

$$\begin{aligned} \text{又 } T' &= \frac{1150 + \frac{102}{7} \times 80}{\frac{102}{7} + 1} = \frac{1150 + \frac{8160}{7}}{\frac{109}{7}} = \frac{8050 + 8160}{7} \\ &= \frac{16210}{7} = \frac{16210}{109} = 148.7^\circ\text{F} \end{aligned}$$

(105) ヲ公式 (XXIV) ニ由テ求ムルニ

$$P = \frac{1000}{t' - t}, \quad P = \frac{1000}{T' - T}$$

$$\therefore \frac{1000}{t' - t} = \frac{1000}{T' - T} \quad t' - t = T' - T$$

即チ $T' = t' + (T - t) \dots \dots \dots (\text{XXIV}'')$

公式 (XXIV) ニ由テ熱井ノ溫度ヲ求ムルニハ前後ノ海水ノ溫度ノ差ニ最初ノ熱井ノ溫度ヲ加フレバ可ナリ

106. 105 ヲ公式 (XXIV'') ニ由テ求ムレバ熱井ノ溫度如何

解 $T' = 130 + (80 - 60) = 130 + 20 = 150^\circ\text{F}$.

107. 熱井ノ溫度 120°F ニシテ海水ノ溫度 60°F ナリ今若シ海水ノ溫度上昇シテ 70°F ニナリタル時 20% ノ海水ヲ増加シタリト云フ熱井ノ溫度如何

解 公式 (XXIII) ニヨリ $P = \frac{1150 - t'}{t' - t}$

$$t' = 120^\circ\text{F}, \quad t = 60^\circ\text{F}$$

$$\therefore P = \frac{1150 - 120}{120 - 60} = \frac{1030}{60} = \frac{103}{6} \text{ lbs.}$$

又題意ニヨリ $P = \frac{103}{6} \left(1 + \frac{20}{100}\right) = \frac{103}{6} \times \left(1 + \frac{1}{5}\right) = \frac{103}{6} \times \frac{6}{5}$
 $= \frac{103}{5} \text{ lbs.}$

公式 (XXIII') ニヨリ $t' = \frac{1150 + Pt}{P + 1}$

$$t = 70^\circ\text{F}, \quad P = \frac{103}{5} \text{ lbs.}$$

$$\begin{aligned} \therefore t' &= \frac{1150 + \frac{103}{5} \times 70}{\frac{103}{5} + 1} = \frac{1150 + 103 \times 14}{\frac{108}{5}} = \frac{1150 + 1442}{\frac{108}{5}} \\ &= \frac{2592}{\frac{108}{5}} = \frac{2592 \times 5}{108} = 24 \times 5 = 120^\circ\text{F}. \end{aligned}$$

108. 表面冷汽器 (Surface condenser) ニ於テ排出水ノ有スル溫度 102°F ニシテ海水ノ溫度ハ 64°F ナリ今海水ノ溫度 82°F ニ上昇シ蒸氣ノ溫度及ヒ蒸氣1封度ヲ冷却スルニ要スル海水ノ重量ハ前ト同一ナル時排出水ノ溫度如何

解 此問題ハ前二公式ヲ使用セズシテ簡單ニ解明スルヲ得ベシ

$P =$ 蒸氣一封度ヲ冷却スルニ要スル海水ノ重量 (封度ニテ)

$t =$ 最初ノ海水ノ溫度 (華氏ニテ)

$t' =$ 最初ノ排出水ノ溫度 (華氏ニテ)

$T =$ 最後ノ海水ノ溫度 (華氏ニテ)

$T' =$ 最後ノ排出水ノ溫度 (華氏ニテ)

トスレバ

P(t'-t) = 最初ノ海水ノ蒸気 1 封度ノ冷却ヨリ得タル熱量(熱位ニテ)

P(T'-T) = 最後ノ海水ノ蒸気 1 封度ノ冷却ヨリ得タル熱量(熱位ニテ)

∴ P(t'-t) = P(T'-T)

T'-T = t'-t, T' = t' + (T-t)

トナリテ全ク形ニ於テハ公式 (XXIV'') ト一致ス即チ (XXIV'') ニ於テ熱井ノ温度ト排出水ノ温度ト同一ナル時ハ熱レニモ共通ノモノトナルベシ

t' = 102°F, T = 82°F, t = 64°F.

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

T' = 102 + 82 - 64 = 120°F

注射冷汽器ニ要スル注射水 (Injection water for jet condenser)

今 h ナル全熱ヲ有スル蒸気ガ冷汽器内ニ入り來リ注射水ニ出會ヒ θ°F ナル温度ニ下降スル時ハ廢汽 1 封度ノ失フ熱量ハ h - (θ - 32) 熱位ニシテ此失フタル熱量ハ海水ノ温度 t°F ヲ熱井ニ於ケル温度 θ°F ニ上昇セシムルニ要セラレタルモノナリ即チ w 封度ヲ蒸気 1 封度ヲ冷却スルニ要スル海水ノ重量ナリトスレバ次式ヲ得ベシ

h - (θ - 32) = w(θ - t)

∴ w = (h - (θ - 32)) / (θ - t) = (h + 32 - θ) / (θ - t) (XXV)

h = 32°F ヲリ計算シタル蒸気 1 封度ノ或ル温度ニ於ケル全熱ナリ

又 θ ナル熱井ノ温度ヲ求ムルニハ

h + 32 - θ = wθ - wt

h + 32 + wt = wθ + θ

θ(1 + w) = h + 32 + wt

θ = (h + 32 + wt) / (1 + w) (XXV')

109. 注射水ノ温度 60°F ニシテ蒸気ノ温度 212°F ナリ而シテ熱井ノ温度ヲシテ 100°F ニ保クシムルニハ蒸気 1 封度ヲ冷却スルニ要スル注射海水ノ重量如何

解 212° = 於ケル蒸気 1 封度ノ全熱ハ 1115 + .3 × 212 = 1115 + 63.6 = 1178.6 B. T. U. = h + 32.

t = 60°F, θ = 110°F.

∴ 公式 (XXV) ニヨリ

w = (h + 32 - θ) / (θ - t) = (1178.6 - 100) / (100 - 60) = 1078.6 / 40 = 26.965 lbs.

110. 汽筒ノ直径 50'', 行長 36'', 一分時ノ回轉 54 ニシテ一行長中吸鑄上一平方吋ノ有効平均壓力 24 1/2 封度ナル時此汽機ノ熱位如何. 又一時間ノ石炭消費如何. 石炭 1 封度ハ水 8 封度ヲ蒸騰スルモノトス

解 d = 汽筒ノ直径(吋ニテ), S = 行長(呎ニテ), n = 一分時ノ回轉數, p = 一平方吋ノ有効平均壓力(封度ニテ)

トスレバ

吸鑄上ノ總有効壓力 = π/4 d²p (封度ニテ)

一分間ノ吸鑄速力 $=2sn$ (呎 $=\tau$)

\therefore 蒸汽 $=$ 由テ一分間 $=$ 吸鑄上ニナサレタル仕事 $=\frac{\pi}{4}d^2p \times 2sn$

(呎封度 $=\tau$) $=W$.

$d=50''$ $p=24.5 \text{ lbs}/\square''$ $s=36''=3'$ $n=54/\text{min}$.

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$W=.7854 \times 50^2 \times 24.5 \times 2 \times 3 \times 54 \text{ ft-lbs}$.

1 B. T. U. $=778 \text{ ft-lbs}$.

\therefore 此機關ノ熱位 $=\frac{W}{778}=\frac{.7854 \times 50 \times 50 \times 24.5 \times 2 \times 3 \times 54}{778}$

$=\frac{.7854 \times 50 \times 50 \times 24.5 \times 3 \times 54}{389}=\frac{7793131.5}{389}$

$\doteq 20033.757 \text{ B. T. U}$.

石炭 1 封度ハ火爐 $=8000 \text{ B. T. U}$. ヲ附與ス然レ雖熱ノ損失アル $=$

ヨリ其熱位ノ $\frac{1}{10}$ 即チ 800 B. T. U . ヲ吸鑄 $=$ 附與スルモノナリ

一時間吸鑄 $=$ 附與セラルル熱位 $=\frac{7793131.5}{389} \times 60 \text{ B. T. U}$.

\therefore 一時間ノ石炭消費 $=\frac{7793131.5 \times 60}{389 \times 800}=\frac{1558626.3 \times 3}{389 \times 8} \text{ lbs}$

$=\frac{1558626.3 \times 3}{389 \times 8 \times 2240} \text{ tons}=\frac{4675878.9}{6970880}=.67 \text{ tons}$.

此 800 熱位ハ鮮少 $=$ 過グルノ感アリ最近ノ實驗ニテハ 1200 ヲリ
 1350 B. T. U . 最モ眞ニ近シ.

111. 華氏 32° ノ水 27 封度ヲ華氏 212° ノ水 43 封度ニ混合スル時

ハ混合水ノ溫度如何

解 t $=$ 低溫度ノ水ノ溫度(華氏ニテ),

T $=$ 高溫度ノ水ノ溫度(華氏ニテ),

x $=$ 低溫度ノ水ノ重量(封度ニテ),

y $=$ 高溫度ノ水ノ重量(封度ニテ),

R $=$ 混合物ノ溫度(華氏ニテ) トスレバ

$tx+Ty$ $=$ 混合水ノ總熱量(華氏ニテ)

$R(x+y)$ $=$ 混合水ノ總熱量(華氏ニテ)

$\therefore R(x+y)=tx+Ty$

$$R=\frac{tx+Ty}{x+y}$$

$t=32^\circ\text{F}$, $x=27 \text{ lbs}$, $T=212^\circ\text{F}$, $y=43 \text{ lbs}$.

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$R=\frac{32 \times 27 + 212 \times 43}{27 + 43}=\frac{864 + 9116}{70}=\frac{9980}{70}=\frac{1424}{7}^\circ\text{F}$$

112. 氷 1 封度ヲ溶解スル $=144$ 熱位ヲ要ス今氷 16 封度ニ和ス
ル $=212^\circ$ ニ於ケル水 40 封度ヲ以テスト云フ混合物ノ溫度如何.

解 氷 1 封度ハ 144 B. T. U . ノ熱ヲ 212° ノ水ヨリ吸收シ始メテ 32°
 $=$ 於ケル水 1 封度トナルモノナリ

故ニ氷 16 封度ガ 32°F ノ水トナル爲ニ要スル熱量ハ 144×16
 B. T. U . ナリ而シテ此 $144 \times 16 \text{ B. T. U}$. ナル熱量ハ 212°F ノ
水 40 封度ヨリ吸收スルモノナルコト明カナルヲ以テ此場合
 212° ノ水 40 封度ノ總熱量ハ $212 \times 40 - 144 \times 16 \text{ B. T. U}$. トナ

ルベシ

然レ雖氷ハ 144×16 B. T. U. ノ熱ヲ吸收スルト同時ニ 32°F ニ於ケル水 16 封度トナルヲ以テ

混合水ノ總熱量 $= 212 \times 40 - 144 \times 16 + 32 \times 16$ B. T. U.

又 前問ト同理ニヨリ

混合水ノ總熱量 $= R(40 + 16)$ B. T. U.

$$\therefore R(40 + 16) = 212 \times 40 - 144 \times 16 + 32 \times 16.$$

$$R = \frac{212 \times 40 - 144 \times 16 + 32 \times 16}{16 + 40}$$

$$56R = 8480 - 16(144 - 32) = 8480 - 16 \times 112 = 8480 - 1792 = 6688$$

$$\therefore R = \frac{6688}{56} = 119 \frac{3}{7} \text{F.}$$

113. 汽機ノ實馬力 682 ニシテ一時間一實馬力ニ付キ蒸氣 21 封度ヲ使用シ若シ 1 封度ノ蒸氣冷却スルニ當リ 1000 封度ノ水ノ溫度ヲ華氏 1 度高ムルコトヲ得ルモノナリトスレバ海水ノ溫度 57 度ニシテ排水ノ溫度 115 度ナル時此汽機ヲ一日ニ十時間使用スルモノトシ一日幾噸ノ循環水 (Circulating water) ヲ要スルヤ。

解 I. H. P. = 汽機ノ實馬力, w = 一時間一實馬力ニ使用スル蒸氣ノ重量(封度ニテ), t = 一日ノ汽機使用時間(時ニテ), t' = 海水ノ溫度(華氏ニテ), t'' = 熱井ノ溫度(華氏ニテ), P = 一日ニ使用スル循環水ノ重量(噸ニテ)

トスレバ

I. H. P. $\times w$ = 一時間汽機ニ使用スル蒸氣ノ重量(封度ニテ)

I. H. P. $\times w \times t$ = 一日汽機ニ使用スル蒸氣ノ重量(封度ニテ)

I. H. P. $\times w \times t \times 1000$ = 一日ニ使用スル蒸氣ノ冷却ヨリ生ズル熱位 (B. T. U. ニテ)

$P \times 2240 \times (t'' - t')$ = 一日ニ使用スル循環水ノ得ル熱位 (B. T. U. ニテ)

由テ次ノ方程式ヲ得ベシ

$$P \times 2240 \times (t'' - t') = \text{I. H. P.} \times w \times t \times 1000$$

$$\therefore P = \frac{\text{I. H. P.} \times w \times t \times 1000}{2240 \times (t'' - t')}$$

$$\text{I. H. P.} = 682, \quad w = 21 \text{ lbs}, \quad t = 10 \text{ hours},$$

$$t'' = 115^\circ \text{F.}, \quad t' = 57^\circ \text{F.}$$

此等ノ價ヲ土式ニ置キ換フル時ハ

$$P = \frac{682 \times 21 \times 10 \times 1000}{2240 \times (115 - 57)} = \frac{682 \times 21 \times 10 \times 1000}{2240 \times 58} = \frac{341 \times 3 \times 5 \times 25}{4 \times 29} = \frac{127875}{116} = 1102.37 \text{ tons.}$$

冷汽器管内ヲ通過スル循環水ノ速力ニ關スル公式 (Formula for velocity of circulating water passing through condenser tube)

V = 管水一秒時ノ速力(呎ニテ), L = 管ノ長サ(呎ニテ),

T = 管水通過ノ度數, D = 管ノ内徑(吋ニテ),

P = 一分間一實馬力ニ付キ廢汽ヲ冷却スルニ要スル海水ノ重量(封度ニテ),

S=一分間一實馬力=付キ冷汽面積(平方呎ニテ)

トスレバ次ノ公式アリ

公式 V = LTP / 80DS (XXVI)

證明 I. H. P. = 實馬力, n = 冷汽器管ノ數 トス

π/4 D^2 = 管ノ面積(平方吋ニテ)
= π/4 D^2 / 144 x V x 60 = 一分間一本ノ管内ヲ流ル、水ノ量 (立方呎ニテ)

π/4 D^2 / 144 x V x 60 x n x 64 = 一分間全管内ヲ流ル、水ノ重量(封度ニテ)

然ルニ一分間ニ要スル海水ノ重量 = P lbs / I. H. P.

π/4 D^2 / 144 x V x 60 x n x 64 = P x I. H. P.

I. H. P. = (π/4 D^2 / 144 x V x 60 x n x 64) / P (I)

又 πD / 12 x L = 冷汽管一本ノ冷汽面積(平方呎ニテ)

茲ニ管内通過ノ度數トハ海水ガ管全體ヲ一度ニ通過セズシテ一個又ハ二個ノ「シキリ」(Diaphragms)ヲ冷汽器ニ設ケ海水ハ之レニ由テ二度又ハ三度ニ管全體ヲ通過スルコトヲ云フモノナリ。

d = 循環唧筒排出管ノ直徑(吋ニテ)

v = 「ダイヤフラム」ヲ有セザル時即チ海水ガ管全體ヲ一度ニ通過スル時ノ海水一分時ノ速力(呎ニテ)

v' = 「ダイヤフラム」ヲ設ケタル時海水一分時ノ管内通過ノ速力(呎ニテ)

V' = 排出管ヲ一分時ニ海水ノ通過スル速力(呎ニテ)

m = 「ダイヤフラム」ノ數 トスレバ

π/4 d^2 x V' = π/4 D^2 v x n ダイフラムナキ時

又 π/4 d^2 x V' = π/4 D^2 v' x n / (m+1) 「ダイヤフラム」ヲ m 個設ケタル時.

∴ π/4 D^2 v' x n / (m+1) = π/4 D^2 v x n

v' x n / (m+1) = v x n

v' = (m+1)v.

是ヲ以テ見ルニ「ダイヤフラム」ヲ設クル時ノ管内通過ノ速力ハ「ダイヤフラム」ヲ設ケザル時ノ速力ニ通過ノ度數ヲ乗ジタルモノナルニシ上式ニ於テ m=1 ナルトキハ v'=2v トナリ m=2 ナルトキハ v'=3v トナル即チ「ダイヤフラム」ヲ設クル時ハ冷汽器ノ太サヲ増スコトナクシテ其冷汽面積ヲ増加シタルト同ジ結果ヲ生ズ

是ニ於テ管内通過ノ度數 T 回ナリトスレバ 1 回ノ時ノ T 倍丈其冷汽面積ヲ増加シタルモノト見テ可ナリ

$$\therefore \frac{\pi D}{12} L \times T \times n = \text{總冷汽面積(平方呎ニテ)}$$

而シテ1實馬力ニ付キ S 呎ノ冷汽面積ヲ要スルカ故ニ

$$\frac{\pi D}{12} L \times T \times n = \text{I. H. P.} \times S$$

$$\therefore \text{I. H. P.} = \frac{\pi D L \times T \times n}{S \times 12} \dots \dots \dots \text{(II)}$$

(I) ト (II) トヨリ

$$\frac{\pi D^2 \times V \times 60 \times n \times 64}{144 \times 4P} = \frac{\pi D L \times T \times n}{S \times 12}$$

$$V = \frac{\pi D L \times T \times n \times 144 \times 4P}{S \times 12 \times \pi D^2 \times 60 \times n \times 64} = \frac{LTP}{S \times D \times 5 \times 16}$$

$$= \frac{LTP}{80DS}$$

114. 冷汽器管ノ内徑 $\frac{3''}{4}$ ニシテ一實馬力ニ付キ $2\frac{3}{4}$ 呎ノ冷汽面積ヲ有シ管ノ長サハ6'-3''ナリ又一實馬力ニ付キ冷却水600封度ヲ要シ循環水ハ二回管内ヲ通過スル時ハ管水一秒間ノ速力如何ニ於テ

$$L = 6' - 3'' = 6.25', \quad T = 2, \quad P = 600 \text{ lbs}, \quad D = \frac{3''}{4} = .75'',$$

$$S = 2\frac{3}{4} \text{ 呎} = 2.75 \text{ 呎}$$

ヲ置キ換フル時ハ

$$V = \frac{6.25 \times 2 \times 600}{80 \times .75 \times 2.75} = \frac{05}{.01 \times .11} = \frac{.05}{.0011} = 45.45 \text{ feet/sec.}$$

115. 煙筒内ノ温度ハ 600°F ニシテ一日ノ石炭消費ハ42噸ナリシニ數日ノ後同量ノ蒸汽ヲ形成スルニ要スル石炭消費ハ一日44噸トナリタリ今煙筒内ノ温度如何.

解 蒸騰ニ要スル石炭 (Cost of evaporation) 1% 増加スル毎ニ煙筒ヨリ逃出スル瓦斯 (Escaping gas) ノ温度ハ 22°F ヲ増加スルモノナリ.

C = 前ノ石炭消費(一日ニ付キ噸ニテ)

C' = 後ノ石炭消費(一日ニ付キ噸ニテ)

T = 前ノ煙筒内ノ温度(華氏ニテ)

T' = 後ノ煙筒内ノ温度(華氏ニテ)

$$\frac{C' - C}{C} \times 100 = \text{石炭消費増加ノ百分率}$$

$$\therefore \frac{C' - C}{C} \times 100 \times 22 = T' - T = \text{煙筒内温度ノ増加}$$

$$T' = T + \frac{C' - C}{C} \times 100 \times 22$$

$$T = 600^\circ\text{F}, \quad C' = 44 \text{ tons}, \quad C = 42 \text{ tons.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$T' = 600 + \frac{44 - 42}{42} \times 2200 = 600 + \frac{2}{42} \times 2200 = 600 + \frac{2200}{21}$$

$$\doteq 600 + 104.762 = 704.762^\circ\text{F.}$$

石炭瓦斯ノ有スル温度ハ 2000°F ヲリ 2400°F ナリ故ニ其平均ヲ採リテ 2200°F トス今煙筒ノ温度ヲ $T' - T$ 度丈増ス爲ニ要スル増加ノ炭量ハ $\frac{T' - T}{2200} \times C \text{ tons}$ ナリ

故 = $C' = C + C \times \frac{T' - T}{2200}$

$C' - C = C \times \frac{T' - T}{2200}$

∴ $\frac{C' - C}{C} = \frac{T' - T}{2200}$

$T' - T = 2200 \times \frac{C' - C}{C}$

$T' = T + 2200 \times \frac{C' - C}{C}$

ト考フルモ可ナリ.

116. 航海ノ初メニ一日ノ石炭消費ハ 10 噸ニシテ煙筒ノ溫度ハ 560°F ナリシガ航海ノ終リニ至リ煙筒内ノ溫度 690°F ニナリタリト云フ増加ノ炭費如何

解 前問ト同理ニヨリ

$T' - T = 2200 \times \frac{C' - C}{C}$

∴ $C' - C = \frac{(T' - T) \times C}{2200}$

$T' = 690^\circ\text{F}.$ $T = 560^\circ\text{F}.$ $C = 10 \text{ tons}.$

此等ノ價ヲ上式ニ置換フル時ハ

$C' - C = \frac{(690 - 560) \times 10}{2200} = \frac{130 \times 10}{2200} = \frac{13}{22} = .591 \text{ tons}.$

117. 熱井ノ溫度 120°F. ノ時石炭 1 封度ハ水 8 封度ヲ蒸騰ス今熱井ノ溫度 150°F ニ上昇セル時石炭 1 封度ノ蒸騰量如何

解 熱井ノ溫度 1°F 上昇スル毎ニ蒸騰量ノ増加スル割合ハ $\frac{1}{1100}$ ナリ.

$t =$ 前ノ熱井ノ溫度 (華氏ニテ), $T =$ 後ノ熱井溫度 (華氏ニテ),

$e =$ 前ノ蒸騰量 (封度ニテ), $E =$ 後ノ蒸騰量 (封度ニテ).

トスレバ

$\frac{T - t}{1100} \times 1 \times e = E - e.$

$E = e + \frac{(T - t)e}{1100}$

$T = 150^\circ\text{F}.$ $t = 120^\circ\text{F}.$ $e = 8 \text{ lbs}.$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$E = 8 + \frac{(150 - 120) \times 8}{1100} = 8 + \frac{30 \times 8}{1100} = 8 + \frac{3 \times 4}{55} = 8 + \frac{12}{55} = 8 + .218 = 8.218 \text{ lbs}.$

晴雨計ノ示度ニヨリ大氣壓力ヲ知ル公式 (Formula for on atmospheric pressure corresponding to the Balometric height)

$h = tF =$ 於ケル晴雨計ノ高サ (吋ニテ)

$P =$ 大氣ノ壓力 (一平方吋ニ付キ封度ニテ t $F =$ 相當スル)

トスレバ

公式 $P = \frac{4907h}{9058 + t} \dots\dots\dots \text{(XXVII)}$

證明 $H = 0^\circ\text{C} =$ 於ケル晴雨計ノ高サ (吋ニテ)

.000182 = 水銀 1°C ノ膨脹率 (Coefficient of expansion)

$$\begin{aligned} \therefore h &= H \left\{ 1 + (t-32) \frac{5}{9} \times .000182 \right\} = H \{ 1 + (t-32) \times .0000202 \times 5 \} \\ &= H \{ 1 + (t-32) \times .000101 \} = H \{ 1 + (t-32) \times .00011 \} \\ &= H \{ 1 + .00011t - .00352 \} = H (.99648 + .00011t) \end{aligned}$$

$$\therefore H = \frac{h}{.99648 + .00011t}$$

$$0^\circ\text{C} = \text{於テ水銀柱} 1'' = .4907 \text{ lbs}/\square''$$

$$\therefore P = H \times .4907 = \frac{h \times .4907}{.99648 + .00011t} = \frac{h \times .4907}{.00011(9058 + t)}$$

$$\therefore \frac{h \times .4907}{.0001(9058 + t)} = \frac{h \times 4907}{9058 + t}$$

118. 温度 70°F ニシテ晴雨計 $29''$ ヲ示ス時一平方吋ノ大氣壓如何
解 公式 (XXVII) ニヨリ

$$P = \frac{4907h}{9058 + t}$$

$$h = 29'', \quad t = 70^\circ\text{F}.$$

$$\therefore P = \frac{4907 \times 29}{9058 + 70} = \frac{142303}{9128} = 15.589 \text{ lbs}/\square''$$

119. 空氣 (air) ノ温度 39°F ノ時壓力ハ一平方吋ニ付キ 14.7 封度ナリ其ノ温度 75°F ノ時空氣 1 封度ノ占ムル容積ヲ假リニ前同様ナリトスル時大氣ノ壓力如何.

解 T = 空氣ノ前温度 (絶對温度ニテ)

T' = 空氣ノ後ノ温度 (絶對温度ニテ)

$P = T^\circ$ = 相當スル壓力 (一平方吋ニ付キ封度ニテ)

$P' = T'^\circ$ = 相當スル壓力 (一平方吋ニ付キ封度ニテ)

V = 空氣 1 封度ノ占ムル容積 (立方呎ニテ) トスレバ

題意ニヨリ且前章已ニ説明セシ所ニ依リ次式ヲ得.

$$\frac{PV}{T} = \frac{P'V}{T'} \quad \text{即チ} \quad \frac{P}{T} = \frac{P'}{T'}$$

$$\therefore P' = \frac{P}{T} \times T'$$

$$P = 14.7 \text{ lbs}/\square'', \quad T = 39^\circ + 461^\circ = 500^\circ,$$

$$T' = 75^\circ + 461^\circ = 536^\circ.$$

$$\therefore P' = \frac{14.7}{500} \times 536 = \frac{134}{125} \times 14.7 = \frac{1969.8}{125} = 15.758 \text{ lbs}/\square''$$

120. 燃燒室内ノ温度ハ 1250°F ニシテ通風 (Dranght) ノ速力ハ一分間 $1100'$ ナリ前煙管板 (Front tube plate) ニ於ケル温度 630° ナル時此板ヲ通過スル空氣ノ速力幾何.

解 此問題ニ於テハ壓力ハ一定ナリ又燃燒室内ノ面積ト前煙管板ノ面積トハ同一ナリト見做スベシ

P = 壓力 (一平方吋ニ付キ封度ニテ), A = 面積 (平方呎ニテ),

V = 燃燒室ヲ通過スル空氣ノ速力 (一分間呎ニテ),

V' = 前煙管板ヲ通過スル空氣ノ速力 (一分間呎ニテ)

トスレバ

前問ト同理ニヨリ次式ヲ得ベシ

$$\frac{P \times A \times V}{T} = \frac{P \times A \times V'}{T'} \quad \text{即チ} \quad \frac{V}{T} = \frac{V'}{T'}$$

$$\therefore V' = \frac{V}{T} \times T' = \frac{1100 \times (630 + 461)}{(1250 + 461)} = \frac{1100 \times 1091}{1711} = \frac{1200100}{1711} \\ = 701.4 \text{ feet/min.}$$

121. 給水ノ温度 120°ヨリ $\frac{10}{100}$ ノ水分ヲ含ム 320°ノ蒸汽 100封度ヲ蒸騰スルニ足ル熱量ヲ以テ給水ノ温度 212°ヨリ前同一ノ温度ヲ有スル蒸汽幾封度ヲ蒸騰シ得ルカ。但シ水分ハ前ト同一ナリ

解 1封度ノ蒸汽ノ有スル全熱 = 1封度ノ水ノ有スル現熱 + 1封度ノ蒸汽ノ有スル潜熱

故ニ水分ヲ含ム蒸汽ニアリテハ其水分ニ相當スル潜熱ヲ有セザルコト明ナルベシ。

∴ 此蒸汽 1封度ノ有スル全熱

$$= (320 - 120) + \left(1 - \frac{10}{100}\right)(1115 - .7 \times 320).$$

∴ 題意ニヨリ $x =$ 求ムル蒸騰(封度ニテ)トスレバ

$$100 \left\{ (320 - 120) + \left(1 - \frac{10}{100}\right)(1115 - .7 \times 320) \right\} \\ = x \left\{ (320 - 212) + \left(1 - \frac{10}{100}\right)(1115 - .7 \times 320) \right\}$$

$$100 \left\{ 200 + \frac{90}{100}(1115 - 224) \right\} = x \left\{ 108 + \frac{90}{100}(1115 - 224) \right\}$$

$$100(200 + .9 \times 891) = x(108 + .9 \times 891)$$

$$100(200 + 801.9) = x(108 + 801.9)$$

$$100 \times 1001.9 = x \times 909.9$$

$$x = \frac{100 \times 1001.9}{909.9} = \frac{100190}{909.9} = 110.111 \text{ lbs.}$$

122. 給水ノ温度 120°Fニシテ一平方吋 200封度(388°F)ノ蒸汽ヲ 150封度(366°F)ニ減壓スル時減壓後ノ蒸汽ノ乾燥度如何但シ減壓前蒸汽ハ 30%ノ水分ヲ含ムモノトス。

解 200lbs/□''ノ蒸汽 1封度ノ有スル全熱ハ次ノ如クナルベシ。

$$H = (388 - 120) + \left(1 - \frac{30}{100}\right)(1115 - .7 \times 388).$$

而シテ蒸汽 1封度ノ有スル熱量ハ減壓後ニ於テモ不變ナルヲ以テ

$x =$ 減壓蒸汽ノ乾燥度ナリトスレバ

$$H = (366 - 120) + x(1115 - .7 \times 366).$$

$$\therefore (366 - 120) + x(1115 - .7 \times 366) = (388 - 120) + .7(1115 - .7 \times 388)$$

$$246 + x(1115 - 256.2) = 268 + .7(1115 - 271.6)$$

$$246 + 858.8x = 268 + .7 \times 843.4$$

$$246 + 858.8x = 268 + 590.38$$

$$858.8x = 268 + 590.38 - 246$$

$$858.8x = 612.38$$

$$x = \frac{612.38}{858.8} = .713$$

第十章 鹽分ニ關スル問題(Salt Problems)

給水ニ海水ヲ使用スルコトニヨリ罐内ニ入り來ル固形分

(Solid matter brought into the Boiler by Sea Feed)

給水ニ清水ヲ得ルコト能ハザル場合ニ於テハ屢罐水ニ海水ヲ使用スルコトアリ注射冷汽器機關(Jet Condensing engine)ノ海上ニ使用セラレタル時代ニアリテハ給水ハ海水ノミナリキ其後表面冷汽器機關(Surface Condensing engine)一般ニ使用セラルニ至リシモ補助給水(Make-up water)ハ同ジク海水ヲ使用セリ補助給水トハ漏洩(Leakage)及ビ驅出(Blow-off)ヨリ生ズル清水ノ損失ヲ補フノ目的ニ使用セラル、給水ノ謂ナリ。表面冷汽器ヲ備フル機關ニアリテハ罐内ニテ清水ハ蒸氣ニ化シ機關ヲ通過シ表面冷汽器ニ入り冷却シテ再ビ清水ト化シ罐内ニ入ル斯ク如ク同一ノ清水ハ再三給水トナルガ故ニ此間何等ノ浪費ナシトスレバ汽罐ニハ補給水ノ必要ヲ認メザルベシ

表面冷汽器機關ニアリテハ補給水ハ冷汽器ノ内側ト循環水トヲ連絡スル補助給水嘴子(Extra feed Cock)ト稱スル小嘴子ニヨリ冷汽器内ニ入り來ルモノナリ、然レドモ此補給水ヲ使用スル時ハ罐内鹽分濃厚ノ度ハ漸次高マルガ故ニ此濃厚ノ度ヲシテ適當ナル程度ヲ超ヘザラシメント欲セバ驅出(Blowing out the brine)ノ方法ニ依ラザルベカラズ。

今 F = 一定時間内ニ使用シタル給水ノ量(Quantity of feed water)

S = 同時間内ニ蒸騰シタル蒸氣ノ量(Quantity of evaporated water)

B = 同時間内ニ驅出シタル水ノ量(Quantity of water blown off)

トスレバ次ノ關係式ヲ得ベシ

$$F = S + B \dots \dots \dots \text{(I)}$$

海水ハ $\frac{1}{33}$ ノ固形分(Solid matter)ヲ含有スルモノトシ罐内濃厚

ノ度ヲシテ $\frac{n}{33}$ ヲ超ヘザラシメントスレバ

$$\frac{1}{33} \times F = \text{一定時間内ニ罐内ニ入り來レル鹽分ノ量}$$

$$\frac{n}{33} B = \text{同時間内ニ罐内ヨリ驅出セラル、鹽分ノ量}$$

此兩者ハ相等シカラザルベカラザルヲ以テ次ノ式ヲ得ベシ

$$\frac{1}{33} \times F = \frac{n}{33} B$$

$$\therefore F = nB \dots \dots \dots \text{(II)}$$

(II) ヲ (I) ニ代用スルトキハ

$$nB = S + B, \quad S = (n-1)B$$

$$\frac{S}{B} = n-1 \dots \dots \dots \text{(III)}$$

123. 海水ハ重量ニテ $\frac{1}{33}$ ノ固形分ヲ含有ス罐水ノ密度(Density)ヲ

シテ $\frac{3}{33}$ ヲ超ヘザラシメントス驅出ノ蒸騰ニ對スル割合如何。

解 $\frac{S}{B} = n-1$

$$n=3, \quad \therefore \frac{S}{B} = \frac{1}{3-1} = \frac{1}{2}$$

124. 海水ハ $\frac{1}{33}$ ノ固形分ヲ含有ス. 罐水濃厚ノ度ヲシテ $\frac{4}{33}$ ヲ超ヘザラシメントス驅出ノ全給水 (Total feed) ニ對スル割合如何.

$$\text{解 } \frac{B}{F} = \frac{1}{n},$$

$$n=4, \quad \therefore \frac{B}{F} = \frac{1}{4}$$

125. 海水ハ $\frac{1}{33}$ ノ固形分ヲ含有ス罐内濃厚ノ度ヲシテ $\frac{5}{33}$ ヲ超ヘザラシメントス蒸騰ノ全給水ニ對スル割合如何.

$$\text{解 } S=(n-1)B, \quad F=nB$$

$$\therefore \frac{S}{F} = \frac{(n-1)B}{nB} = \frac{n-1}{n}$$

$$n=5 \quad \therefore \frac{S}{F} = \frac{5-1}{5} = \frac{4}{5}$$

126. 海水ハ $\frac{1}{33}$ ノ固形分ヲ含有ス今驅出ノ量ノ蒸騰量ニ對スル割合ヲ 2.5 ナリトスレバ罐内ノ密度ヲ如何ニ保ツベキカ.

$$\text{解 } \frac{S}{B} = n-1$$

$$\frac{S}{B} = 2.5 \quad \therefore 2.5 = n-1, \quad n = 1+2.5 = 3.5$$

$$\text{即チ 密度} = \frac{3.5}{33}$$

127. 注射冷汽器ト接続スル罐水ハ $\frac{1}{32}$ ノ密度ヲ示シタリ蒸汽

トシテ使用セラレシモノ、全給水ニ對スル割合如何.

$$\text{解 } S=(n-1)B, \quad F=nB \quad \therefore \frac{S}{F} = \frac{(n-1)B}{nB} = \frac{n-1}{n}$$

$$n = 1\frac{7}{8}$$

$$\therefore \frac{S}{F} = \frac{1\frac{7}{8}-1}{1\frac{7}{8}} = \frac{\frac{7}{8}}{1\frac{7}{8}} = \frac{7}{15}$$

128. 蒸汽トシテ使用セラレタル量ノ全給水ニ對スル割合ヲ 7:11 ナラシメントス罐内ノ密度ヲ如何ニ保ツベキカ.

$$\text{解 } \frac{S}{F} = \frac{n-1}{n}$$

$$\frac{S}{F} = \frac{7}{11}$$

$$\therefore \frac{7}{11} = \frac{n-1}{n}, \quad 7n = 11n - 11, \quad 11n - 7n = 11.$$

$$4n = 11 \quad \therefore n = \frac{11}{4} = 2\frac{3}{4}$$

$$\therefore \text{密度} = \frac{2\frac{3}{4}}{32}$$

注意 或ル學者ハ海水中ニ含有セラレ、固形分ノ割合ヲ $\frac{1}{33}$ ナ

リトシ又或ル大家ハ $\frac{1}{32}$ ナリト云フ. 而シテ固形分中殆ン

ド $\frac{3}{4}$ ハ眞ノ鹽分ニシテ他ノ残りハ石灰化合物及ビ「マグ

ネシユーム」化合物 (Lime and magnesian compounds) ナリ.

129. 航海ノ初メ (Starting on a voyage) = 當リ罐内ニハ55噸ノ清水アリシニ或ル原因ヨリ冷汽器ニ漏洩ヲ生ジ熱井ノ水ハ海水ノ $\frac{1}{8}$ ノ鹽分ヲ含ムニ至レリ航海ノ終リニ於テ此鹽分海水ノ $2\frac{1}{2}$ 倍ニ増加シタリトスレバ此航海中ニ蒸騰シタル水ノ量如何. 但シ航海中ハ驅出ヲ行ハザルモノトス.

解 本問題ニ於テハ驅出ヲ行ハザルヲ以テ給水ハ全部蒸騰セルモノナリ.

$$\frac{1}{32} = \text{海水ノ鹽分トスレバ}$$

$$\left(\frac{1}{32} \times 2\frac{1}{2}\right) \div \left(\frac{1}{32} \times \frac{1}{8}\right) = \frac{2\frac{1}{2}}{\frac{1}{8}} = \frac{5}{2} = \frac{5}{2} \times \frac{8}{1} = 20$$

即チ 20 ハ蒸騰ノ回数ナリ而シテ一回ノ蒸騰ハ 55 tons ナルヲ以テ
蒸騰量 = $20 \times 55 = 1100$ tons.

130. 一瓦倫ニ付キ 4.6「オンス」(Ounces) ノ鹽分ヲ含有シタル給水ヲ一分間ニ使用シ罐水ノ鹽分一瓦倫ニ付キ 12「オンス」ヲ超ヘザラシメントスルニハ給水中ヨリ驅出スベキ量如何.

解 $F = \text{給水ノ量(瓦倫ニテ)}, \quad B = \text{驅出ノ量(瓦倫ニテ)},$
 $n = \text{給水中ニ含マル、鹽分}, \quad n' = \text{驅出ノ時ノ罐水ノ鹽分}$
トスレバ罐内ニ入り來ル鹽分ト驅出ノ鹽分トハ相等シカルベキヲ以テ次式ヲ得.

$$Fn = Bn' \quad \therefore B = \frac{n}{n'} F.$$

$$F = 20 \text{ gallons}, \quad n = 4.6 \text{ ounces}, \quad n' = 12 \text{ ounces}.$$

$$\therefore B = \frac{4.6}{12} \times 20 = \frac{4.6 \times 5}{3} = \frac{23}{3} = 7\frac{2}{3} \text{ gallons}.$$

131. 驅出ヲ行フ汽罐ニシテ 1 瓦倫ニ付キ 2.5「オンス」ノ鹽分ヲ含有スル給水ヲ使用シ汽罐内ノ水ハ 1 瓦倫ニ付キ 15「オンス」ヲ超ヘザラシメントス今驅出ノ量 250 瓦倫ナリトスレバ同時間内ニ入り來リタル給水ノ量如何.

解 前問ト同理ニヨリ

$$Fn = Bn' \quad \therefore F = \frac{n'}{n} B$$

$$n' = 15 \text{ ounces}, \quad n = 2.5 \text{ ounces}, \quad B = 250 \text{ gallons}.$$

$$\therefore F = \frac{15}{2.5} \times 250 = \frac{15 \times 10}{.1} = 1500 \text{ gallons}.$$

132. 驅出ノ量ハ給水ノ $\frac{5}{8}$ ニシテ罐水ハ 1 瓦倫ニ付キ 6「オンス」ノ鹽分ヲ有スル時給水中ニ含有セラレタル鹽分ハ幾「オンス」ナリシカ.

解 前問ト同理ニヨリ

$$F \times n = Bn' \quad \therefore n = \frac{B}{F} n'$$

$$B = \frac{5}{8} F, \quad n' = 6 \text{ ounces}.$$

$$\therefore n = \frac{\frac{5}{8} F \times 6}{F} = \frac{5}{8} \times 6 = \frac{5 \times 3}{4} = \frac{15}{4} = 3.75 \text{ ounces}.$$

133. 蒸騰ノ量ヲ給水ノ $\frac{3}{5}$ ナリトシ給水 1 瓦倫中, 5「オンス」ノ鹽分ヲ含有スル時罐内鹽分ノ度 (Saltiness) 如何.

解 前問ト同理ニヨリ

$$F \times n = B \times n'$$

$$n' = \frac{F}{B} n$$

$$B = F - S = F - \frac{3}{5}F = \frac{2}{5}F \quad \therefore \frac{F}{B} = \frac{5}{2}, \quad n = .5 \text{ ounce,}$$

$$\therefore n' = \frac{5}{2} \times .5 = \frac{2.5}{2} = 1.25 \text{ ounces.}$$

134. 給水ハ 1 瓦倫ニ付キ 4.6「オンス」ノ鹽分ヲ含有シ罐水ハ 1 瓦倫ニ付キ 12「オンス」ノ鹽分ヲ含有ス然ル時ハ驅出ノ給水ニ對スル割合如何.

解 前問ト同理ニヨリ

$$Fn = Bn'$$

$$\frac{B}{F} = \frac{n}{n'}$$

$$n = 4.6 \text{ ounces,} \quad n' = 12 \text{ ounces.}$$

$$\therefore \frac{B}{F} = \frac{4.6}{12}$$

$$\therefore \frac{B}{F} \times 100 = \frac{4.6}{12} \times 100 = \frac{2.3 \times 50}{3} = \frac{115}{3} = 38\frac{1}{3}\%$$

135. 海水ハ 1 瓦倫ニ付キ 5「オンス」ノ鹽分ヲ含有スルモノトス今熱井ノ鹽分ヲ檢スルニ 1 瓦倫ニ付キ .125「オンス」ノ鹽分ヲ含有セ

リ然ラバ冷汽器管ヨリ海水 1 瓦倫漏洩スル間ニ蒸汽幾封度ヲ冷却セシヤ.

解 今海水 1 瓦倫冷汽器管ヨリ洩漏シタリトスレバ熱井内ニハ 5「オンス」ノ鹽分アルベキ筈ナリ而シテ此 5「オンス」ガ熱井ニアル全清水中ニ混ジ全體ノ鹽分ガ 0.125「オンス」トナル爲ニハ清水幾瓦倫ヲ要スルヤヲ求ムルニ

$$\frac{5}{.125} = 40 \text{ gallons}$$

而シテ此内 1 瓦倫ハ海水ナルヲ以テ熱井内ノ清水ハ此漏洩ニ對シ 40-1=39 gallons ヲ要スルノ理ナリ

$$\therefore \text{此清水ノ重量} = 39 \times 10 = 390 \text{ lbs.}$$

即チ海水 1 瓦倫漏洩スル間ニ 390 封度ノ蒸汽冷却セラレタルナリ驅出ノ爲ニ損失スル熱量ニ關スル公式 (Formula for loss of Heat

due to blow off).

l = 驅出ノ爲メノ損失, T = 罐内蒸汽ノ溫度(華氏ニテ), } トスレバ
 t = 給水ノ溫度(華氏ニテ), n = 罐内ノ密度

$$\text{公式 } l = \frac{T-t}{(n-1)(1115+.3T-t) + (T-t)} \dots\dots\dots \text{(XXVIII)}$$

證明 F = 給水ノ量 S = 蒸騰量 }
 B = 驅出ノ量 $\frac{1}{32}$ = 海水ノ鹽分 } トスレバ

前問既ニ證明セル如ク

$$S = (n-1)B$$

今 1 lb ノ 給水ヨリ 1 lb ノ 蒸気ヲ 形成スル 場合ニ 付キテ 説明スベシ

$$B(T-t) = \text{驅出ノ 爲ニ 損失スル 熱量 (B. T. U. ニテ)}$$

$$S = (1115 + .3T-t) = \text{蒸気ヲ 形成スルニ 要スル 熱量}$$

(B. T. U. ニテ)

$$T-t = tF \text{ ノ 給水ヲ } T^{\circ}F \text{ ノ 水ニ 變ズルニ 要スル 熱量}$$

(B. T. U. ニテ)

由テ 次式ヲ 得ベシ

$$B(T-t) + S(1115 + .3T-t) = B(T-t) + (n-1)B(1115 + .3T-t)$$

$$= B\{(n-1)(1115 + .3T-t) + (T-t)\}$$

$$= 1 \text{ lb ノ 給水ノ 得タル 熱量 (B. T. U. ニテ)}$$

$$\text{又 } B(T-t) = \text{驅出ノ 爲ニ 損失スル 熱量 (B. T. U. ニテ)}$$

故ニ $l = \text{給水全 熱量ニ 對スル 驅失ノ 損失熱量ノ 割合}$ トスレバ

$$l = \frac{B(T-t)}{B\{(n-1)(1115 + .3T-t) + T-t\}}$$

$$= \frac{T-t}{(n-1)(1115 + .3T-t) + T-t}$$

136. 一對ノ「トランエンジン」アリ 汽筒ノ 直徑 60'' ニシテ「トラ
ンク」ノ 直徑ハ 28'' ナリ 行長中 有効平均 壓力ハ 一平方吋ニ 付キ 23 封
度ニシテ 行長 39'' 一分時ノ 回轉 45 ナリ 而シテ 一實馬力ニ 付キ 一
時間 21 封度ノ 蒸気ヲ 使用シ 石炭 1 封度ハ 水 8 封度ヲ 蒸騰スル 時完全
ニ 働ク 表面冷 汽器ヲ 使用シ タリ トシテ 一日ノ 石炭消費 如何

解 $D = \text{汽筒ノ 直徑 (吋ニテ)}, \quad d = \text{「トランク」ノ 直徑 (吋ニテ)},$

$P = \text{有効平均 壓力 (一平方吋ニツキ 封度ニテ)},$

$l = \text{行長 (吋ニテ)}, \quad n = \text{一分時ノ 回轉數},$

$w = \text{一時間一馬力ノ 使用蒸気 (封度ニテ)},$

$E = \text{石炭一 封度一時間ノ 蒸騰量 (封度ニテ)},$

$C = \text{一時間ノ 炭費 (封度ニテ)}$

トスレバ

$$\text{汽機一臺ノ 馬力} = \frac{2Pl \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) n}{33000}$$

$$\therefore \text{一對ノ 汽機ノ 馬力} = \text{I. H. P.} = \frac{2Pl \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) n}{33000} \times 2$$

又 $EC = \text{一時間ノ 蒸騰量 (封度ニテ)}$

$w \times \text{I. H. P.} = \text{一時間ノ 使用蒸気ノ 重量 (封度ニテ)}$

$$\therefore EC = w \times \text{I. H. P.}$$

$$C = \frac{w \times \text{I. H. P.}}{E} = \frac{w \times 2Pl \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) n \times 2}{E \times 33000}$$

$$\text{故ニ 一日ノ 石炭消費} = 24C = \frac{w \times 4Pl \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) n}{E \times 33000} \times 24 \text{ (封度ニテ)}$$

$$w = 21 \text{ lbs}, \quad P = 23 \text{ lbs/}\square\text{'}, \quad D = 60\text{'}, \quad d = 28\text{'}$$

$$n = 45/\text{min}, \quad l = 39\text{'} = 3.25\text{'}, \quad E = 8 \text{ lbs.}$$

此等ノ 價ヲ 上式ニ 置キ換フル 時ハ

$$24C = \frac{21 \times 23 \times 3.25 \times 3.1416 (60^2 - 28^2) \times 45 \times 24}{8 \times 33000}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{21 \times 23 \times 3.25 \times 3.1416 (60 + 28) 60 - 28 \times 45 \times 24}{8 \times 33000} \\
 &= \frac{21 \times 23 \times 3.25 \times 3.1416 \times 88 \times 32 \times 45 \times 24}{8 \times 33000} \text{ lbs.} \\
 &= \frac{21 \times 23 \times 3.25 \times 3.1416 \times 88 \times 32 \times 45 \times 24}{8 \times 33000 \times 2240} \text{ tons.} \\
 &= \frac{23 \times .13 \times 1.5708 \times 9 \times 3}{5} = \frac{126.810684}{5} = 25.362 \text{ tons.}
 \end{aligned}$$

137. 前問ノ機關ニ於テ表面冷汽器ヲ注射冷汽器ニ變更シ汽罐内ノ密度ハ給水ノ3倍ニ保タル、時蒸気ノ溫度 290°F ニシテ給水ノ溫度 98°F ナリトスレバ前問ト同一ノ馬力ヲ得ル爲メニ要スル石炭消費増加ノ割如何.

解 表面冷汽器ヲ注射冷汽器ニ變更シタル爲ニ給水ニ對スル驅出ノ損失ヲ求ムベシ

公式 (XXVIII) ニヨリ

$$l = \frac{T-t}{(n-1)(1115+.3T-t) + (T-t)}$$

$$T=290^{\circ}\text{F}, \quad t=98^{\circ}\text{F}, \quad n=3$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned}
 l &= \frac{290-98}{(3-1)(1115+.3 \times 290-98) + (290-98)} \\
 &= \frac{192}{2 \times (1115+87-98) + 192} = \frac{192}{2 \times 1104 + 192} \\
 &= \frac{192}{2208 + 192} = \frac{192}{2400} = .08
 \end{aligned}$$

水1封度ニ於ケル損失ハ水1噸ニ於ケル損失ト其割合ヲ同ウス而シテ水ノ蒸騰量ハ直接ニ石炭消費ニ比例スルガ故ニ上ノ如クシテ求メタル損失ハ亦石炭ノ損失ナルコト明カナリ. 故ニ今假リニ石炭1噸ヲ消費スルモノナリトスル時ハ其ノ.08ハ驅失ノ爲ニ損失ニ歸スルモノナリ換言スレバ注射冷汽器ニ變更シタルガ爲 $1-.08=.92$ 丈有効ニ働キタルナリ即チ問題136ノ炭費ニテハ其馬力ノ.92ヲ保ツニ止マルベシ故ニ此馬力ヲ得ル爲メニハ次式ニ依ラザルベカラズ

$$.92 \times \text{I. H. P.} : \text{I. H. P.} = 25.362 : x$$

$$x = \frac{\text{I. H. P.} \times 25.362}{.92 \text{ I. H. P.}} = \frac{25.362}{.92} = \frac{12.681}{.46} = 27.567 \text{ tons}$$

$$\therefore \text{石炭消費増加ノ百分率} = \frac{27.567 - 25.362}{25.362} \times 100$$

$$= \frac{2.205}{25.362} \times 100 = \frac{220.5}{25.362} \therefore 8.7\%$$

138. 罐内ノ溫度 300°F 給水ノ溫度 110°F ニシテ驅出ハ給水ノ $\frac{2}{12}$

ナリトスレバ驅出ノ爲ニ損失スル熱量ハ給水ノ幾割ニ當ルカ

$$\text{解 } B = \frac{2}{10}, \quad S = F - B = 1 - \frac{2}{10} = \frac{8}{10}$$

$$S = (n-1)B, \quad \frac{8}{10} = (n-1)\frac{2}{10}, \quad n-1=4.$$

$$\text{公式 (XXVIII) ニヨリ } l = \frac{T-t}{(n-1)(1115+.3T-t) + T-t}$$

$$T=300^{\circ}\text{F}, \quad t=110^{\circ}\text{F}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned}
 l &= \frac{300-110}{4 \times (1115+.3 \times 300-110) + (300-110)} \\
 &= \frac{190}{4 \times (1115+90-110) + 190} = \frac{190}{4 \times 1095 + 190} \\
 &= \frac{190}{4380+190} = \frac{190}{4570} = .041 = .41\%
 \end{aligned}$$

139. 表面冷気器ノ漏洩ヨリ海水侵入シ給水ノ密度ヲ1トシ蒸汽ノ温度ハ310°F, 給水ノ温度106°Fニシテ驅出ノ爲ニ損失スル燃料ヲ給水ノ.13ヲ超ヘザラシメントス汽罐内ノ密度ハ給水ノ密度ノ幾倍ナリヤ.

解 公式 (XXVIII) = ヨリ
$$l = \frac{T-t}{(n-1)(1115+.3T-t) + T-t}$$

$$\therefore l(T-t) + (n-1)l(1115+.3T-t) = T-t$$

$$(n-1)l(1115+.3T-t) = (T-t) - l(T-t)$$

$$(n-1)l(1115+.3T-t) = (T-t)(1-l)$$

$$n-1 = \frac{(T-t)(1-l)}{l(1115+.3T-t)}$$

$$\therefore \text{公式 } n = \frac{(T-t)(1-l)}{l(1115+.3T-t)} + 1 \dots \dots \dots \text{(XXIX)}$$

$$T=310^\circ\text{F}, \quad t=106^\circ\text{F}, \quad l=.13.$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{(310-106)(1-.13)}{.13(1115+.3 \times 310-106)} + 1 = \frac{204 \times .87}{.13(1115+93-106)} + 1 \\
 &= \frac{204 \times .87}{.13 \times 1102} + 1 = \frac{102 \times .87}{.13 \times 551} + 1 = \frac{88.74}{71.63} + 1 \doteq 1.23 + 1 \\
 &= 2.23.
 \end{aligned}$$

140. 罐内蒸汽ノ温度 330°F, 給水ノ温度 115°Fニシテ罐内ノ密度ヲ海水ノ3倍ニ保ツ時驅出ノ爲ニ損失スル熱量ノ有効熱量ニ對スル割合如何.

解 $B(T-t)$ = 驅出ノ爲ニ損失スル熱量(B. T. U. = テ)

$$(n-1)B(1115+.3T-t) = \text{蒸騰ニ要スル有効熱量(B.T.U. = テ)}$$

$$\therefore \text{其割合} = \frac{B(T-t)}{(n-1)B(1115+.3T-t)} = \frac{T-t}{(n-1)(1115+.3T-t)}$$

$$T=330^\circ\text{F}, \quad t=115^\circ\text{F}, \quad n=3.$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned}
 \text{其割合} &= \frac{330-115}{(3-1)(1115+.3 \times 330-115)} = \frac{215}{2 \times (1115+99-115)} \\
 &= \frac{215}{2 \times 1099} = \frac{215}{2198} = .097
 \end{aligned}$$

141. 給水ノ温度 120°Fニシテ罐内ノ密度ハ海水ノ密度ノ3倍ナル時驅出ノ爲ニ損失スル熱量ハ給水ノ熱量ノ.08ナリト云フ罐内蒸汽ノ温度如何.

解 公式 (XXVIII) = ヨリ

$$l = \frac{T-t}{(n-1)(1115+.3T-t) + (T-t)}$$

$$l(n-1)(1115+.3T-t) + l(T-t) = T-t$$

$$l(n-1)\{(1115-t) + .3T\} + lT - lt = T-t$$

$$l(n-1)(1115-t) + .3Tl(n-1) + lT - lt = T-t$$

$$l(n-1)(1115-t) - lt + t = T - .3Tl(n-1) - lT$$

$$l(n-1) \times 1115 - l(n-1)t - lt + t = T\{1 - .3l(n-1) - l\}$$

$$l(n-1) \times 1115 - lnt + lt - lt + t = T\{1 - l(.3n - .3 + 1)\}$$

$$l(n-1) \times 1115 - lnt + t = T\{1 - l(.3n + .7)\}$$

$$ln(1115 - t) + (t - 1115l) = T\{1 - l(.3n + .7)\}$$

$$T = \frac{ln(1115 - t) + (t - 1115l)}{1 - l(.3n + .7)}$$

$$l = .08, \quad t = 120^\circ\text{F}, \quad n = 3.$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$T = \frac{.08 \times 3(1115 - 120) + (120 - 1115 \times .08)}{1 - .08(.3 \times 3 + .7)}$$

$$= \frac{.08 \times 3 \times 995 + 120 - 89.2}{1 - .08(.9 + .7)} = \frac{238.8 + 120 - 89.2}{1 - .08 \times 1.6}$$

$$= \frac{269.6}{.872} \doteq 309^\circ\text{F}.$$

別法 $l = .08, \quad t = 120^\circ\text{F}, \quad n = 3.$

$$l = \frac{T - t}{(n-1)(1115 + .3T - t) + (T - t)}$$

$$.08 = \frac{T - 120}{(3-1)(1115 + .3T - 120) + (T - 120)}$$

$$.08 = \frac{T - 120}{2(1115 + .3T - 120) + (T - 120)}$$

$$.08 \times 2 \times (1115 + .3T - 120) + .08(T - 120) = T - 120$$

$$.08 \times 2 \times 1115 + .08 \times 2 \times .3T - .08 \times 2 \times 120 + .08T - .08 \times 120$$

$$= T - 120$$

$$.08 \times 2 \times .3T + .08T - T = .08 \times 2 \times 120 + .08 \times 120 - 120 - .08 \times 2 \times 1115$$

$$T(.08 \times 2 \times .3 + .08 - 1) = .08(2 \times 120 + 120 - 2 \times 1115) - 120$$

$$T(.048 + .08 - 1) = .08(240 + 120 - 2230) - 120$$

$$-.872T = .08 \times (-1870) - 120$$

$$-.872T = -149.6 - 120$$

$$-.872T = -269.6$$

$$T = \frac{269.6}{.872} = 309^\circ\text{F}.$$

142. 罐内蒸汽ノ温度 300°F ニシテ罐内ノ密度ハ海水ノ 2.5 倍ナル時驅出ノ爲ニ損失スル燃料ヲ .1 ヲ超エザラシメントス給水ノ温度如何.

解 公式 (XXVIII) ニヨリ

$$l = \frac{T - t}{(n-1)(1115 + .3T - t) + (T - t)}$$

$$T = 300^\circ\text{F}, \quad l = .1, \quad n = 2.5$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$.1 = \frac{300 - t}{(2.5 - 1)(1115 + .3 \times 300 - t) + (300 - t)}$$

$$.1 = \frac{300 - t}{1.5(1115 + 90 - t) + (300 - t)}$$

$$.1 \times 1.5(1205 - t) + .1(300 - t) = 300 - t$$

$$.1 \times 1.5 \times 1205 - .1 \times 1.5t + .1 \times 300 - .1t = 300 - t$$

$$.1 \times 1.5 \times 1205 + .1 \times 300 - 300 = .1 \times 1.5t + .1t \times t$$

$$180.75 + 30 - 300 = t(.1 \times 1.5 + .1 - 1)$$

$$-89.25 = t(.15 + .1 - 1)$$

$$-89.25 = -.75t$$

$$t = \frac{89.25}{.75} = 119^\circ\text{F.}$$

143. 罐内ノ密度ヲ $\frac{2}{32}$ ニ保ツ時ハ一定時間ニ於ケル給水ハ 300 噸ナリ今罐水ノ密度ヲ $\frac{3}{32}$ ニ保ツトスルニハ同時間ニ要スル給水ノ量如何.

解 n = 第一ノ罐水ノ密度 n' = 第二ノ罐水ノ密度

F = 第一ノ給水量(噸ニテ) F' = 第二ノ給水量(噸ニテ)

S = 第一ノ蒸騰量(噸ニテ) S' = 第二ノ蒸騰量(噸ニテ)

B = 第一ノ驅出量(噸ニテ) B' = 第二ノ驅出量(噸ニテ)

トスレバ

$$F = nB, \quad S = (n-1)B, \quad F' = n'B', \quad S' = (n'-1)B'$$

$$\frac{S}{F} = \frac{(n-1)B}{nB} = \frac{n-1}{n}, \quad \frac{S'}{F'} = \frac{(n'-1)B'}{n'B'} = \frac{n'-1}{n'}$$

$$\therefore S = F \frac{n-1}{n}, \quad S' = F' \frac{n'-1}{n'}$$

而シテ同時間内ニ要スル蒸騰量ハ相等シキヲ以テ次式ヲ得ベシ

$$S = S' \quad \text{即チ} \quad F \frac{n-1}{n} = F' \frac{n'-1}{n'}$$

$$\therefore F' = F \frac{n-1}{n} \times \frac{n'}{n'-1}$$

$$F = 300 \text{ tons}, \quad n = 2, \quad n' = 3$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$F' = 300 \times \frac{2-1}{2} \times \frac{3}{3-1} = 300 \times \frac{1}{2} \times \frac{3}{2} = 75 \times 3 = 225 \text{ tons.}$$

144. 表面冷汽器ニ漏洩ヲ生ジ罐水ノ密度ハ海水ノ $\frac{1}{4}$ ノモノヲ使用スルニ至リ罐内ノ密度ヲ $\frac{3}{32}$ ニ保ツ時ニハ一定時間ニ要スル給水ハ 405 噸ナリ今罐内ノ密度ヲ $\frac{4}{32}$ ニ保ツニハ同時間内ニ要スル給水ノ量如何.

解 $\frac{1}{m}$ = 給水ノ密度トシ他ハ前問ト同符號ヲ用フレバ

$$\frac{1}{m}F = nB, \quad \frac{1}{m}F' = n'B'$$

$$F = mnB, \quad F' = mn'B'$$

$$\therefore S = (mn-1)B, \quad S' = (mn'-1)B'$$

$$\frac{S}{F} = \frac{(mn-1)B}{mnB} = \frac{mn-1}{mn}, \quad \frac{S'}{F'} = \frac{(mn'-1)B'}{mn'B'} = \frac{mn'-1}{mn'}$$

$$\therefore S = F \times \frac{mn-1}{mn}, \quad S' = F' \times \frac{mn'-1}{mn'}$$

$$S = S' \quad \text{即チ} \quad F \frac{mn-1}{mn} = F' \times \frac{mn'-1}{mn'}$$

$$\therefore F' = F \times \frac{mn-1}{mn} \times \frac{mn'}{mn'-1} = F \times \frac{mn-1}{n} \times \frac{n'}{mn'-1}$$

$$\frac{1}{m} = \frac{1}{4} \quad \therefore m = 4, \quad n = 3, \quad n' = 4, \quad F = 405 \text{ tons.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$F' = 405 \times \frac{4 \times 3 - 1}{3} \times \frac{4}{4 \times 4 - 1} = 405 \times \frac{12 - 1}{3} \times \frac{4}{16 - 1}$$

$$= 405 \times \frac{11}{3} \times \frac{4}{15} = 9 \times 11 \times 4 = 396 \text{ tons.}$$

別式

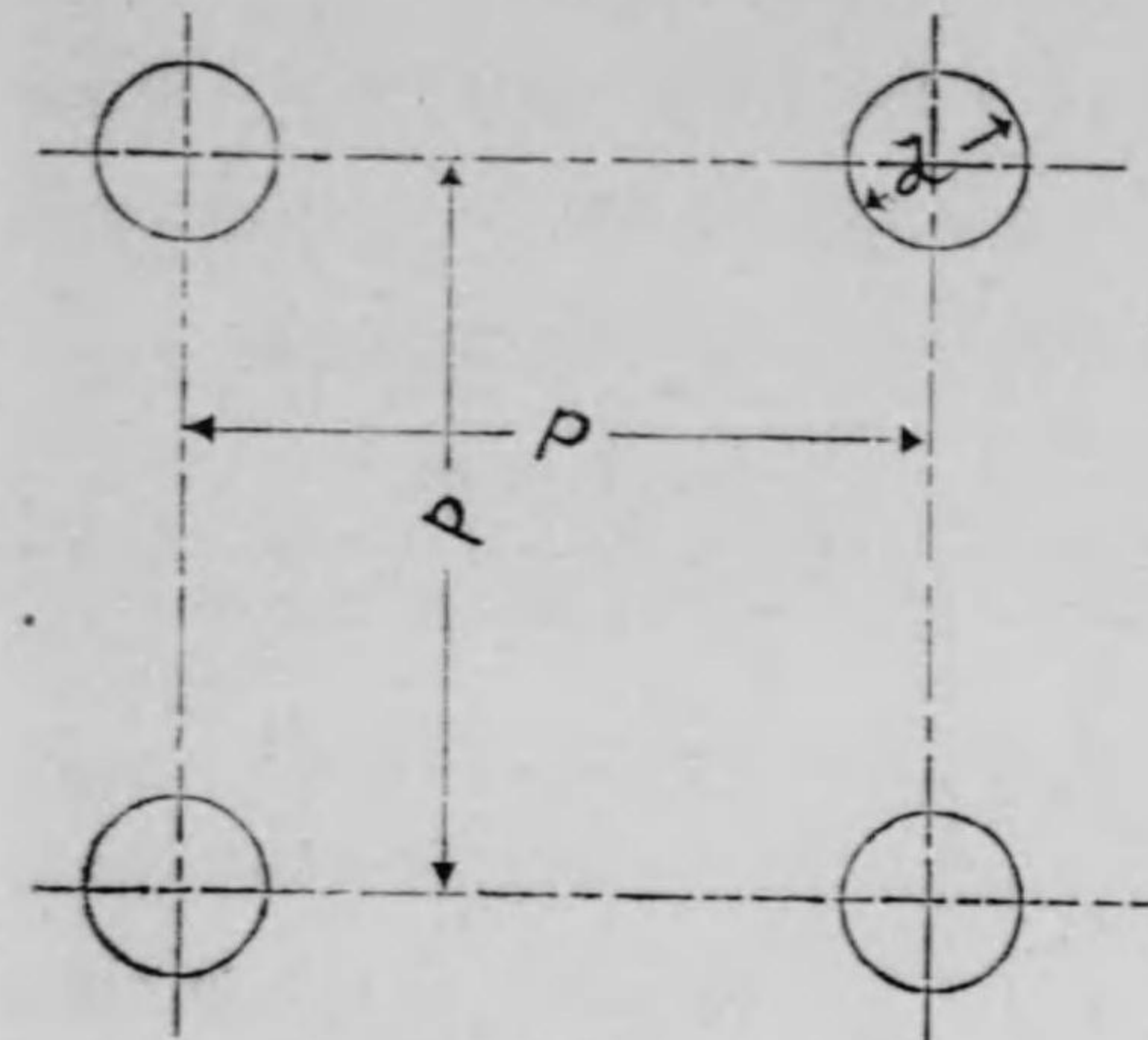
$$F' = 405 \times \frac{3 - \frac{1}{4}}{3} \times \frac{4}{4 - \frac{1}{4}} = 405 \times \frac{\frac{11}{4}}{3} \times \frac{4}{\frac{15}{4}}$$

$$= 405 \times \frac{11}{4 \times 3} \times \frac{4 \times 4}{15} = 405 \times \frac{11}{3} \times \frac{4}{15} = 396 \text{ tons.}$$

第十一章 汽罐ノ強力ニ關スル問題

(Problems relating to Strength of Boiler)

145. 汽罐アリ支釘(Stay)ノ直径 $1\frac{1}{2}$ "ニシテ其中心ヨリ中心マデノ距離ハ15"ナリ今支釘ノ面積1平方吋ニ付キ4800封度ノ應力(Stress)



ナル時汽壓如何.

解 d = 支釘ノ直径

(吋ニテ)

p = 支釘中心間ノ距

離(吋ニテ)

f = 支釘一平方吋ノ

應力(封度ニテ)

P = 汽壓(一平方吋

ニツキ封度ニテ)

第五十八圖

トスレバ 第五十八圖ニ示スガ如ク一本ノ支釘ハ $p \times p$ 平方吋ノ板ヲ支フルノ理ナリ

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times f = \text{一本ノ支釘ノ支フル應力(封度ニテ)}$$

$$p \times p \times P = \text{此板ニ及ボス壓力(封度ニテ)}$$

此兩者ハ相等シカルベキヲ以テ次ノ方程式ヲ得ベシ

$$p^2 \times P = \frac{\pi}{4} d^2 \times f$$

$$\therefore P = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \times f}{p^2}$$

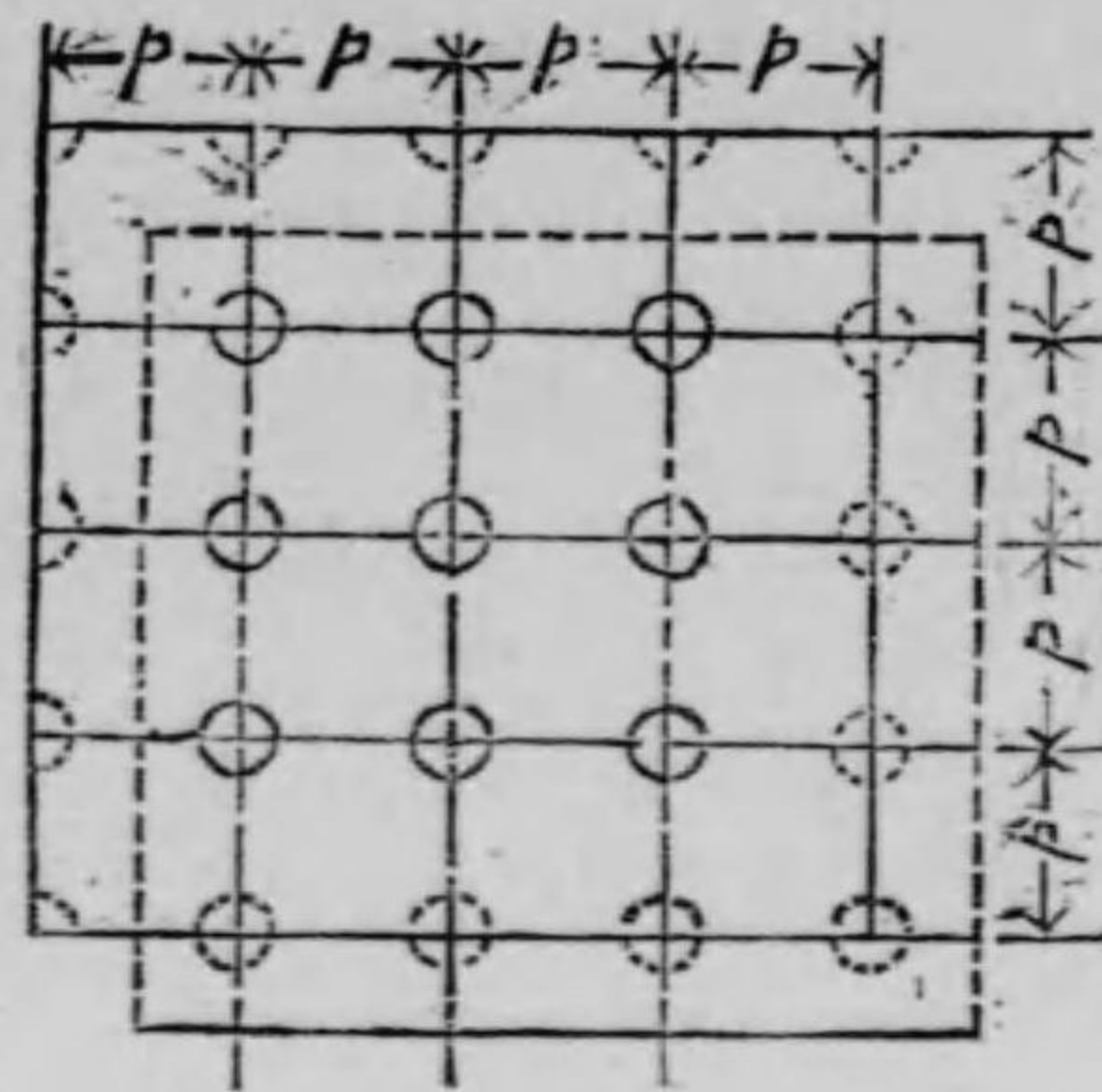
$$d=1.5'', \quad f=4800 \text{ lbs}/\square'', \quad p=15''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$P = \frac{.7854 \times 1.5^2 \times 4800}{15^2} = \frac{.7854 \times 1.5 \times 1.5 \times 4800}{15 \times 15} = .7854 \times 48$$

$$= 37.6992 \text{ lbs}/\square'' \doteq 37.7 \text{ lbs}/\square''$$

146. 汽罐ノ底部ハ平坦ニシテ 186 平方呎ノ面積ヲ有ス一平方吋ノ汽壓 30 封度ニシテ支釘ハ 7 列ナリ而シテ各列 (row) = 9 個ノ支釘ヲ有シ支釘毎平方吋ノ應力 5000 封度ナル時支釘ノ直徑如何.



第五十九圖

タルト同ジ結果ヲ生ズ

- A = 底部ノ面積 (平方吋ニテ)
- f = 支釘一平方吋ノ應力 (封度ニテ)
- d = 支釘ノ直徑 (吋ニテ)
- P = 汽壓 (一平方吋ニツキ封度ニテ)

解 n = 列數

m = 1 列 = 排列スル.

