

今、 n 個の内より r 個を取り出す組合せの数を示すに、 ${}_nC_r$ なる記號を用ふ。

$$2. \quad {}_nC_r = \frac{n(n-1)(n-2)\cdots(n-r+1)}{\angle r} = \frac{\angle n}{\angle r \angle^{n-r}}$$

$${}_{n+1}C_r = {}_nC_r + {}_nC_{r-1}$$

3. 最大列數: ${}_nC_r$ が總べての方法中最大なる爲めの關係は次の如し。

$${}_nC_{r-1} < {}_nC_r > {}_nC_{r+1}$$

$$\therefore n: \text{偶數なるとき} \cdots \cdots r = \frac{n}{2}$$

$$n: \text{奇數なるとき} \cdots \cdots r = \frac{n-1}{2} \text{ or } \frac{n+1}{2}$$

15. 年金算 (Annuity)

1. 年金總和: 毎年の年金 $= a$, 年利率 $= i$ なるとき次の關係あり。

即ち、等比級數に於ける總和 s は次の如きを以て、

$$s = \frac{a(1-r^n)}{1-r} \text{ を應用して、} r=1+i \text{ を換置すれば}$$

$$n \text{ 年後の元利總高: } A = \frac{a}{i} [(1+i)^n - 1] \cdots \cdots (1)$$

2. 茲に n 年後の年金總高を得る爲めの一時金現價を B とす。

然る時、 $B(1+i)^n = \frac{a}{i} [(1+i)^n - 1]$ の關係を得。

$$\therefore B = \frac{a}{i} \left[1 - \frac{1}{(1+i)^n} \right] \cdots \cdots (2)$$

3. 年賦金: 前項 (2) 式より次の結果を得。

$$\text{年賦金: } a = \frac{B(1+i)^n i}{(1+i)^n - 1} \cdots \cdots (3)$$

16. 複利算 (Compound interest)

1 年間の利息歩合: i 年數: n 元金: P とせば、
複利算に於ける n 年後の元利: $B = P(1+i)^n \cdots \cdots (1)$

6 ヶ月毎に利息を繰込む時: $B = P \left(1 + \frac{i}{2} \right)^{2n} \cdots \cdots (2)$

毎月繰込む場合: $B = P \left(1 + \frac{i}{12} \right)^{12n} \cdots \cdots (3)$

2. 三角法 (Trigonometry)

1. 單角函數 (Single angle function)

1. $\sin^2 A + \cos^2 A = 1$
2. $1 + \tan^2 A = \sec^2 A$
3. $1 + \cot^2 A = \operatorname{cosec}^2 A$
4. $\sin A \operatorname{cosec} A = 1$
5. $\cos A \sec A = 1$
6. $\tan A = \sin A \sec A$
7. $\cot A = \cos A \operatorname{cosec} A$

2. 複角函數 (Two angle function)

1. $\sin(A+B) = \sin A \cos B + \cos A \sin B$
2. $\sin(A-B) = \sin A \cos B - \cos A \sin B$
3. $\cos(A+B) = \cos A \cos B - \sin A \sin B$
4. $\cos(A-B) = \cos A \cos B + \sin A \sin B$
5. $\sin(A+B) \sin(A-B) = \sin^2 A - \sin^2 B$
 $= \cos^2 B - \cos^2 A$
6. $\cos(A+B) \cos(A-B) = \cos^2 A - \sin^2 B$
 $= \cos^2 B - \sin^2 A$

$$7. \tan(A+B) = \frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \tan B}$$

$$8. \tan(A+B) = \frac{\tan A - \tan B}{1 + \tan A \tan B}$$

$$9. \tan(45^\circ + A) = \frac{1 + \tan A}{1 - \tan A}$$

$$10. \cot(45^\circ + A) = \frac{\cot A - 1}{\cot A + 1}$$

$$11. \tan 3\theta - \tan 2\theta - \tan \theta = \tan 3\theta \tan 2\theta \tan \theta$$

$$12. \sin(A+B+C) = \sin A \cos B \cos C + \sin B \cos C \cos A \\ + \sin C \cos A \cos B - \sin A \sin B \sin C$$

$$13. \cos(A+B+C) = \cos A \cos B \cos C - \cos A \sin B \sin C \\ - \cos B \sin C \sin A - \cos C \sin A \sin B$$

$$14. \tan(A+B+C) = \frac{\tan A + \tan B}{1 - \tan A \tan B} \\ + \frac{\tan C - \tan A \tan B \tan C}{- \tan B \tan C - \tan C \tan A}$$

15. $ax^2 + bx + c = 0$ の 2 根が $\tan \alpha$, $\tan \beta$ なるときは、

$$\tan \alpha + \tan \beta = -\frac{b}{a} \quad \tan \alpha \tan \beta = \frac{c}{a}$$

3. 倍角函数 (Twice angle function)

$$1. \sin 2A = 2 \sin A \cos A = \frac{2 \tan A}{1 + \tan^2 A}$$

$$2. \cos 2A = \cos^2 A - \sin^2 A = 2 \cos^2 A - 1 \\ = 1 - 2 \sin^2 A = \frac{1 - \tan^2 A}{1 + \tan^2 A}$$

$$3. \tan 2A = \frac{2 \tan A}{1 - \tan^2 A}$$

$$4. \tan^2 A = \frac{1 - \cos 2A}{1 + \cos 2A}$$

$$5. \cot 2A = \frac{2 \cot^2 A - 1}{2 \cot A}$$

$$6. \cot^2 A = \frac{1 + \cos 2A}{1 - \cos 2A}$$

$$7. \sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos A}{2}}$$

$$8. \cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos A}{2}}$$

$$9. \tan \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos A}{1 + \cos A}}$$

$$10. \cot \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos A}{1 - \cos A}}$$

$$11. \sin \frac{A}{2} \pm \cos \frac{A}{2} = \sqrt{1 \pm \sin A}$$

$$12. \sin 3\theta = 3 \sin \theta - 4 \sin^3 \theta$$

$$13. \cos 3\theta = 4 \cos^3 \theta - 3 \cos \theta$$

$$14. \tan 3\theta = \frac{3 \tan \theta - \tan^3 \theta}{1 - \tan^2 \theta}$$

4. 反函数 (Inverse function)

$$1. \sin^{-1} a + \sin^{-1} b = \sin^{-1} (a\sqrt{1-b^2} + b\sqrt{1-a^2})$$

$$2. \sin^{-1} a - \sin^{-1} b = \sin^{-1} (a\sqrt{1-b^2} - b\sqrt{1-a^2})$$

$$3. \cos^{-1} a + \cos^{-1} b = \cos^{-1} (ab - \sqrt{1-a^2} \sqrt{1-b^2})$$

$$4. \cos^{-1} a - \cos^{-1} b = \cos^{-1} (ab + \sqrt{1-a^2} \sqrt{1-b^2})$$

$$5. \tan^{-1} a + \tan^{-1} b = \tan^{-1} \left(\frac{a+b}{1-ab} \right)$$

$$6. \cot^{-1} a + \cot^{-1} b = \cot^{-1} \left(\frac{ab-1}{b+a} \right)$$

$$7. \cot^{-1} a - \cot^{-1} b = \cot^{-1} \left(\frac{ab+1}{b-a} \right)$$

5. 單角函數の轉換

區分名稱	Sine	Cosine	Tangent
$\sin \theta$ (正弦)	—	$\sqrt{1-\cos^2\theta}$	$\frac{\tan \theta}{\sqrt{1+\tan^2\theta}}$
$\cos \theta$ (餘弦)	$\sqrt{1-\sin^2\theta}$	—	$\frac{1}{\sqrt{1+\tan^2\theta}}$
$\tan \theta$ (正切)	$\frac{\sin \theta}{\sqrt{1-\sin^2\theta}}$	$\frac{\sqrt{1-\cos^2\theta}}{\cos \theta}$	—
$\cot \theta$ (餘切)	$\frac{\sqrt{1-\sin^2\theta}}{\sin \theta}$	$\frac{\cos \theta}{\sqrt{1-\cos^2\theta}}$	$\frac{1}{\tan \theta}$
$\sec \theta$ (正割)	$\frac{1}{\sqrt{1-\sin^2\theta}}$	$\frac{1}{\cos \theta}$	$\sqrt{1+\tan^2\theta}$
$\operatorname{cosec} \theta$ (餘割)	$\frac{1}{\sin \theta}$	$\frac{1}{\sqrt{1-\cos^2\theta}}$	$\frac{\sqrt{1+\tan^2\theta}}{\tan \theta}$

區分名稱	Cotangent	Secant	Cosecant
$\sin \theta$ (正弦)	$\frac{1}{\sqrt{1+\cot^2\theta}}$	$\frac{\sqrt{\sec^2\theta-1}}{\sec \theta}$	$\frac{1}{\operatorname{cosec} \theta}$
$\cos \theta$ (餘弦)	$\frac{\cot \theta}{\sqrt{1+\cot^2\theta}}$	$\frac{1}{\sec \theta}$	$\frac{\sqrt{\operatorname{cosec}^2\theta-1}}{\operatorname{cosec} \theta}$
$\tan \theta$ (正切)	$\frac{1}{\cot \theta}$	$\sqrt{\sec^2\theta-1}$	$\frac{1}{\sqrt{\operatorname{cosec}^2\theta-1}}$
$\cot \theta$ (餘切)	—	$\frac{1}{\sqrt{\sec^2\theta-1}}$	$\sqrt{\operatorname{cosec}^2\theta-1}$
$\sec \theta$ (正割)	$\frac{\sqrt{1+\cot^2\theta}}{\cot \theta}$	—	$\frac{\operatorname{cosec} \theta}{\sqrt{\operatorname{cosec}^2\theta-1}}$
$\operatorname{cosec} \theta$ (餘割)	$\sqrt{1+\cot^2\theta}$	$\frac{\sec \theta}{\sqrt{\sec^2\theta-1}}$	—

6. 回歸角函數 (Returned angle function)

- $\sin \theta = \sin(2n\pi + \theta), \quad \cos \theta = \cos(2n\pi + \theta),$
 $\tan \theta = \tan(n\pi + \theta),$
- $\sin(90 + A) = \cos A, \quad \cos(90 + A) = -\sin A,$
 $\tan(90 + A) = -\cot A$
- $\sin(90 - A) = \cos A, \quad \cos(90 - A) = \sin A,$
 $\tan(90 - A) = \cot A$
- $\sin(180 + A) = -\sin A, \quad \cos(180 + A) = -\cos A,$
 $\tan(180 + A) = \tan A$
- $\sin(180 - A) = \sin A, \quad \cos(180 - A) = -\cos A,$
 $\tan(180 - A) = -\tan A$
- $\sin(-A) = -\sin A, \quad \cos(-A) = \cos A$
 $\tan(-A) = -\cot A$

7. 三角形內角函數關係

- $A + B + C = \pi, \quad \cos(A + B) = -\cos C$
 $\sin(A + B) = \sin C \quad \tan(A + B) = -\tan C$
- $\sin 2A + \sin 2B + \sin 2C = 4 \sin A \sin B \sin C$
- $\cos A + \cos B + \cos C = 1 + 4 \sin \frac{A}{2} \sin \frac{B}{2} \sin \frac{C}{2}$
- $\sin A + \sin B + \sin C = 4 \cos \frac{A}{2} \cos \frac{B}{2} \cos \frac{C}{2}$
- $\tan A + \tan B + \tan C = \tan A \tan B \tan C$
- $\cos \frac{A}{2} + \cos \frac{B}{2} + \cos \frac{C}{2} = 4 \cos \frac{\pi - A}{4} \cos \frac{\pi - B}{4} \cos \frac{\pi - C}{4}$
- $\tan \frac{A}{2} \tan \frac{C}{2} + \tan \frac{C}{2} \tan \frac{A}{2} + \tan \frac{A}{2} \tan \frac{B}{2} = 1$

8. 三角形正弦比例 (Sine ratio)

以下、邊 = a, b, c , 對角 = A, B, C , $a + b + c = 2s$,

$$1. \frac{\sin A}{a} = \frac{\sin B}{b} = \frac{\sin C}{c}$$

$$2. \frac{a+b}{a-b} = \frac{\tan \frac{1}{2}(A+B)}{\tan \frac{1}{2}(A-B)}$$

$$3. a = b \cos C + c \cos B$$

$$b = c \cos A + a \cos C$$

$$c = a \cos B + b \cos A$$

$$4. a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$

$$b^2 = c^2 + a^2 - 2ac \cos B$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$$

$$5. \sin \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{bc}}$$

$$6. \cos \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{s(s-a)}{bc}}$$

$$7. \tan \frac{A}{2} = \sqrt{\frac{(s-b)(s-c)}{s(s-a)}}$$

$$8. \sin \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(s-c)(s-a)}{ca}}$$

$$9. \sin \frac{B}{2} = \sqrt{\frac{(s-c)(s-a)}{ac}}$$

10. 三角形の面積 = A とす。

$$\text{然る時、面積: } A = \frac{1}{2}bc \sin A = \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$$

$$\text{外接圓半徑: } R = \frac{abc}{4A} = \frac{b}{2 \sin A} = \frac{c}{2 \sin B}$$

$$\text{内接圓半徑: } r = \frac{A}{s} = \sqrt{\frac{(s-a)(s-b)(s-c)}{s}}$$

9. 特殊三角函數値

$$1. \sin 15^\circ = \cos 75^\circ = \frac{\sqrt{3}-1}{2\sqrt{2}}$$

$$\tan 15^\circ = \cot 75^\circ = 2 - \sqrt{3}$$

$$2. \sin 18^\circ = \cos 72^\circ = \frac{\sqrt{5}-1}{4}$$

$$\tan 18^\circ = \cot 72^\circ = \sqrt{\frac{5+2\sqrt{5}}{5}}$$

$$3. \sin 22.5^\circ = \cos 67.5^\circ = \sqrt{\frac{\sqrt{2}-1}{2\sqrt{2}}}$$

$$\tan 22.5^\circ = \cot 67.5^\circ = \sqrt{2}-1$$

$$4. \sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\tan 30^\circ = \cot 60^\circ = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$5. \sin 36^\circ = \cos 54^\circ = \frac{\sqrt{10-2\sqrt{5}}}{4}$$

$$\tan 36^\circ = \cot 54^\circ = \sqrt{5}-2\sqrt{5}$$

$$6. \sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\tan 45^\circ = \cot 45^\circ = 1$$

$$7. \sin 54^\circ = \cos 36^\circ = \frac{\sqrt{5}+1}{4}$$

$$\tan 54^\circ = \cot 36^\circ = \sqrt{\frac{5+2\sqrt{5}}{5}}$$

$$8. \sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$\tan 60^\circ = \cot 30^\circ = \sqrt{3}$$

$$9. \sin 67.5^\circ = \cos 22.5^\circ = \sqrt{\frac{\sqrt{2}+1}{2\sqrt{2}}}$$

$$\tan 67.5^\circ = \cot 22.5^\circ = \sqrt{2}+1$$

$$10. \sin 72^\circ = \cos 18^\circ = \frac{\sqrt{10+2\sqrt{5}}}{4}$$

$$\tan 72^\circ = \cot 18^\circ = \sqrt{5}+2\sqrt{5}$$

$$11. \sin 75^\circ = \cos 15^\circ = \frac{\sqrt{3}+1}{2\sqrt{2}}$$

$$\tan 75^\circ = \cot 15^\circ = 2 + \sqrt{3}$$

12. $\sin 90^\circ = 1, \quad \cos 90^\circ = 0$

$$\tan 90^\circ = \infty, \quad \cot 90^\circ = 0$$

10. 正多角形 (Regular polygon)

但シ、邊數: n 邊の長さ: a 外接圓半徑: R とす。

1. 面積: $A = n \times a \sqrt{R^2 - \frac{a^2}{4}}$ (1)

2. 邊長: a は次の値をとる。..... (2)

(1) 4 邊形: $a = \sqrt{2} R, \quad 8$ 邊形: $a = \sqrt{2 - \sqrt{2}} R$

16 邊形: $a = \sqrt{2 - \sqrt{2 - \sqrt{2}}} R$

(2) 5 邊形: $a = \frac{1}{2} R \sqrt{10 - 2\sqrt{5}}$

10 邊形: $a = \frac{1}{2} R (\sqrt{5} - 1)$

(3) 6 邊形: $a = R, \quad 3$ 邊形: $a = \sqrt{3} R$

12 邊形: $a = \sqrt{2 - \sqrt{3}} R$

24 邊形: $a = \sqrt{2 - \sqrt{2 - \sqrt{3}}} R$

(4) 20 邊形: $a = R \sqrt{2 + \sqrt{\frac{5}{2} + \sqrt{5}}}$

15 邊形: $a = \frac{R}{4} [\sqrt{10 + 2\sqrt{5}} - \sqrt{15 + \sqrt{3}}]$

3. 外接圓半徑: $R = \frac{a}{2 \sin \frac{\pi}{n}}$ 内接圓半徑: $r = \frac{a}{2 \tan \frac{\pi}{n}}$

4. 正多角形表:—

但、 a = 邊の長さ、 R = 外接圓半徑

A = 面積、 n = 邊數

n	名 稱	$a=1$ $R=x$	$R=1$ $a=x$	$a^2=1$ $A=x$
3	Trigon	·5773503	1·7320508	·4330127
4	Tetragon	·7071068	1·4142136	1
5	Pentagon	·8506508	1·1755706	1·7204770
6	Hexagon	1	1	2·5980762
7	Heptagon	1·1513825	·8677676	3·6339126
8	Octagon	1·3065663	·7653663	4·8284272
9	Nonagon	1·4619022	·6840402	6·1818242
10	Decagon	1·618034	·618034	7·6942088
11	Undecagon	1·7747331	·5634652	9·3656415
12	Duodecagon	1·9318517	·517638	11·1961524
13	Tridecagon	2·0892913	·4786312	13·1857718
14	Tetradecagon ...	2·2469806	·4450418	15·3345034
15	Pentadecagon ...	2·4048672	·4158234	17·6423629
16	Hexadecagon ...	2·5629155	·3901806	20·109353
17	Heptadecagon ...	2·721097	·367499	22·7355038
18	Octadecagon ...	2·8793853	·3472964	25·5207681
19	Nonadecagon ...	3·0377692	·3291892	28·465211
20	Eiconagon	3·1962266	·3128690	31·5687575

11. 等分角と弦表

1. 半徑を 1 としたる弦の比例 (3—40)等分

等分	度	分	弦	等分	度	分	弦
3	120	...	1.73206	22	16	22	.28462
4	90	...	1.41422	23	15	39	.27234
5	72	...	1.17558	24	15	...	.26106
6	60	...	1.00000	25	14	24	.25066
7	51	25	.86772	26	13	51	.24108
8	45	...	.76536	27	13	20	.23218
9	40	...	.68404	28	12	51	.22394
10	36	...	.61804	29	12	24	.21624
11	32	43	.56346	30	12	...	.20906
12	30	...	.51764	31	11	37	.20234
13	27	41	.47862	32	11	15	.19602
14	25	43	.44504	33	10	54	.19012
15	24	...	.41582	34	10	35	.18450
16	22	30	.39018	35	10	17	.17928
17	21	10	.36750	36	10	...	.17432
18	20	...	.34730	37	9	44	.16964
19	18	57	.32920	38	9	28	.16516
20	18	...	.31286	39	9	14	.16094
21	17	8	.29808	40	9	...	.15692

2. 直徑を 1 としたる弦の比例 (41—100 等分)

等分	弦	等分	弦	等分	弦	等分	弦
41	.0765	56	.0561	71	.0442	86	.0365
42	.0747	57	.0551	72	.0436	87	.0361
43	.0730	58	.0541	73	.0430	88	.0357
44	.0713	59	.0532	74	.0424	89	.0353
45	.0698	60	.0523	75	.0419	90	.0349
46	.0682	61	.0515	76	.0413	91	.0345
47	.0668	62	.0507	77	.0408	92	.0341
48	.0654	63	.0499	78	.0403	93	.0337
49	.0641	64	.0491	79	.0398	94	.0334
50	.0628	65	.0483	80	.0393	95	.0331
51	.0616	66	.0476	81	.0388	96	.0327
52	.0604	67	.0469	82	.0383	97	.0324
53	.0592	68	.0462	83	.0378	98	.0321
54	.0581	69	.0455	84	.0374	99	.0317
55	.0571	70	.0449	85	.0370	100	.0314

3. 解析幾何 (Analytical geometry)

1. 要項

1. 直角軸座標に於て、 x =横軸 Abscissa.

y =縦軸 Ordinate

2. 直角軸より極軸式に交換する時:—

$$x = r \sin \theta, \quad y = r \cos \theta$$

2. 二點間の距離 (Distance)

1. 定點座標、 $P(x'y')$, $Q(x''y'')$ 然る時、

$$\text{距離: } a = PQ = \pm \sqrt{(x' - x'')^2 + (y' - y'')^2}$$

3. 面積 (Area)

1. 三角形:—

3 頂點座標、 $A(x'y')$ $B(x''y'')$ $C(x'''y''')$ 然る時、

$$\triangle ABC \text{ 面積: } a = \frac{1}{2}(x'y'' - x''y' + x''y''' - x'''y'')$$

2. 四邊形:—

$$+ x'''y' - x'y'''$$

各 4 點座標、 $A(x_1y_1)$ $B(x_2y_2)$ $C(x_3y_3)$ $D(x_4y_4)$

$$\text{面積: } a = (x_2y_1 - x_1y_2) + (y_2x_3 - x_2y_3) + (y_3x_4 - x_3y_4) - (y_4x_1 - x_4y_1)$$

4. 直線 (Straight line)

1. 一般式、 $y = mx + e$ 但 $m = \tan \theta$ (1)

(1) 式にて、直線が原點を通過する時、 $y = mx$ (2)

2. 次の一次方程式は直線を表はす。變形せは

$$(1) \text{ 式の形となる } Ax + By + C = 0 \text{(3)}$$

3. 定方向に定點を通過する直線:—

$$\text{定點 } P(x'y') \quad \text{直線 } y - y' = m(x - x') \text{(4)}$$

4. 兩軸分截の頂にて示す時:—

交點座標 $A(a, 0)$ $B(0, b)$

直線式 $\frac{x}{a} + \frac{y}{b} = 1$ (5)

5. 2 定點を通過する直線:— 2 點座標 $P(x', y')$ $Q(x'', y'')$

直線式 $\frac{y-y'}{y''-y'} = \frac{x-x'}{x''-x'}$ (6)

5. 垂線及距離 (Normal and distance)

1. 原點より直線に引く垂線の長:—

直線が y 軸となす交角を α 直線上の點 $P(xy)$ とせば

垂直距離: $q = x \cos \alpha + y \sin \alpha$ (1)

2. 定點より定直線迄の距離:—

定點座標 $P(x', y')$ 定直線 $x \cos \alpha + y \sin \alpha = c$ の時、

垂直距離: $q' = x' \cos \alpha + y' \sin \alpha - c$ (2)

6. 交角 (Angle)

1. 2 直線式 $ax+by+c=0$ $a'x+b'y+c'=0$ の時:—

交點座標 $x = \frac{bc'-b'c}{ad'-a'b}$ $y = \frac{ca'-c'a}{ab'-a'b}$ (3)

2. 2 直線式 $y=mx+c$ $y=m'x+c'$ の時:—

交角 $\tan \theta = \left(\frac{m-m'}{1+mm'} \right)$ (4)

3. 2 直線式 $ax+by+c=0$ $a'x+b'y+c'=0$ の時:—

交角 $\tan \theta = \frac{ba'-b'a}{aa'+bb'}$ (5)

7. 圓 (Circle)

1. 圓の方程式:—

圓の中心座標 (d, e) 半徑 $= a$ とせば

$(x-d)^2 + (y-e)^2 = a^2$ (1)

中心が原點にある時、 $x^2+y^2=a^2$ (2)

2. 圓の方程式 (2):— 圓の 1 般式を (3) の形となす。

$x^2+y^2+2gx+2fy+c=0$ (3)

但、中心の座標 $(-g, -f)$

然る時 半徑、 $a = \sqrt{g^2+f^2-c}$ (4)

3. 圓の切線 (Tangent of a circle):—

圓の方程式 $x^2+y^2=a^2$

直線式 $\frac{x-x'}{x'-x''} = \frac{y-y'}{y'-y''}$ の時

$x'=x''$ $y'=y''$ とせば次の切線の方程式を得。

切線の方程式、 $xx'+yy'=a^2$ (5)

