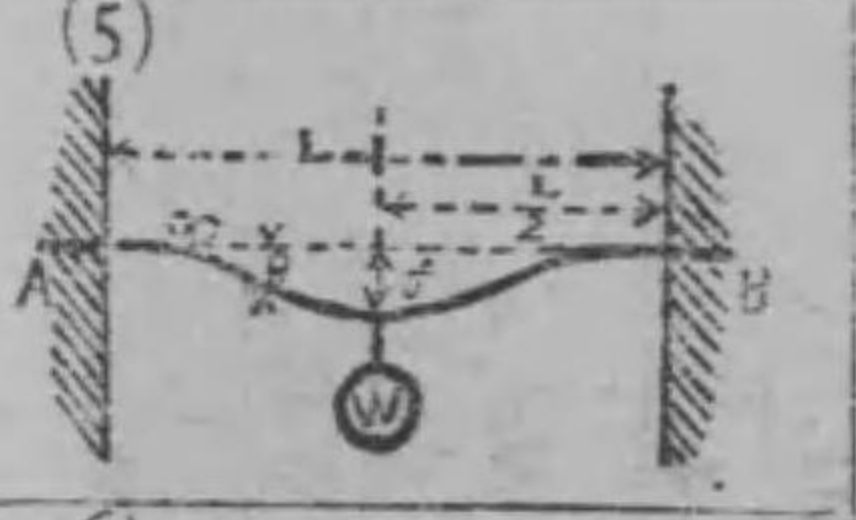
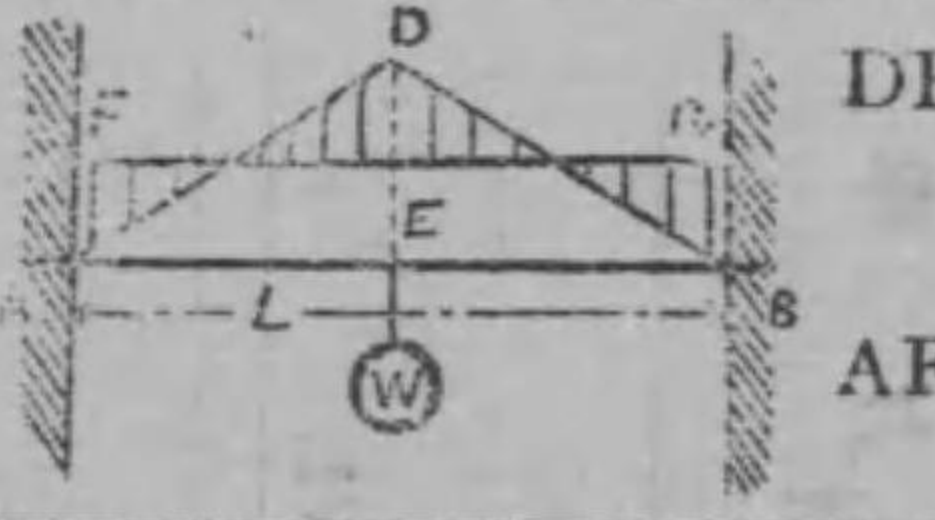
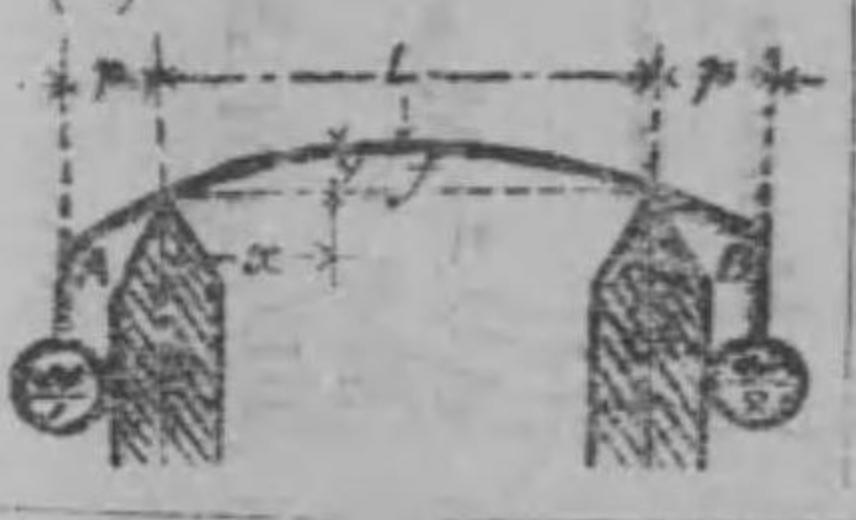

橢圓 	$0.7854 ba^3$	$0.7854 ba^3$	.....	.....
矩形 	$\frac{bh^3}{12}$	$\frac{bh^3}{6}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{\text{短邊}}{3.46}$
正方形 	$\frac{h^4}{12}$	$0.1178 h^3$	.....	$\frac{h}{3.46}$
中空方形 	$\frac{B^4 - b^4}{12}$	$\frac{1}{6} \frac{B^4 - b^4}{B}$	$\frac{B}{2}$	$\sqrt{\frac{B^2 + b^2}{12}}$

三角形 	$\frac{bh^3}{36}$	$\frac{bh^3}{24}$	$\frac{1}{3} h$	最小 $\frac{h}{4.24}$ 或 $\frac{b}{4.9}$
梯形 	$\frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{36(2b + b_1)} h^3$	$\frac{6b^2 + 6bb_1 + b_1^2}{12(3b + 2b_1)} h^3$	$\frac{1}{3} \frac{3b + b_1}{2b + b_1} h$	.....
L 字形 	$\frac{Ah^2}{9.9}$	$\frac{Ah}{6.7}$	$\frac{h}{3.1}$	$\frac{hb}{2.6(h+b)}$
L 字形 	$\frac{Ah^3}{10.4}$	$\frac{Ah}{7.4}$	$\frac{h}{3.5}$	$\frac{h}{5}$

(第六表續)

十字形 	$\frac{h}{4.74}$	$\frac{b}{4.66}$	$\frac{b}{5.2}$	$\frac{b}{3.56}$
丁字形 	$\frac{h}{2}$	$\frac{h}{3.3}$	$\frac{h}{2}$	$\frac{h}{2}$
工字形 	$\frac{Ah}{9.5}$	$\frac{Ah}{7.6}$	$\frac{Ah}{3.0}$	$\frac{Ah}{3.3}$
凹字形 	$\frac{Ah^2}{19}$	$\frac{Ah^2}{10.9}$	$\frac{Ah^2}{6.1}$	$\frac{Ah^2}{6.73}$

梁ノ彎曲力率ノ表 (第七表)

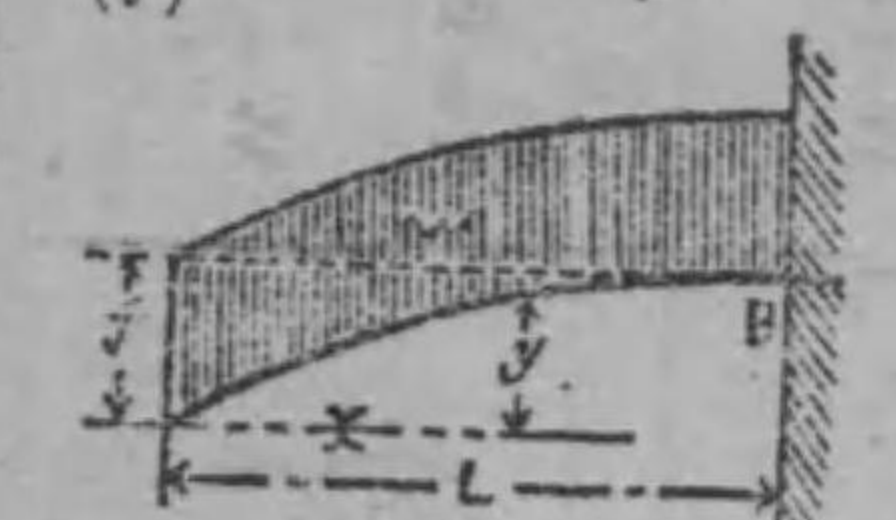
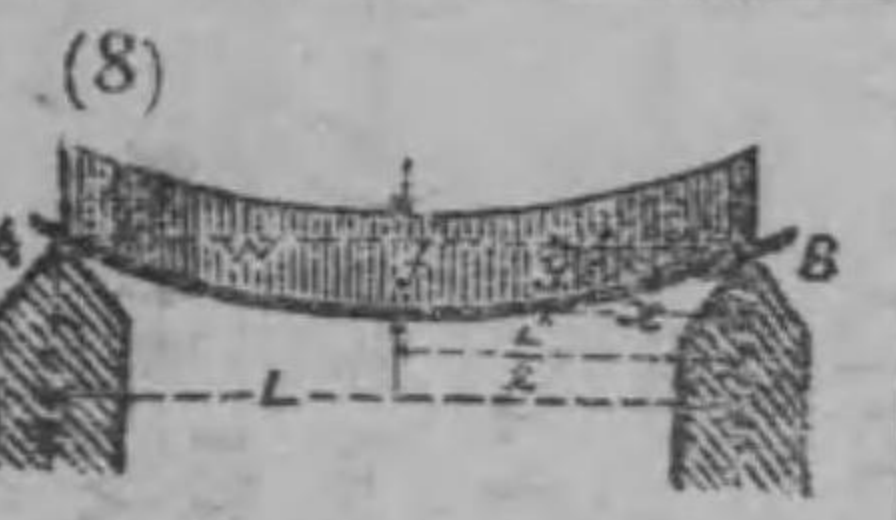
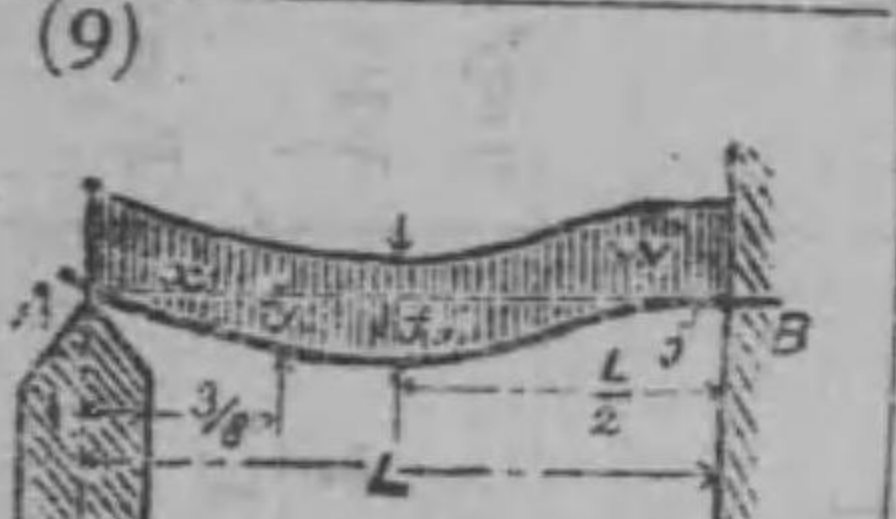


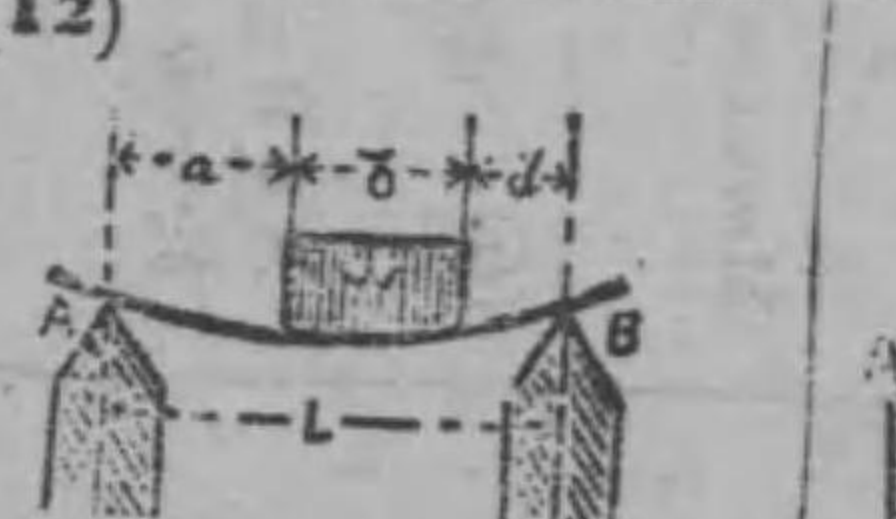
變形圖表	彎曲力率ヲ與フル爲メニ生ズル應力圖
(1) 	 $\Delta = WL$
(2) 	 $\Delta = \frac{WL}{4}$
(3) 	 $\Delta = \frac{WAB}{L}$
(4) 	 $BE = \frac{1}{16} WL,$ $CD = \frac{5}{32} WL$
(5) 	 $DE = \frac{WL}{4}$ $AF = \frac{WL}{8}$
(6) 	 $DA = \frac{WP}{2}$

W = 荷重, L = 徑間ノ長サ, K = 纖維應力
 I = 慣性力率, E = 彈性係數 C = 斷面ノ中立
 軸ヨリ上端又ハ下端ニ至ル距離, R = $\frac{I}{C}$ = 抵抗力率

彎曲力率 M	變		形	A 及 B 二於ケル安全荷重 Wノ反動
	f = 撓度	y = 撓度		
(1) $M = Wx$ $M_{max} = WL$	$f = \frac{W L^3}{3 EI}$	$y = \frac{WL^3}{2EI} \left[\frac{x}{L} - \frac{Ix^3}{3L^3} \right]$	$y = \Delta$	$B = W$ $W = \frac{KR}{L}$
(2) $M = \frac{Wx}{2}$ $M_{max} = \frac{ML}{4}$	$f = \frac{W L^3}{48 EI}$	$y = \frac{WL^3}{16EI} \left[\frac{x}{L} - \frac{4x^3}{3L^3} \right]$		$A = B = \frac{W}{2}$ $W = 4 \frac{KR}{L}$
(3) $AD = \frac{Wd_1 x}{L}$ 於ケル M = $\frac{Wdx_1}{L}$ 於ケル M = $\frac{Wdd_1}{L}$ $M_{max} = \frac{Wdd_1}{L}$	$f = \frac{1}{27} Wdd_1 \frac{d^2 + L}{EIL}$ $\sqrt{3d(d_1 + L)}$	$y = \frac{Wd^2 d_1^2}{6EIL} \left[\frac{x_1}{2d} + \frac{x_1}{d} - \frac{x^2}{d^2 d_1} \right]$ $y_1 = \frac{Wd^2 d_1^2}{6LEI} \left[\frac{2x_1}{d_1} + \frac{x_1}{d} - \frac{x_1^3}{d^2 d_1} \right]$		$A = \frac{Wd_1}{L}$ $B = \frac{Wd}{L}$ $W = KR \frac{L}{dd_1}$

(4) $AD = \frac{5}{16} Wx$ 於ケル M = $WL \left(\frac{5}{32} - \frac{11x_1}{16L} \right)$ 於ケル M = $\frac{3}{16} WL$ $M_{max} = \frac{3}{16} WL$ $Md = \frac{5}{32} WL$	$f = \frac{7WL^3}{768EI}$ $f_{max} = \sqrt{\frac{1}{5}} \times \frac{PL^2}{48EI}$ $x = L \sqrt{\frac{1}{5}}$	$y = \frac{W L^3}{32 EI} \left[\frac{x}{L} - \frac{5x^3}{3L^3} \right]$ $y_1 = \frac{W}{32} \frac{L^3}{BI} \times \left[\frac{Ix_1 + 5x_1^2}{4L + 2L^2} - \frac{11}{3} \frac{x_1^3}{L^3} \right]$ $\left[\frac{Ix_1}{4L} + \frac{5x_1^2}{2L^2} - \frac{11}{3} \frac{x_1^3}{L^3} \right]$	$A = \frac{5}{16} W$ $B = \frac{11}{16} W$ $W = \frac{16KR}{3L}$
(5) $M = \frac{WL}{2} \left(\frac{x}{L} - \frac{1}{4} \right)$ $M_{max} = \frac{WL}{8}$	$f = \frac{W L^3}{192 EI}$	$y = \frac{W L^3}{16 EI} \left[\frac{x^2}{L^2} - \frac{4}{8} \frac{x^3}{L^3} \right]$	$A = B = \frac{W}{2}$ $W = 8 \frac{KR}{L}$
(6) A 及 B 二於ケル } $M = \frac{Wp}{2}$	$f = \frac{WL^2}{16} \frac{P}{EI}$	$y = f - P + VP^2 - x^2 + L \left(x - \frac{6}{4} \right)$ $P = \frac{2EI}{Wd} = \text{恒數}$	$A = B = \frac{W}{2}$ $W = 2 \frac{KR}{P}$

梁ノ彎曲率ノ表 (第八表)

變形圖表	彎曲力率ヲ與フル爲メニ生ズル應力圖表
(7) 	$A = \frac{WL}{2}$
(8) 	$A = \frac{WL}{8}$
(9) 	$EC = DE = \frac{WL}{8}$
(10) 	$A = \frac{WL}{8}$ $BC = \frac{WL}{12}$
(11) 	$BC = \frac{WL}{3}$
(12) 	$KH = \frac{Wab}{L}$ $KE = \frac{WZ}{8}$

W = 荷重
I = 慣性力率
C = 断面ノ中立軸ニ至ル距離
R = $\frac{I}{C}$ = 抵抗力率
L = 徑間ノ長サ
E = 彈性係數
K = 纖維應力

彎曲力率	變形	形	及於安全ノ反動
(7) $M = \frac{Wx^2}{2L}$ $M_{max} = \frac{W}{2}$	f = 撓度	$y = \Delta$	$W = 2 \frac{KR}{L}$ $B = W$ $A = B = \frac{W}{2}$ $W = 8 \frac{KR}{L}$
(8) $M = \frac{Wx}{2} \left(1 - \frac{x}{L}\right)$ $M_{max} = \frac{WL}{8}$	f = 撓度	$y = \frac{WL^3}{24EI} \times \left[\frac{x}{L} - 2 \frac{x^3}{L^3} + \frac{x^4}{L^4} \right]$	$W = 2 \frac{KR}{L}$ $B = W$ $A = B = \frac{W}{2}$ $W = 8 \frac{KR}{L}$

(9)	$M = \frac{Wx}{2} \left(\frac{3}{4} - \frac{x}{L} \right)$ $M_{max} = \frac{WL}{8}$ $M_0 = \frac{9}{128} WL$	$f = \frac{WL^3}{192EI}$ <p>最大撓度 $x = 0.4215L$</p>	$y = \frac{WL^3}{48EI} \times \left[\frac{x^3}{L} - \frac{3x^3}{L^3} + 2\frac{x^4}{L^4} \right]$	$A = \frac{3}{8} W$ $B = \frac{5}{8} W$ $W = \frac{KR}{8} \frac{L}{L}$
(10)	$M = \frac{WL}{2} \left(\frac{1}{6} - \frac{x}{L} + \frac{x^3}{L^3} \right)$ $M_{max} = \frac{WL}{12}$ $M_0 = \frac{WL}{24}$	$f = \frac{WL^3}{384EI}$	$y = \frac{WL^3}{24EI} \left[\frac{x^2}{L^2} - \frac{2x^3}{L^3} + \frac{x^4}{L^4} \right]$	$A = B = \frac{W}{2}$ $W = \frac{KR}{12} \frac{L}{L}$
(11)	$M = \frac{W}{3} \frac{x^2}{L^2}$ $M_{max} = \frac{WL}{3}$	$f = \frac{WL^3}{15EI}$	$y = \frac{WL^3}{12EI} \left[\frac{x}{L} - \frac{Ix^5}{5L^5} \right]$	$B = W$ $W = \frac{KR}{3} \frac{L}{L}$
(12)	$RK = A \left(a + \frac{bA}{2W} \right)$			$A = \frac{W(2d+b)}{2L}$ $B = \frac{W(2a+b)}{2L}$

○ 彎曲ノ作用

彎曲力率ハ應用力學ノ骨髓ニシテ殆ンド如何ナル場合ニ於テモ此計算ヲ要スルモノナレバ充分ナル研究ヲナシ其活用ヲ勉ムベキハ勿論彎曲力率ノ計算ハ機關計畫ニ入ル爲ニハ主要ナルモノタルト共ニ吾人取扱者ニモ關係深キモノナレバ殊更ニ彎曲ノ作用ニ就テ詳解スル事トス

第五圖ノ如ク壁ニ固着セル梁ノ先端ノ平面内ニ重量 W ヲ懸ルトキハ此ノ梁ノ實質内各部ニ於ケル諸點ハ皆夫々 W ノ爲ニ生ズル一種ノ「モーメント」ヲ受クベシ今 W ノ働ク線ニ直



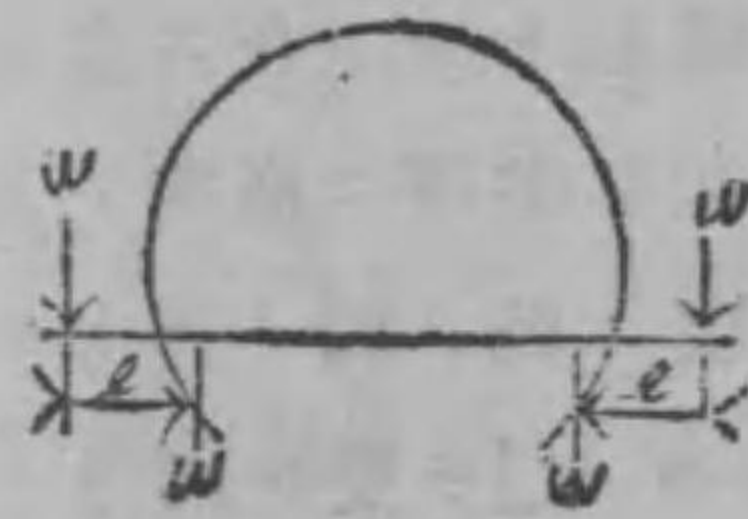
第五圖

角ナル aL ノ部分ニ於ケル各點ニ付テ見ルニ a ニ於テハ W × L b ニ於テハ W × l F ニ於テハ W × l ナル「モーメント」ヲ受ケ其他何レノ點ニ於テモ然ルベキヲ知ル而シテ此梁ハ此如キ「モーメント」ノ爲メニ點線ニテ示サルル如ク



第六圖

屈曲セラレントスルモノニシテ此「モーメント」ヲ彎曲力率 (Bending moment) ト云フ而シテ



W × L ノ如ク其最大ナルモノヲマキシマム ベンディング モーメント (Maxima bending moment) ト云

フ今尙精密ニ彎曲力率ノ作用ヲ考ヘンニ第六圖ノ如ク RR ニテ支ヘラルル棒ノ中央ニ重量ヲ加フルトキハ點線ノ如ク彎曲スルコ

トハ明ニシテ其ノ多小ハ L ノ大小 W ノ輕重及懸リ方ニ依リテ差アルコトモ明ナリ

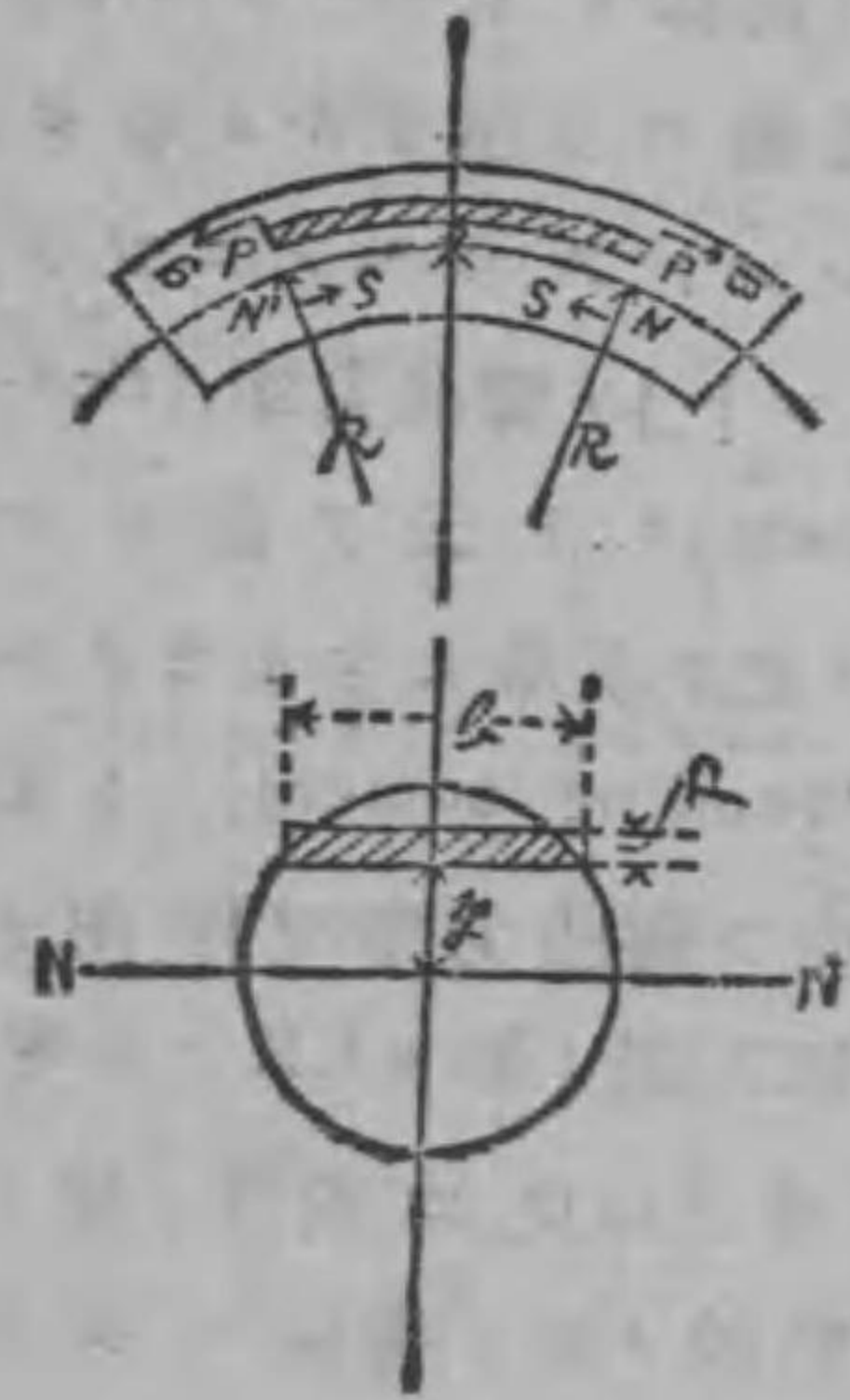
力學上純粹ノ彎曲トハ一ツノ棒(普通ノモノニ非シテ理想的ノモノタルヲ要ス)ガ次ノ條件ヲ具備スベキモノトス

(1) 此ノ棒ハ全部等シキ断面ヲ有シ其分子ハ齊一ニシテ且ツ完全ナル彈性ヲ備フルモノタルヲ要ス

(2) 彎曲ノ後ニハ其横断面ガ正シク半徑ノ方向アルヲ要ス

(3) W ノ働ク方向ニ直角ナル断面ハ彎曲ノ後ニハ同中心(ヲ有スル圓筒ノ表面ノ如クナルヲ要ス)ノ兩端ニ於テノ距離ニ拇指及食指ヲ等シキ六ヲ以テ之ヲ押ストキニ於ケル彎曲ヲ指スモノニシテ其ノ形狀ハ眞圓ナリトス此ノ如ク眞圓ニ彎曲セルハ拇指及食指ニ由テナサレタル W/ナル「モーメント」ニ由テナリ總テノ彎曲作用ハ皆ナ此ノ加ク或ル「モーメント」

第七圖



ノ爲メニ延ルコトハ此例ニ異ナラズ即チ彎曲作用ト「モーメント」ハ常ニ相伴フモノナリ今上ノ如ク學理上ノ彎曲ヲナセル棒ノ一部ヲ擴大シテ示セハ第七圖ノ如クナルベシ前ニ述ベタル學理的彎曲ヲ生ゼシメタル力率 w ナル力ハ棒ノ彎曲スルニ從ヒ漸次其ノ方向ヲ變シ途ニ全ク彎曲セルトキニ至レバ圖ニ示スル如ク半徑ニ直角ノ方向トナルベシ故ニ此ノ棒ノ外方ニ於テハ「テンション」ヲ受ケ内方ニ於

テハ「コンプレッション」ヲ受ケル事ナリ從テ其中間ニハ少シモ「ストレス」ヲ受ケザル部分アルベク尙其部分ヨリ外方ニアル部分ハ其距離大ナルニ從ヒ漸次其延ビ大トナリ距離小ナルニ從ヒ延ビモ小クナリ中間ノ「ストレス」ヲ受ケザル部分ニ於テハ全ク延ビナキコトヲ推知シ得ベク又内方ニアル諸部分ニ付キテモ其縮ミハ其距離ノ大小ニ關スルヲ知り從ヒテ「ストレス」ヲ受ケザル部分ニ於テハ全ク縮ミナキコトヲ知り得ベシ

此ノ如ク彎曲力率ヲ受クルトキニ全ク「ストレス」ヲ受ケズシテ延ビモ縮ミモナキ部分ハ圖中 NN ニテ示スガ如キ面ニシテ之ヲ中立面 (Neutral surface) ト云ヒ彎曲ノ半徑 R ヲ有スル圓筒ノ表面ノ如キモノナリ此中立面ト棒ノ横断面トノ交點 NN ヲ中立軸 (Neutral axis) ト名ケラル今次ニ彎曲ノ半徑、中立面ヨリ或部分マテノ距離其部分ニ生ズベキ應力、中立面若クハ中立軸ノ位置彎曲力率等ノ關係ヲ説明スベシ

○ 中立軸若クハ中立軸ト彎曲力率トノ關係

第七圖中 NN ヲ中立面ノ位置ヲ表ハスモノトシ其外力ヲノ距離ニアル縦断面ノ一小部分 PP ヲ取り其兩端ヲ中心ニ結ビ付ケ此半徑線ト NN 線トノ交點ヲ NN トス又 NN 線ノ半徑ヲ R トス然ルトキハ前ノ説明ニ由リ PP ハ NN ヨリ長ク NN ハ元ノ儘ナルヲ知ル故ニ PP ニ於ケル實際ノ延ビハ PP - NN ナリ故ニ延ビノ割合ハ $l = \frac{PP - NN}{NN}$ ナリ此ノ割合ハ棒ノ一部ニ付キテモ全長ニ付キテモ理論上ニ於テハ相等シ故

$$= l = \frac{\text{PPノ全長} - \text{中立面ノ長}}{\text{中立面ノ長}} = \frac{2\pi(R+y) - 2\pi R}{2\pi R} = \frac{2\pi y}{2\pi R} = \frac{y}{R}$$

$\frac{y}{R}$ ナリ此ノ式ニ由レバ延ビノ割合ハ y ノ大小ニ從ヒテ多少トナルヲ知ル即チ $l \propto y$ ナリ

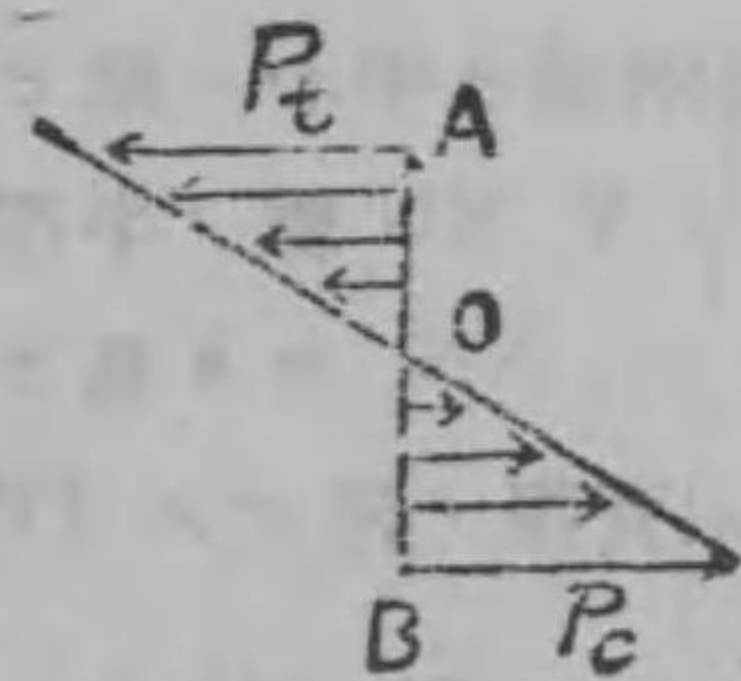
今 PP 部分ノ各點ニ起ル「ストレス」ヲ $P \text{ lbs}/\square''$ トスレバ

$$\frac{\text{ストレス}}{\text{ストレイン}} = \frac{P}{l} = E = \text{「モヂユラス」ナル故 } l = \frac{P}{E} \text{ ナリ}$$

$$\text{故ニ } \frac{y}{P} = \frac{P}{E} \text{ ナリ之ヲ變ズレバ } \frac{P}{y} = \frac{E}{R} \dots\dots\dots (I) \text{ ナリ}$$

故ニ $P = \frac{E}{R} \times y$ ナリ然ルニ彈性限界以内ニ於テハ R ガ變セザル限リハ $\frac{E}{R}$ ハ定數ナリ故ニ $P \propto y$ ナルヲ知ル即チ或部分ニ生ズル「ストレス」ハ其部分が中立面ヨリノ距離ニ正比例ヲナシテ變ズルヲ知ル之ヲ圖式ニスレバ下ノ如シ

(注意) 彎曲力率ハ棒ノ各部ニ於テ各値ヲ異ニシ從テ「ストレス」モ其值種々アルヲ以テ計算ニハ最大彎曲力率ヲ受クル



断面ニ於テ最大ナル「テンション」ヲ生ズル點ニ關スルモノヲ取ルモノトス
(凡テ材料ハ「コンプレツション」ニ對スルヨリモ「テンション」ニ對シテ弱キモノナルヲ以テ計算上ニハ「テンション」ヲ取ルモノナリ)
以上ノ關係ハ「コムプレツション」

AB ハ Wガ働ク線ト同
方向ニ於ケル直徑ノ長
サ A ハ彎曲中心ニ對
シテ外方ノ端
B ハ同内方ノ端
O ハ中立面ノ通スル點

ヲ受クル側ニ付キテモ同様ナル故ニ特ニ之ヲ説カス
次ニ棒ノ横断面(彎曲ノ中心ヲ通シテ切りタル)ニ顯ハル。PP 部分ノ幅及厚サヲ b, t トスレバ此

小断面積ハ $b \times t$ ナリ而シテ彎曲力率ニ反抗シテ此部分ノ平均ヲ保タシムル者ハ此ニ生ズル「ストレス」 $P \text{ lbs}/\square''$ ノ合計即チ $b \times t \times P$ ナリ又此棒ノ横断面積 A ハ bt ノ如キ小面積無數ヨリ成ルモノナル故 A ノ上ノ總テノ「ストレス」ハ btP ノ如キモノ、總計即チ ΣbtP ナルコトハ明ナリ即チ彎曲力率ノ爲メニ A 面積ニ生ズル「ストレス」ハ ΣbtP ニシテ此力ハ断面ノ重心ニ働クモノト見做スヲ得ベク又此場合ニハ断面各部ニ於ケル「ストレス」ノ總計ガ断面ノ重心ニ働クモノト見做シ得ベシ然ルニ此「ストレス」ノ總計ハ中立軸ヨリ外方ノ「テシジョン」ト内方ノ「コムプレツション」トガ相平均シテ O トナルヲ以テ次ノ式成立スベシ

$$\Sigma btP = \Sigma bt \times (\text{断面各部ニ於ケル Stress ノ合計})$$

断面各部ニ於ケル「ストレス」ノ合計 $= O$ ナル故上ノ方程式ノ右邊ノ値ハ O ニ等シキ故ニ

$$\Sigma btP = O \text{ 然ルニ } P = \frac{E}{R} y \text{ ナル故}$$

$$\Sigma btP = \Sigma bt \times \frac{E}{R} \times y = \frac{E}{R} \Sigma bty = O$$

上ノ式ハ「ストレス」ガ O ニ等シキ處ハ重心點ニアリトシテ成立セリ換言スレバ正立體ニアリテハ中立 (若クハ中立軸ハ重心點ヲ通ズル場合ニ上ノ式ハ成ルモノナリ) 而シテ重心點

ヲ通ズルモノニハ必ズ上ノ如キ關係ヲ見ルヲ得ルモノナリ故ニ正立體ニアリテハ中立面若クハ中立軸ハ断面ノ重心ヲ通ズルモノナリ

○ 彎曲力率ト慣性力率(断面)トノ關係

彎曲セル棒ノ横断面ニ於テ中立軸ヨリ y ナル距離ニアル小面積 bt ニ生ズル應力全體即チ btP ハ中立軸ニ對シテ $btP \times y$ ナル「モーメント」ヲナス此ノ如キ小面積ニ於ケル小「モーメント」ヲ總計セルモノハ横断面全部ニ對スル「モーメント」ナリ

故ニ $\Delta M = (btP)y$ 從テ
 $\Sigma \Delta M = \Sigma (btP)y = \Sigma (bt) \times \frac{E}{R} y + y = \frac{E}{R} \Sigma (bt)y^2$ ナリ

然ルニ式中ノ $\Sigma (bt)y^2$ ハ此断面ノ慣性力率ナリ故ニ

$\Sigma \Delta M = \frac{E}{R} \Sigma (bt)y^2$ ナル式ハ

$M = \frac{E}{R} I$(2) トナル即チ M ト I トノ關係ヲ示ス式トナル

此ノ式ヲ變ズレバ $\frac{M}{I} = \frac{E}{R}$ トナル故(1)式ト對照スレバ

$\frac{M}{I} = \frac{E}{R} = \frac{P}{y}$ ナル式ヲ得此ノ式ハ彎曲作用ノ計算ニ付キ基本ノ公式ニシテ此ヨリ種々ナル算式ヲ作ルヲ得ベシ例令バ上

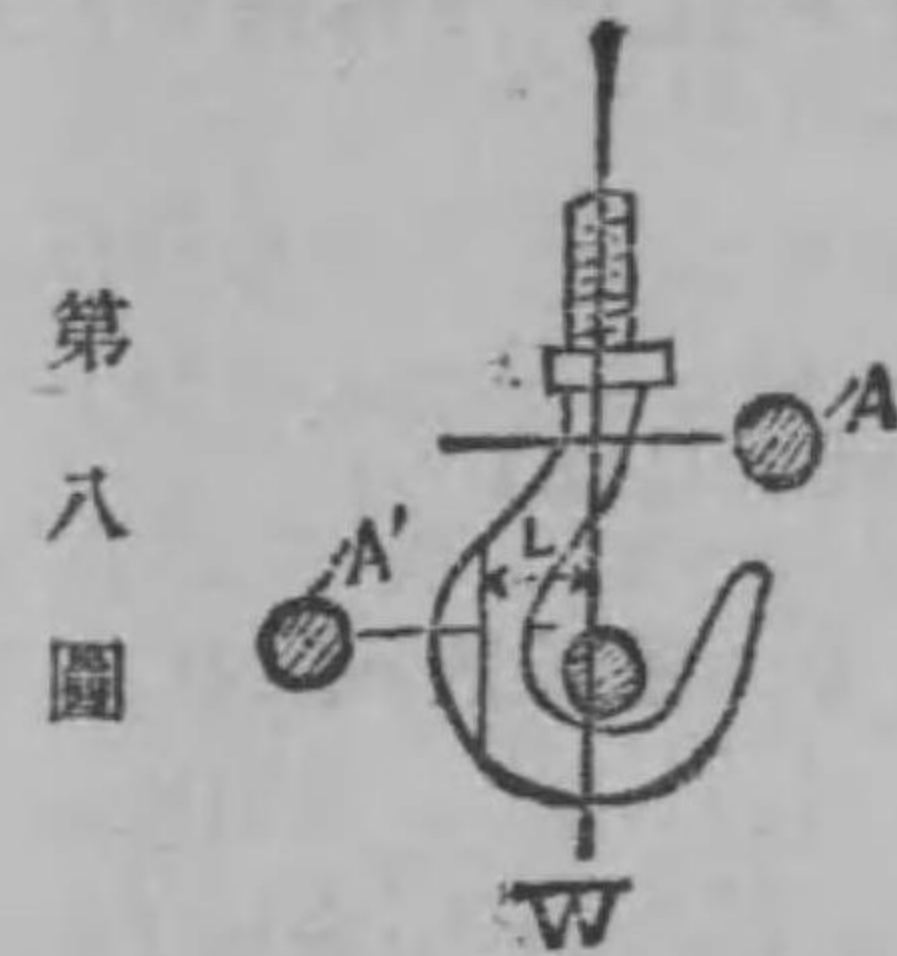
ノ公式ヲ變ジテ $P = \frac{M}{I} y = \frac{M}{\frac{I}{y}}$ トスレバ或ル横断面ノ一部分ニ於ケル M 及 I ト其部分ト中心軸トノ距離ヲ知レバ直ニ其

部分ニ於ケル毎平方吋ニ付キテノ應力ヲ算出スルヲ得ベキガ如シ

上ノ式中ノ $\frac{I}{y}$ ハ通例ハ $\frac{I}{y}$ ヲ以テ表ハシ之ヲ断面係數 (Modulus of section) ト名ケラル

○ 彎曲作用ノ例

彎曲作用ハ殆ント何レノ場合ニモ生ズルモノニシテ計算ヲ要スルコト多シ例令バ第八圖ノ如キ「フック」ハ断面 A ニ於テ

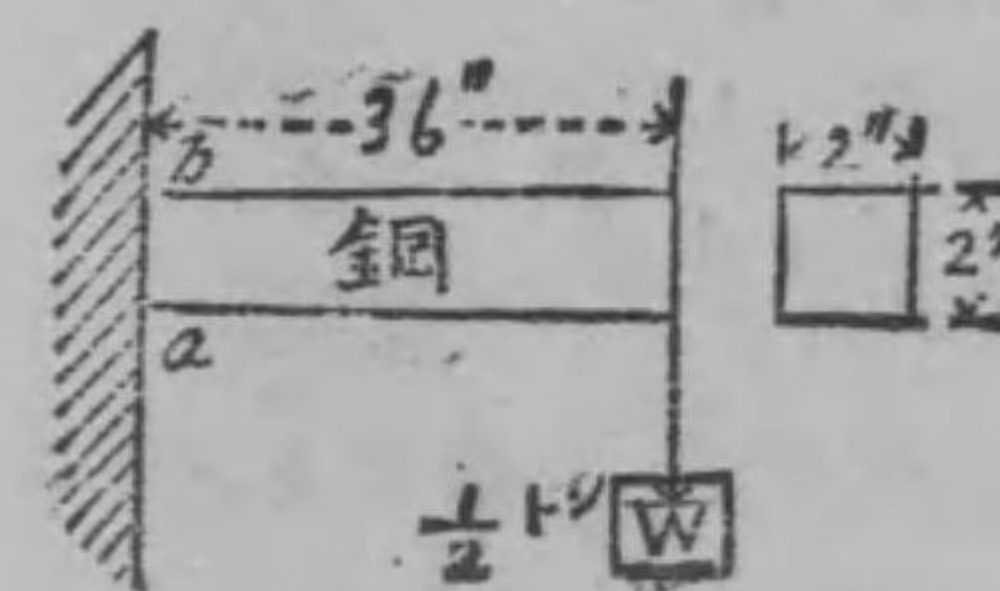


ハ W ノ爲メニ「テンション」ヲ受ケルモ A' ニ於テハ「テンション」ヲ受ケルノミナラズ尙ホ $W \times L$ 丈ケノ「モーメント」ヲ併セ受ケルモノナル故 $W \times L$ ニ對スル丈ケ A ヨリモ面積ヲ大ニスルヲ要ス

○ 彎曲作用計算ノ例

(1) 第九圖ノ如キ Beam (梁) ガ W ノ「モーメント」ヲ受ケル

第九圖



爲メニ其断面ニ生ズル「ストレス」ヲ求ムルコト次ノ如シ

此ノ如キトキニハ最大彎曲力率ヲ受ケル點 b ニ於ケル「ストレス」ヲ求ムレバ宜シ即チ $P = \frac{M}{\frac{I}{y}}$ ニ於テ M ヲ最大彎曲

力率トシ P ヲ bニ於ケル毎平方單位所「ストレッツス」トシ
 断面係數トシ計算ス

$$P = \frac{W \times L}{\frac{2}{3}} = \frac{\frac{1}{2} \times 36}{\frac{2}{3}} = 13.5 \text{ 「トン」/「口」}$$

(2) (1) ニテ得タル 13.5 「トン」ノ「ストレッツス」ハ鋼ノ最大
 「ストレッツス」30「トン」ニ對シテハ 過大ナルヲ以テ此梁ハ
 實用上不安全ナリ今此「ストレッツス」ヲ 5「トン」ニ制限スルニ
 ハ W ノ最大量ヲ幾「トン」トスベキヲ求ムルコト次ノ如シ

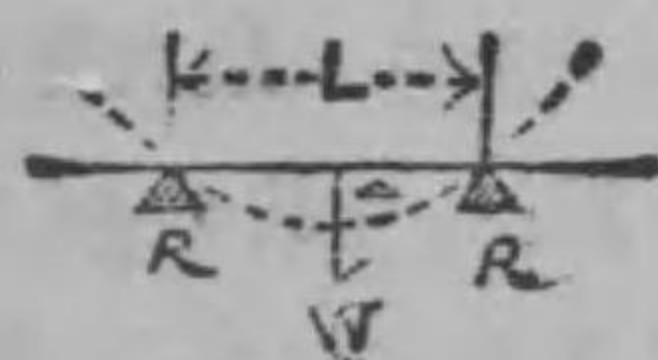
$$W = \frac{P \times s}{L} = \frac{5 \times \frac{2}{3}}{36} = .185 \text{ 「トン」/「口」}$$

ヲ得此レヲ安
 全ナル荷重トス

○ 彎曲作用ニ依テ生スル變形量 (Deflection) デフレクション

第十圖ノ如キ場合ノ彎曲作用起ルトキノ變形量ハ圖中ノ Δ
 ナリ以テ測ルモノトス此ノ量ヲ計算スル所以ハ梁ハ其用途如何
 ニ依リテ此ノ量ヲ制限スル 必要アレバナリ例令バ普通ノ移動
 起重器ノ如キハ此量ヲ少ナクセザレバ其滑車ガ軌道ヲ 脱落ス
 ル恐多シ又「スチーム、タービン」ノ車軸ノ如キハ此量多キ程
 回轉數ヲ大ナラシムルガ如キ其例ナリ

第十圖



學理上ノ彎曲ニ於ケル變形量 Δハ
 幾何學ノ定理ニ基キ

$\Delta \times (2R - \Delta) = \frac{L^3}{4}$ 然ルニ Δノ量ハ
 彎曲ノ半徑ニ比スレバ其量極メテ小
 ナルヲ以テ $2R - \Delta$ ハ殆ント $2R$ ニ

等シトシテ差シ支ナシ故ニ上式ハ $\Delta \times 2R = \frac{L^3}{4}$ トナリ從テ

$\Delta = \frac{L^3}{8R}$ ナル式ヲ得即チ Δト L (即 Span) トノ關係ヲ示ス式ヲ

得ベシ然ルニ $\frac{E}{R} = \frac{M}{I}$ ノ公式ニヨリ $\frac{I}{R} = \frac{M}{IE}$ ナルヲ以テ上

式ハ $\Delta = \frac{L^3 M}{8IE}$ トナル

此ノ公式ハ如何ナル Bending ノ場合ニ於テモ同様ナル形ヲ
 ナスモノナリ但シ 8 ノ如キ定數ガ場合ニ應ジテ異ナルコト、
 M ノ算出ニ難易ノ差アリ

種々ナル方法ニ由テ起ル最大彎曲力率ヲ求ムル算式ノ成立
 ハ解説容易ナラザル故此レヲ省略シ唯ダ其公式及ヒ夫々ノ場
 合ニ於ケル變形量ト共ニ一表(第七表ノ一、二)中ニ掲ケ

(注意) Δノ量ハ以上ノ公式ニ依テ定マルモ計畫ノ上ニハ
 自ラ制限アリ最モ信ズベキ制限ハ $\frac{\Delta}{L} = \frac{1}{500}$ 乃至 $\frac{1}{2000}$ ナリ
 トス故ニ P ヲ安全範圍内ニ定メタリトスルモ Δガ此ノ制限以
 上ニ算出セラルトキハ材料ヲ大ニスルカ又ハ P ヲ低減スル
 カ何レカニ依リテ計畫セザル可ラズ

○ 變形量ノ計算例

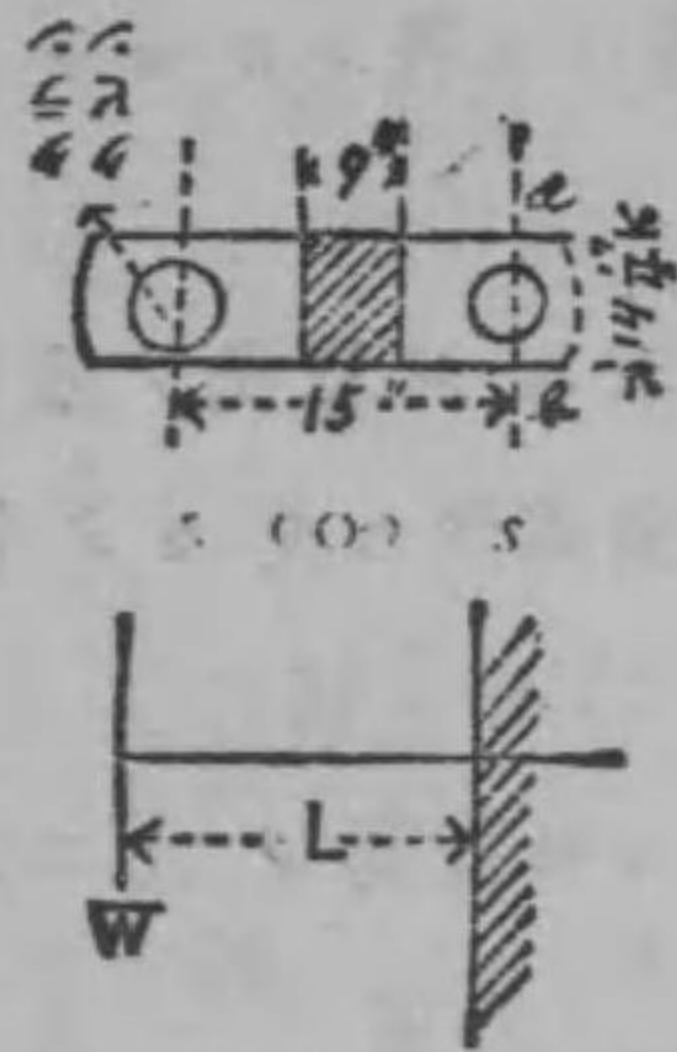
某軍艦ノ曲腕腕ハ(第十一圖)ニ示ス如キ寸法ナリ 高壓ニ於
 ケル P ガ最大彎曲力率及 Δヲ求ムレバ次ノ如シ但シ高壓ノ總
 壓力ハ 70000 ナリトス

$$P = \frac{M}{I} \times y, \quad M = W \times L = \Delta = \frac{1}{3} \cdot \frac{WL^3}{EI}$$