支釘ノ數

トシ第五十九圖ノ如ク支釘ヲ配置スル時ハ板ノ兩端及兩側ハ支釘ヲ半分宛支フレコト、ナルヲ以テ實際ニ於テハ n+1 列ニシテ各列ニ m+1 個ノ支釘ヲ配置シ

トスレバ

$$PA = \frac{\pi}{4} d^2 (m+1)(n+1)f, \quad d^2 = \frac{PA}{\frac{\pi}{4} (m+1)(n+1)f}$$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{PA}{\frac{\pi}{4} (m+1)(n+1)f}}$$

$$P = 30 \text{ lbs}/\square'', \quad A = 186 \text{ 呎} = 186 \times 144 \square'', \quad f = 5000 \text{ lbs}/\square'',$$

$$m = 9, \quad n = 7.$$

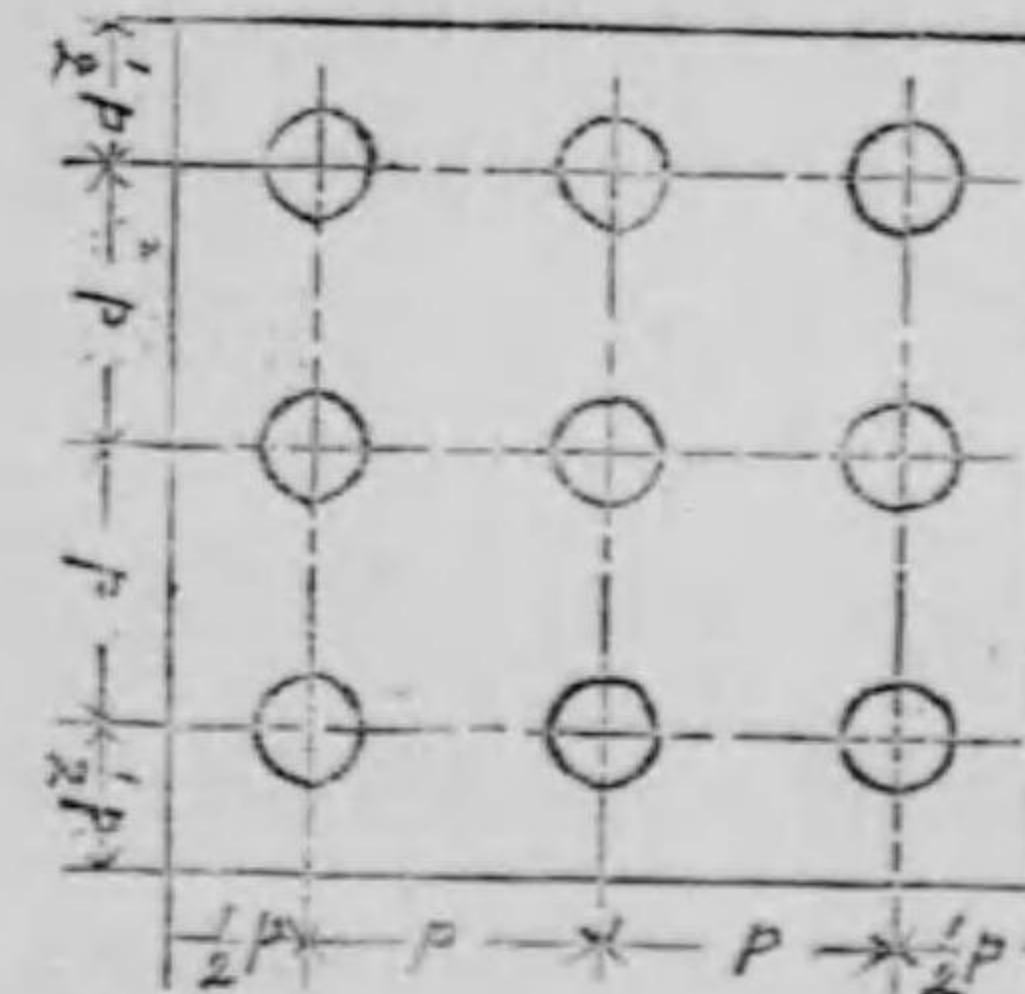
此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$d = \sqrt{\frac{30 \times 186 \times 144}{.7854 \times (9+1)(7+1) \times 5000}} = \sqrt{\frac{30 \times 186 \times 144}{.7854 \times 10 \times 8 \times 5000}}$$

$$= \sqrt{\frac{93 \times 9}{.1309 \times 2500}} = \sqrt{\frac{837}{327.25}} = \sqrt{2.557677} \doteq 1.6''$$

別法 若シ又第六十圖ノ如ク配置スル時ハ

$$PA = \frac{\pi}{4} d^2 mnf.$$



第六十圖

$$d^2 = \frac{PA}{\frac{\pi}{4} mnf}$$

$$\therefore d = \sqrt{\frac{PA}{\frac{\pi}{4} mnf}}$$

$$= \sqrt{\frac{30 \times 185 \times 144}{.7854 \times 9 \times 7 \times 5000}}$$

$$= \sqrt{\frac{31 \times 24}{.1309 \times 7 \times 250}}$$

$$= \sqrt{\frac{744}{229.075}} = \sqrt{3.247844} = 1.8''$$

此二ツノ排列法ノ内孰レヲ採ルモ差支ナシト雖モ前者ハ後者ニ比シ支釘ノ直徑小ニシテ中心間ノ距離モ亦小ナレバ從ツテ前者ノ排列法ハ後者ノ排列法ヨリモ罐板ヲ支フル力大ナルヲ以テ前者ノ排列法ヲ採用スルヲ得策トス。

147. 矩形汽罐 (Rectangular Boiler) ノ底部ハ正方形ニ排列セル直徑 $1\frac{1}{2}''$ ノ支釘ニテ支持セラル支釘一平方吋ノ應力ヲ 4800 封度トシ汽壓毎平方吋 30 封度ナル時支釘ノ心距如何。

解 前問ト同理ニヨリ

$$p^2 P = \frac{\pi d^2 f}{4}$$

$$p^2 = \frac{\frac{\pi d^2 f}{4}}{P} \quad \therefore p = \frac{\sqrt{\frac{\pi d^2 f}{4}}}{P}$$

$$d = 1.5'', \quad f = 4800 \text{ lbs}/\square'', \quad P = 30 \text{ lbs}/\square''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$p = \sqrt{\frac{.7854 \times 1.5^2 \times 4800}{30}} = \sqrt{\frac{.7854 \times 1.5 \times 1.5 \times 4800}{30}} \\ = \sqrt{.7854 \times 1.5 \times 1.5 \times 160} = \sqrt{282.744} = 16.8149'' \doteq 16.815''$$

148. 汽罐底部ノ支釘中心間ノ距離 12'' ナリ此支釘腐蝕シテ其直徑 $\frac{7}{8}''$ トナリタリ汽壓 30 封度ナル時支釘一平方吋ノ應力如何。

解 前問ト同理ニヨリ

$$p^2 \times P = \frac{\pi d^2 f}{4} \quad \text{ニ於テ}$$

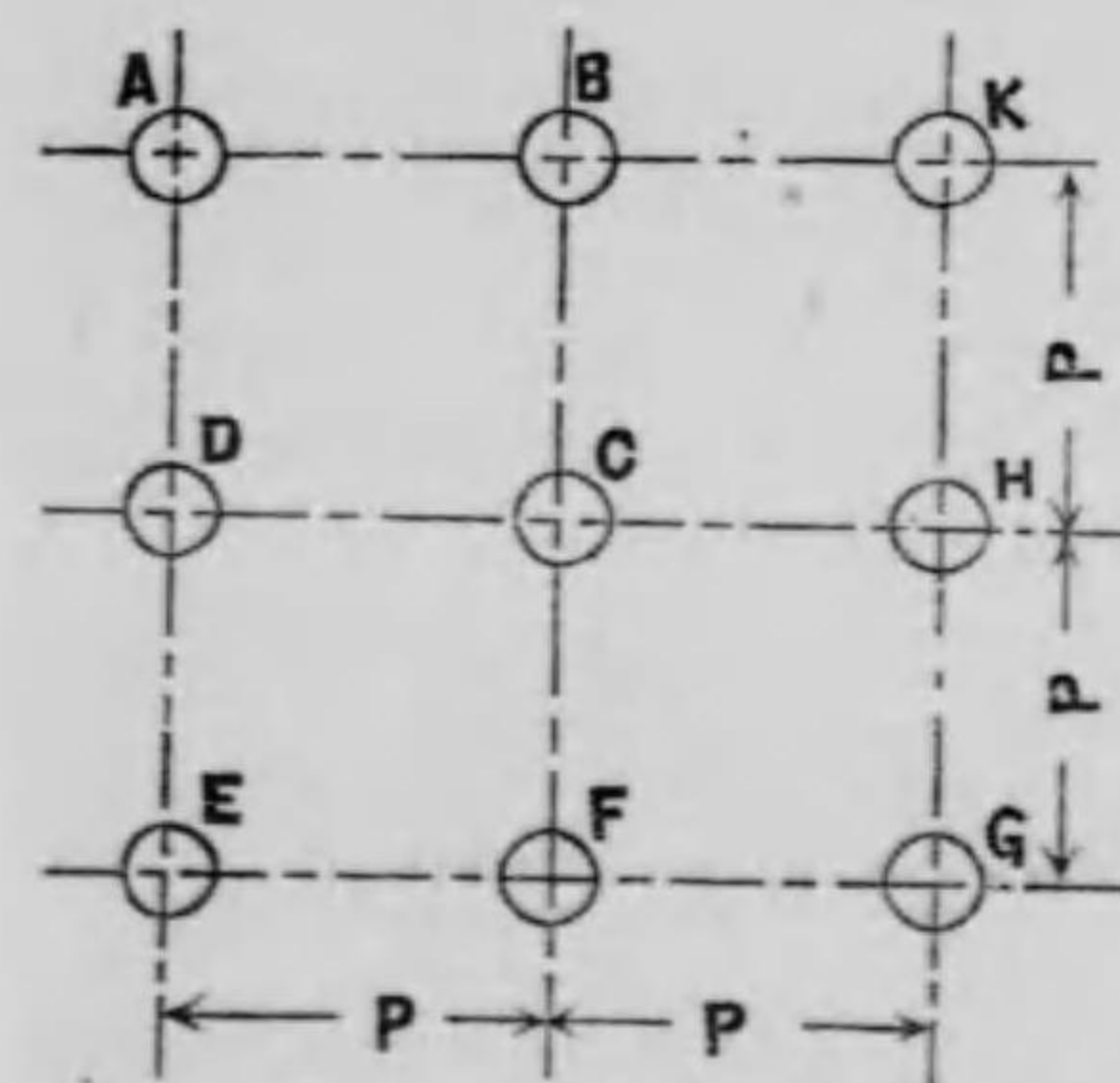
$$p = 12'', \quad P = 30 \text{ lbs}/\square'', \quad d = \frac{7}{8}'' \quad \text{ト置ク時ハ次式ヲ得ベシ}$$

$$12^2 \times 30 = .7854 \times \left(\frac{7}{8}\right)^2 \times f$$

$$\therefore f = \frac{144 \times 30 \times 8 \times 8}{.7854 \times 7 \times 7} = \frac{144 \times 5 \times 8 \times 8}{.1309 \times 7 \times 7} = \frac{46080}{6.4141} \\ = 7184.172 \text{ lbs}/\square''$$

注意 鐵製支釘一平方吋ノ最大應力 (Greatest stress) ヲ 7000 封度ニ許ス時ハ問題 148 ノ應力ハ大ニ失ス即チ汽壓 30 封度ノ汽罐ニ使用スルコト能ハズ故ニ此場合ニ於テハ汽壓ヲ減少スベシ

149. 汽罐アリ支釘ノ心距 15'' ニシテ其直徑 $1\frac{1}{2}''$ ナリ汽壓ハ一平方吋ニ付キ 60 封度ニシテ使用中支釘一本折損シタリトスレバ各支釘一平方吋ニ受クベキ餘分ノ應力如何



第六十一圖

解 第六十一圖ニ示スガ如ク C ナル支釘一本折損シタリトスレバ此場合ニ於テ壓力ヲ減少セザル時ハ支釘折損前 ABCD, DCFE, FCHG, 及ヒ HCBK ナル面積ヲ各一本ノ支釘ニテ支ヘタリシニ支釘折損後ニ於テ上ノ各面積ヲ $\frac{3}{4}$ 本宛ノ支釘ニ

テ支フルコト、ナルベシ

p = 支釘ノ心距(吋ニテ),

P = 壓力(一平方吋ニツキ封度ニテ),

f = 支釘折損前支釘一平方吋ノ應力(封度ニテ),

F = 支釘折損後支釘一平方吋ノ受クル應力(封度ニテ),

d = 支釘ノ直徑(吋ニテ) トスレバ

支釘折損セザル以前ニ於テハ

$$p^2 \times P = \frac{\pi}{4} d^2 \times f \dots \dots \dots \text{(I)}$$

支釘折損後ニ於テハ

$$p^2 \times P = \frac{\pi}{4} d^2 \times \frac{3}{4} \times F \dots \dots \dots \text{(II)}$$

(I) ト (II) トヨリ次式ヲ得ベシ

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times \frac{3}{4} \times F = \frac{\pi}{4} d^2 \times f$$

$$\frac{3}{4} F = f \quad \therefore F = \frac{4}{3} f$$

故ニ餘分ノ應力 = $F - f = \frac{4}{3} f - f = \frac{1}{3} f$.

$$p = 15, \quad P = 60 \text{ lbs}/\square, \quad d = 1.5,$$

此等ノ價ヲ (I) ニ置キ換フル時ハ

$$15^2 \times 60 = .7854 \times 1.5^2 f$$

$$f = \frac{15 \times 15 \times 60}{.7854 \times 1.5 \times 1.5} = \frac{10 \times 10 \times 10}{.1309} = \frac{1000}{.1309}$$

$$\therefore \frac{1}{3} f = \frac{1}{3} \times \frac{1000}{.1309} = \frac{1000}{.3927} = 2546.473 \text{ lbs}/\square$$

$$\text{又 } F = \frac{4}{3} f = \frac{4000}{.1309 \times 3} = \frac{4000}{.3927} = 10185.9 \doteq 10186 \text{ lbs}/\square$$

注意 鋼製支釘一平方吋ノ最大許用應力(Greatest allowable stress)

ヲ 9000/lbs/□" ナリトスル時此應力ハ大ニ失ス故ニ此場合

ニ於テハ實際ニ於テ壓力ヲ減少シテ使用スベキモノナリ

此場合ニ於テ壓力ヲ幾何減少スベキカヲ求ムルニハ折損前後ニ於

ケル支釘一平方吋ノ應力ヲ同一ナリトシテ計算スベシ

即チ 折損前ニ於テハ

折損後ニ於テハ

$$p^2 \times P = \frac{\pi}{4} d^2 \times f \dots \dots \dots \text{(I)} \quad p^2 \times P' = \frac{\pi}{4} d^2 \times \frac{3}{4} \times f \dots \dots \dots \text{(II)}$$

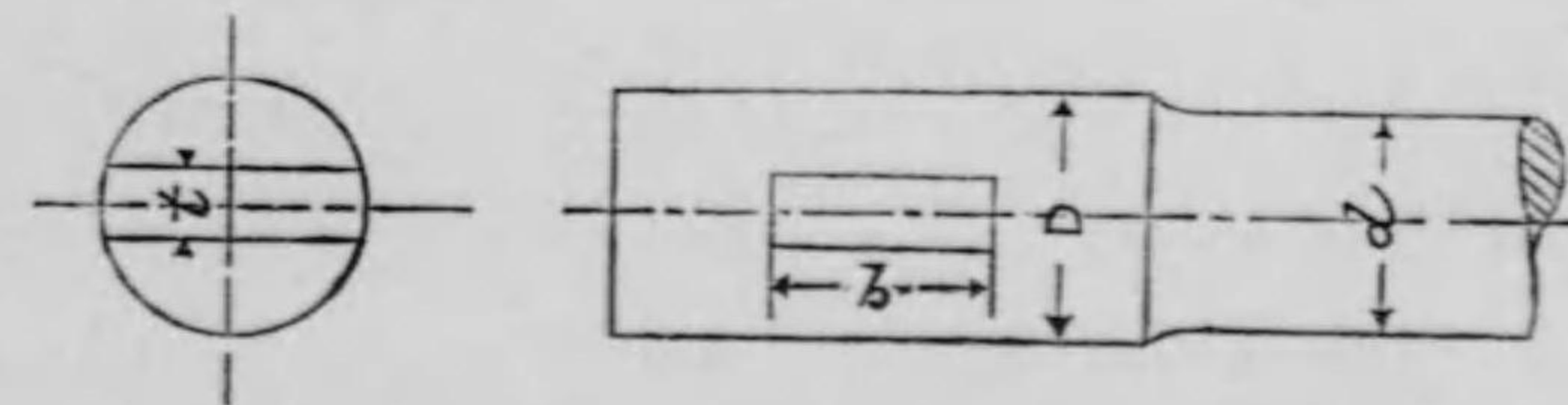
(I) ヲ (II) ニテ除スレバ

$$\frac{P}{P'} = \frac{1}{\frac{3}{4}} = \frac{4}{3} \quad \therefore P' = \frac{3}{4} P.$$

$$\therefore \text{壓力ノ減少} = P - P' = P - \frac{3}{4} P = \frac{1}{4} P.$$

即チ 149 = 於テハ $\frac{1}{4} \times 60 = 15 \text{ lbs}/\square$ 丈壓力ヲ下降スベシ

「コッター」ヲ以テ取付ケラレタル支釘ノ強力ニ關スル公式 (Formula for strength of stay to be fixed with cotter)



第 六 十 二 圖

第六十二圖ニ於テ

D = 支釘膨大部 (Swelled part) ノ直径 (吋ニテ)

d = 支釘本體ノ直径 (吋ニテ)

b = 「コッター」ノ幅 (吋ニテ)

t = 「コッター」ノ深サ (吋ニテ)

$n = \frac{b}{t}$ トスレバ鐵製支釘ナル時次ノ公式アリ

公式 $D = \left(1 + \frac{.08}{n} + \frac{.4}{\sqrt{n}}\right)d \dots \dots \dots \text{(XXX)}$

證明 f_t = 鐵ノ延引力 (Tensile stress) (一平方吋ニ付キ封度ニテ)

f_s = 鐵ノ剪斷力 (shearing stress) (一平方吋ニ付キ封度ニテ)

$$\frac{f_s}{f_t} = 1.$$

$\frac{\pi}{4}d^2f_t$ = 支釘本體切斷面積ニ於ケル延引力 (封度ニテ)

$\left(\frac{\pi}{4}D^2 - Dt\right)f_t$ = 支釘ノ「コッター」ヲ有スル部分ノ切斷面ニ於ケル延引力 (封度ニテ)

此兩者ハ相等シキヲ以テ

$$\frac{\pi}{4}d^2f_t = \left(\frac{\pi}{4}D^2 - Dt\right)f_t \quad \text{即チ} \quad \frac{\pi}{4}d^2 = \frac{\pi}{4}D^2 - Dt$$

$$\therefore Dt = \frac{\pi}{4}D^2 - \frac{\pi}{4}d^2$$

$$Dt = \frac{\pi}{4}(D^2 - d^2) \quad t = \frac{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}{D} \dots \dots \dots \text{(I)}$$

又此延引力ハ「コッター」ノ面ニ於ケル剪斷力ト相等シカラザルニ

カラズ

即チ $2btf_s = \frac{\pi}{4}d^2f_t \dots \dots \dots \text{(II)}$

(I) ノ t ノ價ヲ (II) ニ代用スレバ

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

又 $b = nt = n \frac{\frac{\pi}{4}(D^2 - d^2)}{D}$

$$\therefore 2n \left\{ \frac{\pi}{4} \frac{(D^2 - d^2)}{D} \right\}^2 f_s = \frac{\pi}{4}d^2f_t$$

$$2n \frac{\pi^2}{16} \frac{(D^2 - d^2)^2}{D^2} f_s = \frac{\pi}{4}d^2f_t$$

$$d^2 = \frac{2n\pi^2(D^2 - d^2)^2 \times 4f_s}{16D^2 \times \pi \times f_t} = \frac{n\pi(D^2 - d^2)^2}{2D^2}$$

$$\frac{f_s}{f_t} = 1.$$

$$\therefore d = \frac{D^2 - d^2}{D} \sqrt{\frac{n\pi}{2}}$$

$$\sqrt{2}dD = \sqrt{n\pi}(D^2 - d^2)$$

$$\sqrt{n\pi}D^2 - \sqrt{2}dD - \sqrt{n\pi}d^2 = 0$$

$$D = \frac{\sqrt{2}d \pm \sqrt{2d^2 + 4n\pi d^2}}{2\sqrt{n\pi}} = \frac{\sqrt{2}d \pm d\sqrt{2 + 4n\pi}}{2\sqrt{n\pi}}$$

$$\therefore D = \frac{\sqrt{2d+d\sqrt{2+4n\pi}}}{2\sqrt{n\pi}}, \text{ or } \frac{\sqrt{2d-d\sqrt{2+4n\pi}}}{2\sqrt{n\pi}}$$

ナル二ツノ根ヲ得ルモ $\frac{\sqrt{2d-d\sqrt{2+4n\pi}}}{2\sqrt{n\pi}}$ ハ n ガ正ノ整数ナルヲ以テ恒ニ $\sqrt{2+4n\pi} > \sqrt{2}$ ナリ故ニ其價ハ負トナルガ故ニ本問題ニ適セズ由テ

$$D = \frac{\sqrt{2d+d\sqrt{2+4n\pi}}}{2\sqrt{n\pi}} \text{ ノミヲ採用ス}$$

$$\begin{aligned} D &= \frac{\sqrt{2d+d\sqrt{2+4n\pi}}}{2\sqrt{n\pi}} = \frac{d}{\sqrt{2n\pi}} + d \frac{\sqrt{2+4n\pi}}{\sqrt{4n\pi}} \\ &= \frac{d}{\sqrt{2n\pi}} + d \left(\frac{2+4n\pi}{4n\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \\ &= \left(\frac{2+4n\pi}{4n\pi} \right)^{\frac{1}{2}} = \left(1 + \frac{1}{2n\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \end{aligned}$$

故ニ二項式定理ニヨリ

$$\left(1 + \frac{1}{2n\pi} \right)^{\frac{1}{2}} \doteq 1 + \frac{1}{4n\pi}$$

$$\therefore D = \frac{d}{\sqrt{2n\pi}} + d \left(1 + \frac{1}{4n\pi} \right)$$

$$\text{今 } \frac{1}{4\pi} = \frac{1}{4 \times 3.1416} = \frac{1}{12.5664} \doteq \frac{1}{12.5} = .08$$

$$\sqrt{2\pi} = \sqrt{2 \times 3.1416} = \sqrt{6.2832} \doteq \sqrt{6.25} = 2.5$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$D = \frac{d}{2.5\sqrt{n}} + d \left(1 + \frac{.08}{n} \right) = d \left(1 + \frac{.08}{n} + \frac{.4}{\sqrt{n}} \right)$$

150. 汽罐アリ其支釘ハ「コツター」ニテ取付ケラレ「コツター」ノ厚サハ $\frac{1''}{2}$ ニシテ支釘ノ直徑 $1\frac{5''}{8}$ ナリ支釘本體ト同一ノ強力ヲ保タシメント欲セバ支釘膨大部ノ直徑ヲ幾吋ニシテ可ナルカ.

解 公式 (XXX) ニヨリ

$$D = \left(1 + \frac{.08}{n} + \frac{.4}{\sqrt{n}} \right) d$$

$$d = 1\frac{5''}{8} = 1.625'' \quad n = 4 \text{ トス}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} D &= \left(1 + \frac{.08}{4} + \frac{.4}{\sqrt{4}} \right) \times 1.625 = (1 + .02 + .2) \times 1.625 \\ &= 1.22 \times 1.625 = 1.9825'' \end{aligned}$$

151. 汽罐アリ其支釘ハ「コツター」ニテ取付ケラレ支釘ノ直徑 $1\frac{5''}{8}$ ニシテ支釘膨大部ノ直徑 $2''$ ナリ支釘本體ト膨大部ト同一ノ強力ヲ保タシメントハ「コツター」ノ幅ト其厚サノ割合如何又厚サ $\frac{1''}{2}$ ナル時其幅如何.

公式 (XXX) ニヨリ

$$D = \left(1 + \frac{.08}{n} + \frac{.4}{\sqrt{n}} \right) d$$

$$D = 2'' \quad d = 1.625''$$

$$\therefore 2 = \left(1 + \frac{.08}{n} + \frac{.4}{\sqrt{n}} \right) \times 1.625$$

$$2 = \left(\frac{n + .08 + .4\sqrt{n}}{n} \right) \times 1.625$$

$$2n = (n + .08 + .4\sqrt{n}) \times 1.625$$

$$2n = 1.625n + 1.625 \times .08 + .4 \times 1.625\sqrt{n}$$

$$2n = 1.625n + .13 + .65\sqrt{n}$$

$$.375n - .65\sqrt{n} - .13 = 0$$

$$\sqrt{n} = \frac{.65 \pm \sqrt{.65^2 + 4 \times .375 \times .13}}{.375 \times 2}$$

$$\sqrt{n} = \frac{.65 \pm \sqrt{.4225 + .195}}{.75} = \frac{.65 \pm \sqrt{.6175}}{.75} = \frac{.65 \pm .7858}{.75}$$

$$\therefore \sqrt{n} = \frac{.65 + .7858}{.75} = \frac{1.4358}{.75} = 1.9144$$

$$\sqrt{n} = \frac{.65 - .7858}{.75} = \frac{-.1358}{.75}$$

$$\sqrt{n} = -\frac{.1358}{.75} \text{ ハ本題ニ適合セズ } n \text{ ハ } 1 \text{ ヨリ大ナル整数ナレバ之}$$

$$\text{ヲ平方スルモ恒ニ } 1 \text{ ヨリ大ナル正ノ整数ナルベキ筈ナリ } \sqrt{n} = -\frac{.1358}{.75}$$

$$= -.18 \text{ ヲ平方スルモ } 1 \text{ ヨリ大ナル整数ヲ得ザレバナリ}$$

$$\therefore \sqrt{n} = 1.9144$$

$$n = (1.9144)^2 = 3.66492736 \doteq 3.6$$

$$t = \frac{1''}{2} \quad \therefore \quad b = nt = 3.6 \times \frac{1}{2} = 1.8''$$

152. 平坦底部ノ汽罐 (Flat bottomed boiler) フリ長ヲ $19'-2''$ 幅 $6'-9''$ ナリ汽壓ハ一平方吋ニ付キ 20 封度ニシテ罐内ニハ $10'-7''$ ノ高キマデ水ヲ有シ底部ニ於ケル支釘ノ直徑ハ $1.3''$ ナリ支釘一平方吋ノ應力ヲ 5000 封度ナリトスル時支釘ノ數如何.

解 L = 汽罐ノ長キ (吋ニテ), B = 汽罐ノ幅 (吋ニテ),

H = 罐内水ノ高キ (呎ニテ), p = 一平方吋ノ汽壓 (封度ニテ),

d = 支釘ノ直徑 (吋ニテ),

f = 支釘一平方吋ノ應力 (封度ニテ),

n = 支釘ノ數 トスレバ

$$\text{水頭ニ對スル壓力} = \frac{H}{2.304} \text{ lbs}/\square''$$

$$\text{底部ニ及ボス壓力} = p + \frac{H}{2.304} \text{ lbs}/\square''$$

$$\therefore \text{底部ニ及ボス總壓力} = L \times B \times \left(p + \frac{H}{2.304} \right) \text{ (封度ニテ)} \dots\dots \text{(I)}$$

$$\frac{\pi}{4} d^2 n f = \text{支釘ノ總支持力 (封度ニテ)} \dots\dots\dots \text{(II)}$$

(I) ト (II) トハ相等シカルベキヲ以テ

$$\frac{\pi}{4} d^2 n f = L \times B \times \left(p + \frac{H}{2.304} \right)$$

$$\therefore n = \frac{L \times B \times \left(p + \frac{H}{2.304} \right)}{\frac{\pi}{4} d^2 f}$$

$$L = 19'-2'' = 19 \times 12'' + 2'' = 228'' + 2'' = 230''$$

$$B = 6'-9'' = 6 \times 12'' + 9'' = 72'' + 9'' = 81''$$

$$H = 10'-7'' = 10 \frac{7'}{12} = \frac{127'}{12}$$

$$p = 20 \text{ lbs}/\square'', \quad d = 1.3'', \quad f = 5000 \text{ lbs}/\square''.$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{230 \times 81 \times \left(20 + \frac{127}{2.304}\right)}{.7854 \times 1.3^2 \times 5000} = \frac{230 \times 81 \times \left(20 + \frac{127}{2.304 \times 12}\right)}{.7854 \times 1.3 \times 1.3 \times 5000} \\
 &= \frac{230 \times 81 \times \left(20 + \frac{127}{27.648}\right)}{.7854 \times 1.3 \times 1.3 \times 5000} = \frac{230 \times 81 \times \left(\frac{552.96 + 127}{27.648}\right)}{.7854 \times 1.3 \times 1.3 \times 5000} \\
 &= \frac{230 \times 81 \times \frac{679.96}{27.648}}{.7854 \times 1.3 \times 1.3 \times 5000} = \frac{230 \times 81 \times 679.96}{.7854 \times 1.3 \times 1.3 \times 5000 \times 27.648} \\
 &= \frac{23 \times 27 \times 169.99}{.1309 \times 1.3 \times 1.3 \times 500 \times 13.824} = \frac{105563.79}{1529.079552} \doteq 69.
 \end{aligned}$$

153. 平坦底部ヲ有スル汽罐アリ長サ 19'-7" 幅 7'-4" ニシテ水ノ高サハ 8'-3", 汽壓ハ一平方吋ニ付キ 18 封度ナリ今底部ヲ支持スル支釘ノ數 56 本ニシテ支釘一平方吋ノ應力 4500 封度ナル時支釘ノ直徑如何.

解 前問ト同理ニヨリ

d = 求ムル所ノ支釘ノ直徑(吋ニテ) トシ

$$\frac{\pi}{4} d^2 n f = L \times B \left(p + \frac{H}{2.304} \right) \text{ニ於テ}$$

$$L = 19' - 7" = 235'', \quad B = 7' - 4" = 88'', \quad p = 18 \text{ lbs}/\square'',$$

$$H = 8' - 3" = 8.25', \quad n = 56, \quad f = 4500 \text{ lbs}/\square''$$

ヲ置キ換フル時ハ次ノ方程式ヲ得ニシ

$$.7854 d^2 \times 56 \times 4500 = 235 \times 88 \left(18 + \frac{8.25}{2.304} \right)$$

$$.7854 d^2 \times 56 \times 4500 = 235 \times 88 \left(18 + \frac{4.125}{1.152} \right)$$

$$.7854 d^2 \times 56 \times 4500 = 235 \times 88 \times \left(\frac{18 \times 1.152 + 4.125}{1.152} \right)$$

$$.7854 d^2 \times 56 \times 4500 = 235 \times 88 \times \left(\frac{20.736 + 4.125}{1.152} \right)$$

$$.7854 d^2 \times 56 \times 4500 = 235 \times 88 \times \frac{24.861}{1.152}$$

$$\therefore d^2 = \frac{235 \times 88 \times 24.861}{1.152 \times .7854 \times 56 \times 4500} = \frac{47 \times 8.287}{.0357 \times 14 \times 300 \times 1.152}$$

$$= \frac{389.489}{172.73088} = 2.25$$

$$\therefore d = \sqrt{2.25} = 1.5''$$

154. 平坦底部ヲ有スル汽罐アリ長サ 19'-7", 幅 7'-4" ニシテ汽壓ハ每平方吋 24 封度, 之ヲ支持スル支釘ノ直徑ハ $1\frac{1}{2}$ 其數 89 本ナリ支釘一平方吋ノ應力 4000 封度ナル時罐内水準ノ高サ如何.

解 前問ト同理ニヨリ

$$\frac{\pi}{4} d^2 n f = L \times B \left(p + \frac{H}{2.304} \right)$$

$$p + \frac{H}{2.304} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n f}{L \times B}$$

$$\frac{H}{2.304} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n f}{L \times B} - p$$

$$\therefore H = 2.304 \left(\frac{\frac{\pi}{4} d^2 n f}{L \times B} - p \right)$$

$$d=1.5'', \quad n=89, \quad f=4000 \text{ lbs}/\square'', \quad p=24 \text{ lbs}/\square'',$$

$$L=19'-7''=19 \times 12''+7''=228''+7''=235''$$

$$B=7'-4''=7 \times 12''+4''=84''+4''=88''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} H &= 2.304 \left(\frac{.7854 \times 1.5^2 \times 89 \times 4000}{235 \times 88} - 24 \right) \\ &= 2.304 \left(\frac{.7854 \times 1.5 \times 1.5 \times 89 \times 4000}{235 \times 88} - 24 \right) \\ &= 2.304 \left(\frac{.0714 \times 1.5 \times 1.5 \times 89 \times 100}{47} - 24 \right) \\ &= 2.304 \left(\frac{1429.785}{47} - 24 \right) = 2.304 \left(\frac{1429.785 - 1128}{47} \right) \\ &= 2.304 \times \frac{301.785}{47} = \frac{695.31245}{47} \doteq 14' - 9 \frac{1''}{2} \end{aligned}$$

155. 平坦底部ヲ有スル汽罐アリ長サ 14'-6'', 幅 10'-7'' ニシテ
罐内水準面 (water level) ノ高サハ 10'-6'' ナリ今底部ヲ支フル支釘
ノ直径 $1 \frac{1''}{4}$ ニシテ其數 65 本ヲ要スト云フ支釘一平方吋ノ應力ヲ
5000 封度ナリトスルトキ汽壓如何.

前問ト同理ニヨリ

$$\frac{\pi}{4} d^2 n f = L \times B \left(p + \frac{H}{2.304} \right)$$

$$p + \frac{H}{2.304} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n f}{L \times B} \quad \therefore p = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n f}{L \times B} - \frac{H}{2.304}$$

$$d = 1 \frac{1''}{4} = 1.25'', \quad n = 65, \quad f = 5000 \text{ lbs}/\square'', \quad L = 14' - 6''$$

$$= 14 \times 12'' + 6'' = 168'' + 6'' = 174'', \quad B = 10' - 7'' = 127'',$$

$$H = 10' - 6'' = 10.5'.$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} p &= \frac{.7854 \times 1.25^2 \times 65 \times 5000}{174 \times 127} - \frac{10.5}{2.304} \\ &= \frac{.7854 \times 1.25 \times 1.25 \times 65 \times 5000}{174 \times 127} - \frac{10.5}{2.304} \\ &= \frac{1309 \times 1.25 \times 1.25 \times 65 \times 5000}{29 \times 127} - \frac{3.5}{.768} \\ &= \frac{66472.65625}{3683} - 4.557 = 18.048 - 4.557 = 13.491 \\ &\doteq 13.5 \text{ lbs}/\square'' \end{aligned}$$

156. 煙管ノ直径 3'' ニシテ長サ 8'-6'' 其數ハ 80 本ナリ又煙管
板 (Tube-plate) ハ長サ 12'-6'', 幅 8'-2'' ナル時觸火面積幾平方吋
ナリヤ.

解 L = 煙管板ノ長サ (呎ニテ), B = 煙管板ノ幅 (呎ニテ),
 H = 觸火面積 (呎ニテ), d = 煙管ノ直径 (吋ニテ),
 l = 煙管ノ長サ (呎ニテ), n = 煙管ノ數

トスレバ

$$\text{煙管板ノ面積} = L \times B \text{ (呎ニテ)}$$

煙管板ハ前後 2 枚ヲ有スルヲ以テ

$$\text{煙管板ノ總面積} = 2 \times L \times B \text{ (呎ニテ)}$$

$$\text{煙管ノ總面積} = \frac{\pi}{4} d^2 n \div 144 \text{ (呎ニテ)}$$

$$\therefore \text{煙管板ノ總觸火面積} = 2 \left(L \times B - \frac{\pi d^2 n}{144} \right) \quad (\text{呎}^2 \text{ニテ})$$

$$\text{煙管ノ總觸火面積} = \frac{\pi d l n}{12} \quad (\text{呎}^2 \text{ニテ})$$

$$\therefore \text{觸火面積} = \text{煙管板ノ總觸火面積} + \text{煙管總觸火面積}$$

$$\text{即チ } H = 2LB - \frac{\pi d^2 n}{144} + \frac{\pi d l n}{12}$$

$$L = 12' - 6'' = 12.5', \quad B = 8' - 2'' = 8 \frac{1}{6} = \frac{49}{6}, \quad d = 3''$$

$$n = 80, \quad l = 8' - 6'' = 8.5'$$

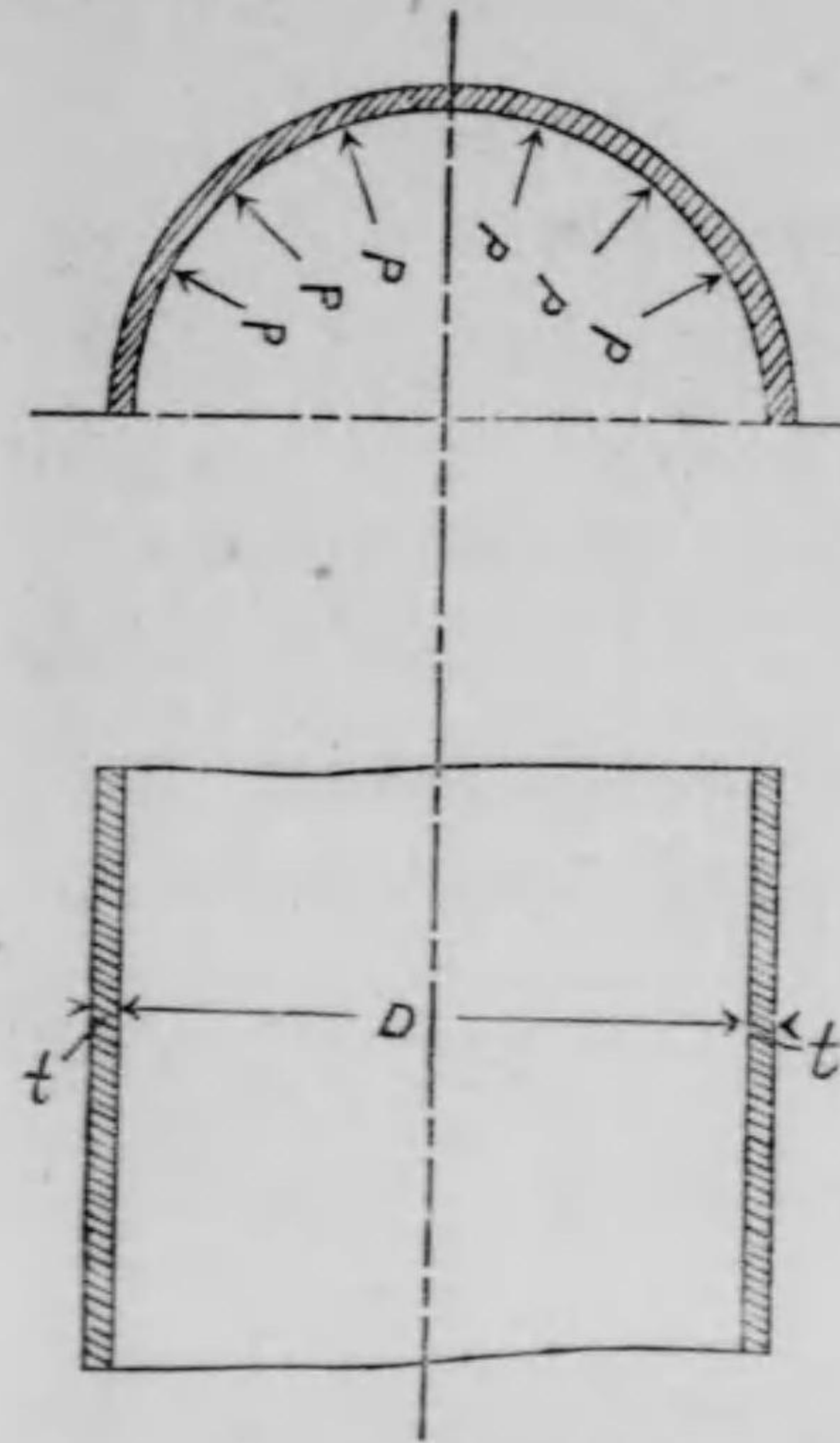
此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} H &= 2 \times \left(12.5 \times \frac{49}{6} - \frac{.7854 \times 3^2 \times 80}{144} \right) + \frac{3.1416 \times 3 \times 8.5 \times 80}{12} \\ &= \frac{12.5 \times 49}{3} - \frac{.7854 \times 9 \times 80}{144} + .7854 \times 8.5 \times 80 \\ &= \frac{612.5}{3} - .7854 \times 5 \times 2 + 534.072 = \frac{612.5}{3} - 7.854 + 534.072 \\ &= \frac{612.5 - 23.562 + 1602.216}{3} = \frac{2191.154}{3} = 730.384 \text{ 呎}^2 \end{aligned}$$

圓筒形汽罐ノ破壊力 (Bursting pressure in a cylindrical boiler).

圓形汽筒 (Circular cylinder) ノ厚サ其直徑ニ比シ極メテ小ナル時ハ此汽筒ヲ形成スル材料 (Material) ノ強力ハ其厚サノ何レノ部分ニ於テモ同一ナリト見做スコトヲ得ルモノニシテ斯ノ如キ薄キ汽筒ヲ

簡單ニ「セル」(Shell) ト稱ス汽罐胴板 (Shell plate) ハ一般ニ圓筒形ニシテ其厚サハ其直徑ニ比シ極メテ小ナルモノナレバ汽罐内壓力ノ爲ニ惹起セラル、材料ノ應力ハ其厚サノ何レノ部分ニ於テモ同一ナリト見做スモ甚メ敷キ誤リタル結果ヲ生ズルモノニ非ラザレバ罐板ヲ「セル」トシテ論ズルモノナリトス此罐板内壓力 (Internal pressure) ノ爲ニ破壊スルニ二様アリ



第六十三圖

(1) 圓筒ノ軸 (Axis) ニ平行ニ破壊スルモノニシテ之レヲ縱ノ破壊 (Longitudinal explosion) ト稱シ (2) 鏡板 (End plate) ニ加ハル壓力ノ爲ニ軸ニ直角ニシテ破壊ノ切斷面 (Cross section) ハ輪狀ヲナスモノニシテ之レヲ横ノ破壊 (Transverse explosion) ト稱ス

(1) 縱ノ破壊力 (Longitudinal Bursting pressure)

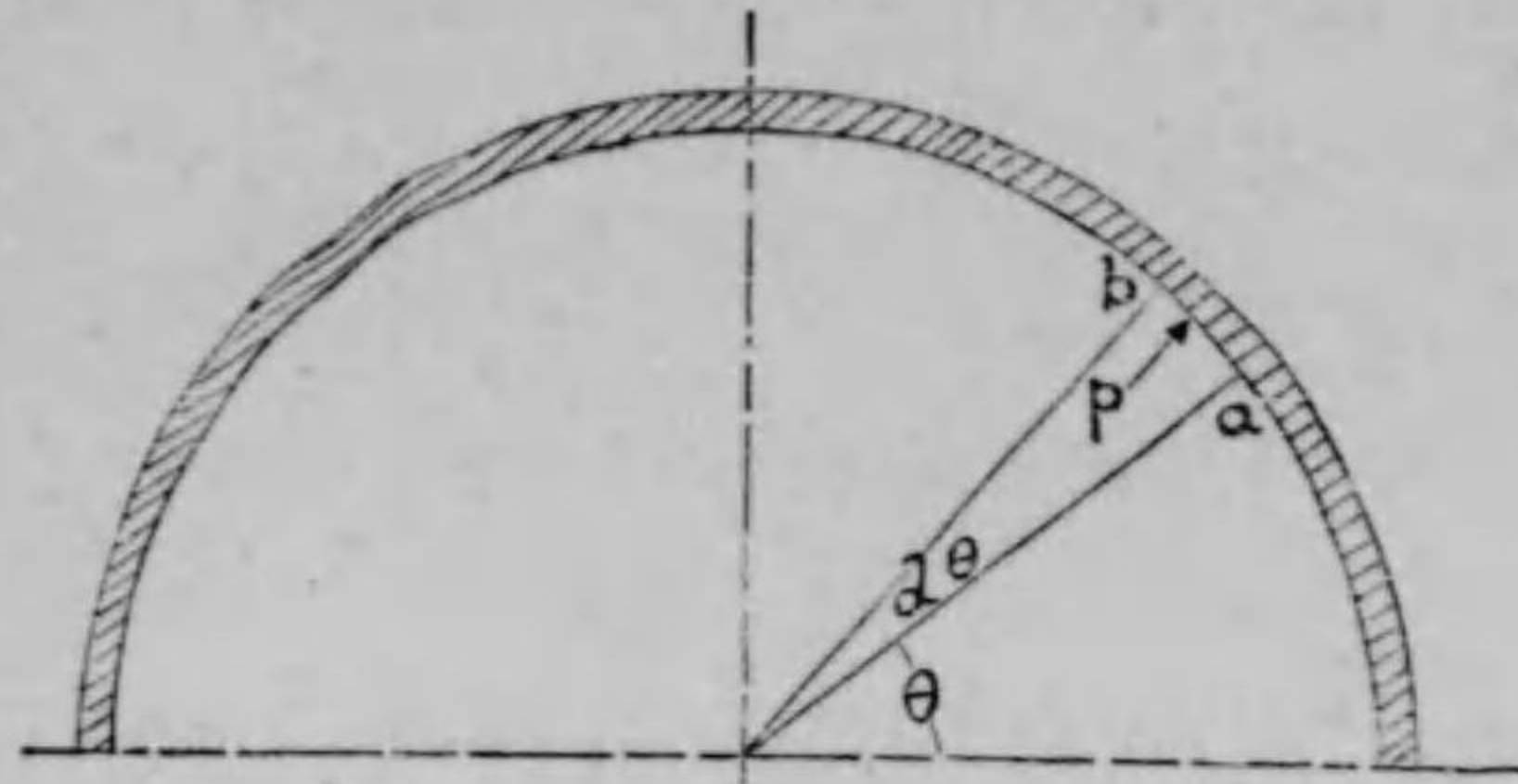
第六十三圖ニ於テ

p = 罐内壓力 (一平方吋ニツキ封度ニテ),

D = 罐胴板ノ内徑 (吋ニテ), t = 罐板ノ厚サ (吋ニテ),

f = 罐板一平方吋ノ延引力 (封度ニテ) トスレバ

公式 縦ノ破壊力 $= p = \frac{2ft}{D}$ (XXXI)



第六十四圖

極少面積 $ab = rd\theta \times 1$ (平方吋ニテ)

∴ 極少面積ニ於ケル壓力 $= prd\theta$ (封度ニテ)

縦ノ破壊ノ場合ニ於テハ此壓力ノ直立分力 (Vertical component)

トシテ考フレバ可ナリ

直立分力 $= prd\theta \sin\theta$

∴ 總直立分力 $= 2 \int_0^{\frac{\pi}{2}} pr \sin\theta d\theta = 2pr \int_0^{\frac{\pi}{2}} \sin\theta d\theta = 2pr \left[-\cos\theta \right]_0^{\frac{\pi}{2}}$

$= 2pr \left(-\cos\frac{\pi}{2} \right) - \left(-\cos 0 \right) = 2pr(0+1) = 2pr = pD$ (封度ニテ)

抵抗力 (Resisting force) $= f \times 2t \times 1 = 2ft$ (封度ニテ)

而シテ此兩者ハ相等シカルベシ

$pD = 2ft$ ∴ $p = \frac{2ft}{D}$ (I)

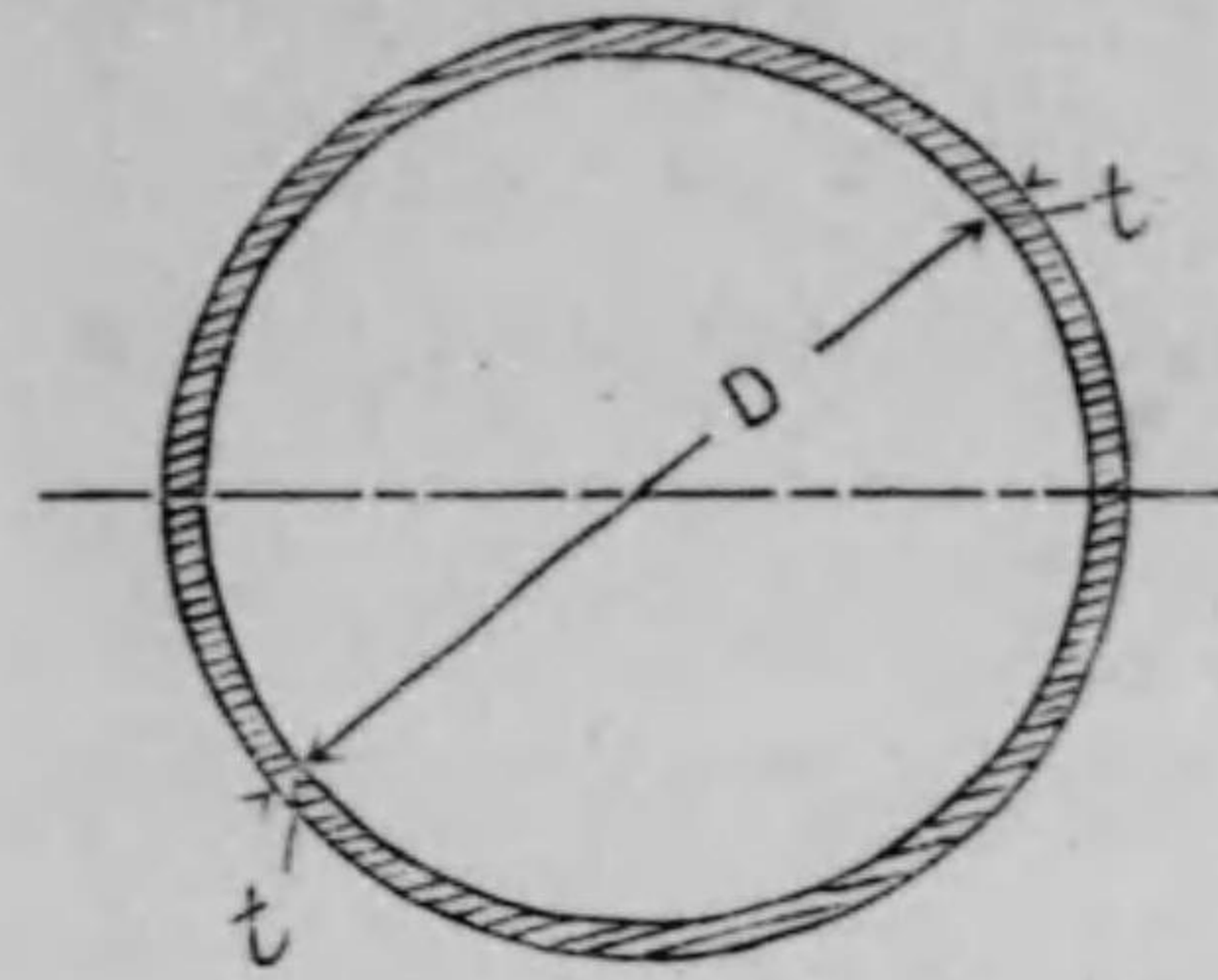
(2) 横ノ破壊力 (Transverse Bursting pressure)

第六十五圖ニ於テ p' = 横ノ破壊力 (一平方吋ニツキ封度) トシ他ハ

前同様ノ符號ヲ用フレバ

證明 第六十四圖ニ於テ ab ノ極少面積 (Elementary area) トシ r ノ罐板ノ半徑 其長サヲ 1 ナリトスレバ

鏡板ニ加ハル總壓力 $= \frac{\pi}{4} D^2 p'$ (封度ニテ)



第六十五圖

此總壓力ヲ罐板ノ周圍ニ沿フタル切斷面積ニテ支ヘザルベカラズ

罐板周圍ノ切斷面積 $= \frac{\pi}{4} (D+2t)^2$

$-\frac{\pi}{4} D^2$

$= \frac{\pi}{4} \{ (D+2t) + D \} \{ (D+2t) - D \}$

$= \frac{\pi}{4} (2D+2t) 2t = \frac{\pi}{4} \times 4 (Dt+t^2) = \pi Dt + \pi t^2$

t ハ D ニ比シ極メテ小ナルガ故ニ πt^2 ノ計算ニ入レザルモ實際ニ於テハ差支ヘアルコトナシ

∴ 罐板周圍ノ切斷面積 $= \pi Dt$ (平方吋ニテ)

罐板周圍ノ抵抗力 $= \pi D t f$ (封度ニテ)

$\frac{\pi}{4} D^2 p' = \pi D t f$ ∴ $p' = \frac{4ft}{D}$ (II)

(I) ト (II) トヲ比較スルニ

$p' = 2p$

是ニ於テ汽罐ヲ横ニ破壊セシメントスル壓力ハ之レヲ縦ニ破壊セシメントスル壓力ノ二倍ナルコトヲ知ルベシ故ニ汽罐ハ周圍ニ破壊セラル、以前既ニ縦ニ破壊セラル、モノナリ此ヲ以テ汽罐ヲ設計スルニ當リテハ縦ノ破壊ニ對シテ安全ナル様ナスモノナレバ從テ横ノ

破壊ヲ免ル、モノナルコト明カナルベシ即チ汽罐ノ破壊力ト云フハ縦ノ破壊力ヲ指スモノト見テ可ナラン人孔 (Man-hole) ノ長徑ヲ常ニ周圍ニ平行セシムルモ又縦ノ接合ニ周圍ノ接合ヨリモ強率ノ大ナル鉸釘法 (Riveting) ヲ施スモ此理ニ起因スルモノナリ。又 f ハ無接合ノ場合ニ於ケル材料ノ強力ナリ。

鐵板ノ延引力 (Tensile Strength of iron plate)

公式 (XXXI) ニヨリ吾人ハ罐内ノ汽壓ハ胴板ノ厚サ及ビ罐胴ノ直徑並ビニ材料一平方吋ノ應力ニ依リ變ズルモノナルコトヲ知ル最良ノ「ヨークシャイヤ」鐵板 (Yorkshire plate) ニテ一平方吋ノ應力ハ 26 噸「スタッフォード」鐵板 (Stafford plate) ニテ 20 噸ナレバ其平均ナル 23 噸ハ現今使用セラル、鐵板ノ延引力トシテ少シク大ニ過グルノ感アリ通例使用スル鐵板ノ延引力ハ一平方吋 20 噸乃至 21 噸ニシテ 23 噸ハ最上特別製鐵板ノ最大延引力 (Ultimate tensile Strength of Special quality iron plate) ナリト知ルベシ軟鋼板 (Mild Steel plate) ハ平均一平方吋 23 噸ノ最大延引力ヲ有スルモノナリ。

157. 鐵製圓筒形汽罐ノ直徑 12' ニシテ罐板ノ厚サ $\frac{7''}{8}$ 接合 (Seam) ハ二列鉸釘 (Double rivet) ニシテ罐板ノ最大延引力一平方吋 23 噸ナルモノヲ用フル時汽罐ノ破壊力如何。

解 公式 (XXXI) ニ於テ p = 汽罐ノ破壊力 (一平方吋ニ付キ封度ニテ) トシ

$$f = 23 \text{ tons}/\square'' = 23 \times 2240 \text{ lbs}/\square'', \quad t = \frac{7''}{8}$$

$D = 12' = 12 \times 12'' = 144''$ ト置キ換フル時ハ

$$p = \frac{2 \times 23 \times 2240 \times \frac{7}{8}}{144} = \frac{2 \times 23 \times 2240 \times 7}{144 \times 8} = \frac{23 \times 35 \times 7}{9} = \frac{5635}{9} \text{ lbs}/\square''$$

$\frac{5635}{9} \text{ lbs}/\square''$ ハ無接合ノ場合ノ破壊力ナリ然レドモ實際ニ於テ罐ヲ作ルニ罐板ヲ鉸釘ヲ以テ接合セザルベカラズ之レガ爲ニハ鉸釘孔 (Rivet hole) ヲ罐板ニ打貫クヲ要ス故ニ罐板ハ鉸釘孔ヲ有セザル以前ト同ジ強力ヲ保ツコト能ハザルヤ明カナリ

精密ヲ要セザル場合ニ於テハ二列鉸釘接合ナル時接合ノ強率 (Efficiency of Seam) ハ 70% ニシテ鉸釘若シ一列ナル時ハ接合ノ強率ハ 56% ナリ本問題ニ於テハ二列鉸釘ヲ使用シタルガ故ニ破壊力ハ無接合ノ場合ノ破壊力ノ 70% ナリ。

$$\text{實際ノ破壊力} = p \times \frac{70}{100} = \frac{5635}{9} \times \frac{70}{100} = \frac{1127 \times 7}{9 \times 2} = \frac{7889}{18} = 438.277 \text{ lbs}/\square''$$

本問題ノ汽罐ハ常用汽壓 (Working pressure) 幾封度ニ堪フルカ常用汽壓ハ汽罐ノ材料及ビ製造ノ優劣ニヨリ異ナルモ通例破壊力ノ $\frac{1}{5}$ 乃至 $\frac{1}{7}$ ナリトス假リニ $\frac{1}{5}$ ナリトスレバ

$$\text{常用汽壓} = \frac{7889}{18 \times 5} = \frac{7889}{90} = 87.655 \text{ lbs}/\square'' \doteq 87 \text{ lbs}/\square''$$

今 p = 安全汽壓 (Safe working pressure) (一平方吋ニツキ封度ニテ)

f = 安全使用力 (Safe working Stress) (一平方吋ニツキ封度ニテ)

D = 罐胴板ノ直径(吋ニテ), t = 罐胴板ノ厚サ(吋ニテ).

$$p = \frac{f \times 2t}{D} = \frac{2ft}{D}$$

$$f = 5000 \text{ lbs/}\square\text{''} \quad \text{トスレバ}$$

$$p = \frac{2 \times 5000t}{D} = \frac{10000t}{D}$$

即チ圓筒形汽罐ノ常用汽壓ヲ求ムル規則ヲ得タリ

吋ニ於ケル罐板ノ厚サ = 10000 ヲ乗ジコレヲ吋ニ於ケル罐板ノ直径ニテ除スベシ

本問題ニ此規則ヲ適用スレバ

$$p = \frac{10000 \times \frac{7}{8}}{144} = \frac{10000 \times 7}{8 \times 144} = \frac{625 \times 7}{72} = \frac{4375}{72} = 60.76 = 60 \text{ lbs/}\square\text{''}$$

接合若シ兩覆板二列鉸釘(Double riveted double Strap)ノ場合ニ於テハ接合ノ強率ヲ 80% ナリトナスコトヲ得。故ニ一平方吋 20 噸ノ延引力ヲ有スル鐵板ヲ使用シ安全率 (Factor of Safety) ヲ 6 トスル時ハ

$$f = \frac{20 \times 2240 \times 80}{6 \times 100} = \frac{20 \times 224 \times 4}{3} = \frac{17920}{3} \div \frac{18000}{3} = 6000 \text{ lbs/}\square\text{''}$$

$$\text{故ニ} \quad p = \frac{2ft}{D} = \frac{2 \times 6000t}{D'}$$

$$D' = 12 \times D$$

此價ヲ上式ニ置き換フル時ハ

$$p = \frac{2 \times 6000t}{12 \times D} = \frac{1000t}{D}$$

故ニ本問題ニ於テ鉸釘二列ニシテ兩覆板ナル時ハ

$$p = \frac{1000 \times \frac{7}{8}}{12} = \frac{1000 \times 7}{8 \times 12} = \frac{125 \times 7}{12} = \frac{875}{12} = 72.9 \text{ lbs/}\square\text{''}$$

$$= 73 \text{ lbs/}\square\text{''}$$

是ニ由テ兩覆板二列鉸釘ノ鐵製汽罐ノ常用汽壓ヲ求ムルニハ吋ニ於ケル厚サヲ 1000 倍シ之ヲ呎ニ於ケル罐板ノ直径ニテ除スベシ然レドモ此規則ハ鐵板一平方吋ノ強力一平方吋 7000 封度ヨリ 8000 封度迄許用セラル、吋ニノミ適用セラル、モノナリ。

接合ノ強力 (The Strength of Seams)

前例ニ於テ接合ノ強率ヲ 70% 及ビ 56% ナリトセシモ此百分率ハ必ラズシモ如何ナル場合ニ於テモ適用セラル、モノニアラズ蓋シ接合ノ強率ハ板ノ厚サ、鉸釘ノ直径及ビ鉸釘ノ心距トノ間ノ關係ニヨルモノナレバナリ

板ノ強率 (Efficiency of plate) ハ二板又ハ二板以上ノ鐵板或ハ鋼板ヲ接合スルニ要スル鉸釘孔ヲ錐揉 (Drilling) スルカ又ハ「ボンチ」 (Punching) ニテ打貫ク爲メ鉸釘孔ヲ有セザル板 (Solid plate) ニ比シ減セラル、コト明カナリ今鐵板若シクハ鋼板ニ鉸釘孔ヲ穿テタル後ニ於テ板ノ強率並ビニ此等ノ孔ニ挿入セラル、鉸釘ノ強率 (Efficiency of Rivet) ヲ計算スルニ必要ナル法則ヲ作ラントス。

板ノ強率

第六十六圖ニ於テ

P = 鉸釘ノ心距即チ鉸釘孔ノ中心ヨリ中心マデノ距離(吋ニテ).

d = 鉸釘ノ直徑(吋ニテ), t = 板ノ厚サ(吋ニテ),

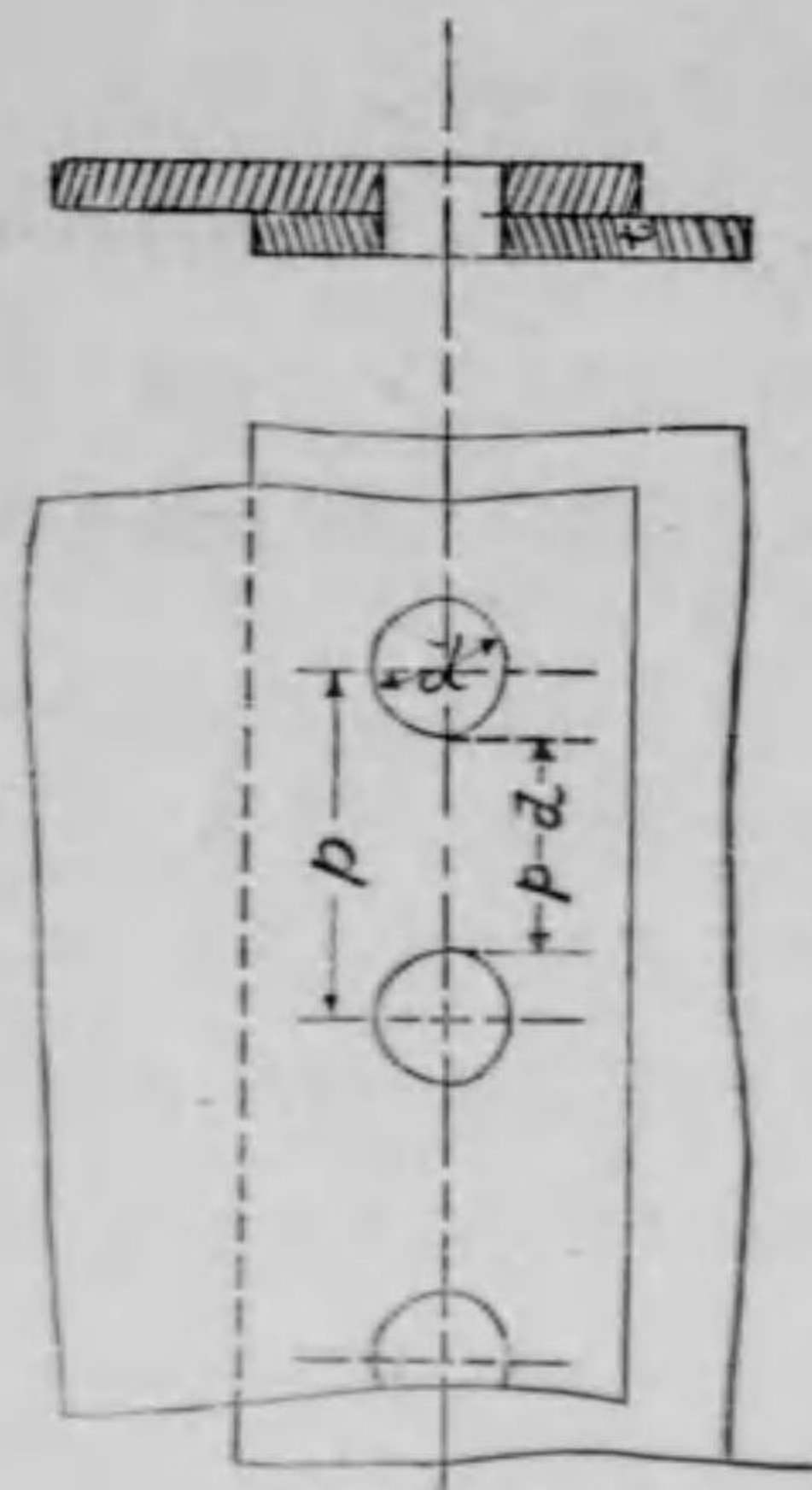
f = 板ノ延引力(一平方吋ニツキ封度ニテ),

f_s = 鉸釘ノ剪斷力(一平方吋ニ付キ封度ニテ)

n = 一心距間ニ於ケル鉸釘ノ數 トスレバ

Pt = 鉸釘孔ヲ穿ツザル以前ニ於ケル心距間ノ板ノ強力
(封度ニテ)

$(P - \frac{d}{2} \times 2)tf = (P - d)tf$ = 鉸釘孔ヲ穿チタル後ニ於ケル心距
間ノ板ノ強力(封度ニテ)



第六十六圖

板ニ鉸釘孔ヲ穿ツ時ハ鉸釘孔ヲ有セザル以前ニ比シ其ノ強力ヲ弱ム
ルモノナリ次ニ此等ノ鉸釘孔ヲ充ス爲ニ鉸釘ヲ挿入ス若シ鉸釘ノ強
力板ノ強率ヨリ大ナル時ハ板ハ裂クルコト(Tearing)ニヨリ接合ハ破

而シテ此場合 $(P - d)tf < Pt$ ナルコト
勿論ナリ

故ニ Pt ノ強力ヲ 100 トシ $(P - d)tf$ ヲ
百分率ニテ表ハス時ハ

$$\text{板ノ強率} = \frac{(P - d)tf}{Pt} \times 100 = \frac{P - d}{P} \times 100$$

(%ニテ)

鉸釘ノ強率(Efficiency of Rivet Section)

上述ノ如クニシテ板ノ強率ヲ見出シ
タル後吾人ハ此鉸釘孔ヲ充スベキ鉸釘
ノ強率ヲ知ラザルベカラズ. 此ノ爲メ
ニハ二ツノ切斷面ヲ考フルヲ要ス先ツ

損スベク之レニ反シ鉸釘ノ強力板ノ強力ヨリ小ナル時ハ鉸釘ハ剪斷
セラルコト(Shearing)ニヨリ接合ヲ破壊スベシ, 如何ナル場合ニ於
テモ接合ノ強力ハ出來得ル限リ強カラシムルヲ要ス此目的ヲ達スル
ニハ一ツノ接合ニ出來得ル限リ多數ノ鉸釘ヲ使用スベシ然リト雖ト
モ此等ノ鉸釘ヲ一列(One row)ニ排列センカ板ノ面積ヲ減少セシム
ルコト多大ニシテ從テ鉸釘ノ強力ハ板ノ強力ヨリ大ナルコト論ヲ俟
タズ故ニ此方法ハ不可ナリ此等一列ニ排列シタル鉸釘ノ總數ヲ二列
三列或ハ其以上ノ列數ニ排列スベシ然ル時ハ鉸釘ノ強力ヲ減ズルコ
トナクシテ板ノ強力ヲ適當ナラシムル如ク鉸釘ノ心距ヲ定ムルコト
ヲ得ベシ今一例ヲ舉ゲテ説明センニ n 列鉸釘ノ場合ニ於テ鉸釘ノ強
力ヲ鉸釘孔ヲ穿ツザル板ノ強力ト比較スベシ

鐵板一平方吋ノ延引力ト鉸釘ノ剪斷力トハ相等シトス鉸釘ノ數ハ
一心距間ニ n 本ナリ

P = 鉸釘ノ心距(吋ニテ), d = 鉸釘ノ直徑(吋ニテ),

t = 鐵板ノ厚サ(吋ニテ), f = 鐵板一平方吋ノ延引力(封度ニテ),

f_s = 鉸釘一平方吋ノ剪斷力(封度ニテ), n = 一心距間ノ鉸釘數

トスレバ

$$\frac{\pi}{4} d^2 f_s = \text{鉸釘一本ノ剪斷力(封度ニテ)}$$

$$\therefore n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s = \text{鉸釘ノ總剪斷力(封度ニテ)}$$

Pt = 板ノ最初ノ延引力(封度ニテ)

板ノ最初ノ強力ニ比シタル鉸釘ノ強力 = 鉸釘ノ強率 =

$$= \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{Pt} \quad \text{然ルニ} \quad \frac{f_s}{f} = 1$$

$$\therefore \text{鉸釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n}{Pt} \times 100 (\% = \text{テ})$$

實際ニ於テハ鉸釘一平方吋ノ剪斷力ハ鐵板一平方吋ノ延引力ヨリ小ナルモノナリ故ニ此兩強率ヲ等シカラシムル爲メニハ鉸釘ノ切斷面積ヲ増加ス鋼製汽罐(Steel Boiler)ニシテ鋼製鉸釘ヲ使用スルモノニアリテハ英國商務院ハ鋼ノ剪斷力ヲ一平方吋 23 噸トシ其ノ延引力ヲ一平方吋 28 噸トナセリ鋼製汽罐ニシテ鋼製鉸釘ヲ使用スルモノニアリテハ

$$\text{釘釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 f_s n}{Pt} \times 100 = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \times 23 \times n}{Pt \times 28} \times 100 (\% = \text{テ}).$$

既ニ説明セル如ク最モ經濟ナル接合 (Most economical joint) ハ板ノ強力ト鉸釘ノ強力トヲ等シカラシムルニアリ何トナレバ一方ノ強力他ノ強力ヨリ強キ時ハ其弱キ方ノ強力ヲ以テ接合ノ強力トナサザルベカラザルヲ以テ不利益ナリ斯カル場合ニ於テハ強力ノ差ノ半分ヲ弱キ方ニ補ヒ以テ其強力ヲ等シカラシムルヲ得策トス。此經濟ナル接合ヲ作ル最モ簡單ナル方法ハ

此等ノ強力ヲ相等シカラシムニアリ。

$$\frac{P-d}{P} \times 100 = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{Pt} \times 100$$

$$\frac{P-d}{P} = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{Pt}$$

$$P-d = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{t}$$

$$\therefore P = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{t} + d$$

158. 罐板ノ厚サ $\frac{3}{4}$ " 鉸釘ノ直徑 $1\frac{1}{8}$ " ニシテ累頭接合 (Lap joint) 二列鉸釘ヲ使用シ鉸釘ノ強力ト鐵板ノ強力ト相等シキ時鉸釘ノ心距如何

$$\text{解} \quad P = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{t} + d$$

$$d = 1\frac{1}{8} = 1.125", \quad t = \frac{3}{4} = .75", \quad j = f_s, \quad n = 2$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$P = \frac{2 \times .7854 \times 1.125^2}{.75} + 1.125 = \frac{2 \times .7854 \times 1.125 \times 1.125}{.75} + 1.125$$

$$= \frac{2 \times .7854 \times .015 \times 1.122}{.01} + 1.125 = \frac{.02650725}{.01} + 1.125$$

$$= 2.650725 + 1.125 = 3.775 = 3.75"$$

逆ニ心距ヲ 3.75" トシテ夫々ノ式ニ置キ換フル時ハ夫々強率ヲ得

$$\text{鐵板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100 = \frac{3.75-1.125}{3.75} \times 100 = \frac{2.625 \times 100}{3.75}$$

$$= \frac{.175 \times 4}{.01} = \frac{.7}{.01} = 70\%$$

$$\begin{aligned} \text{鉸釘ノ強率} &= \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2}{Pt} \times 100 = \frac{2 \times .7854 \times 1.125 \times 1.125 \times 100}{3.75 \times .75} \\ &= \frac{2 \times .7854 \times .003 \times .015 \times 100}{.01 \times .01} = \frac{.0070686}{.0001} \\ &= 70.686\% = 71\% \end{aligned}$$

此等強率ノ相違ハ計算ヨリ得タル心距3.775''ヲ用フル代リニ3.75''ヲ採リタル爲ニ生ジタルナリ然レドモ實際ノ場合ニ於テハ3.75''ヲ採用スルモノナリ。

鐵製鉸釘ヲ使用セル鐵製汽罐ニ關スル重要ナル公式ヲ掲グ

f = 汽罐胴板ノ應力(一平方吋ニツキ封度ニテ)

D = 汽罐ノ直徑(吋ニテ) t = 胴板ノ厚サ(吋ニテ)

P = 鉸釘ノ心距(吋ニテ) d = 鉸釘ノ直徑(吋ニテ)

n = 一心距ニ於ケル鉸釘ノ數

p = 無接合ノ場合ニ於ケル常用汽壓(一平方吋ニツキ封度ニテ)

トスレバ

$$p = \frac{f \times 2t}{D} \dots\dots\dots \text{(I)}$$

$$\text{鐵板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100 \dots\dots\dots \text{(II)}$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2}{Pt} \dots\dots\dots \text{(III)}$$

(I) = (II), (III)ノ内小ナルモノヲ乘ジ接合ニ許用スベキ安全常用汽壓トナスベシ若シ鉸釘兩剪斷(Double Shear)ヲ受クハ時ハ(III)ニ

1.75ヲ乘ジテ之レヲ鉸釘ノ強率トシ之ヲ(II)ト比較シ兩者ノ内孰レカ小ナルモノヲ以テ接合ノ強率トナスベシ

159. 汽罐アリ胴板ノ厚サ1'', 鉸釘ノ直徑 $1\frac{1}{4}$ ''心距4''ニシテ二列鉸釘重接合(Double riveted lap joint)ナル時鐵板及鉸釘ノ強率各如何.

$$\text{解 鐵板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100.$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \times n}{Pt} \times 100.$$

$$P=4'', \quad d=1\frac{1}{4}=1.25'', \quad t=1'', \quad n=2$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\text{鐵板ノ強率} = \frac{4-1.25}{4} \times 100 = \frac{2.75 \times 100}{4} = 2.75 \times 25 = 68.75\%$$

$$\begin{aligned} \text{鉸釘ノ強率} &= \frac{.7854 \times (1.25)^2 \times 2 \times 100}{4 \times 1} = .7854 \times 1.5625 \times 50 \\ &= 61.359375\% \doteq 61.4\% \end{aligned}$$

160. 三列鉸釘重接合(Treble riveted lap joint)ヲ使用スル汽罐アリ鉸釘ノ直徑 $1\frac{1}{8}$ ''其心距 $4\frac{1}{8}$ ''ニシテ鐵板ノ厚サ1''ナル時接合ノ強率如何.

$$\text{解 鐵板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 \times n}{Pt} \times 100$$

$$P=4\frac{1''}{8}=4.125'', \quad d=1\frac{1''}{8}=1.125'', \quad n=3, \quad t=1''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\text{鐵板ノ強率} = \frac{4.125 - 1.125}{4.125} \times 100 = \frac{3}{4.125} \times 100 = \frac{4}{.055} = 72.72\%$$

$$\begin{aligned} \text{鉸釘ノ強率} &= \frac{.7854 \times (1.125)^2 \times 3 \times 100}{4.125 \times 1} \\ &= \frac{.7854 \times 1.125 \times 1.125 \times 3 \times 100}{4.125 \times 1} \\ &= \frac{.0714 \times 1.125 \times .225 \times 4}{.001} = \frac{.0722925}{.001} \\ &= 72.2925\% \doteq 72.3\% \end{aligned}$$

故ニ接合ノ強率=72.3%

此問題ヨリシテ吾人ハ最モ經濟ナル接合ハ三列鉸釘重接合ナルコトヲ知ルベシ

161. 鋼製汽罐アリ胴板ノ厚サ 1'' ニシテ縦ノ接合 (Longitudinal Seam) ハ三列鉸釘重接合ヲ使用シ鉸釘ノ心距 4'' 其ノ直徑 $1\frac{1''}{4}$ ナル時接合ノ強率如何但シ胴板一平方吋ノ最大延引力 (Ultimate tensile Strength) ハ一平方吋 28 噸ニシテ鉸釘一平方吋ノ最大剪斷力 (Ultimate Shearing Strength) ハ一平方吋 23 噸ナリ.

解 前既ニ記述セル所ニヨリ次ノ二式ヲ得.

$$\text{胴板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4}d^2 \times n \times f_s}{Pt} \times 100$$

$$P=4'', \quad d=1\frac{1''}{4}=1.125'', \quad t=1'', \quad n=3,$$

$$f=28 \text{ tons}/\square'', \quad f_s=23 \text{ tons}/\square''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\text{胴板ノ強率} = \frac{4 - 1.125}{4} \times 100 = \frac{2.75}{4} \times 100 = 2.75 \times 25 = 68.75\%$$

$$\begin{aligned} \text{鉸釘ノ強率} &= \frac{.7854 \times (1.125)^2 \times 3 \times 23}{4 \times 1 \times 28} \times 100 \\ &= \frac{.7854 \times 1.5625 \times 3 \times 23 \times 100}{4 \times 28} \\ &= \frac{.0561 \times 1.5625 \times 3 \times 23 \times 25}{2} = \frac{1512}{2} = 75.6\% \end{aligned}$$

$$68.75\% < 75.6\%$$

∴ 接合ノ強率=68.75%

162. 鋼製汽罐アリ胴板ノ厚サ 1'' ニシテ縦ノ接合ハ三列鉸釘兩覆板衝頭接合 (Treble riveted double butt strap joint) ヲ使用シ鉸釘ノ直徑 $\frac{15''}{16}$ ニシテ心距 4'' ナリ今鉸釘一平方吋ノ最大剪斷力ヲ一平方吋 23 噸胴板一平方吋ノ最大延引力ヲ 28 噸トシ安全因數ヲ 6 ナリトシ汽罐ノ直徑 12' ナル時此汽罐ノ常用汽壓如何.

解 p = 一平方吋ノ常用汽壓 (封度ニテ), F = 安全因數 (Factor of safety), D = 汽罐ノ直徑 (吋ニテ) トシ他ハ

前問ト同符號ヲ用フレバ

$$\text{安全使用力 (Safe working stress)} = \frac{f}{F}$$

之ヲ (I) ニ置キ換フル時ハ次式ヲ得ベシ

$$p = \frac{\frac{f}{F} \times 2t}{D} = \frac{f \times 2t}{F \times D} \quad (\text{無接合ノ場合})$$

$$\text{胴板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100 \dots \dots \dots (\text{II})$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n \times f_s}{Pt \times f} \times 100 \times 1.75 \dots \dots \dots (\text{III})$$

(II), (III)ノ内孰レカ小ナルモノヲ p = 乗ズル時ハ常用汽壓ヲ得ベシ

$$P=4'', \quad d=\frac{15''}{16}, \quad t=1'', \quad n=3,$$

$$f=28 \text{ tons}/\square'', \quad f_s=23 \text{ tons}/\square''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} \text{胴板ノ強率} &= \frac{4 - \frac{15}{16}}{4} \times 100 = \frac{3\frac{1}{16}}{4} \times 100 = \frac{49}{16} \times 100 = \frac{49 \times 100}{16 \times 4} \\ &= \frac{49 \times 25}{16} = \frac{1225}{16} = 76.56\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{鉸釘ノ強率} &= \frac{3 \times .7854 \times \left(\frac{15}{16}\right)^2 \times 23 \times 100 \times 1.75}{4 \times 1 \times 28} \\ &= \frac{3 \times .7854 \times 15 \times 15 \times 23 \times 100 \times 1.75}{4 \times 1 \times 28 \times 16 \times 16} \\ &= \frac{3 \times .0561 \times 15 \times 15 \times 23 \times 25 \times 1.75}{2 \times 16 \times 16} \\ &= \frac{38104.171875}{512} \doteq 74.42\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D=12' &= 12 \times 12'', \quad t=1'', \quad F=6, \quad f=28 \text{ tons}/\square'' \\ &= 28 \times 2240 \text{ lbs}/\square'' \end{aligned}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$p = \frac{\frac{28 \times 2240}{6} \times 2 \times 1}{12 \times 12} = \frac{28 \times 2240 \times 2}{12 \times 12 \times 6} = \frac{7 \times 560}{3 \times 3 \times 3} = \frac{3920}{27} \text{ lbs}/\square''$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{常用汽壓} &= p \times 74.42\% = \frac{3920 \times 74.42}{27 \times 100} = \frac{392 \times 37.21}{27 \times 5} \\ &= \frac{14586.32}{135} \doteq 108 \text{ lbs}/\square'' \end{aligned}$$

163. 鋼製汽罐アリ汽壓120封度ニシテ胴板ノ厚サ $1\frac{1}{8}$ 其直徑13'

−4''ナリ今胴板一平方吋ノ最大延引力ヲ28噸ナリトシ安全因数ヲ5ナリトスル時接合ノ強率如何.