8. 圓錐曲線 (Conic section)

1. 定點と一定直線に對する距離が定比なる如き動點の軌跡を、圓錐曲線と云ふ。而して定點を焦點 (Focus) と云ひ、定直線を準線 (Directrix) と云ひ、距離の定比を曲線率 (Eccentricity) と稱す。

2. 圓錐曲線には定比の大小に依り次の 3 種を生ず。

定比: $e=1$ 曲線 = 拋物線 (Parabola)

定比: $e < 1$ 曲線 = 橢圓 (Ellipse)

定比: $e > 1$ 曲線 = 雙曲線 (Hyperbola)

9. 拋物線 (Parabola)

1. 拋物線は圖に於て、

$\frac{PM}{PS} : e=1$ (1)

2. S を通過する任意の弦を焦弦と云ひ、 AS に垂直の特殊弦を通徑 (Latus rectum) と稱せり。

3. $XS=2a$ とする時、拋物線式は

$y^2=4a(x-a)$ (2)

4. 原点 X を曲線の頂點に移す時

$$X = (x - a),$$

$$y^2 = 4aX \dots\dots\dots (3)$$

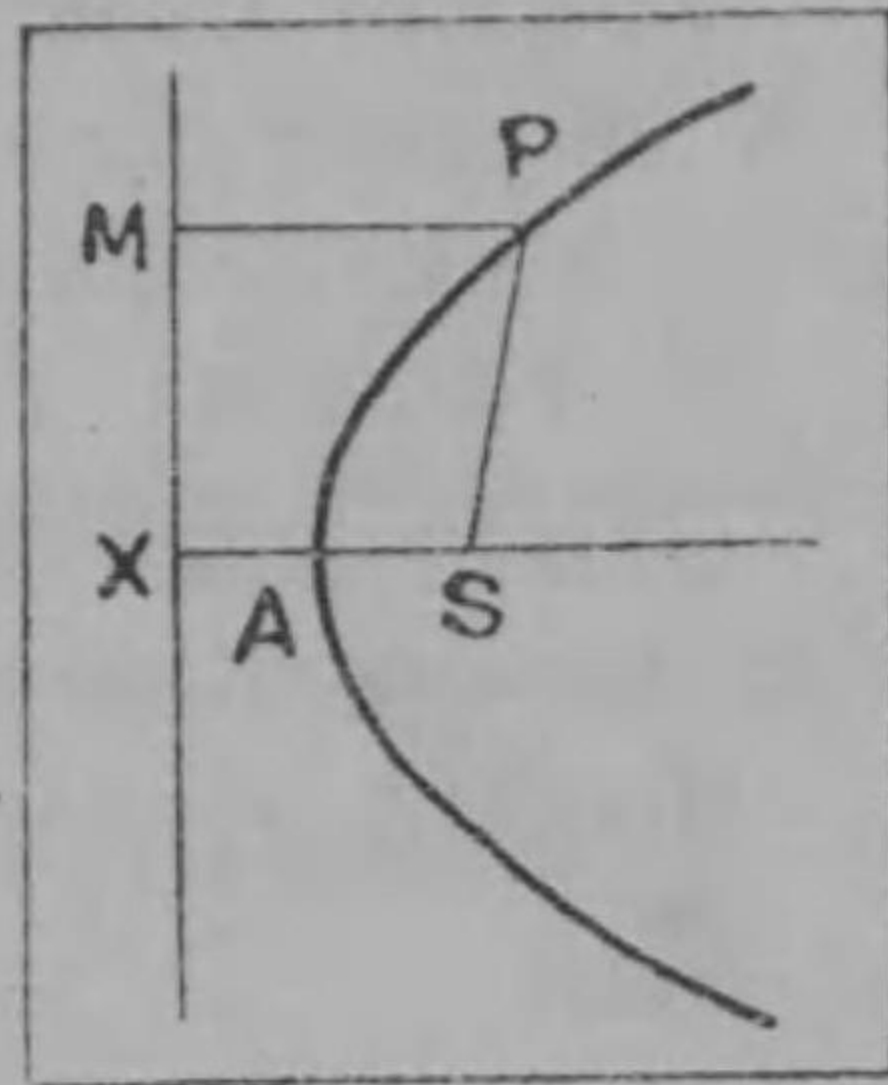
5. 拋物線の切線:—

直線式 $y = mx + c$

拋物線 $y^2 = 4ax$ の時

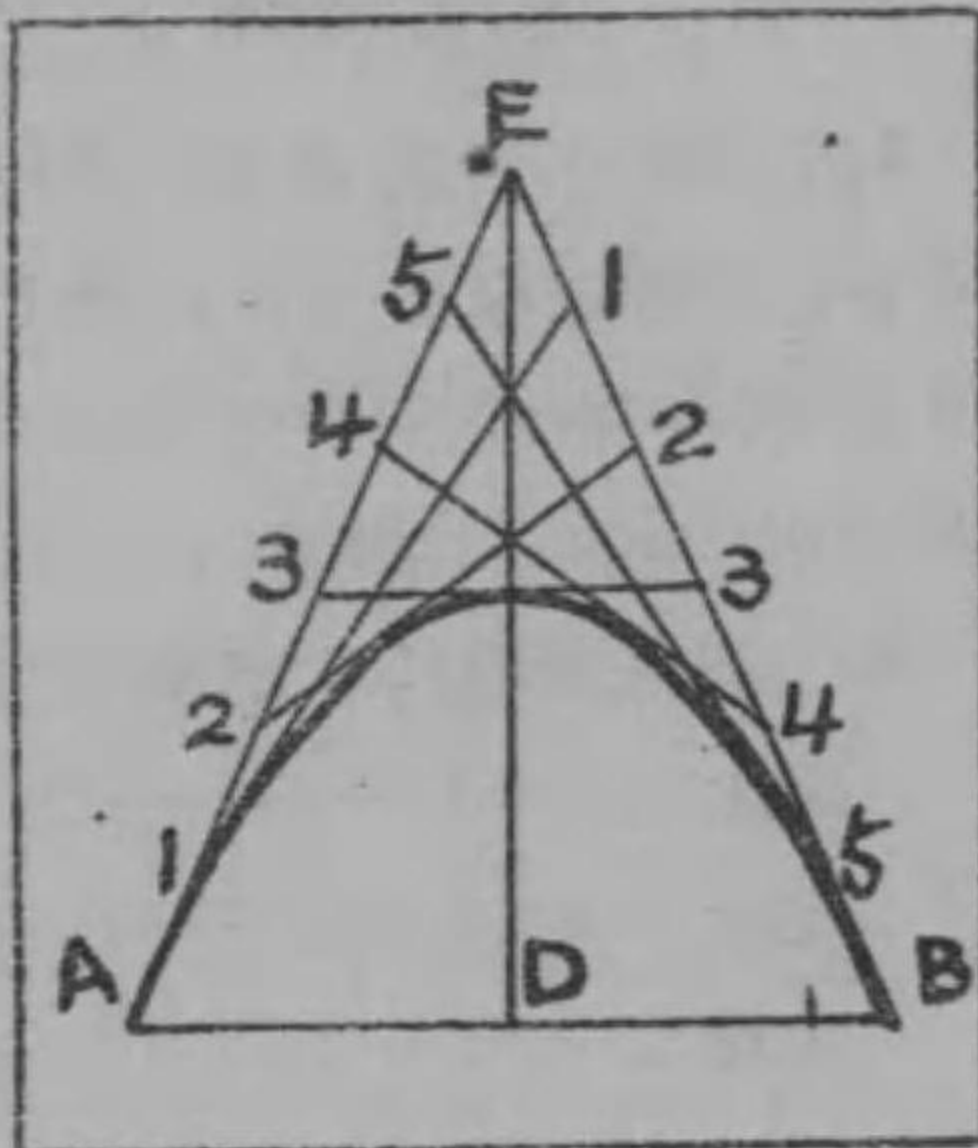
切線の方程式

$$yy' = 2a(x + x') \dots\dots\dots (4)$$



10. 拋物線圖法 (1)

1. 圖に於て、AB を底邊、CD を高さとする。AB の中央 D より垂線 DE を立て、CD に等しく EC を定め、EA、EB を連結す。次に EA、EB を同數に等分し圖の如く、1、2、3 等の符號を反對に付し、其等分點を交互に連結し、A 又は B より其連結に觸れて曲線を畫く時は、所要の拋物線を得。



11. 拋物線畫法 (2)

1. 次圖に於て頂點を A 及横軸 AN、縦軸 PN を與へて、曲線を畫くを:—

圖に於て、1、2、3 等の平行線と斜線とを畫き、其交點を結びて曲線を得。

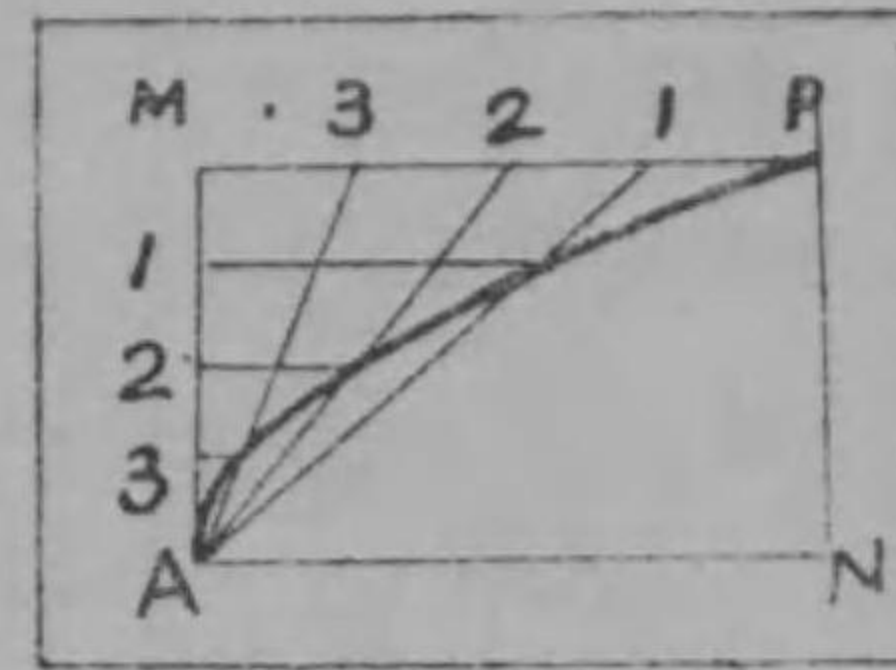
12. 拋物線切線畫法

1. 圖に於て、S 點より切線を畫け。

2. SF を結びたる長さを直徑とする圓を畫く。

3. (2) 圓と頂點の切線との交はり YY' を得。

4. SY SY' を結びて之を延長せば所要の切線 2 個を得。



13. 楕圓 (Ellipse)

1. 圖に於て、OA 軸延長上に 1 定點 Z を假定せば、次の關係を有す。

$$2. \frac{FA}{AZ} = \frac{FA_1}{A_1Z} = e < 1 \dots\dots (1)$$

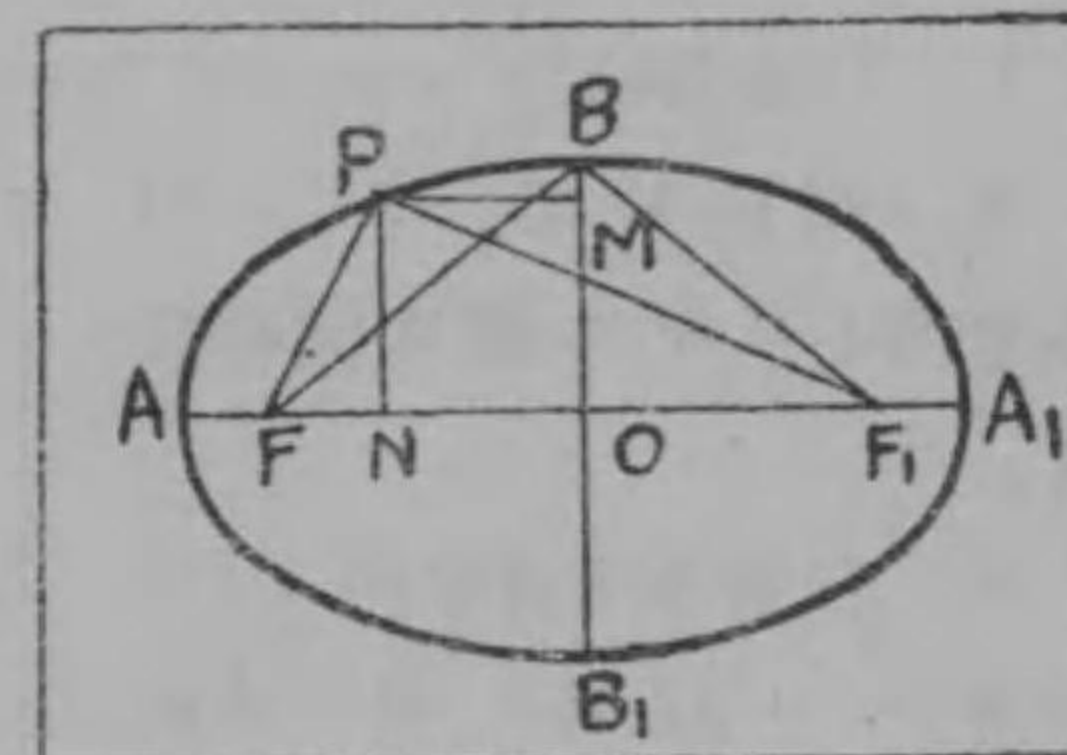
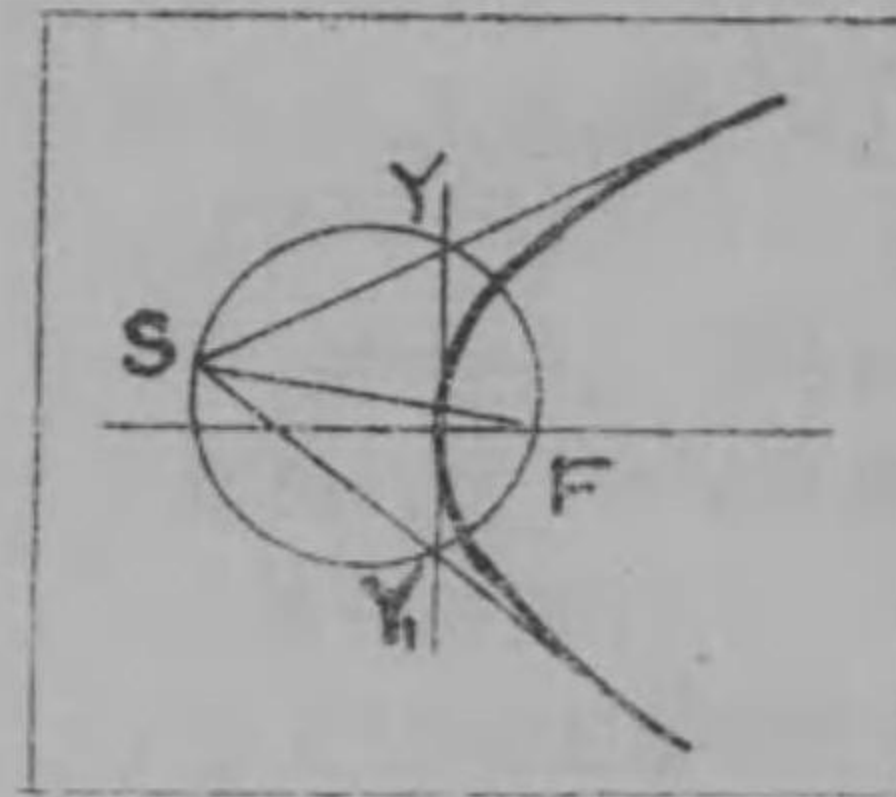
3. $AA_1 = 2a$: 長徑 (Major axis)

4. $BB_1 = 2b$: 短徑 (Mynor axis)

5. 焦點 F を通過する垂直線を通徑 (Latus rectum) と稱す。

6. 中心 O を原點とする方程式:—

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \dots\dots (2)$$



14. 楕圓の切線

1. 楕圓 $\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$ 直線 $y = mx + c$ の時:—

$$\text{切線の方程式: } y = mx \pm \sqrt{a^2m^2 + b^2} \dots\dots\dots (1)$$

2. 次に楕圓上の定點 (x'/y') に於ける切線を求む。

$$\text{楕圓 } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1$$

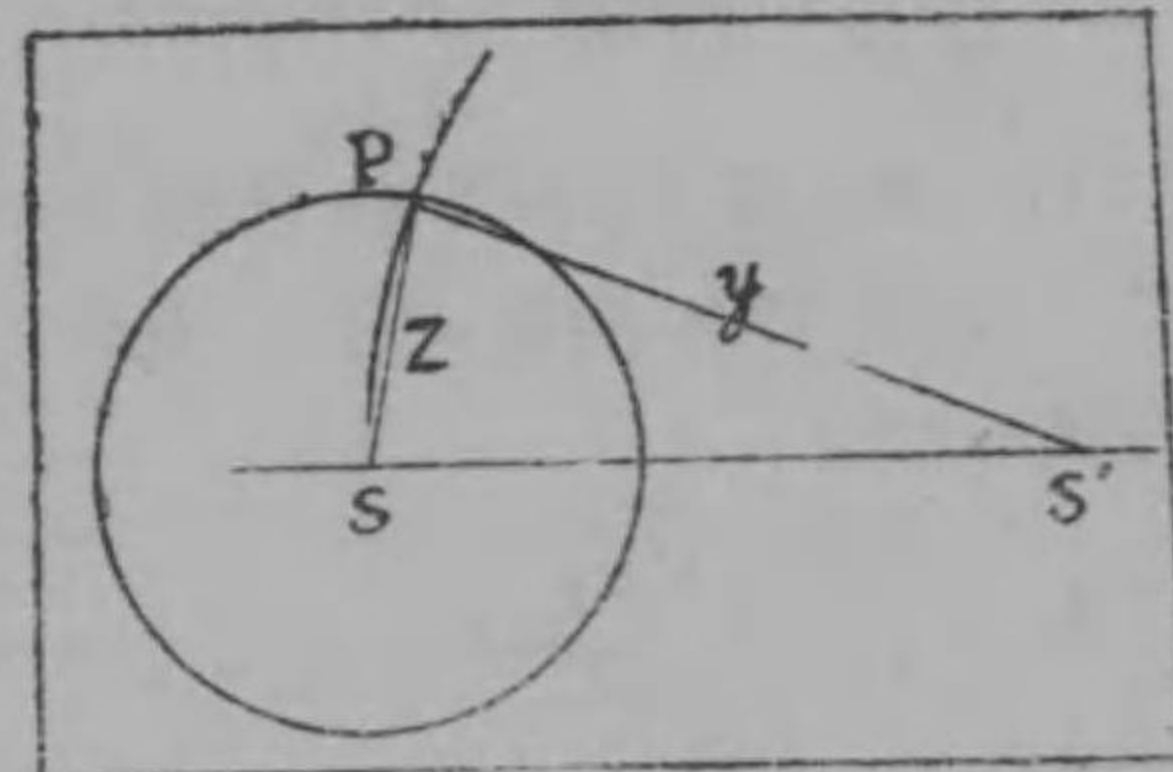
直線 $\frac{x-x'}{x''-x'} = \frac{y-y'}{y''-y'}$ の時:-

切點 (x', y') とする時は、 $x'=x'', y'=y''$ にして、

切線 $\frac{xx'}{a^2} + \frac{yy'}{b^2} = 1$ (2)

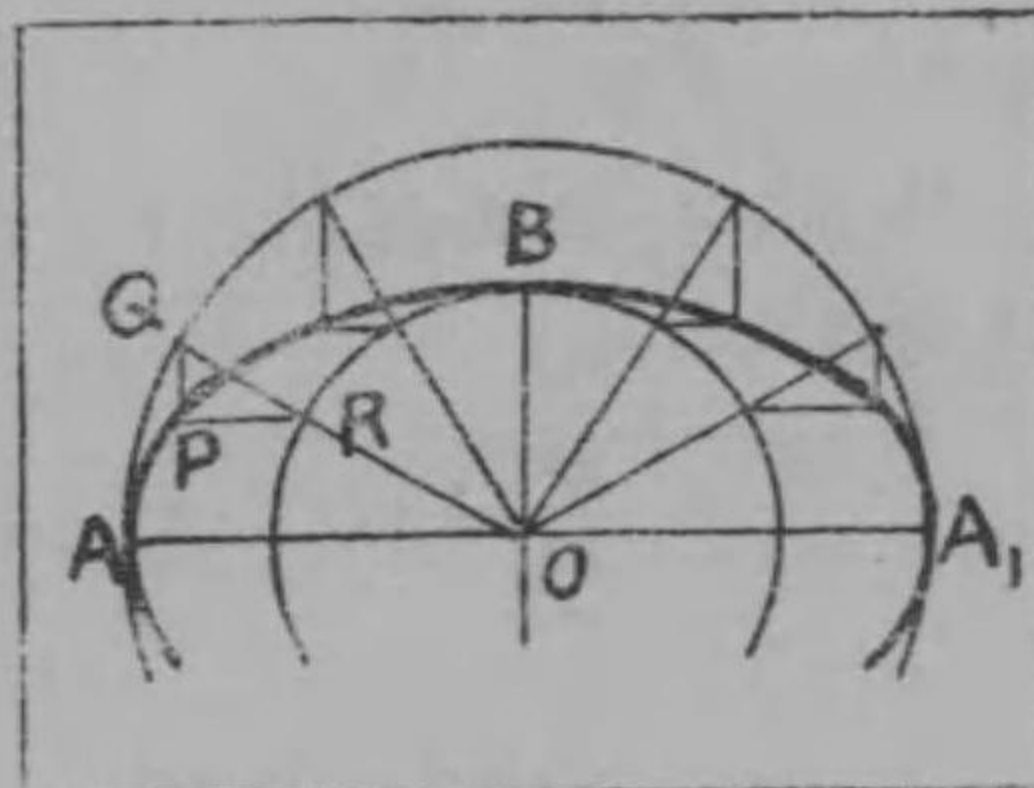
15. 楕圓畫法 (1)

1. 圖に於て $2a$ の長さ
と 2 焦點とを與ふ。
然る時、 $y+z=2a$ なる
關係を有して、任意 y
及 z の半徑圓を畫き、
其交點軌跡を求むれば、
楕圓を得。



16. 楕圓畫法 (2)

1. 相屬兩軸 (Conjugate axes) を與へて楕圓を畫く。
2. 圖に於て、OA、OB
を半徑とする 2 個の圓を畫く。
3. 任意の共通半徑 ORQ
を畫き Q 及 R に於ける垂
線の交點 P の軌跡を求む。
即ち楕圓を得。



17. 雙曲線 (Hyperbola)