(一) 此ノ實例ニ關スル計算ヲ次ニ示サン

高壓吸鑄面上ノ最高總壓力(假リニ 140000 lbs トシ)ハ吸鑄棒、接合棒ヲ經テ曲肱栓ニ作用シ其壓力ハ兩側ノ曲肱腕ニ依テ分擔セル故ニ一方ノ曲肱腕ハ此壓力 $\frac{1}{2}$ ニ等シキ外力 (70000 lbs) ヲ受クベシ而シテ曲肱カ回轉中ニ此外力ニ依テ與ヘ

第十一圖



ラル、應力ハ種々アレ共就中其彎曲力率ニ由リテ生ゼラル、應力ハ曲肱腕ノ計算ニ必要ノモノナリトス

曲肱腕ハ其水平ナル位置ニ來レル瞬間ニ於テ最大ナル彎曲作用ヲ受ケ其状態ハ(第十一圖)ノ如キ彎曲力率ノ表中第一ノ場合ニ相當シ圖中 ab ノ断面ニ於テ最大彎曲力率ヲ受クルモノナリ故ニ表ニ依リ

(A) 最大彎曲力率 $= M = W \times L = 70000 \times 15 \times 105 \times 10^4$ 又ハ 1050000 吋噸 (式中 105×10^4 トセルハ後ノ計算ニ便ニセン爲ニシテ約分若クハ乘法ヲ行フトキニハ其儘ニ保存シ最後ニ至リ初テ用フベシ)

(B) 断面ニ關スル慣性力率 $I = \frac{bh^3}{12} = \frac{7 \times (14.25)^3}{12} = 1688$ +

リ

ab 断面ニ於テハ中立軸ハ軸ノ中心ヲ通ズルヲ以テ

$$y = \frac{h}{2} = \frac{14.25}{2} = 7.125 \text{ 吋}$$

故ニ此断面中ニ生ズル「ストレッツス」(テンション)ノ内ノ最大ナルモノハ

$$(C) P = \frac{M}{I} \times y = \frac{105 \times 10^4 \times 7.125}{1688} = 4432 \text{ 噸/吋}^2$$

(C) ノ計算ニ於テハ I 及 y ヲ別ニ計算シテ其ニ依テ P ヲ求ムレドモ $\frac{M}{I} \times y = \frac{M}{I} \times \frac{I}{y}$ ニシテ $\frac{I}{y}$ ハ表中 Z ニテ其公式ヲ與ヘラル、故多クノ場合ニハ $\frac{M}{Z}$ ニ依リテ P ヲ求ムル方ヲ便ナリトス

(D) 此彎曲作用ノ爲ニ曲肱腕ガ受クベキ最大變形ハ表ニ依レバ

$$\frac{1}{3} \cdot \frac{PL^2}{Ey} \dots\dots\dots (1) \quad \frac{1}{3} \cdot \frac{WL^3}{EI} \dots\dots\dots (2)$$

ノ二種ノ公式アルヲ以テ場合ニ應ジ計算ニ便ナル方ヲ採ルヲ可トス

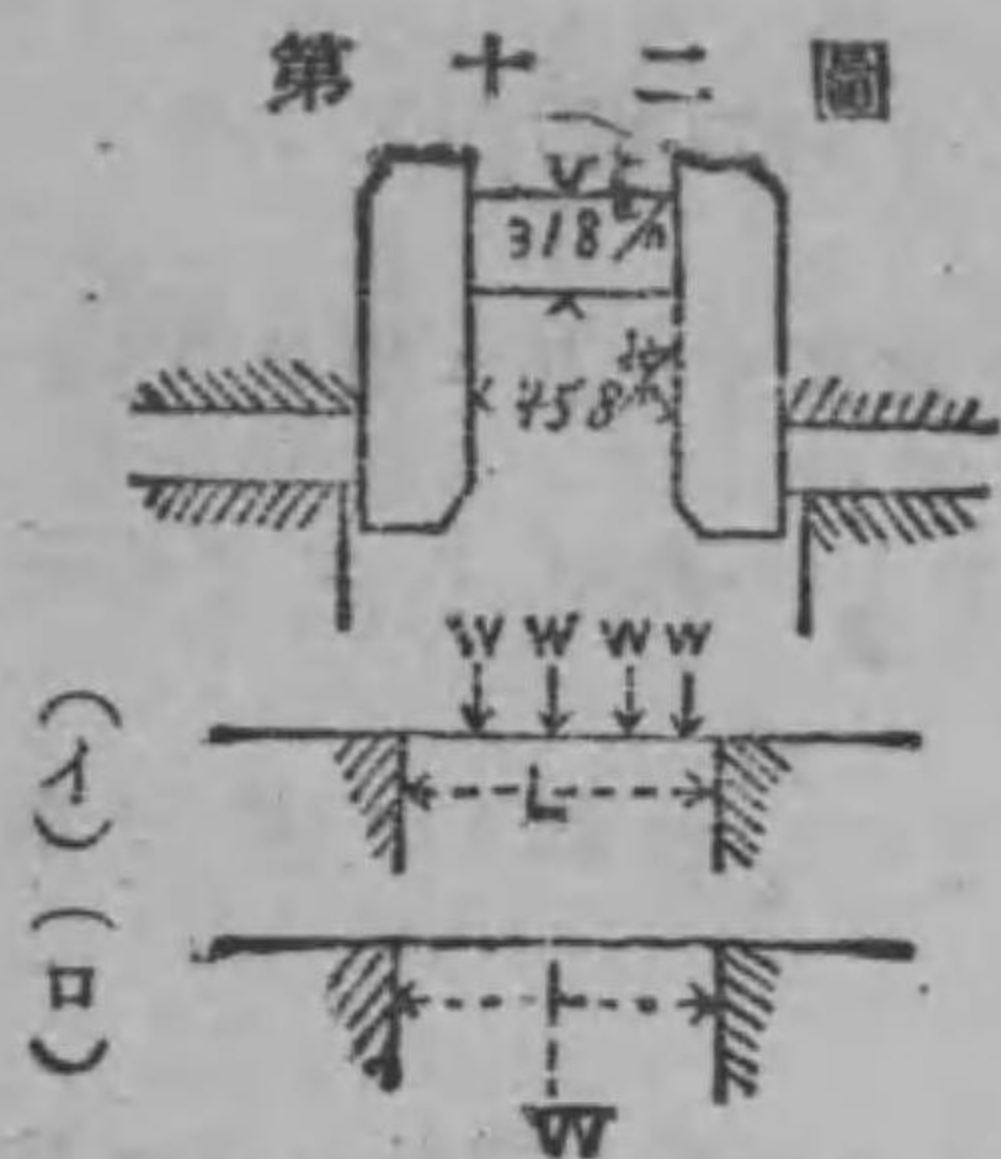
今(1)ノ公式ヲ用ユレバ

$$\Delta = \frac{1}{3} \cdot \frac{PL^2}{Ey} = \frac{1}{3} \times \frac{4432 \times 15^2}{3 \times 107 \times 7.125} = 0.0047 \text{ 吋}$$

(2) ノ公式ヲ用ユレバ

$$\Delta = \frac{1}{3} \cdot \frac{WL^3}{EI} = \frac{1}{3} \cdot \frac{7 \times 10^4 \times 15^3}{3 \times 107 \times 1688} = 0.0047 \text{ 吋}$$

(二) 同上曲肱栓ハ直徑 $\left\{ \begin{array}{l} \text{内} \\ \text{外} \end{array} \right. 3.18 \text{ m/m}$ ニシテ長サハ 458 m/m ナリ其受クル最大彎曲力率及最大應力ヲ求ムルコト次ノ如シ((中壓ノ場合(第七表中第二ニ相當スルヲ以テ最大彎曲力率 $= \frac{1}{2} WL = M$ 然レドモ第七表中ノ第二ノ場合ト見做スヲ可トス))



$$M = \frac{1}{4}WL$$

第十二圖中(イ)今第八表中第8ノ
 場合ニ由テ計算スレハ先ヅWヲ求メ
 ザル可ラズ即チ每一吋ニ付キテノ汽
 壓 = $W = \frac{W}{L} = \frac{155520}{18} = 8640$ 听/□"
 此レナリ

然レ共例ニ於ケル如ク W カ已知
 ナルトキハ特ニ W ヲ算出スルニ及バズ何トナレバ

最大彎曲力率 = $M = \frac{1}{8}wL^2 = \frac{1}{8}wL \times L = \frac{1}{8}WL$ ナレバナリ

故ニ $M = \frac{1}{8}WL = \frac{1}{8} \times 155520 \times 18$ 又ハ
 $= \frac{1}{8}wL^2 = \frac{1}{8} \times 8640 \times 18^2$

ニシテ其値ハ何レニアリテモ 349920 吋听ナリ(吋听ハ仕事ノ
 單位ヲ示スモノナリ)故ニ上ノ計算ニテハ直ニ W ヲ用フルチ
 便ナリトス

次ニ(ロ)ハ第七表中第二ノ場合ニ由テ計算スレバ

$$M = \frac{1}{4}WL = \frac{1}{4} \times 155520 \times 18 = 69980 \text{ 吋トナリ}$$

(イ)ノ場合ノ M ノ二倍トナル(公式ニ依リテモ明ナリ)故ニ
 或材料ノ應力ヲ豫定シテ或品物(曲肱栓ノ如キ)ヲ作ラントス
 ルトキハ(ロ)ノ場合ヲ通用スレバ(イ)ノ場合ニ於ケルヨリモ大
 ナル M ヲ得ルチ以テ品物ノ断面モ從テ大トナリ(イ)ノ場合ニ
 比シテ一層安全ナルモノヲ得ベシ此レ曲肱栓ノ計算ニ(ロ)ノ
 場合ヲ適用スル所以ナリ

(三) 曲肱軸ハ内徑 6 吋外徑 11 $\frac{1}{2}$ 吋ナリ低壓ニ於ケル M
 及 P ヲ求ム

曲肱軸ハ(第十一圖)ノ如ク主軸承ノ中心ニ固着シタル長サ
 (曲肱栓ノ中心ト主軸承ノ中心トノ距離ニ等シキ)ノ棒ノ先端
 ニ W (低壓吸鑄面上ノ總氣壓ノ $\frac{1}{2}$ ニ等シキ)ヲ懸ケタル場合即
 チ(第七表中第一)ノ場合ニ相當スルモノナリ故ニ

$$M = W \times L = \frac{95250}{2} \times 26.6 = 1266825 \text{ 吋听}$$

$$P = \frac{M}{Z} = \frac{1266825}{.0982 \frac{(D^4 - d^4)}{D}} = \frac{1266825}{1333} = 95035 \text{ 听/□"}$$

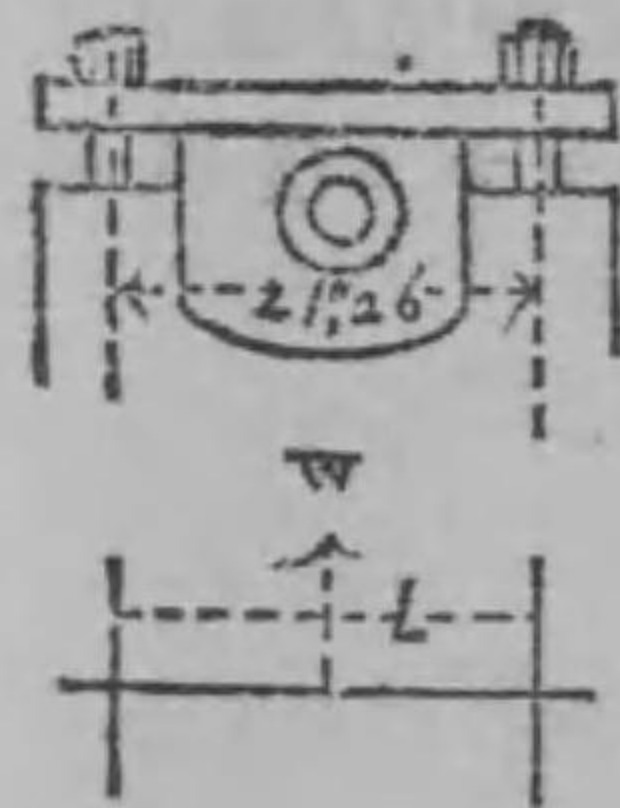
(四) 同上主軸承ノ抑ヘハ圖ニ示ス如ク螺釘孔中心間ノ距
 離 2.26 吋幅 18 吋ニシテ厚サハ 3.54 吋ナリ低壓ニ於ケルモ
 ノノ承クル M 及 P ヲ求ム

此ノ抑ヘハ(第十三圖)ノ如ク低壓吸鑄ニ於テノ總壓力ノ $\frac{1}{2}$ ニ
 等シキ壓力ガ其中央ニ作用スル爲メニ彎曲作用ヲ受クルモノ
 トシテ計算セラルルモノニシテ第七表中第五ノ場合ニ相當ス
 ルモノトス故ニ

$$M = \frac{1}{8}WL = \frac{1}{8} \times \frac{1}{2} \times 95250 \times 21.26 = 126563 \text{ 吋听}$$

$$P = \frac{M}{Z} = \frac{126563}{\frac{1}{8}b^2} = \frac{6 \times 126563}{18 \times 3.54^2} = 3363 \text{ 听/□"}$$

第十三圖



今普通鑄鋼ノ f ナ 5000 ト假定シテ
 逆ニ抑ヘノ大サヲ定ムル法ヲ示サン(曲
 肱栓ノ實例ニ於テ D, b ヲ算出セルモ此
 一例ナリト知レベシ)

此場合ニ放テモ M ハ前ト同様ニ
 126563 吋听 ナリ依テ $P = \frac{M}{Z}$ ナル公式
 ニ已知ノ値ヲ代入スレバ $5000 = \frac{126563}{Z}$

故に $Z = \frac{126563}{5000} = 25.3$ 然るに Z の表に依れば $\frac{1}{8}bh^2$ ナリ
 實際計算の場合に b 若くは h を豫定スル法トス今 $b = 18$ 吋
 ト豫定スレバ

$$\frac{1}{8}bh^2 = \frac{1}{8} \times 18 \times h^2 \text{ ナリ故に上式ハ}$$

$$\frac{126563}{5000} = 25.3 \text{ 故に } h = \sqrt{8.43} = 2.9 \text{ 吋トナル}$$

(便利ノ爲メ下ニ上ノ如キ場合ノ公式ヲ示サン)

$$P = Z = \frac{M}{P} \text{ 於テ } Z = \frac{1}{8}bh^2 \text{ ナルヲ以テ}$$

$\frac{1}{8}bh^2 = \frac{M}{P}$ 此式中に b を豫定スレバ (1) h を豫定スレバ (2) ト
 ナル

$$h = \sqrt{\frac{M}{P} \times \frac{6}{b}} \dots\dots(1) \quad b = \frac{M}{P} \times \frac{6}{h^2} \dots\dots(2)$$

○ 複性應力

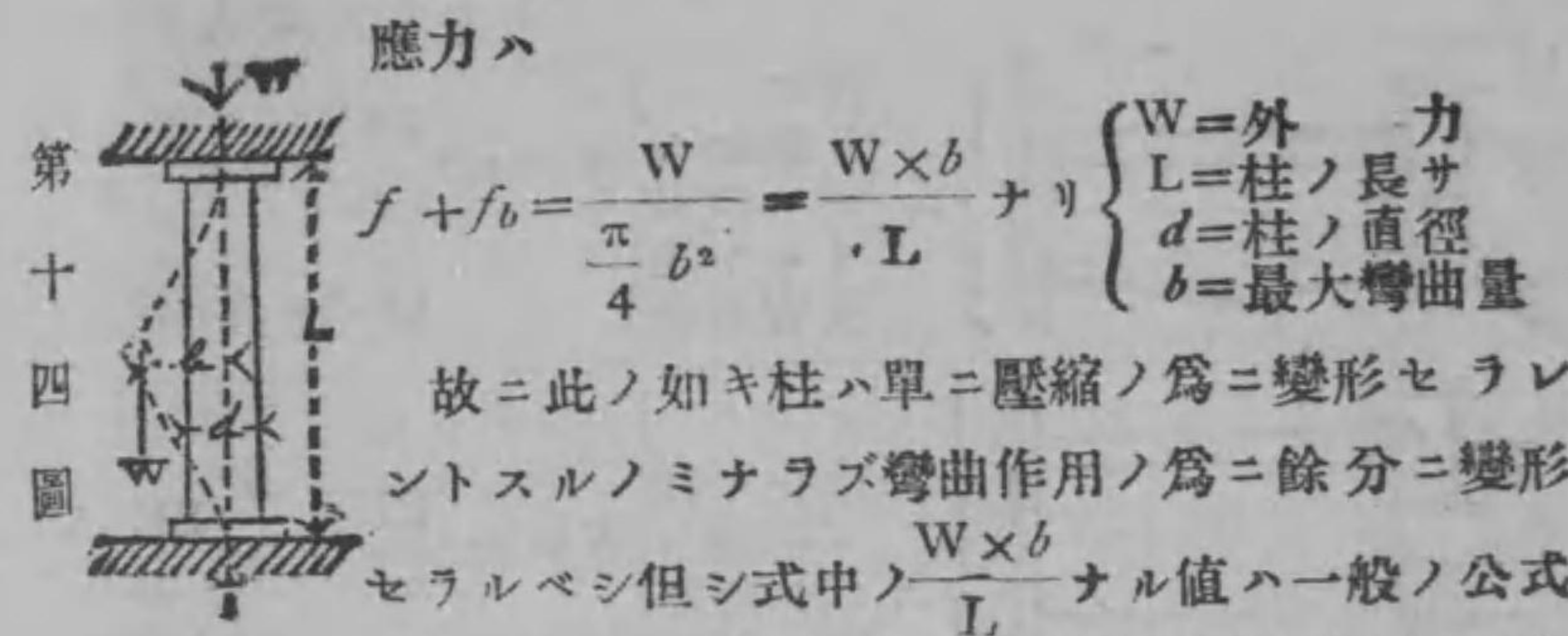
前節迄ハ各種ノ應力が單獨ニ生ズル場合中彎曲ノミニ付キ
 説明セルモ實際ニ於テハ其例ノ起ルコトハ寧ろ稀ニシテ却テ
 二種以上ノ應力が併セ生ズルコト多ク特ニ彎曲作用ノ如キハ
 殆ど何レノ場合ニモ生ズルモノナリ故ニ彎曲作用ト他ノ「ス
 トレツス」ガ同時ニ生ズル場合ヨリ初メテ種々ナル複性應力
 ノ二、三實例ニ近キ緊要ナルモノヲ示スベシ

○ 長柱ノ強度(壓縮ト彎曲トノ複性應力)

第一、外力ガ物體ノ軸線上ニ働ク場合

蒸氣機械ノ柱ノ如ク直徑ニ比シテ長サ大ナルモノカ第十四

圖ノ如ク其軸線上ニ W ナル外力ヲ受クルトキハ單ニ壓縮ヲ
 受クルノミナラズ尙彎曲作用ヲ受ケテ圖ノ如ク撓ム者ナリ此
 時ノ應力ハ壓縮ニ對シテハ $\frac{W}{\frac{\pi}{4}d^2} = fc$ ナル壓力ヲ生ジ彎曲ニ
 對シテハ屈曲部ニ切線ニ働ク W ノ爲メニ $W \times b$ ナル彎曲力
 率ヲ受クルヲ以テ $\frac{W \times b}{L} = fb$ ナル値ヲ生ズベキ故ニ此柱ノ受クル總



ヲ以テ示セルニ過ギズシテ實際ハ柱ノ断面ノ形狀及取付ノ方
 法ニ由リ其計算ヲ異ニスルモノナリトス而シテ柱ノ彎曲状態
 ニ付キテモ各大家ノ解釋ヲ異ニセルヲ以テ其公式ニモ差ヲ生
 ズルヲ以テ此値ヲ算出スルニハ大ニ困難ナリトス長キ柱ガ壓
 縮ヲ受クルトキ變形スル状態ハ壓力及直徑、長サヲ等シクス
 ル場合ニ於テ種々ナル取付ケ方ニ依リ異ナルモノトス實驗ニ
 依レバ兩端丸クシテ上下共ニ固着セザル場合ハ外力ニ對シ最
 モ弱ク彎曲最大ナリ此ノ場合ノ計算ハ殊ニ困難ナリトス何ト
 ナレバ彎曲前ト彎曲後トハ上下ノ取付ケ點ノ位置異ナレバナ
 リ次ハ一端丸ク且固定セズ他ノ一端固定シタル場合ノモノヨ
 リ彎曲小ナリ次ハ兩端共ニ固定セル場合ニハ最モ強ク彎曲ハ
 最小ナリ

長柱ノ彎曲公式中一、二、ヲ次ニ示ス

○ (第一) 佛 Euler 氏ノ公式

E=彈性係數(平方吋), L=柱ノ長サ(吋)

W=作用荷重(噸)

I=斷面ノ最小慣性力率(重心ヲ通過スル軸ニ就テ)

n=安全係數,

K=斷面ノ最小環動半徑 = $\sqrt{\frac{I}{A}}$

(第九表)

	IV. 附スニ導片ヲ重シテ荷重ニシテ他端自由	$W = 4\pi^2 \frac{EI}{nl^2} = 4\pi^2 \frac{EK^2 A}{nl^2}$ ($4\pi^2 = 39.4784$)
	III. 導片ヲ附シテ他端自由	$W = 2\pi^2 \frac{EI}{nl^2} = 2\pi^2 \frac{EK^2 A}{nl^2}$ ($2\pi^2 = 19.7392$)
	II. 導片ヲ重シテ荷重ニシテ他端自由	$W = \pi^2 \frac{EI}{nl^2} = \pi^2 \frac{EK^2 A}{nl^2}$ ($\pi^2 = 9.8696$)
	I. 他端固定	$W = \frac{\pi^2}{4} \times \frac{EI}{nl^2} = \frac{\pi^2}{4} \times \frac{EK^2 A}{nl^2}$ ($\frac{\pi^2}{4} = 2.4674$)

nノ値、鋼及鍛鐵=5, 鑄鐵=6, 木材=10 トス又以上四種ノ場合ニ於ケル Wノ値ハ安全應壓力ニ横斷面ヲ乗セル種ヨリ超過ス可ラズ

○ (第二) Gordon 氏ノ公式

此公式ハ Rankinen 氏ニ依リテ改良セラレシモノニシテ之ニ三種ノ別アリ次ノ如シ

(第十表)

柱ノ種類		Wノ値	定數ノ値		
第一	兩端單ニ支持セラレタルモノ (前項ノ第二ト同シ)	$\frac{Aa}{1 + \frac{4L^2}{bK^2}}$	材料	a	b
			軟鋼	36,000	36,000
第二	一端支持セラレ他端固定セルモノ (前項第三ト同シ)	$\frac{Aa}{1 + \frac{16L^2}{9bK^2}}$	鍛鐵			80,000	6,400
			鑄鐵		
第三	兩端固定セルモノ (前項第四ト同シ)	$\frac{Aa}{1 + \frac{L^2}{bK^2}}$	乾燥木材	7,200	3,000

上表中荷重 Wニハ安全係數ヲ適用セザル可ラズ又 Aハ横斷面積(平方吋)ヲ表シ Kハ同斷面ノ最小環動半徑ヲ表ハスモノトス

○ 最小環動徑

長方形斷面ノ如キ二邊ノ長サ等シカラザル場合ニハ慣性力率ノ價值ハ中立面ノ位置ニヨリテ異ナルモノニシテ一般ニ慣

性力率ハ中立面ガ短キ邊ニ平行ナルトキ大トナリ長キ邊ニ平行ナルトキ小トナルモノトス而シテ環動半徑ハ慣性力率ヲ其斷面積ニテ除シタルモノ、平方根ニシテ最小環動半徑ニ種々ノ價值アルガ其内最小ナルモノトノ意味ナルヲ以テ必ず最小慣性力率ヲ面積ニテ除シタルモノ、平方根ヲラザル可ラズ故ニ最小環動半徑ノ價值ハ一般ニ中立面ガ斷面ノ長邊ニ平行シタルトキ生ズルモノトス方形又ハ圓形ノ如キ斷面ニ於テハ環動半徑ノ價值ハ常ニ同一ニシテ中立面ノ位置ニ關セザルコト明カナリ

○ (第三) (Seaton) 氏ノ公式

同氏ガ接合棒ニ對シテ與ヘタル公式次ノ如シ

$$P = \frac{f \cdot S}{1 + 4a \frac{l^2}{d^2}} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{式中 } P=W=\text{外力, } S=\text{柱ノ斷面積} \\ l=\text{柱ノ長さ, } d=\text{柱ノ直径} \end{array} \right.$$

同氏ハ此式中ノ定數 f 及 a ノ値ヲ次ノ如シトセリ

鐵又ハ鋼ニ對シテハ f (安全應力) = 36,000 lbs/□'', $a = \frac{1}{3,000}$
然レドモ此値ハ未ダ確定セラレタルモノナラザレハ實用上ニハ可成新説ニ從テ此ヲ定ムルヲ要ス

今此定數ノ値ハ最新ナルモノニテ Goldon 氏ノ式ヲ下ニ掲ケ
シ同氏ガ與ヘタル一般ノ公式ハ次ノ如シ

$$\frac{W}{S} = \frac{36,000}{1 + \frac{6}{36,000} \times \frac{l^2}{P^2}} \quad \left\{ \begin{array}{l} 36,000 = \text{材料ノ } f, S = \text{柱ノ斷面積} \\ W = \text{柱ガ壓壞ヲ初ムルトキノ外力} \\ l = \text{柱ノ長さ} \end{array} \right.$$

式中ノ P^2 ノ値ハ斷面ノ形狀ニ由リテ其ノ値ヲ異ニスル故

此公式モ亦柱ノ斷面ニ依リテ各其定數ヲ異ニスルハ明ナリ今機關計畫上必要ナル斷面ニ關スル夫々ノ公式ヲ示セバ下ノ如シ

断面

(1) 此ノ形狀ノ場合ニハ $P^2 = \frac{h^2}{16}$ ナルヲ以テ
此ヲ上式ニ算入スレバ
$$\frac{W}{S} = \frac{36,000}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{l^2}{h^2}}$$

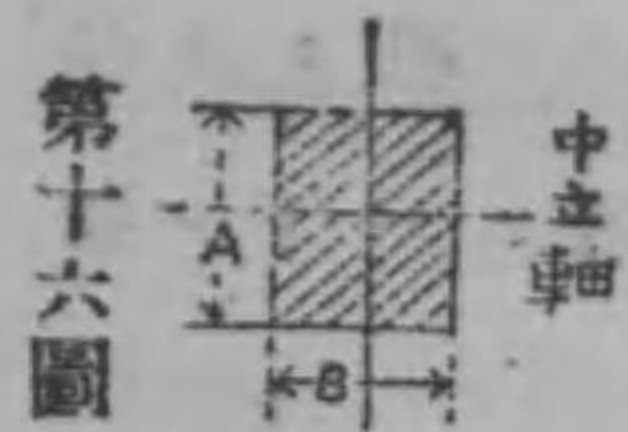
(2) 此場合ニハ $P^2 = \frac{h^2}{12}$ ナルヲ以テ上ノ一般ノ
公式ハ次ノ如シ
$$\frac{W}{S} = \frac{36,000}{1 + \frac{1}{3,000} \times \frac{l^2}{h^2}}$$

(3) 此場合ニハ $P^2 = \frac{h^2 + h_1^2}{16}$ ナルヲ以テ
$$\frac{W}{S} = \frac{36,000}{1 + \frac{1}{2,250} \times \frac{l^2}{h^2 + h_1^2}}$$

(凡テ上ノ諸公式ニ用ユル單位ハ吋及 lbs/□'' ナリ)

此ニテ注意スベキコトハ P^2 ノ値ノ内ニアル h ノ定メ方ナリ上ノ公式ニ於テハ $\frac{l}{h}$ ノ値ヲ大ニスル程 W ノ値ヲ小ニスルヲ得ル故從テ安全ナル應力ヲ算出スルヲ得ベシ而シテ $\frac{l}{h}$ ノ値ヲ大ニスルニハ一ノ柱ニ付テハ h ヲ可成小ニスルヲ要ス故ニ上ノ公式ヲ用ユルニ當リ h ノ値トシテハ可成中立軸ニ近キ外面間ノ距離ヲ求ルヲ要ス

例ヘバ圖ノ如ク斷面ノ外面ヨリ中立軸ニ至ル距離ニ大小ア

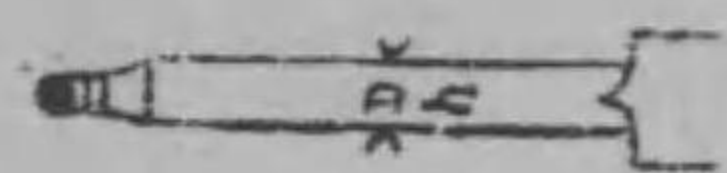


ルトキハ h トシテハ小ナルヲ取ルベシ圖
中ニテハ A ヲ取ラスシテ B ヲ取ルヲ要ス
(實例一) 某艦ノ吸鏢棒ハ各 $h=6''$ 、 $77.6''$ 、 75 、
 $l=53''$ ナリ此ノ場合ノ安全係數ヲ求ム

吸鏢棒ハ断面 \odot ナルヲ以テ $\frac{W}{S} = \frac{36000}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{l^2}{h^2}}$ ノ公式ヲ用

ヒ W ヲ算出スルモノトス此公式ニ由レバ

第十七圖



$$W = \frac{36,000 \times S}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{l^2}{h^2}} = \frac{36,000 \times 35.8}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{53.6^2}{6.75^2}}$$

$$= \frac{1,288,800}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{2873}{45.56}} = \frac{1,288,800}{1.05383} = 1,253,664 \text{ lbs}$$

即チ吸鏢棒ハ 1,253,664 lbs ノ外力ヲ加ヘラル、ニ至レハ破壊
ヲ初ムルモノナルヲ知ル然ルニ各汽筒ニ於ケル最大總壓力ハ
 $\frac{\pi}{4} d^2 \times P$ (最高壓力) HP=143535, IP=155529, LP=95250 噸ナ
ルヲ以テ各吸鏢棒ニ對スル安全係數ハ次ノ如シ

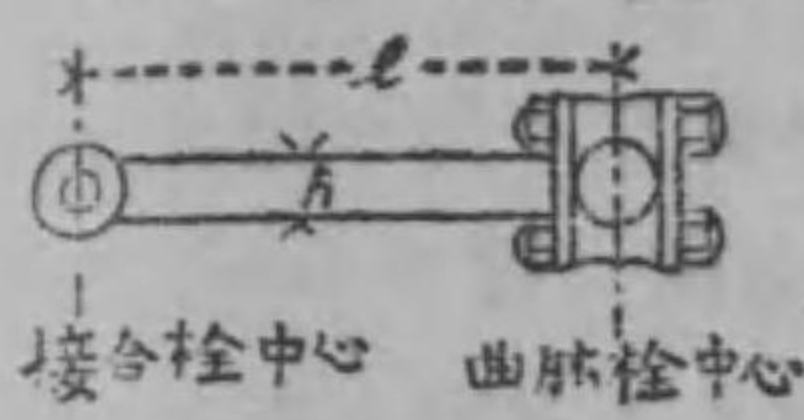
	高 壓	中 壓	低 壓
f. O. S =	1253664	1253664	1253664

(F. O. S トハ Factor of safety 安全係數ノ略字ナリ)

(實例二) 全上接合棒ハ高中壓各 $h=7.2$ 、 $l=60''$ ナリ各場合ノ
F. O. S ヲ求ム

此ノ場合モ前ト同ジク断面ハ \odot ナルヲ以テ前ト同式ニ由
リテ W ヲ求ム故ニ

第十八圖



$$W = \frac{36,000 \times S}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{l^2}{h^2}} = \frac{36,000 \times 40.7}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{3600}{51.8^2}}$$

$$= \frac{1,707,690,600,000}{120,150} = 14,212,739 \text{ lbs}$$

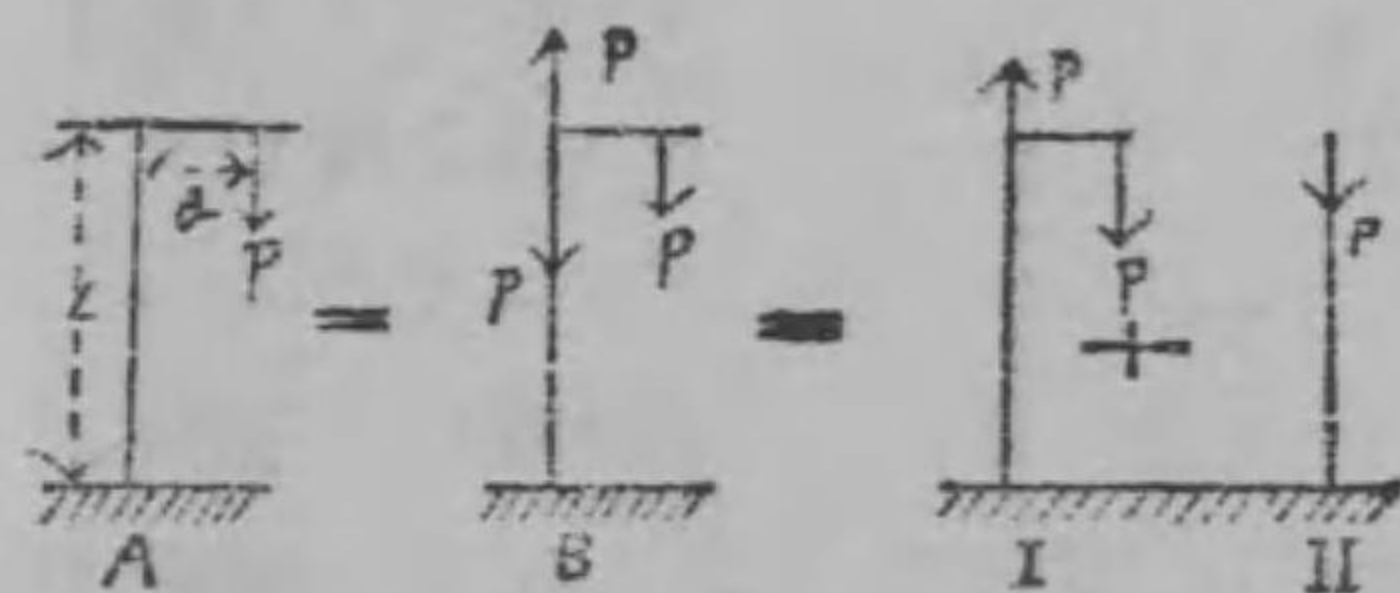
然ルニ接合棒ノ受ケル外力ハ前ト同様ナル最大總汽壓ナル
ヲ以テ安全係數ハ低壓ニ於テ大ナルヲ通例トス

又接合棒ニ於ケル F. O. S ハ吸鏢棒ニ於ケルモノヨリ値ヲ大
ニシ充分餘裕ヲ取リタリ其理由ハ吸鏢棒ハ填坐及滑坐アリテ
可成彎曲ヲ受ケザル様ニナレルモ接合棒ニ於テハ此ノ如キ補
助物ナキノミナラズ且ツ其中心ガ畫ク圓ニ切線トナレルトキ
ニハ上ノ計算ニ於ケルヨリモ一層大ナル外力ヲ受ク可キヲ以
テ豫メ餘裕ヲ充分ニシテ之ヲ備ヘタルニアリ(上ノ計算ハ曲肘
栓ガ死點ニアルトキノ計算ナリ)

第二、外力ガ軸線以外ニ働ク場合

外力ノ方向軸線ト平行ナルトキ

第十九圖



艦船所有ノ「テリ

ツク、クレーン」フ
ツク」ノ受ケル作用
ノ如キハ此場合ニ屬
スルモノニシテ其應

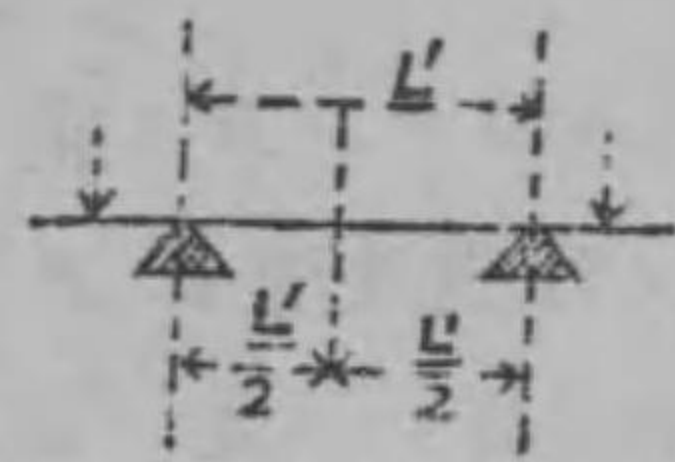
力ノ配合ヲ圖式ニテ示セバ上ノ如シトス (A) ハ高 L ニシテ頂
上ニ長サ l ナル「アーム」ヲ有スル柱ガ「アーム」ノ先端ニ P ナ

ル外力ヲ受ケ其外力ハ軸線ト方向ヲ平行スルヲ示ス

(B) ハ此ノ如キ場合ニハ便宜上軸線上ニ方向反對ニシテ且其量相等シキ P ナル力ニ余分ニ加フルモ (A) ノ場合ト應力ガ異ナラザルヲ示ス

(I) 及 (II) ハ (B) ニ於ケル力ノ組合セヲ計算シ易キ様ニ分解セルヲ示ス 楮テ (I) ニ於テハ偶力 P.P ノ方向ニ變ジテ「ア-△」ノ方向ニ他ハ b ナル距離ヲ以テ反對ナル方向ヲ有スル偶力ト見做シ得ルヲ以テ(次ノ圖式ヲ見ヨ)長サ L ナル棒ノ端ニ

第二十圖



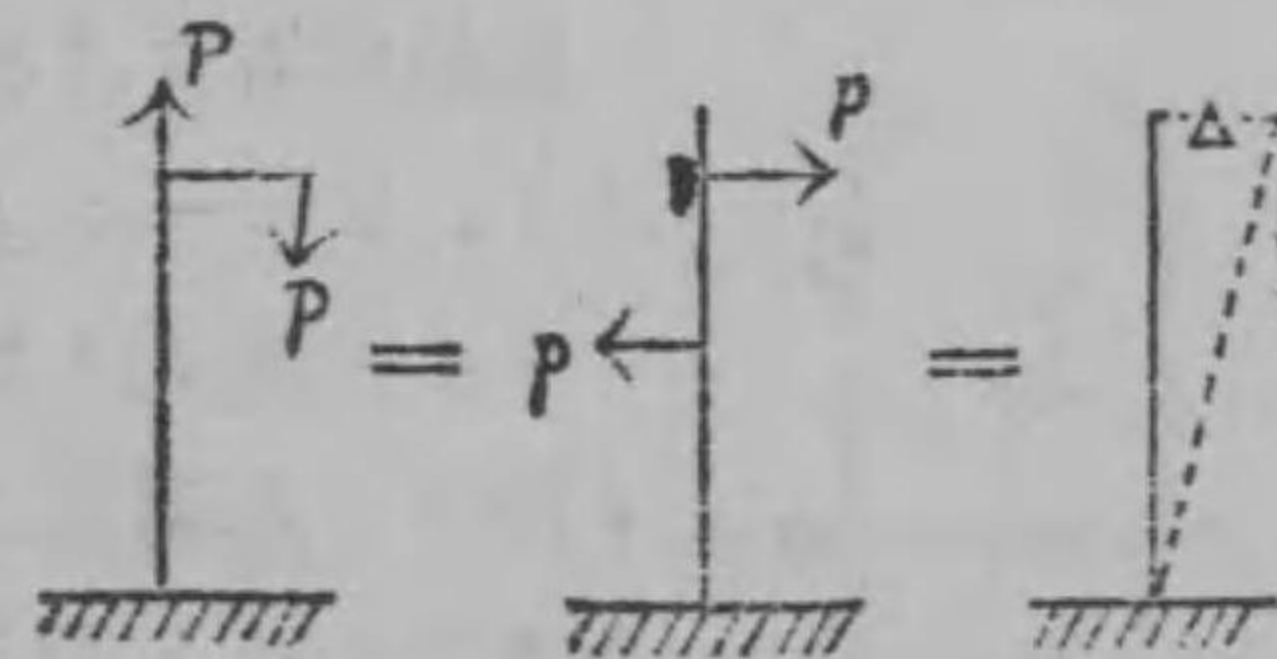
偶力ヲ加ヘタル場合ト同ジ變形ヲナスヲ知ル而シテ其變形量ハ第二十圖ノ如キ場合ニ於ケル L' ノ $\frac{1}{2}$ 長サノ棒ノ變形量ト等シカルベキヲ以テ

$$\Delta = \frac{L'^2 M}{8IE} \text{ニ於テ } L'^2 = (2 \times L)^2 = 4L^2 \text{トシタルモノトナルベシ}$$

故ニ $\Delta_s = \frac{4L^2 M}{8IE} = \frac{L^2 M}{2IE}$ ナリ然ルニ $M = P \times b$ ナルヲ以テ I ノ場合ノ變形量ハ次ノ如クナルベシ

$$\Delta = \frac{L^2 \times P \times b}{2IE} \text{之ヲ圖式ニテ示セバ第二十一圖ノ如クナル}$$

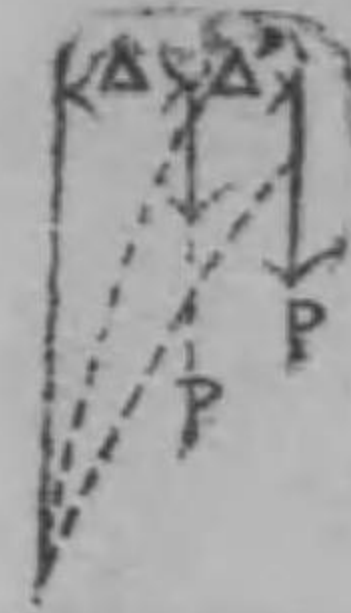
第二十一圖



ベシ然レドモ實際ニ於テハ此ク變形セル後ニ (II) ニ於ケル P ハ最早軸線上ニ働カズシテ $P \times \Delta$ ナル彎曲力率ヲ

生ジ上ノ Δ ノ外 Δ' ノ變形ヲ起スコト圖ノ如シ此ノ Δ' 値ハ算出困難ナルヲ以テ其公式ノミヲ示サン

第二十二圖

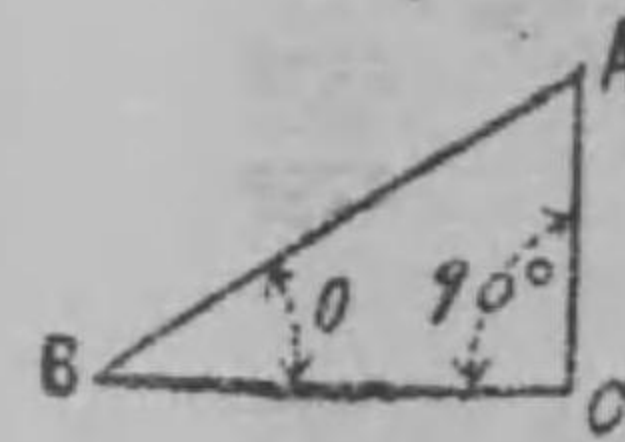


$$\Delta' = \Delta \left(\frac{1}{\cos mL} - 1 \right), \quad \Delta + \Delta' = \frac{\Delta}{\cos mL}$$

但シ式中 $\cos mL$ ハ計算上現出シタル數ニシテ mL ハ一般ニ柱ノ長サヲ示シタルモノ又ハ m ハ整數ナリト數ルベシ

上式ヲ簡易ニ説明スル爲メニ mL ナル値ガ特別ナル場合ニ付キテ云ヘバ mL ガ 0 ナルトキハ $\cos mL = 1$ トナルヲ以テ上式ハ變ジテ $\Delta + \Delta' = \Delta$ トナル即チ柱ノ小ナルトキハ Δ' ノ如キ余分ノ變形ハ生ゼザルヲ示ス(参考三角函數ノ公式及其變化角度ニ由テ)チ一表ニシテ次ニ示ス

(第十一表)



三角函數	公 式	變 化				
		$\theta = 0^\circ$	$\theta = 90^\circ$	$\theta = 180^\circ$	$\theta = 270^\circ$	$\theta = 360^\circ$
sin 正 弦	$\theta = \frac{AC}{AB}$	0	1	0	-1	0
cos 余 弦	$\theta = \frac{BC}{AB}$	1	0	-1	0	1
tan 正 切	$\theta = \frac{AC}{BC}$	0	$+\infty$	0	$-\infty$	0
cot 余 切	$\theta = \frac{BC}{AC}$	$+\infty$	0	$-\infty$	0	$+\infty$
sec 正 割	$\theta = \frac{AB}{BC}$	1	0	-1	0	1
Co sec 余 割	$\theta = \frac{AB}{AC}$	0	1	0	-1	0

次ニ以上ノ場合ニ生ズル總應力ヲ次ニ示ス

$$f = \frac{M}{I} + \frac{P}{A} = \frac{P \times b}{I} + \frac{P}{A} = P \left[\frac{by}{I} + \frac{1}{A} \right]$$

$$= P \left[\frac{by}{AP^2} + \frac{1}{A} \right] = \frac{P}{A} \left[\frac{by}{P^2} + 1 \right]$$

計算例... 第一(軸線ノ方向ニ壓縮ヲ受クル場合)

某艦ノ機械前面ノ柱ハ二本(各汽筒共)ニシテ各直徑 5'' 長サ 90''.55 ナリ 其破壊強及安全係數ヲ算出セヨ

各汽筒ニ懸ル總汽壓 P ハ 架構及前部ノ柱ニ依テ其 1/2 宛ヲ支ヘラル、故前面ノ柱ノ受クル(軸線ノ方向ニ)壓力ハ $\frac{P}{2}$ ナリ從テ各柱ノ受クル壓力ハ $\frac{P}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{P}{4}$ ナリ故ニ高壓ニ於テハ 35884 lbs 中壓ニ於テハ 38882 lbs 低壓ニ於テハ 238125 lbs ナリトス而シテ柱ノ破壊強(每平方吋ニ付キテノ)ハ「ゴルトン」氏ノ式ニ由リ

$$\frac{W}{S} = \frac{36000}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{l^2}{h^2}} = \frac{36,000}{1 + \frac{1}{2250} \times \frac{(70.55)^2}{(5)^2}} = \frac{36000}{2578}$$

$$= \frac{81000000}{2578} = 31420 \text{ lbs}/\square''$$


故ニ全面積上ノ破壊強ハ次ノ如シ

$$W = 31420 \times S = 31420 \times \frac{\pi}{4} 5^2 = 31420 \times 19.636 = 616932 \text{ lbs}$$

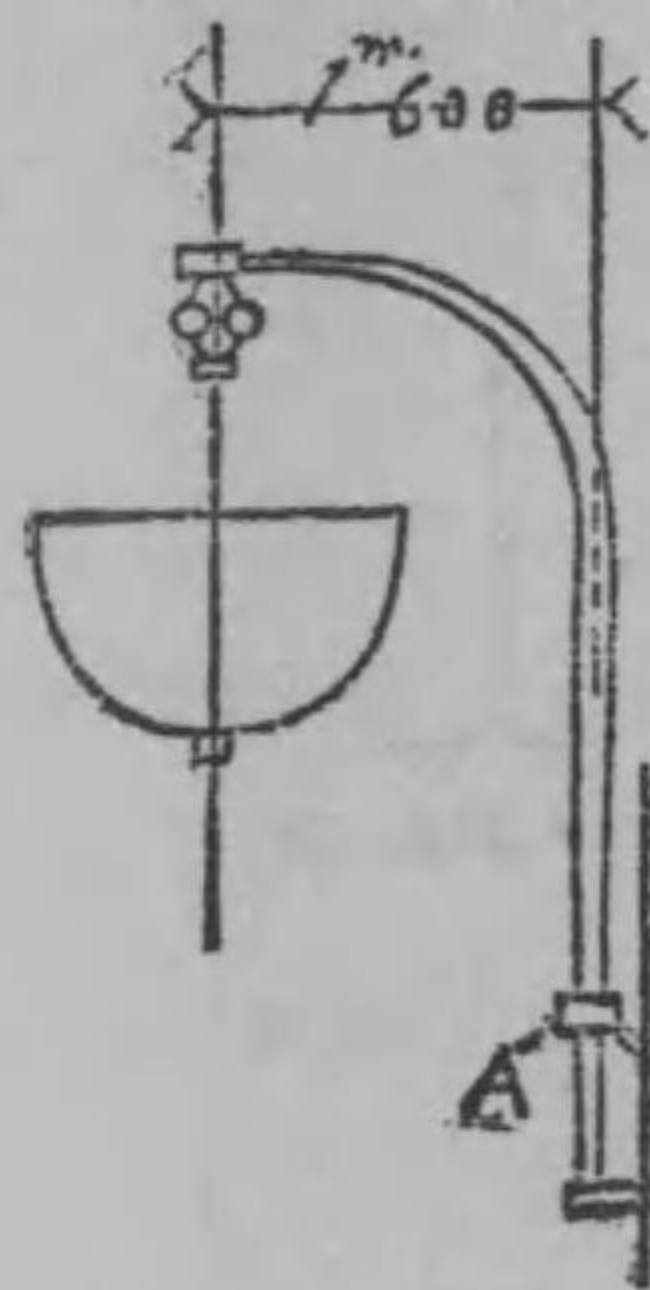
故ニ安全係數ハ次ノ如シ

高壓ニテハ F.O.S. = $\frac{616932}{35884} = 17.2$	} 公式	F.O.S. = $\frac{\text{破壊強}}{\text{總壓力}}$
中壓ニテハ F.O.S. = $\frac{616932}{38882} = 15.9$		F.O.S. = $\frac{\text{破壊強}}{\text{總壓力}}$
低壓ニテハ F.O.S. = $\frac{616932}{23812.5} = 25.9$		