解 f = 胴板一平方吋ノ最大延引力(噸ニテ)

F = 安全因数 D = 汽罐ノ直徑(吋ニテ)

p = 一平方吋ノ汽壓(封度ニテ) t = 胴板ノ厚サ(吋ニテ)

B = 接合ノ強率(%ニテ) トスレバ

$$p = \frac{\frac{f}{F} \times 2t}{D} \times B \quad \text{ナルコトハ前問ニ於テ明カナリ}$$

$$\therefore B = \frac{pD}{\frac{f}{F} \times 2t} = \frac{pD \times F}{f \times 2t}$$

$$P=120 \text{ lbs}/\square'', \quad F=5, \quad f=28 \times 2240 \text{ lbs}/\square'',$$

$$t = 1\frac{1}{8} = 1.125'', D = 13' - 4'' = 13 \times 12'' + 4'' = 156'' + 4'' = 160''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$B = \frac{120 \times 160 \times 5}{28 \times 2240 \times 2 \times 1.125} = \frac{1}{7 \times 14 \times .015} = \frac{1}{1.47} = .68$$

即チ 接合ノ強率 = $.68 \times 100 = 68\%$

164. 三列鉸釘ノ接合アリ銅板ノ厚サ $1''$ ニシテ鉸釘ノ心距ハ其直徑ノ 3.9 倍ナリ今鐵板ノ強率ト鉸釘ノ強率ト相等シキ時ハ鉸釘ノ心距如何.

解 $P =$ 鉸釘ノ心距(吋ニテ), $d =$ 鉸釘ノ直徑(吋ニテ)トスレバ

題意ニヨリ $P = 3.9d$

$$\begin{aligned} \text{鐵板ノ強率} &= \frac{P-d}{P} \times 100 = \frac{3.9d-d}{3.9d} \times 100 = \frac{2.9d}{3.9d} \times 100 \\ &= \frac{2.9 \times 100}{3.9} = \frac{290}{3.9} \end{aligned}$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{\frac{\pi}{4} d^2 n}{Pt} \times 100 = \frac{.7854 d^2 \times 3 \times 100}{3.9d \times 1} = \frac{.7854 d \times 3 \times 100}{3.9}$$

$$\therefore \frac{.7854 d \times 3 \times 100}{3.9} = \frac{290}{3.9}$$

$$.7854 \times 3 \times 100d = 290$$

$$235.62d = 290$$

$$d = \frac{290}{235.62} = 1.2307''$$

$$\therefore p = 3.9d = 3.9 \times 1.2307 = 4.799'' \doteq 4.8''$$

165. 汽罐アリ接合ハ單覆板三列鉸釘外列半數 (A single butt strap joint, treble riveted, every alternate rivets in the outer row omitted) ヲ使用シ鐵板ノ厚サ $1\frac{1}{4}''$ ニシテ鉸釘ノ直徑 $1\frac{1}{2}''$ 内列 (Inner row) ニ於ケル心距 $4\frac{1}{2}''$ 外列 (Outer row) ニ於ケル心距ハ $9''$ ナリ鋼板ノ延引力ヲ一平方吋ニツキ 28 噸トシ鉸釘ノ剪斷力ヲ一平方吋ニツキ 23 噸ナリトスル時接合ノ強率如何.

解 第六十七圖ニ於テ

$$P_1 = 4\frac{1}{2} = 4.5'',$$

$$P = 9''$$

$$d = 1\frac{1}{2} = 1.5'',$$

$$t = 1\frac{1}{4} = 1.25'',$$

$$f = 28 \text{ tons}/\square'',$$

$$f_s = 23 \text{ tons}/\square''$$

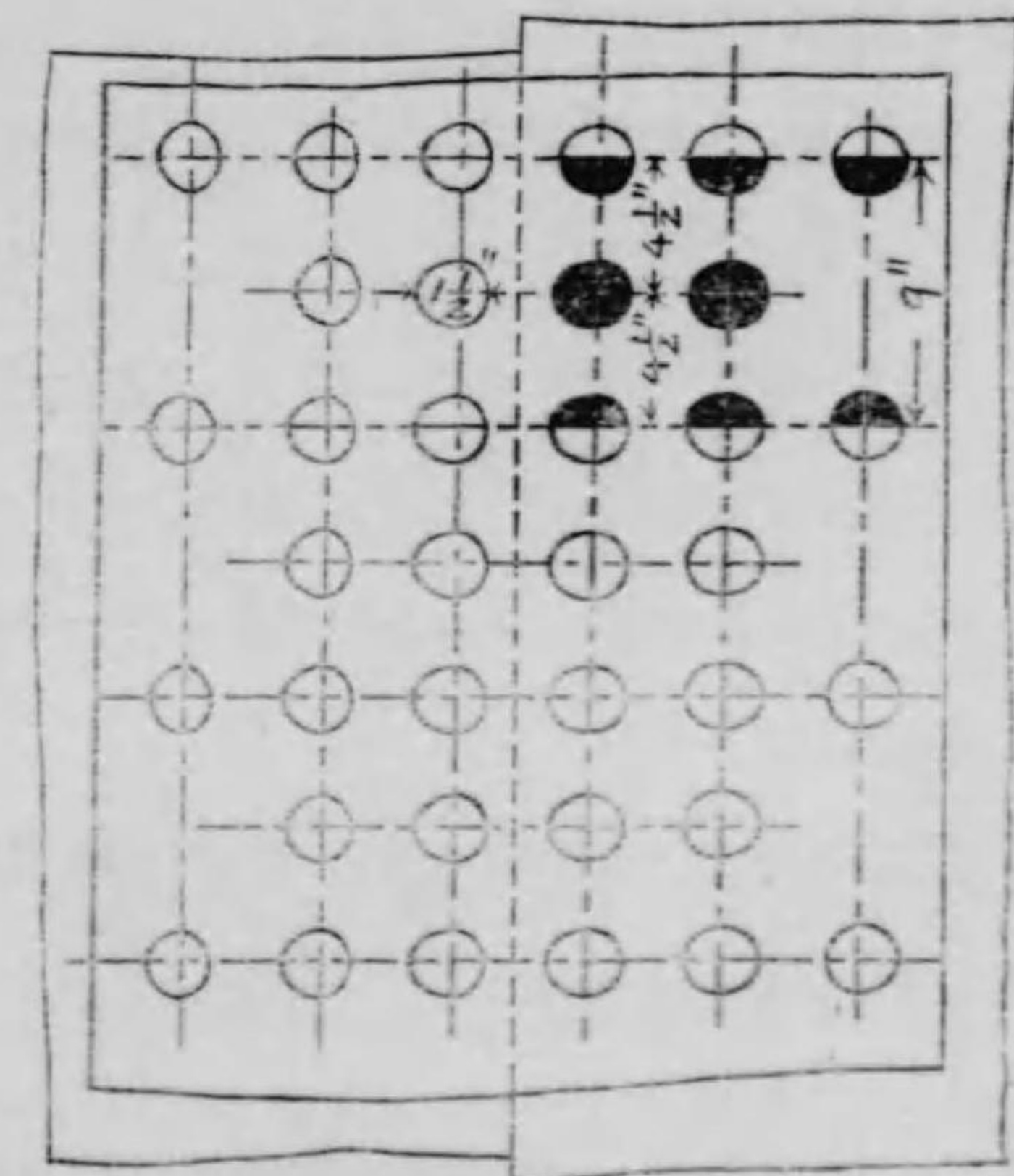
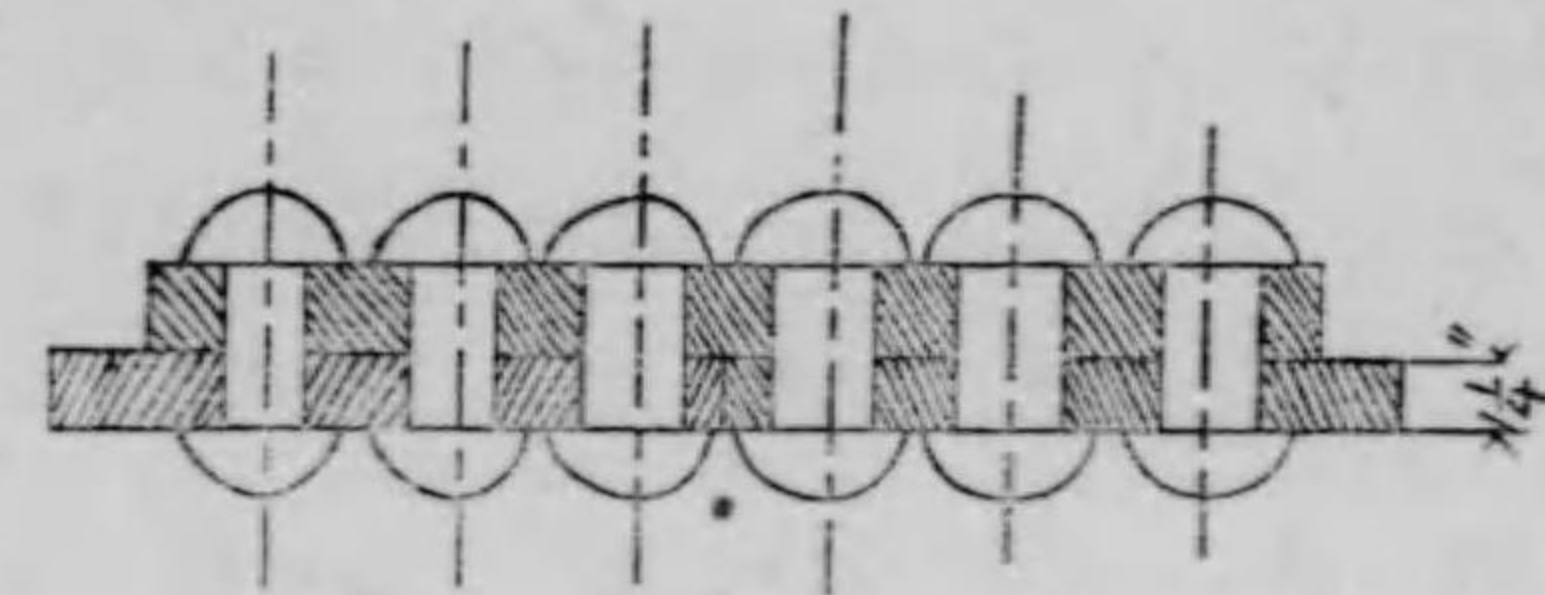
$$n = 5 \quad \text{トスレバ}$$

$$\text{鋼板ノ強率} = \frac{P-d}{P}$$

$$\times 100 = \frac{9-1.5}{9} \times 100$$

$$= \frac{7.5}{9} \times 100 = \frac{2.5 \times 100}{3}$$

$$= \frac{250}{3} = 83.33\%$$



第六十七圖

$$\begin{aligned} \text{鉸釘ノ強率} &= \frac{5 \times .7854 \times (1.5)^2 \times 23}{9 \times 1.25 \times 28} \times 100 \\ &= \frac{5 \times .7854 \times 1.5 \times 1.5 \times 23 \times 100}{9 \times 1.25 \times 28} = \frac{5 \times .1122 \times .5 \times .1 \times 23}{.01} \\ &= \frac{.64515}{.01} = 64.515\% = R \end{aligned}$$

外列半數ノ鉸釘ヲ使用シタル場合ニ於テハ鋼板ノ強率及ビ鉸釘ノ強率ノ外更ニ鋼板ト鉸釘一本トノ連續強率 (Combined efficiency of plate and one rivet) ヲ考ヘザルベカラズ

鋼板ノ強率ハ其式ノ示ス如ク此場合ニ於テハ外列心距間ニ於ケル板ノ強率ニシテ内列心距間ノ板ノ強率ヲ示ス者ニアラズ故ニ内列心距間ニ於ケル板ノ強率ヲ見出し此三者ノ強率ノ内最小ナルモノヲ以テ接合ノ強率ト定メザルベカラズ

然レモ内列心距間ニ於ケル板ノ強率ヲ直ニ外板ノ場合ニ比較スルヲ得ズ故ニ外列心距間ノ強率ト形ニ於テ等シキ者ヲ作り其強率ヲ比較スベキナリ即チ内列ノ板ニ於テハ最大心距ノ間ニ鉸釘二本ヲ有スルガ故ニ最大心距内ニアル板ノ面積ハ $(P-2d) \times t$ 〃ナリ故ニ形ニ於テ $(P-d) \times t$ ト等シクセント欲セバ一本ノ鉸釘ヲ鉸釘孔ニ挿入シ以テ鋼板ノ代用ヲナサシムベシ

此ノ強力ヲ Pt ト比較シタルモノヲ連續強率ト稱ス

$$\therefore \text{連續強率} = \frac{P-2d}{P} \times 100 + \frac{R}{5} \quad \text{トナルベシ}$$

$$\text{連續強率} = \frac{9-2 \times 1.5}{9} \times 100 + \frac{64.515}{5} = \frac{9-3}{9} \times 100 + \frac{64.515}{5}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{6}{9} \times 100 + \frac{64.515}{5} = \frac{2 \times 100}{3} + \frac{64.515}{5} = \frac{200}{3} + 12.903 \\ &= 66.66 + 12.903 = 79.56\% \end{aligned}$$

\therefore 接合ノ強率 = $64.515\% = 64.5\%$

166. 汽罐アリ接合ハ兩覆板 (Double butt strap) ニシテ鉸釘ノ直径ハ $1\frac{1}{4}$ 内列ノ心距 4 〃外列ノ心距 8 〃ナリ鋼板ノ厚サ 1 〃其延引力ヲ一平方吋 28 噸トシ鋼釘ノ剪斷力ヲ一平方吋 23 噸ナリトスル時接合ノ強率如何

解 第六十八圖ニ於テ

$$P = 8, \quad P_1 = 4,$$

$$d = 1\frac{1}{4} = 1.25, \quad t = 1.$$

$$f = 28 \text{ tons}/\square, \text{〃}$$

$$f_s = 23 \text{ tons}/\square, \text{〃}$$

$$n = 5$$

$$\text{鋼板ノ強率} = \frac{P-d}{P} \times 100$$

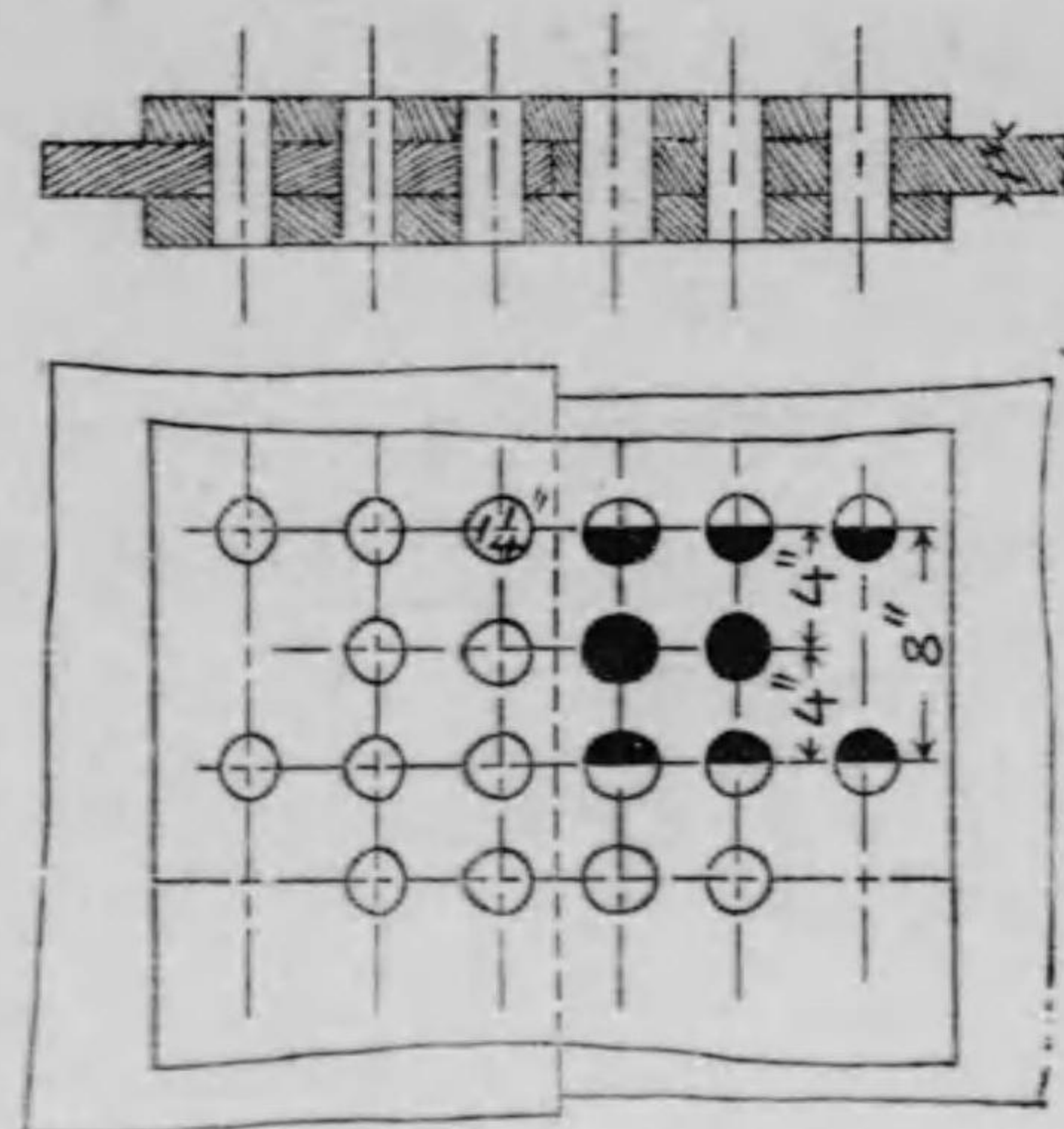
$$= \frac{8-1.25}{8} \times 100$$

$$= \frac{6.75}{8} \times 100 = \frac{675}{8}$$

$$= 84.375\%$$

$$\text{鉸釘ノ強率} = \frac{n \times \frac{\pi}{4} d^2 f_s}{Pt} \times 1.75 \times 100$$

$$= \frac{5 \times .7854 \times (1.5)^2 \times 23 \times 1.75 \times 100}{8 \times 1 \times 28}$$



第 六 十 八 圖

$$= \frac{5 \times .7854 \times 1.25 \times 1.25 \times 23 \times 1.75 \times 100}{8 \times 1 \times 28}$$

$$= \frac{5 \times .0561 \times 1.25 \times 1.25 \times 23 \times 1.75 \times 25}{4}$$

$$= \frac{441.0205078125}{4} \div \frac{441.02}{4} = 110.255\% = R$$

$$\text{胴板及ビ釘ノ連続強率} = \frac{P - 2d}{P} \times 100 + \frac{R}{5}$$

$$= \frac{8 - 1.25 \times 2}{8} \times 100 + \frac{110.255}{5} = \frac{8 - 2.5}{8} \times 100 + \frac{110.255}{5}$$

$$= \frac{5.5}{8} \times 100 + 22.051 = \frac{550}{8} + 22.051 = 68.75 + 22.051$$

$$= 90.801\% \div 90.8\%$$

$$\therefore \text{接合ノ強率} = 84.375\% \div 84.3\%$$

火爐ノ壓潰力 (Collapsing pressure of furnace)

t = 火爐ノ厚サ (吋ニテ), d = 火爐ノ直径 (吋ニテ),

l = 火爐ノ長さ (吋ニテ), p = 壓潰力 (一平方吋ニ付キ封度ニテ)

トスレバ

「フキヤバーン」 (Fairbairn) 氏ハ次ノ實驗式 (Empirical formula)

ヲ得タリ

$$p = 9,672,000 \frac{t^{1.19}}{ld}$$

之ヲ實際ニ計算スルニハ對數 (Logarithm) ニ依ラザルベカラズ

$$\log p = 6.9855 + 2.19 \log t - \log (ld)$$

然レドモ $\frac{3''}{8}$ 以上ノ厚サノ火爐板ニ對シテハ一般ニ次ニ示ス公式

ニテ充分ナリ

$$\text{公式 } p = 9,672,000 \frac{t^2}{ld} \dots\dots\dots (\text{XXXII})$$

167. 火爐ノ直径 $3' - 3''$, 長さ $9' - 9''$ ニシテ火爐板ノ厚サ $\frac{3''}{8}$ ナル

時火爐ノ壓潰力如何.

解 公式 (XXXII) ニ於テ

$$t = \frac{3''}{8}, \quad l = 9' - 9'' = 9 \times 12'' + 9'' = 108'' + 9'' = 117''$$

$$d = 3' - 3'' = 3 \times 12'' + 3'' = 36'' + 3'' = 39''$$

ト置キ換フル時ハ

$$p = 9672000 \frac{\left(\frac{3}{8}\right)^2}{117 \times 39} = \frac{9672000 \times 3 \times 3}{8 \times 8 \times 117 \times 39} = \frac{3875}{13} = 298 \text{ lbs}/\square''$$

英國商務院規定ニヨレバ縦ノ接合ヲ「ワカシツギ」(weld) スルカ單覆板二列鉸釘又ハ兩覆板一列鉸釘ヲ使用シタル圓筒形火爐ノ常用汽壓ハ次ノ公式ヨリ計算セラルベシ

t = 圓筒形火爐ノ厚サ (吋ニテ), L = 火爐ノ長さ (呎ニテ)

d = 火爐ノ直径 (吋ニテ), p = 常用汽壓 (一平方吋ニツキ封度ニテ)

トスレバ

$$\text{公式 } p = \frac{90,000 \times t^2}{(L+1)d} \dots\dots\dots (\text{XXXIII})$$

而シテ此公式ヨリ見出シタル壓力ガ下ノ公式ヨリ見出シタル値ヨリ

大ナルヲ許サズ

$$p = \frac{9000t}{d} \dots\dots\dots \text{(XXXIII)}$$

此公式ハ材料一平方吋ノ壓潰力(Crushing strength)ハ 4500 封度ヲ超ユルヲ許サバ爾コトヲ意味スルモノナリ

火爐「リング」ヲ有スル時ハ長サハ「リング」(Ring)ノ間ヲ計ルモノナリ

168. 火爐ノ直徑 37", 長サ 6'-9" ニシテ火爐板ノ厚サ $\frac{3''}{8}$ ナル時常用汽壓如何.

解 公式 (XXXIII) ニ於テ

$$t = \frac{3''}{8}, \quad L = 6' - 9" = 6.75', \quad d = 37'' \quad \text{ト置キ換フル時ハ}$$

$$p = \frac{90000 \times \left(\frac{3}{8}\right)^2}{(6.75 + 1) \cdot 37} = \frac{90000 \times 3 \times 3}{8 \times 8 \times 7.75 \times 37} = \frac{225 \times 3 \times 3}{4 \times 31 \times 37} = \frac{2025}{45.88} \\ = 44.136 \doteq 44 \text{ lbs}/\square''$$

又公式 (XXXIII) ニヨリ計算スレバ

$$p = \frac{9000 \times t}{d} = \frac{9000 \times 3}{8 \times 37} = \frac{1125 \times 3}{37} = \frac{3375}{37} = 91.2 \text{ lbs}/\square'' \\ \doteq 91 \text{ lbs}/\square'' \quad 44 \text{ lbs}/\square'' \text{ ハ } 91 \text{ lbs}/\square'' \text{ ヨリ小ナリ} \\ \therefore p = 44 \text{ lbs}/\square'' \text{ ナリ.}$$

169. 鋼製平坦火爐(Steel plain furnace)ノ長サ 6' ニシテ材料一平方吋ノ延引力 28 噸ナルモノヲ使用シ火爐ノ直徑 4' ニシテ常用汽壓一平方吋ニツキ 80 封度ナル時火爐板ノ厚サ如何.

解 t = 火爐板ノ厚サ(吋ニテ)トシ

公式 (XXXIII) ニ於テ

$$p = 80 \text{ lbs}/\square'', \quad L = 6', \quad d = 4' = 48'' \quad \text{ヲ置キ換フル時ハ}$$

$$80 = \frac{90000t}{(6+1) \times 48}$$

$$\therefore t = \frac{80 \times 7 \times 48}{90000} = \frac{7 \times 16}{375} = \frac{112}{375} = .298666$$

$$t = \sqrt{.298666} = .546''$$

若シ火爐板ノ厚サノ最小限度ヲ求メント欲セバ公式 (XXXIII) = 依ルベシ

$$p = \frac{9000t}{d} \quad \therefore t = \frac{pd}{9000} = \frac{80 \times 48}{9000} = \frac{2 \times 16}{75} = \frac{32}{75} = .426''$$

皺形火爐(Corrugated furnace)ノ常用汽壓ハ次ノ公式ヨリ見出サルベシ而シテ此等ノ火爐ハ「フォックス」(Fox)「パーヴス」(Purves)又ハ「モリソン」(Morison)ノ火爐ナリ

$$\text{公式 } p = \frac{14000t}{d} \dots\dots\dots \text{(XXXIV)}$$

170. 常用汽壓 170 封度ヲ使用スル「モリソン」火爐ノ平均直徑 3' ナル時火爐板ノ厚サ如何.

解 t = 火爐板ノ厚サ(吋ニテ)トシ公式 (XXXIV) ニ於テ

$$p = 170 \text{ lbs}/\square'', \quad d = 3' = 36'' \quad \text{ト置ケバ}$$

$$170 = \frac{14000t}{36} \quad \therefore t = \frac{170 \times 36}{14000} = \frac{153}{350} = .437'' \doteq \frac{7''}{16}$$

汽鍋ノ直徑, 行長及ビ曲拐軸ノ直徑ヲ知リテ汽壓ヲ求ムルニハ次

ノ公式ニ依ルベシ

$P = \text{一平方吋ノ汽壓(封度ニテ)}$ $D^2 = \text{汽筒直徑ノ平方吋} = \text{二個}$
 ノ時ハ平方ノ和 $S = \text{行長(吋ニテ)}$

$d = \text{曲拐軸ノ直徑(吋ニテ)}$ トスレバ

公式 $P = \frac{2880d^3}{D^2S} \dots\dots\dots (XXXV)$

證明 $\frac{\pi}{4}D^2 = \text{汽筒ノ面積(平方吋ニテ)}$

$\frac{\pi}{4}D^2P = \text{吸鑄上ノ總壓力(封度ニテ)}$

$\frac{\pi}{4}D^2P \times \frac{S}{2} = \text{曲拐ノ回轉働量(Turning moment)(吋封度ニテ)}$

又 $f = \text{車軸一平方吋ノ應力(封度ニテ)}$ トスレバ

$\frac{\pi}{32}fd^3 = \text{車軸ノ屈曲働量(Bending moment)(吋封度ニテ)}$

$\therefore \frac{\pi}{4}D^2P \times \frac{S}{2} = \frac{\pi}{32}fd^3$

$P = \frac{\pi fd^3 \times 4 \times 2}{32 \times \pi D^2 S} = \frac{fd^3}{4D^2S}$

$f = 11520 \text{ lbs/吋}^2$ トスレバ

$P = \frac{11520d^3}{4D^2S} = \frac{2880d^3}{D^2S}$

171. 汽筒ノ直徑 50", 行長 33"ナル時 9" ノ車軸ニ許用セラレベキ汽壓如何.

解 公式 (XXXV) ニヨリ

$$P = \frac{2880d^3}{D^2S} = \frac{2880 \times 9^3}{50^2 \times 33} = \frac{2880 \times 729}{2500 \times 33} = \frac{48 \times 729}{125 \times 11} = \frac{34992}{1375} = 25.448 \text{ lbs/吋}^2$$

公式 (XXXV) ニ於テ

$f = 9432 \text{ lbs/吋}^2$ ト置ケバ

$P = \frac{9432d^3}{4D^2S}$

今 $P = 30 \text{ lbs/吋}^2$ } トスレバ
 $S = \text{行長(呎ニテ)}$ }

$30 = \frac{9432d^3}{4D^2S \times 12} \therefore D^2 = \frac{9432d^3}{30 \times 48 \times 12} = \frac{131d^3}{5 \times 48} = \frac{131d^3}{240}$
 $= \frac{6.55d^3}{S} \dots\dots (XXXV')$

172. 曲拐軸ノ直徑 15" 行長 3'-6" ニシテ汽壓一平方吋ニツキ 30 封度ナル時汽筒ノ直徑如何.

解 公式 (XXXV') ニ於テ

$d = 15"$ $S = 3' - 6" = 3.5'$ ト置ケバ

$D^2 = \frac{6.55 \times 15^3}{3.5} = \frac{6.55 \times 15 \times 15 \times 15}{3.5} = \frac{6.55 \times 3 \times 15 \times 15}{.7}$
 $= \frac{4421.25}{.7} = 6316$

$\therefore D = \sqrt{6316} = 79.57"$

中間軸 (Tunnel shaft) ニ對シテハ

$P = \text{吸鑄上ノ總壓トスレバ次ノ公式アリ}$

$$P = \frac{3200d^3}{S} \dots\dots\dots (\text{XXXVI})$$

證明 $P \times \frac{S}{2} = \frac{f}{10.2} d^3$

$f = 16320 \text{ lbs}/\square''$ ト置ク時ハ

$$P = \frac{2 \times 16320d^3}{10.2S} = \frac{3200d^3}{S}$$

173. 汽筒ノ直径 50'' 行長 36'' ニシテ中間軸ノ直径 9'' ナル時吸鑄上ノ壓力如何.

解 公式 (XXXVI) ニヨリ $P = \frac{3200d^3}{S}$

$p =$ 吸鑄上一平方吋ノ壓力 (封度ニテ), $D =$ 汽筒ノ直径 (吋ニテ)

トスレバ

$$\frac{\pi D^2 p}{4} = \frac{3200d^3}{S} \quad \therefore p = \frac{3200d^3}{\frac{\pi D^2 S}{4}}$$

$d = 9'' \quad D = 50'' \quad S = 36''$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$p = \frac{3200 \times 9^3}{.7854 \times 50^2 \times 36} = \frac{3200 \times 729}{.7854 \times 2500 \times 36} = \frac{8 \times 27}{.1309 \times 25 \times 2}$$

$$= \frac{216}{6.545} = 33 \text{ lbs}/\square''$$

二聯成機關 (Two cylinder compound engine) ノ汽壓ニ關スル公式

$P =$ 汽壓 (一平方吋ニツキ封度ニテ)

$C =$ 定數ニシテ曲拐軸ニハ 4936, 中間軸ニハ 5760 ヲ用ユ

$d =$ 車軸ノ直径 (吋ニテ) $S =$ 行長 (吋ニテ)

$D =$ 高壓汽筒直径 (吋ニテ) $D' =$ 低壓汽筒ノ直径 (吋ニテ)

トスレバ

公式 $P = \frac{Cd^3 - 15SD'^2}{SD^2} \dots\dots\dots (\text{XXXVII})$

174. 汽筒ノ直径 23'' 及ヒ 45'' ニシテ行長 33'' ナル聯成機關アリ曲拐軸ノ直径 8'' ナル時汽壓如何.

解 公式 (XXXVII) ニ於テ

$C = 4936, \quad d = 8'', \quad D' = 45'', \quad S = 33'', \quad D = 23''$ ヲ

置キ換フル時ハ

$$P = \frac{4936 \times 8^3 - 15 \times 33 \times 45^2}{33 \times 23^2} = \frac{4936 \times 512 - 15 \times 33 \times 2025}{33 \times 529}$$

$$= \frac{2527232 - 1002375}{17457} = \frac{1524857}{17457} = 87.349 \text{ lbs}/\square''$$

三聯成機關 (Triple expansion engine) ノ汽壓ニ關スル公式

$P =$ 汽壓 (絶對壓力ニテ) (一平方吋ニツキ封度ニテ)

$C =$ 曲拐ノ半径 (吋ニテ) $S =$ 曲拐軸ノ直径 (吋ニテ)

$d =$ 高壓汽筒直径 (吋ニテ) $D =$ 低壓汽筒ノ直径 (吋ニテ)

1110 = 定數ニシテ各曲拐ノ角度 120° ナル時 トスレバ

公式 $P = \frac{1110S^2}{CD^2} \left(2 + \frac{D^2}{d^2} \right) \dots\dots\dots (\text{XXXVIII})$

175. 三聯成機關アリ高壓汽筒ノ直径ハ 26'' 低壓汽筒ノ直径ハ 69'' 行長 50'' ナリ曲拐軸ノ直径 13'' ナル時汽壓如何.

解 公式 (XXXVIII) ニ於テ

$$S=13, \quad C=\frac{50''}{2}=25, \quad D=69, \quad d=26''$$

ヲ置き換フル時ハ

$$\begin{aligned} P &= \frac{1110 \times 13^3}{25 \times 69^2} \left(2 + \frac{69^2}{26^2}\right) = \frac{1110 \times 13 \times 13 \times 13}{25 \times 69 \times 69} \left(2 + \frac{4761}{676}\right) \\ &= \frac{74 \times 13 \times 13 \times 13}{5 \times 23 \times 69} \left(2 + \frac{4761}{676}\right) \\ &= \frac{74 \times 13 \times 13 \times 13}{5 \times 23 \times 69} \left(\frac{2 \times 676 + 4761}{676}\right) \\ &= \frac{74 \times 13 \times 13 \times 13}{5 \times 23 \times 69} \times \left(\frac{1352 + 4761}{676}\right) = \frac{74 \times 13 \times 13 \times 13}{5 \times 23 \times 69} \times \frac{6113}{676} \\ &= \frac{37 \times 13 \times 13 \times 13 \times 6113}{5 \times 23 \times 69 \times 338} = \frac{496919657}{2682030} = 185.277 \text{ lbs}/\square'' \end{aligned}$$

$$\therefore 185 \text{ lbs}/\square''$$

$$\therefore \text{汽壓} = 185 - 15 = 170 \text{ lbs}/\square''$$

汽罐平坦部ニ於ケル常用汽壓ニ關スル公式 (Formula for working pressure for flat plate in a boiler)

P = 汽罐ノ常用汽壓(一平方吋ニツキ封度ニテ)

T = 平坦部板ノ厚サ(1/16ヲ1''トシテ計算シタル)

S = 一本ノ支釘ノ支持面積(平方吋ニテ)

60 = 定數ニシテ鐵板ガ火焰ニ觸レ水ニ接シ且之レヲ支持スル

支釘ハ鐵板ニ捻テ込ムモノニシテ支釘ノ端ニ鉸釘頭ヲ有スル

モノ及ヒ一方ハ火焰ニ觸レ一方ハ水ニ接シ内外ヨリ座金及ヒ

「ナット」ヲ以テ締付タルモノニ用ユ

トスレバ

$$\text{公式 } P = \frac{60P(+1)^2}{S-6} \dots\dots\dots (\text{XXXIX})$$

176. 焰管板(Plate in the combustion chamber)ノ厚サ1/2''ニシテ支釘ノ心距7''ナル時此平坦部ニ許用セルルべき壓力如何.

解 公式(XXXIX)於テ

$$T = \frac{1}{16} = \frac{1}{2} \times \frac{16}{1} = 8, \quad S = 7'' \times 7'' = 49 \square''$$

ヲ置き換フル時ハ

$$\begin{aligned} P &= \frac{60(8+1)^2}{49-6} = \frac{60 \times 9^2}{43} = \frac{60 \times 81}{43} = \frac{4860}{43} = 113.023 \text{ lbs}/\square'' \\ &\therefore 113 \text{ lbs}/\square'' \end{aligned}$$

177. 前問ニ於テ支釘ノ最小徑如何. 支釘一平方吋ノ應力ハ5000封度ナリ.

解 d = 支釘ノ最小徑(吋ニテ) トスレバ次式ヲ得ベシ.

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times 5000 = 49 \times 113$$

$$d^2 = \frac{49 \times 113}{.7854 \times 5000} = \frac{7 \times 113}{.1122 \times 5000} = \frac{791}{561} = 1.409$$

$$\therefore d = \sqrt{1.409} = 1.187'' \doteq 1.2''$$

178. 汽壓一平方吋35封度ニシテ鏡板(End plate)ノ厚サ3/4''ナル時支釘ノ心距如何.

解 公式 (XXXIX) = 於テ

$S =$ 支釘一本ノ支持面積 (平方吋 = テ) トシ

$$P = 35 \text{ lbs/方吋} \quad T = \frac{3}{4} \div \frac{1}{16} = 12 \quad \text{ヲ置キ換フル時ハ}$$

$$35 = \frac{60(12+1)^2}{S-6}$$

$$35(S-6) = 60 \times 13^2$$

$$35S - 35 \times 6 = 60 \times 169$$

$$35S = 60 \times 169 + 35 \times 6$$

$$S = \frac{60 \times 169}{35} + 6 = \frac{12 \times 169}{7} + 6 = \frac{2028}{7} + 6 = 289.7143 + 6 \\ = 295.7143$$

$$\therefore \text{心距} = \sqrt{S} = \sqrt{295.7143} = 17.196''$$

179. 前問 = 於テ主支釘 (Main Stay) ノ最小徑如何.

解 178 ト同理 = ヨリ次式ヲ得ベシ

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times 5000 = 35 \times 295.7143$$

$$d^2 = \frac{35 \times 295.7143}{.7854 \times 5000} = \frac{295.7143}{.1122 \times 1000} = \frac{295.7143}{112.2} = 2.6356$$

$$\therefore d = \sqrt{2.6356} = 1.623''$$

燃燒室背焰管板 = 許用セザルベキ常用汽壓 (Working pressure allowable for back tube plate of combustion chamber).

$D =$ 水平 = 於ケル煙管ノ心距 (吋 = テ),

$d =$ 煙管ノ内徑 (吋 = テ), $T =$ 煙管背板ノ厚サ (吋 = テ),

$W =$ 燃燒室ノ幅 (吋 = テ),

$f =$ 煙管背板一平方吋ノ壓搾力 (Compression) (封度 = テ)

$P =$ 常用汽壓 (一平方吋ニツキ封度) トスレバ

$$\text{公式} \quad P = \frac{T(D-d)22000}{W \times D} \dots\dots\dots (\text{XL})$$

證明 $W \times D \times P =$ 燃燒室内煙管一心距間ノ面積 = 受クル總壓力 (封度 = テ)

$$T(D-d) = \text{煙管板ノ壓搾力ヲ受クベキ切斷面積} \\ (\text{平方吋} = \text{テ})$$

今燃燒室内煙管一心距間ノ面積 = 受クル壓力ハ煙管背板ノ一心距間ニ於ケル有効切斷面積ト之レト同面積ナル燃燒室背板 (Back plate of combustion chamber) トノ兩面積ニ於ケル壓搾力ニテ支フルモノナルコトヲ考フルコトヲ得ベシ.

$$\therefore 2fT(D-d) = \text{總壓搾力 (封度 = テ)}$$

$$\therefore 2fT(D-d) = W \times D \times P$$

$$P = \frac{2fT(D-d)}{W \times D}$$

煙管板 = 於ケル壓搾力ハ一平方吋 11000 封度ヲ超ユベカラズ

$$\therefore P = \frac{2 \times 11000T(D-d)}{W \times D} = \frac{T(D-d) \times 22000}{W \times D}$$

180. 燃燒室ノ幅 3'-6'' 煙管背板ノ厚サ $\frac{5''}{8}$ ニシテ煙管ノ心距 $4\frac{1''}{2}$

煙管ノ外徑 3'' 厚サ $\frac{1''}{8}$ ナル時煙管背板ニ於ケル壓力如何.

解 公式 (XI) = 於テ

$$T = \frac{5''}{8}, \quad D = 4\frac{1''}{2} = 4.5'', \quad d = 3'' - \frac{1''}{8} \times 2 = 3'' - \frac{1''}{4} = 2\frac{3''}{4} = 2.75''$$

$$W = 3' - 6'' = 42'' \quad \text{ヲ置キ換フル時ハ}$$

$$P = \frac{\frac{5}{8}(4.5 - 2.75) \times 22000}{42 \times 4.5} = \frac{5 \times 1.75 \times 22000}{8 \times 42 \times 4.5} = \frac{.25 \times 1375}{3 \times .9}$$

$$= \frac{343.75}{2.7} = 127.314 \text{ lbs/} \square''$$

銅製蒸汽管ノ常用汽壓ニ關スル公式 (Formula for the working pressure in a Copper Steam pipe)

P = 常用壓力 (一平方吋ニツキ封度ニテ),

D = 銅管ノ徑 (吋ニテ), T = 銅管ノ厚サ (吋ニテ)

トスレバ 接合ガ蠟吹 (Braze) ノ時

$$\text{公式 } P = \frac{6000 \times \left(T - \frac{1}{16}\right)}{D} \dots\dots\dots (\text{XLI})$$

又銅管若シ引稜 (Solid drawn) ナル時其徑 8'' ヲ超過セザルモノニ對シテハ

$$\text{公式 } P = \frac{6000 \times \left(T - \frac{1}{32}\right)}{D} \dots\dots\dots (\text{XLII})$$

181. 銅製蒸汽管ノ切斷面積 50.26 平方吋ニシテ厚サ $\frac{1''}{4}$ ナル時常用壓力如何.

解 公式 (XLI) = 於テ

$$\frac{\pi D^2}{4} = 50.26, \quad D^2 = \frac{50.26 \cdot 4}{\pi} = 64, \quad D = \sqrt{64} = 8''$$

$$T = \frac{1''}{4} \quad \text{ヲ置キ換フル時ハ}$$

$$P = \frac{6000 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{16}\right)}{8} = \frac{6000 \times \frac{3}{16}}{8} = \frac{6000 \times 3}{8 \times 16} = \frac{375 \times 3}{8} = \frac{1125}{8}$$

$$= 140.625 \text{ lbs/} \square''$$

182. 前問ニ於テ引稜銅管ヲ使用スル時ハ普通銅管ニ比シ幾「パーセント」強キカ.

解 公式 (XLII) = 於テ

$$D = 8'', \quad T = \frac{1''}{4} \quad \text{ヲ置キ換フル時ハ}$$

$$P = \frac{6000 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{32}\right)}{8} = \frac{6000 \times 7}{8 \times 32} = \frac{375 \times 7}{8 \times 2} = \frac{2625}{16} = 164.0625 \text{ lbs/} \square''$$

$$\therefore \text{其百分率} = \frac{164.0625 - 140.625}{140.625} \times 100 = \frac{23.4375 \times 100}{140.625}$$

$$= \frac{.0005 \times 100}{.003} = \frac{.05}{.003} = 16.666\%$$

第十二章 簡單ナル器械ニ由ツテ爲サルル 仕事

(Work done by Simple Machines)

簡單ナル器械即チ器械力 (Mechanical power) ヲ分チテ次ノ三種ト
ナス

- (1) 一ツノ軸ノ廻リニ回轉スル實體 (A Solid body turning on an axis)
 - (2) 撓ミ易キ繩 (Flexible cord)
 - (3) 強固ニシテ平滑ナル斜面 (A hard and Smooth inclined Surface)
- (1) ハ眞直又ハ曲レル固體ノ棒 (Solid bar) ニシテ支柱 (Prop) 尖
リ軸 (Pivot) 又ハ軸ノ上ニ支持セララル槓杆 (Lever) 及ビ同ジ
軸ノ廻リニ回轉スル車輪及ビ車軸 (Wheel and axle) ヲ含ム
- (2) ハ種々ノ滑車 (All System of pulleys) ヲ含ム
- (3) ハ斜面 (Inclined plane), 楔 (Wedge), 及ビ螺旋 (Screw) ヲ含ム
- 故ニ器械力ヲ分チテ下ノ如クス

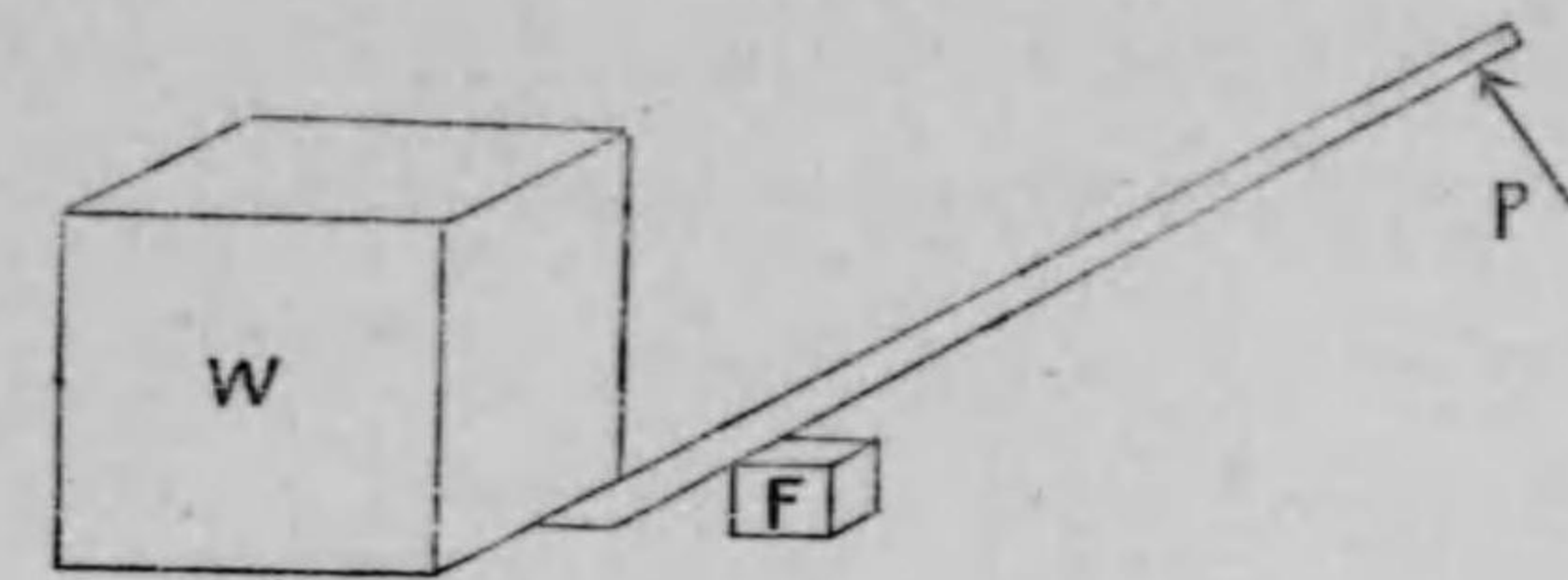
- | | | |
|----------|-------------|----------|
| (I) 槓杆, | (II) 車輪及ビ車軸 | (III) 滑車 |
| (IV) 斜面, | (V) 楔 | (VI) 螺旋. |

(I) 槓杆

槓杆ニハ三ツノ點アリ支點 (Fulcrum), 力點 (Force), 重點 (Weight)
是レナリ.

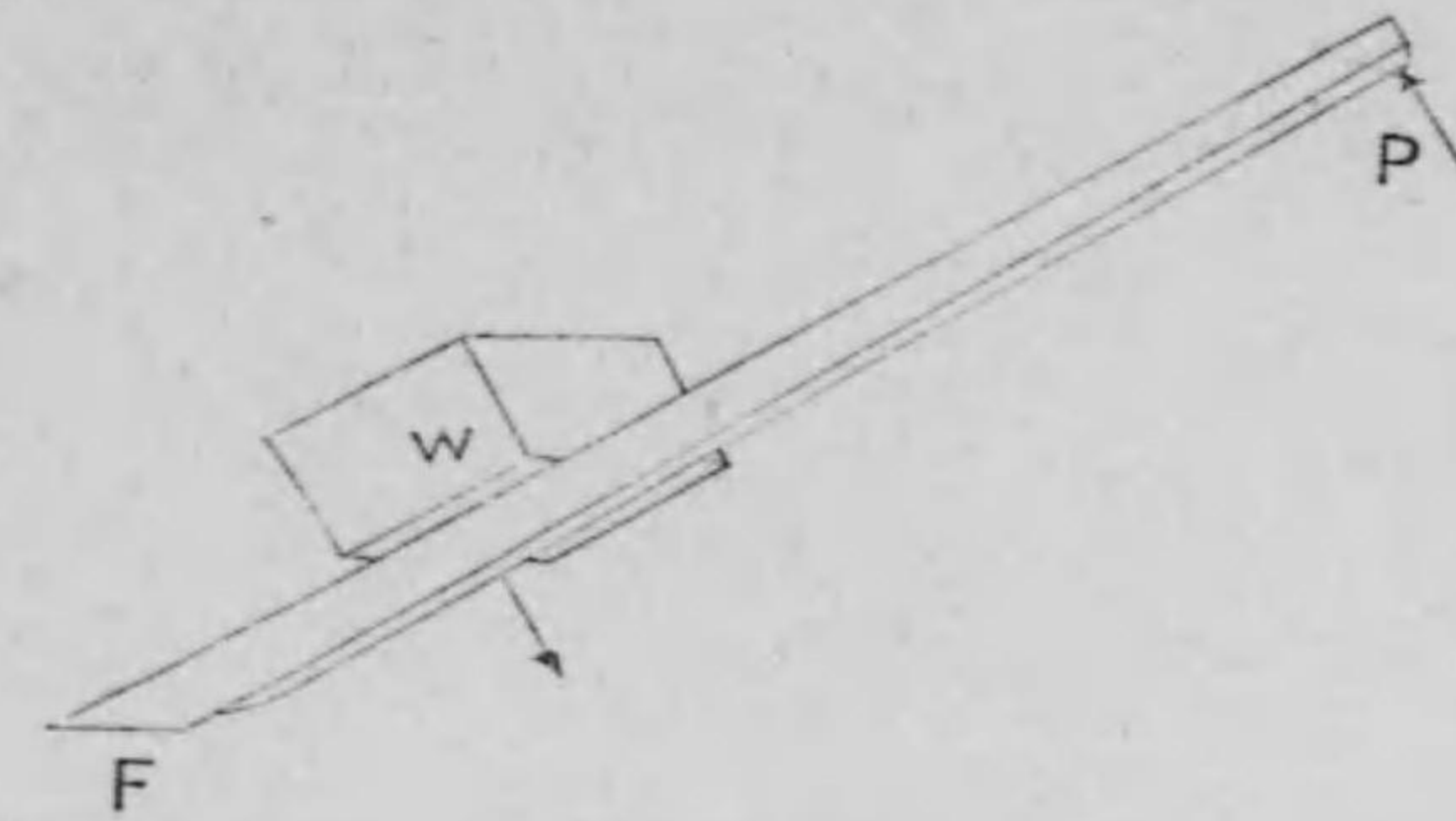
支點トハ此點ヲ起點トシテ槓杆ノ廻ラントスル點ヲ云ヒ力點トハ
力ノ加ハル點ヲ云ヒ重點トハ重量ノ懸カル點ヲ云フ. 此三ツノ點相
互ノ位置ノ變更ニヨリ槓杆ヲ三種ニ區別ス.

第一種ノ槓杆. 支點ガ力點ト重點トノ間ニアルモノナリ.



第 六 十 九 圖

第二種ノ槓杆. 重點ガ支點ト力點トノ間ニアルモノナリ

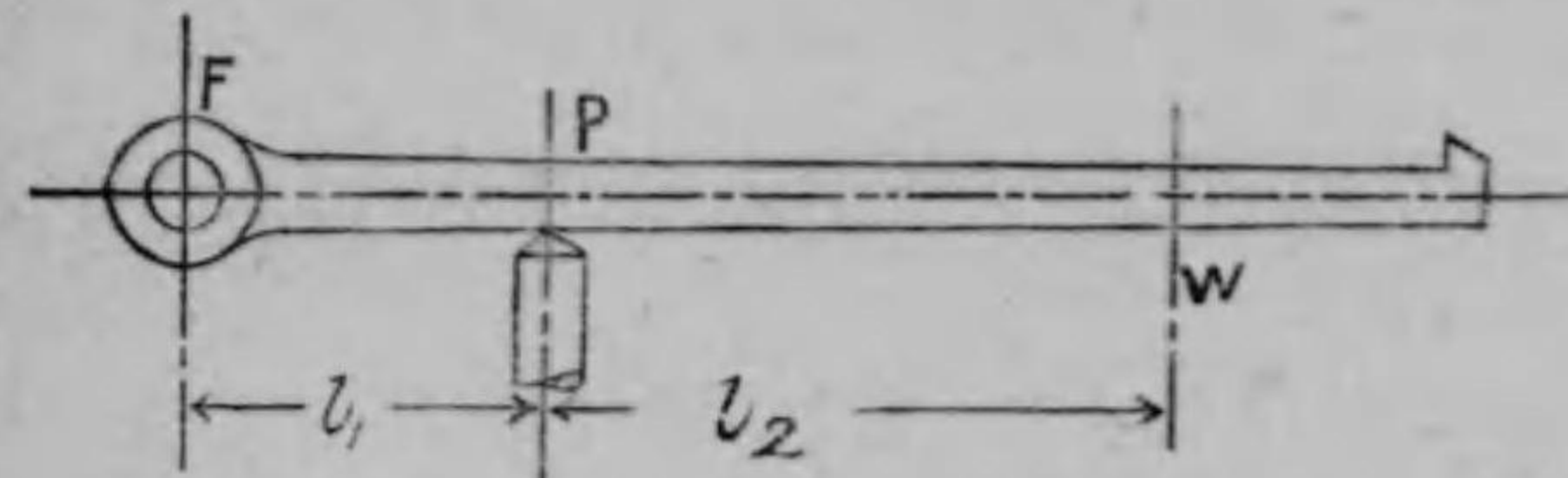


第 七 十 圖

第三種ノ槓杆. 力點ガ支點ト重點トノ間ニアルモノナリ

今 F = 支點, W = 重點, P = 力點,

l_1 = 支點ト力點トノ距離, l_2 = 支點ト重點トノ距離



第 七 十 一 圖

又 P, 及 W ハ
下向キヲ正トシ
l₁, l₂, ハ右ニ計リ
タルヲ正トス.

何種ノ槓杆ニ於テモ $P l_1 = W l_2$ ナリ

第一種槓杆 Fヨリ能率或ハ働量 (Moment) ヲ取レバ

$$P l_1 - W l_2 = 0 \quad \therefore P l_1 = W l_2 \dots \dots \dots (A)$$

第二種槓杆 Fヨリ能率ヲ取レバ

$$-P l_1 + W l_2 = 0 \quad \therefore P l_1 = W l_2$$

第三種槓杆 Fヨリ能率ヲ取レバ

$$-P l_1 + W l_2 = 0 \quad \therefore P l_1 = W l_2$$

183. 槓杆アリ支點ヨリ 6"ノ距離ニ働ク 112 封度ト平均セシムル
爲ニハ支點ヨリ 3'ノ力點ニ幾何ノ力ヲ要スルヤ.

解 P=求ムル所ノ力(封度ニテ)トシ (A)ニ於テ

$$W = 112 \text{ lbs}, \quad l_1 = 3' = 36", \quad l_2 = 6" \quad \text{トスレバ}$$

$$P \times 36 = 112 \times 6$$

$$P = \frac{112 \times 6}{36} = \frac{56}{3} = 18 \frac{2}{3} \text{ lbs.}$$

184. 槓杆アリ支點ヨリ 1'ノ所ニ 2本ノ重量ヲ懸クル時之レト平均セシメンガ爲ニハ 100 封度ノ力ヲ支點ヨリ幾何ノ所ニ施スベキカ

解 l₁=求ムル所ノ距離(吋ニテ)トシ (A)ニ於テ

$$W = 2 \text{ cuts} = 224 \text{ lbs}, \quad l_2 = 1' = 12", \quad P = 100 \text{ lbs} \quad \text{ト置ク時ハ}$$

$$100 l_1 = 224 \times 12$$

$$\therefore l_1 = \frac{224 \times 12}{100} = \frac{224 \times 3}{25} = \frac{672}{25} = 26.88"$$

185. 槓杆ノ支點ヨリ 3'ノ距離ニ 120 封度ノ力ヲ加フル時ハ支點
ヨリ 3'ノ所ニ幾封度重量ヲ懸クレバ平均スベキカ.

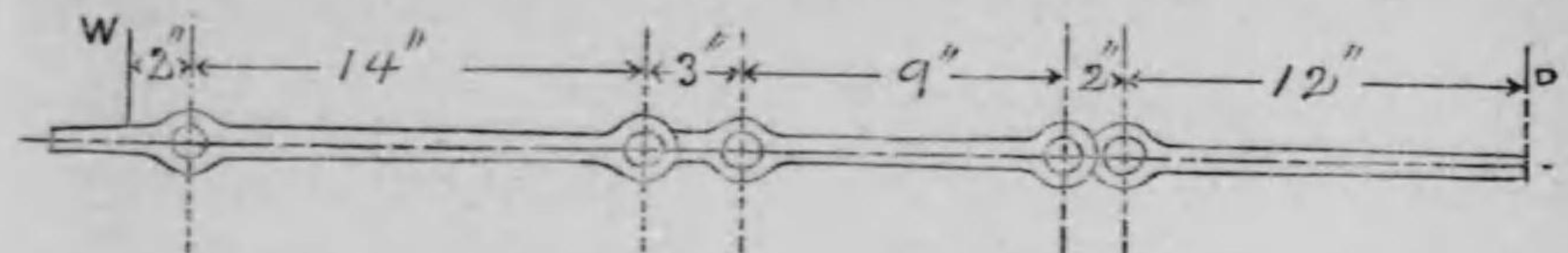
解 W=所求ノ重量(封度ニテ)トシ (A)ニ於テ

$$P = 120 \text{ lbs}, \quad l_1 = 3' = 36", \quad l_2 = 3" \quad \text{ト置ク時ハ}$$

$$120 \times 36 = W \times 3$$

$$\therefore W = \frac{120 \times 36}{3} = 40 \times 36 = 1440 \text{ lbs.}$$

186. 第七十二圖ニ示スガ如キ長臂ト短臂トノ連合ヨリ成ル槓杆
(A Combination of levers with long arms and short arms)アリ
其一端ニ 10 封度ノ力ヲ加フル時ハ之レト平均スル他端ニ懸クベキ重
量如何長臂ハ 12", 9", 14"ニシテ短臂ハ 2", 3", 2", ナリ



第 七 十 二 圖

解 本問題ハ三個ノ槓杆ヨリ成ルヲ以テ

W₁=短臂 2"ノ所ニ於テ一端ノ 10 lbsト平均スル重量
(封度ニテ)

W₂=短臂 3"ノ所ニ於テ一端ノ 10 lbsト平均スル重量
(封度ニテ)

W₃=他端ニ於ケル重量(封度ニテ)トシ

第一 (A) = 於テ P=10 lbs, l₁=12'', l₂=2'' ト置ク時ハ

10 × 12 = W₁ × 2

∴ W₁ = (10 × 12) / 2 lbs.

第二 (A) = 於テ P = (10 × 12) / 2 lbs, l₁ = 9'', l₂ = 3'' ト置ク時ハ

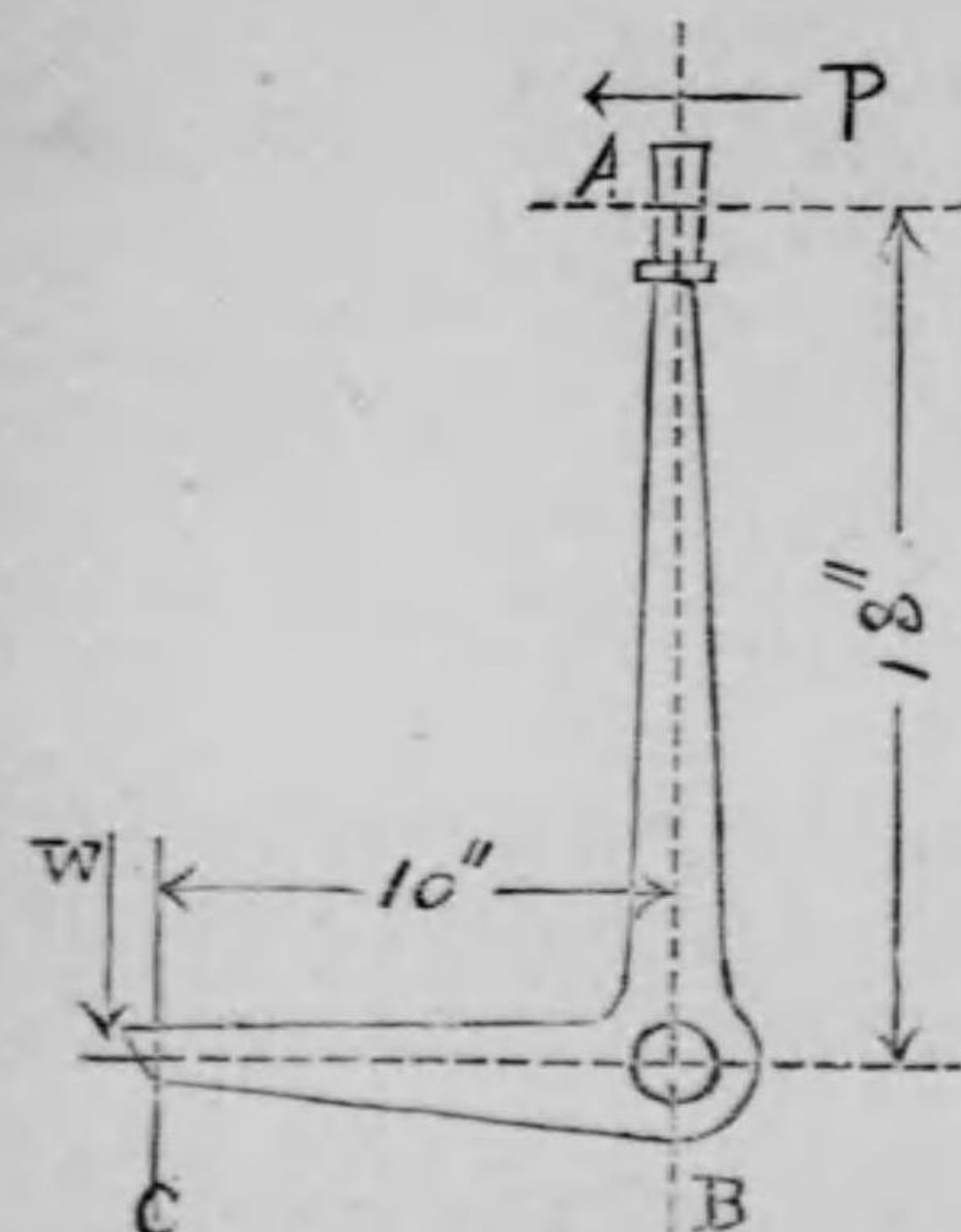
(10 × 12) / 2 × 9 = W₂ × 3

∴ W₂ = (10 × 12 × 9) / (2 × 3) lbs.

第三 (A) = 於テ P = (10 × 12 × 9) / (2 × 3) lbs, l₁ = 14'', l₂ = 2'' ト置ク

時ハ (10 × 12 × 9) / (2 × 3) × 14 = W₃ × 2

∴ W₃ = (10 × 12 × 9 × 14) / (2 × 3 × 2) = 5 × 6 × 14 × 3 = 126 lbs.



第七十三圖

187. (a). ABCナル曲槓杆 (Bent lever) アリ其一端 A = 30封度ノ力ヲ矢符ノ方向ニ加ヘ ABノ長サ 18''ニシテ BCノ長サ 10''ナル時ハ C 端ニ於テ幾何ノ重量ヲ揚ゲ得ベキカ.

解 B點ヨリ能率ヲ取レバ

PAB - WBC = 0

PAB = WBC.....(B)

∴ W = (AB / BC) P.

P = 30 lbs, AB = 18'', BC = 10''

此等ノ價ヲ (B) = 置キ換フル時ハ

W = (30 × 18) / 10 = 3 × 18 = 54 lbs.

187. (b). 曲槓杆アリ長臂 50'', 短臂 10'' ニシテ短臂ノ一端ニテ 1.8 噸ノ重量ヲ揚グルニハ長臂ノ一端ニ幾何ノ力ヲ加フベキカ.

解 P = 長臂ノ一端ニ加フベキ力(封度ニテ) トシ

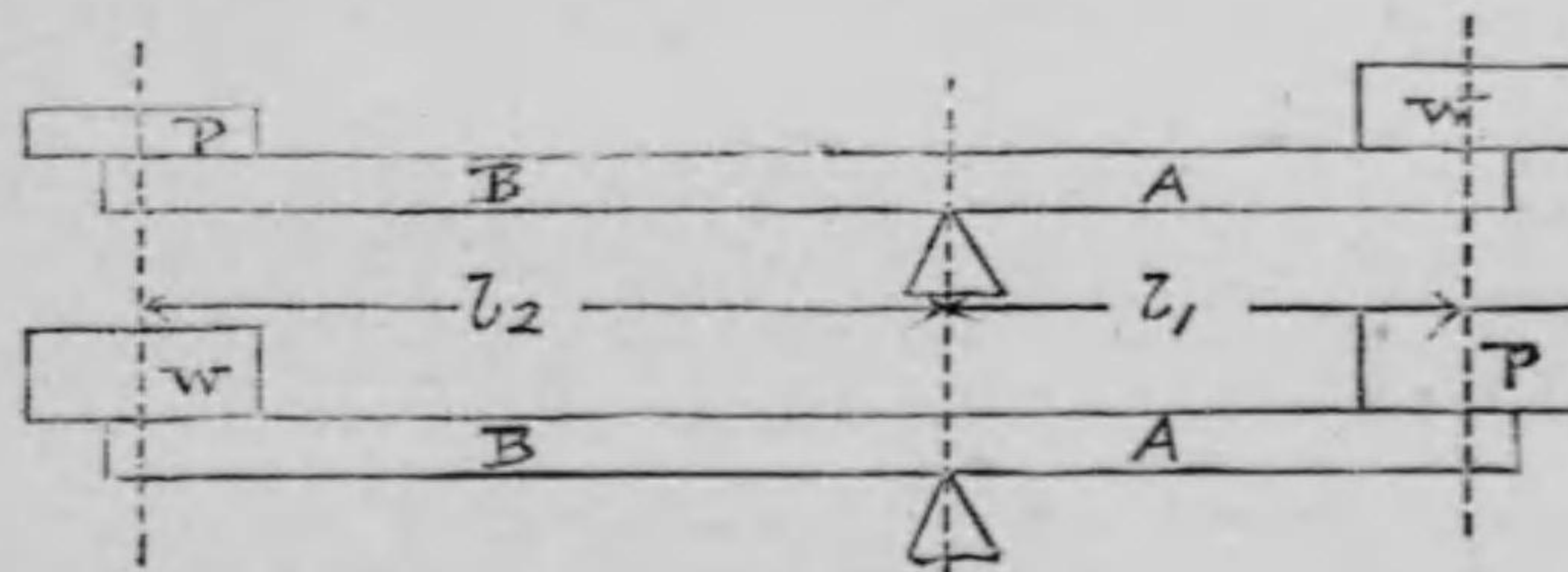
(B) = 於テ W = 1.8 tons = 1.8 × 2240 lbs, BC = 10'', AB = 50''

ト置ク時ハ

P × 50 = 1.8 × 2240 × 10

∴ P = (1.8 × 2240 × 10) / 50 = 1.8 × 448 = 806.4 lbs.

重キ器械 (Heavy machinery) ノ重量ヲ精密ニ計ルニハ成ル可ク出來得ル丈近ク其中心ニ「ブーム」(Boom) ヲ置キ一端 A = 此重量物ヲ載セ他端 B = 重錘 P ヲ槓杆ノ平均ヲ保ツ迄加フ. 次ニ B = 此重量物 W ヲ載セ A = 重錘 Q ヲ加ヘテ槓杆ヲ平均セシメ支點 F ヲリ A マデノ距離ヲ l₁ トシ F ヲリ B マデノ距離ヲ l₂ トスレバ



第七十四圖

第一ノ場合ニ於テハ $WL_1 - PL_2 = 0 \quad WL_1 = PL_2 \dots\dots (I)$

第二ノ場合ニ於テハ $WL_2 - QL_1 = 0 \quad WL_2 = QL_1 \dots\dots (II)$

$\therefore WL_1 \times WL_2 = PQl_1l_2$

$W^2 = PQ$

$W = \sqrt{PQ} \dots\dots (III)$

188. 或ル重量物ヲ一方ノ秤皿 (Scale pan) ニ載セタルニ 13.7 封度ヲ示シタリ由テ之ヲ取出シ他方ノ秤皿ニ載セシニ 146 封度ヲ示シタリト云フ此物ノ真正ノ重量如何.

解 $W = \sqrt{PQ} = \sqrt{137 \times 146} = \sqrt{20002} = 141.428 \text{ lbs.}$

189. 鐵塊 (Iron block) アリ真正ノ重量ハ 317 封度ナリ今之レヲ天秤ニテ計ルニ一端ノ秤皿ニ載スル時ハ 310 封度ナリシト云フ然レバ他端ノ秤皿ニ載セタル時ノ重量如何ナルカ.

解 $W^2 = PQ \quad \therefore Q = \frac{W^2}{P}$

$W = 317 \text{ lbs} \quad P = 310 \text{ lbs.}$

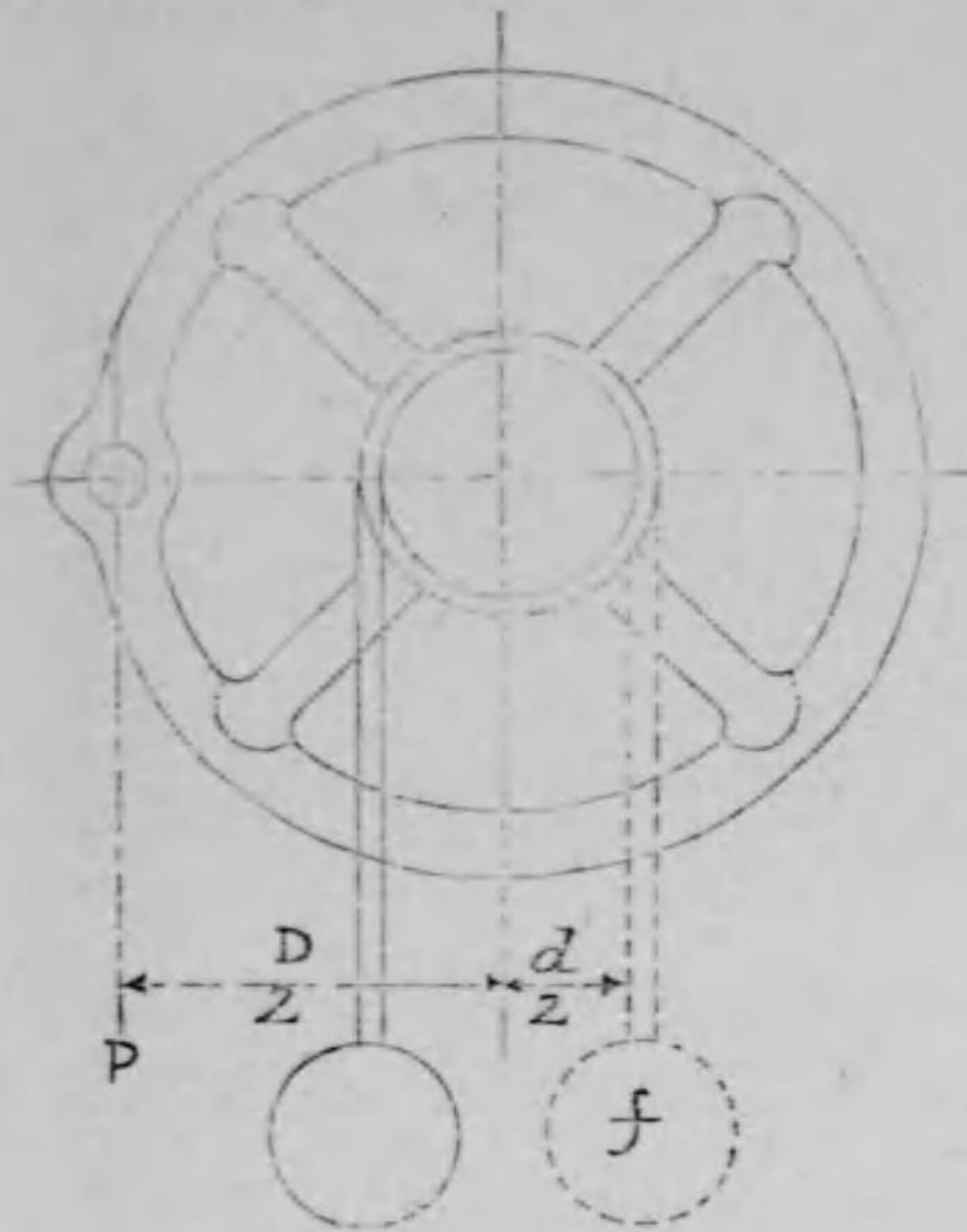
$\therefore Q = \frac{317^2}{310} = \frac{100489}{310} = 324.158 \text{ lbs} \doteq 324 \text{ lbs.}$

(II). 車輪及ヒ車軸

車輪及ヒ車軸ニ於テハ各ガ其廻リニ回轉スル中心ハ槓杆ノ場合ニ於ケル支點ト見做サルベク車輪ノ半径ハ力ノ槓杆長 (Leverage) ニシテ車軸ノ半径ハ重錘ノ槓杆長トナスコトヲ得ベシ

190. 舵取車 (Steering Wheel) ノ直径 5' 卷胴 (Barrel) ノ直径 15''

ナル時 200 封度ノ力ヲ舵取車ニ加フル時ハ幾何ノ抵抗ニ打ち勝ツコトヲ得ルカ.



第 七 十 五 圖

解 第七十五圖ニ於テ

$D = \text{舵取車ノ直径}$
(吋ニテ)

$d = \text{卷胴ノ直径}$ (吋ニテ)

$P = \text{舵取車ニ加フル力}$
(封度ニテ)

$f = \text{卷胴ニ於ケル抵抗}$
(封度ニテ)

トスレバ 中心 O ヨリ能率ヲ取ル時ハ次ノ方程式ヲ得ベシ

$P \times \frac{D}{2} = f \times \frac{d}{2}$

$f = \frac{P \times D \times 2}{2 \times d} = \frac{P \times D}{d}$

$D = 5' - 0'' = 60'', \quad d = 15'', \quad P = 200 \text{ lbs.}$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$f = \frac{200 \times 60}{15} = 200 \times 4 = 800 \text{ lbs.}$

191. 揚錨機 (Capstan) ニテ錨 (Anchor) ノ重量ヲ計ルニ棒 (Capstan bar) 十二本ヲ供ヘ揚錨機ノ中心ヨリ力 (Pressure) ノ中心迄 6' - 0'' ニシテ揚錨機軸ノ直径ハ 2' - 0'' ナリ今一人此棒ニ加フル力ヲ 80 封度ナリトスル時錨及ヒ錨鎖 (Anchor chain) ノ重量如何.

解 $W = \text{錨及ヒ錨鎖ノ重量(封度ニテ)トスレバ}$
 $80 \times 12 \times 6 = \text{揚錨機ノ回轉能率(呎封度ニテ)}$
 $W \times \frac{2}{2} = \text{錨及ヒ錨鎖ノ抵抗能率(呎封度ニテ)}$
 $\therefore W \times \frac{2}{2} = 80 \times 12 \times 6$

$$W = 80 \times 12 \times 6 = 5760 \text{ lbs.}$$

192. 前問ニ於テ繩ノ摩擦(Friction of the cord)ノ爲10%ノ力ヲ損失スルモノトスレバ此場合揚ゲラルベキ重量如何.

解 前問ト同理ニヨリ

$$80 \times 12 \times 6 \times \left(1 - \frac{10}{100}\right) = \text{揚錨機ノ回轉能率(呎封度ニテ)}$$

$$W \times \frac{2}{2} = \text{錨及錨鎖ノ抵抗能率(呎封度ニテ)}$$

$$\therefore W \times \frac{2}{2} = 80 \times 12 \times 6 \times \left(1 - \frac{10}{100}\right)$$

$$W = 80 \times 12 \times 6 \times .9 = 5184 \text{ lbs.}$$

193. 直徑 $7\frac{1}{2}$ ノ卷胴(Drum)ノ一端ニ2「ハンドレットウイート」3「クオートー」1封度ノ重量ヲ鎖ニテ吊シ卷胴ト同心ナル滑車輪(Sheave)ノ一端ニ71.3封度ノ重量ヲ懸垂シ平衡ヲ保タシメントス鎖ノ中心間ノ距離如何.