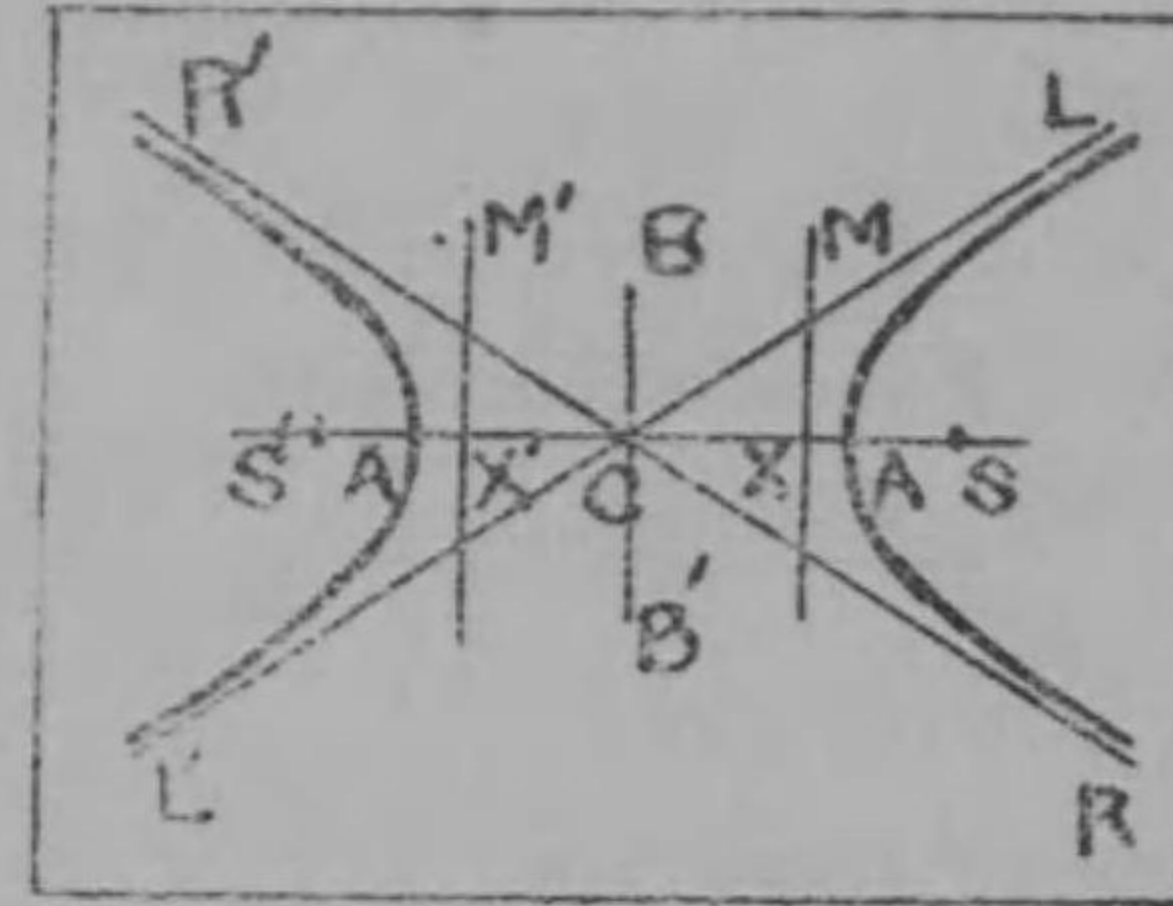
1. 圖に於て C: 中心
BB'=相屬徑 (Conjugate axis)
AA'=横徑 (Transverse axis)
と云ふ。次の關係あり。

2. $\frac{SA'}{A'X} = \frac{SA}{AX} = e > 1$

$AA' = 2a, 1$

$CS = ea$

$CX = \frac{a}{e}$



然る時は雙曲線の方程
式は次の如し。

但 $b^2 = (e^2 - 1)a^2$

$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{a^2(1-e^2)} = 1,$

$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$ (1)

3. 定點 $P(x', y')$ に於いて切線式:-

$\frac{xx'}{a^2} - \frac{yy'}{b^2} = 1$ (2)

18. 漸近線 (Asymptote)

1. 2 直線が無限距離に於て、雙曲線に會する時、此線を
漸近線と稱す。

雙曲線 : $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1,$ 直線 $y = mx + c$ の時、

漸近線 $y = \pm \frac{b}{a}x$ (3)

(3) 式は、原點を通過する直線なることを示せり。

19. 定點より 2 個の切線圖法

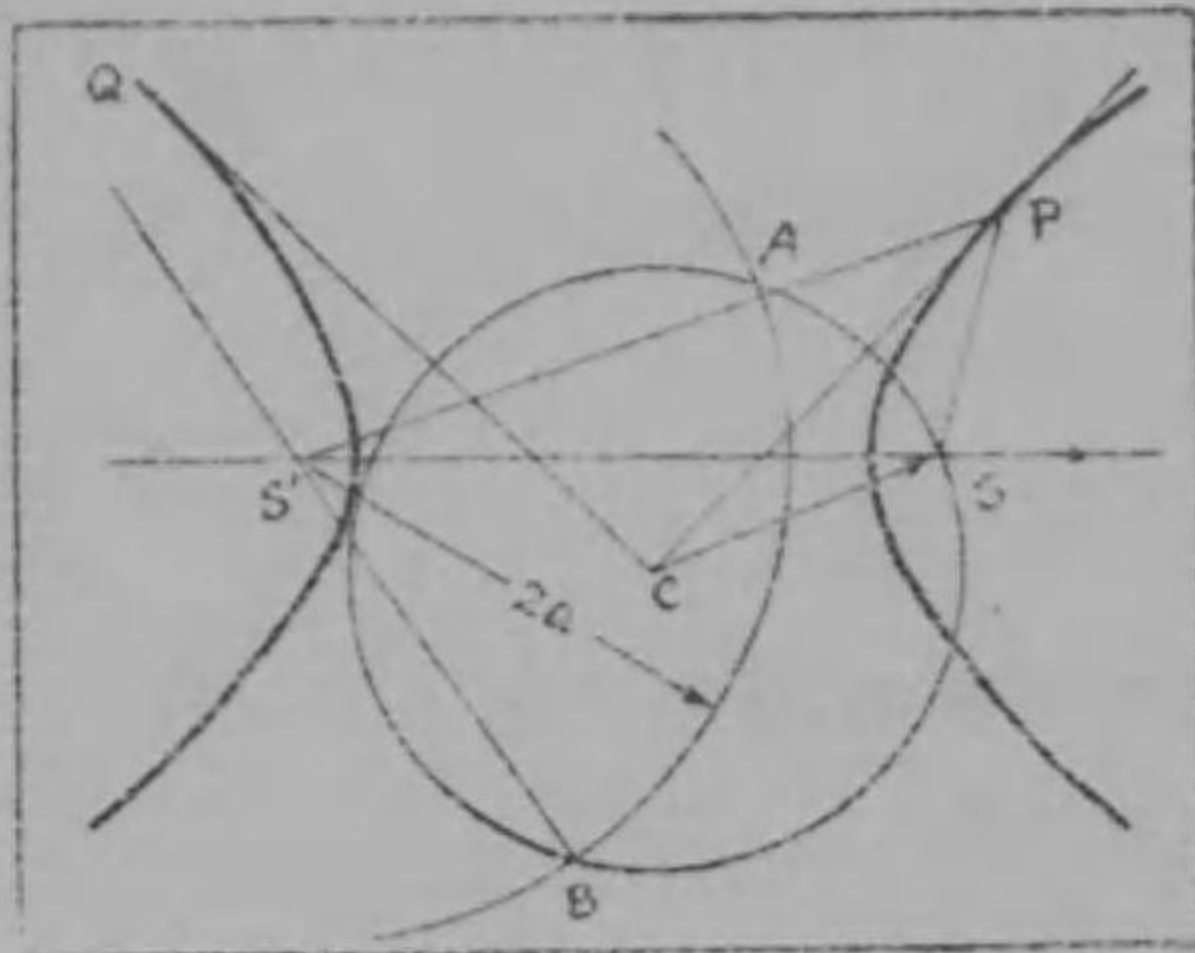
次の圖に於いて O 點より、雙曲線に 2 個の切線を畫くこ
と。

1. C を中心とし、CS 半徑圓を畫く。

2. S' 中心にて、 $2a$ 半徑圓を畫き、兩圓の交りを A 及 B とす。

3. S/A S/B の延長と双曲線との交点を、P, Q とす。

4. CP CQ を結ぶ。然る時は之が所要の切線となる。

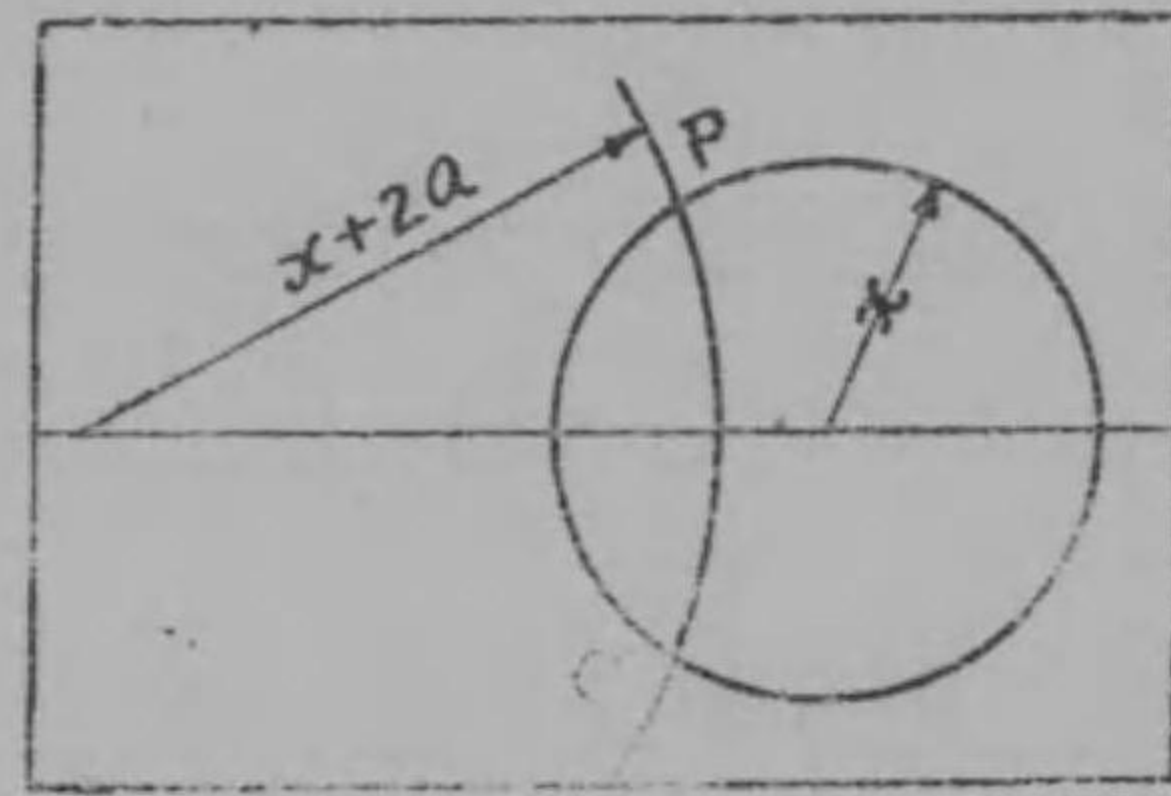


20. 雙曲線圖法

1. 圖に於て、

$$SS' = 2a$$

を與へて S を中心とし、 x 半徑の任意圓を畫く。



2. S' を中心として、 $x+2a$ を半徑として他の圓を畫き、前圓との交りを P 及 Q とす。

3. P 及 Q の軌跡を求むれば、所要の曲線を得。

21. 擺線 (Cycloid)

1. 擺線の要素:--

- (1) 定圓 (Generating circle)
- (2) 定點 (Generating point)
- (3) 定直線 (Base)

2. 圖に於て、定點 P の軌跡は擺線を畫く。

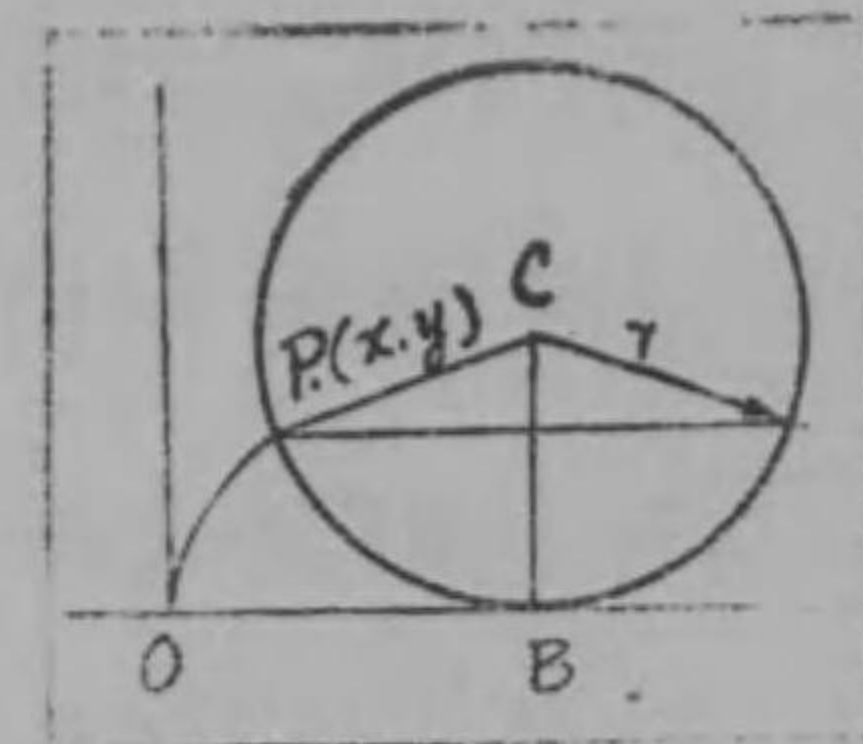
擺線の方程式

$$x = r \cos^{-1} \left(1 - \frac{y}{r} \right) - \sqrt{2ry - y^2} \dots \dots \dots (1)$$

但 $\cos \theta = 1 - \frac{y}{r} \dots \dots \dots (2)$

$$\sin \theta = \frac{\sqrt{2ry - y^2}}{r} \dots \dots (3)$$

(註) 擺線の長さは定圓半徑の 18 倍、底線と曲線内の面積は圓面積の 13 倍とす。



22. 外擺線 (Epicycloid)

1. 圖に於いて、 b 圓が a 圓の外周を回轉する時は b 圓上の定點は外擺線を畫く。

其關係式:--

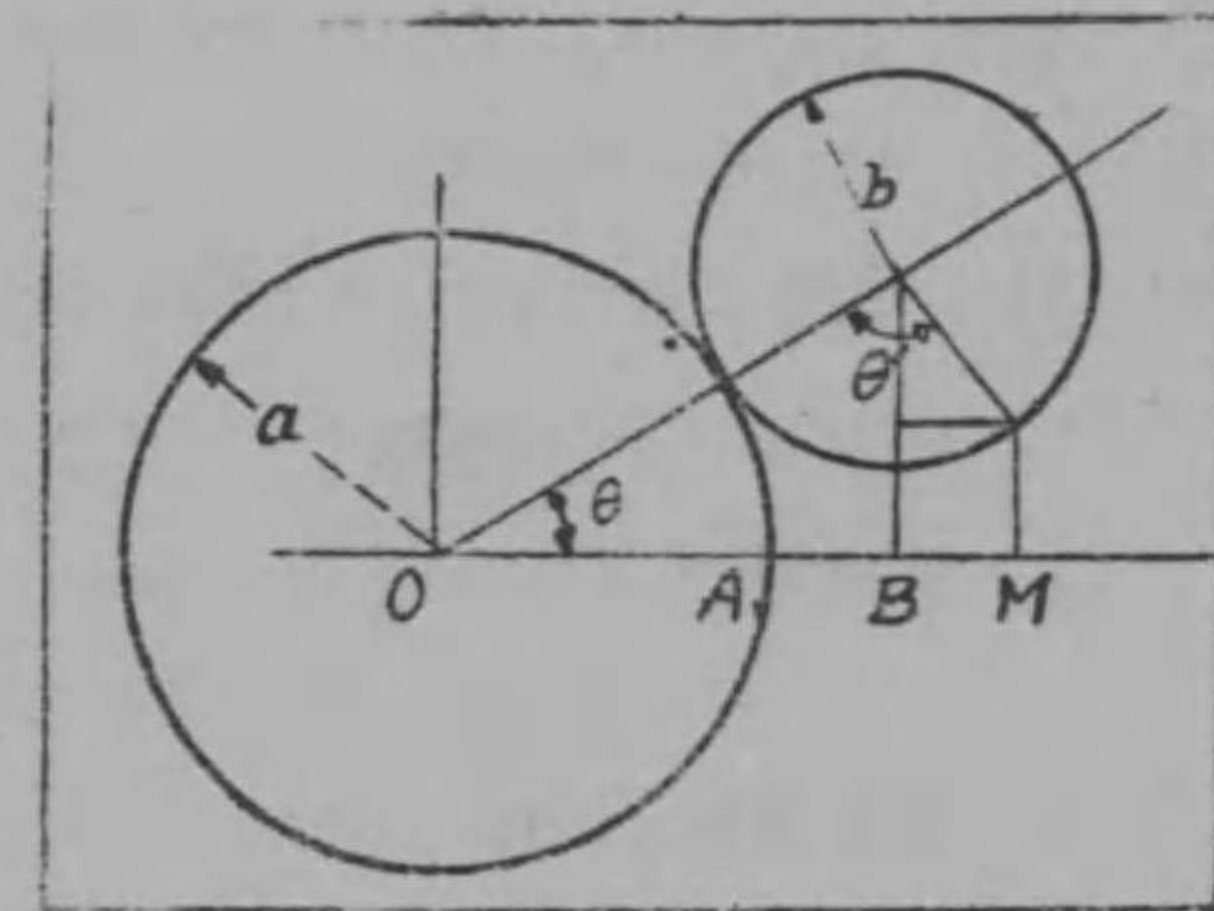
$$a\theta = b\theta' \quad \theta' = \frac{a}{b} \theta \dots \dots \dots (1)$$

$$x = (a+b)\cos \theta - b \cos \left(\frac{a+b}{b} \theta \right) \dots \dots \dots (2)$$

$$y = (a+b)\sin \theta - b \sin \left(\frac{a+b}{b} \theta \right) \dots \dots \dots (3)$$

(註) 外擺線に於て、特別の場合、 $b=a$ なる時は此曲線は心臟狀曲線 (Cardioid) と稱せらる。

即 $x = a(2\cos \theta - \cos 2\theta)$,
 $y = a(2\sin \theta - \sin 2\theta)$
 $\dots \dots \dots (4)$



23. 内擺線 (Hypocycloid)

1. 前曲線の關係に於て、 b 圓が a 圓の内面を廻轉する時は、内擺線を畫く。關係式次の如し。

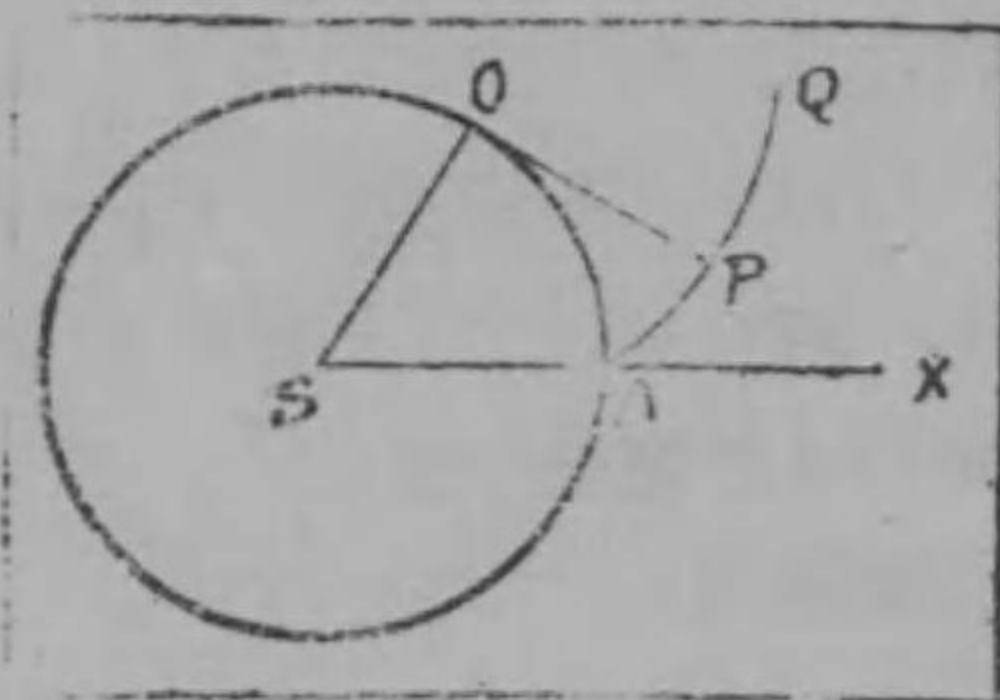
$$x = (a-b)\cos \theta + b \cos \left(\frac{a-b}{b} \theta \right),$$

$$y = (a-b)\sin\theta - b\sin\left(\frac{a-b}{b}\theta\right) \dots\dots\dots (1)$$

(註) 特殊の場合、 $b=a/2$ なる時は、此曲線は直徑となる。

24. 漸開線 (Involute)

1. 圖に於て、S なる圓に巻き付けたる糸が、圓より解かるる時、1 端 P の畫く曲線を漸開線といふ。



2. 今 $\angle OSA = \theta$, $OP = OA$ なる時

$$x = a\theta \sin\theta + a \cos\theta \dots\dots\dots (1)$$

$$y = a \sin\theta - a \cos\theta \dots\dots\dots (2)$$

25. 螺線 (Spiral)

1. 螺線は回轉中心に對し、回轉角に定關係を保ちて中心に遠かり、又は近く點の畫く曲線とす。

2. 最も普通に知られたる曲線の種類は次の如し。

- (1) アルキメデス螺線 (Spiral Archimedes) $r = a\theta$
 - (2) 双曲螺線 (Hyperbolic Spiral) $r\theta = a$
 - (3) リチューズ螺線 (Litnus Spiral) $r^{2\theta} = a^2$
 - (4) 對數螺線 (Logarithmic Spiral) $r = ae^{m\theta}$
- 但 r = 半徑、 θ = 回轉角度、 a, m = 定數

26. 鎖線 (Catenary)

1. 鎖線は彈性ある、均一の線類又は繩類が、2 點間に張られたる時、夫自身の重みにて、形造る曲線とす。

2. 數學上の性質は、圖にて、

BC = 鎖線 (カテナリ)

—)

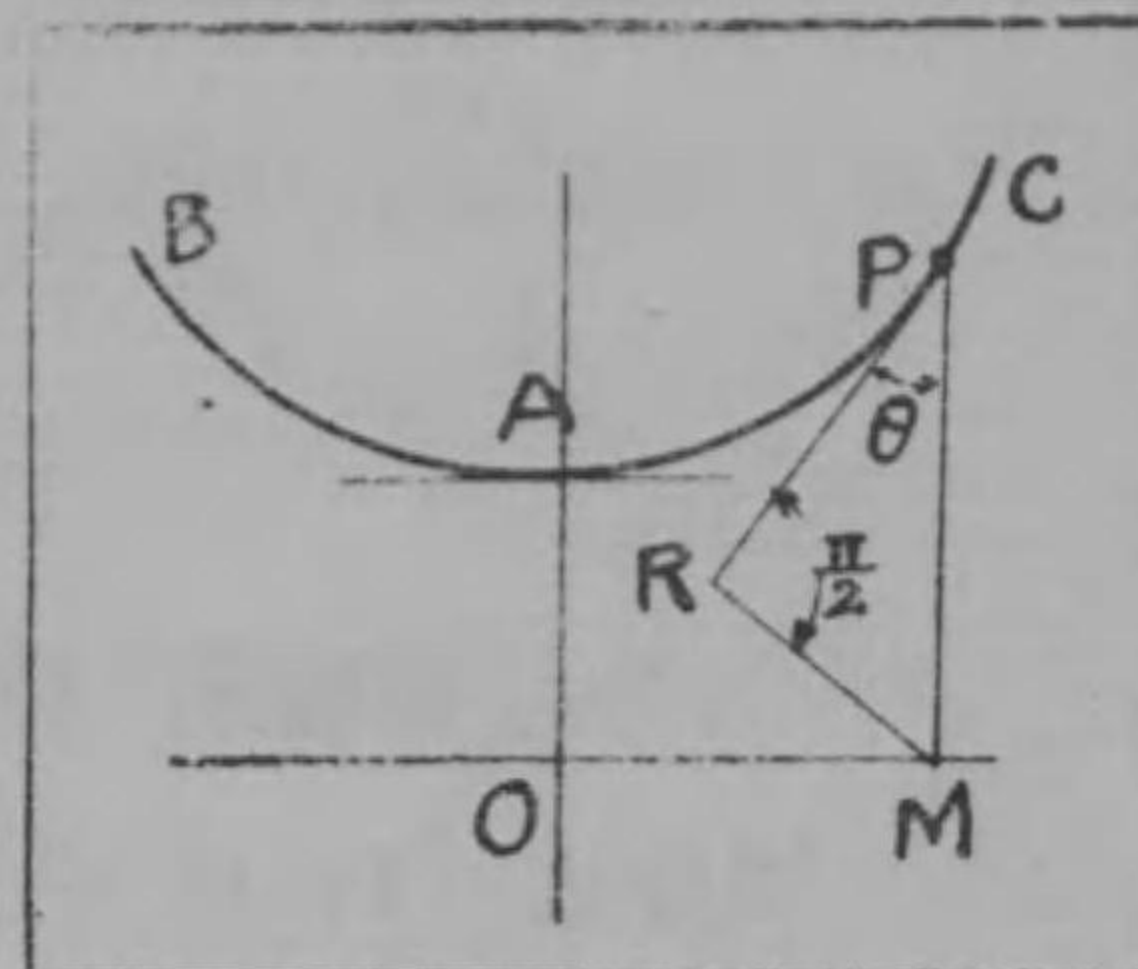
RC = 切線

$RM \perp RC$

然る時

RM = 定長なる關係とす

$$\therefore \tan \angle RPM = \frac{RM}{PR}$$



RM = c, PM = y とせば

$$\tan \theta = \frac{dx}{dy} = \frac{c}{\sqrt{y^2 - c^2}} \quad dx = \frac{c dy}{\sqrt{y^2 - c^2}}$$

$$\therefore x = c \int \frac{dy}{\sqrt{y^2 - c^2}} = c[\log y + \sqrt{y^2 - c^2}] - \log e$$

