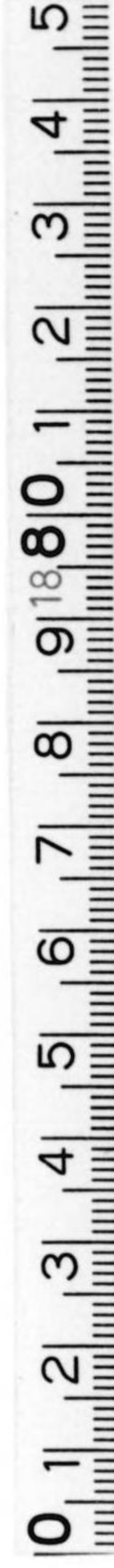




始



機械計算

附

エンジニアース・コンモンセンス

東京

聖橋高等工學校

特 230
886



機 械 計 算

附
エンジニアース・コンモンセンス



東京
聖橋高等工學校

緒 言

機械の設計といふのは各部分に適當な材料が使用され且つその材料は適當な強さを持つてゐて、用途に應じて最善の性能を發揮すべき機械を而も安價で製作し得るやうに考慮することである。材料が優秀なばかりでは良い機械とは謂はれない。丈夫なばかりが必ずしも高級機械ではない。不要な所に餘分に或は良い材料を使つたからとて何にもならない、機械が高價になるばかりである。繰り返して謂ふが**設計者の使命は機能を十分に發揮するに足る丈の適材を適所に使用することである**。それには力學や材料力學などの智識を有つことの必要は云ふまでもないが、各部分の材料の計算を間違はぬやうに正確にすることが大事である。言ひ換へれば**設計事務は結局計算事務**である。製圖といふのは機械部分計算の結果を、製品を作り良いやうに、機械が働き良いやうに、圖面に書き表はすことである。故に計算が正確でなければ正確な製圖が出来ず、正しい圖面がなければどんなに優秀な**マシンツール**があり職工が居たとて良い機械は出来ない譯である。

適當に設計された圖面に依て品物を作ることは長く工場にゐて作業に熟練さへすれば工學上の智識などなくても誰れでも出来る。設計はさうは行かない。機械學を知り計算に熟達した人丈けがこれを爲し得る。故に工業學校の機械科とか製作科とかいふのは機械設計の仕方を教へる所である。然るに**工學生の中には數學や計算を嫌ふものがある**。さういふ人達は工學を修めるに不適當なものである。たつて機械が好きだといふなら初めから工場へ行つて見習工になる方が宜い。

中には數學や計算は好きだが良く出来ないといふ人がある。斯う云ふ人には上手になる一つの秘傳を公開する。即ち**努力と練習**とである。本書第一編の目的は**工學生に機械計算の練習をさせるにある**。従つて學生生徒は練習問題は必ず自分でやらなければならぬ。その爲めにわざわざ答を附記して置いた。

第二編は機械工業に携はる人達は誰れでも暗記してみなければならぬエンジニアの常識を集録したものである。これだけはどんなことをしても記憶して置く必要がある。まだ習つてゐないことは仕方がないが、既に學んだ部分で読んで見て忘れてゐたとしたならばその人は常識に缺けてゐるものである。卒業生が工場に入る爲めにテストされる就職試験は計算問題か常識試験である。

従て本書の第一編第二編とも應用問題として今迄行はれた各會社の就職問題中機械に關するものは殆んど全部網羅してゐる。即ち本書は就職試験の指針であり試験問題解答書でもある。同時に卒業後に於てもポケットブックと共に好適な座右録であることを信ずる。

昭和十三年七月三十一日

編者記

第一編 機械計算

目次

	(頁)
第一節 單位.....	1
第二節 材料計算 (I) 容積.....	5
第三節 材料計算 (II) 比重.....	9
第四節 材料計算 (III) 仕上代.....	13
第五節 仕事 (I) 移動運動.....	16
第六節 仕事 (II) 回轉運動.....	20
第七節 槓桿.....	26
第八節 綱車.....	34
第九節 調車.....	40
第十節 軸.....	46
第十一節 梁.....	51
第十二節 螺子.....	58
第十三節 齒車.....	65
第十四節 發條.....	71
第十五節 管.....	75

第二編

エンジニアース・コンモンセンス

	(頁)
第一節 數學.....	80
第二節 物理學.....	85
第三節 化學.....	91
第四節 應用力學.....	93
第五節 材料力學.....	100
第六節 流體力學.....	107
第七節 熱力學及熱機關.....	114
第八節 機構學.....	128
第九節 機械工作法及機械材料.....	137
第十節 電氣工學.....	159

【目次終】

第一編 機械計算

第一節

單位 (Unit)

機械ノ計算ノ際最モ謬リ易イノハ單位ニ就テノ計算デアリ、殊ニ實地ノ經驗ニ乏シイ學生ハ單位換算ノトキニ十分注意シナイト大キナ間違ヲ生ズルコトガアル。故ニ常ニ單位換算ノ演習ヲ熟練スルニ務メ、實地ノ計算ニ當ツテ迷フコトガ無イヤウニ心掛ケネバナラナイ。

次ニ英式 (English system) トメートル式 (Metric system) トノ換算表ヲ掲ゲル。

(I) 長さ (Length)

1 mm (釐)	÷ 25.4	= 1'' (吋)
”	× 0.03937	= ”
1 cm (釐)	÷ 2.54	= ”
”	× 0.3937	= ”
1 m (米)	× 39.37	= ”
”	× 3.281	= 1' (1 ^{ft} , 呎)
”	÷ 0.3048	= 1'
”	× 1.094	= 1 ^{yd} (yard, 碼)
1 mm ² (平方釐)	÷ 645.1	= 1 in ² (Sq. in., □', 平方吋)
”	× 0.00155	= ”
1 cm ² (平方釐)	÷ 6.451	= ”
”	× 0.155	= ”

1 m ² (平方米)	× 10.765	=	1 sq. ft. (平方呎)
1 mm ³ (立方糎)	÷ 16387	=	1 in ³ (cub. in., 立方吋)
1 cm ³ (立方釐)	÷ 16.387	=	”
1 m ³ (立方米)	× 35.315	=	1 ft ³ (cub. ft., 立方呎)
”	× 1.308	=	1 cub. yd. (立方碼)

(II) 容 量 (Volume)

メートル式デハ

1 dm ³ (立方分)	=	1 l (立)
1000 dm ³ = 1m ³	=	1000 l

英國式デハ

1 cub. ft.	=	6.229 Imp. gal. (英ガロン)
	=	7.481 U. S. gal. (米ガロン)

1 Imp. gal.	=	0.1605 cub. ft. =	1.2 U. S. gal.
1 U. S. gal.	=	0.1337 cub. ft. =	0.8327 Imp. gal.

故=ガロント立トノ間=ハ次ノ關係ガアル。

1 l (立)	× 61.022	=	1 cub. in.
	× 0.0353	=	1 cub. ft.
	÷ 28.317	=	1 cub. ft. (立方呎)
	× 0.2642	=	1 U. S. gal.
	÷ 3.785	=	”
	× 0.22	=	1 Imp. gal.
	÷ 4.546	=	”

(III) 重 サ (Weight)

1 t (噸, メートルトン, Metric ton)	=	1000 kg (𧄂)
1 U. S. ton (米噸)	=	2000 lb (封度, 听)
1 Imp. ton (英噸)	=	2240 lb

故=メートル法ト英米法トノ間=次ノ關係ガアル。

1 kg (𧄂)	× 2.2046	=	1 lb (封度, 听)
1 t (噸)	× 0.9072	=	1 U. S. ton
	× 1.016	=	1 Imp. ton
1 Kg/cm ²	× 14.223	=	1 lb/sq. in.
1 Kg/m	× 0.672	=	1 lb/ft.
1 Kg/m ²	× 0.205	=	1 lb/sq. ft.
1 Kg/m ³	× 0.0624	=	1 lb/cub. ft.

(IV) 仕事及熱量 (Work & Heat quantity)

1 PS (獨馬力)=1CV(佛馬力)	=	75 Kg-m/sec.
1 HP(英馬力)=33,000 ft-lb/min.	=	550 ft-lb/sec.

從テ次ノ關係ガアル。

1 PS (1 CV) × 0.9863	=	1 HP
” ÷ 1.0139	=	”
1 m ² /PS × 10.913	=	1 sq. ft./HP
” ÷ 0.0916	=	”
1 m ³ /PS × 35.806	=	1 cub. ft./HP
” ÷ 0.0279	=	”
1 Kg/PS × 2.235	=	1 lb/HP
1 KW ÷ .746	=	1 HP
” × 1.34	=	”
” ÷ .736	=	1 PS (1 CV)
1 Cal. ÷ 0.252	=	1 BTU
” × 3.968	=	”
1 Cal./m ² × 0.369	=	1 BTU/sq. ft.
” ÷ 2.713	=	”

【例】重力ノ加速度ハ 9.8m/sec.² デアル。呎毎秒毎秒=直セバ幾何。

【解】 1 m=3.281 ft.

∴ 9.8×3.281=32.15 ft/sec.²

【答 32.15 ft/sec.²】

例 題

- 100 HP ノ電動機ガアル。ソノ効率(能率) (Efficiency) ハ 88% デアルトイフ。コノ電動機ノ入力 (Input) ハ幾 KW デアルカ。 (84.8 KW)
- 佛國ルノー會社 (Renault) 製 550 CV ノ飛行機用發動機ヲ英式動力ニ換算スレバ幾馬力カ。 (542 HP)
- 蒸汽機關ノはずみ車 (Fly wheel) ノ輪周直徑 6'~3" デ 120 Rpm ノ回轉ヲナストイフ。コノ輪周上ノ線速度ハ毎分幾呎ナルカ。尙ホ毎秒幾米カ。
(2,360 ft/min., 11.95 m/sec.)
- 眞鍮ノ適當ナ切削速度ハ 25 ft/min., 鍊鐵ハ 22 ft/min. デアルトイフ。毎分幾米カ。
(7.6 m/min., 6.7 m/min.)
- 旋盤デ直徑 $\frac{1''}{2}$ ノ鍊鐵棒ヲ削ルトキ, 及ビ直徑 2 呎ノ眞鍮鑄物板ヲ削ルトキノ回轉數ヲ求ム。
(鍊鐵棒 168 Rpm; 眞鍮板 4 Rpm)
- 内徑 3', 厚サ 1 分, 長サ 18 呎ノ瓦斯管ガアル。コノ容積ヲ立方尺ヲ求メヨ。
(4,343,866 mm³)
- 五厘厚鉛板ノ定尺物ノ容積ヲ立方尺ヲ求メヨ。但シ鉛板ノ定尺ハ 6呎×30呎デアル。
(26,547 cm³)
- 往復距離 1 米ノひかる盤 (Planing machine) デ鑄鐵ヲ切削スル場合ニ於テ, 削ル時間ハ還ル時間ノ 2 倍ヲ要ストスレバ, 1 分間ノ往復回數ハ $3\frac{1}{2}$ 回乃至 $2\frac{2}{3}$ 回ガ最モ適當デアルトイフ。切削平均速度ハ毎分幾呎デアルカ。又タ毎秒幾米デアルカ。 (17.2 ft/min., 13.6 ft/min.; .087 m/sec., .063 m/sec.)
- 3.73 kw ハ幾英國馬力カ。〔東洋製鐵株式會社〕 (5 HP)
- 100 kw ノ發電機ヲ水車デ廻ス場合ノ發電機ノ能率ガ 91% デアルトスレバ水車ノ馬力ハ幾何デアルカ。 (150 PS)

第 二 節

材 料 計 算 (Calculation of Materials) (I)

(A) 容 積 (Volume)

製作部分品ノ設計圖カラソノ重量ヲ算出スルコトヲ材料計算トイヒ, 機械工場ニ於テ設計製圖ニ携ハル者ノ重要業務ノ一ツデアル。機械ノ製作工場ニテ一ツノ機械製作ヲ依頼サレタトキニハ, 先ヅソノ機械ノ主要部ヲ計算シテ組立圖 (Section drawing) ヲ畫ク。コノ際, 複雑ナ機械ハ各主要部ノ組立圖即チ部分組立圖 (Section drawing of parts) ヲ畫キ, 是等組立圖ヲ分解シテ詳細圖 (Detail) ヲ作ル。コノ詳細圖カラ部分品ノ容積ヲ求メソレニ比重ヲ乘ジテ重量ヲ求メルノガ材料計算デアル。

見積係ハ各部分品ノ重量ニ單價ヲ乘ジテ材料原價 (Cost of materials) ヲ見出し, ソノ合計ニ工賃及ビ工場經費ヲ加ヘタモノガ工場原價 (Net price) デアリ, 之レニ相當ノ利益ヲ添加シテ製品價格 (Saling price) トスル。

斯ノヤウニ材料計算ハ製品ノ價格ヲ決定スル根本トナルモノデアルカラ誤算ノナイヤウニ十分注意シナケレバナラナイ。

本節ニ於テハ先ヅ材料ノ容積ノ計算ニ就テ述ベル。材料容積即チ立積ヲ計算スルニハ初メ斷面積ヲ計算シ之レニソノ長サヲ乘ズレバ良イ。

1. 平 面 積 (Plane area)

- 矩 形 = 長×幅
- 正 方 形 = (一 邊)²
- 三 角 形 = $\frac{1}{2}$ × 高 × 底邊
- 平 行 四 邊 形 = 高 × 底邊

- 菱形 = $\frac{1}{2} \times \text{短對角線} \times \text{長對角線}$
- 梯形 = $\frac{1}{2} \times \{(\text{上邊}) + (\text{下邊})\} \times \text{高}$
- 正三角形 = $0.433 \times (\text{一邊})^2$
- 正方形 = $1 \times (\text{一邊})^2$
- 正五角形 = $1.721 \times (\text{一邊})^2$
- 正六角形 = $2.598 \times (\text{一邊})^2$
- 正七角形 = $3.634 \times (\text{一邊})^2$
- 正八角形 = $4.828 \times (\text{一邊})^2$
- 正九角形 = $6.182 \times (\text{一邊})^2$
- 正十角形 = $7.694 \times (\text{一邊})^2$
- 正十一角形 = $9.366 \times (\text{一邊})^2$
- 正十二角形 = $11.196 \times (\text{一邊})^2$
- 圓 = $0.7854 \times (\text{直徑})^2 = \pi \times (\text{半徑})^2$
- 環 = $0.7854 \times \{(\text{外直徑})^2 - (\text{内直徑})^2\}$
- 楕圓 = $0.7854 \times (\text{長徑}) \times (\text{短徑})$
- 扇形 = $\frac{1}{2} \times (\text{圓ノ半徑}) \times (\text{弧ノ長サ})$
- 弓形 = $(\text{高サ}) \times \sqrt{1.766 \times (\text{直徑}) + (\text{高サ}) - (\text{高サ})^2}$
 (高サ < $\frac{\text{直徑}}{4}$ ノ場合)
 = $(\text{高サ}) \times \sqrt{0.017 \times (\text{直徑})^2 + 1.7 \times (\text{直徑}) \times (\text{高サ}) - (\text{高サ})^2}$
 (高サガ $\frac{\text{直徑}}{4}$ 以上 $\frac{\text{直徑}}{2}$ マデ)

2. 立體 (Solid)

- 立方體立積 = $(\text{一邊})^3$
- 柱體立積 = $(\text{底面積}) \times (\text{高サ})$
- 錐體立積 = $\frac{1}{3} \times (\text{底面積}) \times (\text{高サ})$
- 球表面積 = $\pi \times (\text{直徑})^2 = 4\pi \times (\text{半徑})^2$

- 球體積 = $5.236 \times (\text{直徑})^3 = \frac{4}{3} \pi \times (\text{半徑})^3$
- 楕圓表面積 $\approx \pi \times (\text{短徑}) \times \sqrt{\frac{(\text{長徑})^2 + (\text{短徑})^2}{2}}$
- 楕圓體立積 $\approx 5.236 \times (\text{長徑}) \times (\text{短徑})^2$
- 圓環鎖表面積 = $9.8696 \times (\text{平均直徑}) \times (\text{針金ノ直徑})$
- 圓環鎖體積 = $2.4674 \times (\text{平均直徑}) \times (\text{針金ノ直徑})^2$

3. シンプソンノ規則 (Simpson's rule)

不規則ナ平面圖形ヲ近似的ニ求メルニハシンプソンノ規則ヲ使用スル。先ヅ圖形ノ兩端ニ垂線ヲ引キ、コノ垂線ニ平行ナ直線デ圖形ヲ 10 等分シ、各場所ニ於ケル高サヲ夫々 $y_1, y_2, y_3, y_4, \dots, y_8, y_9$ トスル。又ク最初及最後カラ 40 等分シタ所ニ於ケル高サヲ夫々 y_0, y_{10} トスル。然ルトキハ全面積 S ハ

$$S = \frac{H}{10} \left(\frac{y_0 + y_{10}}{2} + y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_9 \right) \dots \dots \dots (2.1)$$

但シ H = 兩端垂線間ノ距離。

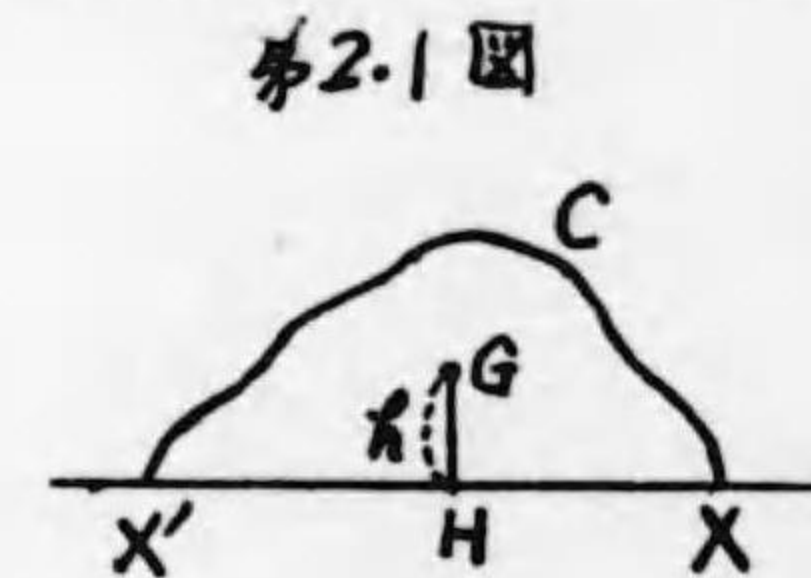
【例】 5cm × 20cm ノ矩形ノ面積ハ 100cm² デアル。コレヲシンプソンノ規則デ求メヨ。

【解】 矩形デアルカラ $y_0, y_1, y_2, y_3, \dots, y_{10}$ ハ凡テ高サ等シク何レモ 5 デアル。

$$\therefore S = \frac{20}{10} \left(\frac{5+5}{2} + 9 \times 5 \right) = 2 \left(\frac{10}{2} + 45 \right) = 2 \times 50 = 100 \text{cm}^2$$

4. ギュルダンノ定理 (Guldin's theorem)

第 2.1 圖ニ於テ X C X' X 面ノ重心ヲ G トスレバ、XX' ヲ軸トシ、X C X' X



面ヲ廻轉シテ作ツク回轉體ノ體積ハ、X C X' X ノ面積ニ其ノ重心 G ガ畫ク圓周ノ長サヲ乘ジタモノニ等シイ。

今 A = X C X' X 面ノ面積,
h = 重心ノ高サ GH,

V = 回轉體ノ體積トスレバ

$$V = 2\pi h A \dots \dots \dots (2.2)$$

コレヲギユルダンノ定理ト謂ヒ、次ノ二ツノ場合ニ利用サレル。

(第一) 體積 V ト面積 A トヲ知レバ重心距離ガ求メラレル。

(第二) 重心ノ高サ h ト面積 A トヲ知レバ體積 V ヲ求メルコトガ出來ル。

【例】 半圓面ノ重心ノ高サヲ求ム。

【解】 半徑ヲ r 、重心ノ高サヲ h トスレバ、直徑ヲ軸トシテ半圓面ヲ廻轉シテ生ズル回轉體ハーツノ球デアル。

$$\text{故ニ } A = \frac{1}{2}\pi r^2, \quad V = \frac{4}{3}\pi r^3$$

$$\therefore \frac{4}{3}\pi r^3 = 2\pi h \times \frac{\pi r^2}{2}$$

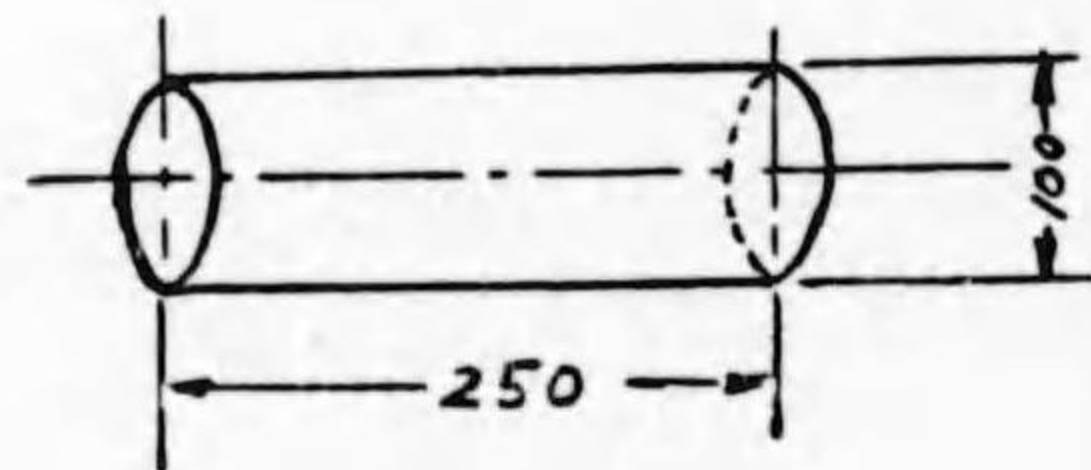
$$\therefore h = \frac{4r}{3\pi}$$

例 題

1. 内徑 3', 厚サ 1 分, 長サ 18 呎ノ瓦斯管ガアル。ソノ立積ヲ立方耗デ求メヨ。
(4,343,866 mm³)

2. 半徑 4 cm ナル半圓面ノ重心ノ高サヲ求ム。但シ小數點以下二位マデトスル。
(1.72 cm)

3. 下圖圓筒ヲ作ルニ要スル板金ノ大サヲ平方糧ニテ算出セヨ。但シ板金ノ厚サハ考慮セズ。〔東京計器〕 (786 cm²)



4. 丸棒ヲ圓形ニ曲ゲテ作ツタ圓環ヲカリバステ測ツタノニ、外徑ハ 10 cm, 内徑ハ 6 cm デアツタトイフ。コノ環ノ體積ヲ求ム。
(78 cm³)

第 三 節

材 料 計 算 (II)

(B) 比 重 (Specific gravity)

(I) 金屬及合金ノ比重

金屬及ビ合金ハ比重 4 ヲ境トシ、ソレ以上ヲ重金屬 (Heavy metals) 及重合金 (Heavy alloys) トイヒ、ソレ以下ヲ輕金屬 (Light metals) 及ビ輕合金 (Light alloys) トイフ。

(a) 重金屬及重合金ノ比重

名 稱	記 號	比 重
イリヂウム	Ir	22.4
白 金	Pt	21.2
白金イリヂウム	—	21.3
タングステン	W	19.1
ロヂウム	Rh	12.6
白金ロヂウム	—	18.0
鉛	Pb	11.3
白合金	—	11.0
銀	Ag	10.5
銅	Cu	8.9
ニッケル	Ni	8.8
コバルト	Co	8.8
青銅(砲金)	—	8.8
黃銅(眞鍮)	—	8.4

名 稱	記 號	比 重
鐵	Fe	7.9
鍊鐵	—	7.9
軟鋼	—	7.7
鋼	—	7.8
白鉄鑄鐵	—	7.6
鼠鉄(普通鑄物)	—	7.2
錫	Sn	7.3
亞鉛	Zn	7.1
クロム	Cr	6.7
ニクロム	—	8.3
(b) 輕金屬及輕合金ノ比重		
アルミニウム	Al	2.56
デュラルミン	—	2.8
シルミン(アルパツクス)	—	2.6
Y 合金	—	2.8
ベリリウム	Be	1.84
マグネシウム	Mg	1.74
エレクトロン	—	1.8
(2) 木材ノ比重		
リグナムバイテ		1.1
マホガニー		0.55
胡桃		0.55
鹽 地		0.6
樫		0.98
樟		0.66

名 稱	比 重
松	0.52
朴	0.52
アッシュ	0.6
スプルース	0.45
桂	0.50
檜	0.45
樅	0.43
杉	0.38
(3) 石材其他ノ比重	
花剛石	2.6
コンクリート (セメント 1, 砂 3, 砂利 5)	3.0
ペークライト	1.1
エポナイト	1.3
硝子	2.3~4.5
以上ノ表カラ, 比重 w ラ知レバ, 1 cm^3 ノ材料ノ重量 (kg) ハ	
$W_c = \frac{w}{1,000} \text{ kg}$	
又タ 1 m^3 ノ重量 (kg) ハ	
$W_k = 1,000 w \text{ kg}$	
(注意) 水ノ比重ハ 1 デアルカラ, 水 1 m^3 ノ重サハ $1,000 \text{ kg}$ デアル。	
比重 = kg ラ附ケタモノハ 1 dm^3 ノ重量デ, 比重 = g ラ附ケタモノハ 1 cm^3 ノ重量デアル。	
【例 1】 鋼 1 立方米及 1 立方糎ノ重量ヲ求ム	
【解】 鋼 1 m^3 ノ重量 = $7.8 \times 1000 = 7800 \text{ kg}$	
鋼 1 cm^3 ノ重量 = $\frac{7.8}{1000} = .0078 \text{ kg}$	
【例 2】 高サ 100 mm, 長サ 3900 mm, 幅 130 mm ノ鋼材ノ重量ヲ求ム。	

$$W_c = 10 \times 390 \times 13 \times .0078 = 395.46 \approx 396 \text{ kg}$$

(注意) 材料計算 = 於テハ多クノ場合四捨五入セズ, 端數ハ全部繰上ゲル方ガ良イ。

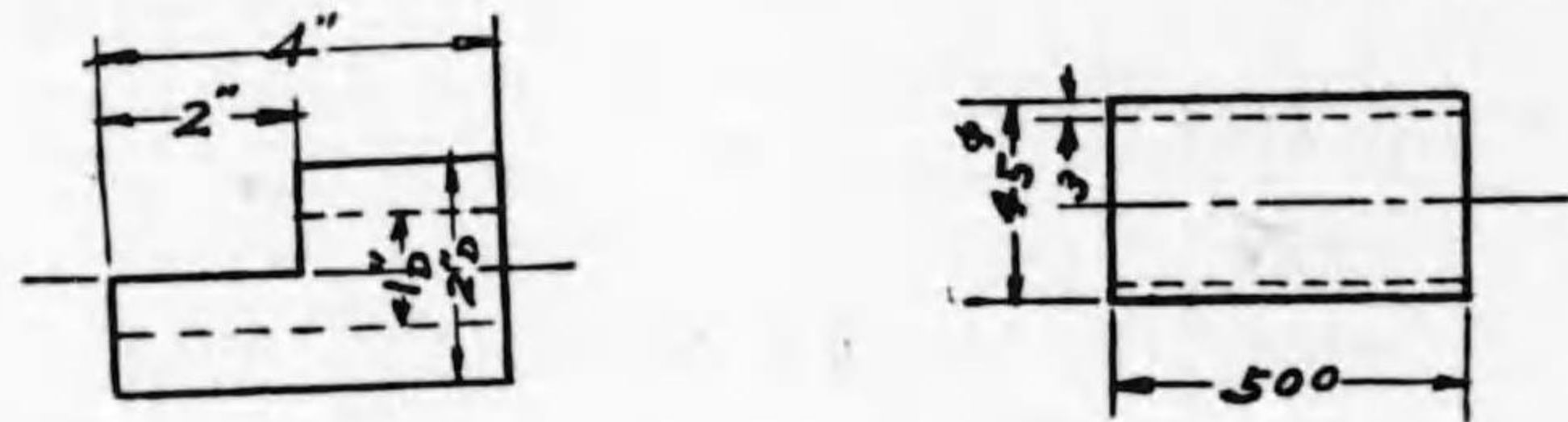
例 題

1. 下圖ノ如キ軟鋼中空棒ノ重量ヲ求ム。但シ比重ハ 7.8 トス。

[日立製作所龜戸工場] (9 kg)

2. 次ノ如キ材料ノ重量ヲ求ム。但シ比重ハ 7.8 トス。 [日立製作所龜戸工場]

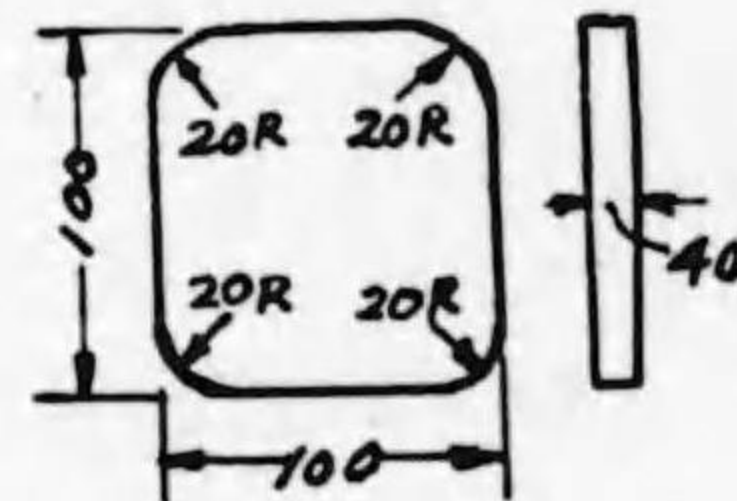
(1.544 kg)



3. 次圖ノ如キ軟鋼製品ノ重量ヲ求ム。

但シ比重ハ 7.7 トス。 [日立製作所] (12.4 kg)

4. 第二節問題 3 = 於テ軟鋼板ヲ用キルモノトシ, 板厚ヲ 3 mm トスレバ重量ハ幾何ナルカ。但シ内徑ハ 100 mm トス。 (1.84 kg)



5. 問題 4 = 於テ同厚ノ底板ヲ銲接シテたんくヲ作ルトスレバ材料ノ重量ハ幾何。 (2 kg)

第 四 節

材 料 計 算 (III)

(C) 仕上代 (Machining Allowance)

鑄物製部分品ニハ仕上ゲル部分ト仕上ゲナイ部分トガアル。仕上ゲル部分ニハ木型製造ノ際豫メ仕上代ヲ附ケテ置カネバナラス。仕上ニハ種々ナ方法ガアルガ凡ソ之レヲ荒仕上, 中仕上, 精密仕上ノ三種ニ分ケルコトガ出來ル。精密仕上ヲ行フニハ先ヅ初メニ荒仕上, 中仕上ヲ行ツク上, 研磨機ニカケルトカ, ラツピングヲ施ストカスルノデアルカラ, 荒仕上ヤ中仕上ヨリモ仕上代ヲ多ク採ラネバナラス。仕上代ハ仕上ノ程度ニ依テ相違ガアルバカリデナク, 製品ノ形状ノ大小ニモ關係スル。

次ニ大體ノ標準ノ値ヲ表示スル。

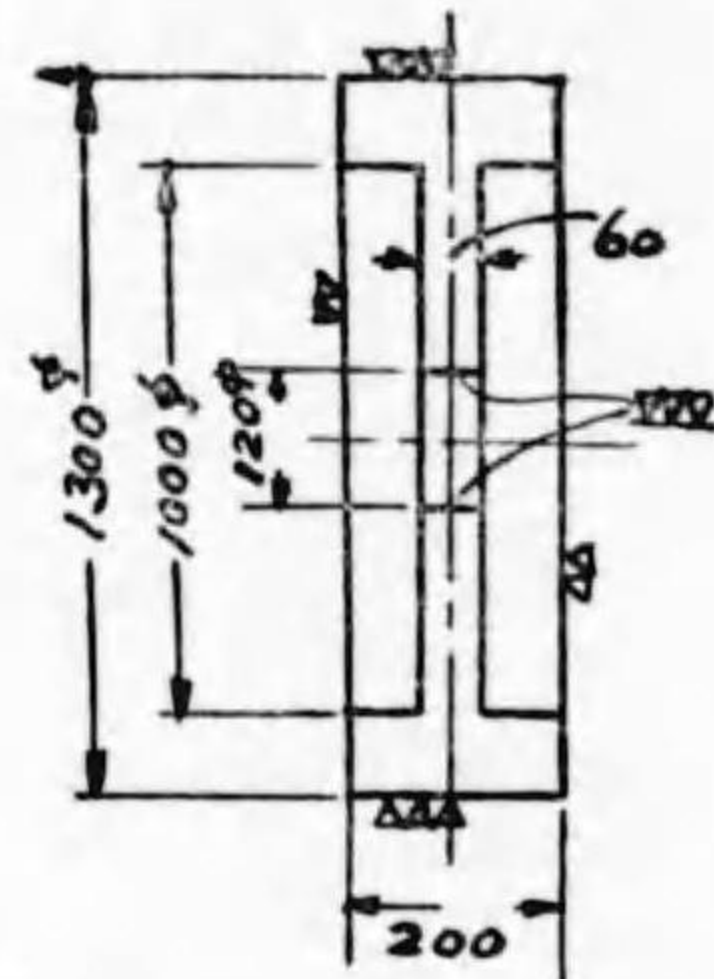
材 料	幅又ハ長さ (mm)	仕上程度	仕上代 (mm)
真鍮, 砲金, アルミニウム	300 以下	一 般	0.8~2
同 上	600 以下	一 般	2~5
可鍛鑄鐵	300 以下	一 般	2~3
同 上	600 以下	一 般	3~10
鑄鐵及鑄鋼	300 以下	荒仕上	1~3
同 上	600 以下	同 上	3~5
同 上	600 以上	同 上	5~10
同 上	300 以下	中仕上	3~4
同 上	600 以下	同 上	4~5
同 上	600 以上	同 上	5~10

鑄鐵及鑄鋼	300 以下	精密仕上	5~6
同上	600 以下	同上	6~8
同上	600 以上	同上	8~10

計算上ノ注意

1. 仕上代ハ切削シテ圖面通りノ寸法ニ仕上ゲル爲メニ、圖面ノ寸法ニ前表ノ値丈ケ多ク肉ヲ附ケルモノデアルカラ、例ヘバ調車ノヤウナ丸イモノノ外徑デハ圖面寸法ニ仕上代丈ケヲ加ヘ、調車ボスノ内徑デハ逆ニ仕上代ダケ差引カネバナラス。

2. 調車、はずみ車ノヤウナモノノ中デ特ニ直徑ノ大キイモノハ、鑄物ヲ作ルトキニ幅モ亦狂イ易イカラ、假令幅ハ小サクトモ直徑ト同ジ仕上代ヲ見込デ計算スル必要ガアル。例ヘバはずみ車ノ直徑ガ 1500 耗ノ場合ニ 10 耗ノ仕上代ヲ見込ムトスレバ、幅ガ 150 耗デモ同様ニ 10 耗見込ムヤウニセネバナラス。



【例】 左記略圖ノ如キ鑄鐵製はずみ車ノ重量ヲ求ム。〔新潟鐵工所〕

【解】 輪外徑 $D_1 = 1300 + 10 = 1310$
 輪内徑 $D_2 = 1000$
 輪幅 $W_1 = 200 + 10 = 210$
 ボス内徑 $D_3 = 120 - 5 = 115$
 ボス幅 $W_2 = 60$

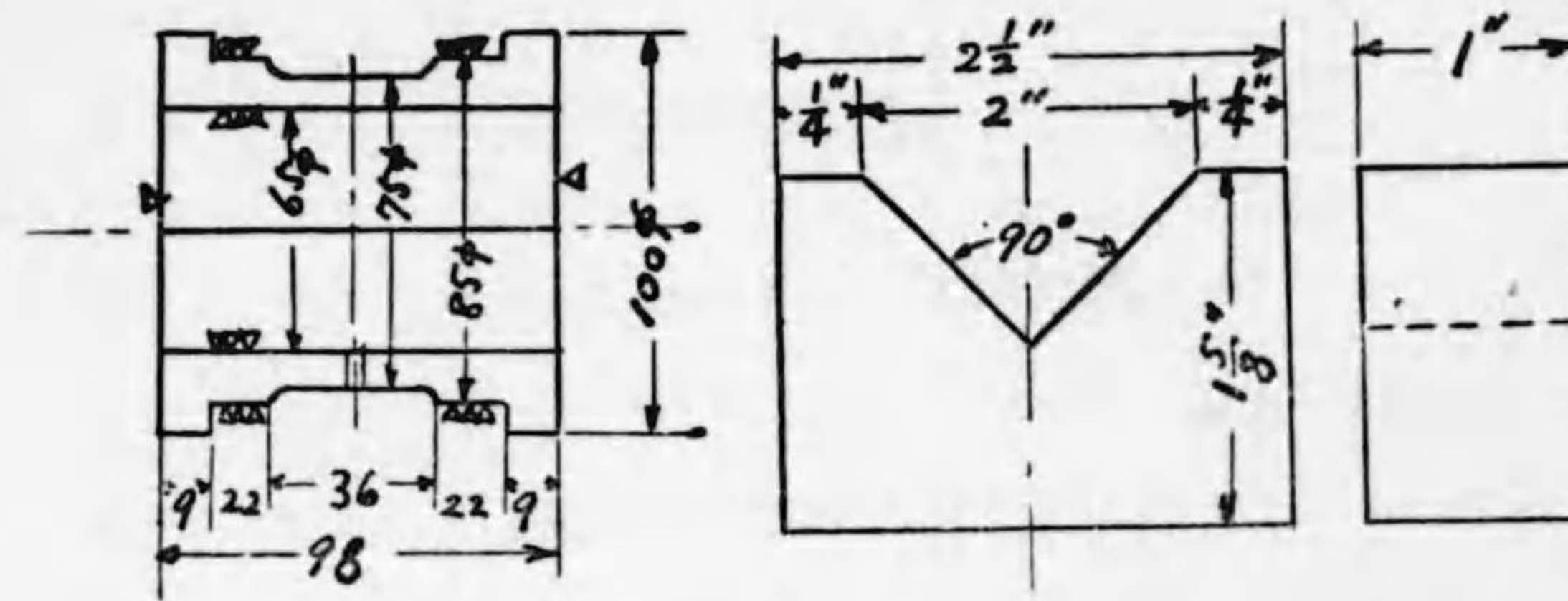
容積 $V = 0.7854(1.31^2 - 1^2) \times 21 + 0.7854(1^2 - 0.115^2) \times 0.06$
 $= 0.7854\{(1.31^2 - 1) \times 21 + (1 - 0.132) \times 0.06\}$
 $= 0.7854\{(1.72 - 1) \times 21 + (1 - 0.132) \times 0.06\}$
 $= 0.7854\{0.72 \times 21 + 0.868 \times 0.06\}$
 $= 0.7854\{1.49 + 0.052\}$
 $= 0.7854 \times 1.542 = 1.208 \text{ m}^3$

∴ 重量 $W_k = 1000 \times 7.2 \times 1.208 = 1,195.2 \text{ kg} \approx 1.2 \text{ t}$

【答 1.2 吨】

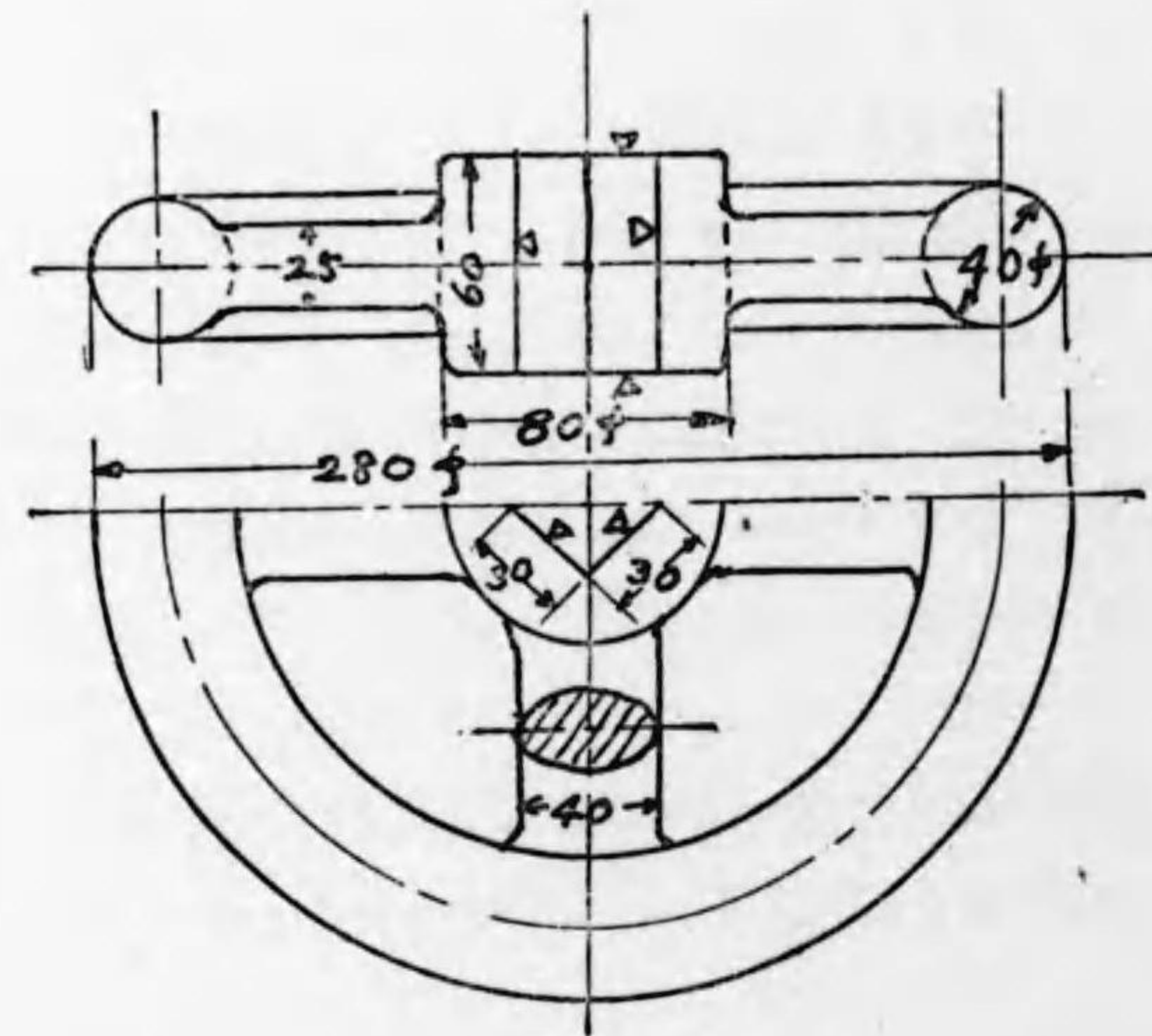
例題

1. 次圖ノ如キ藥研臺ノ重量ヲ求ム。但シ總仕上(精密仕上)トシ、重量ハ斤以下一位マデ計算セヨ。



2. 上圖ノ如キ砲金製軸承メタルノ重量ヲ計算セヨ。但シ重量ハ kg デ求メ小數點以下一位マデトスル。 (2.2kg)

3. 下圖ノ如キ鑄鐵製ハンドルノ重量ヲ求ム。 (10kg)



第五節

仕事 (Work) (I)

(A) 移動運動 (Translational motion)

1. 移動運動ノ公式

一點ヲ中心トシテソノ周圍ヲ廻轉スル運動ヲ回轉運動 (Rotational motion) トイヒ、運動軌道ノ半徑ガ一定ナルモノヲ圓運動 (Circular motion) トイフ。回轉運動ヲナス機械部分ノ多クハ圓運動ヲナスモノデアル。回轉運動=對シテ普通ノ直線的ノ運動ヲ移動運動ト名ヅケル。茲デハ移動運動=關スル計算法ヲ示ス。

- 今 F = 力 (kg),
- m = 質量 (kg),
- a = 加速度 (m/sec²),
- w = 運動物體ノ重量 (kg),
- W = 仕事 (kg-m),
- S = 變位量 (Displacement, 移動距離) (m),
- P = 動力 (Power, 工程, 工率) (kg-m/sec.),
- PS = 馬力,
- v = 速度 (m/sec.),
- KE = 運動ノ勢力 (Kinetic energy) (kg-m),
- PE = 位置ノ勢力 (Potential energy) (kg-m),
- t = 時間 (sec.)

トスレバ次ノ關係ガアル。

$$F = ma \dots \dots \dots (5.1)$$

重力ノ場合ニハ $a = g = 9.8 \text{ m/sec.}$ デアルカラ

$$F = mg = \frac{w}{g} a \dots \dots \dots (5.2)$$

$$v_2 = v_1 + at \dots \dots \dots (5.3)$$

但シ v_1 = 運動物體ノ初速度,

v_2 = 運動物體ノ t 秒後ニ於ケル速度,

$$v_2^2 = v_1^2 + 2as \dots \dots \dots (5.4)$$

$$s = vt \dots \dots \dots (5.5)$$

$$s = \frac{1}{2} gt^2 \text{ (自由落下)} \dots \dots \dots (5.6)$$

$$v = \sqrt{2gh} \text{ (自由落下)} \dots \dots \dots (5.7)$$

$$P = Fv \dots \dots \dots (5.8)$$

$$PS = \frac{Fv}{75} \dots \dots \dots (5.9)$$

$$KE = \frac{1}{2} mv^2 \dots \dots \dots (5.10)$$

$$KE = \frac{1}{2} m(v_2^2 - v_1^2) \dots \dots \dots (5.11)$$

$$PE = mgh \dots \dots \dots (5.12)$$

$$Ft = mv \dots \dots \dots (5.13)$$

$$Ft = m(v_2 - v_1) \dots \dots \dots (5.14)$$

Ft ヲ力積 (Impulse), mv ヲ運動量 (Momentum) ト名ヅケル。

2. 衝突 (Collision)

最初ハ簡單ナ爲メニ衝突スルニツノ物體ニハ彈性ナク且ツ兩方ノ速度ノ方向ガ同一直線上ニアルモノト假定スル。

今質量 m_1, m_2 ナル甲乙二球ガ同一直線上デ夫々 v_1, v_2 ノ速度デ運動シ、 $v_1 > v_2$ デアルトスレバ、二球ハ合體シテ V ノ速度ヲ以テ運動ヲ繼續スル。

運動ノ第三法則カラ

$$m_1 v_1 - m_1 V = m_2 V - m_2 v_2$$

$$\therefore m_1v_1 + m_2v_2 = (m_1 + m_2)V$$

$$\therefore V = \frac{m_1v_1 + m_2v_2}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots(5.15)$$

衝突前ノ甲乙二球ノ運動勢力ノ和ハ

$$(KE)_1 = \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$$

衝突ノ後デハ兩者合體スルカラ

$$(KE)_2 = \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2$$

故ニ衝突ニ因テ損失スル仕事ノ量ハ

$$(KE)_l = (KE)_1 - (KE)_2$$

$$= \frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2 - \frac{1}{2}(m_1 + m_2)V^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot \frac{m_1 m_2 (v_1 - v_2)^2}{m_1 + m_2} \dots\dots\dots(5.16)$$

次ニ二ツノ物體ハ彈性體デアルトスル。コノ場合ニハ A, B 二球ハ衝突後相反撥スル。其ノ時ノ速度ヲ夫々 u_1, u_2 トスレバ、兩者ガ分離スル爲メニハ $u_1 < u_2$ デナケレバナラス。

即チ $m_1v_1 - m_1u_1 = m_2u_2 - m_2v_2$

$$\therefore m_1v_1 + m_2v_2 = m_1u_1 + m_2u_2 \dots\dots\dots(5.17)$$

【例】 深サ 60m ノ井戸カラ一分間 10 立方米ノ割合ヲ以テ水ヲ汲出スニ要スル唧筒ノ馬力ヲ求ム。但シ汲出ス丈ケノ水ハ新タニ湧キ出スモノトスル。

【解】 水ハ汲ミ出ス丈ケ湧キ出ルカラ水面ハ常ニ一定デアル。

故ニ $F = 10 \times 10^3 \text{ kg}, s = 60\text{m}$

$$\therefore \text{馬力} = \frac{10 \times 10^3 \times 60}{75 \times 60} = 133 \text{ PS} \quad \text{【答 133 PS】}$$

例 題

1. 600 PS ノ機關車ヲ附屬スル汽車ガ平坦線ヲ 1 時間 80km ノ速度ヲ以テ進ムトキ、ソノ列車ノ全抵抗ハ幾何デアルカ。 (2,025 kg)
2. 100kw 電動機 2 臺ヲ据付ケタ効外電車ガ 1 時間 30 哩ノ速度デ走ツテ居ル。コノ電車ノ全抵抗ヲ求ム。但シ 1PS = 0.736kw, 1 哩 = 1.6km トスル。 (1,955 kg)

3. 水深 2m, 廣サ 800 平方米ノ池ノ水ヲ 2 PS ノ唧筒デ汲ミ出スニハ幾時間ヲ要スルカ。但シ汲出スベキ唧筒ノ口ノ高サハ水面ヨリ 1m 上ニ在ル。

(8.9 時)

4. 1ton ノ砲彈ヲ初速度 800m/sec. デ打チ出ス瞬間ニ於ケル大砲ノ馬力ヲ求ム。

(435,000 PS)

5. 一分間 900 kg-m ノ仕事ヲナス工率ハ何馬力カ。〔日立製作所〕

$\left[\frac{1}{5} \text{PS}\right]$

6. 甲ハ質量 1kg, 乙ハ 500g アル。甲ガ始メ 5m/sec. デ走ツテ居タノガ乙ニ衝突後 2m/sec. ニナツタトイフ。乙ノ得タ速度如何。〔日立製作所〕 (6m/sec.)

第六節 仕事 (II)

(B) 回轉運動 (Rotational motion)

1. 回轉運動ノ計算式

茲デハ圓運動ノ場合丈ケニ就テソノ計算式ヲ列記スル。

- 今 v = 圓周速度 (Peripheral velocity) (m/sec.)
- ω = 角速度 (Angular velocity) (rad./sec.)
- ω_a = 角加速度 (Angular acceleration) (rad./sec.²)
- r = 回轉體ノ半徑 (m)
- θ = 回轉角 (rad.)
- D = 回轉體ノ直徑 = $2r$
- N = 一分間ノ回轉數 (Rpm)
- K = 回轉半徑 (Radius of gyration) (m)
- m = 質量 = $\frac{w}{g}$ (kg)
- w = 重量 (kg)
- I = 慣性力率 (Moment of inertia) (kg. m. sec.²)
- P = 動力 (kg-m/sec.)
- PS = 馬力
- W = 仕事 (kg-m)
- T = 回轉力率 (Torque) (kg-m)
- F = 圓周 = 働ク切線力 (kg)
- t = 時間 (sec.)