「計算例第二)... 軸線ニ平行ナル方向ヲ有スル外力ガ軸線以外ニ働ク場合

某艦ノ「ボート、ダビツト」ハ断面  ニシテ b=63'' 最大

第二十三圖 大應力ヲ受クベキ A 部ノ直徑ハ 8'' 「ボート」ノ重サ 4.3T ナリ A ニ於ケル應力ヲ求ム



$$f = \frac{P}{A} \left(\frac{by}{P^2} + 1 \right) = \frac{4.3}{50} \left(\frac{63 \times 4}{\frac{64}{16}} + 1 \right)$$

$$= .086 \times 64 = .086(63 + 1) = 5.4 + .1$$

$$= 5.5 \text{ ton}/\square''$$

式中ニテハ P=4.3 トセルモ實際「ダビツト」二本ヲ以テ「ボート」ヲ吊ルヲ以テ一

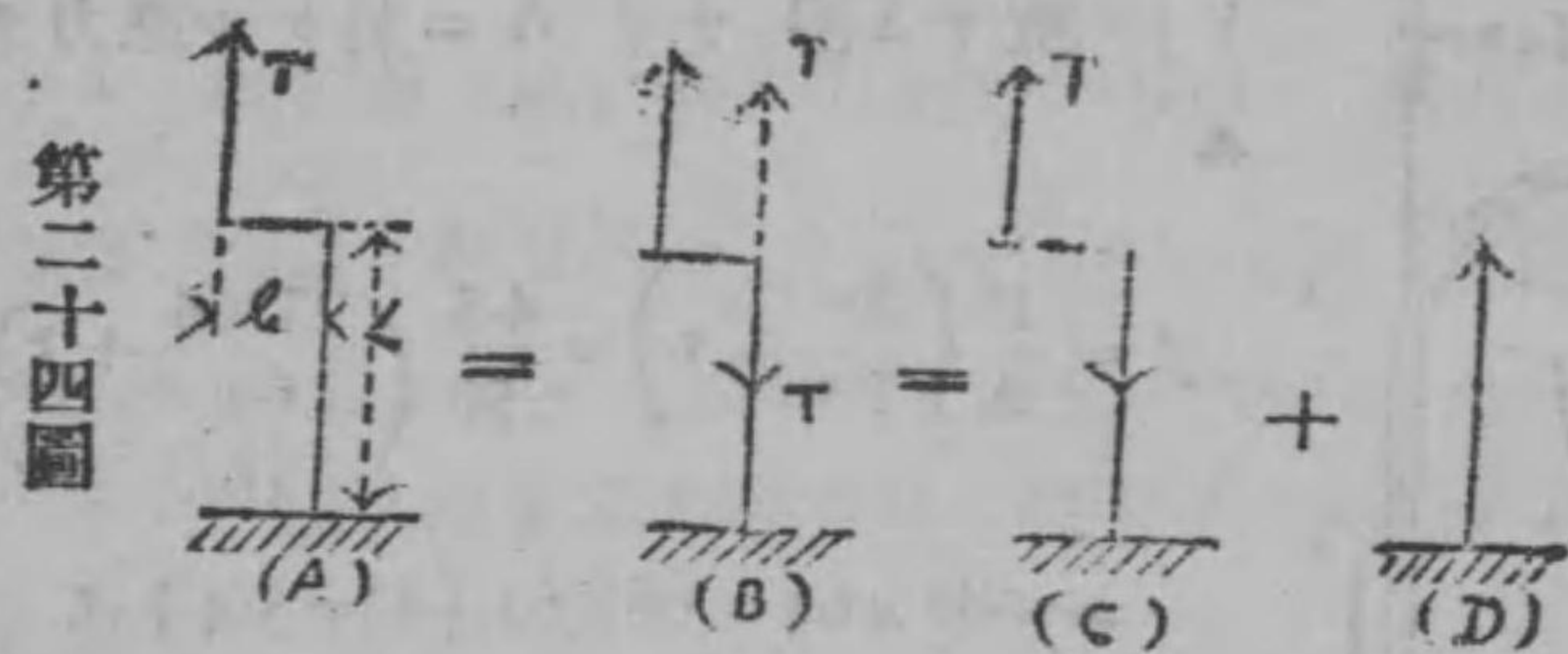
次ノ受クル P ハ $\frac{4.3}{2}$ ナリ然レドモ安全ヲ計リテ其二倍ヲ取り 4.3T トセルナリ此結果ニ於テモ彎曲力率ヲ計算セザル場合ノ f ハ極メテ小ナルヲ知ル故ニ「ダビツト」ノ如キモノニアリテハ單ニ彎曲力率ニノミ注目シテ可ナリトス

○ 彎曲ト伸張トノ複性應力

長キ柱ガ壓縮ヲ受クルトキニハ彎曲ヲモ併セ受ク可キ事ハ前項ニ述べタルガ如シ然レドモ伸張ヲ受クルトキニ於テモ亦彎曲ヲ受クルコトアリ

外力ガ軸線上ニ働ク場合ニハ彎曲ヲ受クルコトナシト雖モ次ノ圖ニ示ス如ク伸張ガ柱ノ先端ニアル腕ノ先キニ働キ其方向ニ軸線ト平行ナル場合

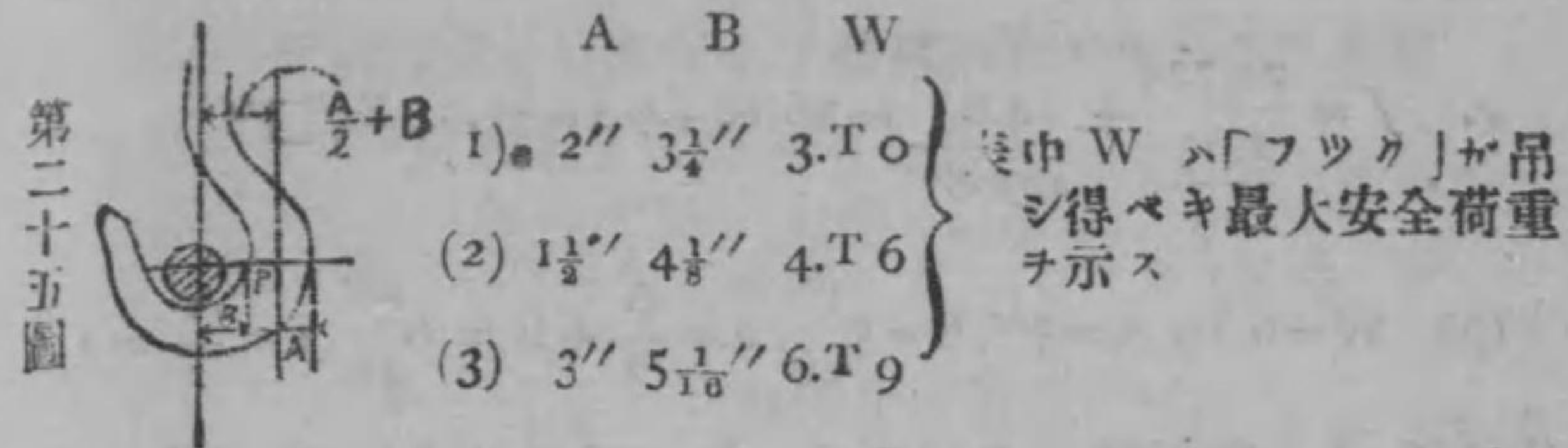
伸張ニ依テ生ズル最簡單ナル複性應力ハ此場合ニアリトス



故ニ應力ヲ求ムル公式ハ次ノ如シ

$$f = \frac{M}{y} + \frac{T}{A} = \frac{T \times b}{I} + \frac{T}{A}$$

計算例 [フツクアリ其寸法ハ下表ノ如シ P 點(最大應力ヲ生ズル所)ニ於ケル f ヲ求ム



第二十六圖

「フツク」ガ重サヲ吊ストキニ受クル作用ハ第廿五圖ノ如キ場合ニ相當シ最大應力ハ同圖中ノ P 點ニ生ズルモノナリ故ニ

$$f = \frac{M}{y} + \frac{W}{\frac{\pi}{4} D^2} \quad \text{ニ由テ計算スベシ次ニ前表}$$

所掲ノ各種「フツク」ニ付キ夫々ノ f ヲ次ニ求メシ

$$(1) \quad W = 3 \cdot T_0, \quad b = \frac{A}{2} + B = 4 \frac{1''}{4}, \quad A = 2'' \quad B = 3 \frac{1''}{4} \quad y = \frac{A}{2} = 1''$$

$$\text{斷面積 (P ヲ通ズル)} = \frac{\pi}{4} A^2 = 3.1416, \quad I = .0491 \times A^4 = 0.49 \times 16 = .79$$

$$M = b \times W = 4.25 \times 3 = 12.75$$

$$\therefore f = \frac{M}{y} + \frac{W}{\frac{\pi}{4} D^2} = \frac{12.75}{1} + \frac{3}{3.1416} = 16.14 + .96 = 17.1 T_0$$

$$(2) \quad W = 4 \cdot T_6, \quad A = 2 \frac{1''}{2}, \quad B = 4 \frac{1''}{8}, \quad b = \frac{A}{2} + B = 5 \frac{3''}{8}, \quad y = \frac{A}{2} = 1 \frac{1''}{2}$$

$$P \text{ ヲ通ズル斷面積} = \frac{\pi}{4} D^2 = 4.9087, \quad I = .0491 \times A^4 = .0491$$

$$\times \left(2 \frac{1}{2}\right)^4 = 1.92$$

$$M = b \times W = 5 \frac{3}{8} \times 46 = 24.725$$

$$\therefore f = \frac{24.725}{\frac{1.92}{1\frac{1}{4}}} + \frac{4.6}{4.9087} = 16.10 + 9.4 = 17.04 \text{ lbs}/\square''$$

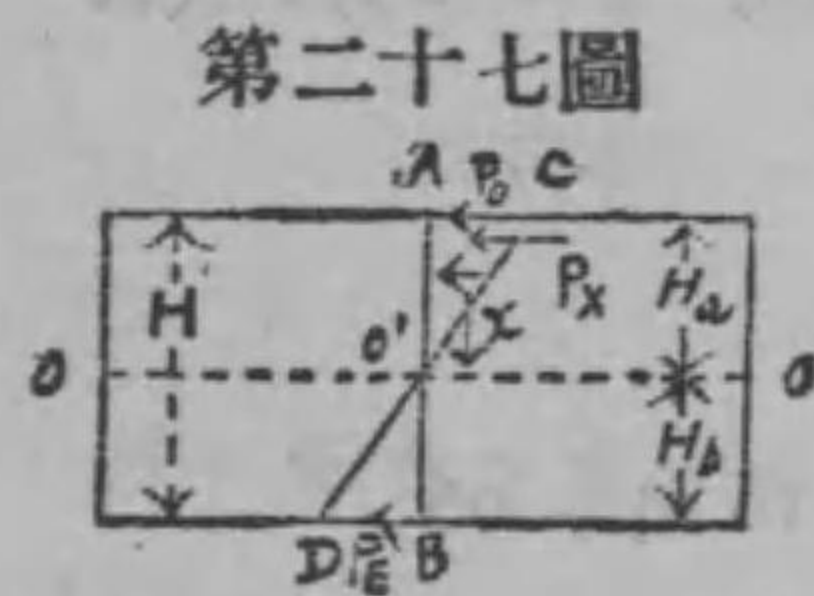
(3) $W = 6.19, A = 3'', B = 5\frac{1}{16}'', b = \frac{A}{2} + B = 6\frac{9}{16}'', y = \frac{A}{2} = 1\frac{1}{2}''$

P 通過する断面積 = 7.0686, $I = .0941 \times A^3 = 4, M = 6.9 \times 6\frac{9}{16} = 45.28$

$$\therefore f = \frac{45.28}{4} + \frac{6.9}{7.0686} = 14.15 + .97 = 15.12 \text{ T}/\square''$$

○ 抵抗力率

第廿七圖ニ於テ AB ハ柱ノ横断面 oo ナ中立軸 Pa 及 Pb ナ上部表皮ノ單位應力トスルトキハ AC ニ平行ナル AB 及 CD 間ノ距離ハ各層ニ於ケル單位應力ノ大サヲ表ハスモノニシテ



而シテ中立軸ニ於テハ應力ヲ生セザルヲ以テ AB ト CD 線トハ oo 線上ニ會スベシ

中立軸ヨリ x ノ距離ニアル層ノ單位應力ヲ Px トナストキ

$$Pa : Px = Ha : x \quad \therefore Px = \frac{Pa}{Ha} x$$

今 $Ha = Hb$ ナリト假定スルトキハ $Pa = Pb$ トナリ

$$\text{上式ハ } Px = \frac{Pa \text{ 又 } Pb}{\frac{1}{2}H} x \text{ トナル}$$

抵抗力率トハ横断面ヲ組成スル無究小ノ面積ニ中立面ト横断面トノ交叉シテ生ズル線ノ周リノ應力々率ヲ乗シタルモノノ和ヲ云フ故ニ

抵抗力率 = $\Sigma(\text{無究小ノ面積} \times P \times x)$

Pニ上式ノ Px ノ價値ヲ代用スルトキハ

$$\begin{aligned} \text{抵抗力率} &= \Sigma(\text{無究小ノ面積} \times \frac{Pa \text{ 又 } Pb}{\frac{1}{2}H} \times x \times x) \\ &= \frac{Pa \text{ 又 } Pb}{\frac{1}{2}H} \Sigma(\text{無究小ノ面積} \times x^2) \end{aligned}$$

然ルニ無究小ノ面積ニ或軸ヨリ其面迄ノ距離ノ自乗ヲ乗シタルモノノ和ハ慣性力率ニシテ而シテ軸ハ重力中心ヲ通過スルモノト假定シタルヲ以テ

$$\text{抵抗力率} = \frac{Pa \text{ 又 } Pb}{\frac{1}{2}H} I_o$$

Pa 及 Pb ハ破壊又ハ作用應力何レヲ取ルモ任意トス但シ抵抗力率ハ其定メ方ニヨリテ破壊スル場合ノ抵抗力率ヲ表スカ又ハ安全ニ使用シ得ベキトキノ抵抗力率ヲ表ハスカノ差アルノミ此 Pa 又ハ Pb ナ稱シテ破壊係數ト名ヅケ普通 f ナル符號ヲ以テ之ヲ表ハス

○ 抵抗力率ノ係數

抵抗力率ノ係數ハ與ヘラレタル断面ニ依リテ異ナルモノナレ共ニ又ハ $\frac{1}{2}H$ ノ如キ定數ニシテ其断面ノ形狀ガ異ナラザル限リハ大サ即チ幅又ハ高サニヨリテ異ナルコトナシ「ランキン」氏ハ此定數ヲ表ハスニ n ナル符號ヲ用ヒ之ヲ抵抗力率ノ係數ト名ヅク

形状	係數(n)	形状	係數(n)
長方形	$\frac{1}{6}$	三角形	$\frac{1}{24}$
正六角形	$\frac{5}{48}$	圓	$\frac{\pi}{32} = \frac{1}{10.2}$
橢圓	$\frac{\pi}{32}$		

○ 彎曲力率ト抵抗力率トノ關係

柱ノ或横断面ニ於ケル彎曲力率ハ其横断面ニ於テ柱ヲ彎曲セントスル力ノ力率ニシテ同シ断面ニ於ケル抵抗力率ハ其彎曲ニヨリテ生ズル應力即チ抵抗力ノ力率ナレバ此原因トナルベキ彎曲力率ト結果トナルベキ抵抗力率トハ互ニ相等シカラザル可ラズ故ニ抵抗力率ハ常ニ同シ断面ノ彎曲力率ニ等シ

抵抗力率ハ(第一)慣性力率ニ關係スルヲ以テ同面積ノ者ニテモ其断面ノ形狀ニヨリテ強弱ヲ異ニス(第二) Pa 又ハ Pb ニ關係スルヲ以テ壓縮又ハ伸張應力ノ大小ニヨリテ其量ヲ異ニス(第三) Ha 又ハ Hb ニ關スルヲ以テ中立軸ヨリ柱ノ外部迄ノ距離ニヨリテ異ナルモノトス 故ニ M ヲ柱ノ或断面ノ彎曲



力率トシ断面ヲ長方形ト假定シ第廿八圖ノ符號ヲ用フルトキハ

$$M = \frac{Pa \text{ 又 } Pb}{Ha \text{ 又 } Hb} \times \frac{BH^3}{12}$$

然ルニ $Ha = Hb$ ナルヲ以テ $Pa = Pb = f$

$$M = \frac{f}{\frac{1}{2}H} \times \frac{1}{6} f BH^3$$

(計算例一) 直徑7吋ノ松丸太アリ之ヲ徑間5呎ノ梁ニ用フルトキハ若干ノ單荷重ヲ支持シ得ベキヤ但シ松材ノ作用應力ヲ每平方吋800呎トス

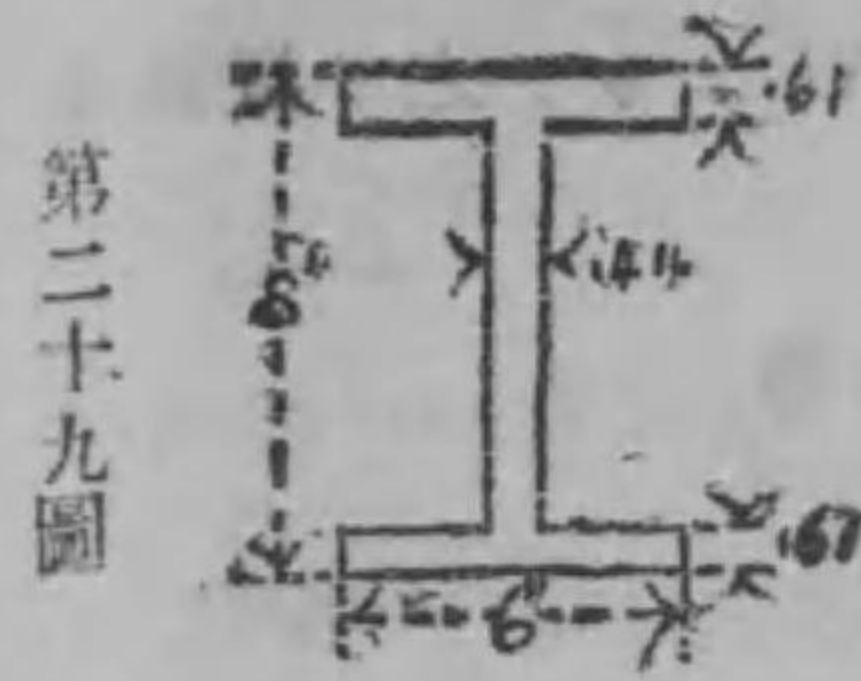
$$\text{抵抗力率} = \frac{1}{10.2} f D^3 = \frac{1}{10.2} \times 800 \times 9^3 = 57.177 \text{ 呎}$$

$$\text{最大彎曲力率} = \frac{1}{4} \times WL = \frac{1}{4} \times 5 \times 12 \times W = 15 W$$

抵抗力率ト彎曲力率トハ互ニ相等シキヲ以テ

$$15W = 57.177 \quad \therefore W = 3.811.8 \text{ 呎}$$

即チ此梁ハ3,800餘呎ノ重量ヲ安全ニ支持スルモノトス
(全例二) 圖ノ如キ断面ヲ有スル鋼梁ト等シキ強サヲ有スル



第二十九圖

樑梁ノ大サヲ求ム 但鋼ノ作用壓縮應力ヲ一平方吋ニ一萬同伸張應力ヲ同一萬二千呎樑ノ作用應力ヲ全千二百呎トス

此断面ノ慣性力率ハ $\frac{1}{12}(BH^3 - bh^3)$

$$= 111.59$$

$$\text{抵抗力率ハ} \quad \frac{fa}{\frac{1}{2}} H I_0 = \frac{10000}{4} \times 111.59 = 278,975 \text{ 呎呎}$$

樑梁ノ形ヲ長方形トナストキハ其形ノ抵抗力率式ハ $\frac{1}{6} f BH^3$ ナルヲ以テ $\frac{1}{6} \times 1200 BH^3 = 278,975 \quad \therefore BH^3 = 1,394,675$

今 B ヲ9吋ト假定スルトキハ H 大凡45吋トナル幅ト厚サトガ此位ノ割合ナレバ先ヅ適當ナル形ト云ハザル可ラズ幅ガ厚サヨリ大ナレバ同シ大サナ木ヲ用ユルモ其強サ弱クシテ極ク不經濟ナレドモ去レバトテ幅ヲ極ク小ニ厚サヲ大ニナスハ又適當ナル設計ト云フヲ得ズ此式ニ於テ B 及 H ハ何レモ未知數ナルヲ以テ何レカ一方ヲ假定シテ他ヲ求メザル可ラズ而シテ H ハ自乘ナルヲ以テ先ヅ B ヲ假定シテ H ヲ求ムヲ便利トス

(全例三) 直徑6吋ノ檜丸太ト6吋角ノ杉梁ト何レカ大ナル荷重ニ堪ヘ得ベキヤ又荷重ガ單荷重ニシテ徑間3呎ナルトキ梁ノ堪ヘ得ベキ最大量ヲ算出セヨ但檜ノ作用應力ヲ一平方吋ニ800呎杉ヲ500呎トス

楡丸太ノ抵抗力率 = $\frac{I}{10.2} f D^3 = \frac{I}{10.2} \times 800 \times 6^3 = 16,941$ 吋听

杉ノ抵抗力率 = $\frac{1}{3} f B H^2 = \frac{1}{3} \times 5000 \times 6^3 = 18,000$ 吋听

杉梁ノ抵抗力率大ナルヲ以テ杉梁ノ方大ナル荷重ニ堪ヘ得
ベシ單荷重ノ場合ノ最大彎曲力率ハ $\frac{1}{4} \times Wl$ ニシテ之ヲ抵抗力
率ニ等シクナストキハ

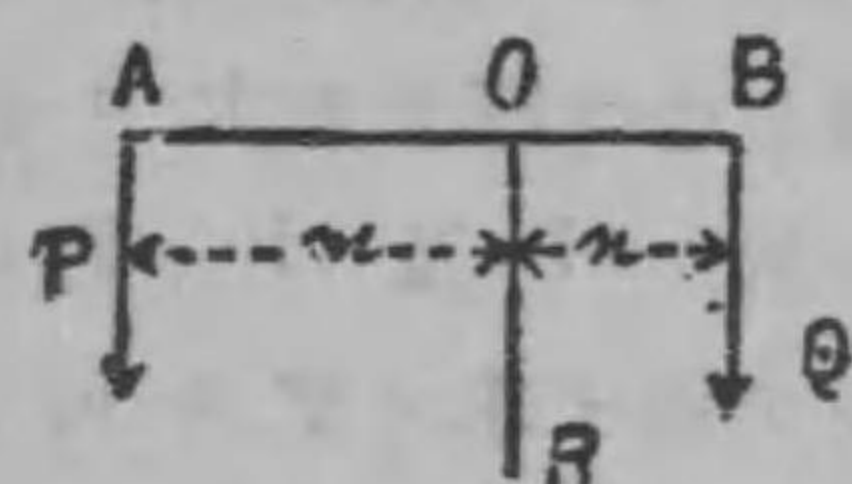
$$\frac{1}{4} \times W \times 3 \times 12 = 18,000 \quad \text{ヲ得}$$

$$\text{故ニ} \quad W = 2,000 \text{ 听}$$

○ 反動力及支點

圖ニ於テ P 及 Q ナ AB ノ各端ニ働ク力トシ AB ハ O ナル
點ニ於テ支持セラル、モノトス此 P 及 Q ナル二力が平衡ヲ保
ツニハ必ズ此二力ノ和ニ等シクシテ 正反對ノ方向ヲ有スル第
三ノ力アラザル可ラズ而シテ AB ハ O ナル點ニ於テノミ支
ヘラル、ヲ以テ此第三ノ力ハ此點ヲ除ク 以外ノ點ニ於テ生ズ

第三十圖



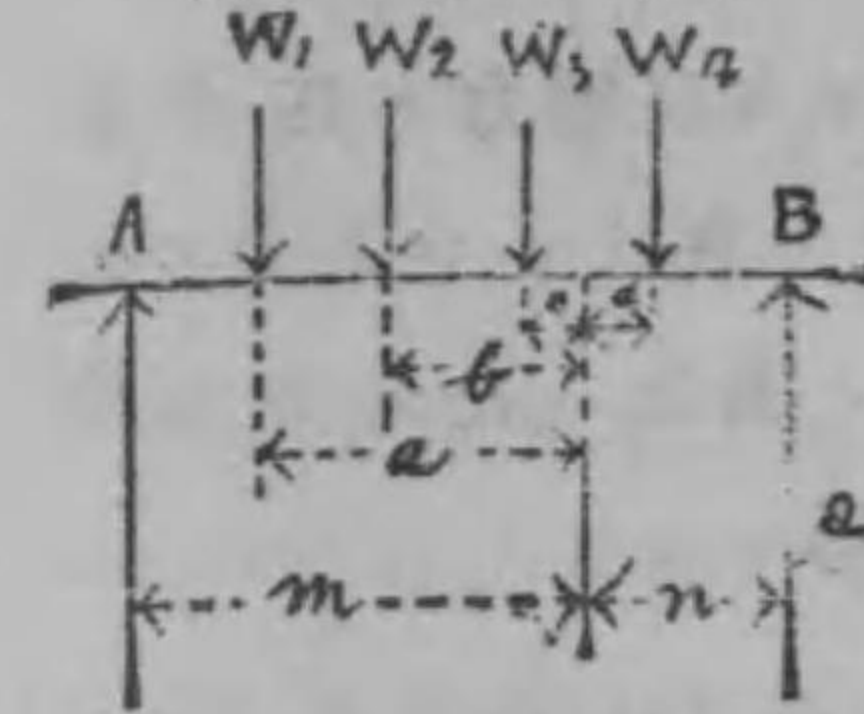
ルノ理ナシスクノ如ク或力が働
ク爲ニ其ニ應ジテ生ズル力即チ
O ニ於ケル R ノ如キ力ヲ稱シテ
反動力ト云ヒ O ノ如ク或物體

ヲ支持スル點ヲ稱シテ支點ト云フ

上述ノ平衡ヲ式ニテ示セハ $P \times m + R \times 0 - Q \times n = 0$ 即チ $P \times m$
 $= Q \times n$ ナラザル可ラズ圖ニ於テ見ル如ク O ナ軸トシテ P ノ
回轉セントスル方向ト Q ノ回轉セントスル方向トハ一ハ左ヨ
リ O ノ下方ヲ過ギテ右セントシ他ハ右ヨリ同ジク O ノ下方ヲ
過キテ左セントスル故ニ其方向ハ正反對ニシテ代數的 和 ハ上

式ノ如クナルマシ

第三十一圖



圖ニ於テ A 及 B ナ支點トシ
 W_1, W_2, W_3, W_4 ナ P 及 Q ナ反動力
トシ此等ノ數力が平衡ヲ保ツモノ
トセバ此等反動力ハ重量ト 正反對
ノ方向ニシテ其和ハ此四個ノ力ノ
和ト等シク又或任意ノ一點 O ノ周
リノ力率ノ代數的 和 即チ $(P \times m + W_1 \times a + W_2 \times b + W_3 \times c)$
 $/(W_4 \times d + Q \times n)$ ハ零ナラザル可カラズ

○ 梁ニ働ク外力ノ種類

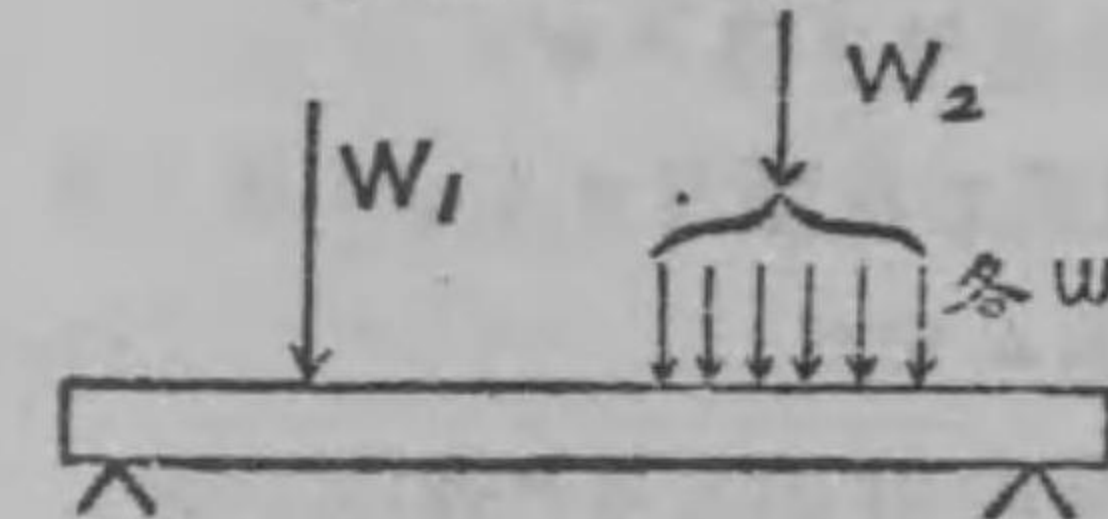
梁ニ働ク外力即チ荷重ハ次ノ三種トス

- (一) 一點又ハ數點ニ集合シテ働ク重量即チ單荷重
- (二) 梁ノ全部又ハ一部ニ等布サレタル重量即チ等
布荷重
- (三) (一)(二)ノ混合ヨリナル重量

○ 單荷重及等布荷重

單荷重トハ第卅二圖ノ W_1 ノ如キモノニシテ其重量ノ大小

第三十二圖



ニ係ラズ必ズ其重量ノ載ル一
點ニノミ働クモノトス等布荷
重トハ w ニテ表ハス如ク等
シキ距離ノ内ニアル重量ガ等
シキ量ヲ有スル如キ荷重換言

スレバ單位ノ距離ニ於ケル荷重ガ相等シキトキノ荷重ヲ云フ

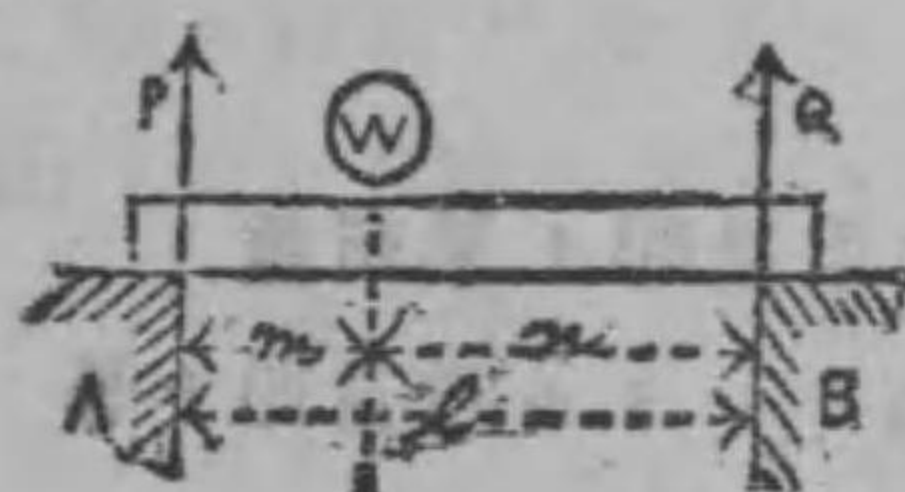
故に等布荷重ヲ表ハスニハ一呎ニ付キテノ荷重若干トナスヲ普通トス

等布荷重ガ各自働ク爲ニ各支點ニ生ズベキ反働力ハ其ガ其重力ノ中心ニ集合シタルトキ生ズルモノト異ナルコトナシ即チ等布荷重チ一ノ單荷重ト見做シ單荷重ノ場合ニ於ケル反働力計算ト同シ方法ヲ以テ算出スルコトヲ得

○ 反働力ノ計算

第卅三圖ニ示ス如ク梁ニ一個荷重ノ載ル場合ニハ W ヲ單荷重トシ P 及 Q ヲ反働力トシ m 及 n

第三十三圖



ヲ荷重及各梁臺間ノ距離トス l ハ兩臺間ノ距離ニシテ之ヲ徑間ト稱ス然ルトキハ平行力ノ平衡條件ニヨリ

$$W = P + Q \dots (1) \quad A \text{ 点或ル點トシテ其點ノ周リノ力率ヲ}$$

$$\text{求ムルトキハ } W \times m - Q(m+n) = 0 \quad \therefore Q = \frac{m}{m+n} W \dots (2)$$

$$2) \text{ 式ノ } Q \text{ ノ値ヲ(1)式ニ採用スルトキハ } P = \frac{n}{m+n} W \dots (3)$$

斯クシテ兩端ニ生ズル反働力ヲ算出スルコトヲ得 P ノ反働力ハ上述ノ如クセズシテ B ノ周リノ力率ヲ求ムルコト尙 A 點ノ周リノ力率ヲ求ムル如クナスモ同結果ヲ得ベシ

(例) 徑間 30 呎ノ梁ニ 30 噸ノ荷重ヲ左臺面ヨリ 10 呎ノ處ニ載ルトシ各臺ニ生ズル反働力ヲ求ムル

$$W = 30, \quad m = 10, \quad n = 20, \quad \text{方程式(2)(3)ニヨリ}$$

$$Q = \frac{10}{10+20} \times 30 = 10 \text{ 噸}, \quad P = \frac{20}{10+20} \times 30 = 20 \text{ 噸}$$

是レト反對ニ Q 及 P ガ 10 及 20 噸トシテ荷重及位置ヲ求

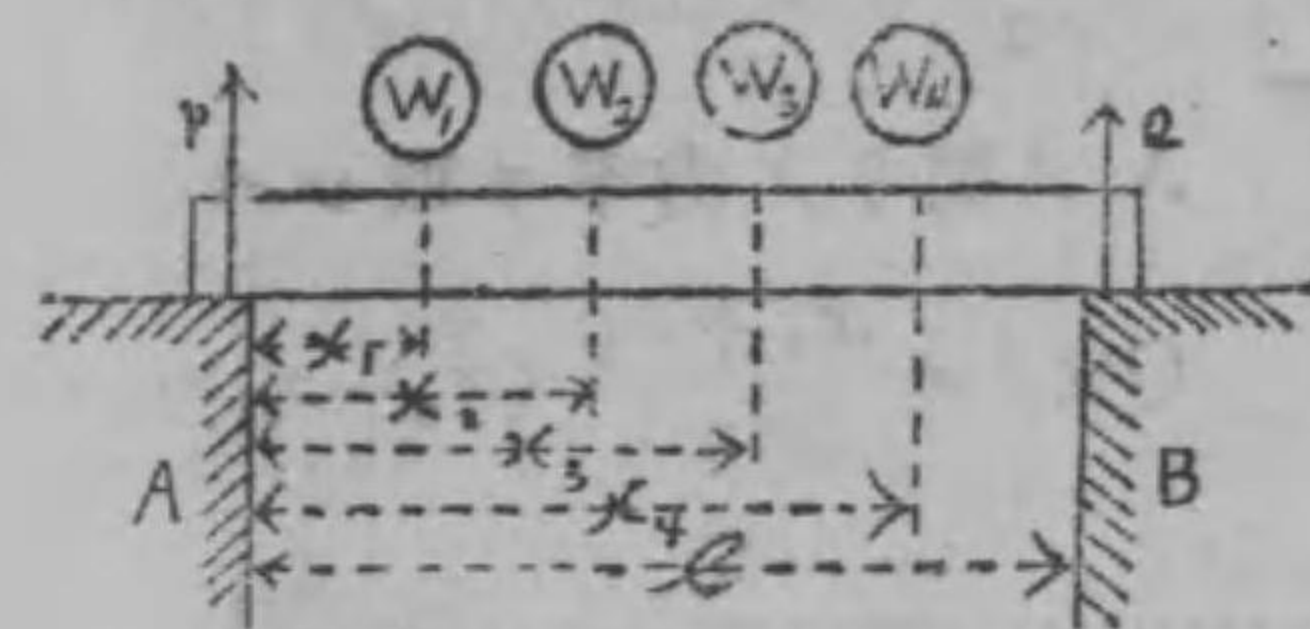
$$\Delta \text{ レバ } W = P + Q = 10 + 20 = 30$$

$$20 = \frac{n}{30} \times 30 \quad \therefore n = \frac{20 \times 30}{30} = 20 \text{ 呎},$$

$$m = 30 - 20 = 10 \text{ 呎}$$

第卅四圖ニ示ス如ク梁ニ二個以上ノ荷重アル場合ニ於テ W₁ W₂ W₃ W₄ ヲ荷重トシ左臺ヨリ各荷重迄ノ距離ヲ各 x₁ x₂ x₃ x₄ トス然ルトキハ

第三十四圖



$$P + Q = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 = \Sigma W \dots (4)$$

$$\Sigma W \text{ ノ符號ハ } W_1 + W_2 + \dots \text{ ノ如ク梁上ニアル}$$

總テノ荷重ノ和ヲ示スモノナリ A ノ周リノ力率ヲ

取ルトキハ

$$Q \times l = W_1 x_1 + W_2 x_2 + W_3 x_3 + W_4 x_4 = \Sigma W x$$

$$\therefore Q = \frac{\Sigma W x}{l} \dots (5)$$

之レト等シク B ノ周リノ力率ヲ取レバ

$$P \times l = W_1(l-x_1) + W_2(l-x_2) + W_3(l-x_3) + W_4(l-x_4) = \Sigma W(l-x)$$

$$\therefore P = \frac{\Sigma W(l-x)}{l} \dots (6)$$

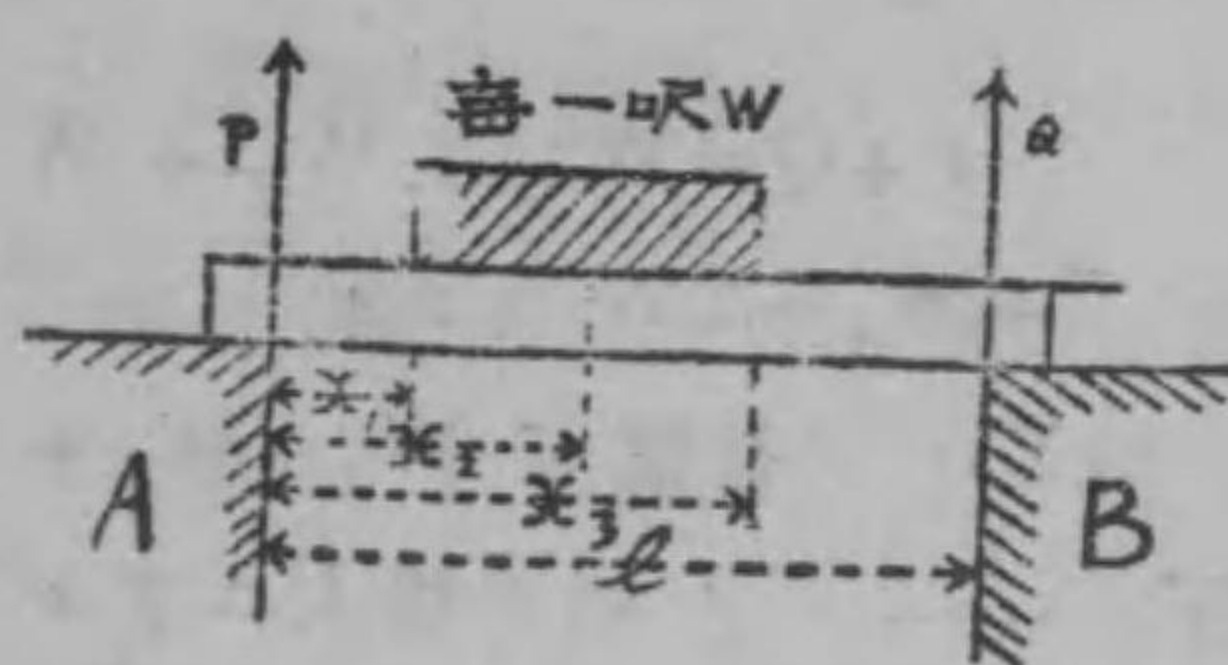
Q ノ値ヲ知ルトキハ P ハ方程式(4)ヨリ直ニ求ムルコトヲ得

(例) 徑間 25 呎ノ梁ニ 10, 30, 40, 50 噸ノ荷重ガ梁ヲ五等分スル位置ニ載リタルトキ反働力ヲ算出センニハ

$W_1=10, W_2=30, W_3=40, W_4=50$
 $x_1=5, x_2=10, x_3=15, x_4=20$
 $Q = \frac{\Sigma Wx}{l} = \frac{10 \times 5 + 30 \times 10 + 40 \times 15 + 50 \times 20}{25} = 74 \text{ 噸}$
 $P = \Sigma W - Q = 56 \text{ 噸}$

第卅 圖ニ示ス如キ等布荷重ノ載ル場合ニハ

第三十五圖 等布荷重ノ總量 $W = (x_3 - x_1)w$



左梁臺ヨリ重力中心迄ノ距離

$$\frac{x_3 - x_1}{2} + x_1 = \frac{x_3 + x_1}{2} = x_2$$

Aノ周リノ力率ヲ取レバ

$$Q \times l = \frac{x_3 + x_1}{2} (x_3 - x_1)w,$$

$$\therefore Q = \frac{x_3^2 - x_1^2}{2l} w \dots \dots \dots (7)$$

Bノ周リノ力率ヲ取レバ $P \times l = (l - \frac{x_3 + x_1}{2})(x_3 - x_1)w$

$$P = \left(\frac{2l - x_3 - x_1}{2l} \right) (x_3 - x_1)w \dots \dots \dots (8)$$

(例) 徑間 60 呎ノ梁ニ每呎 2000 呎ノ等布荷重アリテ左梁臺ヨリ其重量ノ始點及終點迄ガ各 40 呎及 50 呎ナルトキ反動力ヲ算出センニハ

等布荷重 $W = (50 - 40) \times 2000 = 20,000 \text{ 噸}$

$$Q = \frac{50^2 - 40^2}{2 \times 60} \times 2000 = 15,000 \text{ 噸}$$

$$P = \frac{2 \times 60 - 50 - 40}{2 \times 60} \times (50 - 40) \times 2000 = 5,000 \text{ 噸}$$

方程式 (7) 及 (8) ニ於テ $x_1=0$ ナルトキ即チ等布荷重ノ終點ガ梁ノ上ニアラザルトキ

$$Q = \frac{wx_3^2}{2l} \quad P = \frac{wx_3(2l - x_3)}{2l}$$

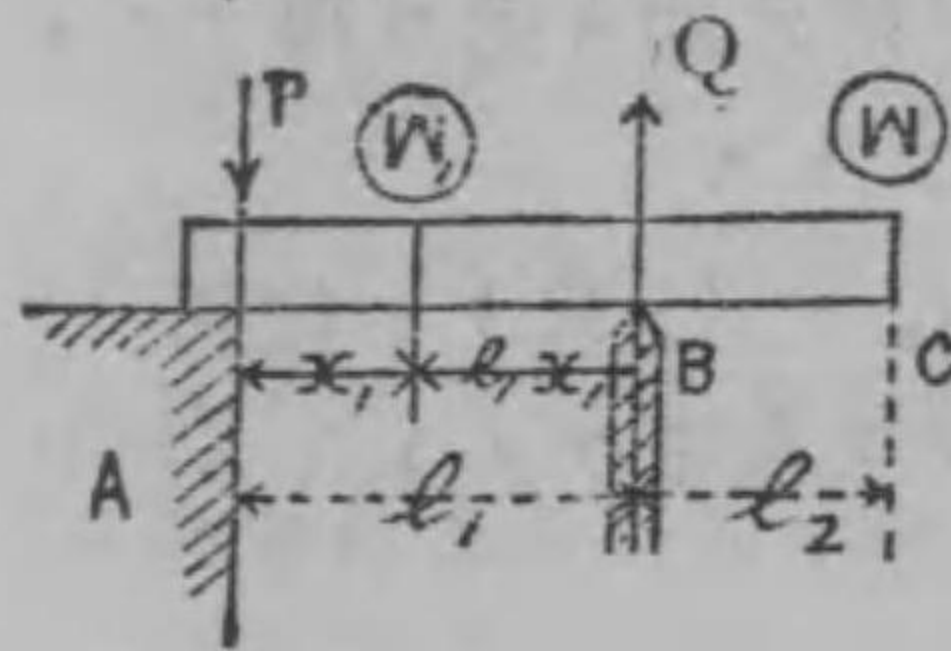
方程式 (7) 及 (8) ニ於テ $x_1=0, x_3=l, x_2=\frac{l}{2}$ ナルトキ即チ等布荷重全徑間ニ充滿セルトキ

$$P = Q = \frac{wl}{2} \dots \dots \dots (9)$$

即チ左右梁臺ニ等シキ反動力ヲ生ジ其大サハ各總重量ノ半ナリ

第卅六圖ニ示ス如ク梁ノ一端支臺ヨリ突出スル場合ハ AB

第三十六圖 ハ梁ニシテ BC ハ肱木ナリ今肱木



ノ端ニ W ナル荷重ヲ置クトキハ W ハ B 點ヲ支點トシテ梁ヲ上方ニ回轉セントスル働ヲ生スヘシ故ニ梁ハ A ニ於テ繋ガル、ニ非レバ上方ニ離サルヘシ此目的ノ爲ニ A 臺

ト梁トヲ結着スル鐵釘ヲ要ス之ヲ控釘ト云フ

$P = \text{控釘ニ生ズル應力}, Q = B \text{ 點ニ於ケル反動力}$

$l_1 = \text{梁ノ徑間}, l_2 = \text{肱木ノ長}$

B 點ノ周リノ力率ヲ取ルトキハ

$$P \times l_1 = W \times l_2 \quad \therefore P = \frac{Wl_2}{l_1}$$

A 點ノ周リノ力率ヲ取ルトキハ

$$Q \times l_1 = W(l_1 + l_2) \quad \therefore Q = \frac{W(l_1 + l_2)}{l_1}$$

Wノ他ニ AB 梁上ニ W₁ ナル荷重アルトキハ

$$Q \times l_1 = W_1 x_1 + W(l_1 + l_2) \quad \therefore Q = \frac{W_1 x_1 + W(l_1 + l_2)}{l_1}$$

B 點ノ周リノ力率ヲ取ルトキハ

$$W_1(l_1 - x_1) \pm P l_1 = W \times l_2 \quad \therefore \pm P = \frac{W l_2 - W_1(l_1 - x_1)}{l_1}$$

此第二ノ式ニ於テ W l₂ ガ W₁ (l₁ - x₁) ヨリ大ナルトキハ P ノ値ハ正トナリ其方向ハ下方ニ向テ働クベシ若シ反對ニ W l₂ ガ W₁ (l₁ - x₁) ヨリ小ナルトキハ P ハ負數トナリ其方向ハ上方ニ向テ働クベシ P ノ方向ハ反働力ノ方向ヲ示シ反働力ノ方向ハ實際ニ働ク力ト正反對ナルヲ以テ P ノ方向ガ下方ナリトハ取りモ直サズ實際ノ力ガ下ヨリ上ニ向フト云フコトニシテ梁ノ端ハ A ヨリ離別スベシ控釘ハ斯ノ如キ處ニ用フルモノニシテ其應力ハ常ニ伸張ヲ受クルモノトス

(例) 第卅六圖ニ於テ l₁ ヲ 30 呎 l₂ ヲ 15 呎トシ徑間 AB ニ毎 200 呎ノ等布荷重ヲ C = 6 噸ノ單荷重アルトキハ控釘ニ生ズル壓力ヲ求ム

總等布荷重 $W = 200 \times 30 = 6000$ 呎

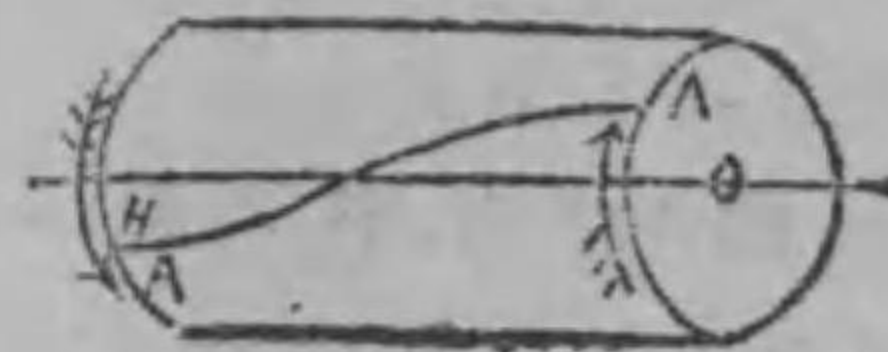
B 點ニ於ケル力率ヲ取ルニ $6000 \times 15 \pm P \times 30 = 6 \times 2240 \times 15$

$$P = \frac{201600 - 90000}{30} = 3720 \text{ 呎}$$

○ 捻扭ノ解説

圖ニ示ス如キ一端固定セル圓棒ノ他端ニ軸ト直角ナル面内ニ於テ軸ノ周リニ回轉スル如キ力ヲ與フルトキハ固定點ニ於

第三十七圖



テモ之ト正反對ノ力ヲ生ズルヲ以テ圓棒ハ其兩端ニ其量等シクシテ反對ノ方向ヲ有スル偶力ニ働カレタルト等シキ結果ヲ生ズ

此偶力ノ性質ハ圓棒ノ各部分ヲシテ軸ノ周リニ回轉セシムルモノナルヲ以テ棒ガ軸ニ平行ナル無數ノ

纖維ヨリ成立スルモノト假定スルトキハ其各纖維ニ螺旋形ヲ畫クコト AA ノ如クナルベシ今 P ナ外力トシテ圓棒ノ半徑トスルトキハ偶力々率ハ P r ニシテ之ヲ稱シテ捻扭力率ト云フ此應力ハ各横断面内ニ生ズルモノニシテ用材ノ任意ノ横断面ニ生シタル應力ヲ捻扭應力又ハ捻扭抵抗力ト云フ