又は $e^{\frac{x}{c}} = \frac{1}{c}(y + \sqrt{y^2 - c^2})$,

$$e^{-\frac{x}{c}} = \frac{1}{c}(y - \sqrt{y^2 - c^2})$$

以上より鎖線の方程式は、

$$2y = c \left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}} \right) \dots\dots\dots (1)$$

3. 鎖線の面積:—

APMO の面積:

$$A = \int y dx = \frac{c}{2} \int \left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}} \right) dx$$

$$= \frac{c}{2} \left(c e^{\frac{x}{c}} - c e^{-\frac{x}{c}} \right) = \frac{c^2}{2} \left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}} \right) \dots\dots (2)$$

4. AP 曲線の長さ:—

$$S = \frac{c}{2} \left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}} \right) \dots\dots\dots (3)$$

又は、

$$x = c \log e^{\frac{y+S}{c}} \dots \dots \dots (4)$$

4. 微積分 (Calculus)

1. 微分表 (Table of Differential)

$$1. \quad y = a \quad \frac{dy}{dx} = 0$$

$$y = ax \quad \frac{dy}{dx} = a$$

$$y = x^n \quad \frac{dy}{dx} = nx^{n-1}$$

$$y = u \times v \quad \frac{dy}{dx} = \frac{du}{dx} + \frac{dv}{dx}$$

$$y = \frac{u}{v} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{1}{v^2} \left(v \frac{du}{dx} - u \frac{dv}{dx} \right)$$

$$2. \quad y = \sin x \quad \frac{dy}{dx} = \cos x$$

$$y = \cos x \quad \frac{dy}{dx} = -\sin x$$

$$y = \tan x \quad \frac{dy}{dx} = 1 + \tan^2 x$$

$$y = \cot x \quad \frac{dy}{dx} = -(1 + \cot^2 x)$$

$$y = \sec x \quad \frac{dy}{dx} = \sec x \tan x$$

$$y = \operatorname{cosec} x \quad \frac{dy}{dx} = -\operatorname{cosec} x \cot x$$

$$3. \quad y = \sin^n x \quad \frac{dy}{dx} = n \sin^{n-1} x \cos x$$

$$y = \cos^n x \quad \frac{dy}{dx} = n \cos^{n-1} x (-\sin x)$$

$$y = \tan^n x \quad \frac{dy}{dx} = n \tan^{n-1} x (1 + \tan^2 x)$$

$$4. \quad y = \sin nx \quad \frac{dy}{dx} = n \cos nx$$

$$y = \cos nx \quad \frac{dy}{dx} = -n \sin nx$$

$$y = \tan nx \quad \frac{dy}{dx} = n \sec^2 nx$$

$$y = \cot nx \quad \frac{dy}{dx} = -n \operatorname{cosec}^2 nx$$

$$y = \sec nx \quad \frac{dy}{dx} = n \sec x \tan nx$$

$$y = \operatorname{cosec} nx \quad \frac{dy}{dx} = -n \operatorname{cosec} x \cot nx$$

$$5. \quad y = a^x \quad \frac{dy}{dx} = a^x \log a$$

$$y = e^{nx} \quad \frac{dy}{dx} = ne^{nx}$$

$$y = \log x \quad \frac{dy}{dx} = \frac{1}{x}$$

$$y = (x-a) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{x}{x-a}$$

$$6. \quad y = \sin^{-1} \frac{x}{a} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{1}{\sqrt{a^2 - x^2}}$$

$$y = \cos^{-1} \frac{x}{a} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{-1}{\sqrt{a^2 - x^2}}$$

$$y = \tan^{-1} \frac{x}{a} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{a}{a^2 + x^2}$$

$$y = \cot^{-1} \frac{x}{a} \quad \frac{dy}{dx} = -\frac{a}{a^2 + x^2}$$

$$y = \sec^{-1} \frac{x}{a} \quad \frac{dy}{dx} = \frac{a}{x\sqrt{x^2 - a^2}}$$

$$y = \operatorname{cosec}^{-1} \frac{x}{a} \quad \frac{dy}{dx} = -\frac{a}{x\sqrt{x^2-a^2}}$$

2. 積分表 (Table of Integral)

$$1. \int dx = x + \dots + (c)$$

$$\int x^n \cdot dx = \frac{x^{n+1}}{n+1}$$

$$\int \frac{1}{x} \cdot dx = \log x$$

$$\int \frac{1}{x-a} \cdot dx = \log(x-a)$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{a^2-x^2}} \cdot dx = \sin^{-1} \frac{x}{a} = -\cos^{-1} \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{x^2 \pm a^2}} \cdot dx = \log(x \pm \sqrt{x^2 \pm a^2})$$

$$\int \frac{1}{a^2 \pm x^2} \cdot dx = \frac{1}{a} \tan^{-1} \frac{x}{a} = -\frac{1}{a} \cot^{-1} \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{1}{x^2-a^2} \cdot dx = \frac{1}{2a} \log \frac{x-a}{x+a}$$

$$\int \frac{1}{a^2-x^2} \cdot dx = \frac{1}{2a} \log \frac{a-x}{a+x}$$

$$\int \frac{1}{x\sqrt{x^2-a^2}} \cdot dx = \frac{1}{a} \sec^{-1} \frac{x}{a}$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{2ax-x^2}} \cdot dx = \cos^{-1} \frac{a-x}{x}$$

$$\int a^x \cdot dx = \frac{a^x}{\log a}$$

$$\int x\sqrt{x^2-a^2} \cdot dx = \frac{1}{3}(x^2-a^2)^{\frac{3}{2}}$$

$$\int e^{mx} \cdot dx = \frac{e^{mx}}{m}$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{1+x^2}} \cdot dx = \sin^{-1} x$$

$$\int \sqrt{a^2-x^2} \cdot dx = \frac{x\sqrt{a^2-x^2}}{2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{x}{a}$$

$$\int \sqrt{2ax-x^2} \cdot dx = \frac{(x-a)\sqrt{2ax-x^2}}{2} + \frac{a^2}{2} \sin^{-1} \frac{x-a}{a}$$

$$\int \frac{1}{1+x^2} \cdot dx = \tan^{-1} x$$

$$\int \frac{1}{\sqrt{1-x}} \cdot dx = -\cos^{-1} x$$

$$\int \frac{x}{\sqrt{a^2-x^2}} \cdot dx = -\sqrt{a^2-x^2}$$

$$\int \log x \cdot dx = x(\log x - 1)$$

$$\int \frac{1}{1+x+x^2} \cdot dx = \frac{2}{\sqrt{3}} \tan^{-1} \left(\frac{2x+1}{\sqrt{3}} \right)$$

$$\int \frac{1}{1+x-x^2} \cdot dx = \sin^{-1} \left(\frac{2x-1}{\sqrt{5}} \right)$$

$$2. \int ax^{\frac{n}{m}} \cdot dx = \frac{ma}{m+n} x^{\frac{m+n}{m}}$$

$$\int (ax+b)^n \cdot dx = \frac{(ax+b)^{n+1}}{a(n+1)}$$

$$\int \frac{a}{x^2} \cdot dx = -\frac{a}{x}$$

$$\int \frac{1}{x} \log x \cdot dx = \frac{1}{2} (\log x)^2$$

$$\int \frac{\log x}{(1-x)^2} \cdot dx = \frac{x \log x}{1-x} + \log(1-x)$$

$$\int \frac{1}{x(\log x)^2} \cdot dx = \frac{1}{\log x}$$

$$\int \frac{1}{x \log x} \cdot dx = \log[\log x]$$

$$\int a^x \cdot x \cdot dx = \frac{1}{\log a} a^x x - \frac{1}{(\log a)^2} a^x$$

$$\int \frac{1}{a+bx} dx = \frac{1}{b} \log(a+bx)$$

$$\int (a+bx)^n \cdot dx = \frac{(a+bx)^{n+1}}{(n+1)b}$$

3. $\int \cos nx \cdot dx = \frac{\sin nx}{n}$ $\int \sin nx \cdot dx = -\frac{\cos nx}{n}$

$$\int \sec^2 x \cdot dx = \frac{\tan x}{n}$$
 $\int \operatorname{cosec}^2 x \cdot dx = -\frac{\cot nx}{n}$

$$\int \sec nx \cdot \tan nx \cdot dx = \frac{\sec nx}{n}$$

$$\int \operatorname{cosec} nx \cdot \cot nx \cdot dx = -\frac{\operatorname{cosec} nx}{n}$$

$$\int \cot x \cdot dx = \log \sin x$$
 $\int \tan x \cdot dx = -\log \cos x$

$$\int \sin^2 x dx = \frac{x}{2} - \frac{\sin 2x}{4}$$

$$\int \cos^2 x \cdot dx = \frac{x}{2} + \frac{\sin 2x}{4}$$

$$\int \frac{1}{\sin^2 x} dx = -\cot x$$
 $\int \frac{1}{\cos^2 x} dx = \tan x$

$$\int \frac{\cos x}{\sin^2 x} dx = -\operatorname{cosec} x$$
 $\int \frac{\sin x}{\cos^2 x} dx = \sec x$

$$\int \frac{1}{\sin x} dx = \log \left(\tan \frac{1}{2} x \right)$$

$$\int \frac{1}{\cos x} dx = \log \left[\cot \left(\frac{\pi}{4} - \frac{x}{2} \right) \right]$$

$$\int \frac{1}{\cos x \sin x} dx = \log \tan x$$

$$\int \frac{1}{\tan x} dx = \log \sin x$$

$$\int \cos^3 x \cdot dx = \frac{3}{4} \sin x - \frac{1}{12} \sin 3x$$

$$\int \sin^3 x \cdot dx = \frac{1}{12} \cos 3x - \frac{3}{4} \cos x$$

3. 全微係數 (Total differential coefficient)

$u=f(x, y, z)$, $y=f, x$, $z=f, x$ なる時、

$$\frac{du}{dx} = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{dy}{dx} + \frac{\partial u}{\partial z} \frac{dz}{dx} \dots \dots \dots (1)$$

4. 陰函數 (Implicit function)

$u=f(x, y)=0$ なる時は (1) 式の特別なる場合とす。

$$\frac{du}{dx} = \frac{\partial d}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \frac{dy}{dx} = 0 \dots \dots \dots (2)$$

(2) に於いて、 $u=0$ の時、 ∂u の代りに ∂f を用ひて、

$$\frac{dy}{dx} = \frac{\frac{\partial f}{\partial x}}{\frac{\partial f}{\partial y}} \dots \dots \dots (3)$$

5. 部分微係數 (Partial differential coefficient)

$u=f(x, y)$ なる時、次の $\frac{\partial u}{\partial x}$, $\frac{\partial u}{\partial y}$ を部分微係數と云ふ。

即 y を常數として、

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial f(x, y)}{\partial x} \dots \dots \dots (4)$$

x を常數として、

$$\frac{\partial u}{\partial y} = \frac{\partial f(x, y)}{\partial y} \dots \dots \dots (4)$$

6. 函數の極大極小 (Maximam and Minimam)

一般式、 $y=f(x)$ の時、 $\frac{dy}{dx}=0$ として得たる、 x の値を a とせば、 y の極大極小は $f(a)$ なり。

而して、 $x=a$ に於いて、

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -b \text{ ならば } \dots\dots\dots y = \text{極大} \dots\dots (5)$$

$$\frac{d^2y}{dx^2} = +b \text{ ならば } \dots\dots\dots y = \text{極小} \dots\dots (5')$$

7. 多變數の極大極小

一般式 $u = \phi(x, y)$ の時、 $\frac{\partial f}{\partial x} = 0$ $\frac{\partial f}{\partial y} = 0$ として、

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = A, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = B, \quad \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = C$$

の 3 者の關係が

$AC - B^2 \equiv 0$	ならば	極大極小存在す	} (6)
$A < 0$	ならば	極大	
$A > 0$	ならば	極小	

[例] $u = x^3 + y^3 - 3axy \dots\dots\dots (1)$

$$\frac{\partial u}{\partial x} = 3x^2 - 3ay = 0 \quad \therefore y = \frac{x^2}{a} \dots\dots\dots (2)$$

$$\frac{\partial u}{\partial y} = 3y^2 - 3ax = 0 \quad \therefore y^2 - ax = 0 \dots\dots\dots (3)$$

(2) 及 (3) 式より、

$$y^2 - ax = \frac{x^4}{a^2} - ax = 0 \dots\dots\dots (4)$$

(4) より、 $x=0$ or a , $y=0$ or a なるを以て、

$$A = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = 6x, \quad B = \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = -3a,$$

$$C = \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 6y \dots\dots\dots \text{に於て、}$$

(1) $x=0, y=0$ の時:—

$$AC - B^2 = -9a^2 \text{ 即ち極大極小存在せず。}$$

(2) $x=a, y=a$ の時:—

$$AC - B^2 = 27a^2 \text{ 即ち } u \text{ は極小値なり。}$$

$$\therefore u = a^3 + a^3 - 6a^3 = -3a^2 \dots\dots\dots (5)$$

8. 曲率及半徑 (Curvature and Radius)

1. 曲率半徑 (Radius of Curvature):— 曲線の曲度を曲率といふ。曲率の大小は、曲線と切する圓の半徑を以て示す。此半徑を曲率半徑と稱す。

2. 曲率半徑は、圓を除く外、曲線上の各點に於て相異せり。

(1) 曲率半徑:—

$$\rho = \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \dots\dots\dots (1)$$

(2) $\frac{dy}{dx} = \text{小値}$ なる時

$$\rho = \frac{1}{\left(\frac{d^2y}{dx^2}\right)} \dots\dots\dots (2)$$

(3) $x = \phi(\theta), y = F(\theta)$ なる時:—

曲率半徑:—

$$\rho = \frac{\left[\left(\frac{dx}{d\theta}\right)^2 + \left(\frac{dy}{d\theta}\right)^2\right]^{\frac{3}{2}}}{\frac{dx}{d\theta} \frac{d^2y}{d\theta^2} + \frac{dy}{d\theta} \frac{d^2x}{d\theta^2}} \dots\dots\dots (3)$$

2. 曲率中心の座標:— 中心座標: $c(\alpha, \beta)$ とする時は

$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \frac{\left[1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2\right] \frac{dy}{dx}}{\frac{d^2y}{dx^2}} \dots\dots\dots \\ \beta &= y + \frac{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2}{\frac{d^2y}{dx^2}} \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} (4)$$

3. 曲線の内凹及外凸 :-

(1) 一曲線が X 軸に向ひて内凹なる時は、其縦線の記號と、第 2 次微係數との記號は相反す。

(2) 一曲線が X 軸に向ひて外凸なる時は、其縦線の記號と、第 2 次微係數との記號は相同じ。

9. 弧の長さ (Length)

一般式、 $y=f(x)$ なる時 :-

弧の長 :-

$$s = \int_{x_2}^{x_1} \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} dx$$

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2} \dots\dots\dots (1)$$

一般式 $r=f(\theta)$ なる時 :-

弧の長 :-

$$s = \int_{\theta_2}^{\theta_1} \sqrt{r^2 + \left(\frac{dr}{d\theta}\right)^2} d\theta \dots\dots\dots (2)$$

10. 面積 (Area)

一般式、 $y=f(x)$ なる時 :- $r=f(\theta)$ なる時 :-

面積 :-

$$A = \int_{x_2}^{x_1} y \cdot dx \quad A = \frac{1}{2} \int_{\theta_2}^{\theta_1} r^2 d\theta \dots\dots\dots (3)$$

11. 回轉容積 (Volume of Revolution)

X 軸を轉軸として、回線が回轉せる場合の回轉容積を求む。

一般式 $y=f(x)$ に於いて、

$$面積: \quad v = \frac{dv}{dx} = \pi y^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$(1) \quad \therefore \quad dv = \pi y^2 \cdot dx$$

$$\therefore \text{全容積: } V = \pi \int_{x_2}^{x_1} y^2 \cdot dx \dots\dots\dots (2)$$

12. 回轉表面積 (Surface of Revolution)

X 軸を回轉軸として、曲線が回轉する時の表面積を求む。一般式、 $y=f(x)$ に於て、

$$\text{回轉周: } l = \frac{ds}{dx} = 2\pi y \dots\dots\dots (1)$$

$$(1) \quad \therefore \quad ds = 2\pi y \cdot dx$$

$$\text{面積: } s = \int_{x_2}^{x_1} y \cdot dx \dots\dots\dots (2)$$

13. 應用 (面積及容積)

1. 圓 (Circle) :-

$$r = \text{半徑} \quad \text{面積: } A = \pi r^2 = \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$d = \text{直徑} \quad \text{圓周: } S = 2\pi r = \pi d \dots\dots\dots (2)$$

2. 橢圓 (Ellipse) :-

$$\text{長徑} = 2a \quad \text{短徑} = 2b \quad ea = \sqrt{a^2 - b^2}$$

$$\text{橢圓面積: } A = \pi ab \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{橢圓周: } L = 2\pi a \left(1 - \frac{1}{2^2} e^2 - \frac{1.3}{2^2 4^2} e^4 - \frac{1.3.5}{2^2 4^2 6^2} e^6 - \dots \right) \dots (2)$$

$$= 2\pi b + 4(a-b) - \frac{2b(a-b)}{\sqrt{(a+b)(a+2b)}} \text{約} \dots\dots (3)$$

$$= 4\sqrt{a^2 + 1.4674b^2} \text{約} \dots\dots\dots (4)$$

橢圓は圓形を傾斜面に投影したるものにひとし。傾斜

角を θ とすれば $\frac{b}{a} = \cos \theta$ なるを以て、橢圓の面積

$$= \text{圓の面積} \times \cos \theta \dots\dots\dots (1')$$

3. 拋物線 (Parabola) :-

x=横軸 y=縦軸 拋物線式: $y^2=4ax$

又は、B=拋物線の底邊 H=拋物線の高さとせば

拋物線面積: $A = \frac{8}{3}x\sqrt{ax} = \frac{2}{3}B.H \dots\dots\dots(5)$

拋物線片側長: $L = 2\sqrt{x^2+ax} + a \log\left(x + \frac{a}{2} + \sqrt{x^2+ax}\right) - a \log \frac{a}{2} \dots\dots\dots(6)$

$= \frac{1}{2}\sqrt{B^2+1.333 H^2}$ 約 $\dots\dots\dots(7)$

4. 雙曲線 (Hyperbola):-

x=横軸 y=縦軸 雙曲線式: $\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1$

片側面積: $A = \frac{bx\sqrt{a^2-x^2}}{2a} - \frac{ab}{2} \log(x + \sqrt{x^2-a^2}) \dots\dots(8)$

又は、兩側面積: $A = \frac{16bx[3\sqrt{7x(7a+5x)} + 4\sqrt{ax}]}{300.a} \dots\dots(9)$

5. 球 (Sphere):-

球半徑=r 直徑=d

體積: $V = \frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{1}{6}\pi d^3 \dots\dots\dots(10)$

曲面積: $A = 4\pi r^2 = \pi d^2 \dots\dots\dots(11)$

6. 球部分 ("Partial" Sphere):-

球半徑=r 底面直徑=c 高=h

體積: $V = \pi h^2\left(9 - \frac{1}{3}h\right) \dots\dots\dots(12)$

表面積: $A = \frac{\pi}{4}(c^2 + 4h^2) + \frac{\pi}{4}c^2 \dots\dots\dots(13)$

7. 缺球臺 (Frustum of Sphere):-

R.r=兩面の半徑 D.d=兩面の直徑 h=高

體積: $V = \frac{1}{6}\pi h\left[\frac{3}{4}(b^2+d^2)+h^2\right] \dots\dots\dots(14)$

$= \frac{1}{6}\pi h[3(R^2+r^2)+h^2] \dots\dots\dots(14')$

8. 楕圓體 (Ellipsoid):-

兩軸半徑=a 及 b [aの軸を回轉軸としたる體積]

體積: $V = \frac{4}{3}\pi ab^2 \dots\dots\dots(15)$

9. 拋物線體 (Paraboloid):-

高=a 底半徑=c 高の軸を中心として回轉す。

體積: $V = \frac{\pi(4ac)^{\frac{5}{2}}}{80a^2} - \frac{2\pi c\sqrt{ac}}{5} \dots\dots\dots(16)$

10. 圓錐體 (Circular Cone):-

高=a 底半徑=b

曲面積: $A = \pi b\sqrt{a^2+b^2} \dots\dots\dots(17)$

體積: $V = \frac{1}{3}\pi ab^2 \dots\dots\dots(18)$

11. 圓錐臺 (Frustum of Circular Cone):-

A.a=兩底邊の面積 h=高

體積: $V = \frac{1}{3}h(A+a+\sqrt{Aa}) \dots\dots\dots(19)$

12. 擺線 (Cycloid):-

擺線の方程式: $y = a(1 - \cos \theta)$ なる時

面積: $A = 3\pi a^2 \dots\dots\dots(20)$

13. 螺線 (Spiral):-

螺線の方程式: $r = a\theta^n$ なる時

面積: $A = \frac{1}{2na^n} \cdot \frac{nr^{\frac{2n+1}{n}}}{2n+1} \dots\dots\dots(21)$

Archimedes 螺線にて $n=1$ $A = \frac{r^3}{6a} \dots\dots(22)$

14. 鎖線 (Catenary):-

鎖線の方程式: $y = \frac{c}{2} \left(e^{\frac{x}{c}} + e^{-\frac{x}{c}} \right)$ なる時

片側面積: $A = \frac{c^2}{2} \left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}} \right)$ (23)

片側長さ: $L = \frac{c}{2} \left(e^{\frac{x}{c}} - e^{-\frac{x}{c}} \right)$ (24)

15. 一般角錐體 (Rectangular Pyramid):—

A=底面積 l=底邊に直角の斜邊

h=高さ p=底面周の長さ

體積: $V = \frac{1}{3} Ah$ (25)

表面積: $S = p \times \frac{1}{2} l + A$ (26)

16. 角錐臺 (Frustum of Rectangular Pyramid):—

A, a=兩底面積 h=高 p, p'=兩底周 l=直角斜邊

體積: $V = \frac{1}{3} h(A + a + \sqrt{Aa})$ (27)

表面積: $S = \frac{1}{2} l(p + p') + (A + a)$ (28)

17. 正多面體 (Regular Polyhedron):—

(1) 表面積を求むるには、邊の2乗に次の面積率を乗ず。

(2) 體積を求むるには、邊の3乗に次の體積率を乗ず。

表面形	名稱	面積率	體積率
正3角	4面體	1.7320508	0.117813
正4角	6面體	6.0000000	1.00000
正3角	8面體	3.4641016	0.4714045
正5角	12面體	20.6456288	7.6631189
正3角	20面體	8.6602540	2.181695

18. ガルダナス定理 (Guldinus Theorem):—

(1) 曲線の回轉表面積: $S = \text{曲線の長} \times 2\pi r$ (1)

(2) 平面形回轉容積: $V = \text{平面積} \times 2\pi r$ (2)

但、r=重心の回轉半徑

3. 機械部分

1. ネジ螺旋 (Screw threads)

1. ネジ螺旋一般

1. 普通に用ひらるゝネジ山の形は、3角形及4角形のものとする。此内3角形ネジは、ボルト及ナットに使用せらるゝものにして、4角形ネジは、主として送り用ネジに用ひらる。

2. 3角形ネジには、英國式と米國式との2種あり。其他大陸式、萬國式等を用ひらる。英國式は、ネジ山の角度を55度となし、米國式は60度となしたるものとする。又英國式は山に丸みを付け、米國式は平らに切られたり。