解 $l_1 = \text{滑車輪ノ半徑(吋ニテ)}$

$l_2 = \text{卷胴ノ半徑(吋ニテ)}$

$W = \text{卷胴ニ於ケル重量(封度ニテ)}$

$W_1 = \text{滑車輪ニ於ケル重量(封度ニテ)トスレバ}$

$$Wl_2 = W_1l_1 \dots \dots (C), \quad \therefore l_1 = \frac{Wl_2}{W_1}$$

$$l_2 = \frac{7.5''}{2} = 3.75'', \quad W = 2 \text{ cwt. } 3 \text{ qr. } 1 \text{ lb} = 2 \times 112 + 3 \times 28 + 1 \text{ lb}$$

$$= 224 + 84 + 1 = 309 \text{ lbs.}$$

$$W_1 = 71.3 \text{ lbs.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$l_1 = \frac{309 \times 3.75}{71.3} = \frac{1158.75}{71.3} = 16.251'' \doteq 16.25''$$

$$\therefore l_1 + l_2 = 16.25 + 3.75 = 20'' = 1' - 8''$$

194. 卷胴ノ直徑 $5\frac{1}{2}$ ニシテ此卷胴ノ一端ヨリ鎖ニテ520封度ノ重量ヲ懸垂シ之レト同心ナル滑車輪ノ一端ヨリ懸垂シタル鎖ノ中心ト卷胴ノ鎖ノ中心トノ距離20''ナル時ハ滑車輪ノ一端ニカ、ル平均荷重(Balance weight)如何.

解 前問ト同理ニヨリ

$W_1 = \text{求ムル所ノ平均荷重(封度ニテ)トシ (C)ニ於テ}$

$$W = 520 \text{ lbs.}$$

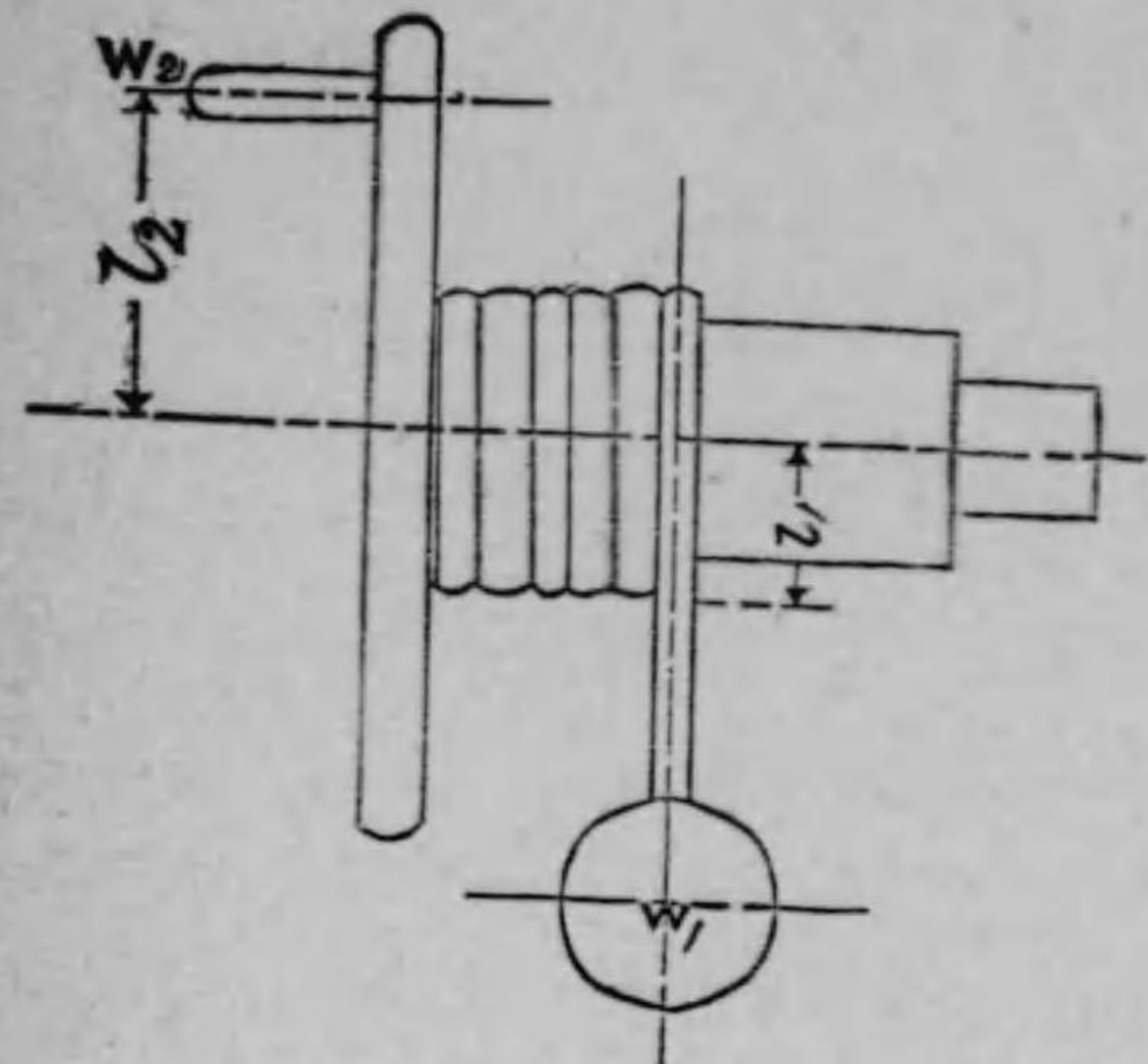
$$l_1 = \frac{5.5''}{2} = 2.75'', \quad l_2 = 20'' - 2.75'' = 17.25'' \quad \text{ト置ク時ハ}$$

$$520 \times 2.75 = W_1 \times 17.25$$

$$W_1 = \frac{520 \times 2.75}{17.25} = \frac{520 \times .11}{.69} = \frac{57.2}{.69} \doteq 82.9 \text{ lbs.}$$

195. 卷胴ノ直徑10''ニシテ之レヲ圍繞セル繩ノ直徑ハ $1\frac{1}{2}$ ナリ曲拐握手(Crank handle)ノ半徑15''ニシテ5000封度ノ重量ヲ揚ゲン

トルク=摩擦ノ爲ニ摩擦ナキ時ノ力ノ10%ヲ餘分ニ加フルトルクニ
握手ニ加ハルべき力如何.



第七十六圖

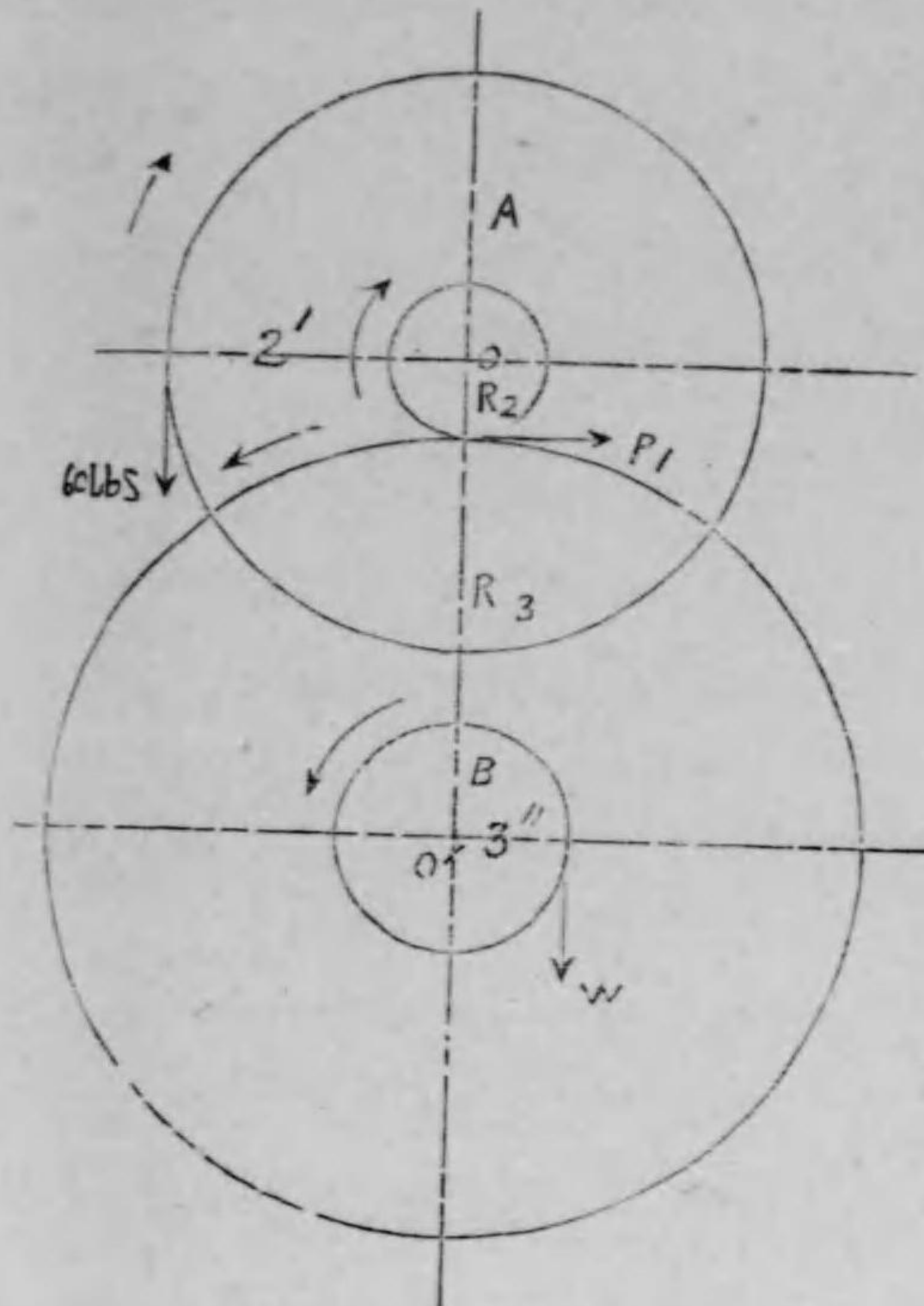
$l_2 = 15''$ ト置ク時ハ

$$500 \times 5.75 = W_2 \times 15$$

$$\therefore W_2 = \frac{500 \times 5.75}{15} = \frac{100 \times 5.75}{3} = \frac{575}{3}$$

$$\therefore \text{握手ニ加フべき力} = \frac{575}{3} + \frac{1}{10} \times \frac{575}{3} = \frac{575}{3} + \frac{57.5}{3} = \frac{632.5}{3} \approx 210.83 \text{ lbs.}$$

196. 十枚ノ齒ヲ有スル齒車(Toothed-wheel)ハ4'-0"ノ直徑ヲ有スル車輪Aト同ジ車軸ノ廻リニ回轉シ五十枚ノ齒ヲ有スル他ノ齒車ト嚙ミ合フ(gear)而シテ他ノ齒車ハ直徑6"ナル軸Bノ廻リニ回轉ス今60封度ノ力ヲAナル車輪ニ加フル時ハBナル車軸ニ由テ揚ゲラルべき重量如何.



第七十七圖

$$\therefore P_1 = \frac{60 \times 4 \times 12}{2R_2}$$

又0'ヨリ能率ヲ取ル時ハ

$$P_1 \times R_3 = W \times \frac{6}{2}$$

$$\frac{60 \times 4 \times 12}{2R_2} \times R_3 = W \times \frac{6}{2}$$

而シテ $R_3 = \frac{50}{10} R_2 = 5R_2$

$$\therefore \frac{60 \times 4 \times 12 \times 5R_2}{2R_2} = W \times \frac{6}{2}$$

解 第七十七圖ニ於テ

$R_1 = A$ 車輪ノ半径(吋ニテ),

$R_2 = 10$ 枚ノ齒ヲ有スル齒車ノ半径(吋ニテ),

$R_3 = 50$ 枚ノ齒ヲ有スル齒車ノ半径(吋ニテ),

$P_1 =$ 二ツノ齒車ノ間ニ加ハル力(封度ニテ),

$W =$ 揚ゲラルべき重量(B車軸ニ加ハル力)(封度ニテ)

トシ 0'ヨリ能率ヲ取ル時ハ

$$60 \times \frac{4 \times 12}{2} = P_1 \times R_2$$

$$W = \frac{60 \times 4 \times 12 \times 5}{2 \times 3} = 10 \times 4 \times 12 \times 5 = 2400 \text{ lbs.}$$

197. 機關ノ車軸ヲ廻轉 (Turning) スルニ齒車ヲ取附ケ此齒車ヲ棘齒車 (Ratchet wheel) ヲ使用シテ回轉スル装置 (Apparatus) アリ棘齒車ハ25枚ノ齒ヲ有シ車軸ニ取附ケタル齒車ハ60枚ノ齒ヲ有ス棘齒車ニ附屬セル槓杆ノ一行長ニ付キ棘齒車ノ齒4枚ヲ動カシ人ハ一分間ニ此槓杆ヲ12回引クヲ得ル時機關ヲ一回轉セシムルニ要スル時間如何. 棘齒車25枚ヲ動カセバ車軸ノ齒車ニテハ一枚ノ齒ヲ動カスコトヲ得ルモノトス.

解 T=汽機ヲ一回轉スルニ要スル時間(分ニテ)

トスレバ

$$25 \times 60 = \text{機關ヲ一回轉スルニ要スル棘齒車ノ齒ノ數}$$

$$12 \times 4 = \text{一分間ニ動カサル、棘齒車ノ齒ノ數}$$

$$\therefore 12 \times 4 \times T = \text{機關ヲ一回轉スルニ要スル棘齒車ノ齒ノ數}$$

$$\therefore 12 \times 4 \times T = 25 \times 60$$

$$\therefore T = \frac{25 \times 60}{12 \times 4} = \frac{25 \times 5}{4} = \frac{125}{4} = 31 \frac{1}{4} \text{ 分} = 31 \text{ 分} \frac{1}{4} \times 60 \text{ 秒} = 31 \text{ 分} 15 \text{ 秒}$$

198. 「ギヤードエンジン」(Geared engine) ノ「ドライビングホイール」(Driving wheel) ハ61枚ノ齒ヲ有シ之レト嚙ミ合フ推進器軸 (Propeller Shaft) ノ齒車ハ21枚ノ齒ヲ有ス機關ノ回轉一分時41ナル時推進器一時間ノ回轉如何.

解 n=推進器一時間ノ回轉數トスレバ

$$41 \times 60 = \text{汽機一時間ノ回轉數}$$

$$41 \times 60 \times 61 = \text{「ドライビングホイール」一時間ニ回轉スル齒ノ數}$$

$$n \times 21 = \text{車軸齒車一時間ノ回轉スル齒ノ數}$$

∴ 次ノ方程式ヲ得ヘシ

$$n \times 21 = 41 \times 60 \times 61$$

$$n = \frac{41 \times 60 \times 61}{21} = \frac{41 \times 20 \times 61}{7} = \frac{50020}{7} = 7145.714/\text{hour.}$$

199. 支那車 (Chinese wheel or Chinese windlass) アリ大車ノ直徑1' 小車ノ直徑 $\frac{3'}{4}$ ニシテ握手ノ長サハ2'-3' ナリ今握手ニ90封度ノ力ヲ加フル時幾何ノ重量ヲ揚グルコトヲ得ルヤ.

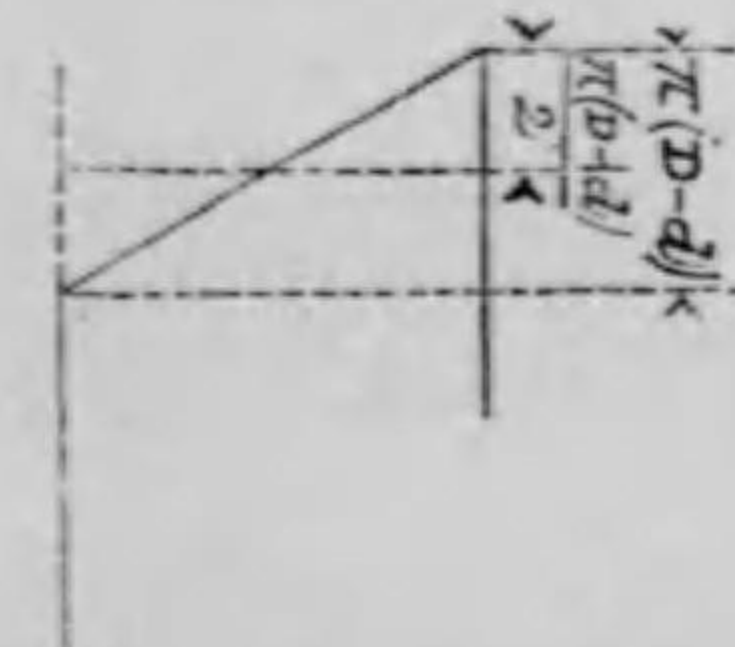
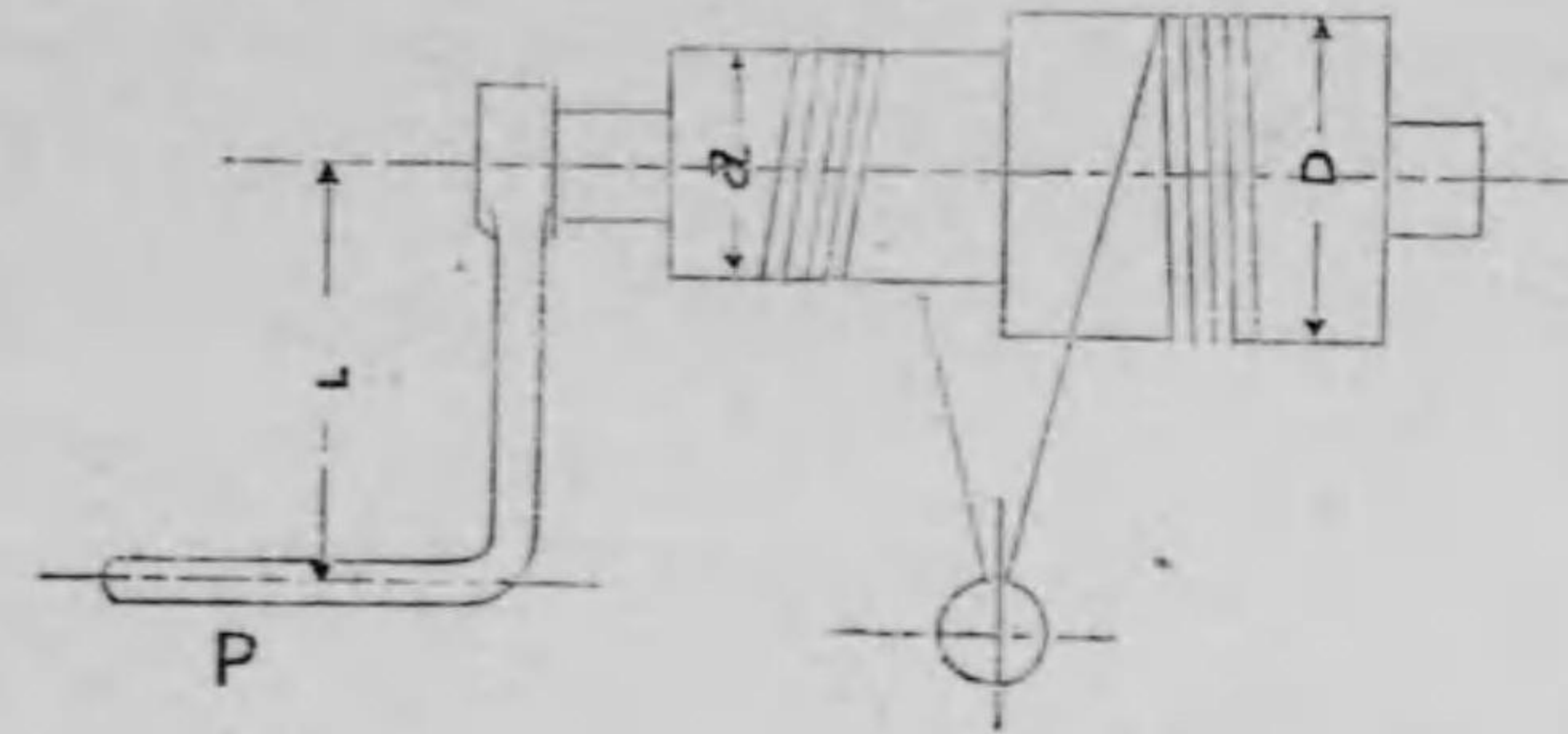
解 第七十八圖ニ於テ

l=握手ノ長サ(呎ニテ),

d=小車(胴)ノ直徑(呎ニテ)

D=大車(胴)ノ直徑(呎ニテ),

W=揚ゲラル、重量(封度ニテ)



P=握手ニ加ハル力(封度ニテ)

トス

支那車トハ同一ノ車軸ニ大小二ツノ卷胴アリテ之レヲ捲ケル繩ハ互ニ反對ニナリ居ルガ故ニ車軸一回轉スル時ハ第七十九圖ニ示スガ如

ク $\pi(D-d)$ 丈重量 W ハ動クモノナリ故ニ重量 W ハ圖ノ如キ形狀ヲナシテ揚ゲラル、コト、ナルベシ故ニ重量中心點ハ $\frac{\pi(D-d)}{2}$ 揚ゲラル、ニ同ジ

$2\pi lP =$ 握手ノ一回轉ニナシタル仕事(呎封度ニテ)

$W \frac{\pi(D-d)}{2} =$ 握手ノ一回轉ニ W 封度ナル重量ニナシタル仕事(呎封度ニテ)

而シテ今摩擦ナキモノトスル時ハ兩者ハ相等シカルベシ

$$\therefore W \frac{\pi(D-d)}{2} = 2\pi lP$$

$$\therefore W = \frac{2lP}{\frac{D-d}{2}} = \left(\frac{D-d}{2}\right) \times \frac{1}{2}$$

今 $\frac{D}{2} = R, \quad \frac{d}{2} = r$ トスレバ

$$W = \frac{lP}{R-r} \quad \text{or} \quad W \times \frac{R-r}{2} = lP$$

即求ムル重量ニ半径ノ差ノ半分ヲ乗ジタルモノハ握手ノ半径ニ力ヲ乗ジタルモノニ等シ。

$$l = 2' - 3'' = 2.25', \quad P = 90 \text{ lbs}, \quad R = \frac{1'}{2}, \quad r = \frac{3}{4 \times 2} = \frac{3'}{8}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$W = \frac{2.25 \times 90}{\frac{1}{2} - \frac{3}{8}} = \frac{2.25 \times 90}{\frac{1}{8}} = \frac{2.25 \times 90 \times 16}{1} = 3240 \text{ lbs.}$$

200. 「ウキストーン ブロック」(Weston's pulley-block) アリ大車ノ直径ハ $15''$ ニシテ小車ノ直径ハ $14''$ ナリ今此「ブロック」ニテ 1.5 噸ノ重量ヲ引揚ゲントスルニハ鎖(Chain)ヲ幾何ノ力ニテ引クベキヤ。

解 第八十圖ニ於テ

$P =$ APナル鎖ニ加フル力(噸ニテ),

$W =$ 引揚ゲラルベキ重量(噸ニテ)

$T = E =$ 於ケル鎖ノ張力(Tension)(噸ニテ)

$R =$ 大車ノ半径(吋ニテ) $= AC = CE$

$r =$ 小車ノ半径(吋ニテ) $= BC$

トシ C 點ヨリ能率ヲ取ル時ハ

$$T \times CE = P \times AC + T \times BC$$

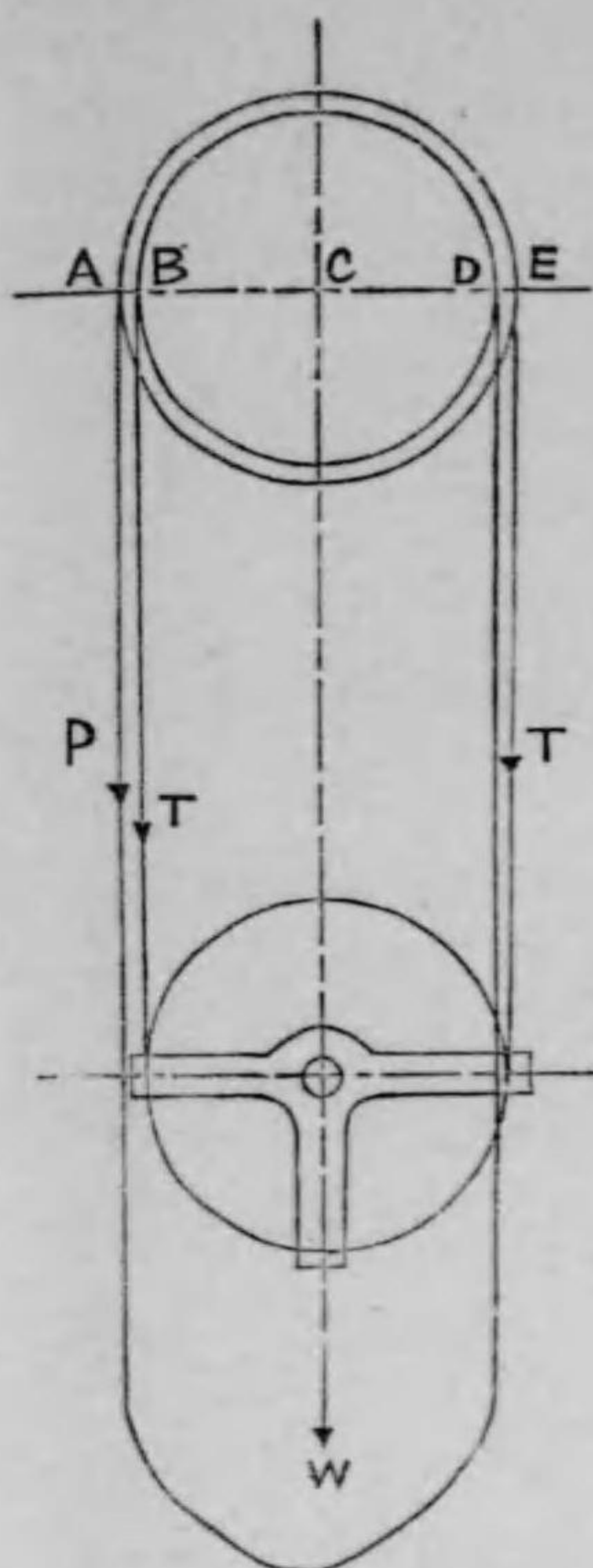
$$T \times R = P \times R + T \times r$$

$$P \times R = T(R-r)$$

$$\text{然ルニ } 2T = W \quad \therefore T = \frac{W}{2}$$

$$\text{即チ } P \times R = \frac{W}{2}(R-r)$$

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



第八十圖

此式ハ支那車ニ於テ $R = l$ トスル時ハ $P = \frac{W(R-r)}{2l}$ トナリテ同様ノ結果ヲ得ルナリ。

$$R = \frac{15''}{2} = 7.5'', \quad r = \frac{14''}{2} = 7'', \quad W = 1.5 \text{ tons.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$P = \frac{1.5 \times (7.5 - 7)}{2 \times 7.5} = \frac{1.5 \times .5}{2 \times 7.5} = \frac{.75}{15} = \frac{1}{20} \text{ tons} = \frac{224}{20} = 11.2 \text{ lbs.}$$

201. 前問ニ於テ此重量物ヲ 12", ノ高サニ引揚グルニハ車軸幾回轉ヲ要スルヤ.

解 支那車ノ場合ニ於テ説明シタル如ク車軸一回轉スル時ハ
 $\pi \frac{(D-d)}{2} = \pi(R-r)$ 時重量物ヲ引揚グルコトヲ得

故ニ $x =$ 車軸ノ回轉數トスレバ次ノ比例式ヲ得ベシ

$$\pi(R-r) : 12 = 1 : x.$$

$$x = \frac{12 \times 1}{\pi(R-r)} = \frac{12 \times 1}{3.1416(7.5-7)} = \frac{12}{3.1416 \times .5}$$

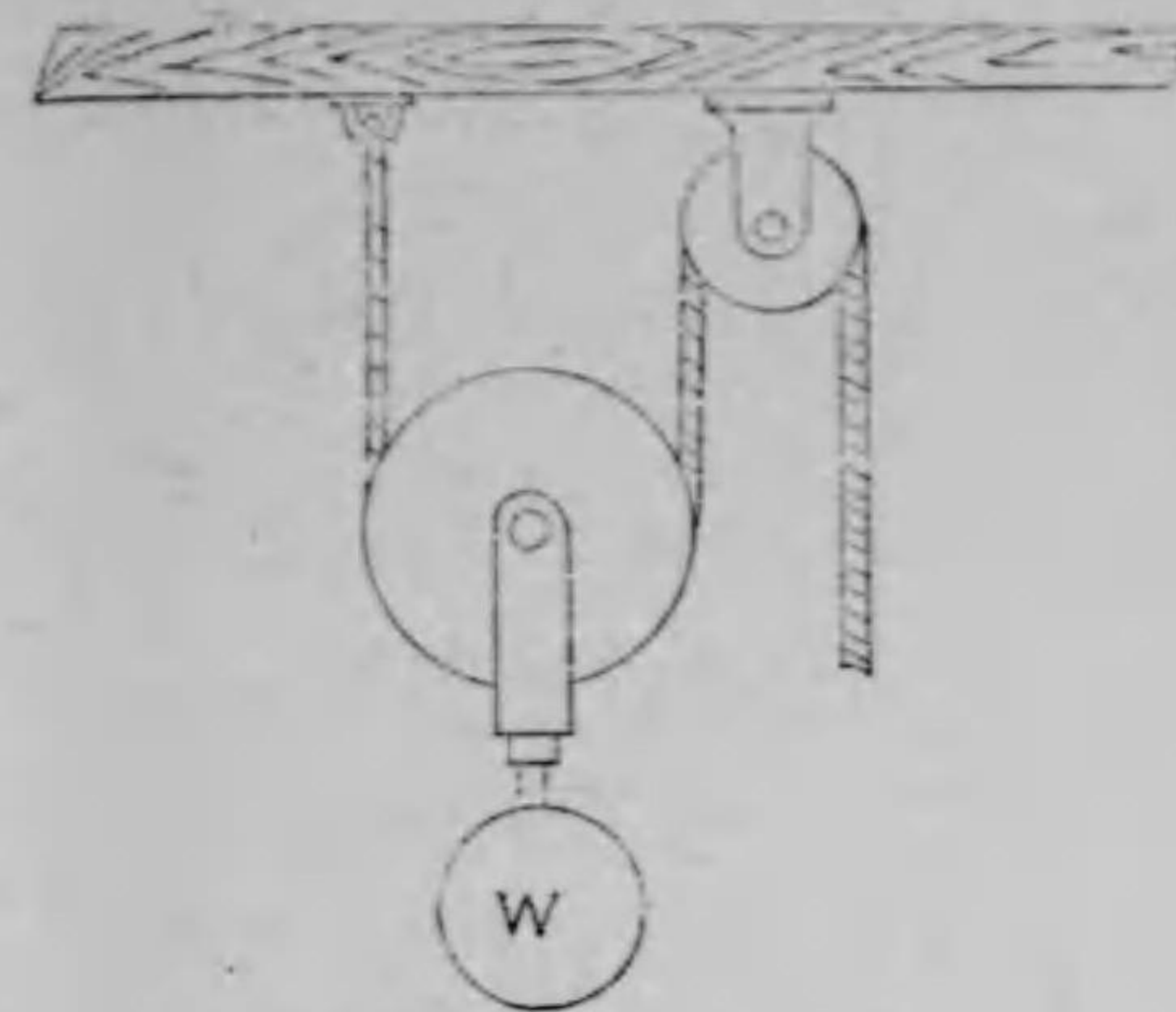
$$= \frac{1}{.2618 \times .5} = \frac{1}{.1309} = 7.639$$

III. 滑車 (Pulley).

此ノ器械ハ繩ト車輪トノ結合 (Combination) ヨリ成ルモノニシテ一條ノ繩ヲ一個ノ車輪ニ通ジタルモノアリ一條ノ繩ヲ數個ノ車輪ニ通ジタルモノアリ又數條ノ繩ヲ數個ノ車輪ニ通ジテ成レルモノアリ而シテ此器械ノ實際ノ効力 (Practical effect) ハ使用セラレタル繩ノ條數ニ依ルモノニシテ車輪ハ繩ノ摩擦ヲ減少セシメ且繩ヲシテ容易ニ屈撓シ易カラシメンガ爲ニ用ヒラル.

(1) 一條ノ繩ヲ一ツ若シクハ一ツ以上ノ定滑車 (Fixed pulley) ヲ通ジ使用スルモ毫モ器械的利便 (Mechanical advantage) ヲ收ムルヲ得ザルモノナレドモ定滑車ヲ使用スル時ハ繩ニ受クル力ノ方向ヲ變ズルコトヲ得ルガ故ニ大ニ利用セララル、モノナリ.

(2) 一本ノ繩ヲ支梁 (Beam) ニ懸ケ重量物ヲ引揚ゲントスルニハ第



第 八 十 一 圖

八十一圖ニ示スガ如ク支梁ヨリ懸吊シタル繩ヲシテ一ツノ動滑車 (Movable pulley) ヲ廻ラシメ此繩ハ上ニ出テ更ニ支梁ニ取付ケラレタル定滑車ヲ廻リテ下方ニ向ハシメベシ而シテ動滑車ニ重量物ヲ吊シタル繩ノ一端ニ力ヲ加フベシ但シ此場合

繩ハ互ニ平行ナル如クナスベシ然レバ重量物ハ動滑車ヲ下方ニ引クヲ以テ動滑車ヲ繞レル繩ハ緊張スベシ即チ此重量物ハ二本ノ繩ノ延引力ニ由テ支持セララル、ガ故ニ一本ノ繩ハ各此重量ノ半分ヲ負擔スルノ理ナリ而シテ此繩ハ定滑車ヲ繞リ居ルモ此爲ニ只力ノ方向ヲ變ズルモノナレバ此場合ニ於テ此重量ヲ引揚グルニハ此重量ノ半分ノ力ヲ加フレバ可ナリ

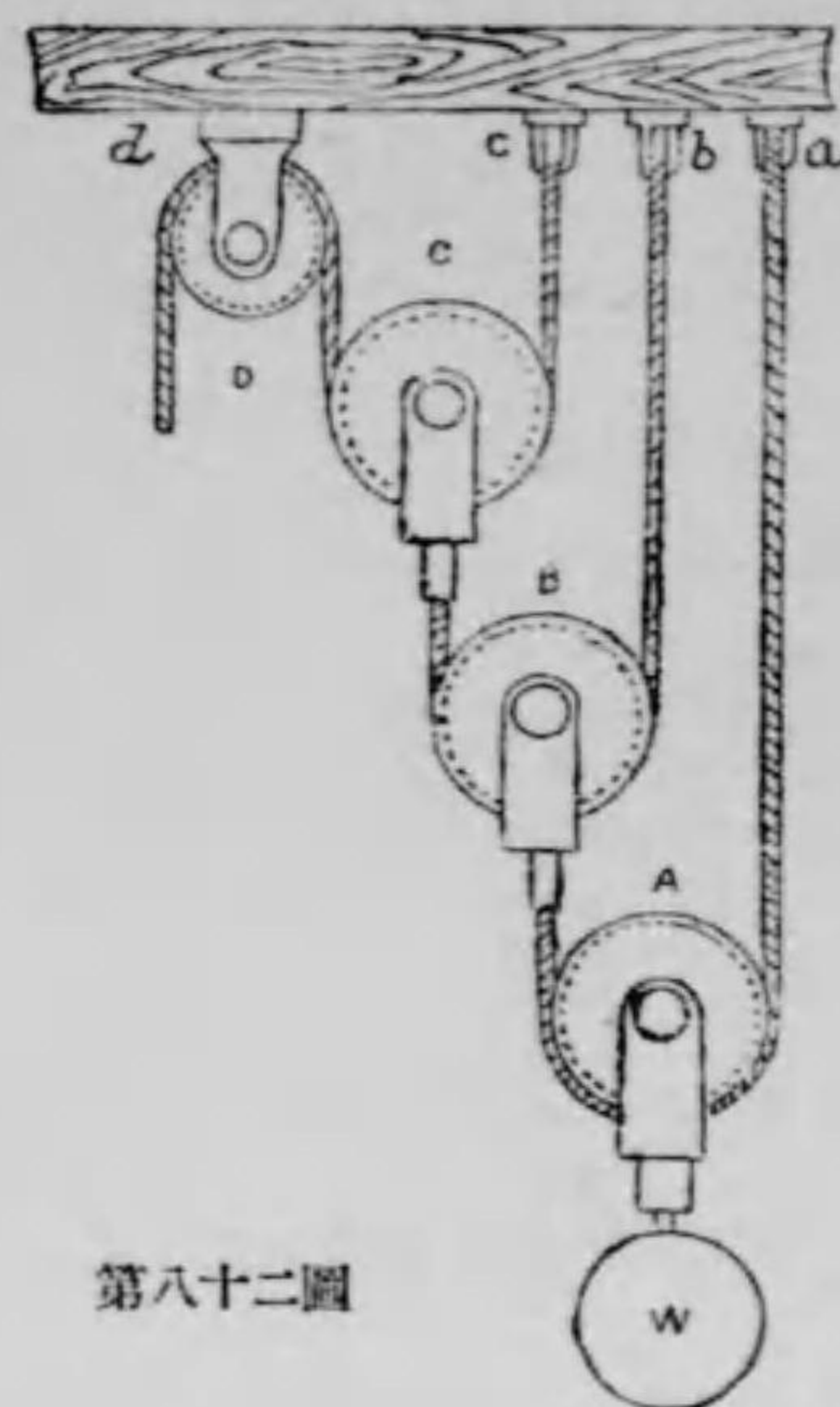
(3) 一層重量アル物體ヲ揚グル場合ニハ起重裝置 (Purchase) ヲ用フ此裝置ハ一ツノ「シェーヤ」 (Shears) ヲ組立テ其頂上ニ二ツノ滑車輪 (Sheave) ヲ有スル一ツノ滑車ヲ繩ニテシバリ附ケ又重量物ヲ吊ス滑車ニモ同ジク二ツノ滑車輪ヲ有スルモノヲ使用シ上方ノ滑車輪ヲ繞レル繩ハ垂下シテ下方ノ滑車輪ヲ繞リ上方ニ進ミテ上方ノ他ノ滑車輪ヲ繞リ再ビ垂下シテ下方ノ他ノ

滑車輪ヲ繞リ再ビ上方ニ進ミテ繩ノ一端ハ上方ノ滑車ニ固定セラル、モノナリ此装置ニヨリ重量物ヲ揚グル場合ニハ重量ハ四本ノ繩ニテ支持セラル、ガ故ニ此重量ト平均スル繩ノ一端ニ加フべき力ハ此重量ノ $\frac{1}{4}$ ニテ可ナリ、若シ又使用セラレタル滑車(Block)三滑車輪(Treble Sheave)ノモノナル時ハ同理ニヨリ此重量ヲ引揚グル爲ニ繩ノ一端ニ加フべき力ハ此重量ノ $\frac{1}{6}$ ニテ足ルベシ

- (4) 又上方ノ「ブロック」ニハ四ツノ滑車輪ヲ有スルモノヲ使用シ下方ノ「ブロック」ニハ三ツノ滑車輪ヲ有スルモノヲ使用スルコトアリ此場合ニ於テ繩ノ一端ハ下方ノ「ブロック」ニ結び付クルモノトス然レバ此重量ハ七本ノ繩ニテ支持セラル、ヲ以テ繩ノ他端ニ加フべき力ハ重量ノ $\frac{1}{7}$ ニテ足ルノ理ナリ 即器械的効率(Mechanical efficiency)ハ7ナリ
- (5) 以上ノ諸例ニ於テハ孰レモ一條ノ繩ニ一個ノ動滑車ヲ使用シタルモノ、ミナリ故ニ以下ノ諸例ニ於テハ數個ノ動滑車ヲ使用シ各動滑車ニ各一本ノ繩ヲ使用スルモノニ就テ述ベシ
- 第八十二圖ニ示スガ如ク W ナル重量物ヲ揚ゲントスルニ支梁上(a)ニ繩ノ一端ヲ固定シ繩ノ下端ハ A ナル動滑車ヲ繞リテ B ナル動滑車ニ固定シ次ニ支梁上(b)ニ他ノ繩ヲ固定シ其一端ハ B ナル動滑車ヲ繞リテ C ナル動滑車ニ結び付ケラレ又支梁(c)ニ更ニ繩ヲ固定シ其一端ハ C ナル動滑車ヲ繞リ梁(d)ニ取付ケ

ラレタル定滑車(D)ヲ繞リ居ルモノトス、而シテ重量物ハ A ナル滑車ニ取付クルモノトス、然レバ W ナル重量ハ(A)ナル滑車ヲ繞ル二本ノ繩ニテ支持セラル、ヲ以テ一本ノ繩ニ受クル應力(Stress)ハ各 $\frac{W}{2}$ ナリ

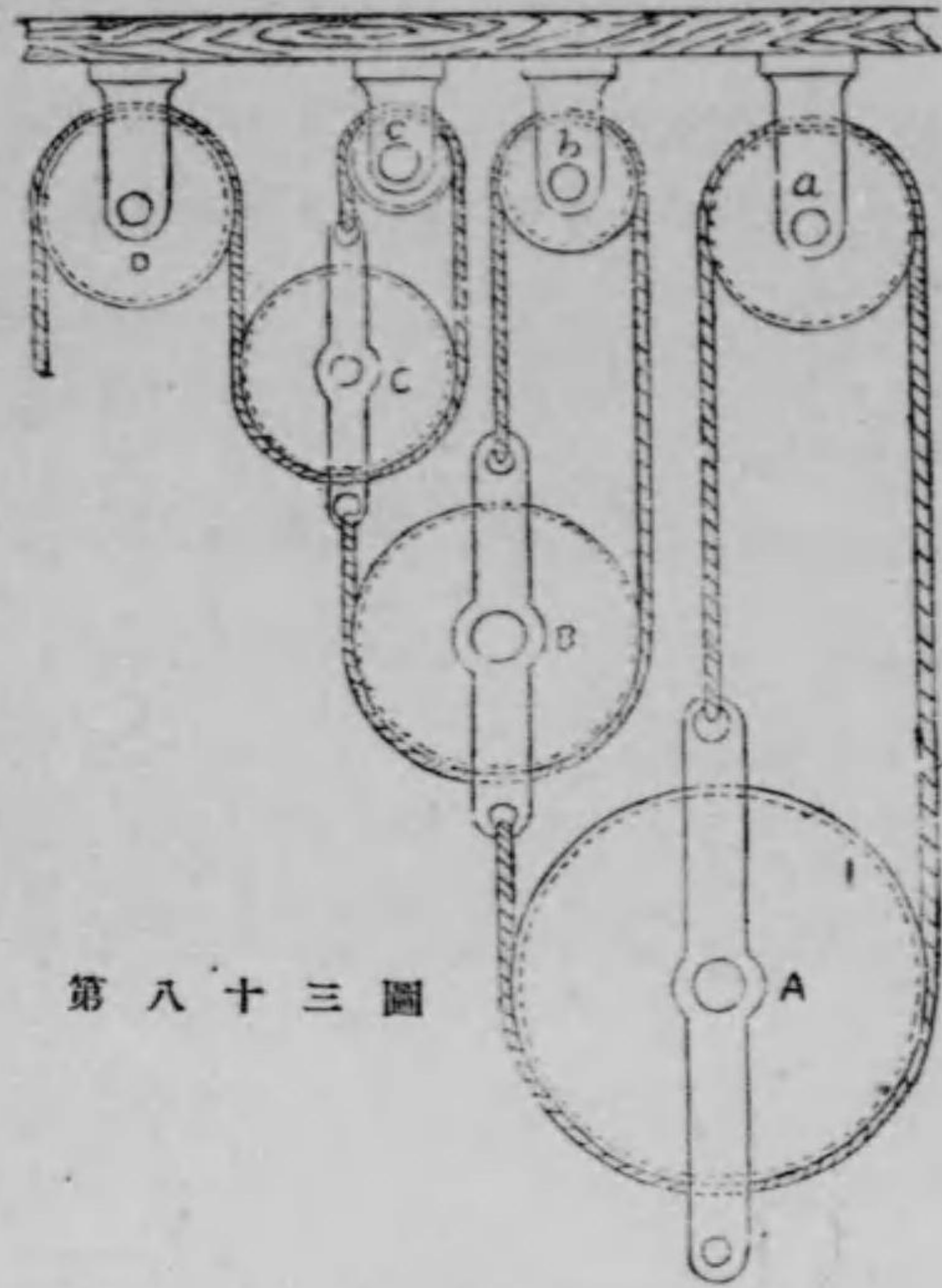
次ニ $\frac{W}{2}$ ナル重量ハ同理ニヨリ B ナル滑車ノ二本ノ繩ニテ支持セラル、ガ故ニ此重量ト平均スル B 滑車ノ繩ノ應力ハ $\frac{W}{4}$ ナリ故ニ又 C ナル滑車ニ付シタル繩ノ應力ハ $\frac{W}{8}$ トナリ D ナル定滑車ニ付シタル繩ノ應力即此繩ニ加フルべき力ハ $\frac{W}{8}$ ニテ足ルベシ故ニ此場合ニ於ケル器械的効率ハ8ナリ



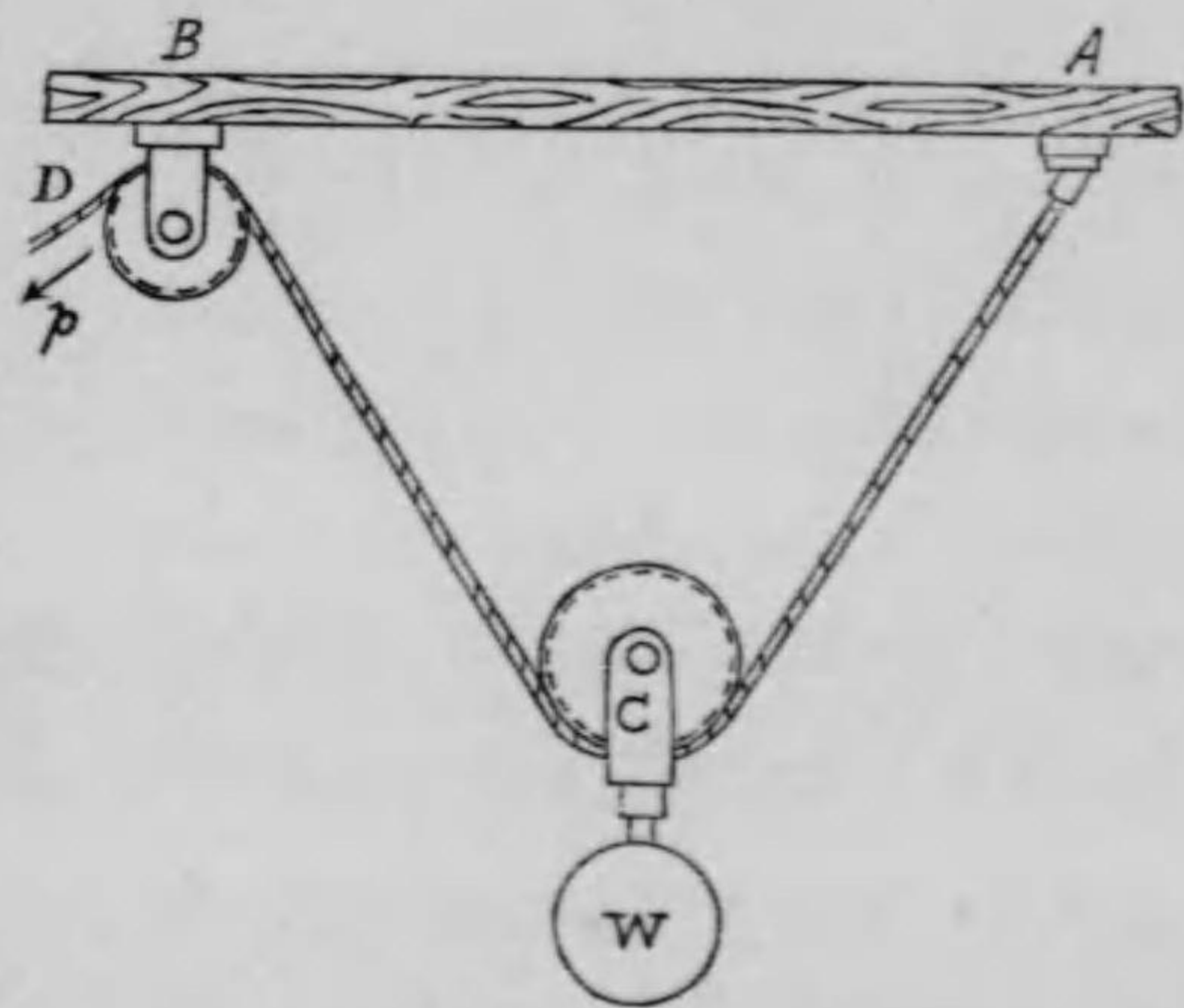
第八十二圖

- (6) 又下ノ如キ装置アリ

第八十三圖ニ示スガ如ク一本ノ繩ノ一端ヲ A ナル動滑車ニ固定シ此繩ハ a ナル定滑車ヲ繞リ垂下シテ A ナル動滑車ヲ繞リ B ナル動滑車ニ其一端ヲ固定ス故ニ此場合ニ於テハ重量ハ三本ノ繩ノ應力ニテ平均スルヲ以テ一本ノ繩ノ應力ハ其重量ノ $\frac{1}{3}$ ナリ、又一本ノ繩ヲ B ナル動滑車及ビ a ナル定滑車ニ装置スルキハ同理ニヨリ B ナル動滑車ヲ繞ル繩ノ應力ハ A ナル動滑車ヲ繞ル繩ノ應力ノ $\frac{1}{3}$ 即重量ノ $\frac{1}{9}$ トナリ更ニ C 及ビ c ナ



第 八 十 三 圖



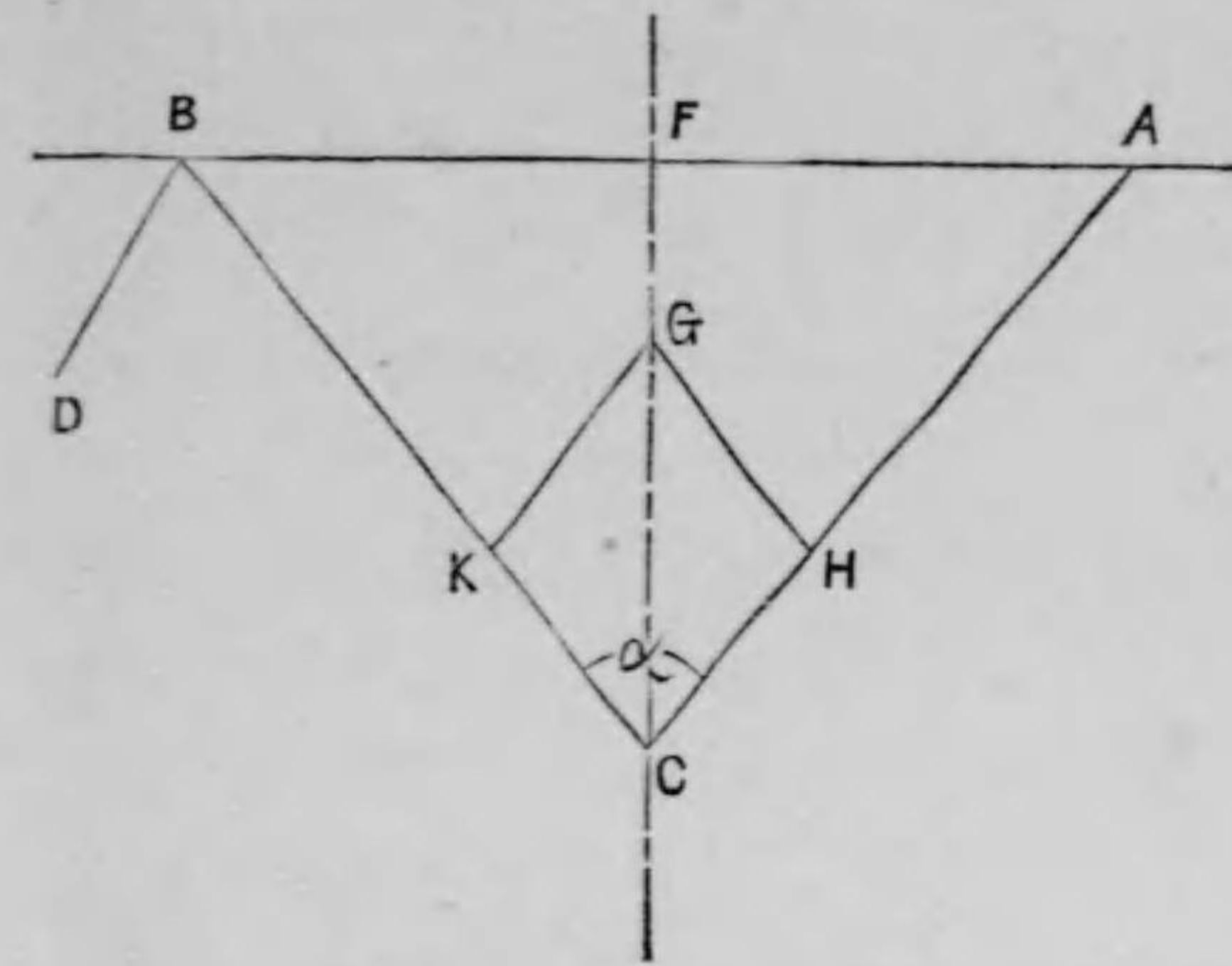
第 八 十 四 圖

ル動滑車及ピ定滑車
ヲ装置シCナル動滑
車ヲ繞レル繩ノ一端
ハdナル定滑車ヲ繞
ル如クナラシムル時
ハ同理ニヨリCナル
動滑車ヲ繞レル繩ノ
應力ハBナル動滑車
ヲ繞レル繩ノ $\frac{1}{3}$ 即重
量ノ $\frac{1}{27}$ トナルベシ故
ニ此重量ヲ揚グル爲
メ繩ニ加フベキ力ハ
重量ノ $\frac{1}{27}$ ニシテ其器
械的効率ハ27ナリ。

(7) 以上ノ諸例ニ於テハ
繩ハ互ニ平行セルモ
ノノミナリ。今一本
ノ繩ヲ或ル角度ヲナ
シテ動滑車ヲ通過セ
シメタル時ニ於テ繩
ニ加フベキ力ヲ見出

スベシ。

第八十四圖ニ於テ繩ノ一端ヲ梁Aニ固定シ他ノ一端ハCナル動滑車ヲ繞リ更ニ梁Bニ取付ケラレタル定滑車ヲ繞ルモノトス然ル時其一端Dニ加フベキ力ヲ見出スベシ。



第 八 十 五 圖

第八十五圖ニ於
テ水平線ヲ引キ其
上ニ兩固定點間ノ
距離ニ等シク AB
ヲ取リ A, Bノ各ヨ
リ第八十四圖ニ於
ケル AB, ACニ夫々
平行ニ AB, ACヲ引
キ其交點ヲCトシ
Cヲ過リ ABニ直角

ニ AFヲ引キ Fニ於テ ABト交ラシメヨ

$$AC=BC \text{ ナリトシ } \angle ACB=\alpha \text{ ナリトセヨ}$$

$$AC=BC \text{ ナルヲ以テ}$$

$$\angle CAB=\angle CBA, \quad \angle AFC=\angle BFC=R\angle$$

$$\therefore \angle ACF=\angle BCF=\frac{\alpha}{2}$$

CGヲ或ル縮尺(Scale)ニテ Wニ等シク取リ Gヲ過リ夫々 AC, BCニ
平行ニ GK, GHヲ引キ K及ヒ Hニ於テ BC及ヒ ACニ出會ハシムレ
バ CKニテ表ハサレタル力ハ求ムル所ノ力ナリ。此力ヲFトス

$$GH//KC \quad \therefore \angle CGH = \angle GCK = \frac{\alpha}{2}$$

$$\therefore \angle GHC = 180^\circ - (\angle CGH + \angle ACF) = 180^\circ - \left(\frac{\alpha}{2} + \frac{\alpha}{2}\right) = 180^\circ - \alpha$$

$\triangle CGH$ = 於テ

$$CG : GH = \sin(180^\circ - \alpha) : \sin \frac{\alpha}{2}$$

即 $W : F = \sin \alpha : \sin \frac{\alpha}{2}$

$$\therefore F = \frac{W \sin \frac{\alpha}{2}}{\sin \alpha} = \frac{W \sin \frac{\alpha}{2}}{2 \sin \frac{\alpha}{2} \cos \frac{\alpha}{2}} = \frac{W}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

然ルニ $\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{CF}{BC}$

$$\therefore F = \frac{W}{2 \frac{CF}{BC}} = \frac{WBC}{2CF} \dots \dots \dots (D).$$

故ニ次ノ規則アリ

重量ニ兩固定間ノ距離ヲ乗ジ動滑車ト梁トノ垂直距離ノ二倍ニテ除ス時ハ繩ノ一端ニ加フベキ力ヲ得ベシ

以上ノ諸例ニ於テハ摩擦ヲ無視シタレドモ實際ノ場合ニ於テハ全然摩擦ヲ除去スルコト能ハザルハ後章説ク所ニヨリ明カナリ只滑車輪ヲ使用シタルガ故ニ其幾分ヲ減殺シタルモノナリ。

例 12「ハンドレットウキート」ノ重量ヲ有スル汽笛蓋ヲ二ツノ滑車輪ヲ有スル一對ノ滑車ニテ揚ゲントス繩一本ニ受クル應力如何

解 此場合ニ於テハ4本ノ繩ニテ 12cwt. ヲ支持スルコト、ナルベシ

故ニ一本ノ繩ノ受クル應力 $= \frac{12}{4} = 3 \text{ cwt.}$

202. 7噸ノ重量ヲ有スル汽罐ヲ揚グルニ三ツノ滑車輪ヲ有スル一對ノ滑車ヲ使用スル時ハ此滑車ノ器械的効率如何。

解 此場合ニ於テハ6本ノ繩ニテ7噸ノ重量ヲ支持スルコト、ナルベシ

故ニ一本ノ繩ノ應力 $= \frac{7}{6} = 1\frac{1}{6} \text{ tons.}$

從テ 器械的効率 $= \frac{7}{7} = 6$

203. 1噸ノ重量ヲ揚グルニ二ツノ滑車輪ヲ有スル一對ノ滑車ヲ使用シ其20%ヲ摩擦ノ爲ニ損失スルモノトスレバ繩ノ緊張力(Pull)如何。

解 $W =$ 繩ノ緊張力(封度ニテ) トスレバ

$$W \times \frac{80}{100} = \text{繩ノ摩擦ヲ計算ニ入レタル場合ニ於ケル繩ニ及ボユス力(封度ニテ)}$$

$$P = \text{重量(封度ニテ) トスレバ}$$

前問ト同理ニヨリ

$$W \times \frac{80}{100} \times 4 = P$$

$$\therefore W = \frac{P \times 100}{4 \times 80} = \frac{2240 \times 100}{4 \times 80} = 70 \times 10 = 700 \text{ lbs.}$$

204. 3噸ノ重量物ヲ捲キ揚グルニ二ツノ滑車輪ヲ有スル一對ノ滑車ヲ用ヒ順次各滑車輪ニテ5%ノ損失アル時繩ノ一端ニ加フベキ力如何。

解 F = 繩ノ一端ニ加フべき力(封度ニテ) トスレバ

$$F \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) = \text{第一ノ滑車輪ノ繩ノ張力(封度ニテ)}$$

$$F \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) = F \times \left(\frac{95}{100}\right)^2 = \text{第二ノ滑車輪ノ繩ノ張力(封度ニテ)}$$

$$F \times \left(1 - \frac{5}{100}\right)^2 \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) = F \times \left(\frac{95}{100}\right)^3 = \text{第三ノ滑車輪ノ繩ノ張力(封度ニテ)}$$

$$F \times \left(1 - \frac{5}{100}\right)^3 \times \left(1 - \frac{5}{100}\right) = F \times \left(\frac{95}{100}\right)^4 = \text{第四ノ滑車輪ノ繩ノ張力(封度ニテ)}$$

而シテ繩ノ張力ノ總和ハ揚ゲラルべき重量ニ等シカルべきヲ以テ次ノ方程式ヲ得ベシ

$$F \times \frac{5}{100} + F \times \left(\frac{95}{100}\right)^2 + F \times \left(\frac{95}{100}\right)^3 + F \times \left(\frac{95}{100}\right)^4 = 3 \times 2240$$

$$F \times .95(1 + .95 + .95^2 + .95^3) = 3 \times 2240$$

$$F \times .95(1 + .95 + .9025 + .857375) = 3 \times 2240$$

$$F \times .95 \times 3.709875 = 3 \times 2240$$

$$F = \frac{3 \times 2240}{.95 \times 3.709875} = \frac{448}{.95 \times .247325}$$

$$= \frac{448}{.23495875} = 1906.717 \text{ lbs.}$$

205. 梁ヨリ 60° ノ角度ヲナシテ取付ケタル動滑車ニテ4「ハンドレツドウキート」ノ重量ヲ引き揚グルトスレバ繩ノ一端ヲ幾何ノ力ニテ引クべきカ

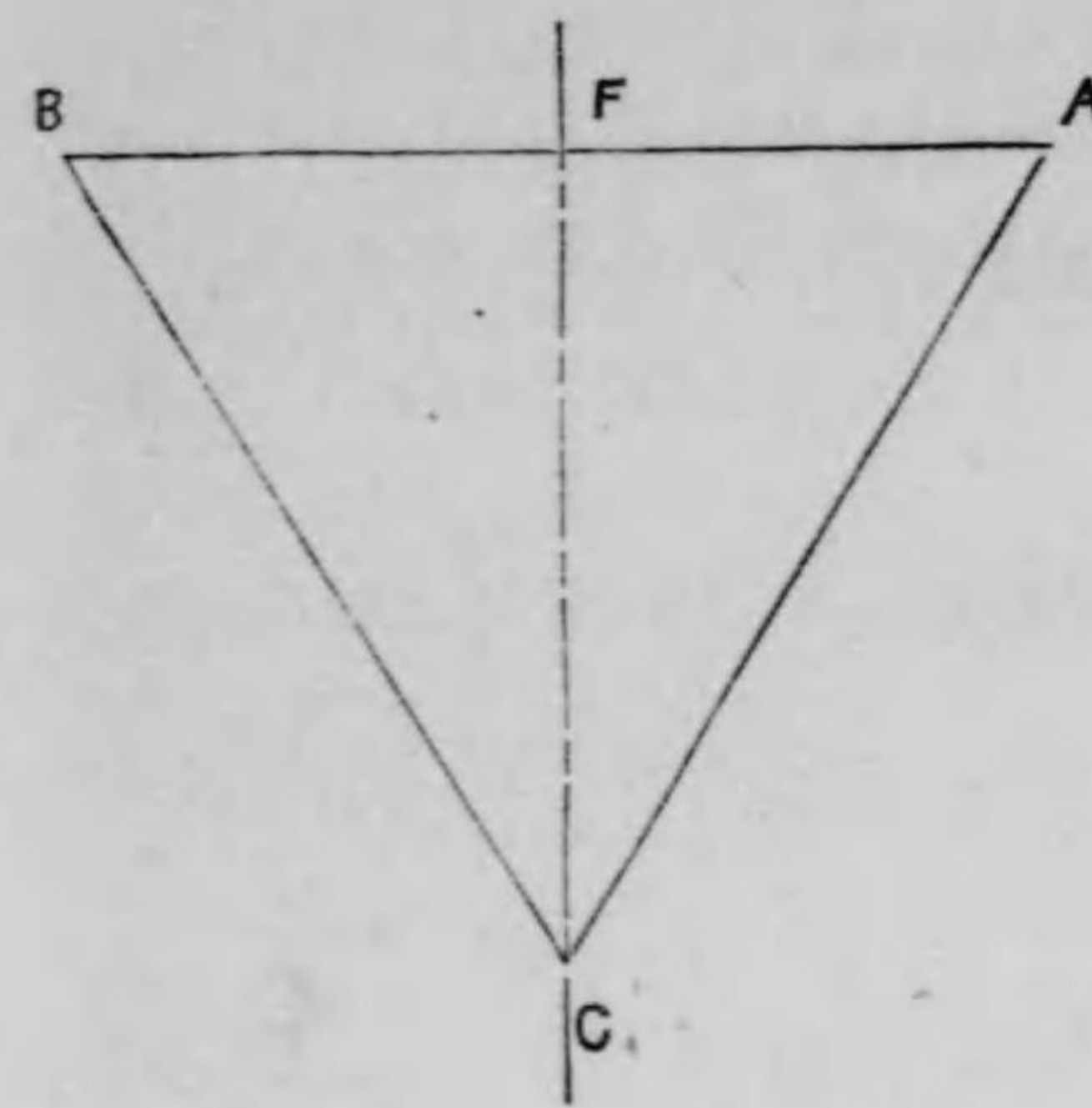
解 滑車ニ關スル説明(292頁)ニヨリ

$$F = \frac{W}{2 \cos \frac{\alpha}{2}}$$

292頁 (D)ニ於テ

$$\alpha = 60^\circ, \quad \cos \frac{\alpha}{2} = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{1.732}{2} = .866 \quad \text{ト置ケバ}$$

$$F = \frac{4}{2 \times .866} = \frac{1}{.433} = 2.309 \text{ cwt.}$$



第八十六圖

直角三角形 AFC ニ於テ

$$CF^2 = AC^2 - AF^2 = AC^2 - \left(\frac{1}{2}AC\right)^2 = AC^2 - \frac{1}{4}AC^2 = \frac{3}{4}AC^2$$

$$\therefore CF = \frac{\sqrt{3}}{2}AC.$$

$$F = \frac{W \times BC}{2FC} = \frac{W \times AC}{2 \times \frac{\sqrt{3}}{2}AC} = \frac{W}{\sqrt{3}} = \frac{4}{1.732} = .433$$

別法 又第八十六圖ニ於テ

$\angle ACB = 60^\circ$ ナルヲ以テ

$\angle BAC = \angle ABC = 60^\circ$

$\therefore \triangle ABC$ ハ正三角形ナルガ

故ニ $AB = AC = BC$

而シテ CF ハ C ヨリ AB ニ

ノ垂線ナリ

故ニ $AF = BF = \frac{1}{2}AB$

$$= \frac{1}{2}AC$$

=2.306 cuts.

以上ノ解ノ内孰レヲ採ルモ差支ナシ

繩ノ強力 (The Strength of Rope)

繩ノ強力ハ其面積又ハ周圍 (Circumference)ニ依ルモノニシテ其ノ周圍ヲ「ガース」(Girth)ト稱シ一般ニ繩ノ強力ヲ言ヒ表ハスニ使用セラル。

今 r=繩ノ「ガース」(吋ニテ)

W=此繩ニテ揚ゲ得ベキ安全重量(噸ニテ)トスレバ

公式 W = r^2 / 24 (XLIII)

證明 d=繩ノ直徑 (吋ニテ)

f = 1300 lbs/□" = 繩ノ安全使用力(一平方吋ニ付キ封度ニテ)

トスレバ

π/4 d^2 = 繩ノ面積(平方吋ニテ)

而シテ其有効面積 = π/4 d^2 × .9 (平方吋ニテ)

π/4 d^2 × .9 × 1300 = 繩ノ揚ゲ得ル安全重量(封度ニテ)

∴ W = (π/4 d^2 × .9 × 1300) / 2240 = π × .9 × 65 d^2 / (4 × 112) = π/4 × 585 d^2 / 112 = π d^2 / (4 × 1.9)

∴ π/4 × π/6 d^2 = (πd)^2 / 24 = r^2 / 24

206. 「ガース」15"ナル麻繩ニテ安全ニ揚グラルベキ重量幾噸ナルヤ

解 公式 (XLIII)ニヨリ

W = r^2 / 24 = 15^2 / 24 = 5 × 15 / 8 = 75 / 8 = 9 3/8 tons.

207. 7 1/2 (ハンドレットウキート)ノ重量ヲ安全ニ揚グルコトヲ

得ル繩一平方吋ノ安全使用力如何.

解 公式 (XLIII)ニヨリ

W = r^2 / 24 ∴ r^2 = 24W

W = 繩一平方吋ノ安全使用力(噸ニテ)トシ

公式 (XLIII)ニ於テ

W = 7 1/2 cuts. = 15 / (2 × 20) = 3/8 tons.

∴ r^2 = 24 × 3/8 = 3 × 3 ∴ r = 3"

πd = 3" ∴ d = 3"/π, π/4 d^2 = π/4 × (3/π)^2 = 9/4π

∴ 繩ノ實際ノ面積 = 9/4π × .9 (平方吋ニテ)

f = 繩ノ安全使用力(一平方吋ニ付キ封度ニテ)

W = 3/8 tons = 3 × 2240 lbs / 8

3/8 × 2240 = f × 9/4π × .9

$$\therefore f = \frac{3 \times 2240 \times 4 \times 3.1416}{8 \times 9 \times .9} = \frac{1120 \times 1.0472}{.9} = \frac{1172.864}{.9}$$

$$= 1303.182 \text{ lbs/口}'' \doteq 1300 \text{ lbs/口}''$$

208. $1\frac{1}{2}$ 噸ノ重量ヲ揚グルニ要スル繩ノ最小徑如何.

解 公式 (XLIII) ニ於テ $W = 1.5 \text{ tons}$ トスレバ

$$1.5 = \frac{r^2}{24} \quad \therefore r^2 = 24 \times 1.5$$

$$\therefore r = \sqrt{24 \times 1.5} = \sqrt{36} = 6'' \quad \pi d = 6''$$

$$\therefore d = \frac{6}{3.1416} = 1.909''$$

209. 3'' ノ周圍ヲ有スル麻繩ヲ切斷スル重量如何

解 公式 (XLIII) ニヨリ

$$W = \frac{r^2}{24} \quad (\text{噸ニテ})$$

$$\therefore W = \frac{3^2}{24} = \frac{3 \times 3}{24} = \frac{3}{8} \text{ ton.}$$

麻繩ノ安全使用力ハ其ノ破壊力 (Breaking load) ノ 15% ナリ

$$\therefore \text{破壊力} = \frac{3}{8} \times \frac{100}{15} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ tons.}$$

(IV) 斜面 (Inclined plane)

斜面トハ讀ミテ字ノ如ク水平面 (Horizontal plane) ニ傾斜シタル平面ナリ此ノ斜面ヲ利用スル時ハ同ジ仕事ヲナスニ要スル力ヲ減ズルコトヲ得ルノ利益アリ

即 $W = \text{揚ゲラル、重量}$

$l = \text{斜面ノ長サ}$

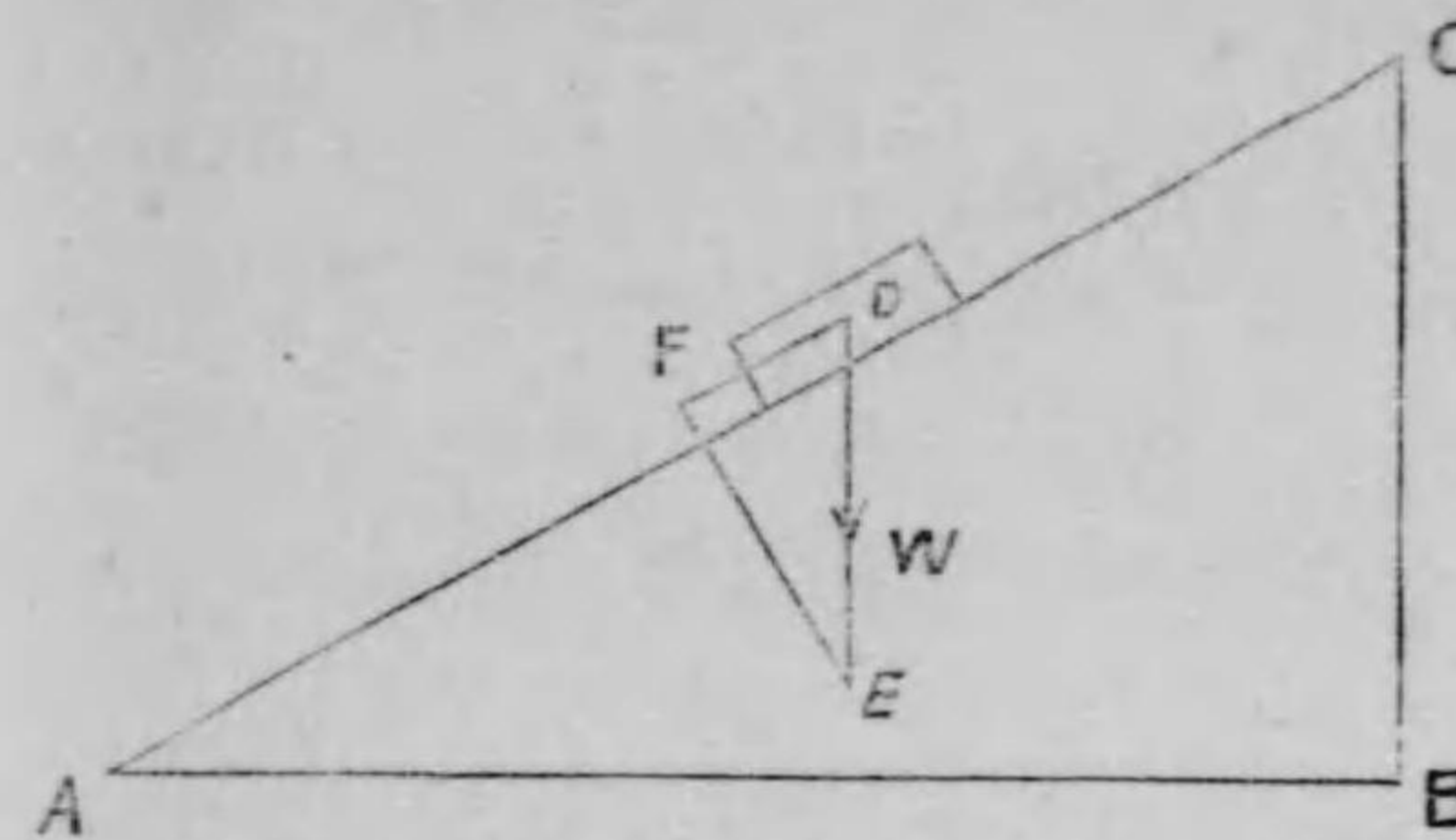
$h = \text{斜面ノ高さ}$

$F = \text{斜面ニ沿フテ } W \text{ ヲ引揚グルニ要スル力}$

トスレバ

公式 $F = W \frac{h}{l}$ (XLIV)

證明



第八十七圖

第八十七圖ニ於テ AC ハ斜面ニシテ其上ニ W ナル重量物アリトセシニ此重量物ヲ斜面ニ沿フテ Aヨリ C迄即換言スレバ Bヨリ C迄垂直距離 (Vertical Height)

BCヲ上グルニ要スル力ハ Bヨリ C迄真直ニ上グルニ要スル力ヨリ小ナルベシ

$AC = l = \text{斜面ノ長サ (Length of inclined plane)}$

$BC = h = \text{斜面ノ高さ (Height of inclined plane)}$

$AB = b = \text{底邊 (Base line)}$

$\angle CAB = \alpha$ トスレバ

W ヲ Bヨリ C迄真直ニ引揚グルニ要スル仕事 $= W \times h$

圖ニ於テ W 中ノ任意ノ一點 Dヨリ ACニ平行ナル直線 DFヲ引キ又 DEヲ以テ Wヲ表ハシ Eヨリ DFニ垂線 EFヲ引キ Wノ AC上ニ於ケル分力 (Component) Fヲ求ムレバ

$$F = W \sin DEF$$

二つの三角形 ABC, DEF = 於テ

$$FD // AC, DE // BC$$

$$\therefore \angle FDE = \angle ACB$$

$$\angle EFD = \angle ABC = R. \angle$$

$$\therefore \angle DEF = \angle CAB$$

$$\text{然ルニ } \angle CAB = a \quad \therefore \angle DEF = a$$

$$\therefore F = W \sin a$$

$$\sin a = \frac{BC}{AC} = \frac{h}{l}$$

$$\text{即 } F = W \frac{h}{l}$$

即チ此場合ニ於テハ $W \frac{h}{l}$ ナル重量ヲ l 丈動かス事トナルヲ以テ其仕事ハ $W \frac{h}{l} \times l = Wh$ トナリテ W ナル重量ヲ斜面ヲ使用セズ真直ニ揚ゲタル仕事ニ同ジ 但シ此場合ハ摩擦ナキモノト假定シタルナリ

210. 斜面ノ長サ 15' 高サ 6' ナル斜面ノ上ニ 1 「ハンドレットウキート」ノ重量ヲ支フルニ要スル力如何.