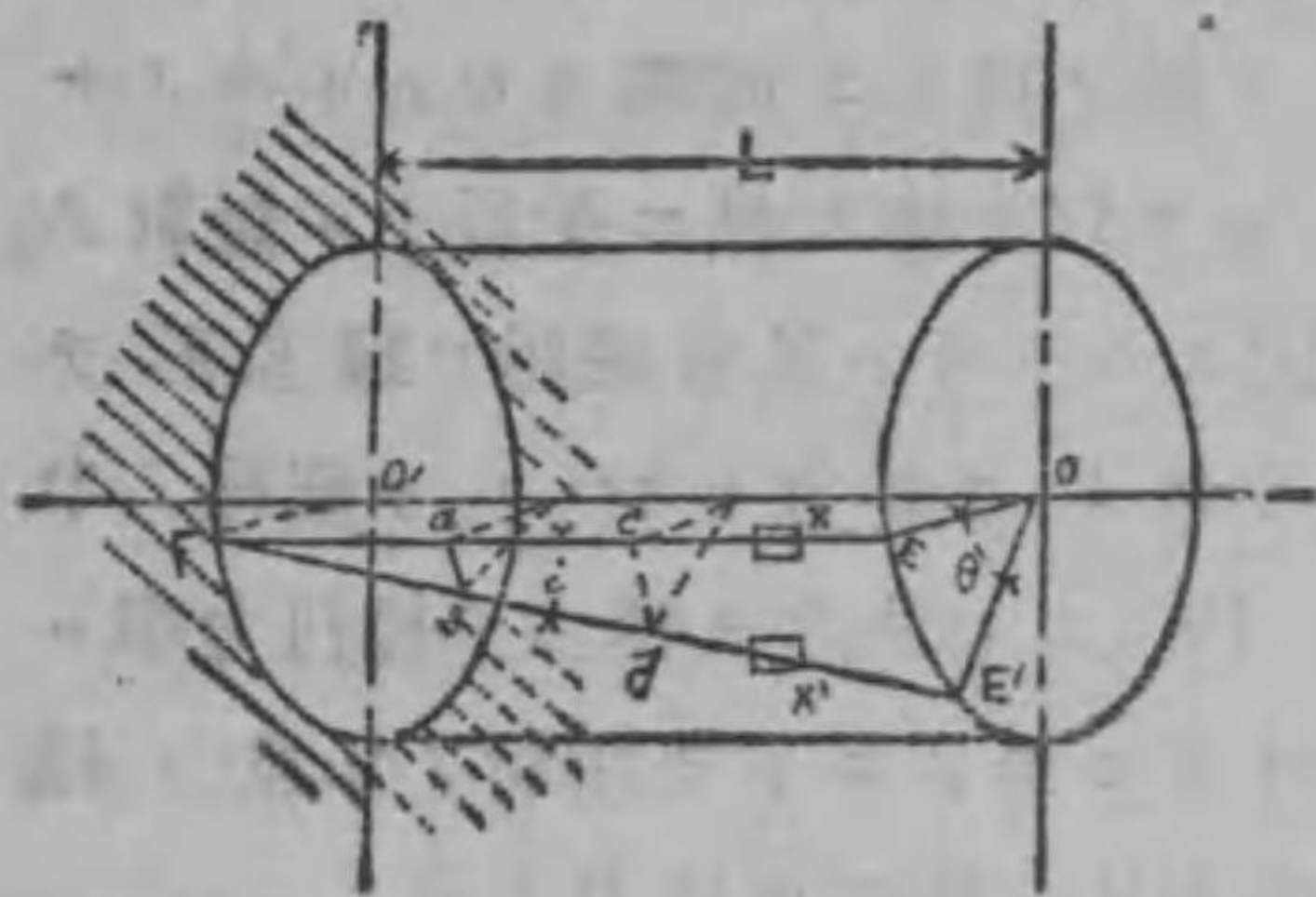
用材ノ纖維 AA ガ捻扭應力ノ爲ニ螺旋狀ヲ畫クト云フハ軸ニ直角ナル各層ガ回轉ニヨリテ互ニ他ノ層ヨリ滑ラントスル傾ヲ有スルコトニシテ而モ應力ガ断面中ニアル以上ハ其應力ガ剪斷應力ナルコトヲ明示スルモノナリ

○ 捻扭ニ依テ起ル變形

物體ハ捻扭ヲ受クルトキニハ必ズ之ニ「モーメント」(力率)ノ作用ガ伴フテ起ルモノナリ例ヘバ第卅七圖ノ如ク垂直ナル壁ニ對シテ堅固ニ水平ニ取付ケラレタル圓柱アリ(長サ L 吋半徑 r 吋即チ OR ニテ示セルガ如シトス)之ニ或ル力ヲ加ヘテ捻扭ヲ與ヘントスルトキニ當リ若シ其力ヲ柱ノ外端面ノ中心點 O ニ加フルトキニハ如何ナル強大ナル力ヲ以テシテモ捻扭ヲ與フルコトハ不可能ナリトス故ニ此ノ柱ニ捻扭ヲ與ヘント

スルニハ必ズ若干ノ長サヲ有スル「アーム」ヲ〇點ニ附着シ其ノ「アーム」ノ外端ニ若干ノ力ヲ加フルノ外ナキモノナリトス從テ或物體ガ捻扭ヲ受クルトキニハ必ズ或ル力率作用ヲ同時ニ受ケ居ルモノト知ルベシ

第三十八圖



然ルニ力率ノ量ハ(アーム×力)ニ由テ定リ又互ニ反比例ヲナストコロノ「アーム」ノ長サト力トニ由テ生ズル力率ハ常ニ同量ナルモノナリ從テ圖ノ如キ柱ニ或力率が作用スル

トキニハ常ニ之ト同量ナル或ル他ノ力率が其柱ノ外周面上ニ作用シ居ルモノト假定シ得ルモノナリ詳シク云ヘバ常ニ柱ノ半徑ト同長ナル「アーム」ノ先端ニ或力 P が働キテ與ヘラレタル力率ト同量ナル力率ヲ形成シ居ルモノト見做スヲ得ベシ(但シ P ナル力ノ量ニ與ヘラレタル力率ノ量ノ大小ニ從テ大ナルコトアリ又小ナルコトアルハ勿論ナリ)

今此柱ガ其先端面上ニ作用スル或力率ノ爲ニ捻扭ヲ受クルトキニハ上述ノ理ニ由リ或力 P が此先端面ノ半徑〇Eノ先端ニ作用シテ此柱ニ捻扭ヲ與ヘ居ルモノトスルヲ得ベシ從テ此外端面ガ此力ノ爲ニ與ヘラル、變形ハ次ノ如クナルベシ

此柱ノ外端面上ノ各點ハ夫々 P ナル力が與フル力率ノ爲ニ其力率ノ方向ニ或距離ダケ移轉スベシ但シ夫々ノ移動距離ハ夫々ノ點ト中心トノ距離ノ大小ニ比例スルモノナリ而シテ此

状態ハ次ノ如ク云ヒ表ハスヲ得ベシ即チ外端面ノ外周ニアル E ハ E' ニ移リ移動量ハ EE' ナル弧ノ長ニテ示シ得)半徑〇Eハ〇E'ノ位置ニ移ルベシ(此移動量ハ〇Eト〇E'トノ間ニ挟マレタル角度θニテ表ハサルベシ)

次ニ此ト同様ナル變形ハ此柱ノ何レノ断面ニ於テモ起ルベシ然レドモ夫々ノ断面ノ位置ガ柱ノ先端面(即チ P ナル力ノ着力點ヲ含ム平面)ヨリ遠カルニ從ヒ此ノ如キ變形ハ漸次其量ヲ減ズベシ故ニ今柱ノ外周面上ニ E ヲ通シテ中心線ニ平行ナル EF 線ヲ假設シ其線上ノ各點ノ移動量ヲ測レバ其各點ガ Eヨリ遠カルホド比量ハ小サクナルベシ即チ c 點ノ移動量(即チ弧 cd ノ長サ)ハ a 點ノ移動量(即チ弧 ab ノ長サ)ヨリモ大ナルベク又 cd ニ對スル中心角ハ ab ニ對スル中心角ヨリモ大ナルベシ而シテ遂ニ柱ノ固定面ニ於ケル F 點ニ至レバ此ノ如キ變形ハ生セサルベシ從テ此柱ガ捻扭ヲ受ケタル後ニハ EF ナル直線ハ變ジテ E'F' ノ如キ螺旋狀ノモノトナルベシ

柱ガ捻扭ヲ受クルトキノ變形ニ付テノ力率作用ト剪斷ノ作用トニ付キテ考フルコト必要ナリ

(注意) 以上ノ説明ハ何レモ彈性限界以内ノ状態ニ關スルモノナリ

〇 中心角ノ解説



中心角θハ弧度(ラヂアン)ヲ以テ測ルモノニシテ普通ノ場合ニ用ヒラル、六十分法ニ用ユル單位(即チ度、分、秒之レナリ)ト異ナリ弧度法ニ用ヒラル、單位ヲ以テ

測レルモノナリ

弧度法ニ於テハ半徑ノ長サ一單位ナル圓(單位圓)ト名ツケラ
ルノ圓周上ニ半徑ト同長ナル弧ヲ取り(即チ長サ一單位ナリ)
其弧ニ對スル中心角ヲ「ラヂアン」ト名ケ之ヲ角度ノ單位
トス

故ニ弧度法ニテハ或角ノ「ラヂアン」ノ數ヲ知レバ直ニ其ニ
對スル弧ノ長ハ知り得ルモノナリ

例ヘバ單位圓ニテハ中心角 θ 「ラヂアン」ニ對スル弧ノ長ハ θ
ナリ又一般ニ半徑 r ナル圓ニテハ中心角 θ 「ラヂアン」ニ對
スル弧ノ長サ X ハ常ニ $X = \theta \times r$ ナル公式ニ由テ知り得ベシ

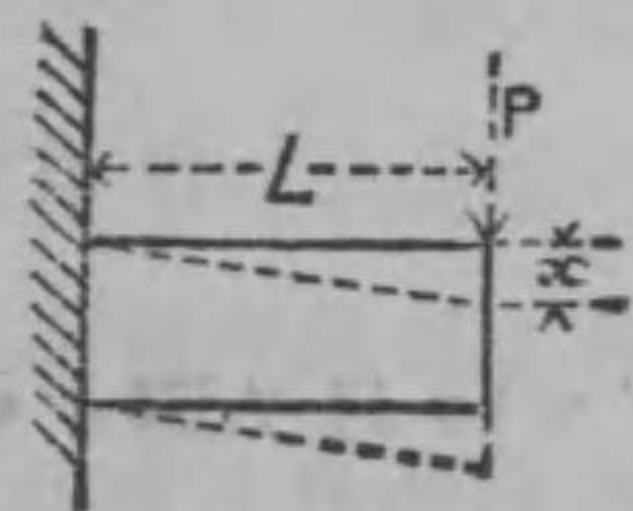
今中心角ノ「ラヂアン」數ヲ θ トシ柱ノ長サ毎吋ニ於ケル
變形量ヲ i トシ柱ノ半徑ヲ r トシ外端面外周ニアル E 點ノ移
動量 EE' ノ長サヲ X トスレバ彈性限界以內ニ於テハ

$X = \theta \times r, X = i \times L$ 故ニ $X = \theta \times r = i \times L \dots (A)$

「シアー」(剪斷)ノ公式ニ由レバ「ストレーン」 $= \frac{X}{L}$ ナル故今

ノ場合ハ「ストレーン」 $= \frac{EE'}{V} = \frac{iL}{L} = i$ ナリ

第四十圖



此「ストレーン」ヲ生セシメタル「スト
レツス」ハ「シアー」ニシテ f_s ナリ故ニ
 $X : f_s = L : G$

即チ $\frac{f_s}{G} = \frac{X}{L} = i \dots (B)$

(A) 及 (B) 式ニ由リ $i = \frac{\theta y}{L} = \frac{f_s}{G}$ ((但シ G ハ「シアー」ノ
「モジュラス」(断面係數)ヲ示ス)

此式ノ $\frac{\theta y}{L}$ ハ「トルシヨ」ノ「ストレーン」ニシテ $\frac{f_s}{G}$ ハ「シアー」ノ「ストレーン」ナリ故ニ「トルシヨ」ト「シアー」トハ同一作用ナルヲ知ルベシ

○軸ガ捻扭ノミヲ受クルトキノ捻扭角度

(I) 前ニ $X = \theta \times r$ ノ θ ハ「ラヂアン」ヲ以テ示サレタレ
トモ實用上ニハ六十分法ノ單位ヲ以テ顯ハスヲ便ト
スル故此式ヨリ直ニ θ° ヲ求メ得ベキ式ヲ作ラン

$\theta = \frac{2\pi}{360} \times \theta^\circ$ ナルヲ以テ

$X = \theta \times r = \frac{2\pi}{360} \times \theta^\circ \times r$ 然ルニ $X = \frac{f_s}{G} \times L$

$\therefore \theta^\circ = \frac{360}{2\pi} \frac{X}{r} = \frac{360}{2\pi r} X = \frac{360}{\pi D} \times \frac{f_s}{G} \times L$ (D ハ軸ノ直徑)

軸ヲ計畫スルニ當リ此式ニ由リテ θ° ヲ求メ其値
トシテ過大ノモノヲ得ルトキハ其計畫ハ適當ノモノ
ニアラザルモノトス

(II) 軸ガ捻扭ノミヲ受クルトキニ生ズル應力
捻扭ノ基本公式ノ一ナル(本會發行ノ應用力學 118 頁參照)

$\frac{f_s}{y} = \frac{M_T}{I_p}$ ニ依リ $f_s = \frac{M_T}{I_p} = \frac{N_T}{Z_T}$ ヲ得此ニ由テ應力ヲ求ム

此式ヲ用フルニ當リ必要ナル係數ヲ實用多キ軸ノ断面ノ種
類ニ就テ示セバ次表ノ如シ尙ホ此表中ニハ種々ナル断面ニ應
ズル θ° ヲ求ムル公式ヲモ併セ示セリ但シ表中所用ノ單位ハ
 D 及ビ D_1 ハ吋, L ハ吋, M ハ吋噸 G ハ每平方吋ニ付キ噸ナリ
トス

軸ノ断面ノ形状	I_p	$Z_T = \frac{I_p}{y}$	θ
	$\frac{\pi}{32} D^4$	$\frac{\pi}{16} D^3$	$584 \frac{M_T L}{GD^4}$
	$\frac{\pi}{32} (D^4 - D_1^4)$	$\frac{\pi}{16} \frac{D^4 - D_1^4}{D}$	$584 \frac{M_T L}{G(D^4 - D_1^4)}$

表中 θ° ノ値ヲ示ス式ハ夫々相異ナレドモ何レモ皆先ニ掲ゲタル公式ヲ變ジテ得ラレタルモノニ過ギズ例ヘバ中空ナラザル場合ニ於テハ

$$\theta^\circ = \frac{360}{\pi D} \times \frac{f_s}{G} \times L = \frac{360}{\pi} \times \frac{M_T L}{I_p G} = \frac{360}{\pi} \times \frac{M_T L}{Z_T G D}$$

然ルニ此場合ニハ $Z_T = \frac{\pi}{16} D^3$ ナル故式中右端ノ分數ノ分母ハ次ノ如ク變ズ

$$Z_T G D = \frac{\pi}{16} D^3 G D = \frac{\pi}{16} G D^4$$

$$\therefore \theta^\circ = \frac{360}{\pi} \times \frac{M_T L}{\frac{\pi}{16} G D^4} = \frac{360 \times 16}{\pi^2} \times \frac{M_T L}{G D^4} = 584 \frac{M_T L}{G D^4}$$

(III) 軸ガ中空ナル場合ト然ラザル場合トノ應力ノ比較並ニ中空軸ノ内外徑ヲ計算スル順序

軸ノ重量ヲ豫定シタル後ニ之ヲ中空ニスルト否トニ付キ何レガ應力ニ於テ利アルヤハ捻扭力率ノ公式ヲ應用シテ之ヲ知ルヲ得ベシ以下中空軸ノ内徑ヲ D_1

外徑ヲ D_1 トシ中空ナラザル軸ノ直徑ヲ D ニテ示ス

今兩種共或單位ノ長サ例ヘバ取ルトキハ材料ハ勿論同一ノモノナル故其重量ハ相等シカルベシ從テ其立積モ相等シカルベシ

$$\frac{\pi}{4} D^2 \times l = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - D_2^2) \times l \quad \therefore D^2 = (D_1^2 - D_2^2) \dots (1)$$

次ニ $M_T = f_s Z_T$ ナルヲ以テ $M_T' = \frac{\pi}{16} D^3 \times f_s \dots$ 中空ナラザルトキ

$$M_T'' = \frac{\pi}{16} \frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1} \times f_s \dots \text{中空ナルトキ}$$

$$\text{故ニ } \frac{M_T'}{M_T''} = \frac{D^4 - D_2^4}{\frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1}} \text{ ナリ然ルニ } \frac{D^4 - D_2^4}{D_1} = \frac{(D_1^2 + D_2^2)(D_1^2 - D_2^2)}{D_1}$$

(1) = 依レバ此式ハ $\frac{D^2(D_1^2 + D_2^2)}{D_1}$ ナルヲ以テ

$$\frac{M_T'}{M_T''} = \frac{D^2(D_1^2 + D_2^2)}{\frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1}} = \frac{D_1 + \frac{D_2^2}{D_1}}{D} \text{ トナル此ノ比ノ値ヲ考フ}$$

ルニ D_1 ハ勿論 D ヨリ大ナルヘキヲ以テ $D_1 + \frac{D_2^2}{D_1} > D$ ナルコトハ明ナリ故ニ此ノ比ノ値ハ 1 ヨリ大ナリ故ニ $\frac{M_T'}{M_T''} > 1$ ナルヲ知ル從テ $M_T'' > M_T'$ ナルコトモ容易ニ知ルヲ得ベシ從テ中空軸ノ最大 f_s ハ中空ナラザルモノノ最大 f_s ヨリ大ナル

ヲ知ルヲ得ベシ

次ニ同一捻扭力率ヲ與フルモノトシ尙材質モ同様ノモノヲ用ユルトセバ $D^3 = \frac{D_1^4 - D_2^4}{D^4} \dots \dots (2)$ ニ依リテ計算スベシ實際ニ中空軸ヲ計算スルトキハ先ヅ軸ヲ中空ナラズト見做シテ其直徑ヲ求メ次ニ $\frac{D_1}{D_2}$ ノ値ヲ豫定シ (2) ニ由リテ D_1 ヲ算出スベシ例令バ $D_1 \times \frac{1}{2} = D_2$ ナリト假定スレバ

$$D^3 = \frac{D_1^4 - \frac{1}{16} D_1^4}{D_1^4} = \frac{15}{16} D_1^3 \quad \therefore D = \sqrt[3]{\frac{15}{16}} \times D_1 \quad \text{トナルガ如ク}$$

▼

○ 軸ニ働ク馬力ト捻扭力率 (M_T) トノ關係

H = 馬力ヲ示ス數, N = 毎分回轉數, M_T = 捻扭力率(吋呎)

$$H \times 33,000 \times 12 = 2\pi N M_T$$

$$\therefore H = \frac{6.2832}{33,000 \times 12} N M_T = .0000159 N M_T$$

$$\therefore M_T = \frac{H}{N} \times \frac{1}{.0000159} = \frac{H}{N} \times 63025$$

$$N = \frac{H}{M_T} \times 63025$$

軸 M_T ノ爲メニ回サル、モノトスレバ其一回轉間ニナサル、仕事ハ $2\pi r \times P$ ナルベシ(但シ r = 半徑, P = 軸ノ外周ニ働ク外力)然ルニ $r \times P = M_T \dots \dots$ ナリテ又 $2\pi M_T$ ニテ表サルヘシ故ニ一分間ノ仕事ハ $2\pi N M_T$ ナルベシ而シテ此仕事ハ費サル、馬力 H 即チ $H \times 33000 \times 12$ 吋呎ニ等シキモノトス上式ニ由レ

バ馬力ト回轉數ヲ知レバ M_T ヲ求メ又馬力ト M_T トヲ知レバ回轉數ヲ求メ得ベシ

M_T ハ軸ノ外周ニ生ズル最大「ストローク」 f_s 及軸ノ形及 D ニ由テ定マルモノナル故上ノ式ニテ得タル M_T ヨリシテ D 若クハ f_s ヲ定ムルヲ得ベシ(但シ D 及 f_s ノ内何レカ一ヲ豫定スルヲ要ス)即チ

$$M_T = f_s Z_T \quad \text{ナルヲ以テ} \quad M = \frac{H}{N} \times 63025 \quad \text{ハ} \quad f_s Z_T = \frac{H}{N} = \frac{H}{N} \times 63025 \quad \text{トナル}$$

然ルニ軸ガ中空ナラザルトキハ $Z_T = \frac{\pi}{16} D^3 = \frac{1}{5.1} D^3$ ナル

$$\text{ヲ以テ上式ハ} \quad \frac{1}{5.1} D^3 f_s = \frac{H}{N} \times 63025$$

$$\therefore D^3 = \frac{H}{N} \times 63025 \times 5.1 \times \frac{1}{f_s} \quad \text{トナル今} \quad f_s = 8000 \quad \text{ト豫定ス}$$

$$\text{レバ此式ヨリ} \quad D = \sqrt[3]{\frac{63025 \times 5.1}{8000}} \times \sqrt[3]{\frac{H}{N}} = 3.42 \sqrt[3]{\frac{H}{N}} \quad \text{ヲ得}$$

ベシ

此ニ由リ與ヘラレタル馬力ニ對スル中空ナラザル軸ノ直徑ヲ求ムルヲ得ベキモ之ヲ實用ニ供スルニ當リテハ H ノ値ニ適當ノ割増ヲナサザル可ラス何トナレバ蒸氣機械ニ於テハ吸鑄面上ニ働ク總壓力ハ一回轉中絶エズ其値ヲ變ズルモノニシテ「ストローク」ノ初ニ低ク汽口滿開ノトキニ最高ク「ストローク」ノ終リニ至リ又低クナルノミナラス曲弧軸ノ位置ニ由リ接合棒ヲ經テ曲弧軸栓ニ働ク力ハ總壓力ヨリ高クナルコトア

故軸ハ絶エズ値ヲ變ズル「ストレッツ」ヲ受クルコトトナリ
材質ノ安全ヲ害サル、コト大ナルヲ以テ Hニ適當ノ割増シヲ
ナシテ Hヨリ大ナル馬力ニ對スル直徑ヲ算出シ以テ軸ノ安全
ヲ計レルナリ而シテ通常ハ上式中ニ算入スルノ Hノ値トシテ
ハ 計畫馬力×(1.3乃至1.5)トセリ

(計算例) 某艦ハ H=4700(計畫片舷分), N=160(毎分)ナ
リ今 Hノ係數ヲ 1.4 トシ此馬力ニ相應スル中空軸ノ内外徑ヲ
算出セヨ(但シ外徑ハ内徑ノ二倍トス)先ヅ之ヲ中空ナラザル
軸ノトシテ Dヲ求ムレバ

$$D = 3.42 \sqrt[3]{\frac{H \times 1.4}{N}} = 3.42 \sqrt[3]{\frac{4700 \times 1.4}{160}} = 3.42 \times 3.45$$

$$= 11.8'' = 11 \frac{7}{8}''$$

次ニ D_1 = 中空軸ノ外徑, D_2 = 同内徑トスレバ $D_2 = \frac{D_1}{2}$ ナ
ルヲ以テ

$$D = \sqrt[3]{\frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1}} = \sqrt[3]{\frac{D_1^4 - \frac{D_1^4}{16}}{D_1}} = \sqrt[3]{\frac{15D_1^4}{16}} =$$

$$\sqrt[3]{\frac{15}{16}} \times \sqrt[3]{D_1^4} = 0.98 D_1$$

$$\therefore D_1 = \frac{1}{0.98} D = 1.02 \times D = 1.02 \times 11 \frac{7}{8}'' = 12.036'' \text{ 又ハ } 12 \frac{1}{8}''$$

$$\therefore D_2 = \frac{D_1}{2} = 12 \frac{1}{8}'' \times \frac{1}{2} = 6 \frac{1}{16}'' \text{ ヲ得}$$

然ルニ實際ハ $D_1 = 11 \frac{3}{8}''$, $D_2 = 6''$ ナルヲ以テ某艦ノ f_s ノ
値ハ 8000 以上ナルヲ知ル

○ 捻扭ニ對スル最大「ストレッツ」 f_s ノ算出法

$$M_T = \frac{H}{N} \times 63025 = \frac{1}{5.1} \times \frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1} \times f_s \text{ ナル式ヨリ}$$

$$\frac{D_1}{D_1^4 - D_2^4} \times 5.1 \times 63025 \times \frac{H}{N} = \frac{D_1}{D_1^4 - D_2^4} \times \frac{H}{N} \times 321427.5$$

ヲ得此ノ式ニヨリ f_s ノ値ヲ算定スルモノトス

(計算例) 某艦ノ推進軸ハ $D_1 = 11 \frac{3}{8}''$, $D_2 = 6''$ ナル f_s ノ

値ヲ求ム但シ Hノ係數ヲ 1.4 トス

$$\frac{D_1}{D_1^4 - D_2^4} \times 5.1 \times 63025 \times \frac{4700 \times 1.4}{160} = 0.00074 \times 13218706$$

$$= 9782 \text{ lbs}/\square''$$

全上中間軸ハ $D_1 = 10 \frac{1}{2}''$, $D_2 = 5 \frac{3}{4}''$ ナル f_s ノ値ヲ求ム

$$f_s = \frac{D}{D_1^4 - D_2^4} \times 5.1 \times 63025 \times \frac{4700 \times 1.4}{160} =$$

$$.00095 \times 13218706 = 12558 \text{ lbs}/\square''$$

各種用材ノ安全作用應力ハ次ノ如シ

鑄鐵 5,000 lbs/ \square'' 鍛鐵 7,000-9,000 lbs/ \square''

鋼 10,000-12,000 lbs/ \square''

(計算例) 1.3 呎噸ノ捻扭力率ヲ安全ニ傳ヘ得ベキ鍛鐵圓軸ノ徑ヲ算出セヨ但シ安全作用應力ヲ 8,000 lbs/□" トス

$$1.3 \text{ 呎噸} = 1.3 \times 12 \times 2240 = 34944 \text{ 吋噸}$$

$$\text{公式 } M_T = \frac{\pi}{16} f d^3, \quad \frac{\pi}{16} = 0.196, \quad f = 8,000$$

$$\therefore 34944 = 0.196 \times 8,000 d^3$$

$$d^3 = 22,304.9, \quad d = 2.82 \text{ 吋} = 2 \frac{13}{16} \text{ 吋}$$

(例二) 同種用材ヨリ成ル大小二個ノ圓柱軸アリテ其直徑一ト三トノ比ヲナシ小ナル軸ハ二呎噸ノ捻扭力率ニシテ破壊スト云フ然トキハ大ナル軸ノ堪ヘ得ベキ應力若干題意ニ依レバ大小二個ノ軸ノ應力ハ其直徑ノ三乗ニ比例ス然ルニ直徑ノ比ハ一ト三ナルヲ以テ

$$1^3 : 3^3 = 2 : x, \quad x = 54 \text{ 呎噸}$$

(例三) 外徑 10 吋内徑 8 吋ノ鋼軸ノ安全ニ堪ヘ得ベキ捻扭力率若干ナルヲ

$$\text{捻扭力率} = 0.196 \times 12,000 \times \frac{10^4 - 8^4}{10}$$

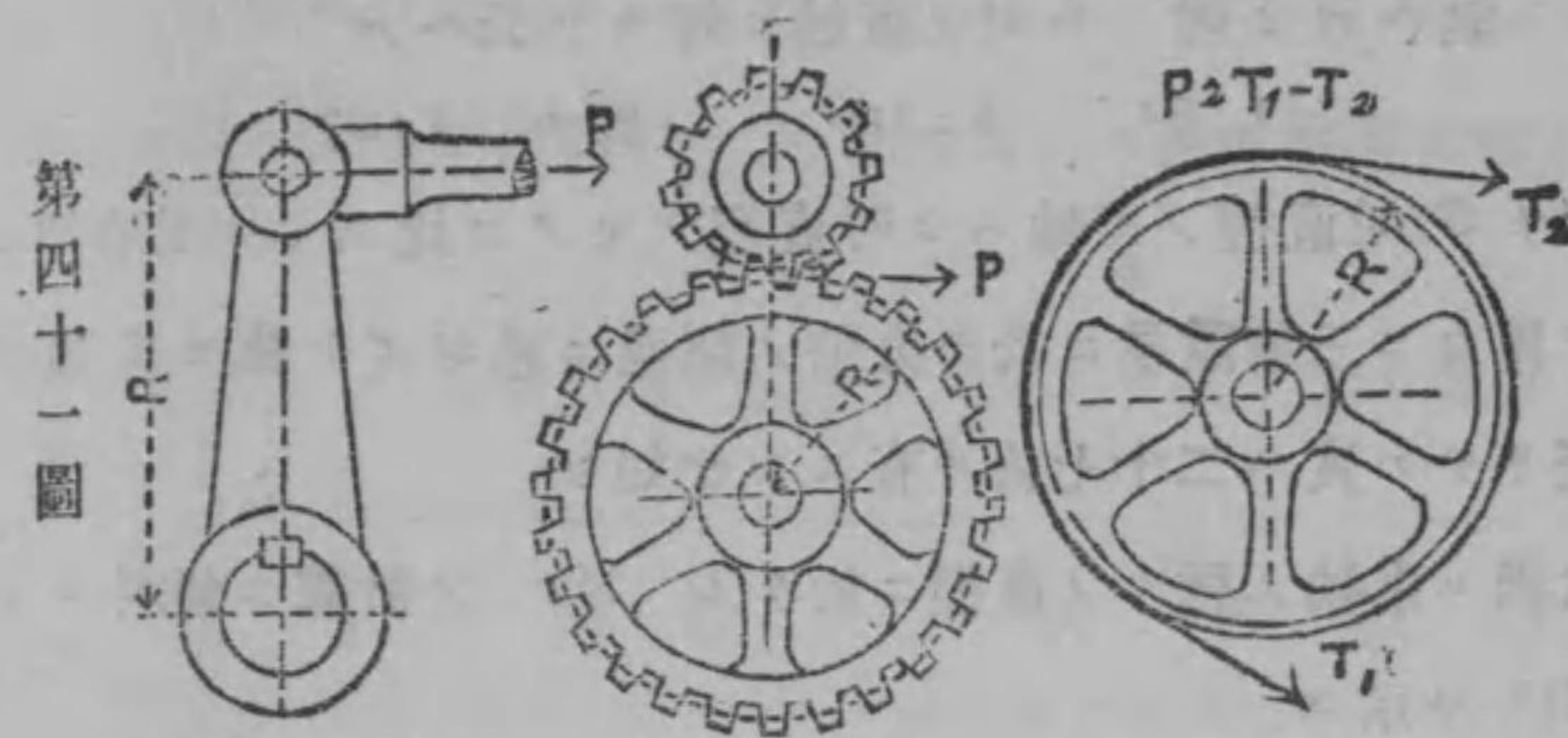
$$= 1,388,620.8 \text{ 吋噸} = 51.7 \text{ 呎噸}$$

車軸ニ關スル摘録

○ 車軸

通常ノ鍛鋼製車軸ノ長サハ其ノ長サ 20 呎ヲ超ユサルヲ例ト

ス而シテ其ノ直徑ハ普通吋ノ四分ノ一ヲ以テ増減スルモノトス



車軸ニ傳達サル、所ノ力ハ圖ニ於テ示セル PR ニシテ之レ即チ捻扭力率ナリ

車軸ガ捻扭力ヲ受クル時ニ生ズル應力ハ剪斷應力ニシテ中心ニ於テハ零(捻扭ノ解説ヲ見ヨ)周圍ニ至リテ最大トナリ其ノ間順整ニ變化スルモノナリ

D = 直徑(吋)

f = 最大剪斷應力(平方吋噸)

M_T = 捻扭力率(吋噸)

$$\text{捻扭力} = \text{對スル車軸ノ抵抗力率} = \frac{\pi}{16} f D^3$$

$$M_T = \frac{\pi}{16} D^3 f = 0.19635 D^3 f \dots\dots\dots (A)$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{16 M_T}{\pi f}} = 1.72 \sqrt[3]{\frac{M_T}{f}} \dots\dots\dots (B)$$

捻扭ニ抵抗スル車軸ノ強度ハ其直徑ノ立方ニ比例ス 即チ公
式(A)ハ之ヲ示スモノナリ

例ヘバ 2 吋 6 吋ノ車軸ニ付キテ云ヘバ

$$2^3 : 6^3, \quad 8 : 216 \quad \text{即チ} \quad 1 : 27$$

即チ 6 吋直徑ノ車軸ハ 2 吋直徑ノモノニ比スレバ其直徑ニ
於テ僅カニ三倍重量ニ於テ九倍ノ超過ニ過ギズト雖モ其強度
ニ至リテハ實ニ二十七倍ヲ有スルガ如シ

次表ハ車軸ノ種々ノ直徑ニ於ケル M_T ノ計算ニ便利ナル
 $\frac{\pi}{16} D^3$ ヲ示ス

直徑 D	.0	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$
1	.1963	.2796	.3835	.5104	.6637	.8425	1.052	1.294
2	1.571	1.884	2.237	2.630	3.068	3.552	4.083	4.766
3	5.301	5.992	6.740	7.548	8.418	9.353	10.35	11.42
4	12.57	13.78	15.07	16.44	17.89	19.43	21.04	22.75
5	24.54	26.43	28.41	30.49	32.67	34.95	37.33	39.82
6	42.41	45.12	47.94	50.87	53.92	57.09	60.39	63.80
7	67.35	71.02	74.82	78.76	82.83	87.05	91.40	95.89
8	100.5	105.3	110.3	115.3	120.6	126.0	131.5	137.3
9	143.1	149.2	155.4	161.8	168.3	175.1	182.0	189.1
10	196.3	203.8	211.4	219.3	227.3	235.5	243.9	252.5
11	261.3	270.4	279.6	289.0	298.6	308.5	318.5	328.8
12	339.3	350.0	360.9	372.1	383.5	395.1	407.0	419.1
13	431.4	443.9	456.7	469.8	483.1	496.6	510.4	524.5
14	538.8	553.3	568.2	583.2	598.6	614.2	630.1	646.3
15	662.7	679.4	696.4	713.6	731.2	749.0	767.1	785.5
16	804.2	823.2	842.5	862.1	882.0	902.2	922.7	943.5
17	964.7	986.1	1008	1030	1052	1075	1098	1121
18	1145.	1169	1193	1218	1243	1269	1294	1320
19	1347.	1374	1401	1428	1456	1484	1513	1542
20	1571.	1600	1630	1661	1692	1723	1754	1786

車軸ノ所要ノ直徑ニ對スル安全捻扭力ハ安全應力ヲ前表中
ノ相當數ニ乘ジテ得ラル之レト反對ニ與ヘラレタル捻扭力率
ニ對スル車軸ノ適當ナル直徑ヲ求ムルニハ安全應力ニテ捻扭
力率ヲ除シ表中ノ近似數ヲ見出シ其レニ依テ直徑ヲ知ルヲ得
ルナリ

「アンウイン」氏ハ車軸ノ安全使用應力ヲ次ノ如ク定メラル

應力ノ種類	鋼	鍛鐵	鑄鐵
働作中不變ニシテ逆動セザル モノ	13,500	9,000	3,600
一部分各回轉毎ニ逆動スルモ ノ	9,000	6,000	2,400
絶ヘズ相等シキ反對値ノ間ニ 於テ變化スルモノ	4,500	3,000	1,100

次表ハ公式(A)ニテ計算セル各種直徑ニ對スル M_T ヲ示ス

軸ノ直徑 D (吋)	捻扭力率 (MT) (平方吋噸)				
	$f=3,000$	$f=4,500$	$f=6,000$	$f=9,000$	$f=13,500$
1	589	884	1,178	1,767	2,651
$1\frac{1}{4}$	1,150	1,726	2,301	3,451	5,177
$1\frac{1}{2}$	1,988	2,982	3,976	5,964	8,946
$1\frac{3}{4}$	3,157	4,735	6,314	9,471	14,206
2	4,712	7,069	9,425	14,137	21,206

軸ノ直徑 D (吋)	捻 扭 力 率 (M _T) (平方吋斤)				
	f=3,000	f=4,500	f=6,000	f=9,000	f=13,500
2¼	6,710	10,064	13,419	20,129	30,193
2½	9,204	13,806	18,408	27,612	41,417
2¾	12,250	18,376	24,501	36,751	55,127
3	15,904	23,856	31,809	47,713	71,569
3¼	20,221	30,831	40,442	60,663	90,994
3½	25,255	37,883	50,511	75,766	113,650
3¾	31,063	46,595	62,126	93,189	139,784
4	37,699	56,549	75,398	113,097	169,646
4½	53,677	80,516	107,354	161,031	241,547
5	73,631	110,447	147,262	220,893	331,340
5¼	98,003	147,004	196,006	294,009	441,013
6	127,234	190,852	254,469	381,703	572,555
6¼	161,767	242,651	323,535	485,302	727,953
7	202,044	303,065	404,087	606,131	909,196
7¼	248,505	372,757	497,010	745,514	1,118,272
8	301,593	452,389	603,186	904,778	1,357,168
9	429,416	644,125	858,833	1,288,249	1,932,374
10	589,048	883,573	1,178,097	1,767,145	2,650,718
11	784,024	1,176,035	1,568,047	2,352,071	3,528,106

○ 車軸ノ馬力

D=車軸ノ直徑(吋)

f=最大剪斷應力(平方吋斤)

M_T=(捻扭力率(吋斤))

N=毎分回轉數

H=馬力

$$\frac{H}{N} = \frac{M_T}{63025}, \quad M_T = \frac{\pi}{16} D^3 f_s = \frac{H}{N} \times 63025$$

$$N = \frac{H}{M_T} \times 63025, \quad H = \frac{M_T N}{63025}$$

次表ハ上式ノ必要ナル各種應力ニ對スル $\frac{H}{N}$ ノ値ヲ示ス

軸ノ直徑 D (吋)	$\frac{H}{N}$ ノ値				
	f=3,000	f=4,500	f=6,000	f=9,000	f=13,500
1	.0093	.0140	.0187	.0280	.0420
1¼	.0183	.0274	.0365	.0548	.0821
1½	.0315	.0473	.0631	.0946	.1419
1¾	.0501	.0752	.1003	.1504	.2256
2	.0748	.1122	.1495	.2243	.3365
2¼	.1065	.1597	.2129	.3194	.4790

軸ノ直径 D (吋)	$\frac{H}{N}$ ノ値				
	$f=3,000$	$f=4,500$	$f=6,000$	$f=9,000$	$f=13,500$
2½	.1460	.2190	.2921	.4381	.6571
2¾	.1944	.2916	.3887	.5821	.8747
3	.2523	.3785	.5047	.7510	1.136
3½	.3208	.4813	.6417	.9625	1.444
3¾	.4007	.6011	.8014	1.202	1.803
4	.4929	.7393	.9857	1.499	2.218
4½	.5982	.8972	1.196	1.794	2.692
5	.8517	1.278	1.703	2.555	3.833
5½	1.168	1.752	2.337	3.505	5.257
6	1.555	2.332	3.110	4.665	6.997
6½	2.019	3.028	4.038	6.057	9.085
7	2.567	3.850	5.133	7.700	11.55
7½	3.206	4.809	6.412	9.617	14.43
8	3.493	5.914	7.886	11.83	17.74
8½	4.785	7.178	9.571	14.36	21.53
9	6.812	10.22	13.63	20.44	30.66
10	9.346	14.02	18.69	28.04	42.06
11	12.440	18.66	24.88	37.32	55.98

(表ノ使用例) 直径6吋ノ車軸ノ材質ノ安全應力 f_s ナ 9000
 所トシ M_T ナ求ム

(解) 表中6ノ行ト9000ノ行トノ會點ヨリ 6.057 ナ求メ
 之ニ 63025 ナ乗スルトキハ所要ノ M_T ナ得

即チ $\frac{H}{N} = 6.057$ $6.057 \times 63025 = 381,742.425 = M_T$ ナリ

○ 中空軸ノ係數

D_1 = 中空軸ノ外径 D_2 = CD_1 同 内徑

D = 中空軸ト同強力ノ實體軸ノ直径, C = 係數

$$\frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1^4} = C^4, \quad D_1 = D \sqrt[4]{\frac{1}{1 - C^4}} = C_1 D$$

$$M_T = \frac{\pi}{16} \left(\frac{D_1^4 - D_2^4}{D^4} \right) f_s = \frac{\pi}{16} D^4 (1 - C^4) f$$

$$D_1 = \sqrt[3]{\left(\frac{16M_T}{\pi(1 - C^4)f_s} \right)} = 1.72 C_1 \sqrt[3]{\frac{M_T}{f_s}}$$

C	C_1	C	C_1	C	C_1
.25	1.0013	.45	1.0141	.65	1.0677
.3	1.0027	.5	1.0218	.7	1.0978
.35	1.0051	.55	1.0325	.75	1.1352
.4	1.0087	.6	1.0474	.8	1.1920

(表ノ使用例) 直径10吋ノ實體軸ニ相當スル中空軸ノ内外
 徑ヲ求ム但シ内徑ハ外徑ノ½トス

(解) 表中 C の .5 に對スル C₁ の 1.0218 を 10 吋に乘ズレ
 可ナリ 即チ 10 × 1.0218 = 10.218 = 外徑ニシテ
 10.218 × .5 = 5.109 = 内徑ナリ

○ 車軸ノ軸承間ノ徑間

D = 車軸ノ直徑(吋), S = 徑間 (呎)

C = 車軸が單ニ自身ノ重量ノミヲ支持スル時ニハ

5 ヨリ 6 ノ間ニシテ滑車又ハ齒車ノ普通ノ數ヲ取

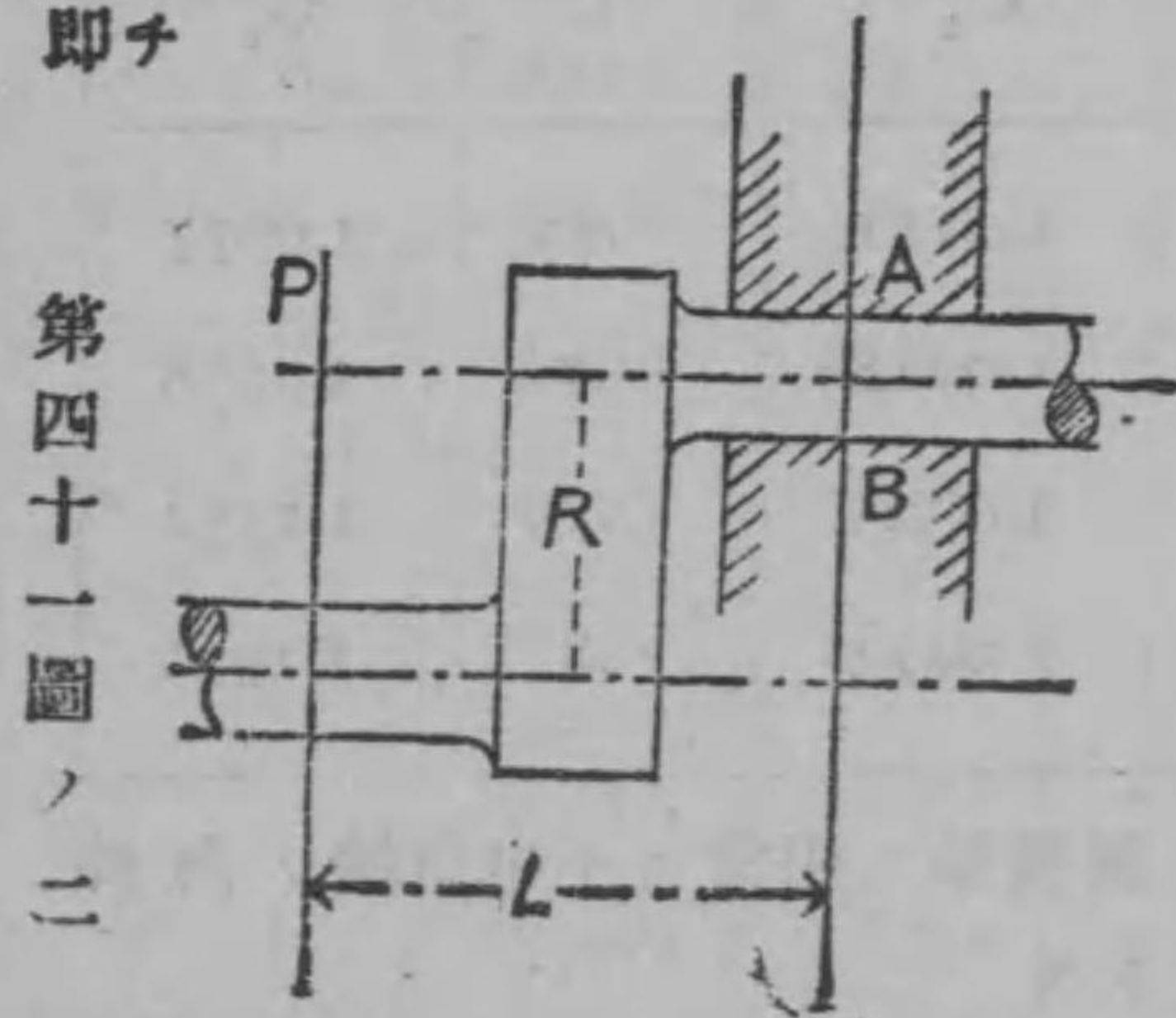
付ケタルトキハ 4.5 ヨリ 5 ノ間トス

軸承間ノ徑間 $S = C\sqrt{D}$

○ 彎曲ト捻扭ノ複成應力

此種ノ應力ヲ受クル一例ハ曲肱軸ニ於テ之ヲ見ルヲ得ベシ

即チ



第四十一圖ノ二

圖ニ於ケル曲肱軸ノ
 ABナル断面(軸承ノ中心
 ニ於ケル)ハ P×R ナル
 捻扭力率(MT)ヲ受クル
 ノミナラズ同時ニ P×L
 ナル彎曲力率(MB)ヲモ
 受クベシ

然ルニ MBヲ計ルニハ
 「テンション」ヲ以テシ

M_Tヲ計ルニハ「シアー」ヲ以テスルモノナレバ此場合ノ應力
 ノ公式トシテ「トルヨン」ニ依テ生スル「シアー」 $\frac{M_T}{I_p}$ ヲ以
 テス

$$T_t = \frac{3}{8} \times \frac{M_{By}}{I} + \sqrt{\left(\frac{5}{8} \times \frac{M_{By}}{I}\right)^2 + \left(\frac{5}{4} \times \frac{M_T}{I_p}\right)^2}$$

(詳細ハ本會發行ノ應用力學 139 頁參照)

今此式ヲ曲肱軸ニ應用スレバ次ノ如シ

D = 曲肱軸ノ直徑, l = 同半徑

$$D = 2r \quad I = \frac{\pi}{4} r^4$$

$$I_p = \frac{\pi}{32} D^4 = \frac{\pi}{2} r^4 \quad M_{By} = PLr$$

M_T = PRr ナルヲ以テ上式ハ次ノ如ク變ズ

$$T_t = \frac{3}{8} \times \frac{PLr}{\frac{\pi}{2} r^4} + \sqrt{\left(\frac{5}{8} \times \frac{PLr}{\frac{\pi}{2} r^4}\right)^2 + \left(\frac{5}{4} \times \frac{PRr}{2 \times \frac{\pi}{4} r^4}\right)^2}$$

$$= \frac{3}{8} \times \frac{PLr}{\frac{\pi}{2} r^4} + \frac{5}{8} \times \frac{Pr}{\frac{\pi}{4} r^4} \sqrt{L^2 + R^2}$$

$$= \frac{3PL}{2\pi r^3} + \frac{5P}{2\pi r^3} \sqrt{L^2 + R^2}$$

$$= \frac{P}{2\pi r^3} (3L + 5\sqrt{L^2 + R^2})$$

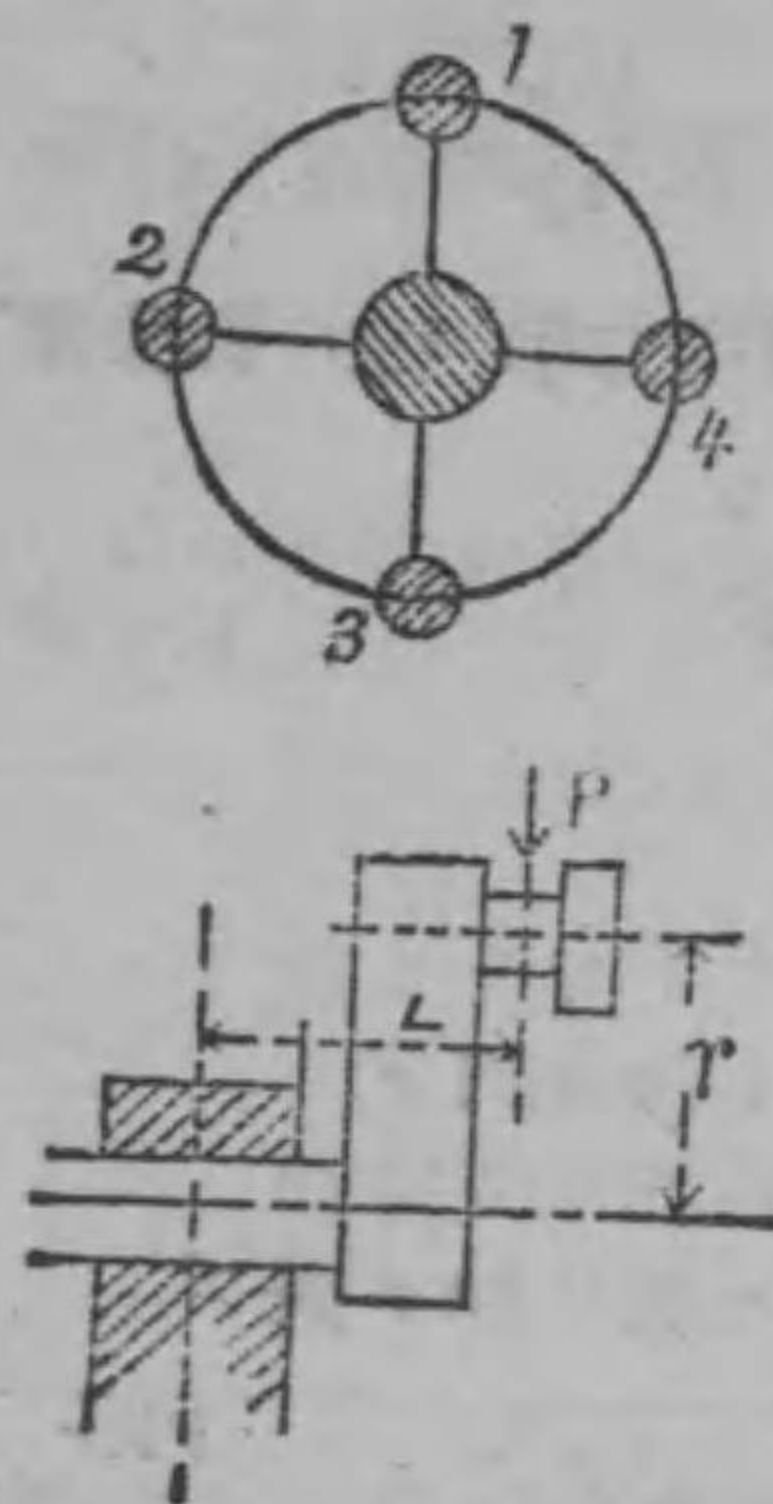
$$= \frac{4P}{\pi D^3} (3L + 5\sqrt{L^2 + R^2})$$

$$T_t = \frac{P}{2Ar} (3L + 5\sqrt{L^2 + R^2})$$

○ 等値捻力率 (Equivalent Twisting Moment)