3. 3角形ネジはナットを廻す場合、斜めに力を受くる故に、大なる抵抗を感じ、4角形ネジは斜面の力を受けざる故に、3角形ネジよりも抵抗少なきものとする。即ち、螺旋仕掛にて、物體を移動せしむる場合に有利なるものとする。

4. 3角形ネジと4角形ネジと、同一のピッチなる時は、前者は底部の幅が、後者の2倍となるを以て、従つて2倍の強さを有す。

5. 4角形ネジは、單條螺旋 (Single thread) の時は、谷底の直徑が、比較的小となり、大徑の棒にて、特に甚しきを以て、複條螺旋 (Double threads) を切るものとする。

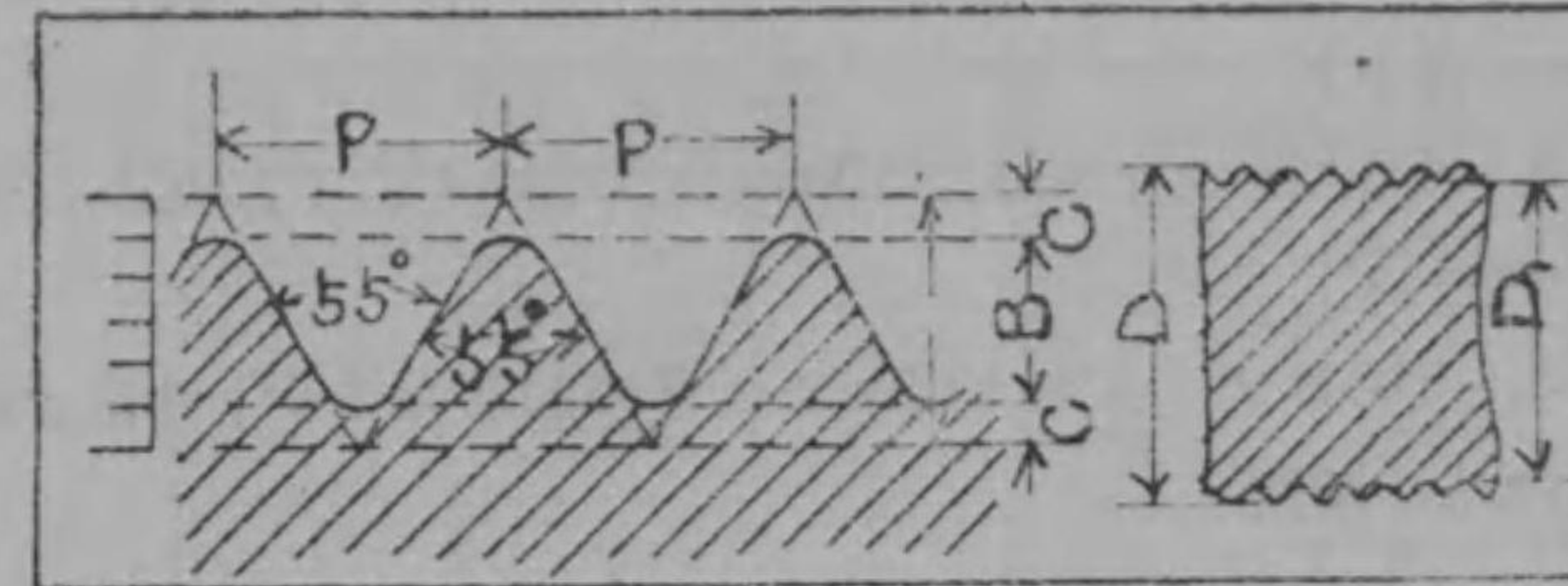
6. 3角形ネジと4角形ネジと、合併したるものは、兩者の特長を併有するものにして、送り用ネジに使用せらる。以下各種ネジの形状と寸法とを示めす。

2. 英國式標準ネジ (ホキット、フース式)

山の高さ: $B-2C=0.64033P$ (1)

山の半徑: $r=0.13729P$ (2)

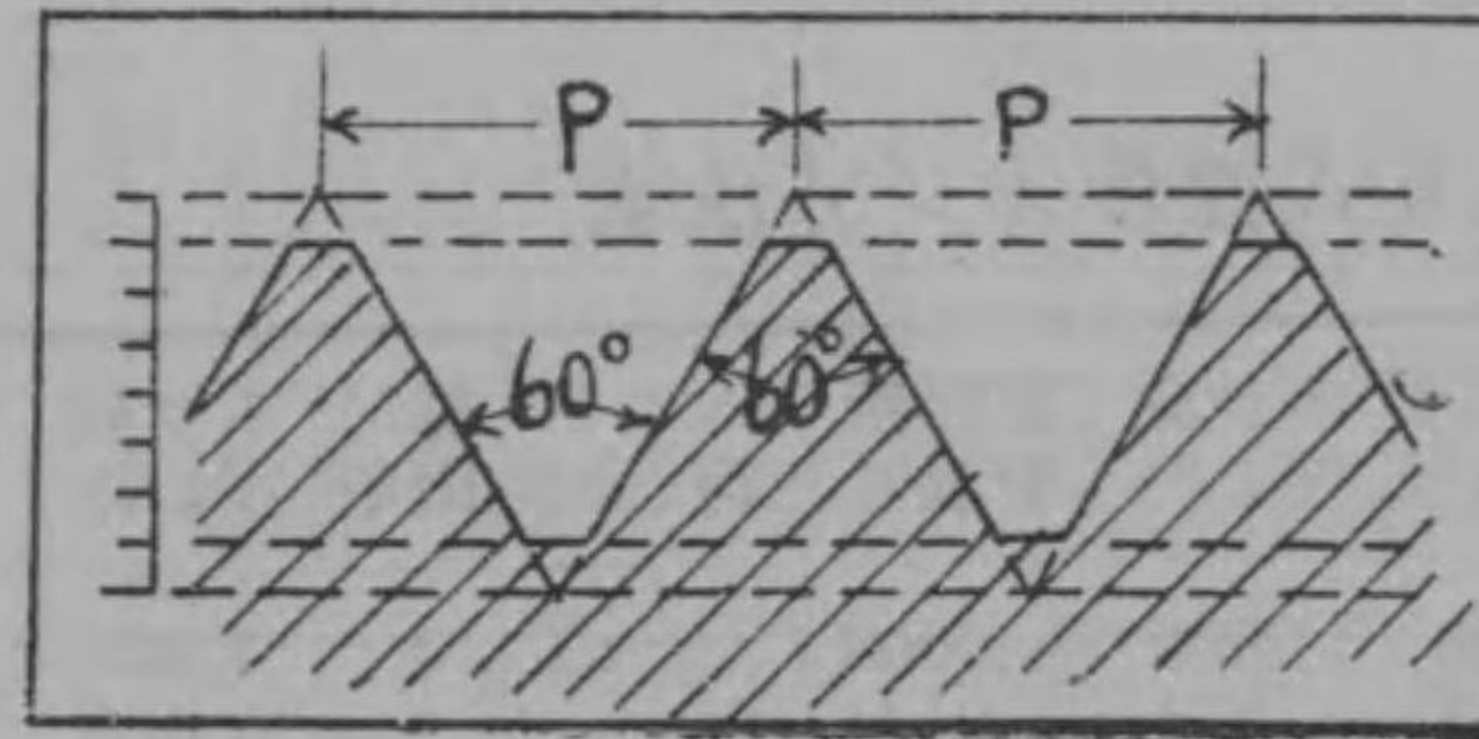
但、 P =ネジのピッチ時



3. 米國標準ネジ (セラー式)

山の高さ: $d=0.64959P$ (1)

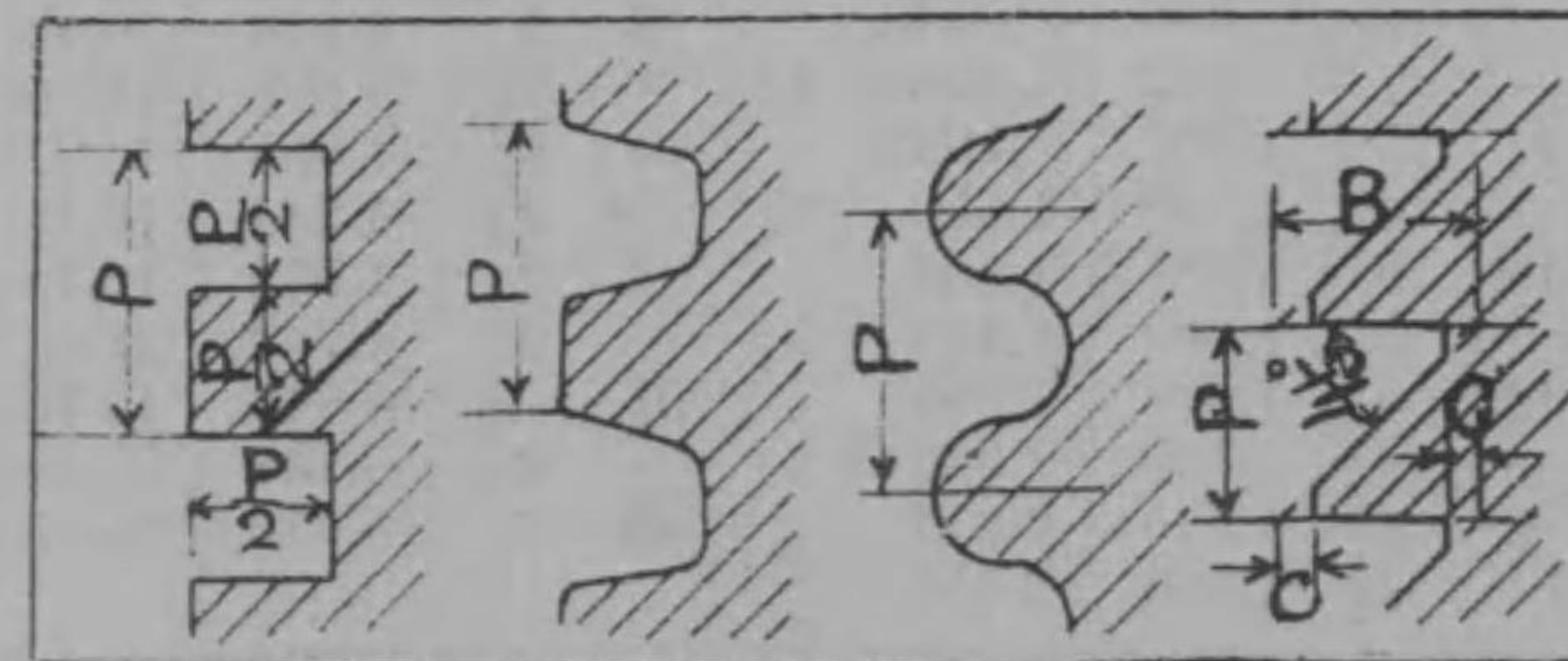
溝底の幅: $f=\frac{1}{8}P$ (2)



4. その他の形式

(a)=四角形螺旋 (b)=(a)に傾斜を付せるもの

(c)=ナツクル螺旋 (d)=バツトレス螺旋



以上の各種ネジに就いて:—

1. (d): バットレスネジ (Buttress thread) にて、 $B=P$,

$$C = \frac{1}{8} \frac{1}{10} \frac{1}{8} B$$

2. (c): ナツクルネジ (Nuckle Thread) にて、丸みの半徑: $r = \frac{1}{4} P$

3. (b) はナームギヤ用スクリウの形状なるか、寸法は齒車の章に解説す。

4. (a)(b)(c) のネジに於ける直徑とピッチとの關係は毎吋の山數を同徑の三角オジの $\frac{1}{2}$ となる様定む。故に同徑に同ピッチとなすには 2 條ネジ (Double Thread) とす。此場合ネジの距離をピッチと云ひ、ネジの廻りに進む距離をリード、進程 (lead) と云ふ。

5. 英式標準ネジ寸法表

ホルト 徑、吋	毎吋 山數	ネジ底 徑、吋	斷面積 平方吋	ホルト 徑、吋	毎吋 山數	ネジ底 徑、吋	斷面積 平方吋
$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{8}$	40	.093	$2\frac{1}{8}$	4	1.930	2.925
		24	.134		4	2.055	3.321
$\frac{5}{16}$	$\frac{1}{4}$	20	.186	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$	2.180	3.732
		18	.241		4	2.305	4.173
$\frac{7}{16}$	$\frac{3}{8}$	16	.295	$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	2.384	4.464
		14	.346		$3\frac{1}{2}$	2.509	4.944
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	12	.393	$3\frac{1}{4}$	3	2.634	5.449
		11	.509		$3\frac{1}{4}$	2.856	6.406
$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	10	.622	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$	3.106	7.577
		9	.733		3	3.323	8.673
$\frac{7}{8}$	1	8	.840	$4\frac{1}{4}$	4	3.573	10.027
		7	.942		$2\frac{7}{8}$	3.805	11.369
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	7	1.067	$4\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	4.055	12.912
		6	1.162		$2\frac{1}{2}$	4.284	14.416
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	6	1.287	$5\frac{1}{4}$	5	4.534	16.148
		5	1.369		$2\frac{3}{4}$	4.762	17.811
$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	5	1.494	$5\frac{1}{2}$	$5\frac{1}{2}$	5.012	19.730
		4 $\frac{1}{2}$	1.590		$2\frac{1}{2}$	5.238	21.546
$1\frac{7}{8}$	2	4 $\frac{1}{2}$	1.715	$6\frac{1}{4}$	6	5.488	23.652
		4 $\frac{1}{2}$	1.840		$2\frac{1}{2}$		

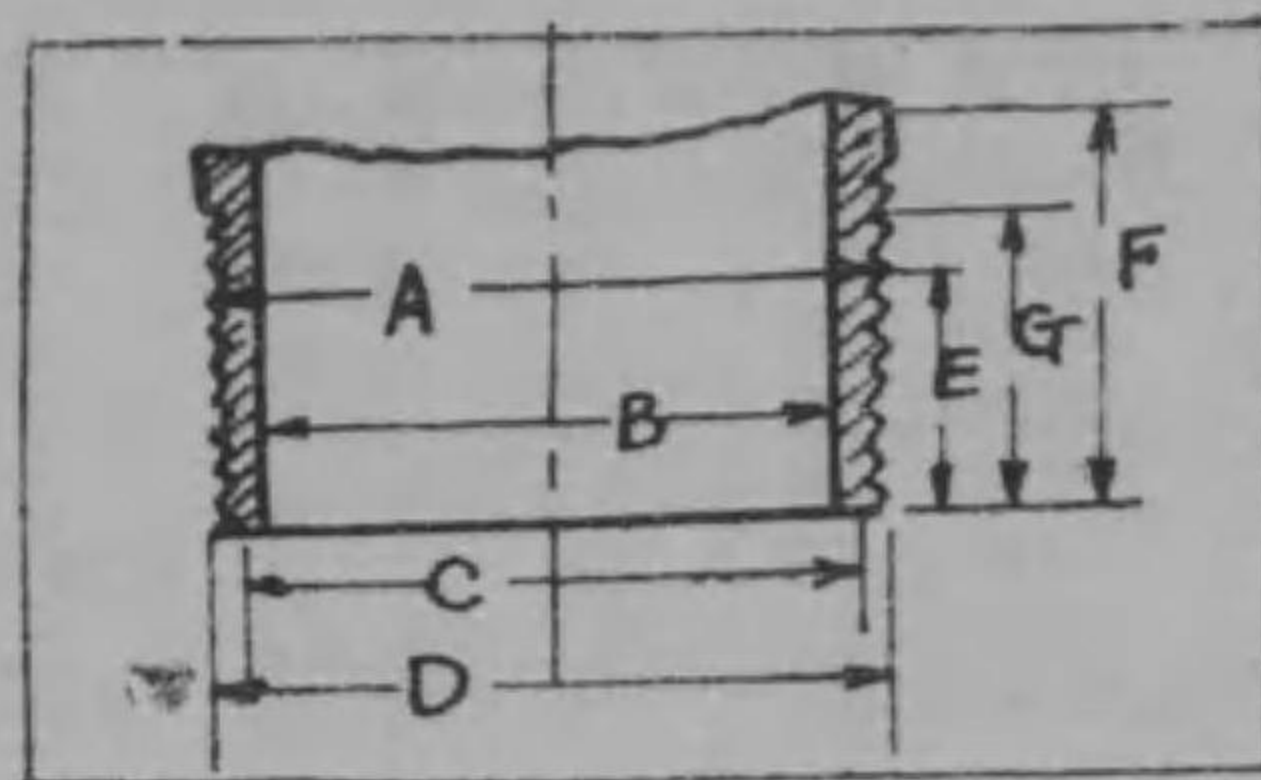
6. 瓦斯管用英式基本ネジ寸法表

管、内 徑、吋	管、外 徑、吋	ネジ底 徑、吋	毎吋 山數	管、内 徑、吋	管、外 徑、吋	ネジ底 徑、吋	毎吋 山數
$\frac{1}{2}$	.3830	.3370	28	$3\frac{3}{4}$	4.2000	4.0840	11
	.5180	.4510	19	4	4.450	4.3340	11
	.6560	.5890	19	$4\frac{1}{2}$	4.950	4.834	11
	.8250	.7340	14	5	5.450	5.334	11
	.9020	.8110	14	$5\frac{1}{2}$	5.950	5.834	11
	1.041	.9500	14	6	6.450	6.334	11
	1.189	1.0980	14	7	7.450	7.322	10
	1.309	1.1930	11	8	8.450	8.322	10
	1.650	1.5340	11	9	9.450	9.322	10
	1.8820	1.7660	11	10	10.450	10.322	10
2.116	2.0000	11	11	11.450	11.290	8	
2.347	2.2310	11	12	12.450	12.290	8	
2.5870	2.4710	11	13	13.680	13.520	8	
2.9600	2.8440	11	14	14.680	14.520	8	
3.210	3.0940	11	15	15.680	15.520	8	
3.460	3.3440	11	16	16.680	16.520	8	
3.7000	3.5840	11	17	17.680	17.520	8	
3.950	3.8340	11	18	18.680	18.520	8	

7. 米國標準ネジ寸法表

ネジ 外徑	毎吋 山數	ネジ底 徑、吋	斷面積 平方吋	ネジ 外徑	毎吋 山數	ネジ底 徑、吋	斷面積 平方吋
$\frac{1}{8}$	20	.185	.0269	2	$4\frac{1}{2}$	1.711	2.3001
	18	.240	.0454	$2\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	1.961	3.0212
$\frac{5}{16}$	16	.294	.0678	$2\frac{1}{2}$	4	2.175	3.7161
	14	.345	.0933	$2\frac{3}{4}$	4	2.425	4.6194
$\frac{7}{16}$	$1\frac{1}{2}$	.400	.1257	3	$3\frac{1}{2}$	2.629	5.4276
	12	.454	.1620	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{1}{2}$	2.879	6.5090
$\frac{9}{16}$	11	.507	.2018	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	3.100	7.5491
	10	.620	.3020	$3\frac{3}{4}$	3	3.317	8.6413
$\frac{1}{2}$	9	.731	.4193	4	3	3.567	9.9930
	8	.838	.5510	$4\frac{1}{4}$	$2\frac{7}{8}$	3.798	11.3304
$1\frac{1}{8}$	7	.939	.6931	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	4.028	12.7404
	7	1.064	.8898	$4\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	4.255	14.2203
$1\frac{3}{8}$	6	1.159	1.0541	5	$2\frac{1}{2}$	4.480	15.7661
	6	1.283	1.2938	$5\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	4.730	17.5746
$1\frac{5}{8}$	$5\frac{1}{2}$	1.389	1.5148	$5\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	4.953	19.2676
	5	1.490	1.7441	$5\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{8}$	5.203	21.2617
$1\frac{7}{8}$	5	1.615	2.0490	6	$2\frac{1}{4}$	5.423	23.0943

8. 瓦斯管用米式基本ネジ寸法表



- d はパイプの稱呼、吋
- N はパイプネジの山數
- E までは完全なるネジ山
- G は E より 2 山内にある深、吋
- F は E より 6 山内にある深、吋
- A は E におけるネジの外徑、吋

d	N	A	B	C	D	E	F	G
1/8	27	.405	.270	.334	.393	.19	.41	.264
1/4	18	.540	.368	.433	.522	.29	.62	.402
3/8	18	.675	.494	.567	.656	.30	.63	.408
1/2	14	.840	.623	.702	.816	.39	.82	.534
3/4	14	1.050	.824	.911	1.025	.40	.83	.546
1	11 1/2	1.315	1.048	1.144	1.233	.51	1.03	.683
1 1/4	11 1/2	1.660	1.380	1.488	1.627	.54	1.06	.707
1 1/2	11 1/2	1.900	1.611	1.727	1.866	.55	1.07	.724
2	11 1/2	2.375	2.067	2.200	2.339	.58	1.10	.757
2 1/2	8	2.875	2.468	2.618	2.818	.89	1.64	1.138
3	8	3.500	3.067	3.243	3.443	.95	1.70	1.200
3 1/2	8	4.000	3.548	3.738	3.938	1.00	1.75	1.250
4	8	4.500	4.026	4.238	4.443	1.05	1.90	1.300
4 1/2	8	5.000	4.508	4.733	4.933	1.10	1.85	1.350
5	8	5.663	5.045	5.289	5.489	1.16	1.91	1.406
6	8	6.625	6.065	6.347	6.547	1.26	2.01	1.513
7	8	7.625	7.023	7.340	7.540	1.36	2.11	1.612
8	8	8.625	7.881	8.332	8.532	1.46	2.21	1.712
9	8	9.925	8.957	9.324	9.524	1.56	2.31	1.812
10	8	10.750	10.019	10.445	10.645	1.675	2.425	1.925

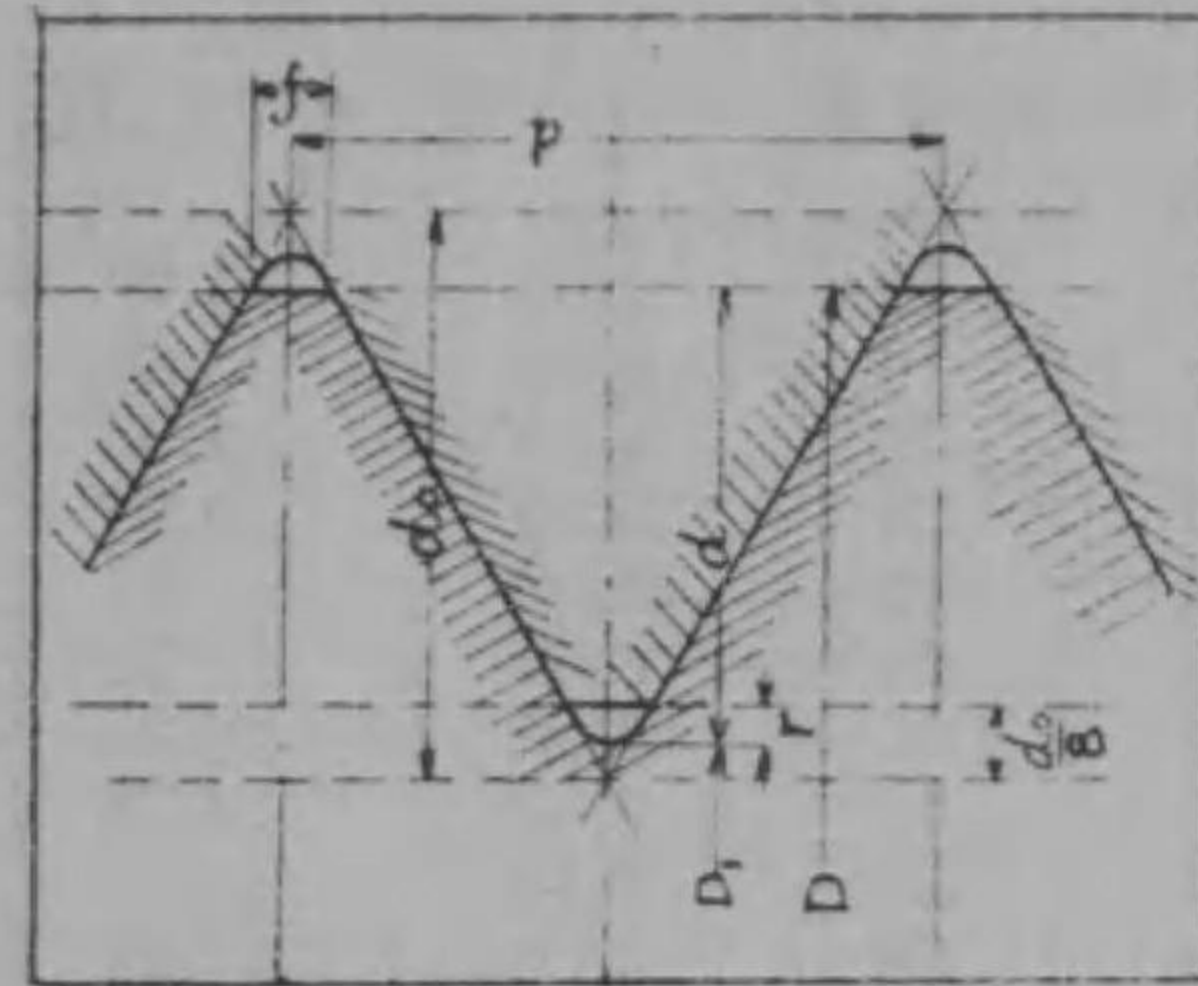
9. 米式標準ネジ表

棒徑、吋	ピッチ、吋	キリ孔、吋	棒徑、吋	ピッチ、吋	キリ孔、吋
3	.55	2.35	14	2.00	11.60
4	.70	3.25	16	2.00	13.60
5	.85	4.05	18	2.50	14.95
6	1.00	4.90	20	2.50	16.95
7	1.00	5.90	22	2.50	18.95
8	1.25	6.60	24	3.00	20.35
9	1.25	7.60	27	3.00	23.35
10	1.50	8.25	30	3.50	25.70
11	1.50	9.25	33	3.50	28.70
12	1.75	9.95	36	4.00	31.05