KE = 運動勢力 (kg-m)

トスレバ、第五節ノ各公式ニ於テ、 F ノ代リニ T ラ、 m ノ代リニ I ラ、 s ノ代リニ θ ラ、 v ノ代リニ ω ラ、 a ノ代リニ ω_a ラ代入スレバ回轉運動ノ各公式ガ得ラレル。

$$T = I\omega_a \dots\dots\dots(6.1)$$

$$\theta = \omega t \dots\dots\dots(6.2)$$

$$= \omega_a t^2 \dots\dots\dots(6.3)$$

$$\omega = \omega_a t \dots\dots\dots(6.4)$$

$$\omega = \frac{2\pi N}{60} \dots\dots\dots(6.5)$$

$$v = \omega r \dots\dots\dots(6.6)$$

$$= \frac{2\pi r N}{60} \dots\dots\dots(6.7)$$

$$= \frac{\pi D N}{60} \dots\dots\dots(6.8)$$

$$W = T\theta \dots\dots\dots(6.9)$$

$$= Fr\theta \dots\dots\dots(6.10)$$

$$P = T\omega \dots\dots\dots(6.11)$$

$$KE = W = \frac{1}{2} I\omega^2 \dots\dots\dots(6.12)$$

$$KE = \frac{1}{2} I\omega_2^2 - \frac{1}{2} I\omega_1^2 \dots\dots\dots(6.13)$$

$$PS = \frac{T\omega}{75} \dots\dots\dots(6.14)$$

$$PS = \frac{2\pi NT}{60 \times 75} \dots\dots\dots(6.15)$$

$$Tt = I\omega \dots\dots\dots(6.16)$$

$$Tt = I\omega_2 - I\omega_1 \dots\dots\dots(6.17)$$

$$I = mK^2 \dots\dots\dots(6.18)$$

慣轉力率 = 就テハ次ノ二ツノ定理ガアル。

定理 I. 物體ノ任意ノ軸ニ關スル慣性力率 I ハ重心ヲ通ツテ此ノ軸ニ平行ナ軸ニ關スル慣性力率 I_g ト、物體ノ質量 m ト兩軸間ノ距離 d ノ二乗トノ積トヲ

加ヘタモノニ等シイ。

即チ I = I_g + md^2(6.19)

定理 II. 垂直ニ交ハルニツノ軸ニ關スル慣性力率 I_x, I_y ノ和ハ兩軸ノ交點ヲ通リソノ各々ニ垂直ナ軸ニ關スル慣性力率 I_z ニ等シイ。

即チ I_z = I_x + I_y(6.20)

【例】 質量 2500 kg, 回轉半徑 2 呎ノ輪ノ回轉數ガ毎分 150 回轉カラ 120 回轉ニ減ジタイフ。其ノ運動勢力ハ幾何減少シタカ。但シ 1 m = 3.28' トス。

【解】 2' = 2 / 3.28 = .608 m

I = mK^2 = 2500 x .608^2 kg. m. sec.^2

ω_1 = (2πN_1) / 60 = (150 x 2π) / 60 = 5π

ω_2 = (2πN_2) / 60 = (120 x 2π) / 60 = 4π

故ニ運動勢力ノ變化ハ

KE = 1/2 x 2500 x .608^2 x π^2 (5^2 - 4^2)

= 1/2 x 2500 x .37 x 9.86 x 9 = 40500 kg-m 【答 40,500 kg-m】

2. 遠心力 (Centrifugal force)

運動ノ第一法則ニ依レバ凡テ運動スル物體ノ方向ヲ變ヘル爲メニハ之レニ外力ヲ加ヘナケレバナラス。故ニ一物體ガ圓運動ヲナス場合ニハ各點ハ瞬間毎ニ其ノ方向ガ變ハルカラ外力ガ之レニ働ク筈デアアル。コノ外力ヲ求心力 (Centripetal force) トイフ。之ノ力ハ物體ヲ中心ニ引キ付ケヤウトスル力デアアル。質量 m ナル物體ノ半徑ヲ r, 圓周速度ヲ v, 角速度ヲ ω トスレバ

v = ωr

∴ F = (m/r)v^2 = (mv^2)/gr } (6.21)
= mω^2r = (wω^2r)/g

茲ニ w = 物體ノ重量

g = 重力ノ加速度

物體ニ力ガ作用スレバ必ズ之レト等シイ反作用 (反對方向ノ力) ガ働カナケレバナラスコトハ第三法則ノ教ヘル所デアアル。コレヲ遠心力ト名ヅケ、物體ヲ圓軌道カラ遠ザケヤウトスル力デアアル。即チ遠心力ノ大サハ求心力ノ大サト値ガ等シイコトヲ知ルデアラウ。

【例】 毎分 3600 回轉ノ蒸汽タービンガアル。回轉盤ノ半徑 0.4 m ノ處ニ 0.2 kg ノ不平衡ガアルトスレバ、之レガ爲メニ幾何ノ不平衡力 (Unbalanced force) ヲ生ズルカ。

【解】 N = 3600 Rpm, m = 0.2 / 9.8 kg, r = 0.4 m

∴ F = mω^2r = (0.2 / 9.8) x ((2π x 3600) / 60)^2 x 0.4

= 0.2 x π^2 x 120^2 x 0.4 / 9.8 = 1,160 kg

【答 1,160 kg】

3. はずみ車 (Fly wheel)

蒸汽機關及氣筒數ノ少ナイ發動機ニ於テクランクピンニ傳ハル回轉力率ニ依ル仕事ニハ絶エズ過不足ガアル爲メ軸ノ回轉數ハ常ニ甚シク變化スルモノデアアル。此ノ缺點ヲ補フ爲メニ、直徑ノ大キナ輪周ノ重イ車即チはずみ車ヲ曲柄軸ニ取附ケ、ソノ大キナ慣性ヲ利用シテ、軸ガ餘分ニ受入レタ勢力ヲ一時ソノ中ニ貯ヘ、不足ノ廻轉力ヲ受ケテ速度ガ遅レヤウトスルトキ前ニ貯ヘタ勢力ヲ吐出シテ之レヲ補充シ、斯クシテ軸ノ廻轉ヲ一様ニシヤウトスル作用ヲ行ハシメル。又タ剪斷機、プレスノヤウナ間歇的作業ニ對シテ瞬間的ニ必要ナ多量ノ勢力ヲ供給スル場合ニモ利用サレル。

今機關 (Engine) ニ於テ

ω = 平均角速度, ω_1 = 最大角速度, ω_2 = 最小角速度

トスレバ ω = (ω_1 + ω_2) / 2

次ニはずみ車ガ角速度 ω_2 カラ ω_1 ニ變化スル爲メニ之ノ中ニ蓄ヘラレル勢力ハ

$$E = \frac{1}{2}I(\omega_1^2 - \omega_2^2) = \frac{1}{2}I(\omega_1 - \omega_2)(\omega_1 + \omega_2)$$

$$= \frac{1}{2}I(\omega_1 - \omega_2) \times 2\omega$$

$$= \omega I(\omega_1 - \omega_2) = \omega^2 I \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega} \dots\dots\dots(6.22)$$

$$k = \frac{\omega_1 - \omega_2}{\omega} = \frac{N_1 - N_2}{N} = k$$

ト置キ之レヲ速度過不足係數又ハ速度許容増減比ト稱シ、機關ノ種類ト用途トニ依テ異ナルモノデアル。次ニ大約ノ値ヲ列記スル。

運轉機關ノ種類	k ノ値
唧筒, 剪斷機, 穿孔機用機關	$\frac{1}{20} \sim \frac{1}{30}$
製粉機用機關	$\frac{1}{25} \sim \frac{1}{35}$
織機, 製紙機及工作機用機關	$\frac{1}{35} \sim \frac{1}{50}$
船用機關	$\frac{1}{40} \sim \frac{1}{60}$
紡績機械用機關	$\frac{1}{60} \sim \frac{1}{100}$
電燈電力用機關	$\frac{1}{100} \sim \frac{1}{300}$

是等ノ k ノ値ヲ (6.22) 式ニ代入スレバ

$$E = k\omega^2 I \dots\dots\dots(6.23)$$

【例】 平均有効汽壓 $P_m = 5 \text{ kg/cm}^2$, 汽筒直徑 $D = 30 \text{ cm}$, 行程 $L = 40 \text{ cm}$ デ 180 rpm ノ回轉ヲナス單氣筒蒸汽機關ニ於テ $k = \frac{1}{150}$ ニスル爲メノはずみ車ヲ設計セヨ。但シ E ハ 1 行程ニナサレル仕事ノ 0.15 デアルトイフ。

【解】 1 行程ニナサレル仕事

$$W = \frac{\pi}{4} D \cdot P_m L = \frac{\pi}{4} \times 30^2 \times 5 \times 0.4 = 1,260 \text{ kg-m}$$

$$\therefore E = 1,260 \times 0.15 = \frac{1}{150} \times \left(\frac{2\pi \times 180}{60}\right)^2 \times I = \frac{1}{150} \times (6\pi)^2 I$$

$$\therefore I = 80 \text{ kg. m. sec.}^2$$

回轉半徑 $K = 1 \text{ m}$ トスレバ

$$m = \frac{I}{K^2} = 80 \text{ kg}$$

$$\therefore w = 80 \times 9.8 = 784 \text{ kg} \quad \text{【答 回轉半徑 1 m, 重量 784 kg】}$$

例 題

1. 染工場等ニテ布類ノ水氣ヲ除去スル目的デ、金屬圓筒内ニ更ニ小孔ヲ有スルーツノ圓筒ヲ置キコレヲ底部ノ軸デ廻轉シ、内部ノ布ノ水ヲ周圍ノ孔ヨリ發散セシメコノ水ヲ管デ下方ニ除去スル裝置ヲ脫水器トイフ。内部圓筒ノ直徑ヲ d , 一秒間ノ回轉數ヲ n , 水孔ヲ飛ビ出ル水滴ノ重量ヲ w , 孔ノ數ヲ N トスレバ、遠心力 F ハ

$$F = \frac{(\pi d \times n)^2 w N}{g r} \dots\dots\dots(6.24)$$

デ表ハサレル。今直徑ヲ 1 m, 圓筒ノ孔數 5000, 回轉數ヲ 600 rpm, 水滴ノ重量ヲ $\frac{1}{100} \text{ gr}$ トスレバ要スル遠心力ハ幾何。 (10 kg)

2. 物體ノ重量 20 封度ノモノガ 3 呎ノ長サアル絲端ニ結ビ附ケラレ一秒間 3 呎ノ速度デ廻轉スルトキハ其ノ中心ニ働ク遠心力ニ何程ナルカ。

$$\left(1\frac{7}{8} \text{ lbs}\right)$$

3. 車輪ノ直徑 1 m ニシテ 6 m/sec. ノ速度ヲ以テ廻轉スル。今輪周ノ一點ニ 1 kg ノ重サヲ附著スルトキハ幾何ノ力ヲ以テ中心ニ引キ付ケラレルカ。

$$(7.35 \text{ kg})$$

4. ハントルニ二個ノ鐵丸ヲ有スルフライブレスガアル。球ノ重サ各 50 lbs デ 400 ft-lbs ノ仕事ヲシタトイフ。球ハ幾何ノ速度デ廻轉シタカ。

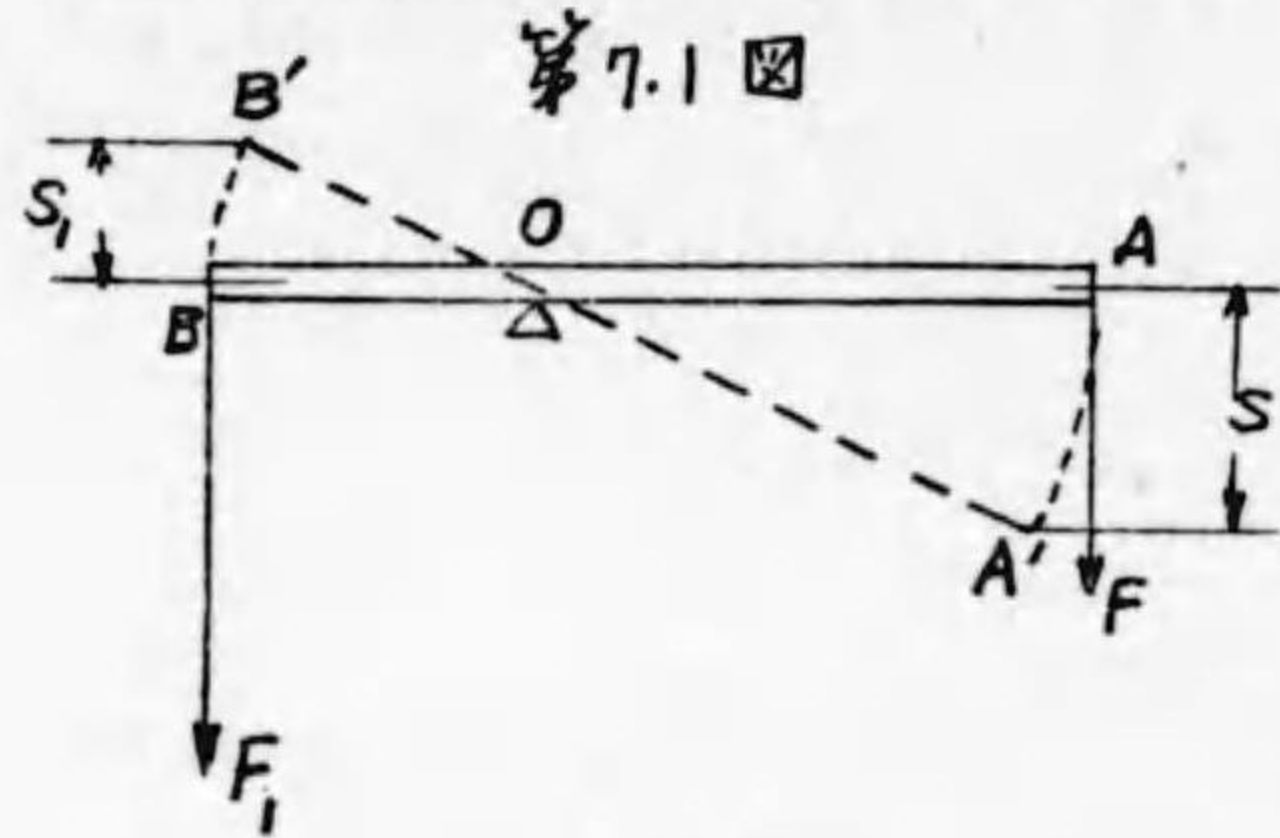
$$(16 \text{ 呎每秒})$$

(注意) フライブレスハ長イ把手ノ兩端ニ重イ鐵丸ヲ取附ケルカ、又ハハンドルノ輪周ヲ重クシ、ソノ軸ニ螺旋ヲ切り、螺旋ノ端ニ拔型ヲ取附ケ、鐵板ナドニ孔ヲ穿ツニ用キルモノデ、人ノ勢力ヲ重イ鐵丸又ハ輪周ニ蓄積セシメ、ソノ勢力ヲ利用シテ甚大ナ仕事ヲナサシメル裝置デアル。

第七節

槓桿 (Lever)

1. 機械効率 (Mechanical efficiency)



今圖ノヤウナ槓桿 (lever) = 於テ、A 端 = F ノ力ヲ加ヘテ s 丈ケ動カストキハ、B 端 = ハ Fi ノ抵抗力ヲ生ジテ si 丈ケ動く。此ノ兩端 = 於ケル仕事ハ釣合フカラ

$$Fs = Fi s_i$$

$$\frac{F_i}{F} = \frac{s}{s_i} = \frac{AA'}{BB'} = \frac{AO}{BO} = \text{力比 (Force ratio)},$$

$$\frac{s_i}{s} = \frac{BO}{AO} = \text{速比 (Speed ratio)}.$$

茲 = 力比トハ力ノ増減スル割合即チ抵抗ト加ヘル力トノ比、速比トハ速度ノ變化スル割合即チ抵抗力ノ速度ト加ヘル力ノ速度トノ比デアリ。コノ場合 = 於テ Fs ハ此ノ槓桿 = 加ヘタ仕事デアリ、Fi si ハ槓桿ノ爲シタ仕事デアリ。

今 W = 機械 = 加ヘタ仕事、即チ入力 (Input)

$$= Fs,$$

W_o = 機械ノ爲シタ仕事、即チ出力 (Output)

$$= Fi s_i$$

トスレバ、一般 =

$$\eta = \frac{W_o}{W} = \frac{\text{出力}}{\text{入力}} \dots\dots\dots(7.1)$$

ノ値ヲ機械効率 (Mechanical efficiency) ト名ヅケル。

(注意) 入力、出力トイフノハ機械 = 加ヘル力、機械ノ出スカト云フ意味デハナ

ク加ヘル仕事、爲ス仕事トイフコトデアリ。

$$\eta = \frac{W_o}{W} = \frac{F_i s_i}{Fs} = \frac{F_i}{F} \cdot \frac{s_i}{s} = \text{力比} \times \text{速比} \dots\dots\dots(7.2)$$

即チ機械効率ハ力比ト速比トノ相乗積 = 等シイ。

槓桿ノ例デハ

$$\eta = \frac{F_i}{F} \cdot \frac{s_i}{s} = \frac{AO}{BO} \times \frac{BO}{AO} = 1$$

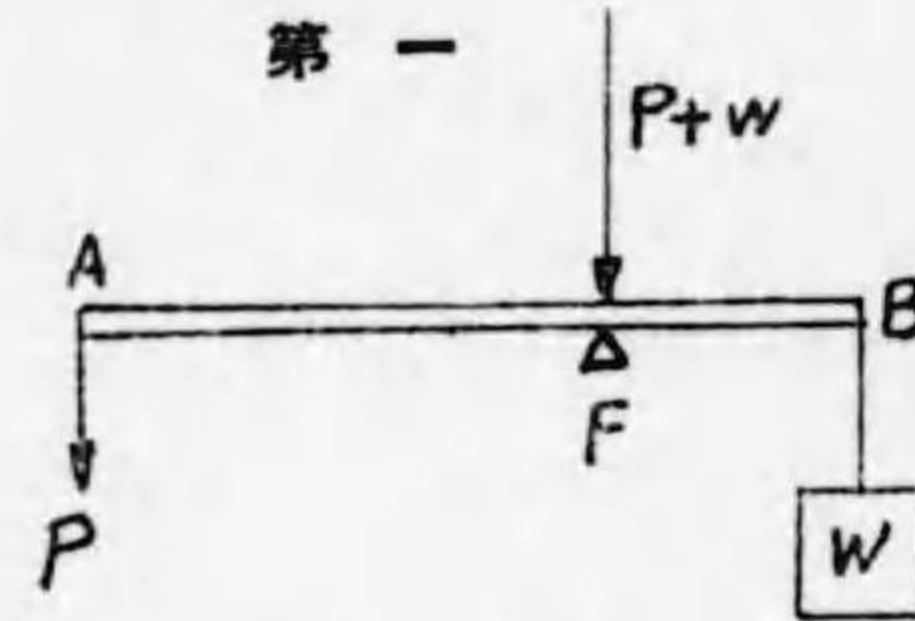
即チ効率ハ 1 = 等シイ。効率ハ普通コレ = 100 ヲ乗ジテ百分率 (Percentage) デ示スコト = シテアル。故 = 上例デハ

$$\eta = 1 = 100\%$$

2. 槓桿ノ種類

槓桿ノ力點、重點及支點ハ三ツノ異ナツタ位置ヲ有スルカラ從テソノ位置ノ關係 = 依テ自ラ三種 = 區別サレル。

第一



第 7.2 圖 = 示ス場合 = 於テハ P 及 W ハ兩端 = 在ツテ共 = 下方 = 向ヒ支點ハ A ト B トノ間 = 在リソノ反動力ハ P+W デアル。コノ場合、P ノ力率 = P × AF, W ノ力率 = W × BF

第 7.2 圖

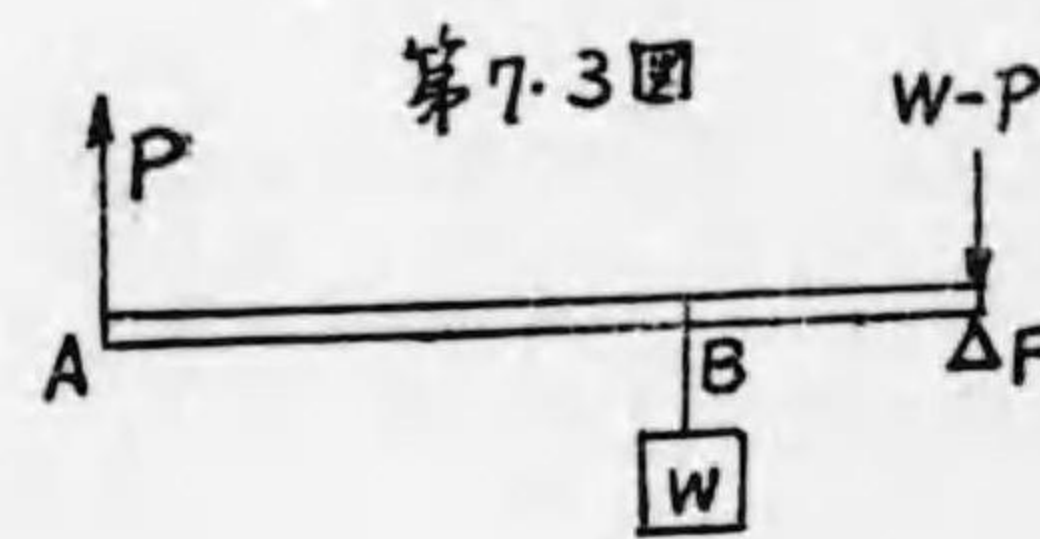
量等ノ力率ハ F 點 = 就テ互 = 反對方向 =

廻轉シヤウトスルカラ、此ノ二力ガ平均スル爲メニハ P × AF = W × BF,

$$\therefore \frac{P}{W} = \frac{BF}{AF} \dots\dots\dots(7.3)$$

コノ種 = 屢スルモノハ挺子、釘抜、秤、手押唧筒ノ臂等デアリ。

第二



第二ハ第 7.3 圖 = 示スヤウ = 支點ハ一端 = 在リ、W ハ支點ト力點トノ間 = 在ルモノデアリ。コノ支點 = 於ケル反力ハ W-P デ下方 = 向フ。故 = 假リ = B ヲ支點ト見做ストキハ第一ノ槓桿ト同一デ

コノ二力が平均スル場合ニハ

$$P \times AB = (W - P) \times FB,$$

$$\therefore P \times AB = W \times FB - P \times FB,$$

$$P \times AB + P \times FB = W \times FB,$$

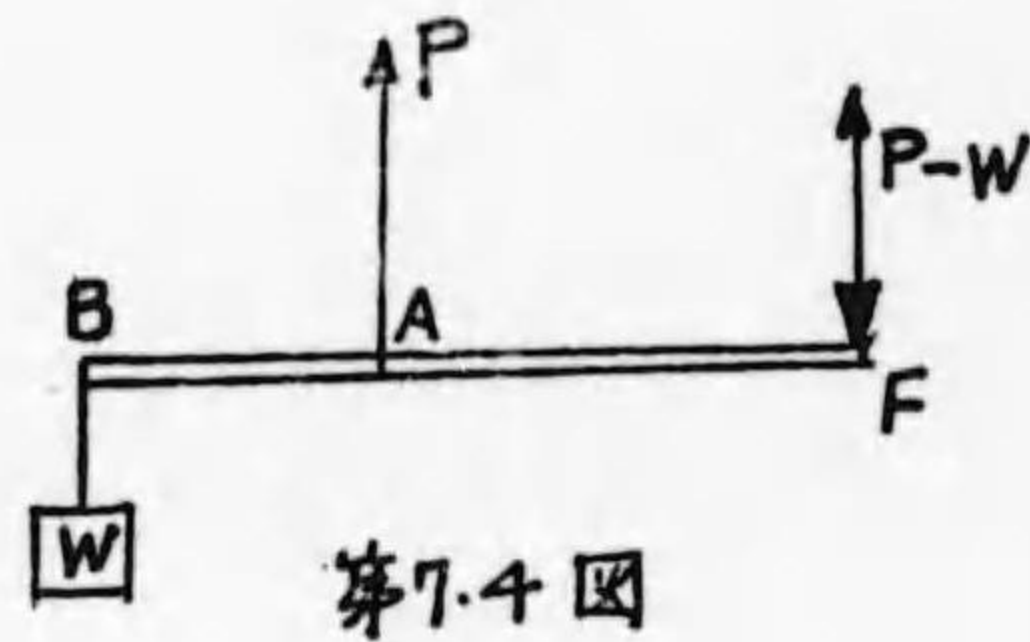
$$P(AB + FB) = W \times FB,$$

$$\therefore P \times AF = W \times FB$$

$$\therefore \frac{P}{W} = \frac{BF}{AF} \dots\dots\dots(7.4)$$

コノ種ニ屬スル道具ニハ押切、短艇ノ櫂ナドガアル。

第三、第三ノ場合ハ第 7.4 圖ノ如ク P ガ W ト F トノ間ニアルトキデアル。



第7.4圖

コノトキニハ P ハ W ヨリ大キクナケレバナラヌ。之レハ P ハ W ヨリモ短カイ臂 (arm) ヲ有スルカラデアル。コノ二力が平均スル爲メニハ

$$P \times AF = W \times BF$$

$$\therefore \frac{P}{W} = \frac{BF}{AF} \dots\dots\dots(7.5)$$

コノ場合ノ支點ノ壓力ハ P-W デ上方ニ向フ。

此種ニ屬スルモノニハ日本ノ裁縫鋏、毛抜ナドガアル。

以上 (7.3) (7.4) (7.5) ノ三式ヲ見レバ同一ノ形デアル。即チ槓桿ノ力率ハ支點ガ一端ニアルト中間ニ在ルトヲ問ハズ常ニ支點ニ關シテ採ツタ力率が相等シイトキ相平均スルモノデアル。

【例】 12 kg カ ト 4 kg カトガ平衡ニアル様ニスル手段三種類ヲ擧ゲヨ。

【東京計器製作所】

【解】 第一ノ場合。(圖解ハ前ノ圖ヲ畫クコト)

W=12kg, P=4kg, 槓桿ノ全長 L, A ヨリ支點 F マデノ距離ヲ x トスレバ

$$\frac{P}{W} = \frac{4}{12} = \frac{BF}{AF} = \frac{L-x}{x},$$

$$4x = 12(L-x)$$

$$\therefore x = \frac{3}{4}L$$

即チ支點 F ハ 4kg ヨリ $\frac{3}{4}$, 12kg カラ $\frac{1}{4}$ ノ位置ニ在ル。

第二ノ場合。

BF=x ト置ケバ AF=L デアルカラ

$$\frac{P}{W} = \frac{4}{12} = \frac{x}{L} \quad \therefore x = \frac{1}{3}L$$

コノ場合ニハ支點ハ一端ニ在リ 4kg ハ他ノ一端ニ在リ, 12kg ハ支點カラ全長ノ $\frac{1}{3}$ ノ處ニ在ル。

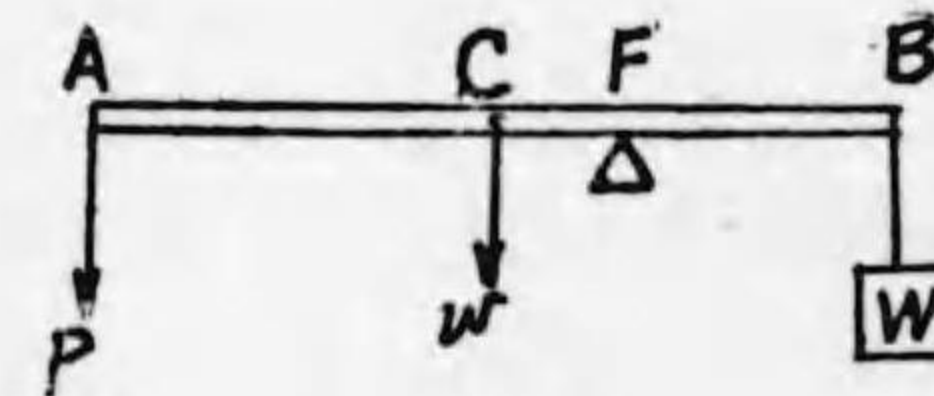
第三ノ場合。

コノ場合ニハ P > W デアルカラ P=12kg, W=4kg, AF=x ト置ケバ

$$\frac{P}{W} = \frac{12}{4} = \frac{L}{x} \quad \therefore x = \frac{1}{3}L$$

即チ支點ト 4kg トハ槓桿ノ兩端ニ在リ, 而シテ 12kg ハ支點カラ $\frac{1}{3}$ ノ位置ニ在ツテ上方ニ向フ。

3. 槓桿ノ重サヲ算入スル場合



第7.5圖

前述ノ槓桿ハ重サヲ零ト見做シタモノデアルガ、實際ニ於テハソノ重量ヲ算入スル必要ガアル。槓桿ノ重量 w ハソノ重心ニ集合シテ重力ノ方向ニ働クモノデアルカラ、槓桿ガ平均スル爲メニハ

$$P \times AF + w \times CF = W \times BF$$

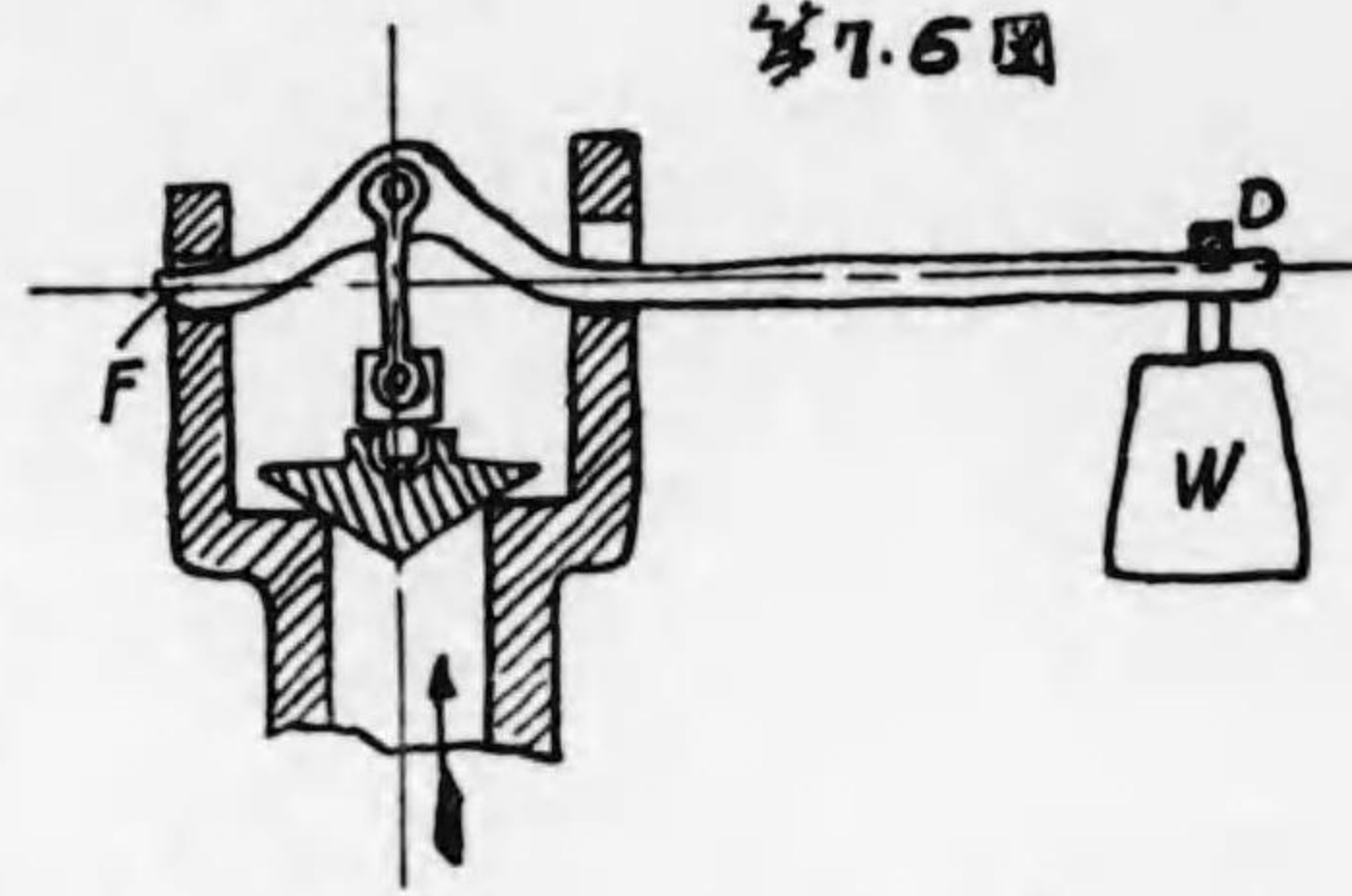
$$\therefore P \times AF = W \times BF - w \times CF \dots\dots\dots(7.6)$$

若シ C ナル重心ガ BF ノ間ニ在ルトキハ

$$P \times AF = W \times BF + w \times CF \dots\dots\dots(7.7)$$

4. 安全弁 (Safety Valve)

安全弁ハ主トシテ汽罐
ニ用キラレ、ソノ目的ト
スル所ハ蒸氣ノ壓力ガソ
ノ汽罐ニ安全ナル壓力ヨ
リモ超過スル場合ニ自ラ
開イテ蒸氣ヲ漏泄シ以テ
破裂等ノ危険ヲ防グ装置



デア。ソノ種類ハ極メテ多イガ第 7.6 圖ハ槓桿ヲ應用シタモノヲ示ス。

- 今 p = 蒸氣ノ壓力,
- L = 支點 F ヨリ錘マデノ距離,
- A = 瓣ノ面積,
- l = 支點カラ瓣ノ中心マデノ距離トスレバ

$$WL = pAl \dots\dots\dots(7.8)$$

或ハ
$$\left. \begin{aligned} W &= \frac{pAl}{L}, \\ l &= \frac{WL}{pA}, \\ A &= \frac{WL}{pl} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7.9)$$

コレ等ノ式カラ瓣ノ大サヲ求メルコトガ出來ル。

【例】 汽罐壓力 50 lbs/sq. in. ノトキソノ安全弁ノ臂桿ノ長サ 24" アル一端ニ掛カル錘ノ重サハ幾何デア。但シ瓣ノ直徑ハ 3" デ支點ハ瓣ノ中心カラ 3" ノ處ニ在ル。

【解】 瓣ノ面積 $A = .7854 \times 3^2 = 7.0686$ 平方吋,
瓣上ニ働ク蒸氣ノ壓力 = 50×7.0686 封度
此ノ壓力ハ 3" ノ臂ヲ有ツカラ支點ニ關スル力率ハ
 $50 \times 7.0686 \times 3$

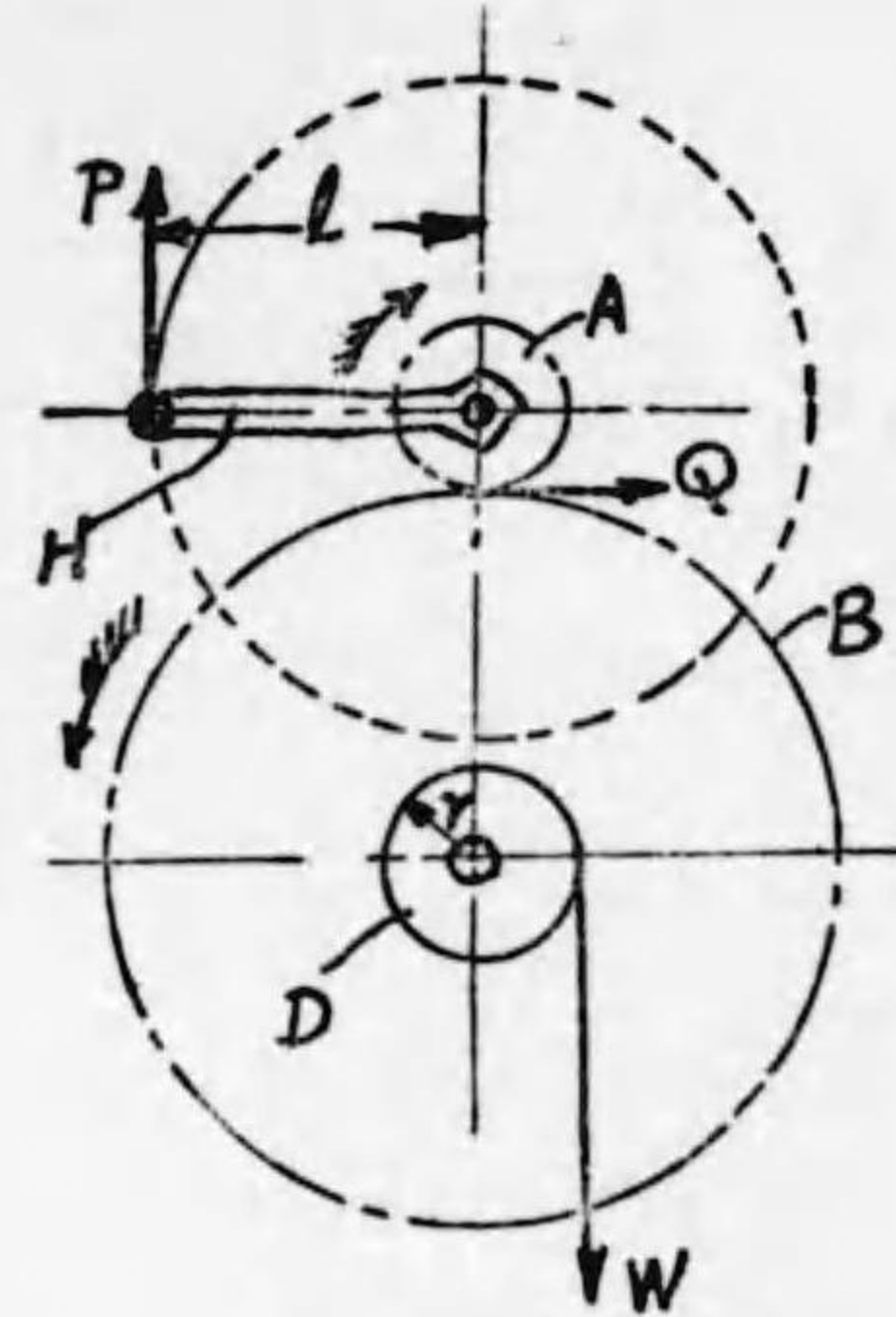
コノ力率ハ一端ニカカル錘ノ力率ト相等シイトキ平均スルカラ

$$50 \times 7.0686 \times 3 = 24W$$

$$\therefore W = 44.18 \text{ 封度}$$

【答 44.18 lbs】

5. 捲揚機 (Winch)



第 7.7 圖

捲揚機ハ槓桿ノ理ヲ應用シタモノデ、
A ハ小齒車デ大齒車 B ト嚙ミ合ヒ、
圓筒 D ハ B ニ依テ廻サレルモノデア
ル。D ニハ綱ヲ捲キ附ケ把手 H ヲ廻
シテ綱ノ端ニ結ンダ荷重 W ヲ捲キ揚
ゲル装置デア。今

- l = 把手ノ長サ,
- A = 小齒車ノ直徑又ハ齒ノ數,
- B = 大齒車ノ直徑又ハ齒ノ數,
- r = D 圓筒ノ半徑,
- W = 捲キ揚ゲラレル荷重,
- P = ハンドルニ加ヘル力

トスレバ、圓筒ガ一回轉スル毎ニ W ハ $2\pi r$ ノ運動ヲ爲シ、ソノ仕事ハ $2\pi r W$ デアル。又ク P ハ同時ニ $2\pi l \times \frac{B}{A}$ ノ運動ヲナシ且ツソノ仕事ハ

$$P \times 2\pi l \times \frac{B}{A}$$

$$\therefore P \times 2\pi l \cdot \frac{B}{A} = W \times 2\pi r$$

或ハ
$$\frac{Pl \times B}{A} = Wr$$

$$\left. \begin{aligned} \therefore \frac{P}{W} &= \frac{rA}{lB}, \\ \therefore P &= \frac{WrA}{lB}, \\ W &= \frac{Pl \times B}{rA} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7.10)$$

槓桿ノ理ヲ説明スレバ

$$Pl = QA, \quad QB = Wr$$

$$\therefore Q = \frac{Pl}{A}, \quad QB = \frac{Pl}{A}$$

$$\therefore \frac{Pl}{A} = Wr \quad \therefore \frac{P}{W} = \frac{rA}{lB}$$

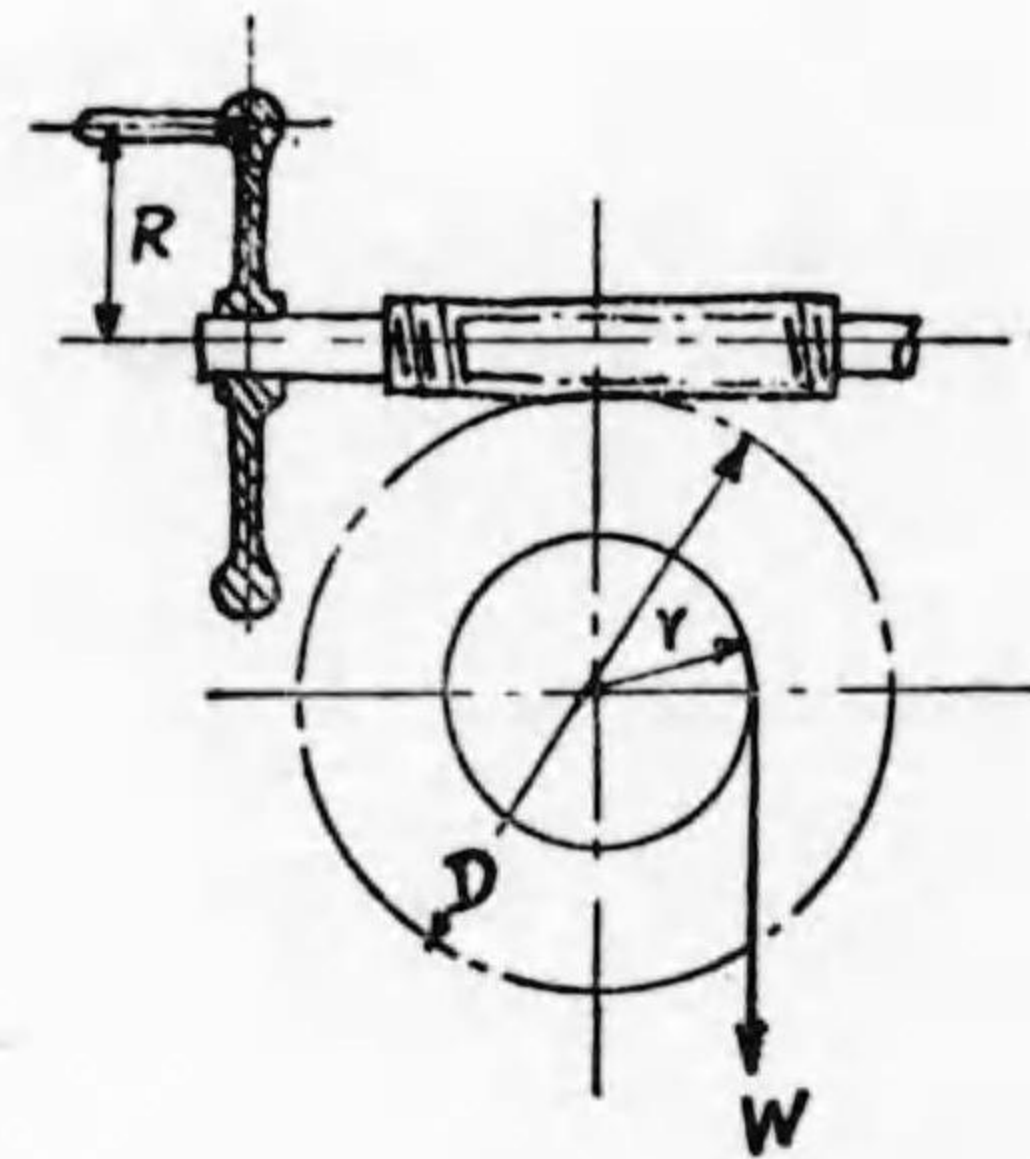
例 題

1. 第 7.2 圖ニ於テ兩方ニ加ハルカヲ夫々 $W_1=50 \text{ gr.}$, $W_2=75 \text{ gr.}$, 槓桿ノ全長ヲ 20 cm トスル。

- (a) 槓桿ノ自重ヲ無視スレバ支點ハ如何ナル位置ニ置ケバ平衡スルカ。
- (b) 槓桿ガ 1 cm ニ付 12 gr. ノ重サヲ有スルトキハ如何ナル位置ノトキ平衡スルカ。〔日立製作所〕

$$\left. \begin{array}{l} \text{(a) ノ場合. } W_2 \text{ ヨリ } 8 \text{ cm } \text{ ノ距離,} \\ \text{(b) ノ場合. } W_2 \text{ ヨリ } 9.31 \text{ cm } \text{ ノ距離} \end{array} \right\}$$

2. 圖ニ示ス揚重機ニ於テ把手ニ働ク力ヲ $F \text{ kg}$ トスレバ揚重力 W ハ如何。



但シ R = 把手ノ半徑,

r = ドラムノ半徑.

D = ウォーム齒車ノピッチ圓徑,

p = 一重ウォームノピッチ.

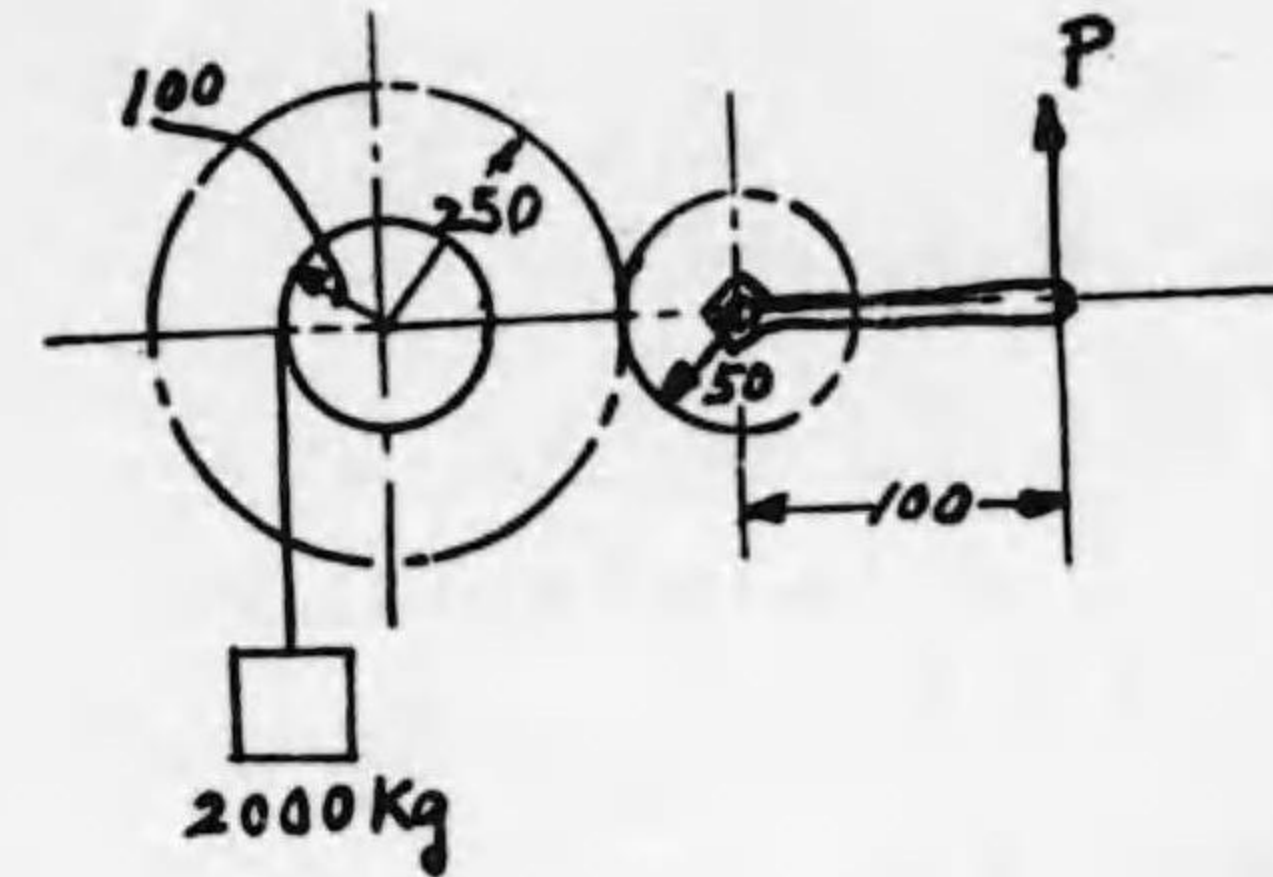
〔戸畑鑄物株式会社〕

$$\left(W = F \cdot \frac{\pi RD}{rp} \right)$$

3. 捲揚機ニ於テ半噸ノ重量ヲ捲キ揚ゲヤウトスルニ 30 封度ノ人力ヲ 15 吋ノ把手ニ加ヘタ場合,

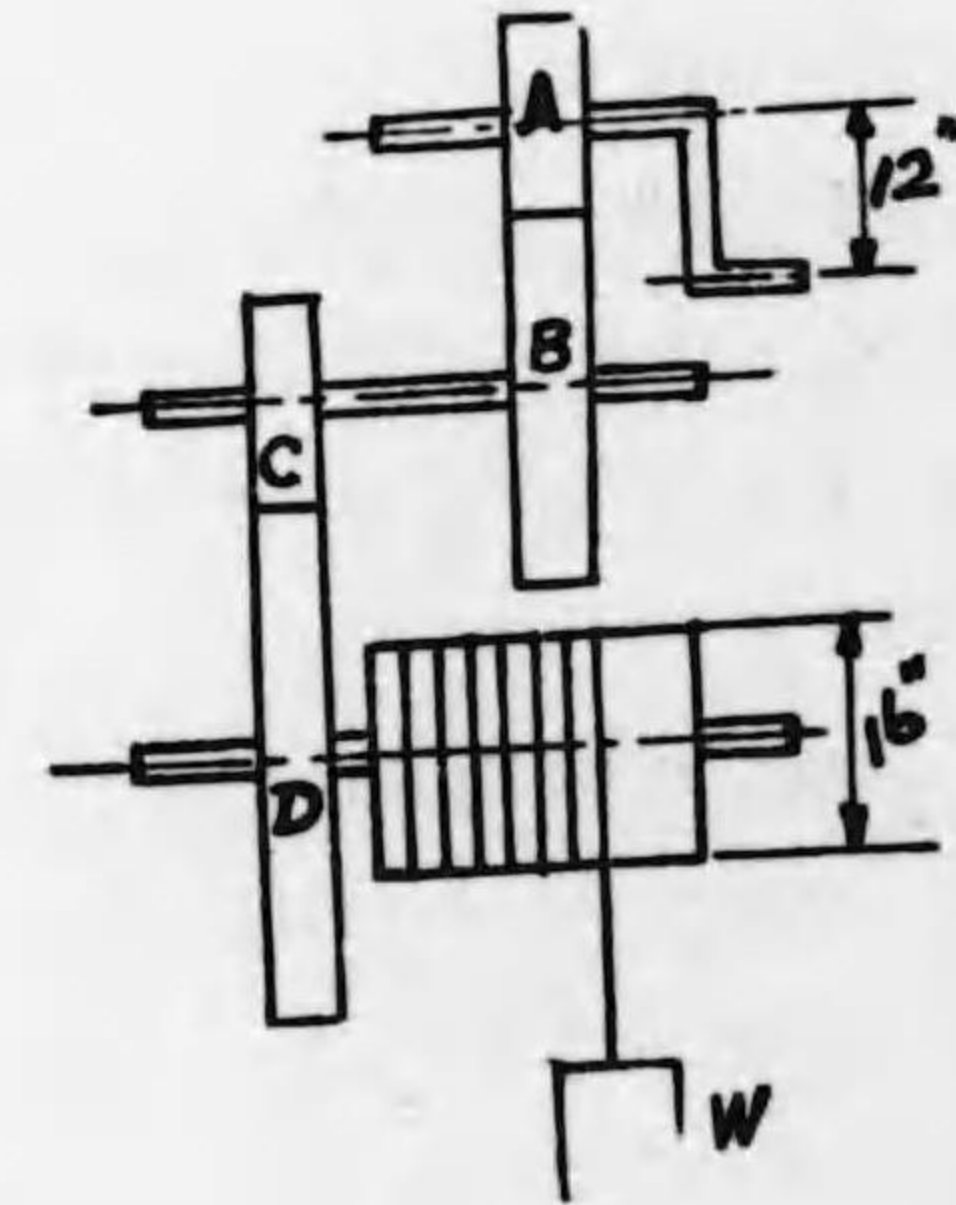
圓筒ノ直徑 $7\frac{1}{2}$ 吋, 小齒輪ノ齒數 12 デ, ピッチハ $1\frac{1}{4}$ 吋デアル。然ルトキハ大

ナル齒輪ノ齒數及直徑ヲ見出セ。



(齒數 112, 直徑 44.5")

4. 圖ノヤウナ捲揚機ヲ物體ヲ捲キ揚ゲヤウトスル。Pヲ求メヨ。〔富士電機會社〕
(400 kg)



5. 圖ノヤウナ捲揚機ガアル。齒車ノ齒數ハ $A=20$, $B=80$, $C=25$, $D=100$ デアル。 $W=1 \text{ ton}$ トスレバ把手ハ如何程ノ力ヲ支ヘ得ルカ。〔日立製作所〕 (41.67 kg)

第八節

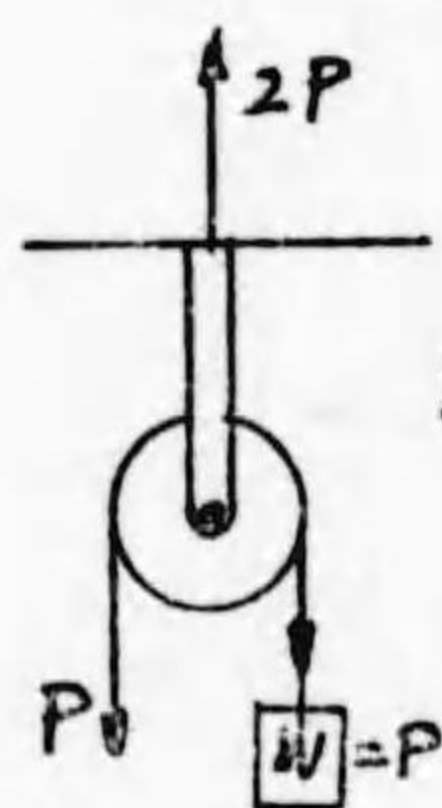
綱車 (Rope Pulley)

普通ノ綱車ハ綿糸, 麻仁刺麻糸, 麻糸又ハ鐵線ヲ數本乃至數十本燃リ合セテ作ツタ子繩 (Strand) ヲ三本乃至數本燃リ合セテ作ツタ綱ヲ溝車ニ懸ケテ動力ノ傳達, 荷物運搬若クハ荷物支持用トシテ使用スルガ, 船舶ノ錨, 起重機ノ荷揚ゲ等ニハ鎖 (Chain) 及ビ鎖車 (Chain wheel) ヲ使用スルコト多ク, 又タ動力傳達ノ目的ニハころ鎖 (Roller chain) 又ハ音無鎖 (Silent chain or Renold chain) ヲ使用スルコトガアル。

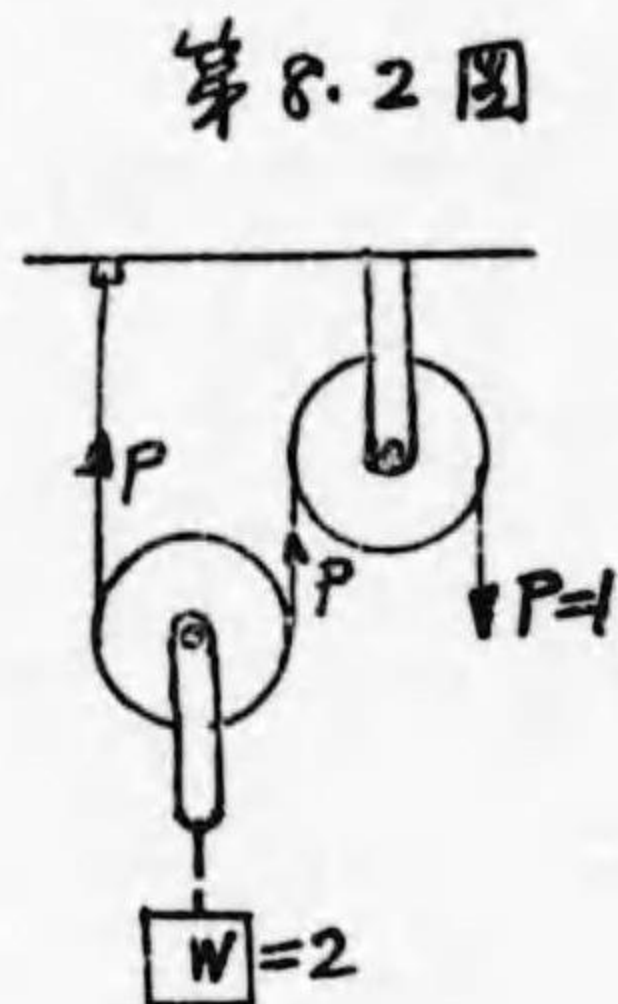
1. 綱車 (せみ, Pulley block) ノ作用

茲ニハ是等綱車ノ中デ荷揚ゲ用綱車ノ作用ニ就テ述ベル。

第 8.1 圖ノ如キ單一ナ綱車ハ槓桿ト見做スコトガ出來ル。W ヲ荷重トシ P ヲ引クカトスレバ P = 依リ綱ノ動ク距離ハ W ノ動ク距離ニ等シク, 且ツ P ノカト重量 W トガ相等シトキ平均スル。而シテ P モ W モ下向キデアアルカラ梁ニ感ズル力ハ 2P デアル。



第 8.1 圖

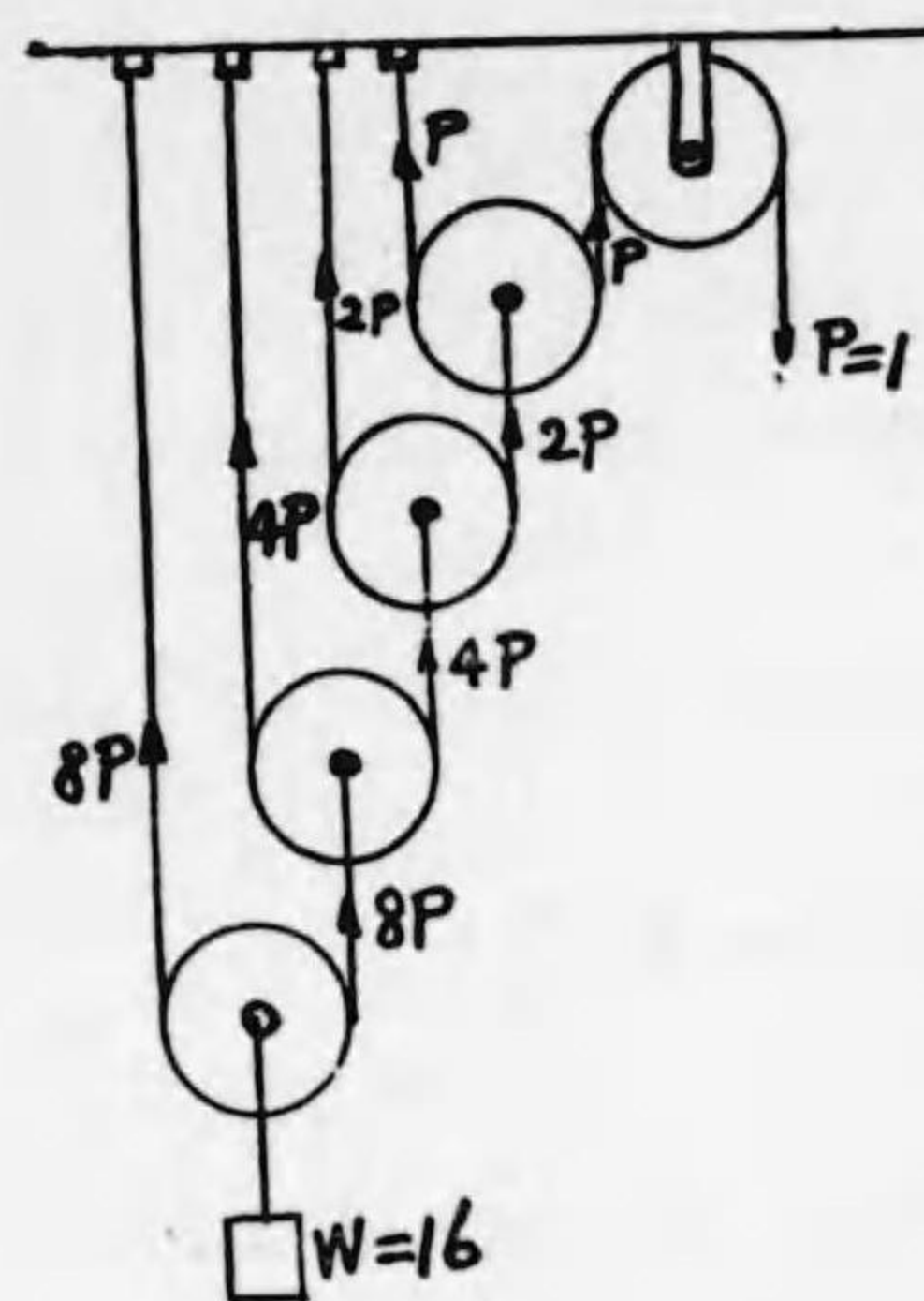


第 8.2 圖

第 8.2 圖ノヤウニ A ヲ固定シ, B ヲ移動サセル場合ニハ綱ニ及ボス引張り力ハ何レノ部分モ P ニ等シク又タ W ナル重量ハ上方ニ働ク 2P ノカト相平均スルカラ