曲腕軸ノ計算最モ複雑ナルモノニシテ今外力ガ此軸ニ及ス作用ニ付テ考フルニ圖ニ於テ曲腕栓ガ1ノ位置ニアルトキハ

第四十二圖



曲腕軸ハ單ニ彎曲力率(M_B)ノミチ受クルモ90°回轉シテ2ノ位置ニ來ルトキハ(M_B)ノ外ニ捻力率(M_T)ヲモ併セ受ケ更ニ進テ3ノ位置ニ於テハ亦(M_B)ノミチ受ケ更ニ進テ270°回轉シテ4ノ位置ニ於テハ亦2ノ場合ト同ジ作用ヲ受ケベシ故ニ曲腕軸ガ受クル作用ハ常ニ(M_B)ト(M_T)トノ複成作用ナリトスレバ宜シ今曲腕ニ作用スル(M_B)及(M_T)ノ値ヲ別々ニ求ムレ

バ次ノ如シ先ヅ簡單ナル場合即チ曲腕ガ「チバー、ハンク」ナル場合ニ於テ云ヘバ

$$M_T = P \cdot r \quad M_B = P \cdot L \quad \text{ナリ}$$

此(M_T)及(M_B)ハ同時ニ曲腕軸ノ断面(軸承ノ中心)ニ起ルモノナリ而シテ計算上ニテハ此二力率ノ複成作用ニ等シキ作用ヲナシ得ベキ假想ノ捻力率アリトシ(之ヲ等値捻力率ト名ク)次ノ如キ關係アリトス

$$M_{T.T} = M_B + \sqrt{M_B^2 + M_T^2}$$

($M_{T.T}$ ハ等値捻力率ノ略符ナリ)

此ノ式ハ曲腕軸ノ計算ニ於ケル基本ノ公式ニシテ $M_{T.T}$ ハ

ト M_B トノ複成力率ヲ明示スルモノナリ若シ上ノ場合ニ於テ $M_B = 0$ ナルトキハ上式ハ變ジテ

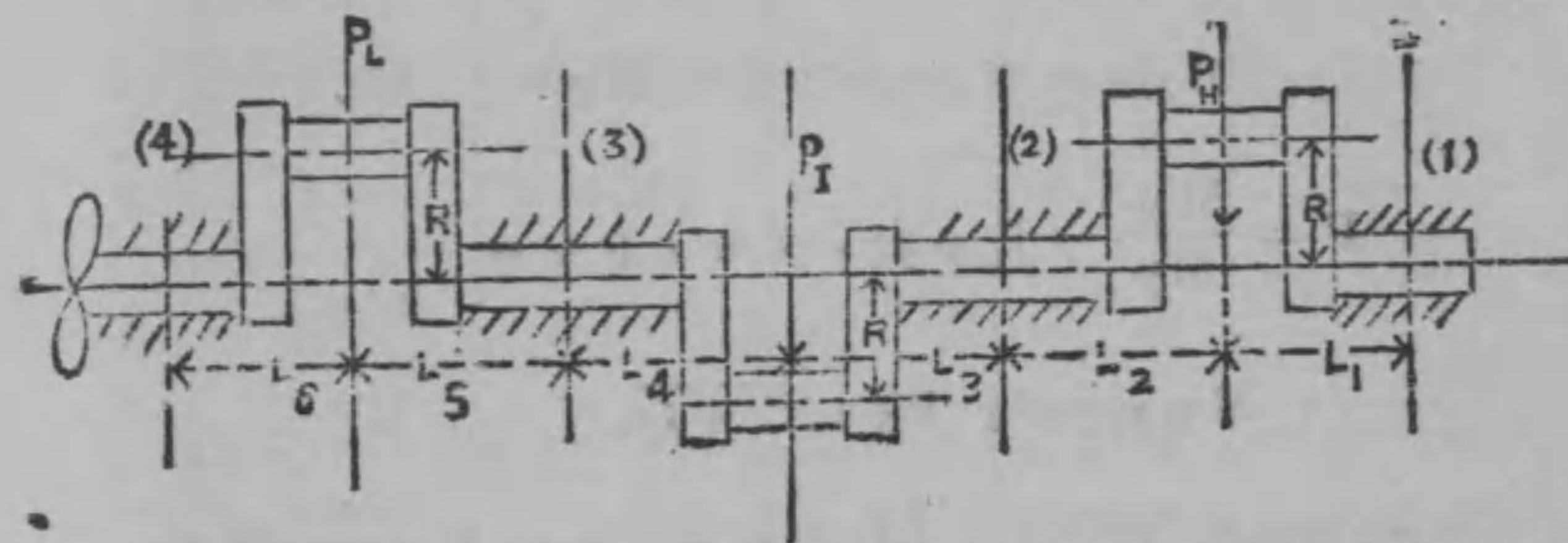
$$M_{T.T} = \sqrt{M_T^2} = M_T \text{トナリ捻作用ノミトナル}$$

又捻 $M_T = 0$ ナルトキハ

$$M_{T.T} = M_B + \sqrt{M_B^2} = 2M_B \text{トナリ彎曲作用ノミトナル}$$

但シ此ニテ $M_{T.T} = M_T = 2M_B$ トナルハ $I = I_P \times \frac{1}{2}$ ナルニ依ル

(詳細ハ應用力學 141 頁及機關計畫 185 頁以下参照)
第四十三圖



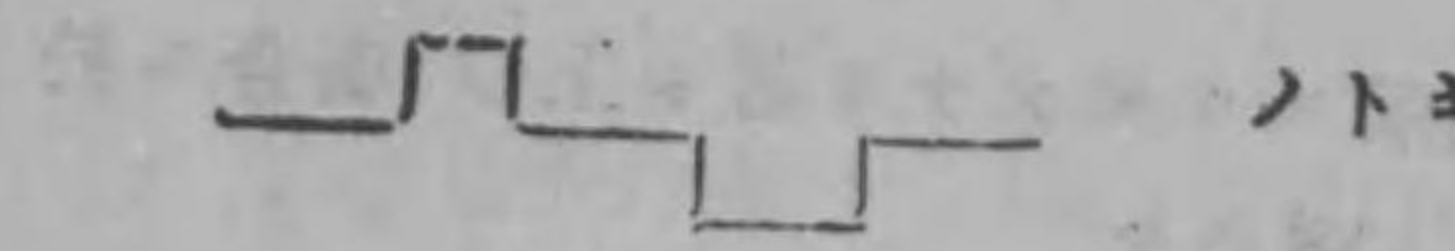
曲腕軸ノ計算ニ於テハ最大應力ヲ起スベキ $M_{T.T}$ ト單純ナル M_T トノ比ヲ求ムルコト必要ナリ即チ此比ハ

「オーバーハンク」ノトキ

$$M_{T.T} = \frac{PL + \sqrt{P^2L^2 + H^2P^2}}{PR} \quad \text{又ハ} \quad \frac{L + \sqrt{L^2 + R^2}}{R}$$

ノトキ


$$\text{〃} \quad \frac{\frac{1}{2}P\{L_2 + \sqrt{L_2^2 + 4R^2}\}}{PR} \quad \text{又ハ} \quad \frac{L_2 + \sqrt{L_2^2 + 4R^2}}{2R}$$



ノトキ

$$P L_2 + \sqrt{\frac{1}{4} P L_2^2 + (P_H + P L)^2 R^2}$$

$$\frac{P L_2 + \sqrt{\frac{1}{4} P L_2^2 + (P_H + P L)^2 R^2}}{(P_H + P L) R}$$



ノトキ

$$\frac{\frac{1}{3} P L_3 + \sqrt{\frac{1}{4} P L_3^2 + (P_H + P L_1 + P L_2)^2 R^2}}{(P_H + P L_1 + P L_2) R}$$

○ 軸ノ捻扭及彎曲ノ複性應力ノ係數

M_T = 捻扭力率 M_B = 彎曲力率 $M_{T.T}$ = 等値捻扭力率

$$M_{T.T} = M_B + \sqrt{M_B^2 + M_T^2}$$

$$P = \frac{M_B}{M_T} \text{ノ比ヲ表ハスモノトセバ}$$

$$M_{T.T} = M_T (P + \sqrt{P^2 + 1})$$

$$q = (P + \sqrt{P^2 + 1}) \text{ニ代用スルトキハ } M_{T.T} = q M_T$$

D = 捻扭力率 (M_T) = 對スル軸ノ直徑

D_1 = 等値捻扭力率 ($M_{T.T}$) = 對スル軸ノ直徑トセバ

$$D_1 = D \sqrt[3]{q}$$

次表ハ P ノ各種ノ値ニ對スル q 及 $\sqrt[3]{q}$ ノ値ヲ表ハス

P	q	$\sqrt[3]{q}$	P	q	$\sqrt[3]{q}$
.1	1.105	1.034	1.6	3.487	1.516
.2	1.220	1.068	1.7	3.672	1.543
.3	1.344	1.104	1.8	3.859	1.569
.4	1.477	1.139	1.9	4.047	1.594
.5	1.618	1.174	2.0	4.236	1.618
.6	1.766	1.209	2.1	4.426	1.642
.7	1.921	1.243	2.2	4.617	1.665
.8	2.081	1.277	2.3	4.808	1.688
.9	2.245	1.309	2.4	5.000	1.710
1.0	2.414	1.342	2.5	5.193	1.732
1.1	2.587	1.373	2.6	5.386	1.753
1.2	2.762	1.403	2.7	5.579	1.774
1.3	2.940	1.433	2.8	5.773	1.794
1.4	3.120	1.461	2.9	5.968	1.814
1.5	3.303	1.489	3.0	6.126	1.833

(表ノ使用例) 直徑 3''ノ軸ノ M_T ナ 23,856 トシ $\frac{M_B}{M_T}$ ナ

0.5 トシ $M_{T.T}$ ナ求ム

(解) $P=0.5$ ナルヲ以テ $q=1.105$ ナリ依テ

$$M_{T.T} = 23.856 \times 1.618 = 58,599.008$$

次ニ $M_T = 23,856$ ニ對スル D ナ 3 吋トセバ

$$M_{T.T} = 58,599.008 \text{ ニ對スル } D_1 \text{ ハ}$$

$$D_1 = 3 \times 1.124 = 3.372 \text{ ナリトス}$$

○ 商船ノ車軸ニ對スル英區商務局ノ規定

主車軸ノ中間軸推進軸及外車推進(パツドル)車軸ハ豫メ商務局ノ許可ヲ得タルニアラサレバ次式ニヨリテ得タルモノヨリソノ直徑ヲ小ニ爲ス事ヲ得サルモノナリ高級造船家ハ本式ニヨリテ得タル結果ヨリモ尙大ナル直徑ヲ採用スルヲ一般トセリ

車軸ノ直徑ニシテ六吋ヨリモ少ナルモノニアリテハ前記ノ許可ヲ受クルヲ得サルモノトス

二個若シクハ數個ノ瀧筒ヲ有スル聯成復水式機械ニシテ曲
オバアハンク
 肱(クランク)ガ懸垂セザル時ニハ

$$S = \sqrt{\frac{C \times P \times D^2}{f \left(2 + \frac{D^2}{d^2} \right)}} \quad P = \frac{f \times S^3}{C \times D^2} \left(2 + \frac{D^2}{d^2} \right)$$

S = 車軸ノ直徑(吋)

d^2 = 高壓筒ノ直徑ノ平方又ハ二個若シクハ數個ノ高壓筒ノアル時ニハ各直徑ノ平方ノ和(吋)

D^2 = 低壓筒ノ直徑ノ平方又ハ二個若シクハ數個ノ低壓筒

ノアル時ニハ各直徑ノ平方ノ和(吋)

P = 絶對壓力即汽罐壓力 + 15 听(每平方吋听)

C = 曲肱ノ長(吋)

f = 次表ヨリ得ル所ノ恒數(コンスタント)

注意 中壓筒ハ式中ニ表ハレザルナリ

普通ノ一個二個若シクハ數個ノ氣筒ヲ有スル復水式機械ニアリテ曲肱ノ懸垂セザル時ニハ

$$S = \sqrt{\frac{C \times P \times D^2}{3 \times f}} \quad P = \frac{3 \times f \times S^2}{C \times D^2}$$

D^2 = 吋ニテ表ス瀧筒ノ直徑ノ平方又ハ二個若シクハ數個ノ瀧筒アル時ニハ各直徑ノ平方ノ和

S.P.C. 及 f ハ前例ト同シ

曲肱ノ數	曲肱ノ角度	曲肱軸及推進軸ニ對シテ $f =$	直働外車機關ニ對シテ $f =$	中間軸ニ對シテ $f =$
2	90°	1047	1465.8	1221
"	100	966	1352.4	1128
"	110	904	1265.6	1055
"	120	855	1197.	997
"	130	817	1143.8	933
"	140	788	1103.2	919
"	150	766	1072.4	891
"	160	751	1051.4	877
"	170	743	1040.2	867
"	180	740	1036	864
3	190	1110	1554	1295

上表中第四項ニ於ケル恒數ハ第三項ニ 1.4 ナ乗シテ得タルモノナリ

注意 單ニ一個ノ曲肱ノミノ時ニハ使用スベキ恒數ハ表中百八十度ニ對スルモノナリ

○ 汽船車軸ニ對スル「ロイド」ノ規定

- d = 車軸ノ直徑(吋)
- A = 高壓筒ノ直徑(吋)
- B = 第一中壓筒ノ直徑(吋)
- C = 第二中壓筒ノ直徑(吋)
- D = 低壓筒ノ直徑(吋)
- S = 吸鑿ノ衝程(吋)
- P = 大氣壓力以上ノ汽罐壓力(平方吋)

曲肱及ビ車軸ノ直徑ハ次式ニヨリテ與ヘラレタルモノヨリモ少ナラサルヲ要ス

互ニ直角ヲ爲ス二個ノ曲肱ヲ有スル二聯成機關ニテハ

$$d = (.04 A + .006 D + .02 S) \times \sqrt[3]{P}$$

相等シキ角ヲ爲ス三個ノ曲肱ヲ有スル三回膨脹機關ニテハ

$$d = (.038 A + .009 B + .002 D + .0165 S) \times \sqrt[3]{P}$$

互ニ直角ヲ爲ス二個ノ曲肱ヲ有スル四回膨脹機關ニテハ

$$d = (.034 A + .011 B + .004 C + .0014 D + .016 S) \times \sqrt[3]{P}$$

三個ノ曲肱ヲ有スル四回膨脹機關ニテハ

$$d = (.028 A + .014 B + .006 C + .0017 D + .015 S) \times \sqrt[3]{P}$$

四個ノ曲肱ヲ有スル四回膨脹機關ニテハ

$$d = (.033 A + .01 B + .004 C + .0013 D + .0155 S) \times \sqrt[3]{P}$$

推進軸ニ對シテハ曲肱軸ト同一ナル直徑ニテ可ナリ

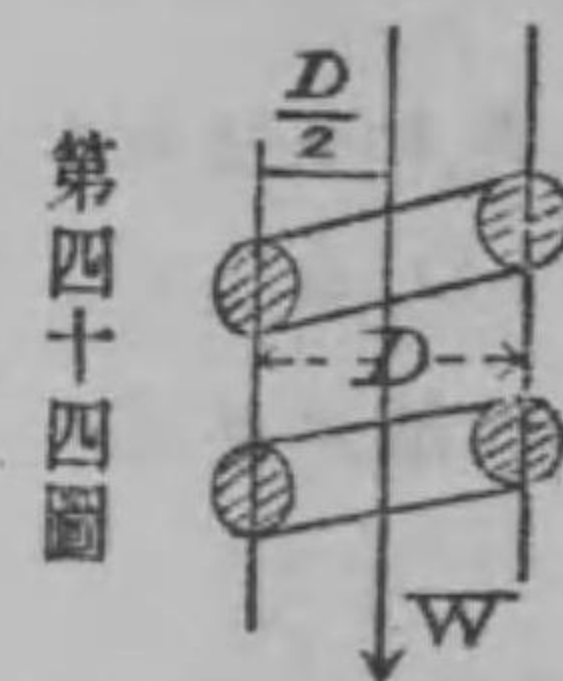
中間ノ車軸ハソノ直徑少クトモ曲肱軸ノ二十分ノ十九ヲ有スルヲ要ス

注意 前記ノ諸公式ハ二聯成機關ニアリテハ低壓及高壓筒ノ面積ノ比ハ 4.5 ト 1 トヨリ超過セサルモノ三回膨脹機關ニアリテハ 9 ト 1 トヲ超過セサルモノ四回膨脹機關ニアリテハ 12 ト 1 トヲ超過セザルモノニシテ右ノ場合ニ於テ衝程ノ長ハ直徑ノ一倍半ヨリ少カラズシテ低壓筒ノ直徑ヨリハ大ナルヲ要ス

發條ニ關スル摘録

○ 發條ノ計算(捻扭力ノ應用)

發條ガ受クル最大捻扭力率最大「シアー」最大變形
今發條ノ「コイル」ノ直徑ハ D , 材料ハ圓形、其直徑ハ d
ニシテ W ナル重サノ作用ヲ受クルモノトシ先ツ發條ガ W ノ



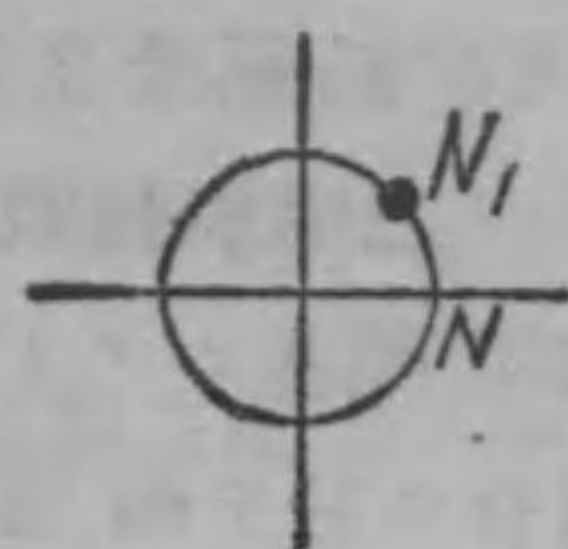
爲ニ與ラル、作用ヲ考ヘン
此場合ニハ發條ノ材料ハ一ノ捻扭力率ヲ受クルモノニシテ其最大量ハ
 $\frac{1}{2} D \times W$ ナリトス

次ニ W ノ爲メニ與ヘラル、最大應力ハ「シアー」ニシテ其量ハ

$$f_s = \frac{8 D, W}{\pi d^3} \dots\dots (1) \text{ニテ求メラルベシ}$$

次ニ發條ノ「延ビ」即チ變形量ハ次ノ如クシテ求ムルヲ得ベシ即チ先ツ材料ノ断面ノ外周上ニアル一點 N ガ捻扭力率ヲ受ケタル後 N' ノ位置ニ移レリトセバ此材料ガ受ケタル「子シ

第四十五圖

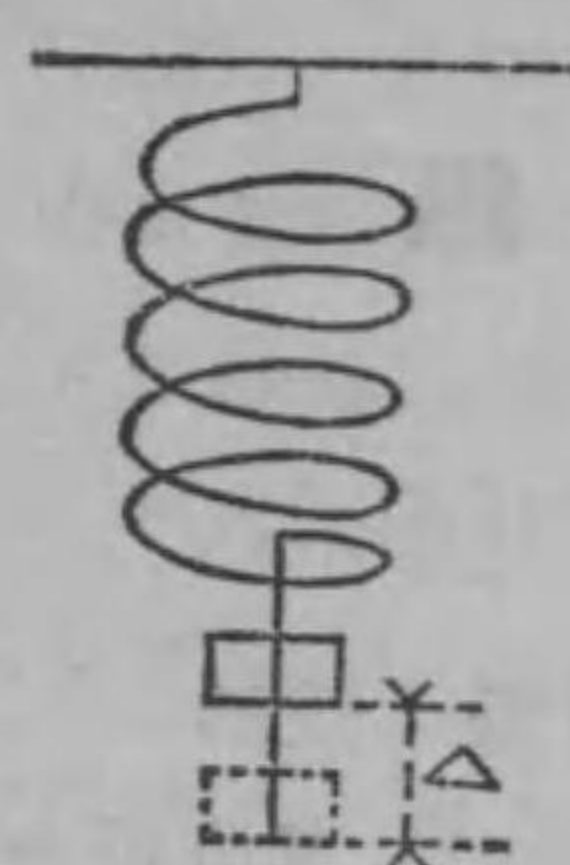


$\frac{\Delta}{D} = \frac{X}{d}$ 若クハ $\Delta = \frac{D}{d} \times X$

レノ量ハ NN' ナル弧ノ長サニ由テ表ハシ得ベシ今此量ヲ X ニテ示シ發條ガ W ノ爲メニ受クル變形量ヲ Δ ニテ表ハセバ力學上次ノ關係アルベシ

然ルニ本會發行ノ機關計畫442頁(B)式(應用力學II4頁)ニ

第四十六圖

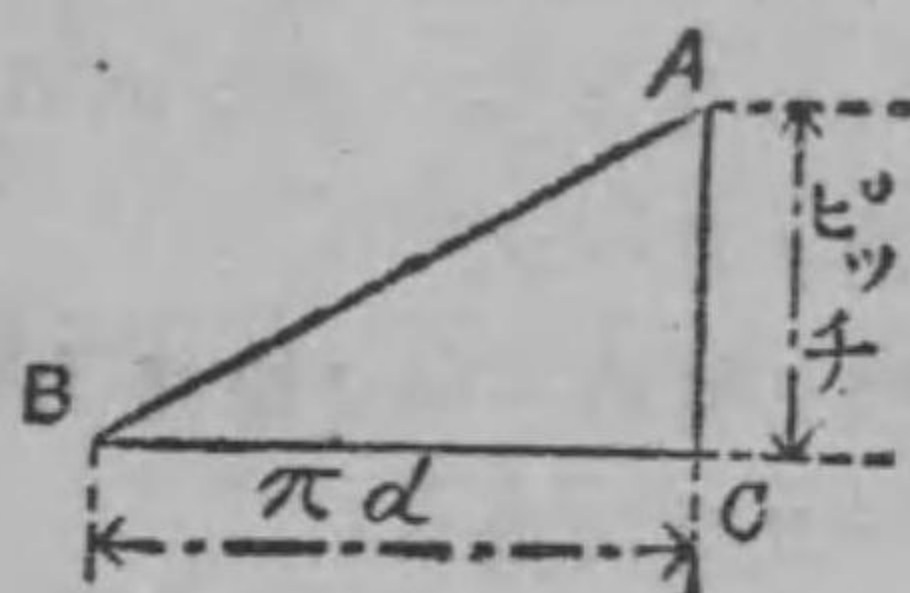


從ヘバ $X = \frac{D}{d} \times L$ ナルヲ以テ

$\Delta = \frac{D}{d} \times \frac{fs}{G} \times L$ ナルヲ知ルベシ然ルニ

又發條一「コイル」ニ付キテノ長サハ 第四十七圖ニ示ス ABノ長サニ相當スルヲ以テ「ピッチ」ヲ h ニテ示セバ $AB = \sqrt{(\pi D)^2 + h^2}$ ナルヲ知ル故ニ「コイル」ノ數ガ n ナルトキハ材料ノ全長ハ

第四十七圖



$L = n\sqrt{(\pi D)^2 + h^2}$ ナルヲ知ルベシ然ルニ通例ニハ πD ニ比スレバ h ハ甚ダ小ナルガ故ニ此式ヲ

簡略ニシテ

$L = n\sqrt{\pi D^2} = n \cdot D$ トスルモ差支ヘナシ從テ精算ニ用ユベキ Δノ公式ハ

$\Delta = \frac{D}{d} \cdot \frac{fs}{G} \cdot n\sqrt{(\pi D)^2 + h^2}$ ニシテ略算上ニ用ヒラルモ

ノハ次ノ式ナリトス

$\Delta = \frac{\pi n l^2 fs}{Gd} \dots \dots \dots (2)$

前ノ (1) 式ニ由テ fs ノ値ヲ知ルガ故ニ此式中ノ fs ノ代リニ $\frac{8DW}{\pi d^3}$ ナスルレバ此式ハ次ノ如ク示スコトヲ得

$\Delta = 8 \frac{WnD^2}{Gd^3} \dots \dots \dots (3)$

(注意) 以上ハ何レモ發條ニ關スル公式ナレドモ (1) 式ニハ n 即チ「コイル」ノ數ヲ含マズ (B) 式ニハ之アリ何トナレバ材料ガ受クル最大「シアー」ハ常ニ W ニ最モ近キ「コイル」ニ生ズルモノナルガ故ニ n ニハ關係ナキモ發條ノ延ビハ「コイル」ノ多少ニ由リ其値ニ差ルガ故ニ n ト直接ノ關係アルガ故ナリ

以上ハ何レモ材料ノ斷面圓形ナル場合ノ公式ナルガ如何ナル斷面ノ形狀ニアリテモ公式ノ形ハ相似タルモノニシテ係數ヲ異ニスルノミ次ニ各種斷面ノ材料ニ由テ作ラレタル發條ノ公式ヲ示ス

IV.		$\frac{W(1.6b + 0.8h)D}{b^2 h^2}$	$\frac{2.75WnD^2(b^2 + h^2)}{Gb^2 h^3}$
III.		$\frac{WD}{0.416 S^3}$	$\frac{5.584 Wn D^3}{GS^4}$
II.		$\frac{8WD}{Wba^2}$	$\frac{4WnD^3(a^2 + b^2)}{Ga^2 b^2}$
I.		$\frac{8WD}{f^2}$	$\frac{8WnD^4}{Ga^4}$
番號種類	断面ノ形状	f_s	Δ

表中ノ公式中ニアルGノ値ハ鋼ニテハ 12×10^{10} 硬質鑄金(チーパル眞鍮ノ如シ)ニテハ 5×10^{10} ナリトス又 f_s ノ値ハ 50,000 乃至 60,000 ノ間ニ定ムルモ此等ノ値ハ材料ノ全力ニ當ルヲ以テ安全ヲ保シ難シ故ニ 20,000 乃至 40,000 ノ間ニ定ムルヲ適當トス特ニ商船ノ安全發條ノ如ク材料長好ナラザルモノニテハ 20,000 乃至 26,000 ノ間ニ定ムルヲ通例トス

ルガ如シ次ニ又 f_s ノ値ヲ定ムルニハ單ニ「ピッチ」ヲ數ヘタルノミニテハ不可ナリ必ズ「ピッチ」間材料ノ太サ均一ナルモノニテ數フルコト必要ナリ

尙ホ前表ニ示セル断面ノ形状ハ有ラユル種類ヲ盡セルニハ非ズト雖モ此等ノ他ハ何レモ (I) 又ハ (III) ノ變體ト見レバ可ナリ但シ普通ノ荷車等ノ車臺ヲ受クル爲メニ用ユル發條ハ彎曲作用ヲ利用セルモノナレバ以上ノモノト一徹ニ論ズル能ハザルモノトス

次ニ又以上ニ示セル断面ノ内 (II) 又 (IV) ニ屬スル形状ノモノハ (I) 及 (II) ヨリモ強ケレドモ主トシテ兵器ニ應用セラルモノナリ而シテ普通ノ機械ニ用ユルモノハ (I) 及 (III) ニ屬スルモノナルコトハ吾人日常見ルガ如シ

尙ホ又以上ニ示セルモノハ主ニ力ノ働キ方ガ急激ナラザル場合例ヘバ罐ノ安全弁ノ發條ノ如キモノニ適スルモノナルガ故ニ衝擊急激ナル部分例ヘバ大砲ノ退却止メ發條, 機械ノ逃水弁ノ發條ノ如キモノニ直ニ之ヲ適用スルハ不可ナリ而シテ後者ノ如キモノニ對シテハ他ニ公式ヲ求メザル可ラズ

(計算例) 某艦ノ安全弁發條ハ $D=4\frac{1}{2}''$ $N=16$ $h=\frac{1}{8}''$ $W=2330$ ニシテ材料ノ断面ハ圓形ナリ f_s 及 Δ 如何

$$f_s = \frac{8WD}{\pi d^3} = \frac{8 \times 2330 \times 4.5}{3.1416 \times 0.875^3} = \frac{83880}{2.11} = 39956 \text{ 呎}$$

$$\Delta = \frac{8WnD^3}{Ga^4} = \frac{8 \times 2330 \times 16 \times 91.125}{12 \times 10^{10} \times 0.587} = \frac{27177120}{7044 \times 10^3} = 3.86 \text{ 吋}$$

(全上 2) 某驅逐艦ノ安全弁ハ $D=5\frac{1}{2}''$ $S=\frac{1}{8}''$ $N=12$ $W=2405$ ニシテ断面ハ正方形ナリ f_s 及 Δ 如何

$$f_s = \frac{WD}{0.416S^3} = \frac{2405 \times 5.625}{0.416 \times 0.875^3} = \frac{13528.13}{.28} = 48315$$

$$\Delta = \frac{5.584WnD^3}{GS^4} = \frac{5.584 \times 2405 \times 12 \times 5.625^3}{12 \times 10^6 \times 0.875^4} = \frac{2.39}{0.59} = 4.05$$

○ 渦巻發條

D=渦線ノ中心ヲ通過スル圓筒面ノ直徑(吋)

n=發條ノ有効渦巻數

p=吋ニテ表ス螺線ノ節

θ=螺線ノ傾斜角度

$$\cos \theta = \frac{\pi D}{\sqrt{\pi^2 D^2 + p^2}} \quad \sin \theta = \frac{p}{\sqrt{\pi^2 D^2 + p^2}}$$

l=發條ヲ形成セル有効渦線ヲ吋ニテ表ス長

$$l = n\sqrt{\pi^2 D^2 + p^2}$$

I=發條ノ軸線ヲ中心線トセル渦線ノ截断面ノツノ軸線ニ就キテノ慣性力率

I_p=發條ノ軸線ト直角ヲナセル渦線ノ截断面ノツノ軸線ニ就キテノ慣性力率 (I_pノPハPolar 即チ輻射狀即

圖ノ y, y', y'', y''' ノ如ク



タルヲ意味ス

A=渦線ノ截断面積(平方吋)

K=渦線ノ截断面積ノ形狀ニヨレル恒數(コンスタント)
=4π²(圓形及橢圓形ニ對シテ)=39.478

=42.66(正方形ニ對シテ)

=42(長邊短邊ノ3¹/₂倍ヨリモ大ナラザル矩形ニ對シテ)

W=最大安全量ヲ超過セザル範圍内ニ於テ發條ノ軸線ニ

沿フテ働ク所ニテ表ス荷重

W₁=所ニテ表ハス最大安全荷重(急激ニ負荷シタル時ヲ除ク)

f₁=一平方吋ニ於ケル負荷量 W₁ 所ニヨリテ生ズル最大應剪力

C=一平方吋ニ於ケル吋ニテ表ス横彈性係數

E=直彈性係數

S=吋ニテ表ス伸張或ハ壓縮ニヨリテ生ズル變形量(Δ)
(デフレクシオン)

急激ニ負荷シタル時ノ最大安全ノ荷重ハ徐々ニ行ヘル時ノ半分ナリ

[ウィルソン、ハアト子ル]氏ハ實驗ノ結果整速機及安全弁ニ使用スル所ノ發條ニ關シテハ C ハ 1/4 ノ渦線ニ對シテ 13,000,000 ヨリ、3/8 吋ノ渦線ニ對シテ 11,000,000 ニ至ル迄ノ間トセリ而シテ又氏ハ安全應力 f₁ ナ 3/8 吋ノ渦線ニ對シテ 60,000 ヨリ 70,000 迄及 1/2 吋ノ渦線ニ對シテ 50,000 トセリ又直徑 3/8 吋ヨリモ小ナル渦線ニテ作ラレタル發條ニ關シテ「ハアト子ル」氏ハ次ノ如キ法則ヲ與ヘタリ

$$W_1 = \frac{24,000 d^3}{D}, \quad \text{及} \quad \delta = \frac{nD^3 W}{1,440,000 d^4}$$

英國商務局ノ安全弁ノ發條ニ關スル規定ハ次ノ如シ

圓形鋼製ノモノニハ $W_1 = \frac{8000 d^3}{D}$

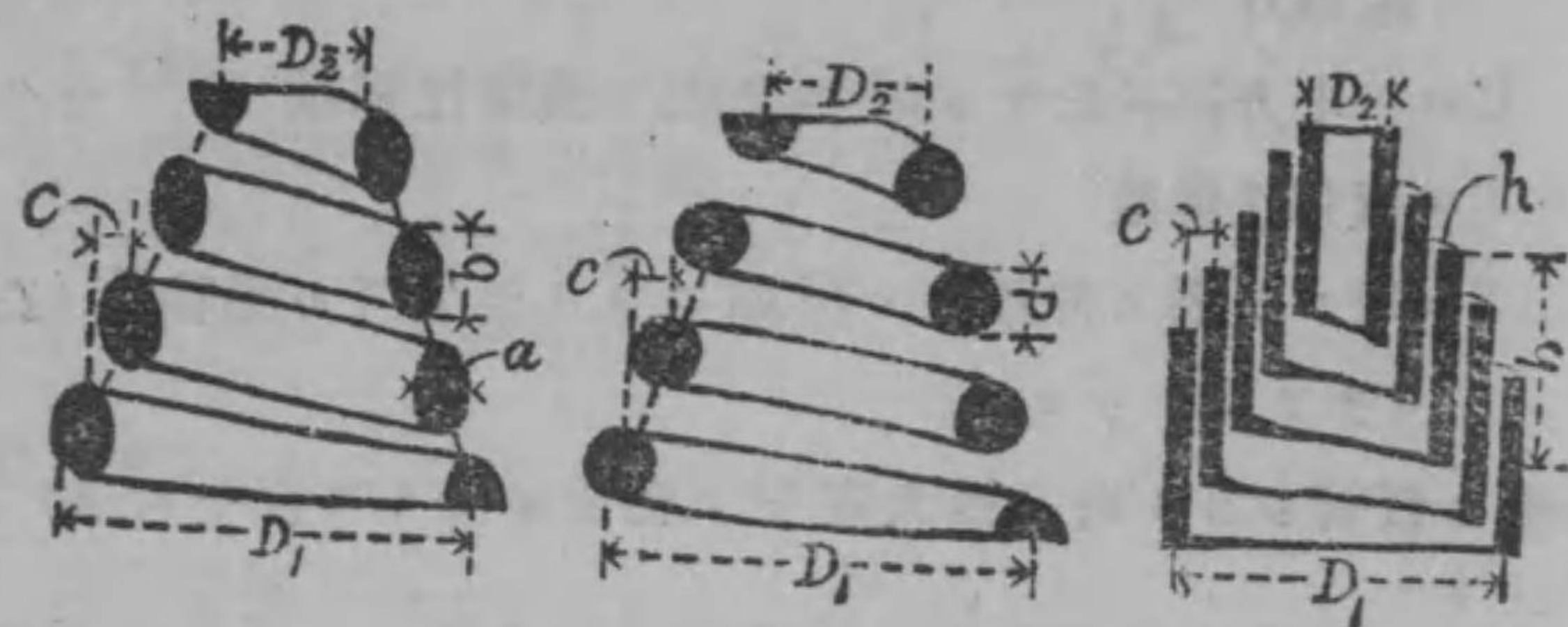
正方形鋼製ノモノニハ $W_1 = \frac{11,000 S^3}{D}$

以上ノ式ニ於テハ f₁ = 20,371 (圓形鋼) 及 f₁ = 26,442 (正方形) 鋼ニ相當ス

D 圓錐形螺狀發條

符號ハ前項及下圖ヲ對照スベシ

第四十八圖



截断面圓形ナル渦線ニテハ

$$\delta = \frac{W(D_1^4 - D_2^4)}{Ccd^4} \quad W_1 = \frac{\pi d^3 f_1}{8D_1}$$

截断面橢圓形ナル渦線ニテハ

$$\delta = \frac{W(a^2 + b^2)(D_1^4 - D_2^4)}{2Cca^3b^3} \quad W_1 = \frac{\pi ba^2 f_1}{8D_1}$$

b ハ橢圓ノ長軸ナリ

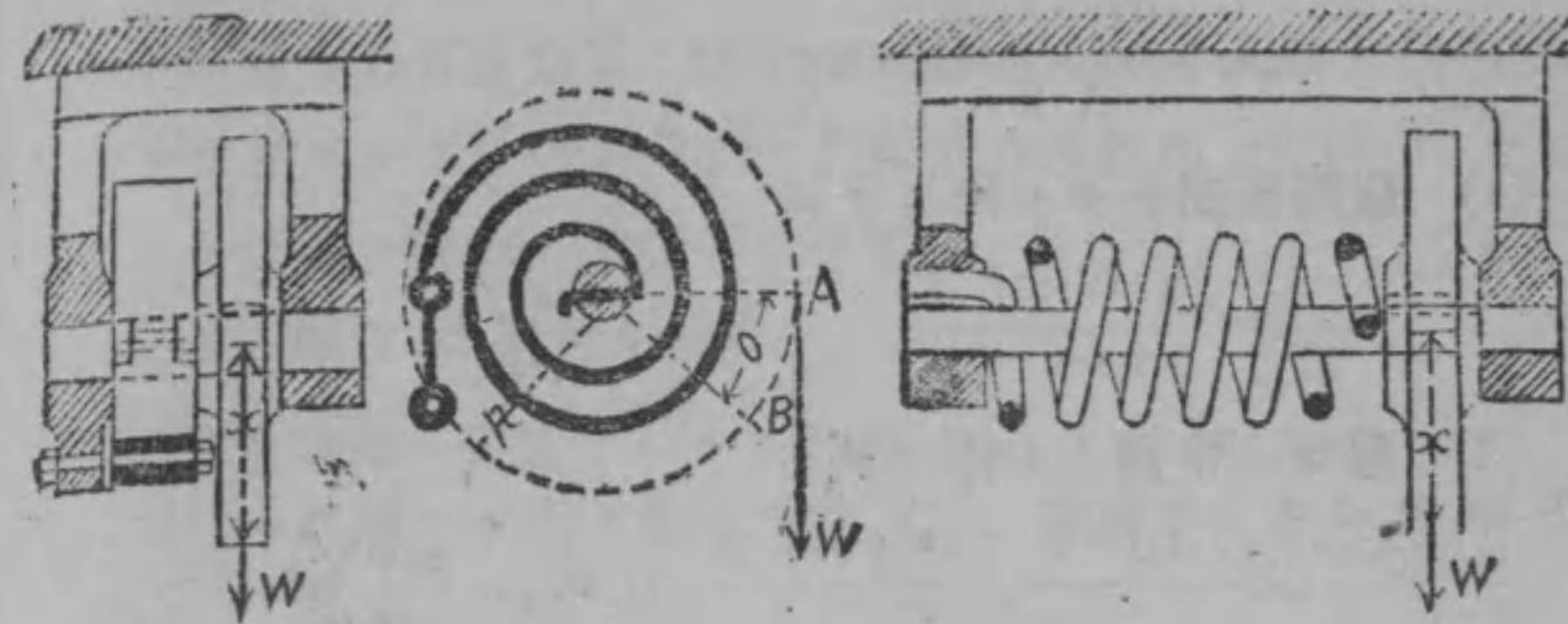
截断面正方形ナル渦線ニテハ

$$\delta = \frac{3\pi W(D_1^4 - D_2^4)}{32Ccbh^3} \quad W_1 = \frac{2bh^2 f_1}{3D_1}$$

最大應力 f_1 ハ截断面ノ中心ニ最近キ所ノ面上ノ諸點ニ於ケルモノナリ

○ 扭力螺狀發條

第四十九圖



發條ノ一端ハ固定サレ他端ハ車軸ノ中心ヨリ R ナル距離ニテ働ク所ノ力ニヨリテ旋回サル・車軸ニ取付ルモノトス

ϕ = 弧度ニテ表セル W ノ働作ニヨリ車軸ノ旋回シタル角度

δ = 車軸ガ角 ϕ 旋回シタル間ニ W ニヨリテ動カサレタル距離

Z = 彎曲ニ對スル發條ノ截断面ノ抵抗力率

f = 彎曲力率ニ因ル發條材料ノ最大應張力又ハ應壓力

其他ノ諸符號ハ前例ニヨレリ

$$\delta = \frac{WR^2 l}{BI} = R\phi \quad f = \frac{WR}{z}$$

○ 應扭力發條トシテノ眞直ナル棒

ϕ = 弧度ニテ表ス荷重 W ニヨル棒ノ捻扭角度

δ = 棒ガ角 ϕ ダケ扭ラレタル時ニ W ニヨリテ動カサレタル距離其他ノ符號ハ前例ニヨリ圖ハ次ニ示セル如シ

一般式

$$WR = \frac{A \cdot C \phi}{KI_P l} = \frac{A \cdot C \delta}{KI_P l / R}$$

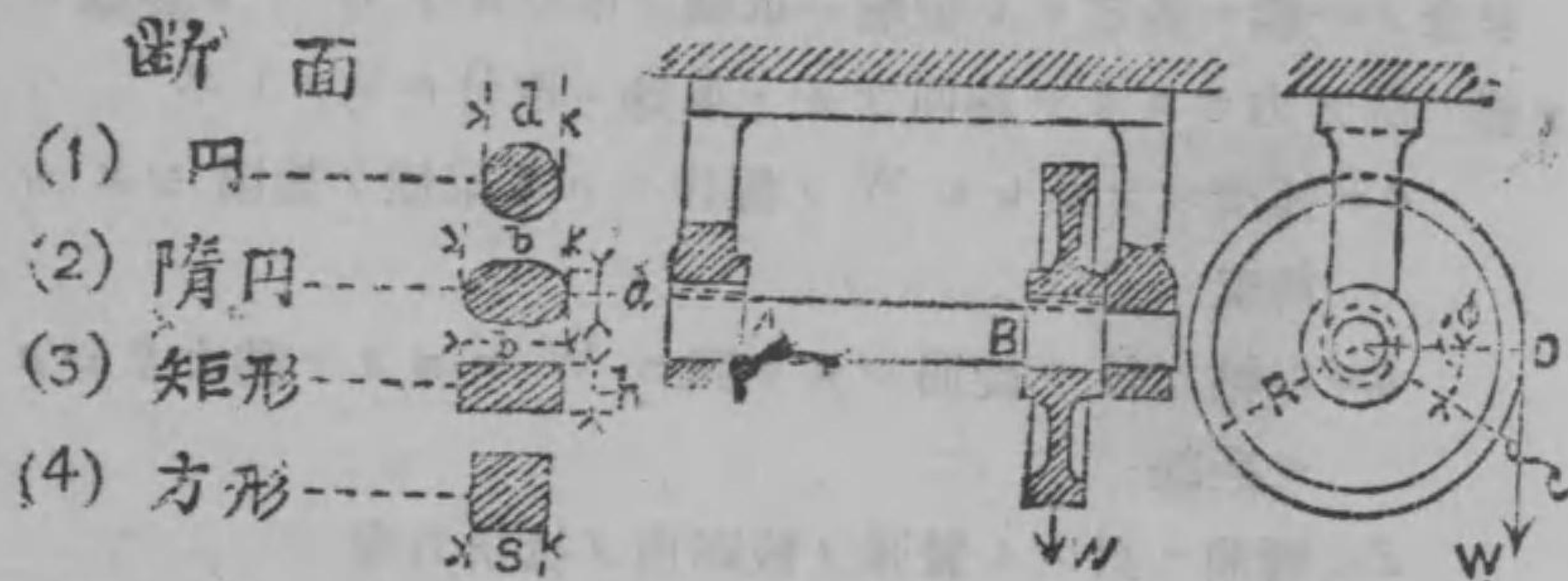
$$\delta = \frac{WR \cdot KI_P l / R}{A \cdot C} = R \phi$$

(1) 截断面圓形ナル棒ニテハ

$$\delta = \frac{32WR^2 l}{\pi d^4 C} \quad W_1 = \frac{\pi d^3 f_1}{16R}$$

(3) 截断面楕圓ナル棒ニテハ

$$\delta = \frac{16WR^2 l (a^2 + b^2)}{\pi a^3 b^3 C} \quad W_1 = \frac{\pi b a^2 f_1}{16R}$$



(3) 截断面矩形ナル棒ニテハ

$$\delta = \frac{3.5WR^2 (b^2 + h^2) l}{b^3 h^3 C} \quad W_1 = \frac{b^2 h^2 f_1}{2R(1.6b + .8h)}$$

bハ3/2hヨリハ大ナラズシテ又hハbヨリ小ナリ
若シモhガbニ比較シテ小ナレバ

$$\delta = \frac{3WR^2 l}{bh^3 C} \quad \text{及} \quad W_1 = \frac{bh^2 f_1}{3R}$$

(4) 截断面正方形ナル棒ニテハ

$$\delta = \frac{7.11WR^2 l}{S^4 C} \quad W_1 = \frac{.208 S^3 f_1}{R}$$

○ 發條ノ撓曲ニ關シテノ注意

彈性係數ノ不正確ナル爲メ與ヘラシタル荷重ニ由リ生ズル發條ノ撓曲ハ前記ノ公式ニテハ單ニ近似數ヲ求メ得ルニ過キザルナリ驗力器發條衝等ニ使用スル發條ノ如ク正確ナル撓曲ヲ知ルヲ要スルモノニアリテハ發條製作後既知ノ重量ニヨリ注意シテ試験シ撓曲ヲ考査スルヲ要ス

○ 發條ノ彈性(エネルギー)

U = 發條ニ貯蓄サレタル仕事ノ量

U₁ = 吋听ニテ表ス發條ノ立方吋ニ貯蓄サレタル仕事ノ量

U₂ = 吋听ニテ表ス發條ノ重量一吋ニ貯蓄サレタル仕事ノ量

V = 立方吋ニテ表ス發條ノ容積

w = 吋ニテ表ス發條ノ一立方吋ノ重量

W = 吋ニテ表ス發條ノ上ナル荷重

f = 一平方吋ニ於ケル吋ニテ表ス荷重 Wニヨリテ起ル最大應力(ストレッツス)

δ = 發條ガ彎曲シタル時ニ吋ニテ表ス Wニヨリテ動キタル距離



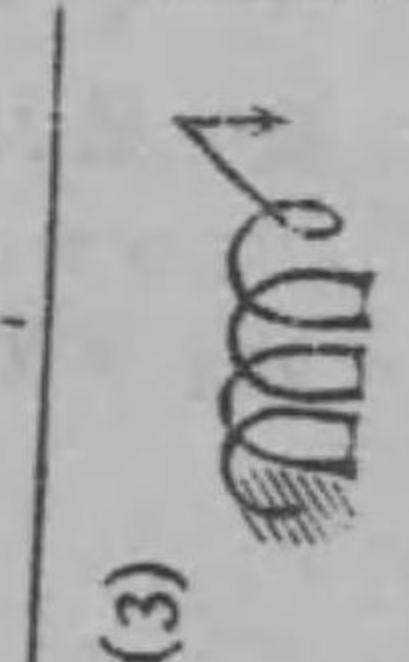
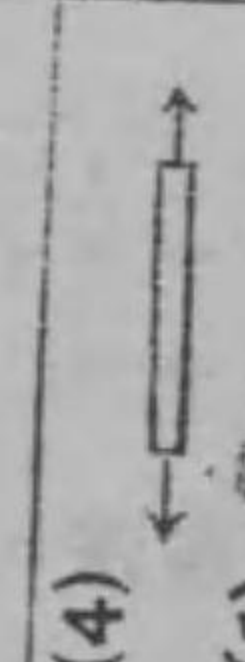


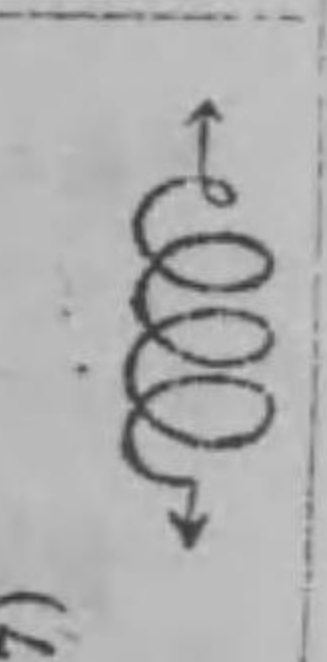
E = 一平方吋ニ於ケル吋ニテ表ス發條材料ノ直彈性係數

C = 一平方吋ニ於ケル吋ニテ表ス發條材料ノ橫彈性係數

$$U = \frac{W\delta}{2} \quad U_1 = \frac{U}{V} \quad U_2 = \frac{U}{Vw}$$

次表ニ示ス U₁ 及 U₂ ノ値ハ最大安全靜荷重ノ下ニ於ケル燒入シタル鋼ニ對シテノモノニシテ fハ80,000 Bハ32,000,000 Cハ12,800,000 而シテ wハ284 ナリ

○ 發條ノ種類及荷重法

發條ノ種類及荷重ノ方法		發條ノ截斷面ノ形狀	U	U ₁	U ₂
發條ノ種類	荷重ノ方法				
(1) 	兩端ニ於テ支持シテ中 心ニ荷重シタル直棒	圓形又ハ橢圓形	$\frac{Vf^2}{24E}$	8.3	29.3
(2) 	聯成板狀發條	正方形又ハ矩形	$\frac{Vf^2}{18E}$	11.1	39.1
(3) 	扭力ヲ受クル螺狀 發條	矩 形	$\frac{Vf^3}{6.3E}$ E略近	31.7	111.8
(4) 	張力或ハ壓縮力ヲ 受クル直棒	圓形又ハ橢圓形	$\frac{Vf^2}{8E}$	25.	88
(5) 		正方形又ハ矩形	$\frac{Vf^2}{6E}$	33.3	117.4
(6) 	扭力ヲ受クル直棒 又ハ張力ヲ受クル 壓縮力ヲ受クル 螺狀發條	任意ノ形狀	$\frac{Vf^2}{2E}$	100.	352.1
(7) 		圓 形	$\frac{Vf^2}{4C}$	125.	440.1
		正 方 形	$\frac{Vf^2}{6.5C}$	76.9	270.9

○ 材料ノ強度表 (一) (表中ノ數字ハ听ヲ表ハス) (第一表)

材 料 ノ 強 度 諸 表

材 料	極 強		彈性限界		彈性係數	
	伸張	壓縮	伸張	剪斷	眞 直	橫 斷
鑄 鐵	30,500	130,000	10,500	21,000	23,000,000	—
鍛 鐵	17,500	95,000	—	7,900	17,000,000	6,000,000
	10,800	50,000	—	—	14,000,000	—
鍛 鐵 棒	67,000	—	24,000	24,000	—	—
	57,600	50,000	—	20,000	29,000,000	10,500,000
鍛 鐵 板(堅)	33,500	—	—	—	25,000,000	—
	50,000	—	—	—	27,000,000	—
全 鋼	46,100	—	20,000	20,000	—	—
全 鋼	48,400	—	—	15,000	26,000,000	9,500,000
製 鋼	46,000	—	—	—	29,500,000	—

材	料	極強			彈性限界			彈性係數	
		伸張	壓縮	剪斷	伸長	壓縮	剪斷	眞直	橫斷
全軟鋼	綴釘	65,000	—	55,600	—	—	—	30,670,000	—
		100,000	—	—	35,000	—	—	30,000,000	2,000,000
全鑄鋼	燒入ルモノ	80,000	—	—	70,500	—	—	30,000,000	2,000,000
		60,000	—	—	80,000	—	—	30,000,000	2,000,000
全鑄鋼	燒入ルモノ	120,000	—	—	19,000	—	—	—	—
		150,000	—	—	4,300	3,900	145,000	36,006,000	13,000,000
全鑄鋼	鍛煉ルモノ	120,000	—	—	6,950	—	—	15,000,000	5,600,000
		84,000	—	—	6,200	—	—	9,170,000	3,440,000
全銅	鍛煉ルモノ	—	58,000	—	—	—	—	—	—
		33,000	10,500	—	—	—	—	—	—
全銅	鋸	17,500	—	—	—	—	—	—	—
		52,000	—	—	—	—	—	—	—
全銅	鋸	36,000	—	—	—	—	—	—	—
		23,000	—	—	—	—	—	—	—
全銅	鋸	49,000	—	—	—	—	—	—	—
		58,000	—	—	—	—	—	—	—
全銅	鋸	7,500	—	—	—	—	—	—	—
		1,900	7,300	—	—	—	—	—	—
全銅	鋸	4,700	—	—	—	—	—	—	—
		—	—	—	—	—	—	—	—

○ 鑄鋼ノ配合ト強度

(第二表)

配合割合			粘平 靱性 時 (噸)	長 1.75 吋ニ於ケ ル伸長 %	切斷點ノ 面積 %
炭素	硅素	滿 俺			
.30	.22	.63	31.6	24.0	42.9
.35	.22	.61	34.5	21.8	39.0
.50	.40	.66	43.8	8.7	11.8
.75	.46	.67	37.5	1.5	2.2
.96	.62	.64	34.9	1.3	1.6

○ 鑄鋼ノ燒鈍ト強度

(第三表)

粘靱性(平方吋噸)		長 5 吋ニ於ケル伸張 %		切斷點ノ面積 %	
燒鈍セザ ルモノ	燒鈍シ タルモノ	燒鈍セザ ルモノ	燒鈍シタル モノ	燒鈍セサ ルモノ	燒鈍シタル モノ
33.79	32.80	12.00	22.00	8.16	38.70
32.10	36.60	4.16	14.60	2.90	28.11
.....	32.30	.....	15.00	.....	38.70
24.01	28.40	1.00	13.00	2.80	15.90
.....	30.08	.....	21.90	.....	23.05

○ 砲銅ノ強度ト温度 (第四表)

砲銅ノ割合	温度 (華氏)	抗張強 (平方吋噸)	彈性限界 (平方吋噸)	長2吋ニ於ケル伸長%
銅 87 錫 8	50°	12.34	8.38	14.64
亞鉛 3½ 鉛 1½	400°	10.83	6.30	11.79
銅 87 錫 8	50°	13.86	8.33	20.30
亞鉛 5	485°	10.70	7.43	12.43

○ 種々ノ温度ニ於ケル眞鍮ノ強度 (第五表)

試験温度	粘 韌 性 (平方吋ニ對スル)	
	眞 鍮	エーチスメタル
C F	听 噸	听 噸
20 = 68	46330 = 20.7	57300 = 25.6
100 = 212	30550 = 13.6	49610 = 22.2
200 = 392	28300 = 12.6	40200 = 17.9
250 = 482	23400 = 10.4	35500 = 15.8
300 = 572	16310 = 7.3	27920 = 12.4
350 = 662	15200 = 6.8	25000 = 11.2
400 = 752	†15915 = 7.1†	21800 = 9.7
450 = 842	8080 = 3.6	11430 = 5.1
500 = 932	6300 = 2.8	9192 = 4.2

上表ニ於ケル眞鍮ノ配合割合ハ銅 61.2 亞鉛 38.8 ニシテ、「エーチスメタル」ハ銅 59.8 亞鉛 37.9 鐵 1.5 錫 0.8 ノ配合ナリ

○ 針金ノ強度 (平方吋ニ付噸) (第六表)

名 稱	燒鈍セザルモノ	燒鈍シタルモノ
鍛 鐵	35 — 45	20 — 30
軟 鋼	40 — 80	27 — 55
坩 埚 鋼	90 — 150	.....
銅	26 — 30	15 — 20
磷 青 銅	45 — 75	23 — 30
デルタメタル	45 — 62	.....
シリヂューム青銅	28 — 50	.....