解 公式 (XLIV) ニヨリ

$$W \frac{h}{l} = F$$

$$F = 112 \times \frac{6}{15} = \frac{112 \times 2}{5} = \frac{224}{5} = 44.8 \text{ lbs.}$$

211. 長サ 20 呎ナル斜面ノ上ニ 1.5 噸ノ重量ヲ支フルニ 1344 封度ノ力ヲ要スル時斜面ノ高サヲ幾呎ニシテ可ナルカ.

解 前問ト同理ニヨリ h = 斜面ノ高サ (呎ニテ) トシ

公式 (XLLV) ニ於テ

$$F = 1344 \text{ lbs, } W = 1.5 \text{ tons} = 1.5 \times 2240 \text{ lbs, } l = 20' \quad \text{ト置ク時ハ}$$

$$1344 = \frac{1.5 \times 2240 h}{20}, \quad h = \frac{1344 \times 20}{1.5 \times 2240} = \frac{4}{.5} = 8'$$

212. 2 噸ノ重量ヲ或ル斜面上ニ支フルニ 1 噸ノ力ヲ要シ斜面ノ高サ 10' ナル時斜面ノ角度幾度ナルカ.

解 前問ト同理ニヨリ l = 斜面ノ長サ (呎ニテ) トシ

公式 (XLIV) ニ於テ

$$W = 2 \text{ tons, } F = 1 \text{ ton } \quad h = 10'$$

$$\text{ヲ置キ換フル時ハ } 1 = \frac{2 \times 10}{l}$$

$$\therefore l = \frac{2 \times 10}{1} = 20'$$

$$\sin a = \frac{h}{l} = \frac{10}{20} = \frac{1}{2} \quad \therefore a = 30^\circ$$

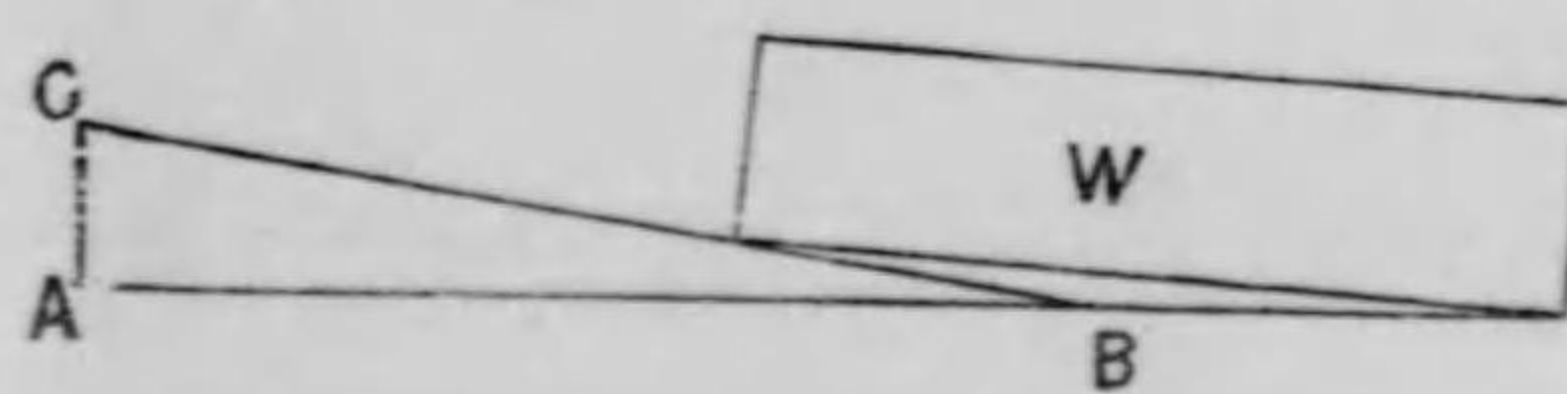
$$\text{又 } F = W \sin a \quad \therefore \sin a = \frac{F}{W} = \frac{1}{2} \quad a = 30^\circ$$

以上二解法ノ内孰レニテモ差支ナシ

(V) 楔 (Wedge)

重量物水平面上ニアリテ静止セル時ニ之レニ楔ヲ打込ム時ハ楔ハ漸次重量物ノ下ニ突入シ重量物ハ楔ノ厚サニ相等スル丈揚ゲラルルモノナリ. 此理ヨリシテ楔ヲ打込ニ要スル力ヲ計算スベシ

第八十八圖ニ於テ



AB = 楔ノ長サ

AC = 楔ノ厚サ

F = 楔ヲ打込ムニ

要スル力

第八十八圖

W=揚ゲラル、重量

トスレバ 楔ヲ全部打込ムニ要スル仕事=F×AB

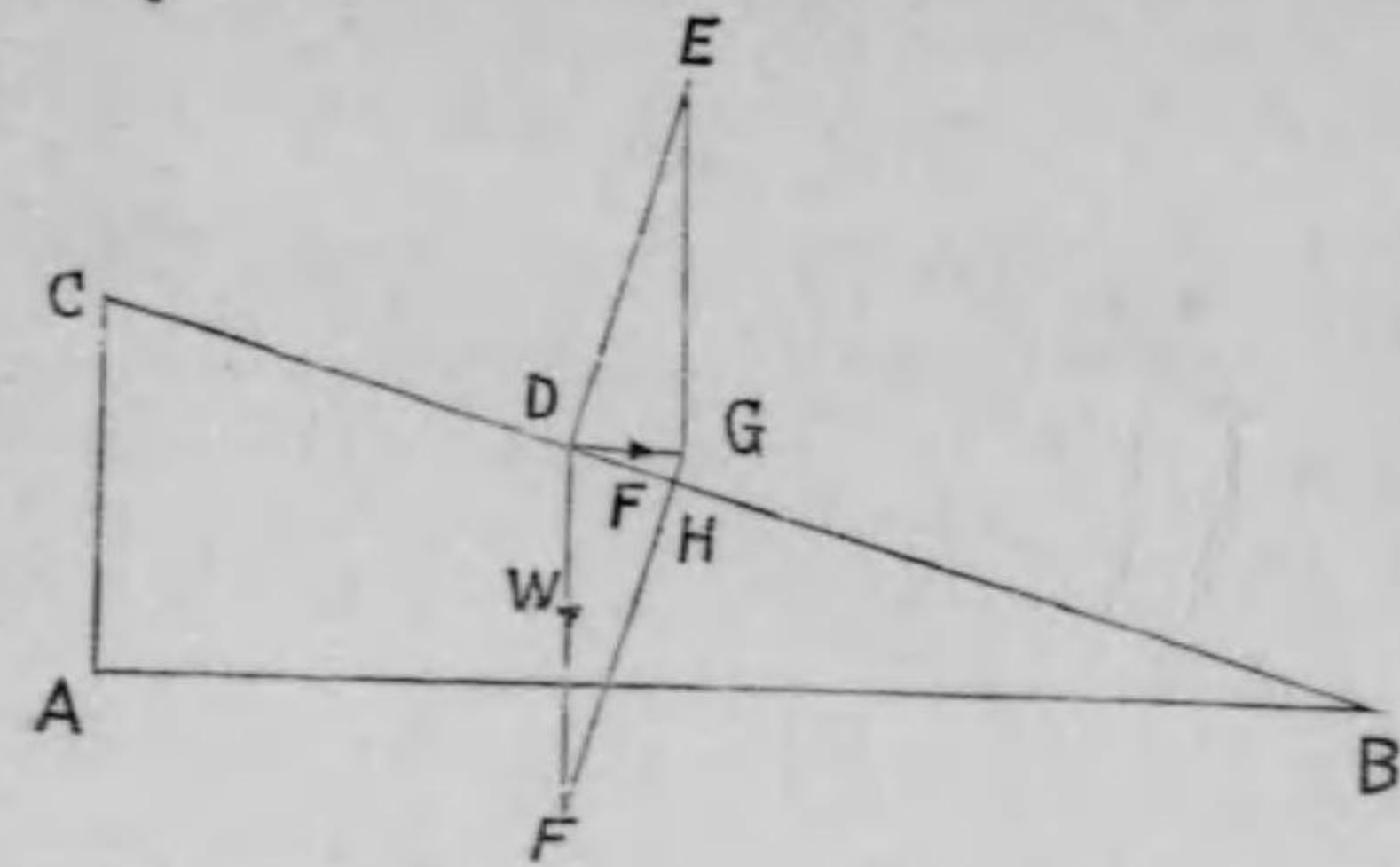
重量ヲAC丈揚ゲルニ要スル仕事=W×AC

∴ F×AB=W×AC

公式 $F=W \times \frac{AC}{AB}$ (XLV)

又之ヲ力ノ分解ニヨツテモ同ジ結果ヲ得ベシ

第八十九圖ニ於テBC上ノ任意ノ點Dガ如何ニシテ打込マル、カヲ考フルニDFノ方向ニハWナル重量働キ又BCニ直角ナル方向 DE ニハDEガ働キ即チ Dナル點ニW及 DEナル二力同時ニ働クヲ以テD



第 八 十 九 圖

ハ此二力ノ合成ヲ受ケテ DGナル力ヲ受ケテ打込マルルコト、ナルベシ

∴ DGニテ打込マル、力 = $F = W \times \frac{DG}{DF}$

ニツノ三角形 DFG, ABCニ於テ

$\angle FDG = \angle CAB = R. \angle$ $\angle FDB + \angle DBA = R. \angle$

$\angle HDG + \angle FDB = R. \angle$ ∴ $\angle HDG = \angle DBA$

然ルニ DH ⊥ GF

∴ $\angle HDG = \angle DFG$ ∴ $\angle DFG = \angle CBA$

即 $F = W \tan DFG = W \tan CBA = W \frac{AC}{AB}$

213. 長サ 18", 厚サ 3" ナル楔ヲ打込ミ 100 封度ノ重量ヲ揚ゲン トス幾何ノ力ヲ加ベキヤ.

解 F=加フベキ力(封度ニテ)トシ

公式 (XLV)ニ於テ

$W = 100 \text{ lbs}, \quad AC = 3", \quad AB = 18"$

ヲ置キ換フル時ハ

$F = 100 \times \frac{3}{18} = \frac{50}{3} = 16 \frac{2}{3} \text{ lbs.}$

214. 長サ 12", 厚サ 3" ナル楔ニ 100 封度ノ力ヲ加フル時ハ幾封度ノ重量ヲ揚クルコトヲ得ルヤ.

解 前問ト同理ニヨリ W=揚ケ得ベキ重量(封度ニテ)トシ

公式 (XLV)ニ於テ

$F = 100 \text{ lbs}, \quad AB = 12", \quad AC = 3"$

ヲ置キ換フル時ハ $100 = W \times \frac{3}{12}$

∴ $W = 100 \times \frac{12}{3} = 100 \times 4 = 400 \text{ lbs.}$

(VI) 螺旋 (The Screw)

螺旋トハ一ツノ軸ノ廻リニ回轉シツ、同時ニ或ル距離ヲ進行スルモノナリ

此一回轉スル間ニ螺旋ノ進ム距離ヲ心距又ハ螺距 (Pitch) ト云フ故ニ或ル重量ヲ螺旋ニテ動かサント欲セバ螺旋ノ他端ニ槓杆ヲ取付ケ槓杆ニ力ヲ加ヘ回轉セシムベシ然ル時ハ重量ハ槓杆ノ一回轉ス

ル間螺距次動かサルベシ而シテ此等力ノ關係ハ次ノ如クナルベシ

P = 槓杆ノ端ニ加ハル力

W = 螺旋ニヨリテ動かサルル重量

p = 螺距 d = 槓杆ノ長サ トスレバ

次ノ如キ關係アリ

$$p \times W = 2\pi dP \quad \therefore W = \frac{2\pi dP}{p} \dots\dots\dots (E)$$

上式ヨリ考フルニ螺旋ノ動カス重量ニハ理論上制限ナキガ如シ何トナレバ p ヲ小ニスル時ハ W ハ大トナリ又 d ヲ大ニスルモ W ハ大トナル即チ心距ヲ小ニスルカ又ハ槓杆ヲ長クスル時ハ動かサル、重量ハ如何程ニモ増大スルコトヲ得ル等ナレドモ實際ニ於テハ螺旋ノ強力ニ制限アリ又槓杆ヲ用フル場所ニモ制限アルヲ以テ自然其動カシ得ベキ重量ニモ制限アルコト、ナルベシ

215. 螺旋ノ心距 $\frac{1''}{4}$ ニシテ長サ 3' ナル槓杆ノ一端ニ 100 封度ノ力ヲ加フル時ハ此螺旋ニヨリテ動かサル、重量如何.

解 (E) = 於テ

$$p = \frac{1''}{4}, \quad d = 3' = 36'', \quad P = 100 \text{ lbs.}$$

$$W = \frac{2 \times 3.1416 \times 36 \times 100}{\frac{1}{4}} = 2 \times 3.1416 \times 36 \times 100 \times 4$$

$$= 90478.08 \text{ lbs.}$$

216. 螺旋ノ心距 $\frac{3''}{4}$ ニシテ槓杆ノ長サ 2' ナル時 5 噸ノ重量ヲ動かスニハ槓杆ノ一端ニ幾封度ノ力ヲ加フベキカ.

解 $p \times W = 2\pi dP$

$$p = \frac{3''}{4}, \quad W = 5 \text{ tons} = 5 \times 2240 \text{ lbs.} \quad d = 2' = 24''$$

ヲ上式ニ置キ換フル時ハ $\frac{3}{4} \times 5 \times 2240 = 2 \times 3.1416 \times 24 \times P$

$$\therefore P = \frac{\frac{3}{4} \times 5 \times 2240}{2 \times 3.1416 \times 24} = \frac{3 \times 5 \times 2240}{4 \times 2 \times 3.1416 \times 24} = \frac{5 \times 35}{3.1416}$$

$$= \frac{175}{3.1416} = 55.704 \text{ lbs.}$$

「ハンターズスクルー」(Hunter's Screw) ハ一名複式螺旋(Compound Screw)ト稱シ螺旋ヲ弱ムルコトナクシテ無限ノ力ヲ得ル工夫ナリ其構造ハ大小二個ノ螺旋ヲ備ヘ小ナル螺旋ハ大ナル螺旋ノ内側ニ働クモノニシテ螺旋ハ如何ナル強サ及ビ大サヲ有スルモ差支ナシ只其心距ニ差異アルヲ要スルノミ今大ナル心距ヲ有スル螺旋ガ壓力板(Pressure board)ヲ押し下グル時ハ同時ニ小ナル心距ヲ有スル螺旋ハ壓力板ヲ押し上ゲ由テ壓力板ハ螺旋ノ各一回轉ニ其心距ノ差ヲ下降スルモノナリ.

217. 「ハンターズスクルー」ニ於テ槓杆ノ長サ 2' 大ナル螺旋ノ心距 $\frac{5''}{8}$ 小ナル螺旋ノ心距 $\frac{3''}{8}$ ニシテ 50 封度ノ壓力ヲ加フル時ハ壓力板ニ加ハル力幾封度ナルカ.

解 d = 槓杆ノ長サ(吋ニテ)

p = 大ナル螺旋ノ心距(吋ニテ)

p' = 小ナル螺旋ノ心距(吋ニテ)

P = 槓杆ニ加ハル力(封度ニテ)

W = 壓力板 = 加ハル力(封度ニテ)

トスレバ前節ノ説明ヨリ次ノ關係式ヲ得ベシ

$$W(p - p') = P2\pi d$$

$$\therefore W = \frac{P2\pi d}{p - p'} \dots\dots\dots (F)$$

$$P = 50 \text{ lbs}, \quad d = 2' = 24'', \quad p = \frac{5''}{8}, \quad p' = \frac{3''}{8}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$W = \frac{50 \times 2 \times 3.1416 \times 24}{\frac{5}{8} - \frac{3}{8}} = \frac{50 \times 2 \times 3.1416 \times 24}{\frac{2}{8}}$$

$$= 50 \times 2 \times 3.1416 \times 24 \times 4 = 30159.36 \text{ lbs.}$$

218. 「スクルージヤツク」 (Screw jack) アリ外方即チ中空螺旋(Outer or hollow Screw)ノ心距ハ1'' 内方螺旋(Inner Screw)ノ心距ハ $\frac{7''}{8}$ ナリ今槓杆ノ長サ1'-0''ニシテ槓杆ノ一端ニ150封度ノ力ヲ加フル時幾噸ノ重量ヲ揚グルコトヲ得ルカ。

解 前問ト同理ニヨリ W = 重量(噸ニテ)トシ

(F) = 於テ

$$p = 1'', \quad p' = \frac{7''}{8}, \quad P = 150 \text{ lbs} \quad d = 1' - 0'' = 12''$$

ヲ置キ換フル時ハ

$$W = \frac{150 \times 2 \times 3.1416 \times 12}{1 - \frac{7}{8}} = \frac{150 \times 2 \times 3.1416 \times 12}{\frac{1}{8}}$$

$$= 8 \times 150 \times 2 \times 3.1416 \times 12 \text{ lbs}$$

$$\frac{8 \times 150 \times 2 \times 3.1416 \times 12}{2240} \text{ tons} = 15 \times .4488 \times 6 = 40.392 \text{ tons}$$

219. 接續鐸アリ其一端ハ螺旋ヲ有スル「コツター」 (Screw cottar)ニテ調整セラル。而シテ「コツター」ノ勾配ハ1呎ニ付キ $\frac{3''}{8}$ ニシテ1吋ニ14ノ螺旋ヲ有スル時ハ接續鐸黃銅(Brass)ヲ.013''縮ムルニ要スル母螺ノ回轉數ヲ求ム

解 $\frac{3}{8}$ = 「スクル - コツター」 1''ニ對スル勾配(吋ニテ)

$\frac{1}{14}$ = 母螺ノ心距(吋ニテ)

即チ黃銅ヲ $\frac{3}{12 \times 8}$ 吋縮ムルニハ「コツター」ヲ1''進メザルベカラ

ザルヲ以テ 次ノ比例式ヲ得ベシ

$$\frac{3}{12 \times 8} : .013 = 1 : x$$

$$x = \frac{12 \times 8 \times .013}{3} = 4 \times 8 \times .013''$$

又母螺ヲ一回轉スレバ「スクル」ハ $\frac{1''}{14}$ 進ムガ故ニ母螺ノ回轉數ハ次ノ比例式ヨリ得ラルベシ

$$\frac{1}{14} : 4 \times 8 \times .013 = 1 : x$$

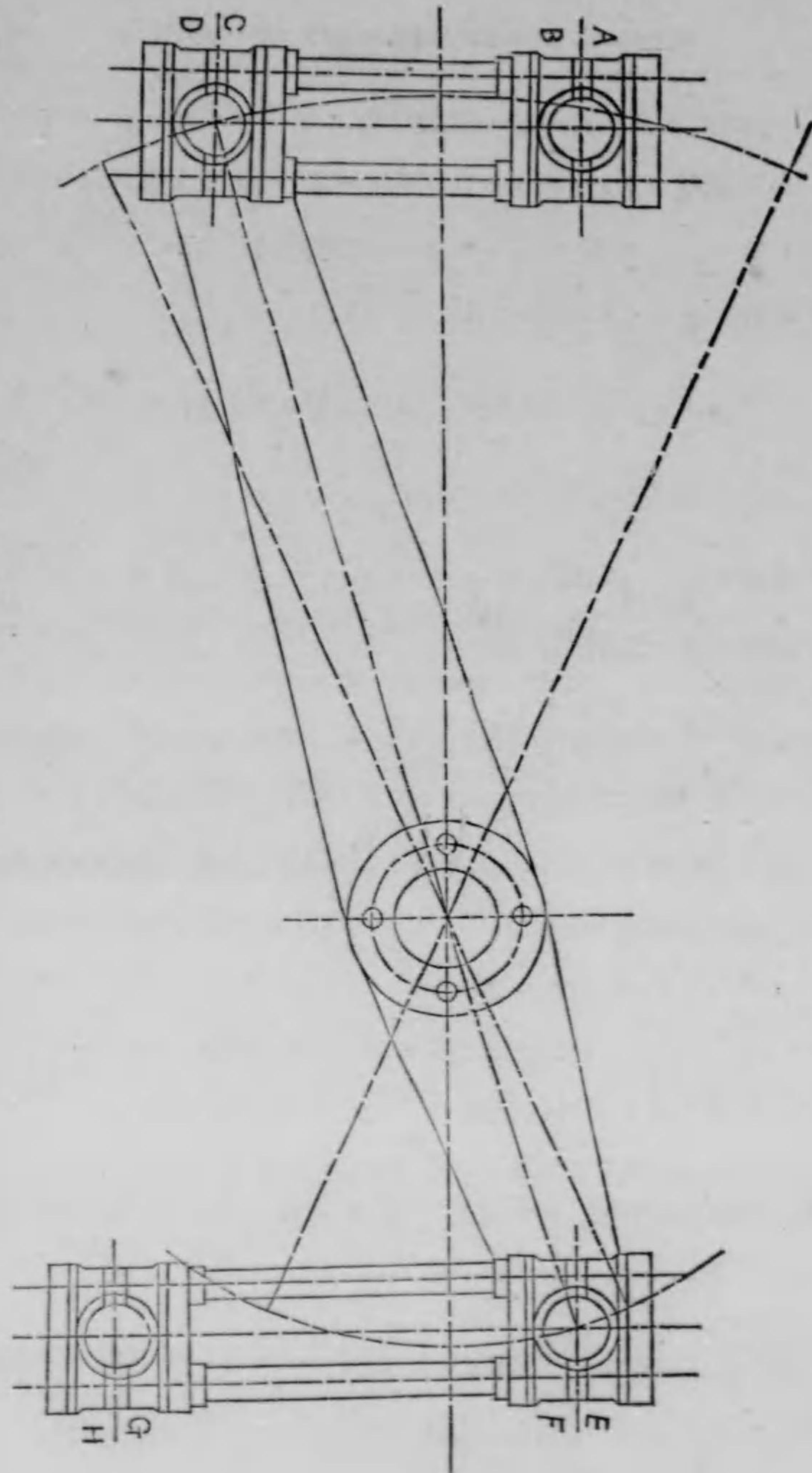
$$x = 4 \times 8 \times .013 \times 14 = 5.824 \text{ 回轉}$$

今若シ母螺六角ナル時ハ回轉スベキ角ノ數ハ次ノ如シ

$$.824 \times 6 = 4.944 \div 5$$

220. 抽氣唧筒橫挺「リンク」黃銅 (Side link brasses of Air pump lever) Aハ $\frac{4''}{64}$, Bハ $\frac{6''}{64}$, Cハ $\frac{3''}{64}$, Dハ $\frac{5''}{64}$, Eハ $\frac{6''}{64}$

$\frac{9''}{64}$, Gハ $\frac{5''}{64}$, Hハ $\frac{10''}{64}$ 摩損セリ今「ライナー」 (All liners)ヲ取出



第九十圖

シ黄銅ヲ縮メ付クル時ハ唧筒ノ上部ニ於ケル間隙 (Clearance on the top side of the pump) ニ如何ナル影響ヲ來スヤ但シ唧筒ノ行長ハ機關ノ行長ノ $\frac{1}{2}$ ナリトス

解 第九十圖ニ於テ

A, B 間ノ栓 (Pin) ハ十字頭栓ノ端ニ於ケル栓ナリ故ニ其中心ハ十字頭栓ノ中心ノ變セザル間ハ十字頭栓ノ中心ナルヲ以テ不變ナリ然バ A ノ黄銅ヲ縮付クルモ A, B ノ黄銅ノ中心ヲ變更スルコトナシ B ノ黄銅ヲ縮付クル時ハ横挺ノ中心ヲ上グル事トナリ又 C ノ黄銅ヲ縮付クル時モ同ジク横挺ノ中心ヲ上グ次ニ D ノ黄銅ヲ縮付クルモ横挺ノ中心ヲ上グルコトナシ今汽機ニ附屬スル横挺ノ中心上昇シタルヲ以テ EF 間ノ中心ハ從テ下降スベシ而シテ唧筒ノ行長ハ汽機行長ノ半分ナルヲ以テ汽機側ニ於ケル横挺中心線ノ昇リシ半分丈 EF 間ノ横挺中心線ハ下降スベシ。

次ニ黄銅 E ヲ縮付クルモ唧筒横挺ノ中心ヲ下降セシムルコトナシ黄銅 F ヲ縮付クル時ハ横挺中心ヲ上昇セシム G ヲ縮付クルモ同ジク横挺中心ヲ上昇セシム H ヲ縮付クルモ何等影響ナキコト明カナリ

故ニ結局唧筒ノ上部間隙ニ影響ヲ來スハ F ト G トニヨリ上昇シタル横挺中心移動ノ距離ヨリ B ト C トニヨリ上昇シタル横挺中心移動距離ノ半分ヲ減ジタルモノナルベシ

$$\text{即 } \frac{6''}{64} + \frac{3''}{64} = \frac{9''}{64} = \text{汽機ニ屬スル横挺中心ノ上昇距離}$$

$$\therefore \frac{9''}{64} \div 2 = \frac{9''}{128} = \text{唧筒横挺ノ下降スベキ距離}$$

$$\text{又 } \frac{9''}{64} + \frac{5''}{64} = \frac{14''}{64} = \text{唧筒横挺中心ノ上昇距離}$$

$$\therefore \frac{14''}{64} - \frac{9''}{128} = \frac{28-9}{128} = \frac{19''}{128} = \text{唧筒横挺中心ノ上昇距離}$$

$$\text{即 } \frac{19''}{128} = \text{唧筒上部間隙ノ減少}$$

第十三章 應 力 (Stress)

二物體ノ間又ハ一物體ノ或ル隣接セルニツノ部分ノ間ニ互ニ反對ニ働ク相等シキ力換言スレバ相互働作(Mutual action)ヲ應力又ハ内力(Stress)ト云フ例令地上ニアル石ハ其接觸面(Surface of contact)ニ於テ應力ヲ有ス。

石ハ土地ヲ下方ニ押シ土地ハ石ヲ上方ニ押シテ互ニ静止ノ状態ヲ保ツベシ即チ石ト土地トノ相接觸スル面ニ於テニツノ相等シキ且ツ方向ノ反對ナル力存在ス斯クノ如ク二物體ノ間又ハ一物體ノ或ルニツノ部分ノ間ニニツノ相等シキ且ツ反對ノ力ノ存在スル事ヲ應力ガ存在スト稱ス一物體ノ或ルニツノ部分ノ間ニモ應力ノ存在スルコトヲ證明スベシ。

今圓筒形ノ棒(Cylindrical bar)ヲ取り其兩端ニニツノ相等シキ力ヲ加フル時ハ此圓筒形棒ノ或ルニツノ部分ノ間ニ應力存在スベシ

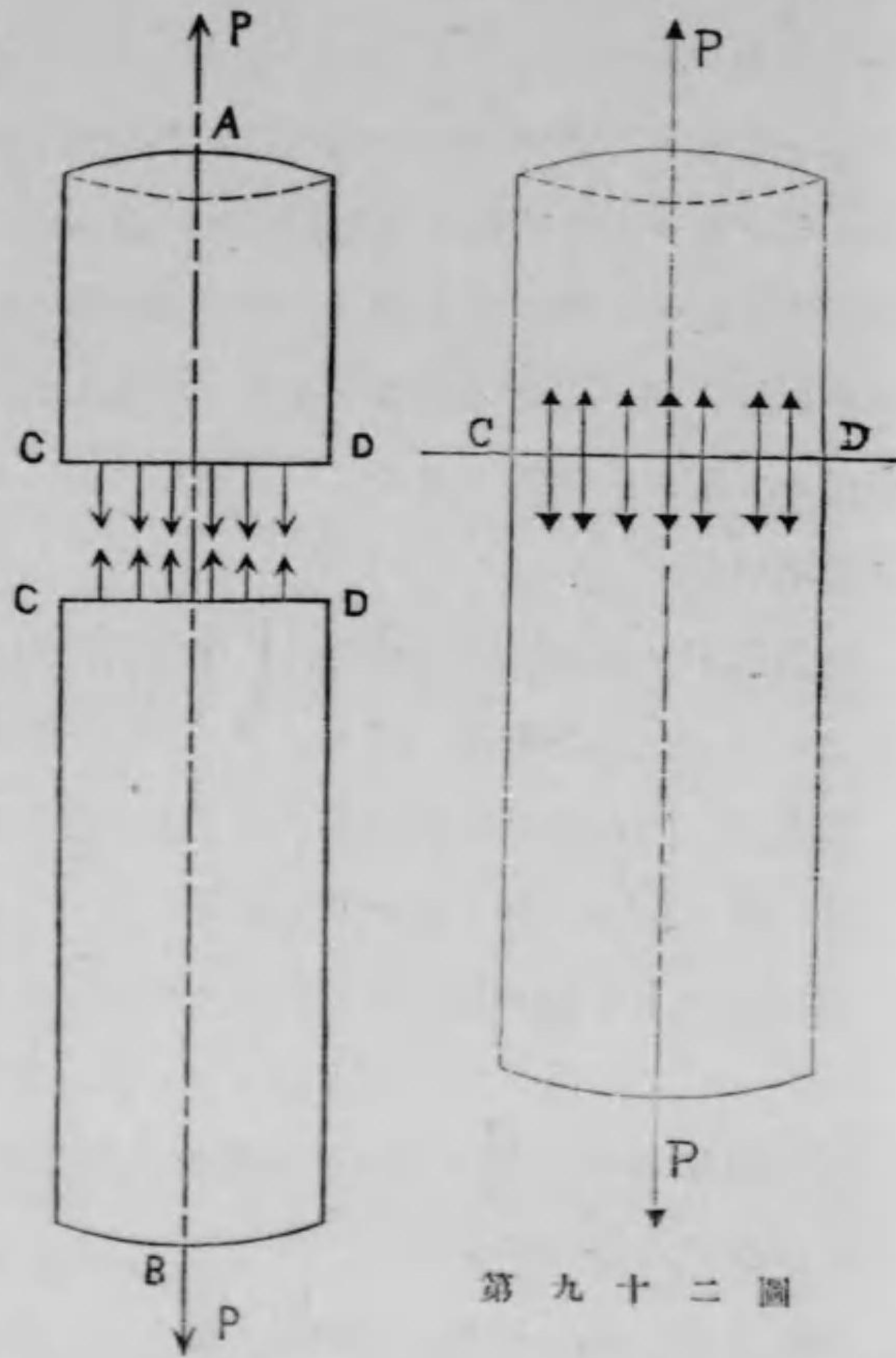
第九十一圖ニ於テ此圓筒形ノ棒ヲ或ル假相面(Imaginary plane)CDニテニツノ部分ニ分チ得タリトセヨ

然ル時ハ上半部ニ於テハCDナル平面ニ矢符ノ如キ力働キテ一端ニ加ヘラレタル力Pト平衡ヲ保ツベシ故ニ此切斷面(Section)ニ於ケル力ノ總和ハPニ等シカルベシ而シテ其方向ハAニ於ケルPノ方向ト反對ナル事明カナリ

同様ニ下半部ニ於ケル切斷面ニ働ク力ノ總和ハ同ジクPニシテ其方向ハBニ於ケルPノ方向ト反對ナリ今此ニツノ切斷面ヲ第九十二

圖ノ如ク合スル時ハ CD ナル假想面ヲ境界線トシテ互ニ相等シキ且ツ方向ノ反對ナル力ノ存在スルコト、ナルベシ即チ Pナル力ヲ一物體ニ加フルコトニヨリ其物體ノ或ル二ツノ部分ノ間ニ之レト等シキ且ツ方向ノ反對ナル二ツノ力存在ス故ニ定義ニヨリ此場合ニ於テモ應力存在スベシ而シ

テ此場合ニ於テハ棒ヲ引張りタルガ爲ニ二ツノ部分ノ間ニ生シタル應力モ互ニ引張り合ヒノ状態ニアルモノニシテ名ヅケテ延引力 (Tension) ト云ヒ若シ又棒ノ兩端ニ相等シキ力ヲ加ヘテ押ス時ハ棒ノ二ツノ部分ノ間ニ起ル應力ハ互ニ押合ヒノ状態ニアルモノニシテ此場合ニ於ケル應力ヲ壓搾力 (Compression) ト云フ。



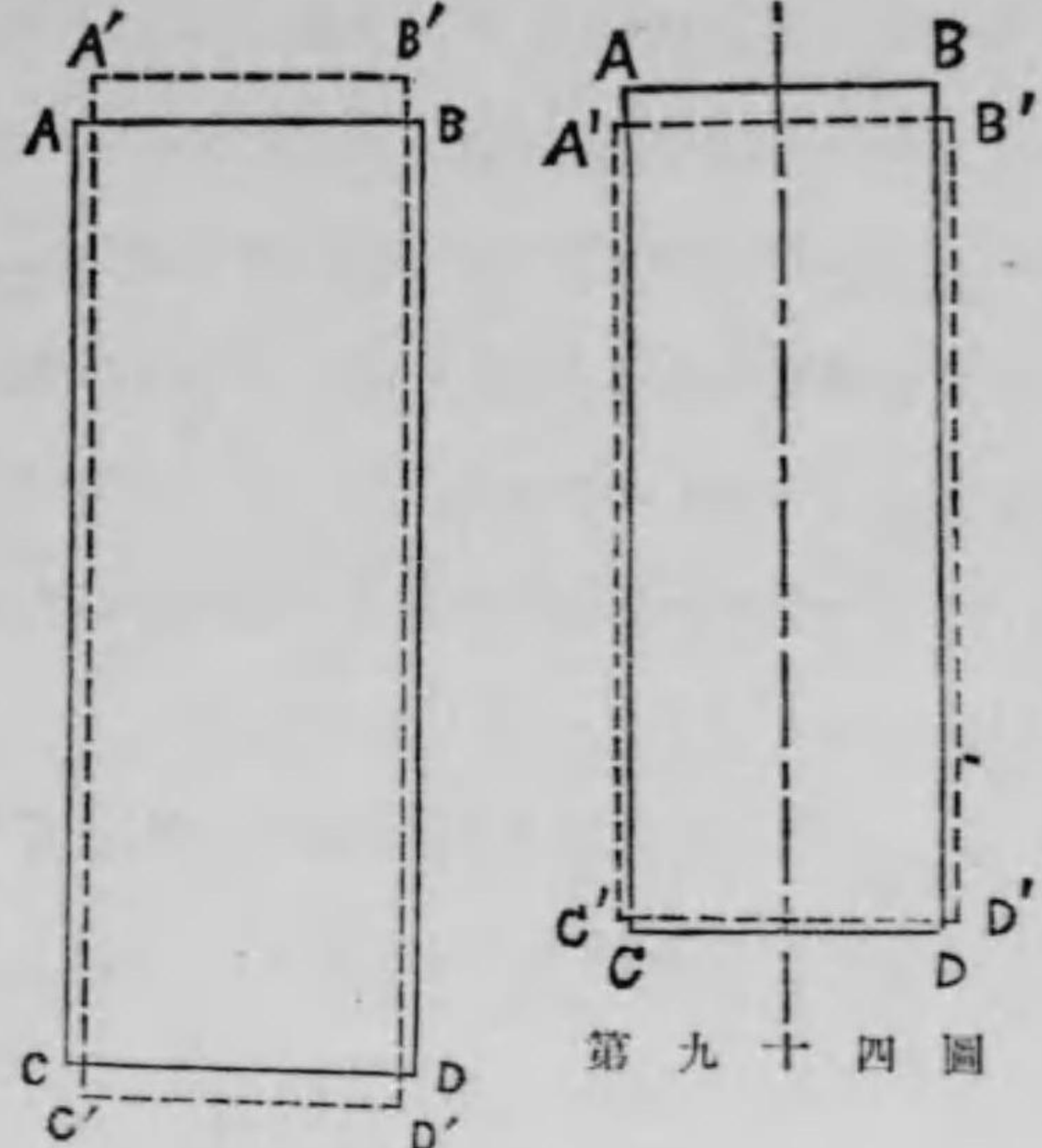
第九十一圖

第九十二圖

歪 (Strain)

物體外力ニ働カル、時ハ必ズ歪ヲ惹起スベシ即チ歪トハ外力ニ由テ惹起セラレタル物體ノ形狀ノ變化ヲ云フモノニシテ第九十三圖ニ示スガ如ク棒ノ兩端ニ相等シキ力ヲ加ヘテ引張ル時ハ棒ハ力ノ方向ニ長サヲ増シ同時ニ力ト

直角ナル兩側ニ於テ其幅ヲ短縮スベシ此場合ニ於ケル棒ノ長サノ増ス事ヲ伸長 (Elongation) ト稱ス又第九十四圖ニ示スガ如ク應力若シ壓搾力ナル時ハ棒ハ力ノ方向ニ短縮シ之レト直角ナル兩側ニ於テ幅ノ増大スルコトヲ見ルベシ此場合ニ於ケル長サノ減少スル事ヲ短縮 (Shortening) ト稱ス



第九十三圖

第九十四圖

彈性ノ歪及ビ永久ノ歪 (Elastic Strain and Permanent set).

如何ナル物體モ外力ニ働カル、時ハ必ズ其形狀ヲ變化スルモノナレドモ外力ヲ除去スル時ハ歪消失シテ舊態ニ復スルモノナル時此物體ハ此外力ニ對シ彈性ヲ有スト云ヒ外力ヲ除去シタル後ニ於テモ舊態ニ復セザルモノヲ永久ノ歪ヲ受ケタリト云フ簡單ニ前者ノ受クル歪ヲ彈性ノ歪 (Elastic Strain) ナリト云フ。

注意 精確ニ論ズレバ應力トハ荷重ヲ一平方吋又ハ一平方呎ナル單位面積ニ割當テタル強力ヲ云フモノニシテ此迄述ベタル應力トハ荷重ナリト知ルベシ

強力及ビ歪ミノ度 (Intensity of Stress and Intensity of Strain)

今 P = 總延引荷重 (The total tensile load)

A = 棒ノ切斷面積 (The area of cross section of a bar)

l = 棒ノ原長 (The original length of a bar)

p = 切斷面ニ於ケル延引力 (The intensity of tensile stress at any cross section)

dl = 總延引力 P ニ由リテ惹起セラレタル伸長 (The elongation produced by the load P)

i = 應力 P ニ由リ惹起セラレタル歪ミノ度 (The strain corresponding to the stress P).

トスレバ

$$p = \frac{P}{A}, \quad i = \frac{dl}{l}$$

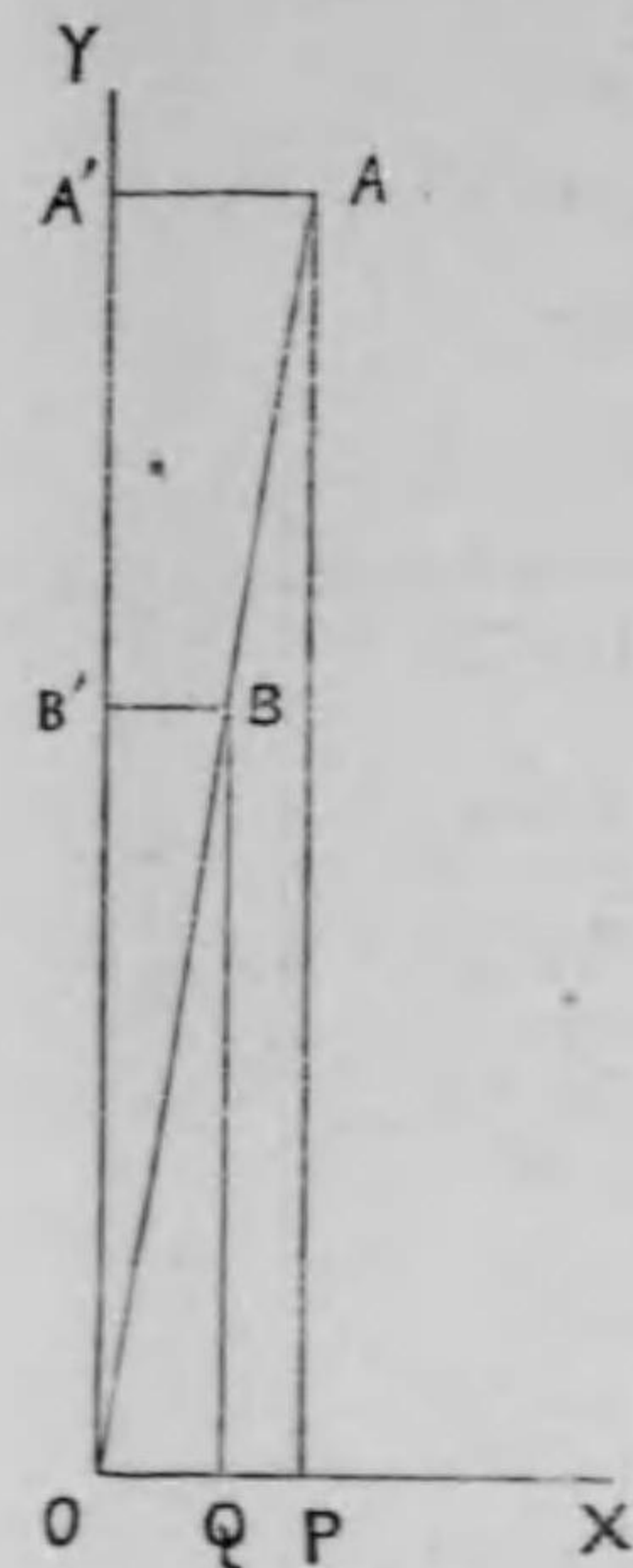
即チ應力又ハ強力トハ總荷重 P ヲ切斷面積 A ニ割當テタルモノノ稱ニシテ歪ミトハ伸長ヲ原長ニ割當テタルモノノ稱ナリ。

「フック」氏法則 (Hook's law)

以上述ベタル如ク歪ミハ應力ニ由テ惹起セラレタルモノナレバ此間ニハ何等カノ關係ヲ有セザルベカラザルヤ明カナリ。此關係ヲ連結シタル頗ル重要ナル法則ハ 1676 年「フック」氏ニ由テ初メテ發見セラレタルモノナレバ名ヅケテ「フック」氏法則ト云フ

應力ノ種類ノ如何ニ關係ナク彈性ノ範圍 (Limit of Elasticity) ニアリテハ應力ニ由テ惹起セラレタル歪ミハ之レヲ惹起シタル應力ニ比例ス

此法則ヲ説明スル爲メ「ストレス」ストレーンダイアグラム (Stress strain diagram) ヲ取リ第九十五圖ニ於テ OX ノ方向ニ「ストレーン」



第九十五圖

ヲ取リ OY ノ方向ニハ之レニ相當スル「ストレス」ヲ取リ此條件ヲ満足スル諸點ヲ結ビ付クル時ハ OA ノ如キ直線ヲ得ベシ例令 OX ノ上ニ OQ, OP ヲ「ストレス」 OB', OA' ニ相當スル「ストレーン」ニ夫々等シク取リ OY ノ上ニ「ストレス」 OA', OB' ヲ取リ Q, P, B', A' ヨリ夫々 OY, OX ニ平行ナル直線ヲ引キ B, A ナル二點ヲ得ベシ即チ B ハ「ストレス」 OB' ナル時「ストレス」 OQ ナル條件ニ適合スル點ナリ A 點モ亦然リ今 OA', OB' ハ彈性ノ範圍ヲ超エザルトキハ OBA ハ一直線ナルベシ

何トナレバ OA', OB' ハ彈性限内ニアルヲ以テ

$$\frac{PA}{OP} = \frac{BQ}{OQ} = C, \quad (C \text{ ハ定數})$$

而シテ O ナル點ハ共通ナリ

故ニ $\angle OBQ = \angle OAP$ ナルベシ

即 OBA ハ一直線ナリ

今 OP, OQ ヲ i ヲ以テ表ハシ PA, BQ ヲ p ヲ以テ表ハシ C ヲ E ニヲ

表ハセバ

$$\frac{p}{\lambda} = E$$

Eハ「ヤングスモデュラス」(Young's modulus)「ダイレクトモデュラス オフ エラステシター」(Direct modulus of Elasticity)又ハ「モデュラス オフ エラステシター」(Modulus of Elasticity)ト稱セラル。

次ニ各種ノ材料ニ付キ Eノ價ヲ示ス表ヲ掲グ

「モデュラス オフ エラステシター」ノ表
(Table of Modulus of Elasticity)

材料 (Material)	E
銑鐵 (Cast iron)	17,000,000 lbs/□"
鍊鐵 (Wrought iron)	28,000,000 lbs/□"
軟鋼 (Mild steel)	30,000,000 lbs/□"
鋼 (Steel)	31,000,000 lbs/□"
鍊銅 (Wrought copper)	15,000,000 lbs/□"
黄松 (yellow pine)	1,600,000 lbs/□"
樅	1,500,000 lbs/□"
松	1,400,000 lbs/□"
樅 (Oak)	1,300,000 lbs/□"

此表ヨリシテ軟鋼ノ場合ニ於テハ

$$E = 30,000,000 \text{ lbs/□}'' = \frac{30,000,000}{2240} \text{ tons/□}'' = 13393 \text{ tons/□}'' \\ \doteq 13000 \text{ tons/□}''$$

又鍊鐵ノ場合ニ於テハ

$$E = 28,000,000 \text{ lbs/□}'' = \frac{28,000,000}{2240} \text{ tons/□}'' = 12500 \text{ tons/□}'' \\ \doteq 13000 \text{ ton/□}''$$

今 $\frac{p}{\lambda} = E$ ニ於テ $p = 1 \text{ ton/□}''$ ナリトスレバ

$$\lambda = \frac{p}{E} = \frac{1}{13000} \quad \text{トナルベシ}$$

而シテ $\lambda = \frac{dl}{l}$ ナルヲ以テ $dl = \lambda l$

$$l = 1'', \quad \lambda = \frac{1}{13000}, \quad \therefore dl = \frac{1}{13000}$$

又 $p = 13 \text{ tons/□}''$ ナリトスレバ

$$\lambda = \frac{13}{13000} = \frac{1}{1000} \quad \text{トナルベシ}$$

$$\lambda = \frac{dl}{l} \quad \therefore dl = l \lambda$$

$$l = 1'', \quad \lambda = \frac{1}{1000} \quad \therefore dl = \frac{1}{1000}$$

即チ1噸ノ力ヲ鍊鐵又ハ軟鋼ノ板又ハ棒ノ一平方吋ニ加フルトキハ長サ1吋ノモノヲ $\frac{1}{13000}$ 吋伸長スベク又13噸ノ力ヲ一平方吋ニ加フルトキハ長サ1吋ノモノヲ $\frac{1}{1000}$ 吋伸長スベシ此事柄ハ又次ノ如ク述ブルヲ得。

1噸ノ力ヲ鍊鐵又ハ軟鋼ノ板又ハ棒ノ一平方吋ノ面積ニ加フル時ハ長サ13000吋ニツキ1吋伸長スルモノナリ。

延引力ニ關スル問題 (Problems relating to Tensile stress).

221. 1'' 角ノ鐵棒ニ23噸ノ重量ヲ加フル時ハ此棒ハ破壊スベシト云フ然ラバ同質ニシテ $3\frac{3}{4}$ 角ノ鐵棒ニ幾何ノ重量ヲ加フレバ此棒

ハ破壊スベキカ。

解 S=鐵棒ノ一邊(吋ニテ)
 W=鐵棒ニ加ハル重量(噸ニテ)
 S'=他ノ鐵棒ノ一邊(吋ニテ)
 W'=他ノ鐵棒ヲ破壊スル重量(噸ニテ)

トスレバ

$$\frac{W}{S^2} = \text{此鐵棒ノ破壊力(一平方吋ニツキ噸ニテ)}$$

而シテ材料ハ同質ナルヲ以テ次式ヲ得ベシ

$$W' = \frac{W}{S^2} \times S'^2 \quad (\text{噸ニテ})$$

$$W = 23 \text{ tons}, \quad s = 1'', \quad S' = 3 \frac{3''}{4} = 3.75''$$

$$\therefore W' = \frac{23}{1^2} \times 3.75^2 = 23 \times 14.0625 = 323.4375 \text{ tons.}$$

222. 直徑 2'' ナル鍊鐵棒ハ 70噸ノ重量ニテ引き切ラルル時其最大延引力(Ultimate tensile stress)幾封度ナルカ。

解 f=最大延引力(一平方吋ニツキ封度ニテ)
 W=重量(封度ニテ) A=棒ノ面積(平方吋ニテ) トスレバ

$$f = \frac{W}{A} \dots \dots \dots (G)$$

$$W = 70 \text{ tons} = 70 \times 2240 \text{ lbs}, \quad A = \frac{\pi}{4} (2)^2 = 3.1416 \text{ 吋}^2$$

$$\therefore f = \frac{70 \times 2240}{3.1416} = 49910.873 \text{ lbs/吋}^2$$

注意 茲ニ最大延引力ト云ヘルハ鍊鐵棒ノ引き切ラル、時ノ重量ヲ棒ノ面積ニ割當テタルモノナリ此種ノ書中往々破壊力

(Breaking stress)トシテ同ジ意味ニ使用セルコトアリ然レドモ棒ノ破壊スル時ハ破壊スル近傍ニ於テハ著シク其面積ヲ減少スルコト明カニシテ破壊力トハ此減少面積ニ重量ヲ割當テタルノ謂ヒナレバ此場合ニ於テハ最大應力トナス方穩當ナリト信ズ。

223. 長サ 9'' 幅 4'' ナル鐵板ニ長サニ沿フテ 72噸ノ重量ヲ加フル時此板ハ引き切ラレ此板一平方吋ノ最大應力ハ一平方吋 24噸ナル時此板ハ幾吋ノ厚サノモノナラザルベカラザルカ。

解 前問ト同理ニヨリ

$$T = \text{板ノ厚サ(吋ニテ)} \quad \text{トシ}$$

$$(G) \text{ニ於テ}$$

$$f = 24 \text{ tons/吋}^2$$

$$W = 72 \text{ tons} \text{ヲ置ク時ハ}$$

次式ヲ得ベシ

$$24 = \frac{72}{T \times 4} \quad \therefore T = \frac{72}{24 \times 4} = \frac{3''}{4}$$

224. 接續鐸ノ最小徑ハ 8'' ニシテ最大徑ハ 9'' ナリ今切斷面一平方吋ノ安全使用力ヲ 5000 封度トスル時直徑 75'' ナル吸鑄上一平方吋ニ於ケル壓力幾封度ナルカ 但シ重量及ビ鐸ノ傾斜ヲ無視ス

解 P=吸鑄上一平方吋ノ壓力(封度ニテ)トスル時ハ

$$\frac{\pi}{4} \times 75^2 \times P = \text{吸鑄上ノ總壓力(封度ニテ)}$$

$$\text{又 } \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times 5000 = \text{接續鐸最小部ニ於ケル總應力(封度ニテ)}$$

$$\therefore \frac{\pi}{4} \times 75^2 \times P = \frac{\pi}{4} \times 8^2 \times 5000$$

$$P = \frac{8^2 \times 5000}{75^2} = \frac{8 \times 8 \times 5000}{75 \times 75} = \frac{64 \times 8}{3 \times 3} = \frac{512}{9} = 56.888 \text{ lbs/}\square\text{'}$$

225. 長サ 14'-6" ノ鐵製支釘一平方吋ニ於ケル應力 3 噸ナル時此支釘ハ幾吋伸長スルヤ 但シ支釘一平方吋ニ 1 噸ノ力ヲ加フル時ハ長 13000 吋ニ付キ 1" 伸長スルモノトス。

解 l = 支釘長サ (吋ニテ), f = 支釘一平方吋ノ應力 (噸ニテ)

a = 伸長率

dl = 伸長 (吋ニテ)

トスレバ $dl = l \times a \times f$

$$a = \frac{1}{13000} \quad l = 14' - 6'' = 168'' + 6'' = 174'', \quad f = 3 \text{ tons/}\square\text{'}$$

$$\therefore dl = 174 \times \frac{1}{13000} \times 3 = \frac{87 \times 3}{6500} = \frac{261}{6500} = .0401''$$

各種金屬ノ膨脹割合. (Rate of Expansion of metals)

英國商務院ニテハ次ノ如ク金屬ノ膨脹率ヲ定メタリ

材料	膨脹率	材料	膨脹率
銑鐵	$\frac{6}{1000000}$	眞鍮	$\frac{9}{1000000}$
鍊鐵	$\frac{7}{1000000}$	ヤキヲ入レタル鋼	$\frac{10}{1000000}$
ヤキヲ入レザル鋼	$\frac{8}{1000000}$	錫及鉛	$\frac{12}{1000000}$

「ダニール」博士 (Professor Daniell) ハ鍊鐵ノ膨脹ハ溫度ノ差 76° F ニ

テ長サノ $\frac{1}{2000}$ 即チ 1° F ノ差ニテハ長サ 1 吋ニ付キ $\frac{1}{76 \times 2000} = \frac{1}{152000}$ = .00000658 吋ナリト云ヒ「ラプラス」(Laplace) 氏ハ .00000678" ナリトシ又「スミートン」(Smeaton) 氏ハ .00000699" ナリトセリ故ニ今其平均ヲ取り .00000678" トス。

226. 長サ 12'-0" ノ鍊鐵棒ヲ 60° F ヨリ 90° F マデ熱スル時ハ幾吋伸長スルカ。

解 前問ト同ジク l = 鍊鐵棒ノ長サ (吋ニテ) a = 膨脹度

F = 溫度ノ差

dl = 伸長 (吋ニテ) トスレバ

$$dl = l \times a \times F,$$

$$l = 12' - 0'' = 144'', \quad a = .00000678, \quad F = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ$$

$$\therefore dl = 144 \times .00000678 \times 30 = .0292896''$$

前問ニ於テ $a = \frac{7}{1000000}$ トスル時此棒ノ伸長幾吋ナリヤ

$$dl = 144 \times \frac{7}{1000000} \times 30 = \frac{9 \times 7 \times 3}{6250} = \frac{189}{6250} = .03024''$$

227. 汽罐アリ長サ 18' ニシテ其底部 (Bottom plate) ニ於ケル溫度ハ華氏 130° , 罐胴板 (Shell) ノ殘餘ノ部分ノ平均溫度ハ 320° ナリ今罐胴板ノ頂部及ヒ底部ニ於ケル膨脹ノ差ノ $\frac{1}{4}$ ハ頂部ニ於テ收縮シ殘リハ底部ニ於テ伸長シタル時底部ニ於ケル罐胴板ノ伸長如何

但シ給水ノ溫度ヲ 60° トシ罐胴板ハ溫度 1° ニ付キ $\frac{7}{1000000}$ 膨脹スルモノトス。

解 l = 汽罐ノ長サ (吋ニテ), t_1 = 罐胴板頂部ノ溫度 (華氏ニテ)

t_2 = 罐胴板底部ノ溫度(華氏ニテ), t = 給水ノ溫度(華氏ニテ)

a = 膨脹度 dl_1 = 頂部ニ於ケル膨脹(吋ニテ)

dl_2 = 底部ニ於ケル膨脹(吋ニテ)

$\frac{1}{n}$ = 頂部ニ於ケル收縮ノ割合

$1 - \frac{1}{n}$ = 底部ニ於ケル伸長ノ割合

dl = 兩部ニ於ケル膨脹ノ差(吋ニテ)

dl_3 = 底部ニ於ケル全伸長(吋ニテ) トスレバ

$dl_1 = al(t_1 - t)$ 又 $dl_2 = al(t_2 - t)$

$$\begin{aligned} \therefore dl &= dl_1 - dl_2 = al(t_1 - t) - al(t_2 - t) = alt_1 - alt_2 + alt \\ &= alt_1 - alt_2 = al(t_1 - t_2). \end{aligned}$$

底部ニ於ケル伸長 = $(1 - \frac{1}{n})al(t_1 - t_2)$ (吋ニテ)

$$\begin{aligned} \therefore dl_3 &= al(t_2 - t) + (1 - \frac{1}{n})al(t_1 - t_2) \\ &= al \left\{ (t_2 - t) + (1 - \frac{1}{n})(t_1 - t_2) \right\} \end{aligned}$$

$$a = \frac{7}{1000000}, \quad l = 18' = 18 \times 12'' = 216'', \quad \frac{1}{n} = \frac{1}{4},$$

$$t_1 = 320^\circ\text{F.}, \quad t_2 = 130^\circ\text{F.}, \quad t = 60^\circ\text{F.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} dl_3 &= \frac{7}{1000000} \times 216 \left\{ (130 - 60) + \left(1 - \frac{1}{4}\right)(320 - 130) \right\} \\ &= \frac{7}{1000000} \times 216 \times \left(70 + \frac{3}{4} \times 190\right) = \frac{7}{1000000} \times 216 \times \left(70 + \frac{3 \times 95}{2}\right) \\ &= \frac{7}{1000000} \times 216 \times \left(70 + \frac{285}{2}\right) = \frac{7}{1000000} \times 216 \times (70 + 142.5) \end{aligned}$$

$$= \frac{7}{1000000} \times 216 \times 212.5 = \frac{7 \times 27 \times 1.7}{1000} = \frac{321.3}{1000} = .3212''$$

上下膨脹ノ差ノ $\frac{1}{4}$ ハ頂部ニ於テ收縮シ其 $\frac{3}{4}$ ハ底部ニ於テ膨脹シタルヲ以テ結局頂部ニ於ケル膨脹ハ底部ニ於ケル全伸長ニ等シキハ計算ヲ俟タズシテ明カナルベシ

茲ニ $(1 - \frac{1}{n})al(t_1 - t_2)$ ナル伸長ハ熱ノ爲ニアラズシテ上下膨脹ノ差ヨリ起ル延引力ニ基クモノナリ 此問題ニ關スル説明ハ次ノ如シ

汽罐ノ上部ニ於テハ溫度 320°F ニシテ底部ニ於テハ溫度 130°F ナルヲ以テ上部ニ於テハ底部ニ於ケルヨリモ膨脹大ナルベシ汽罐胴板若シ斯クノ如ク膨脹センカ前鏡板ハ第九十六圖ニ示スガ如ク傾斜セザルヲ得ズ然ラバ管端其他ハ緊密ニ保タル能ハザルニ至ル然レドモ事實ハ之レニ反スルオヤ管端其他ヲシテ汽密又ハ水密ナラシムルニハ上下部共同一ノ膨脹ヲナスヤ必セリ即チ上部ハ下部ニ比シ溫度遙ニ大ナル



第九十六圖

ガ故ニ其膨脹ハ下部ヨリモ大ニシテ上部ノ此ノ膨脹ハ恒ニ下部ヲシテ同様ノ膨脹ヲナサシムルニ務ムルモ下部ハ上部ヨリ溫度遙ニ小ナルヲ以テ上部ノ膨脹ニ從フコトヲ得ズ却テ上部ノ膨脹ヲ收縮シ以テ上部ノ膨脹ヲ阻害シ結局下部ノ伸長ヲシテ上部ノ膨脹ト平均セシムルニ至ル之レ恰モ一時間10海里ノ速力ヲ有スル汽船ガ一時間2海里ノ速力ヲ有スル汽船ヲ曳船シテ走ルニ同ジク此汽船ハ此場合10海里ノ速力ヲ有セズ却テ2海里ノ速力ヲ有スル汽船ハ2海里以上ノ

速力ヲ有シ其速力ハ曳船ノ速力ニ等シキガ如シ

本問題ニ於テハ火架線(Fire-bar line)以上ノ面積ヲ火架線以下ノ面積ノ假リニ3倍ナリトセシヲ以テ膨脹ノ差ヨリ起ル力ノ $\frac{1}{4}$ ハ上部ニ受ケテ收縮シ残り $\frac{3}{4}$ ハ下部ニ受ケテ下部ヲ延引セシメタルモノナリ之レ即チ底部ニ於ケル接合ヲ損フ所因ニシテ底部ニ於ケル接合ハ周圍ノ接合ナル事勿論ナリ。

228. 前問ニ於テ上下溫度ノ差 98°F ニシテ切斷面一平方吋ニ13噸ノ重量ヲ加フル時長サノ $\frac{1}{1000}$ 伸長スルモノトスレバ罐胴板底部ニ加ハル延引ノ應力如何。

解 前問ト同符號ヲ使用ス

f = 求ムル所ノ延引力(一平方吋ニ付キ噸ニテ)トスレバ

a' = 延引ノ伸長率

延引力 = 由リ底部ヲ伸長シタル長サ $= \left(1 - \frac{1}{n}\right)al(t_1 - t_2)$

延引力 = 由リ底部ヲ伸長シタル長サ $= a'l$

∴ 次ノ比例ヲ得。

$$a'l : \left(1 - \frac{1}{n}\right)al(t_1 - t_2) = 13 : f$$

$$f = \frac{\left(1 - \frac{1}{n}\right)al(t_1 - t_2) \times 13}{a'l} = \frac{\left(1 - \frac{1}{n}\right)a(t_1 - t_2) \times 13}{a'}$$

$$\frac{1}{n} = \frac{1}{4}, \quad a = \frac{7}{1000000}, \quad t_1 - t_2 = 98^{\circ}\text{F}, \quad a' = \frac{1}{1000}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$f = \frac{\left(1 - \frac{1}{4}\right) \times \frac{7}{1000000} \times 98 \times 13}{\frac{1}{1000}} = \frac{3 \times 7 \times 98 \times 13000}{4 \times 1000000}$$

$$= \frac{3 \times 7 \times 49 \times 13}{2 \times 1000} = \frac{13377}{2000} = 6.6885 \text{ tons}/\square''$$

229. 直立汽罐 (Vertical Boiler) アリ底部燃焼室ノ接合ヨリ頂板ニ至ル罐胴板ノ長サ $12' - 6''$ ニシテ燃焼室及煙筒ノ伸長セル爲メ罐胴板八分一吋縦ニ伸長セリ而シテ切斷面一平方吋ノ鐵板ニ1噸ノ重量ヲ加フレバ長サノ $\frac{1}{13000}$ 伸長スルモノナル時切斷面一平方吋ニ於ケル應力幾噸ナリヤ。

解 l = 罐胴ノ長サ(吋ニテ), dl = 罐胴ノ伸長(吋ニテ),

f = 一平方吋ノ應力(噸ニテ)

トスレバ 前問ト同理ニヨリ次ノ比例ヲ得。

$$\frac{l}{13000} : dl = 1 : f$$

$$f = \frac{dl \times 13000}{l}$$

$$l = 12' - 6'' = 144'' + 6'' = 150'', \quad dl = \frac{1''}{8}$$

$$\therefore f = \frac{\frac{1}{8} \times 13000}{150} = \frac{13000}{8 \times 150} = \frac{65}{2 \times 3} = \frac{65}{6} = 10.833 \text{ tons}/\square''$$

230. 鋼製汽罐アリ長サ $13' - 6''$ ニシテ罐胴板ノ上下兩部ニ於ケル膨脹ノ差ノ $\frac{1}{5}$ ハ上部ニ於テ收縮シ其残りハ底部ニ於テ伸長シ上下ノ膨脹全ク相平均セリト云フ今罐胴板ハ溫度ノ差 1° ニ付キ $\frac{7}{1000000}$ 膨脹シ一吋平方ノ鋼板ニ13噸ノ重量ヲ加フレバ長サノ $\frac{1}{1000}$ 伸長スル時底部一平方吋ノ延引力ヲシテ7噸ヲ超エザラシムルニハ上下溫

度ノ差ヲ幾度ニシテ可ナルカ.

解 問題 228 ト 同 理 ニ ヨ リ

$$f = \frac{\left(1 - \frac{1}{n}\right) a (t_1 - t_2) \times 13}{a'}$$

$$\therefore t_1 - t_2 = \frac{f \times a'}{\left(1 - \frac{1}{n}\right) a \times 13}$$

$$f = 7 \text{ tons / sq. in.} \quad a' = \frac{1}{1000}, \quad 1 - \frac{1}{n} = 1 - \frac{1}{5} = \frac{4}{5}, \quad a = \frac{7}{1000000}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$t_1 - t_2 = \frac{7 \times \frac{1}{1000}}{\frac{4}{5} \times \frac{7}{1000000} \times 13} = \frac{7 \times 5 \times 1000000}{1000 \times 4 \times 7 \times 13} = \frac{5 \times 250}{13}$$

$$= \frac{1250}{13} = 96.153^\circ \text{F} \doteq 96^\circ \text{F.}$$

231. 汽壓毎平方吋50封度ニシテ直徑50''ノ汽筒蓋ヲ取付クル螺釘ノ直徑ハ $1\frac{1}{2}$ ''ノモノヲ使用シ其延引力ヲ一平方吋2000封度ヲ超ヘザラシメンニハ螺釘ノ數幾本ヲ用フベキカ.

解 n = 螺釘ノ數 トスレバ

$$\frac{\pi}{4} \times 50^2 \times 50 = \text{吸鑄上ノ總壓力(封度ニテ)}$$

$$\frac{\pi}{4} \times 1.5^2 \times 2000 \times n = \text{螺釘ノ總應力(封度ニテ)}$$

$$\therefore \frac{\pi}{4} \times 1.5^2 \times 2000 \times n = \frac{\pi}{4} \times 50^2 \times 50$$

$$n = \frac{50^2 \times 50}{1.5^2 \times 2000} = \frac{50 \times 50 \times 50}{1.5 \times 1.5 \times 2000} = \frac{5}{.3 \times .3 \times 2} = \frac{5}{.18}$$

$$= 27.777 \doteq 28 \text{ 本}$$

二聯成機關各主要部寸法 (Dimensions of the principal parts of a Two-cylinder compound engine).

二聯成機關ニ於テハ其主要部ノ直徑ハ大略次ニ示スガ如キ割合ナルコトヲ記憶スベシ但シ汽壓ハ一平方吋ニ付キ70封度ノモトス.

D = 低壓汽筒ノ直徑(吋ニテ), S = 行長(吋ニテ) トスレバ

$$\text{吸鑄幹部ノ直徑} = \frac{D}{10} \text{ (吋ニテ)}$$

$$\text{吸鑄幹最小部ノ直徑} = \frac{D}{14} \text{ (吋ニテ)}$$

$$\text{接續鑄螺釘ノ直徑} = \frac{D}{20} \text{ (吋ニテ) (但シ二本ノ時)}$$

曲拐軸受(Main Bearing)ノ長サ = 曲拐栓ノ直徑

$$\frac{D+l}{10} - \frac{D+l}{9} \text{ (吋ニテ)}$$

中間軸ノ直徑 (Diameter of Intermediate shaft)

$$= \frac{D+l}{11} - \frac{D+l}{10} \text{ (吋ニテ)}$$

232. 高壓汽筒ノ直徑50'' 低壓汽筒ノ直徑90''ニシテ行長48''ナル時上述ノ割合ニ從ヒ各主要部ノ寸法ヲ算出セヨ.

解 $D = 90''$ $L = 48''$

$$\text{吸鑄幹部ノ直徑} = \frac{D}{10} = \frac{90}{10} = 9''$$

$$\text{吸鑄幹最小部ノ直徑} = \frac{D}{14} = \frac{90}{14} = \frac{45}{7} = 6.428'' \doteq 6\frac{3}{8}''$$

$$\text{接續鑄螺釘ノ直徑} = \frac{D}{20} = \frac{90}{20} = \frac{9}{2} = 4\frac{1}{2}''$$

$$\begin{aligned} \text{曲拐軸受ノ長サ(強キ方)} &= \frac{D+l}{9} = \frac{90+48}{9} = \frac{138}{9} = 15.333'' \\ &\doteq 15 \frac{3''}{8} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{曲拐軸受ノ長サ(輕キ方)} &= \frac{D+l}{10} = \frac{90+48}{10} = \frac{138}{10} = 13.8'' \\ &\doteq 13 \frac{3''}{4} \end{aligned}$$

$$\text{中間軸ノ直徑(強キ方)} = \frac{D+l}{10} = \frac{90+48}{10} = \frac{138}{10} = 13.8'' \doteq 13 \frac{3''}{4}$$

$$\begin{aligned} \text{中間軸ノ直徑(輕キ方)} &= \frac{D+l}{11} = \frac{90+48}{11} = \frac{138}{11} = 12.545'' \\ &\doteq 12 \frac{1''}{2} \end{aligned}$$

233. 吸鑄鋅最小部ノ直徑ハ吸鑄直徑ノ $\frac{1}{15}$ ナリトス今吸鑄上有効壓力一平方吋ニツキ21封度ナル時吸鑄鋅一平方吋ニ受クル延引力如何.

解 D=吸鑄直徑(吋ニテ) トスレバ

$$\frac{D}{15} = \text{吸鑄鋅ノ直徑(吋ニテ) ナリ}$$

f=吸鑄鋅一平方吋ノ延引力(封度ニテ) トスレバ

$$\frac{\pi}{4} D^2 \times 21 = \text{吸鑄上ノ總壓力(封度ニテ)}$$

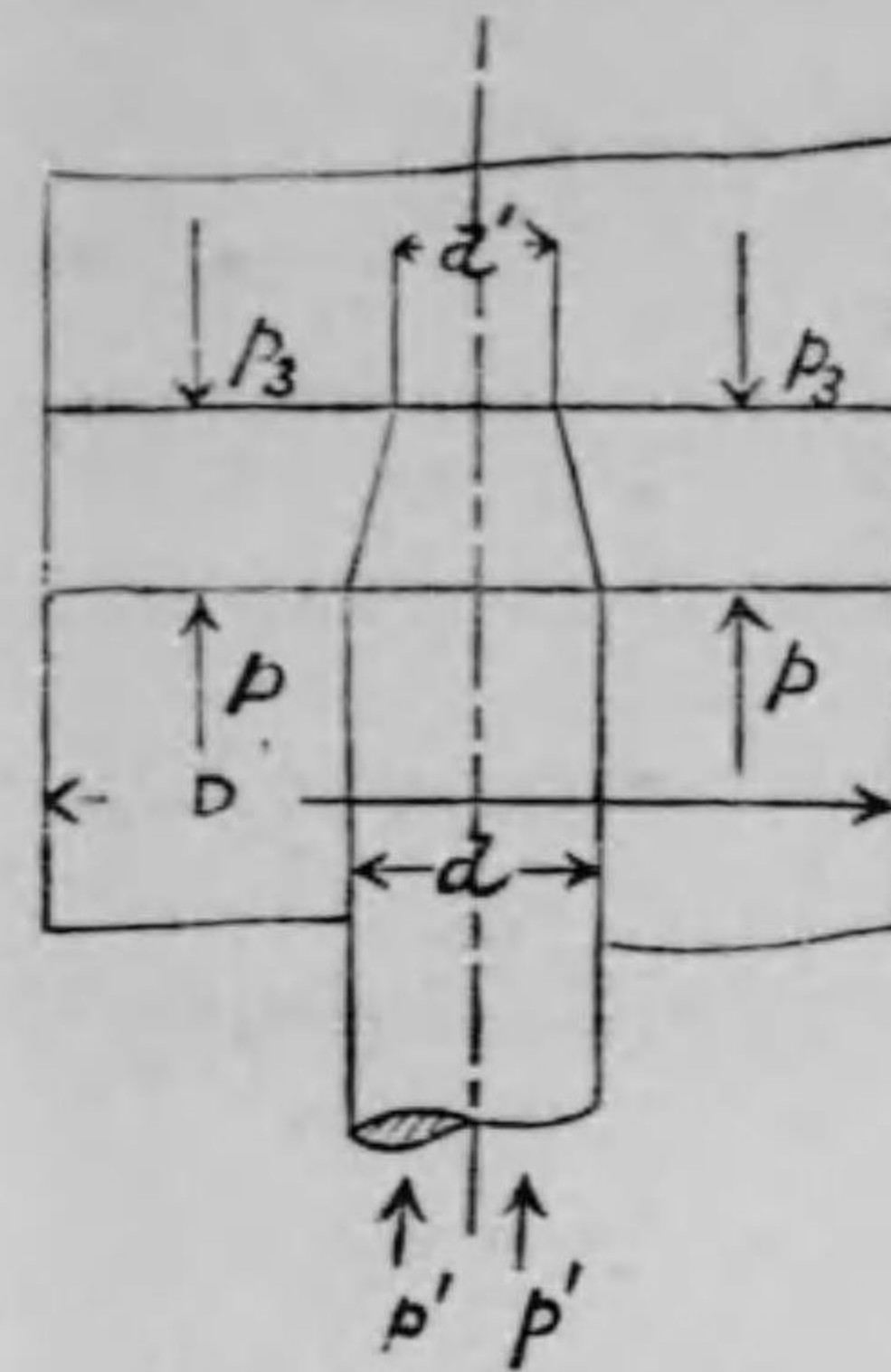
$$\text{又 } \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{15}\right)^2 \times f = \text{吸鑄鋅最小部ニ於ケル總應力(封度ニテ)}$$

$$\therefore \frac{\pi}{4} \left(\frac{D}{15}\right)^2 \times f = \frac{\pi}{4} D^2 \times 21$$

$$f = 21 \times 15^2 = 4725 \text{ lbs}/\square''$$

234. 二聯成汽機アリ低壓汽筒吸鑄鋅最小部ノ直徑ハ吸鑄直徑ノ $\frac{1}{14}$ ニシテ吸鑄鋅幹部ノ直徑ハ其 $\frac{1}{10}$ ナリト云フ今吸鑄上一平方吋ノ壓

力30封度ニシテ背壓(Back pressure)ハ一平方吋3.4封度ナル時吸鑄鋅一平方吋ニ及ボス延引力如何.



第九十七圖

解 吸鑄鋅一平方吋ニ受クル延引力ヲ求ムル問題ナルヲ以テ本問題ハ第九十七圖ニ示スガ如ク船用機関ニ於テハ返行長(Up stroke)ノ場合ナルコト明カナリ.

第九十七圖ニ於テ

p=吸鑄ノ下部ニ於ケル一平方吋ノ壓力(封度ニテ)

p₃=吸鑄ノ上部ニ於ケル一平方吋ノ背壓(封度ニテ)

p'=吸鑄鋅一平方吋ニ於ケル大氣壓(封度ニテ)

d=吸鑄鋅幹部ノ直徑(吋ニテ)

d'=吸鑄鋅最小部ノ直徑(吋ニテ) D=汽筒ノ直徑(吋ニテ)

f=吸鑄鋅最小部面積一平方吋ニ受クル延引力(封度ニテ)

トスレバ

$$\text{吸鑄上ニ於ケル有効壓力} = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p - \frac{\pi}{4} D^2 p_3 \quad (\text{封度ニテ})$$

$$\text{又吸鑄鋅ニ大氣ノ及ボス壓力} = \frac{\pi}{4} d^2 p' \quad (\text{封度ニテ})$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{吸鑄鋅最小部ニ受クル總壓力} &= \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) p - \frac{\pi}{4} D^2 p_3 + \frac{\pi}{4} d^2 p' \\ &= \frac{\pi}{4} \{ (D^2 - d^2) p - D^2 p_3 + d^2 p' \} \\ &\quad (\text{封度ニテ}) \end{aligned}$$

又吸錫錐最小部 = 受クル總延引力 = $\frac{\pi}{4} d'^2 f$ (封度 = τ)

$$\therefore \frac{\pi}{4} d'^2 f = \frac{\pi}{4} \{ (D^2 - d^2) p - D^2 p_3 + d^2 p' \}$$

$$\therefore f = \frac{(D^2 - d^2) p - D^2 p_3 + d^2 p'}{d^2} \dots \dots \dots (i)$$

又吸錫錐最小部 = 受クル總壓力 = $\frac{\pi}{4} \{ (D^2 - d^2) p - D^2 p_3 + d^2 p' \}$

$$= \frac{\pi}{4} \{ (D^2 - d^2) p + d^2 p_3 - D^2 p_3 + d^2 p' - d^2 p_3 \}$$

$$= \frac{\pi}{4} \{ (D^2 - d^2) p - (D^2 - d^2) p_3 + d^2 (p' - p_3) \}$$

$$= \frac{\pi}{4} \{ (D^2 - d^2) (p - p_3) + d^2 (p' - p_3) \}$$

$$\therefore f = \frac{(D^2 - d^2) (p - p_3) + d^2 (p' - p_3)}{d^2} \dots \dots \dots (ii)$$

故 = (i) 及 (ii) ノ内何レノ式 = テ計算スルモ f ノ價ハ同一ナリ.

$$d = \frac{D''}{10}, \quad d' = \frac{D''}{14}, \quad p = 30 \text{ lbs}/\square'', \quad p_3 = 3.4 \text{ lbs}/\square'', \quad p' = 15 \text{ lbs}/\square''$$

此等ノ價ヲ (i) = 置キ換フル時ハ

$$f = \frac{\left\{ D^2 - \left(\frac{D}{10} \right)^2 \right\} \times 30 - D^2 \times 3.4 + \left(\frac{D}{10} \right)^2 \times 15}{\left(\frac{D}{14} \right)^2}$$

$$= \frac{D^2 \left[\left\{ 1 - \left(\frac{1}{10} \right)^2 \right\} \times 30 - 3.4 + \left(\frac{1}{10} \right)^2 \times 15 \right]}{D^2 \left(\frac{1}{14} \right)^2}$$

$$= \frac{\left(1 - \frac{1}{100} \right) \times 30 - 3.4 + \frac{1}{100} \times 15}{\left(\frac{1}{14} \right)^2} = \frac{\frac{99}{100} \times 30 - 3.4 + \frac{15}{100}}{\frac{1}{14 \times 14}}$$

$$= \frac{\frac{297}{10} - 3.4 + .15}{\frac{1}{14 \times 14}} = \frac{29.7 - 3.4 + .15}{\frac{1}{14 \times 14}} = 14 \times 14 \times 26.45$$

$$= 5184.2 \text{ lbs}/\square''$$

此等ノ價ヲ (ii) = 代用スレバ

$$f = \frac{\left\{ D^2 - \left(\frac{D}{10} \right)^2 \right\} (30 - 3.4) + \left(\frac{D}{10} \right)^2 (15 - 3.4)}{\left(\frac{D}{14} \right)^2}$$

$$= \frac{\left(1 - \frac{1}{100} \right) (30 - 3.4) + \frac{1}{100} \times (15 - 3.4)}{\frac{1}{14 \times 14}}$$

$$= \frac{\frac{99}{100} \times 26.6 + \frac{1}{100} \times 11.6}{\frac{1}{14 \times 14}} = \frac{2633.4 + 11.6}{\frac{1}{14 \times 14}}$$

$$= \frac{\frac{2645}{100}}{\frac{1}{14 \times 14}} = \frac{2645 \times 14 \times 14}{100} = \frac{518420}{100} = 5184.2 \text{ lbs}/\square''$$

遠心力 (Centrifugal force).