即チ
$$\left. \begin{aligned} W &= 2P \\ P &= \frac{W}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8.1)$$

第 8.3 圖



= 17P デアル。

更ニ一ツ車ヲ増セバ W=32P トナリ, 更ニ一個増セバ 64P トナル。コノ結果カラ一般ノ公式ヲ見出セバ次ノヤウニナル。

移動滑車一個ノ場合 $W = 2P$
 ” ” 二個 ” $W = 4P = 2^2P$
 ” ” 三個 ” $W = 8P = 2^3P$
 ” ” n 個 ” $W = 2^n P$ (8.2)

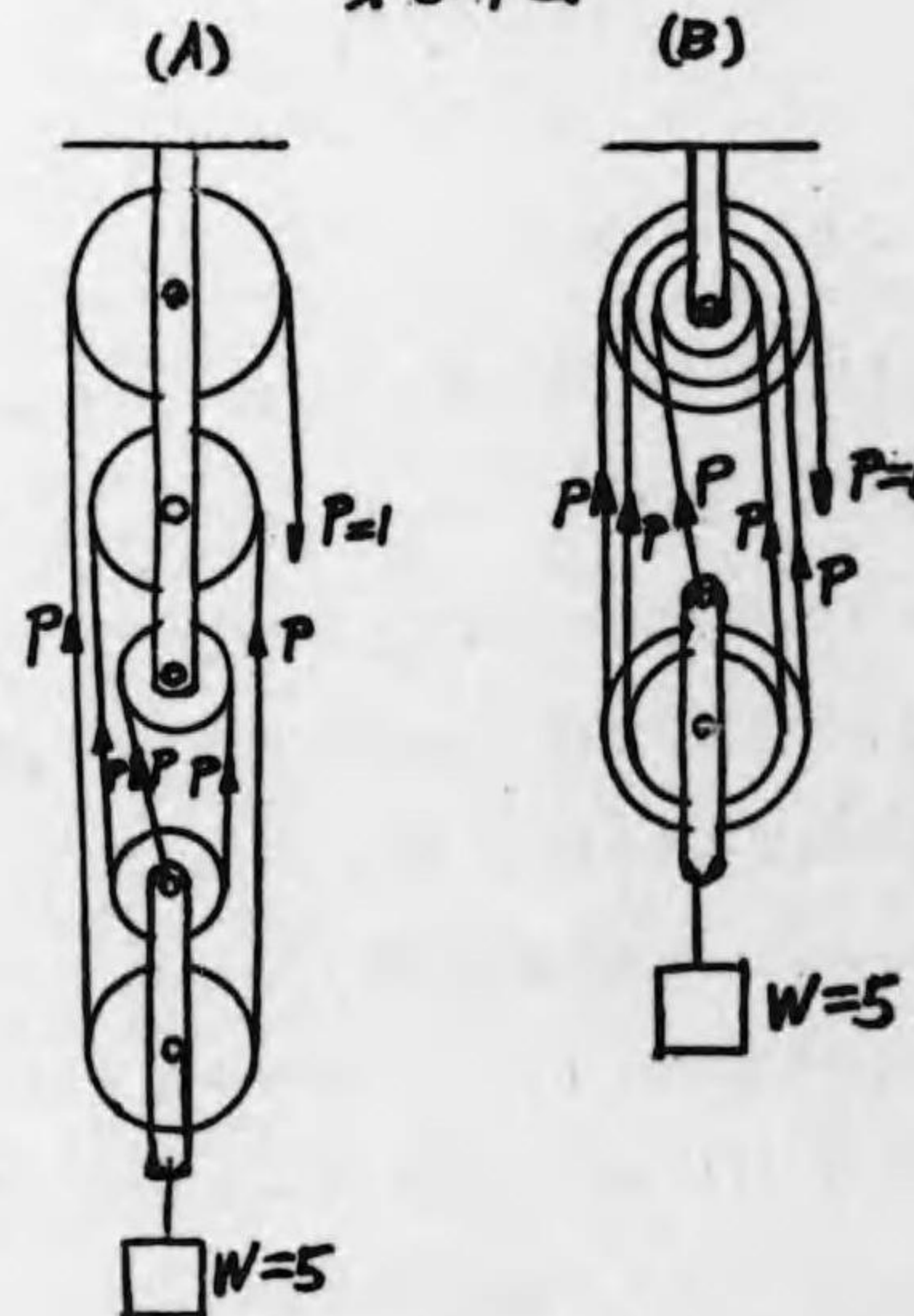
而シテ 速比 = $\frac{1}{2^n}$ (8.3)

第 8.4 圖ハ大小數個ノ綱車ヲ排列シタモノデ, 此ノ場合綱ニ及ボス張力ハ皆 P デアル。故ニ W=5P デ

P ト W トノ間ノ運動ノ關係ハ W ガ 1 動ク間ニ P ハ 2 丈ケ動ク。何トナレバ P ノナス仕事ハ P×2 デ W ノナス仕事ハ W×1 デ P×2=W×1 デナケレバナラヌカラデアアル。ソシテ梁ニ感ズル力ハ 3P デアル。

第 8.3 圖ハ數多ノ綱車ヲ排列シタモノデ, ソノ中一ツ丈ケガ固定車デ他ハ移動車デアアル。各車ニ懸ル綱ニ加ハル張力ハ第二車デハ P, 第三デハ 2P, 第四デハ 4P, 第五デハ 8P デアルカラ W=16P デアル。故ニ梁ニ加ハル力ハ 16P+P

第 8.4 圖



アルコトが知ラレル。故 = P ノ加ハル一本ヲ除イテ綱車 = 懸ケタ綱ノ數ヲ n トスレバ、

$$W = nP \dots\dots\dots(8.4)$$

又タ 速比 = $\frac{1}{n}$ (8.5)

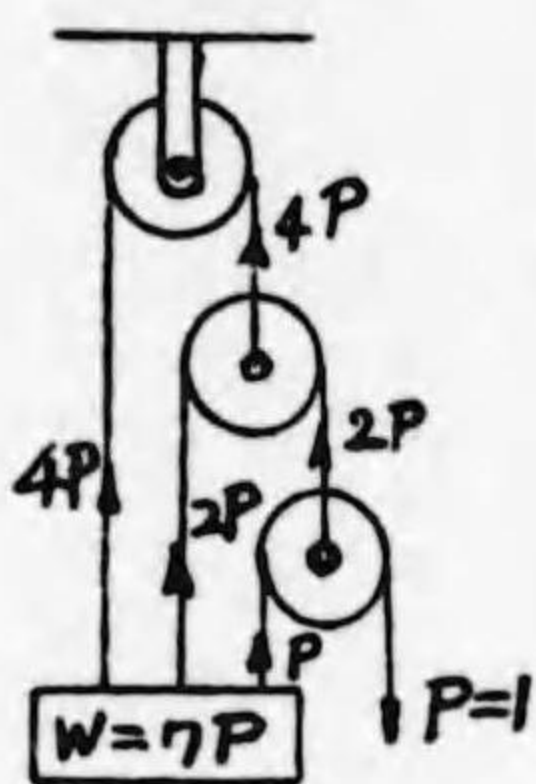
第 8.5 圖ハ各綱ガ皆直接 = W ヲ引ク。此ノ場合最初ノ綱 = ハ P, 次ノ綱 = ハ 2P, ソノ次ノ綱 = ハ 4P ノリガ加ハル。故 =

$$W = P + 2P + 4P = 7P$$

今 n ヲ綱車ノ數トスレバ

n = 1	ノトキハ	W = P,
n = 2	”	W = P + 2P = 3P,
n = 3	”	W = P + 2P + 4P = 7P,
n = 4	”	W = P + 2P + 4P + 8P = 15P

第 8.5 圖



一般 = n 個ノ場合 = ハ

$$W = (2^n - 1)P \dots\dots\dots(8.6)$$

又タ 速比 = $\frac{1}{2^n - 1}$ (8.7)

以上述ベタヤウ = 綱車ノ組合セデハ、車ノ數ヲ増セバ如何程マデモ力比 $\frac{W}{P}$ ヲ増スコトガ出来ルヤウ = 想ハレルガ、實際ニハ車ノ數ヲ増セバ摩擦ガ漸次増加スルカラ、實用的ニハ固定車及移動車トモ夫々 3 個以上ノモノハ餘リ使用サレナイ。綱車デ仕事ヲ消耗スル原因ハ移動車及ビ綱ノ重量ト各車ノ心軸 (axile) = 生ズル摩擦並ビニ捲キ縋キ = 抵抗スル綱ノ硬サトデアル。是等種々ナ無効仕事 (消耗仕事) ハ之レヲ常數無効仕事 (Constant wasted work) ト變數無効仕事 (Variable wasted work) トノ二ツ = 區分シ得ラレル。

今 b ヲ以テ綱車ヲ空轉スル = 必要ナ仕事量トスレバ之レ即チ常數無効仕事デアル。之レ = 對シテ變數無効仕事ハ cWy デ表ハスコトガ出来ル。但シ y ハ荷重ノ動ク距離, c ハ常數デアル。x デ P ノ移動距離ヲ表ハストスレバ、

$$Px = Wy + cWy + bx$$

$$P = (1+c) \frac{y}{x} \cdot W + b$$

第 8.4 圖ノ場合 = 於テ速比 $\frac{y}{x} = \frac{1}{n}$, 從テ $(1+c) \frac{1}{n} = a$ ト置ケバ

$$P = aW + b \dots\dots\dots(8.8)$$

此ノ式 = 於テ a, b トイフ定數ヲ實驗カラ求メレバ此ノ装置ノ効率ヲ見出スコトガ出来ル。

【例】 固定車, 移動車共 = 直徑 650mm ノ鑄鐵製ノモノ各 3 個カラ成ル第 8.4 圖ノ装置 = 於テ

$$P = 2.36 + 0.238W$$

ノ實驗式ヲ得タトイフ。W = 100kg トスレバ効率ハ幾何。

【解】 $P = 2.36 + 0.238 \times 100 = 26.16 \text{ kg}$

$$\text{故ニ力比} = \frac{W}{P} = \frac{100}{26.16} = 3.82$$

$$(8.5) \text{ 式カラ速比} = \frac{1}{n} = \frac{1}{6}$$

$$\therefore \text{効率} \eta = 3.82 \times \frac{1}{6} = .637 = 63.7\%$$

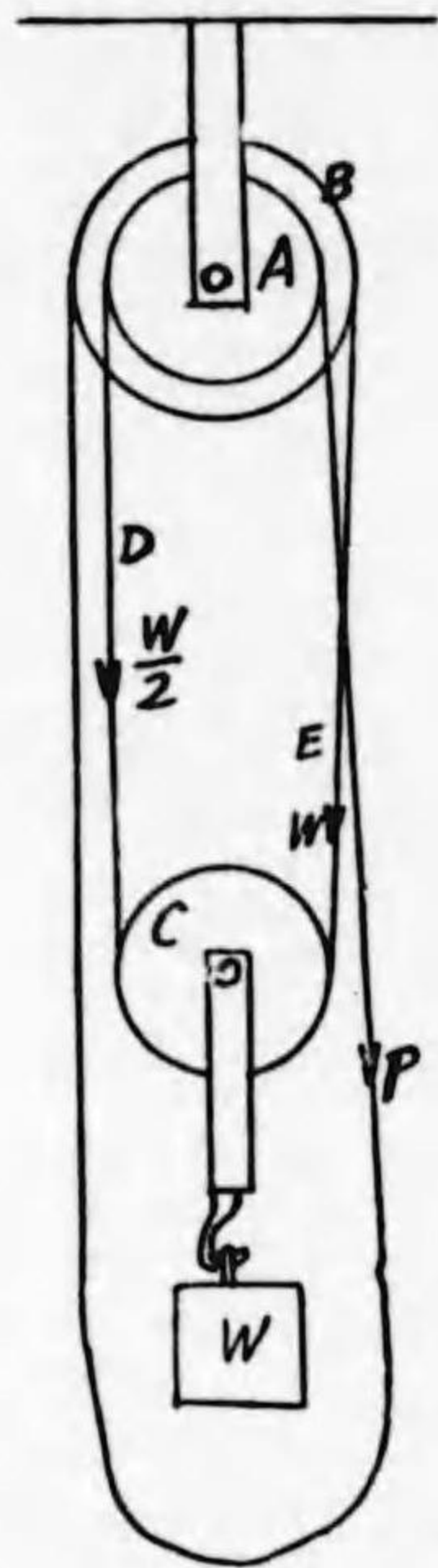
即チコノ装置デハ 36.3% 丈ケノ勢力ガ消耗サレル。

2. ウェストン捲上滑車 (Weston's Chain block)

前述ノ如ク綱車 = 於テハ、車ノ數ヲ増セバ從テ力比ヲ増ス譯デアルガ、實際ハ之レト同時ニ摩擦ヲ増スカラ徒ラ = 車ノ數ヲ増スノハ良イ方法デハナイ。然ルニ車數ヲ増サナイデ力比ヲ増ス装置ガアル。コレガウェストンノ捲上滑車 (チェーンブロック) 又ハ微動滑車 (Differential pulley-block) ト名ヅケルモノデアル。其ノ固定車ハ僅カニ直徑ヲ異ニシタ大小 A, B 二個ノ車カラ成リ, 移動車 C ハーツデアル。而シテ端ノナイ鎖ヲ B カラ C ニ, C カラ A = 懸ケ A カラ下 = 垂レテ再ビ B = 返ルヤウヲシテアル。

先ヅ最初 = 摩擦及ビ移動車ノ重量ヲ考 = 入レズ = 其ノ作用ヲ研究スル。A ノ半

第 8.6 図



徑ヲ R, B ノ半徑ヲ r トスル。扱テ A カラ懸垂スル
綱 = P ノ力ヲ加ヘテ A ヲ廻轉セシメルト, 綱ノ E
部ハ $2\pi r$ ノ距離ヲ下ル。而シテ D 部ハ同時 = $2\pi R$
上ル。故 = 重量 W ガ揚ゲラレル高サハ $2\pi (R-r)$ ノ
半分デアアル。依テ

$$2\pi R \cdot P = \frac{1}{2} \cdot 2\pi (R-r) \cdot W$$

或ハ $2PR = (R-r)W$

$$\therefore \left. \begin{aligned} \text{力比 } \frac{W}{P} &= \frac{2R}{R-r} \\ \text{速比} &= \frac{R-r}{2R} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(8.9)$$

(R-r) ノ差ガ小サイ程益々力比ヲ増ス理デアアルガ
同時 = 速度ハ次第 = 緩漫トナルカラ實用上

$$R-r \geq \frac{R}{20} \dots\dots\dots(8.10)$$

トスル。

次 = 摩擦及其他ノ抵抗ヲ算入スルトキハ (8.8) 式 = 依
テ a, b ノ常數ヲ實驗デ求メ P ヲ見出セバ良イ。A, B
兩滑車ノ直徑 $3\frac{1}{2}$ " 及 4" ノ捲上滑車デハ次ノ實驗
公式ガ得ラレル。

$$P = 0.1508 W + 3.87$$

例 題

1. 直徑 6" 及 $5\frac{1}{2}$ " ヲ有スル微動滑車 = 於テ 30 封度ノ力ヲ以テ幾何ノ重量
ヲ引上ゲ得ルカ。 (W = 720 lbs)
2. 前題 = 於テ W = 448 lbs ノトキハ幾何ノ人力ヲ要スルカ。
(P = 18.7 lbs)
3. チェンブロック = 於テ P = 10 kg, W = 1 ton ナルトキ大滑車ノ直徑ガ
160 mm ナラバ之レト組合スベキ滑車ノ直徑ハ幾何カ。 (156.8 mm)

4. チェンブロックノ兩滑車ノ直徑夫々 7" 及 6" デアル。W ヲ 1 呎引上ゲ
ル爲メニハ何回轉ヲ要スルカ。

(注意) n ヲ求メル回轉數トスレバ一回轉毎 = W ハ $\frac{7\pi - 6\pi}{2} = \frac{\pi}{2}$ 動クカラ
n 回 = ハ $\frac{\pi n}{2}$ 動ク。 (7.64 回)

5. 直徑 4" 及 $3\frac{1}{2}$ " ノ微動滑車 = 於テ 500 kg ノ荷重ヲ引キ上ゲルトキノ効
率ヲ求ム。 ($\eta = 40.5\%$)

6. 第 8.4 圖 = 於テ固定車, 移動車各々 2 個宛トシ, W = 360 kg ノ重サノ物
體ヲ吊リ上ゲテ平均ヲ保ツニ要スル力 P ヲ求ム。〔東京計器〕 (P = 90 kg)

第九節

調車 (Belt pulley)

1. 調帯ノ長サ (Length of Belt)

(A) たすき掛ケ調帯 (Crossed belt) ノ場合。

D 及 d ヲ二調車ノ直径, c ヲ二軸間ノ距離, L ヲ調帯ノ全長トスレバ

$$L = \left(\frac{\pi}{2} + \phi\right)(D+d) + 2c \cdot \cos \phi, \left. \begin{array}{l} \sin \phi = \frac{D+d}{2c} \end{array} \right\} \dots\dots\dots(9.1)$$

即チ sin φ ノ値ヲ求メテ三角函數正弦表カラ φ ノ角度ヲ求メ, 次ノ公式ニ依リ φ° = 相當スル弧度 φ (rad.) ヲ求メル。

$$\phi(\text{rad.}) = \frac{\pi}{180} \cdot \phi^\circ \dots\dots\dots(9.2)$$

又タ三角函數餘弧表カラ cos φ ヲ求メテ L ノ式ニ代入スレバ良イ。

【例】 調車ノ直径ガ夫々 40" 及 20" デ中心間ノ距離 10' ナルトキ是等ニ適スルたすき掛ケ調帯ノ長サヲ求ム。

【解】 $\sin \phi = \frac{D+d}{2c} = \frac{40+20}{2 \times 10 \times 12} = 0.25$

正弦表カラ $\phi^\circ = 14^\circ 30'$

∴ $\phi(\text{rad.}) = 14.5^\circ = \frac{\pi \times 14.5}{180} = 0.253$

又タ餘弦表カラ

$\cos \phi = \cos 14^\circ 30' = 0.968$

∴ $L = \left(\frac{\pi}{2} + \phi\right)(D+d) + 2c \cdot \cos \phi$
 $= \left(\frac{\pi}{2} + 0.253\right) \times 60 + 2 \times 120 \times 0.968$
 $= 342'' = 28' \sim 6''$

(B) けさ掛ケ (又ハ開キ掛ケ) 調帯 (Open belt) ノ場合。

$$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + (D-d)\phi + 2c \cdot \cos \phi \left. \begin{array}{l} \sin \phi = \frac{D-d}{2c}, \cos \phi = \sqrt{1 - \frac{(D-d)^2}{4c^2}} \end{array} \right\} \dots\dots\dots(9.3)$$

けさ掛ケ調帯ノ大略ノ長サヲ求メルニハ次ノ式ニ依ル。

$$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + 2c \left\{ 1 + \frac{(D-d)^2}{8c^2} \right\} \dots\dots\dots(9.4)$$

【例】 前例ニ於テけさ掛ケ調帯ヲ用キル場合ノ長サヲ求ム。

【解】 $\sin \phi = \frac{D-d}{2c} = \frac{40-20}{2 \times 10 \times 12} = 0.0833$

正弦表カラ

$\phi = 4^\circ 47' = \frac{\pi}{180} \times 4 \frac{47}{60} = \frac{\pi \times 287}{180 \times 60} = 0.0835$

餘弦表カラ

$\cos \phi = \cos 4^\circ 47' = 0.9964$

故ニ (9.3) 式カラ

$L = \frac{\pi}{2}(D+d) + (D-d)\phi + 2c \cdot \cos \phi$
 $= \frac{\pi \times 60}{2} + 0.0835 \times 20 + 2 \times 120 \times 0.9964$
 $= 335.15'' \approx 27' \sim 11 \frac{1}{8}''$

次ニ (9.4) 式ヲ用キテ長サヲ求メルト

$L = \frac{\pi \times 60}{2} + 2 \times 120 \times \left\{ 1 + \frac{20^2}{8 \times 120^2} \right\}$
 $= 335.10'' \approx 27' \sim 11 \frac{1}{8}''$

是ニ依テ觀ルトキハけさ掛ケノ場合ニハ略式ヲ用キテ差支ナイコトガ知レルデアラウ。

2. 調帯ノ傳達動力

調帯ハ餘リ早イト波ヲ打チ (Flapping) 又タ幅ノ方向ヘ横動スル。故ニ普通デハ 15~20 m/sec. 位ニ採ル方ガ良イ。然シ稀ニハ 40 m/sec. 位ニスルコトモアルガ遠心力ノ作用ガ大キクナツテ危険デアルカラ大體 30 m/sec. ヲ限度トスル。

一對ノ調車ノ速度比 (Velocity ratio) ハ普通 1:6 ヲ限度トスル。速度比トハ兩調車ノ回轉數ノ比デアツテ, ソノ直径ニ反比例スル。コノ比ノ後項ガ餘リ大キクナルト滑リ (Slip) ガ増シテ有効回轉力ヲ減少スル。ドウシテモコレヲ大キクス

ル必要ガアル場合ニハ **V溝調帯 (V-grooved pulley)** ヲ使用スレバ速度比ヲ 1:9 位マデニスルコトガ出来ルシ、**緊張車 (Belt tightner or tension pulley)** ヲ使ヘバ 1:20 位マデ増スコトガ出来ル。

調帯ノ傳達馬力ハ調帯ニ及ボス張力、接觸角及ビ調車ト調帯トノ間ニ於ケル摩擦係數ニ關係シ、ソノ計算ハ相當ニ困難デアル。然シ傳達馬力ハ調帯ノ幅ニ比例シテ増スモノデアラカラ豫メ同ジ幅ノ調帯ノ速度ニ對スル馬力ヲ計算シテ置クト便利デアル。次表ハ革調帯ノ幅 10 cm 當リノ傳達動力ヲ示ス。

幅 10 cm 當リ革調帯傳達動力 PS

調帯ノ速度 (m/sec.)	調帯ノ枚數		
	1枚革	2枚革	3枚革
15	10.79	21.59	32.38
16	11.32	22.64	33.96
17	11.78	23.56	35.35
18	12.22	24.43	36.65
19	12.60	25.20	37.80
20	12.94	25.88	38.83
21	13.23	26.46	39.69
22	13.47	26.94	40.40
23	13.65	27.30	40.95
24	13.78	27.55	41.33
25	13.84	27.68	41.52
26	13.85	27.69	41.54
27	13.79	27.57	41.36
28	13.65	27.32	40.98
29	13.46	26.92	40.39
30	13.19	26.39	39.58
31	12.85	25.71	38.56
32	12.44	24.86	37.31
33	11.93	23.86	35.79
34	11.35	22.69	34.04
35	10.67	21.34	32.01

前表ヲ見レバ分ルヤウニ傳達馬力ハ速度ガ増スニ從ヒテ増加シ 26m/sec. デ最大ニ達シ、ソレカラハ再ビ減少スル。

【例】 6PS ヲ傳達スベキ革調帯ノ幅ヲ求メヨ。但シ兩軸ノ回轉數ハ $N_1 = 1550$ Rpm, $N_2 = 270$ Rpm, 高速車ノ直徑 $D_1 = 200$ mm, 調帯ハ一枚革トスル。

【解】 速度比 $= \frac{270}{1550} = \frac{1}{5.73}$

低速車ノ直徑, $D_2 = 200 \times 5.73 = 1146$ mm

調帯ノ速度, $v = \frac{\pi DN}{60} = \frac{\pi \times 200 \times 1550}{60 \times 1000} = 16.2$ m/sec.

表カラ一枚革, $v = 16$ m/sec. ノ場合ハ 10cm ニ付 11.32PS, 故ニ 16.2m/sec. ニ對シテハ

$$11.32 \times \frac{16.2}{16} = 11.55 \text{ PS}$$

$$\therefore b = \frac{6}{11.55} \times 10 = 5.2 \text{ cm} \quad [\text{答 } 52 \text{ mm}]$$

革帯ノ幅ト速度トカラ傳達馬力ヲ算式スルノニ次ノ **ミルライト (Millwright)** ノ公式ヲ使フコトガアル。

$$HP = \frac{bv}{K} \dots\dots\dots(9.5)$$

茲ニ $b =$ 調帯ノ幅(吋), $v =$ 調帯ノ速度 (呎/分),

$K = 800$一枚革ノ場合,

$= 450$二枚革ノ場合,

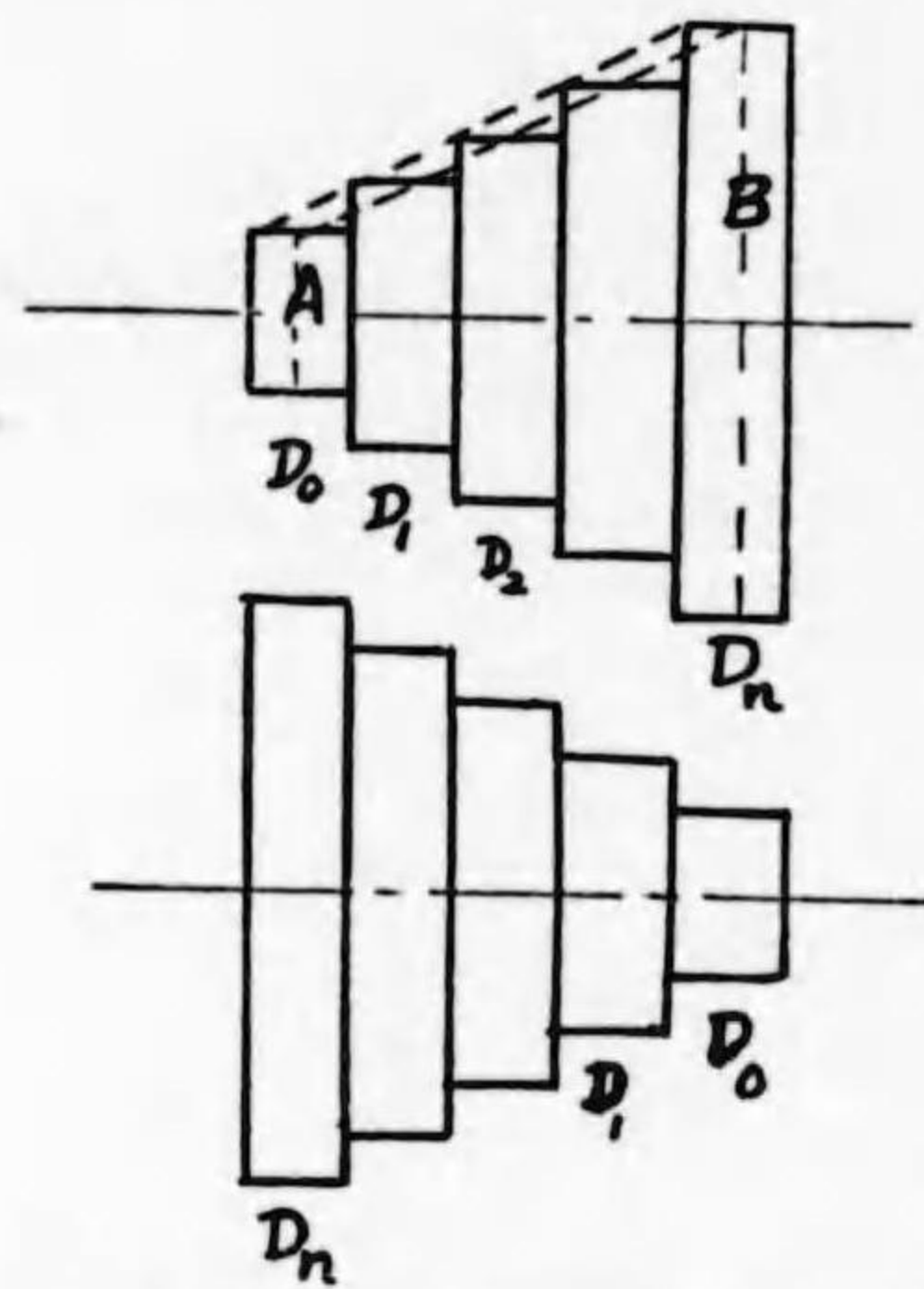
3. 段車 (Stepped pulley or Speed cone)

定速度デ回轉スル軸カラ數種ノ異ナル速度デ機械ヲ運轉スルニハ段車ヲ使用スル。段車トハ直徑ノ異ナル數段ノ調車ヲ組合セタモノデ、傳動軸ト被動軸トニハ斯ノヤウナ段車ガ反對ノ向キニ一個宛取附ケラレル。被動軸ノ所要回轉數ニ依テ懸ケラレル調帯ノ位置ガ變ツテモ其ノ緊張ノ度合ハ何レノ段ニ在ル場合デモ變化シナイコトガ必要デアル。此ノヤウナ段車ヲ設計スル場合ニ、**たすき掛ケナ** ラバ極メテ簡單デアル。(9.1) 式ヲ見レバ解カルヤウニ L トイフ調帯ノ長サハ $(D+d)$ ト c トデ變化スル。然ルニ軸間距離 c ハ一定デアラカラ調帯ノ長サハ單

= 兩調車直徑ノ和ノミ = 依テ變化スル。故 = 直徑ノ和ガ一定ナラバ常ニ同じ長さノ調帶ヲ使用スルコトガ出來ル。

然シけさ掛ケデハ (9.3) 式ヲ知ルヤウニ調帶ノ長さハ c ガ一定デアツテモ (D+d) 及 (D-d) = 依テ變化スルカラ兩軸ニ直徑ガ異ナル種々ノ調車ノ組合セヲ用キタ場合 = 同一ノ調帶ヲ懸ケヤウトスルニハ (D+d) 及 (D-d) ヲ同時ニ満足スルヤウナ長さヲ無ケレバナラス。此ノヤウナ調車ヲ設計スルコトハ非常ニ困難デアル爲メ、實用的ニハ二個ノ同形ノ段車ヲ兩軸ニ向キヲ反對ニシテ取り附ケテ使用スル場合ガ多イ。

次ニ之ノ全等形ノ一對ノ段車ノ設計法ヲ述ベル。



今被動軸ヲ n_o カラ n_n ノ間ニ回轉セシメル場合ニ、兩軸ニ取附ケル調車ノ最小直徑 D_o ガ與ヘラレタトスル。コレカラ傳動軸ノ回轉數 N 及兩調車ノ最大直徑 D_n ヲ求ムルニ、

$$\frac{D_o}{D_n} = \frac{n_o}{N}, \frac{D_n}{D_o} = \frac{N}{n_n} \dots\dots\dots(9.6)$$

$$\therefore \frac{n_o}{N} = \frac{N}{n_n} \quad \text{即チ } N^2 = n_o n_n$$

$$\therefore N = \sqrt{n_o n_n} \dots\dots\dots(9.7)$$

コノ式ニ依テ n_o ト n_n トガ與ヘラレタトキ傳動軸ノ回轉數 N ヲ決定スルコトガ出來ル。N ガ決マレバ (9.6) 式カラ D_n ヲ容易ニ求メルコトガ出來ル。

【例】 段車ノ最小直徑 D_o = 100mm, 被動軸ノ最大及最小回轉數ヲ n_n = 600 Rpm, n_o = 60Rpm トスルトキ傳動軸ノ回轉數 N 及最大直徑 D_n ヲ求ム。

【解】 $N = \sqrt{600 \times 60} = 189.8 \text{ Rpm}$

$$D_n = D_o \times \frac{N}{n_o} = 100 \times \frac{189.8}{60} = 316.3 \text{ mm}$$

調帶ガたすきニ懸カル場合ノ段車ノ形ハ上圖ニ於テ各調車ノ隅點ヲ連結シタ圓錐面トナル。此ノ場合ノ中央ニ當ル調車ノ直徑ハ $\frac{D_n + D_o}{2}$ デアル。若シ段車

ガ n 個ノ組合セデアル場合ニハ兩端ノ調車ノ中心線間ノ距離 AB ヲ (n-1) 等分シ、其ノ各分點カラ垂線ヲ立テ、此ノ垂線ト圓錐母線トノ交點ヲ兩端トスル直徑 D₁, D₂ 等ヲ求ムレバ良シ。

けさ掛ケノ場合ニハ調車ノ最大直徑ヲ求メテ後、中央部ノ直徑 D_m ヲ次式カラ求メル。

$$D_m = \frac{D_n + D_o}{2} + \frac{(D_n - D_o)^2}{\pi c} \dots\dots\dots(9.8)$$

之ノ式カラ D_m ヲ見出シタ後デ之レト兩端ノ三點ヲ過ギル圓弧ヲ畫クトキハ、此ノ D_m ハ奇數ノ段車ノ中央ノ直徑ニ等シイ。

【例】 前例ニ於テ軸間距離 600mm トスレバ中央車ノ直徑 D_m ハ幾何。

【解】 $D_n + D_o = 316.3 + 100 = 416.3 \text{ mm}$,

$$D_n - D_o = 216.3 - 100 = 116.3 \text{ mm}$$

$$\therefore D = \frac{416.3}{2} + \frac{(116.3)^2}{\pi \times 600} = 215.3 \text{ mm}$$

例題

1. 調車ヲ以テ結合サレル二ツノ調車ガアル。其ノ直徑ハ各 28" 及 12" デアル。前者ガ 90Rpm ノトキハ後者ノ回轉數幾何。(210Rpm)
2. 原動車ノ回轉數 120Rpm, 直徑 765mm, 被動車ノ回轉數 70Rpm ナラバ被動車ノ直徑ハ幾何ナルカ。(1350mm)
3. 二ツノ調車ノ半径ノ和ハ 534mm デ、一ツハ 80Rpm, 他ハ同時ニ 140Rpm ノ回轉ヲスル爲メニハ各調車ノ直徑ハ各幾何デアルカ。(679mm, 339mm)
4. けさ掛ケ調帶ノトキ、兩車ノ直徑相等シキ場合ノ調帶ノ長さヲ見出す公式ヲ示セ。(L = πD + 2c)
5. 15 PS ヲ傳達スベキ調帶ノ幅及ビ調車ノ直徑ヲ求ム。但シ調車ノ回轉數 1200 Rpm, 調帶ハ一枚革デ v = 15m/sec. トスル。(D = 240mm, b = 14cm)
6. 5PS, 1600 Rpm ノ電動機軸ニ取附ケタ直徑 180mm ノ調車ニ一枚革ノ調帶ヲ掛ケ中間軸ヲ 250 Rpm ニ廻轉セシメヤウトスルニハ、中間軸ニ取附ケル調車ノ直徑及調帶ノ幅ハ幾何デアルカ。(D = 115cm, b = 4.9cm)

第十節 軸 (Shaft)

1. 傳動軸 (Line Shaft)

傳動軸 = ハ捻扭力 (Torsion) ト彎曲力 (Bending force) トガ加ハル。捻扭力ハ調車等 = 依テ廻サウトスルノ = 抵抗スル反力ヲ軸 = 加ハル力ノ大部分デアル。彎曲力ハ軸自身及調車ノ重量又ハ調帶ノ引張り等 = 起因スルモノデアル。尙ホ軸受間ノ距離 = 依テ異ナル。而シテ捻扭力ハ之レヲ計算スルコトハ容易デアルガ彎曲力ハ種々ノ原因ガアル爲メ算定ガ困難デアル。又タ工場ノ傳動軸ノヤウナ場合 = ハ捻扭力 = 比シテ彎曲力ハ極メテ少量デアルカラ之レヲ省略シテ計算シ、經驗上カラ適當ノ餘裕ヲ置イテ直徑ヲ定メル。

今 F ヲ半徑 R cm ノ廻轉軸周 = 働ク切線力 (kg) トスレバ

$$T = FR$$

但シ T = 同轉力率 (Torque) 即チ捻扭力率。

然ルニ材料強弱學カラ

$$T = \frac{\pi}{16} D^3 f$$

ナルコトガ知ラレル。

茲ニ f = 許容捻扭内力強サ (kg/cm²),

D = 軸ノ直徑 (cm)。

次ニ V = 軸ノ圓周速度 (m/sec.),

N = Rpm トスレバ

$$V = \frac{\pi DN}{60 \times 100} = \frac{\pi RN}{3000}$$

然ルニ $F = \frac{75.PS}{V} \text{ kg}$

$$\therefore F = \frac{75.PS}{\pi RN} \times 3000 = 71620 \frac{PS}{RN} \dots\dots\dots(10.1)$$

故ニ軸 = 加ハル捻扭力率

$$T = FR = 71620 \frac{PS}{N} \dots\dots\dots(10.2)$$

$$\therefore T = \frac{\pi}{16} D^3 f = 71620 \frac{PS}{N}$$

$$\therefore D = \sqrt[3]{\frac{71620 \times 16}{\pi f} \cdot \frac{PS}{N}} = \sqrt[3]{\frac{365,000}{f} \cdot \frac{PS}{N}} \dots\dots\dots(10.3)$$

$$= 71.45 \sqrt[3]{\frac{PS}{fN}} \dots\dots\dots(10.4)$$

軟鋼軸 = 對シテハ最モ安全ナ値トシテ f = 120 kg/cm² = トレバ

$$D = 14.4 \sqrt[3]{\frac{PS}{N}} \dots\dots\dots(10.5)$$

普通ハ f = 500 ~ 700 kg/cm² = トル。故ニ

$$D = (8 \sim 9) \sqrt[3]{\frac{PS}{N}} \dots\dots\dots(10.6)$$

【例】 毎分 200 回轉デ 40 PS ヲ傳達スベキ軟鋼軸ノ直徑ヲ定メヨ。但シ f = 500 kg/cm² トス。

【解】 $D = 9 \sqrt[3]{\frac{40}{200}} = 9 \times .585 = 5.3 \text{ cm}$ 【答 5.3 cm】

實際ニハ彎曲力ヲ考慮 = 入レルカラ (10.5) 式ハ一般ニ

$$D = K \sqrt[3]{\frac{PS}{N}} \dots\dots\dots(10.7)$$

ト置キ、K = 適當ナ實驗値ヲ代入スレバ良イ。アンウイン (Unwin) 氏ハ K ノ値トシテ次ノ數値ヲ與ヘテ居ル。

- 荷重平等デ變化ノナイトキ K = 7.3
- 荷重ノ一部變化アルトキ K = 8.4
- 荷重ガ絶エズ變化スルトキ K = 10.6

然シ安全ノ爲メニハ一般ニ (10.5) 式ヲ使用シタ方ガ良イ。

2. 中空軸 (Hollow Shaft)

中空軸ニ於テ d_1 ヲ内徑, d_2 ヲ外徑トスレバ

$$T = \frac{\pi}{16} \frac{(d_2^4 - d_1^4)}{d_2} f = \frac{d_2^4 - d_1^4}{5.1 d_2} f$$

デアルカラ

$$\frac{d_1}{d_2} = x \text{ ト置ケバ}$$

$$T = \frac{d_2^3(1-x^4)}{5.1} f$$

$$\therefore d_2 = \sqrt[3]{\frac{365,000}{(1-x^4)} \cdot \frac{PS}{N}} \dots\dots\dots(10.8)$$

$$d_1 = x d_2$$

コレ $d_1 : d_2$ ノ比ヲ知ツテ中空軸ノ太サヲ求メル式デアル。

次ニ中空軸ト等シイ強サヲ有スル實體軸ノ直徑ヲ D トスレバ其ノ回轉力率ハ前述ノ通り

$$T = D^3 \frac{\pi}{16} f$$

$$\therefore \frac{d_2}{D} = \sqrt[3]{\frac{1}{1-x^4}} \dots\dots\dots(10.9)$$

コノ式ハ中空軸ノ内外徑ノ比ガ與ヘラレタキ直徑 D ヲ有スル實體軸ト等シイ強サノ中空軸ノ外徑ヲ見出ス式デアル。

實體軸ト中空軸トノ長サガ同一デアルトスレバ

$$\frac{\text{實體軸ノ重量}}{\text{中空軸ノ重量}} = \frac{D^2}{d_2^2(1-x^2)} \dots\dots\dots(10.10)$$

【例】 $d_1 : d_2$ ガ 0.4 ナルトキ $D = 10''$ ノ實體軸ニ強サ相等シキ中空軸ノ直徑ヲ求ム。

【解】 $\frac{d_1}{d_2} = x = 0.4, \quad D = 10''$

$$\therefore d_2 = D \sqrt[3]{\frac{1}{1-x^4}} = 10 \times \sqrt[3]{\frac{1}{1-0.4^4}} = 10.09'' \quad \text{[答 10.09'']}$$

之ノ例ヲ知ラレルヤウニ、普通ノ寸法ヲ計算スレバ中空軸ノ方ガ實體軸ヨリモ僅カニ外徑ガ大キクナル丈ケデ重量ハズツト輕クナル。故ニ中空軸ノ方ガ良イガ

製作費ガ高クナルカラ普通ハ使用シナイ。然シ費用ニカマハズ重量ヲ輕クスルコトヲ必要トスル場合ニハ中空軸ニ限ル。

3. 軸頸 (Journal)

廻轉軸ノ軸承 (Bearing) ニ支持サレテ回轉スル部分ヲ軸頸トイフ。軸頸部ノ太サノ計算ハ前ニ述ベタ傳動軸ノ場合ト異ナリ、軸承ニ加ハル壓力ニ依テ定マルモノデアル。茲デハ横軸ノ端軸頸 (End journal) ノ場合丈ケニ就テ述ベル。

軸頸ノ設計ニ就テ第一ニ考慮スベキハソノ軸ニ加ハル荷重ニ依ル壓力ガ過大トナラスコトデアル。換言スレバ壓力ノ爲メニ軸頸内ニ過分ノ歪 (Stress) ヲ生ジナイコト、又タ壓力ノ爲メニ潤滑油ノ膜ヲ破ルモノデアツテハナラスコト、次ニ摩擦熱ヲ速カニ放散スル丈ケノ容積ヲ持ツコトデアル。

今 L = 軸頸ノ長サ cm,

D = 軸頸ノ直徑 cm,

F = 軸ニ作用スル力 k ,

f = 軸ノ許容彎曲内力ノ強サ kg/cm^2

トスレバ材料強弱學カラ次ノ公式ガ得ラレル。

$$D = 1.722 \sqrt[3]{\frac{PL}{f}} \dots\dots\dots(10.11)$$

茲ニ f ノ値ハ普通ノ鋼軸デ $300 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$ ニトル。

若シ軸頸ノ長サ L ト直徑 D トノ比 $\frac{L}{D}$ ガ知ラレル場合ニハ

$$\frac{L}{D} = \sqrt{\frac{\pi}{16} \cdot \frac{f}{p}} \dots\dots\dots(10.12)$$

ノ式ヲ使用スルノガ便利デアル。茲ニ

$$p = \text{許容壓力ノ強サ} = \frac{F}{LD} \text{ kg/cm}^2$$

經驗カラ機械ノ種類ニ依テコノ p ヲ假定スルノデアル。次ニ軸承ノ許容壓力 p 及 $L : D$ ノ値ヲ示ス。

軸受ノ許容壓力, p 及 $\frac{L}{D}$ ノ値

軸頸ノ種類	p(kg/cm ²)	L:D
輕イ傳動軸	1~2	2~3
發電機及電動機主軸	2~5.5	1.25~3
水車又ハ渦卷弁筒主軸	2~4	2~3.5
橫軸蒸汽タービン	3~4	1.25~3
重イ傳動軸又ハ工作機械主軸	7~10	2~3
空氣壓縮機主軸	11~17	2~3
船用機關ノ主軸	20~35	1~1.5
內燃機關ノ主軸	30~50	1~2.5

(注意) 蒸汽タービントカ高速度發電機, 電動機トカノヤウ = 3000 Rpm 以上ノ高速度ヲ有スル軸頸デハ, 回轉部 = ホンノ僅カノ不平衡ガアツテモ非常ナ振動ヲ起スモノデアリ, 之ノ振動 = 依ル交番力ガ軸ヲ極メテ弱イモノニスル。故ニ斯ノヤウナ高速度軸頸デハ低速度ノモノヨリモ却テ軸ヲ太ク作ラネバナラス。然シソノ振動ノ多少ハ軸間ノ距離, 荷重ノ大小, 工作ノ優劣等種々ノ條件ガ入ル爲メ正確 = 直径ノ太サヲ公式化スルコトハ出来ナイ。故ニ同一種類ノ機械ヲ多數製作シタ經驗 = 依テ之レヲ定ムベキデアル。

例 題

1. 毎分 180 回轉デ内力強サ 700 kg/cm² ヲ有スル直径 5 cm ノ軸ハ幾馬力ヲ傳ヘ得ルカ。 (43.3 PS)
2. 強サ相等シイ無空丸軸ト外徑ガ内徑ノ $1\frac{1}{4}$ 倍ナル中空軸トノ直径及重量ヲ比較セヨ。 (直径比 1.192, 重量比 1.96)
3. 軸壓 1 ton ノ電動機主軸ノ軸頸ヲ計算セヨ。但シ $f = 400 \text{ kg/cm}^2$, $\frac{L}{D} = 2$ トシ, round number デ求メヨ。 (D = 5 cm, L = 10 cm)
4. $7\frac{1}{2}$ HP ノ一定荷重ヲ以テ毎分 600 回轉ヲナス傳導軸ノ太サヲ Unwin ノ公式デ求メヨ。 (1.7 cm)
5. 機械製作工場 = 於テ 400 Rpm デ 5 馬力ヲ傳達スベキ軟鋼製中間軸 (Line Shaft) ノ太サヲ計算セヨ。 (34 mm)

第十 一 節

梁 (Beam)

1. 單純ナ梁 (Simple beam) ニ於ケル反力 (Reaction)

梁ガ單 = 彎曲力 (Bending force) ノミヲ受ケルトキ = 之レヲ單純ナ梁ト名ヅケル。單純ナ梁 = 加ハル力ヲ計算スル基礎トナルモノハ次ノ二ツノ法則デアル。

第一 一ツノ物體 = 數多ノ力ガ同一平面上 = 於テ働キ, 互ニ釣合フ場合 = ハ, 各々ノ力ヲ任意ノ軸上 = 分解シタ分力ノ代數總和 ΣP ハ零デアル。

即チ $\Sigma P = 0$ (11.1)

第二 任意ノ點 = 關スル各力ノ力率ノ代數總和 ΣM ハ零デアル。

即チ $\Sigma M = 0$ (11.2)

第 11.1 圖



第 11.1 圖ノヤウ = 梁ガ兩端 A, B デ支ヘラレ, ソノ中間 = 單一ナル荷重 P ヲ受ケルトキノ兩支點 A, B = 於ケル反力 R_1, R_2 ハ上記ノ法則カラ直チニ求メラレル。

今力率ノ中心ヲ B 支點 = 於ケル垂線上 = 採ルト, 各力ガ釣合フ爲メ = ハ

$$\Sigma M = R_1 l - P l_2 + R_2 \times 0 = 0$$

此ノ際時計ノ針ト同方向ノ力率ヲ正, 之レ = 反スル方向ヲ負トシタノデアル。

$$\therefore R_1 = \frac{P l_2}{l} \text{(11.3)}$$

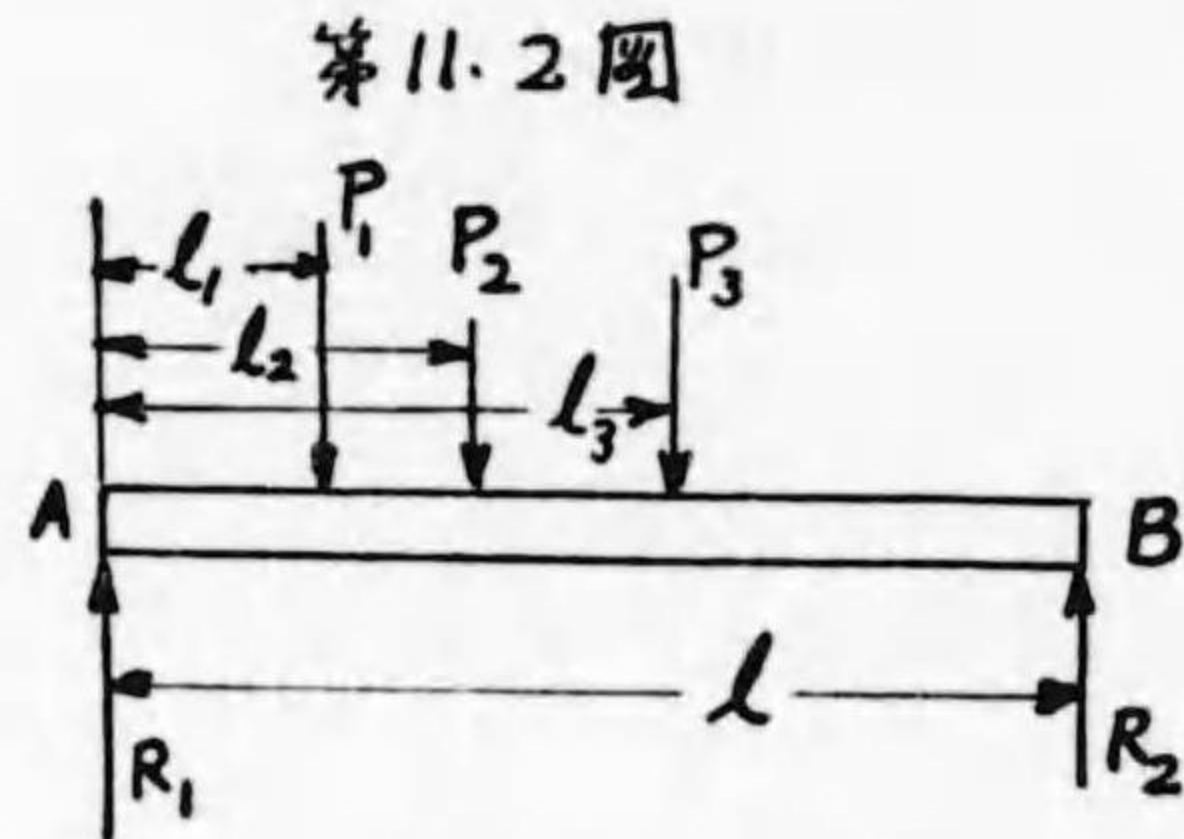
故 = AB 間ノ支點距離 (Span) 及ビ P ノ位置並ビ = 荷重 P ノ大サガ與ヘラレレバ R_1 ガ見出サレル。次 =

$$\Sigma P = P - R_1 - R_2 = 0$$

$$\therefore R_2 = P - R_1 \dots\dots\dots(11.4)$$

力率ノ中心ヲ A 支點ニ置イテ R₂ ヲ求め、更ニ R₁ ヲ求めテモ同様ノ結果ガ得ラレル。

梁ニ加ハル荷重ガ數個所ニ配置サレル場合ニモ同様デアル。今 P₁, P₂, P₃ ヲ梁



$$Rl - P_1l_1 - P_2l_2 - P_3l_3 = 0$$

$$\therefore R_2 = \frac{P_1l_1 + P_2l_2 + P_3l_3}{l} \dots\dots\dots(11.4)$$

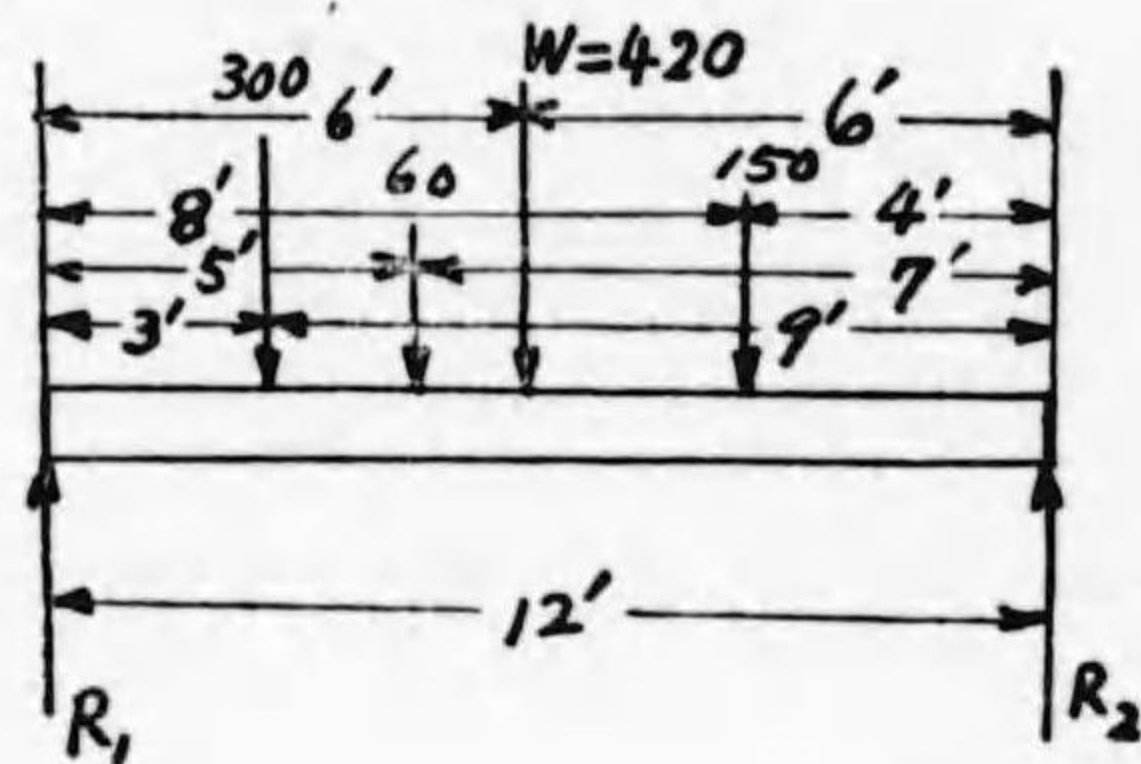
又タ $P_1 + P_2 + P_3 - R_1 - R_2 = 0$

$$\therefore R_1 = P_1 + P_2 + P_3 - R_2 \dots\dots\dots(11.5)$$

即チ次ノ一般法則ガ得ラレル。

梁ノ支點ニ於ケル反力ヲ求めルニハ、何レカノ支點ヲ過ギル垂直断面ノ中心ニ力率ノ中心ヲ置キ、 $\Sigma M = 0$ ニ依テ他ノ支點ニ於ケル反力ヲ求め、次ニ $\Sigma P = 0$

第11.3圖



ニ加ハル荷重トシ、コレ等ガ A 支點ヨリ夫々 l₁, l₂, l₃ ノ距離ニ於テ働ク場合 A 及 B 支點ニ於ケル反力ヲ求めルニハ、A 支點ヲ過ギル垂直断面ノ中心ニ力率ノ中心ヲ採リ、各々ノ力率ノ總和ヲ零ト置ケバ

ノ關係カラ初メノ支點ニ於ケル反力ヲ求めレバ良イ。

【例】 12 呎ノ距離ニ於テ支ヘラレル梁ガアル。梁ノ長サ 1 呎毎ニ 35 封度ノ重量ヲ有スル。而シテ 3 個所ニハ夫々 300, 60 及 150 封度ノ重量ガ左ノ支點