針金ノ緊張力ハ其直徑ノ大小ニ因テ異ナルモノナリ但シ燒鈍セザルモノ

○ 針金ノ低温度ニ於ケル強度 (第七表)

針金ノ直徑=0.098 吋ノモノニ付テ

名 稱	破 壞 荷 重 (听)	
	15°C = 59°F	-182°C = -359.61°F
軟 鋼	420	700
鍛 鐵	320	670
銅	200	300
眞 鍮	310	440
日 耳 曼 銀	470	600
金	255	340
銀	330	420

針金ヲ -182°C 迄冷却シタル後常温ニ復スルモ其緊張力ニ於テ異ナルコトナシ

○ 「アルミニウム」ノ強度

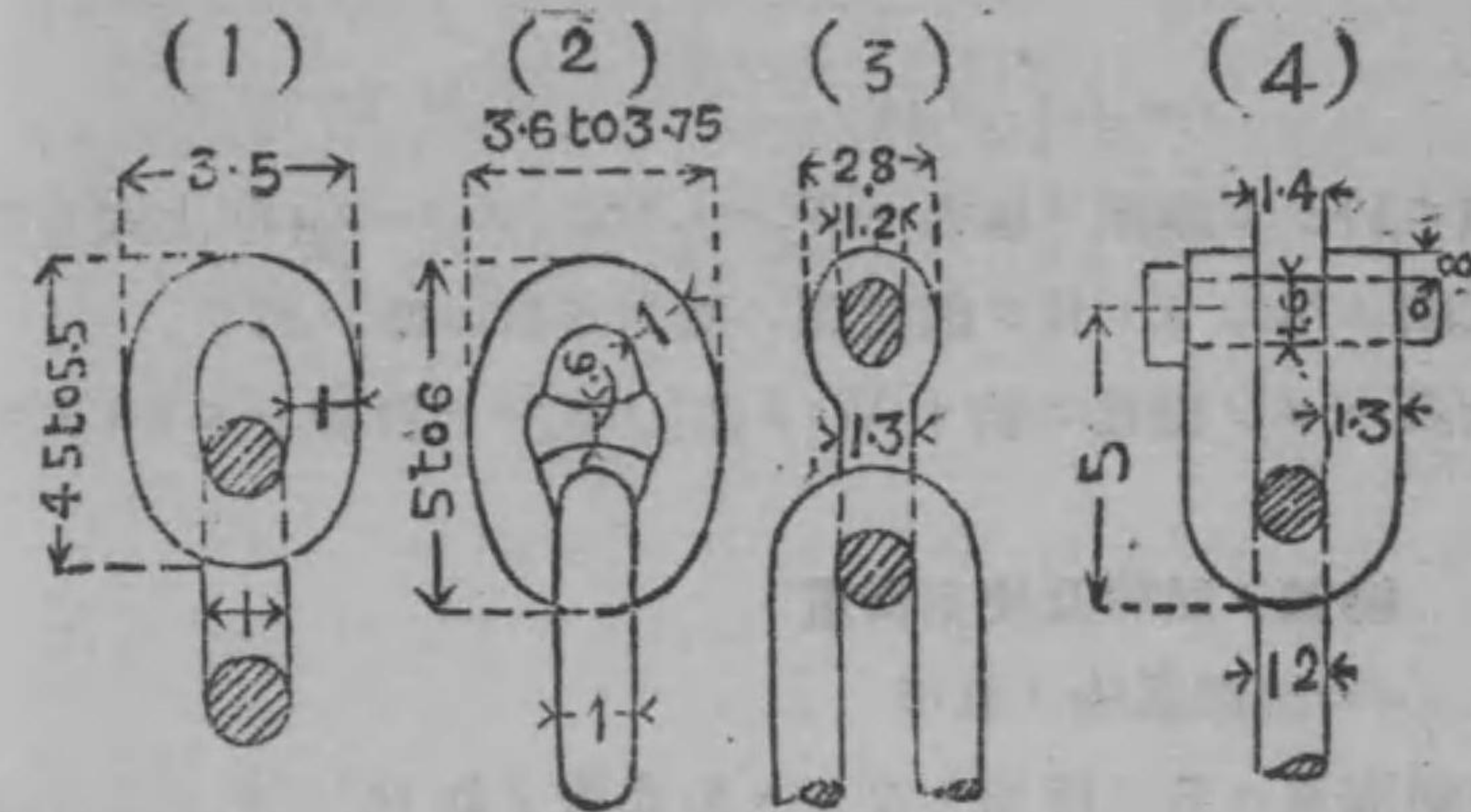
(第八表)

種類	抗張強 (平方吋噸)		極強ニ對スル 弾性ノ比 率 %	長10吋ニ 於ケル伸 長 %	
	弾性限界	極強			
アルミニウム (純粹)	縦	9581	16599	57.7	25.5
		9697	16370	59.2	24.8
		平均 9639	16484	58.4	25.1
	横	12575	17665	71.2	13.1
		12727	16533	77.0	5.3
		平均 12651	17099	74.1	9.2
全(銅6%ヲ含ム)	縦	28900	32716	88.3	3.6
		32430	36117	89.8	3.8
		平均 30665	34416	89.1	3.7
	横	31650	34454	91.9	3.0
		33480	38156	87.7	3.0
		平均 32565	36305	89.8	3.0
(燒鈍シタルモノ)横	8480	26210	32.4	20.9	

○ 種々ノ溫度ニ於ケル「アルミニウム」ノ強度 (第九表)

溫度 (攝氏)	15°	100°	150°	200°	250°	300°	400°	450°	460°
抗長強 (平方吋噸)	11.68	9.5	8.1	6.3	4.8	3.6	2.4	1.5	1.0

鎖 錠



鎖錠ハ二個ノ「シヤツクル」ヲ連結シタルモノニ同シ「シヤツクル」ノ割合ハ次ノ如シ

直徑 = $1.2d$ = 付テハ長サ $6.5d$ 幅 $4d$, d ハ棒ノ直徑

鎖錠ノ重サ

d = 丸棒ノ直徑, xd = 「リソク」ノ幅

yd = 「リソク」ノ長サ, Cd^2 = 毎尋 (6 呎) ノ重サ

次表ハ x, y ノ大小ニ依ル C ノ値ヲ示ス上圖ニ於テ (1) ハ「オープン、リソク」(2) ハ「スタツドリソク」ヲ示ス此等ヲ計算スルニハ兩邊ハ平行ノモノトス (第十表)

x	$y=4.5$	$y=5$	$y=5.5$	$y=6$	$y=6.5$
3.5	61.9	56.8	53.2	50.5	48.3
3.6	62.6	57.4	53.7	50.9	48.7
3.7	63.3	58.0	54.2	51.3	49.1

鎖錠ノ極強ハ其材料ノ直徑ニ依リ變化スルモノナリ今ノ

噸ニテ每平方吋面ノ極強トシ d ナ吋ニ於ケル材料ノ直徑トス
ンバ

$$f = 26.2 - 2.4d$$

噸ニ於ケル鏈鎖ノ極強 $= W = 1.22d^2(26.2 - 2.4d)$ 上式ハ屈撓力試験ニ用ヒラレ且ツ鍛接部ノ減力ヲ計ル時ニ用フ

次表ハ d ノ變化ニ依リ W ノ値(上式ニテ計算シタル)ヲ表ハス

鏈鎖ノ試験及使用荷重

d = 鏈鎖鐵棒ノ直徑

英國海軍ニ於テ採用セラル、公式次ノ如シ

試験荷重(噸ニテ) $= 18d^2$ 「スタツド、リング」

全 $= 12d^2$ 「アンスタツド、リング」

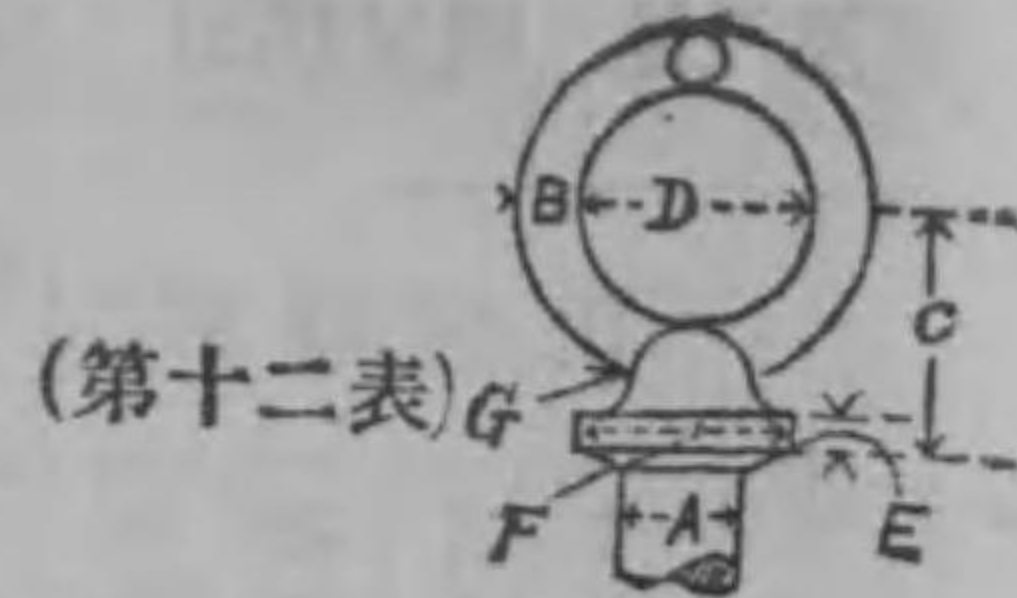
直徑 (吋)	$18d^2$	$12d^2$	W	直徑 (吋)	$18d^2$	$12d^2$	W
$\frac{1}{4}$	...	.75	1.95	1	18.0	12.0	29.0
$\frac{5}{16}$	...	1.17	3.03	$1\frac{1}{8}$	22.8	15.2	36.3
$\frac{3}{8}$	...	1.69	4.34	$1\frac{1}{4}$	28.1	18.7	44.2
$\frac{7}{16}$	3.75	2.30	5.87	$1\frac{3}{8}$	34.0	22.7	52.8
$\frac{1}{2}$	4.50	3.00	7.62	$1\frac{1}{2}$	40.5	27.0	62.0
$\frac{9}{16}$	5.70	3.80	9.59	$1\frac{5}{8}$	47.5	31.7	71.8
$\frac{5}{8}$	7.03	4.69	11.8	$1\frac{3}{4}$	55.1	36.7	82.2
$\frac{11}{16}$	8.51	5.67	14.2	$1\frac{7}{8}$	63.3	42.2	93.1
$\frac{3}{4}$	10.1	6.7	16.7	2	72.0	48.0	104.4
$\frac{13}{16}$	11.9	7.9	19.5	$2\frac{1}{8}$	81.3	54.2	116.2
$\frac{7}{8}$	13.8	9.2	22.5	$2\frac{1}{4}$	91.1	60.7	128.5
$\frac{15}{16}$	15.8	10.5	25.7	$2\frac{3}{8}$	101.5	67.7	141.1

○ 環及環付、眼付螺釘「シヤツクル」ノ強度 (第十一表)

直徑	眼付螺釘		環及環付螺釘及「シヤツクル」		「シヤツクル」ノ栓	
	試験荷重	使用荷重	試験荷重	使用荷重	試験荷重	使用荷重
$\frac{1}{4}$	t cwt 0-14	t cwt 0-7	t cwt 0-6	t cwt 0-4	t cwt 0-12	t cwt 0-7
	1-8	0-15	0-11	0-7	1-2	0-15
$\frac{3}{8}$	2-10	1-0	1-0	0-11	1-19	1-4
	3-18	2-2	1-11	0-15	3-4	2-2
$\frac{1}{2}$	5-12	2-8	2-5	1-0	4-10	3-0
	7-13	3-4	3-1	1-4	6-15	4-2
$\frac{5}{8}$	10-0	4-2	4-0	1-8	8-12	5-3
	12-3	6-3	5-1	2-8	10-12	6-3
$\frac{3}{4}$	15-12	8-6	6-5	3-4	13-0	8-6
	18-18	11-3	7-11	4-2	15-12	11-3
$\frac{7}{8}$	22-10	14-3	9-0	4-13	18-8	12-16
	26-8	15-17	10-11	5-3	21-8	14-3
$1\frac{1}{8}$	30-12	17-7	12-5	6-3	24-13	17-7
	35-3	18-16	14-1	8-6	28-12	21-4
$1\frac{1}{4}$	40-0	21-4	16-0	9-16	32-10	25-0
	45-3	25-0	18-1	11-3	37-0	27-10
$1\frac{3}{8}$	50-12	30-0	20-3	12-12	41-10	30-0
	56-8	35-0	22-4	14-3	46-6	32-0
$1\frac{1}{2}$	62-10	40-0	25-0	15-16	51-6	35-0
	69-0	43-0	27-11	17-7	56-12	40-0
$1\frac{5}{8}$	75-12	45-0	30-5	19-0	62-0	45-0
	82-12	46-15	...	...	67-12	47-10
$1\frac{3}{4}$	90-0	48-0	...	...	73-0	51-0

トハ「トン」cwt ハ「ハンドレッツドウエート」ヲ表ハス

○ 眼付罫釘ノ割合及強度



(第十二表)

A	B	C	D	E	F	G	破壊荷重 (トン)
1/4	3/16	3/32	1/16	5/32	15/32	3/16	1 1/4
3/8	9/32	1 1/32	I	3/16	1/16	1/4	2 1/2
7/16	21/64	1 1/4	I 3/4	13/64	3/32	9/32	3
1/2	3/8	I 3/8	I 3/16	7/32	7/8	5/16	5
5/8	15/32	I 5/8	I 3/8	1/4	I 1/16	3/8	6
3/4	9/16	I 11/16	I 1/2	5/16	I 1/4	7/16	8
I	3/4	2 1/4	I 13/16	13/32	I 9/16	1/2	8 1/2
I 1/8	13/16	2 1/2	2	15/32	I 11/16	9/16	27
I 1/4	7/8	2 3/4	2 1/8	1/2	I 7/8	5/8	33
I 1/2	I 1/16	3 1/8	2 7/16	9/16	2 3/16	11/16	40
I 3/4	I 3/16	3 5/8	2 3/4	5/8	2 1/2	3/4	47
2	I 3/8	4 3/8	3 1/4	3/4	2 7/8	13/16	50

○ 普通「フック」ノ強度

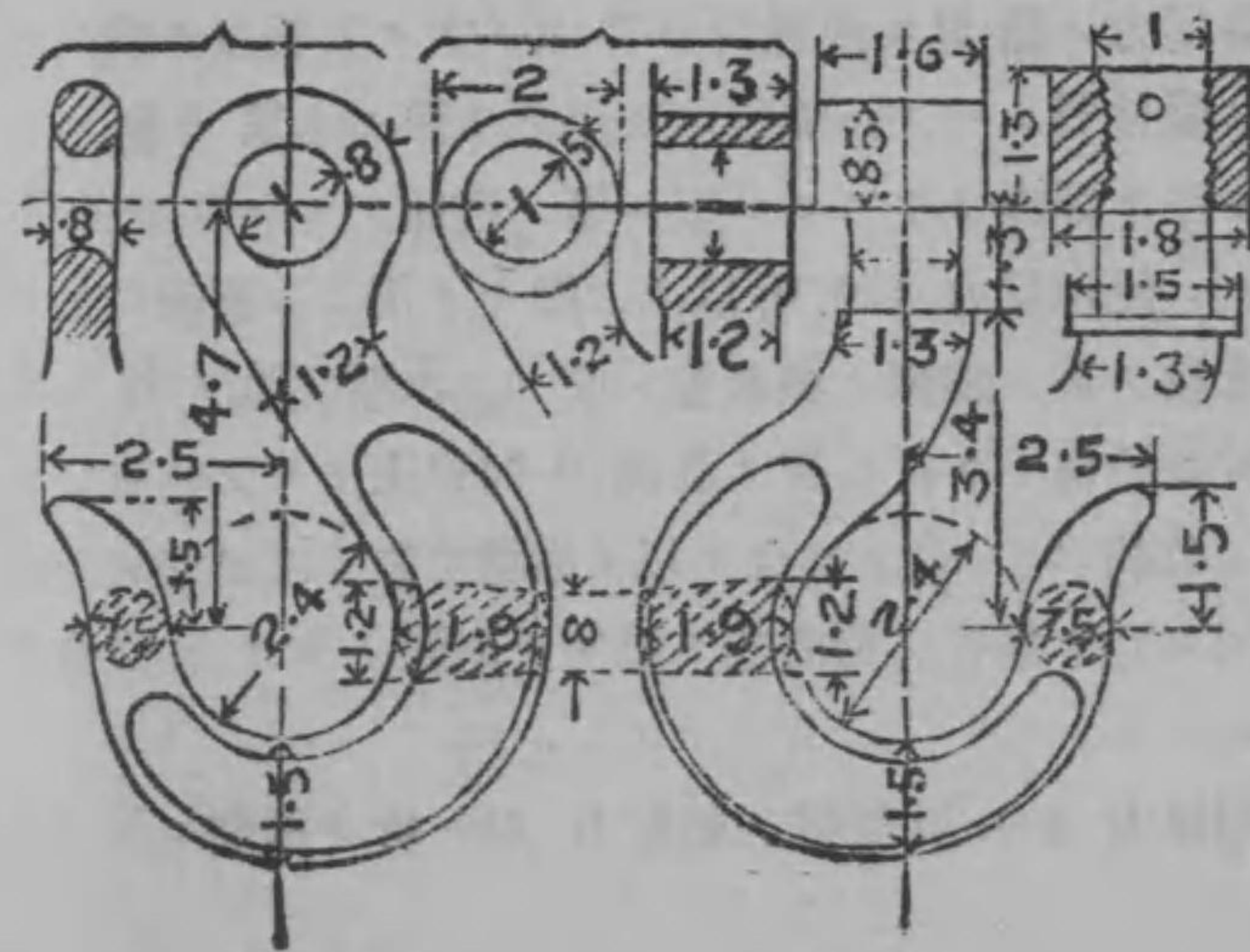
(第十三表)

直徑「ミリ」	使用荷重 (キロ)	破壊荷重 (キロ)	直徑「ミリ」	使用荷重 (キロ)	破壊荷重 (キロ)
6	56.0	169.2	29	1321.0	3963.0
7	73.0	230.4	30	1413.6	4240.8
8	100.4	301.2	31	1509.4	4528.2
9	127.0	381.6	32	1608.4	4825.2

(第十三表)ノ續キ

直徑「ミリ」	使用荷重 (キロ)	破壊荷重 (キロ)	直徑「ミリ」	使用荷重 (キロ)	破壊荷重 (キロ)
10	157.0	471.0	33	1710.6	5131.8
11	180.0	540.0	34	1815.8	5447.4
12	226.6	678.0	35	1924.2	5772.6
13	265.5	796.2	36	2035.6	6106.8
14	307.8	923.4	37	2150.4	6451.2
15	353.4	1060.2	38	2268.2	6804.6
16	402.0	1206.0	39	2389.0	7167.0
17	453.8	1361.4	40	2513.2	7539.6
18	508.8	1526.4	41	2640.4	7921.2
19	566.7	1701.0	42	2744.1	8232.4
20	628.2	1884.6	43	2904.4	8713.2
21	692.6	2077.8	44	3041.0	9123.0
22	760.2	2280.6	45	3180.8	9542.4
23	830.9	2492.4	46	3323.8	9971.4
24	904.6	2713.8	47	3469.8	10409.4
25	981.6	2944.8	48	3619.0	10807.0
26	1061.8	3185.4	49	3771.4	11314.2
27	1145.0	3435.0	50	3927.0	11781.0
28	1231.4	3694.2	51	4085.6	12256.8

「フック」ノ割合



單位 = .72√W
W = 安全荷重 (トン)

管及圓筒ニ關スル摘録

○ 蒸氣管

蒸氣管ハ管ノ大小ニ由テ目無管若クハ繼目管等アリ商船ニ在テハ往々鑄鐵管ヲ用ユルモノアリト雖モ軍艦ニ於テハ之ヲ用ユルコトナク主ニ銅、鍛鐵、鋼、青銅等ヲ用ユ而シテ青銅ハ管中ノ一部分又ハ弁筐等ニ用ユルモノナレドモ青銅ノ缺點トスル所ハ蒸氣ノ溫度昇騰スルニ從ヒ其強度ヲ減殺スルノ傾向鋼ニ比シ頗ル著シキヲ以テ近時ノ如キ高壓蒸氣ニ對シテハ鑄鋼ヲ用ユルヲ安全ナリトス然レドモ弁及弁坐ハ青銅ヲ用ユベキモノトス

壓力 155 听以下ニシテ急激ナル屈曲ヲ與ヘザル管ニハ概チ銅ヲ用ユ而シテ直徑 4.5 吋以下ノモノハ銅製目無管ヲ用ヒ 4.5 吋以上ノモノハ繼付製トナスヲ例トス然レドモ最近ニ於テハ 6 吋ヲ銅目無管通常ノ限界トナセリ

銅管ハ高壓力ノ蒸氣ニ遭遇スルトキハ大ニ其強度ヲ減ズルノミナラズ繼付製ノモノハ繼付ノ際局部ヲ熱シ本質ヲ失ハシムル等ヨリ往々裂罅ヲ生ズルニ至ル等ノ困難アルヲ以テ各國海軍ニ於テハ使用壓力 120 听以上ノ壓力ヲ用フル艦艇ニ於テハ二ヶ年就役ノ後ハ銅製ノ蒸氣管ハ改メテ水壓試験ヲ行ヒ其外衣ヲ離脱シ燒戻シヲ行ヒ管ノ直徑 6 吋以上ノモノニ在テハ每平方吋ニ付約 1.5 噸ノ割合ヲ以テ銅線ヲ張り之ヲ管ノ外周全面ニ捲回シ且ツ銅管ノ彎曲部ハ總テ青銅製ノモノト交換スベシト規定セリ

罐ノ使用壓力 300 听機械ノ初壓力 250 听ノ機關ニ用ユル

蒸氣管ハ次ノ規格ニ由ルベシ

直徑 1.5 吋ヨリ 6 吋ニ至ルモノハ鋼製目無管ヲ用ヒ之ヨリ以上ノモノハ鑄接法ヲ行ヒタル上接合部ニ目板ヲ鋸締スヘシ近來製造術大ニ進歩シ直徑 9 吋ノ目無管ヲ製スルニ至レリ之ヲ製スルニハ冷質ノ儘之ヲ行ヒ其後注意シテ全部燒戻シヲナスベキモノトス

○ 蒸氣主管ノ直徑

蒸氣主管ノ直徑ハ管ノ使用壓力 300 听ノモノニ在テハ全力駛走ノトキニ於ケル吸鑿速度及蒸氣筒ノ容積ヨリ算出シ蒸氣速度ヲシテ毎分 7,000 呎ヲ超過セシメザルヲ要ス然レドモ管ノ徑ハ次ノ各項ニヨリ左右セラルベキモノトス

- (一) 管ヲ通過スル蒸氣ノ量
- (二) 該蒸氣每一听ノ重量
- (三) 該蒸氣每一听ニツキ熱ノ輻射ニ對スル露出面積

現今使用壓力ノ蒸氣ノ平均速度ハ次ノ如シ

長サ 40 呎ヲ超ヘザル蒸氣管ニ於テ

毎分速度(呎)	管ノ直徑(吋)
6,750	18
6,500	16
6,250	14
6,000	12
5,750	10
5,500	8
5,250	6
5,000	4

長サ 40 呎以上ニ亘ルトキハ此速度ハ上表ヨリ少シク減ズ
ベキモノトス

直徑ノ小ナルニ從ヒ漸次ニ速度ヲ減ツタルハ小管ニ於ケル
程蒸氣ノ通過ニ抵抗スル摩擦並ニ熱ノ輻射ニ歸スル損失割合
ニ多キヲ以テ其切斷面積ヲ増加シテ之ヲ補ハシガ爲メナリ今
管ノ直徑小ナルニ從テ摩擦並ニ熱ノ輻射量ノ増加スル所以ヲ
證センニ

今 d = 管ノ直徑(吋) L = 管ノ長サ(呎)

トセバ管ノ表面積 S (平方呎)ハ

$$S = \frac{\pi d \times L}{12}$$

蒸氣管内ニ存スル蒸氣量 Q (呎)ハ

$$Q = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \times L}{144} \times \frac{1}{V}$$

V = 蒸氣一呎ノ容積(立方呎)

故ニ蒸氣一呎ニ對スル表面積 S_p (平方呎)ハ

$$S_p = \frac{S}{Q} = \frac{.3V}{d}$$

是ニ依テ之ヲ觀レバ管内ヲ通過スル蒸氣量一呎ニ對スル表
面積ハ管直徑ノ減少スルニ隨フテ増加スルコト明ナリ

A = 管ノ切斷面積(平方吋)

n = 一時間一馬力ニ要スル蒸氣量(呎)

V = 使用蒸氣一呎ノ比容積(立方呎)

v = 毎分蒸氣ノ速度(呎)

トスレバ

$$Av = \frac{144 \times n \times I.H.P. \times V}{60}$$

$$\text{即チ } A = \frac{12}{5} \times \frac{n \times I.H.P. \times V}{v}$$

而シテ機械ノ製式ニヨリ一定セズト雖モ充分ノ餘裕ヲ見積
リ通常 18 呎乃至 20 呎ト假定シ V ハ蒸氣管ニ減壓弁ヲ備ヘ
サル者ニ在テハ機械ニ於ケル最大計畫絕對初壓力ノ八割ニ相
當スルモノ、蒸氣ノ比容積ヲ使用シ算出ス即チ

$$A = (47 \text{ 乃至 } 48) \times I.H.P. \times \frac{V}{v}$$

○ 分離器

容積ハ 毎 150 馬力ニ付キ一立方呎

長サハ 直徑ノ四倍

○ 黙吹弁

分離器ノ手動疏水弁ハ現今黙吹弁トシテ利用セラル、ニ到
レリ故ニ該疏水弁ノ通過面積ハ罐ノ安全弁ノ通過面積ニ比例
セザル可ラズ然レドモ安全弁ニ於ケル弁ノ揚程ハ弁ノ直徑ノ
 $\frac{1}{10}$ トナスモ疏水弁ニ於テハ同直徑ノ $\frac{1}{4}$ トナスヲ以テ

黙吹弁ノ總面積 = $\frac{1}{10}$ (安全弁ノ總面積)

但各機械ニ各一個ノ分離器アルヲ以テ

各疏水弁ノ面積 = $\frac{1}{20}$ (安全弁ノ總面積)

○ 補助蒸氣管

補助蒸氣水管ノ直徑ハ三等巡洋艦ハ 3.5 吋ヨリ戰艦、大巡洋艦ハ 6 吋ヲ普通トス

各補助機械ニ通ズル蒸氣ノ認可速度ハ其機械ノ吸鑄速度ヨリ算定シ毎分 3,000-7,000 呎ニシテ直徑ノ特ニ小ナルモノ並ニ給水唧筒ノ如キ全行程ノ荷重同一ナル機械ニ至ル蒸氣管ニ在テハ認可速度ハ可成低カラシメ以テ絞氣ヲ防グヲ可トス

銅ヲ以テ製シタル給水管其他總テ銅管ニ於テ高キ壓力ヲ受クルモノニ在テハ認可應力ヲ每平方吋 4,000 听トス

蒸氣管中ニ多クノ接手ヲ有セシムルコトハ如何ニ完全ト稱セラレ合法ヲ採用スルモ結局蒸氣漏洩ノ基トナルノミナラズ搭載重量ヲ増シ製造費用ヲ高メ收支相償ハザルガ故ニ現今蒸氣管ニ於ケル伸縮接手ノ數ハ出來得ル限リ減少シ其膨脹ヨリ生ズル伸縮及應力ハ彎曲部ニテ堪ユル如ク設計セラルルノ傾キアリ

○ 蒸氣管ノ接手鑄及螺釘

次ノ第七表ヨリ第十二表ニ至ル諸表ハ當時一般ニ用ヒラル、所ノ割合ナリ

蒸氣管ノ接手用螺釘ノ間隔ハ次ノ公式ニ依リ算出ス

$$節 = \frac{11\sqrt{t^3}}{\sqrt{P}}$$

t = 鑄ノ厚サ(吋) P = 使用壓力(每平方吋、听)

鑄ノ幅ハ螺釘ノ直徑ノ約三倍ニ等シクス

○ 蒸氣管ノ膨脹量

蒸氣管ヲ華氏 32 度ヨリ同 212 度マテ熱スルトキハ其膨脹率次ノ如シ

銅製ノトキ = .0018 鐵又ハ鋼製ノトキ = .0012

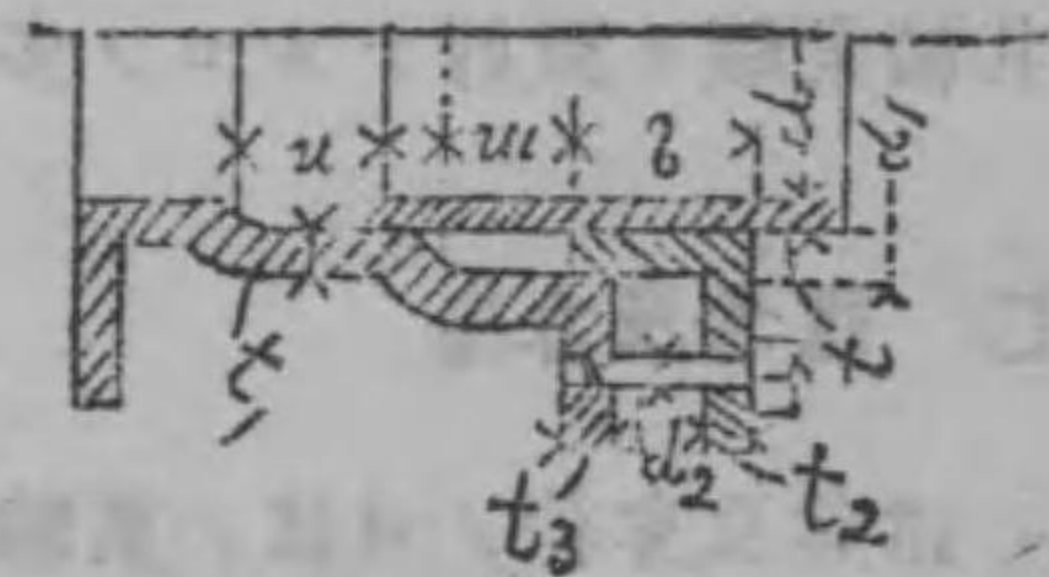
故ニ膨脹ノタメ $\frac{1}{4}$ 吋ノ延長ヲ生ズルニハ次ノ關係アリ

溫度ノ昇騰	蒸氣壓力(听)	必要ナル管ノ長(吋)	
		銅	鋼
60°ヨリ	368	81	121½
	392	75	113
	406	73½	110
	422	67	103½

第一圖

○ 伸縮接手各部ノ割合

蒸氣管ノ嵌合スル部分ハ青銅ニテ作り旋盤ニテ仕上ケルモノナリ



$$t = \frac{Pd}{4,000} \quad t_1 \leq \frac{Pd_1}{4,000}$$

d = 管ノ内徑 d_1 = 衛帶抑ヘノ直徑, P = 最大使用壓力

d_2 = 衛帶抑ニ用ユル螺釘ノ直徑ニシテ使用スベキ衛帶ノ徑ニ等シ 各螺釘間ノ距離 = $10 \times d_2$

t_2 = 衛帶抑ヘノ鑄ノ厚サニシテ $1\frac{1}{2} d_2$ ニ等シ

t_3 = 填坐ニ於ケル鑄ノ厚サニシテ $1\frac{1}{3} d_2$ ニ等シ

m = 管ノ膨脹ヲ妨ケサル長サヲ有スルコト

$l = \frac{1}{3} m$ ヨリ少ナカル可ラズ

m = 衛帶ノ徑 x ノ六倍乃至八倍タルベシ (即チ衛帶ヲ入レルヘキ深サ)

○ 伸縮接手ノ衛帶

伸縮接手内ノ衛帶ノ數ハ少ナクトモ五條以上ニシテ使用壓力 300 听ノ場合ニハ必ズ七條ヲ用フ而シテ其太サハ略次ノ如シ

管ノ直徑	衛帶ノ太サ
4½"	½"
7"	¾"
9½"	¾"
12"	1"
15"	1"
18"	1½"

近來ハ三角形ノ切斷面ヲ有スル白色合金製ノ衛帶ヲ併用シ其結果頗ル良好ナルモノ多シ

○ 諸弁及弁箱

諸弁及弁箱ノ寸法ハ實驗上定ムルモノニシテ弁ノ形狀ハ圓錐形若クハ球形ノ切斷面ヲ有セシムヘシ而シテ高壓用ノモノハ弁周ニ增強用環縁ヲ備フベシ

$$d_1 = \text{弁ノ直徑トスル}$$

圓錐ノ高サ即チ弁ノ裏面ニ於ケル圓弧ノ高サハ $= \frac{d_1}{6}$ 乃至 $\frac{d_1}{7}$ 弁ノ中央部ニ於ケル厚サ $t = K\sqrt{PA} + \frac{1''}{8}d_1^2$

$$A = \text{弁ノ面積} = \frac{\pi}{4}d_1^2$$

$$K = \frac{1}{180} \text{ 乃至 } \frac{1}{200}$$

弁周ノ厚サ(增強用突縁ノ高サヲ含マス) $t_1 = .5 \text{ 乃至 } .7t$
 突縁ヲ備フル弁周ノ全高 $t_2 = 2t_1$
 突縁ノ厚サ $t_3 = .75t_1 \text{ 乃至 } t_1$
 弁ノ外径 $= d + \frac{3}{4}'' \text{ 乃至 } d + 1''$
 弁箱ノ蓋ノ厚サハ次ノ公式ニ依リ算出スベシ

$$t_4 = \frac{1}{300} \sqrt{PA} + \frac{1''}{8}$$

P=水壓試験壓力 A=壓力ヲ受クル蓋ノ面積

蓋ハ圓錐狀トナシ力骨ヲ設クヘシ

蓋ノ鏢ノ厚サハ $= t_5 = t_4 + \frac{1}{4}''$

填坐ノ深サハ適當ノ衛帶ヲ少ナクトモ三條裝入スルニ足ルモノタルベシ

○ 弁棒及取手

各弁棒ニハ方形螺絲ヲ用ヒ螺絲ノ數ハ每一吋ニ三條乃至四條トス

加減弁ニ在テハ普通ノ V 形螺絲ヲ用ヒ螺絲數ハ每一吋ニ六條トス

弁棒ノ直徑ハ水壓試験ノ際弁下ニ受クル水壓力ニ由テ生ズル壓縮作用ニ耐抗シ得ル如ク定ムベキモノニシテ其認可應力ハ次ノ如シ

青銅製ニハ	8,000 听
火延眞鍮	12,000 听

弁ノ取手車ノ直徑ハ次ノ如ク算出スベシ即チ75 听ノ力ヲ取手ニ加フルトキ弁ノ裏面ニ及ボス蒸氣ノ總壓力ト正シク相平均スベキモノナルヲ要ス(但シ摩擦ヲ無視ス)

今 $A = \text{弁ノ面積(平方吋)}, P_0 = \text{最大蒸氣壓力}$
 $P' = \text{心棒ニ於ケル螺ノ節(吋)}, D = \text{取手車ノ直徑(吋)}$
 トセバ

$$D \times 75 \times \pi = P_0 A P' \text{ 又ハ } D = \frac{P_0 A P'}{236}$$

○ 蒸氣管ノ厚サ

内壓力ヲ受クル管ノ厚サノ小ナルモノニテハ

$$t = \frac{PD}{2f}, \quad t = \text{厚サ}, \quad D = \text{管ノ内徑(吋)}$$

$P = \text{内壓力}(lbs/\square''), f = \text{材質ノ安全應力}(lbs/\square'')$

上ノ公式ニ於テ求メタルモノハ學理的ノモノニシテ實用上不適當ナルコトアル故通例此ノ t ニ或ル餘分ノ厚サヲ加フルヲ常トス今信用シ得ベキ實用上ノ公式ハ次ノ如シ

鐵付銅管	$\frac{6000 \times (t - \frac{1}{16}'')}{D} = P \dots \dots \dots (a)$	} 英國海軍制 定ノ公式
目無銅管	$\frac{6000 \times (t - \frac{1}{32}'')}{D} = P \dots \dots \dots (b)$	
鐵付鐵管	$\frac{6000 \times t}{D} = P \dots \dots \dots (c)$	
目無鋼管	$t = \frac{PD}{2f} + 0''.08 \dots \dots \dots (d)$	

以上四式ニ於ケル f ノ定メ方ハ (a)(b)(c) ニテハ何レモ $3000 lbs/\square''$ (d) ニ於テハ $11200 - 10000 lbs/\square''$ ナリトス
 此等ノ公式ニ就テ見レバ目無銅管ハ鐵付銅管ヨリ強キコト鐵付銅管ハ殆ンド學理的ナルコトヲ知り得ベシ

鐵付鐵管ハ冶金術ノ發達ト共ニ殆ド完全ナルモノヲ得ルニ至リ現今ニ於テハ鋼管ヨリモ使用上安全ナリト信ゼラル (d) 式ハ鋼管ヲ鍛接シテ後「バット」ヲ宛テタルモノニモ使用シテ差支ヘナシ但シ板ノ%ヲ算入スルコト必要ナリ

銅管ハ f ヲ低ク取ルヲ要スルハ銅ハ溫度ノ高クナルニ從ヒ内壓力ニ對スル抵抗力ヲ減ズルモノナレバナリ例令ハ内壓力 $130 - 150 lbs/\square''$ ヲ受ケル場合ニ於テハ目無銅管ハ $0^\circ F$ ニ於テハ $100 lbs/\square''$ ノ sf ナルニ $360^\circ F$ ニ至レバ $75 lbs/\square''$ ノ f ヲ有スルニ過ギズ即チ 75% トナル又鐵付銅管ニテハ更ニ目無銅管ノ 75% ニ低減セラル即チ $75 \times 0.75 = 56.25 lbs/\square''/f$ ヲ有スルニ過ギザルガ如シ故ニ上式ニ於ケル f ヲ $3000 lbs/\square''$ ノ如ク低ク定メラレタルナリ

鍛接管ハ冶金術ノ進歩ニ伴ヒ鋼モ鐵ヨリモ良好ナル成績ヲ表ハスニ至レリト雖モ鍛接ノ強弱ハ方法ノ巧拙如何ニ由テ定マルモノナレバ高壓力用トシテハ餘リ信ヲ措ク能ハザルヨリ英國ニ於テハ鋼管ハ $6''$ 以下ハ引拔トシ $9''$ 以上ハ鍛接管ニ (當テ金) ヲ當テ、用ユルコト、シタリ而シテ此 (當テ金) ハ其厚サヲ管ノ厚 $t + \frac{1}{16}''$ トシ一列鋸締ニシテ「プレート、パーセンテージ」 $\left(\frac{P-d}{P} \right)$ ヲ 0.7 ト定メタリ (此種ノ繼目ノ良否ハ油ヲ流シ其滲出スルヤ否ヤヲ檢スベシ)

○ 英國商務局規定ノ銅管ノ厚サ

$D = \text{管ノ内徑(吋)} \quad P = \text{使用壓力(每平方吋ニ付吋)}$

$$t = \text{管ノ厚サ(吋)} \quad t = \frac{PD}{6000} + \frac{1}{16} \text{吋} = \text{繼目管}$$

$$t = \frac{PD}{6000} + \frac{1}{32} \text{吋} = \text{目無管}$$

管 目 管 (第一表)

直 徑 吋	管 の 厚 さ (吋) (使用壓力 200 听迄)						
	80	100	120	140	160	180	200
1	.0758	.0792	.0825	.0858	.0892	.0925	.0958
1½	.0825	.0875	.0925	.0975	.1025	.1075	.1125
2	.0892	.0958	.1025	.1092	.1158	.1225	.1292
2½	.0958	.1042	.1125	.1208	.1292	.1375	.1458
3	.1025	.1125	.1225	.1325	.1425	.1525	.1625
3½	.1092	.1208	.1325	.1442	.1558	.1675	.1792
4	.1158	.1292	.1425	.1558	.1692	.1825	.1958
4½	.1225	.1375	.1525	.1675	.1825	.1975	.2125
5	.1292	.1458	.1625	.1792	.1958	.2125	.2292
5½	.1358	.1542	.1725	.1908	.2092	.2275	.2458
6	.1425	.1625	.1825	.2025	.2225	.2425	.2625
6½	.1492	.1708	.1925	.2142	.2358	.2575	.2792
7	.1558	.1792	.2025	.2258	.2492	.2725	.2958
8	.1692	.1958	.2225	.2492	.2758	.3025	.3292
9	.1825	.2125	.2425	.2725	.3025	.3325	.3625
10	.1958	.2292	.2625	.2958	.3292	.3625	.3958

(第二表)

管

板

引

直 徑 吋	管 の 厚 さ (吋)						
	80 (听)	100 (听)	120 (听)	140 (听)	160 (听)	180 (听)	200 (听)
1	.0446	.0479	.0513	.0546	.0579	.0613	.0646
1½	.0513	.0563	.0613	.0663	.0713	.0763	.0813
2	.0579	.0646	.0713	.0779	.0846	.0913	.0979
2½	.0646	.0729	.0813	.0896	.0979	.1063	.1146
3	.0713	.0813	.0913	.1013	.1113	.1213	.1313
3½	.0779	.0896	.1013	.1129	.1246	.1363	.1479
4	.0846	.0979	.1113	.1246	.1379	.1513	.1646
4½	.0913	.1063	.1213	.1363	.1513	.1663	.1813
5	.0979	.1146	.1313	.1479	.1646	.1813	.1979
5½	.1046	.1229	.1413	.1596	.1779	.1963	.2146
6	.1113	.1313	.1513	.1713	.1913	.2113	.2313
6½	.1179	.1396	.1613	.1829	.2046	.2263	.2479
7	.1246	.1479	.1713	.1946	.2179	.2413	.2646
7½	.1313	.1563	.1813	.2063	.2313	.2563	.2813
8	.1379	.1646	.1913	.2179	.2446	.2713	.2979

如何ナル蒸氣管ト雖モ厚サ 0.08 吋ヨリ以下ナルハナシ繼目ヲ有スル管ニテハ接手ノ効率ハ七割ヨリ少ナカラシメス
 次表ハ使用材料ノ種類ニ依リ採用スヘキ認可應力並ニ管ノ厚サヲ示ス (第三表)

蒸氣管ノ材料	使用壓力ニテ算出セル認可應力 (听)	厚サヲ求ムル公式
鋼引拔管	5,500	$t = \frac{Pd}{11,000} + 0.08$
鋼繼目管	3,850 = .7 × 5,500	$t = \frac{Pd}{7,700} + 0.08$
鐵繼目管	2,700 - 3,000	$t = \frac{Pd}{5,400 - 6,000} + 0.08$
銅製ノ大管ニシテ $P(d-1) < 850$ ナルトキ	3,000	$t = \frac{Pd}{6,000}$
全上小管ニシテ $P(d-1) > 850$ ナルトキ	.....	$t = \frac{Pd}{12,000} + 0.08$
鑄	3,000	$t = \frac{Pd}{6,000} + 0.08$
青	2,000	$t = \frac{Pd}{4,000}$