糸ノ一端ニ小石ヲ結ビ付ケ他端ヲ手ニテ持チ之ヲ振ル時ハ小石ハ圓 (Circular path) ヲ畫キテ運動スベシ此場合ニ於テ小石ハ圓ノ中心ニ向フ力ノ働キヲ受クベシ恰モ中心ニ手アリテ糸ヲ介シテ小石ヲ

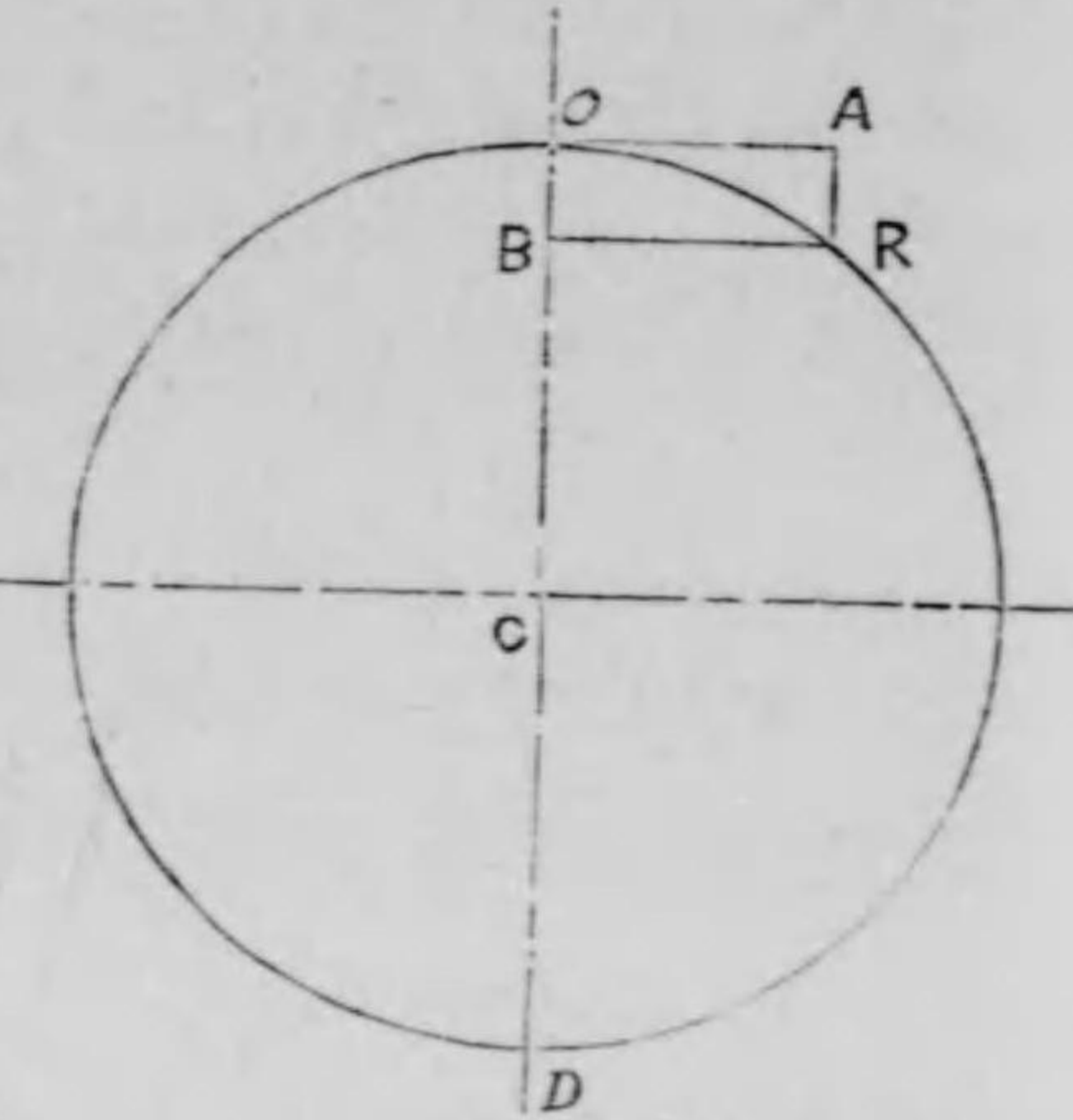
引付け居ルガ如シ此ノ力ヲ遠心力ト稱ス。

今 $r =$ 糸ノ長サ $=$ 圓ノ半径, $m =$ 小石ノ質量

$v =$ 小石ノ速力 (Circumferential velocity) (毎秒)

トシ第九十八圖ニ於テ C ヲ中心トシ CO ヲ糸ノ長サトシ ORD ヲ C ヲ中心トシテ CO ノ畫ク圓周ナリトシ小石ハ t 秒間ニ O ヲヨリ R マデ動キタルモノトシ此 t ヲ極少時間ナリト考フル時ハ OR ハ直線ト見做スモ差支ナカルベシ。

O ニアル小石ハ遠心力ノ作用ヲ受ケテ中心 C ニ向ツテ或ル加速度ヲ以テ運動スベク同時ニ小石ハ OC ニ直角ナル方向ニ v ナル速力ヲ以テ運動セ

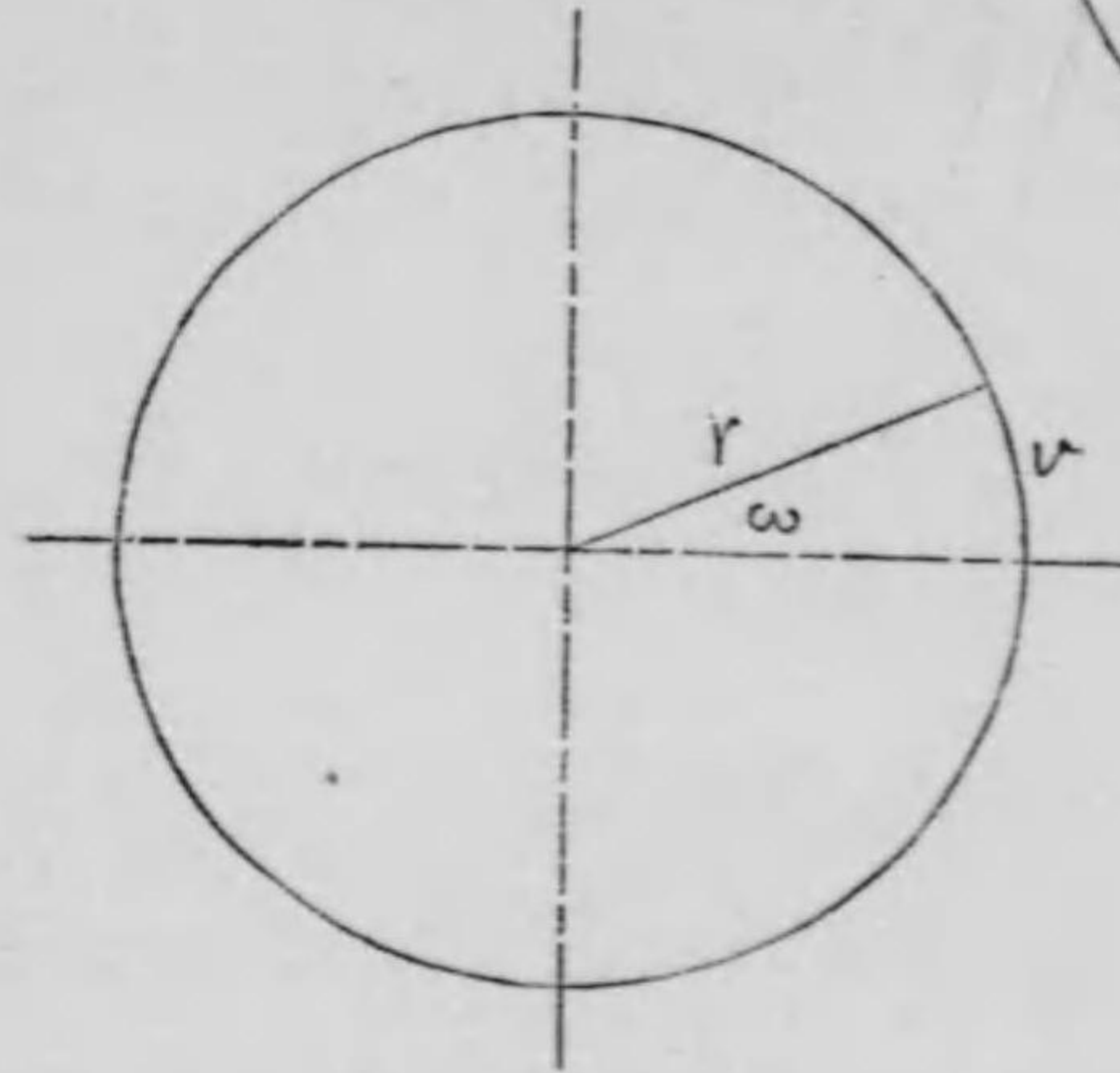


第九十八圖

ザルベカラズ即チ小石ハ此ニ力ヲ同時ニ受ケ t 秒間ニシテ R ニ來リタルナリ

今 $a = 0$ ガ中心 C ニ向フ加速度トスレバ

OC ノ方向..... $\frac{1}{2} at^2 = OB$



第九十九圖

OA ノ方向..... $vt = OA$

幾何學ノ定理 (A theorem of Geometry) ニヨリ

$BR^2 = OB \cdot BD.$

然ルニ OB ハ極少ナリト假定シタルヲ以テ

$BD \doteq OD.$

$\therefore BR^2 \doteq OB \cdot OD.$ 又 $BR = OA$

即 $OA^2 = OB \cdot OD.$ 而シテ $OD = 2r.$

$\therefore (vt)^2 = \frac{1}{2} at^2 \times 2r, \quad v^2 t^2 = at^2 r \quad \therefore a = \frac{v^2}{r}$

力ノ定義ニヨリ

遠心力 $= f = ma = m \frac{v^2}{r}.$

第九十九圖ニ於テ

$\omega =$ 角速度 (Angular velocity) トスレバ $v = \omega r$

$f = m \frac{v^2}{r} = m \frac{(\omega r)^2}{r} = m \omega^2 r \dots \dots \dots (I)$

$W =$ 糸ノ重量 (封度ニテ) $g = 32.2 \text{ ft/sec/sec}$ } トスレバ

$n =$ 一分時ノ回轉數

$m = \frac{W}{g}$ 又 $\omega = \frac{2\pi n}{60}$

此等ノ價ヲ (I) ニ置キ換フル時ハ

$f = \frac{W}{g} \left(\frac{2\pi n}{60} \right)^2 r = \frac{W}{32.2} \times \frac{4\pi^2 n^2}{3600} r$

$= \frac{4 \times 3.1416 \times 3.1416}{32.2 \times 3600} W n^2 r = \frac{.0748 \times .2618}{2.3 \times 25} W n^2 r$

$= \frac{.01958264}{57.5} W n^2 r \doteq .00034 W n^2 r \dots \dots \dots (XLVI)$

235. 曲拐ノ平衡重量 (Blance weight) 15000 封度ニシテ其有効半徑 (Effective radius) ハ 1'-9" ナリ汽機一分時ノ回轉 62 ニシテ之ヲ二本ノ螺釘ヲ以テ取附クル時其ノ直徑ヲ幾時ニシテ可ナルカ. 但シ螺釘切斷面一平方吋ノ應力ヲ 5000 封度ナリトス.

解 d = 螺釘ノ直徑 (吋ニテ) トスレバ

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times 2 \times 5000 = \text{螺釘切斷面ノ總應力 (封度ニテ)}$$

公式 (XLVI) ニ於テ

$$W = 15000 \text{ lbs.}, \quad n = 62/\text{min.}, \quad r = 1' - 9'' = 1.75'$$

ト置ケバ

$$.00034 \times 15000 \times 62^2 \times 1.75 = \text{遠心力 (封度ニテ)}$$

∴ 次ノ方程式ヲ得ベシ

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times 2 \times 5000 = .00034 \times 15000 \times 62^2 \times 1.75$$

$$d^2 = \frac{.00034 \times 15000 \times 62 \times 62 \times 1.75}{.7854 \times 2 \times 5000}$$

$$= \frac{.00017 \times 30 \times 31 \times 31 \times .05}{.0561}$$

$$= \frac{.245055}{.0561} = 4.368181$$

$$\therefore d = \sqrt{4.368181} = 2.09'' \doteq 2.1''$$

壓搾力ニ關スル問題 (Problems relating to compression).

236. 直徑 3" ナル銑鉄棒 (Cast iron bar) ハ 350 噸ノ重量ニテ壓潰セラルト云フ此壓搾力 (Compression or crushing strength) ハ一平

方吋ニ付キ幾噸ナルカ.

解 A = 銑鉄棒ノ切斷面積 (平方吋ニテ)

W = 重量 (封度ニテ) f = 壓搾力 (一平方吋ニツキ噸ニテ)

トスレバ

$$f = \frac{W}{A}$$

$$A = \frac{\pi}{4} \times 3^2 = .7854 \times 9 \text{ 吋}^2, \quad W = 350 \text{ tons.}$$

$$\therefore f = \frac{350}{.7854 \times 9} = \frac{175}{.3927 \times 9} = \frac{175}{3.5343} = 49.5147 \text{ tons/吋}^2$$

$$\doteq 49.5 \text{ tons / 吋}^2$$

237. 5' 平方ノ銑鉄實體柱 (Solid cast iron column) 四本ヲ以テ支持セラルル水槽 (Cistern) アリ其内側ニ於テ長サハ 12'-0" 幅 8'-0" 深サハ 6'-0" ナリ今此水槽ニ其 $\frac{3}{4}$ 迄水ヲ滿ス時角柱一平方吋ニ及ボス壓搾力如何水槽ノミノ重量ハ 56 噸ナリ.

解 L = 水槽内側ニ於ケル長サ (呎ニテ),

B = 水槽内側ニ於ケル幅 (呎ニテ)

H = 水槽内側ニ於ケル水ノ深サ (呎ニテ)

W = 水ヲ有セザル時ノ水槽ノ重量 (封度ニテ)

S = 角柱ノ一邊 (吋ニテ) n = 角柱ノ數

f = 角柱一平方吋ニ受クル壓搾力 (封度ニテ)

W_1 = 水ノ重量 (封度ニテ) トスレバ

角柱ノ受クル總荷重 = $W + W_1 = W + L \times B \times H \times 62.5$ (封度ニテ)

又 ns^2 = 角柱ノ總切斷面積 (平方吋ニテ)

∴ 次ノ方程或ヲ得ニシ

$$ns^2f = W + L \times B \times H \times 62.5$$

$$f = \frac{W + L \times B \times H \times 62.5}{ns^2}$$

$$W = 56 \text{ tons} = 56 \times 2240 \text{ lbs} = 125440 \text{ lbs.}$$

$$L = 12', \quad B = 8', \quad H = 6 \times \frac{3}{4} = \frac{9}{2} = 4.5'$$

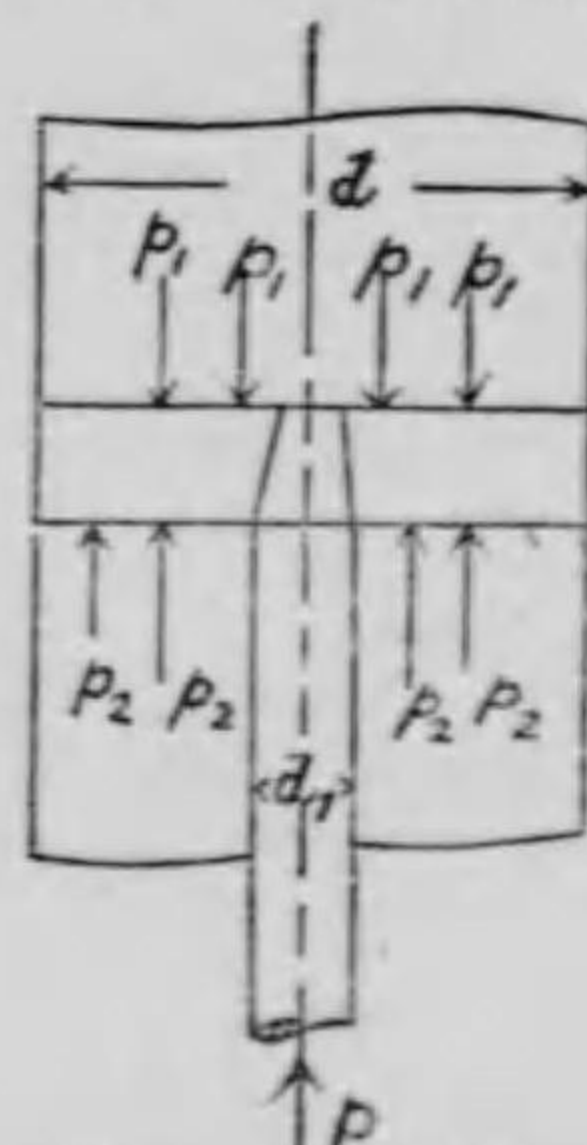
$$S = 5'', \quad n = 4.$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$f = \frac{125440 + 12 \times 8 \times 4.5 \times 62.5}{4 \times 5^2} = \frac{125440 + 27000}{4 \times 25}$$

$$= \frac{152440}{100} = 1524.4 \text{ lbs/}\square''$$

238. 普通ノ割合ヲ有スル二聯成汽機ノ吸鑄錐ノ直徑ハ低壓汽筒直徑ノ $\frac{1}{10}$ ナリ今高壓汽筒吸鑄上一平方吋ノ壓力ハ58封度又低壓汽筒吸鑄上一平方吋ノ壓力ハ17封度ニシテ兩汽筒ノ直徑ハ各45"及ヒ80"ナル時高壓汽筒吸鑄一平方吋ノ壓搾力如何.



第百圖

解 第百圖ニ於テ

p_1 = 高壓汽筒内一平方吋ノ壓力(封度ニテ)

p_2 = 低壓汽筒内一平方吋ノ壓力(封度ニテ)

p = 一平方吋ノ大氣壓 (封度ニテ)

D = 低壓汽筒ノ直徑(吋ニテ)

d = 高壓汽筒ノ直徑(吋ニテ)

d_1 = 吸鑄錐ノ直徑(吋ニテ)

f = 吸鑄錐一平方吋ノ壓搾力(封度ニテ)

トスレバ吸鑄錐ノ壓搾力ヲ受クルハ吸鑄ノ下降 (Down Stroke) スル場合ナルコト明カナリ.

高壓汽筒吸鑄ノ上部 = 受クル壓力 = $\frac{\pi}{4} d^2 p_1$ (封度ニテ)

高壓汽筒吸鑄ノ下部 = 受クル背面壓力 = $\frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) p_2$ (封度ニテ)

高壓汽筒吸鑄錐ニ於ケル大氣ノ及ボス壓力 = $\frac{\pi}{4} d_1^2 p_3$ (封度ニテ)

故ニ吸鑄ノ下降スル際吸鑄錐ニ受クル總壓搾力ハ

$$\frac{\pi}{4} d^2 p_1 - \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) p_2 - \frac{\pi}{4} d_1^2 p_3$$

又吸鑄錐ニ於ケル總壓搾力 = $\frac{\pi}{4} d_1^2 f$

$$\therefore \frac{\pi}{4} d_1^2 f = \frac{\pi}{4} d^2 p_1 - \frac{\pi}{4} (d^2 - d_1^2) p_2 - \frac{\pi}{4} d_1^2 p_3$$

$$f = \frac{d^2 p_1 - (d^2 - d_1^2) p_2 - d_1^2 p_3}{d_1^2} \dots \dots \dots (I)$$

$$\text{又 } d^2 p_1 - (d^2 - d_1^2) p_2 - d_1^2 p_3 = d^2 p_1 - d^2 p_2 + d_1^2 p_2 - d_1^2 p_3$$

$$= d^2 p_1 - d^2 p_2 - d_1^2 p_1 + d_1^2 p_1 + d_1^2 p_2 - d_1^2 p_3$$

$$= d^2 (p_1 - p_2) - d_1^2 (p_1 - p_2) + d_1^2 (p_1 - p_3)$$

$$= (d^2 - d_1^2) (p_1 - p_2) + d_1^2 (p_1 - p_3)$$

$$\therefore f = \frac{(d^2 - d_1^2) (p_1 - p_2) + d_1^2 (p_1 - p_3)}{d_1^2} \dots \dots \dots (II)$$

上二式ノ内熟レヲ採ルモ可ナリ.

$$d = 45'', \quad d_1 = \frac{D}{10} = \frac{80''}{10} = 8'', \quad p_1 = 53 \text{ lbs/}\square''$$

$$p_2 = 17 \text{ lbs/}\square\text{''} \quad p_3 = 15 \text{ lbs/}\square\text{'}$$

此等ノ價ヲ (I) = 置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} f &= \frac{45^2 \times 58 - (45^2 - 8^2) \times 17 - 8^2 \times 15}{8^2} \\ &= \frac{2025 \times 58 - 53 \times 37 \times 17 - 64 \times 15}{64} \\ &= \frac{117450 - 33337 - 960}{64} = \frac{83153}{64} = 1299.265 \text{ lbs/}\square\text{''} \\ &\approx 1300 \text{ lbs/}\square\text{''} \end{aligned}$$

239. 吸鑿ノ直徑 75'' = シテ行長ノ始メニ於ケル有効壓力ハ一平方吋 21.5 封度ナリ油途 (oil path) = 於ケル壓力ヲ一平方吋 700 封度ナリトシ曲拐栓ノ直徑 12'' ナル時曲拐栓ノ長ヲ如何.

解 D = 吸鑿ノ直徑 (吋 = テ)

p = 一平方吋ノ有効壓力 (封度 = テ)

d = 曲拐栓ノ直徑 (吋 = テ)

l = 曲拐栓ノ長ヲ (吋 = テ)

p' = 曲拐栓受面 (Crank pin journal) 一平方吋ニ於ケル壓力 (封度 = テ) トスレバ

曲拐栓受面 = d × l (平方吋 = テ)

吸鑿上ノ總壓力 = $\frac{\pi}{4} D^2 \times p$ (封度 = テ)

曲拐栓受面ニ於ケル總壓力 = d × l × p' (封度 = テ)

此兩者ハ相等シカルベシ

$$\therefore d \times l \times p' = \frac{\pi}{4} D^2 p \dots\dots\dots (H), \quad l = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 p}{d \times p'}$$

$$D = 75\text{'}, \quad p = 21.5 \text{ lbs/}\square\text{'}, \quad d = 12\text{'}, \quad p' = 700 \text{ lbs/}\square\text{'}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\begin{aligned} l &= \frac{.7854 \times 75^2 \times 21.5}{12 \times 700} = \frac{.7854 \times 75 \times 75 \times 21.5}{12 \times 700} \\ &= \frac{.0561 \times 75 \times 21.5}{2 \times 4} = \frac{90.46125}{8} = 11.3076\text{'}' \approx 11.308\text{'}' \end{aligned}$$

240. 問題 239 = 於テ曲拐栓ノ直徑ト曲拐栓ノ長ヲ同一ナル時各如何.

解 $l = d$ トスレバ (H) ハ次ノ如クナルベシ

$$\begin{aligned} d^2 \times p' &= \frac{\pi}{4} D^2 p, \quad d^2 = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 p}{p'} = \frac{.7854 \times 75 \times 75 \times 21.5}{700} \\ &= \frac{.0561 \times 3 \times 75 \times 21.5}{2} = \frac{271.38375}{2} = 135.691875 \end{aligned}$$

$$\therefore d = l = \sqrt{135.691875} = 11.648\text{'}$$

241. 低壓汽筒ノ直徑ハ 72'' 行長 45'' = シテ高壓汽筒ト低壓汽筒トハ面積ニ於テ 1 ト 4 ノ如シ行長ノ初メニ於テ低壓汽筒内ノ有効壓力ハ一平方吋 18 封度又高壓汽筒内ノ有効壓力ハ一平方吋 54 封度ナリ各曲拐栓ニ及ボス壓力如何. 但シ運動部ノ慣性及ヒ重量 (Inertia and weight of moving parts) ヨリ生ズル結果ヲ算入セザルモノトス.

解 D_1 = 高壓汽筒ノ直徑 (吋 = テ),

D = 低壓汽筒ノ直徑 (吋 = テ),

p_1 = 高壓汽筒内一平方吋ノ有効壓力 (封度 = テ),

p = 低壓汽筒内一平方吋ノ有効壓力 (封度 = テ)

p_1 = 高壓曲拐栓一平方吋ノ壓力(封度ニテ)
 p = 低壓曲拐栓一平方吋ノ壓力(封度ニテ)
 d = 曲拐栓ノ直徑(吋ニテ) = 曲拐栓ノ長サ(吋ニテ).
 n = 汽筒面積ノ割合 トスレバ
 高壓汽筒内ノ總有効壓力 = $\frac{\pi}{4} D_1^2 p_1$ (封度ニテ)
 高壓汽筒曲拐栓ニ於ケル總壓力 = $d^2 p_1$
 此兩者ハ相等シカルベキヲ以テ

$$d^2 p_1 = \frac{\pi}{4} D_1^2 p_1 \quad \therefore \quad p_1 = \frac{\frac{\pi}{4} D_1^2 p_1}{d^2} = \frac{\pi}{4} \frac{D^2}{n} p_1 \dots\dots (I)$$

同理ニヨリ

$$d^2 p = \frac{\pi}{4} D^2 p \quad \therefore \quad p = \frac{\frac{\pi}{4} D^2 p}{d^2} \dots\dots (II)$$

$$D = 72, \quad n = 4, \quad p_1 = 54 \text{ lbs}/\square''$$

$$d = \frac{D+L}{9} = \frac{72+45}{9} = \frac{117}{9} = 13''$$

此等ノ價ヲ (I) ニ置キ換フル時ハ

$$p_1 = \frac{.7854 \times \frac{72^2}{4} \times 54}{13^2} = \frac{.7854 \times 72 \times 72 \times 54}{13 \times 13 \times 4} = \frac{.7854 \times 36 \times 36 \times 54}{13 \times 13}$$

$$= \frac{54965.4336}{169} = 325.239 \text{ lbs}/\square''$$

$$D = 72, \quad p = 18 \text{ lbs}/\square'', \quad d = 13''$$

此等ノ價ヲ (II) ニ置キ換フル時ハ

$$p' = \frac{.7854 \times 72 \times 72 \times 18}{13 \times 13} = \frac{73287.2448}{169} = 433.632 \text{ lbs}/\square''$$

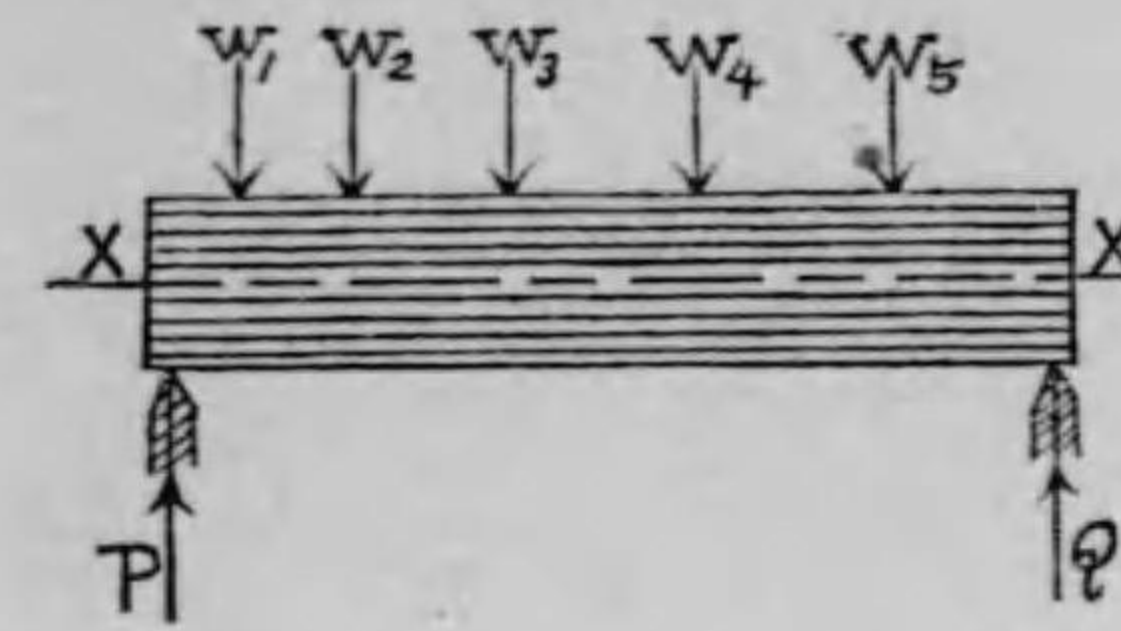
支 梁 (Beam)

支 梁 ノ 意 義 (Definition of Beam).

一 本 ノ 棒 (Bar) 若 シ 下 ニ 掲 グ ル 二 條 件 ヲ 具 フ ル 時 此 棒 ヲ 支 梁 ト 稱 ス

(I) 棒ノ幾何學的軸(Geometrical axis)ハ一直線ヲナシ此直線ヲ含ム平面ヲ相稱面(Symmetrical plane)トナス時.

(II) 此棒ニ加ハル總テノ外力(External force)ハ棒ノ軸ニ垂直ニシテ且此相稱面ニ働ケル時.

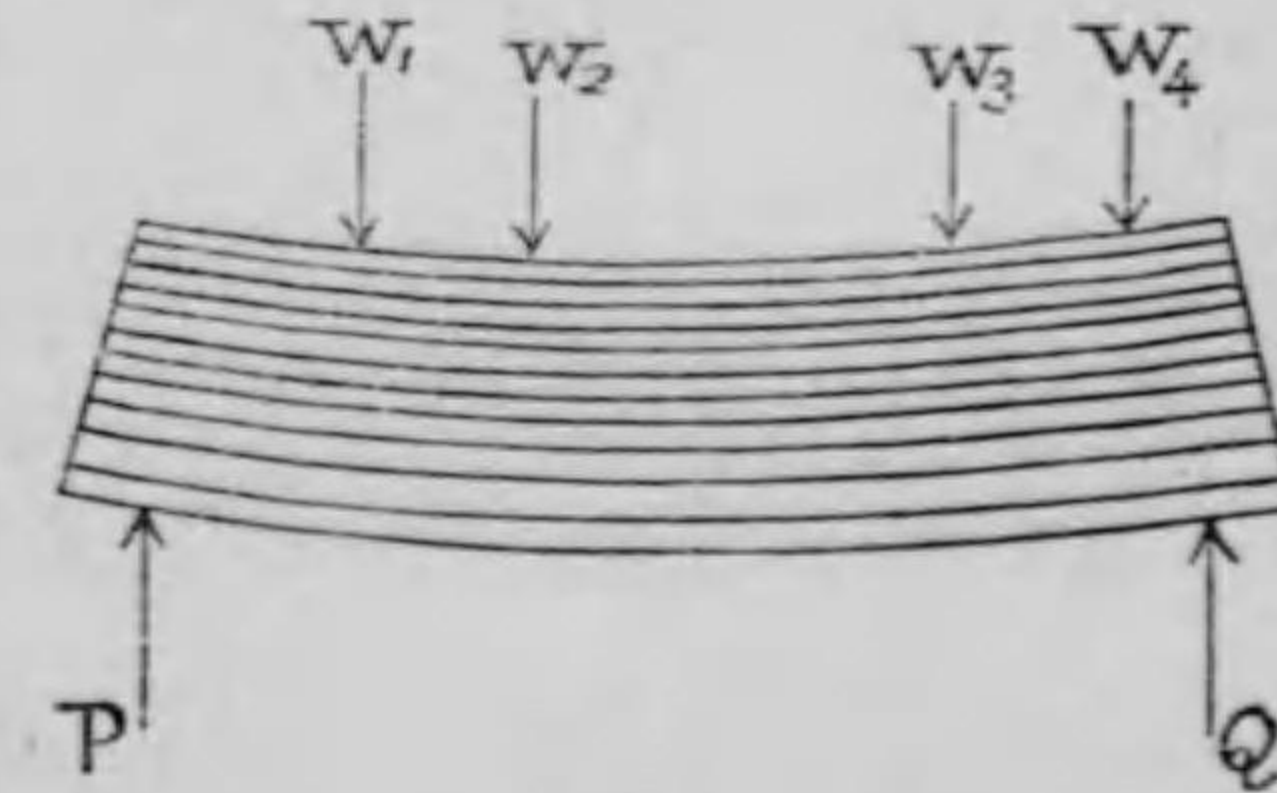


第 百 一 圖

第 百 一 圖 ニ 示 ス ガ 如 ク ツ ノ 棒 ハ 兩 端 ニ 於 テ 支 持 セ ラ レ 之 レ ニ W_1, W_2, W_3, W_4, W_5 ナ ル 外 力 ヲ 加 ヘ タ リ ト ス レ バ 此 棒 ハ W_1, W_2, W_3, W_4 及 ビ W_5 ナ ル 外 力 ト P, Q ナ ル 兩 端

ニ 於 ケ ル 支 持 力 (Supporting forces or Reactions) ノ 作 用 ヲ 受 ケ テ 屈 曲 ス ル コ ト 明 カ ナ ラ ン .

今 此 棒 ニ 外 力 ヲ 施 サ ザ ル 以 前 其 軸 XX ニ 平 行 ナ ル 無 數 ノ 直 線 ヲ 引 キ 第 百 一 圖 ニ 示 ス ガ 如 ク 之 レ ヲ 無 數 ノ 極 少 部 分 ニ 分 チ 置 キ タ リ ト ス レ バ 此 棒 ノ 屈 曲 シ タ ル 後 ニ 於 テ ハ 第 百 二 圖



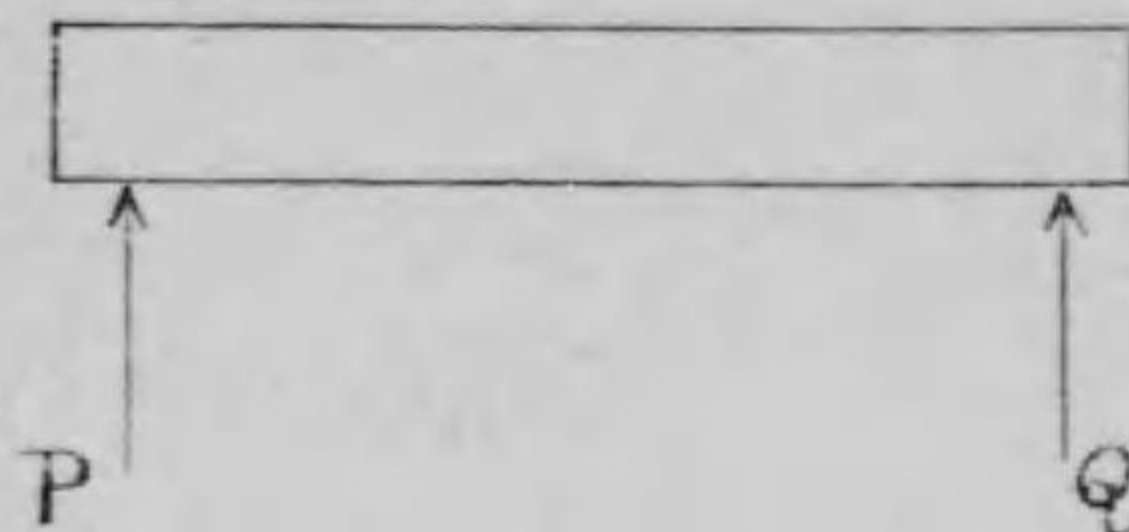
第 百 二 圖

ノ如ク無數ノ平行線ハ XXヨリ上面ニ近クニ從ヒ漸次其長サヲ短縮シ XXヨリ下面ニ近ヅクニ從ヒ漸次其長サヲ増大ス換言スレバ上面ヨリ中央ニ近ツクニ從ヒ漸次其長サヲ増シ下面ヨリ中央ニ近ヅクニ從ヒ漸次其長サヲ減ジ中央部 XXニ於テハ殆ンド其長サニ増減ナシト考フルコトヲ得ベシ斯クノ如ク外力ヲ加ヘタル後ニ於テ其長サニ増減ヲ生セザル軸線ヲ中和軸 (Neutral axis) ト云ヒ此軸ヲ含ム平面ヲ中和面 (Neutral surface) ト稱ス故ニ此棒ヲ支梁ト稱スルコトヲ得ル爲ニハ外力ハ此中和面ニ働クヲ要スベキヤ疑ナシ。

支梁ノ種類 (Kinds of Beam).

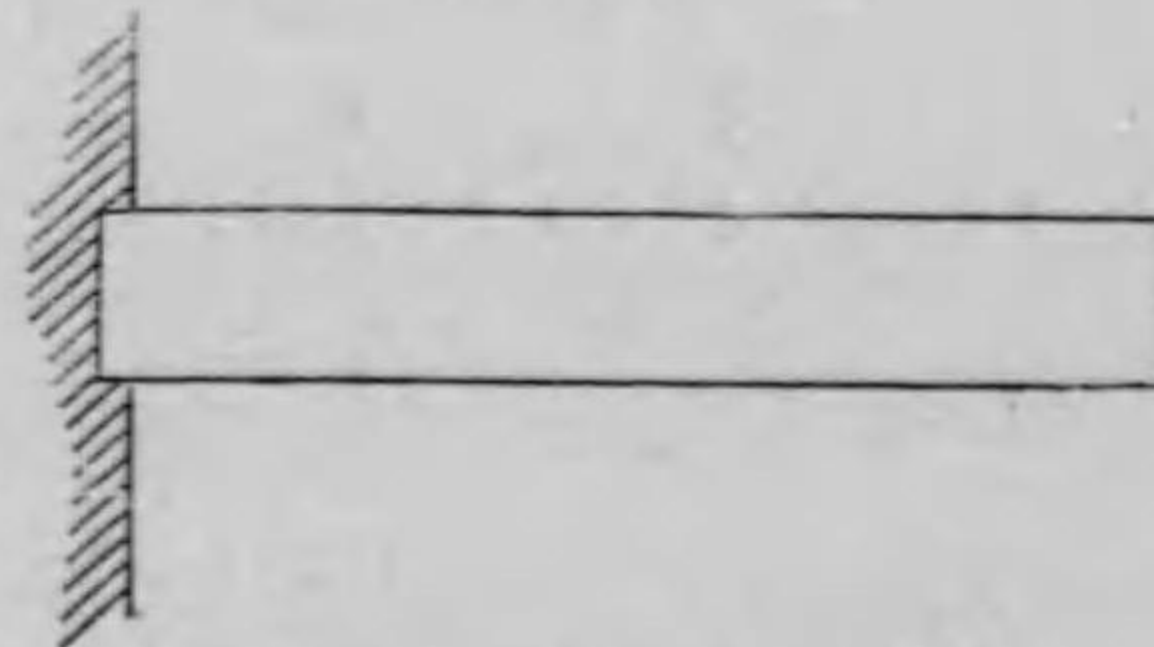
支梁ヲ分チテ下ノ三種トナス。

- (I) 簡單支梁 (Simple Beam)
- (II) 臂支梁 (Cantilever Beam)
- (III) 連續支梁 (Continuous Beam)



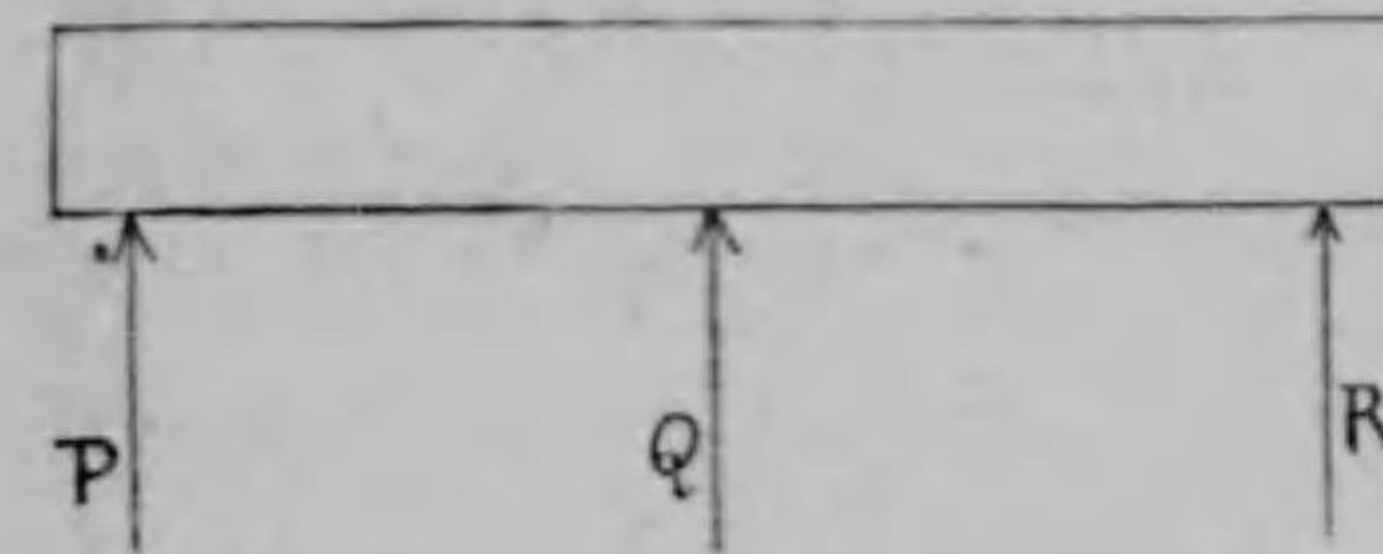
第 百 三 圖

(II) 臂支梁トハ第百四圖ノ如ク一端ニ於テ固定セラレタル支梁 (Beam fixed at one end) ヲ云フ



第 百 四 圖

(I) 簡單支梁トハ第百三圖ノ如ク其兩端ニ於テ支持セラレタル支梁 (Beam supported at both ends) ヲ云フ。



第 百 五 圖

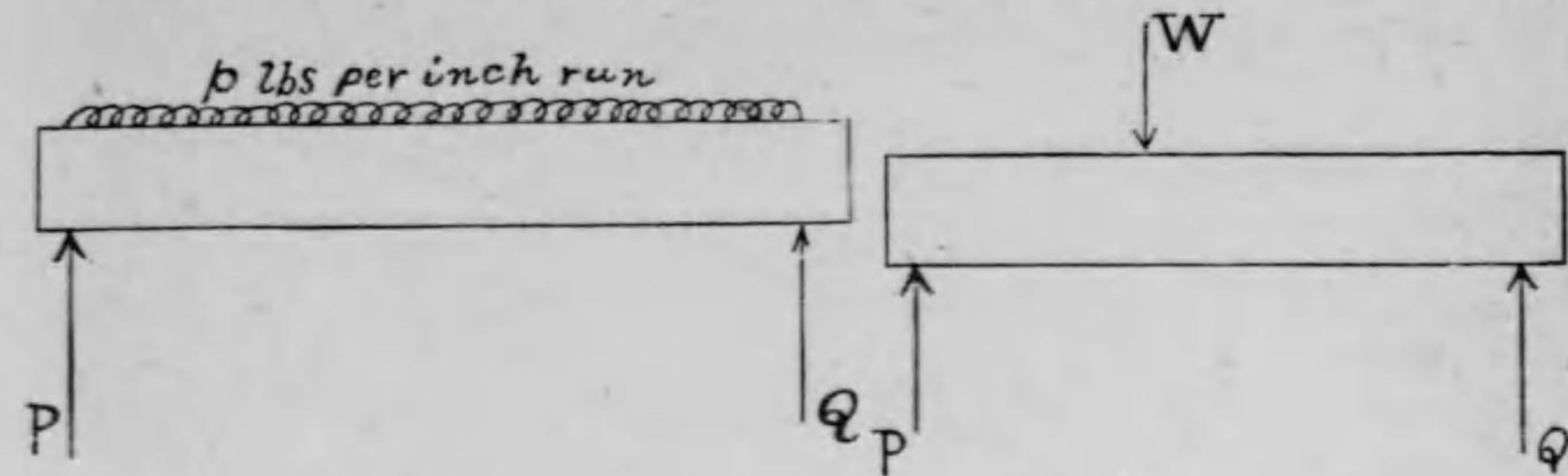
(III) 連續支梁トハ三ツ以上ノ點ニ於テ支持セラレタル支梁 (Beam supported at more than 3 points) ヲ云フ

後ニ述ブル所ノ兩端固定 (Fixed at both ends) ノ場合ハ連續支梁ト見做サルベキ者ナリ。

荷重ノ種類 (Kinds of Load)

- (I) 平等分配荷重 (Uniformly distributed or Uniform load).
- (II) 單獨荷重 (Concentrated load).

平等分配荷重トハ第百六圖ニ示スガ如ク支梁ノ全長ニ亘リテ一様ニ分配セラレタル荷重ヲ云フ例令長サ 1 吋ノ支梁ノ重サ p 封度ナル



第 百 六 圖

第 百 七 圖

時ハ此支梁ノ長サ x 吋ニ於ケル分配荷重ハ px 封度ナルガ如シ

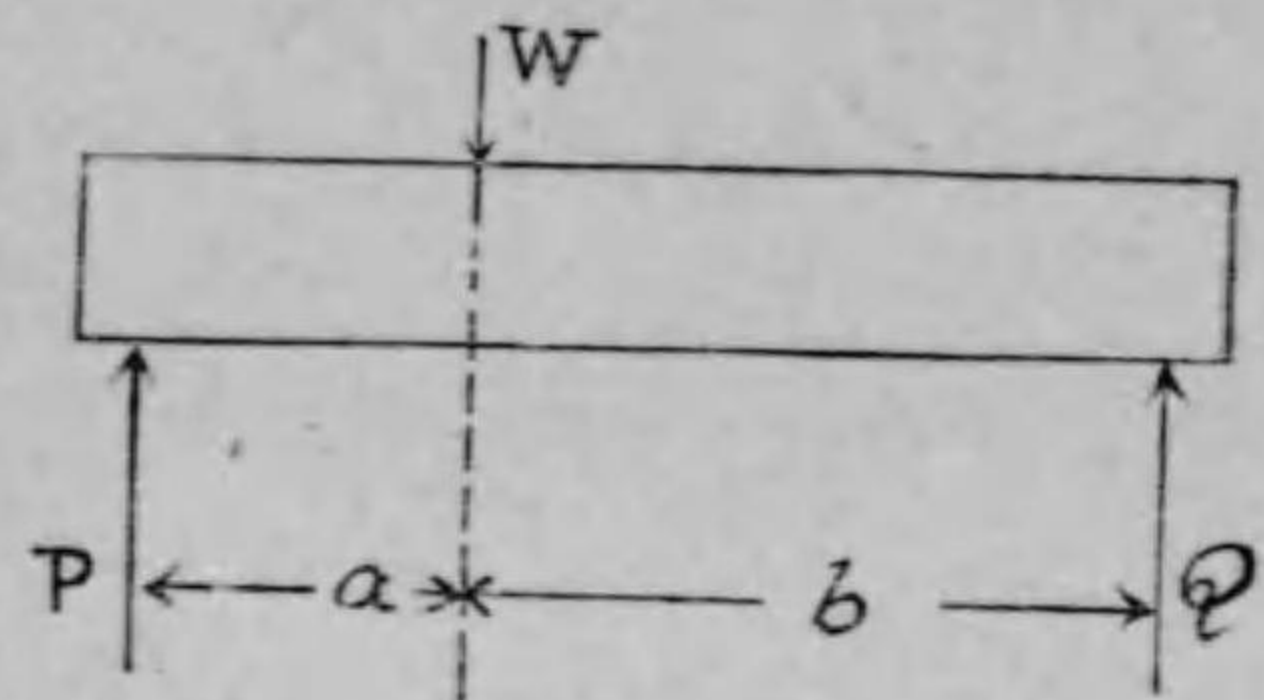
單獨荷重トハ第百七圖ニ示セルガ如ク支梁上ニ働ク單獨ナル荷重ニシテ圖中 W ハ單獨荷重ナリ

支梁ノ兩端ニ於ケル支持力ヲ求ムル法 (To find reactions at both ends of a beam).

支梁上單獨荷重ヲ有スル時ト分配荷重ヲ有スル時トノ二ツノ場合ニ分チテ説明スベシ

單獨荷重ノ場合 (Cases of Concentrated loads)

(I) 簡單支梁上 W ナル一個ノ單獨荷重ヲ有スル時.



第 百 八 圖

第百八圖ニ於テ P, Q ヲ兩端ニ於ケル支持力ト云フ圖ニ示スガ如キ支梁ノ釣合ノ有様(State of Equilibrium)ニアル時ハ力學ノ定理ニヨリ次ノ關係式ヲ得ベシ

P + Q - W = 0 (i)

P ヲリ能率 (Moment) ヲ取レバ

aW - (a+b)Q = 0 (ii) ∴ (a+b)Q = aW

Q = a/(a+b) W = a/l W (iii)

又(i)ヨリ P = W - Q = W - a/(a+b) W = b/(a+b) W = b/l W (iv)

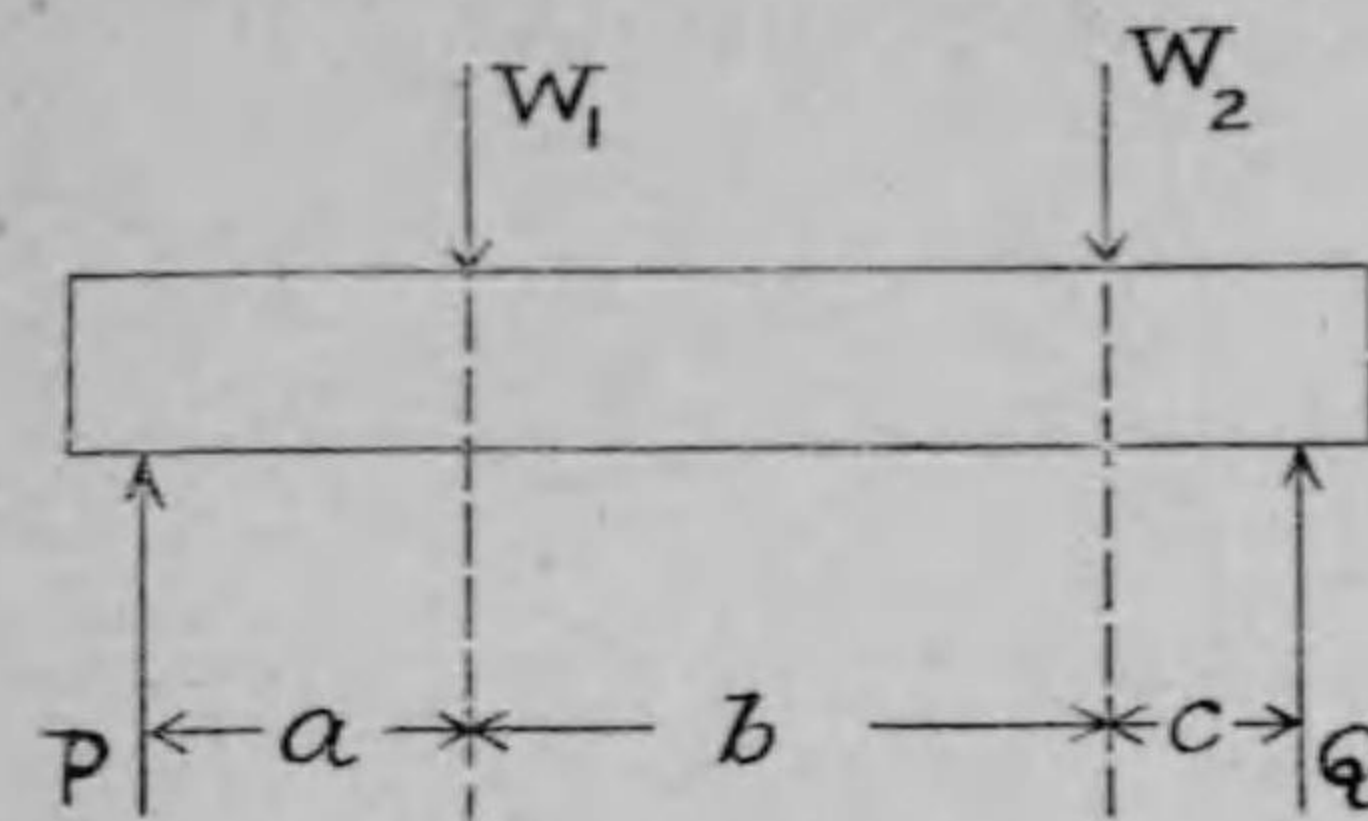
若シ a=b=1/2 l ナリトスレバ (iii) 及ビ (iv) ハ次ノ如クナルベシ

Q = 1/2 W, P = 1/2 W

是ニ由テ W ヲ P, Q ノ中央ニ置ク時ハ P, 及ビ Q ノ値ハ各 W ノ半分ナルコトヲ知ルベシ

式中 l ハ支梁ノ長サニシテ之ヲ「スパン」(Span) ト云フ

(II) 簡單支梁上二個ノ單獨荷重ヲ有スル時.



第 百 九 圖

第百九圖ニ示スガ如ク支梁上左端ヨリ a ナル距離ニ W1, 夫レヨリ更ニ b ナル距離ニ W2 ナル二ツノ單獨荷重ヲ有スル場合ニ於テハ

W1 + W2 = P + Q (i)

P ヲリ能率ヲ取レバ

aW1 + (a+b)W2 - (a+b+c)Q = 0 (ii)

(ii) ヲリ

(a+b+c)Q = aW1 + (a+b)W2

∴ Q = (aW1 + (a+b)W2) / (a+b+c) = aW1 + (a+b)W2 / l (iii)

又 (i) ヲリ P = W1 + W2 - Q = W1 + W2 - (aW1 + (a+b)W2) / (a+b+c)

= ((a+b+c)W1 - aW1 + (a+b+c)W2 - (a+b)W2) / (a+b+c)

= ((b+c)W1 + cW2) / (a+b+c) = (b+c)W1 + cW2 / l (iv)

此場合ニ於テハ支持力ノ値ハ最初 W_1 ナル荷重ニ對シテ求メ次ニ
又 W_2 ナル荷重ニ對シ別々ニ其値ヲ求メ此等ノ合計値ヲ求ムルモ同
ジ結果ヲ得ベシ

即チ荷重 W_1 ノミナル時..... $P_1 = \frac{b+c}{a+b+c} W_1$

$Q_1 = \frac{a}{a+b+c} W_1$

荷重 W_2 ノミナル時..... $P_2 = \frac{c}{a+b+c} W_2$

$Q_2 = \frac{a+b}{a+b+c} W_2$

$\therefore P = P_1 + P_2 = \frac{b+c}{a+b+c} W_1 + \frac{c}{a+b+c} W_2 = \frac{(b+c)W_1 + cW_2}{l}$

$Q = Q_1 + Q_2 = \frac{a}{a+b+c} W_1 + \frac{a+b}{a+b+c} W_2 = \frac{aW_1 + (a+b)W_2}{l}$

又 $a=b=c=\frac{l}{3}$ トスレバ (iii) 及ビ (iv) ハ次ノ如シ

$P = \frac{(\frac{1}{3}l + \frac{1}{3}l)W_1 + \frac{1}{3}lW_2}{l} = \frac{2}{3}W_1 + \frac{1}{3}W_2$ (iii')

$Q = \frac{\frac{1}{3}lW_1 + (\frac{1}{3}l + \frac{1}{3}l)W_2}{l} = \frac{1}{3}W_1 + \frac{2}{3}W_2$ (iv')

又若シ $W_1 = W_2 = W$ ナル時ハ (iii') 及ビ (iv') ハ次ノ如クナルベシ

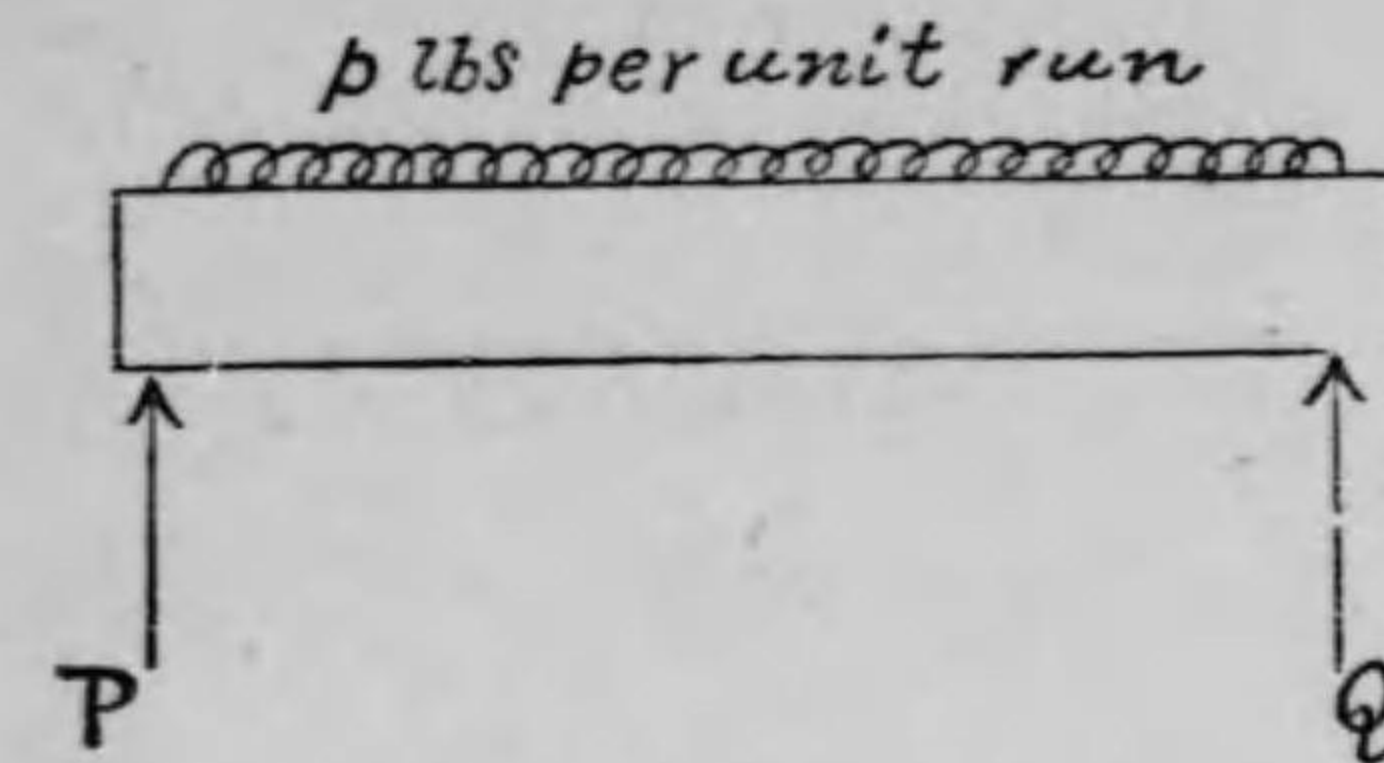
$P = \frac{2}{3}W + \frac{1}{3}W = W$

$Q = \frac{1}{3}W + \frac{2}{3}W = W$

支梁上ニ三個以上ノ單獨荷重ヲ有スル場合ニ於テモ此方法ニ依テ
兩端ノ支持力ヲ求ムルコトヲ得ベシ

分配荷重ノ場合 (Cases of uniform loads)

(I) 簡單支梁上ニ分配荷重ヲ有スル時ハ全體ノ分配荷重ノ和ハ
支梁ノ中央ニ働クモノト見テ差支ナシ即チ此場合ニ於テハ其和ニ等
シキ一個ノ單獨荷重ガ支梁ノ中央ニ働ケルニ同ジケレバ P 及ビ Q
ノ値ハ各全荷重ノ半分ニ等シキコト明カナリ。



第 百 十 圖

第百十圖ニ於テ長サ l

ナル支梁上ニ $1'$ ニ付キ

p lbs ナル分配荷重ヲ有

ストスレバ

$P + Q = pl$

又 P 點ヨリ能率ヲ取レバ

$\frac{1}{2}l \times pl - lQ = 0$

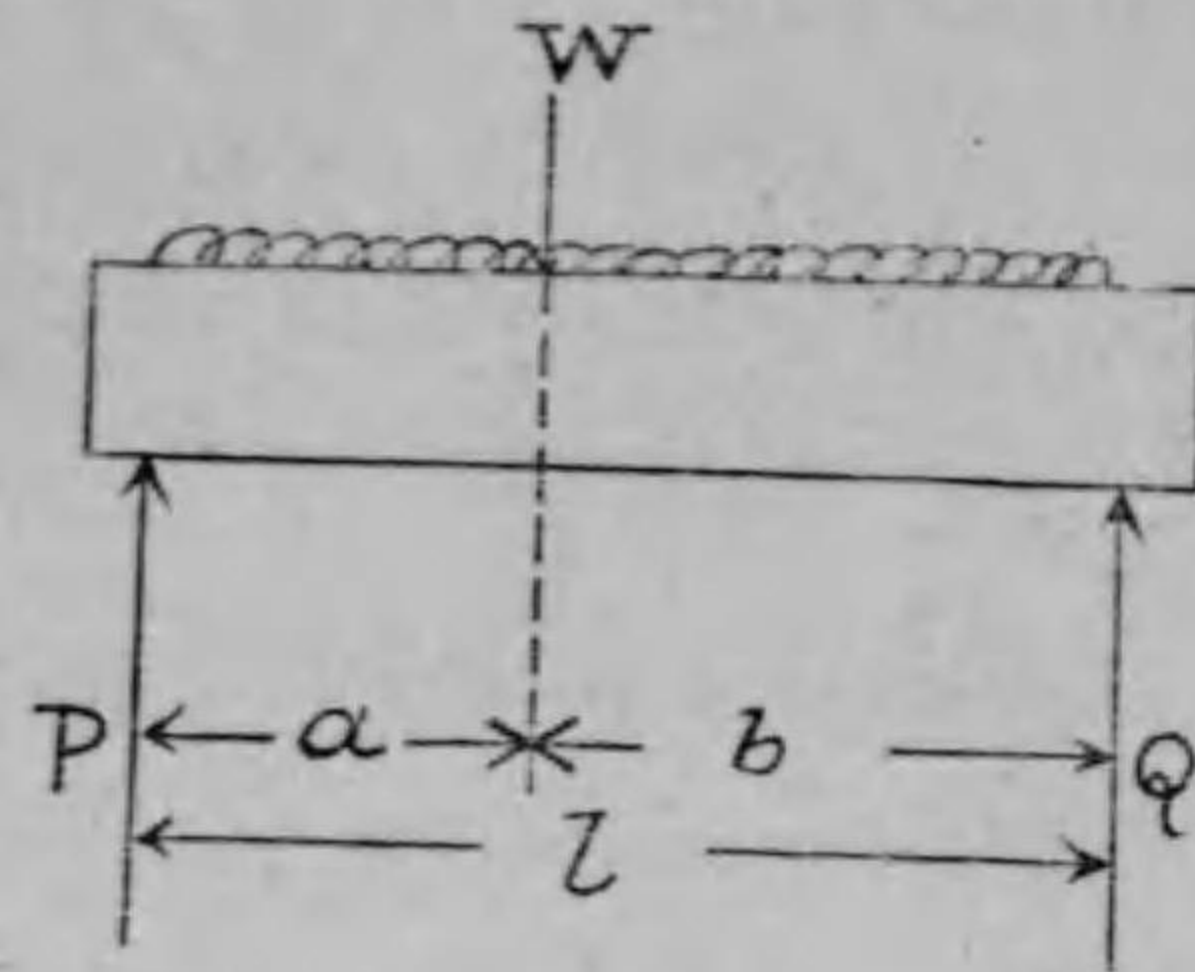
$Ql = \frac{1}{2}pl^2$

$\therefore Q = \frac{1}{2}pl$

$P = pl - Q = pl - \frac{1}{2}pl = \frac{1}{2}pl$

(II) 簡單支梁上分配荷重ヲ有シ且ツ支梁上ノ任意ノ點ニ於テ
一個ノ單獨荷重ヲ有スル時

上述ノ説明ニヨリ分配荷重ト單獨荷重トヲ併有スル場合ノ支梁ノ



第百十一圖

兩端ニ於ケル支持力ハ此支梁上單獨荷重ノミヲ有スル時ノ支持力ト分配荷重ノミヲ有スル時ノ支持力トノ和ニ等シ
即第百十一圖ニ示スガ如キ場合ニ於テ分配荷重 pl ノミヲ有スル時ノ P, Q ノ値ハ各 $\frac{1}{2}pl$ ニ等シ

又 W ノミヲ有スル時ノ P, Q ノ値ハ $\frac{b}{l}W, \frac{a}{l}W$ ニ等シ

$$\therefore P = \frac{b}{l}W + \frac{1}{2}pl, \quad Q = \frac{a}{l}W + \frac{1}{2}pl$$

又全分配荷重ヲ支梁ノ中央ニ置ク時ハ支梁上ニ二個ノ單獨荷重ヲ有スルコト、ナルヲ以テ以上説明シタル單獨荷重(II)ノ方法ニ由テ兩端ノ支持力ヲ求ムルコト容易ナルベシ。

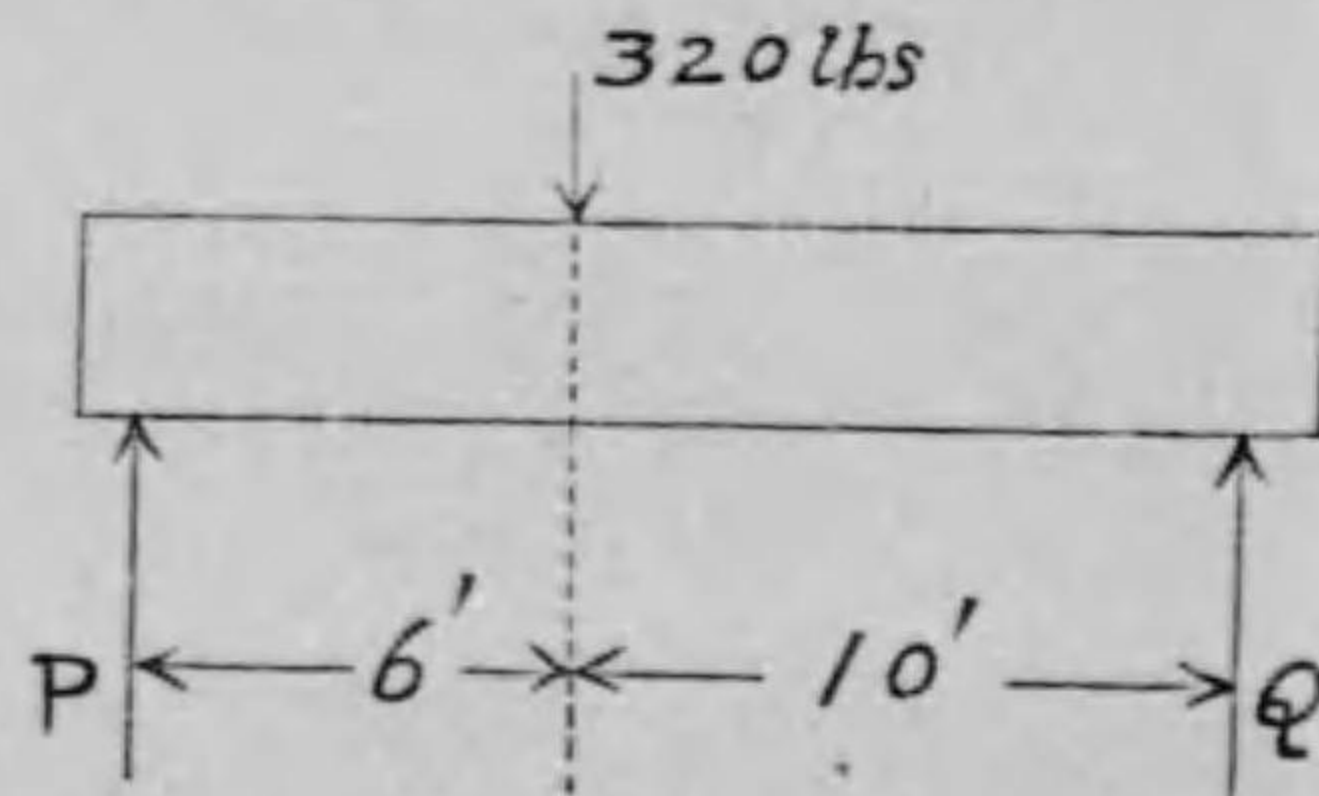
242. 長サ 16' ノ簡單支梁アリ左端ヨリ 6', ノ點ニ 320 封度ノ重量ヲ載スル時兩端ノ支持力如何

解 第百十二圖ニ於テ

P, Q ヲ夫々兩端ノ支持力トスレバ

$$P + Q = 320$$

又 P ヲ能率ヲ取レバ

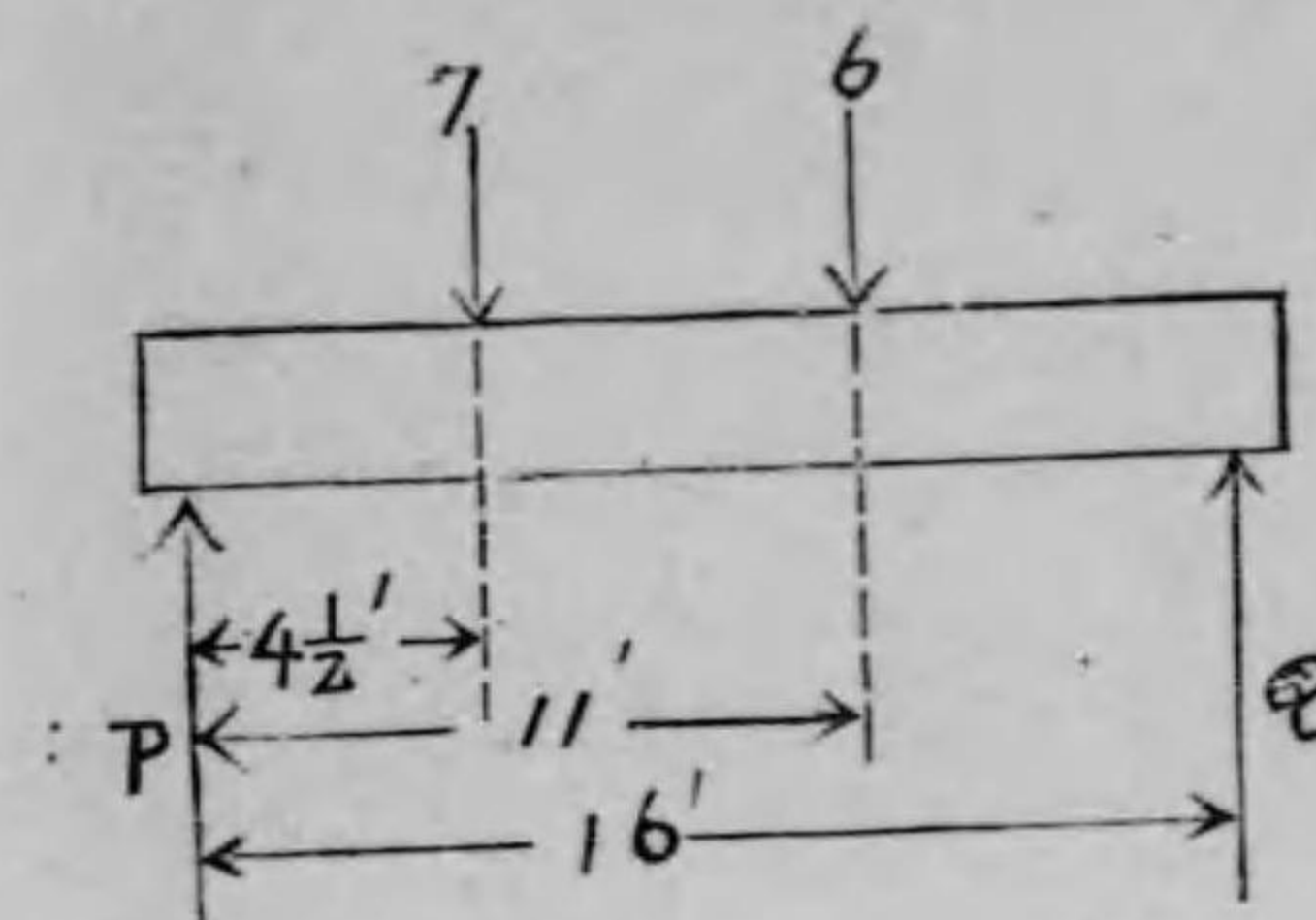


第百十二圖

$$6 \times 320 - 16Q = 0, \quad 16Q = 6 \times 320, \quad Q = \frac{6 \times 320}{16} = 6 \times 20 = 120 \text{ lbs.}$$

$$\therefore P = 320 - Q = 320 - 120 = 200 \text{ lbs.}$$

243. 長サ 16' ナル簡單支梁ノ左端ヨリ $4\frac{1}{2}'$ ノ所ニ 7 噸又左端ヨリ 11' ノ所ニ 6 噸ノ重量ヲ載スル時兩端ノ支持力如何



第百十三圖

解 $P + Q = 7 + 6 = 13$

又 P ヲ能率ヲ取レバ

$$4.5 \times 7 + 11 \times 6 - 16Q = 0$$

$$16Q = 4.5 \times 7 + 11 \times 6$$

$$16Q = 31.5 + 66$$

$$16Q = 97.5$$

$$\therefore Q = \frac{97.5}{16} = 6.093 \text{ tons.}$$

$$P = 13 - Q = 13 - 6.093 = 6.907 \text{ tons.}$$

244. 長サ 20' ナル簡單支梁アリ右端ノ支持點ハ左端ノ支持點ヨリ 16' ノ所ニアリ今左

端ヨリ $4\frac{1}{2}'$ ノ所ニ 7 噸

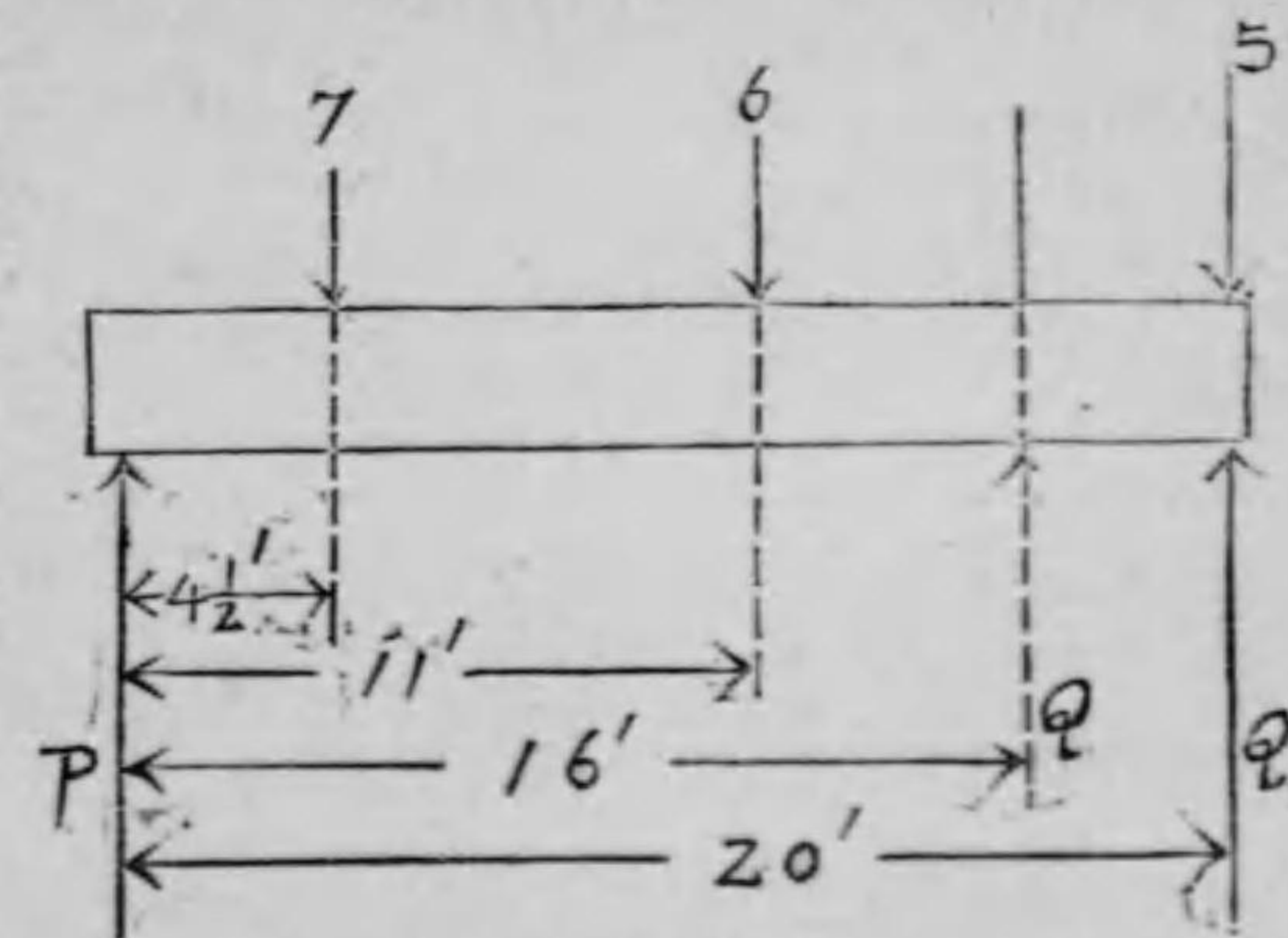
11' ノ所ニ 6 噸及ビ 20

ノ所ニ 5 噸ノ重量ヲ載

スル時兩端支持力如何

解 第百十四圖ニ於テ $P + Q = 7 + 6 + 5 = 18$

P ヲ能率ヲ取レバ



第百十四圖

$$4.5 \times 7 + 11 \times 6 - 16Q + 5 \times 20 = 0$$

$$31.5 + 66 - 16Q + 100 = 0$$

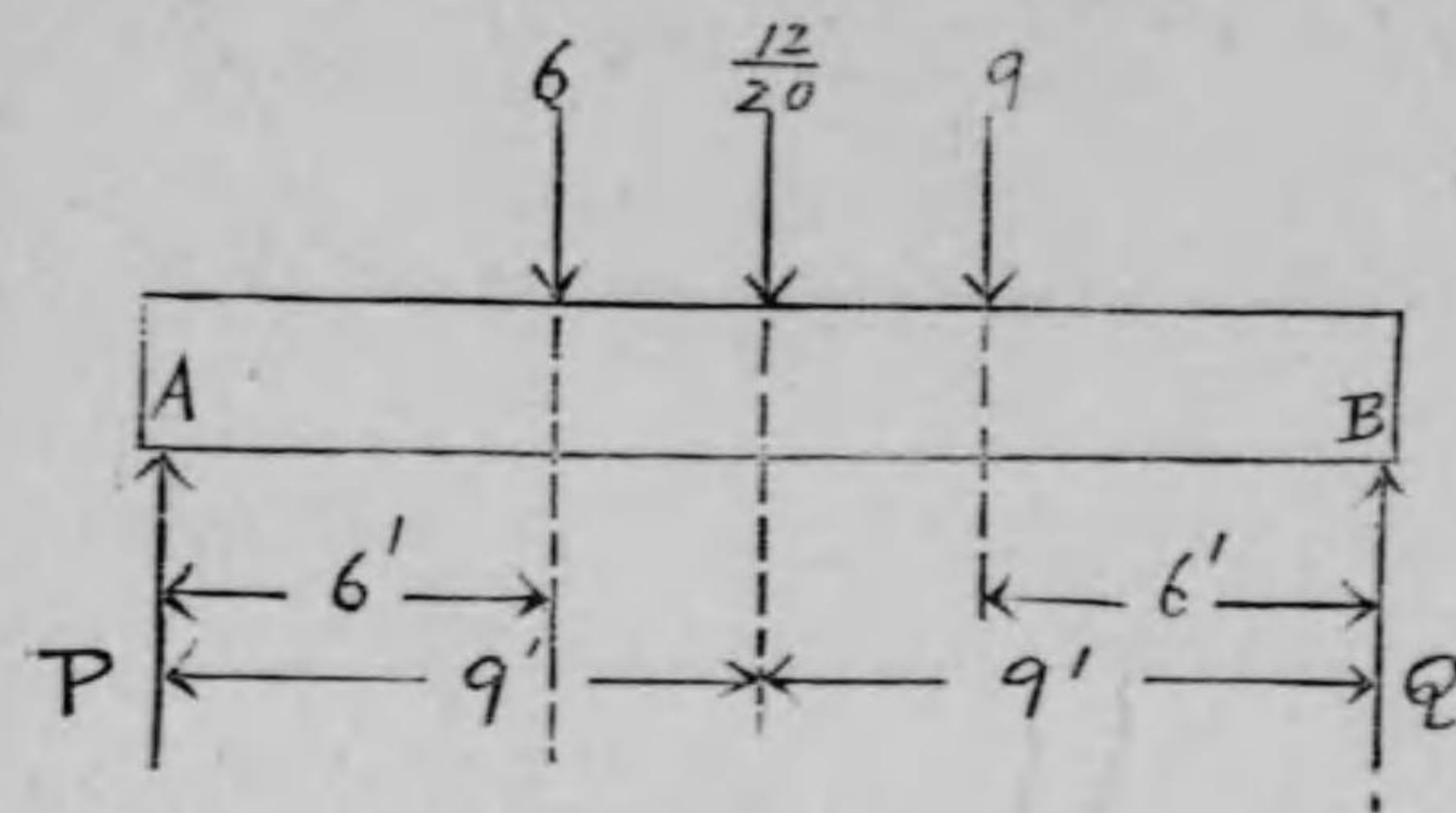
$$16Q = 31.5 + 66 + 100$$

$$16Q = 197.5$$

$$Q = \frac{197.5}{16} = 12.343 \text{ tons}$$

$$P = 18 - Q = 18 - 12.343 = 5.657 \text{ tons.}$$

245. 長サ 18' ナル支梁アリテ其重サハ 12 「ハンドレッツトゥキ-



第百十五圖

ト」ナリ今支梁ヲ
 兩端 A,B = テ支持
 シ A ヨリ 6' ノ所 = 6
 噸 B ヨリ 6' ノ所 =
 9 噸ノ重量ヲ載ス
 ル時 A,B = 於ケル
 支持力各如何