カラ 3, 5, 8 呎ノ距離ニ働クトイフ。兩支點ノ反力ヲ求め。

【解】 1 呎毎ニ 35 lbs ノ重力ガ梁ニ平等ニ作用スルカラ其ノ重量

$$35 \times 12 = 420 \text{ lbs}$$

ガ梁ノ中心ニ働クモノト見レバ圖ノ如キ力ノ配置トナル。

今左支點ノ断面中心上ニ中心ヲトレバ

$$300 \times 3 + 60 \times 5 + 420 \times 6 + 150 \times 8 - R_2 \times 12 = 0$$

$$\therefore R_2 = \frac{300 \times 3 + 60 \times 5 + 420 \times 6 + 150 \times 8}{12} = 410 \text{ lbs}$$

$$\therefore R_1 = 300 + 60 + 150 + 420 - 410 = 520 \text{ lbs}$$

【檢算】 力率ノ中心ヲ右支點ニ置イテ R₁ ヲ求めレバ

$$300 \times 9 + 60 \times 7 + 420 \times 6 + 150 \times 4 - R_1 \times 12 = 0$$

$$\therefore R_1 = \frac{300 \times 9 + 60 \times 7 + 420 \times 6 + 150 \times 4}{12} = 520 \text{ lbs}$$

2. 断面係數 (Modulus of section)

梁ガ單ニ彎曲力ダケヲ受ケル場合、力ノ懸ル方ノ表面ハ縮マリ、反對ノ面ハ伸び、中間ニ伸縮ノナイ面ガアル。斯ク梁ノ彎曲ニ對シテ伸縮ノナイ面ノコトヲ中立面 (Neutral surface) トイヒ、中立面ト横断面トノ交線ヲ中立軸 (Neutral axis) ト名ヅケル。梁ガ彎曲シタ圖形ヲ紙上ニ畫クトキ中立面ト紙面トノ交ハル曲線ヲ彈性線 (Elastic line) トイヒ、荷重ノ懸ラナイトキノ中立面 (水平ナ) ト

彈性線トノ垂直距離ヲ梁ノ撓ミ (deflection) ト呼ブ。

今 I = 梁ノ中立軸ニ關スル慣性力率 (Moment of inertia), e = 中立面カラ表面マデノ距離トスレバ

$$\frac{I}{e} = z$$

ヲ断面係數ト名ヅケル。

第11.4圖



今 f = 最大許容抗張内力ノ強サ kg/cm^2 ,

M = 彎曲力率 kg-cm

トスレバ次ノ關係ガアル。

$$\left. \begin{aligned} M &= f \cdot \frac{I}{e} \\ &= fz \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11.6)$$

3. 梁ノ最大彎曲力率 (Maximum bending moment) 及ビ最大剪斷力 (Maximum shearing force)

(i) 自由端 (Free end) = 荷重 P ヲ受ケル長サ l ナル片持梁 (cantilever)。

$$\left. \begin{aligned} M &= Pl \\ S &= P \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11.7)$$

但シ S = 最大剪斷力,

M = 最大彎曲力率。

(ii) 片持梁ガ平等 = 單位長サ = 付キ w ノ荷重ヲ受ケルトキ。

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{1}{2} wl^2 = \frac{1}{2} Wl \\ S &= wl = W \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11.8)$$

但シ W = 全荷重 = wl

(iii) 兩端 = 於テ支ヘラレ中央 = 集中荷重ヲ受ケル梁。

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{Pl}{4} \text{ (中央 = 於テ)} \\ S &= \frac{P}{2} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11.9)$$

(iv) 兩端 = 於テ支ヘラレ平等荷重, 單位長サ = 付キ w ヲ受ケル梁。

$$\left. \begin{aligned} M &= \frac{wl^2}{8} = \frac{Wl}{8} \text{ (中央 = 於テ)} \\ S &= \frac{wl}{2} = \frac{W}{2} \text{ (兩端 = 於テ)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11.10)$$

【例】 圖ノ如キ鍊鐵ノ片持梁ガアル。之レガ受ケル最大彎曲力率及最大内力強サトヲ求メヨ。但シ $z = \frac{1}{6}bh^2$, 鍊鐵ノ比重ヲ 7.5 トス。

(a) 梁ノ重サヲ考ヘタ場合。(b) 梁ノ重サヲ考ヘナイ場合。〔日立製作所〕

【解】 (a) ノ場合

梁ノ全容積 = $3 \times 6 \times 100 = 1800 \text{cm}^3$

鍊鐵ノ比重ハ 7.5 デアルカラ $1 \text{cm}^3 =$ 付 7.5 瓦デアル。

$$\therefore \text{全重量 } W = \frac{7.5 \times 1800}{1000} = 13.5 \text{ kg}$$

故ニ梁ノ重サ丈ケヲ考ヘ, 荷重ヲ考ヘナイト

キハ平等荷重ノ懸ル場合デアリ, $l = 100 \text{cm}$

デアルカラ最大彎曲力率,

$$M_1 = \frac{1}{2} Wl = \frac{1}{2} \times 13.5 \times 100 \text{ kg-cm.}$$

荷重 50 kg 丈ケヲ考ヘレバ $P = 50 \text{ kg}$ デアルカラ

最大彎曲力率, $M_2 = Pl = 50 \times 100$

故ニ最大彎曲力率,

$$M = M_1 + M_2 = \left(\frac{1}{2} \times 13.5 + 50 \right) \times 100 = 5,675 \text{ kg-cm}$$

最大内力強サ, $f = \frac{M}{z}$

$$\text{然ルニ } z = \frac{1}{6}bh^2 = \frac{1}{6} \times 3 \times 6^2 = 18$$

$$\therefore f = \frac{5675}{18} = 315.28 \text{ kg/cm}^2$$

(b) ノ場合

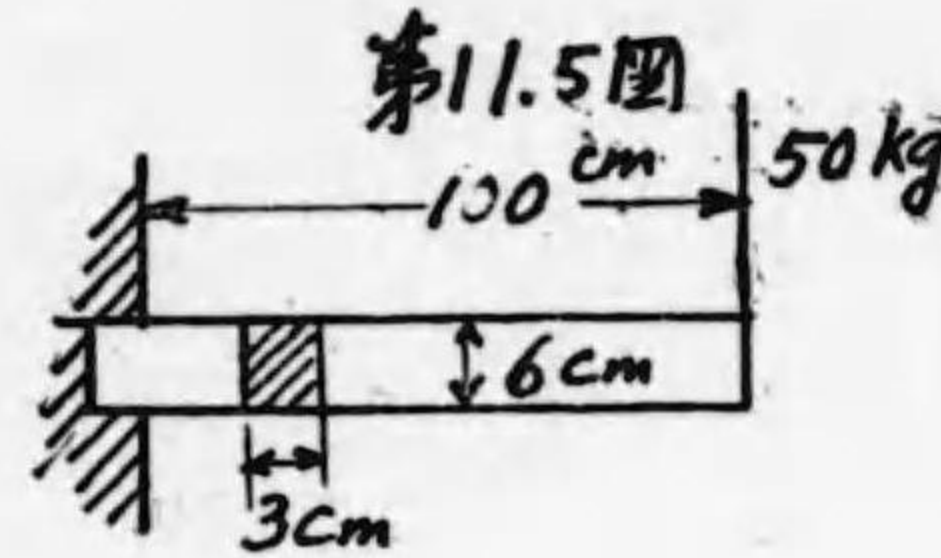
$$M_2 = 50 \times 100 = 5000 \text{ kg-cm}$$

$$\therefore f = \frac{5000}{18} = 277.78 \text{ kg/cm}^2$$

〔答 (a) $M = 5,675 \text{ kg-cm}$, $f = 315.28 \text{ kg/cm}^2$; (b) $M = 5,000 \text{ kg-cm}$, $f = 277.78 \text{ kg/cm}^2$ 〕

4. 最大撓ミ (Maximum deflection)

前ノ四ツノ場合ニ於ケル最大撓ミ δ_m ハ片持梁デハ自由端ニ, 兩端支ヘノ梁デハ中央ニ生ズル。



(1) 片持梁ノ自由端ニ集中荷重 P ノ懸ルトキ。

$$\delta_m = \frac{PL^3}{3EI} \dots\dots\dots(11.11)$$

茲ニ E = 彈性係數 (Modulus of elasticity)

(2) 片持梁ニ平等荷重 w ガカ、ルトキ。

$$\delta_m = \frac{wl^4}{8EI} = \frac{WL^3}{8EI} \dots\dots\dots(11.12)$$

茲ニ W = wl

(3) 兩端支持梁ニ於テ中央ニ集中荷重 P ノカ、ルトキ。

$$\delta_m = \frac{PL^3}{48EI} \dots\dots\dots(11.13)$$

(4) 兩端支持梁ニ於テ平等荷重 w ガカ、ルトキ。

$$\delta_m = \frac{5wl^4}{384EI} = \frac{5}{384} \cdot \frac{WL^3}{EI} \dots\dots\dots(11.14)$$

【例】 外半徑 10cm, 内半徑 9cm ノ鍊鐵管ヲ 2m ノ距離ニ支へ, 中央ニ 1500kg ノ荷重ヲ加ヘタトキ, ソノ最大撓ミハ幾何ナルカ。但シ E = 2,000,000kg/cm² トシ, 梁自身ノ重量ヲ算入シナイモノトスル。

【解】 荷重 P = 1500 kg, 長サ l = 200cm, E = 2,000,000kg/cm²,

$$I = \frac{\pi}{64}(10^4 - 9^4) = 169\text{cm}^4$$

$$\therefore \delta_m = \frac{1500 \times 200^3}{48 \times 2,000,000 \times 169} = 0.74\text{cm} \quad \text{【答 0.74cm】}$$

例 題

1. 矩形断面, 長サ 50 mm ノ片持梁ノ端ニ 500 kg ノ荷重ガ加ハルトキ梁ノ幅ヲ 100 mm トスレバ高サハ幾何ナルカ。但シ許容内力 f = 600 kg/cm², 断面係數 $z = \frac{bh^2}{6}$ トス。【自動車工業株式会社】 (50 mm)

2. 幅 10 mm, 長サ 500 mm ノ矩形梁ノ兩端ヲ支持シ, 中央ニ 10 kg ノ荷重ヲ加ヘタトキノ梁ノ高サ h ヲ求ム。但シ断面係數 $z = \frac{bh^2}{6}$, 許容内力 f = 500 kg/cm² トス。【自動車工業会社】 (11.22 mm)

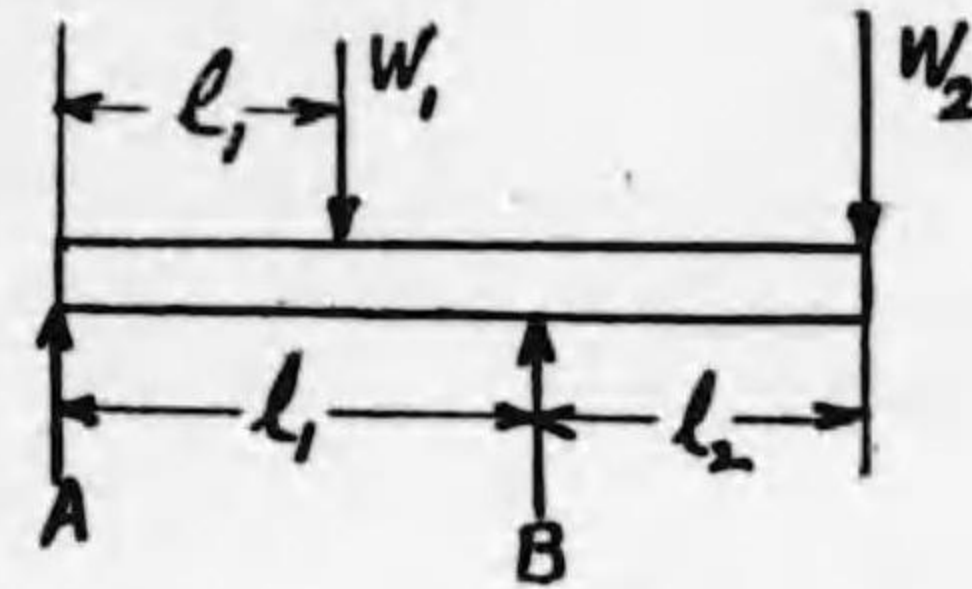
3.

圖ノ如ク荷重 W₁, W₂ ガ加ハルトキノ

反力 A, B ヲ求メヨ。

(圖ニ於テ下ノ l₁ ハ l₃ ノ誤)

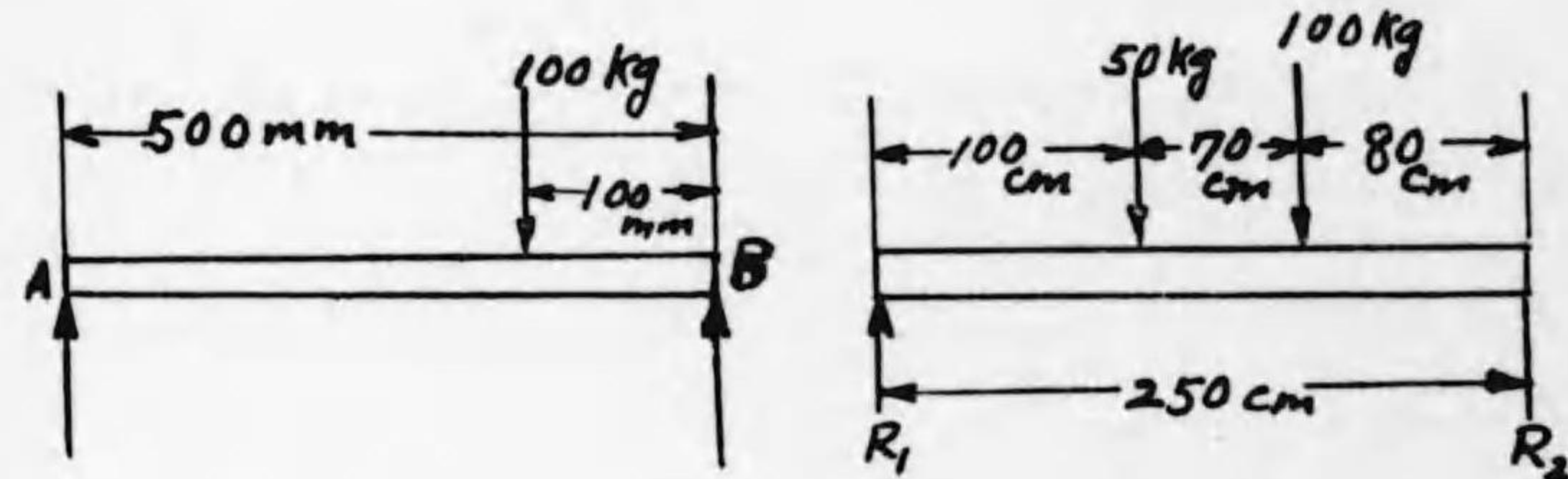
【富士電機会社】



$$\left(\begin{array}{l} B = \frac{W_1 l_1 + W_2 (l_2 + l_3)}{l_3} \\ A = W_1 + W_2 - B \end{array} \right)$$

4. 下圖ノ如ク荷重ノ加ハルトキ A, B ニ於ケル反力ヲ求ム。【三菱航空】

(A = 20 kg, B = 80 kg)



5. 上圖ノ如キ梁ノ二個所ニ 50kg, 100kg ノ集中荷重ヲカケタ場合反力 R₁ 及 R₂ ヲ求ム。【富士電機会社】 (R₁ = 62 kg, R₂ = 88 kg)

第十二節

螺子 (Screw)

本節ニ於テハ螺子ト斜面 (inclined plane) トニ就テ述ベル。

1. 摩擦係數 (Coefficient of friction)

物體ヲ平面上ニ引張ルトキニハ接觸面ノ抵抗力ニ打ち勝ツダケノ力ヲ必要トスル。コノ際物體ガ丁度滑リ出サウトスルトキノ抵抗力ヲ**最大摩擦力** (Maximum friction) ト名ヅケル。クローンノ實驗ニ依レバ最大摩擦力ハ二物體間ニ働ク垂直壓力 (Normal pressure) ニ比例スル。故ニ

F = 最大摩擦力,

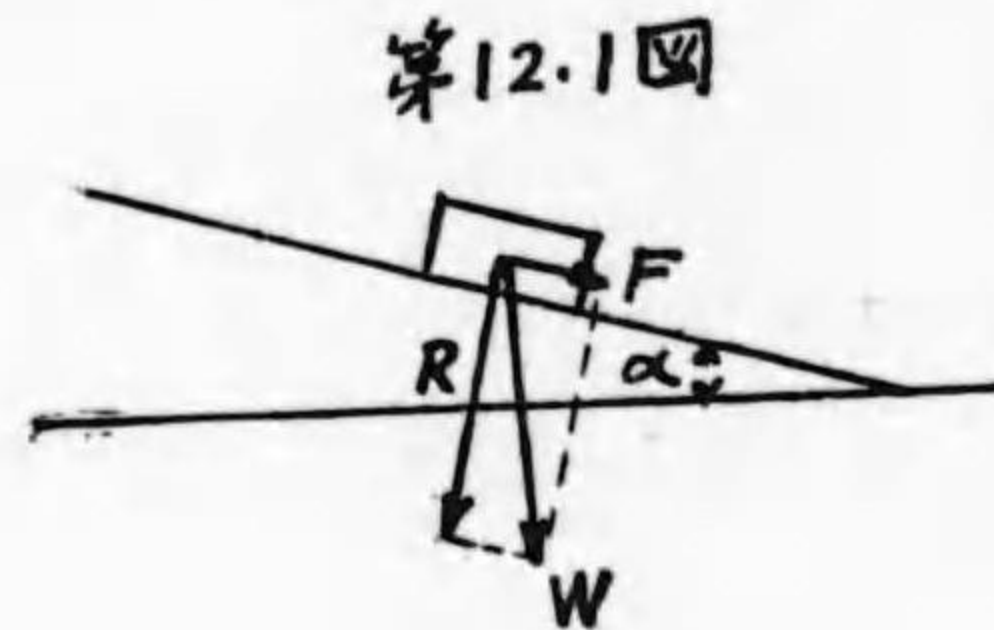
R = 垂直壓力

トスレバ $F \propto R$

$$\therefore F = \mu R \dots\dots\dots(12.1)$$

コノ μ ナル比例常數ハ二物體ノ種類及其ノ性質ニ關スル常數デ、コレヲ**摩擦係數**ト名ヅケル。

今第 12.1 圖ノヤウニ平面ニ重量 W ナル物體ヲ置キ、此ノ面ヲ次第ニ傾斜サセテ、物體ガ將ニ滑リ落チヤウトシテ釣合ノ状態ニ在ルトキハ、ソノ際ノ摩擦力



第12.1圖

ハ最大摩擦力デアル。

而シテ

垂直壓力, $R = W \cdot \cos \alpha$,

最大摩擦力, $F = W \cdot \sin \alpha$

(12.1) 式カラ $F = \mu R$

$$\therefore W \cdot \sin \alpha = \mu R = \mu \cdot W \cdot \cos \alpha$$

$$\therefore \mu = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha} = \tan \alpha \dots\dots\dots(12.2)$$

コノ關係カラ α ヲ測定シテ μ ヲ求メルコトガ出來ル。次ニ數例ヲ示ス。

接觸面	μ	α
木材ト木材	0.25~0.5	17°~27°
金屬ト木材	0.2~0.6	11°~31°
金屬ト革	0.3~0.6	17°~31°
木材ト革	0.3~0.5	17°~27°
金屬ト金屬	0.06~0.32	4°~18°

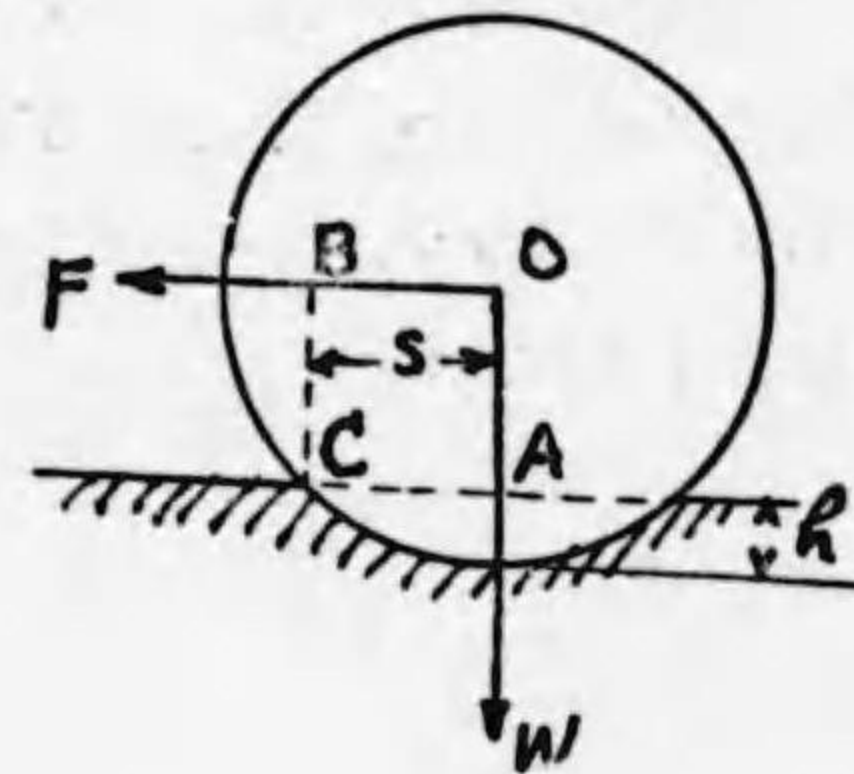
【例】 摩擦係數 0.3 ノ水平面上ニ 750 疋ノ物體ヲ一分間 50 米ノ速度ヲ以テ滑ラセルトキニ要スル馬力ヲ求ム。

【解】 最大摩擦力, $F = 0.3 \times 750 \text{ kg}$,

$$\text{速度, } v = \frac{50}{60} \text{ m,}$$

$$\therefore \text{馬力} = 0.3 \times 750 \times \frac{50}{60} \times \frac{1}{75} = 2.5 \text{ PS} \quad \text{[答 2.5 PS]}$$

第12.2圖



球又ハ圓筒形ノ物體ガ他ノ物體ノ面上ヲ轉動スル場合ノ抵抗力ヲ**轉動摩擦力** (Rolling friction) ト名ヅケル。如何ナル物體モ彈性ヲ有スルカラ、第 12.2 圖ノヤウニ圓筒ガ平面上ヲ轉動スル場合ニハ極メテ微小深サ h 丈ケ歪ム。故ニ、

W = 轉動體ノ重量,

r = 轉動體ノ半径,

F = 轉動體ヲ引ク力,

h = 喰ヒ込ム深サ,

s = 喰ヒ込ム幅ノ半分

トスレバ、廻轉力率ハ

$$F \times BC = W \times AC$$

$$\therefore F = W \cdot \frac{AC}{BC} = W \cdot \frac{s}{r-h}$$

然ル = h ハ r = 比シテ極メテ小サイ値デアルカラ之レヲ省略スルト

$$F = W \cdot \frac{s}{r} \dots\dots\dots(12.3)$$

$\frac{s}{r}$ ノ値ハ F, W = 依テ定マルモノデアルカラ, コレヲ μ' デ表ハシ

$$F = \frac{s}{r} W = \mu' W \dots\dots\dots(12.4)$$

ト書クトキハ (12.4) 式ハ (12.1) 式ト同ジ形トナル。故ニコノ μ' ヲ轉動摩擦係數 (Coefficient of rolling friction) ト名ヅケ, 凡ソ次ノ値ヲ採ル。

接觸面	$\frac{s}{r} = \mu'$
鑄鐵ト鑄鐵	0.005
軟鋼ト軟鋼	0.005
焼入鋼ト焼入鋼	0.001

2. 斜面 (Inclined plane)

斜面トハ水平面ニ傾斜ヲナス平面デ小サナ力ヲ以テ大ナル重量ヲ高所ニ引上ゲルニ必要ナモノデアル。

斜面ニ平行ナ力 P デ物體 W ヲ押シ下ス場合ニハ斜面ニ沿ツテ物體ニ働ク力ハ第 12.1 圖カラ知ル如ク P+F デアル。第 12.1 圖ノ場合ニハ自然ニ滑リ下ル場合デアルガ, 此ノ場合ニハ P ナル力ヲ押シ下スノデアルカラ, 將ニ滑リ落チヤウトシテ釣合フトキニハ, 上方ニ働ク摩擦カト等シイ筈デアル。

故ニ $P + F = \mu R$

$$\therefore P + W \sin \alpha = \mu W \cos \alpha$$

或ハ $P = W (\mu \cos \alpha - \sin \alpha)$

摩擦係數 μ = 相當スル摩擦角ヲ ρ トスレバ

$$\mu = \tan \rho = \frac{\sin \rho}{\cos \rho}$$

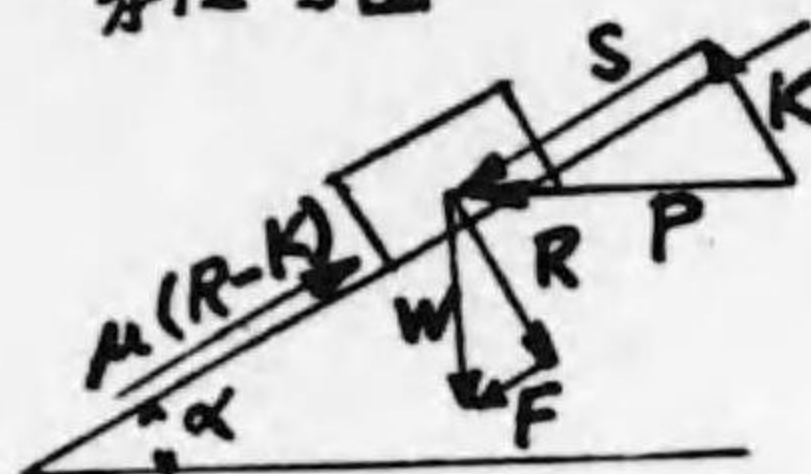
$$\therefore P = W \left(\frac{\sin \rho}{\cos \rho} \cdot \cos \alpha - \sin \alpha \right) = W \frac{\sin \rho \cdot \cos \alpha - \cos \rho \cdot \sin \alpha}{\cos \rho}$$

$$\therefore P = W \frac{\sin(\rho - \alpha)}{\cos \rho} \dots\dots\dots(12.5)$$

次ニ P ナル力ヲ逆ニ加ヘテ押シ揚ゲル場合ニハ $P - F = \mu R$ デアルカラ

$$P = W \frac{\sin(\rho + \alpha)}{\cos \rho} \dots\dots\dots(12.6)$$

第 12.3 圖



次ニ斜面上ニアル物體ヲ押シ下ス力 P ガ, 斜面ニ平行デナク, 第 12.3 圖ノヤウニ水平ニ働ク場合ニハ, P ヲ斜面ニ平行ト直角トノ二方向ニ分解シタモノヲ S 及 K トスレバ, 斜面ニ平行シテ物體ニ運動ヲ與ヘル力ハ S+F デアリ, 物體カ斜面

ヲ壓スル力ハ R-K デアル。故ニ運動ヲ妨ゲル摩擦カハ $\mu(R-K)$ デアル。

故ニ物體ガ將ニ運動ヲ始メヤウトスルトキニハ

$$S + F = \mu(R - K)$$

然ルニ $S = P \cos \alpha$, $K = P \sin \alpha$, $F = W \sin \alpha$, $R = W \cos \alpha$, $\mu = \frac{\sin \rho}{\cos \rho}$ デアルカラ, 是等ノ値ヲ代入スレバ次式ガ得ラレル。

$$P = W \cdot \tan(\rho - \alpha) \dots\dots\dots(12.7)$$

次ニ水平力 P ヲ逆方向ニ加ヘテ押シ上ゲヤウトシテ釣合フ場合ニハ S-F ト置イテ

$$P = W \cdot \tan(\rho + \alpha) \dots\dots\dots(12.8)$$

斜面ニ摩擦ガナイトスレバ $\rho = 0$, 故ニ此ノトキノ力ヲ P_1 トスレバ

$$P_1 = W \cdot \tan \alpha \dots\dots\dots(12.9)$$

3. 螺子

螺子ハ前ニ述ベタ最後ノ場合ノ斜面ニ相當スル。

d_m = 螺子ノ平均直徑,

p = ピッチ,

α = 螺糸斜面ノ傾斜角トスレバ

$$\tan \alpha = \frac{p}{\pi d_m} \dots\dots\dots(12.10)$$

デアルカラ, 螺糸面ヲ展開シテ三角形トスレバ πd_m ハ直角三角形ノ底邊, p ハ

ソノ垂邊トナル。コノ斜面ニ螺子ヲ廻サウトスル力即チ水平力ガカ、ル場合ニハ (12.8) 式カラ

$$P = W \cdot \tan(\rho + \alpha) = W \cdot \frac{\tan \rho + \tan \alpha}{1 - \tan \rho \cdot \tan \alpha}$$

之レニ $\tan \rho = \mu$, $\tan \alpha = \frac{p}{\pi d_m}$ ヲ代入スレバ

$$P = W \cdot \frac{\mu \pi d_m + p}{\pi d_m - \mu p} \dots\dots\dots(12.11)$$

之ノ式ヲ見ルニ, $\pi d_m = \mu p$, 即チ $\frac{p}{\pi d_m} = \tan \alpha = \frac{1}{\mu}$ ナルトキ力 P ハ無限大トナル。換言スレバ如何ニ大キナ力デモ螺子ヲ廻スコトハ出来ナイ。即チ傾斜角ノ正切ガ摩擦係數ノ反數 $\frac{1}{\mu}$ ニ等シイカソレヨリ大ナルトキハ螺子ハ廻シ得ナイ **ウォームホキール (Worm Wheel)** ヲ廻シテ **ウォーム** ヲ回轉サセヤウトシテモ出来ナイノハ此ノ理デアル。

4. 螺子ジヤツキ (Screw jack)

螺子ジヤツキハ螺子ノ斜面ヲ利用シテ重イ荷重ヲ揚ゲ下シスル道具デアル。荷重 W ヲ押し上ゲヤウトスル力 P ハ (12.11) 式カラ求メラレル。

コノ式ヲ見ルト $\mu \pi d_m = p$, 即チ $\frac{p}{\pi d_m} = \mu$ ナルトキ, 或ハ $\tan \alpha = \mu = \tan \rho$, 即チ $\alpha = \rho$ ナルトキハ $P = 0$ トナル。故ニコノ場合ニハ力ヲ加ヘナクトモ, 螺子ハ自然ニ廻ツテ荷ハ獨リ手ニ下ル。

【例】 平均直径 27.8 mm, **ピツチ** 8.5 mm ノ螺子ヲ有スル **ジヤツキ** ガアル。長サ 200 mm ノ **ハンドル** ノ端ニ 20 kg ノ力ヲ作用スレバ幾何ノ荷重ヲ揚ゲ得ルカ。但シ $\mu = 0.1$ トスル。

【解】 20 cm ノ所ニ 20 kg ノ力ヲ作用スルトキ, 螺子ノ平均直径部ニ加ハル力ハ

$$P = 20 \times \frac{2 \times 20}{8.5} = 94 \text{ kg}$$

$$W = P \cdot \frac{\pi d_m - \mu p}{\mu \pi d_m + p} = 94 \times \frac{\pi \times 27.8 - 0.1 \times 8.5}{0.1 \times \pi \times 27.8 + 8.5} = 472 \text{ kg}$$

[答 472 kg]

5. 螺子ヲ軸方向ニ引ク力

釣り **ボルト (Eye bolt)** ノヤウニ軸方向ニ力ガ加ハル **ボルト** ノ強サヲ求メルニハ,

d_1 = **ボルト** ノ谷径 (Core diameter),

A_1 = **ボルト** ノ谷底面積,

P = 引張り力,

f = 許容引張り内力強サトスレバ

$$P = f \cdot A_1 = \frac{\pi}{4} \cdot d_1^2 \cdot f \dots\dots\dots(12.12)$$

コレカラ JES ニ依リ **ボルト** ノ外径ヲ求メルコトガ出来ル。普通 $f = 600 \sim 900 \text{ kg/cm}^2$ ニトル。

【例】 1000 kg ノ荷重ヲ一本ノ **アイボルト** デ吊ル場合, コノ **ボルト** ノ太サヲ定メヨ。但シ $f = 600 \text{ kg/cm}^2$ トスル。

$$\text{【解】 } A_1 = \frac{P}{f} = \frac{1000}{600} \text{ cm}^2 = \frac{\pi d_1^2}{4}$$

$$\therefore d_1 = 2 \sqrt{\frac{P}{\pi f}} \dots\dots\dots(12.13)$$

$$= 2 \sqrt{\frac{1000}{\pi \times 600}}$$

$$= 1.455 \text{ cm} = 14.55 \text{ mm}$$

JES ノ **ウイットウオース** ねぢ表カラ之レニ近イモノヲ求メレバ $d_1 = 14.506$ ニ對シテ外径ハ $\frac{11}{16}$ デアルガ, 安全ノ爲メニハ太クシタ方がヨイカラ $d = \frac{3}{4}$ ラトル。

[答 $d = \frac{3}{4}$]

6. 螺子ノ効率

螺子ニ摩擦ガナイト假定スレバねぢヲ廻ス力 P_1 ハ (12.9) 式カラ

$$P_1 = W \cdot \tan \alpha$$

摩擦アルトキハ, 力 P ハ (12.8) カラ

$$P = W \cdot \tan(\rho + \alpha)$$

$$\therefore \eta = \frac{P_1}{P} = \frac{\tan \alpha}{\tan(\alpha + \rho)} \dots\dots\dots(12.14)$$

例 題

1. 外徑 $d=24\text{ mm}$ ノ四角ねぢニ於テ $p=6\text{ mm}$, 平均直徑 $d_m=22.051\text{ mm}$ トスレバねぢノ効率幾何ナルカ。 ($\eta=45\%$)

2. 外徑 3 cm , 谷徑 2.4 cm ノボルトノ最大吊力ハ何 kg デアルカ。但シ $f=600\text{ kg/cm}^2$ トスル。〔富士電機會社〕 ($3,450\text{ kg}$)

3. 斜面ノ高サ 30 cm アル。 60 kg ノ荷重ヲ此ノ斜面ニ沿フテ底カラ頂部ニ引キ上ゲル仕事ハ何程ナルカ。但シ摩擦ガナイモノトスル。 ($18\text{ kg}\cdot\text{m}$)

(注意) 斜面ノナス仕事ハ、摩擦ガナイト假定スルトキハ、斜面ノ傾斜角ニ關係ナク、常ニ重量ト高サトノ相乗積デ表ハサレル。但シ高サトハ底面ヨリ頂點マデノ垂直距離デアアル。

4. 半徑 10 m ノ平坦ナコースガアル。コレヲ自動自轉車デ走り得ル最大速度ヲ求ム。但シ人ガ乗ツタトキノ重心ノ高サヲ 0.7 m トスル。 (37.4 m/sec.)

(注意) 曲線ノコースヲ疾走スルニハ體ヲ遠心力ノ中心ノ方ヘ傾ケテ顛覆ヲ防グ。コノ際、自重ヲ w , 遠心力ヲ F , r ヲ遠心力ノ半徑, h ヲ重心ノ高サトスレバ斜面ノ理ニ依リ

$$F:w=r:h$$

ノ關係ガアル。又タ $F=m\frac{v^2}{r}$, $w=mg$ デアルカラ

$$\frac{v^2}{r}:g=r:h$$

5. 重量 200 噸 ノ特急車ガ $\frac{1}{40}$ ノ勾配 (slope) ヲ上ルトキハ 48 km/h ノ速度デアルトイフ。列車抵抗ヲ $1\text{ 噸}=4\text{ kg}$ トスレバ機關車ノ馬力ハ幾何デア
ルカ。 ($1,030\text{ PS}$)

第十三節

齒 車 (Toothed wheel)

齒車ニハ正齒車 (Spur wheel), 傘齒車 (Bevel wheel), ウォーム齒車 (Worm wheel), ねぢ齒車 (Helical gear) 等アルガ、茲デハ普通ニ使用スル正齒車ニ就テ説明スル。

1. 正齒車ノ寸法

正齒車ヲ第 13.1 圖ノヤウナモノトシ、

$$M = \text{モジュール (Module)} = \frac{D_{mm}}{N} = \frac{p}{\pi}$$

$$P_a = \text{直徑刻ミ (Diametral pitch)} = \frac{N}{D_{in}} = \frac{\pi}{p} = \frac{25.4}{M}$$

D_{mm} = mm デ表ハシタ齒車ノピッチ圓 (Pitch circle) 直徑,

D_{in} = 吋デ表ハシタ齒車ノピッチ圓直徑,

z = 齒數,

p = 圓周ピッチ (Circular pitch),

D_r = 齒底圓 (Dedendum circle) ノ直徑,

D_a = 齒先圓 (Addendum circle) ノ直徑,

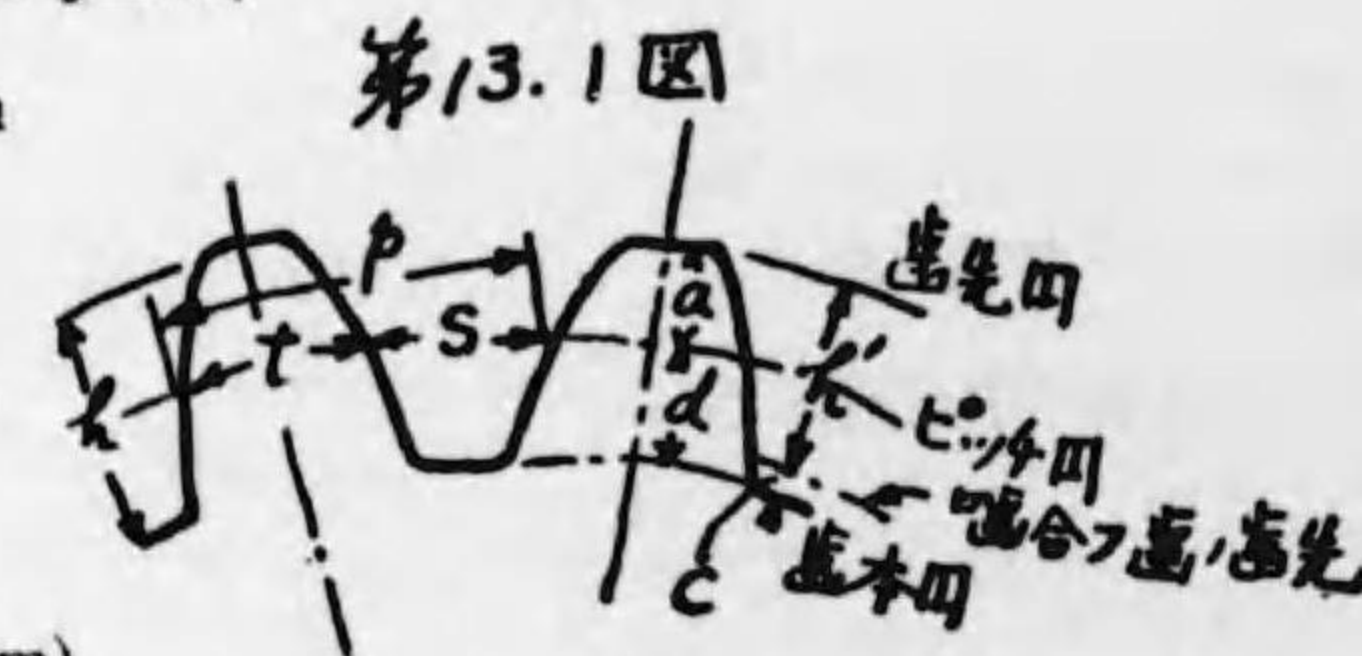
a = 齒末ノ丈 (addendum),

d = 齒本ノ丈 (dedendum),

c = 底ノ隙 (clearance),

t = 齒ノ厚サ (thickness),

s = 齒ノ空キ (gap),



h' = 接觸面 (Contact surface) ノ高サ,

h = 齒ノ高サ

トスレバ次ノ關係ガアル。

モジュールヲ基礎トスル場合

$$D = zM = \frac{zD_a}{\pi} = \frac{zD_a}{N+2}$$

$$z = \frac{D}{M} = \frac{\pi D}{p} = \frac{D_a}{M} - 2$$

$$p = \pi M = \frac{\pi D}{z}$$

$$a = M = \frac{p}{\pi} = 0.3183p$$

$$d = a + c = 1.1571M$$

$$c = \frac{\pi M}{20} = 0.1571M = 0.05p$$

$$h = a + d = 2.1571M = 0.6866p$$

$$h' = 2a = 2M = 0.6366p$$

$$t = \frac{\pi M}{2} = 1.571M = \frac{p}{2}$$

$$D_a = D + 2M = (z + 2)M = \frac{p(z + 2)}{\pi}$$

$$D_r = D_a - 2h = D - 2d$$

直徑刻ミヲ基礎トスル場合

$$D = \frac{25.4z}{P_d} \dots\dots\dots(13. 1)$$

$$z = \frac{D \times P_d}{25.4} \dots\dots\dots(13. 2)$$

$$p = \frac{25.4\pi}{P_d} \dots\dots\dots(13. 3)$$

$$a = \frac{25.4}{P_d} \dots\dots\dots(13. 4)$$

$$d = \frac{29.4}{P_d} \dots\dots\dots(13. 5)$$

$$c = \frac{3.99}{P_d} \dots\dots\dots(13. 6)$$

$$h = \frac{54.8}{P_d} \dots\dots\dots(13. 7)$$

$$h' = \frac{50.8}{P_d} \dots\dots\dots(13. 8)$$

$$t = \frac{39.9}{P_d} \dots\dots\dots(13. 9)$$

$$D_a = \frac{25.4(z + 2)}{P_d} \dots\dots\dots(13.10)$$

$$D_r = D_a - 2h \dots\dots\dots(13.11)$$

尙ホ二ツノ齒數ガ嚙ミ合フトキ、ピツチ直徑ヲ夫々 D₁, D₂, 齒數ヲ z₁, z₂ トスレバ、

兩齒車ノ中心距離 S ハ

$$S = \frac{D_1 + D_2}{2} = \frac{M}{2} (z_1 + z_2) = \frac{25.4(z_1 + z_2)}{2P_d} \dots\dots\dots(13.12)$$

【例】ダイヤメトラルピツチ 12 ノ齒數 48 及 60 ノ齒數ノ中心距離及齒車ノ

外徑ヲ耗ニテ計算セヨ。

〔東京計器製作所〕

【解】 外徑ヲ夫々 D_{a1} 及ビ D_{a2} トシ、中心距離ヲ S トスレバ

$$D_{a1} = \frac{25.4 \times (48 + 2)}{12} = 105.67\text{mm},$$

$$D_{a2} = \frac{25.4 \times (60 + 2)}{12} = 131.23\text{mm},$$

$$S = \frac{25.4(48 + 60)}{2 \times 12} = 114.30\text{mm}.$$

2. 齒ノ強サ

齒車ノピツチ圓ニ於ケル圓周速度 v ハ凡ソ次ノ値ヲトル。

- v = 5m/sec 鑄鐵ノ場合
- = 6.5 ,, 鑄鋼ノ場合
- = 8~8.5 ,, 鋼ノ場合
- = 10 ,, 青銅ノ場合
- = 10 ,, 生皮小齒車 (Rawhide pinion) ノ場合

尙ホ齒ノ幅 b トシテハ、

$$\text{普通ノ齒車デハ } b = (2.5 \sim 3.5)p \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots\dots\dots(13.13)$$

$$\text{齒幅ノ廣イモノデハ } b = (5 \sim 8)p \left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\} \dots\dots\dots(13.14)$$

F トイフ力ガピツチ圓上ノ齒ノ幅 b = 平等 = 加ハルモノトスレバ

$$F = 0.06fbp \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} \dots\dots\dots(13.15)$$

茲ニ f = 許容曲ゲ内力強サ

- = 300~400kg/cm² 軟鋼
- = 450~550kg/cm² 鋼及青銅
- = 150~250kg/cm² 生皮小齒車

【例】 毎分 200 回轉、6PS ヲ傳ヘル直徑 300mm ノ軟鋼製正齒車ヲ設計セヨ。

但シ軟鋼ノ安全内力強サヲ 330kg/cm², 齒ノ幅 b = 3p, 圓周速度ハ 15m/sec. ト

スル。

【解】 力ヲ F, 速度ヲ v トスレバ

$$PS = \frac{Fv}{75}$$

故ニピッチ圓上ニ作用スル力 F ハ

$$F = \frac{75 \times PS}{v} = \frac{75 \times PS}{r\omega} = \frac{75 \times 6}{\frac{15}{100} \cdot \frac{2\pi \times 200}{60}}$$

$$b = 3p, \therefore F = 0.06f \times 3p^2$$

$$\therefore p = \sqrt[2]{\frac{143.2}{0.06 \times 330 \times 3}} = 1.55\text{cm.}$$

$$M = \frac{p}{\pi} = \frac{10 \times 1.55}{\pi} = 4.93 \approx 5\text{mm}$$

$$p = \pi M = 5\pi = 15.708\text{mm,}$$

$$z = \frac{D}{M} = \frac{300}{5} = 60,$$

$$a = M = 5\text{mm, } b = 1.1571M = 5.7855\text{mm,}$$

$$c = b - a = 0.1571M = 0.7855\text{ mm,}$$

$$D_a = D + 2a = 310\text{mm.}$$

(注意) M ノ値ハ成ルベク整数ニ定メヨ。

3. 齒車ノ聯動 (Train of wheel)

二ツノ齒車ガ組合セラレタトキニハ,

N_1 = 原動車 (driver) ノ回轉數,

z_1 = 原動車ノ齒數,

D_1 = 原動車ノ直徑,

N_2 = 被動車 (follower) ノ回轉數,

z_2 = 被動車ノ齒數,

D_2 = 被動車ノ直徑トスレバ

$$\left. \begin{aligned} \frac{N_1}{N_2} &= \frac{D_2}{D_1} \\ &= \frac{z_2}{z_1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(13.16)$$

コノ $\frac{N_1}{N_2}$ ヲ齒車ノ速度比 (Velocity ratio) トイフ。又タ二個以上或ル數ノ齒車ノ組合セガアツテ最初ノ原動車ノ回轉數 N_1 , 最後ノ被動車ノ回轉數ヲ N_n トスレバ (13.16) 式カラ

$$e = \frac{N_n}{N_1} = \frac{z_1}{z_2} \cdot \frac{z_3}{z_4} \dots\dots\dots \frac{z_{n-1}}{z_n} \dots\dots\dots(13.17)$$

コノ e 即チ $\frac{N_n}{N_1}$ ヲ聯動比 (Ratio of train) トイフ。

【例】 6 個ノ齒車ヲ聯動スル場合, 各車ノ齒數ヲ $A=12, B=90, C=15, D=81, E=14, F=126$ トスレバ聯動比ハ幾何。尙ホ F ガ一回轉スル間ニ A ハ幾回轉スルカ。

$$\text{【解】 } e = \frac{12 \times 15 \times 14}{90 \times 84 \times 126} = \frac{1}{378}$$

$$\therefore N_1 = \frac{N_n}{e} = 378$$

例 題

1. $p = \frac{1}{2}''$, $z = 50$ 枚ノ齒車ノ直徑ヲ吋デ小數點以下 2 位マデ計算セヨ。
(7.97'')

2. $p = \frac{1}{2}''$ ノ齒車ノダイヤメトラルピッチヲ求ム ($P_d = 6$)

(注意) P_d ハ round number デ表ハスコト。

3. $P_d = 3$ ノ場合, 齒ノ深サ h ヲ吋デ求メヨ。 ($h = .72''$)

4. $D = 24''$, $z = 40$ ノ齒車ノ外徑 D_a ヲ求ム。 (25.2'')

5. 前題ノ齒車ノモジュールヲ求ム。 ($M = 16$)

(注意) モジュールハ四捨五入セズ, 端數ヲ繰リ上ゲヨ。

6. 回轉數各 300 及 150Rpm ナル兩齒車ノ中心距離 300mm デ 8 馬力ヲ傳達スベキ鋼製大齒車及青銅製小齒車ノモジュール及齒數ヲ求ム。但シ $b = 2.5p$, $f = 510\text{kg/cm}^2$ トス。 ($M = 5$, 大齒車齒數 80, 小齒車齒數 40)

(注意) 回轉比カラ小齒車ノ半徑ヲ求メ,

$$F = 71,620 \times \frac{PS}{rN}$$

カラ F ヲ見出セ。

7. 1650Rpm, 15PS 電動機用ローハイドビニオンノ最高速度ヲ約 10m/sec. =

ナルヤウニ設計セヨ。但シ $f=200\text{kg/cm}^2$, $b=2.5p$ トスル。

$$(M=7, z=16, D=112\text{mm})$$

【注意】 $F = \frac{75 \cdot PS}{v}$ カラ F ヲ求メ (13.15) 式カラ p ヲ求メ M ヲ定メル。

コノ際 M ハ端數ヲ繰リ上ゲル。コレカラ齒數 z ヲ求ムルニ當ツテハ齒ヲ丈夫ニスル爲メ端數ヲ切り捨テタ方ガ良イ。コノ齒數カラ直徑ヲ求メル。コノ直徑ト $v=r\omega=r \cdot \frac{2\pi N}{60}$ カラ求メタ直徑トヲ比較シ、最後ニ求メタ直徑カラ v ヲ計算シテ正否ヲ檢ベヨ。

8. A, B, C, D ナル 4 個ノ齒車ノ連鎖ニ於テ A 齒車ノ回轉數ヲ 400Rpm トシ、B, C, D ノ齒車ノ回轉數ヲ求メヨ。但シ各齒車ノ齒數ヲ夫々 $A=20, B=40, C=12, D=48$ トス。(富士電機) $(B=200, C=200, D=50\text{Rpm})$

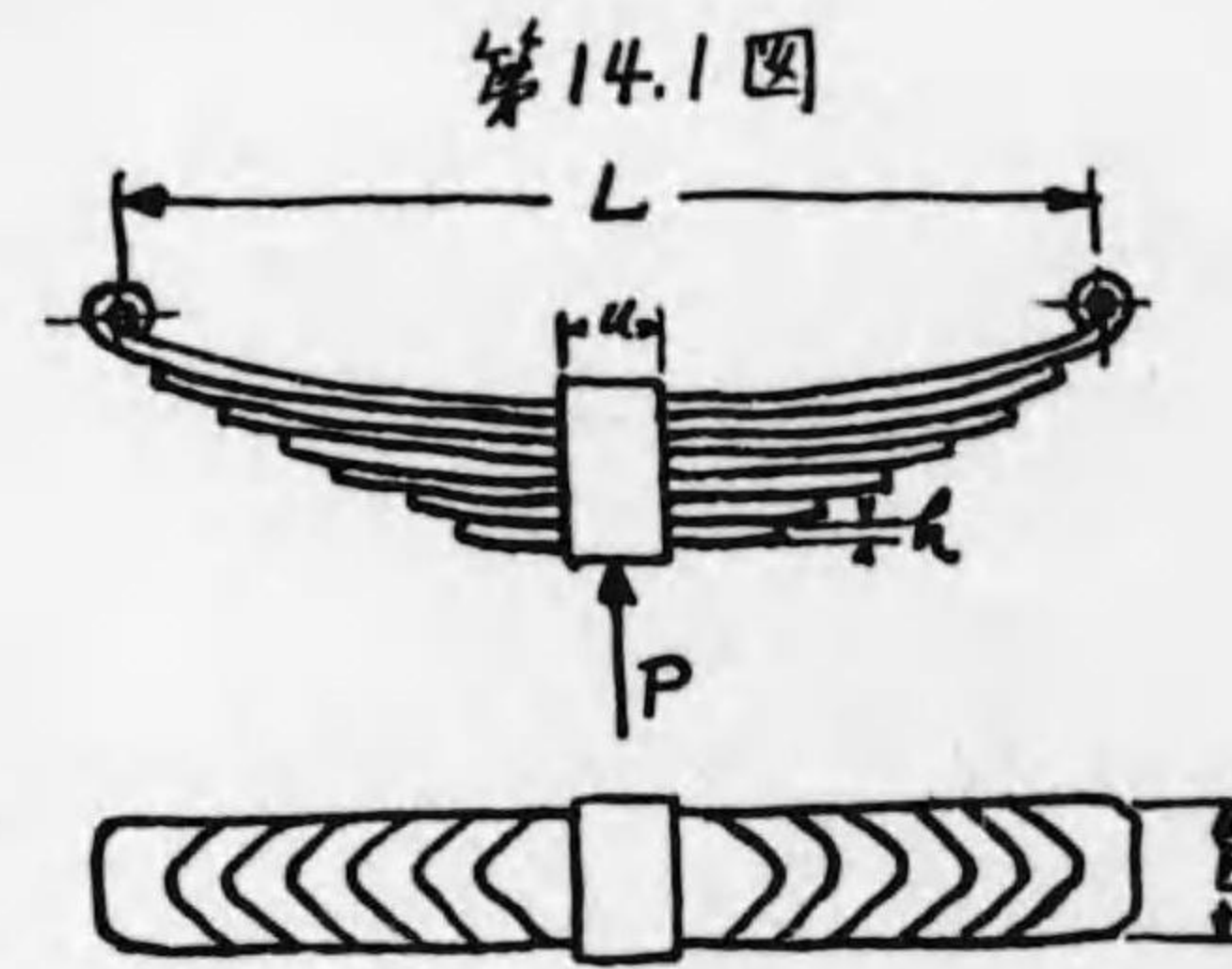
第十四節

發條 (Spring)

ばねニハ板ばね (Laminated spring), 蔓卷ばね (Helical spring), 圓錐蔓卷ばね (Volute or Helico-spiral spring) 及び渦卷ばね (Spiral spring) ノ四種ガアル。コノ中機械ニ最モ必要ナモノハ板ばねト蔓卷ばねノ二種デアル。

1. 板ばね

車輛支持用トシテ廣ク使用セラレルモノデ 第 14.1 圖ニ於テ、



P = 發條ニ加ハル荷重 kg,
 L = 發條支點間ノ距離 mm,
 n = 重ネタ鋼板ノ枚數,
 b = 板幅 mm,
 h = 板ノ厚サ mm,
 u = 胴縮ノ幅 mm,
 δ = 加壓ノ場合發條ノ撓ミ mm
 トスレバ次ノ計算式ガアル。

$$\delta = \frac{0.35 P (L - 0.6u)^3}{Enbh^3} \dots \dots \dots (14.1)$$

コノ式カラ板ばねノ撓ミヲ求メルコトガ出來ル。但シ E ハ彈性係數ヲ

發條用炭素鋼及硅素鋼デハ $E=21,000 \text{ kg/mm}^2$,

發條用真鍮及磷青銅デハ $E=10,500 \text{ kg/mm}^2$.