10. 米式マシン、スクリウ寸法表

ネジ 番號	舊型ネジ		標準ネジ		特殊ネジ		首下長 の範圍
	外徑	山數/吋	外徑	山數/吋	外徑	山數/吋	
0	—	—	0.060	80	—	—	—
1	0.071	64	0.073	72	0.073	64	1/8-1/16
2	0.089	56	0.086	64	0.086	56	3/16-1/8
3	0.101	48	0.099	56	0.099	48	1/4-5/16
4	0.113	36	0.112	48	0.112	40.35	3/8-1/2
5	0.125	36	0.125	44	0.125	40.35	1/2-5/8
6	0.141	32	0.138	40	0.138	36.32	5/8-1
7	0.154	32	0.151	36	0.151	32.30	1-1 1/4
8	0.166	32	0.164	36	0.164	32.30	1 1/4-1 1/2
9	0.180	30	0.177	32	0.177	30.24	1 1/2-1 3/4
10	0.194	24	0.190	30	0.190	32.24	1 3/4-2
11	0.206	24	—	—	—	—	2-2 1/4
12	0.221	24	0.216	28	0.216	24	2 1/4-2 3/4
13	0.234	22	—	—	—	—	2 3/4-3
14	0.246	20	0.242	24	0.242	20	3-3 1/4
15	0.261	20	—	—	—	—	3 1/4-3 3/4
16	0.272	18	0.268	22	0.268	20	3 3/4-4 1/4
18	0.298	18	0.294	20	0.294	28	4 1/4-5 1/4
20	0.325	16	0.320	20	0.320	18	5 1/4-6 1/4
22	0.350	16	0.346	18	0.346	16	6 1/4-7 1/4
24	0.378	16	0.372	16	0.372	18	7 1/4-8 1/4
26	0.404	16	0.398	16	0.398	14	8 1/4-9 1/4
28	0.430	14	0.424	14	0.424	16	9 1/4-10 1/4
30	0.456	14	0.450	14	0.450	16	10 1/4-11 1/4

11. 萬國式標準ネジ (International Screw)



p = ピッチ (吋又ハ耗)
 D = ネジ径 (吋又ハ耗)
 $f = \frac{p}{8} \quad r = \frac{d0}{16}$
 $d0 = 0.866p$

1. 萬國式標準ネジに付きワイリアム、セラ-氏の近似公式は次の如し。

(吋 單位)		(耗 單位)	
$D: \frac{1}{4}$ 吋及以上のネジ	$p = 0.24\sqrt{D+0.625} - 0.175$	$D: 6.35$ 耗及以上のネジ	$p = 1.208\sqrt{D+16} - 4.43$
$D: \frac{1}{4}$ 吋以下のネジ	$p = 0.23\sqrt{D+0.625} - 0.175$	$D: 6.35$ 耗以下のネジ	$p = 1.158\sqrt{D+16} - 4.43$

2. 上記の算式に依るネジ表:-

ネジ直径 耗	ピッチ 吋	ネジ底径 耗	ネジ底径 吋	ネジ直径 耗	ピッチ 吋	ネジ底径 耗	ネジ底径 吋		
3	0.1181	0.55	2.29	0.0900	27	1.0630	8.0	23.10	0.9095
4	0.1575	0.7	3.09	0.1217	30	1.1811	3.5	25.45	1.0020
5	0.1969	0.85	3.90	0.1534	33	1.2992	3.5	28.45	1.1201
6	0.2362	1.0	4.70	0.1851	36	1.4173	4.0	30.80	1.2126
7	0.2756	1.0	5.70	0.245	39	1.5354	4.0	33.80	1.3307
8	0.3150	1.25	6.3	0.2511	42	1.6535	4.5	36.15	1.4232
9	0.3543	1.25	7.38	0.2904	45	1.7716	4.5	39.15	1.5413
10	0.3937	1.5	8.05	0.3170	48	1.8898	5.0	41.51	1.6343
11	0.4331	1.5	9.05	0.3564	52	2.0472	5.0	45.51	1.7918
12	0.4724	1.75	9.73	0.3830	56	2.2047	5.5	48.86	1.9235
14	0.5512	2.0	11.40	0.4489	60	2.3622	5.5	52.86	2.0810
16	0.6299	2.0	13.40	0.5276	64	2.5197	6.0	56.21	2.2130
18	0.7087	2.5	14.75	0.5808	68	2.6772	6.0	60.21	2.3705
20	0.7874	2.5	16.75	0.6595	72	2.8346	6.5	63.56	2.5023
22	0.8661	2.5	18.75	0.7382	76	2.9921	6.5	67.56	2.6598
24	0.9449	3.0	20.10	0.7915	80	3.1497	7.0	70.91	2.7918

2. 扛重器 (Screw jack)

1. エンドレス、スクリウ (Endless screw)

1. ドラム付き手働巻揚器の一般構造はチーム及チームホキールの噛合なり。之をエンドレス、スクリウと云ふ。次の関係式を得。但

n = チームホキールの歯数 W = 引き上ぐる重量、封度
 P = チームを廻らす力、封度 L = P の掛る柄の長、吋
 D = ロープドラムの径、吋.....とする時は、

1. 単條ネジのチーム: $\frac{P}{W} = \frac{D}{2Ln}$ (1)

2. 複條ネジのチーム: $\frac{P}{W} = \frac{D}{Ln}$ (2)

2. 上記の(1)及(2)式に摩擦の損失を算入する時は、

1. 単條ネジのチーム: $\frac{P}{W} = \frac{3D}{2Ln}$ (3)

2. 複條ネジのチーム: $\frac{P}{W} = \frac{2D}{Ln}$ (4)

2. 単條ネジ扛重器

1. 扛重器は一名ギヤツキなり。次の関係式を得。但

p = ネジのピッチ、吋 P = 廻轉に用ふる力、封度
 L = 廻轉柄の長さ、吋 W = 押上る重量、封度

然る時、(1)式と同様: $\frac{P}{W} = \frac{P}{2\pi L}$ (5)

摩擦を算入する時: $\frac{P}{W} = \frac{7p}{2\pi L} \circ \frac{3.5p}{2\pi L}$ (6)

3. フォームホキル付扛重器

1. 此場合、前章同一の記號を用ふれば、次の関係を得。

1. 単條ネジチーム: $\frac{P}{W} = \frac{p}{2\pi Ln}$ (7)

2. 複條ネジナーム: $\frac{P}{W} = \frac{p}{\pi Ln}$ (8)

2. 尚、摩擦の損失を算入する時は、

1. 単條ネジナーム: $\frac{P}{W} = \frac{15p}{2\pi Ln}$ (9)

2. 複條ネジナーム: $\frac{P}{W} = \frac{10p}{2\pi Ln}$ (10)

3. ボルト及ナット (Bolt & Nut)

1. ボルトの強さ

1. 設計上ボルトの耐張強力を算出するには、ナットの掛るネジ部分の谷底に於て、斷面積を求むるものとす。而してナットに於けるネジ山の剪斷力は、ネジ底の耐張力より大にして安全なるを以て普通計算せざるものとす。但、古ネジにて損磨の甚しき場合は此限りにあらず。今、

a = ネジ底の斷面積、平方吋

d = ネジ底の直徑、吋

f = 材料の耐張強力、封度/平方吋

P = ボルトの受くる力、封度/平方吋

然る時は、 $a = \frac{\pi}{4}d^2$ (1)

$P = af = \frac{\pi}{4}d^2f$ (2)

2. 次表は材料に依り f を種々の値に取りたるボルトの安全荷重表なり。普通、鋼: $f=7000-9000$ 鍊鐵: $f=5000-7000$ とす。

2. 英式ネジ、ボルト及ナット 安全荷重表

ボルトの徑吋	ネジ底面積平方吋	概略安全荷重、封度					
		$f=4000$ 封/平方吋	$f=5000$ 封/平方吋	$f=6000$ 封/平方吋	$f=7000$ 封/平方吋	$f=8000$ 封/平方吋	$f=9000$ 封/平方吋
3-16	.014	56	70	84	98	112	126
1-4	.027	108	135	162	189	216	243
5-16	.046	184	230	276	322	373	414
3-8	.068	272	340	408	478	546	614
7-16	.094	376	470	564	658	752	846
1-2	.121	484	605	726	850	970	1,090
9-16	.155	620	775	930	1,085	1,240	1,395
5-8	.204	816	1,020	1,224	1,418	1,620	1,824
1-16	.256	1,024	1,280	1,536	1,792	2,048	2,304
3-4	.304	1,216	1,520	1,824	2,126	2,430	2,734
3-16	.367	1,468	1,835	2,202	2,569	2,936	3,303
7-8	.422	1,688	2,110	2,532	2,954	3,376	3,800
5-16	.496	1,984	2,480	2,976	3,472	3,968	4,464
1	.554	2,216	2,770	3,324	3,880	4,430	4,990
1.1-8	.697	2,788	3,485	4,182	4,880	5,575	6,270
1.1-4	.894	3,576	4,470	5,364	6,250	7,145	8,035
1.3-8	1.058	4,232	5,290	6,348	7,400	8,455	9,510
1.1-2	1.299	5,196	6,495	7,794	9,030	10,320	11,610
1.5-8	1.472	5,888	7,360	8,832	10,290	11,760	13,230
1.3-4	1.753	7,012	8,765	10,518	12,210	13,950	15,700
1.7-8	1.986	7,944	9,930	11,916	13,900	15,890	17,875
2.0	2.311	9,244	11,555	13,866	16,170	18,480	20,790
2.1-4	2.926	11,704	14,630	17,556	20,475	23,400	26,325
2.1-2	3.733	14,932	18,665	22,398	26,125	29,855	33,590
2.3-4	4.462	17,856	22,320	26,784	31,220	35,680	40,140
3.0	5.450	21,800	27,250	32,700	38,080	43,520	49,960
3.1-4	6.402	25,608	32,010	38,412	44,814	51,216	57,618
3.1-2	7.563	30,252	37,815	45,378	52,940	60,504	68,065
3.3-4	8.673	34,692	43,365	52,038	60,710	69,384	78,057
4.0	10.027	40,108	50,135	60,162	70,190	80,216	90,240
4.1-4	11.335	45,480	56,825	68,190	79,575	90,966	102,305
4.1-2	12.908	51,632	64,540	77,448	90,356	103,254	116,172
4.3-4	14.404	57,616	72,020	86,424	100,830	115,232	129,636
5.0	16.146	64,584	80,730	96,876	113,020	129,168	145,314
5.1-2	19.720	78,880	98,600	118,320	138,040	158,760	177,480
6.0	23.640	94,560	118,200	141,840	165,200	189,120	212,760

3. 英國ボルト及ナット寸法表

ボルト 径、吋	ボルト頭及ナット			毎 吋、 山 數	ピ ツ チ、 吋	タ ッ ブ 孔
	六角頭 平の寸法	六角頭 角の寸法	六角頭 の高 さ			
1/16	7/16	1/8 + 1/16	1/8 + 1/16	24	0.041	1/8 + 1/16
1/8	9/16	1/4 + 1/16	1/4 + 1/16	20	0.050	1/4 + 1/16
3/16	11/16	5/16 + 1/16	5/16 + 1/16	18	0.055	5/16 + 1/16
1/2	13/16	3/4 + 1/16	3/4 + 1/16	16	0.0625	3/4 + 1/16
5/8	15/16	7/8 + 1/16	7/8 + 1/16	14	0.071	7/8 + 1/16
3/4	1	1 + 1/16	1 + 1/16	12	0.083	1 + 1/16
7/8	1 1/8	1 1/8 + 1/16	1 1/8 + 1/16	12	0.083	1 1/8 + 1/16
1	1 1/4	1 1/4 + 1/16	1 1/4 + 1/16	11	0.091	1 1/4 + 1/16
1 1/8	1 1/2	1 1/2 + 1/16	1 1/2 + 1/16	11	0.091	1 1/2 + 1/16
1 1/4	1 3/4	1 3/4 + 1/16	1 3/4 + 1/16	10	0.100	1 3/4 + 1/16
1 1/2	2	2 + 1/16	2 + 1/16	10	0.100	2 + 1/16
1 3/4	2 1/4	2 1/4 + 1/16	2 1/4 + 1/16	9	0.111	2 1/4 + 1/16
2	2 1/2	2 1/2 + 1/16	2 1/2 + 1/16	9	0.111	2 1/2 + 1/16
2 1/4	2 3/4	2 3/4 + 1/16	2 3/4 + 1/16	8	0.125	2 3/4 + 1/16
2 1/2	3	3 + 1/16	3 + 1/16	8	0.125	3 + 1/16
2 3/4	3 1/4	3 1/4 + 1/16	3 1/4 + 1/16	7	0.143	3 1/4 + 1/16
3	3 1/2	3 1/2 + 1/16	3 1/2 + 1/16	7	0.143	3 1/2 + 1/16
3 1/4	3 3/4	3 3/4 + 1/16	3 3/4 + 1/16	6	0.166	3 3/4 + 1/16
3 1/2	4	4 + 1/16	4 + 1/16	6	0.166	4 + 1/16
4	4 1/4	4 1/4 + 1/16	4 1/4 + 1/16	5	0.200	4 1/4 + 1/16
4 1/4	4 1/2	4 1/2 + 1/16	4 1/2 + 1/16	5	0.200	4 1/2 + 1/16
4 1/2	4 3/4	4 3/4 + 1/16	4 3/4 + 1/16	4 1/2	0.222	4 3/4 + 1/16
5	5	5 + 1/16	5 + 1/16	4 1/2	0.222	5 + 1/16
5 1/4	5 1/4	5 1/4 + 1/16	5 1/4 + 1/16	4	0.250	5 1/4 + 1/16
5 1/2	5 1/2	5 1/2 + 1/16	5 1/2 + 1/16	4	0.250	5 1/2 + 1/16
6	6	6 + 1/16	6 + 1/16	3 1/2	0.285	6 + 1/16
				3 1/2	0.285	
				3 1/4	0.307	
				3 1/4	0.307	
				3	0.333	
				3	0.333	
				2 7/8	0.348	
				2 7/8	0.348	
				2 3/4	0.364	
				2 3/4	0.364	
				2 1/2	0.381	
				2 1/2	0.381	
				2 1/4	0.400	
				2 1/4	0.400	

4. 米式ボルト及ナット寸法表

ボ ル ト 径	ボルト及ネジ				六角頭及ナット					
	毎 吋 山 數	ネ ジ 底 径	山 の 平 き 幅	ボ ル ト の 面 積	ネ ジ 底 断 面	黒皮 平 の 寸 法	仕上 平 の 寸 法	黒皮 角 の 寸 法	黒皮 頭 の 高	仕上 頭 の 高
吋 1/16	20	0.185	.0062	0.049	0.027	1/16	7/16	3/16	1/16	3/16
1/8	18	0.240	.0074	0.077	0.045	1/8	7/8	1/2	1/8	1/2
3/16	16	0.294	.0078	0.110	0.058	3/16	1 1/8	5/8	3/16	5/8
1/2	14	0.344	.0089	0.150	0.093	1/2	1 1/2	7/8	1/2	1 1/2
5/8	13	0.400	.0096	0.196	0.126	5/8	1 3/4	1	5/8	1 3/4
3/4	12	0.454	.0104	0.249	0.162	3/4	2	1 1/8	3/4	2
7/8	11	0.507	.0113	0.307	0.202	7/8	2 1/4	1 3/8	7/8	2 1/4
1	10	0.620	.0125	0.442	0.302	1	2 1/2	1 3/4	1	2 1/2
1 1/8	9	0.731	.0138	0.601	0.420	1 1/8	2 3/4	2	1 1/8	2 3/4
1 1/4	8	0.837	.0156	0.785	0.550	1 1/4	3	2 1/4	1 1/4	3
1 1/2	7	0.940	.0178	0.994	0.694	1 1/2	3 1/4	2 3/8	1 1/2	3 1/4
1 3/4	6	1.065	.0178	1.227	0.893	1 3/4	3 1/2	2 3/4	1 3/4	3 1/2
2	6	1.164	.0208	1.485	1.057	2	3 3/4	2 3/4	2	3 3/4
2 1/4	6	1.284	.0208	1.767	1.295	2 1/4	4	3	2 1/4	4
2 1/2	5 1/2	1.389	.0227	2.074	1.515	2 1/2	4 1/4	3 1/8	2 1/2	4 1/4
2 3/4	5	1.491	.0250	2.405	1.746	2 3/4	4 1/2	3 1/4	2 3/4	4 1/2
3	5	1.616	.0250	2.761	2.051	3	4 3/4	3 3/8	3	4 3/4
3 1/4	4 1/2	1.712	.0277	3.142	2.302	3 1/4	5	3 3/4	3 1/4	5
3 1/2	4	1.962	.0277	3.976	3.023	3 1/2	5 1/4	4 1/8	3 1/2	5 1/4
3 3/4	4	2.176	.0312	4.909	3.719	3 3/4	5 3/8	4 1/4	3 3/4	5 3/8
4	4	2.426	.0312	5.940	4.620	4	5 1/2	4 3/4	4	5 1/2
4 1/4	3 1/2	2.629	.0357	7.069	5.428	4 1/4	6	5 1/8	4 1/4	6
4 1/2	3 1/4	2.879	.0357	8.296	6.510	4 1/2	6 1/4	5 3/4	4 1/2	6 1/4
4 3/4	3 1/4	3.100	.0384	9.621	7.548	4 3/4	6 3/8	6	4 3/4	6 3/8
5	3	3.317	.0413	11.045	8.641	5	6 1/2	6 1/4	5	6 1/2
5 1/4	3	3.567	.0413	12.569	9.963	5 1/4	7	7	5 1/4	7
5 1/2	2 7/8	3.798	.0435	14.186	11.329	5 1/2	7 1/4	7 1/8	5 1/2	7 1/4
5 3/4	2 3/4	4.028	.0454	15.904	12.753	5 3/4	7 3/8	7 3/4	5 3/4	7 3/8
6	2 1/2	4.256	.0476	17.721	14.226	6	8	8	6	8
	2 1/4	4.480	.0500	19.635	15.763	6 1/4	8 1/4	8 1/4	6 1/4	8 1/4
	2 1/4	4.730	.0500	21.648	17.572	6 1/2	8 1/2	8 3/4	6 1/2	8 1/2
	2 1/4	4.953	.0526	23.758	19.267	6 3/4	8 3/4	9	6 3/4	8 3/4
	2 1/4	5.203	.0526	25.967	21.262	7	9	9 1/4	7	9
	2 1/4	5.423	.0555	28.274	23.098	7 1/4	9 1/4	10	7 1/4	9 1/4

5. 黒皮ボルト及ナット重量、封度
(六角頭)[1]

首下長時	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
1	·031	·056	·092	·139	·200	·276	·369	·613
1 $\frac{1}{8}$	·033	·059	·093	·144	·207	·285	·380	·628
1 $\frac{1}{4}$	·035	·061	·100	·150	·214	·295	·391	·644
1 $\frac{3}{8}$	·036	·065	·103	·156	·221	·303	·403	·661
1 $\frac{1}{2}$	·038	·068	·108	·161	·228	·312	·414	·677
1 $\frac{5}{8}$	·040	·070	·112	·166	·236	·322	·425	·694
1 $\frac{3}{4}$	·042	·073	·116	·172	·243	·330	·436	·709
1 $\frac{7}{8}$	·044	·076	·120	·177	·250	·340	·448	·725
2	·046	·078	·124	·183	·257	·349	·458	·742
2 $\frac{1}{8}$	·048	·081	·128	·189	·264	·358	·470	·758
2 $\frac{1}{4}$	·049	·085	·132	·194	·271	·367	·481	·773
2 $\frac{3}{8}$	·051	·087	·136	·199	·279	·376	·492	·790
2 $\frac{1}{2}$	·053	·090	·140	·205	·286	·385	·504	·806
2 $\frac{3}{4}$	·056	·095	·149	·216	·300	·404	·526	·838
3	·060	·101	·156	·227	·315	·423	·549	·871
3 $\frac{1}{8}$	·064	·107	·164	·238	·329	·439	·571	·903
3 $\frac{1}{4}$	·067	·112	·173	·248	·343	·458	·592	·935
3 $\frac{3}{8}$	·071	·118	·180	·260	·358	·476	·616	·968
3 $\frac{1}{2}$	·074	·123	·189	·270	·372	·494	·638	1·000
4	·078	·129	·197	·282	·386	·513	·660	1·032
4 $\frac{1}{8}$	·081	·135	·205	·292	·401	·531	·683	1·064
4 $\frac{1}{4}$	·085	·140	·213	·304	·415	·549	·705	1·097
4 $\frac{3}{8}$	·089	·145	·221	·315	·429	·567	·727	1·129
5	·092	·152	·229	·326	·444	·585	·750	1·161
5 $\frac{1}{8}$	·095	·157	·237	·337	·458	·603	·772	1·193
5 $\frac{1}{4}$	·099	·162	·245	·348	·472	·621	·795	1·226
5 $\frac{3}{8}$	·103	·169	·254	·359	·487	·640	·817	1·258
6	·110	·179	·269	·381	·515	·676	·863	1·323
6 $\frac{1}{8}$	·117	·191	·285	·403	·544	·712	·907	1·388
6 $\frac{1}{4}$	·124	·202	·302	·426	·573	·749	·952	1·452
6 $\frac{3}{8}$	—	·213	·319	·447	·601	·785	·997	1·517
7	—	—	·334	·469	·631	·822	1·041	1·581
7 $\frac{1}{8}$	—	—	—	·491	·659	·857	1·085	1·646
7 $\frac{1}{4}$	—	—	—	—	·687	·876	1·131	1·710
7 $\frac{3}{8}$	—	—	—	—	—	·931	1·177	1·774
8	—	—	—	—	—	—	1·221	1·839
8 $\frac{1}{8}$	—	—	—	—	—	—	—	1·904
K=	·014	·022	·031	·042	·055	·069	·0854	·1230

註 首下の長、1 吋を増す毎に最下段、K の値を加へよ。
四角頭のものには第 7 表の数を増減すること。

6. 黒皮ボルト及ナット重量、封度、
(六角頭) [2]