解 第百十五圖 = 於テ

支梁ハ其切斷面一樣 (Uniform) ナルヲ以テ其重量ハ支梁ノ中央ニ
 アリト見做スコトヲ得ベシ

$$\therefore P + Q = 6 + \frac{12}{20} + 9 = 6 + .6 + 9 = 15.6$$

P ヨリ能率ヲ取レバ

$$6 \times 6 + .6 \times 9 + 9 \times 12 - 18Q = 0$$

$$18Q = 6 \times 6 + .6 \times 9 + 9 \times 12$$

$$18Q = 36 + 5.4 + 108, \quad 18Q = 149.4$$

$$\therefore Q = \frac{149.4}{18} = 8 \frac{5.4}{18} \text{ tons} = 8 \text{ tons } \frac{5.4 \times 20}{18} \text{ cwts} = 8 \text{ tons } 6 \text{ cwts.}$$

$$P = 15.6 \text{ tons} - Q = 15 \text{ tons } 12 \text{ cwts} - 8 \text{ tons } 6 \text{ cwts} = 7 \text{ tons } 6 \text{ cwts.}$$

別法 P_1, Q_1 , ヲ支梁上 = 6 tons ノミヲ有スルトキノ兩端ノ支持力

P_2, Q_2 , ヲ支梁上 = 7 tons ノミヲ有スルトキノ兩端ノ支持力

P_3, Q_3 , ヲ支梁上 = 12 cwts ノミヲ有スルトキノ兩端ノ支持力

$$\text{トスレバ } P = P_1 + P_2 + P_3, \quad Q = Q_1 + Q_2 + Q_3$$

問題 242 = 依テ

$$P_1 = \frac{12 \times 6}{18} = 4 \text{ tons.}$$

$$\text{又 } P_2 = \frac{6 \times 9}{18} = 3 \text{ tons.} \quad P_3 = \frac{12}{2} = 6 \text{ cwts.}$$

$$\therefore P = P_1 + P_2 + P_3 = 4 \text{ tons} + 3 \text{ tons} + 6 \text{ cwts} = 7 \text{ tons } 6 \text{ cwts.}$$

同様ニ

$$Q_1 = \frac{6 \times 6}{18} = 2 \text{ tons.} \quad Q_2 = \frac{12 \times 9}{18} = 6 \text{ tons.}$$

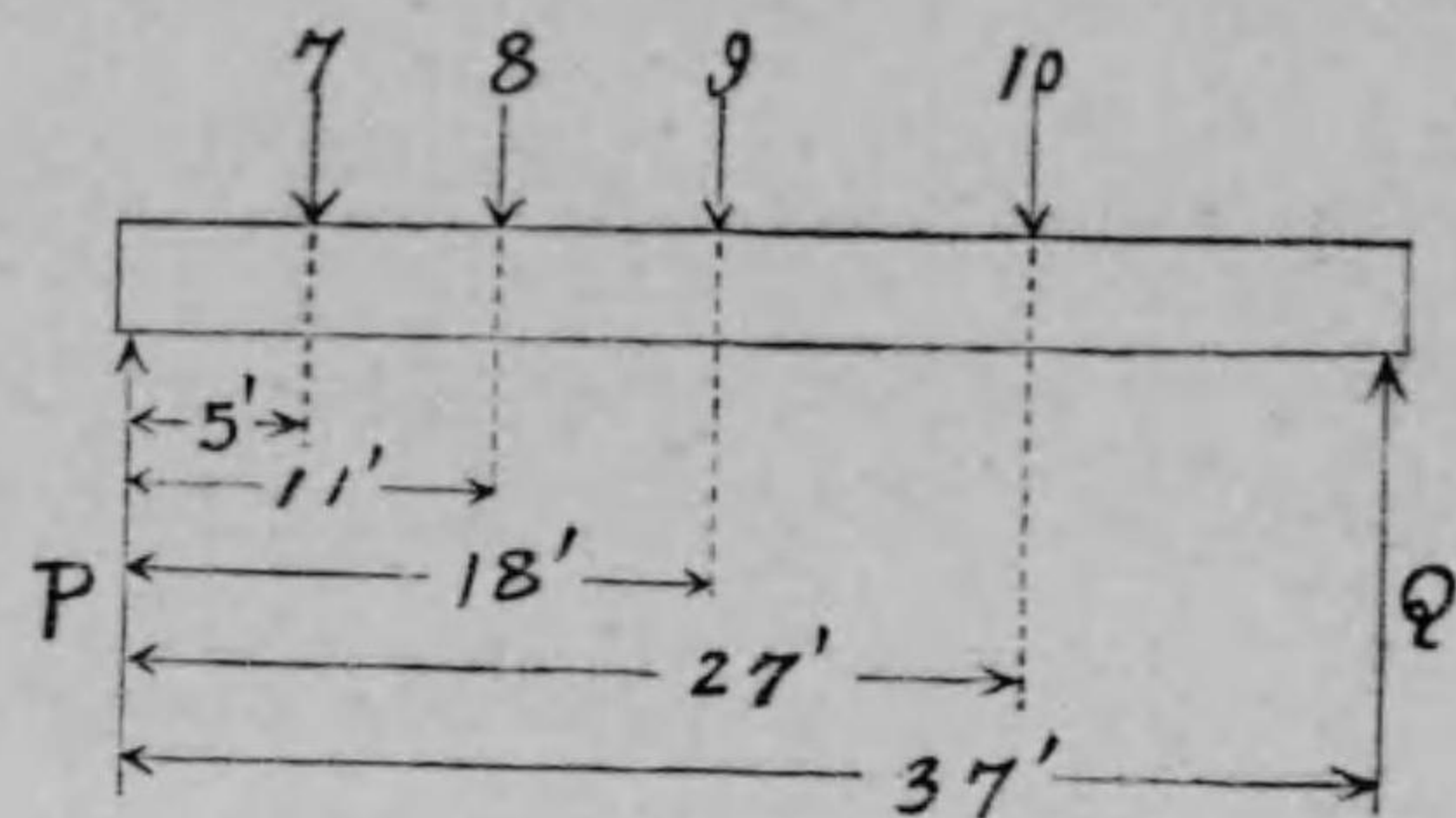
$$Q_3 = \frac{12}{2} = 6 \text{ cwts.}$$

$$\therefore Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 = 2 \text{ tons} + 6 \text{ tons} + 6 \text{ cwts} = 8 \text{ tons } 6 \text{ cwts.}$$

246. 兩端支持ノ支梁アリ其長サ 37' = シテ左端ヨリ 5' ノ所 = 7 噸
 11' ノ所 = 8 噸, 18' ノ所 = 9 噸, 27' ノ所 = 10 噸ノ荷重ヲ載スル時
 兩端ノ支持力如何.

解 第百十六圖 = 於テ

$$P + Q = 7 + 8 + 9 + 10 = 34$$



第百十六圖

Pヨリノ能率ハ

$$5 \times 7 + 11 \times 8 + 18 \times 9 + 27 \times 10 - 37Q = 0$$

$$37Q = 5 \times 7 + 11 \times 8 + 18 \times 9 + 27 \times 10$$

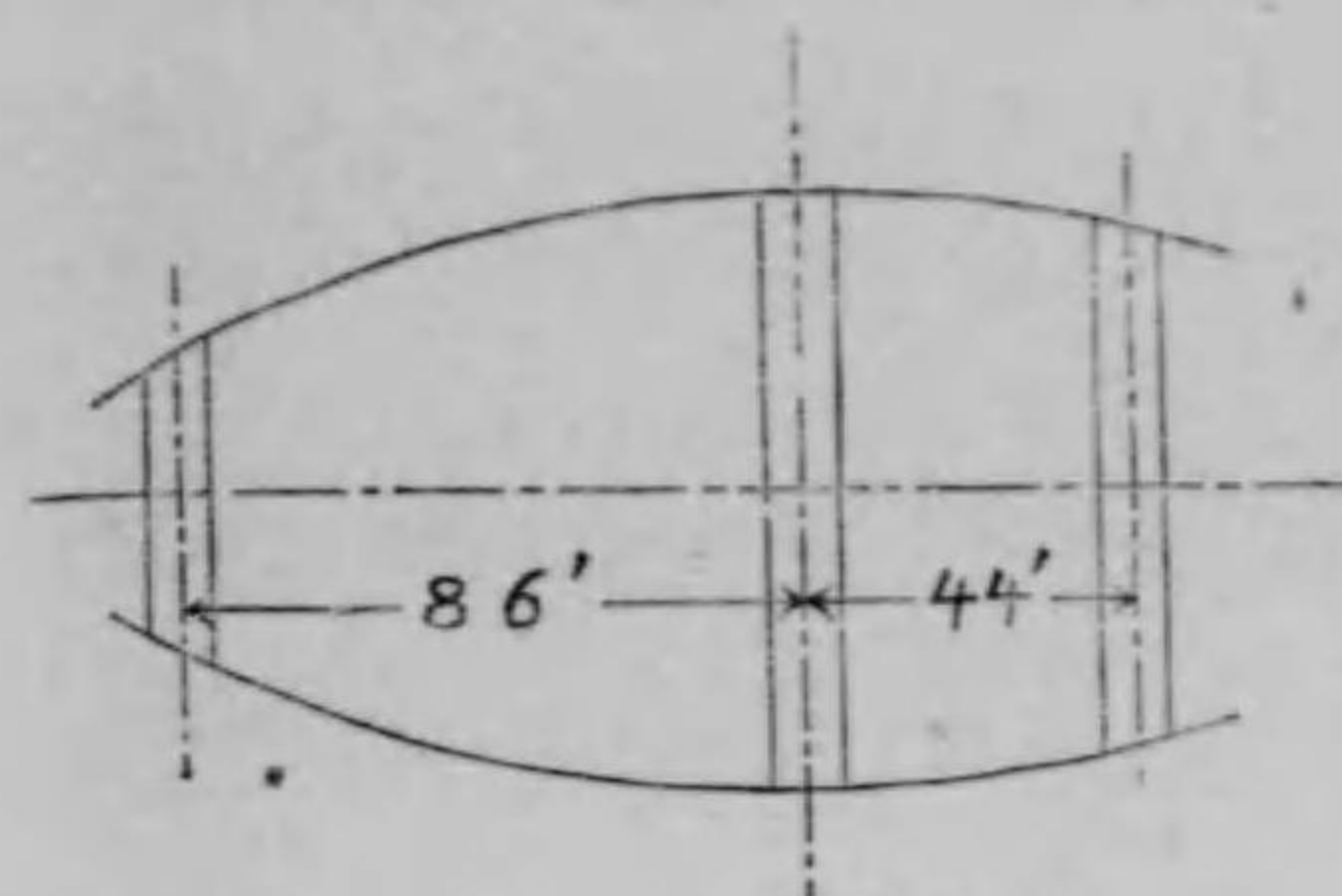
$$37Q = 35 + 88 + 162 + 270$$

$$37Q = 555, \quad Q = \frac{555}{37} = 15 \text{ tons.}$$

$$P = 34 - Q = 34 - 15 = 19 \text{ tons.}$$

247. 汽船アリ三個ノ横切炭庫 (Cross bunker) ヲ有シ中央ノ炭庫ヨリ船首 (Stern) ノ炭庫迄ノ距離ハ 44' ニシテ中央ノ炭庫ヨリ船尾 (Stern) ノ炭庫迄ノ距離ハ 86' ナリ今 600 噸ノ石炭ヲ此二ツノ炭庫ニ積入ルハニ當リ船首尾吃水ノ差 (Change of trim) ナカラシメントス各炭庫ニ積入ルべき石炭ノ噸數各如何.

解 本題ハ第百十七圖ニ示スガ如キ支梁ト考フルヲ得ベシ.



第百十七圖

Pヨリ能率ヲ取レバ

$$600 \times 86 - Q \times (86 + 44) = 0$$

$$130Q = 600 \times 86$$

$$Q = \frac{600 \times 86}{130}$$

$$= \frac{5160}{13} = 396.923 \text{ tons}$$

又

$$P = 600 - Q = 600 - 396.923$$

$$= 203.077 \text{ tons.}$$

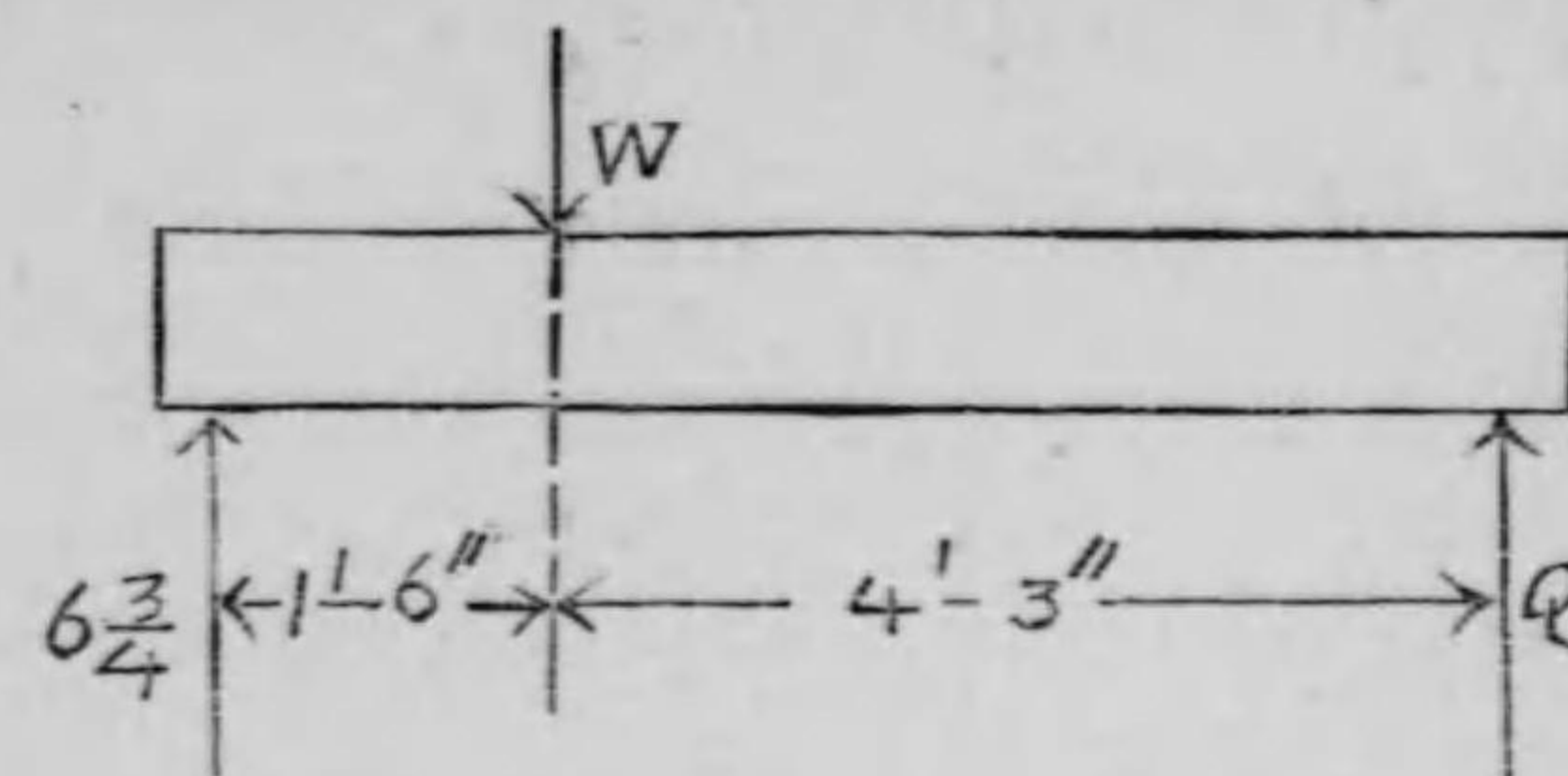
248. 抽氣唧筒横挺 (Air pump lever) アリ中央受臺 (Centre bearing) ヲリ 1'-9" ノ距離ニアル唧筒側ニ 6 ³/₄ 噸ノ重量ヲ有シ長臂 (Longer arm) ハ 4'-3" ナル時中央受臺ニ於ケル重量幾噸ナリヤ.

解 第百十八圖

ニ於テ

W = 中央受臺ニ於ケル重量 (噸ニテ) トシ

Pヨリ能率ヲ取ル時



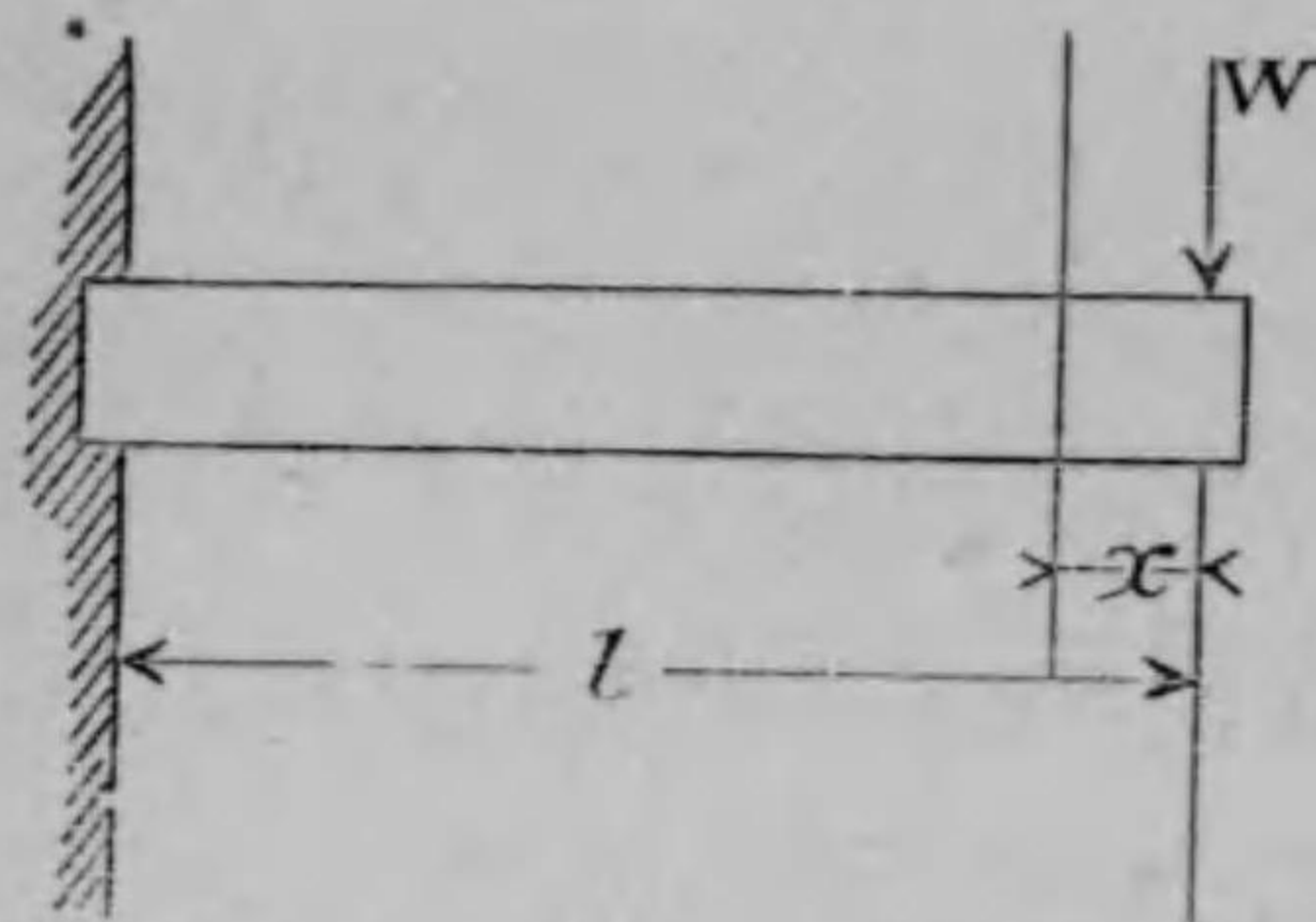
第百十八圖

$$4.25W - (4.25 + 1.5) \times 6.75 = 0$$

$$4.25W = 5.75 \times 6.75$$

$$W = \frac{5.75 \times 6.75}{4.25} = \frac{.23 \times 6.75}{.17} = 9.132 \text{ tons.}$$

(1) 臂支梁 (Cantilever)



第百二十圖

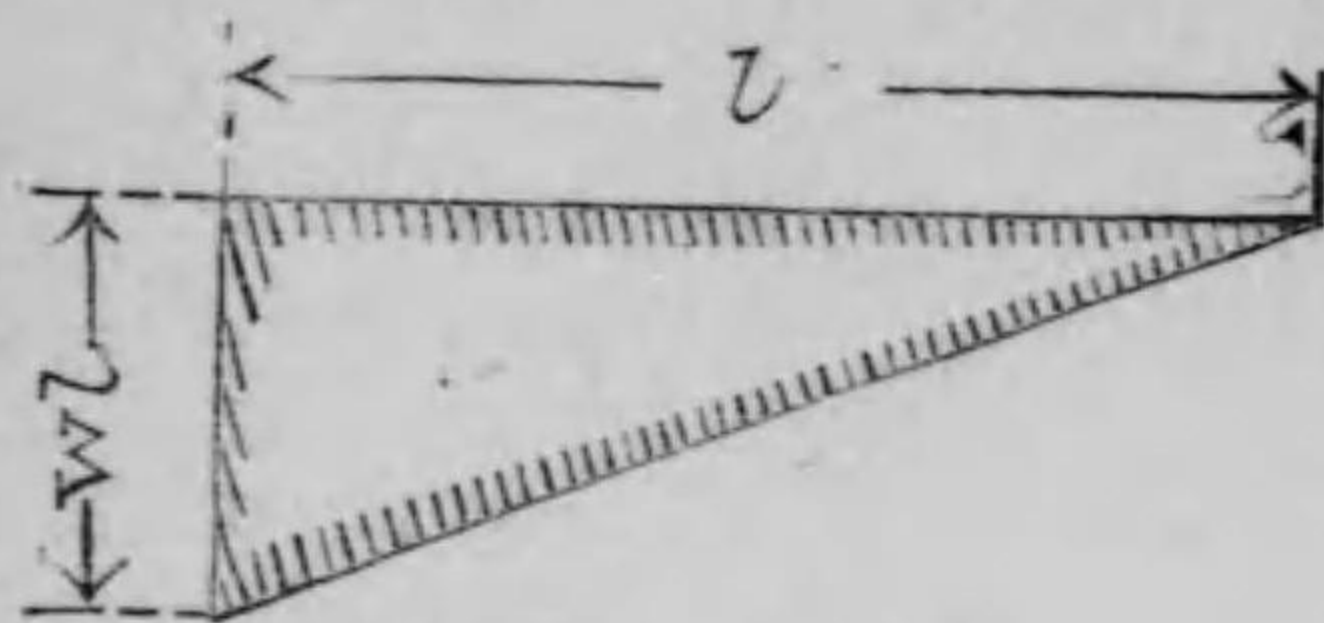
第百二十圖ノ如ク右端ハ固定セラレ左端ニWナル荷重ヲ有スル時ハ左端ヨリxナル距離ニ於ケル切断面ノ屈曲率ハWxナリ然レドモ此場合ニ於テWハ下向キナルヲ以テ規約ニ依リWxノ符號ハ負ナリ

B. $M_0 = -Wx$.

x=0ナル時 B. $M_0 = -W \times 0 = 0$

x=lナル時 B. $M_l = -W \times l = -Wl$

即此場合ニ於テハ最大屈曲率(Maximum Bending moment)ハ固定端ニアリテ其大サハWlナリ之ヲ圖ニテ示ス法アリ之レヲ屈曲率線圖(Bending moment diagram)ト云フ第百二十一圖ニ示スガ如シ



第百二十一圖

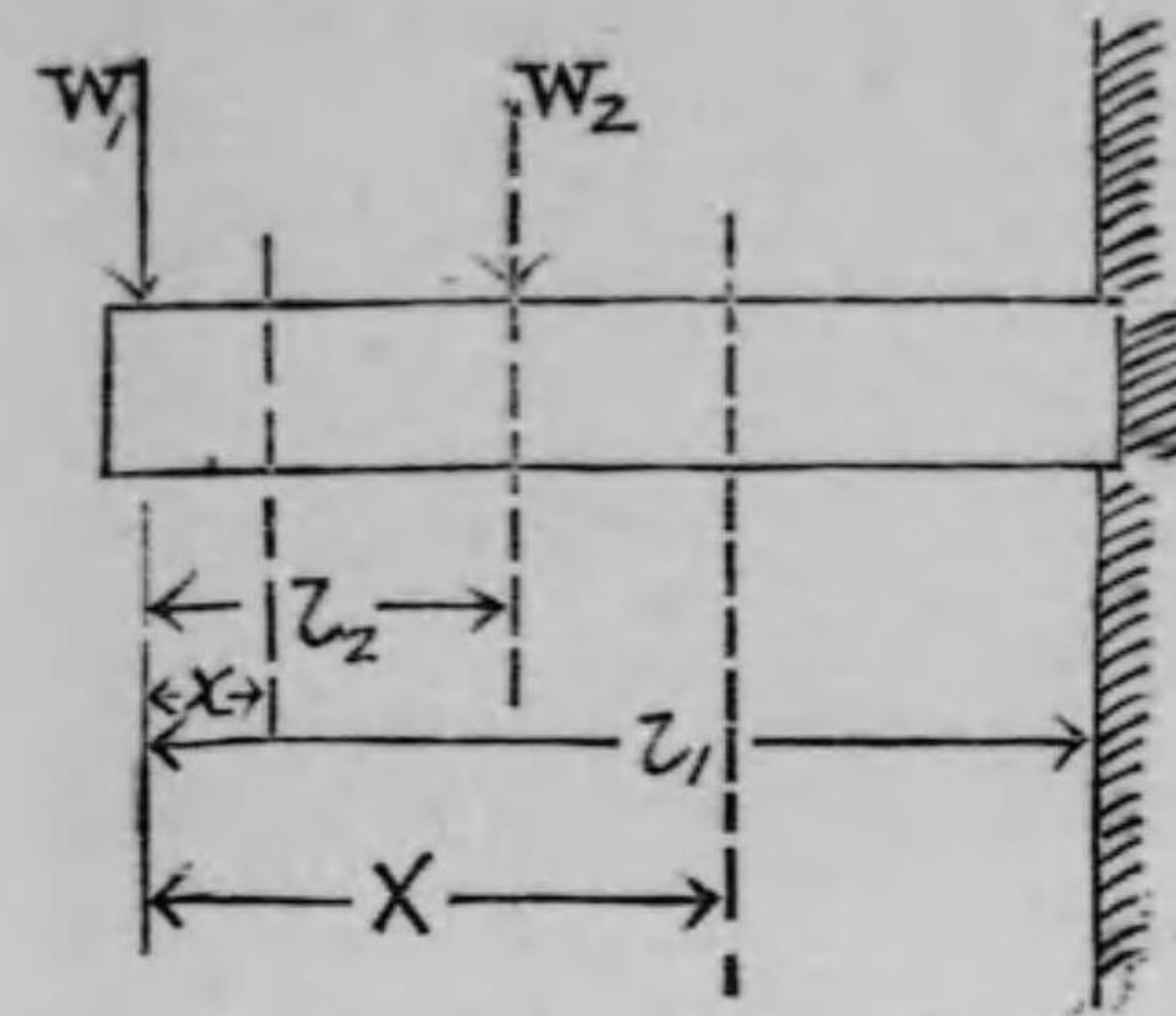


第百二十二圖

支梁ノ剪斷力(Shearing force)トハ支梁中ノ或ル切断面ノ左又ハ右邊ニ於ケル總テノ荷重ノ代數和ナリ之レヲ圖ニテ表ハシタルモノヲ剪斷力線圖(Shearing force diagram)ト稱ス此場合ノ線圖ハ第百二十

二圖ニ示スガ如シ。

(II) 第百二十三圖ノ如ク一端ヲ固定シタル支梁上ニ二個ノ荷重ヲ有スル時



第百二十三圖

W_1 ト W_2 トノ間ニ於

テハ

B. $M_x = -W_1x$

∴ B. $M_{l_2} = -W_1l_2$

B. $M_x = W_1X - W_2$

(X - l_2)

∴ B. $M_{l_1} =$

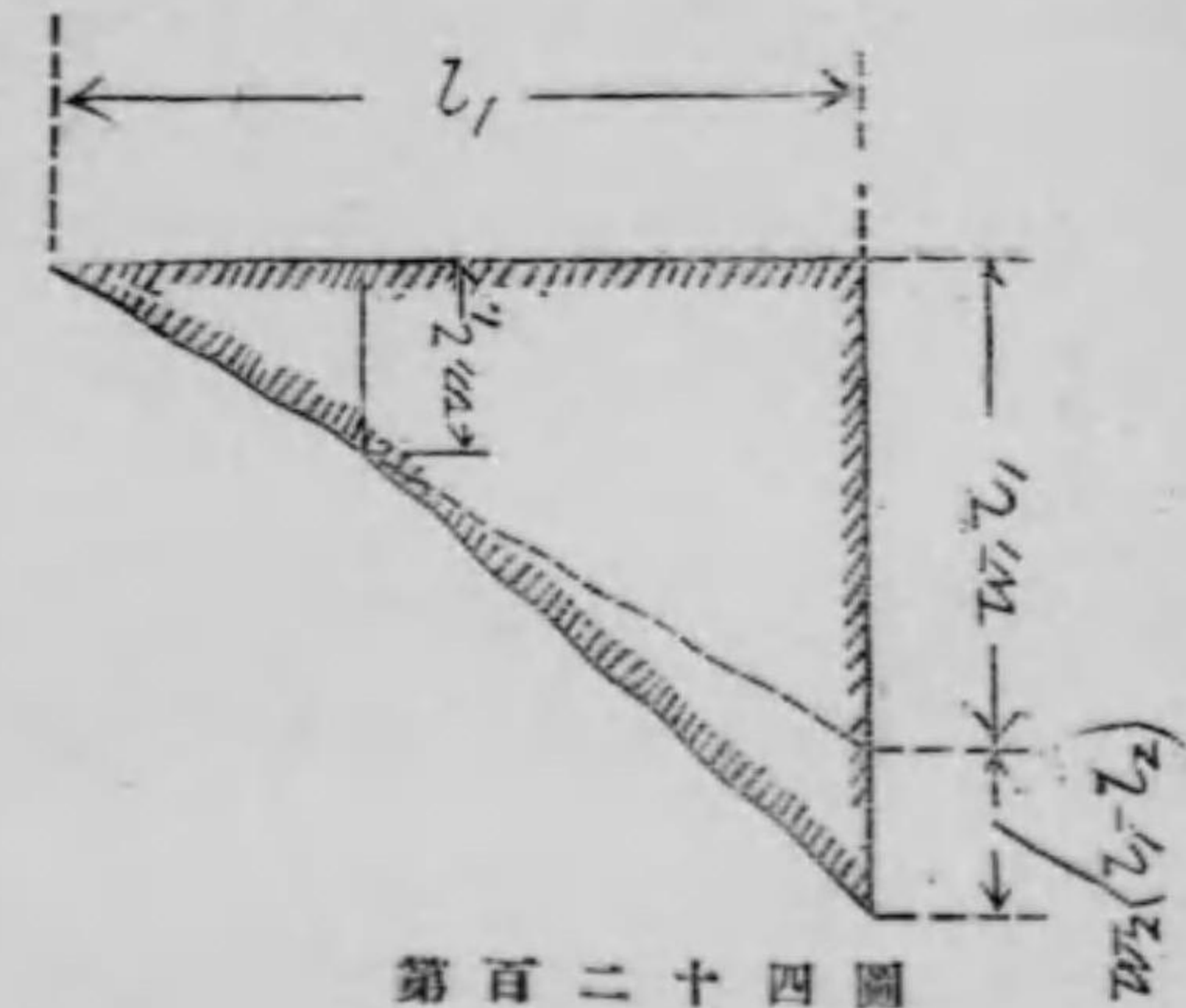
$= -W_1l_1 - W_2(l_1 - l_2)$

$= -\{W_1l_1 + W_2(l_1 - l_2)\}$

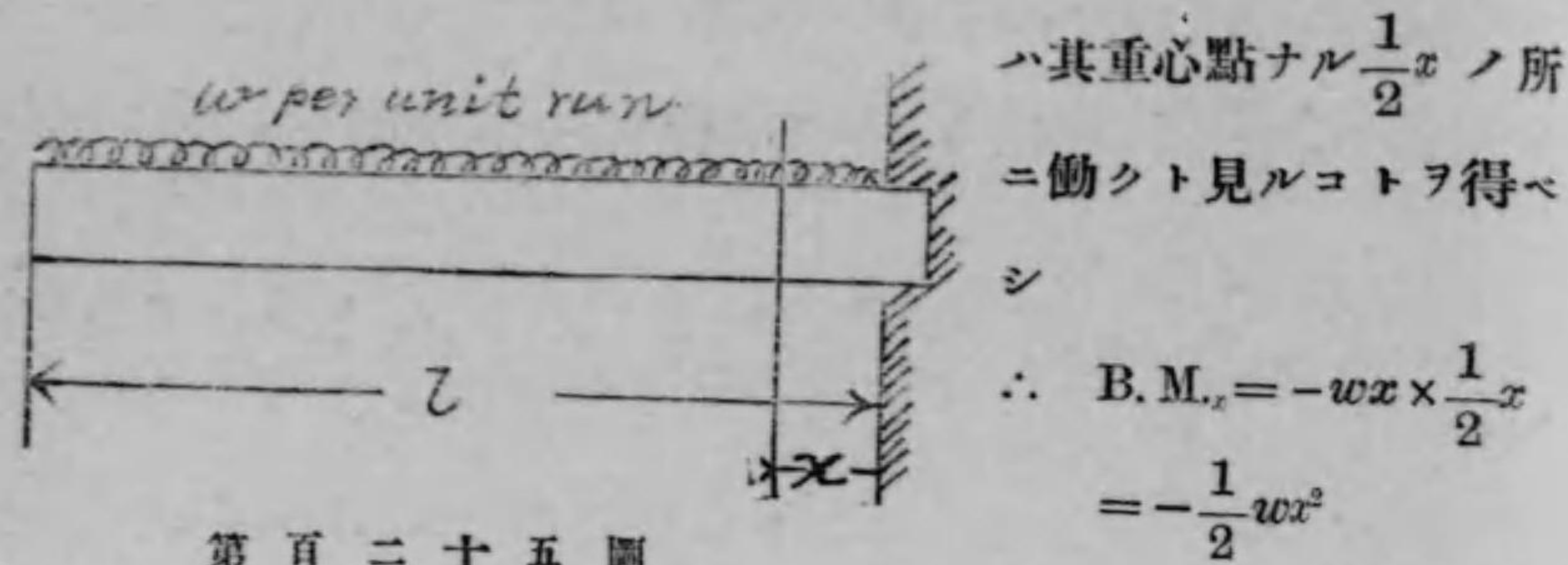
即チ此場合ニ於テモ最大屈曲率ハ固定端ニアリテ其大サハ $W_1l_1 + W_2(l_1 - l_2)$ ナル事ヲ知ルベシ。

(III) 一端ヲ固定シタル支梁上ニ分配荷重ヲ有スル時

第百二十五圖ニ於テ左端ヨリxナル距離ニ於ケル或ル切断面ヲ考フルニxマデノ全分配荷重ハwxナリ而シテwxナル荷重



第百二十四圖



第百二十五圖

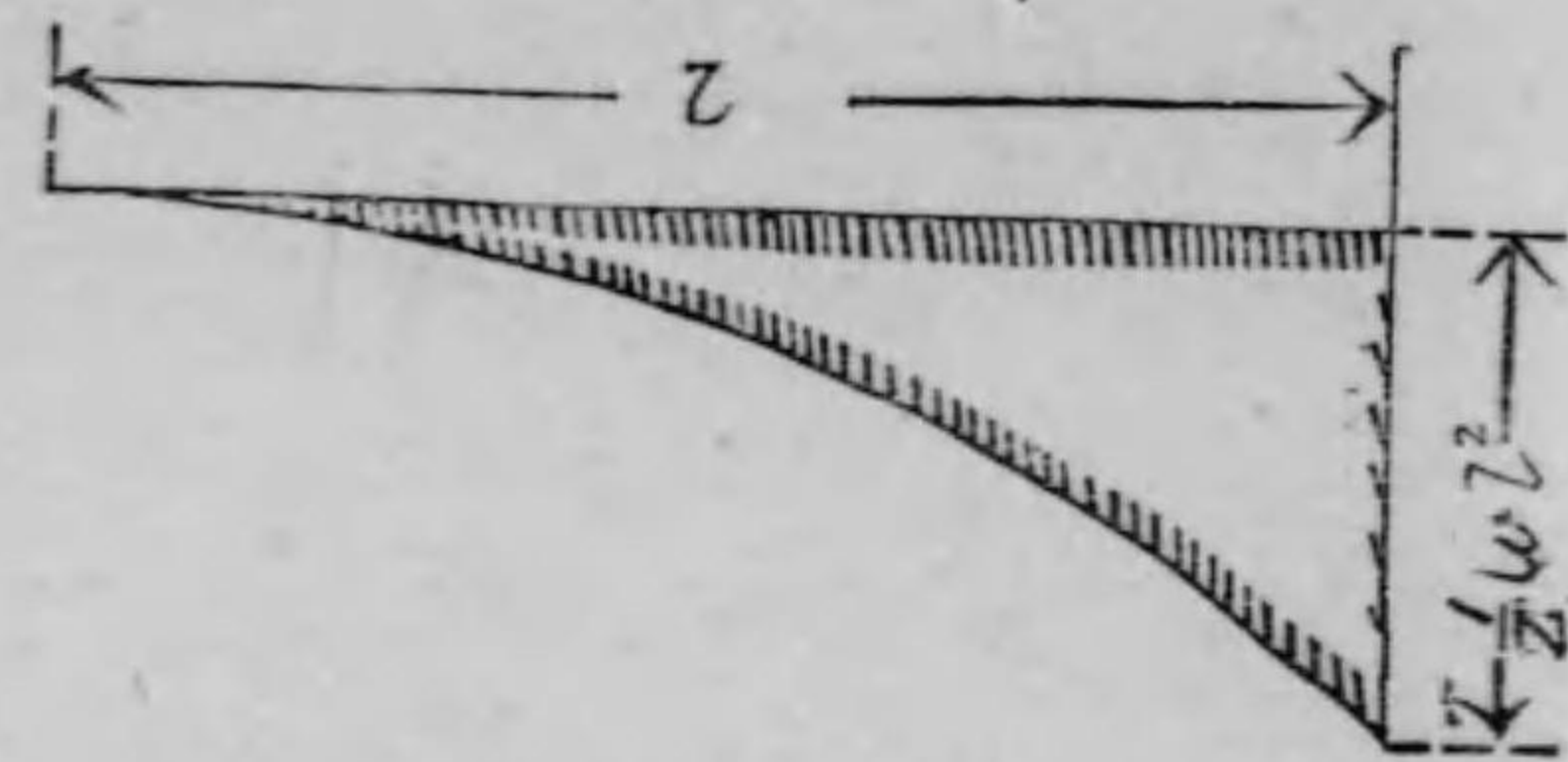
$x=0$ ナル時 $B.M_0=0$

$x=l$ ナル時 $B.M_l = -\frac{1}{2}wl^2$

今此等屈曲率ノ値ヲ見ルニ其距離ノ平方ニ比例セリ故ニ此線圖ハ拋物線 (Parabola) ナルコト明カナリ

此場合ニ於テモ最大屈曲率ハ固定端ニアリテ其大サハ $\frac{1}{2}wl^2$ ナリ

(IV) 一端ヲ固定シタル支梁上ニ分配荷重ヲ有シ且ツ左端ニWナル



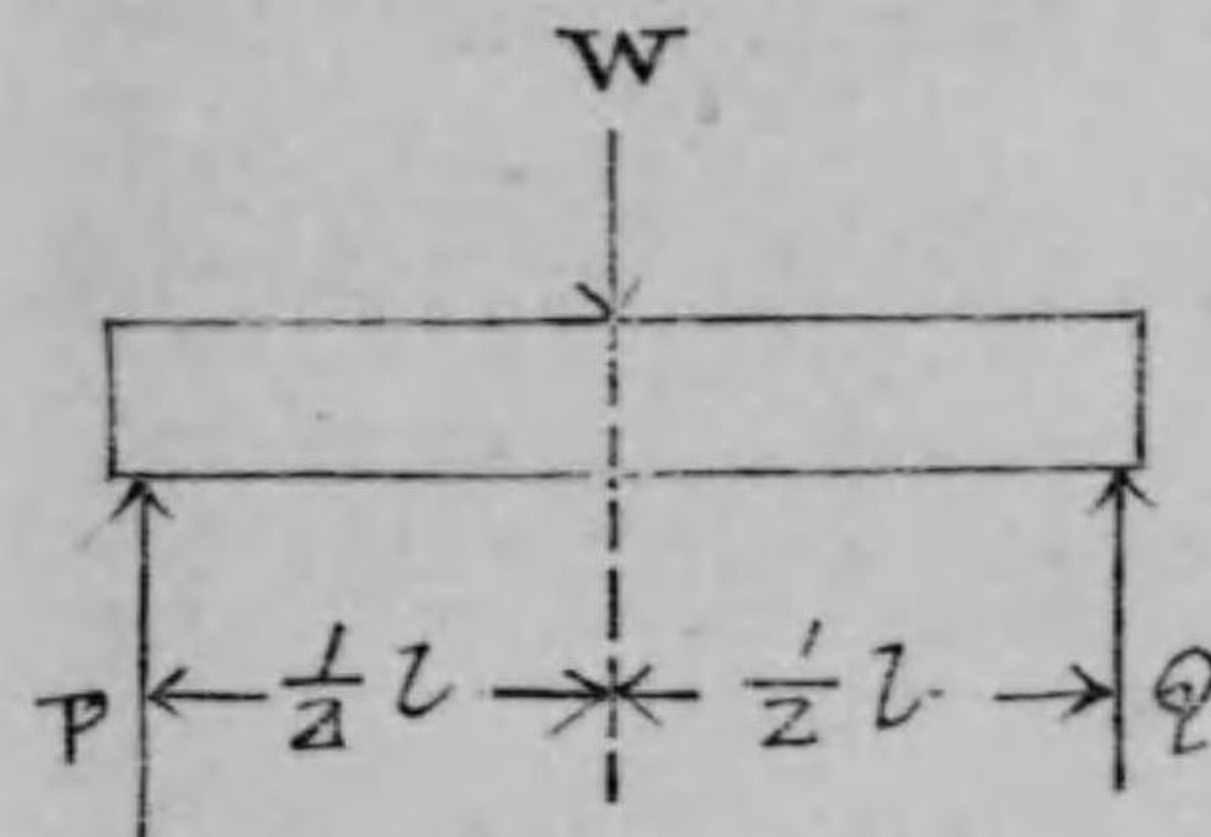
第百二十六圖

荷重ヲ有スル時。此場合ハ (I) ト (III) トヲ加ヘタルモノナレバ其結果モ亦此等ノ和ニ等シカルベシ

(V) 兩端ヲ支持シ支梁ノ中央ニWナル荷重ヲ有スル時。

第百二十七圖ニ於テ

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



第百二十七圖

$$B.M_x = Px = \frac{1}{2}Wx$$

$x=0$ ナル時 $B.M_0=0$

$x=\frac{1}{2}l$ ナル時

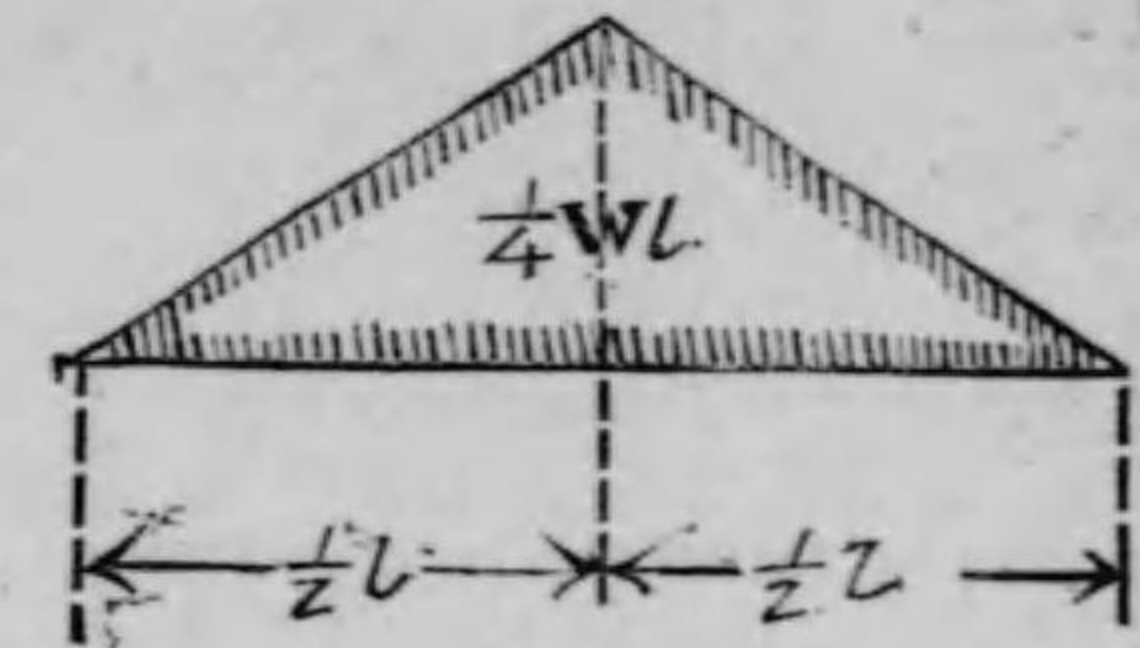
$$B.M_{\frac{1}{2}l} = P \times \frac{1}{2}l = \frac{1}{2}W \times \frac{1}{2}l = \frac{1}{4}Wl$$

$x=l$ ナル時 $B.M_l = Pl - W \times \frac{1}{2}l = \frac{1}{2}Wl - \frac{1}{2}Wl = 0$

即此場合ニ於テハ最大屈曲率ハ

中央ニアリテ其大サハ $\frac{1}{4}Wl$ ナリ

(VI) 兩端ヲ支持シ左端ヨリ aナル距離ニWナル荷重ヲ有スル時



第百二十八圖

第百二十九圖ニ於テ

$$P = \frac{b}{l}W$$

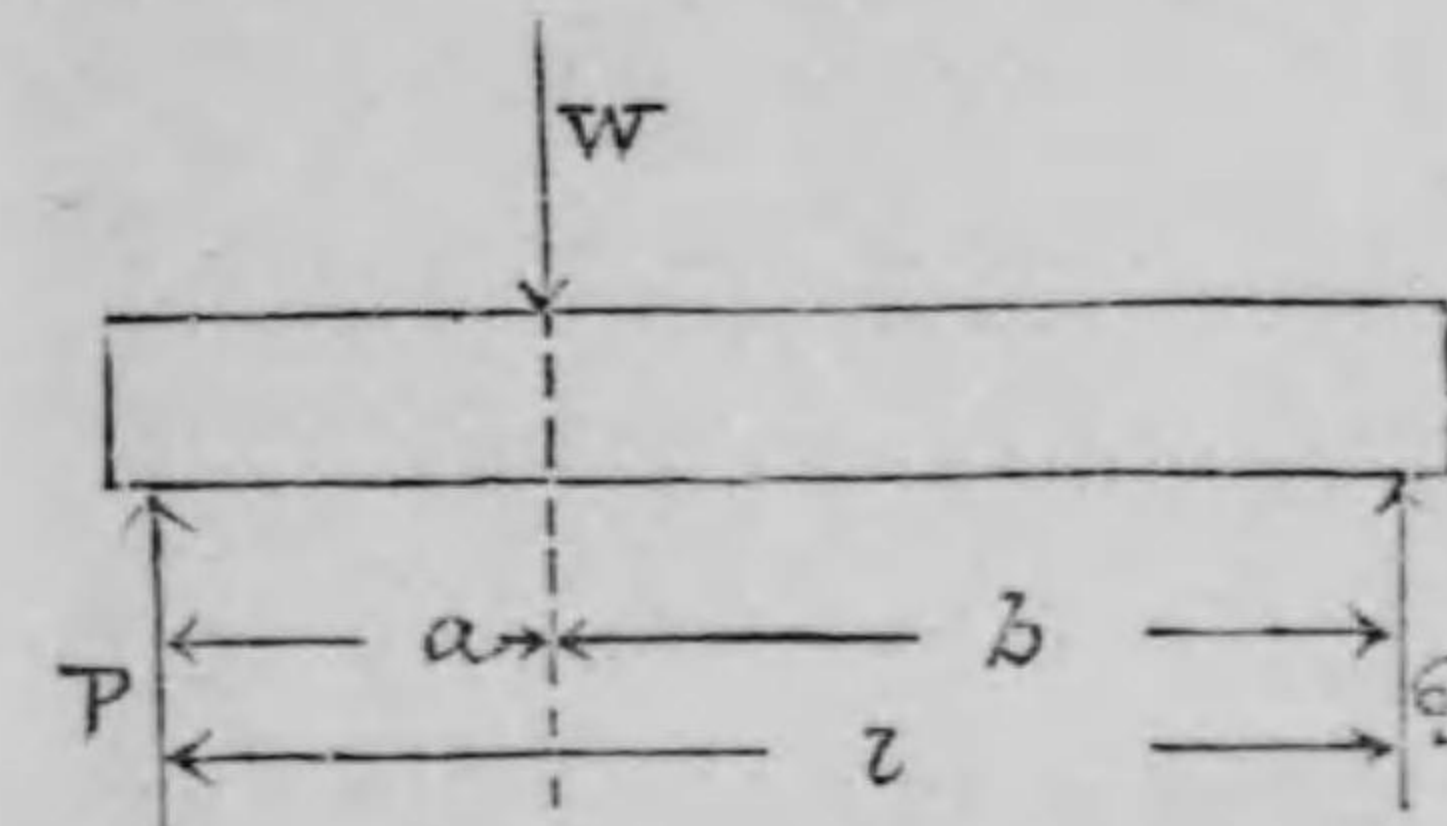
$$B.M_x = Px = \frac{b}{l}Wx$$

$x=0$ ナル時

$B.M_0 = P \cdot 0 = 0$

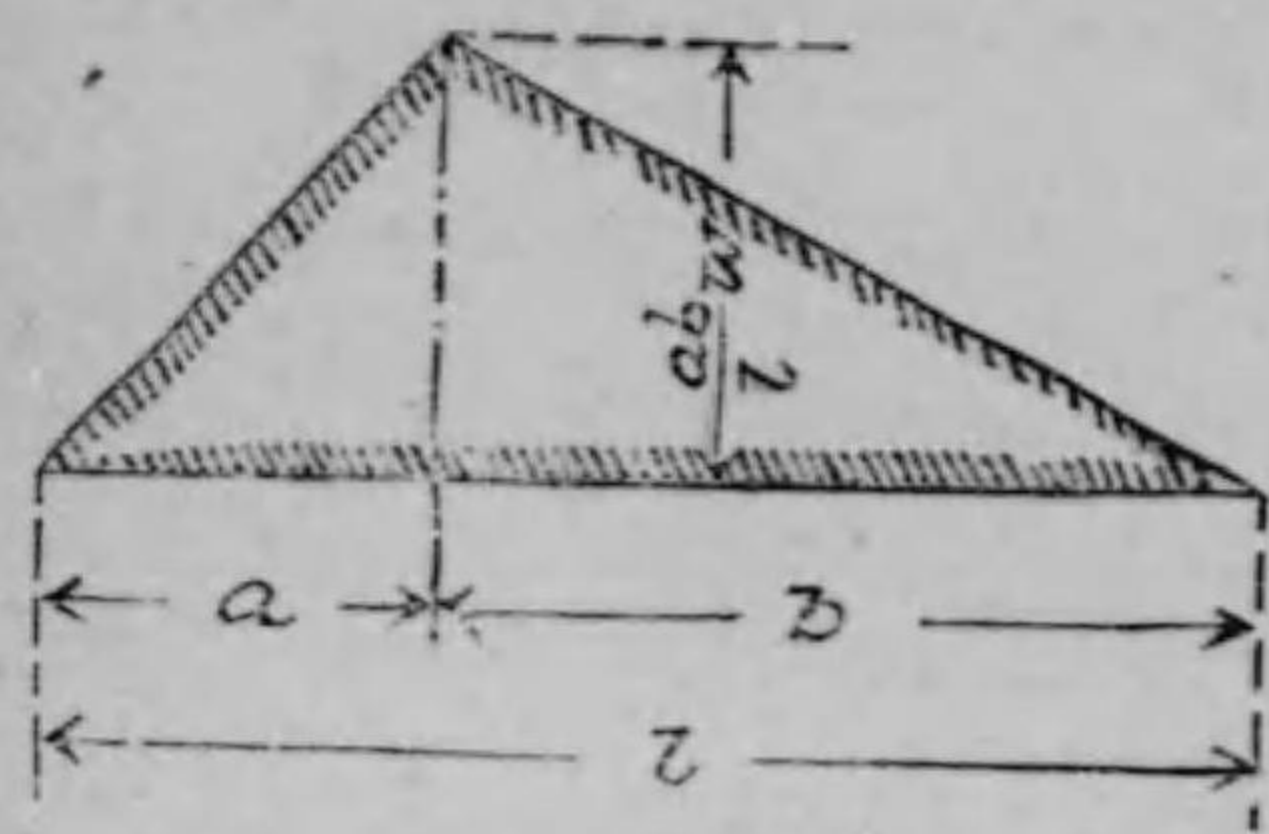
$x=a$ ナル時 $B.M_a = Pa = \frac{b}{l}W \times a = \frac{ab}{l}W$

$x=l$ ナル時 $B.M_l = Pl - bW = \frac{b}{l}Wl - bW = bW - bW = 0$

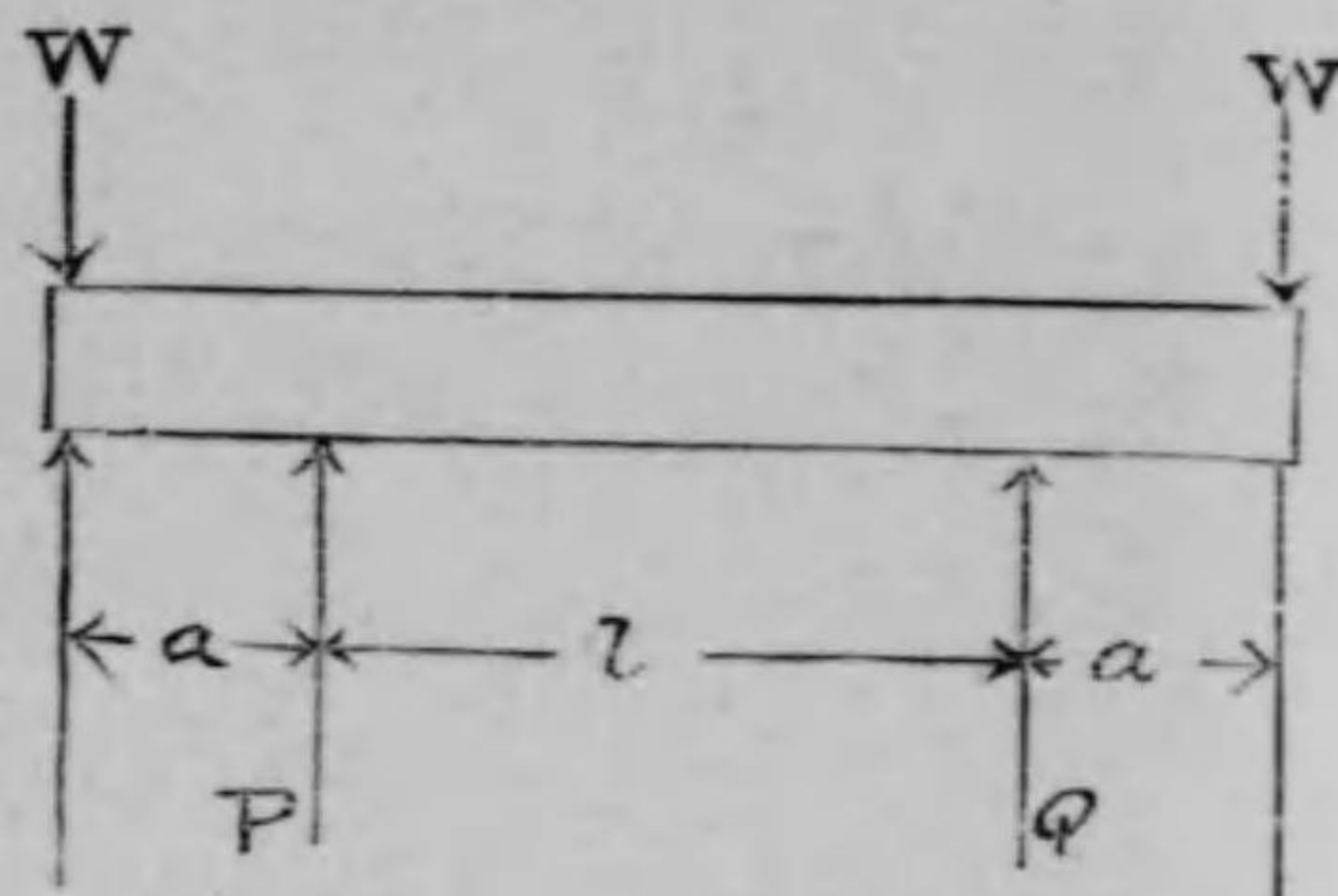


第百二十九圖

即最大屈曲率ハ荷重ノアル點ニシテ其大サハ $\frac{ab}{l}W$ ナリ



第百三十圖



第百三十一圖

(VII). 兩端ニ各 W ナル荷重ヲ有シ兩端ヨリ各 a ナル距離ニ於テ支持セラレタル時

第百三十一圖ニ於テ

$$P=Q=W$$

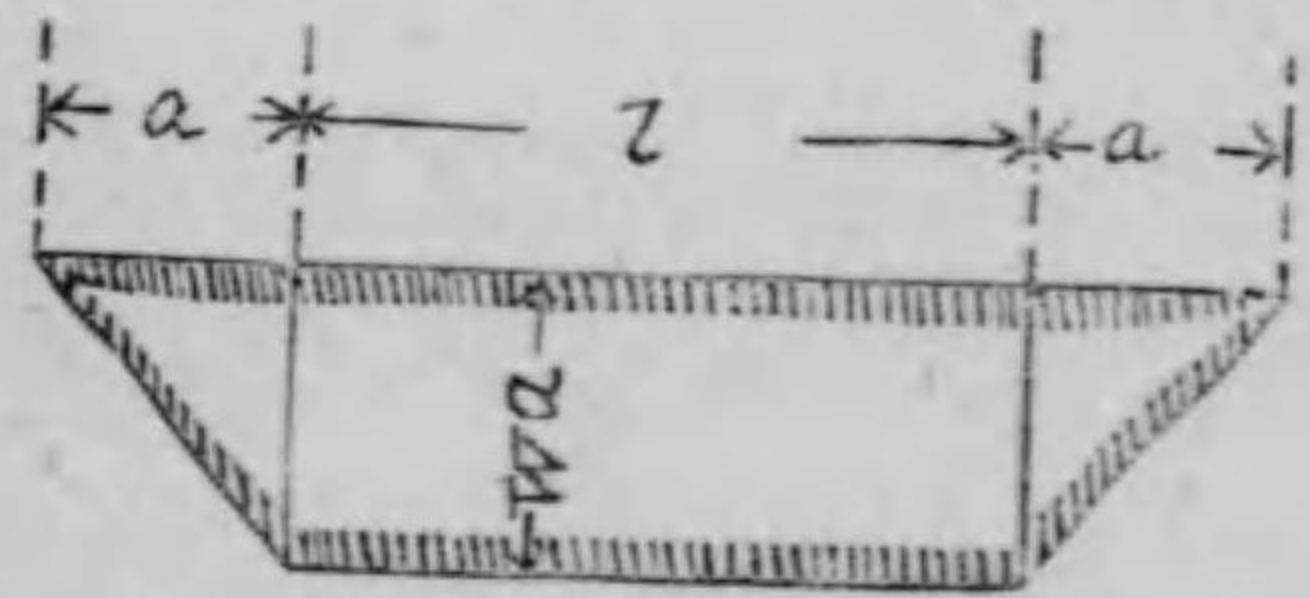
$$B. M. _x = -Wx$$

$$B. M. _a = -Wa$$

$$B. M. _x = -WX + P(X-a) = -WX + W(X-a)$$

$$= -WX + WX - Wa = -Wa$$

B. M. _x ヲ見ルニ X ノ値ノ如何ニ關セズ恒ニ $-Wa$ トナル故ニ屈

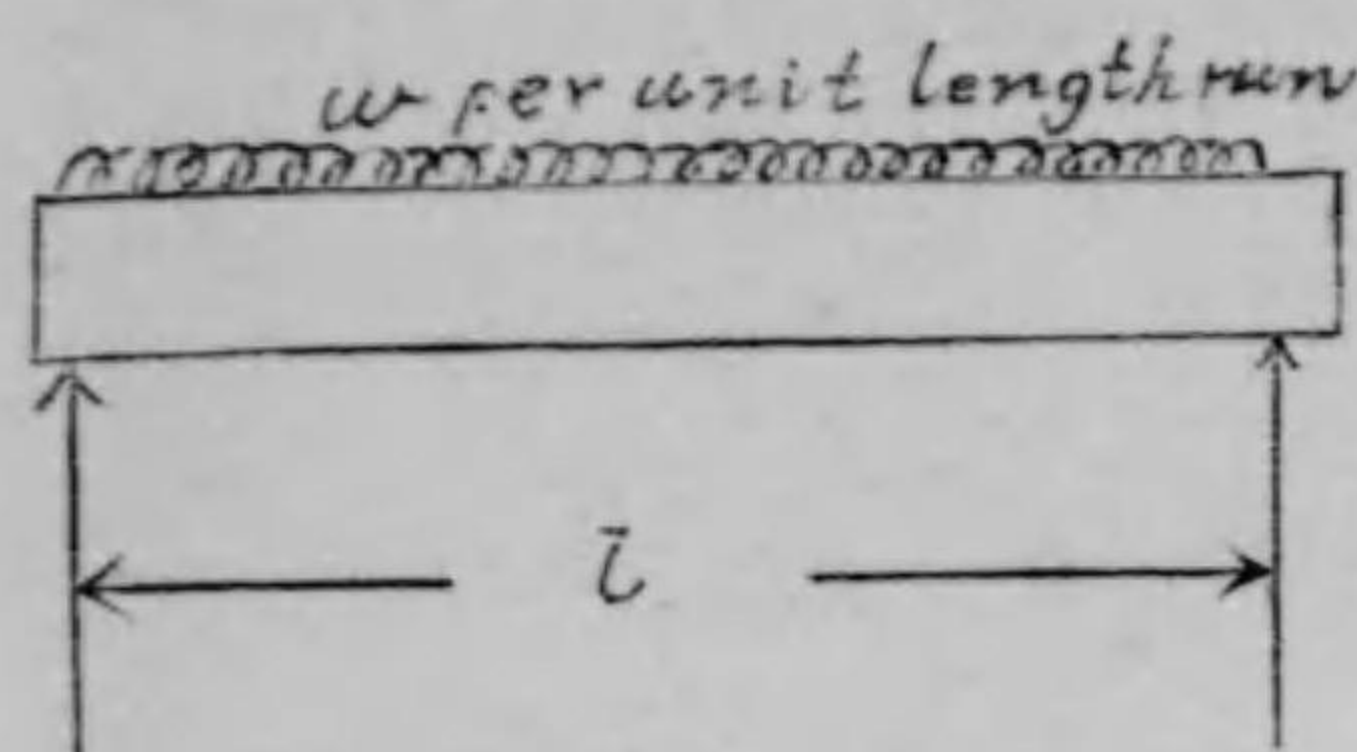


第百三十二圖

曲率線圖ハ下ノ如シ

(VIII). 兩端ヲ支持シ支梁上分配荷重ヲ有スル時

第百三十三圖ニ於テ



$$P=Q=\frac{1}{2}wl$$

$$B. M. _x = Px - \frac{1}{2}x \times wx$$

$$= \frac{1}{2}wlx - \frac{1}{2}wx^2$$

x=0 ナル時

$$B. M. _0 = \frac{1}{2}wl \times 0 - \frac{1}{2}w0^2 = 0$$

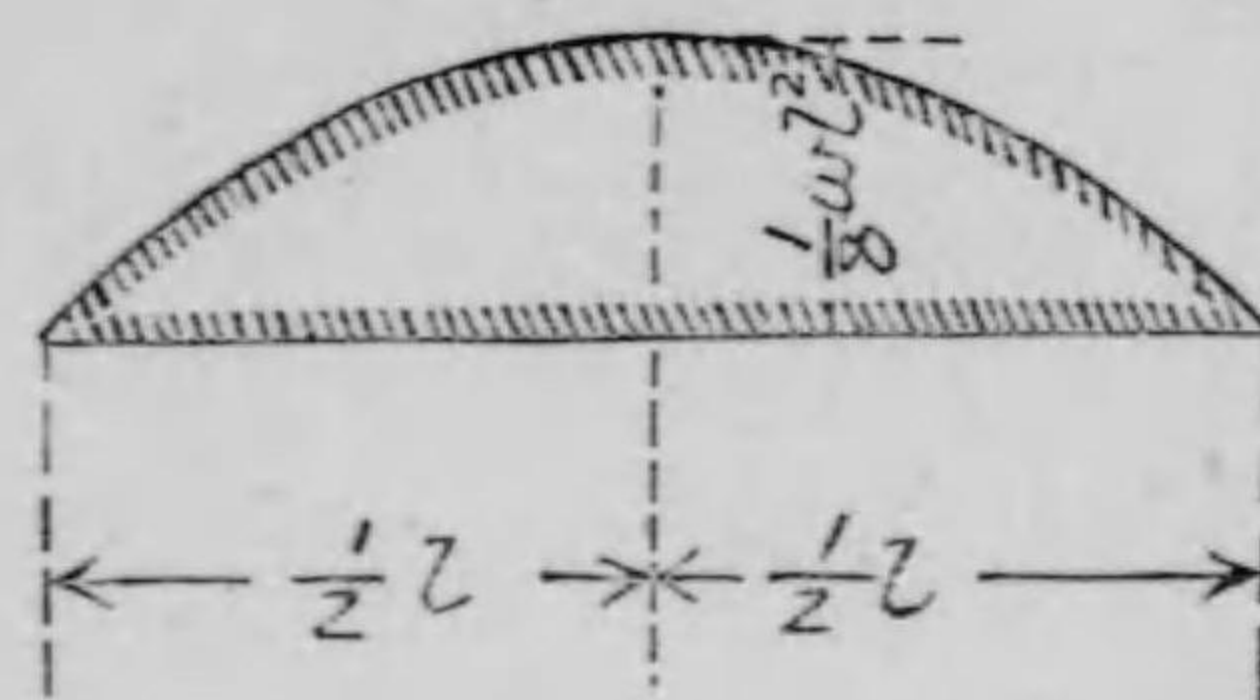
x = $\frac{l}{2}$ ナル時

$$B. M. _{\frac{l}{2}} = \frac{1}{2}wl \times \frac{l}{2} - \frac{1}{2}w\left(\frac{l}{2}\right)^2$$

$$= \frac{wl^2}{4} - \frac{1}{8}wl^2 = \frac{1}{8}wl^2$$

$$x=l \text{ ナル時 } B. M. _l = \frac{1}{2}wl \times l - \frac{1}{2}lw^2 = \frac{1}{2}wl^2 - \frac{1}{2}wl^2 = 0$$

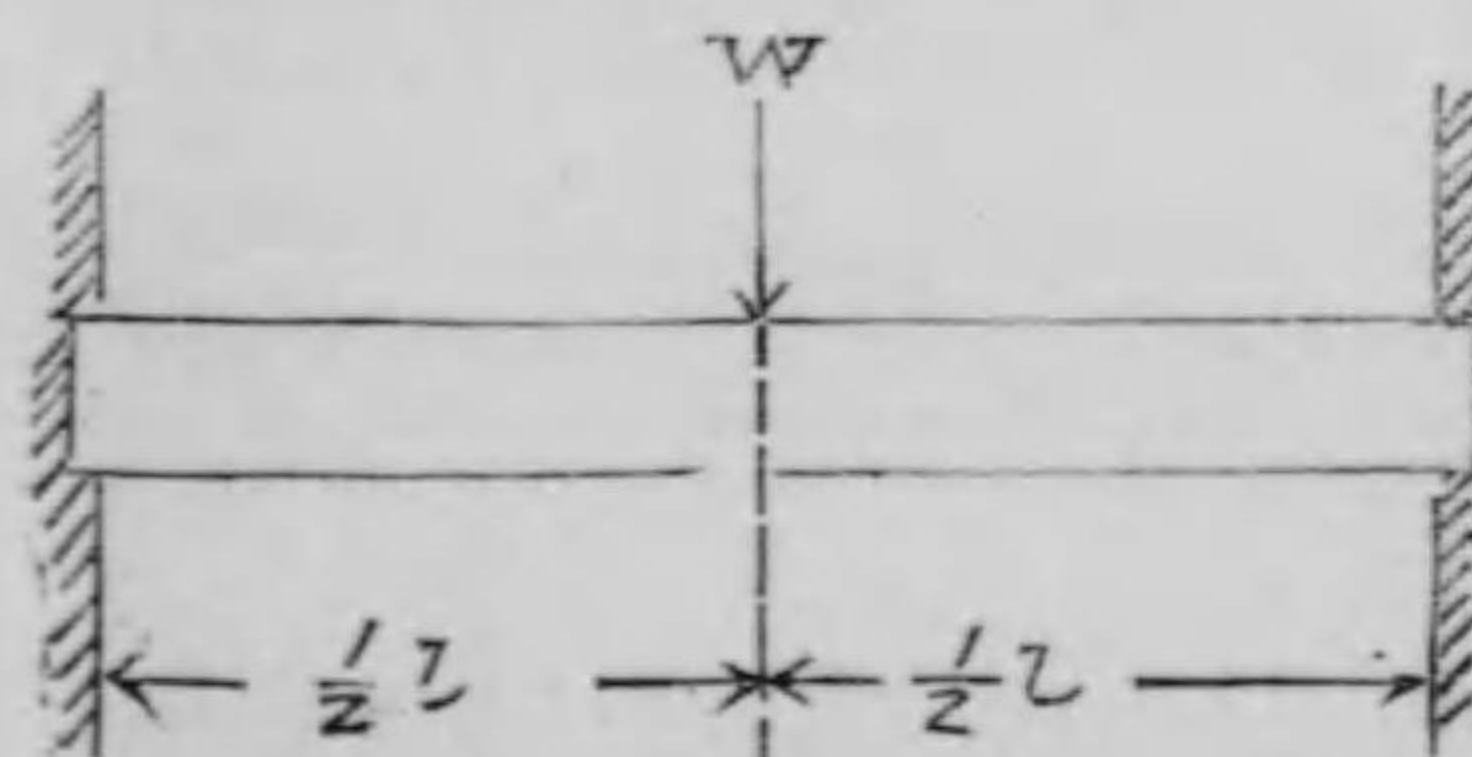
此場合ニ於テ最大屈曲率ハ支梁ノ中央ニアリテ其大サハ $\frac{1}{8}wl$ ナリ 今 $wl=W$ ナリトスレバ最大屈曲率ハ $\frac{1}{8}Wl$ トナリテ兩端支持ノ場合ニ於ケル最大屈