【例】 荷重 1000 kg ノ自動車用鋼板ばねノ撓ミヲ求ム。但シ

$$b=70 \text{ mm}, \quad h=10 \text{ mm}, \quad n=10, \quad L=1300 \text{ mm}, \quad E=21,000 \text{ kg}$$

トシ胴縮ノ幅ヲ考慮セズ。

【解】 $\delta = \frac{0.35 \times 1000 \times 1300 \times 1300 \times 1300}{21000 \times 10 \times 70 \times 1000} = 52.2 \text{ mm}$

2. 蔓巻發條

蔓巻ばねが引張り力又ハ壓縮力ヲ受ケル場合ニハ次ノ式ニ依リテ計算スルコト
ガ出來ル。

$$d^3 = \frac{16Pr}{\pi f} \dots\dots\dots(14.2)$$

$$\delta = \frac{64Pr^3n}{d^4G} \dots\dots\dots(14.3)$$

$$n = \frac{d^4G\delta}{64Pr^3} \dots\dots\dots(14.4)$$

- 茲ニ
- d = 發條用針金ノ直徑 mm,
 - r = 發條線輪 (coil) ノ平均直徑 mm, 即チ圓形ニ捲イタ針金ノ中心直徑,
 - δ = 荷重 P kg = 對スル撓ミ mm,
 - n = 捲數,
 - f = 許容剪斷内力強サ
 - = 35~60 kg/mm² 鋼線ノ場合,
 - = 15~20 ,, 磷青銅線ノ場合,
 - = 7~14 ,, 眞鍮線ノ場合,
 - G = 剛性係數 (Modulus of rigidity)
 - = 7,500~8,500 kg/mm² 鋼線ノ場合,
 - = 4,000~4,200 ,, 磷青銅及眞鍮ノ場合。

蔓巻ばねニハ環ノ間隔ヲ粗ク捲イタ離環發條 (Separate coiled spring) ト, 環ヲ密接シテ捲イタ近環發條 (Close coiled spring) ノ二種ガアリ, 前者ハ壓縮力ノカ、ル場合, 後者ハ引張り力ノ掛ル場合ニ使用スル。

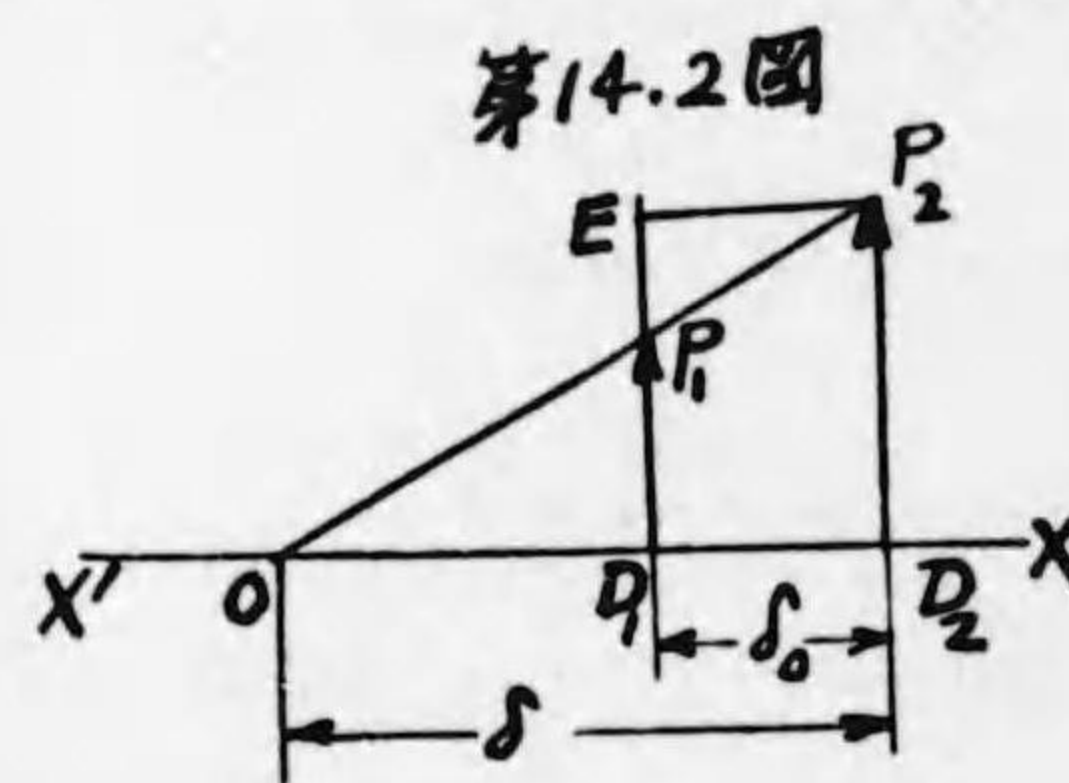
【例】 近環ガアル。針金ノ断面ハ圓形デ環ノ平均半徑 r=4cm, 荷重 P=1200 kg ノトキ撓ミ $\delta=4.5 \text{ cm}$ デアル。針金ノ直徑 d, 捲數 n ヲ求ム。

但シ f=4000 kg/cm², G=850,000 kg/cm² トス。

【解】 $d^3 = \frac{16Pr}{\pi f} = \frac{16 \times 1200 \times 4}{\pi \times 4000} = 6,$
 $\therefore d = 1.8 \text{ cm},$
 $n = \frac{d^4G\delta}{64Pr^3} = \frac{1.8^4 \times 850,000 \times 4.5}{64 \times 1200 \times 4^3} = 8$

3. 最初ヨリ發條ニ負荷ガアリ, ソノ荷重ヲ P₁ トシ, ソレト最大荷重 P₂ トノ間ノ撓ミ δ_0 ヲ知ツテ無負荷ト P₂ トノ間ノ全撓ミ量 δ ヲ見出スコト

今マデ述ベタばねハ何レモ初メハ荷重ガナイ場合, 即チ無負荷カラ最大荷重ニ至ルマデノ全撓ミ量ヲ求メタノデア。然シ實際ニハ電車, 汽車, 自動車ノ車臺用發條ヤ, 内燃機關ノカム作働用發條ノヤウニ, 始メカラ既ニ或ル引張り若クハ壓縮荷重ヲ蒙リ, 之ノトキト最大ノ同種荷重ガ作用スルトキトノ間ニ於テ, イクラノ撓ミニナルカトイフ事ガ分ツテキルコトガ多イ。之ノヤウナ場合ニ前ノ公式ヲ使ツテ發條ヲ計算スルニハ, 此ノばねガ無負荷カラ全負荷マデノ間ニイクラ伸縮ガアルカラ知ラナクテハナラナイ。之レヲ求メルニハ第 14.2 圖ニ於テ, 先ヅ水平線 XX₁ ヲ引キ, 其ノ上ニ δ_0 = 等シキ距離ニ二點 D₁, D₂ ヲトル。各點カラ垂線ヲ立テ其ノ長サヲ夫々, 初メノ力 P₁, 最大ノ力 P₂ = 等シク P₁D₁, P₂D₂ ヲトル。 (δ_0 , P₁, P₂ ノ尺度ノトリ方ハ任意。次ニ P₁, P₂ ヲ結ビソノ延長線ト



XX₁ トノ交點ヲ O トスレバ, OD₂ ハ求メルばねノ全撓ミ δ = 等シイ。何トナレバ發條ノ撓ミト荷重トノ關係式ヲ見レバ, 同一ばねデハ n, r, d, G 等ハ定數デアルカラ $\delta \propto P$ 故ニ相似三角形 P₂EP₁, P₂D₂O =

於テ

$$\frac{EP_2}{OD_2} = \frac{EP_1}{P_1D_1}$$

然ルニ $EP_2 = \delta_0, OD_2 = \delta, EP_1 = P_2 - P_1, P_1D_1 = P_1,$

$$\therefore \frac{\delta}{\delta_0} = \frac{P_2}{P_2 - P_1}$$

$$\therefore \delta = \frac{P_2 \delta_0}{P_2 - P_1} \dots\dots\dots(14.5)$$

即ち δ_0, P_1, P_2 が知れば容易に δ を求むるコトが出来ルカラ、前ノ公式ヲ用キテ無負荷カラ全負荷マデノ發條ノ全撓ミ量ヲ計算スレバ良イ。

【例】 蔓巻ばねがアル。針金ノ断面ハ圓形デ環線ノ平均半径ハ 5cm デアル。一方カラ絶エズ壓力ガ加ヘラレ、壓力ガ 1000kg カラ 2000kg マデ變化スル間ニ 3 cm ノ撓ミヲ發條ニ與ヘル爲メニハ針金ノ直径及捲數ハ幾何カ。

【解】 $\delta = \frac{P_2 \delta_0}{P_2 - P_1} = \frac{2000 \times 3}{1000} = 6 \text{ cm.}$

$$d^3 = \frac{16Pr}{\pi f} = \frac{16 \times 2000 \times 5}{\pi \times 5000} = 10.2 \quad (f = 50 \text{ kg/mm}^2)$$

$$\therefore d = 2.17 \approx 2.2 \text{ cm.}$$

$$n = \frac{d^4 G \delta}{64 Pr^3} = \frac{(2.2)^4 \times 850,000 \times 6}{64 \times 2,000 \times 5^3} \approx 7$$

例 題

1. 活塞 (Piston) ノ一面ニ絶エズ液壓ガ作用シ、他面ニハ發條ガアツテ之レニ對抗スル。今壓力ガ 150 封度カラ 175 封度マデ變化スル間ニ於テ $1\frac{1}{4}$ 寸ケ運動ヲ活塞ニ與ヘルヤウナ發條ヲ設計シヤウトスルニハ無負荷ノ場合ノ長サヲ幾何ニ定ムベキカ。

$$(\delta = 8\frac{3}{4})$$

2. 前題ニ於テ環ノ半径ヲ 2 吋トスレバ針金ノ直径ハ如何。但シ $f = 45,000$ lbs/sq. in. トスル。

$$(d = \frac{13}{32})$$

3. 客車用枕ばね (Bolster spring) ノ常用荷重 $P = 2850 \text{ kg}$ ニ對スル撓ミヲ求ム。但シ $L = 810 \text{ mm}, n = 9, b = 76 \text{ mm}, h = 9.5 \text{ mm}, E = 21,000 \text{ kg/mm}^2, u = 76 \text{ mm}$ 。尙ホばねハ弓形板ばね二個ヲ抱キ合セタモノ、即チ目縁ばねト呼ブモノデアル。

$$(2\delta = 72 \text{ mm})$$

【注意】 枕ばねハ第 14.1 圖ノヤウナ板ばねガ目縁ノヤウニ二個抱キ合セテ組立テタモノデアルカラ撓ミハ一個ノ場合ノ 2 倍ニトル。

第十五節 管 (Pipe)

水、蒸汽、瓦斯其他ノ壓力アル氣體又ハ液體ヲ輸送スル場合ニ管ヲ使用スル。又タ水槽、油槽、汽罐等ガ内壓力ヲ受ケルコトハ管ト同様デアルカラ同ジク管ト見做シテソノ強サヲ求ムルコトが出来ル。

1. 内壓力ヲ受ケル薄肉管

- 今 D = 管ノ内徑 cm,
- l = 管ノ長サ cm,
- t = 管ノ厚サ cm,
- p = 管ノ内周壁ニ作用スル壓力 kg/cm^2 ,
- P = 管ノ内周壁ニ加ヘル全壓力 kg

トスレバ

$$P = pD \dots\dots\dots(15.1)$$

即チ圓筒面ニ作用スル内壓力ノ合成ハ、單位面ニ働ク壓力ニ圓筒ノ投影面積ヲ乘ジタモノニ等シイ。

$$f = \text{管板ノ許容引張り内力 } \text{kg/cm}^2$$

トスレバ tl ハ管壁ノ斷面積デアルカラ、 ftl ハ内壓力ニ對スル管壁ノ抵抗内力デアアル。管ノ内壓力ノ爲メニ管ヲ破壊シヤウトスルカハ P デアリ、ソレニ抵抗シテ破壊サレマイトスル内力ハ P ト直角ニ而モ中心線デ管ヲ切斷シタ面ニ於ケル周内力 $2ftl$ デナケレバナラス。

$$\therefore P = pDl = 2ftl$$

$$\therefore f = \frac{pD}{2t} \dots\dots\dots(15.2)$$

$$p = \frac{2ft}{D} \dots\dots\dots(15.3)$$

$$t = \frac{pD}{2f} \dots\dots\dots(15.4)$$

是デ見ルト薄肉管ノ抗張内力 f ハ長サニハ無關係デアコトガ知ラレル。コレガ長イ鐵管ナドノ場合ニモ好都合ナ理デアル。

輸送管ハ大概上式カラ計算シ得ルガ f ノ値ハ實際ノ場合判然ト定メ難イコトガ多イカラ、一般ニ安全率ヲ乗ズルカ、實際上カラ幾分 t ノ大サヲ計算値ヨリモ増シテ置ク。即チ

$$t = \frac{pD}{2f} + C \text{ cm} \dots\dots\dots(15.5)$$

輸送管ノ f ト C トノ値ハ大凡次ノ通りデアル。

管ノ種類	f kg/cm ²	C cm
鉛管	30~33	.25~.75
鑄鐵水管	300~400	.75
鍛接鋼管	700~800	.15
引拔鋼管	900~1200	.10

安全率 x ヲ見込ム計算デハ

$$t = \frac{pDx}{2f} \text{ cm} \dots\dots\dots(15.6)$$

安全率ノ値トシテハ

水ノ場合	x = 4.5
瓦斯及蒸汽ノ場合	x = 5.5
過熱蒸汽ノ場合	x = 7.0

汽罐胴板ノヤウニ鋸接手 (Rivet joint) 及ビ鋸接接手ヲ用キルモノデハ接手効率ヲ見込ムカラ、普通次ノ式ヲ使用スル。

$$t = D \frac{px}{2f\eta} + 0.1 \text{ cm} \dots\dots\dots(15.7)$$

茲ニ η = 接手効率 = 60~80%.....鋸接手ノ場合

= 80%.....鋸接ノ場合

鏡板 (End plate) ノ最小厚サハ次ノ式ニ依ル。

$$t = 0.0612 \left\{ D^2 - r \left(1 + \frac{2r}{D} \right) \right\} \sqrt{\frac{p}{f}} \text{ mm} \dots\dots\dots(15.8)$$

茲ニ r = 鏡板ノ曲リ部半径 mm,

D₀ = 鏡板ノ内徑 mm,

p = 最高使用壓力 kg/cm²,

f = 板ノ抗張内力 kg/mm².

【例】 罐胴ノ内徑 2200mm, 最高壓力 10 kg/cm², 鋼板ノ抗張力 3600 kg/cm²ナル汽罐胴ノ厚サヲ求ム。

【解】 η = 78%, x = 4 トスレバ

$$f = D \frac{px}{2f\eta} + 0.1 = \frac{220 \times 10 \times 4}{2 \times 3600 \times 0.78} + 0.1 = 1.7 \text{ cm}$$

四角槽ノ場合ニハアンスラン (Ensslin) 氏ニ依テ次ノ公式ガ與ヘラレテ居ル。

$$t = \frac{b}{2} \sqrt{\frac{\varphi p}{f}} + C \text{ cm} \dots\dots\dots(15.9)$$

茲ニ f = 板ノ許容彎曲内力 kg/cm²,

b = 矩形ノ短邊ノ長サ cm,

a = 矩形ノ長邊ノ長サ cm,

φ = 常數デ次ノ値ヲ採ル。

$\frac{b}{a}$	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
φ	2.485	2.18	1.89	1.61	1.37	1.17

C = 腐蝕ノ見込代デ普通 0.4cm ニトル。

2. 外壓力ヲ受ケル薄肉管ノ強サ

薄肉管ニ外壓力ガ加ハル場合ニモ内壓力ガ作用スル場合ト同様ニ平等ノ抗壓力ガ生ズルモノト見テ計算シテ良イヤウニ思ハレルガ事實ハサウデ無ク、實驗ニ依レバ長サガ直徑ノ 6 倍以上ノモノデハ兩端ニ補強工作ヲ施シテモ或ル壓力以上ニ達スレバ橢圓狀ニ壓シ潰サレルモノデアル。カルマン (Carman) 及ビカー (Carr) 兩氏ハ次ノヤウナ實驗公式ヲ發表シテキル。

$\frac{t}{D} < .025$ の場合,

$$\left. \begin{aligned} \text{眞鍮管デハ } p &= 1,770,000 \left(\frac{t}{D}\right)^3 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{引抜鋼管デハ } p &= 3,530,000 \left(\frac{t}{D}\right)^3 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(15.10)$$

$\frac{t}{D} > .025$ の場合,

$$\left. \begin{aligned} \text{眞鍮管デハ } p &= 6,560 \frac{t}{D} - 174 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{引抜鋼管デハ } p &= 6,600 \frac{t}{D} - 147 \text{ kg/cm}^2 \\ \text{重ね合せ銲接鋼管デハ } p &= 5,860 \frac{t}{D} - 70 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(15.11)$$

3. 焼嵌 (Shrinkage fit)

肉厚管ハソノ使用ノ目的ガ全ク前記薄肉管ト異ナリ内外側ニ流體ノ壓力ヲ受ケル場合ニ用キルコトハ極メテ少ナイ。軸ニ圓筒ヲ焼嵌メスルトキニ圓筒ニ加ハル壓力ハ肉厚管トシテ取扱ハル、最モ普通ノ場合デアル。焼嵌メトハーツノ輪又ハ孔ノ大サヲソノ中ニ挿入スル物體ヨリ少シク小サク作り、輪又ハ孔ヲ有スル物體ヲ熱シ、之レヲ膨脹サセ、ソノ内部ニ所要ノ軸ヲ挿入シ徐々ニ冷却シテ固定サセル方法デアル。

- 今 p_m = 外部圓筒内周ニ作用スル最大引張内力,
 p = 兩者間ノ接合壓力,
 R_1, R_2 = 圓筒及軸ノ外徑,
 E_1, E_2 = 圓筒及軸ノ彈性係數,
 m_1, m_2 = 圓筒及軸ノポアソン比 (Poisson's ratio) ノ反數,
 δ = 間隙, 即チ軸ノ太サヨリ圓筒ノ内徑ヲ減ジ寸法

トスレバ理論的計算ノ結果次ノ式ガ與ヘラレル。

$$\left. \begin{aligned} p_m &= \frac{p(R_1^2 + R_2^2)}{R_1^2 - R_2^2} \\ \delta &= 2 p_m R_2 \left[\frac{1}{E_1} + \frac{R_1^2 - R_2^2}{R_1^2 + R_2^2} \left(\frac{1}{m_1 E_1} + \frac{m_2 - 1}{m_2 E_2} \right) \right] \end{aligned} \right\} \dots\dots(15.12)$$

【例】 直徑 200mm ノ軸ヲ外徑 300mm ノ筒ニ焼嵌メスル場合、兩者ノ接合壓力ヲ 3.15 kg/mm² ナラシメル爲メニハ間隙ヲ幾何ニ定ムベキカ。但シ内外兩部共ニ $E = 21,600 \text{ kg/mm}^2$, $m = \frac{10}{3}$ トス。

【解】 $R_2 = 100\text{mm}$, $R_1 = 150\text{mm} = \frac{3}{2} R_2$. $p = 3.15 \text{ kg/mm}^2$. \therefore (15.12) ヨリ

$$p_m = \frac{3.15 \left(\frac{9}{4} R_2^2 + R_2^2 \right)}{\frac{9}{4} R_2^2 - R_2^2} = \frac{13}{5} \times 3.15 = 8.19 \text{ kg/mm}^2$$

從テ

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{8.19 \times 200}{21600} \left(1 - \frac{\frac{9}{4} R_2^2 - R_2^2}{\frac{9}{4} R_2^2 + R_2^2} \right) \\ &= \frac{8.19 \times 200}{21600} \times \frac{18}{13} = 0.105 \text{ mm} \end{aligned}$$

例 題

1. 内徑 2m, 長サ 8m ノランカシヤ-罐ガアル。罐胴ノ厚サ 1.6cm デ常用汽壓 8 kg/cm² デアル。罐胴ノ許容周内力強サハ幾何。但シ安全率ヲ見込マナイモノトスル。 (500 kg/cm²)

2. 外徑 4", 長サ 10 呎ノ重ね合せ銲接汽罐用鋼管ガ 毎平方吋ニ付 300 封度ノ外壓ヲ受ケル。安全率ヲ 6 トスレバ厚サハ幾何デアルカ。 (0.34 cm)

【注意】 汽罐デハ $\frac{t}{D} > 0.025$ デアルカラカルマンノ最後ノ式ヲ用キヨ。尙ホ潰壓力ハ $p = 300 \times 6 \text{ lbs/sq. in.}$ デアル。

3. 直徑 10cm ノ鋼軸ニ厚サ 5cm ノ軟鋼筒ヲ焼嵌メシヤウトスルニハ軸ノ直徑ヲ幾何ニスベキカ。但シ接合壓力 6 kg/mm², 兩方トモ $E = 21000 \text{ kg/mm}^2$, $m_1 = m_2 = 4$ トスル。 ($\delta = 0.15 \text{ mm}$)

第二編

エンジニアース・コンモンセンス

本編=書イタコトハ機械工業=携ハル技術者トシテ必ず知ツテ居ナケレバナラヌ事柄、即チ機械技術者ノ常識デアル。技術者トシテハ少クトモ是レ丈ケノコトハ何時ドンナ所デ聞カレテモ差支ヘナイヤウニ暗記シテキナケレバナラナイ。

第一節

數學 (Mathematics)

1. 算術及代數

(a) 三乘九々

$2^3=8$	$3^3=27$	$4^3=64$	$5^3=125$
$6^3=216$	$7^3=343$	$8^3=512$	$9^3=729$

(b) 因數

$$a^2 \pm 2ab + b^2 = (a \pm b)^2$$

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b)$$

$$a^3 \pm b^3 = (a \pm b)(a^2 \mp ab + b^2)$$

$$aa'x^2 + (ab' + a'b)x + bb' = (ax + b)(a'x + b')$$

(c) 二次方程式

$$ax^2 + bx + c = 0 \text{ ノ根ハ}$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

(d) 指數

$$a^m a^n = a^{m+n}$$

$$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$$

$$a^0 = 1$$

$$\frac{1}{a^m} = a^{-m}$$

$$\sqrt[m]{a} = a^{\frac{1}{m}}$$

$$\sqrt[m]{a^n} = a^{\frac{n}{m}}$$

(e) 對數

$$\log 1 = 0$$

$$\log 10 = 1$$

$$\log 100 = 2$$

$$\log MN = \log M + \log N$$

$$\log \frac{M}{N} = \log M - \log N$$

$$\log M^n = n \log M$$

$$\log \sqrt[q]{M^p} = \log M^{\frac{p}{q}} = \frac{p}{q} \log M$$

(f) π ノ値

$$\pi = 3.1416 = \frac{22}{7}$$

$$\frac{\pi}{4} = 0.7854$$

$$\pi^2 = 9.87$$

2. 幾何

(a) 一般三角形

$\triangle ABC$ ノ三ツノ角ヲ $\angle A, \angle B, \angle C$ トスレバ

$$\angle A + \angle B + \angle C = 180^\circ = 2R\angle$$

$$\angle A + \angle B = 180^\circ - \angle C = C \text{ ノ外角}$$

$$\text{重心ト頂點トノ距離} = \frac{2}{3} \times \text{中線}$$

(b) 直角三角形

c ヲ斜邊, a, b ヲ直角ヲ夾ム二邊トスレバ

$a^2 + b^2 = c^2$ (ピタゴラスノ定理)

(c) 多角形

四邊形ノ内角ノ和 = $4R^\circ$

n 邊凸多角形ノ内角ノ和 = $(2n-4)R^\circ$

凸多角形ノ外角ノ和 = $4R^\circ$

n 邊多角形ノ對角線ノ總數 = $\frac{n(n-3)}{2}$

(d) 圓

同一弧上ニ立ツ圓周角 = $\frac{1}{2} \times$ 中心角

直徑上ニ立ツ圓周角 = R°

圓 = 内接スル正六邊形ノ一邊ノ長サ = 半徑

圓 = 内接スル三角形ノ一頂點 = 引イタ切線ト隣レル邊トノナス外角ハ内

對角 = 等シイ

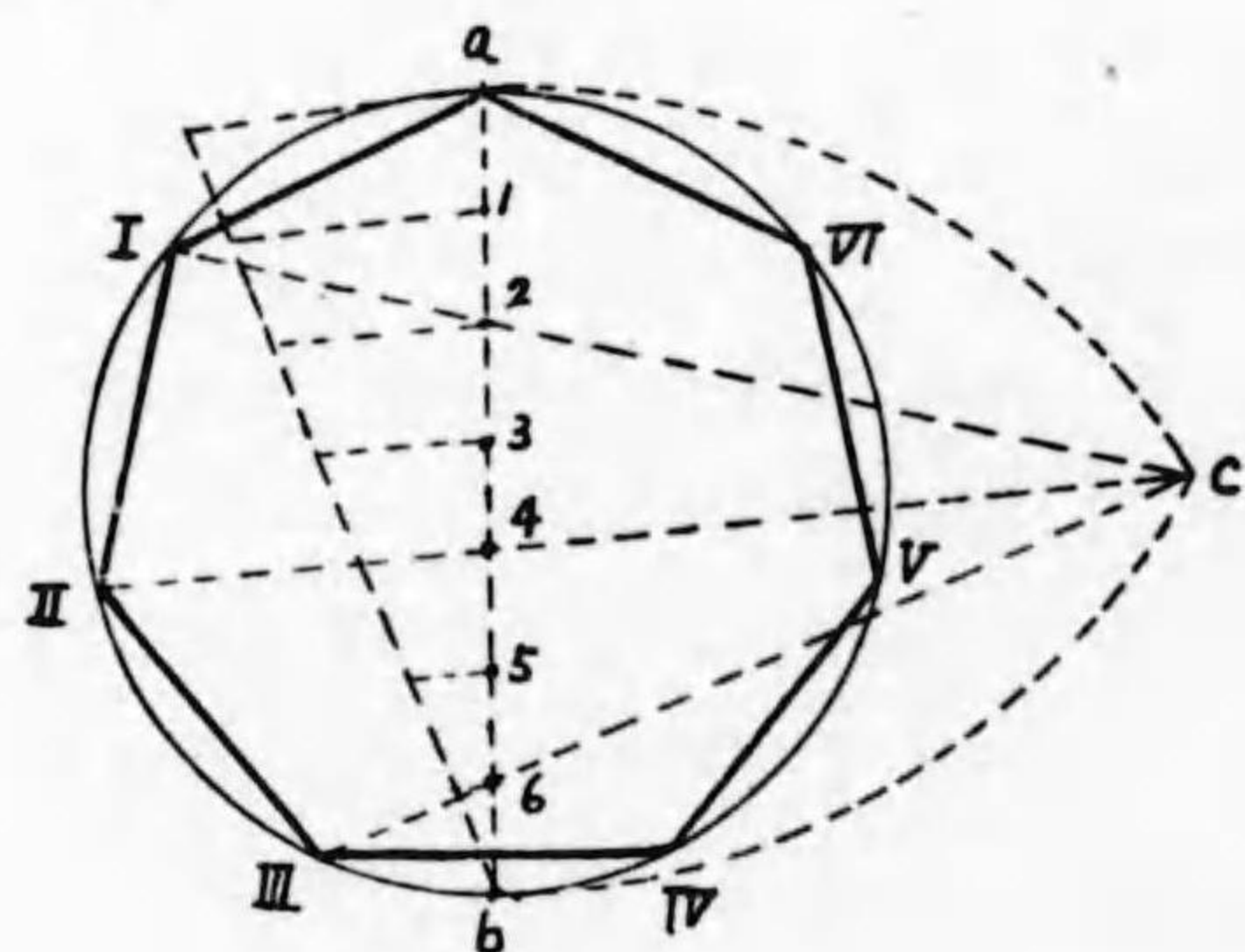
圓 = 内接スル四邊形ノ對角ノ和 = $2R^\circ$

圓 = 内接スル四邊形ノ外角ハ其ノ内對角 = 等シイ

圓内ノ一點 P デ二分サレルニツノ弦ノ線分ヲ夫々

AP, BP 及 CP, DP トスレバ

$AP \cdot BP = CP \cdot DP$



(e) 與ヘラレタル圓ニ内接スル n 正多角形ヲ畫クコト (近似法)

直徑 ab ヲ n 等分スル。(圖デハ n=7 ノ場合)。

a, b ヲ中心トシ, ab ヲ半徑トスル兩圓ノ交點ヲ c トスル。a カラ偶數番目ノ點ト c トヲ結ブ直線ノ延長ガ圓周ト交ハル點ヲ I, II, III,..... トスレバ a I, I II, II III,..... ハ求ムル n 多角形ノ邊デアル。

(f) 與ヘラレタル長サヲ一邊トスル n 正多角形ヲ畫クコト

A, B ヲ中心トシ AB ヲ半徑トスル圓ヲ畫キ其

ノ交點ヲ a トスル。圓弧 aB ヲ六等分スル。

a ヲ中心トシ a1, a2,..... ヲ半徑トスル圓ト AB

ノ垂直二等分線トノ交點ヲ b, c, d, e,..... トス

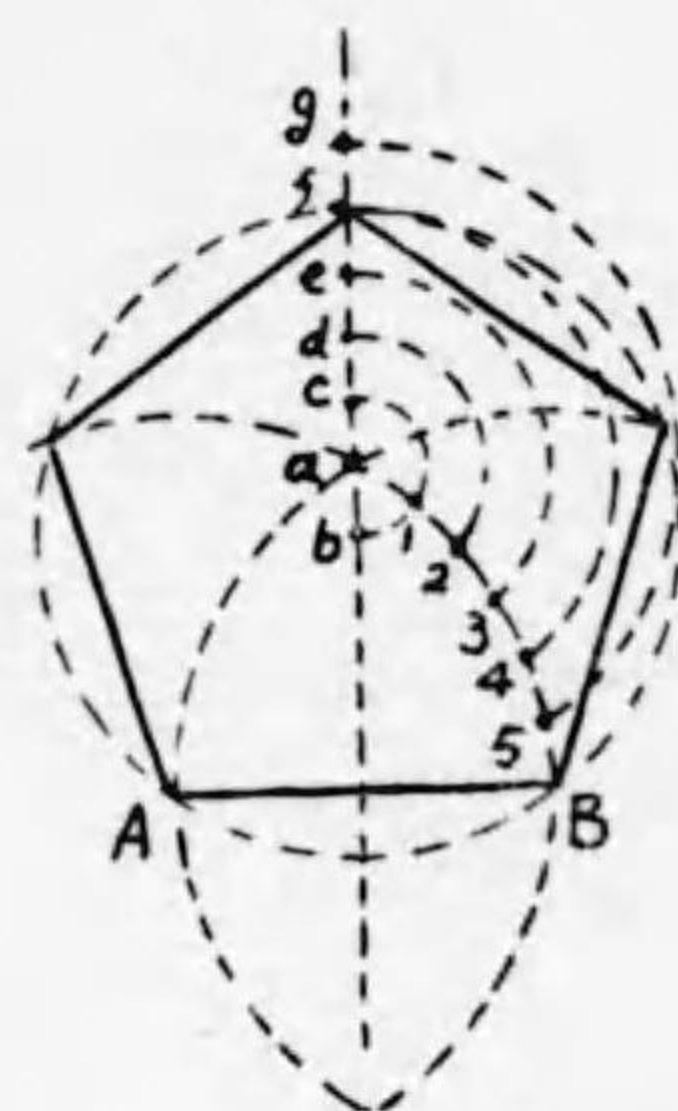
レバ, 是等ノ點ハ夫々正五, 六, 七, 八,..... 角

形ノ中心デアル。故ニ之レニ依テ外接圓ヲ畫

キ, 夫等ノ圓周ヲ AB ノ長サデ切レバ良イ。

(注意) 略畫法デハ AB ヲ一邊トスル正三

角形 a AB ノ一邊 aB ヲ六等分シテモ良イ。



【画】 一邊ヲ知ツテ正五角形ヲ畫ケ。(東京計器, 中央工業)

【問】 一邊ヲ知ツテ正七角形ヲ畫ケ。(中央工業)

3. 三角法

(a) $\sin A \cdot \operatorname{cosec} A = 1$

$\cos A \cdot \sec A = 1$

$\tan A \cdot \cot A = 1$

(b) $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$

(c) $\frac{\sin A}{\cos A} = \tan A$

(d) $\sin(A \pm B) = \sin A \cos B \pm \cos A \sin B$

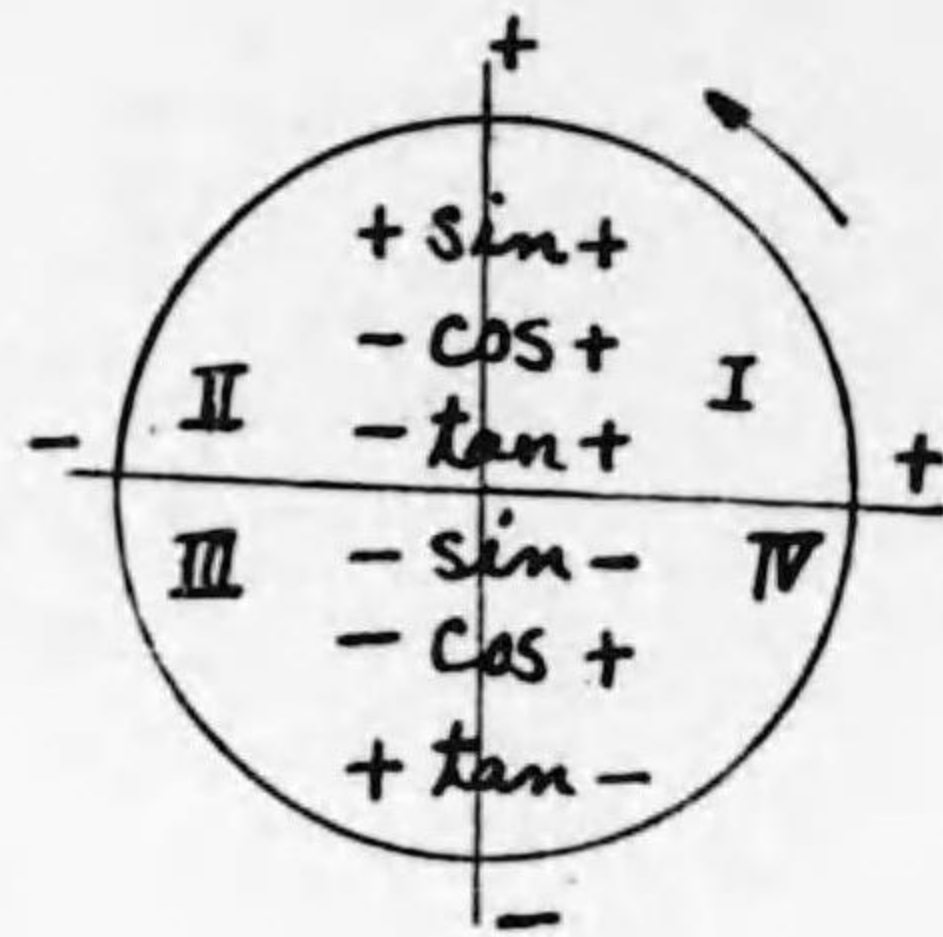
$\cos(A \pm B) = \cos A \cos B \mp \sin A \sin B$

(e) $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C}$

(f) 象限

I, II, III, IV 象限トスレバ各象限ニ於ケル sin, cos, tan ノ附號ハ圖ノ通りデアル。

(コレヲ++++-- --+-+--+ト記憶セヨ)。



(g) 邊ノ長サ

正三角形ノ一邊ヲ 2 トスレバ垂線ノ長サ = $\sqrt{3}$,

正四邊形ノ一邊ヲ 1 トスレバ對角線ノ長サ = $\sqrt{2}$.

(h) ラヂアン (Radian)

圓ノ半徑ニ等シイ弧ノ長サデ、ソノ弧ニ對スル中心角ヲ表ハシ之レヲ 1 ラヂアン (1 rad.) トイフ。今 ϕ° デ角ノ度數、 ϕ (rad.) デ其ノラヂアンヲ示セバ

$$\frac{\phi^\circ}{180} = \frac{\phi \text{ (rad.)}}{\pi}$$

第二節

物理學 (Physics)

1. 物體ト物質トノ區別

空間ノ一部ヲ占有シ且ツ目方ヲ有スルモノヲ物體トイヒ、物體ノ形態ヲ考ヘナイデソノ物體ヲ形成シテキル實質ヲ指ストキ之レヲ物質トイフ。例ヘバ鐵、コツブハ異ナル物體デアアルガ物質ハ同ジク硝子デアアル。

2. 物質ノ三態

形狀、體積ノ定マツク状態ニナツテキル物質ヲ固體 (Solid)、體積ハ一定デアアルガ形狀ノ定マラナイ状態ニナツテキル物質ヲ液體 (Liquid)、形狀モ體積モ一定デナク容器ニ從ツテ變化スル物質ヲ氣體 (Gas) トイヒ、液體ト氣體トヲ一所ニシテ流體 (Fluid) ト呼ブコトガアル。

3. 萬有引力

宇宙間ニ在ル凡テノ物質ノ間ニハ互ニ引キ合フ力ガ作用スル。コレヲ萬有引力トイフ。

4. 重量 (Weight) ト質量 (Mass) トノ區別

地球ガ地球上ノ物體ヲ引ク力ノ大サヲ重力ノ大サ又ハ重量 (重サ) トイヒ、物質本來ノ目方ヲ質量トイフ (第四節, 5 參照)。秤ハ元來質量ヲ測ル器具デ、標準ノ質量ヲ有スル物質ト平衡スベキ他ノ物質ノ質量ヲ決定スル爲メニ使用スルモノデアアルガ、標準質量 (原器又ハ分銅) ニモ測定スベキ物質ニモ共ニ重力ガ働クカラ、普通ハ重量ヲ測定スルト謂ツテモ差支ナイ。故ニ質量ニモ重量ニモ同ジ目方ノ單位ヲ使用スル。即チ 1 瓦ノ質量ヲ有ツ物質ノ重量ハ 1 瓦デアアル。之レヲ區別スル場合ニハ質量ハ 1 瓦、重量ハ 1 瓦重量デアルトイフ。

5. CGS 單位

物理學，化學等科學上ノ計量ニハ長さ，質量及ビ時間ノ單位トシテ，**釐** (cm)，**瓦** (g)，**秒** (Second) ヲ使用スルコトガ多イ。是等ノ單位ノ組合セヲ **CGS 單位** トイフ。

6. 比重 (Specific gravity)

或ル物質ノ重サト，同體積ノ 4°C ノ水ノ重サトノ比ヲソノ物質ノ比重トイフ。從テ水ノ比重ハ一般ニ 1 ト見做シ得ル。

7. 密度 (Density)

物體ノ單位體積中ニ在ル質量ノ大サヲソノ物質ノ密度トイフ。4°C ノ水ノ密度ハ 1 立方釐ニ付 1 瓦デアル。

【問】 水ノ比重，質量及重量ヲ問フ。(國産電機)

【解】 4°C ノ水ノ比重ハ 1，質量ハ 1g/cm³，重量ハ每立方釐 1 瓦重量。

8. 水ノ重サ

水ノ質量ハ §7 デ述ベタヤウニ 4°C ノトキ每立方釐 1 瓦デアルガ，工學上デハ一般ニ次ノ値ヲトル。

1 cm³ ノ水ノ重サ = 1 g,

1 m³ ノ水ノ重サ = 1000 kg,

1 cub. ft ノ水ノ重サ = 62.425 lbs.

同容積ノ水ハ 4°C ノトキ最モ重ク，海水 (鹽水) ハ清水ヨリ重イ。

【問】 油ト水ト鹽水トハ何レガ重イカ。(新潟鐵工所)

【解】 鹽水最モ重ク，水之レニ次ギ，油ガ最モ輕イ。

【問】 比重トハ何カ。(東京計器製作所)

9. ボイルノ法則 (Boyle's law)

溫度ガ一定ナルトキ，一定質量ノ氣體ノ體積 V トソノ壓力 P トノ間ニハ次ノ關係ガアル。

$$PV = \text{一定}$$

10. 氣壓 (Atmospheric Pressure)

大氣ノ標準壓力ヲ p₀ デ示セバ

$$p_0 = 1.0336 \text{ kg/cm}^2 \approx 1 \text{ kg/cm}^2$$

= 760 mm 水銀柱

= 10.336 m 水柱

= 33.91 呎水柱

11. 寒暖計 (Thermometer)

°C = 攝氏 (Celcius) ノ度数，

°F = 華氏 (Fahrenheit) ノ度数トスレバ

$$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times \frac{5}{9}$$

$$^{\circ}\text{F} = ^{\circ}\text{C} \times \frac{9}{5} + 32$$

12. 熱量 (Heat quantity)

1 瓦ノ水ノ溫度ヲ 1°C 丈ケ高メルニ要スル熱量ヲ**カロリー** (Calorie) トイフ [メートル法]。

1 封度ノ水ノ溫度ヲ 1°F 丈ケ高メルニ要スル熱量ヲ **BTU** (British thermal unit) トイフ。(嚴密ニイヘバ 15°C ノ水 1 瓦ノ溫度ヲ 1°C 高メル熱量ガ**カロリー** ナノデアル)。ナホ 1000 cal. ヲ 1 **キロカロリー** (Kcal.) トイフ。**ガスマートル** ナドデ**カロリー** トイフトキニハ**キロカロリー** ノコトデアル。

【問】 **カロリー** トハ何カ。(東京計器製作所)

13. 比熱 (Specific heat)

物體ノ溫度ヲ 1°C 高メルニ必要ナ熱量ト，ソノ物體ト同質量ノ水ノ溫度ヲ 1°C 高メルニ必要ナ熱量トノ比ヲソノ物質ノ**比熱**トイフ。**水ノ比熱**ハ 1 デ凡テノ物質中**最大**デアル。即チ他ノ物質ハ凡テ 1 以下デアル。

【問】 水ノ比熱ハイクラカ。(國産電機)

14. 絶対温度 (Absolute temperature)

絶対温度ハ符號 °K デ表ハス。0°C 以下 273° ガ絶対温度 1° デアル。即チ

$$0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$$

【問】 20°C ハ絶対温度何度カ。

【解】 $20 + 273 = 293^{\circ}\text{K}$

15. シヤールノ法則 (Charles' law)

壓力一定デ一定質量ノ氣體ハ、1°C ノ温度上昇 (Temperature rise) = 付イテ 0°C ノトキノ體積ノ $\frac{1}{273}$ ツツ膨脹スル。

16. 膨脹係數 (Expansion coefficient)

物體ノ長サヲ l トシ、1°C 温度ガ高マツタトキノ長サヲ l' トスレバ $\frac{l'-l}{l}$ ヲソノ物體ノ線膨脹係數 (Linear expansion coefficient) トイヒ、 α デ示ス。

物體ノ體積ヲ V トシ、1°C 温度ガ上ツタトキノ容積ヲ V' トスレバ $\frac{V'-V}{V}$ ヲソノ物體ノ體膨脹係數 (Volume expansion coefficient) トイヒ、之レヲ β デ示ス。 $t^{\circ}\text{C}$ 温度ガ上ルトキノ長サヲ l_t 、容積ヲ V_t トスレバ次ノ關係ガアル。但シ t ハ温度上昇デアル。

$$l_t = l(1 + \alpha t)$$

$$V_t = V(1 + \beta t)$$

【問】 眞鍮デハ $\alpha = 18.9 \times 10^{-6}$ デアル。20°C デ 1 m アル眞鍮棒ハ 50° デハ幾何トナルカ。

【解】 $t = 50 - 20 = 30^{\circ}$

$$l_t = 1 \times (1 + 18.9 \times 10^{-6} \times 30) = 1.000567 \text{ m}$$

17. 熱ノ移動 (Transmission of heat)

熱ノ移動ハ傳導 (Conduction)、對流 (Convection)、輻射 (Radiation) ノ三種ガアル。

傳導トハ熱自身ガ物體ヲ通シテ一方カラ他方ニ傳ハルコト、對流トハ物質ガ熱ヲ

伴ツテ移動スルコト、輻射トハ熱ガ物質ノ媒介ニ依ラズニ高温度ノ物體カラ低温度ノ物體ニ移動スルコトデアル。

【例】 傳導 (火箸ヲ火ニ入レタトキ)、對流 (風呂ヲ沸ストキ)、輻射 (日光ガ地球ニ來ルトキ)。

18. 潜熱 (Latent heat)

潜熱トハ固體ヲ液體ニ、液體ヲ固體ニ變ヘル爲メニ必要ナ熱量ヲイヒ、温度ヲ變ヘズニ 1 瓦ノ固體ヲ融解スル爲メニ必要ナ熱量ヲ融解(潜)熱、1 瓦ノ液體ヲ凝固サセルニ必要ナ熱量ヲ凝固(潜)熱トイヒ、二ツトモ同ジ値デアル。水ノ融解熱又ハ凝固熱ハ 0°C ノトキ 1 瓦ニ付 80 カロリーデアル。

19. 氣化(潜)熱

温度ヲ變ヘズニ 1 瓦ノ液體ヲ氣體ニ變ヘル爲メニ、又ハ氣體ヲ液體ニ變ヘル爲メニ必要ナ熱量ヲ氣化熱トイヒ、水ノ氣化熱ハ 100°C ノトキ 539.1 カロリーデアル。

(注意) 融解熱ハ物質ガ固體カラ液體トナルトキニ物質ノ中ニ蓄ヘラレ、液體カラ固體ニナルトキニ同量ノ凝固熱ヲ物體カラ放出スル。又タ液體カラ氣體ニナルトキニ氣化熱ガ氣體ノ中ニ貯ヘラレ、氣體ガ液體トナルトキニ同量ノ熱ヲ放出スル。故ニ或ル容器中ノ全部ノ物質ガ状態ヲ變ヘナイ中ハ温度ハ昇降シナイ。

20. 發蒸 (Evaporation) ト沸騰 (Boiling)

温度ノ如何ニ關セズ、液體ノ表面カラ蒸氣ヲ發散スルコトヲ蒸發トイヒ、或ル氣壓、或ル温度ニ於テ液體内部カラ泡狀ノ蒸氣ヲ生ズルコトヲ沸騰トイフ。

21. 寒劑 (Freezing mixture)

融解點ノ低イ物質ヲ混合シテ融解セシメ極メテ低イ温度ヲ得ルモノヲ云フ。氷 3 ト食鹽 1 (重サ)ノ割合デ混ゼタ寒劑ハ融ケルトキ -22°C トナル。

22. 音ノ速度

0°C 空氣中ニ於ケル音波ノ速度 = 331.3 m/sec. 常溫デハ、任意ノ温度 t ニ於ケル音ノ速度ハ次式デ求メラレル。

$$v = 331.3 + 0.6t$$

23. 音ノ三要素

音ノ強度 (音波ノ振幅ノ大小), 調子 (振動數ノ大小), 音色 (波形ノ相違)。

24. 光ノ強サ

光ノ強サ (光度) ハ光源ヨリノ距離ノ二乗ニ反比例スル。

25. 光反射ノ法則

投射光線ト反射光線トハ反射平面ニ立テテ垂線ト同一平面内ニ在リ, 反射角ハ投射角ニ等シイ。

26. 全反射 (Total reflection)

光ガ密ナ物質カラ粗ナ物質ニ入ル際, 投射角ガ或ル値以上ニナルト, 光ハ粗物質内ニ入ラズ全部モトノ物質内ニ反射スル。コレヲ全反射トイヒ, 全反射ノ起ル最小ノ投射角ヲ臨界角 (Critical angle) トイフ。

27. レンズ (Lens)

r = レンズノ中心カラ像ニ至ル距離,

r' = 物體カラレンズノ中心ニ至ル距離,

f = レンズノ焦點距離トスレバ

$$\frac{1}{r} + \frac{1}{r'} = \frac{1}{f}$$

28. 光線 (Ray)

プリズム (prism) デ分散シテ堇 (violet), 藍 (indigo), 青 (blue), 綠 (green), 黄 (yellow), 橙 (orange), 赤 (red) [コレヲ頭字ヲトツテ Vibgyor ト記憶セヨ] ノ七色ヲ可視光線 (Visible ray) トイヒ, 赤ノ外ニアルモノヲ赤外線 (Infra-red ray) 又ハ熱線 (Heat ray) トイヒ, 堇ノ外ニ在ルモノヲ堇外線又ハ紫外線 (Ultra-Violet ray) 又ハ化學線 (Chemical ray) トイフ。

第三節

化學 (Chemistry)

1. 記憶スベキ化學記號

H (水素), C (炭素), N (窒素), O (酸素), Na (ナトリウム), Mg (マグネシウム), Al (アルミニウム), Si (硅素), P (磷), S (硫黄), Cl (鹽素), K (カリウム), Ca (カルシウム), Be (ベリリウム), Ti (チタニウム), V (ヴァナヂウム), Cr (クロム), Mn (滿侘), Fe (鐵), Co (コバルト), Ni (ニツケル), Cu (銅), Zn (亜鉛), As (砒素), Mo (モリブデン), Rh (ロチウム), Pd (パラヂウム), Ag (銀), Cd (カドミウム), Sn (錫), Sb (安質母尼), I (沃素), Ba (バリウム), Ta (タンタル), W (タングステン), Os (オスミウム), Ir (イリヂウム), Pt (白金), Au (金), Hg (水銀), Pb (鉛), Bi (蒼鉛), Ra (ラヂウム), Th (トリウム), U (ウラニウム)

2. 記憶スベキ分子式

酸素 (O₂), 水素 (H₂), 窒素 (N₂), 炭素 (C), 水 (H₂O), 硫酸 (H₂SO₄), 硝酸 (HNO₃), 鹽酸 (HCl), アンモニア (NH₃), 炭酸瓦斯 (CO₂), 一酸化炭素 (CO)

3. 酸 (Acid) ト アルカリ (Alkali)

青色リトマスヲ赤變スルモノヲ酸性ノ物質, 赤色リトマスヲ青變スルモノヲアルカリ性ノ物質トイフ。

4. 酸化ト燃焼

物質ト酸素ト化合スル現象ヲ酸化トイヒ, 酸化ガ劇シク起ルトキ特ニ燃焼トイフ。又酸化物カラ酸素ヲ除クコトヲ還元トイフ。

5. 硬水ト軟水

カルシウム及マグネシウム鹽類ヲ多量ニ含ム水ヲ硬水, 然ラザルモノヲ軟水トイフ。

6. 空氣ノ組織

空氣ハ凡ソ窒素 4 容積ト酸素 1 容積トノ混合シタ氣體デアル。
(普通ノ空氣中ニハコノ外ニ、アルゴン、ヘリウム、ネオン、クセノン、クリプトン、炭酸瓦斯、水蒸氣、塵埃等ヲ含ム)。

7. 元素ト同素體

物質ヲ構成スル原子ノ種類ガ單一ナルトキコレヲ元素トイヒ、同一元素カラ成リ性質ヲ異ニスルモノヲ同素體トイフ。例ヘバ酸素トオゾントハ酸素ノ同素體、炭素トダイヤモンドト石墨等ハ炭素ノ同素體デアル。

8. 風 解

結晶物質ガ空氣中デ漸次結晶水ヲ失ツテ崩壊シ粉末トナル現象ヲ風解又ハ風化トイフ。炭酸曹達ハコノ例デアル。

9. 潮 解

固體物質ガ空氣中ノ水分ヲ吸收シテ自ラ溶解スル現象ヲ潮解トイフ。例. 食鹽。

10. 昇 華

固體ガ熱セラレタ場合液體トナラズニ直チニ氣化シ、又ハ氣體ガ冷サレタトキ液體トナラズニ直チニ固體トナル現象ヲ昇華トイフ。例. 沃素。

11. 脱水作用

水素及酸素ヲ含有スル化合物カラ、水ノ組成ノ割合 (H 2 ト O 1 トノ割合) = 水素ト酸素トヲ奪ヒ去ル作用ヲ脱水作用トイフ。例ヘバ濃硫酸ニハコノ作用ガアルカラ、之レヲ砂糖ニカケルト砂糖中ノ水分ガナクナル。

12. 王 水

濃硝酸 1 容ト濃鹽酸 3 容トノ混合液ヲ王水トイヒ、他ノ藥品ニハ浸サレナイ金、白金ヲ溶カスコトガ出來ル。

【問】 次ノ語ヲ説明セヨ。

風化 昇華 潜熱 硬水 (鐵道省)

第 四 節

應用力學 (Applied Mechanics)

1. 運動 (Motion)

物體ガ或ル時間内ニソノ位置 (position) ヲ變ヘルコトヲ運動トイヒ、之レニ對シ位置ヲ換ヘナイコトヲ靜止 (Rest) トイフ。

2. 變位 (Displacement)

運動ノ經路ヲ速サヲ考ヘナイデ、單ニ運動シタ位置ノ變化ノ大サ、即チ距離丈ケヲ考ヘルトキコレヲ變位トイフ。變位ハ大サ (Magnitude)、方向 (Direction) 及向キ (Sense) ノ三ツノ要素ヲモツ。

3. ベクトル (Vector)

大サ、方向、向キノ三要素ヲ有スル量ヲベクトルトイヒ、單ニ大サノミヲ有スルモノヲスカラー (Scalar) トイフ。變位、速度、力等ハベクトルデ、質量、容積ナドハスカラーデアル。

4. ニュートンノ運動ノ法則 (Newton's laws of motion)

第一法則 物體ハ凡テ外力ノ作用ヲ受ケナイ限り、永久ニ原位置ニ靜止スルカ、又ハ永久ニ一直線ニ等速運動ヲ續ケルモノデアル。

第二法則 運動體ノ質量ト其ノ速度ノ相乘積 (運動量) ノ變化ハソノ物體ニ作用シタ力ト時間トノ積 (力積) ニ正比例スル。(其ノ變化ノ方向ハ力ノ方向ト一致スル)。

第三法則 物體ニカラ作用スルト、ソノ物體カラモ加ヘタカト等シク且ツ向キノ反對ナ反作用 (Reaction) ガ生ズル。

5. 慣性 (Inertia)

物體ハ凡テ運動第一法則ニ示ス性質ヲ有スルモノデ之レヲ物體ノ慣性 (情性) ト名ヅケル。慣性ノ大キイモノヲ質量ガ大キイトイフ、即チ質量トハ慣性ノ大小ヲ示

ス量デアル。

6. 運動量 (Momentum)

運動量トハ運動スル物體ノ質量トソノ運動ノ速度トノ相乗積デアル。

【問】 慣性及運動量ヲ説明セヨ。(東京計器)

7. 運動ノ種類

速度ノ一定シテ一直線上ノ運動ヲ等速運動 (Uniform velocity motion) トイヒ、然ラザルモノヲ變速運動 (Variable velocity motion) トイフ。變速運動ニハ曲線運動、圓運動、直線加速運動ガアル。

8. 速サト速度 (Speed & Velocity)

運動體ノ單位時間内ノ變位ヲ速度トイヒ、方向及向キヲ考ヘズ單ニ遲速ノミヲイフトキ速サトイフ。故ニ速度ハーツノベクトル量デアル。即チ變位ヲ s cm, 時間ヲ t sec. トスレバ速度ハ $v = \frac{s}{t}$ cm/sec.