首下長時	$\frac{7}{8}$	1	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2
1 $\frac{1}{4}$	·989	—	—	—	—	—	—	—
1 $\frac{3}{8}$	1·011	—	—	—	—	—	—	—
1 $\frac{1}{2}$	1·033	1·489	—	—	—	—	—	—
1 $\frac{5}{8}$	1·055	1·518	—	—	—	—	—	—
1 $\frac{3}{4}$	1·077	1·546	2·118	—	—	—	—	—
1 $\frac{7}{8}$	1·099	1·575	2·177	—	—	—	—	—
2	1·121	1·604	2·214	2·951	3·851	—	—	—
2 $\frac{1}{8}$	1·143	1·632	2·251	2·996	3·904	—	—	—
2 $\frac{1}{4}$	1·165	1·661	2·286	3·041	3·959	5·032	—	—
2 $\frac{3}{8}$	1·187	1·690	2·323	3·085	4·014	5·097	—	—
2 $\frac{1}{2}$	1·209	1·718	2·359	3·131	4·067	5·161	7·904	11·473
2 $\frac{3}{4}$	1·252	1·776	2·432	3·220	4·176	5·290	8·078	11·702
3	1·296	1·833	2·468	3·309	4·285	5·420	8·255	11·932
3 $\frac{1}{8}$	1·340	1·891	2·577	3·398	4·393	5·549	8·431	12·162
3 $\frac{1}{4}$	1·384	1·928	2·650	3·489	4·502	5·678	8·606	12·391
3 $\frac{3}{8}$	1·429	2·005	2·722	3·578	4·610	5·807	8·781	12·619
4	1·473	2·062	2·795	3·667	4·718	5·936	8·957	12·849
4 $\frac{1}{8}$	1·517	2·119	2·867	3·756	4·827	6·065	9·133	13·078
4 $\frac{1}{4}$	1·561	2·177	2·941	3·846	4·936	6·195	9·309	13·308
4 $\frac{3}{8}$	1·605	2·234	3·013	3·936	5·044	6·323	9·484	13·537
5	1·649	2·292	3·085	4·025	5·152	6·452	9·661	13·767
5 $\frac{1}{8}$	1·692	2·348	3·158	4·114	5·261	6·581	9·836	13·996
5 $\frac{1}{4}$	1·736	2·406	3·230	4·204	5·369	6·710	10·011	14·226
5 $\frac{3}{8}$	1·780	2·464	3·304	4·293	5·478	6·839	10·187	14·456
6	1·824	2·521	3·376	4·383	5·587	6·968	10·363	14·685
6 $\frac{1}{8}$	1·913	2·635	3·521	4·562	5·804	7·227	10·714	15·144
6 $\frac{1}{4}$	2·001	2·749	3·666	4·741	6·020	7·485	11·065	15·603
6 $\frac{3}{8}$	2·088	2·865	3·812	4·920	6·238	7·743	11·416	16·061
7	2·176	2·979	3·957	5·098	6·455	8·001	11·768	16·520
7 $\frac{1}{8}$	2·264	3·094	4·102	5·278	6·671	8·259	12·120	16·980
7 $\frac{1}{4}$	2·353	3·208	4·248	5·456	6·888	8·517	12·470	17·439
7 $\frac{3}{8}$	2·441	3·323	4·393	5·636	7·106	8·775	12·822	17·898
8	2·528	3·437	4·531	5·814	7·322	9·033	13·162	18·357
8 $\frac{1}{8}$	2·616	3·553	4·684	5·993	7·529	9·292	13·535	18·816
8 $\frac{1}{4}$	2·704	3·667	4·828	6·172	7·757	9·550	13·876	19·274
8 $\frac{3}{8}$	2·793	3·782	4·973	6·351	7·973	9·808	14·237	19·733
9	—	3·896	5·119	6·531	8·191	10·066	14·579	20·192
K=	·1676	·2183	·2766	·3408	·4133	·4916	·6691	·8741

註 首下の長、1 吋を増す毎に最下段 K の値を加へよ。
四角頭のものに対しては第 7 表の数を増減すること。

7. 黒皮ボルト及ナット重量、封度表 [3]

前第5、第6表は六角頭ボルト重量表にして、其他の形に對して次の如く定数を増減すべし。

- (1) 4角頭ボルトに對しては本表の(1)行數を加ふ。
- (2) 4角ナットに對しては本表の(2)行數を加ふ。
- (3) カツプ頭に對しては本表の(3)行數を減す。
- (4) 4角ネツクのものに對しては本表の(4)行數を加ふ。

區分	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$
(1)	・0009	・0019	・0053	・0052	・0079	・0110	・0156	・0274
(2)	・2051	・0022	・0038	・0061	・0691	・0128	・0180	・0308
(3)	・0050	・0097	・0167	・0267	・0399	・0574	・0780	・1359
(4)	・0009	・0016	・0016	・0047	・0074	・0106	・0146	・0251

區分	$\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2
(1)	・0427	・0637	・0843	・1255	・1655	・2154	・3214	・5097
(2)	・0493	・0735	・0974	・1410	・1912	・2487	・4210	・5874
(3)	・2151	・3196	・4045	・6263	・8330	・1073	・1211	・2562
(4)	・0397	・0600	・0804	・1208	・1593	・2012	・3296	・4783

8. 仕上ボルト頭及ナット重量(六角頭) [4]

ボルトの径、吋	1對のボルト頭及ナット	ナットのみの重さ	ボルトの径、吋	1對のボルト頭及ナット	ナットのみの重さ
$\frac{1}{8}$	(1封度の個數) 60	(1封度の個數) 740言	$1\frac{1}{8}$	1・461	・633
$\frac{1}{4}$	35	75 "	$1\frac{1}{4}$	1・76	・844
$\frac{3}{8}$	22	43 "	$1\frac{3}{8}$	2・501	1・066
$\frac{1}{2}$	13	29 "	$1\frac{1}{2}$	3・238	1・380
$\frac{5}{8}$	9	19 "	$1\frac{3}{4}$	3・970	1・676
$\frac{3}{4}$	(1對の重封) 1・135	(1對の重封) ・075	$1\frac{7}{8}$	4・885	2・054
$\frac{7}{8}$	1・223	・101	2	6・333	2・696
$1\frac{1}{8}$	・292	・130	$2\frac{1}{8}$	8・670	3・637
$1\frac{1}{4}$	・380	・169	$2\frac{1}{4}$	10・384	4・366
$1\frac{3}{8}$	・486	・216	$2\frac{3}{8}$	12・270	5・166
$1\frac{1}{2}$	・597	・263	$2\frac{1}{2}$	13・884	5・770
$1\frac{3}{4}$	・722	・317	$2\frac{3}{4}$	15・629	6・474
$1\frac{7}{8}$	・878	・383	3	17・326	7・101
2	1・051	・458	$3\frac{1}{8}$	19・587	8・035
			3	22・124	9・020

註 第7表第8表はボルト頭及ナットの重量表にして、ボルト首下の長さもの、重量は第10表の丸棒の重さを加算して簡單に見出すものとす。鐵以外の材料なれば、其材料の比重に依りて換算するを得。

9. 仕上ナット重量表 [5]

ボルト径、吋	6角ナット	4角ナット	ボルト径、吋	6角ナット	4角ナット
$\frac{1}{8}$	1封の個數 48個	1封の個數 41個	$1\frac{1}{8}$	1・676	2・010
$\frac{1}{4}$	29 "	26 "	$1\frac{1}{4}$	2・054	2・464
$\frac{3}{8}$	19 "	17 "	$1\frac{3}{8}$	2・699	3・250
$\frac{1}{2}$	1個の重、封 0・075	1個の重、封 0・089	2	3・058	3・670
$\frac{5}{8}$	0・001	0・121	$2\frac{1}{4}$	4・366	5・250
$\frac{3}{4}$	0・130	0・156	$2\frac{3}{4}$	5・770	6・925
$1\frac{1}{8}$	0・169	0・202	3	7・101	8・525
$1\frac{1}{4}$	0・216	0・259	$3\frac{1}{4}$	9・020	10・825
$1\frac{3}{8}$	0・263	0・315	$3\frac{3}{4}$	11・50	13・80
$1\frac{1}{2}$	0・317	0・380	4	14・00	16・80
$1\frac{3}{4}$	0・383	0・459	$4\frac{1}{4}$	17・50	21・00
1	0・458	0・549	$4\frac{3}{4}$	21・00	25・25
$1\frac{1}{8}$	0・633	0・759	5	26・00	31・25
$1\frac{1}{4}$	0・844	1・012	$5\frac{1}{4}$	32・00	38・50
$1\frac{3}{8}$	1・066	1・279	$5\frac{3}{4}$	39・50	47・50
$1\frac{1}{2}$	1・380	1・556	6	48・50	58・25
				70・25	84・50
				102・25	122・75

10. 鍊鐵及鋼丸重量表 (長1呎に付、封度)

径、吋	鍊鐵	鋼	径、吋	鍊鐵	鋼	径、吋	鍊鐵	鋼
$\frac{3}{16}$	0・092	0・094	$1\frac{1}{4}$	8・018	8・178	$5\frac{1}{4}$	72・16	73・60
$\frac{1}{4}$	0・164	0・167	$1\frac{3}{8}$	9・024	9・388	$5\frac{1}{2}$	79・19	80・78
$\frac{5}{16}$	0・256	0・261	2	10・472	10・631	$5\frac{3}{4}$	86・56	88・29
$\frac{3}{8}$	0・368	0・376	$2\frac{1}{4}$	11・82	12・06	6	94・25	96・13
$\frac{7}{16}$	0・501	0・511	$2\frac{3}{4}$	13・25	13・52	$6\frac{1}{4}$	102・27	104・51
$\frac{1}{2}$	0・654	0・668	3	14・77	15・06	$6\frac{1}{2}$	110・61	112・82
$\frac{9}{16}$	0・828	0・845	$3\frac{1}{4}$	16・36	16・69	$6\frac{3}{4}$	119・28	121・67
$1\frac{1}{8}$	1・023	1・043	$3\frac{3}{8}$	18・04	18・40	7	128・28	130・85
$1\frac{1}{4}$	1・237	1・262	$3\frac{1}{2}$	19・80	20・19	$7\frac{1}{4}$	137・61	140・35
$1\frac{3}{8}$	1・473	1・502	$3\frac{3}{4}$	21・64	22・07	$7\frac{1}{2}$	147・26	150・21
$1\frac{1}{2}$	1・728	1・763	4	23・56	24・03	$7\frac{3}{4}$	157・24	160・39
$1\frac{3}{4}$	2・004	2・044	$4\frac{1}{4}$	27・65	28・21	8	167・55	170・90
$1\frac{7}{8}$	2・301	2・347	$4\frac{3}{4}$	32・07	32・71	$8\frac{1}{4}$	178・19	181・75
2	2・618	2・670	5	36・82	37・55	$8\frac{1}{2}$	189・15	192・93
$2\frac{1}{8}$	3・313	3・380	$5\frac{1}{4}$	41・98	42・73	$8\frac{3}{4}$	200・44	204・45
$2\frac{1}{4}$	4・091	4・17	$5\frac{3}{4}$	47・29	48・23	9	212・06	216・30
$2\frac{3}{8}$	4・950	5・049	6	53・01	54・07	$9\frac{1}{4}$	224・00	228・48
$2\frac{1}{2}$	5・890	6・008	$6\frac{1}{4}$	59・07	60・25	$9\frac{1}{2}$	236・27	241・00
$2\frac{3}{4}$	6・913	7・061	7	65・45	66・76	$9\frac{3}{4}$	248・87	253・85

11. 押ネジ重量 (英式六角頭仕上ネジ)

径・長	径・長					径・長				
	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	5/8	3/4	7/8	1	1 1/4
吋	封	封	封	封	封	封	封	封	封	封
1 1/4	1.75	—	—	—	—	22.7	—	—	—	—
1 1/2	1.82	3.00	—	—	—	23.6	37.8	—	—	—
1 3/4	1.89	3.10	5.02	—	—	24.5	39.2	—	—	—
2	1.95	3.20	5.17	7.95	—	25.4	40.5	59.0	—	—
2 1/4	2.02	3.31	5.33	8.15	—	26.2	41.8	61.0	—	—
2 1/2	2.15	3.52	5.64	8.58	12.25	27.1	43.1	63.0	88.0	—
2 3/4	2.29	3.73	5.95	9.00	12.80	28.9	45.7	66.0	93.0	—
3	2.42	3.94	6.26	9.43	13.35	30.7	48.3	70.0	98.0	144.0
3 1/4	2.56	4.16	6.58	9.85	13.95	32.5	51.0	74.0	103.0	152.0
3 1/2	2.69	4.37	6.88	10.27	14.50	34.2	53.7	77.0	107.0	159.0
3 3/4	2.83	4.58	7.20	10.76	15.05	—	56.3	81.0	112.0	167.0
4	—	4.79	7.51	11.13	15.60	3	—	84.0	116.0	174.0
4 1/4	—	5.00	7.83	11.55	16.20	3 1/2	—	91.0	126.0	189.0
4 1/2	—	—	—	12.45	17.30	4	—	98.0	135.0	204.0
4 3/4	—	—	—	—	18.50	4 1/2	—	—	145.0	219.0

12. 木ネジ長さ及太さ

長、吋	太さ番號	長、吋	太さ番號	長、吋	太さ番號
1-4	0-2	2-	8-18-20	4-0	{16-18-20 22-24
3-8	1-6	2-1-4	10-16-20		
1-2	1-8	2-1-2	{11-18-20 22-24	4.1-2	{18-20-22 24
5-8	2-10	2-3-4	14-16-18		
3-4	4-12	3-0	{12-16-18 20-22-23	5-0	{20-22-24 26-28-30
1	6-14	3-1-2	{14-18-20 22-24	6-0	20-40
1-1-4	6-14				
1-1-2	6-14-16				
1-1-4	8-16				

13. 木ネジ番號と太さ

No.	直徑 (分)	No.	直徑 (分)	No.	直徑 (分)	No.	直徑 (分)	No.	直徑 (分)
1	0.60	6	1.10	12	1.80	18	2.50	28	3.75
2	0.70	7	1.20	13	1.90	20	2.75	30	4.00
2	0.80	8	1.30	14	2.00	22	3.00	36	5.00
4	0.90	10	1.50	15	2.15	24	3.25	40	5.50
5	1.00	11	1.65	16	2.25	26	3.50		

14. 座金大きさ表

ボルトの直徑	座金の大きさ				ボルトの直徑	座金の大きさ			
	直徑	孔徑	厚さ	100封		直徑	孔徑	厚さ	100封
吋	吋	吋	B.W.G.	個	吋	吋	吋	B.W.G.	個
1/4	5/8	5/8	16番	29300	3/4	1 1/4	1 1/4	11番	1670
5/16	3/4	3/4	16 "	18000	7/8	2	2 1/4	10 "	1150
3/8	1	1	14 "	7600	1	2 1/2	1 1/2	8 "	570
1/2	1 1/2	1 1/2	12 "	2300	1 1/4	2 3/4	1 3/4	8 "	470
5/8	1 3/4	1 3/4	12 "	2180	1 1/2	3	1 3/4	7 "	370
3/4	1 1/2	1 1/2	11 "	2150	1 3/4	3	1 1/2	6 "	340

15. 木材用座金

1. 樺の類に使用す可き場合の直徑=ボルト徑の 2.5 倍
2. 松の類に使用す可き場合の直徑=ボルト徑の 3.5 倍
3. 樺松に用ふる場合の座金厚さ=ボルト頭の 0.5 倍
4. 縦材に用ふる方形座金の一邊の長=ボルト徑の 3 倍
5. 樺材に用ふる方形座金の一邊の長=ボルト徑の 2.5 倍
6. 縦樺材に用ふる方形座金の厚さ=ボルト直徑の 1/2 倍

16. 木ネジの力

1. d =木捻の直徑、吋 p =木捻のピッチ、吋
 l =木捻部の長、吋……とする時は
 松材の類: 支持力、 $P=42000 dPl$ 封度……(1)
 樺材の類: 支持力、 $P=83000 dPl$ 封度……(2)
2. 木捻の最も用途廣きものは、頭の平らなるものにしてネジ先の尖りたるものなり。其直徑には 00 番乃至 40 番あり。1 番上り毎に 1/8 吋を増すものとする。前出 [13] 表は日本寸法にて示せるものなり。

番號	直徑、吋	番號	直徑、吋
00………	1-32	0………	3-64
5………	1-8	10………	3-16

14.....1-4	18.....5-16
22.....3-8	26.....7-16
32.....1-2	40.....5-8

17. 地形ボルト

1. 地形ボルトは石、煉瓦、又は混凝土を以て築造せる基礎上に機械を据付る時用るものにして、一名据付ボルトと云ふ。形状に次の如く種々あり。

(A) ボルトの下部を方形とし四邊の角に鋸止状の刻みを附し、鉛、硫黄又はトロを以て地形に固結せしむ。之を俗に鬼ボルトと稱す。次表は其普通方法とす。

但、 a =ボルト径、吋 b =ボルトの全長、吋
 c =傾斜部分、吋 d =底邊幅、吋

$a=\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$
$b=5$	6	6	7	8	9	10
$c=3$	3	3	$3\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	5	6
$d=\frac{7}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	2

(B) 其他はすべて、キーを以て緊着せしむる方法なり。此内地形の下面にて、鑄鐵製の堅金を通じてボルトの下端に挿入し之をツツブ(凹形換)にて緊着せしむるものをコッターボルト(Cotter Bolt)と云ふ。

(C) ボルト根の側に勾配を附し、之を土臺石に穿てる同一傾斜の面に接觸せしめ、他側は直状に造りて壁面との間に隙を置く。此隙にキーを敲き込みてボルトを緊着せしむ。此種の地形ボルトは取外しに容易なるを以て、多くは一時的据付けに使用せらるゝものとす。

18. スパンナー、米名レンチ

次表はスパンナーの寸法とす。もし兩口スパンナーとなすときは、首の傾きを各 45° となす。表に於て、各部比例は大凡次

の如し。但、 d =ボルトの直經、吋

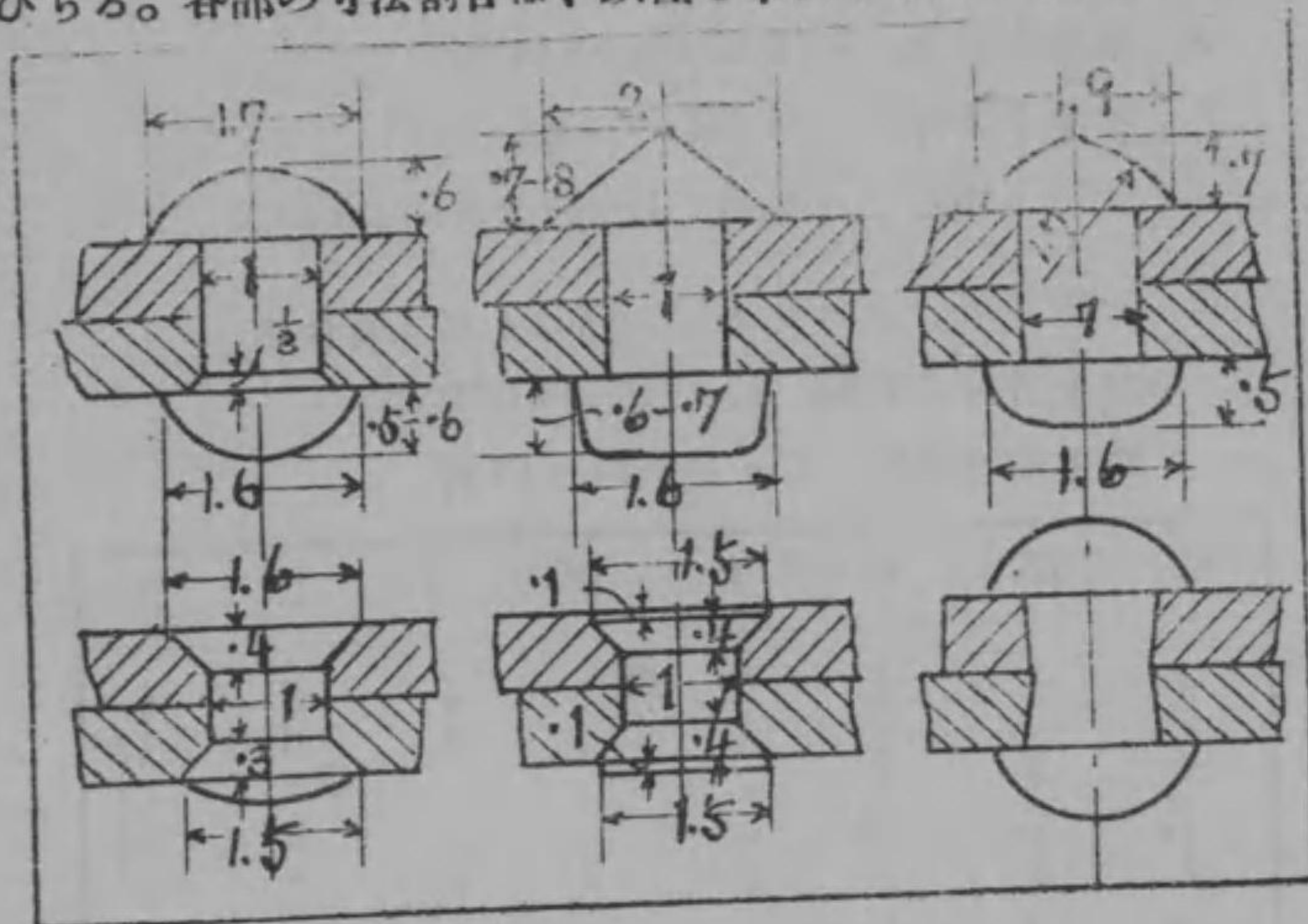
1. スパンナー口の開き: A =ナット、平の寸法に相當
2. スパンナー首の厚: $H=0.615d+0.10$ 吋
3. スパンナー首廻りの幅: $S=0.88d+0.025$ 吋
4. 柄、首付部の幅: $B=1.23d+0.20$ 吋
5. 柄、首付部の厚: $T=0.308d+0.17$ 吋
6. 柄先きの幅: $b=0.27d+0.685$ 吋
7. 柄先きの厚: $t=0.154d+0.21$ 吋
8. ナット中心より全長: $L=14.8d+1.00$ 吋
9. ボックス、スパンナー(箱形)となす場合は
 同上首付の柄幅: $E=0.935d+0.725$ 吋
 同上箱の肉厚: $F=0.188d+0.10$ 吋

d	H	B	T	b	t	L	A
$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{4}$	5	$\frac{1}{4}$
$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{16}$	"	$\frac{5}{16}$	6	$\frac{5}{16}$
$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	"	"	"	7	$\frac{3}{8}$
$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{16}$	$\frac{7}{8}$	"	"	"	8	$\frac{7}{16}$
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	1	"	$\frac{7}{8}$	"	9	$\frac{1}{2}$
$\frac{9}{16}$	$\frac{9}{16}$	$1\frac{1}{8}$	"	"	"	10	$\frac{9}{16}$
$\frac{5}{8}$	$\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$\frac{5}{8}$	"	$\frac{5}{8}$	11	$1\frac{1}{8}$
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	"	12	$1\frac{1}{4}$
$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	"	"	14	$1\frac{3}{8}$
1	1	$1\frac{5}{8}$	1	"	"	16	$1\frac{5}{8}$
$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{9}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	18	$1\frac{1}{4}$
$1\frac{1}{4}$	1	$1\frac{3}{4}$	$\frac{9}{8}$	"	"	20	2
$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{9}{8}$	$1\frac{3}{8}$	"	22	$2\frac{3}{8}$
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	2	"	"	$\frac{1}{2}$	24	$2\frac{1}{2}$
$1\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	"	26	$2\frac{3}{4}$
$1\frac{7}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{4}$	"	"	"	28	$2\frac{7}{8}$
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$\frac{9}{16}$	30	$2\frac{1}{2}$
2	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{8}$	"	"	"	33	$3\frac{1}{8}$

4. リベット鉸 (Ribet)

1. 鉸頭の形状及比例

1. 鉸頭形状には種々ありて、下圖に示す如きものとす。此内最も普通のもの球状頭にして、其他は傘状頭、沈め鉸亦用ひらる。各部の寸法割合は、鉸徑を單位としたる寸法とす。



2. 鉸接手の強さ

1. 鉸接手には重ね接手 (Lap joint) と、突き合せ接手 (Butt joint) との二様あり。尙此内に、一列鉸接手 (Single riveted joint) 二列鉸接手 (Double riveted joint) 等の區分を生ず。以下種々の場合に就き、接手強さの關係式を示す。