認可應力 f ノ數量ハ次ノ如ク考定シ算出スルモノトス

$$\begin{aligned}
 \left. \begin{array}{l} f \text{ 鑄接製} \\ \text{ノ鐵管} \end{array} \right\} &= \left\{ \begin{array}{l} \text{鋼製引拔管} \\ \text{ノ認可應力} \end{array} \right\} \times \left\{ \begin{array}{l} \text{最大強度} \\ \text{ノ割合} \end{array} \right\} \left\{ \begin{array}{l} \text{試驗壓力} \\ \text{ノ割合} \end{array} \right\} \\
 &= \frac{22}{24-27} \times \frac{2}{3} \\
 &= 2,700 - 3,000 \text{ 听(平方吋)}
 \end{aligned}$$

鑄鐵製繼目管ノ厚サハ決シテ $\frac{1}{4}$ 吋ヨリ小ナラシム可ラス「ロ」氏ノ管及圓筒ノ實用公式トシテ次ノ如キ式ヲ撰出セリ

$$t = \frac{Pd}{k} + C$$

k 及 C ノ値次ノ如シ

	k	C
鑄鐵製蒸氣管又ハ水管	4,000	0.3
鑄鐵製蒸氣筒	3,500	0.5
鍛鐵熔接管	17,000	0.06
鋼引拔管	40,000	.....
銅製蒸氣管	7,000	0.1
鉛管	450	0.3

内壓力ヲ受クル直徑ニ比シテ厚サノ大ナル管ノ計算ニ用ユベキ公式ノ原理ハ解シ易カラザルヲ以テ下ニハ單ニ主ナル公式一、ニヲ擧ケルニ止ムベシ

Lame 氏ノ公式

$$\begin{aligned}
 \frac{P}{f} &= \frac{D^2 - d^2}{D^2 + d^2} \\
 \text{又ハ } t &= \frac{D}{2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{f+P}{f-P} \right) - 1} \right\} \text{ 單位}
 \end{aligned}$$

$\left. \begin{array}{l} D = \text{外徑(ミリ)} \\ d = \text{内徑} \text{ } \\ P = \text{内壓力(每平方ミリ, キロ)} \\ f = \text{應力 (全 上)} \end{array} \right\}$

上式中ニ算入スヘキ f ノ値ハ次ノ如シ

鑄鐵 = $3^k - 5^k$, 鍛鐵 = $8^k - 10^k$,
 鋼 = $10^k - 20^k$, 銅 = $2^k - 2.5^k$

上式ヲ用ヒ得ル範圍ハ $f > P$ ナルトキニ限ル

グラスホフ
 Glashof 氏ノ公式

$$\frac{P}{f} = \frac{3}{2} \left(\frac{D^2 - d^2}{2D^2 + d^2} \right), \quad \text{又ハ } t = \frac{d}{2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{3f + 2P}{3f - 4P} \right) - 1} \right\} = Kd$$

次表ハ上式中ノ K ナル定數即チ $\frac{1}{2} \left\{ \sqrt{\left(\frac{3f + 2P}{3f - 4P} \right) - 1} \right\}$ ノ種々ナル値ヲ列擧セルモノナリ (第四表)

每平方吋ニ於ケル壓力 (听) P	每平方吋听ニテノ應力 (f) が					
	2,000	4,500	7,000	9,500	12,000	15,000
	ナルトキノ係數 (K) ノ値					
100	.0261	.0113	.0072	.0053	.0042	.0034
120	.0316	.0136	.0087	.0064	.0050	.0040
140	.0372	.0160	.0102	.0075	.0059	.0047
160	.0429	.0183	.0117	.0085	.0067	.0054
180	.0488	.0207	.0131	.0096	.0076	.0061
200	.0547	.0231	.0146	.0107	.0085	.0067
225	.0623	.0261	.0165	.0121	.0095	.0076
250	.0701	.0292	.0184	.0135	.0106	.0085
275	.0781	.0322	.0203	.0148	.0117	.0093
300	.0863	.0353	.0222	.0162	.0128	.0102
350	.1034	.0417	.0261	.0190	.0149	.0119
400	.1216	.0481	.0300	.0218	.0171	.0136
450	.1409	.0547	.0340	.0247	.0194	.0154
500	.1614	.0614	.0380	.0275	.0216	.0171
600	.2071	.0754	.0462	.0334	.0261	.0207
750	.2906	.0976	.0590	.0423	.0330	.0261
1000	.5000	.1387	.0816	.0579	.0449	.0353
1500	...	.2416	.1325	.0916	.0701	.0547

第四表續

2000	...	.3919	.1934	.1296	.0976	.0754
2500	...	.6459	.2687	.1728	.1279	.0976
3000	...	...	.3660	.2230	.1614	.1216
4000	...	...	.7042	.3544	.2416	.1759
5000	...	...	...	.5641	.3478	.2416
6000	...	...	...	1.0000	.5000	.3238
7000	...	...	...	...	.7500	.4315

(表ノ使用例) 鑄鐵製水壓筒ノ内徑 12" ナルモノアリ其受ケル内壓力 1500 听 (平方吋) トシ鑄鐵ノ應力 f 7000 听 (平方吋) トスルトキハ筒壁ノ厚サ如何

$t = Kd$ 表中ノ K 0.1325 ヲ求メ

$12 \times 0.1325 = 1.59$

之ヲ公式ニテ計算スルトキハ

$$t = \frac{12}{2} \left\{ \sqrt{\frac{3 \times 7000 + 2 \times 1500}{3 \times 7000 - 4 \times 1500} - 1} \right\}$$

$$= 6 \left\{ \sqrt{\frac{24000}{15000} - 1} \right\} = 6 \{ 1.265 - 1 \} = 1.59$$

略算ニ用ユル公式

$P \times (D - 2t) = 2t \times f$

(例 1) 某艦ノ主蒸氣管 (高壓筒ニ直接取付ケラルモノ) ハ外徑 13.25" ナル熔接銅管ニシテ其受ケル最大氣壓ハ每平方吋 155 听ナリ此ノ管ノ厚サ幾何 (498 頁ノ公式参照)

(解) $t = \frac{P \times D}{6000} + \frac{1}{16} = \frac{155 \times 13.25}{6000} + \frac{1}{16} = 0.4048$ 又ハ約 $\frac{7}{16}$

(例) 外徑 8.25", 厚サ $\frac{3}{16}$ " ナル引抜銅管アリ其受ケル内壓力ハ每平方吋 155 听ナルトキ此管ヲ水壓試験ニ供シタルトキ

ニ其材質断面ニ生ズル力ノ値如何
 但シ内壓力 90 听迄ヲ受クルモノハ水壓試験力ハ内壓力ノ
 二倍内壓力 90 听以上ナルトキハ(内壓力+90)トスルヲ規定ト
 ス

(解) $f = \frac{1}{2} \times \frac{PD}{t - \frac{1}{32}} = \frac{1}{2} \times \frac{(155+90) \times 8 \frac{1}{2}}{\frac{5}{32}} = 0860$ 听(平方吋)

(例 3) 某艦ノ主蒸氣管ハ鍛接毛拔接合ニシテ外徑 265[ミ
 ヲ]ニシテ内壓力 210 听ナリ管ノ厚サ當テ金ノ厚サ如何

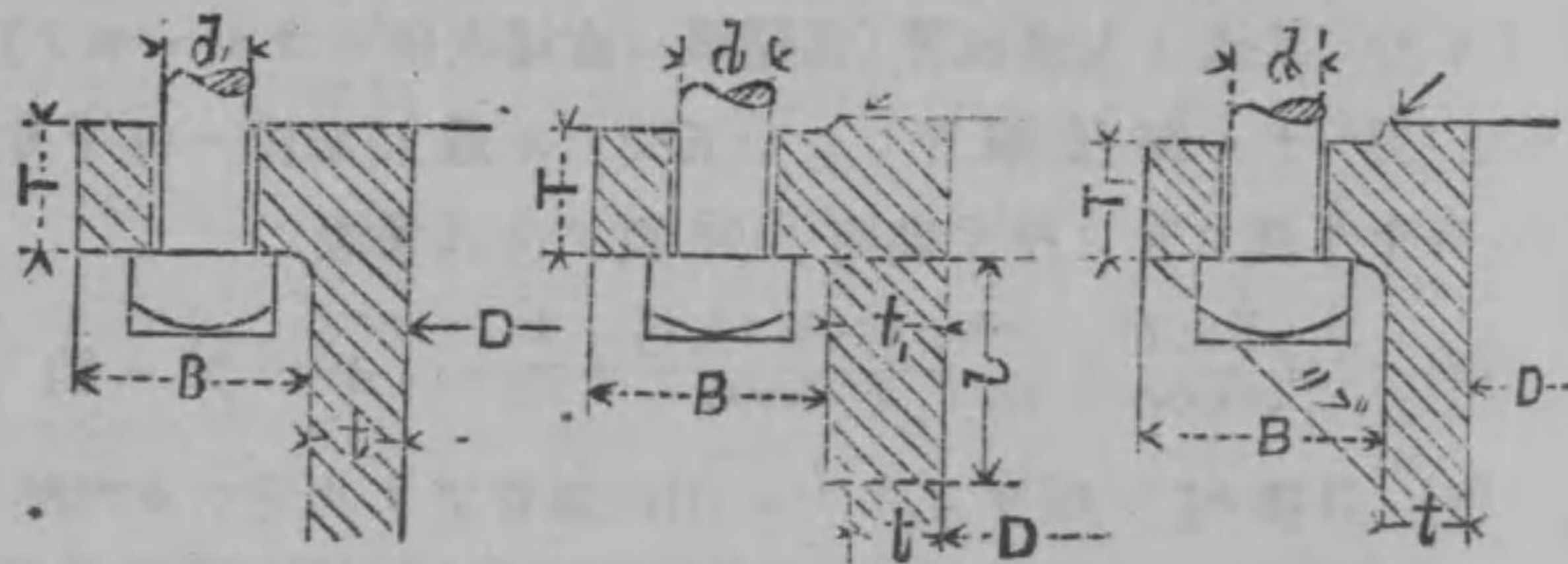
(解) $t = \frac{PD}{2f \times 0.7} + 0.08 = \frac{210 \times 10.4}{20000 \times 0.7} + 0.08 = 0.236$ 又ハ約 $\frac{1}{16}$ 吋

當テ金ノ厚サ = $0.236 + 0.0625 = 0.2985$ 又ハ約 $\frac{5}{16}$ 吋

○管ノ鏢及管接手ニ關スル摘録

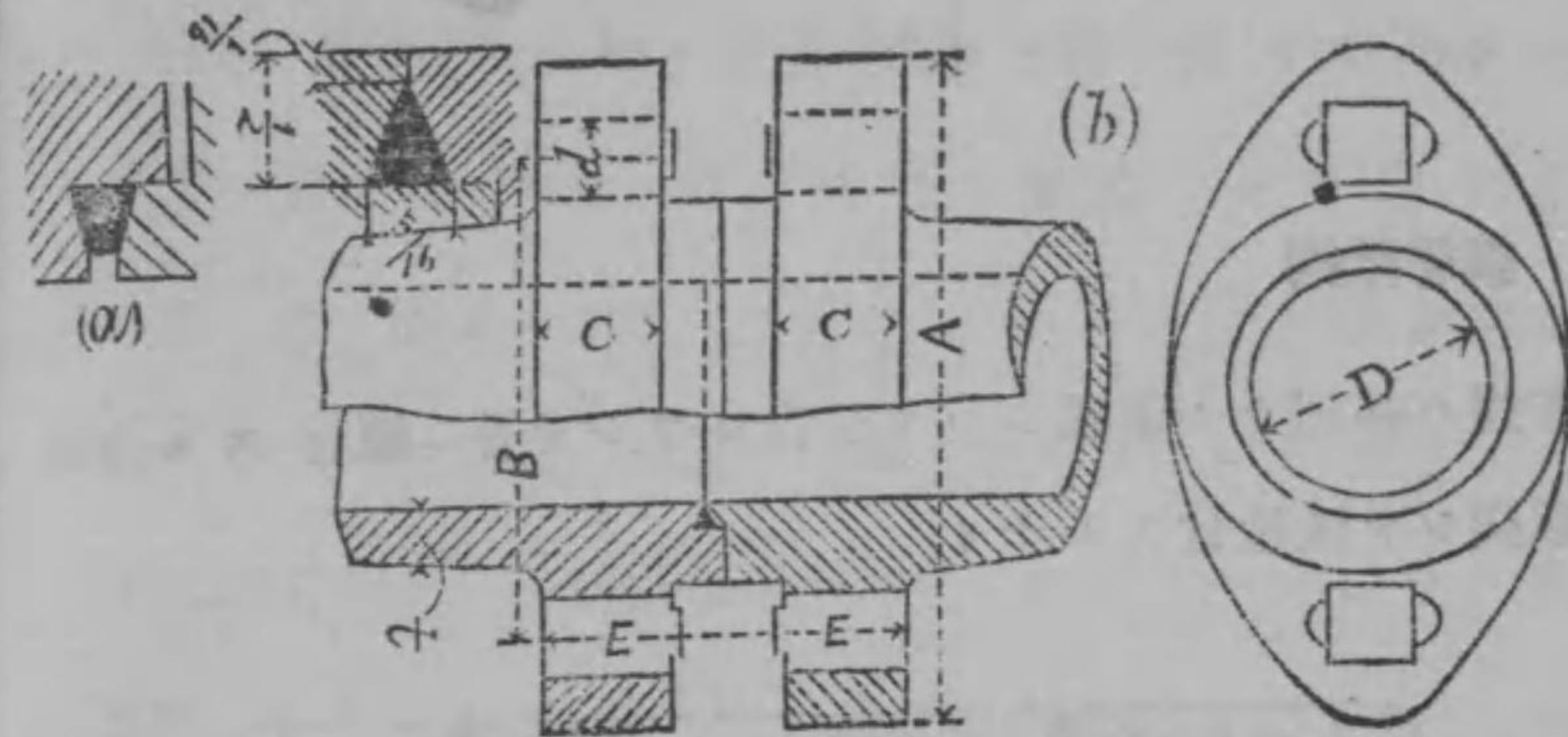
○ 鑄鐵管ノ鏢

- t = 吋ニテ表ス管ノ厚 D = 吋ニテ表ス管ノ内徑
 $t_1 = 1.2t$ $d = .83t + .3$ 吋
 $T = 1.4t + .15$ 吋 $B = 2.3d + .2$ 吋
 $T_1 = 1.2t$ $l = 2t + .6$ 吋
 リブノ厚 = $1.1t$ 螺釘ノ數 = $.6D + 2$



○ 水壓機用主管接手

[アームストロング]式管接手ハ(a)ニ於テ示シ「アームスト
 ロング」接手ヲ「エリントン」氏カ改良シタルモノハ(b)ニ於
 テ示セリ管ヲ平置スル時ニハ管鏢ノ長徑ハ水平ニ置クナリ
 接手ハ示シタル如キ管間ノV形凹孔ニ壓込ム所ノ「ガタパア
 ナア」ニヨリテ水密ニ保ツナリ



(a) 圖ハ略シ單ニ衛帶
 裝置ノミヲ示ス

P = 一平時ニ於ケル听ニテ表ス使用水壓力

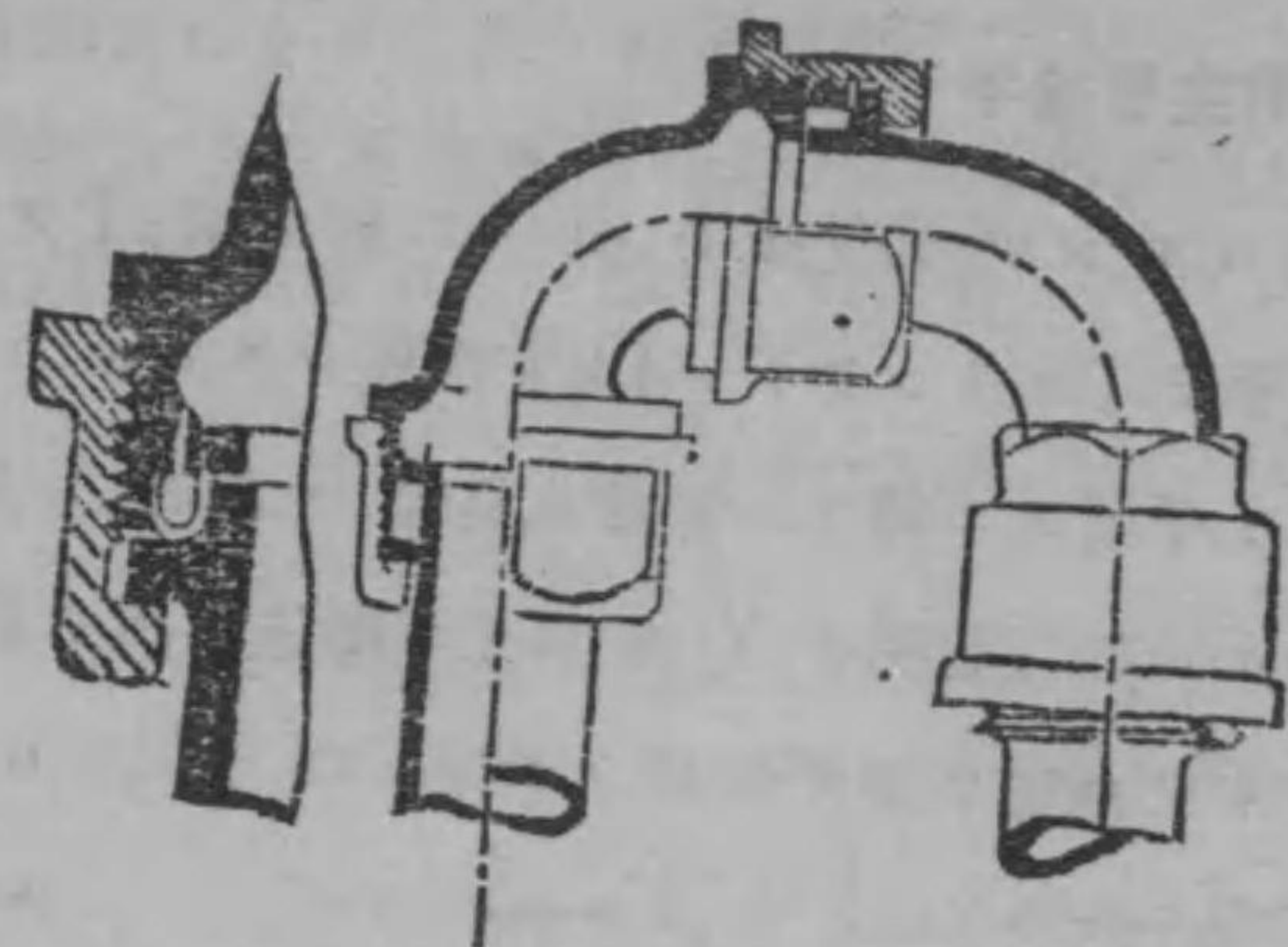
$t = \frac{PD}{5600} + \frac{1}{4}$ 吋 $d = \frac{D\sqrt{P}}{130} + \frac{3}{8}$ 吋

$a_1 = d + \frac{1}{8}$ 吋 $A = D + 2t + 6d$

$B = D + 2t + 2.7d$ $C = 2t$

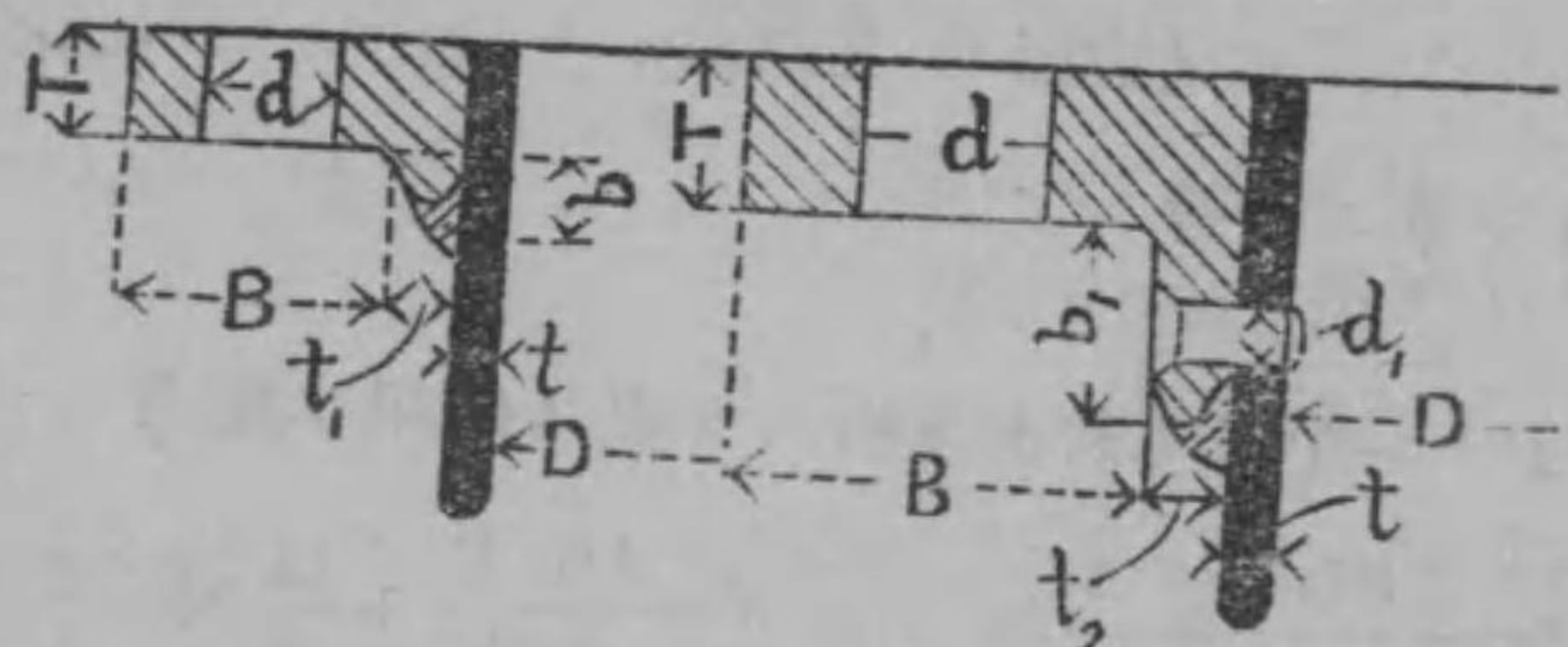
$E = 2t + \frac{1}{4}$ 吋

○ 水壓機管用自在接手(スウィブルジョイント)



○ 銅管用鈔

管鈔ハ強固ナル眞鍮ニヨリテ作クラレテ管ニ鐵付スルカ又ハ鉄綴シテ後鐵付スルナリ



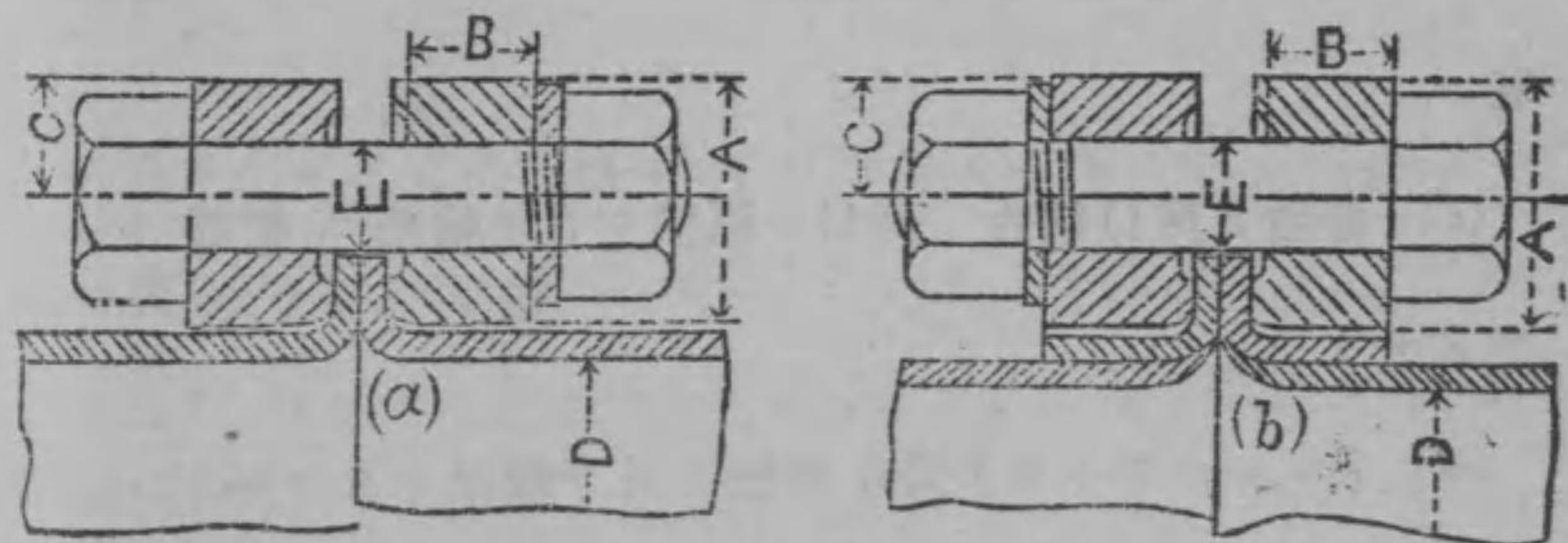
$D = \text{吋ニテ表ス管ノ内徑}$ $B = 2\frac{1}{4}d$ $d_1 = 1\frac{1}{2}t$
 $T = .15\sqrt{D} + .4 \text{ 吋 (高壓用)}$ $t_1 = \frac{1}{2}T$ $t_2 = \frac{1}{2}T + \frac{1}{8} \text{ 吋}$
 $= .15\sqrt{D} + .27 \text{ 吋 (低壓用)}$ $b = \frac{1}{2}T - \frac{1}{16} \text{ 吋}$ $b_1 = 3d_1$
 $d = T \text{ 吋}$ $1\frac{1}{2}T \text{ 吋ニ至ル間}$

螺釘ノ節(鍛鐵又ハ鋼鐵) = $4d \text{ 吋}$ 又 $5d$

鉄綴ノ節(銅) = $3d_1 \text{ 吋}$ 又 $3\frac{1}{2}d_1$

○ 銅管用「ボラブ」式管鈔

本式ハ英國「ダンバルテン」機械工場ノ「アール、ピル、ボラブ」氏ノ專賣特許ナリ銅管カ引抜ニテ製造サレタルモノナレバ (a) ニ於テ示セル如ク管端ヲ曲ケテ鈔ト爲スモ可ナレトモ (b) ニ於テ示セル如ク鈔ヲ別個ニ製造スルヲ善シトス
ジョイントリング
 接手 鈔ハ鑄鋼ニテ作ルヲ善シトスレトモ亦鑄鐵 鍛鐵或ハ鋼鐵ヲ使用スルヲ得ヘシ鈔ハ一個ニテモ善ケレトモ半分ノモノヲ二個若シクハ四個組合セテ作クルモ可ナリコレ等ノ接手ハ直徑 $1\frac{1}{2}$ 吋 又 36 吋ニ至ル蒸氣給水及廢氣管ニ用ルヲ得ヘシ



次表ニ示ス寸法ハ總ベテ吋ニテ表セリ

(第五表)

D	A	B	C	E	N	D	A	B	C	E	N
1½	1¼	¾	⅞	¾	5	5	2⅛	I	I	I	8
2	1⅞	1⅜	”	”	”	6	2⅜	1⅞	”	”	9
2½	”	”	”	”	6	7	2⅝	1⅞	1⅞	1⅞	”
3	1⅝	⅞	1⅞	⅞	”	8	”	”	”	”	10
3½	”	”	”	”	”	9	”	1⅞	”	”	”
4	2	1⅝	”	”	7	10	”	1¼	”	”	11
4½	”	”	”	”	8	11	”	”	”	”	”

N=螺釘ノ數

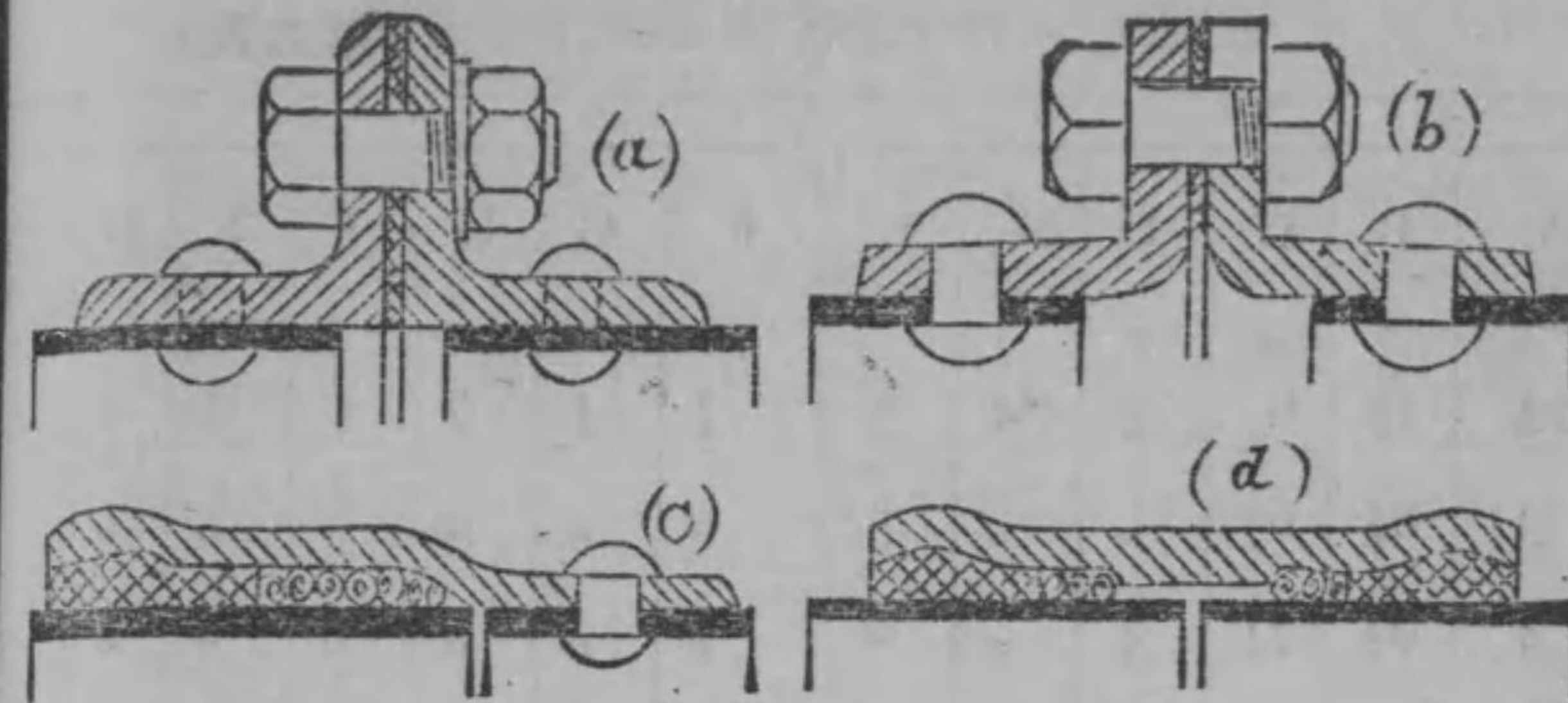
○ 薄キ鑄鐵及鋼鐵管用接手鐔

(a) 圖ニ示ス管鐔ハ角鐵ヲ輪形ニ曲ケ鍛接シテ作リタルモノナリ

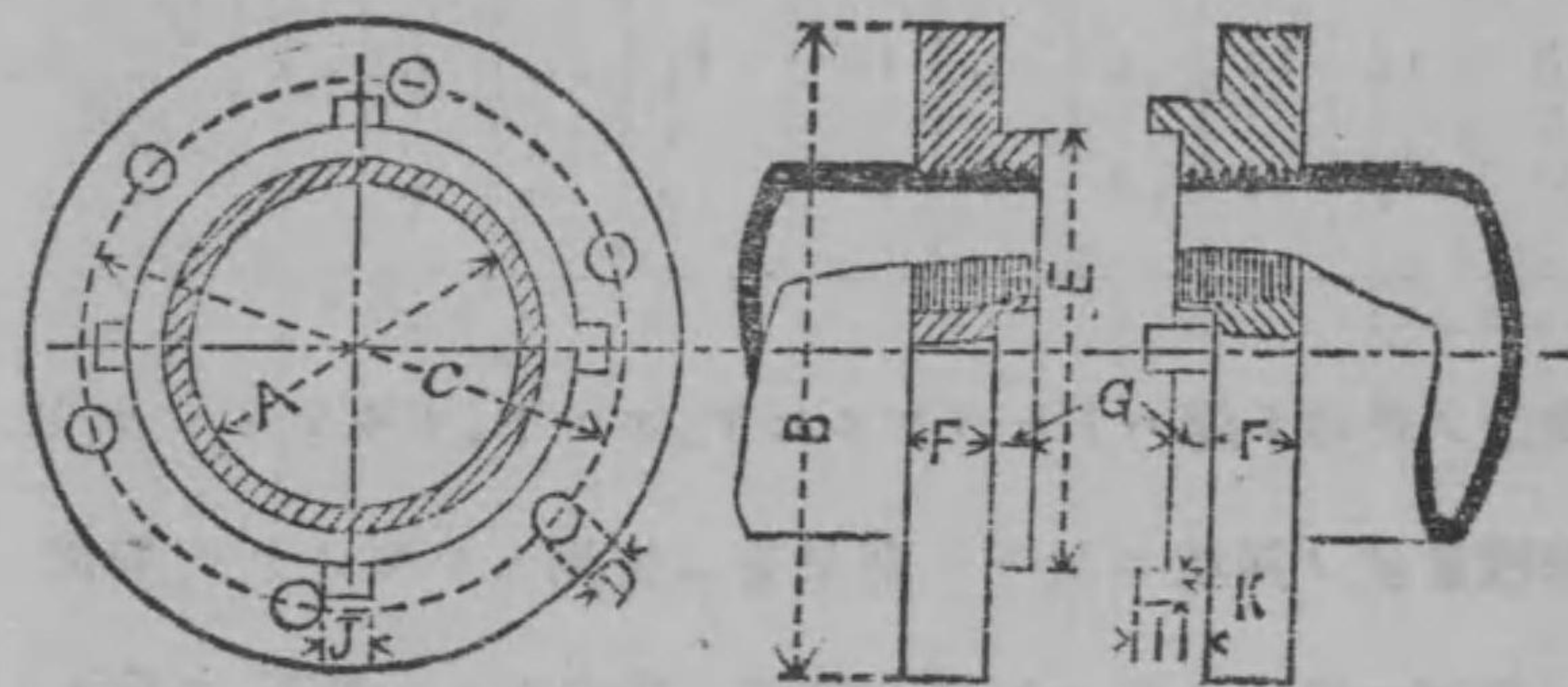
(b) 圖ハ板ヨリ鐔形ヲ打出シテ製シタルモノナレバ鍛接部無シ

(c) 普通ノ挿口接合 挿口ハ輻繞シ且ツ輪形ニ鍛接シタルモノナリ

(d) 「キンバアレエ」接合 輻繞シ且ツ鍛接シタル輪形ハ二個ノ挿口ヲ有ス挿口接合ハ通常織物又ハ鉛ニテ水密ニ爲スナリ



○ 鑄鐵管用鑄鐵製管鐔螺絲ヲ施シタルモノ



次表ニ用ユル寸法ハ總ベテ吋ヲ用ヒタリ N₁=螺釘ノ數

N₂=突子(ラツク)ノ數

(第六表)

A	B	C	D	N ₁	E	F	G	H	J	K	N ₂
3	7 $\frac{3}{4}$	6	$\frac{3}{4}$	4	5	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	4
3 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{3}{4}$	"	"	5 $\frac{1}{2}$	"	"	"	"	"	"
4	9 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$	"	6	$\frac{7}{8}$	"	"	"	"	"
5	10 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	"	"	7	"	"	"	"	"	"
6	12	10	"	6	8	1	"	"	"	"	"
7	13	11	"	"	9	"	"	"	"	"	"
8	14	12	"	"	10	1 $\frac{1}{4}$	"	"	1	$\frac{5}{8}$	6
10	16 $\frac{1}{4}$	14	1	8	12	"	"	"	"	"	"

前記ノ管接手鏢ハ「ヒラデルヒヤ、エンド、リキデザイン」炭坑製鐵會社ノ炭坑ニ於ケル蒸氣管ニ使用セルモノナリ 管鏢ハ管ニ強固ニ捻込ミ管ノ端部ハ管鏢ノ接觸面ト一平面ヲ爲スナリ突子ハ一方ノ管鏢ニ鑄付ラレツノ内面ハ旋削セラレテ他ノ管鏢ノ接觸面ニ適合スル様ニ製造サルナリ接合ハ管ノ接合面ナル突子ノ内側ニ輪形ノ護謨板ヲ挿入スル事ニヨリ氣密ニ保ツナリ管ハ十六呎ヨリ 20 呎ニ至ル間ノ長ニ於テ接合サルモノトス

鋼管用青銅鏢(壓力三十呎)ノ割合表 (第七表)

管ノ内徑 (吋)	フレンヂ			ホールト	
	徑 (吋)	A (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
1	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	4	$\frac{5}{8}$
1 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{7}{8}$	$\frac{7}{16}$	3 $\frac{1}{2}$	4	"
2	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	3 $\frac{7}{8}$	"	"
2 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	4 $\frac{1}{8}$	6	"
3	5 $\frac{7}{8}$	"	4 $\frac{1}{2}$	"	"
3 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{8}$	"	4 $\frac{3}{4}$	"	"
4	6 $\frac{1}{4}$	"	5 $\frac{1}{8}$	"	"
4 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{2}$	"	5 $\frac{1}{4}$	"	"
5	6 $\frac{3}{4}$	"	5 $\frac{3}{8}$	"	"
5 $\frac{1}{2}$	7	"	5 $\frac{5}{8}$	"	"
6	7 $\frac{1}{4}$	"	5 $\frac{7}{8}$	"	"
6 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{2}$	"	6 $\frac{1}{8}$	8	"
7	7 $\frac{3}{4}$	"	6 $\frac{3}{8}$	"	"
7 $\frac{1}{2}$	8	"	6 $\frac{5}{8}$	"	"
8	8 $\frac{1}{4}$	"	6 $\frac{7}{8}$	"	"
8 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	"	7 $\frac{1}{8}$	"	"
	9	"	7 $\frac{3}{8}$	"	"
	9 $\frac{1}{4}$	"	7 $\frac{5}{8}$	"	"
	9 $\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	8 $\frac{1}{8}$	"	"
	10 $\frac{5}{8}$	$\frac{11}{16}$	9	"	$\frac{3}{4}$
	10 $\frac{7}{8}$	"	9 $\frac{1}{4}$	10	"
	11 $\frac{1}{8}$	"	9 $\frac{1}{2}$	"	"
	11 $\frac{3}{8}$	"	9 $\frac{3}{4}$	"	"
	11 $\frac{5}{8}$	"	10	"	"
	11 $\frac{7}{8}$	"	10 $\frac{1}{4}$	"	"
	12 $\frac{1}{8}$	"	10 $\frac{1}{2}$	"	"
	12 $\frac{3}{8}$	"	10 $\frac{3}{4}$	"	"
	12 $\frac{5}{8}$	"	11	12	"
	13 $\frac{1}{8}$	"	11 $\frac{1}{2}$	"	"
	13 $\frac{3}{8}$	"	12	"	"
	14 $\frac{1}{4}$	"	12 $\frac{1}{2}$	"	"

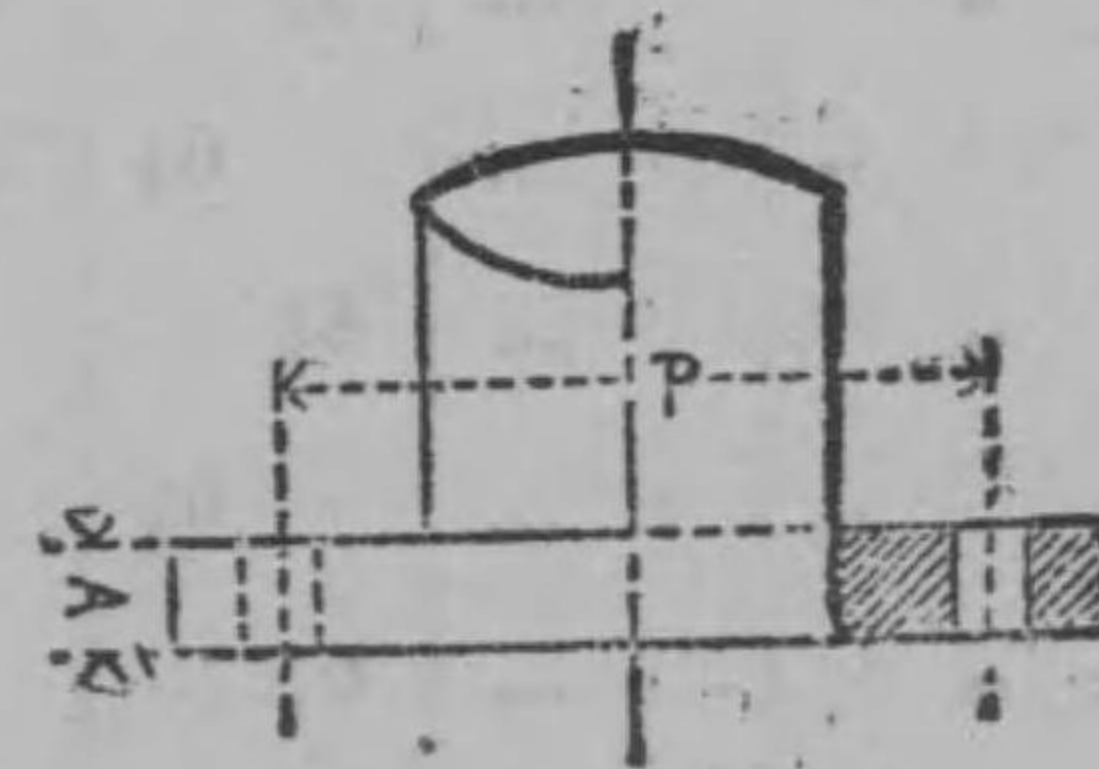
銅管用青銅鈔

管ノ内徑 (吋)	フレンヂ			ボールド	
	徑 (吋)	A (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
9	14 ⁵ / ₈	1 ¹ / ₈	13	12	3/4
9 1/4	15 ¹ / ₈	"	13 1/2	12	3/4
9 1/2	15 ⁵ / ₈	"	14	14	"
9 3/4	16 ¹ / ₈	"	14 1/2	"	"
10	16 ⁵ / ₈	"	15	"	"
10 1/4	17 ¹ / ₈	"	15 1/2	"	"
10 1/2	17 ⁵ / ₈	3/4	16	"	"
10 3/4	18 ¹ / ₈	"	16 1/2	"	"
14	18 ⁵ / ₈	"	17	"	"
14 1/2	19 ¹ / ₈	"	17 1/2	16	"
15	19 ⁵ / ₈	"	18	"	"
15 1/2	20 ¹ / ₈	"	18 1/2	"	"
16	20 ⁵ / ₈	"	19	"	"
16 1/2	21 ¹ / ₈	"	19 1/2	18	"
17	21 ⁵ / ₈	"	20	"	"
17 1/2	22 ¹ / ₈	"	20 1/2	"	"
18	22 ⁵ / ₈	"	21	"	"
18 1/2	23 ¹ / ₈	"	21 1/2	"	"
19	23 ⁵ / ₈	"	22	20	"
19 1/2	24 ¹ / ₈	"	22 1/2	"	"
20	24 ⁵ / ₈	"	23	"	"
20 1/2	25 ¹ / ₈	"	23 1/2	"	"
21	25 ⁵ / ₈	1 3/8	24	"	"
21 1/2	26 ¹ / ₈	"	24 1/2	"	"
22	26 ⁵ / ₈	"	25	"	"
22 1/2	27 ¹ / ₄	"	25 7/8	22	7/8
23	28 ¹ / ₄	"	26 3/8	"	7/8
23 1/2	28 ³ / ₄	"	26 7/8	"	"
24	29 ¹ / ₄	"	27 3/8	"	"
24 1/2	29 ³ / ₄	"	27 7/8	"	"
25	30 ¹ / ₄	7/8	27 7/8	"	"
25 1/2	30 ³ / ₄	"	28 7/8	"	"

(壓力三十噸)ノ割合表

(第七表續)

管ノ内徑 (吋)	フレンヂ			ボールド	
	徑 (吋)	A (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
26	31 ¹ / ₄	7/8	29 ³ / ₈	22	7/8
26 1/2	31 ³ / ₄	1 1/8	29 ⁷ / ₈	24	"
27	32 ¹ / ₄	"	30 ³ / ₈	"	"
27 1/2	32 ³ / ₄	"	30 ⁷ / ₈	"	"
28	33 ¹ / ₄	"	31 ³ / ₈	"	"
28 1/2	33 ³ / ₄	"	31 ⁷ / ₈	"	"
29	34 ¹ / ₄	"	32 ³ / ₈	"	"
29 1/2	34 ³ / ₄	"	32 ⁷ / ₈	26	"
30	35 ¹ / ₄	"	33 ³ / ₈	"	"



○ 鋼管150呎ノ壓力

管ノ内徑 (吋)	フ レ ン ギ				ホ ー ル ト	
	徑 (吋)	A (吋)	B (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
1	4 $\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	...	3 $\frac{1}{8}$	4	$\frac{5}{8}$
1 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{7}{8}$	$\frac{9}{16}$	...	3 $\frac{1}{2}$	"	"
1 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	...	3 $\frac{7}{8}$	6	"
1 $\frac{3}{8}$	5 $\frac{1}{2}$	"	...	4 $\frac{1}{8}$	"	"
2	5 $\frac{7}{8}$	$\frac{11}{16}$	...	4 $\frac{1}{2}$	"	"
2 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{8}$	"	...	4 $\frac{3}{4}$	8	"
2 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{1}{4}$	"	...	4 $\frac{7}{8}$	"	"
2 $\frac{3}{4}$	6 $\frac{1}{2}$	"	...	5 $\frac{1}{8}$	"	"
3	6 $\frac{3}{4}$	"	...	5 $\frac{3}{8}$	"	"
3 $\frac{1}{4}$	7	"	...	5 $\frac{5}{8}$	"	"
3 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{4}$	"	...	5 $\frac{7}{8}$	10	"
3 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	"	...	6 $\frac{1}{8}$	"	"
4	7 $\frac{3}{4}$	"	...	6 $\frac{3}{8}$	"	"
4 $\frac{1}{4}$	8	"	...	6 $\frac{5}{8}$	"	"
4 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{4}$	"	...	6 $\frac{7}{8}$	"	"
4 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{1}{2}$	"	...	7 $\frac{1}{8}$	"	"

ニ對スル鑄金管鐫寸法表 (第八表)

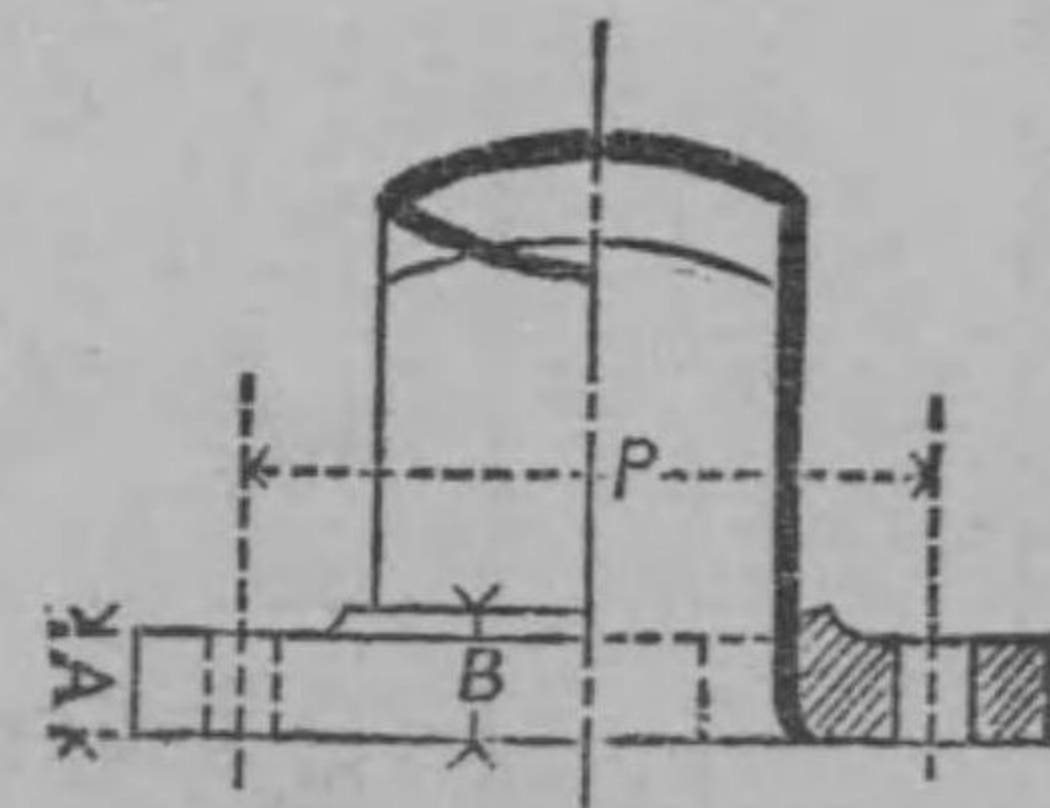
管ノ内徑 (吋)	フ レ ン ギ				ホ ー ル ト	
	徑 (吋)	A (吋)	B (吋)	(吋)	數	徑 (吋)
5	8 $\frac{3}{4}$	$\frac{11}{16}$	$\frac{15}{16}$	7 $\frac{3}{8}$	10	$\frac{5}{8}$
5 $\frac{1}{4}$	9	$\frac{3}{4}$	1	7 $\frac{5}{8}$	"	"
5 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	"	"	7 $\frac{7}{8}$	"	$\frac{3}{4}$
5 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{1}{2}$	$\frac{13}{16}$	1 $\frac{1}{16}$	8 $\frac{1}{8}$	12	"
6	10 $\frac{5}{8}$	$\frac{7}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	9	"	"
6 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{7}{8}$	"	"	9 $\frac{1}{4}$	"	"
6 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{1}{8}$	"	"	9 $\frac{1}{2}$	"	"
6 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{3}{8}$	"	"	9 $\frac{3}{4}$	"	"
7	11 $\frac{5}{8}$	"	"	10	"	"
7 $\frac{1}{4}$	11 $\frac{7}{8}$	"	"	10 $\frac{1}{4}$	"	"
7 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{1}{8}$	"	"	10 $\frac{1}{2}$	"	"
7 $\frac{3}{4}$	12 $\frac{3}{8}$	"	"	10 $\frac{3}{4}$	"	"
8	12 $\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	1 $\frac{1}{4}$	11	"	"
8 $\frac{1}{2}$	13 $\frac{1}{8}$	"	"	11 $\frac{1}{2}$	14	"
9	13 $\frac{5}{8}$	"	"	12	"	"
9 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{8}$	"	"	12 $\frac{1}{2}$	"	"