9. 加速度 (Acceleration)

變速運動ニ於テ單位時間内ノ速度ノ變化ヲ加速度トイフ。即チ加速度ヲ a トスレバ

$$a = \frac{v}{t} = \frac{s}{t} \times \frac{1}{t} = \frac{s}{t^2} \text{ cm/sec}^2.$$

【注意】 減速運動ノ場合ニハ加速度ハ負ノ値トナル。

10. 角速度 (Angular velocity) ト角加速度 (Angular acceleration)

物體ガ圓運動ヲスル場合、單位時間内ノ中心角 (回轉角) ノ變化ヲ角速度トイヒ、不等速圓運動ニ於テ單位時間内ノ角速度ノ變化ヲ角加速度トイフ。何レノ場合ニモ角度ハラジアンデ測ル。

11. 回轉數 (No. of revolution)

等速圓運動ニ於テ速サヲ比較スルニハ多クノ場合 1 分間ノ回轉數 (Revolution per minute, 略シテ Rpm) ヲ使用スル。

【問】 Rpm トハ何か。(三菱航空)

12. 萬有引力 (Universal gravity)

宇宙間ノ凡テノ二物體間ニハ互ニ引キ合フ力ガ作用スル。コレヲ萬有引力トイヒ、ソノ力ハ質量ノ相乗積ニ比例シ、距離ノ二乗ニ反比例スル。

13. 重力 (Gravity)

地球ガ物體ニ及ボス引力ヲ特ニ重力ト名ヅケル。

【問】 gravity トハ何か。(自動車工業會社)

14. 力 (Force)

静止セル物體ニ運動ヲ起サシメ、又ハ運動スル物體ノ速度ヲ變ヘシメルモノヲ力トイフ。又ハ力トハ物體ニ加速度ヲ與ヘルモノデアルトイフコトモ出來ル。力 F ヲ表ハスニハ質量 m ト加速度 a トノ積ヲ以テスル。即チ $F = ma$ 。

15. 重力ノ加速度

地球引力ニ依テ地上ノ物體ニ與ヘラレル加速度ハ、地球ハ眞球デナク橢圓體デアラカラ場所ニ依テソノ値ヲ異ニスルガ日本デハ凡ソ 980 cm/sec^2 デアル。コレヲ g デアラハスカラ

$$g = 980 \text{ cm/sec}^2 = 9.8 \text{ m/sec}^2$$

【問】 運動ノ第三則ニ依レバ作用ガアレバ等シイ反作用ガアル筈デアアル。然ルニ地球上ノ物體ハ凡テ地上ニ落下スルハ何故カ。

【解】 地上ノ空間ニアル物體ノ質量ヲ m , 地球ノ質量ヲ M トスレバ、物體ガ地球ニ引カレル重力ハ $w = mg$ デアルガ、コレニ對シテ物體ガ地球ヲ引ク力ハ幾何カトイフニ、ソノ加速度ヲ α トスレバ $w = M\alpha$ デ重力ニ等シイ筈デアアル。然ルニ M ハ m ニ對シテ比較ニナラヌ程大キイ値デアラカラ、假リニ $M = \infty$ トスレバ $\alpha = \frac{w}{M} = \frac{w}{\infty} = 0$ 。即チ物體ノ力ガ地球ニ與ヘル加速度ハ 0 デアル。故ニ地球ハ動カス物體ハ落下スル。

16. 力ノ單位 (Unit of force)

C G S 制デハ質量 1 瓦ノ物體ニ働イテ之レニ 1 cm/sec^2 ノ加速度ヲ與ヘル力ヲ單位トシ、コレヲ 1 **ダイン** (Dyne) トイフ。

然ルニ 1 瓦ノ質量ニ作用スル重力ハ 980 cm/sec^2 デアル。コノ重力ガ即チ質量 1 瓦ヲ有スル物體ノ重量デアラカラ

$$1 \text{ 瓦重量} = mg = 1 \times 980 = 980 \text{ ダイン}$$

【問】 力ノ單位 Dyne ノ定義及單位ト重力トノ關係ヲ述ベヨ。(東京計器)

17. 力ノ釣合 (Equilibrium of forces)

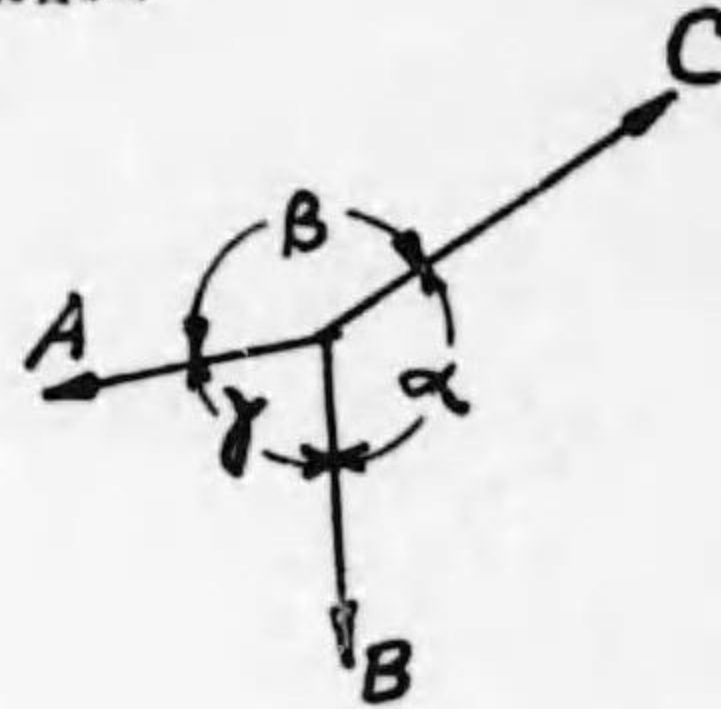
數多ノ力ガ同時ニ一ツノ物體ニ働クトキ、ソレ等ノ力ノ合力 (Resultant force) ガ 0 ナラバ是等ノ力ハ釣合ニアルトイフ。

【問】 力ノ釣合トハ如何ナルコトヲ云フカ。(中央工業會社)

18. ラミノ定理 (Lami's theorem)

同一平面上ニ於テ三ツノ力ガ釣合ヲ保ツトキハ、各力ハ之レト接シナイ角ノ正弦ト比例スル。即チ圖ニ於テ

$$\frac{A}{\sin \alpha} = \frac{B}{\sin \beta} = \frac{C}{\sin \gamma}$$



19. 力率 (Moment of force) 又ハトルク

一ツノ物體ニ力 F ガ働イテ、一ツノ軸心ノ周圍ニ之レヲ回轉シヤウトスル作用ハ F ト軸心上ノ一點カラ之ノ力ノベクトルニ下シタ垂線 r トノ積 Fr デ表ハサレ、之レヲ力率又ハ力ノモーメントト名ヅケル。場合ニ依リ之レヲ回轉力 (Torque) ト呼ブコトガアル。

【問】 Torque トハ何カ。(自動車工業會社)

20. 偶力又ハ力對 (Couple)

大サ相等シク平行デ向キガ相反スル一對ノ力ヲ偶力トイフ。コノ二力間ノ距離ヲ偶力ノ腕又ハ臂 (Arm) トイヒ、偶力ノ力率ハ一力ノ大サト其ノ臂ノ長サト相乗積ニ等シイ。

21. 重心 (Center of gravity)

物體ノ重量ハ之レヲ構成スル各小部分ノ重力ノ合力ニ等シク、此ノ合力ハソノ物體ヲ如何ナル位置ニ置クモ必ず或ル定マツタ一點ヲ通過スルモノデアル。之ノ點ヲ重心又ハ質心ト名ヅケル。

平面圖形ヲ、ソノ面ガ垂直ニナルヤウニ置クトキノ重心ヲ圖心又ハ面心 (Center of figure) トイフコトガアル。圖心ノ座標ヲ X, Y トスレバ

$$X = \frac{\sum ax}{\sum a}, \quad Y = \frac{\sum ay}{\sum a}$$

茲ニ $\sum a$ ハ各部ノ面積ノ合計、 $\sum ax$ 及 $\sum ay$ ハ夫々 X 軸及 Y 軸ニ關スル面積ノ第一モーメント (面積ト原點カラソノ面積ノ圖心マデノ距離トノ積) ノ和デアル。

22. 抵抗力 (Resisting force)

物體ニ加ヘラレタ力ニ反抗スル力ヲ抵抗力又ハ單ニ抵抗 (Resistance) トイフ。上ニ抛ゲ上ゲタ石ガ次第ニ速度ヲ減ズルノハ重力及空氣ノ摩擦力等ノ抵抗力ガアル爲メデアル。

23. 仕事 (Work)

物體ニ力ガ作用シテ、抵抗力ニ反對シテ之レヲ移動セシメタトキ、其ノ力ハ物體ニ對シテ仕事ヲシタトイフ。ソノ仕事ノ大サ (Work done) ハ力ノ大サト其ノ方向ニ於ケル物體ノ變位トノ積デ測ル。

24. 勢力 (Energy)

一ツノ物體 A ガ他ノ物體 B ニ對シテ仕事ヲ爲シ得ル状態ニ在ルトキ、A ハ勢力 (エネルギー) ヲ持つテキルトイフ。エネルギーノ量ヲ測ルニハ、物體ニ働イテ爲シタ仕事、又ハ爲シ得ル仕事ノ大小ヲ以テ測ル。エネルギーニハ位置エネルギー (Potential energy) ト運動エネルギー (Kinetic energy) トガアル。

25. 仕事及勢力ノ單位

CGS 制デハ 1 ダイソノ力ガ物體ニ作用シテ之レガ 1 cm ノ變位ヲシタトキヲ單位ニ採リ、之レヲ 1 エルグ (erg) トイヒ、之ノ値ハ實用上ニハ小サ過ギルカラ工學デハ 1 ジュールヲ使フ。

$$1 \text{ ジュール} = 10^7 \text{ エルグ}$$

又タ英國制デハ 1 封度ノ力ガ働イテ 1 呎ノ變位ヲシタトキヲ單位トシ之レヲ 1 ft-lb トイフ。

26. 動力又ハ工程又ハ工率 (Power)

單位時間內ニナサレル仕事ノ量ヲ動力(又ハ工率又ハ工程)トイフ。絶對單位ハ 1 erg/sec. デアルガ、實用上ハ 1 joule/sec. ヲ用ケル。工學デハキロワット(Kilowatt) 又ハ馬力ヲ使フコトガ多イ。

1 キロワット (Kw)=1,000 ワット (Watt)=1,000 joule/sec.
=1000×10⁷ ergs/sec.

1 英馬力 (Horse power, HP)=550 ft-lbs/sec.
=3300 ft-lbs/min.
=0.746 KW

1 佛馬力 (Cheval vapeur, CV) 又ハ獨馬力 (Pferdestärke, PS)
=75 kg-m/sec.
=0.736 KW

【問】 Horse power 及工率トハ何カ。(東京計器)

27. 摩擦係數 (機械計算第十二節参照)

【問】 回轉摩擦係數 (Coefficient of rolling friction) ニ就テ記セ。(戸畑鑄物會社)

28. 力比ト速比 (機械計算第七節参照)

29. 機械工率 (同上)

30. 遠心力 (機械計算第六節参照)

【問】 遠心力ヲ應用シタ機械器具ヲ擧ゲヨ。(鐵道省研究所)

【解】 原動機用調速機, フライブレス, はずみ車, 遠心分離機, 遠心洗濯機等。

31. 慣性力率 (Moment of inertia)

質量 m ナル物體ガ一點 O ヲ中心トシテ等角速度運動ヲナストキ, ソノ物體ノ微小部分ニ於ケル質量 m₁, m₂, m₃,..... ト O カラソレ等質量ニ到ル距離 r₁, r₂, r₃, ノ二乗トノ積ノ和, 即チ m₁r₁²+m₂r₂²+m₃r₃²+..... =Σmr²

ヲ此ノ物體ノ軸 O ニ關スル慣性モーメントトイヒ, 普通 I ヲ以テ示ス。

又タ回轉體ノ全質量ガ半径 K 上ノ一點ニ集中シタト考ヘルトキハ $K = \sqrt{\frac{I}{m}}$ ヲ回轉半徑 (Radius of gyration) トイフ。

【解】 慣性モーメントトハ何カ。(富士電機)

32. 單弦運動 (Simple harmonic motion)

一點 P ガ半径 OA ナル圓周上ニ O ヲ中心トシテ等速運動ヲナストキ, 直徑 AOB 上ニ於ケル P 點ノ射影ノ運動ヲ單弦運動トイフ。

而シテコノ射影點ハ直徑 AB 上ヲ往復スルモノデコノ運動ヲ振動 (Vibration or Oscillation) トイヒ, OA 又ハ OB ノ長サヲ振幅 (Amplitude), P ノ一回轉スル時間(即チ射影點ノ一回復スル時間)ヲ周期 (Period), 單位時間內ノ往復數ヲ振動數又ハ周波數 (Frequency) トイフ。

【解】 Simple harmonic motion ヲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工場)

33. 振子 (Pendulum)

細糸ノ一端ニ質點 (Material point) トハ其ノ物體ノ質量ガ質心ニ集合シタト假定シタ點) ヲ吊シ他端ヲ固定シテ之レヲ左右ニ振動セシムル装置ヲ單振子 (Simple pendulum) トイヒ, 任意ノ固定軸ヲ軸トシテ物體ヲ左右スル振動セシメルモノヲ物理振子 (Physical pendulum) トイフ。

34. 振子ノ等時性 (Isochronism)

振子ノ周期ハ糸ノ長サガ一定ナラバ常ニ一定ノ値デアル。コレヲ等時性トイフ。時計ハソノ應用デアル。

【問】 振子ノ等時性ヲ應用シタ機械器具ヲ擧ゲヨ。(鐵道省研究所)

第五節

材料力學 (材料強弱學)

(Strength of Materials)

1. 應力又ハ内力 (Stress)

材料ニ荷重 (Load) ヲ加ヘルト、材料ノ内部デハ、之レト等シク向キガ反對ナ分子力ガ抵抗力(反作用)トナツテ働キ、材料ガ破壊サレルノヲ防ガウトスル。コノ材料内部ノ抵抗力ヲ應力又ハ内力ト名ヅケル。故ニ材料ガ破壊サレナイ限リハ内力ハ常ニ外力(荷重)ニ等シイ。

2. 内力ノ種類

内力ニハ三種類アル。抗張内力 (Tensile stress)、抗壓内力 (Compressive stress) 及ビ剪斷内力 (又ハ接線内力, Shearing stress or tangential stress) デアル。前二ツハ材料ニ引張り力 (Tension) 又ハ壓縮力 (Compression) ノカ、ルトキニ起リ、剪斷内力ハ彎曲力 (Bending force) 又ハ捻扭力 (Torsion) ノカ、ルトキニ主ニ起ル。

3. 内力ノ強サ (Intensity of stress)

材料ノ斷面積ヲ $A \text{ cm}^2$,

材料ノ荷重(内力)ヲ $P \text{ kg}$ トスレバ

$$\sigma = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2$$

ヲ内力ノ強サ (又ハ應力度)ト名ヅケル。荷重ガ加ハレバ幾分斷面積ガ變ルガ、普通 A ノ値ハ荷重ヲカケナイ前ノ斷面積ヲ採ル。

4. 歪 (Strain)

荷重ガカ、レバ内力ノ大小ニ應ジテ材料ガ變形スル。コレヲ歪又ハ變形トイフ。

抗張内力ニ對シテハ材料ノ變形ハ伸ビデアリ、抗壓内力ニ對シテハ縮マリデアル。

l = 荷重ノカ、ル前ノ材料ノ長さ、

l' = 引張荷重ノ爲メニ伸ビタ全長又ハ壓縮荷重ノ爲メニ縮マツタ全長トスレ

バ

$$s = \frac{l' - l}{l} = \frac{\lambda}{l} \text{ (但シ } \lambda = l' - l)$$

ヲ變形ノ割合又ハ歪度 (relative strain) ト呼ブ。

【注意】 内力ノ強サヲ單ニ内力、變形ノ割合ヲ單ニ歪トイフコトガアル。

5. フック (Hook) ノ法則

材料ニ加ハル荷重ガ其ノ材料ニ特有ナ一定限度ヲ超エナイ限リハ、荷重ヲ除ケバ内力モ共ニ無クナリ完全ニ元ノ形狀ニ復歸スル。コノ性質ヲ彈性 (Elasticity) トイヒ、材料ガ彈性ヲ維持シ得ル最大限度ノ内力ヲソノ材料ノ彈性界限 (又ハ彈性界限又ハ彈性限度, elastic limit) 又ハ比例限界 (Proportional limit) トイフ。

材料ニ生ジタ内力ガ彈性界限ヲ超エルト、元ノ形狀ニ復歸セズ永久變形 (Permanent set) ヲ起ス。

内力ガ彈性界限ヲ超エナイ内ハ、歪ハ内力(外力)ニ比例スル。コレヲフックノ法則トイフ。

故ニ $\sigma \propto s$

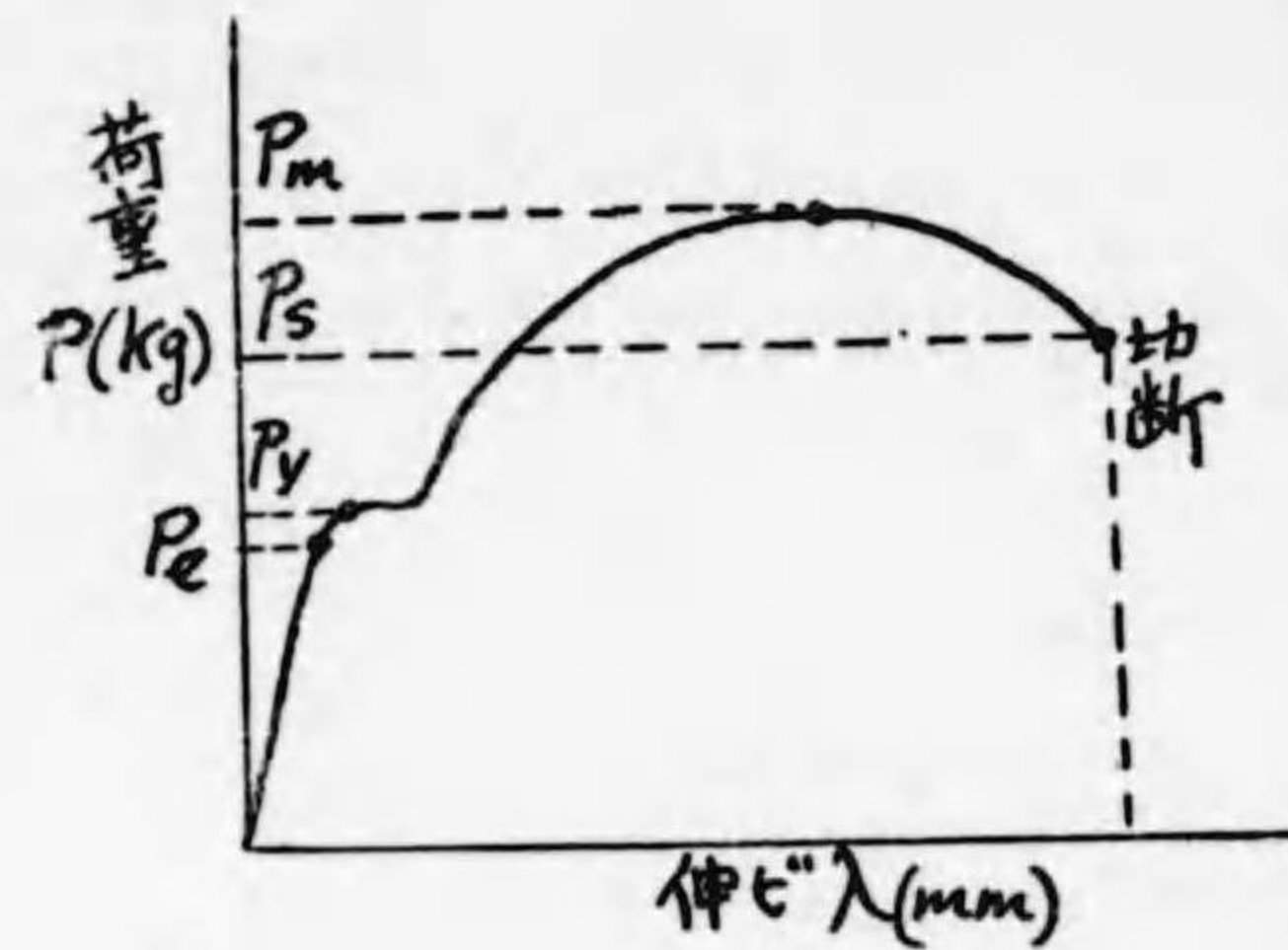
$$\therefore \sigma = Es \text{ 或ハ } E = \frac{\sigma}{s} \text{ (kg/cm}^2)$$

コノ比例常數 E ヲ彈性係數又ハ彈性率 (Modulus of elasticity) 又ハヤング係數 (Young's modulus) トイフ。

【注意】 場合ニ依リ E ノ代リニ $a = \frac{1}{E}$ ヲ使用シ之レヲ伸ビ係數 (Dehnungszahl) ト呼ブコトガアル。

6. 荷重變形線圖 (Load-deformation diagram)

鋼材デ試験片ヲ作り、コレヲ抗張力試験機ニカケテ荷重ヲ加ヘ、次第ニ荷重ヲ増シテ行クト、彈性界限内デハ圖ノヤウニ直線的ニ伸ビガ増スガ、彈性界限 $P_0 \text{ kg}$ ヲ



超エルト伸ビ方が荷重ト比例シ
 ナクナリ、荷重ノ増加ノ割合ヨリ
 モ伸ビノ割合ノ方が多クナル。
 而シテ荷重ガ P_y kg ヲ超エ
 ルト伸ビガ急ニ大キクナル。コノ
 現象ヲ材料ガクリープ (Creep)
 ヲ初メタトイヒ、クリープヲ初
 メルトキノ荷重 P_y kg ヲ降伏

點 (Yield point) ト名ツケル。ソレヨリ以後ハ荷重ト伸ビトノ關係ハ圖ニ示ス如
 クナリ、遂ニ荷重ガ P_m kg ニ達スルト、試験片ノ中央部断面ハ漸次細クナツテ
 ソレ以上荷重ガカケラレナクナル。コノ材料ノ堪ヘル最大荷重 (Maximum load)
 ニ對スル内力ヲ極限強サ又ハ結局強サ (Ultimate strength) 又ハ破壊強サ (Brea-
 king strength) ト名ツケル。コレカラハ漸次荷重ヲ減ラシテモ伸ビハ増シテ行ク。
 ソシテ荷重ガ P_s kg ニ減ツタトキニ材料ハ切斷スル。

7. 抗張力 (Tensile strength)

材料ノ結局強サヲ P_m kg,

試験前ノ断面積ヲ A mm²

トスレバ

$$p = \frac{P_m}{A} \text{ kg/mm}^2$$

ヲ結局内力ノ強サ (Intensity of ultimate stress) 又ハ單ニ抗張力 (Tensile
 strength) ト稱シ金属材料ノ強サヲ示ス一標準トナル。

【注意】 抗張力ト抗張内力トヲハツキリノ區別セヨ。

抗張力ニ於ケル P_m ノ値ハ材料ノ切斷スルトキノ荷重デハ無ク、試験中ニ加ヘ
 タ最大ノ荷重デアルコトニ留意セヨ。

8. 伸張率 (Percentage elongation)

試験前ノ試験片ノ標點距離ヲ l ,

切斷スル瞬間ノ標點距離ヲ l'

$$\text{トスレバ } \frac{l' - l}{l} \times 100 = \frac{\lambda}{l} \times 100 \%$$

ヲ伸張率又ハ伸ビトイフ。

9. 試験片 (Test piece)

試験片ノ直径ガ 25 mmマデノ棒ハ標點間距離 (gauge length) ヲ直径ノ 8 倍、
 25 mm 以上ノ棒デハ標點間距離ヲ直径ノ 4 倍ニトル (JES 第 1 號)。

【問】 Yielding point ニ就テ記セ。(富士電機, 戸畑鑄物)

【問】 弾性限度トハ何か。(日本酸素會社)

【問】 Test piece ノ長サ, test シタトキノ伸ビノ長サヲ問フ。(昭和製作所)

10. 材料ノ疲勞 (Fatigue)

蒸気機關ノピストンロツトハ一往復毎ニ引張力ト壓縮力トヲ交互ニ受ケル。コ
 ノヤウニ交番荷重 (Alternating load) ガ長時間連続スルト内力ガ弾性界限以下
 デアツテモ材料ハ破壊サレルコトガアル。此ノヤウニ荷重ノ増減ヲ繰返シタリ、
 交番荷重ヲ連続的ニ加ヘタリスルトキ材料ガ非常ニ弱クナルコトヲ疲勞トイフ。
 故ニ材料ハ抗張力試験ノ外ニ交番荷重又ハ繰返し荷重 (Repeated load) ヲ加ヘ
 テ強サヲ試験スルコトガアル。コレヲ疲勞試験 (Fatigue test) トイフ。

【問】 疲勞試験トハ何か。(戸畑鑄物會社)

11. 許容内力 (Allowable stress)

機械部分ヲ設計スルニ當リ單ニ内力ガ弾性界限内ニ在ルトイフダケデハ、衝撃
 荷重, 繰返し荷重, 交番荷重等ニ對シテ不安心デアル。故ニ設計スベキ機械ノ使
 用状態ヲ考慮シテ材料ノ内力強サノ値ヲ弾性界限以下可ナリ低イ値ニ定メテ計算
 スル。之レヲ許容内力又ハ使用内力又ハ許シ内力トイフ。

【問】 材料ノ許容内力トハ何か。(富士電機)

12. 安全係數 (Factor of Safety)

實際ノ機械部分ニ生ズル内力ハ極メテ複雑デアツテ設計ニ際シテソノ全部ヲ算
 定スルコトハ出来ナイカラ、種々ナ内力ノ中一二ヲ計算スルニ止メル。又タ設計

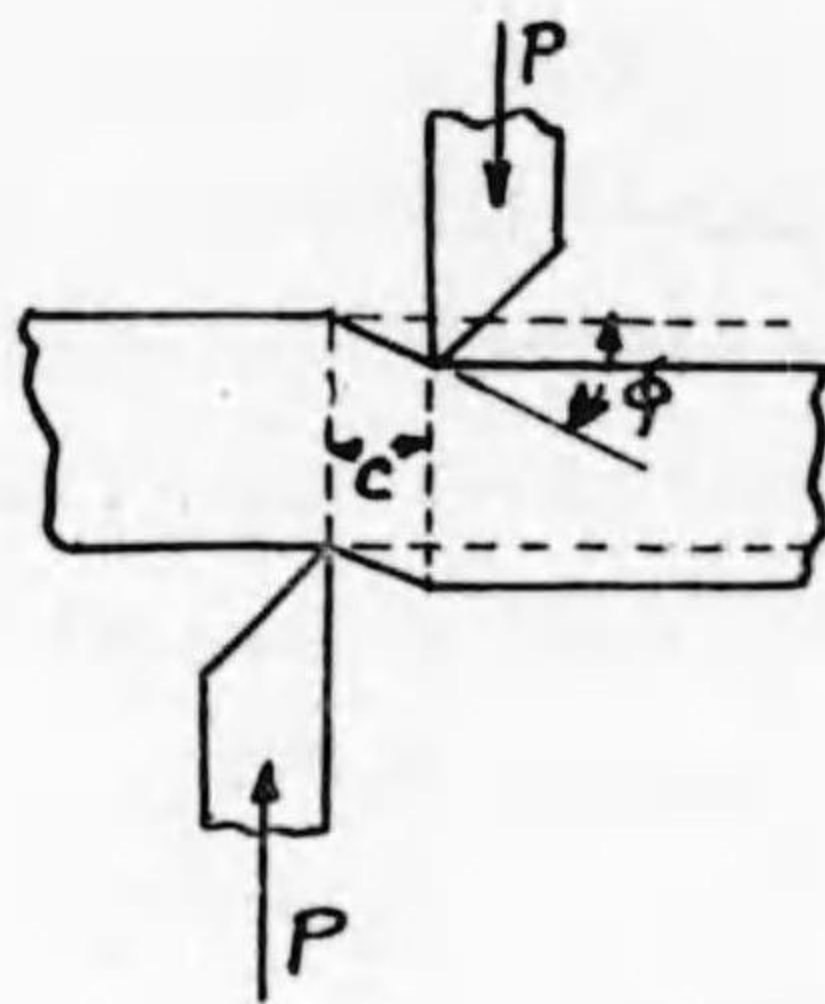
圖通り製品が出来ても材質が均等で無かつたり、鑄物=巣があつたりして設計通りノ内力強サ=合致シナイコトが多い。故=計算=際シテハ主要ナ許容内力ヲ計算シタ値ニ 1 以上ノ係數ヲ乘ズル。コレヲ安全係數又ハ安全率トイヒ、之レヲ x デ表セバ普通次ノ値ヲトル。

$$x = \frac{\text{材料ノ結局内力強サ}}{\text{許容内力強サ}}$$

然シ實際工場デハ實驗カラ種々ノ場合=應ジテ求メタ x ノ値ヲ計算=使用シテ居ル。

【問】 安全係數トハ何か。(富士電機, 東京計器, 戸畑鑄物會社)

13. 剛性率 (Modulus of rigidity)



材料ヲ剪斷スル場合ニハ圖ノヤウニ二ツノ又物ノ間ニ C 丈ケノ間隔ノアルコトが必要デアル。從テ平面ニハ ϕ 丈ケノずれ (Slip) ガ出來ル。今 P ヲ剪斷外力 (kg), A ヲ横斷面積 (cm^2), ϕ ヲずれノ角 (rad.) トスレバ

$$q = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2$$

ヲ剪斷内力強サトイフ。而シテ ϕ ノ値ハ内力が彈性界限ヲ超エナイ限りハ

$$q \propto \phi \quad \therefore q = G \cdot \phi$$

コノ比例常數 G ヲ剛性率又ハ剛性係數又ハ横ノ彈性係數 (Modulus of transverse elasticity) トイフ。

14. ポアソン比 (Poisson's ratio)

棒材ニ引張力, 壓縮力ヲ加ヘルト, 長サノ方向ニ伸縮スルト同時ニカト直角ノ方向ニ縮ミ又ハ伸ビヲ生ズル。實驗ニ依レバ, 彈性界限ヲ超エナイ範圍デハ, 長サノ變形割合ト幅ノ變形割合トハ一定ノ比ヲナス。今長サノ變形割合ヲ $s = \frac{\lambda}{l}$, 幅ノ變形割合ヲ $n = \frac{\beta}{b}$ (b ハ變形シナイ前ノ幅, β ハ幅ノ伸縮シタ分量) トスレバ

$$\frac{n}{s} = \frac{1}{m}$$

ヲポアソン比ト稱ス。コノ比ハ 1 ヨリ小サイ數デアルカラ便宜上ソノ逆數 m ヲ用キ, 之レヲポアソンノ數 (Poisson's number) トイフ。一般ニ金屬デハ $m = 3 \sim 4$ デアル。軟鋼デハ $\frac{10}{3}$ ニ採ル。(機械計算第十五節参照)

【問】 ポアソンノ比トハ何か。(戸畑鑄物會社)

15. 嵩ノ係數 (Bulk modulus)

材料ノ全周圍カラ等シ引張力, 壓縮力等ガ作用スレバ原ノ體積 V ガ v 丈ケ増加スル。然ルトキハ内力強サ p ハ $\frac{v}{V}$ ニ比例スルカラ

$$p = k \frac{v}{V}$$

コノ k ヲ嵩ノ係數又ハ容積係數トイフ。

16. 硬度 (Hardness)

材料ノ硬サヲ比較シタ値ヲ硬度トイフ。硬度ハ絶對單位デ測定スルコトガ出來ズ, 比較的ノ値デ示サレル。ソノ方法ニハ (1) 引掻硬度 (Scratch hardness), (2) 切削硬度 (Cutting hardness), (3) 磁性硬度 (Magnetic hardness), (4) 壓縮硬度 (Compressive hardness), (5) 彈性硬度 (Elastic hardness) ノ五種ガアルガ, 現今廣ク使用サレテキルノハ壓縮硬度法中ノブリネル硬度計 (Brinell hardness tester) ニ依ルモノト, 彈性硬度法ノシヨア硬度計 (Shore scleroscope) ノ二種デアアル。

ブリネル硬度ハ一定ノ荷重ヲ加ヘテ小硬球ヲ材料ノ面ニ押シ込ミ, ソノ凹入シタ面積ヲ比較スル方法デ現今標準硬度測定法トナツテキル。

シヨア硬度ハ一定ノ高サヨリ硬錘ヲ落下セシメ材料面デ反撥上昇シタ高サヲ比較シテ測ル方法デ, 操作ガ簡便ナ爲メ廣ク使用サレテキル。

硬度ハ何レモ不名數デアツテ一般ニシヨアニ比シブリネルノ方ガ値ガ大キイ。例ヘバ軟鋼デハブリネル硬度 80~105, シヨア硬度 30~40 デアル。

【問】 硬度試験機ノ種類ヲ問フ。(東洋製鐵會社)

【問】ブリネル硬度トシヨア硬度ニ就テ述ベヨ。(中央工業會社)

17. 梁ノ重要公式

$$M = fz$$

茲ニ $M =$ 彎曲力率 kg-cm,

$$z = \frac{I}{e} = \text{断面係數},$$

$f =$ 最大許容内力強サ kg/cm²

(機械計算第十一節参照)

第六節

流體力學

(Hydromechanics)

1. バスカルノ原理 (Pascal's principle)

密閉サレタ器中ニ在ル水ノ一部ノ面積ニ或ル大サノ壓力ヲ受ケルトキハ、器ノ凡テノ部分ニ及ボス水ノ壓力強度 (又ハ壓力ノ強サ, Intensity of pressure) ハ相等シイ。

2. アルキメデスノ原理 (Archimedes' principle)

流體中ニ置カレタ物體ヲ押シ上ゲヤウトスル壓力 (浮力, Buoyancy) ハ物體ニ依テ排除サレタダケノ容積ノ流體ノ重量ニ等シイ。

3. ベルヌーイノ定理 (Bernoulli's theorem)

流體ガ摩擦ノナイ管内ヲ一定ノ状態デ流動シテ居ル場合、任意ノ断面ニ於ケル流速ヲ v 、任意ノ基準水面カラノ高サヲ h 、 γ ヲ水ノ單位容積ノ重量、 p ヲ流水ノ壓力ノ強サトスレバ次ノ關係ガアル。

$$\frac{v^2}{2g} + h + \frac{p}{\gamma} = \text{定數}$$

コレヲベルヌーイノ定理トイフ。而シテ

$$\frac{v^2}{2g} \text{ ヲ速度水頭 (Velocity head),}$$

$$h \text{ ヲ位置ノ水頭 (Position head),}$$

$$\frac{p}{\gamma} \text{ ヲ壓力水頭 (Pressure head)}$$

トイフ。

【注意】 以上三ツノ定理ハ水力學ノ基本トナルモノデアル。

4. 水壓機 (Hydraulic press)

d = 小筒 (ram) ノ直徑,

D = 大筒ノ直徑,

p = 小筒ニ加ヘル壓力,

P = 大筒ガ押シ上げ得ル力,

s = 小筒ノ行程 (Travel),

S = 大筒ノ行程

トスレバ

$$\frac{P}{p} = \frac{\text{大筒ノ面積}}{\text{小筒ノ面積}} = \frac{D^2}{d^2} = \frac{s}{S}$$

5. 流線運動 (Stream line motion)

細イ管中ヲ水ガ靜カニ流レル場合ノヤウニ水ノ各粒子ガ恒ニ一定ノ經路ヲトツテ流レル場合ヲ流線運動又ハ層流 (Laminar flow) トイフ。

6. 亂流 (Turbulent flow)

太キ管中ヲ水ガ大ナル速度デ流レル場合又ハ急激ナ曲リ角ヲ廻ル時ニハ流線ハ壞サレテ不規則ナ經路ヲ採ツテ流レル。コレヲ混亂又ハ混亂流動トイフ。吾々ノ日常經驗スル所ノ水流ハ殆ンド凡テ亂流デアルト謂ツテ良イ。

【問】 流體ノ亂流トハ何か。(戸畑鑄物會社)

7. 量水計 (Water meter)

單位時間内ニ流レル流體ノ體積ヲ流量又ハ水量 (Discharge of water) トイフ。流レノ斷面積ヲ A(m²), 速度ヲ v(m/sec.), Qヲ流量 (m³/sec.) トスレバ

$$Q = vA$$

之ヲ測定スルニハ種々ノ方法ガアルガ、最モ簡單ナモノハピトー管 (Pitot tube) デアル。コレハ直角ニ曲ゲタ兩口ノ一本ノ硝子管ノ一端ヲ水ノ流レニ向ツテ入レ他方ヲ直角ニ空氣中ニ開口サセルト、水ノ突き當ル力デ直立管中ノ水ハ水面ヨリ h 丈ケ高クナル。然ルトキハ

$$h = \frac{v^2}{2g} \quad \therefore v = \sqrt{2gh}$$

カラ v ヲ求メ Qガ算出サレル。

【問】 Water meter (量水計)ニ就テ記セ。(戸畑鑄物會社)

8. 形狀抵抗 (Form resistance)

流體ノ中デ固體ガ運動スルトキ、或ハ流動スル流體ノ中ニ固體ガ置カレタトキニハ、固體ト流體トノ間ニ相對速度ヲ生ジ、ソノ爲メ固體ニハ或ル抵抗力ガ働ク。コノ抵抗力ハ主トシテ摩擦抵抗 (Frictional resistance) ト形狀抵抗 (Form resistance) デアル。摩擦抵抗ハ流體ノ摩擦ニ依テ起ルモノデ、固體ガ流體ニ接スル表面ノ大サ、ソノ粗滑狀態及流體ノ種類ニ關係シ、固體ノ形狀ニハ關係ガナイ。

形狀抵抗ハ固體ノ形狀ニ依リ起ルモノデ、形狀如何ニ依テ前後ノ兩端ニ加ヘル壓力ノ相違ノ爲メニ固體ノ運動ヲ妨ゲ抵抗トシテ働クモノデアアル。故ニ壓力抵抗 (Pressure resistance) トイフコトモアル。

9. 流線形 (Stream-line form)

物體ノ後端ガソノ周圍ヲ流レル流線ノ形狀ニ適合シテ少シモ渦ヲ生ズルコトガナイヤウニナツテ居レバ、前後兩端ノ壓力ハ相等シク、從テ形狀抵抗ハ働カナイ。コノ場合此ノ物體ノ形ハ流線形デアアルトイフ。

10. 浮力 (Buoyancy)

流體中ニ在ル物體ハアルキメデスノ原理ニ依リソノ物體ト同容積ノ流體ノ重量丈ケノ壓力デ上方ニ押シ上げラレル、即チソレ丈ケノ浮揚力ヲ受ケル。コレヲ浮力トイフ。

物體ノ形狀通りノ流體ニ働ク重力ノ中心即チ重心ヲ浮力ノ中心 (Metacenter) トイフ。船ノヤウナ浮體ガ安定ナル爲メニハ如何ニ傾斜シタ場合ニモ、浮體ノ重心ハ常ニ浮力ノ中心ヨリモ下ニナケレバナラヌ。

【問】 質量ガ共ニ 10 kg ノ鐵丸ト棉束トハ空中デ何レガ重ク感ズルカ。(鐵ノ方が重イ)

11. 壓力ノ強サ (Intensity of pressure)

流體ノ壓力ノ大小ヲ測ルニハ單位面積ニ對シテ壓迫スル力(重量)ヲ以テ示シ kg/cm² デ表ハス。壓力ニハ**絕對壓力** (Absolute pressure) ト**常用壓力** (又ハ**ゲージ壓力**, Working pressure, gauge pressure) ノ二種ガアル。

ゲージ壓力トハ大氣壓以上ノ壓力即チ大氣ヲ基準トシタモノ、之レニ對シ**真空** (全ク空氣ノナイト想像シタトキ)ヲ基準シタモノヲ**絕對壓力**トイフノデアアル。

故ニ**絕對壓力**=**ゲージ壓力**+大氣壓力 (即チ 1 kg/cm²)

【例】 **ゲージ壓力** 20 kg/cm² ハ**絕對壓力**デハ 20+1=21 kg/cm²

12. 壓力計 (Manometer)

流體ノ壓力ヲ測ル器具ヲ凡テ**壓力計** (Manometer, Piezometer, Pressure gauge) トイフ。流體ノ種類ニ依テ種々アルガ、氣壓ヲ測ルニハ**水銀氣壓計** (又ハ**晴雨計**, Barometer) ト稱シテ **トリチェリー** (Toricelli) ノ方法ヲ用キテ水銀柱ノ高サヲ讀ム方法、又ハ**アネロイド** (乾燥) **氣壓計** (Aneroid barometer) ト稱シ密閉シタ扁平ナ丸イ薄イ金屬板製ノ箱ノ中ヲ真空ニシテ置キ、ソノ表面ニ指針ノ端ヲ附着サセ、氣壓ノ増減ニ依テ板ノ表面ノ凹ミノ相違ヲ讀ム方法トガ廣ク行ハレテキル。

水壓ヲ測ルニハ一端ヲ開放シタ U 字管ニ水、水銀、油ノヤウナ液ヲ入レ、他端ヲ壓力ヲ測ラウトスル器物ニ接続シ、管中ニ現ハレル液面ノ高サノ差ニ依テ其ノ壓力ヲ知ル。

此ノ他二ツノ液體ノ壓力ノ差ヲ測ル**示差壓力計** (Differential manometer) ガアル。

【問】 Pressure gauge ヲ簡單ニ説明セヨ。(東京計器)

13. 水槌(みなづち) (Water hammer)

閉鎖シタ器中ニアル流體ガ急ニ運動ヲ止メ、又ハ急ニ運動ヲ始メル場合ノヤウニ、流動ノ速度ニ急激ナ變化ガアルトキハ瞬間的ニ大ナル壓力ノ上昇又ハ下降ヲ生ズルモノデ、之ノ現象ヲ水槌作用トイフ。例ヘバ管中ヲ或ル速度デ流レル流體ノ瓣ヲ急ニ閉チテソノ流動ヲ沮止シタ場合ナドニ起ル。

14. 水力原動機 (Hydraulic Prime mover) ノ種類

(a) **蓄式水車** (Water wheel)

水ノ位置ノ**エネルギー**ヲソノマ、利用シ、主トシテ重力ニ依テ回轉スルモノ。

(b) **衝擊水車** (Impulse turbine) 又ハ**ペルトン水車** (Pelton wheel)

高速度ノ水ヲ **ノズル** (Nozzle) カラ噴出サセテ**バケツト** (bucket) ニ衝擊ヲ與ヘ**ランナー** (Runner) ヲ回轉サセルモノ。專ラ**高落差** (High head) デ流量ノ少ナイ場合ニ用キラレル。

(c) **反動水車** (Reaction turbine)

主ニ水量ノ多イ比較的低落差ノ場合ニ使用サレ、導羽根 (guide vane) ノ案内ニ依テ**ランナー**羽根ニ壓力ト速度トヲ與ヘテ之レヲ回轉セシメルモノデ、此ノ式ハ常ニ機械内部ニ水ガ充滿シテキル。コレヲ**フランシス型** (Francis type) ト**カプラン型** (Kaplan) ノ二ツニ分ケル。前者ノ**ランナー**ニハ單ニ彎曲シタ羽根ガツケテアルガ、後者ノ羽根ハ**推進機型** (Propeller type) デアツテ高速度ガ得ラレル特長ガアル。

15. 吸出管 (Draught tube)

反動水車ノ吸出管ハ羽根カラ出タ水ヲ放水路ニ吸ヒ出ス管デソノ管内ノ壓力ヲ低下セシメル爲メ、送水管ヨリ太ク作り水ハ管内ニ充滿セシメル。放水面カラ管マデノ高サハ落差ノ一部トシテ計算サレル。

【問】 反動水車ノ吸出管ヲ説明セヨ。(日立龜戸工場)

16. 水車ノ馬力

水車ノ馬力ハ次ノ式デ與ヘラレル。

$$PS = \frac{\gamma Q h_e \eta}{75}$$

茲ニ γ = 水ノ 1 m³ ノ重量 kg,

Q = 一秒間ニ水車ニ入ル水ノ容積即チ流量 m³,

h_e = 有効落差 (effective head),

η = 機械効率 ($\eta = 0.8 \sim 0.92$)

【注意】 有効落差トハ自然落差 (Natural head) 即チ蓄水池ノ水面カラ放水面マデノ高サ(反動水車ノ場合)ト空氣壓力ヲ水頭ニナホシタモノトノ和カラ管内ノ摩擦等ニ依ル損失水頭ヲ減ジタ水頭ヲ云フ。

17. 回轉唧筒 ((Rotary pump) ノ馬力

回轉唧筒ニハ渦巻型 (Centrifugal type) トタービン型トガアル。何レニ於テモソノ出力ハ

$$PS = \frac{\gamma Q h}{75 \eta}$$

18. 水車ノ特有速度 (Specific speed)

或ル水車ト幾何學的相似(寸法割合ガ全ク相似ナ)ノ水車ヲ想像シ、ソレヲ 1 m ノ落差ノ下ニ回轉サセテ、1 馬力ヲ發生スルヤウナ寸法ニシタ場合、其ノ相似水車ノ一分間ノ回轉數ヲ、之ノ水車ノ特有速度トイフ。此ノ特有速度(又ハ比速度)ニ依テ其ノ型ノ水車ノ性質ヲ定メル標準ニシテキル。

19. 推進機 (Propeller)

船又ハ航空機ノ如キモノヲ水又ハ空氣中デ運動サセル器具ヲ推進機トイフ。櫓モ櫓モプロペラーノ種類デアルガ、普通ハねぢ形ノ羽根ヲ有スルねぢプロペラー (Screw propeller) ヲ指ス。

20. 航空機ノ種類 (Aeromachine)

航空機ヲ分ケテ輕航空機及重航空機トスル。前者ハ比重ガ 1 以下ノモノデ、氣球 (自由氣球、繫留氣球) 及飛行船 (Air ship) (軟式及硬式) ガ之レニ屬シ、後者ニハ飛行機 (Aeroplane)、羽撃飛行機、ヘリコプター、グライダー、オートジャイロ、ロケットナドガアリ、何レモ比重 1 以上ノモノデアル。

21. 飛行船ノ填充瓦斯

飛行船ヲ浮游セシメル爲メニ瓦斯囊中ニ膀胱等ニ充シタ水素又ハヘリウムヲ入レル。ヘリウムハ水素ヨリ重イカラ浮力ハ損スルガ爆發ニ對シテ安全デアル。

【問】 Air Ship gas ノ實例ヲ擧ゲヨ。(新潟鐵工所)

12. 航空機用材料

(a) 金屬材料

Al ヲ主材トスルデュラルミン (Duralumin) 等、Mg ヲ主材トスルエレクトロン (Elektron) 等、及ビ飛行機ニハニツケルクロム鋼、クロムモリブテン鋼、不銹鋼ナドガ使用サレル。

(b) 木材

プロペラー用トシテハ胡桃、マホガニーヲ、ソノ他ノ部分ニハスプルース (Spruce)、アツシユ (Ash)、檜、鹽地等ガ使ハレル。

23. 眞空 (Vacuum)

人工的ニ全クノ眞空トイフモノハ作レナイ。マタ工業上デ眞空トイフハ全ク空氣ガナイト意味デハナク、單ニ空氣ガ稀薄デアルトイフニ過ギナイ。眞空ノ眞空度ヲ示スニハ水銀壓力計ノ水銀柱ノ高サデ幾何ト表ハス。例ヘバ眞空度 72 cm トイヘバ

$$760 - 720 = 40 \text{ mm}$$

丈ケノ壓力ノ空氣ガ眞空中ニ殘ツテ居ルコトヲ意味スル。故ニ 72 cm ノ方ガ 66 cm ヨリハ眞空度ガ高イトイフコトニナル。

第七節

熱力学 (Thermodynamics)

及

熱機関 (Heat engines)

1. 熱力学ノ法則

第一法則 熱ト仕事トハ互ニ轉換シ得ルモノデ、一定量ノ熱ヲ費セバ一定量ノ仕事ヲナシ得ルシ、一定量ノ仕事ヲ爲セバ一定量ノ熱ヲ生ズルモノデアアル。今熱量ヲ H, 仕事ヲ W トスレバ

$$W \propto H \quad \therefore W = JH$$

コノ比例常数 J ヲ熱ノ仕事當量 (Mechanical equivalent of heat) ト名ツケル。

第二法則 熱ハ冷體カラ熱體ニ移ルコトハ出来ナイ。故ニ熱機関ニ於テ仕事ニ依テ發生シタ熱ヲ再ビ機械力ニ變換シテ仕事ニ換ヘルコトハ出来ナイ。加ヘタ熱ノ溫度ガ大氣ノ溫度マデ低下スレバ最早熱ハ有益ナ仕事ニ使フコトハ出来ナイ。換言スレバ一度加ヘタ熱又ハエネルギーヲ以テ機械ニ永久運動 (Perpetual motion) ヲ行ハシメルコトハ出来ナイ。

2. 完全瓦斯 (Perfect gas)

ボイルノ法則 及 **シャルノ法則** (本編第二節) ニ最モ良ク從フ瓦斯ヲ完全瓦斯トイフ。上ノ二法則ニ依レバ完全瓦斯ノ場合ニハ

$$\frac{PV}{T} = \text{定數 } R \quad (\text{但シ } T = \text{絶對溫度})$$

$$\therefore PV = RT$$

コノ R ヲ瓦斯常数 (Gas constant) トイヒ、瓦斯體ノ種類ニ依テ一定ナ數デアアル。

3. 等温變化 (Isothermal change)

瓦斯體ガ膨脹中ニ絶エズ外部カラ熱ヲ與ヘ、又タ壓縮中ハ瓦斯カラ絶エズ熱ヲ

奪ツテ一定溫度ノ下ニ行ハレル膨脹、壓縮ノコトヲ等温變化トイフ。コノ場合ニハ完全瓦斯デハ

$$PV = \text{一定}$$

4. 断熱變化 (Adiabatic change)

瓦斯ノ膨脹又ハ壓縮中全ク熱ノ出入ヲ遮斷シタ膨脹又ハ壓縮ヲ断熱變化トイフ。コノ場合ニハ

$$PV^\gamma = \text{一定}$$

トイフ關係ガ成定スル。茲ニ γ ハーツノ係數デアアル。

【附】 Adiabatic change ヲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工所)

5. ポリトロピック變化 (Polytropic change)

瓦斯體ノ壓力ト容積トノ間ニ $PV^C = C$ (Cハ定數) ナル關係ノ成立スル變化ヲ一般ニポリトロピック變化トイフ。断熱變化ハソノ一ツデアアル。

6. 過熱蒸汽 (Super-heated steam)

種々ノ壓力ノ水カラ、ソノ壓力ニ相當スル沸騰溫度デ出来タ蒸氣ヲ飽和蒸氣 (Saturated Vapour) トイヒ、非常ニ細カイ水滴ヲ含ム。コレヲ更ニ熱シタモノヲ過熱蒸汽トイヒ、壓力ハ同ジデアツテモ容積及溫度ガ大デアリ、水滴ヲ含マナイ。

7. 汽罐 (Boiler) ノ分類

汽罐ノ分類法ニハ用途ニ依テ定置式又ハ陸用、船用、汽車用、汽罐胴ノ位置カラ横型、豎型、火爐ノ位置カラ内焚式、外焚式等アルガ構造上カラハ之レヲ焰管式 (Fire tubular type) ト水管式 (Water tubular type) ノ二ツニ分ケルコトガ出来ル。

水管式トハ罐胴ノ下部ニ之ト連結セル數多ノ水管ヲ裝置シ火焰ヲ以テ直接水管ヲ加熱シ、主トシテ水管内ノ水ノ對流ヲ利用スル式デ、バブコック・ウイルコックス型 (Babcock-Wilcox) ハ之レニ屬スル。

煙管式ハ罐胴ヲ貫通スル煙管ヲ備ヘ、火焰ハ罐胴ノ外周並ニ煙管内ヲ通過スル式デ、ランカシャー (Lancashire)、スコッチ (Scotch) 型等ハ之レニ屬スル。

【問】 水管式汽罐ト煙管式汽罐トノ區別ヲ記シ且ツ各式ノ例一ツ宛ヲ擧ゲヨ。
(日立龜戸工場)

8. ガローウエー管 (Galloway tube)

ガローウエー管ハコルニツシユ (Cornish) 及ランカシャー型ニ於テ、圓錐形ノ管ヲ煙管ノ後部ニ垂直若クハ傾斜シテ取附ケタモノデ、之レニ依テ罐水ノ循環ヲ良好ナラシメ、且ツ傳熱面ヲ増スト同時ニ罐ノ内壓ニ對シ煙管ヲ支持シ補強ノ役目ヲスル。

9. 安全弁 (第一編第七節参照)

10. 過熱器 (Super-heater)

汽胴ニ溜マツタ飽和蒸氣ヲ高温瓦斯デ再ヒ熱シテ過熱蒸氣ニスル装置デアアル。

11. 給炭機 (Stocker)

石炭ノ燃燒状態ヲ一定ニスル爲メ、動力ニ依リ自動的ニ爐ニ給炭スル装置デ、鎖式、上送式、下送式等ガアル。

12. 節炭機 (Economizer)

給水ノ温度ガ高イ程、罐内ニ供給シタトキ僅カナ熱デ蒸氣ヲ發生シ得ル故、汽罐ニ供給スル以前ニ煙突カラ大氣中ニ逃ゲ去ル廢氣ヲ利用シテ給水ヲ加熱スル装置デアアル。

13. 煙突 (Chimney)

汽罐ノ火格子上デ石炭ヲ完全ニ燃燒サセル爲メニハ多量ノ空氣ヲ要スル。ソノ爲メニハ空氣ノ速度ヲ高メネバナラス。コレヲ通風 (Draught) トイフ。煙突ハ火格子ニ通風ヲ起スノミナラズ火格子カラ立昇ル煤煙ヲ高く放散サセル役目ヲスル。煙突内デハ下底ノ方ガ頂上ヨリモ遙カニ温度ガ高く從テ下層ノ煙氣ハ膨脹シテ外界ノ大氣ノ壓力ヨリモ低イ。此ノ壓力ノ差ニ依テ通風ヲ行フデアアル。通氣不十分ノトキハ扇風機デ押込式又ハ吸込式ノ通風ヲ行フコトモアル。

【問】 煙突ノ効用ヲ述ベヨ。(新潟鐵工所)

【問】 エコノマイザートハ何カ。(日立製作所)

14. 石炭 (Coal) ノ種類

無煙炭、有煙炭、褐炭、泥炭。有煙炭ハ我國産出石炭ノ大部分ヲ占メ、長イ煙ヲ出シテ罐壁ヲ熱スルカラ無煙炭ヨリモ却テ發熱量大デ汽罐燃料トシテ最モ適スル。之レヲ微粒ニ粉碎シテ爐内ニ吹キ込ミ燃燒ヲ容易ナラシメルモノガ微粉炭デアアル。

15. 發熱量 (Caloric power or Caloric value)

1 kg ノ燃料ガ燃燒ニ依テ發生スル熱量ヲキロカロリー (Kcal.) デ表ハシタモノヲ發熱量トイフ。

【問】 燃料ノ發熱量トハ何カ。(戸畑鑛物會社)

16. 單動式 (Single acting) 及複動式機關 (Double acting engine)

蒸氣 (蒸氣機關) 又ハ爆發瓦斯 (内燃機關) ノ壓力ガピストンノ一方ノミニ作用スルモノヲ單動式、兩側カラ交互ニ作用スルモノヲ複動式トイフ。蒸氣機關ハ凡テ複動式デピストンノ運動ハピストン桿、連接桿ニ經テ、クランク軸 (Crank shaft) ニ依リ往復運動ヲ回轉運動ニ變ヘルモノデアアルガ、内燃機關デハ小型ノモノハ單動式、大型ノモノニハ複動式ヲ使フコトモアル。

17. はずみ車 (Fly wheel) (機械計算第六節参照)

【問】 Fly wheel ノ使用目的ヲ問フ。(富士電機、日立製作所)

【問】 はずみ車ノ効用ヲ述ベヨ。(日立龜戸工場)

【問】 クランクシャフトトハ何カ。(日立製作所)

18. 蒸氣機關ノ隙間容積 (Clearance volume)

ピストンガ最端ノ位置ニアルトキ、汽罐蓋トピストン面トノ間ニ在ル隙間ヲクリヤランストイヒ、汽筒容積 (Cylinder volume = 汽筒面積 × ピストンノ行程) ノ % デ示ス。

19. 死點 (Dead point)

ピストンロッド及び連接桿が同一直線上に在ルトキハはずみ車ノ慣性ノ助ヲカリナケレバクランク軸ヲ回轉サセルコトハ出来ナイ。コノ二ツノ點ヲ死點又ハ思案點トイフ。

20. 蒸気タービン (Steam turbine) ノ種類

蒸気タービンノ分類法ハ種々アルガ、蒸気ノ壓力及使用状態カラ次ノヤウニ分類サレル。

(a) 高壓タービン (High pressure turbine)

最初タービンは入り來ル蒸気壓力ガ約 10 kg/cm^2 ノ高壓ヲ有シタービンを出入ルトキ壓力ヲ低下サセルモノデ、普通ノモノハ概ネコノ式デアル。壓力ヲ低下サセル爲メニ復水器ヲ併用スルコトガ多イ。

(b) 低壓タービン (Low pressure turbine)

廢汽タービン (Exhaust turbine) トモ呼バレ、蒸気機關其他ニ使用シタ蒸気ノ廢汽ヲ利用スルモノデ、出口ノ壓力ヲ低下サセル爲メニ必ず復水器ヲ併用スル外、入ル蒸気ノ壓力ガ低イカラ入口ヲ大ニスル必要上形ガ大キクナル。

(c) 混壓タービン (Mixed pressure turbine)

高壓段 (High pressure stage) = 汽罐カラ生蒸気ヲ加へ、ソノ廢氣ヲ蓄熱器 (Steam accumulator) トイフ廢氣溜ニ集メ置キ、之レヲ低壓段 (Low pressure stage) ニ使用スル式デアル。蓄熱器ニ溜メル廢氣ハ高壓段ノ廢氣以外、種々ノ用途ニ使ツタ廢氣ヲモ利用スル。

(d) 背壓タービン (Back pressure turbine)

壓力ノアル廢氣即チ背壓 (Back pressure) ヲ有スル蒸気ヲ復水器ヲ使用シナイデソノ儘排氣スルモノデ不凝結タービン (Non-Condensing turbine) トモ稱セラレル。低壓蒸気ヲ作業上必要トスル工場デ別ニ低壓汽罐ヲ設備スル費用ヲ省ク爲メニ使ハレル。