第百三十四圖

曲率ノ半分ナルコトヲ知ルベシ

(IX). 兩端ニ於テ固定セラレ支梁ノ中央ニ W ナル荷重ヲ有スル時



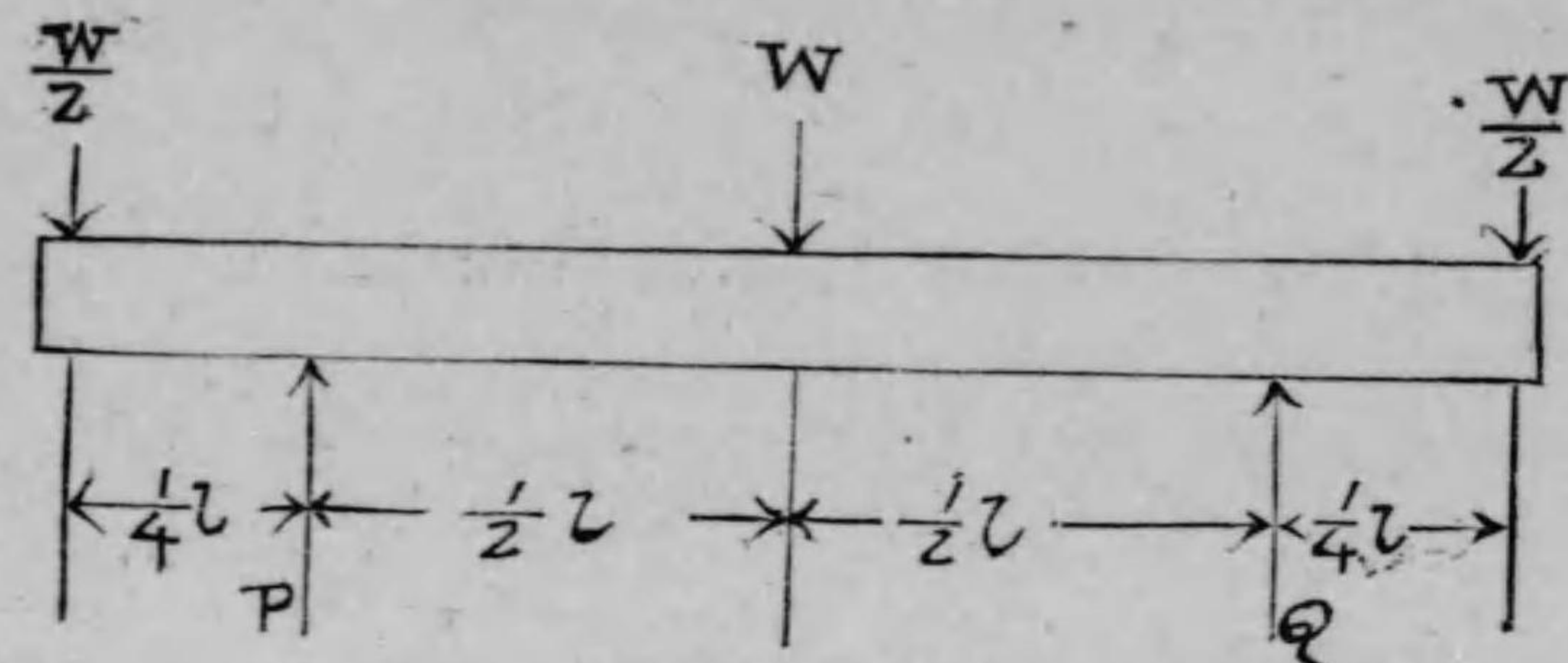
第百三十五圖

第百三十五圖ノ如キ場合ニ於

テハ此迄ノ方法ニテ解クコト不可能ナリ故ニ之レト同ジ効力ヲ有スル
第百三十六圖ノ法ニヨリ解クベシ

$$P=Q=W$$

$$B. M._{\frac{l}{4}} = -\frac{W}{2} \times \frac{l}{4} = -\frac{l}{8}W$$



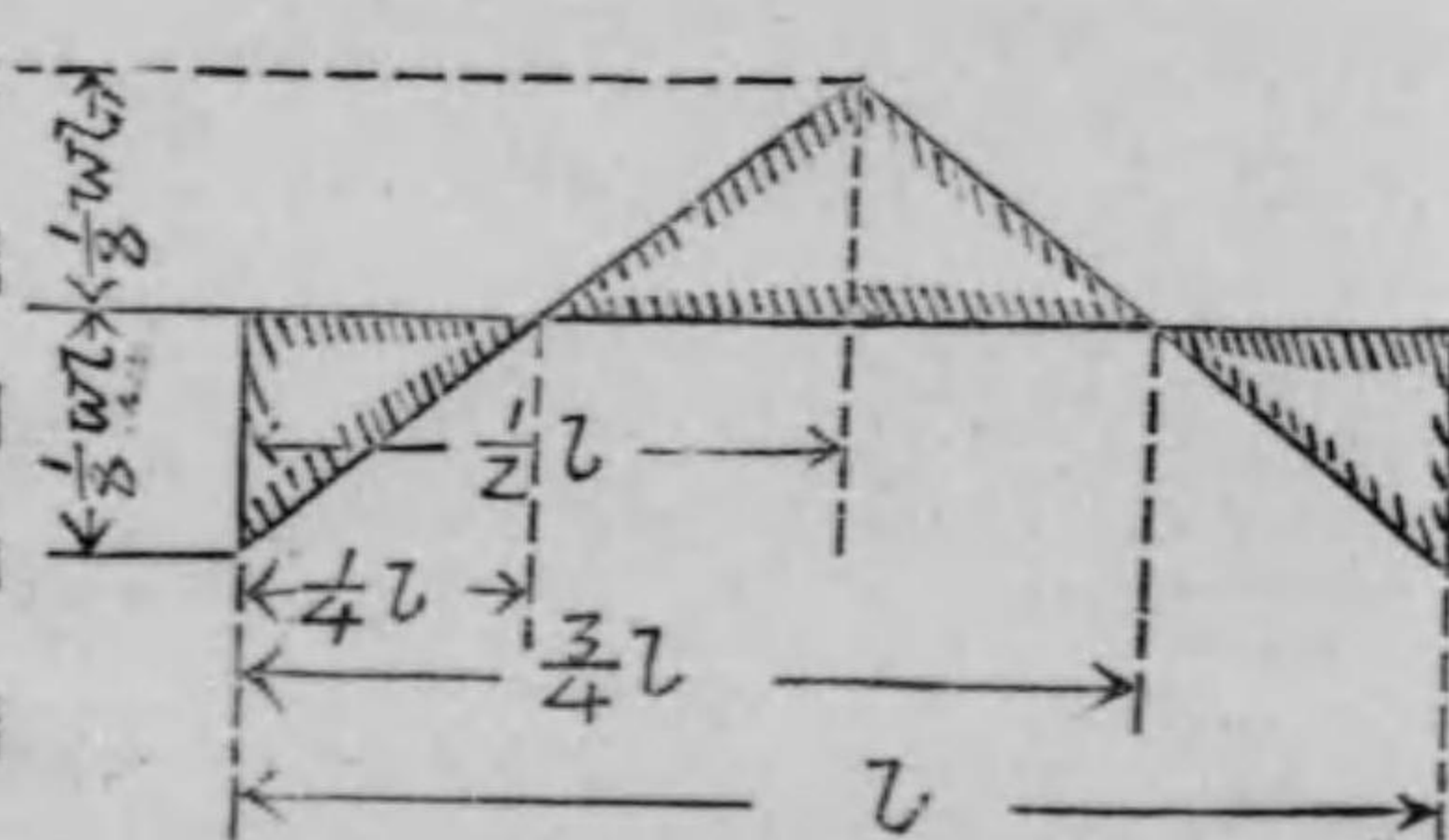
第 百 三 十 六 圖

$$B. M._{\frac{3}{4}l} = P \times \frac{l}{2} - \frac{3}{4}l \times \frac{W}{2} = W \times \frac{l}{2} - \frac{3}{8}Wl = \frac{1}{8}Wl$$

$$B. M._{\frac{5}{4}l} = -W \times \frac{l}{2} + P \times l - \frac{5}{4}l \times \frac{W}{2} = \frac{W}{2}l + Wl - \frac{5}{8}Wl$$

$$= -\frac{1}{8}Wl$$

故ニ此場合ニ於ケル屈
曲率線圖ハ第百三十七圖
ニ示スガ如クナルベシ即
チ最大屈曲率ハ固定端
及ヒ中央ニアリテ其大サ

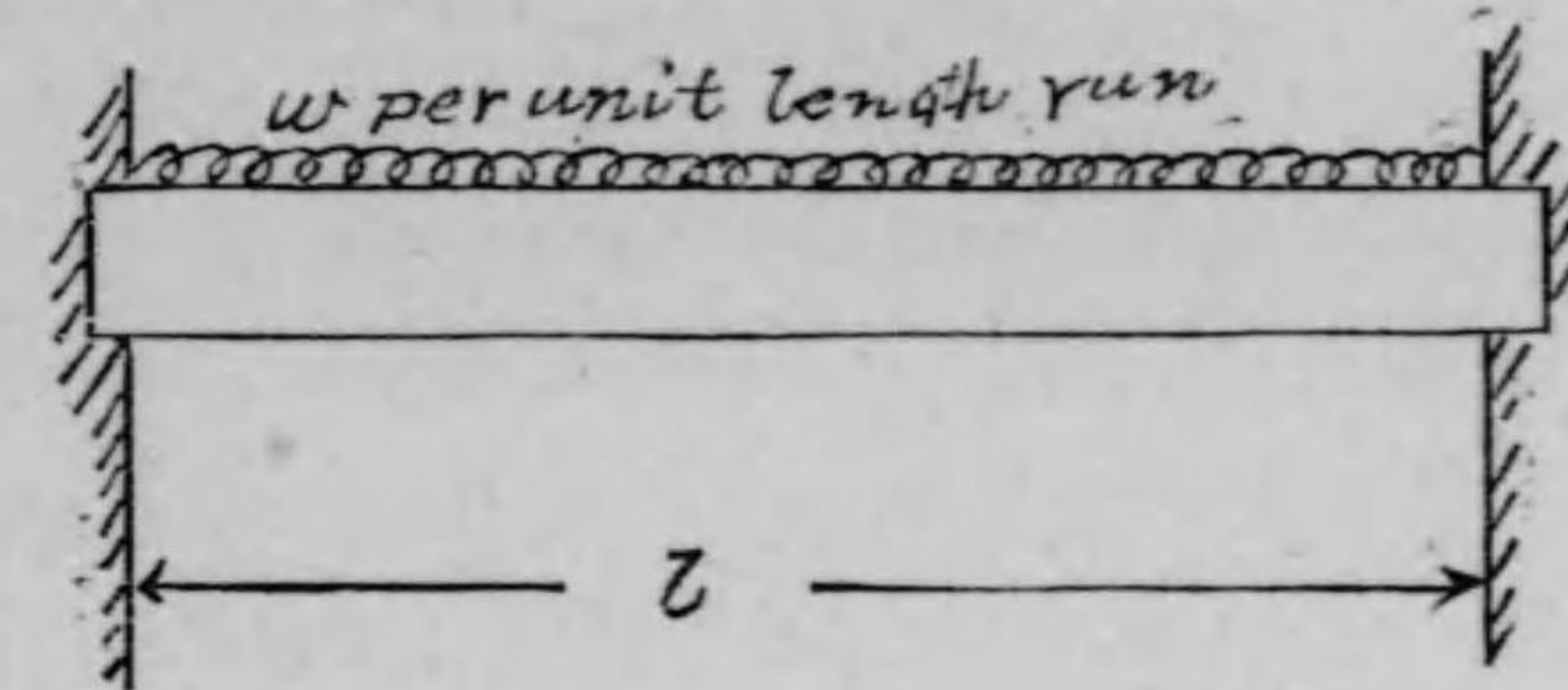


第 百 三 十 七 圖

ハ $\frac{1}{8}Wl$ ナリ然レドモ兩端ハ一ニシテ中央ハ十ナレバ中央ト各端
トノ間ニ於テ B. M. ノ 0 ナルベキ點アルコト明カナリ此圖ニ於テ
ハ $\frac{1}{4}l$ 及ヒ $\frac{3}{4}l$ ノ所ニアリテ之レヲ變換點 (Point of inflexion) ト名
ヅク。

(X). 兩端ヲ固定シ支梁上ニ分配荷重ヲ有スル時

第百三十八圖ニ示スガ如キ場合ハ第百三十九圖ノ場合トシテ解ク
コトヲ得ベシ



第 百 三 十 八 圖

$$P=Q = \frac{1}{2} \left\{ 2 \times \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l + l \right\} w + \frac{wl}{2\sqrt{3}}$$

$$= \frac{1}{2} \left\{ \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l + l \right\} w + \frac{wl}{2\sqrt{3}}$$

$$= \frac{1}{2} wl \left\{ \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} + 1 \right) + \frac{1}{\sqrt{3}} \right\} = \frac{1}{2} wl \times 2 = wl$$

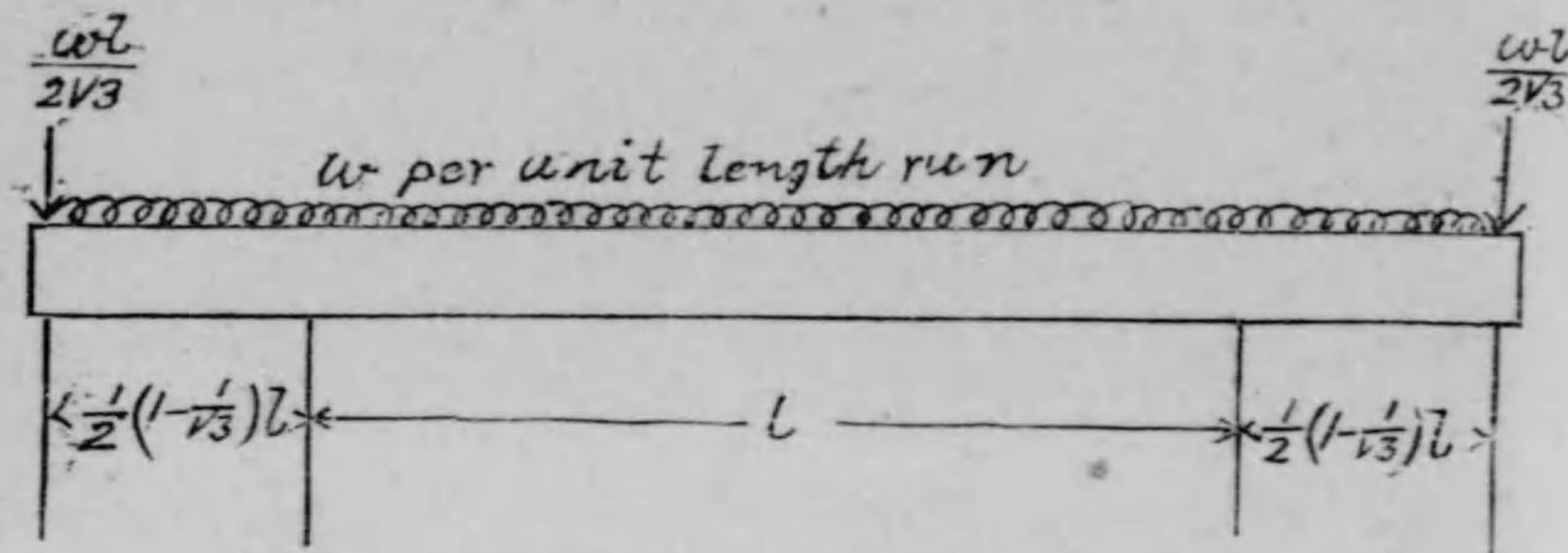
$$B. M._{\frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l} = -\frac{wl}{2\sqrt{3}} \times \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l - \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) wl$$

$$\times \frac{1}{4} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l = -\frac{wl^2}{4\sqrt{3}} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) - \frac{wl^2}{8} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right)^2$$

$$= -\frac{1}{8}wl^2 \left\{ \left(\frac{2}{\sqrt{3}} - \frac{2}{3} \right) + 1 - \frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{1}{3} \right\}$$

$$= -\frac{1}{8}wl^2 \times \frac{2}{3} = -\frac{1}{12}wl^2$$

$$\text{B. M.}_{l + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l} = \text{B. M.}_{\frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l} = -\frac{1}{12}wl^2$$



第 百 三 十 九 圖

$$\text{B. M.}_{\frac{1}{2}l + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l} = -\frac{wl}{2\sqrt{3}} \left\{ \frac{1}{2}l + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l \right\}$$

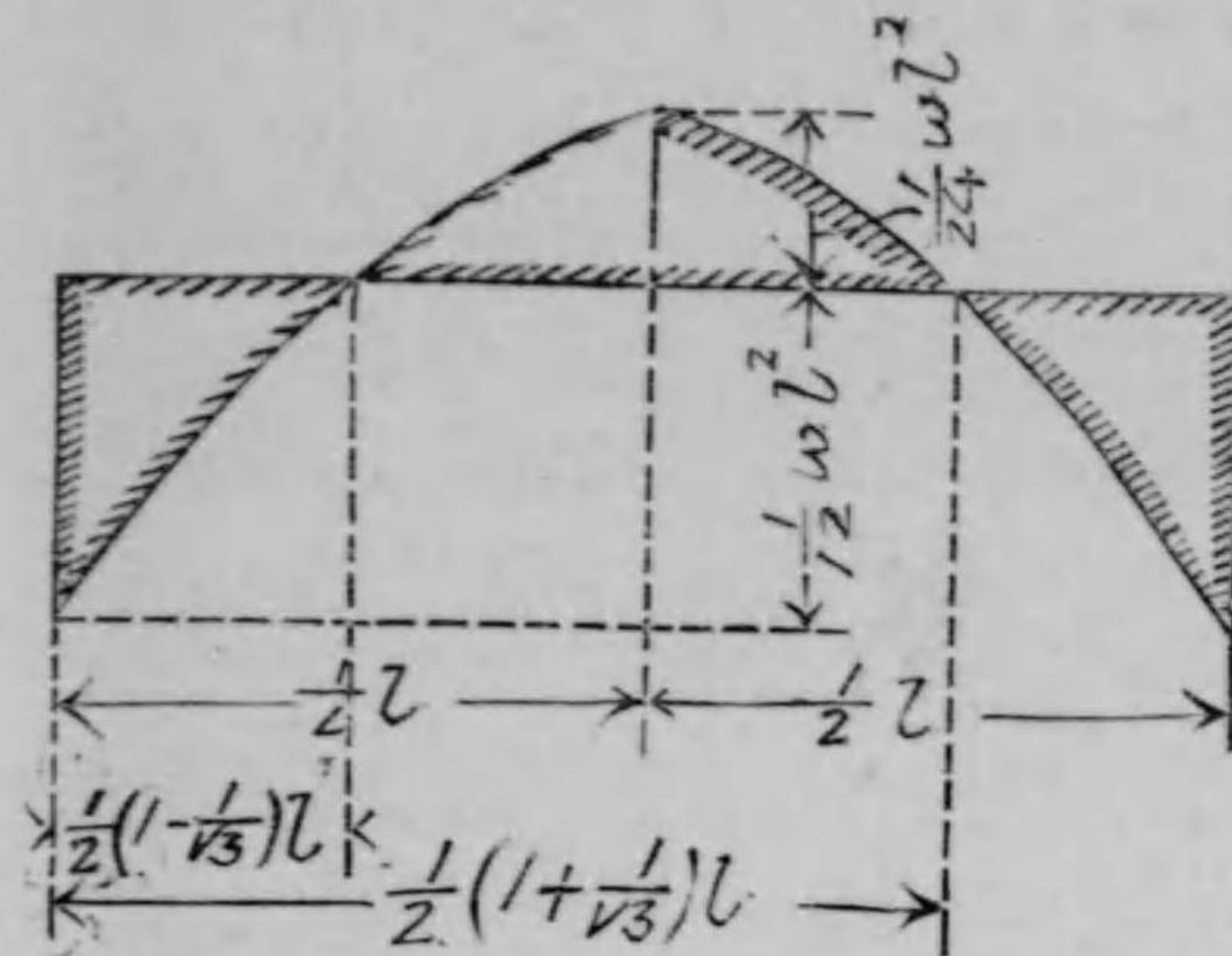
$$+ P \times \frac{l}{2} - \left\{ \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l + \frac{1}{2}l \right\} w \times \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{2}l + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l \right\}$$

$$= -\frac{wl}{2\sqrt{3}} \left\{ l - \frac{1}{2\sqrt{3}}l \right\} + wl \times \frac{l}{2} - \frac{1}{2} \left(l - \frac{l}{2\sqrt{3}} \right)^2 w$$

$$= -\frac{wl^2}{2\sqrt{3}} \left(1 - \frac{1}{2\sqrt{3}} \right) + \frac{wl^2}{2} - \frac{1}{2} wl^2 \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} + \frac{1}{12} \right)$$

$$= -\frac{wl^2}{2\sqrt{3}} + \frac{wl^2}{12} + \frac{wl^2}{2} - \frac{1}{2}wl^2 + \frac{wl^2}{2\sqrt{3}} - \frac{1}{24}wl^2 = \frac{1}{24}wl^2$$

故 = 屈曲率線圖ハ第百四十圖 = 示スガ如クナルベシ



第 百 四 十 圖

即此場合ニ於テ最大
 屈曲率ハ兩固定端ニア
 リテ其大サハ $\frac{1}{12}wl^2$ ナ
 リ 又兩端ハ一ニシテ
 中央ハ十ナル故ニ兩端
 ト中央トノ間ニ於テ
 B.M.=0 ナル變換點ア
 ルベシ

今其變換點ノ位置ヲ見出スベシ

$$Px - w \left\{ \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l + x \right\} \times \frac{1}{2} \left\{ \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l + x \right\} - \frac{wl}{2\sqrt{3}}$$

$$\left\{ x + \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l \right\} = 0$$

$$Px - \frac{1}{2}w \left\{ \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)l + x \right\}^2 - \frac{wl}{2\sqrt{3}}x - \frac{wl^2}{4\sqrt{3}} + \frac{wl^2}{12} = 0$$

$$Px - \frac{1}{2}w \left\{ \frac{1}{4}\left(1 - \frac{2}{\sqrt{3}} + \frac{1}{3}\right)l^2 + \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}}\right)lx + x^2 \right\} - \frac{wl}{2\sqrt{3}}x$$

$$- \frac{wl^2}{4\sqrt{3}} + \frac{wl^2}{12} = 0$$

$$Px - \frac{1}{2}wl^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2\sqrt{3}} + \frac{1}{12} \right) - \frac{1}{2}wlx \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) - \frac{1}{2}wx^2$$

$$- \frac{wl}{2\sqrt{3}}x - \frac{wl^2}{4\sqrt{3}} + \frac{wl^2}{12} = 0$$

$$wlx - \frac{1}{2}wl^2 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{2\sqrt{3}} + \frac{1}{12} \right) - \frac{1}{2}wlc \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) - \frac{1}{2}wx^2$$

$$-\frac{wl}{2\sqrt{3}}x - \frac{wl^2}{4\sqrt{3}} + \frac{wl^2}{12} = 0$$

$$-\frac{1}{2}wx^2 + wlx \left(1 - \frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} - \frac{1}{2\sqrt{3}} \right)$$

$$-wl^2 \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{4\sqrt{3}} + \frac{1}{24} + \frac{1}{4\sqrt{3}} - \frac{1}{12} \right) = 0$$

$$-\frac{1}{2}wx^2 + \frac{1}{2}wlc - \frac{1}{12}wl^2 = 0$$

$$x^2 - lx + \frac{1}{6}l^2 = 0 \quad 6x^2 - 6lx + l^2 = 0$$

$$\therefore x = \frac{3l \pm \sqrt{9l^2 - 6l^2}}{6} = \frac{3l \pm \sqrt{3}l}{6}$$

$$\therefore x = \frac{(3 + \sqrt{3})l}{6} = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2\sqrt{3}} \right) l = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l$$

$$\text{又 } x = \frac{(3 - \sqrt{3})l}{6} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{3}} \right) l$$

支梁ノ屈曲率又ハ屈曲能率 (Bending moment of Beam).

支梁ガ荷重ノ爲ニ屈曲スル時ハ其上面ハ短縮シ下面ハ伸長スルコト既ニ説明シタル所ナリ吾人ハ此事實ニヨリ上面ハ壓搾力ニ働カレ下面ハ延引力ヲ受クルモノナルコトヲ知ルベシ而シテ上面及下面ニ於ケル長サノ短縮伸長ハ支梁ノ重心點 (Centre of gravity) ヨリノ距離ニ比例スルモノナリ。

上面及ビ下面ニ働ケル壓搾及延引力ハ支梁ノ切斷面ニアリテハ之

レニ垂直ナル應力 (Normal stress) ナリ。又上面及ビ下面ノ一小部ヲ取リテ考フル時ハ短縮及ビ伸長ハ一直線ヲナスト見做スコトヲ得ベシ

第四百十一圖乙ニ於テ

p_0 = 重心點ヨリ 1 ナル距

離ニ於ケル切斷面一

平方吋ノ應力

p = 重心點ヨリ y ナル距離ニ於ケル切斷面一平方吋ノ應力

トスレバ 次ノ比例ヲ得ベシ

$$1 : y = p_0 : p$$

$$\therefore p = p_0 y$$

支梁中ノ任意ノ切斷面ヲ取リ重心點ヨリ y

ナル距離ニ極少面積 (Elementary area) zdy ヲ

取ル時ハ

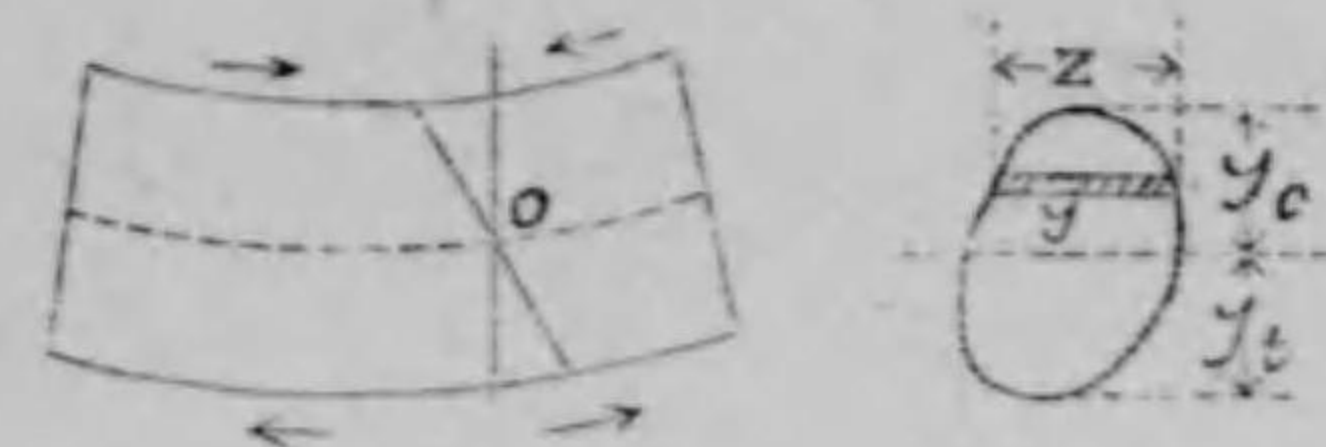
$$zdy = \text{働ク垂直ナル應力ノ總和} = zdy \times p_0 y$$

〇ヨリ此垂直應力ニ能率ヲ取レバ

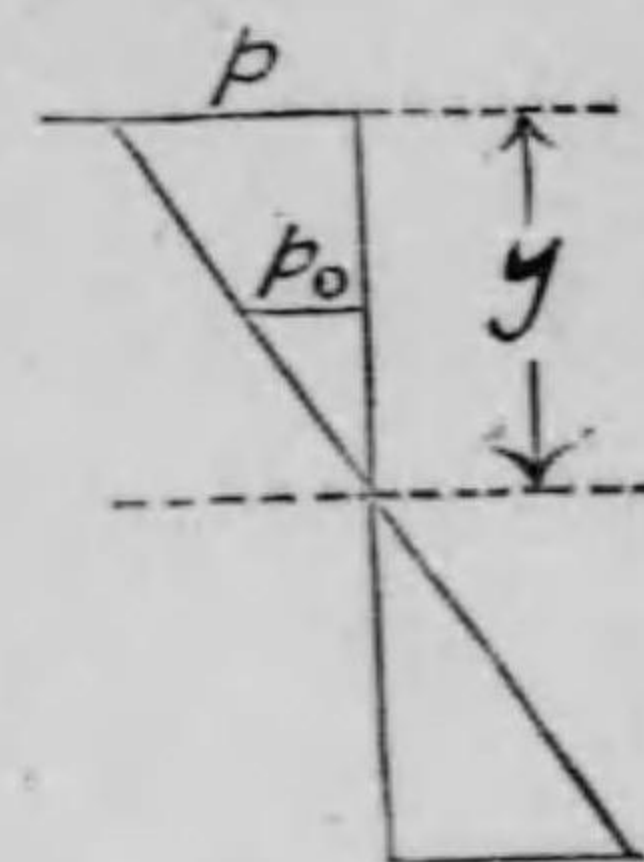
$$\text{能率} = y \times (zdy \times p_0 y) = p_0 y^2 zdy$$

$$\text{故ニ全切斷面ニ對スル能率ノ總和} = \int_{y_c}^{y_c} p_0 y^2 zdy = \int_{y_c}^{y_c} p_0 y^2 zdy$$

$y^2(zdy)$ ハ極少面積ニ能率ヲ取リタル元點ヨリノ距離ノ自乗ヲ乘ジタルモノニシテ之レヲ極少面積ニ對スル慣性能率 (Moment of Inertia) ト稱ス



第四百十一圖(甲)



第四百十一圖(乙)

從テ $\int_{y_t}^{y_c} y^2 z dy$ ハ全切斷面積ニ對スル慣性能率ニシテ Iヲ以テ表ハ

ス

∴ 全面積 = 對スル能率ノ總和 = $p_0 I$ (I).

今 f_t = 延引力 又 f_c = 壓搾力 トスレバ

$$\frac{p_0}{1} = \frac{f_t}{y_t} = \frac{f_c}{y_c} = \frac{f}{y}$$

$$p_0 = \frac{f}{y}$$

但シ f ハ延引力壓搾力ノ孰レヲモ表ハスモノナリ

p_0 ノ此價ヲ (I) = 置キ換フル時ハ

$$p_0 I = \frac{f}{y} I$$

即 $\frac{f}{y} I = \int_{y_t}^{y_c} y \times (z dy \times p_0 y)$ ナレバ屈曲率ノ定義ニヨリ支梁ノ屈曲率ナルコト明カナルベシ

公式 B. M. = $f \frac{I}{y}$ (LXVII)

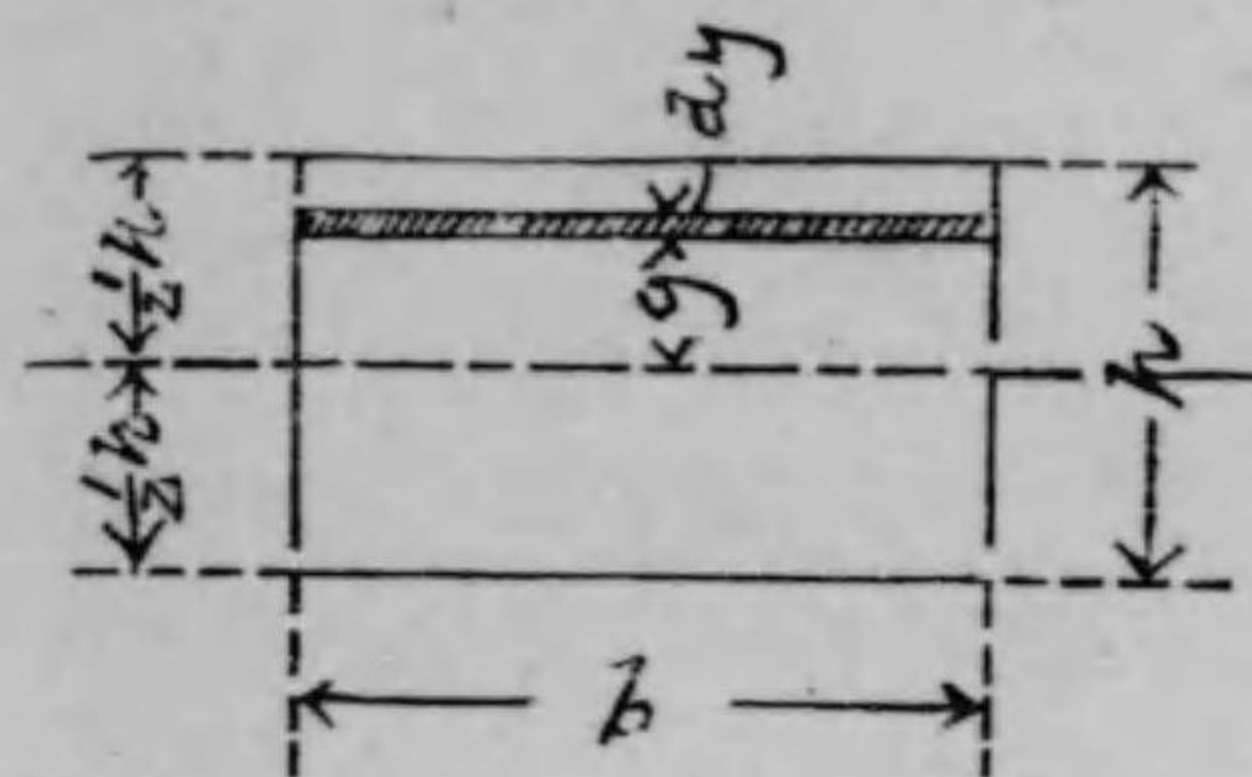
故ニ支梁ノ屈曲率ヲ知ラント欲セバ Iヲ求メザルベカラズ以下通例支梁ノ問題ニ關シ必要ナル切斷面ノ Iヲ求ムル法ヲ述ベシ.

慣性能率 (Moment of Inertia)

(I). 矩形 (Rectangle)

第百四十二圖ニ示スガ如キ切斷面ヲ有スル矩形ノ Iヲ求ム

中心線ヨリ y ナル距離ニ極少面積 $b dy$ ヲ取リテ其 Iヲ計算スレバ



第 百 四 十 二 圖

$$I = \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} y^2 \times b dy = b \int_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} y^2 dy$$

$$= b \left[\frac{y^3}{3} \right]_{-\frac{h}{2}}^{\frac{h}{2}} = b \left(\frac{(\frac{h}{2})^3}{3} - \left(-\frac{(\frac{h}{2})^3}{3} \right) \right)$$

$$= \frac{b \left(\frac{h^3}{8} + \frac{h^3}{8} \right)}{3} = \frac{b \frac{h^3}{4}}{3} = \frac{1}{12} b h^3$$

(II). 正方形 (Square).

第百四十三圖ニ示スガ如キ切斷面

ヲ有スル正方形ノ Iヲ求ム

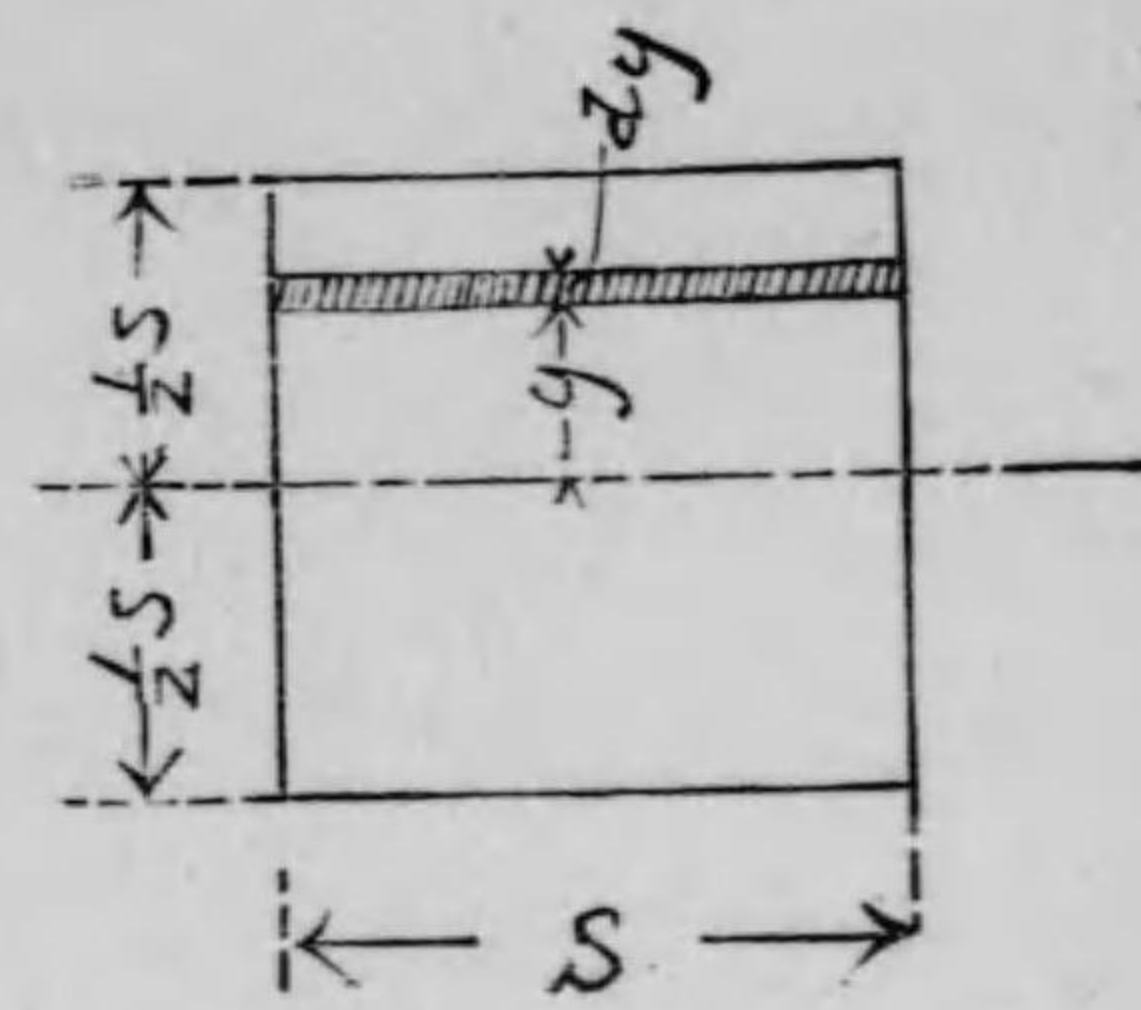
中心線ヨリ y ナル距離ニ極少面積

$s dy$ ヲ取リテ考フルニ

$$I = \int_{-\frac{s}{2}}^{\frac{s}{2}} y^2 (s dy) = s \int_{-\frac{s}{2}}^{\frac{s}{2}} y^2 dy = s \left[\frac{y^3}{3} \right]_{-\frac{s}{2}}^{\frac{s}{2}}$$

$$= \frac{s \left(\frac{s^3}{2^3} - \left(-\frac{s^3}{2^3} \right) \right)}{3} = \frac{s \left(\frac{s^3}{8} + \frac{s^3}{8} \right)}{3}$$

$$= \frac{s^4}{3} = \frac{1}{12} s^4$$



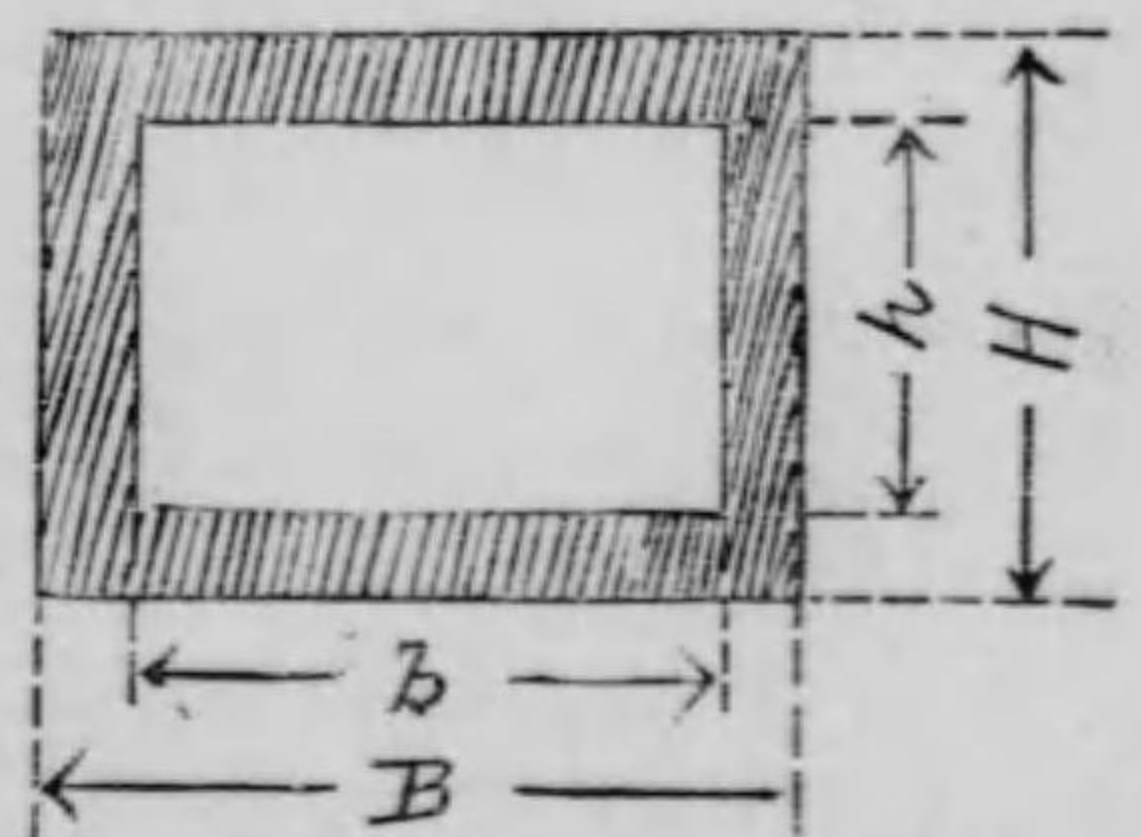
第 百 四 十 三 圖

(III) 中空矩形 (Hollow rectangle)

第百四十四圖ニ示スガ如キ切斷面ヲ

有スル中空矩形ノ Iヲ求ム

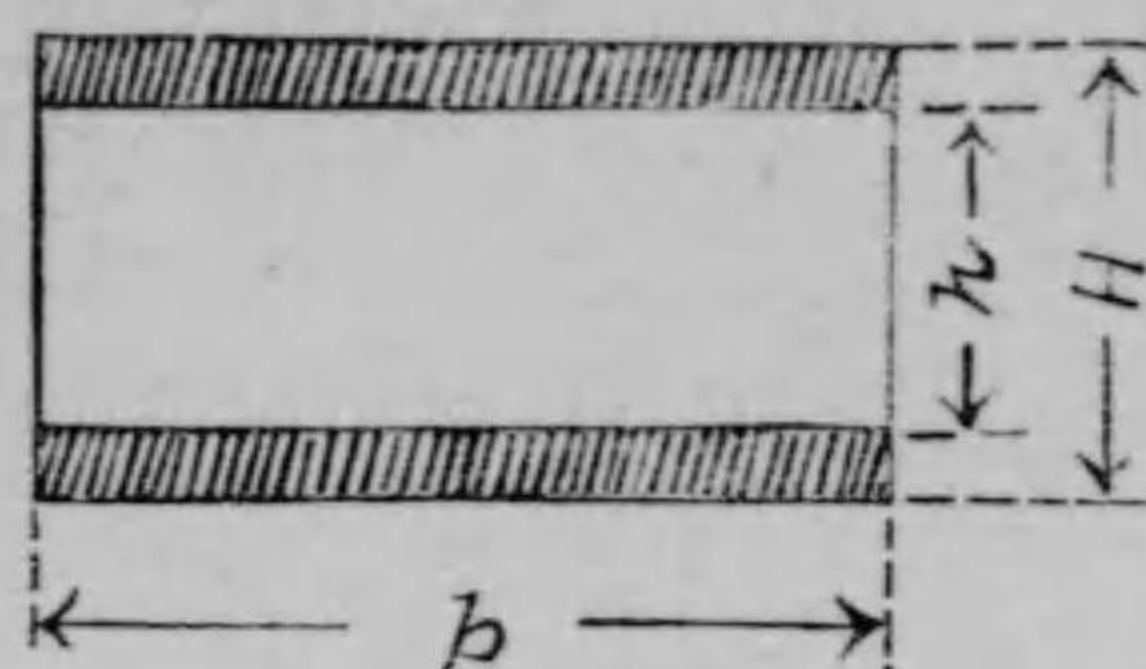
此 Iハ BHナル矩形ノ I_1 ト bh ナル



第 百 四 十 四 圖

矩形ノ I_2 トノ差ニ等シカルベシ。

$$I = I_1 - I_2 = \frac{1}{12} BH^3 - \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} (BH^3 - bh^3)$$



第百四十五圖

(IV) 突貫矩形 (Pierced rectangle)

$$I = \frac{1}{12} bH^3 - \frac{1}{12} bh^3 = \frac{1}{12} b(H^3 - h^3)$$

(V) 圓 (Circle)

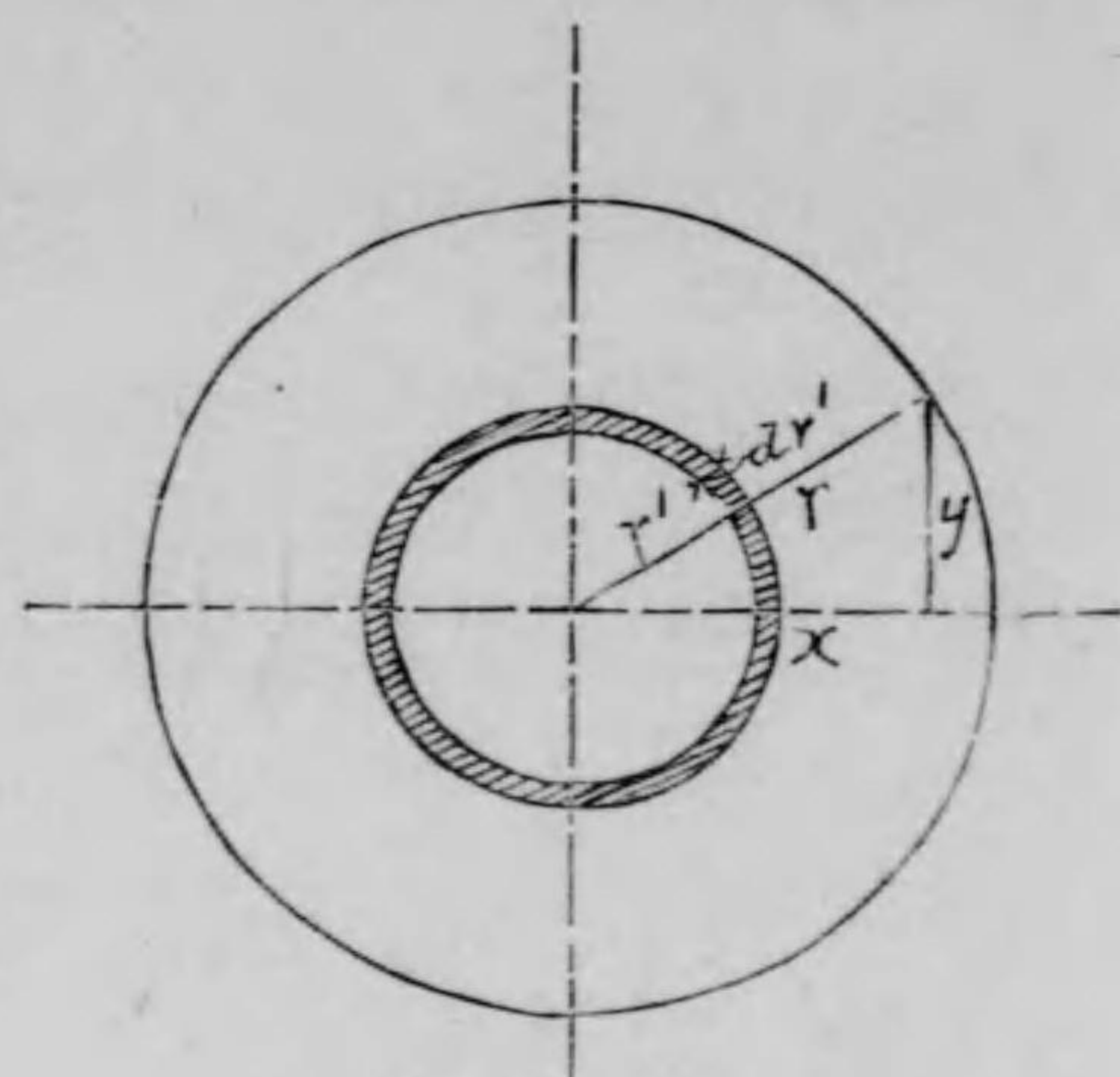
第百四十六圖ニ示スガ如キ直

徑 d ナル圓ノ直徑上ヨリ
ノ I ヲ求ムルニハ先ツ極
坐標慣性能率 (Polar mo-
ment of inertia) ヲ求メ後
之レヲ直徑上ノ慣性能率
ニ直スモノナリ

圓ノ中心 O ヨリ r' ナル
距離ニ dr' ナル極少距離
ヲ取リ r' 及ヒ $r' + dr'$ ナ
ル半径ヲ有スル圓周ニテ
圓ミタル環ノ面積ヲ考フ

I' = 極坐標慣性能率トスレバ

$$I' = \int_0^{\frac{d}{2}} (2\pi r' dr') r'^2 = \int_0^{\frac{d}{2}} 2\pi r'^3 dr' = 2\pi \int_0^{\frac{d}{2}} r'^3 dr'$$



第百四十六圖

$$= 2\pi \left[\frac{r'^4}{4} \right]_0^{\frac{d}{2}} = 2\pi \frac{\left(\frac{d}{2}\right)^4}{4} = 2\pi \frac{\frac{16}{16}}{4} = \frac{\pi}{32} d^4$$

第百四十六圖ニ於テ OX ノ上ニ計リタル圓周上ノ任意ノ一點ノ横軸
(abscissa) ヲ x ニテ表シ同點ノ縦軸 (ordinate) ヲ y ニテ表ハセバ

$$r'^2 = x^2 + y^2$$

$$I' = \int (2\pi r' dr') \times r'^2 = \int 2\pi r' dr' (x^2 + y^2) = \int 2\pi r' x^2 dr'$$

$$+ \int 2\pi r' y^2 dr' = I_x + I_y$$

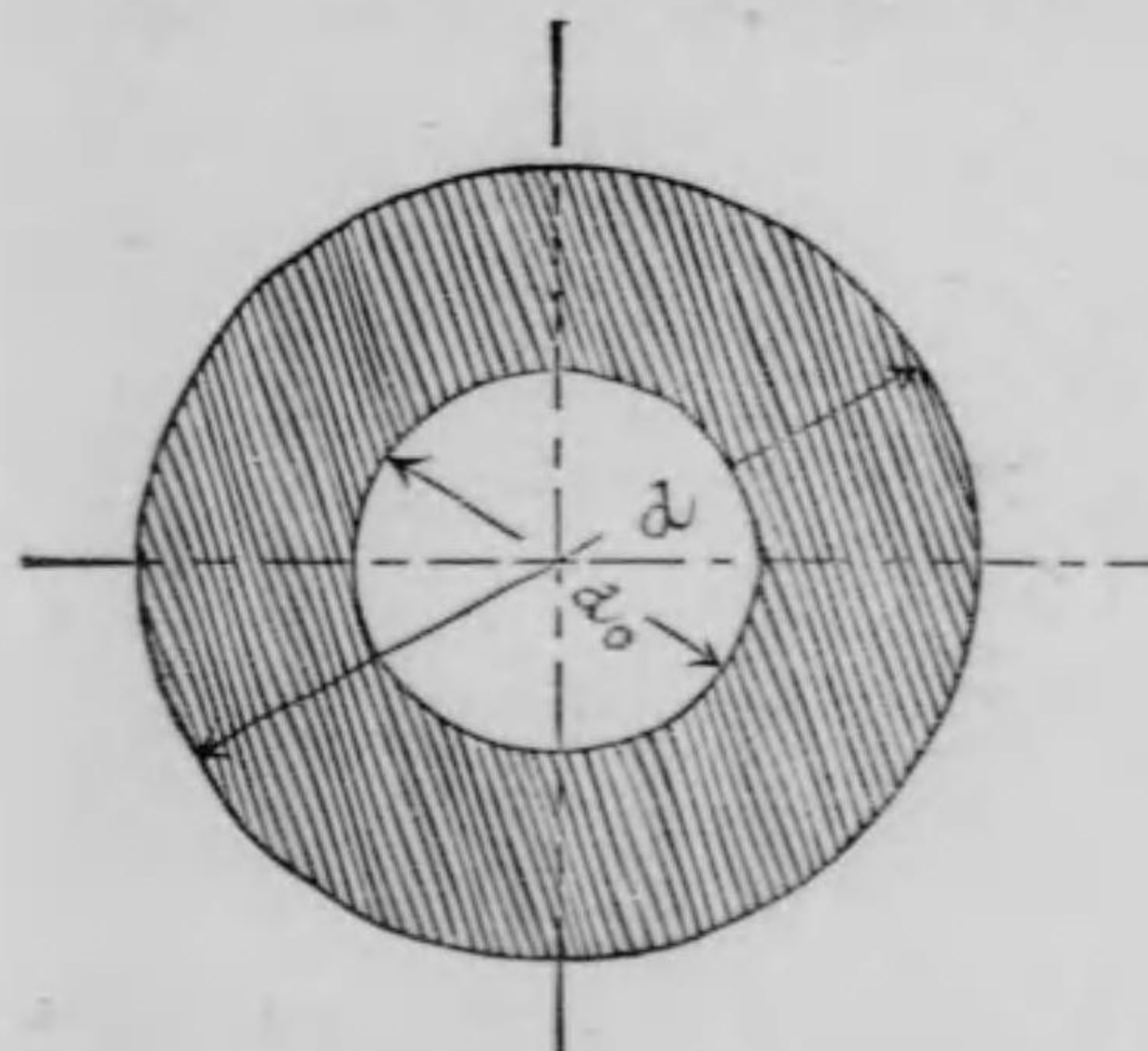
即圓ノ極坐標慣性能率ハ x, y ナル直交軸 (Rectangular co-ordinates)

上ノ慣性能率ノ和ニ等シキコトヲ知ルベシ

而シテ $I_x = I_y$ ナルコト亦明カナリ

$$\therefore I' = 2I_x \quad I_x = \frac{I'}{2}$$

$$\text{即} \quad I_x = \frac{1}{2} \times \frac{\pi}{32} d^4 = \frac{\pi}{64} d^4$$



第百四十七圖

(VI) 中空圓 (Hollow circle)

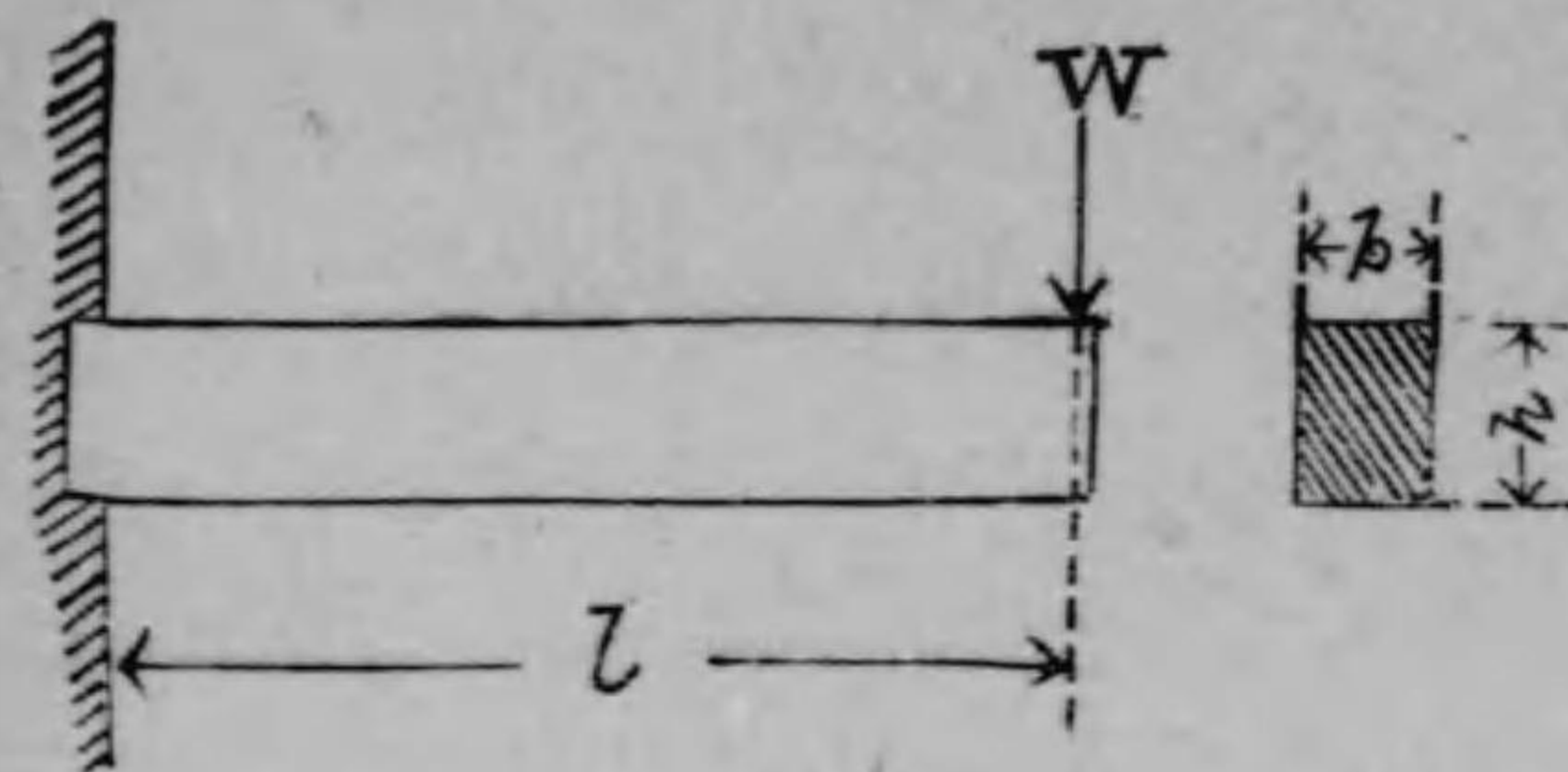
第百四十七圖ニ示スガ如キ
中空圓ノ慣性能率 I ハ直徑
 d ナル圓ノ直徑上ノ I_1 ト直
徑 d_0 ナル I_2 トノ差ナリ。

$$I = I_1 - I_2 = \frac{\pi}{64} d^4 - \frac{\pi}{64} d_0^4$$

$$= \frac{\pi}{64} (d^4 - d_0^4)$$

251. 鍊鐵ノ支梁アリ

端ヲ固定シ他端ニ 2 噸ヲ懸クル時材料一平方吋ノ最大應力ヲ 23 噸ナリトシ支梁ノ長サ 5'-6" ニシテ厚サ 3" ナラバ此支梁ノ深サヲ幾時ニシテ可ナルカ。



第 百 四 十 八 圖

解 第百四十八圖ニ

於テ

$$\text{B.M.} = Wl \text{ (吋噸ニテ)}$$

$$\text{B.M.} = f \frac{I}{y} = f \frac{\frac{1}{12}bh^3}{\frac{h}{2}}$$

$$= \frac{1}{6}fbh^2$$

$$\therefore \frac{1}{6}fbh^2 = Wl \dots\dots\dots (K)$$

$$h^2 = \frac{6Wl}{fb}$$

$$W = 2 \text{ tons}, \quad f = 23 \text{ tons}/\square'', \quad l = 5' - 6'' = 66'', \quad b = 3''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$h^2 = \frac{6 \times 2 \times 66}{23 \times 3} = \frac{6 \times 2 \times 22}{23} = \frac{264}{23} = 11.478260$$

$$h = \sqrt{11.478260} = 3.387''$$

252. 鐵製安全辨槓杆アリ平均ノ深サ $2\frac{1}{4}$ ニシテ他端ニ $1\frac{1}{2}$ 噸ノ重錘ヲ懸ケ長サ 18" ナル時槓杆ノ厚サ如何. 材料一平方吋ノ應力ハ 23 噸ナリトス.

解 安全辨槓杆ハ一端ヲ固定シタル支梁ナリ. 故ニ其解ハ 251ニ同ジ

$$Wl = \frac{1}{6}fbh^2 \quad \therefore b = \frac{6Wl}{fh^2}$$

$$W = 1.5 \text{ tons}, \quad l = 18'', \quad f = 23 \text{ tons}/\square'', \quad h = 2\frac{1}{4} = 2.25''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$b = \frac{6 \times 1.5 \times 18}{23 \times 2.25^2} = \frac{6 \times 1.5 \times 18}{23 \times 2.25 \times 2.25} = \frac{2 \times .1 \times 2}{23 \times .25 \times .05} = \frac{.4}{.2875} = 1.391''$$

253. 一端ヲ固定シ他端ニ 5000 封度ノ重量ヲ懸ケタル支梁アリ其切斷面ハ矩形ヲナシ厚サ 3" 深サ 5" ニシテ支梁ノ長サ 56" ナル時支梁切斷面一平方吋ノ應力如何.

$$\text{解 } Wl = \frac{1}{6}fbh^2 \quad \therefore f = \frac{6Wl}{bh^2}$$

$$W = 5000 \text{ lbs}, \quad l = 56'', \quad b = 3'', \quad h = 5''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$f = \frac{6 \times 5000 \times 56}{3 \times 5^2} = \frac{6 \times 5000 \times 56}{3 \times 25} = 2 \times 200 \times 56 = 22400 \text{ lbs}/\square''$$

254. 問題 253 ニ於テ材料一平方吋ノ安全使用力 (Safe working stress) ヲシテ 8000 封度ヲ超過セシメザランニハ支梁ノ長サヲ幾時ニスベキカ.

$$\text{解 } Wl = \frac{1}{6}fbh^2 \quad \therefore l = \frac{fbh^2}{6W}$$

$$f = 8000 \text{ lbs}/\square'', \quad b = 3'', \quad h = 5'', \quad W = 5000 \text{ lbs.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$l = \frac{8000 \times 3 \times 5^2}{6 \times 5000} = \frac{8000 \times 3 \times 25}{6 \times 5000} = 4 \times 5 = 20''$$

255. 問題 253 に於て長さを變更せざる時、他端に懸クル重錘を幾封度トスベキカ。

材料一平方吋ノ應力ハ 8000 封度ヲ超過セザルモノトス

$$\text{解 } Wl = \frac{1}{6}fbh^2$$

$$W = \frac{fbh^2}{6l} = \frac{8000 \times 3 \times 5^2}{6 \times 56} = \frac{8000 \times 3 \times 25}{6 \times 56} = \frac{500 \times 25}{7} \\ = \frac{12500}{7} = 1785.714 \text{ lbs.}$$

256. 鍊鐵ノ丸棒ヲ兩端ニ於テ支持シ中央ニ 3 噸ノ重量ヲ載スル時材料一平方吋ノ應力ヲ 7500 封度ナリトシ支梁ノ長サ 13'' ナル時ハ丸棒ノ直徑幾吋ナリヤ。

解 兩端支持ノ支梁ニ於テ其最大屈曲率ハ $\frac{1}{4}Wl$ ナルコト既ニ説明セル所ナリ。

$$\text{又 } B. M. = f \frac{I}{y}$$

$$y = \frac{d}{2}, \quad I = \frac{\pi}{64}d^4$$

$$\therefore B. M. = f \frac{\frac{\pi}{64}d^4}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi}{32}fd^3 = \frac{1}{10.2}fd^3$$

$$\text{即 } \frac{1}{4}Wl = \frac{\pi}{32}fd^3 \quad \therefore d^3 = \frac{32Wl}{4\pi f}$$

$$W = 3 \text{ tons} = 3 \times 2240 \text{ lbs.}, \quad l = 13'', \quad f = 7500 \text{ lbs/} \square''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$d^3 = \frac{32 \times 3 \times 2240 \times 13}{4 \times 3.1416 \times 7500} = \frac{8 \times 2 \times 13}{.9561 \times 125} = \frac{208}{7.0125} \\ = 29.661033860$$

$$d = \sqrt[3]{29.661033860} = 3.095''$$

257. 長サ 30' ナル樑ノ支梁アリテ一様ニ 1' = 付 $\frac{1}{2}$ 噸ノ重量ヲ載ス。其深サガ厚サノ 1.6 倍ニシテ材料一平方吋ノ最大應力 14700 封度安全因數 14 ナル時支梁ノ深サ及ヒ厚サ各如何。

解 兩端支持ノ支梁ガ分配荷重ヲ有スル場合ノ最大屈曲率ハ

$$\frac{1}{8}wl^2 \text{ ナルコト已ニ説明セシ所ナリ}$$

$$B. M. = \frac{1}{8}wl^2 = \frac{1}{6}fbh^2$$

$$l = 30' = 30 \times 12'' = 360'', \quad f = \frac{14700}{14} = 1050 \text{ lbs/} \square''$$

$$h = 1.6b, \quad w = \frac{1}{2} \text{ tons} = \frac{1}{2} \times 2240 \text{ lbs} = 1120 \text{ lbs.}$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$\frac{1}{6} \times 1050 \times b \times (1.6b)^2 = \frac{1}{8} \times 1120 \times 30^2 \times 12$$

$$\frac{1}{6} \times 1050 \times 1.6 \times 1.6b^3 = \frac{1}{8} \times 1120 \times 30 \times 30 \times 12$$

$$\therefore b^3 = \frac{1120 \times 30 \times 30 \times 12 \times 6}{8 \times 1050 \times 1.6 \times 1.6} = \frac{15 \times 3 \times 3}{.4 \times .1} = \frac{135}{.04} = 3375$$

$$\therefore b = \sqrt[3]{3375} = 15''$$

$$h = 1.6b = 1.6 \times 15 = 24''$$

258. 問題 256 に於て内径ガ外径ノ $\frac{1}{2}$ ナル中空鍊鐵棒ヲ使用スル時ハ其直径各如何.

解 中空丸棒ノ $I = \frac{\pi}{64}(d^4 - d_0^4)$ ナルコト已ニ説明セリ.

$$\text{B.M.} = f \frac{I}{y} = f \frac{\frac{\pi}{64}(d^4 - d_0^4)}{\frac{d}{2}} = \frac{\pi}{32} f \frac{d^4 - d_0^4}{d}$$

$$\text{然ルニ} \quad d_0 = \frac{d}{2}$$

$$\therefore \text{B.M.} = \frac{\pi}{32} f \frac{d^4 - \left(\frac{d}{2}\right)^4}{d} = \frac{\pi}{32} f \frac{d^4 - \frac{d^4}{16}}{d} = \frac{\pi}{32} f \frac{15d^4}{16} = \frac{\pi \times 15}{32 \times 16} f d^3$$

$$\text{又} \quad \text{B.M.} = \frac{1}{4} WL = \frac{1}{4} \times 3 \times 2240 \times 13$$

$$\frac{3.1416 \times 15}{32 \times 16} \times 7500 d^3 = \frac{1}{4} \times 3 \times 2240 \times 13$$

$$d^3 = \frac{1 \times 3 \times 2240 \times 13 \times 32 \times 16}{4 \times 3.1416 \times 15 \times 7500} = \frac{8 \times 13 \times 32}{.0187 \times 15 \times 375}$$

$$= \frac{3328}{105.1875} = 31.638635769$$

$$\therefore d = \sqrt[3]{31.638635769} = 3.162''$$

$$d_0 = \frac{d}{2} = 1.581''$$

259. 一端ヲ固定シ長サ l'' ナル支梁上ニ $1''$ ニ付キ w 封度ナル重量ヲ載ス支梁ノ厚サ b'' 深サ h'' ナル時支梁一平方吋ノ應力如何.

$$\text{解} \quad \text{B.M.} = \frac{1}{2} wl^2 = \frac{1}{6} fbh^2$$

$$f = \frac{wl^2 \times 6}{2bh^2} = \frac{3wl^2 \text{ lbs}/\square''}{bh^2}$$

260. 兩端ヲ支持シ長サ l'' ナル支梁ノ中央ニ重量ヲ載ス支梁ノ厚サ b'' 深サ h'' ニシテ支梁一平方吋ノ應力 f 封度ナル時其重量幾封度ナリヤ.

$$\text{解} \quad \text{B.M.} = \frac{1}{4} Wl = \frac{1}{6} fbh^2$$

$$\therefore W = \frac{4fbh^2}{6l} = \frac{2fbh^2}{3l} \text{ lbs.}$$

261. 兩端ヲ支持シ支梁上ニ一様ニ $1''$ ニ付キ w 封度ナル重量ヲ載ス支梁ノ厚サ b'' 深サ h'' ニシテ材料一平方吋ノ應力 f 封度ナル時支梁ノ長サ幾吋ナルカ.

$$\text{解} \quad \text{B.M.} = \frac{1}{8} wl^2 = \frac{1}{6} fbh^2$$

$$l^2 = \frac{8fbh^2}{6w} = \frac{4fbh^2}{3w}$$

$$\therefore b = \sqrt{\frac{4fbh^2}{3w}} \text{ inches.}$$

262. 兩端ヲ固定シ長サ l 吋ナル支梁ノ中央ニ W ナル重量ヲ載ス支梁ノ深サ h'' 又材料一平方吋ノ應力 f 封度ナル時支梁ノ厚サ如何.

$$\text{解} \quad \text{B.M.} = \frac{1}{8} Wl = \frac{1}{6} fbh^2$$

$$\therefore b = \frac{6WL}{8fh^2} = \frac{3WL}{4fh^2} \text{ inches.}$$

263. 兩端ヲ固定シ長サ l'' ナル支梁上 $1''$ ニ付キ w 封度ナル

分配荷重ヲ載ス支梁ノ厚サ b'' 支梁一平方吋ノ應力 f 封度ナル時支梁ノ深サヲ求ム。

$$\text{解 } B.M. = \frac{1}{12}wl^2 = \frac{1}{6}fbh^2$$

$$h^2 = \frac{6wl^2}{12fb} = \frac{wl^2}{2fb}$$

$$\therefore h = \sqrt{\frac{wl^2}{2fb}} \text{ inches.}$$

264. 螺旋軸 (Propeller shaft) ノ直徑 $9''$ ニシテ支點ヨリ $24''$ ノ所ニ重量 3 噸ナル推進器ヲ懸吊スル時此重量ニ由テ生ズル推進軸一平方吋ノ應力幾封度ナリヤ。

解 W = 推進器ノ重量 (封度ニテ)

L = 支點ヨリ推進器ノ中心迄ノ距離 (吋ニテ)

f = 車軸一平方吋ノ應力 (封度ニテ)

d = 車軸ノ直徑 (吋ニテ)

此場合ハ一端ヲ固定シ他端ニ W ナル重量ヲ懸ケタルモノナルコト明カナリ。

$$B.M. = W.L. \quad \text{又} \quad B.M. = \frac{\pi}{32}fd^3$$

$$\frac{\pi}{32}fd^3 = WL \quad f = \frac{32WL}{\pi d^3}$$

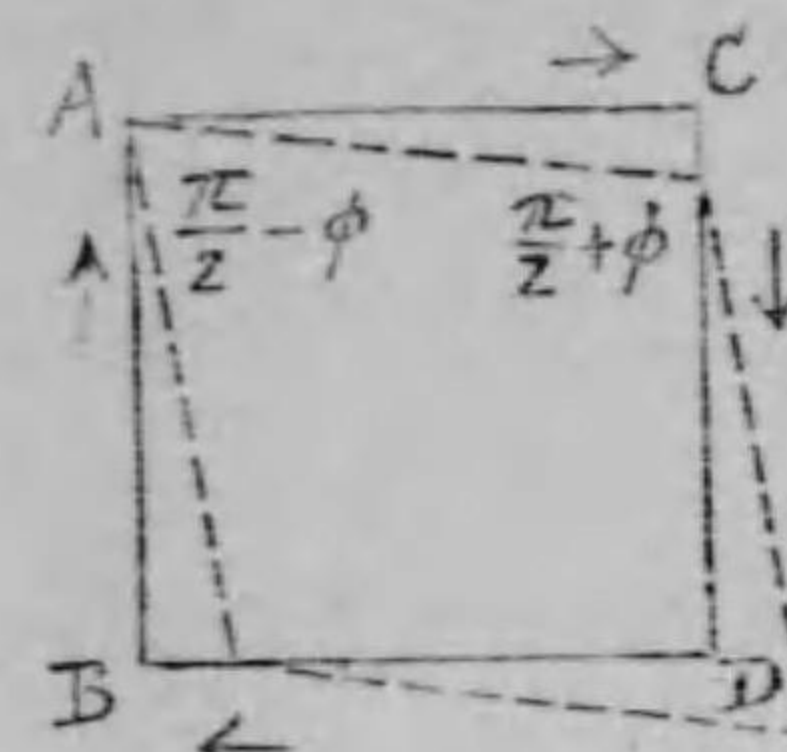
$$W = 3 \text{ tons} = 3 \times 2240 \text{ lbs}, \quad L = 24'', \quad d = 9''$$

此等ノ價ヲ上式ニ置キ換フル時ハ

$$f = \frac{32 \times 3 \times 2240 \times 24}{3.1416 \times 9^3} = \frac{32 \times 3 \times 2240 \times 24}{3.1416 \times 9 \times 9 \times 9}$$

$$= \frac{16 \times 80 \times 8}{.0561 \times 9 \times 3 \times 3} = \frac{10240}{4.5441} = 2253.449 \text{ lbs/} \square''$$

剪斷力及ヒ旋稔力 (Shearing and Torsion).



第 百 四 十 九 圖

第百四十九圖ニ示スガ如キ立方體 ABCD = 働ク應力若シ剪斷力ナル時ハ此立方體ハ旋稔セラレーツノ對角線ニ沿フテ其長サヲ増シ他ノ對角線ニ沿フテ等量ノ短縮ヲナス然レドモ相對スル邊ハ恒ニ平行ニシテ且其容積ニ變化アルコトナシ即 ABCD ハ點線ニテ表ハサル如キ位置ヲ取リ以前直角ナリシモ剪斷力ニ働カレタル後ニ於テハ $\frac{\pi}{2} - \phi$ ヨリ $\frac{\pi}{2} + \phi$ ニ變化ス ϕ ナル角度ハ剪斷力ノ爲ニ受ケタル角ノ變化ニシテ此角ノ大小ハ剪斷力ノ大小ニ依ルコト勿論ナリ彈性限 (Limit of Elasticity) 内ニアリテハ此角度ハ剪斷力ニ正比例スルモノナリ。

今 q = 材料一平方吋ノ剪斷力 トスレバ

$$\frac{q}{\phi} = C.$$

ϕ ハ歪ミナレバ茲ニモ「フック」氏ノ法則ハ適用セラル、モノナリ。

C ハ定數ニシテ其價ハ次表ニ示スジ如シ。

モデュラスオブリヂデターノ表 (Table of modulus of rigidity).