鋼管150呎ノ壓力

管ノ内徑 (吋)	フ レ ン ギ				ホ ー ル ト	
	徑 (吋)	A (吋)	B (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
10	14 $\frac{5}{8}$	$\frac{15}{16}$	1 $\frac{1}{4}$	13	14	$\frac{3}{4}$
10 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{8}$	1	1 $\frac{5}{16}$	13 $\frac{1}{2}$	"	"
11	15 $\frac{7}{8}$	"	"	14 $\frac{1}{4}$	16	"
11 $\frac{1}{2}$	16 $\frac{3}{8}$	"	"	14 $\frac{3}{4}$	"	"
12	16 $\frac{7}{8}$	"	"	15 $\frac{1}{4}$	"	"
12 $\frac{1}{2}$	17 $\frac{3}{8}$	"	"	15 $\frac{3}{4}$	"	"
13	17 $\frac{7}{8}$	"	"	16 $\frac{1}{4}$	18	$\frac{7}{8}$
13 $\frac{1}{2}$	19	"	"	17 $\frac{1}{8}$	"	$\frac{1}{8}$
14	19 $\frac{1}{2}$	"	1 $\frac{5}{16}$	17 $\frac{5}{8}$	"	"
14 $\frac{1}{2}$	20	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{8}$	"	"
15	20 $\frac{1}{2}$	"	"	18 $\frac{5}{8}$	"	"
15 $\frac{1}{2}$	21	"	"	19 $\frac{1}{8}$	20	"
16	21 $\frac{1}{2}$	"	"	19 $\frac{5}{8}$	"	"
16 $\frac{1}{2}$	22	"	"	20 $\frac{1}{8}$	"	"
17	22 $\frac{1}{2}$	"	"	20 $\frac{5}{8}$	"	"
17 $\frac{1}{2}$	23	"	"	21 $\frac{1}{8}$	22	"

ニ對スル鍍金管鍔寸法表 (第八表續)

管ノ内徑 (吋)	フ レ ン ギ				ホ ー ル ト	
	徑 (吋)	A (吋)	B (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
18	23 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{2}$	21 $\frac{5}{8}$	18	$\frac{7}{8}$
18 $\frac{1}{2}$	24	"	"	22 $\frac{1}{8}$	22	$\frac{7}{8}$
19	25 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{9}{16}$	23 $\frac{1}{8}$	"	"
19 $\frac{1}{2}$	26	"	"	23 $\frac{7}{8}$	24	"
20	27	"	"	24 $\frac{3}{8}$	"	"
20 $\frac{1}{2}$	27 $\frac{1}{2}$	"	"	24 $\frac{7}{8}$	"	"
21	28	"	"	25 $\frac{3}{8}$	"	"
21 $\frac{1}{2}$	28 $\frac{1}{2}$	"	"	25 $\frac{7}{8}$	"	"
22	29	"	"	26 $\frac{3}{8}$	"	"
22 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{1}{2}$	"	"	26 $\frac{7}{8}$	"	"
33	...	"	"	27 $\frac{3}{8}$	"	"
23 $\frac{1}{2}$	...	"	"	27 $\frac{7}{8}$	"	"
24	...	"	"	28 $\frac{3}{8}$	"	"



鋼管壓力 250 听ニ對スル割合

(第九表續)

孔ノ直徑(吋)	管鏢ノ直徑(吋)	鋼管及鋼管鏢						螺釘				
		C	D	E	F	鉄 數	直徑	管ノ厚サ 引拔	鍛接	數	直徑	圈孔ノ直徑
11 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{16}$	...	3 $\frac{3}{16}$	20	1 $\frac{3}{16}$	...	1 $\frac{1}{2}$	18	"	16 $\frac{3}{8}$
12	18 $\frac{7}{8}$	1 $\frac{3}{16}$	2 $\frac{1}{4}$	...	3 $\frac{1}{2}$	"	"	7 $\frac{7}{8}$	"	"	"	17
12 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	"	"	...	"	"	"	"	9 $\frac{9}{16}$	"	"	17 $\frac{5}{8}$
13	20 $\frac{1}{8}$	"	"	...	"	22	"	"	"	20	"	18 $\frac{1}{4}$
13 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{3}{4}$	"	"	...	"	"	"	"	5 $\frac{5}{8}$	"	"	18 $\frac{7}{8}$
14	21 $\frac{3}{4}$	"	1 $\frac{3}{16}$	...	"	"	"	"	"	"	"	19 $\frac{5}{8}$
14 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{4}$	"	...	3 $\frac{9}{16}$	24	"	"	2 $\frac{1}{2}$	"	"	20 $\frac{1}{8}$
15	22 $\frac{7}{8}$	"	"	...	"	"	"	"	"	"	"	20 $\frac{3}{4}$

鋼管壓力 300 听ニ對スル割合

(第十表)

孔ノ直徑(吋)	管鏢ノ直徑(吋)	鋼管及鋼管鏢						螺釘				
		C	D	E	F	鉄 數	直徑	管ノ厚サ 引拔	鍛接	數	直徑	圈孔ノ直徑
2 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{5}{16}$	1 $\frac{1}{16}$	...	...	...	3 $\frac{3}{16}$	...	8	5 $\frac{5}{8}$	4 $\frac{3}{4}$
2 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{8}$	"	"	"	...	...	...	"	"	"	"	5 $\frac{1}{2}$
3	7 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{16}$	3 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	...	...	...	"	"	10	"	5 $\frac{7}{8}$
3 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{3}{4}$	"	"	"	...	...	...	"	7 $\frac{7}{8}$	"	"	6 $\frac{1}{2}$
3 $\frac{3}{4}$	8 $\frac{1}{8}$	"	"	"	...	...	...	"	"	"	"	6 $\frac{3}{4}$
4	8 $\frac{5}{8}$	"	"	"	...	...	...	"	"	"	"	7
4 $\frac{1}{4}$	9	7 $\frac{7}{8}$	1 $\frac{3}{8}$	"	...	...	...	1 $\frac{5}{16}$	"	"	"	7 $\frac{3}{8}$
4 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{4}$	"	"	"	...	...	...	"	"	"	"	7 $\frac{5}{8}$
4 $\frac{3}{4}$	9 $\frac{5}{8}$	"	"	"	...	...	...	"	"	12	"	8
5	10 $\frac{1}{2}$	"	"	"	2 $\frac{5}{8}$	...	...	"	1 $\frac{1}{4}$	"	"	8 $\frac{1}{4}$
5 $\frac{1}{4}$	10 $\frac{1}{2}$	"	1 $\frac{7}{16}$	"	2 $\frac{1}{8}$	...	...	0 $\frac{9}{16}$	5 $\frac{5}{16}$	"	"	8 $\frac{5}{8}$
5 $\frac{1}{2}$	10 $\frac{3}{4}$	"	1 $\frac{7}{16}$	"	2 $\frac{1}{16}$	14	"	1 $\frac{7}{16}$	1 $\frac{7}{16}$	"	"	8 $\frac{1}{2}$
5 $\frac{3}{4}$	11 $\frac{1}{8}$	"	1 $\frac{1}{2}$	"	"	"	"	"	2 $\frac{1}{4}$	"	"	9 $\frac{1}{2}$

鋼管壓力300听ニ對スル割合

(第十表續)

孔ノ直徑(吋)	管鏢ノ直徑(吋)	鋼管及鋼管鏢						螺釘				
		C	D	E	F	數	直徑	管ノ厚 引拔	鍍接	數	直徑	圈孔直徑
6 $\frac{1}{2}$	11 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{5}{16}$	1 $\frac{1}{2}$	...	2 $\frac{3}{4}$	14	5 $\frac{5}{8}$	...	2 $\frac{1}{32}$	14	2 $\frac{1}{8}$	9 $\frac{3}{8}$
6 $\frac{3}{4}$	12	"	"	...	"	"	"	...	2 $\frac{3}{64}$	"	"	10
7	12 $\frac{3}{8}$	"	"	...	"	16	"	...	2 $\frac{3}{8}$	"	"	10 $\frac{3}{8}$
7 $\frac{1}{8}$	12 $\frac{5}{8}$	"	9 $\frac{9}{16}$	...	2 $\frac{13}{16}$	"	"	...	2 $\frac{3}{8}$	"	"	10 $\frac{3}{4}$
7 $\frac{1}{2}$	12 $\frac{7}{8}$	"	"	...	"	"	"	...	"	16	"	11
7 $\frac{3}{4}$	13 $\frac{1}{4}$	"	"	...	"	"	"	...	"	"	"	11 $\frac{1}{8}$
8	13 $\frac{3}{4}$	"	"	...	"	"	"	...	1 $\frac{13}{32}$	"	"	11 $\frac{5}{8}$

8 $\frac{1}{2}$	14 $\frac{1}{2}$	"	1 $\frac{5}{8}$	...	2 $\frac{15}{16}$	"	3 $\frac{3}{8}$	...	1 $\frac{7}{16}$	"	"	12 $\frac{1}{2}$
9	14 $\frac{3}{4}$	1	1 $\frac{1}{2}$	...	3	"	"	...	1 $\frac{5}{16}$	"	"	13 $\frac{1}{8}$
9 $\frac{1}{2}$	15 $\frac{1}{8}$	"	"	...	"	18	"	...	1 $\frac{5}{16}$	18	"	13 $\frac{3}{8}$
10	16 $\frac{1}{2}$	"	"	...	"	"	"	...	1 $\frac{5}{16}$	"	"	14 $\frac{5}{8}$
10 $\frac{1}{2}$	17	"	1 $\frac{1}{16}$	...	3 $\frac{1}{2}$	20	13 $\frac{13}{16}$	...	1 $\frac{1}{2}$	"	"	15 $\frac{1}{8}$
11	17 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{16}$	1 $\frac{1}{16}$	...	3 $\frac{3}{16}$	"	"	...	1 $\frac{7}{32}$	"	"	15 $\frac{1}{4}$
11 $\frac{1}{2}$	18 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{8}$	"	...	3 $\frac{1}{2}$	"	"	...	1 $\frac{7}{32}$	"	"	16 $\frac{3}{8}$
12	18 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{3}{8}$	...	3 $\frac{9}{16}$	"	"	...	1 $\frac{7}{8}$	"	"	17
12 $\frac{1}{2}$	19 $\frac{1}{2}$	"	"	...	"	"	"	...	1 $\frac{9}{16}$	"	"	17 $\frac{1}{8}$
13	20 $\frac{1}{8}$	"	"	...	"	22	"	...	1 $\frac{9}{16}$	20	"	18 $\frac{1}{4}$
13 $\frac{1}{2}$	20 $\frac{3}{4}$	"	"	...	"	"	"	...	1 $\frac{5}{8}$	"	"	18 $\frac{1}{2}$
14	21 $\frac{3}{4}$	"	1 $\frac{3}{16}$	...	"	"	"	...	1 $\frac{5}{8}$	"	"	19 $\frac{5}{8}$
14 $\frac{1}{2}$	22 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{5}{16}$	"	...	3 $\frac{5}{8}$	24	"	...	1 $\frac{13}{32}$	"	"	20 $\frac{1}{8}$
15	22 $\frac{7}{8}$	"	"	...	"	"	"	...	1 $\frac{13}{32}$	"	"	20 $\frac{3}{8}$

銅管及砲銅鑄部ノ割合 (第十一表)

250 (听) (520頁 (I) 圖ヲ見)

孔ノ直徑 (吋)	管ノ直徑 (吋)	砲銅鑄		螺釘	
		A (吋)	B (吋)	管ノ厚 (吋)	數
1	4 1/8	9/16	3/4	1/8	4
1 1/4	4 3/8	5/8	13/16	"	6
1 1/2	4 1/2	11/16	15/16	"	"
1 3/4	5 1/8	1 1/4	"	"	"
2	5 1/2	"	I.	3/16	8
300 (听) (同上)					
1	4 1/2	9/16	3/4	1/8	4
1 1/4	4 7/8	5/8	13/16	"	6
1 1/2	5 1/4	11/16	15/16	"	"
1 3/4	5 3/4	1 1/4	"	1/4	"
2	5 7/8	"	I.	"	8

銅管 650 听ニ對スル鑄管鑄寸法表 (第十二表)

管ノ内徑 (吋)	フレンヂ			ボルト	
	フレンヂノ徑 (吋)	A (吋)	P (吋)	數	徑 (吋)
1	4 5/8	5/8	3 1/4	6	5/8
1 1/4	4 7/8	3/4	3 1/2	"	"
1 1/2	5 3/8	"	4	"	"
1 3/4	5 3/4	7/8	4 3/8	8	"
2	6 1/4	"	4 7/8	"	3/4
2 1/4	6 3/4	"	5 1/8	"	"
2 1/2	7	"	5 3/8	"	"
2 3/4	7 1/4	"	5 5/8	"	"
3	7 5/8	15/16	6	10	"
3 1/4	7 7/8	"	6 1/4	"	"
3 1/2	8 1/4	"	6 5/8	"	"
3 3/4	8 5/8	"	7	"	"
4	9	"	7 3/8	12	"
4 1/4	9 3/8	"	7 3/4	"	"
4 1/2	9 5/8	"	8	"	"
4 3/4	10	I.	8 3/8	"	"
5	10 7/8	"	9	"	7/8
5 1/4	11 1/8	"	9 1/4	"	"
5 1/2	11 1/2	1 1/8	9 5/8	"	"
5 3/4	11 3/4	"	9 7/8	"	"
6	12 1/8	"	10 1/4	14	"

A. P. ハ(第七表)ノ圖ヲ見ヨ

壓力 300 听 = 對

s	3½	4	4½	5	5½	6
輻	6	6	6	6	6	6
A	10	10	13	13	15	15
B	¾	¾	⅞	⅞	I	I
C	⅝ × ¾	”	⅞ × ⅞	”	½ × I	”
D	⅞ × ⅞	”	½ × I	”	⅞ × I½	”
E	I¼	”	I⅞	”	2⅞	”
F	I¼	”	I½	”	I¼	”
G	⅜	”	⅞	½	½	”
H	2	2¼	...	2⅝	2⅞	3
I	2⅝	2¾	2⅞	3	3½	3½
J	4⅜	4½	4¾	5	5½	5½
J'	⅜	⅜	⅜	½	⅝	⅝
K	3⅞	3¼	3½	4	4¼	4½
L	⅜	⅜	⅞	⅞	½	½
M	3¾	4	4⅞	4⅝	5¼	5¼
N	6⅞	7⅞	7⅞	8¼	8⅞	8⅞
O	⅝	⅝	⅝	⅝	¾	¾
P	I⅞	I¼	I⅞	I½	I½	I½
Q	2¼	2⅞	2⅝	2¾	2⅞	3⅞
R	⅝	⅝	⅝	⅝	⅞	⅞
S	8⅞	8¼	9⅞	10	10⅞	11¼
T	2	2⅞	2⅞	2⅞	2½	2½

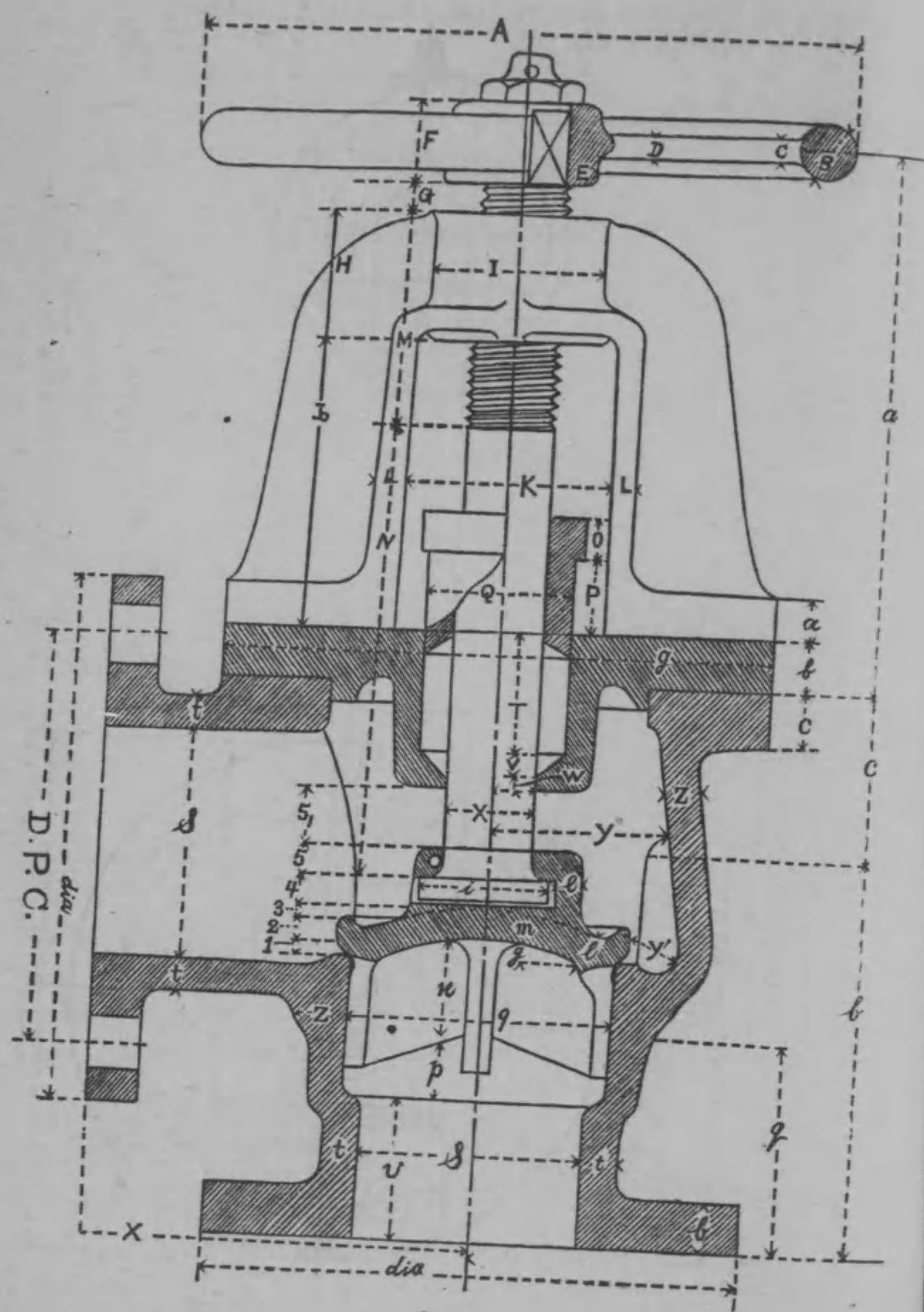
スル 弁ノ 割合 表

(第十三表)

s	3½	4	4½	5	5½	6
輻	6	6	6	6	6	6
U	...	...	...	...	...	...
V	⅞	⅞	⅞	⅞	⅞	⅞
W	⅜	⅜	⅜	⅞	½	½
X	I⅞	I½	I⅞	I¼	I⅞	2
Y	3⅞	3⅞	3¾	4¼	4¼	5¼
Y'	⅜	⅜	½	⅝	¾	⅞
Z	½	⅞	⅞	⅝	¾	⅞
a	⅝	⅝	⅝	⅞	¾	¾
b	⅞	⅞	⅞	⅞	⅞	⅞
c	⅞	⅞	⅞	⅞	I⅞	I⅞
d	8⅞	8⅞	9⅞	9⅞	10⅞	10⅞
e	2⅞	2⅞	3⅞	3⅞	3⅞	4⅞
f	6	6½	6⅞	7¼	7⅞	8⅞
g	3¼	3½	3⅞	3¾	4	4¼
h	⅞	⅞	⅞	⅞	⅞	⅞
i	2	2⅞	2¼	2⅞	2⅞	2⅞
j	⅜	⅜	⅞	⅞	½	½
l	”	⅞	½	½	½	⅞
m	⅝	⅝	⅞	¾	¾	⅞
n	I½	I¼	2	2⅞	2¼	2½
p	½	⅝	⅝	¾	¾	¾
q	4	4⅞	5	5½	6	6⅞
r	½	⅞	⅞	⅝	¾	⅞

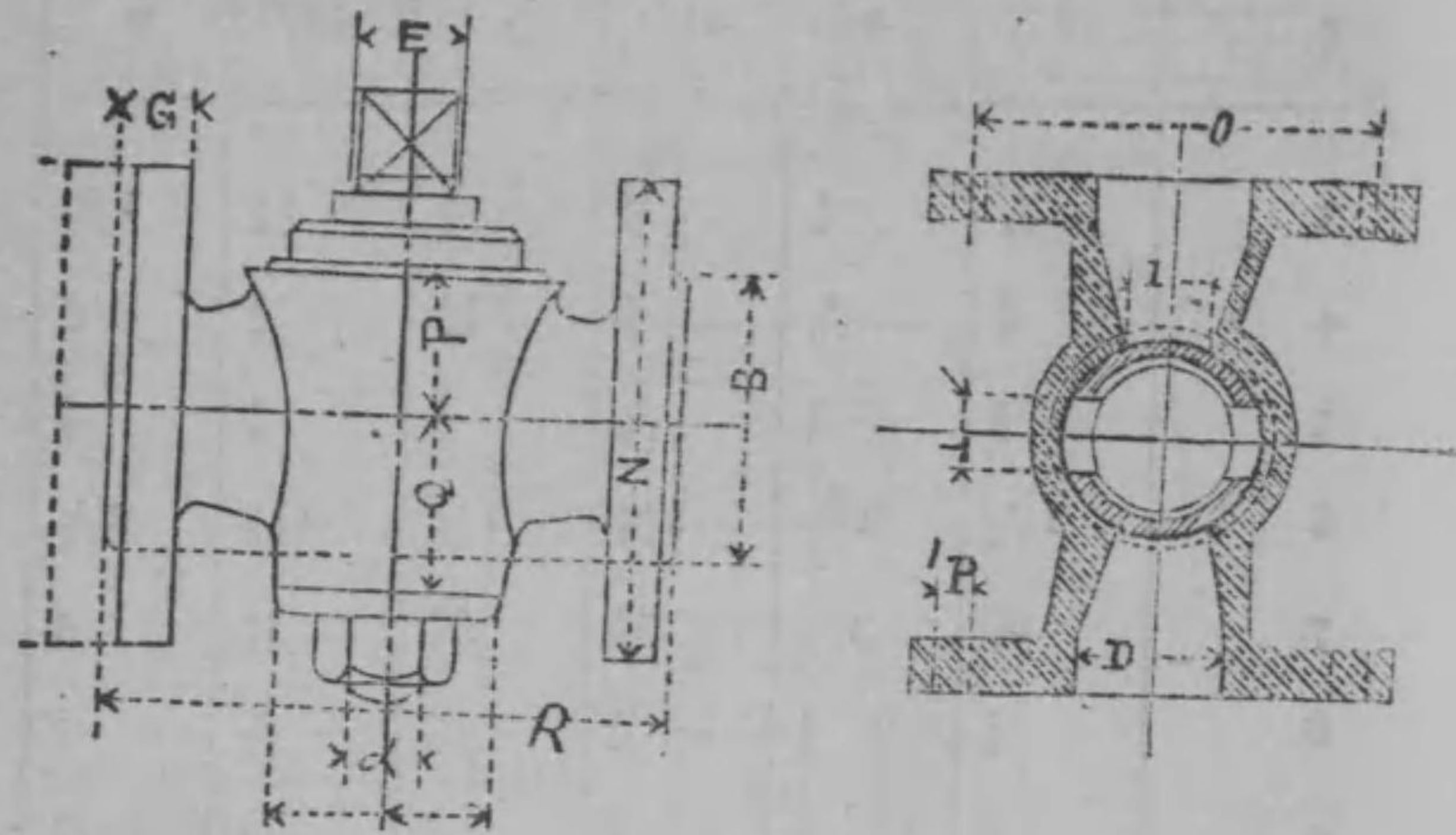
スル弁ノ割合表

(第十三表續)



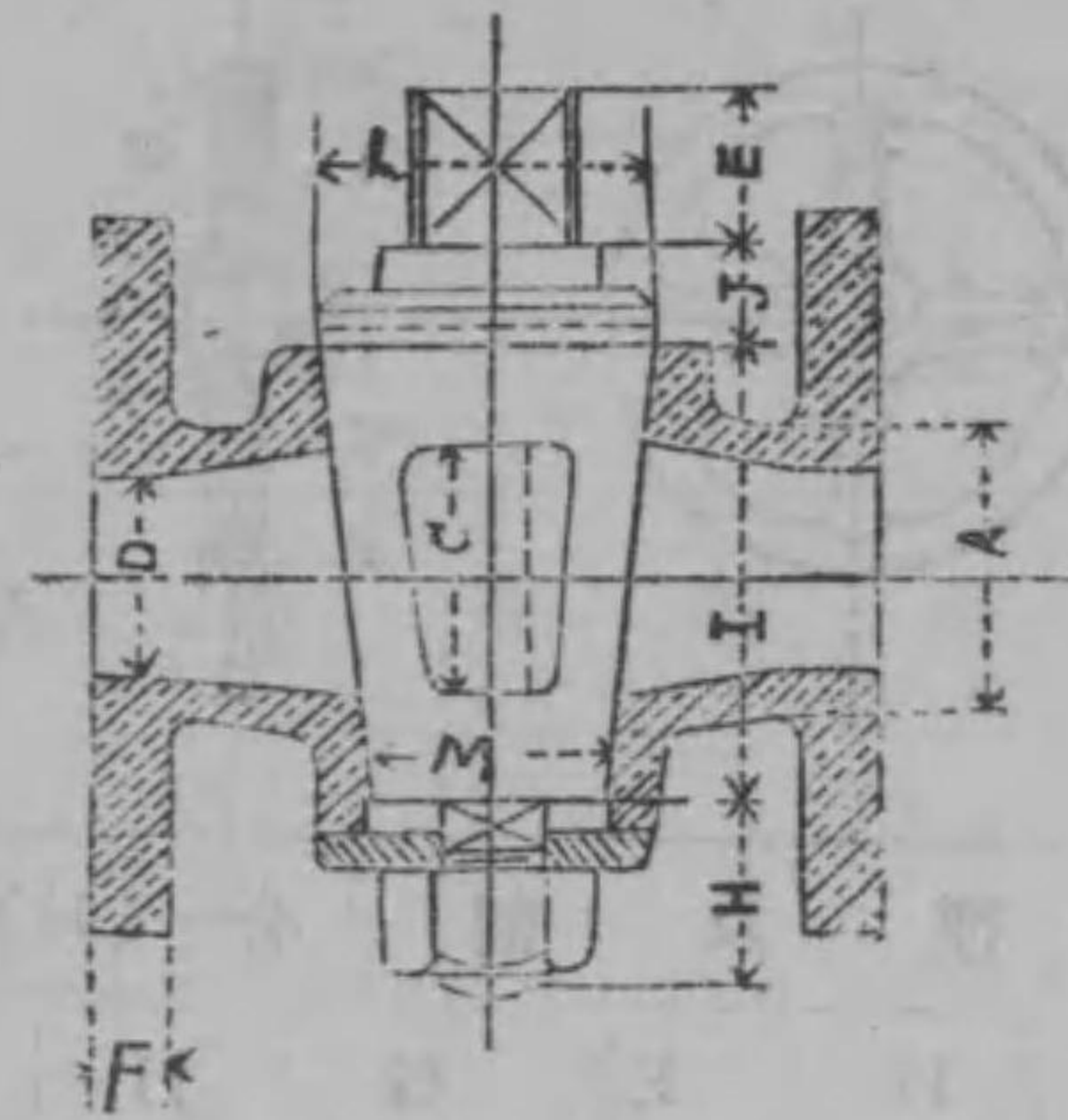
寸	3½	4	4½	5	5½	6
3	3/16	1/4	1/4	5/8	11/16	1 1/16
4	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	3/4
5	3/8	3/8	7/16	1/2	1/2	1/2
6	1 7/16	1 9/16	1 11/16	1 13/16	1 15/16	2 1/16
7	2 7/8	3	3 1/4	3 3/8	3 3/4	4
8	1/4	1/4	1/4	5/16	5/16	3/8
9	3/8	3/8	3/8	1/2	1/2	1/2
5 ₁	15/16	1 1/16	1 3/16	1 5/16	1 7/16	1 9/16
C. P. D. C	6 3/4	7 1/8	8	8 3/8	...	9 5/8
	N D	N D	N D	N D	N D	N D
C. Bo. N	10 - 3/4"	10 - 3/4"	6 - 3/4" 4 - 7/8"	6 - 3/4" 4 - 1"	8 - 3/4" 4 - 1"	8 - 3/4" 4 - 1"
F. P. D. C	6 1/2	7	7 5/8	8 1/4	8 7/8	9 1/2
F. Bo. N	10 - 3/4" N D	10 - 3/4" N D	10 - 3/4" N D	12 - 3/4" N D	12 - 3/4" N D	12 - 3/4" N D

該表中ノ C.P.D.C 及 F.P.D.C ハ蓋及鏝ノ「ピツチサークルダイヤメーター」ニシテ C. Bo ND ハ蓋ノ植込螺釘ノ數及徑ニシテ F. Bo. ND ハ管鏝ノ螺釘ノ數及徑ナリ而シテ表ノ N ハ螺釘ノ數 D ハ其ノ直徑ナリ



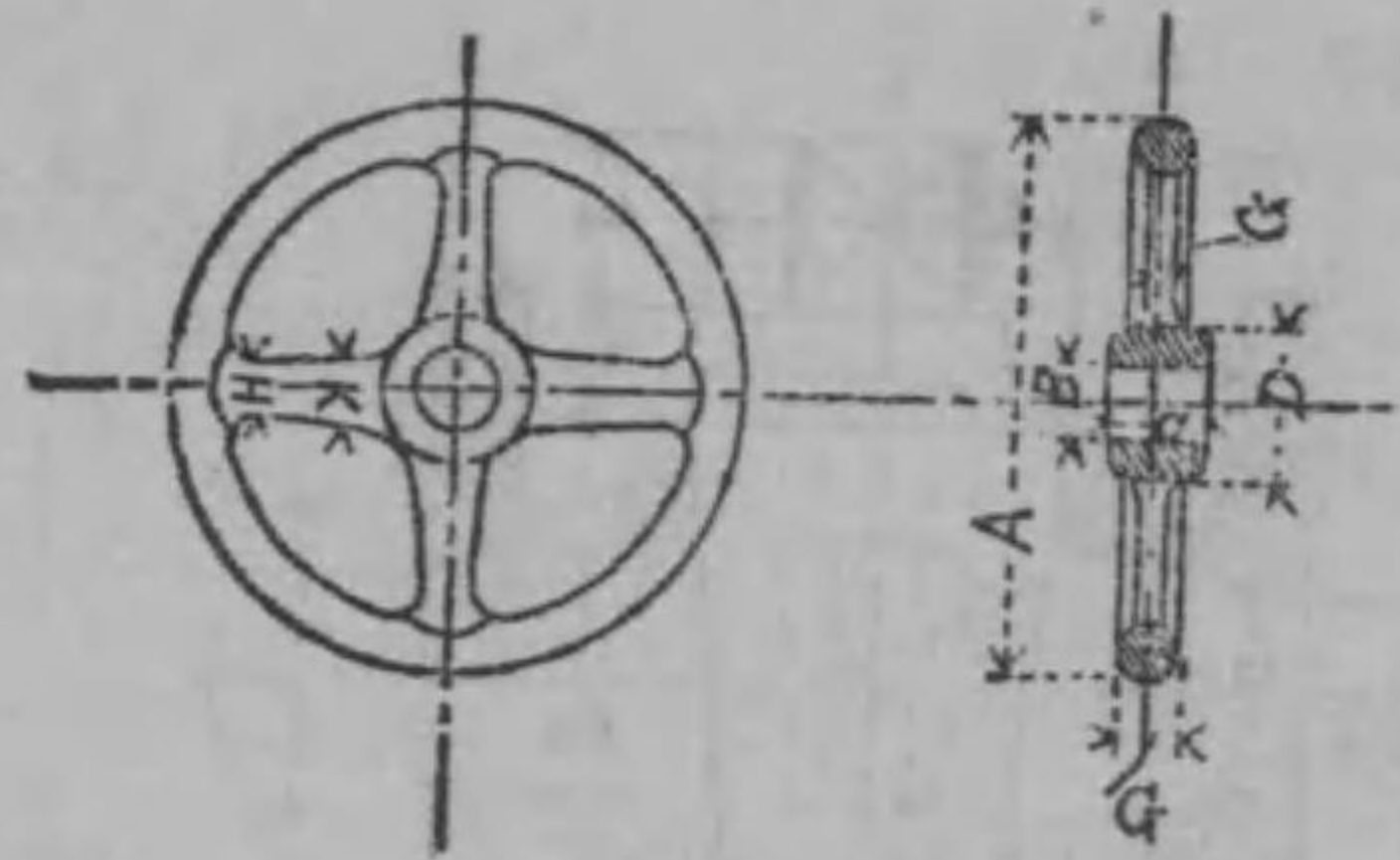
D (吋)	A (吋)	B (吋)	C (吋)	E (吋)	F (吋)	G (吋)	H (吋)	I (吋)	J (吋)
1	1 $\frac{1}{2}$	...	1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{8}$	...	1	3 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{1}{4}$
1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{4}$	...	1 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{5}{8}$	"	...	1 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{5}{8}$	"
1 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{1}{8}$	...	2 $\frac{1}{8}$	1	"	...	1 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{15}{8}$	"
1 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{5}{8}$	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{9}{8}$	1 $\frac{3}{4}$	"	1 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{7}{8}$	4 $\frac{3}{4}$	"
2	2 $\frac{11}{8}$	3 $\frac{15}{8}$	3 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{7}{8}$	"	"	1 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	7 $\frac{1}{8}$
2 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{3}{8}$	3 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{5}{8}$	3 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{11}{8}$	6 $\frac{1}{4}$	"
2 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{8}$	4 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{1}{8}$	2	"	"	1 $\frac{3}{4}$	7 $\frac{1}{8}$	"
3	4	5 $\frac{1}{8}$	4 $\frac{1}{2}$	2	1 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{15}{8}$	7 $\frac{7}{8}$	"
3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{8}$	2 $\frac{1}{8}$	"	"	2 $\frac{3}{8}$	8 $\frac{11}{8}$	"
4	5	6 $\frac{1}{8}$	5 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{8}$	7 $\frac{1}{8}$	1	2 $\frac{3}{8}$	9 $\frac{7}{8}$	"

(第十四表)



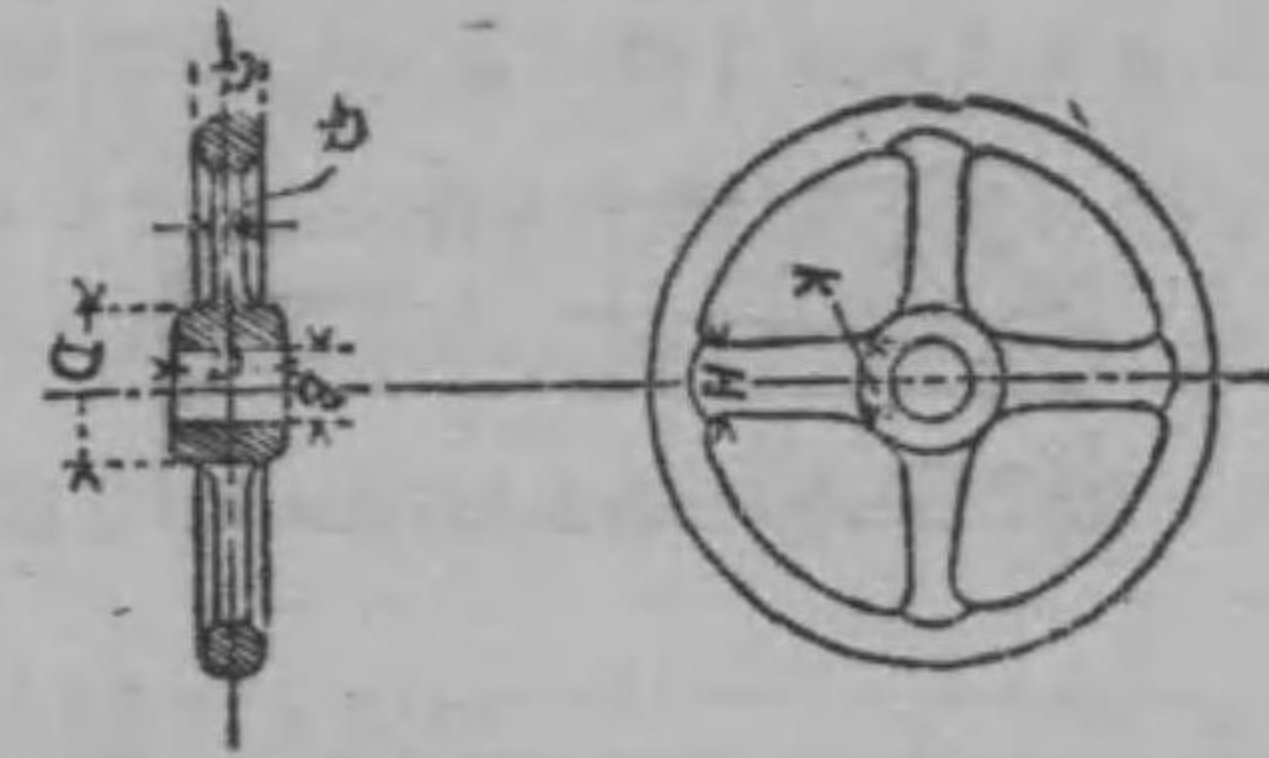
K (吋)	L (吋)	M (吋)	N (吋)	O (吋)	P (吋)	Q (吋)	R (吋)	T (吋)	d (吋)	d ₁ (吋)
1 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{13}{16}$	1 $\frac{3}{8}$	4 $\frac{5}{16}$	3 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{17}{32}$	1 $\frac{21}{32}$	5 $\frac{7}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	9 $\frac{1}{16}$
1 $\frac{15}{16}$	2 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{9}{32}$	5 $\frac{1}{8}$	3 $\frac{15}{16}$	1 $\frac{13}{16}$	1 $\frac{31}{32}$	6 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{5}{8}$	5 $\frac{5}{8}$	"
2 $\frac{3}{16}$	2 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{5}{16}$	4 $\frac{11}{32}$	1 $\frac{31}{32}$	2 $\frac{3}{16}$	6 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{11}{16}$	"	"
2 $\frac{7}{16}$	2 $\frac{11}{16}$	1 $\frac{5}{8}$	5 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{3}{8}$	2 $\frac{19}{32}$	7	3 $\frac{3}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	"
2 $\frac{7}{32}$	3 $\frac{1}{4}$	2	6 $\frac{1}{4}$	4 $\frac{5}{16}$	2 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{1}{32}$	7 $\frac{7}{8}$	1	"	1 $\frac{11}{16}$
3 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{5}{16}$	6 $\frac{7}{8}$	5 $\frac{5}{16}$	3 $\frac{5}{32}$	3 $\frac{15}{32}$	8 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{8}$	"
3 $\frac{11}{16}$	4 $\frac{1}{4}$	2 $\frac{11}{16}$	7 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{23}{32}$	3 $\frac{9}{16}$	3 $\frac{15}{16}$	9 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$	"	"
4	4 $\frac{13}{16}$	3 $\frac{1}{16}$	7 $\frac{7}{8}$	6 $\frac{1}{4}$	3 $\frac{15}{16}$	4 $\frac{11}{32}$	10 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{4}$	1	"
4 $\frac{9}{16}$	5 $\frac{7}{16}$	3 $\frac{1}{2}$	8 $\frac{1}{2}$	6 $\frac{11}{16}$	4 $\frac{11}{32}$	4 $\frac{3}{4}$	11	2	1 $\frac{1}{8}$	"
5 $\frac{1}{8}$	6	3 $\frac{7}{8}$	9	7 $\frac{3}{32}$	4 $\frac{3}{4}$	5 $\frac{1}{8}$	11 $\frac{3}{4}$	2 $\frac{3}{16}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{13}{16}$

把手割合表 (真鍮) (第十五表)



直徑及割合 (吋)								輜ノ數
A 直徑	B	C	D	E	G	H	K	
1 1/2	...	5/16	9/16	1/8	1/4	3/8	1/4	4
2	...	3/8	5/8	1/8	1/4	1/2	5/8	4
2 1/2	...	7/16	3/4	1/8	5/16	5/8	7/8	4
3	...	1/2	7/8	1/8	5/16	3/4	7/8	4
3 1/2	...	1 1/2	1 1/8	3/16	3/8	1 1/2	1 1/2	4
4	...	1 1/2	1 3/16	3/16	3/8	1 1/2	1 1/2	4
4 1/2	...	9/16	1 1/4	3/16	7/16	1 1/2	1 1/2	4
5	...	1 5/8	1 3/8	3/16	1 1/2	1 1/2	1 1/2	4
6	...	1 1/8	1 5/8	1 1/4	9/16	1 1/2	1 1/2	4
7	...	1 3/4	1 3/4	1 1/4	1 1/2	1 1/2	1 1/2	4
8	...	1 7/8	1 7/8	5/16	1 1/2	1 1/2	1 1/2	4
9	...	1 5/8	2	5/16	1 1/2	1 1/2	1 1/2	4
10	...	1 1/2	2	5/16	1 3/4	1 1/2	1 1/2	5
11	...	1 1/8	2 1/8	3/8	1 3/4	1 1/2	1 1/2	5
12	...	1 1/8	2 1/4	3/8	1 5/8	1 3/4	1 1/2	5
14	...	1 1/8	2 1/2	7/16	1 7/8	1 3/4	1 1/2	5
16	...	1 7/16	2 13/16	1 1/2	1 7/8	1 3/4	1 1/2	6
18	...	1 5/8	3 1/16	1 1/2	1 3/4	1 3/4	1 1/2	6
21	...	1 7/8	2 1/2	1 5/8	1 3/4	1 3/4	1 1/2	6
24	...	2 1/16	3 7/8	1 1/8	1 3/4	1 3/4	1 1/2	6

把手ノ割合表 (鐵) (第十六表)



直徑及割合 (吋)									輜ノ數
A 直徑	B	C	D	E	F	G	H	K	
2	...	3/8	5/8	3/16	1/4	5/16	1/4	5/16	4
2 1/2	...	7/16	3 3/4	3/16	1/4	3/8	5/16	3/8	4
3	...	1 1/2	7 8	1/4	5/16	7/16	3/8	7/16	4
3 1/2	...	5/8	I	1/4	5/16	1 1/2	7/16	1 1/2	4
4	...	1 1/6	1 1/8	5/16	3/8	9/16	7/16	1 1/2	5
4 1/2	...	3 4	1 1/4	5/16	7/16	1 1/2	1 1/2	9/16	5
5	...	1 3/8	I 1/6	3/8	1 1/2	1 1/2	1 1/2	5/8	5
6	...	7 8	I 1/8	3/8	1 1/2	3/4	9/16	1 1/6	6
7	...	I	1 1/2	7/16	1 1/2	7/8	5/8	3/4	6
8	...	I 1/16	1 1/16	7/16	1 1/2	5/16	1 1/6	1 3/8	6
9	...	1 1/8	I 1/16	1 1/2	9/16	I	3/4	7/8	6
10	...	I 3/16	I 1/8	1 1/2	5/8	I 1/16	1 3/8	1 5/16	6
12	...	I 5/16	2 1/4	9/16	1 1/2	I 1/16	7/8	I 1/16	6
14	...	I 1/2	2 9/16	5/8	1 3/4	I 1/16	I	I 3/16	6
16	...	I 5/8	2 7/8	1 1/6	1 3/4	I 1/16	I 1/8	I 3/8	6
18	...	I 3/4	3 1/8	3/4	7/8	I 1/16	I 1/4	I 1/2	6
21	...	I 1 1/8	3 5/8	1 3/8	I	I 1/16	I 3/8	I 5/8	6
24	...	2 1/8	4	7/8	I 1/16	I 1/8	I 1/2	I 7/8	6

次ニ上式ノ角子シ $d_1 = 0.85d - 0.075$, 三角子シ $d_1 = 0.9d - 0.05$ ナル二式ヲ變シ

角子シ $d = 0.085 + 1.176d_1$, 三角子シ $d = 0.055 + 1.111d_1$ トシ之ニ上式ノ (A) ヲ算入スレバ

$$d = 0.085 + 1.32\sqrt{\frac{P}{f_t}}, \quad d = 0.055 + 1.127\sqrt{\frac{P}{f_t}}$$

ナル二式ヲ得ヘシ而シテ螺釘ノ材質ノ「ストレス」カ豫知セラルトキハ此終リノ二式ニ依リテ與ヘラレタル外力ニ對シテ安全ナル螺釘ノ外徑ヲ算出スルヲ得ヘシ

(註) 螺釘ノ太サヲ示スニハ通常其外徑ヲ以テスルモノナリ

(例) 某艦ノ吸錨棒ノ子シ部ノ外徑ハ 5 吋ナリ然ラハ其子シ底ニ於テ受クヘキ最大「ストレス」如何

$$f_t = \frac{\text{吸錨上ノ總氣壓}}{\text{子シ底ノ面積}} = \frac{P}{\frac{\pi d_1^2}{4}}, \quad P = \frac{\pi D^2}{4} \times p$$

式中 D = 筒ノ直徑, p = 筒内最高使用壓力

而シテ高壓ニ於ケル D (吸錨ノ直徑) = $29\frac{1}{2}$ 吋, 全面積 = $(\frac{\pi D^2}{4}) = 683.5$, 最高使用壓力 (p) = 210 最高總壓力 (P) = 144000 ト

次ニ子シ底ノ直徑 (d_1) ハ

$$d_1 = 0.9d - 0.05 = 0.9 \times 5 - 0.05 = 4.45$$

故ニ其斷面積ハ

$$\frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi}{4} (4.45)^2 = 15.55 \text{ 吋}^2 \text{ ナリ}$$

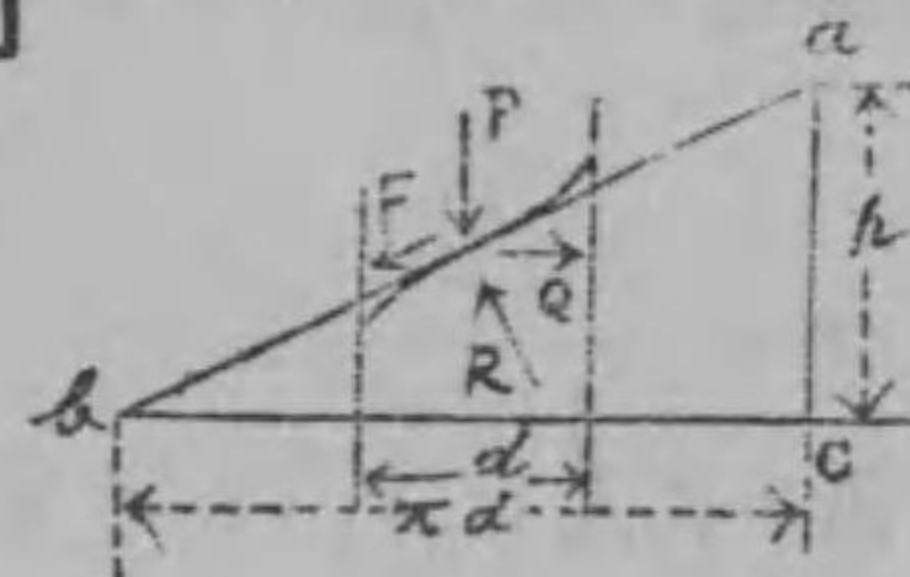
$$\text{故ニ } f_t = \frac{144000}{15.55} = 9261$$

又 螺釘ハ其中心上ニ伸張ヲ受クルノミナラス尙其周圍ヨリモ捻扭ヲ併セ受クルモノト假定スル場合

前項ニ於テノ計算ハ常ニナサルモノナレトモ其ニ由テ定メラレタル螺釘ハ未タ安全ナリト云フヲ得ス此實際ニ於テハ螺釘ハ伸張ト共ニ捻扭作用ヲ受クルモノナレハナリ故ニ前ノ計算ニテ得タルモノハ實際ニ必要ナル強サヨリモ捻扭ニ對スル丈ケ弱キモノナリトス

今次ニ捻扭ヲ見込ミタル角子シ及三角子シノ公式ヲ示ス (1) 角子シヲ以テ P ナル重サヲ吊リ母螺ヲ回シテ之ヲ揚クルニ當リ螺廻ヲ經テ螺釘ノ周圍ニ働クヘキ捻扭力 Q ト外力 P トノ關係ハ次ノ如シ但シ P ヲ揚ケ切り尙充分ニ母螺ヲ締付クル場合ニハ母螺ト座トノ間ニ餘分ノ反働力ヲ生スルヲ以テ其ノ時ニ於ケルモノハ次ニ説ク場合トハ異ナルモノト知ルヘシ

p = 「ピッチ」
 d = 直徑
 πd = 周圍



上ノ如キ場合ニ於テハ圖ニ示ス如ク母螺ト螺釘トノ間ニハ次ノ内力 (ストレス) ナ生スルモノ

ナリ即チ (1) 外力ニ依テ生スル垂直ノ力 P (2) 螺廻ニテ回ハス力ニ由テ生スル水平ナル力 Q (3) 子シニ直角ニ生スル反働力 R (4) 子シニ平行ニ生ズル摩擦 F 此レナリ

今「子シ」ノ一「ピッチ」ヲ平面ニ展開スレバ abc ノ如キ直角三角形ノ斜邊トナルヲ以テ此「子シ」ニテ P ナ一「ピッチ」揚クルコトハ ab ナル斜面ニ沿フテ P ヲ揚クルト同理ナリ故ニ螺絲