(e) 抽汽タービン (Steam extraction turbine)

此ノタービンは高壓段カラ低壓段ニ行く中間ノ適當ノ段落デ一時蒸気ノ膨脹ヲ

中斷シ、蒸気ノ一部ヲ抜キ取ツテ他ノ目的ニ使用シ、殘リノ蒸気ハ低壓段ヲ經テ復水器ニ入ル式デアル。抽汽ノ必要ガナイトキハ蒸気ヲ高壓段カラ直接低壓段ニ送ルカラ、蒸気ノ使用ハ頗ル經濟的デアリ、從テ作業用目的ニ供スル廢氣ノ需用ニ變化アル工場ニ使ハレル。

【問】 抽汽タービンニ就テ略記セヨ。(日立龜戸工場)

21. 衝動蒸気タービン (Impulse) 及び反動蒸気タービン (Reaction steam turbine)

衝動蒸気タービンはベルトン水車ト原理ハ同様デアルガ衝動蒸気タービンノ噴口 (nozzle) ハ廣がり噴口 (Divergent nozzle) デ、ベルトン水車ノヤウニ細まり噴口 (Convergent nozzle) デハナイ。ドラバル (De Laval), カーチス (Curtis), ラトー (Rateau), チェリー (Zeolly) ナドノ型ハコノ式ニ屬スル。

反動蒸気タービンは反動水車トソノ原理ヲ同ジウスルガ導キ羽根モ動キ羽根モ數段ニ作ラレ、蒸気ノ壓力ガ低下スルニ從ヒ次第ニ羽根ノ直徑ト長サトガ大キクナルヤウニ作ラレル。パーソンズ (Parsons) 式ハコレニ屬スル。

22. スタルタービン (Stal turbine)

ユングストロム (Ljungström) 型トモイハレ、反動タービンノ一種デアルガ固定羽根ヲ有セズ、軸ハ中間デ二ツニ分レ、ソノ各々ニ反對方向ニ回轉スル羽根ヲ放射狀ニ交互ニ組合セタ型式ヲ有スルカラ、パーソンズ型ノヤウニ固定羽根ヲ有スルモノニ比シ羽根ノ關係速度ハ2倍トナリ、從テ形狀ガ小サクテ濟ミ、且ツ軸ニ横壓ガカ、ルコトガナク一般ニ構造ハ簡單デアル。

23. ダンミーピストン (Dummy piston)

パーソンズ蒸気タービンノヤウニ横置式反動タービンデハ蒸気ガ高壓側カラ低壓側ヘ流ルルニ際シ軸ニ横壓 (thrust) ガ加ハルカラ之レト釣合フベキ數段ノピストンヲ軸ニ取付ケコレニ蒸気ノ流レノ方向ト反對方向ニ蒸気壓ヲ加ヘテ横壓ト平均サセルモノデアル。故ニバランシングピストントモ云ハレル。

24. 混成タービン (Combined turbine)

反動タービンの高圧段ノ幾ツカヲ除キソノ代リニ衝動式ヲ採用シ、衝動部ヲ經テ蒸汽ガ反動部ニ送ラレルヤウニ作ラレタモノデアル。ブラウンボベリー (Brown Boveri) 型ハ之レニ屬スル。

25. 復水器 (Condenser)

復水器又ハ凝結器トハ蒸汽ヲ凝結セシメテ水ノ状態ニ復歸サセルモノデ、蒸汽ヲ直接冷水ニ接セシメテ凝結サセル噴射復水器 (Jet condenser)、廢氣管ニ冷水ヲ雨下シ冷水ノ一部ヲ蒸發サセソノ蒸發熱ニ依リ管内ノ廢氣ヲ冷却セシメル蒸發復水器 (Evaporative condenser)、數段ノ連続セル圓錐形ノ吸込口ヲ備ヘ中央ニ壓力水ヲ射出セシメ其ノ勢デ廢氣ト空氣トヲ吸込口カラ水流中ニ吸入シ凝結ヲ行フ吸出復水器 (Ejector condenser) 等ガアルガ、最モ廣ク使ハレルノハ表面復水器デアル。表面復水器 (Surface condenser) ハ器内ニ數多ノ水管ヲ備ヘ冷却水ヲソノ中ヲ通ツテ循環セシメ、廢氣ヲソノ表面ニ觸レシメテ凝結復水セシメル式デ、凝結シタ水ハ其ノ儘汽罐ニ送ツテ再ビ利用シ得ル利點ガアル。

【問】 復水器トハ何カ。(日立製作所)

【問】 表面復水器ヲ説明セヨ。(日立龜戸工場)

26. 蓄熱器 (Steam Accumulator)

放散ノ少ナイ器中ニ水ヲ半分程入レコノ水ノ溫度ヲ蒸汽ノ溫度トシテ置ケバ、壓力ガ少シデモ下レバ水ノ壓力ガ降下スルカラ沸騰蒸發スル。故ニ工場ナドデ使用蒸汽量ガ一定シテキナイ場合、汽罐容量ヲ増サズニ蒸汽ノ發生ヲ必要ナ時ニ間ニ合セ、又ハ餘分ノ蒸汽ヲ蓄ヘ置クノニ使用サレル。コレヲ蓄熱器又ハ再生器 (Regenerator) トイフ。

27. 蒸汽機關ト蒸汽タービントノ比較

- (1) 蒸汽タービンハ回轉部ノミデアルカラ主要運動部ノ機構ガ簡單デアル。
- (2) タービンハ蒸汽ノ壓力ガ極メテ低イ所マデ利用シ得ルカラ熱効率 (Heat efficiency) ガ高イ。
- (3) タービンハ回轉力ニ變化ガナイ。

(4) タービンハ機關ト同ジ出力(容量)デ比較スルト極メテ容積ガ小サク重量モ輕イ。

(5) タービンハ運轉經費、据付面積ガ少ナイ。

28. 内燃機關 (Internal combustion engine) ノ種類

内燃機關ハ氣筒内部デ燃燒瓦斯ヲ爆發又ハ燃燒セシメテ動力ヲ發生スル原動機デ燃料ノ上カラ次ノ四種ニ分ケル。

(1) 瓦斯機關 (Gas engine)

都市瓦斯、發生器瓦斯、骸炭瓦斯、鎔鐵炉瓦斯、木炭瓦斯ヲ使用スルモノ。

(2) 瓦斯林機關 (Gasoline engine)

ガソリン (揮發油) ヲ燃料トスルカ、又ハ之レニベンソール (Benzol)、アルコール (Alcohol) 等ヲ混用スルモノ。

(3) 石油機關 (Kerosine or Oil engine)

燈油又ハ輕油ヲ燃料トスルモノ。

(4) 重油機關 (Heavy oil engine) 又ハディーゼル機關 (Diesel engine)

重油ヲ主燃料トシ、ソノ他ター油 (Tar oil)、鯨油、頁油 (Shale oil)、ガス油 (Gas oil)、大豆油ナドガ使用サレ、近年微粉炭ヲ使フコトガ研究サレツツアル。

【問】 内燃機關トハ如何ナルモノカ。(新潟鐵工所)

【問】 Diesel engine ノ燃料ヲ問フ。(新潟鐵工所)

【問】 内燃機關ノ種類ト燃料トヲ記セ。(新潟鐵工所)

29. 四行程サイクル機關 (4 cycle engine)

四ツノ行程デ動作ガ一循環 (Cycle) スル機關デアル。(第一、吸入行程 (Suction stroke) デハ排氣瓣ガ閉ヂ吸氣瓣ガ開キ、ピストンガ氣筒内部カラ外方ニ進ムニ從ヒ真空度ヲ増スカラ、燃料瓦斯ト空氣トノ混合氣 (重油機關デハ空氣丈ケ) ガ吸入サレ、(第二) 壓縮行程 (Compression stroke) デハ各瓣ヲ閉ヂ、前ニ吸入シタ混合氣ヲピストンガ内方ニ進ムニ伴レ壓縮シ、(第三) 爆發行程 (Explosion stroke) 又ハ作用行程 (Working stroke) デハ壓縮氣ニ點火シ (重油機關デハ燃

料ヲ噴射シ), ソノ急激ナ爆發又ハ燃燒ニ依リ膨脹シタ高壓瓦斯ノ作用デピスト
ンヲ外方ニ押シ戻ス。(第四) 排氣行程 (Exhaust stroke) デハピストンガ最外
方ニ達シヤウトスルトキ排氣瓣ヲ開イテ排氣ヲ初メピストンガ最内方ニ達スルマ
デ燃燒氣體ヲ排出スル。即チ此ノサイクルノ機關デハクランクガ二回轉スル間ニ
唯一回ダケ動力ヲ發生スル。

30. 二行程サイクル機関 (2 cycle engine)

コノ式ハ二行程デ一循環ヲ遂行スルモノデアル。第一行程 (First stroke) デ
ハ、ピストンガ氣筒外方カラ内方ニ進ミ最内方ニ達シヤウトスルトキ壓縮氣ニ點
火シ (重油機關デハ噴油スル) ソノ爆發デピストンヲ外方ニ押ス。ピストンガ最
外方ニ近ヅクトキ先ヅ氣筒壁ノ排氣口ガ開キ燃燒瓦斯ノ排出ヲ初メ、尙ホ少シ進
ムト吸氣口ガ開イテ掃除唧筒 (Scavenging pump) ニ依テ壓縮サレタ混合氣 (又
ハ空氣) ヲ氣筒内ニ送り氣筒ノ掃除ト充氣トヲ同時ニ行フ。第二行程 (Second
stroke) デハピストンガ内方ニ向フトキ、先ヅ吸氣口ヲ閉ジ續イテ排氣口ヲ閉ヂ、
其ノ後ハ混合氣 (又ハ空氣) ヲ次第ニ壓縮シテ行ク。

故ニ之ノ式デハクランクノ一回轉中一回ノ動力發生ガ行ハレル。

31. 四行程式ト二行程式ノ比較

- (1) 同一氣筒直徑、行程、回轉數ヲ有スル場合ニハ 2 サイクルノ方ガ 2 倍ノ
出力ガアル理デアル (事實ハ約 1.7 倍) カラ形ガ小サク輕イ。
- (2) 回轉力ノ變化ガ少ナイカラはずみ車ハ 2 サイクルノ方ハ小サクテ良イ。
- (3) 2 サイクルノ方ハ逆轉ガ容易デアル。
- (4) 2 サイクルノ方ハ構造ガ簡單デ且ツ排氣瓣ヲ持タナイカラ故障ガ少ナイ。
- (5) 2 サイクルハ氣筒内ノ掃除作用ガ完全デナイカラ壓縮壓力ガ不足ニナリ勝
チデアリ、從テ熱効率が幾分低下スル。
- (6) 2 サイクル式ハ廢氣ヲ押シ出スノニ新シイ氣體ヲ以テスルカラ、混合氣ヲ
氣筒ニ入レルガソリン、石油、ガス機關等デハ、排氣ト一所ニ混合氣ガ逃ゲ去ルタ
メ燃料ガ不經濟デアル。

【問】 何故ニガソリン機關ニハ 2 サイクル式ヲ使用シナイカ。

32. 瓦斯發生器 (Gas producer)

固體燃料ヲ不完全燃燒サセテ一炭化酸素 (CO) ヲ主成分トスル動力用瓦斯ヲ發
生サセル裝置ヲ瓦斯發生器トイヒ、コレニ依テ作ツタ瓦斯ヲ發生器瓦斯 (Producer
gas) トイヒ、原料トシテハ石炭、コークス、木炭ヲ使用シ器内ニ水蒸氣ヲ送り込
ンデ發生瓦斯ノ發熱量ヲ高メ同時ニ瓦斯ノ溫度ヲ下ゲル。コノ水蒸氣ハ分解シテ H_2
ト O_2 トヲ生ジ、 O_2 ハ C ト化合シテ CO トナルカラ、發生量瓦斯ノ主燃燒物ハ
CO ト H_2 トデアル。發生器ニハ通氣ノ方法ニヨリ吸込式 (Suction type) ト
壓込式 (Pressure type) ガアル。又タ通氣ニ水蒸氣ヲ混ゼナイ方法ヲ乾式 (Dry
type)、上述ノヤウニ之レヲ混ゼル方法ヲ濕式 (Wet type) トイフ。

【問】 瓦斯發生器ニ就テ記セ。(戸畑鑄物)

33. 氣化器 (Carburetter or Carburetor)

氣化器トハ内燃機關ノ氣筒ニ送入スベキ燃油ヲ燃燒シ易クスル爲メ燃料ヲ氣化
スルト同時ニ之レニ適量ノ空氣ヲ混合サセル裝置デアツテ、燃油ヲ空氣ノ流レニ
觸レシメテ氣化シ、又ハ空氣ノ吸出作用ニ依リ之レヲ霧化シ、空氣ト混合セシメル
裝置デアル。

【問】 Carburetter ヲ簡單ニ説明セヨ。(自動車工業)

34. 消音装置 (Silencer or Muffler)

氣筒ヲ出ル排氣ハ約 3 氣壓デアルカラ之レヲ直チニ外氣ニ放出スルト急膨脹
ノ爲メ非常ナ騒音ヲ發スル。故ニ排氣ヲ冷却シツ、徐々ニ膨脹サセ大氣壓ニ近イ
壓力ニ低下シテカラ放出スル。コノ裝置ヲ消音装置トイフ。

35. 内燃機關ノ放熱器 (Radiator)

氣筒ノ過熱ヲ防グ目的デ氣筒ノ周圍ニ冷却水ヲ唧筒ノ働キニ依リ自動的ニ循環
セシメル際、冷却水ヲ常ニ比較的低溫ニ保ツ爲メニ冷却水ノ通路ノ放熱面ヲ多ク
シタ裝置ヲラヂエータートイフ。

36. 點火栓 (Ignition plug)

ガソリン機関等ノ混合瓦斯ニ點火スルニハ電氣火花 (Electric Spark) ヲ利用シタガ便利ナル爲メ、マグネトー (Magneto) 又ハ感應線輪 (Induction Coil) ニ依ツテ生ジタ高壓高周波ノ電氣ヲ氣筒内ニ導イテ適時發火サセル。コノ發火器ハ通常陶器製ノ絶緣物デ一極ヲ保護シ、之ト向キ合ツタ他極ハ氣筒ニ依テ地絡 (アース, earth) シ、極端ガ氣筒内ニ視クヤウニ作ツタモノデ之レヲ點火栓トイフ。

【問】 イグニションプラグトハ何か。(日立製作所)

37. マグネトー (Magneto)

マグネトーニハ二種アリ、一ツハ動搖式 (Vibration magneto) トイヒ、馬蹄形ノ永久磁石 (Permanent magnet) ノ兩極間ニ發電子 (armature) ヲ置キ、發條ノ作用デ之レヲ動搖セシメテ發電サセルモノ、他ハ回轉式 マグネトー (Rotary magneto) デ發電子ニ一次ト二次トノ二ツノ線輪ヲ捲キ一次線輪デ發電スルト同時ニ二次線輪カラ高壓電氣ヲ起シ得ルヤウニシタモノナル。

【問】 Magneto ナ説明セヨ。(自動車工業)

38. ディーゼル機関ノ分類

燃料油ヲ細カイ霧狀トシテ氣筒内ニ噴キ込ム方法ニ依テ之レヲ二種ニ分ケル。

(1) 空氣噴射式 (Air injection type)

空氣噴射式トハ噴射用壓縮空氣ノ力ニ依テ燃油ノ霧化噴射ヲ行フ式ナル。從テコノ噴射用空氣ノ壓力ハ氣筒内ノ空氣ノ壓力ヨリモ高イコトヲ必要トスルカラ、燃油唧筒ノ外ニ空氣壓縮機ヲ併用セネバナラス。コノ式ハ粗悪ナ燃料ノ場合ニ使用スル。

(2) 無氣噴射式 (Airless or Solid injection type)

無氣噴射式ハ空氣壓縮機ヲ必要トセズ、單ニ燃油唧筒ニ依リ油壓ヲ 300~500 氣壓ニ高メ微細ナ噴口カラ噴射サセテ霧化スルモノデ、現今使用ノ機関ハ殆ンド此ノ式ナル。

39. 電氣着火式ディーゼル機関 (Fuel injection engine with spark ignition)

燃料ヲ噴射唧筒デ氣筒内ニ噴射シ之レニ電氣點火スル式デ、壓縮比ヲ高メテ熱効率ヲ上げ得ル利點ガアル。

40. 壓縮比 (Compression ratio)

燃燒室ノ容積トピストンノ行程容積トノ比ヲ壓縮比トイヒ、凡ソ次ノ値ヲトル。

ガス機関	1:5~7.5
ガソリン機関	1:4~7
石油機関	1:4~5
ディーゼル機関	1:13~16

41. ガソリン機関トディーゼル機関トノ比較

- (1) ガソリン機関ニハ氣體器ガ必要ナルガディーゼル機関ニハソノ必要ガナイ。
- (2) ガソリン機関ニハ點火装置ガ必要ナルガディーゼル機関ニハソノ必要ガナイ。
- (3) ディーゼル機関ハ壓縮空氣ノ溫度ニ依テ點火スルモノナルカラソノ溫度ヲ 500°~550°ニ高メル爲メ壓縮比ヲ高メナケレバナラス。
- (4) ディーゼル機関ハ噴射燃油ト空氣トヲ完全ニ混合サセル爲メ空氣ニ渦ヲ作ラセル必要ガアル、從テピストン頭ノ形狀及燃燒室ニ特別ノ工夫ガ必要ナル。
- (5) ディーゼル機関ハ重油ヲ使フカラ燃料費ガ安イ。
- (6) 2 サイクル式ヲ使用シタ場合ニハディーゼル機関ノ方ハ燃料損失ガナイ。故ニガソリン機関ニハ殆ンド 2 サイクル式ヲ使用セズ、4 サイクル式ヲ使用スル。
- (7) ディーゼル機関ニハ壓油唧筒及ピ(空氣噴射式デハ) 空氣壓縮機ガ必要ナルカ、ガソリン機関ニハソノ必要ハナイ。
- (8) ガソリン機関ノ爆發ハ瞬間的ナルガ、ディーゼル機関ノ燃燒ハ比較的緩慢ナル。

【問】 Gasoline engine ト Diesel engine トノ主ナル比較。(三菱航空)

【問】 ディーゼル機関トガソリン機関トノ比較ヲ問フ。(日立製作所)

42. デトネーション (Detonation)

ガソリン機関=燃焼性ノ劇シイ燃料ヲ使用シタ場合=必要ナ時期以前=急激=爆發シ、又クディーゼル機関デハ燃焼性ノ鈍イ燃料ヲ使用シタトキ必要ナ時期ヨリ後レテ一時=爆發シテカンカントイフ叩撃(Knocking)ヲ起スコトガアル。コレヲデトネーショントイフ。コレガ起ルト氣筒ハ過熱シ、潤滑油ハ缺乏シ、ピストン、瓣、瓣座等ヲ破損シ、ピストンヲ焼キ付カセル等ノ故障ガ生ジ途=機関ヲ停止シナケレバナラス。

43. 反叩撃劑 (Anti-knocking material)

デトネーションヲ防グ爲メ=燃料=加ヘル材料ヲ反叩撃劑トイフ。ガソリン機関=ハ着火性ノ小サイベンゾール、アルコール、4 エチル鉛 (Tetraethyl Lead) 等ヲ使用シ、ディーゼル機関=ハ燃焼促進劑トシテ着火性ノ大キイナ硝酸エチル (Ethyl-nitrate) ナドガ使用サレル。

44. オクタン價 (Octane number) トセテン價 (Cetane number)

何レモ油ノ反急激爆發性 (Anti-knocking property) ヲ比較スル値デアツテオクタン價ハガソリンノ場合、セテン價ハ重油ノ場合=使フ。標準燃料トシテオクタントヘブテン (Heptane) ノ二種ノ油ノ混合物ヲ採リ、ソノ中=含マレルオクタンノ含有容量ヲオクタン價トイフ。今試験用シヤウトスルガソリンヲ試験用機関=入レテノツキングノ起ルマデ壓縮比ヲ高メテ行ク。次=標準燃料デ同様ノ試験ヲ行ヒ、兩方ガ同一壓縮比デノツクガ起ツタトキ=此ノガソリンノオクタン價ハソノ標準油ノオクタン含有量 (%) ノ價ヲ有スルモノトスル。例ヘバ試験用ガソリンガ、85% ノオクタント 15% ノヘブテンノ混合油ト同ジ壓縮比ヲ持つナラバ此ノガソリンノオクタン價ハ 85% デアルトイフ。

次=セテン價ヲ定メル=ハ、着火性ノ早イセテント之レトハ反對=着火性ノ鈍イ α メチルナフタレン (α -methyl-naphthalene) トヲ種々ノ割合デ混合シテ成レル燃料ヲ比較用標準燃料油トシ、任意ノ燃料ガソノ中ノ如何ナル混合割合ノ標準燃料油ト同一燃焼性ヲ示スカヲ比較シテ、ソノトキ使用シタ標準燃料油中= %

デセテンガ幾何含マレテ居ルカラ見ルノdeal。例ヘバ試験用燃料ノ着火遅レノ角度ガ標準燃料ノセテン 40%、 α メチルナフタレン 60% ヲ含ムモノノ着火遅レ角度ト等シトキ試験用燃料ノセテン價ハ 40% デアルトイフ。

普通ガソリン機関用燃料ノオクタン價ハ 80~85% デ航空機関=ハ 90% 以上ノモノヲ用キル。マクディーゼル機関用燃料ノセテン價ハガス油デ 35~55%、高速度機関=ハ 55% 以上ノモノヲ使用スル。

第八節

機構學 (Mechanism)

本節ニ於テハ機構學ノ外ニ機械部分ノ設計ニ就テモ略説スル。

1. 機械 (Machine)

機械トハ抵抗性アル物體ヲ組合セテ成リ、各部連絡シテ一定ノ拘束運動ヲ爲シ動力ヲ傳達シテ仕事ヲナス構造物ヲイフ。(例)タービン、旋盤、織機等。

2. 器具 (Apparatus or Tool)

器具(又ハ器械)トハ人力又ハ機械力ニ依テナサレル作業ノ補助ニ用キル物品又ハ装置デアル。(例)壓力計、電壓計、鎚、鋸等。

【問】 機械ト器械トノ區別ヲ二三ノ實例ヲ擧ゲテ説明セヨ。(中央工業會社)

3. 原動機 (Prime mover)

自然界ノエネルギーヲ直チニ受入レ之レヲ仕事ニ換ヘ動力ヲ他ニ傳達スルモノデアル。

原動機ニハ種々アルガ實用ニ供スルモノハ次ノ三種デアル。

(i) 水力原動機 (Hydraulic prime mover)

天然ノ水ノ落差ヲ利用スルモノデ、水車、タービンハ之レニ屬スル。

(ii) 火力原動機 (Heat engine)

燃燒ニ依リ液體及瓦斯體ヲ熱シテ壓力アル瓦斯體トシ、又ハ瓦斯體ヲ熱シテ壓力ヲ生ゼシメ、之レニ依テ仕事ヲ爲ス機械デ、蒸汽機關、蒸汽タービン、各種内燃機關、ガスタービンハ之レニ屬スル。

(iii) 風力原動機 (Wind mill)

風ヲ螺旋狀ノ羽根ニ衝キ當テソノ回轉力ヲ利用スルモノデ、風車ハソノ例デアルガ日本ニハ用キラレナイ。

【注意】 電氣エネルギーヲ機械的エネルギーニ變換スル電動機 (Electric motor) モ原動機ノ種類ニ算入スル人モアル。

【問】 原動機ノ種類ヲ擧ゲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 原動機ノ種類ヲ問フ。(東洋製鐵會社)

4. 螺子 (Screw) ノ種類

(1) 通シボルト (through bolt), (2) 植込ボルト (Stud bolt), (3) ねぢ込ミボルト (Tap bolt), (4) キャツプスクリユー (cap screw), (5) 機械ねぢ又ハ小ねぢ (俗ニびす, machine screw), (6) 押ねぢ (Set screw), (7) 木ねぢ (Wood screw), (8) 吊ボルト (Hanger bolt or eye bolt), (9) 蝶ねぢ (Thumb nut bolt), (10) 地形ボルト (Foundation bolt).

【問】 Screw ノ種類ヲ記セ。(富士電機會社)

5. 螺糸又ハねぢ山 (Screw thread) ノ種類

(1) ウィットウオースねぢ山 (Whitworth thread)

斜面 (Flank) ノ間ノ角度ガ 55° ニ作ラレテキル (JES 68 號)。

(2) セラーズねぢ山 (Sellers thread)

斜面角度ガ 60° ニ作ラレル。

(3) メートルねぢ山 (Metric thread)

斜面ノ傾斜角度ハ 60° ニ作ラレル (JES 13 號)。

(4) 角ねぢ山 (Square thread)

斜面ハ垂直デ齒形断面ハ正方形デ幅ハピツチノ半分デアル。

(5) 丸ねぢ山 (Knuckle thread)

ねぢ山ノ断面ガ半圓形ヲナスモノ。

(6) 梯形ねぢ山 (Acme thread)

齒形ガ梯形ヲナン角度ハ 29° デアル。

(7) 補強ねぢ山又ハ扶壁形ねぢ山 (Buttress thread)

四角ねぢト三角ねぢトノ兩性質ヲ折衷シタモノデ斜面ノ一方ハ垂直デー

方ハコレト 45° ノ傾斜ヲナシテキル。

【注意】 ウイツトウオース、セラース、メートルノ三種ハ標準螺子山デアルカラソノ形状及畫法ヲ記憶セヨ。

【問】 ウイツトウオース式ねぢ山トセラース式ねぢ山ノ異ナル點ヲ圖示セヨ。

(中央工業會社)

6. ロックナツト (Lock nut)

ナツトノ弛ムノヲ防グナツトデアル。普通ハ二重ナツトニシテ外側ノモノヲイフ。コノ他ナツトニピンヲサス場合モアル。

【問】 ロックナツトトハ何か。(日立製作所)

7. ロックワシヤ又ハスプリングワシヤ (Lock or Spring washer)

圓形ノ座金ノ一部ヲ切りハナシコノ部分ヲ僅カニ互ニ反對ノ方向ニ曲ゲテ燒入レシタモノデ、ナツトヲ締メタトキばねノ働キヲナシナツトノ弛ムノヲ防グ。

【問】 スプリングワシヤトハ何か。(新潟鐵工所)

8. スパナー (Spanner)

スパナーハナツトヲ廻ス工具デ上等ナモノハ鋼デ作り仕上後炭素燒ヲ行ヒ表面ヲ硬化スルガ、安モノハ可鍛鑄鐵デ作ル。兩口スパナー (Double open spanner)、片口スパナー (Open spanner)、閉口スパナー (Closed or ring spanner)、箱形スパナー (Box spanner)、いざりすスパナー (Money wrench) ナドガアル。

【問】 スパナーニ就テ説明セヨ。(新潟鐵工所)

9. 小ねぢ (びす) ノ頭 (Head)

小ねぢハ木ねぢ廻シ (Screw driver) デ廻スヤウニ溝 (すりわり) ガ頭頂ニ設ケラレ、頭ノ形ニハ丸頭、皿頭、平頭、卵頭 (Oval head) [平頭ノ上ヲフクラマセタモノ] 等ガアル。

10. キー (Key)

回轉運動ヲ爲ス部分ノ連絡ニ使用サレルモノ、例ヘバ齒車、調車等ヲ軸ニ固定スル如キ場合ニ用キラルモノデ、沈キー (Sank key)、平キー (Flat key)、鞍キー

(Saddle key)、並行キー又ハフエザーキー (Feather key)、接線キー (Tangent key)、ウツドラフキー (Woodruff key) ナドガアル。沈キーハ最も多く使用サレ打込みキー及頭付キーノ二種ニ分レル。

【問】 キーハ何ノ役目ヲスルカ。(新潟鐵工所)

11. 軸 (Shaft) ノ種類

(1) 機械軸 (Machine shaft)

タービン、發電機ノヤウナ機械ノ回轉部ヲ支持シ動力ヲ傳達スル軸デアル。軸ノ軸受 (Bearing) ニ支持サレテキル部分 (軸受ノ長サニ相當スル軸ノ部分) ヲジャーナル (Journal, 軸頸) トイフ。軸頸ニハ端軸頸 (End journal)、中間軸頸 (Neck journal)、豎軸頸 (Pivot journal)、鐐軸頸又ハスライト軸頸 (Collar or thrust journal) ナドガアル。

【注意】 スライト (横壓) トハ軸心ノ方向ニ加ハル壓力ヲイフ。

(2) 車軸 (Axle)

動力傳達ヲナサズ、車輛軸ノヤウニ荷重丈ケヲ支持スルモノヲイフ。

(3) 傳動軸 (Line shaft) 又ハ中間軸 (Counter shaft)

工場ノ傳導軸ノヤウニ長イ軸デ動力ヲ傳達スル用ヲナスモノヲイフ。

(4) 心棒 (Spindle)

主トシテ捻力率ノミヲ受ケル短カイ回轉軸デ旋盤ナドノ主軸ハ之レニ屬スル。

(5) 可撓軸 (Flexible shaft)

長イ蔓卷ばねヲ直徑ノ小サイモノヲ中ニシテ順次重ネテ捲イタモノデ、相隣レルばねハ捲キ方ヲ反對ニシテ重ネばねノ振りノ戻ルノヲ防グ。移動工具ナドニ使用サレル。

【問】 Counter Shaft トハ何か。(東京電氣會社)

12. 軸接手 (Shaft coupling)

一本ノ軸ヲ用キルコトガ出来ナイ爲メ數本ノ軸ヲ接合スル必要ガアル場合、又

ハ二本ノ軸ヲ必要ニ應ジテ連絡シ或ハ離ス場合ニ使用スル接合用具ヲ軸接手トイフ。

軸接手ニハ (1) 固定接手 (Fixed coupling), (2) 可撓接手 (フレキシブルカップリング, flexible coupling), (3) 咬合接手又ハ聯動機 (Clutch) ノ三種ガアル。

固定接手ハ二本ノ軸ヲ一直線上ニ固定スルモノデ筒形接手 (Box or Muff coupling), 割筒形接手 (Split muff coupling), 摩擦筒形接手 (Friction clip coupling), フランジ接手 (Flange coupling) ナドガアル。

可撓接手ハ二本ノ軸線ガ一致シナイトキ, 又ハ一致スル必要ノナイトキニ用キルモノデ二個ノフランジ間ニ革ヲ置クノガ普通ノ型デア。コノ外, ロールノ接手ニ用キルブロック接手 (Block coupling), 軸方向ノ自在ナフツク萬能接手 (Hook's universal coupling) ナドモアル。

クラッチハ軸ノ傳動ヲ間歇的ニ行フ場合ニ使用スル接手デ兩軸ニ咬ミ合セタトキ摩擦ノ爲メ密着スルヤウナ圓筒面ノアル金物ヲ取付ケタ摩擦クラッチ (Friction clutch or Frictional clutch) ヤ, 兩軸ニ爪ノアルフランジヲ取付ケコノ爪ノ咬合ニ依テ軸ヲ連繫スル咬合クラッチ (Claw clutch or Claw coupling) ガアル。

【問】 聯動機 (Clutch) ヲ簡單ニ説明セヨ。(自動車工業會社)

【問】 カップリングノ役目ヲ略記セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 フリクシヨナルクラッチヲ略述セヨ。(日立製作所)

13. 軸受 (Bearing)

軸受ハ回轉スル軸ヲ支持スルモノデ摩擦熱ノ放散ガヨクテ給油作用ガ良好ナモノデナケレバナラス。種類ニハ軸頸部ニ圓筒形ノ金屬ヲ挿入シタ圓筒形軸受 (Bush bearing), 豎軸頸ニ使用スル豎軸受 (Pedestal or Footstep bearing), 横壓ノ加ハル軸ニ使用スルスラスト軸受 (Thrust bearing), 轉動摩擦ノ理ニ依リ軸ノ摩擦ヲ減少スル爲メニ金屬ころヲ使用スルころ軸受 (Roller bearing) 及ビ球軸受 (Ball bearing) ナドガアル。

【注意】 ころ軸受, 球軸受用油トシテハグリース (Grease) ヲ使用シグリースカップ (Grease cup) ニ依テ給油スル。

球軸受ノ大サハ番號デ示サレ, 番號ノ數トmmデ表ハシタ軸ノ直徑ノ寸法トハ一致シテ居ル。

【問】 軸受ノ種類ヲ書ケ。(國産電機會社)

【問】 ボールベヤリングハ何ノ役目ヲスルカ略記セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 ボールベヤリングノ構造ヲ圖ニ畫キ原理ヲ説明セヨ。(東京計器)

14. モジュール (Module) ト直徑刻ミ (Diametral pitch)

モジュールヲ M, 直徑刻ミヲ P_d , 齒數ヲ N, mm デ表ハシタピッチ圓直徑ヲ D_{mm} , 吋デ表ハシ直徑ヲ D_{in} トスレバ

$$M = \frac{D_{mm}}{N}, \quad P_d = \frac{N}{D_{in}}$$

【注意】 齒車ノ大サヲ直徑刻ミデ表ハス場合ニハ 1P 又ハ 2P ナドトイフ。コレハ直徑刻ミガ 1 又ハ 2 デアルコトヲ示ス。

15. 齒車ノ種類

(1) 正齒車 (Spur gear) ハ二軸平行デピッチ面 (Pitch surface) ガ圓筒形ヲナスモノ。

(2) 傘齒車 (Bevel gear) ハ二軸ガ相交ハリピッチ面圓錐形ヲナスモノ。

(3) 喰違齒車 (Skew gear) ハ二軸ガ平行モセズ又タ交ハリモセズ, ピッチ面ガ双曲線體面ヲナスモノデ, ねち齒車 (Helical gear) トウオーム齒車 (Worm gear) トニ分レル。

【問】 齒車ノ種類及用途ヲ擧ゲヨ。(新潟鐵工所, 東京計器, 東京電氣)

【問】 傘齒車トハ何か。(日立製作所)

【問】 Module ヲ簡單ニ説明セヨ。(自動車工業)

【問】 Diametral pitch トハ何か。(富士電機會社)

16. 齒車ノ齒ノ形

齒車ノ齒ハ五ニ咬ミ合フトキ摩擦ヲ少クスル爲メニ理論上種々ノ齒形ガ考ヘラレルガ現今普通ニ使用サレルモノハ齒ノ接觸面ノ曲線ガインボリュート曲線ヲナ

スインボリユート歯形 (Involute teeth) 及ピサイクロイド (シクロイド) 曲線ヲナスサイクロイド歯形 (Cycloid teeth) ノ二種デアアルガ、一般ニハ殆ンドインボリユート歯形ガ使ハレテキル。

【問】 gear tooth = 就テ簡單ニ説明セヨ。(東京計器製作所)

17. ラチエツトホキール (Ratchet wheel)

周圍ニ鋸齒形又ハ四角形ノ溝ヲ有スル車デ、コレト咬ミ合フ爪 (Catch) = 依テ間歇的ノ回轉運動ヲスルモノデアアル。鋸齒形ノ場合ニハ一方方向ニハ回轉スルコトガ出來ルガ、反對方向ニハ爪ノ爲メ運動ヲ沮止サレル。懐中時計ノあんくる (Anchor escapement) ヤウインチノ逆轉止メハコレデアアル。

【問】 ラチエツトホキールトハ何か。(日立製作所)

18. 調車 (Pulley) 及調帶 (Belt)

動力ヲ傳達スベキ二軸間ノ距離ガ相常長ク齒車ヲ用キルコトガ困難又ハ不可能デアツテ且ツ速度比ガ常ニ一定デアアルコトヲ必要トシナイトキニ、軸ニ調車ヲ取付ケ、之レニベルトヲ掛ケテ調車ト調帶トノ間ノ摩擦デカラ傳達スル。兩軸ノ回轉方向ガ同一ノトキハけさ掛ケ (Open belt), 反對方向ノ場合ハたすき掛ケ (Crossed belt) ニスル。

ベルトニハ (1) 獸皮ヲナメシテ膠着シテ作ツタ革調帶 (Leather belt), (2) 優良ナ綿布ト良質ノゴムトヲ壓搾シテ作ツタゴムベルト (Rubber belt), (3) 太絲ノ木綿布ヲ重ネテ縫合セタ木綿調帶 (Cotton belt), (4) 鋼ヲ壓延シテ作ツタ鋼ベルト (Steel belt) [コレヲ使フ場合ニハ調車ノ表面ニ紙, 布, ゴム, 又ハコルク等ヲ張ル] ナドガアル。

【問】 ベルトノ役目ヲ問フ。(新潟鐵工所)

【問】 たすき掛ケ及けさ掛ケノ場合ニ於ケルベルトノ長サヲ求メル公式ヲ擧ゲヨ。
[新潟鐵工所] [機械計算第九節参照]

19. 調帶運轉ト齒車運轉トノ比較

ベルトト調車及齒車ハ何レモ動力ヲ一ツノ軸カラ他ノ軸ニ傳達スル装置デアアルガ凡ソ次ノヤウナ得失ガアル。

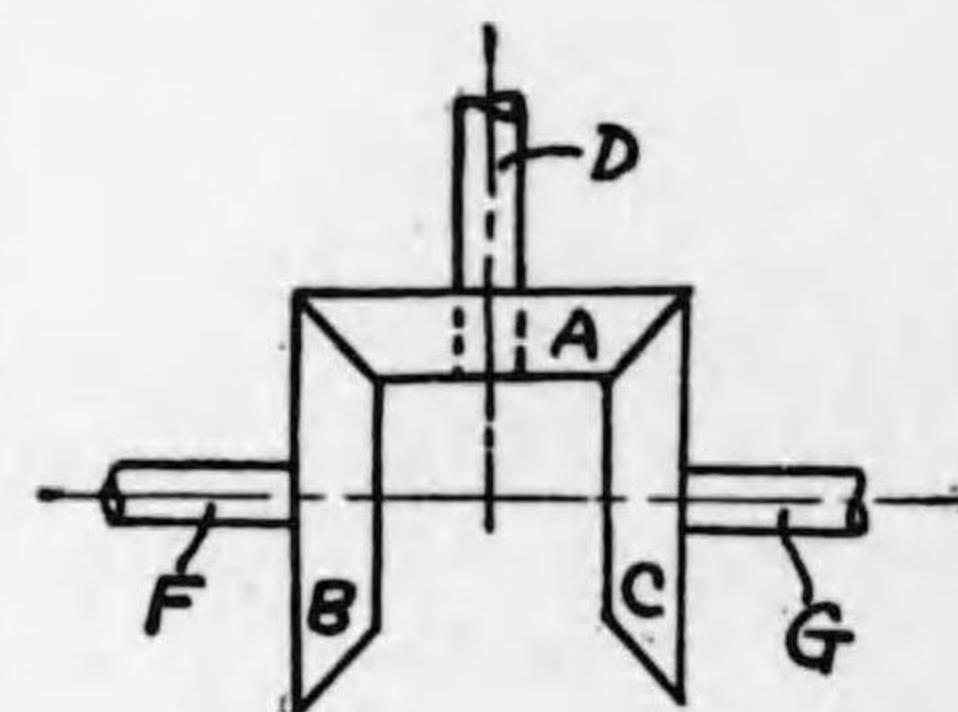
- (1) 調帶運轉ハ軸間距離 (Span) ノ遠イ場合ニ適シ、齒車ハ近イトキニ適ス。
- (2) 齒車ハ速比ヲ正確ニ傳動シ得ルガベルトハ不正確デアアル。
- (3) 齒車ハ速比ヲ如何ヤウニモ變ヘ得ルガ調帶運轉ニハ限度ガアル。
- (4) ベルトハ急激荷重ニ對シテハ滑リ (Slip) ノ爲メニ危険ヲ防止スルコトガ出來ルガ齒車ハ破壊サレル恐レガアル。
- (5) 調車ノ逆轉ハベルトヲ掛ケ換ヘル丈ケデ良イガ、齒車ノ或ル種 (ウオーム) デハ逆運轉ハ不可能デアアル。

【問】 ベルトトギヤートノ用途並ニ其ノ得失ヲ述ベヨ。(東京計器)

20. 綱車 (Rope pulley) 及ビローブ (Rope) (機械計算第八節参照)。

21. 差動齒車 (Differential gear)

茲ニ B, C ナル二ツノ同ジ齒數ノ傘齒車ガアリソレニ夫々 F, G ナル軸ガ固定サレテキル。又タ A ナル傘齒車ガアツテ B, C ト咬ミ合フ。A ニハ D トイフ軸ガアルガ之レハ A = 固定セズルズニナツテキル。今 D 軸ヲ F, G ノ軸心ト直角ノ方向ニ一



定速度デ回轉スルトキ、若シ F, G 兩軸ニ掛ケル荷重ガ等シイトキニハ A ハ回轉シナイデ A, B, C 一體トナリ丁度 F, G 兩軸ガ直結サレタヤウニ等シイ速サデ D ノ回轉方向ニ廻サレル。然シ F, G ノ中ノ一方、例ヘバ F 軸ニ抵抗力ガ加ハツテ回轉ガ停ツタトスレバ、D ハ一定速度デ回轉ヲ續ケテキルノデアアルカラ、ソノ爲メニ A 齒車ハ廻サレテソノ回轉力ヲ C ニ傳ヘル。從テ C 齒車ハ D デ廻サレル回轉數ニ A ト C トノ齒數ノ比ダケノ回轉數ガ附加サレテ C 齒車ハ前ノ 2 倍ノ速度デ廻ル。F 軸ガ停止シナイトキニハ兩軸ニ加ハル荷重ノ差ニ依テ回轉數ヲ異ニスル。コレヲ差動齒車トイヒ自動車ノ後車軸ニ用キラレル。カーブヲ切ルトキニ内側車輪ニハ外側車輪ヨリモ多クノ抵抗力ガ加ハルカラ内側車輪ノ回轉ハ遅クナリ外側車輪ハ速クナル。

【問】 デイフエレンシヤルギヤ—ヲ略述セヨ。(日立製作所, 中央工業會社)

22. カム (Cam)

原動體又ハ被動體ノ表面ガ種々ノ曲面カラ成リ, 其ノ表面ノ相互接觸デ原動體ノ回轉動, 直線動及弧動ガ被動體ニ種々ノ狀態デ傳ヘラレルトキ, 其ノ原動體ヲカムトイヒ, 内燃機關ノ瓣開閉装置ナドニ使用サレル。

第九節

機械工作法 (Factory Practice)

及

機械材料 (Materials)

1. JES

日本工業標準規格 (Japanese Engineering standards) ノ略デ商工省ニ於テ各種工業材料及製造標準ヲ指示シタ規格デアル。

【問】 JES トハ何カ。(國産電氣會社)

2. DIN

獨逸工業標準規格 (Deutsche Industrie Normen) ノ略デ, 獨逸政府ノ工業規格デアルガ, 日本デ米突法ヲ採用シテカラ我國デモ相當使用サレテキル。

3. 工作機械 (Machine tool)

工作機械トハ機械製作ニ際シ勞力ヲ省ク爲メニ使用スルモノデ, 金屬片ヲ必要ナ形狀ニ變ヘ若クハ成形金屬片ニ一層精密ナ仕上ヲ施ス機械デアル。**木工機械** (Wood working machine) 等ハ工作機械ヨリ削除スルノガ普通デアル。

4. 工作機械ノ分類

工作機械ハコレヲ五種ニ分ツ。

(1) 切削工作機械 (Tools acting by paring).

工作機械ニ双物ヲ備ヘ, 金屬ノ切削ヲ行フモノデ旋盤, 錐揉機, 平削機, 摺削機, 鑽孔機 (Boring machine), 縦削機 (Slotting machine) ハ之レニ屬ス。

(2) 旋刀工作機械 (Tools acting by milling).

工作機械ニ取附ケタ數個ノ双物ガ回轉シ, 削ラレル金屬片ハ機械臺ニ固定サレ

ルモノデ、旋削機、鋸機 (Metal saw), 齒切機 (Gear cutter) ナドハコノ種デア
ル。

(3) 壓縮工作機械 (Tools acting by compression).

金屬品ニ衝撃力又ハ壓力ヲ加ヘ所要ノ形狀ニ變ヘルモノデ、蒸汽鎚、落下鎚、
鋸綴機 (Rivetter), 轉展機 (Roll), 壓縮機 (Press) ハコレデア。

(4) 剪斷工作機械 (Tools acting by shearing).

金屬片ヲ剪斷スル機械デ剪斷機 (Shearing machine), 穿孔機 (Punching
machine) ハコレニ屬ス。

(5) 研磨工作機械 (Tools acting by grinding).

刃物ヲ用キズ天然又ハ人造ノ硬度高イ鑽石ヲ碎イテ固メテ作ツタ研磨車デ金屬
ノ表面ヲ研削スルモノデ研磨機 (Grinding machine), 精研機 (Polishing
machine), 摺仕上機 (Lapping machine) ハ之レニ屬ス。

【問】 Machine tool ノ實例ヲ擧ゲヨ。(新潟鐵工所)

【問】 工作機械ノ名稱ヲ知レルダケ記セ。(自動車工業會社)

【問】 主ナル工作機械ヲ知レル丈ケ列擧シ其ノ用途ヲ述ベヨ。(東京計器)

5. 旋盤 (Lathe, だらいばん)

旋盤ハ主軸ガ工作物ト共ニ回轉動ヲナシ、刃物ハ直線動ヲナシテ、圓筒狀工作
物ノ周圍切削、ねぢ切削又ハ端面ヲ平ラニ切削スルモノデア。種類多ク (1) 普
通旋盤 (Engine lathe, ばんこ) ハ親ねぢ (Leading screw) ヲ有シ縦送り切削、
横送り切削及ビねぢ切り等ヲ行フモノ、(2) ターレット旋盤 (Turret lathe) ハ
多數刃物ヲ刃物臺ニ備ヘ、種々ノ加工ニ際シテ種々刃物ヲ取換ヘル手數ヲ除イタ
モノデねぢ、ナットナド同形ノ品ヲ多數製作スルニ使フ。堅型、横型ガアル。鏡
旋盤 (Face lathe) ハ鏡板 (Face plate) ニ取附ケタ大型工作物ヲ削ルニ使フ。之
レノ堅型ノモノヲターニングミル (Turning mill) トイフ。

普通旋盤ニハ英式〔ベッド(はしり)ノ上面ガ扁平ナモノ〕、米式〔ベッドノ面ガ
山形ノモノ〕ノ二種ガアル。英式旋盤ニハ大徑ノモノヲ削ル爲メニ臺ニ落シ (gap)

ガアル。主要部ハ主軸臺 (head stock, はしこつぶ), 心押臺 (tail stock, おしこ
つぶ), ベット (bed, はしり), 往復臺 (Carriage, しれー) ノ四部カラナリ、はしこ
つぶノスピンドルニハ段車、バツグギヤー掛換装置ナドガアル。

6. 旋盤附屬品 (Lathe fixtures)

(1) レースチャック (Lathe chuck)

スピンドル端ニ取附ケルモノデ、數多ノ爪 (Jaw) ヲ有シ之レデ工作物ヲ締付
ケテ削ル。

(2) 鏡板 (面板, Face plate)

チャックニ取附ケ難イ不整形ノ工作物ヲ鏡板ノ孔ニボルトト締金デ取附ケル。

(3) ぶり止め (Rest)

比較的細長イ工作物ヲ削ルトキニ撓ミノ爲メ振レナイヤウニ材料ヲクハイデベ
ッドニ取附ケル。猫チャックナドトモ云ハレル。

(4) べんふらつと (Driving plate)

ライブセンター (Live centre) トデッドセンター (Dead centre) トデ工作物
ヲ支ヘタトキニ之レヲスピンドルト一所ニ廻ス爲メニスピンドルニねぢ込ムモノ
デア。

(5) けれ (Carry or dog)

工作物ノ一端ニ取附ケテべんふらつとノ回轉ヲ工作物ニ傳ヘルモノ。

(6) マンドレル (Mandrel or arbor)

先ヅ孔ヲ仕上ゲテカラソノ外徑ヲ仕上ゲルトキニ、ソノ孔ニ嵌メテ兩センター
ニ取附ケルモノ。

(7) バイトホルダー (Tool holder)

刃物 (Bite) 全部ヲ高價ナ刃物地金デ作ルト不經濟デアカラ、之レヲ小サク
切りバイトホルダーニトリ付ケル。

(8) ローレット (Knurling tool)

工作物ニローレット (rollet) ヲ刻ム刃物デア。

7. 鑽機 (Drilling machine, ほーるばん)

鑽 (Drill) デ テーブル (Table) = 取附ケタドリルバイス (Drill vice) = 固着シタ工作物 = 孔ヲ穿ケル機械デ、中ぐり盤 (Boring machine) ハ既ニ孔ノアル工作物ノ孔ヲ大キクシタリ又ハ指定通りノ寸法ニ正シク仕上ゲル機械デアル。ほーるばんニハ卓上ほーる、はんどほーる、電気ほーるナドノ小サイモノモアル。鑽ハドリルチヤツク (Drill chuck) = キー (Key) デシツカリ取附ケル。

8. ジグ (Jig)

同形ノ多數ノ工作物ノ一定個所ニ孔明ケヲ行フ場合ニ案内トナルベキ工具ヲジグ (治具) トイフ。コレヲ使用スレバ罫書ヲ行ハズニ而モ敏速ニ作業ヲナシ得ル。ジグニハ板ジグ (Plate jig) ト箱ジグ (Box jig) ノ二種ガアル。

9. 平削機 (Planing machine, Planer, ひかるばん)

長大ナ平面ヲ削ルモノデ、双物ハ一個所ニ固定シ工作物ヲテーブル上ニ取リ付ケテ水平ニ往復動セシメテ切削スルモノデアル。テーブルノ運動ハ削ルトキハ遅ク、復ルトキハ 3~4 倍早イ。コレヲ早戻運動 (quick return motion) トイフ。

10. 摺削機 (Shaping machine, Shaper, 型削盤, 成型機, しやーびん, セーバー)

比較的小型ノ工作物ノ平面ヲ削ルモノデ工作物ヲテーブル上ニ固定シ、双物ヲラム (Ram) ノ端ニ取附ケテ水平ニ往復動セシメテ切削ヲ行フ機械デ、早戻装置ガ附イテキル。コノ種ノ工作機械ニブローチング・マシンガアル。

11. 旋削機 (Milling machine, 旋刀機, ふらいす盤, ミーリング)

工作物ヲテーブル上ニ取附ケコレヲ移動サセ、回轉スル双物即チカッター (Cutter) デ切削スル工作機械デ、溝又ハ齒車ナドヲ切ルニ使用サレル。萬能ミーリング (Universal milling machine) ハテーブルガ上下、前後、左右ニ動ク外、或ル角度ニ回轉シ得ル。

12. 工作機械ノ大サ (Size)

旋盤ノ大サヲ表ハスニハベツトノ長サト心高 (Centre height), 又ハ切削シ得ル

最大直径即チスキング (Swing) デ表ハス。スキングハ心高ノ 2 倍ヨリ少シ大キイ。普通 4 呎ノ旋盤ナドトイフ。

ほーる盤ノ大サハテーブルノ中心カラ柱 (Column) ノ面マデノ距離ノ 2 倍即チスキングデ表ハスカ、テーブルノ直径デイフ。20' ノほーる盤ナドトイフ。

ひかる盤 (プレーナー) ノ大サハテーブルノ長サデ表ハス。即チ 8 呎ノプレーナーナドト呼ブ。

セーバーノ大サハ双物ノ動ク最大距離即チ行程 (stroke) デ表ハス。即チ 20' ノセーバーナドトイフ。

ミーリングノ大サハテーブルノ行程デイフ。但シテーブルノ上下ノ移動距離ヲ一所ニ云ツタ方ガ良イ。10' ノミーリングナドトイフ。

【問】 Lathe ハ何ノ寸法ヲ以テ能力ヲ表ハスカ。(東京計器)

【問】 ドリルトハ何か。(新潟鐵工所)

【問】 Jig, Mandrel トハ何か。(東京計器)

【問】 次ノ工作機ノ用途ヲ問フ。(イ) 旋盤 (ロ) ユニバーサルミーリングマシン (ハ) シェーバー (ニ) ドリリングマシン (ホ) グラインデングマシン。(東京計器)

【問】 Lathe chuck トハ何か。(東京電氣)

13. 手仕上 (Hand finishing) 用工具 (Tool) ノ主ナモノ

(1) カリバス (Calipers) ハ工作物ノ外又ハ内側ニ當テテ寸法ヲ測ル工具デ丸ばす、孔ばす、移シばすガアル。

(2) コンパス (Compass) ハデバイダー (Divider) トモイヒ圓ヲ畫クモノデソノ變形ニ片ばすガアル。

(8) 分度器 (Protractor) ハ角度ヲ測ルモノ。

(4) すこあ (Square) ハ工作物ノ直角ヲ検査スル。

(5) すとれつち (Straight edge) ハ幅狭ク長イ平面ヲ仕上ゲルトキ使フ一種ノ定盤。長方形ナモノヲヤウかんトイフ。

(6) 藥研臺 (V block, ブイブロック) ハ 90° ノ V 形溝ヲ有スル鑄鐵製ノ臺デけがき用ニ使フ。

(7) いけーる又へんがらす (Angle plate) ハ直角 (L 型) ノ板状鑄物デソノ孔ニ小サイ工作物ヲ取リツケテ手仕上ヲ行ツタリ, 工作機ニ取付ケタリスル。

(8) とーすかん (Surface gauge)

定盤ノ上ニ移動サセテ, はがき針デ工作物ニ水平ニ罫書クトキ, 又ハ工作物ノ振レナドヲ見ルニ使フ。

(9) きさげ (Scraper, スクレーパー)

中仕上ヲ終ツタ摺合せ面ヲ極ク薄ク削ツテ一層正確ナ平面又ハ曲面トスルニ使フ。定盤ノ面, 旋盤ノ摺動面, 軸受メタルノ摺合せナドニ用ヒ, 普通ノ工作物ノ仕上面ニ使ツテハイケナイ。

(10) 定盤 (Surface plate)

基準ノ平面ニ使フ表面ガ矩形ノ鑄物デ表面ハきさげデ正確ニ摺合せ上ヲ行フ。はがき用ハ大型, 摺合せ用ハ小型デ主ニハンドルガ附イテキル。摺合せ定盤ヲ仕上ゲルニハ普通ウイトウオース摺合法又ハ三枚合せ法ヲ使フ。コレハ三枚ノ中任意ノ二枚宛ヲ摺合せテ仕上ヲ續ケ, 最後ニ三枚ノ中ドノ二枚ヲ合せテモ合フトキ仕上ハ終ル, 即チ三枚一度ニ作ラレル譯デアル。單ニ二枚丈ケヲ摺合せテ仕上ゲル場合ハ一方ガ正確ナ平面デナケレバ他モ正確ニハ出来ナイ。故ニ三枚合せノ方ガ一層正確ナ平面ガ得ラレル筈デアル。

(11) タツブ (Tap) 及ダイス (Dies, こま)

タツブハ金属片ニ雌ねちヲ切り, ダイスハ棒ニ雄ねちヲ切ル工具。

(12) リーマー (Reamer)

一旦明ケタ孔ヲ正確ニ仕上ゲルトカ, 孔ニ傾斜即チテーパー (Taper) ヲツケルトキ等ニ丸鋼ノ尖端ヲ細長イカツターニシタモノヲ使フ。コレガリーマーデアル。

【問】 Surface gauge トハ何か。(東京電氣株式会社)

【問】 タツブトハ何か。(新潟鐵工所)

【問】 べんがらすハ如何ナル時ニ使用スルカ。(中央工業)

【問】 定盤摺合せハ何故三枚合せガ尙バレルカ。(中央工業)

14. 工場用精密工具

(1) のぎす (Vernier)

副尺 (Vernier) ヲ持ツ物指ノコトデアル。副尺ハ本尺ノ (n-1) 目盛ヲ n 等分シタ目盛ヲ持ツモノデ本尺ノ $\frac{1}{n}$ ヲ正確ニ讀ミ得ルモノデアル。實用ノモノハ吋ハ $\frac{1}{1000}$ 吋マデ, mm ハ $\frac{1}{100}$ マデ讀ミ得ル。

(2) マイクロメーター (Micrometer)

枠ニ固定サレタスリーブノ雌螺子ニ嵌合スル精確ナ雄螺子ヲ有スルスピンドルノ端面トアンビル面トノ間ニ板又ハ線ヲ挟ミノ厚サ又ハ直径ヲ精密ニ測定スル装置デススリーブ面ノ目盛ト, スピンドルト一體トナツテスリーブ上ヲ回轉スルシンプルノ目盛トデ寸法ヲ定メルモノデアル。普通使用スルモノハメートル式デハ $\frac{1}{100}$ mm, 吋式ハ $\frac{1}{1000}$ 吋マデ精密ニ讀ミ得ル。

(3) ねち用マイクロメーター

ねちノ有効直径 (effective diameter) ヲ精確ニ測ルモノ。

(4) デツブスゲージ (Depth gauge) 及高さゲージ (Height gauge)

前者ハ或ル面カラノ深サヲ, 後者ハ或面カラノ高サヲ測ルモノデ, 多クハ副尺又ハマイクロメーターガツイテキル。

(5) ダイヤルゲージ (Dial gauge or dial indicator)

機械ノ組立, 検査ニ際シテ面ノ不正ヲ検ベ, 又タ旋盤仕事ナドデ直径ノふれナドヲシラベルニ使用スル。 $\frac{1}{100}$ mm 又ハ $\frac{1}{1000}$ 吋マデ見ラレル。

(6) ミニメーター (Minimeter)

ダイヤルゲージト同様ノ目的ニ用キラレルガ一層正確デ 0.001 mm マデ測レル。

(7) 限界ゲージ (Limit gauge)

工作物ヲ製作スルトキニ圖面通りノ寸法即チ稱呼寸法 (Established dimension) 通りニ作ルコトハ困難デアル爲メ, 仕上ニ際シテ動作上許シ得ベキ最大及最小

寸法ヲ與へ、ソノ間ノ寸法ニ仕上サヘスレバ良イト定メル。斯ノ場合ニ大小2個一組ノゲージヲ作ル。コレヲ限界ゲージトイフ。例ヘバ丸棒ヲ仕上ゲタ場合ソノ製品ノ直徑ガ大キイ方ノゲージ (Go gauge) ヲ樂ニ通り小サイ方ノゲージ (No-go gauge) ヲ通ラナケレバソレハ正品デアル。限界ゲージニハ挟みゲージ (Caliper or Snap gauge) ト棒ゲージ (Plug gauge) ノガアリ前者ハ軸ノヤウナ丸棒ノ外徑ヲ、後者ハ孔ヲ測ル。

(8) シツクネスゲージ (Thickness gauge)

小サナ間隙ヲ測ルモノデ細長イ鋼製ノ板デ作ツタ極メテ薄イ (0.05 mm) モノカラ稍々厚イモノ (0.5 mm) マデ數枚ヲ一組トシタモノデアル。

(9) 半徑ゲージ (Radius gauge)

薄イ細長イ鋼板ノ尖端ヲ凹凸二組ノ種々ノ半徑ニ作ツタモノデ、製品ノ半徑ヲ検査スルニ使フ。

(10) ビツチゲージ (Pitch gauge)

薄イ鋼片ノ先キニノビツチノ異ナツタねぢ型ヲ刻ンダモノ數枚又ハ十數枚ヲ集メタモノデ、ねぢノビツチノ検査ニ使フ。

(11) ブロックゲージ (Block gauge) 又ヨハンソンブロック (Johanson block)

カリバーゲージ、マイクロメーターノヤウナ長サヲ測ルゲージヲ検査スルゲージ (測定器)デ、横 9 mm 縦 28 mm デ厚サガノ違フ鋼片 103 個一組カラ成ル標準ゲージヲイフ。コノ鋼片ノ厚サハ極度ニ正確ニ作ラレ、103 個ノ中、適當ノ枚數ヲ重ネ合セテ $\frac{1}{1000}$ mm マデノ正確ナ寸法ガ得ラレル。吋式ノモノモアル。

【問】 マイクロメーターハ如何ナルモノカ。(日立龜戸工場)

【問】 マイクロメーターハ如何ニシテ使用スルカ。(中央工業會社)

【問】 テツブスゲージ、シツクネスゲージノ使用法如何。(中央工業)

【問】 ゲージブロックトハ何カ。(新潟鐵工所)

【問】 ノギストハ何カ。(新潟鐵工所)

【問】 Vernier ノ讀ミ方ヲ圖解シテ説明セヨ。(東京計器)

【問】 Limit gauge, Vernier ヲ簡單ニ説明セヨ。(東京計器)

【問】 micrometer デドノ位マデ測レルカ。(昭和製作所)

【問】 機械製作工場デ使用スル精密測定器具ノ名稱ヲ列記セヨ。(東京製鐵)

15. 互換性 (Interchangeability)

機械ノ部分品ノ或ルモノガ磨損又ハ破壊シタヤウナトキ、他ノ同一寸法デ作ラレタ製品ト取換ヘテ完全ニ機械ニ適合スル場合ニハ此ノ部分品ハ互換性(交換能)ガアルトイフ。

【問】 互換性ヲ簡單ニ説明セヨ。(日本酸素會社)

16. 限界方式 (Limit gauge System)

限界方式トハ限界ゲージヲ使用シテ多數ノ同一形狀ノ機械部分品ヲ工作スル製作方法デアル。限界方式ノ特色トスル所ハ次ノ諸點デアル。

- (1) 製品ニ互換性ガアル。
- (2) 製品ノ優劣ハ製作者ノ技能ニ關係ガナイ。從テ熟練工ヲ必要トシナイ。
- (3) 工作機械ノ全カラ利用スルコトガ出來ル。
- (4) 多量製産ガ出來ルカラ、工場能率ヲ高メ廉價ニシテ優良ナル製品ガ得ラレル。
- (5) 機械部分品ノ製作ヲ遠隔ノ工場ニ分散シ得ル。從テ部分品ノ分業ヲ統制スルコトガ出來、延テハ一國ノ工業技術ヲ統一シ得ル。

【問】 リミットゲージシステムトハ何カ。(新潟鐵工所)

【問】 Limit gauge system ノ有利ナ點ヲ擧ゲヨ。(富士電機)

17. 嵌合 (Fit, 適合)

嵌合トハ軸ト軸孔トノ嵌メ合セニ適合スル寸法ノ組合セヲイフ。故ニ製品ノ作動上カラ種々ノ嵌合ガアル。

(a) 遊動嵌合又ハ遊合 (Running fit)

軸ト孔トガ容易ニ回轉シ得ルモノ。

(b) 滑り嵌合又ハ滑合 (Sliding fit)

軸ト孔トガ互ニ滑合シ得ルモノ。

(c) 押込嵌合 (Push fit)

人力で押し込め又は木槌等で軸ヲ打込ミ得ルモノ。

(d) 打込嵌合 (Driving fit)

鐵鎚で打ち込シテ固著サセルモノ。

(e) 壓入嵌合 (Forcing fit)

スクリュージャッキ、水壓機等ノ強力ナル壓力で壓入スルモノ。

(f) 焼嵌々合 (Shrinkage fit)

孔ノアル品物ヲ加熱膨脹サセテ置イテ軸ヲ嵌合シテ後冷却シ緊縮固着サセルモノ。

【問】 焼嵌ヲ簡單ニ説明セヨ。(日本酸素會社, 新潟鐵工所)

18. 公差 (Tolerance)

機械部分ノ仕上ツタ實際寸法ヲ正確ニ一定寸法ニ合致サセルノハ困難デアルカラ、機械ノ働キニ差支ヘナイ範圍デ大小ニ限界ノ寸法ノ間ニ在ルコトヲ許シ、最大限界ヲ最大寸法、小サイ限界ノコトヲ最小寸法ト名ヅケ、最大寸法ト最小寸法トノ差ヲ公差イトフ。(JES 限界ゲージ方式, 第 117 號)

19. 遊隙 (Clearance)

軸ノ一部ヲ孔ノ一部ニ接觸シタトキ軸ト軸トノ間ニ存在スル隙ヲ一般ニ遊隙トイフ。

20. 隙間 (Allowance)

機械ノ作働上必要ナ軸ト孔トノ間隙ヲ隙間又ハ公隙トイフ。孔モ軸モ共ニ公差ガアルカラ一個ノ嵌合部ニ對シテ隙間ガ四通リアルコトニナツテ不便デアルカラ、便宜上最小隙間ヲ以テ隙間 (JES デハ最小隙間) トイフ。軸徑ガ孔徑ヨリモ大キイ場合ニハ孔ガ公差ノ大ニ、軸ガ公差ノ小ニ出來タ時ノ差ヲ隙間又ハ特ニ締代 (JES デハ最小締代) トイフ。

【問】 Tolerance, allowance トハ何カ。(新潟鐵工所)

21. 基準 (Basis)

軸ト孔トノ嵌合ニ於テ、一ツノ稱呼寸法ニ對シテ孔ノ公差ヲ一種或ハ二種類ニ定メ、軸ノ仕上方ヲ加減シテ各嵌合寸法ニ合フヤウニ製作寸法ヲ定メルコトヲ孔基準 (Hole basis) トイヒ、ソノ反對ニ軸ノ公差ヲ一定シ、孔ノ寸法ヲ變ヘルコトヲ軸基準 (Shaft basis) トイフ。

22. ユニラテラル及バイラテラル (Unilateral and Bilateral)

ユニラテラルトハ限界ゲージノ最大、最小寸法ノ中、何レカーツヲ稱呼寸法ト一致サセル方式デアル。バイラテラルハ最大ト最小ノ寸法ヲ稱呼寸法ノ上下ニ置ク方式デアル。例ヘバ圖面上ノ稱呼寸法ガ 20 mm デアル場合、 $20^{+0.002}_{-0.001}$ ノ如ク限界寸法ヲ定メルノハバイラテラルデアリ、 $20^{+0.002}_{-0.000}$ 又ハ $20^{+0.000}_{-0.002}$ ノヤウニ定メルノハユニラテラルデアル。

JES デハ孔基準ノ場合ニハ孔ニユニラテラルヲ軸ニバイラテラルヲ使用シ、軸基準ノ場合ニハ軸ニユニラテラルヲ孔ニバイラテラルヲ使フコトニシテキル。

23. 木型 (Pattern)

鑄物ヲ作ルトキ鑄型 (Mould) トナルベキ空所ヲ作ル爲メノ模型ヲ木型トイヒ、木又ハ金デ作ル。製品ト同形ノ木型ヲ込型 (Solid pattern)、板狀ノ型ヲ作リ一端ヲ中心トシテ回轉シテ鑄型ヲ作ルモノヲ挽型 (Sweep)、導板ヲ案内トシテ搔板ヲ動カシテ鑄型ヲ作ルモノヲ撻型 (Strickle)、製品ガ對稱形ノ場合、ソノ一部ノ木型ヲ作り順次ニ移動シテ鑄型ヲ作ルモノヲ部分木型 (Part pattern)、製品ニ中空ノ筒所アルトキ、夫レニ相當スル部分ヲ鑄型材料 (例ヘバ鑄物砂) デ作ル爲メノ木型ヲ中子取 (Core box) トイフ。中子取ニハ中子 (Core) ヲ保持スル爲メノ幅木 (Core print) ヲツケ中子モ同様幅木丈ケ長ク作ル。木型ニハコノ外骨組木型 (Skeleton pattern) ナドガアル。

24. 鑄物砂 (Moulding sand) ノ性質

(1) 鑄型内ニ注入スル金屬ノ熱デ軟化、熔解、燃燒セズ、又ハ湯ト化合シナイコト (耐火性)。

(2) 鑄型ヲ作り易イコト (粘結性)。

- (3) 湯ヲ注入シタトキ發スル瓦斯ノ通りガ良イコト (多孔性)。
- (4) 湯ノ壓力=抵抗シ得ル強サヲ有ツコト (強靱性)。
- (5) 鑄物肌ヲ平滑ニ美シク且ツ鑄物トノ砂離レガ良イコト (凝結性)。
- (6) 鑄型ニ注入シタ湯ガ凝固スルトキ收縮ヲ起ス=伴ヒ鑄型ハ膨脹シテ間隙ヲ生ジナイコト (彈性)。

25. 粒度 (Grain size)

鑄物砂又ハ金剛砂ナドノ微粒ヲ測ル=メツシ (Mesh) トイフ單位ヲ使フ。コレハ 1 吋長サノ篩目ノ數又ハ粒ノ數デアル。

26. 木工機械ノ名稱

木工旋盤 (Wood turning lathe), 帶鋸機 (Band saw), 圓鋸機 (Circular saw), 鋸目立機械 (Saw Shapener), 鉋削機械 (Wood planing machine), 萬能木工機 (Universal wood worker), 木口留切機 (Wood trimmer), 木工フライス盤 (Wood miller), 紙鑿機 (Sander) 等。

27. 鋸ノあさり

木ヲヒクトキ摩擦ヲ減ズル爲メ齒ヲ兩方ニ振り分ケルコトヲあさりヲ附ケルトイフ。

28. 金屬熔解爐 (Melting furnace)

- (1) 熔鑪 (Blast furnace) ハ原鑛カラ銑鐵ヲ作ル爐。
- (2) バツドル爐 (Puddling furnace) ハ銑鐵カラ鍊鐵ヲ作ルトキ用キル爐。
- (3) キューボラ (Cupola) 及こしきハ共ニ鑄鐵鑄物ヲスルトキ銑鐵ヲ鎔カス爐。
- (4) 坩堝 (Crucible, るつぼ) ハ鋼又ハ眞鍮, 砲金等ヲトカストキ使フ爐。
- (5) 反射爐 (Reverberatory) ハ鋼ヲ熔解スルモノ。
- (6) ベツセマー轉爐 (Bessemer's converter) ハ鋼ヲ作ルトキ使用スル回轉爐。
- (7) 電氣爐 (Electric furnace) ハ電氣ノ火花又ハ熱ヲ熔カスモノデ種類ガ非

常ニ多イ。

【問】 Iron melting of furnace ノ實例ヲ擧ゲヨ。(新潟鐵工所)

29. 高溫度計 (Pyrometer)

- (1) 水銀寒暖計ノ真空部ニ窒素ヲ填充シタモノハ 450°C マデ測レル。
- (2) ゼーゲル錐 (Seeger's cone) ハ石英, 長石, 硅石, 大理石ナドヲ種々ノ割合ニ混合シタ三角錐デ, 配合ニ依テ爐内デ熔ケル溫度ガ違フカラ, ソレデ溫度ガ測レル。
- (3) 熱電對高溫度計 (Thermo-couple) ハ異種ノ金屬ノ一端ヲ鎔接シ, コレヲ耐火物ニ入レ他端ハ電壓計ヲ經テ結合スル。溫度ニ依テ生ズル熱電流ノ電壓ガ違フカラ之レデ溫度ガ測レル。(第十節 § 11 參照)
- (4) ワンナー高溫度計 (Wanner optical pyrometer) ハ爐内ノ火色ト電球纖維ノ火色トヲ一致サセテ測定スル方法。
- (5) フェリー高溫度計 (Fery's radiation pyrometer) ハ爐内ヲ輻射熱ヲ四面鏡デ集メ其ノ焦點ニ熱電對ヲ置イテ其ノ接續點ヲ熱シ其ノ電壓ヲ測ツテ溫度ヲ知ル方法デアル。

【問】 パイロメーターヲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 溫度測定法ノ種類ヲ擧ゲヨ。(東京電氣)

30. 壓縮工作機械

壓縮工作機械ノ主ナモノハ次ノ如シ。

- (1) 蒸汽錘 (Steam hammer) ハ鍛造物ヲ成形スル場合ニアンビルノ上ニ赤熱シタ鍛造物 (火作り物) ヲ置キ, 蒸汽力ニ依テピストンヲ働カシテ壓力ヲ加ヘ加工スルモノデアル。
- (2) 空氣錘 (Pneumatic hammer) ハポンプシリンダーニ空氣ヲ吸ヒ込ミ之レヲ壓縮シハンマーシリンダーニ送りピストンニ上下動ヲ與ヘルモノデ, 動力ハ直結電動機カラ取り便利デアル爲メ鍛冶工場ニ廣ク利用サレル。
- (3) 落下錘 (Drop hammer) ハクランクノ作用デ重イ錘ヲ或ル高サマデ引揚

が落下させて鍛造物=衝撃ヲ與ヘルモノデアル。

(4) 水壓機 (第六節参照)。

(5) プレス (Press) ははづみ車ノ回轉ヲクランク=傳ヘテ連接桿カラ角胴 (Ram) =往復動ヲ與ヘルモノデ主ニ板金ノ成形、打抜等ニ使フ。プレスニハ又タねぢヲ利用シタスクリュープレス (Screw press) 等ガアル。

(6) 壓延機 (Roller) ハ冷剛鑄物デ作ツタ圓鑄ノ表面ヲ精密ニ使上ゲタロールヲ2本乃至3本一組トシテソレ等ノ間ニ材料ヲ挿ミ壓延作業ヲ行フ機械デアル。

【問】 空氣銃トハ何か。(日立製作所)

31. 金屬 (Metal) ノ通性

(1) 金屬光澤ヲ有ス、(2) 極メテ少數ヲ除ク外比重ハ1ヨリ大キイ、(3) 水銀以外ハ常溫デ固體、(4) 不透明デアル、(5) 彈性ガアル、(6) 延展性ガアル、(7) 少數ノモノヲ除ケバ相當ニ高イ硬度ヲ持ツ、(8) 熱及電氣ノ傳導性ガアル、(9) 熱膨脹性ガアル、(10) 少數ノモノ以外ハ相當高イ熔融點ヲ持ツ、(11) 貴金屬以外ハ腐蝕性ガアル、(12) 金屬ノ水溶液ハ陽イオン (Cathion) デアル。

32. 合金 (Alloy)

合金トハ金屬元素ニ他ノ金屬又ハ非金屬元素ヲ加ヘテ作ツタ物質デ、熱ヲ加ヘテ溶カスト全部融合シテ均一ナ液體トナリ、且ツ金屬ノ諸性質ヲ具備スルモノデアル。

【問】 Alloy トハ何か。(東京計器)

33. 金屬ノ粒 (Grain)

金屬ハ凡テ結晶カラ或ルモノデ、ソノ結晶ノ一ツツヲ粒トイフコトガアル。

34. 共晶 (Eutectic mixture)

合金ヲ形成スル相(phase)ガ極メテ微細ナ粒(又ハ細片)トナツテ交互ニ入り雜ツテ出來タモノヲ共晶ト名ヅケル。コノモノハ同一成分元素ヨリ成ル他ノ合金ノ融解點ヨリモ低イ融解點ヲ持チ、且ツ成分ノ配合ノ割合ガ金屬ニ依リ一定シテ居ル。

35. 鐵ト鋼 (Iron & Steel)

鐵類ハ普通炭素含有量ノ多少デ分類サレ、C 2.5% 以上含ム鐵ヲ鑄鐵 (Pig iron) 又ハ鑄鐵 (Cast iron) [俗語づく]ト名ヅケ、C 1.7% 以下ノモノヲ炭素鋼 (Carbon steel)、略シテ鋼 (Steel)、又タ C 0.3% 以下ニナルヤウニ鍛鍊シテ作ツタ鐵ヲ鍊鐵 (Wrought iron) トイフ。鋼ニハ硬鋼 (Hard steel) 及軟鋼 (Mild steel) ガアリ、鍊鐵モ亦極軟鋼ト呼バレ鋼ノ一種ト見ナサレルコトガアル。又タ工場デハづくノコトヲ單ニ鐵ト呼ブコトガアル。

鑄鐵ト鋼トノ相違點ハ (1) 鋼ハ鉄鐵ヨリモ炭素含有量ガ少ナイ (2) 鋼ハ強靱性ニ富ムガ鐵ハ脆イ (3) 鋼ハ延展性ニ富ムカラ鍛冶加工ニ適スルガ鉄鐵ハ普通鑄物ノ儘デハ出來ナイ (4) 鉄鐵ハ溶解シタトキ流動性ガ大キイカラ鑄物ニ適スル (5) 鉄鐵ハ價格ガ廉イ。

機械的(物理的)性質ハ凡ソ次ノ通りガアル。

種類	平均比重	平均抗張力 (kg/mm ²)	平均伸張率 (%)	ブリネル硬度
鼠鉄	7.2	15	2	150
白鉄	7.6	20	2	420
鍊鐵	7.9	35	20	80
軟鋼	7.7	40	30	90
硬鋼	7.8	60	20	600

尙ホ純鐵ノ熔融點ハ 1530°C デアル。

炭素鋼ト鍊鐵トノ相違點ニ就テハ見分ケ方ガ困難デアル。コノ二ツハ炭素含有量ハ同様デアルガ性質ハ可ナリ違ツテキル。

(a) 鍊鐵ハ鉄鐵ニ酸化鐵ヲ加ヘ加熱溶融壓延ヲ數回繰返シテ作ル爲メ鐵滓ヲ含ムコトガ鋼ヨリ多イ。

(b) 鍊鐵ハ製造ノ際不純分ヲ除ク目的デ加熱鍛冶、加熱壓延等ノ作業ヲ繰返シ行フカラ組織ヲ顯微鏡デ見ルト纖維狀デアルガ、鋼ハ同ジ鉄鐵デ作ラレルガ上記ノ作業ヲ行ハナイカラ組織ハ粒狀デアル。

(c) 鋼ハソノ色ガ灰色デアリ、鍊鐵ハ灰白色デモ幾分青味ヲ帯ビテキル。

【問】 づくト鑄鐵トノ區別ヲ問フ。(中央工業) [答、同ジモノデアル]

【問】 鍊鐵ト炭素鋼トノ相違ヲ問フ。(中央工業)

【問】 鐵ト鋼ニ就テ異ナル所ヲ記セ。(東京計器)

【問】 鑄鐵ト鋼ノ相違スル點三ツ以上ヲ述ベヨ。(日本酸素會社)

【問】 Cast iron 及 Steel ノ強サハ每平耗ニ付キドレ位アルカ。(昭和製作所)

36. 鑄物ノ枯らし (Seasoning)

一般ニ鑄鐵鑄物ハ鑄造後多少ノ收縮内力が存在シ、之レガ時日ノ經過スルニ伴ヒ漸次除カレルモノデアラカラ、鑄造後少クとも6箇月以上外氣ニ晒シテカラ精密仕上ヲ施サナイト狂ヒガ出來ル。コノ外氣ニ放置スルコトヲ鑄物ヲ枯らすトイフ。

37. 鑄物ノ成長 (Growth)

鑄鐵鑄物ヲ 650°C 以上ノ溫度ニ加熱スルト永久的ニソノ體積ガ増シテ行ク。コレヲ鑄物ノ成長トイフ。

38. 半鋼鑄物 (Semi-steel casting) 又ハ鋼性鑄物

鼠鉄中ニ約 25% ノ鋼屑ヲ混入シテ鑄物シタモノヲ半鋼鑄物ト云ヒ、内燃機關ノ氣筒、杵ナドヲ作ル。

39. 鋼鑄物 (Steel casting) 又ハ鑄鋼

鋸ケタ鋼ヲ鑄型ニ注入シテ鑄物ニシタモノデ、固マツタナラバ直チニ取出シテ自由ニ收縮サセ、後表面ノチルヲ防グ爲メニ必ず燒鈍シヲスル。内燃機關ノ氣筒ナドヲ作ル。

40. 可鍛鑄鐵 (Malleable casting)

可鍛鑄鐵ニ二種アル。

(1) **白心(White heart) 可鍛鑄物**ハ歐洲式可鍛鑄鐵トモ呼バレ、白鉄鑄物ヲ褐鐵鑄ノ細粒デ包ミ鐵箱ニ入レテ密閉シ約 950°ノ溫度デ約 1 週間爐中デ連續加熱シ炭素ヲ脱出サセテカラ徐冷シタモノデ鍊鐵ノヤウニ抗張力ト延性ニ富ムモノデアル。

(2) **黒心(Black heart) 可鍛鑄物**ハ米國式可鍛鑄鐵トモ呼バレ、白心同様ニ白鉄デ作ツタ鑄物ヲ酸化鐵ノ細片デ包ミ約 800°ノ溫度デ 2 日乃至 3 日間連續加熱シタノチ爐中冷却シテ燒鈍ヲ行ヒ靱性ヲ附與シタモノデアル。日本デハ專ラ

黒心ノ方ガ使ハレル。

41. 冷剛鑄物又チル鑄物 (Chilled casting)

鼠鉄鑄物ヲ作ル際、特ニ表面ノ硬イコトヲ必要トスル部分丈ケニ金型ヲ使ヒ、他部ニハ普通ノ砂型ヲ使ツタモノヲチル鑄物トイフ。金型部分ハ早く冷却シテ硬クナリ磨耗ニ耐エルヤウニナル。**チルドロール**、鐵道用車輪ナドヲ作ル。

【問】 黒心可鍛鑄鐵ヲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 冷剛鑄鐵 (Chilled cast iron) ニ就テ記セ。(戸畑鑄物)

42. ダイキヤスチング (Die casting)

比較的低溫度デ鋸ケル錫、鉛等ノ合金ヲ鍋デ鋸カシ、必要ナ量丈ケツツ型ノ中ニ押し込ミ成形スル鑄造法デ、鑄肌ガ奇麗デ正確ナ寸法ニ出來上ルカラ事務用品ノ部分ノヤウナ同形ノモノヲ多數作ルトキニ用キラレル。

43. 遠心鑄造法 (Centrifugal casting)

鑄鐵管ノヤウナ圓筒形ノ鑄物ヲ作ル際ニ、速カニ回轉スル圓筒形制金型ノ中ニ鋸融金屬ヲ注入シ、湯ノ遠心力ヲ利用シテ中空圓筒ニ成形スル方法デ、表面冷剛ヲ避ケル爲メ凝固スルヤ否ヤ型ヲ割ツテ直チニ取り出サネバナラス。鑄鐵ノ外ニ鑄鋼、眞鍮、砲金又ハ Al 合金等ニモ使ハレル。

【問】 Centrifugal casting ヲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 **ダイキヤスチング**ヲ簡單ニ述ベヨ。(新潟鐵工所)

44. 鋼ノ脆性 (Brittleness)

鋼ノ脆性ニ四種アル。

(1) 鋼及鍊鐵ヲ 300°C 附近ニ熱スルトソノ延性が常溫ノトキノ約 $\frac{1}{3}$ ニ減ズル。コノ溫度ハ研磨面ガ青色ニ變化スル溫度デアラカラ、此ノ點ニ於テ脆クナル性質ヲ**青脆性** (Blue shortness) トイフ。

(2) 鋼中ニ硫黄ヲ多ク含ムトキハ、硫黄ハ鐵ト化合シテ硫化鐵トナリ鋼粒ノ境界ニ網狀ヲ爲シテ分布シ、常溫デハ害ハナイガ鋼ヲ赤熱シタトキニ脆クナル。之レヲ**赤脆性** (Red shortness) 又ハ**高温脆性** (Hot shortness) トイフ。

(3) 磷ヲ多ク含ムトキハ硬クテ脆イ磷化鐵ガ鋼ノ粒ノ間ニ介在シ常溫ニ於テ延性ヲ減ズル。コレヲ**冷脆性** (Cold shortness) トイフ。

(4) 特殊鋼中, Ni-Cr 鋼ノ焼入シタモノヲ 425°~550°C デ焼戻スルトソノ質ガ脆クナリ衝擊力ニ弱クナル。コレヲ**Ni-Cr 鋼ノ焼戻脆性** (Temper brittleness) トイフ。

45. 鋼ノ組織 (Organization)

鋼ノ 7 種ノ組織中, 純鐵ノ部分ヲ**フェライト** (Ferrite) トイヒ (質軟イ), 炭化鐵ノ部分ヲ**セメンタイト** (Cementite) トイヒ (質硬イ), **フェライトトセメンタイト** トノ共晶ヲ**パーライト** (波來土, Pearlite) トイヒ (鋼ノ中デハ軟イモノ), 鋼ヲ高溫度カラ急冷スルト**オーステナイト** (大洲田, Austenite) トナリ, 冷却ガ漸次遅クナルニ從テ**マルテンサイト** (Martensite, 麻留田), **トルースタイト** (吐粒洲, Troostite), **ソルバイト** (粗粒波, Sorbite) トナル。更ニ徐冷スルト**パーライト**ニナル。故ニ硬サハ大洲田, 麻留田, 吐粒洲, 粗粒波, 波來土ノ順デアル。

46. 鋼ノ熱處理 (Heat treatment)

金屬又ハ合金ヲ高溫度ニ熱シ, 次ニ之レヲ冷却スルコトニ依リソノ性質ヲ變化サセル作業ヲ總稱シテ**熱處理**トイフ。金屬ノ熱處理ニ三種アル。

(1) 焼入法又ハ硬淬法 (Hardening).

鋼ヲ硬化スル目的デ 900°C 以上ニ加熱シタモノヲ水又ハ油等ノ急冷液中ニ浸シテ急冷 (quenching) スルコトヲ**焼入**トイフ。ナホ鋼中ニ特殊元素ヲ入レルト液中ニ浸サナクトモ空氣中ニ放置シタ丈ケデ**焼ガ入ル**モノガアル。コノヤウナ性質ヲ**自淬性**又ハ**空氣焼入性** (Self hardening) トイフ。

(2) 焼戻法 (Tempering)

焼入シタ儘ノ鋼ハ硬度ハ高イガ靱性ヲ缺キ衝擊力ニ弱イカラ, 硬度ヲ餘リ減ジナイデ靱性ヲ附與スル爲メニ, 一旦焼入シタモノヲ再ビ 220°~330°C ニ溫度ヲ上ゲテ徐冷スル。コレヲ**焼戻**トイヒ工具ナドハ必ズ之レヲ行フ。

(3) 焼鈍法 (Annealing)

一般ニ金屬又ハ合金ヲ高溫度ニ熱シ, 然ル後之レヲ徐々ニ冷却スルコトヲ**焼鈍**トイヒ, 之レニ依テ金屬ノ質ヲ均質ナラシメ, 又ハ軟化スルコトガ出來ル。鋼ノ場合ノ**焼鈍溫度**ハ**焼入溫度**ニ等シイ。

47. 表面硬化法 (Case hardening)

鋼ノ表面硬化法トハ鋼ノ表面或ル深サダケヲ硬化シ磨耗ニ對スル抵抗ヲ大ナラシメ, 内部ニハ靱性ヲ持タセテ材料ノ脆クナルノヲ防グ方法デ齒車, スパナー, 球軸受, **ゲージ**ナドニ廣ク行ハレル。

表面硬化法ニ二種アル。

(1) 滲炭法又ハ炭素焼 Carbonizing)

炭素分ノ少ナイ軟鋼 (少ナイ程良イ) デ所要ノ形ノ品物ヲ作り, 之レヲ鐵又鋼製ノ箱中ニ**炭素** (木炭, 炭酸バリウム, 青化加里ノ様ナ炭素ヲ多ク含ム物質) ヲ填メタ中ニ埋メ 800° 以上ノ溫度デ數時間加熱スルト, 炭素ハ軟鋼ノ表面ニ浸透シテ表皮丈ケガ鐵中ニ炭素ヲ多ク含ンデ硬化シ心部ハ炭素少ナク靱性ニ富ンダモノトナル, コレヲ**炭素焼**又ハ**肌焼**トイヒ, Ni, Cr, W 等ヲ含ム特殊鋼ニモ使用サレル。

(2) 窒化法 (Nitriding)

鋼ノ表皮ヲ硬度ノ高イ**窒化鐵**ニ變化サセテ表面ヲ硬化サセル方法デ主ニ Al, Cr, Mo ヲ含ム鋼ニ使用サレル。

窒化ヲ行フニハ材料ヲ焼鈍シ中仕上後焼入焼鈍ヲ行ヒ, Ni-Cr 鋼製ノ窒化箱ニ入レ**アムモニア**瓦斯ヲ通ジ 10~50 時間 500°~600° C ニ加熱シタ後瓦斯中デ冷却スル。表皮ハ非常ニ硬ク近來**ゲージ**製作ニ利用サレル。

【問】 ケースハードニングヲ簡單ニ説明セヨ。(新潟鐵工所, 東京電氣)

【問】 Heat treatment ヲ説明セヨ。(新潟鐵工所)

【問】 表面硬化ヲ簡單ニ説明セヨ。(自動車工業會社)

【問】 Cast steel, Cast iron ニ就テ述べ尙 Steel ノ Annealing ノ目的如何。
(富士電氣會社)

【問】 炭素含有量ノ大ナル鋼ト小ナル鋼トガアル。何レガ炭素焼入ニ適スルヤ。其ノ理由ヲ簡單ニ述べヨ。(東京製鐵會社)

【問】 鋼ノ焼入溫度ハイクラカ。(中央工業會社)

48. 特殊鋼 (Special alloy steel)

炭素以外ノ特殊元素ヲ故意ニ加ヘタ鋼ヲ特殊鋼トイフ。

特殊鋼用特殊元素ノ主ナモノハ Ni, Cr, Mn, W, V, Co, Mo, Si, Al 等デ是等ノ諸元素ノ中、一種又ハ數種ヲ適當ノ割合ニ加ヘ、用途ニ應ジテ機械的、物理的ニ優秀デ耐久力ニ富ム鋼トスルノガ特殊鋼ノ目的デアル。ソノ中、機構及工具ニ最モ用途ノ多イノハ Ni-鋼, Ni-Cr 鋼, 滿俺鋼, Cr ヲ多量ニ含ム不銹鋼, W-鋼, 水鉛鋼, V-鋼等デアル。

【問】 特殊鋼ノ知レルモノ三ツヲ擧ゲヨ。(新潟鐵工所)

49. 航空機用特殊鋼

クランク軸等ニ Ni-Cr 鋼, 管及板等ニハクロム水鉛 (Cr-Mo) 鋼ガ使用サレ、高温度デ且ツ腐蝕サレ易イ廢氣瓣ニハ耐蝕性ニ富ム Cr ヲ多ク含シタ Ni-Cr-W 鋼ガ多ク使ハレル。

50. 不銹鋼又ハ耐蝕鋼 (Stainless steel)

不銹鋼トハ大氣中ニ晒シ又ハ酸類中ニ浸シテモ腐蝕シナイ、又ハ腐蝕サレ方ガ少ナイ鋼ヲ云ヒ、Cr ヲ主要特殊元素トシ、之レニ更ニ Ni, Co, Mo, W, Cu, Mn, Si 等耐蝕性ニ富ム元素ヲ一種若クハ數種加味シタモノデアル。最モ普通ニ内燃機關瓣、タービン羽根ノヤウナ機械部分ニ使用サレルモノハ Cr 18%, Ni 8% 前後ヲ加ヘタ 18 Cr-8 Ni 鋼デアル。

51. 高速度鋼 (High speed steel)

W, Cr ヲ主要特殊元素トシテ含ム鋼デ、高速度デ金屬ヲ切削シ赤熱程度ニ至ルモ切削硬度ヲ維持スルモノデアル。普通 W18%, Cr4%, V1% 位ヲ含ムモノガ多ク使用サレ、コレヲ 18-4-1 型高速度鋼ト呼バレル。更ニ Co ヲ多量ニ加ヘルト赤熱程度ニ熱シテモ硬度ノ殆ンド變化シナイモノガ得ラレル。コレヲ超高速度鋼 (Extra-high speed steel) トイフ。

52. 銅 (Copper) ノ物理的性質

比重 8.93, 抗張力 (壓延シタモノ) 平均 45 kg/mm², 伸張率ハ壓延シタモノデ

平均 3%, 燒鈍シタモノデ平均 50%, ブリネル硬度ハ壓延シタモノ平均 80, 燒鈍シタモノ平均 35 デアル。

53. 黃銅 (眞鍮, Brass) 及青銅 (砲金, Bronze, Gun metal)

黃銅ハ銅ト亜鉛 (45% 以下) トノ合金デ、青銅ハ銅ト錫 (30% 以下) トノ合金デ、眞鍮ハ鑄物ヨリ主ニ壓延シテ棒, 板, 管ヲ作り、青銅ハ主トシテ鑄物ニ用キラレ印筒部分品, 瓣, 軸受ナドヲ作ル。

(注意) 砲金ハモト Cu 90%, Sn 10% ノ青銅ノ名稱デアツタガ今ハ機械用青銅ノ通稱トナツタ。

眞鍮及青銅 (機械用) ノ物理的性質ハ凡ソ次ノ通りデアル。

材料	比重	平均 抗張力 (kg/mm ²)	平均 伸張率 (%)	平均 ブリネル硬度
黃銅	8.4	25	30	50
青銅	8.8	30	20	50

54. ベリリウム青銅 (Beryllium bronze)

銅ニ約 2% ノ Be ヲ加ヘタ合金デ燒入燒戻ヲ施スト鋼ト同程度ノ硬サヲ有シ、耐蝕性、耐摩性ガ大キク熱及電氣ノ傳導度ガ高イ。コレヲベリリウム青銅トイフ。

55. 白合金 (White metal)

白合金トハ鉛, 錫, 安質母尼, 蒼鉛, カドミウム, 亞鉛ヲ主成分トスル合金デ鎔解點ノ低イノガ特長デアル。軟鐵, 活字金, ヒューズ (fuse) ヲ作り、機械デハ軸受メタル (Bearing metal) トシテ廣ク使用サレル。軸受メタル中錫ヲ主成分トシ之レニ銅, 安質母尼ヲ加ヘタモノヲバビットメタル (Babbit metal) ト稱シ最モ多ク使用サレル。

56. 輕合金 (Light alloy)

輕合金トハ比重 4 以下ノ合金ノ總稱デ、特ニアルミニウム及マグネシウムヲ主成分トシタモノハ比重夫々 2.8 及 1.8 ニ近く、重量ノ制限サレル航空機, 自動車等ノ重要材料デアル。

57. アルミニウム (Aluminium) 及マグネシウム (Magnesium)

物理的性質ハ次ノ通りデアル。

材料	比重	抗張力 (kg/mm ²)	伸張率	ブリネル 硬度
アルミニウム	2.56	9~17	35~5	23~44
マグネシウム	1.74	11	5	35

58 チュラルミン (Duralumin)

チュラルミンハ Al 約 95% = Mg, Cu, Mn ヲ含ムアルミニウム合金デ鑄物トシテヨリモ板, 線, 管トシテ航空機ノ主要材料デアル。而シテ物理的性質トシテハ, 焼入シタモノデ比重 2.8, 抗張力ハ 35 kg/mm², 伸張率 27%, ブリネル硬度 90, 尙ホ鋸融點 650°C デアル。

チュラルミンヲ焼入シタモノヲ放置スルト時間ノ經ツニ從テ次第ニ硬度ト強サヲ増ス, コレヲチュラルミンノ時効又ハ成熟 (Aging) トイフ。グラール氏ノ實驗ニ依レバ, 飛行機用管材デ抗張力 38 kg/mm², 伸張率 15% アッタモノヲ 3 年後試験スルト抗張力 44 kg/mm², 伸張率 20% ニ増シタトイフ。

59. エレクトロン (Elektron)

エレクトロンハ 90% 以上ノ Mg = Al, Zn ヲ加ヘタ合金デ鑄物トシテヨリモ板, 管, 棒トシテ飛行機用適材デアル。但シ海水ニ對シテ耐蝕性ガ弱イ缺點ガアル爲メ表面防腐法ヲ施シテ使用セネバナラス。物理的性質ハ棒デ比重 1.8, 抗張力 (平均) 40 kg/mm², 伸張率 (平均) 5%, ブリネル硬度 (平均) 80, 鋸融點 625°C デアル。

【問】 鐵, 銅, アルミニウムノ物理的性質ヲ記セ。(東京計器)

【問】 黄銅ト青銅ノ異ナル所ヲ記セ。(東京計器, 東京瓦斯電氣)

【問】 Duralumin ニ就テ簡單ニ述ベヨ。(自動車工業, 三菱航空)

【問】 Steel, Brass, Aluminium ヲ比重及抗張力ノ大ナル順ニ書ケ。

(三菱航空名古屋工場)

【問】 Brass, Aluminium ノ強サハ每平方耗ニ就テドノ位カ。(昭和製作所)

【問】 Duralumin ト輕合金ノ區別ヲ問フ。(中央工業會社)

【答】 チュラルミンハ輕合金ノ一種デアル。

【問】 砲金ト青銅トノ區別ヲ問フ。(中央工業會社)

【答】 砲金ハ青銅ノ一種デ機械用青銅ノコトデアル。

第十節

電氣工學

(Electrical Engineering)

1. 電氣 (Electricity)

微小ナ物體ヲ吸引スル作用ヲ電氣トイヒ, コノ作用ヲ電氣力 (Electric force) トイフ。電氣力ヲ有スル物體ヲ帶電體 (Charged body) ト名ヅケル。

電氣ニハ正 (Positive), 負 (Negative) ノ二種ガアリ, 從テ帶電體ニモ正負ノ二種ガアル。帶電體ガ有ツテキル電氣ノ分量ヲ電氣量 (Electric quantity) トイヒ, クーロン (Coulomb) トイフ單位デ計ル。

異性ノ帶電體ハ互ニ相吸引シ同性ノ帶電體ハ互ニ相反撥スル。而シテソノ間ニ働ク電氣力ハ兩帶電體ノ電氣量ノ相乗積ニ正比例シ, 帶電體間ノ距離ノ二乗ニ反比例スル (クーロンノ法則)。

2. 電流ト電位 (Current & Potential)

電氣ハ物體ノ中ヲ通ツテ移動スルコトガ出來ル。コノ電氣ノ流ヲ電流ト名ヅケ, 電氣ヲ移動サセル爲メノ仕事ヲスルエネルギーヲ電位トイフ。電流ハ電位ノ差即チ電位差 (Potential difference or Electro-motive force, 電壓, 起電力) ニ依テ流レル。電流ノ單位ハアムペア (Ampere), 電位差ノ單位ハヴォルト (Volt) デアル。

3. 導體ト絶縁體 (Conductor & Insulation)

電流ヲ通シ易イ物體ヲ導體トイヒ, 通シ難イ物體ヲ絶縁體又ハ不導體 (Non-Conductor) トイフ。金屬, 人體, 木炭, 土地等ハ導體デ, 空氣, 木綿, 絹布, 硝子, 陶器等ハ絶縁體デアルガソノ絶縁性ニハ差ガアル。導體中ヲ流レル電流ノ速度ハ

光ノ速度ト等シク $3 \times 10^8 \text{ m/sec.}$ デアル。

4. 磁氣 (Magnetism)

鐵ヲ吸引スル作用ヲ**磁氣**トイヒ、コノ作用ヲ有スル物體ヲ**磁石 (Magnet)**トイヒ、コノ力ヲ**磁氣力 (Magnetic force)**トイフ。磁鐵礦ハ天然ニ磁氣ヲ有スルモノデ之レヲ**天然磁石 (Natural magnet)**トイフ。人工的ニハ硬鋼ノ周圍ニ電線ヲ捲キ之レニ電流ヲ一方向ノミヨリ通ジテ磁化 (Magnetize) シテ作ル、コレヲ**永久磁石 (Permanent magnet)**トイフ。

棒磁石 (Bar magnet) ヲ自由ノ状態ニ支ヘルトキハ必ず地球ノ南北ヲ指ス。コノ場合北ヲ指シタ方ノ端ノ中心部ニ**北極 (又ハ正極, North or Positive pole)**ガアリ、南ヲ指シタ端ニ**南極 (又ハ負極, South or Negative pole)**ガアルトイヒ、磁極ノモツ磁氣ノ量ヲ**磁極ノ強サ (Intensity of pole)**トイフ。

異性ノ極ハ互ニ相吸引シ同性ノ極ハ互ニ相反撥スル。而シテソノ間ニ働ク**磁氣力ハ兩極ノ強サノ相乗積ニ正比例シ、ソノ距離ノ二乗ニ反比例スル (クーロンノ法則)**。

【問】 Magnet トハ何か。(自動車工業)

【注意】 地球ハ一ツノ大キナ磁石デアル。地理學上ノ北極ニ近ク地球ノ磁氣南極ガアリ、南極ニ近ク磁氣ノ北極ガアル。

5. 磁力線 (Lines of magnetic force)

磁力ノ作用スル空間ヲ**磁界 (Magnetic field)**トイヒ、磁界ニハ正極カラ負極ニ向ッテ**磁力線**ガ通ツテキルタメ磁界内ニ在ル物體ハ磁氣力ヲ受ケル。磁力線ノ方向ト直角ナ一平方面積ヲ通ル磁力線ノ數ヲ以テ磁界ノ強サヲ表ハン、之レヲ**磁界強度 (Intensity of field)**トイヒ、一平方糎ニ付キ一本ノ磁力線ガ通ルトキヲ單位ト定メコレヲ**ガウス (gauss)**トイフ。

6. オームノ法則 (Ohm's law)

導體ノ二點間ヲ流レル電流ノ量ハ、其ノ導體各部ノ溫度ガ同一ナルトキハ、二點間ノ電位差ニ比例スル。コレヲ**オームノ法則**トイフ。今二點間ノ電位差ヲ E ヴ

オルト、電流ヲ I アムペアトスレバ**オームノ法則**カラ

$$E = RI$$

コノ比例常數 R ヲ**電氣抵抗 (Electric resistance)**トイヒ導體ノ材質、溫度及ビ寸法ニ依テ定マルモノデアル。二點間ノ電壓ガ 1 ヴオルト、流レル電流ガ 1 アンペアノトキヲ抵抗ノ單位ニトリ之レヲ 1 **オーム (ohm)**ト名ヅケル。

7. 特有抵抗 (Specific resistance, 比抵抗)

實驗ニ依レバ導體ノ抵抗ハ、各部ノ材質ガ一樣デ同一斷面ヲ有スル場合ニハ、長さニ比例シ斷面積ニ反比例スル。故ニ長さヲ $L \text{ cm}$ 、斷面ヲ $S \text{ cm}^2$ トスレバ

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S}$$

コノ比例常數ヲ導體ノ**特有抵抗**トイヒ導體ノ一立方糎 (cm^3)ノ抵抗ノコトデアル。

8. 溫度係數 (Temperature Coefficient)

導體ノ抵抗ハ溫度ニ依テ變化スル。今 R_0 ヲ 0°C ニ於ケル導體ノ抵抗、 R_t ヲ以テ $t^\circ\text{C}$ ニ於ケル抵抗ヲ表ハセバ次ノ關係ガアル。

$$R_t = R_0(1 + at)$$

コノ a ハ 1°C ノ溫度増加ニ對スル抵抗増加ノ割合ヲ示スモノデ之レヲ其ノ導體ノ**抵抗ノ溫度係數**ト呼ブ。

9. 抵抗ノ接続 (Connection of Resistances)

二點間ニ在ル抵抗 r_1, r_2, r_3, \dots ガ直列 (Series)ニ接続サレル場合ニハ、其ノ**合成抵抗 (Resultant resistance) R_s** ハ

$$R_s = r_1 + r_2 + r_3 + \dots$$

次ニ**並列 (Parallel)**ニ結バレル場合ニハ

$$R_s = \frac{1}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots}$$

デ計算サレル。故ニ直列ト並列トガ混在スル**直並列 (Series-parallel)**ノ接続デモ以上二式ヲ適當ニ應用シテ計算シ得ル。

10. チュールノ法則 (Joule's law)

摩擦抵抗ガ熱トナルヤウニ導體中ヲ電流ガ流レルトキハ導體ノ電氣抵抗ノ爲メニ熱ヲ生ズル。今電流ヲ I アムペア、抵抗ヲ R オーム、電流ヲ通ズル時間ヲ t 秒、抵抗ノ爲メニ生ズル熱量ヲ J カロリートスレバ次ノ關係ガアル。

$$J = 0.24 RI^2t$$

コノ關係ヲ**チュールノ法則**トイフ。電燈、電熱等ハ凡テコノ抵抗熱ヲ利用シタモノデアル。

11. 熱電流 (Thermo-electric current)

二ツノ異種ノ金屬又ハ合金ノ線ノ兩端ヲ相接觸シ、ソノ兩接觸部ニ各々異ナル溫度ヲ與ヘルトキハ、二種ノ金屬カラナル電氣回路ニ電流ガ通ズル。コレヲ**熱電流**トイフ。〔電氣回路 (Electric circuit) トハ電流ノ通路ヲイフ。〕而シテ此ノ一對ノ導體ノコトヲ**熱電對 (Thermo-couple or thermo-pile)**トイヒ、高溫度計ナドニ利用サレル。(第九節 §25 参照)

12. アンペールノ法則 (Ampère's law)

導體ニ電流ヲ通ズレバソノ周圍ニハ磁力線ガ起ツテ周圍ノ空間ハ磁界トナル。コノトキ電流ノ方向ト磁力線ノ方向トノ間ニハ次ノ關係ガアル。

直線狀導體ニ電流ヲ通ズルトキハ、其ノ周圍ニ生ズル磁力線ハ電流ノ方向ト直角ナ平面内ニ圓形ヲナシ通り、電流ガ右螺子ノ進ム方向トスレバ磁力線ノ方向ハソノ螺子ノ回轉方向ト一致スル。コレヲ**アンペールノ法則**トイフ。

13. ファラデーノ法則 (Farady's law)

一ツノ環狀導體 A ノ附近デ磁石 B 又ハ電流ノ通ツテキル線輪 (環狀導體) B ヲ動かストキハ環狀導體 A ノ中ニ電流ガ流レル。コノ電流ヲ**感應電流 (Induced current)**トイヒ、コノ環狀導體 A ノコトヲ**感應線輪 (Induction coil)**トイフ。而シテコノ現象ヲ名ヅケテ**電磁感應作用 (Electro-magnetic induction)**トイヒ、現今ノ電氣機械器具ノ殆ンド凡テハ此ノ作用ノ應用デアル。

ファラデーハ實驗カラ次ノ法則ヲ發見シタ。一ツノ線輪ノ中ニ含マレル磁力線

ノ數ヲ變化スレバ線輪中ニ電位差 (電壓) ヲ生ズル。ソノ電位差ハ磁力線ノ變化ノ割合ニ比例スル (即チ早く變化スレバ大キイ電壓ガ起ル)。而シテコノ電壓ニ依テ生ズル電流ハ磁力線ノ變化ヲ妨ゲヤウトスル方向ニ流レル。

14. 發電機 (Electric generator)

磁極ノ間ニ回轉スル圓筒ヲ置キ、之レニ線輪ヲ捲キ附ケテ回轉サセルトキハ**ファラデーノ法則**ニ依リ之ノ線輪中ニ電壓及電流ガ生ズル。コレヲ**發電機**ト名ヅケル。發電機ハ原動機カラノ動力デ回轉サセラレルモノデアルカラ機械**エネルギー**ヲ電氣**エネルギー**ニ變ヘル機械デアルトイフコトガ出來ル。發電機ニハ**直流 (Direct current)**、導體中ヲ一方ノ向キニ丈ケ流レル電流ヲ生ズル**直流發電機 (Dynamo)**ト、**交流 (Alternating current)**、導體中ヲ流レル電流ガ瞬間的ニ向キヲ變ヘルモノヲ發生スル**交流發電機 (Alternator)**トガアル。直流發電機ノ出力即チ大サ (Capacity) ハ **KW** デ、交流發電機ノ大サハ電流ト電壓トノ乘積ノ 1000 倍**KVA** デ表ハサレル。

15. 電動機 (Electric motor)

發電機カラ電流ヲ受ケテ廻リ機械の仕事ヲスル機械ヲ**電動機**トイフ。直流ヲ入發電廻ル直流發電機ニハ**直捲電動機 (Series motor)**、**分捲電動機 (Shunt motor)**、**複捲電動機 (Compound motor)**ノ三種ガアリ、交流電動機ハ**同期電動機 (Synchronous motor)**、**誘導電動機 (Induction motor)**、**交流整流子電動機 (A.C. Commutator motor)**ノ三種ニ大別スルコトガ出來ル。

交流電動機ト直流發電機トヲ直結シ、交流ヲ直流ニ換ヘル装置ヲ**電動發電機 (Motor-generator)**トイフ。

【問】 Motor-generator トハ何か。(東京電氣會社)

16. 電動機取扱注意

電動機ハ現今機械運轉用トシテ最モ廣ク利用サレルモノデアルカラ之レヲ**原動機**ノ一種ニ加算スル人モアル。

電動機ヲ**起動 (又ハ始動, Start)**サセルトキニハ (1) 軸受ニ油ガ十分ナルカ (2)

調子が円滑=回轉スルカ (3) 運轉スベキ機械=過重ガカカツテキナイカ (4) 端子 (terminal) =電線ガ良ク接続サレテキルカヲ十分=見定メテカラ**開閉器 (Switch)** =入レナケレバナラス。又タ運轉中停電シタ場合=ハ必ズ開閉器ヲ切ルト共=室内ノ電燈一個ノ**スイッチ**ヲ入レテ置カネバナラス (變電所ノアル工場ノ場合)。

【問】 電動機始動上ノ注意ヲ問フ。(東京電氣會社)

【問】 電動機運轉中停電シタ場合ノ注意ヲ問フ。(東京電氣)

17. 變壓器 (Transformer)

交流ノ電壓ヲ變ヘル器具ヲ變壓器トイフ。コレハ鐵ノ棒即チ**鐵心 (Core)** =捲線數ヲ異ニスル二ツノ線輪ヲ捲キ付ケタモノデ、二ツノ線輪ノ一ツ=外部カラ或ル値ノ電壓ノ交流ヲ流シ込メバ**ファラデー**ノ法則=依リ次ノ式ノ關係デ示サレルヤウ=他ノ線輪カラ異ナツク値ノ電壓ガ得ラレル。

$$E_2 = E_1 \times \frac{n_2}{n_1}$$

茲= E_1 **ハ一次線輪 (Primary coil)**, 電源カラ交流ガ入ル方ノ線輪ノ電壓, E_2 **ハ二次線輪 (Secondary coil)**, 外部ヘ交流ヲ送り出ス方ノ線輪ノ電壓, n_1 = 一次線輪ノ捲數, n_2 **ハ二次線輪ノ捲數**デアル。コノ $\frac{n_2}{n_1}$ **ヲ變壓比 (Transformation ratio)** トイフ。

變壓器ノ中, 高電壓ヲ受ケテ低電壓ニ變ズルモノヲ**遞降變壓器 (Step-down transformer)** トイヒ, 低電壓交流ヲ入レテ高電壓交流ヲ得ルモノヲ**遞昇變壓器 (Step-up transformer)** トイフ。

變壓器ハ直流ノ電壓ヲ變化スルコトハ出來ナイ。故=直流電壓ヲ下ゲル=ハ**抵抗器 (Rheostat)** トイフ抵抗ノ多イ器具ヲ回路中ニ入レ, 電壓ヲ上ゲル=ハ**昇壓機 (Booster)** トイフ別ノ直流發電機ヲ回路中ニ直列ニ入レル。

【問】 高電流ヲ低電流ニ電壓ヲ低下セシメタルニハ如何ナル器具ヲ用フベキカ。

(東京電氣會社)

18. 熱電子 (Thermion or Thermo-electron)

熱セラレタ導體カラハ負ノ電氣ヲ帶ビタ微粒子ガ飛ビ出ル。コレヲ**熱電子**トイ

ヒ, 附近=正電氣ヲ帶ビタ導體ガアレバ此ノ熱電子ハソノ方=吸引サレテ行ク。故=ソノ熱セラレタ導體ノ一端ト正電氣ヲ帶ビタ導體ノ一端トヲ結ビ他端ヲ放シテ置ケバ熱電子ハコノ空間ヲ正電氣ノ方=飛ンデ熱電子ノ流れ, 即チ一種ノ電流ガ通ズル。コレヲ**電子電流 (Electron Current)** トイヒ, 現今ノ**ラヂオ放送 (Radio-casting)** 用真空管, X線 (**レントゲン線, Röntgen ray**) 用管球ナドハ此ノ原理=依テ作ラレル。

[終]

昭和十三年十月一日印刷
昭和十三年十月五日發行

機械計算 附 エンヂニヤース
コンモンセンス

非賣品
頒布價格壹圓五拾錢

不許
複製

編者 聖橋高等工學校編輯部

代表者 栗野谷藏

發行者 聖橋高等工學校

代表者 栗野谷藏

東京市神田區駿河臺三丁目二番地

印刷所 奧倉印刷所

印刷者 奧倉勝馬

發行所

東京市神田區駿河臺
三丁目二番地

聖橋高等工學校

終