但、式中

d = 鉸徑、吋 t = 板厚、吋 p = 鉸のピッチ、吋

$Rt = p$ なるピッチの鉸間にて裂斷に對する板の強、封度

Rs = 同上、鉸が剪斷に對する抵抗又は強、封度

E = 接手の効率、但し鉸孔なき充實板との比、%

fs = 鉸の耐剪強力、封度每平方吋

= 鉸の耐張強力、封度每平方吋、.....等とすれば

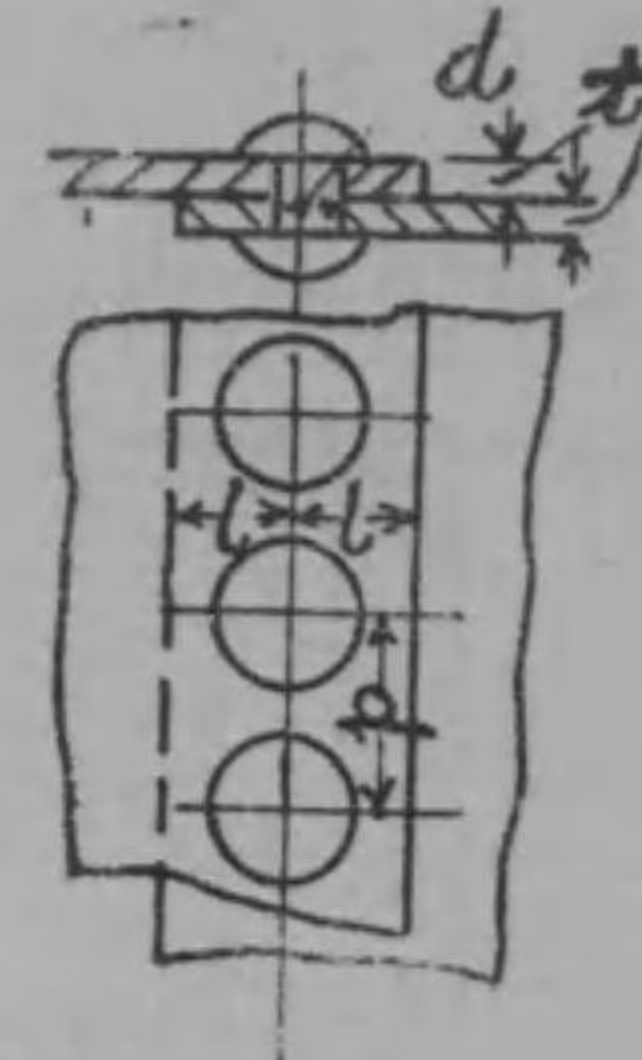
2. 一列鉸重ね接手:—

$$Rt = (p-d)t \dots\dots\dots (1)$$

$$E = \frac{Rt \times 100}{ft \times p \cdot t} \dots\dots\dots (2)$$

$$= \frac{Rs \times 100}{fs \times p \cdot t} \dots\dots\dots (3)$$

$$l = 1.5d \dots\dots\dots (4)$$



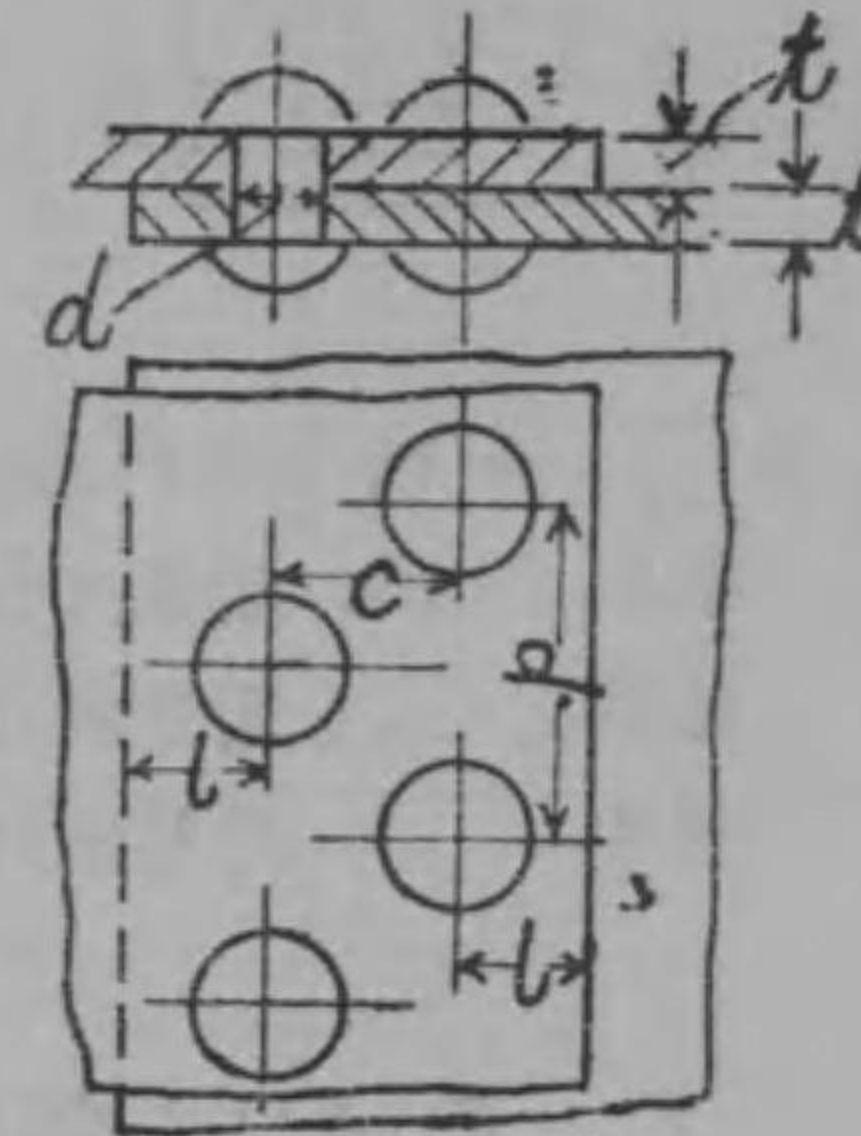
3. 二列鉸重ね接手:—

$$Rt = (p-d)t \dots\dots\dots (1)$$

$$Rs = \frac{\pi}{4} d^2 fs \dots\dots\dots (2)$$

$$l = 1.5d \dots\dots\dots (3)$$

$$c = 2d \dots\dots\dots (4)$$



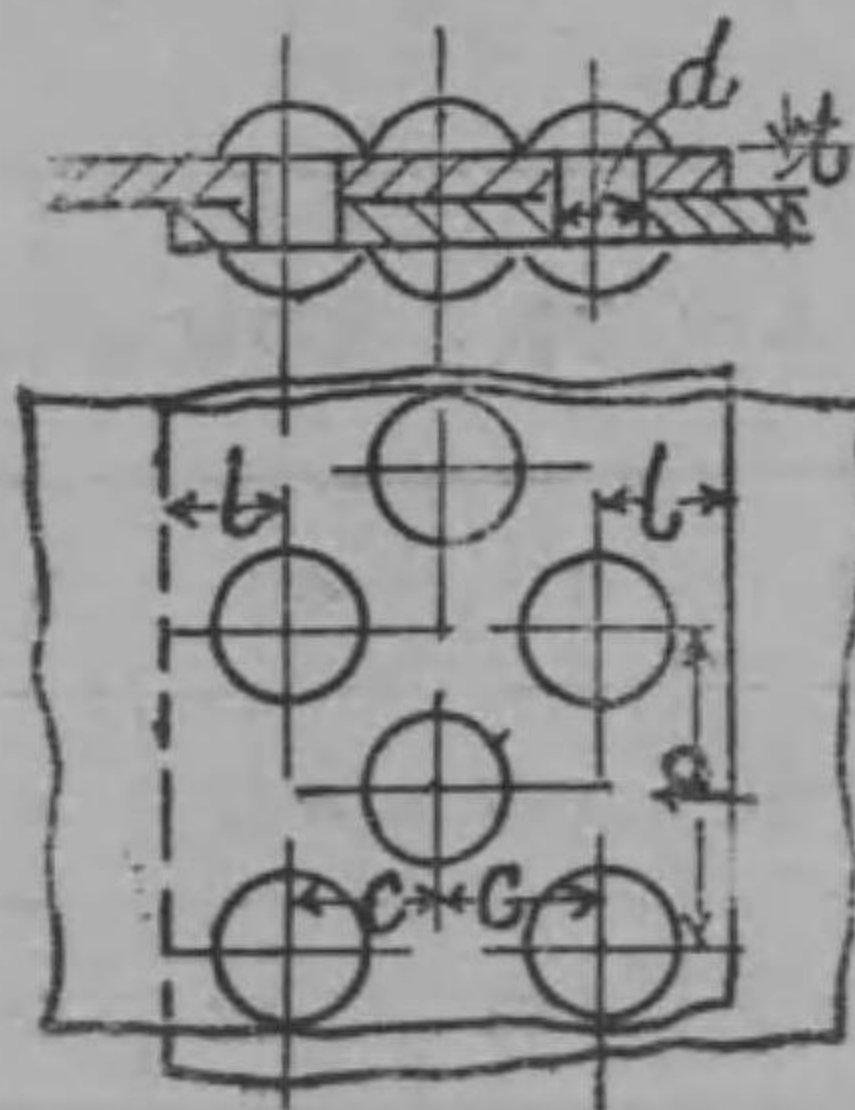
4. 三列鉸重ね接手:—

$$Rt = (p-d)t \dots\dots\dots (1)$$

$$Rs = \frac{3\pi}{4} d^2 fs \dots\dots\dots (2)$$

$$l = 1.5d \dots\dots\dots (3)$$

$$w = 3d \dots\dots\dots (4)$$



5. 一列鉸、兩側板突き合せ接手:—

$$Rt = (p-d)t \dots\dots\dots (1)$$

$$Rs = 1.75 \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots (2)$$

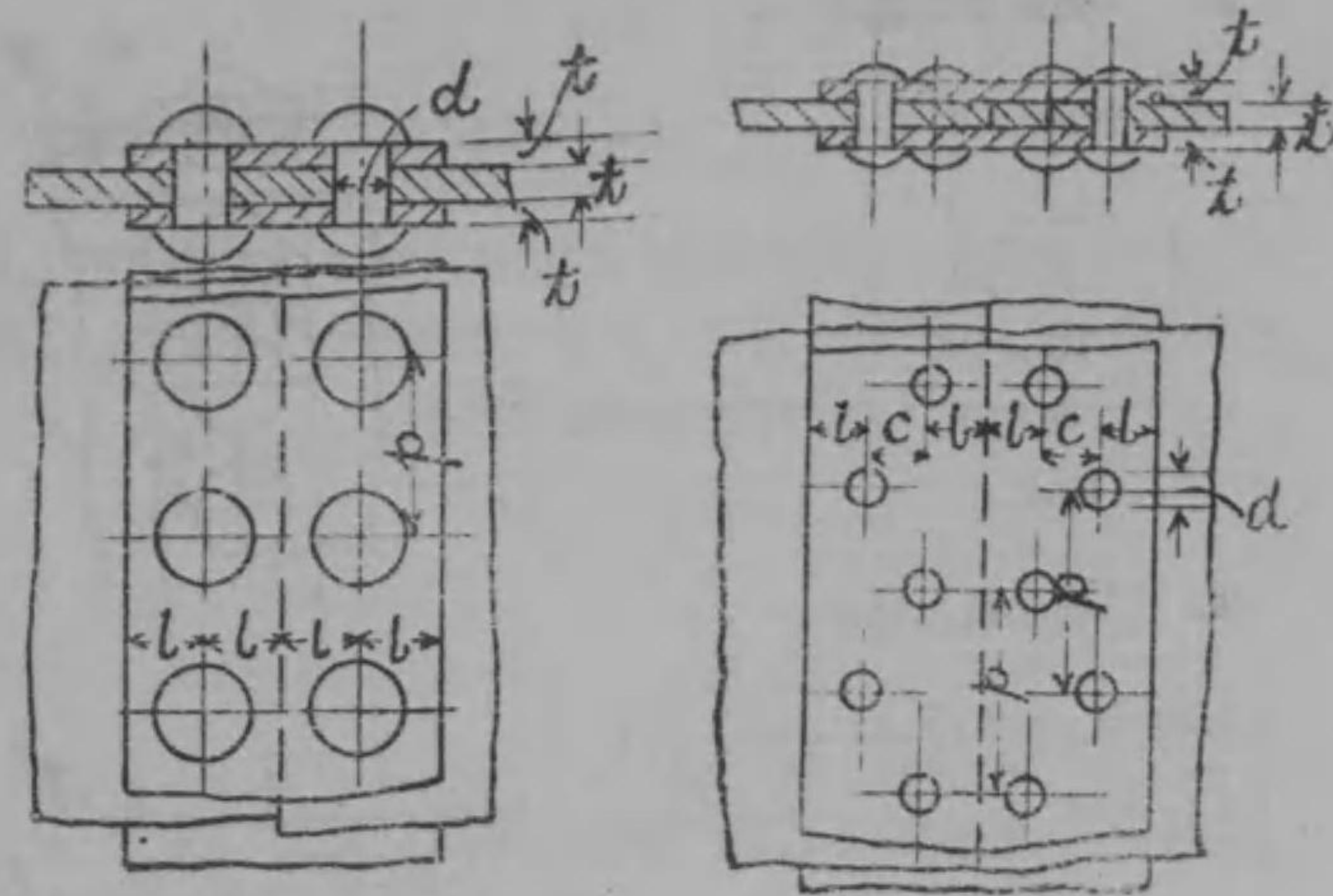
$$l = 1.5d \dots\dots\dots (3)$$

6. 二列鉸兩側板突き合せ接手:—

$$Rt = (p-d)t \dots\dots\dots (1)$$

$$Rs = 1.75 \frac{\pi}{2} d^2 fs \dots\dots\dots (2)$$

$$l = 1.5d \dots\dots\dots (3)$$



以上 5 種の接手にありて、 f_s の値は次の如く採る。

鋼鉄.....耐張強力: $f_t=9600$ 封度 1 平方吋

錬鐵.....耐張強力: $f_t=6400$ " "

兩者.....耐剪強力: $f_s=0.85 f_t$ " "

3. リベット鉋の最大ピッチ

1. 英國商工局規定に依り、最大ピッチに關し次式を得。

$$\text{最大ピッチ: } p=(K+t)+1\frac{5}{8} \dots\dots\dots(1)$$

但 t = 板の厚、吋。 K = 定數: 次の値を採る、

1 ピッチ間の鉋數	1	2	3	4	5
重畳接手 $K=$	1.31	2.62	3.47	3.47	—
突き合せ接手 $K=$	1.75	3.50	4.63	5.52	6.00

2. 次表は兩側板突き合せ接手に用ひらるる最大板ピッチとす。

板厚	ピッチ間の鉋數				
	1	2	3	4	5
$\frac{1}{8}$	2.062	2.560	2.782	3.005	3.125
$\frac{1}{4}$	2.117	2.609	2.927	3.117	3.312
$\frac{3}{16}$	2.171	2.718	3.071	3.350	3.500
$\frac{1}{2}$	2.226	2.828	3.216	3.522	3.687
$\frac{5}{8}$	2.281	2.937	3.361	3.695	3.875
$\frac{3}{4}$	2.335	3.046	3.505	3.867	4.062
$\frac{7}{8}$	2.390	3.156	3.550	4.040	4.250
1	2.445	3.265	3.995	4.212	4.437
$1\frac{1}{8}$	2.500	3.375	3.440	4.385	4.625
$1\frac{1}{4}$	2.554	3.484	4.884	4.557	4.812
$1\frac{3}{8}$	2.609	3.593	4.229	4.730	5.000
$1\frac{1}{2}$	2.664	3.703	4.774	4.902	5.187
$1\frac{3}{4}$	2.718	3.812	4.518	5.075	5.375
$1\frac{7}{8}$	2.773	3.921	4.663	5.247	5.562
2	2.828	4.031	4.808	5.420	5.750
$2\frac{1}{8}$	2.882	4.140	4.952	5.592	5.937
$2\frac{1}{4}$	2.937	4.250	5.097	5.765	6.125
$2\frac{3}{8}$	2.992	4.359	5.242	5.937	6.312
$2\frac{1}{2}$	3.046	4.468	5.389	6.110	6.500
$2\frac{5}{8}$	3.101	4.578	5.531	6.282	6.687
$2\frac{3}{4}$	3.156	4.687	5.678	6.453	6.875
$2\frac{7}{8}$	3.210	4.796	5.820	6.627	7.062
3	3.265	4.906	5.965	6.80	7.250
$3\frac{1}{8}$	3.320	5.015	6.110	6.972	7.437
$3\frac{1}{4}$	3.375	5.125	6.255	7.145	7.625
$3\frac{3}{8}$	3.429	5.234	6.399	7.317	7.812
$3\frac{1}{2}$	3.484	5.343	6.544	7.490	8.0
$3\frac{5}{8}$	3.539	5.453	6.689	7.662	8.187
$3\frac{3}{4}$	3.593	5.562	6.833	7.835	8.375
$3\frac{7}{8}$	3.648	5.671	6.978	8.007	8.562
4	3.703	5.781	7.123	8.180	8.750
$4\frac{1}{8}$	3.757	5.890	7.267	8.3.2	8.937
$4\frac{1}{4}$	3.812	6.000	7.412	8.525	9.125
$4\frac{3}{8}$	3.867	6.109	7.557	8.647	9.312
$4\frac{1}{2}$	3.921	6.218	7.701	8.870	9.500
$4\frac{5}{8}$	3.976	6.328	7.846	9.042	9.687
$4\frac{3}{4}$	4.031	6.437	7.991	9.215	9.875
$4\frac{7}{8}$	4.183	6.546	8.135	9.387	10
5	4.140	6.356	8.200	9.560	10
$5\frac{1}{8}$	4.295	6.765	8.425	9.732	10

板厚	ピッチ間の鉄数				
	1	2	3	4	5
1 1/2	4.250	6.875	8.570	9.905	10
1 17/32	4.304	6.984	8.714	10	10
1 9/8	4.359	7.093	8.859	10	10
1 11/8	4.417	7.203	9.004	10	10
1 13/8	4.468	7.312	9.148	10	10

4. リベット、鉄の直径及ピッチ

1. 鉄の径は板の厚さより定む。次の式に於て

d = 鉄の直径、吋。 t = 板の厚さ、吋とせば
 $d = 1.2\sqrt{t} - 1.4\sqrt{t}$ (2)

次表は、大凡上式の比を示す。

$t =$	3/8	7/16	1/2	9/16	3/4	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
$d =$	3/4	11/16	13/16	15/16	7/8	7/8	7/8	15/16	15/16	15/16

2. 尙一般に直径及ピッチの關係、次の如し。但

n = 鉄の列數 a = 鉄の斷面積、平方吋
 p = 鉄のピッチ、吋 fs = 孔なき板の強さ、封度
 t = 板の厚さ、吋 Rs = 鉄孔ある板の強さ、封度
 d = 鉄の直径、吋 となすときは

$\frac{p}{a} = \frac{fs}{fs - Rs}$ (3)

$fs an = Rs pt$ (4)

5. 二列鉄の對角線ピッチ

1. 鉄の對角線ピッチは次式に求む、但

p = 鉄ピッチ、吋 d = 鉄の直径、吋
 p_1 = 鉄の對角線ピッチ、吋となすときは
 $p_1 = 0.60p + 0.35d$ (5)
 $p_1 = 0.60p + 0.40d$ (6)

(註) (6) 式は英國商工局規定に依る算式なり。

6. 鉄締めにする壓力

1. 鉄打機 (Riveting machine) を用ひて、鉄締めをなす所要壓力は、普通 10,000—150,000 封度 平方吋のものとする。尙冷鉄締めには 300,000 封度 平方吋を要す。次表は 2—3 の種類に付き、熱鉄締めに必要な壓力を示せり。

鉄径	鐵板	タンク	ガーダー	鉄径	鐵板	タンク	ガーダー
吋 1/2	噸 20	噸 15	噸 9	吋 1	噸 60	噸 45	噸 30
3/8	25	18	12	1 1/8	75	60	38
3/4	33	22	15	1 1/2	100	70	45
7/8	45	30	22	1 3/4	120	85	60

7. リベット重量表 (丸頭鉄、100個に付、封度)

首下吋	徑 5/8"	徑 1/2"	徑 3/8"	徑 3/4"	首下吋	徑 7/8"	徑 1"
3/4	4.8	9.0	—	—	1 1/4	64.5	86.5
1	5.58	11.0	21.5	—	2	68.5	92.0
1 1/4	6.26	13.0	23.5	29	2 1/4	72.5	97.5
1 1/2	6.99	15.0	25.5	33	2 3/4	76.5	103.0
1 3/4	7.72	17.0	27.5	41	3	80.5	108.5
2	8.45	19.0	29.5	45	3 1/4	84.5	114.0
2 1/4	9.18	21.0	31.3	49	3 1/2	88.5	119.5
2 3/4	9.91	23.0	33.3	53	3 3/4	92.5	125.0
3	10.64	25.0	35.5	57	4	99.5	120.5
3 1/4	11.34	27.0	37.5	61	4 1/4	100.5	136.0

鉄、徑吋	100個に付製作重量封度	100個に付仕上重量封度	鉄、徑吋	1組鉄頭封度	鉄頭1個の所要圓桿封
3/8	2.4	1.9	1/2	0.11	7—8
1/2	5.0	4.0	5/8	0.22	1
5/8	9.7	8.0	3/4	0.27	1.1—8
3/4	16.0	12.5	7/8	0.44	1.1—4
7/8	24.0	18.5	1	0.76	1.1—2
1	35.0	27.0			
1 1/8	49.0	37.5			
1 1/4	78.0	51.0			

(註) 鉄桿の直径は、孔の直径より 1/16吋丈け細くす。

5. 調帯ベルト (Belt)

1. 調帯の一般

1. 調帯速度は一般に 5800 呎/分以上を採り得るも、普通、原動調革 (Main Belt) にて 4000 呎/分、旋盤用にて 1500-2000 呎/分を適度とせらる。

2. 調革は 3000 呎/分以上の速度に於いては、遠心力の作用大なる故に、傳達馬力を減ず。

3. 新良なる調帯は 3000-5000 封度/平方吋の強さを有す。而して之をリベット接ぎとなせば、 $\frac{1}{2}$ の強さとなり、金具緩り及び革緩りとせば、 $\frac{1}{3}$ の強さとなる。

4. 1 枚革調帯の厚は $\frac{3}{16}$ "- $\frac{5}{16}$ " にして、其平均 $\frac{1}{4}$ " とす、次の強さを有す。但、 f は調革の 1 吋幅の強さなり。

良好なる 1 枚革ベルト: $f=1000$ 封度/吋

同上、リベット接ぎ: $f=400$ 封封/吋

同上、突合はせ接ぎ: $f=250$ 封度/吋

同上、重合はせ緩り: $f=170$ 封度/吋

5. 常用内力としては上記の約 $\frac{1}{2}$ を用ふるものとす。尙詳細の類別をなせば次の値を用ふ可きものなり。

6. 常用内力: 一ベルトの最も弱き個所の強さに對し、其 $\frac{1}{2}$ を常用内力として用ふ可し。次値は幅 1 吋に對する平均値なり。普通の厚、1 枚革ベルト... $f=50$ 封度/吋

薄き 2 枚革ベルト $f=70$ "

厚き 2 枚革ベルト $f=90$ "

$\frac{3}{8}$ 吋、リンクベルト $f=42$ "

$\frac{1}{2}$ 吋、" $f=48$ "

$\frac{5}{8}$ 吋、" $f=57$ "

$\frac{3}{4}$ 吋、" $f=66$ "

$\frac{7}{8}$ 吋、" $f=78$ "

1 吋、" $f=90$ "

7. 尙次表は 1 平方吋の安全張力に對して、各厚の應ずる荷重を示めせり。荷重單位は封度とす。

1 吋幅のベルトにて、厚	$\frac{3}{16}$ 吋	$\frac{1}{2}$ 吋	$\frac{3}{8}$ 吋	$\frac{5}{8}$ 吋	$\frac{7}{8}$ 吋
安全内力: $f=200$	37	44	50	56	62
(封度/平方吋)=250	47	55	62	70	78
" =300	56	66	75	84	94
" =350	66	77	87	92	109

2. ベルト及プーリー關係

1. 調帯の厚と調車直徑: 一ベルトの各厚に對し、調車の直徑は大凡次の關係にて定む。

プーリーの直徑: $D > 100 \times$ 普通ベルトの厚

" " : $D > 30 \times$ リンクベルトの厚

尙、働車、從車の直徑比例は $\frac{1}{3}$ より大ならしめざること。

2. 調車の中心距離: 一中心距離は次の範圍に採る。

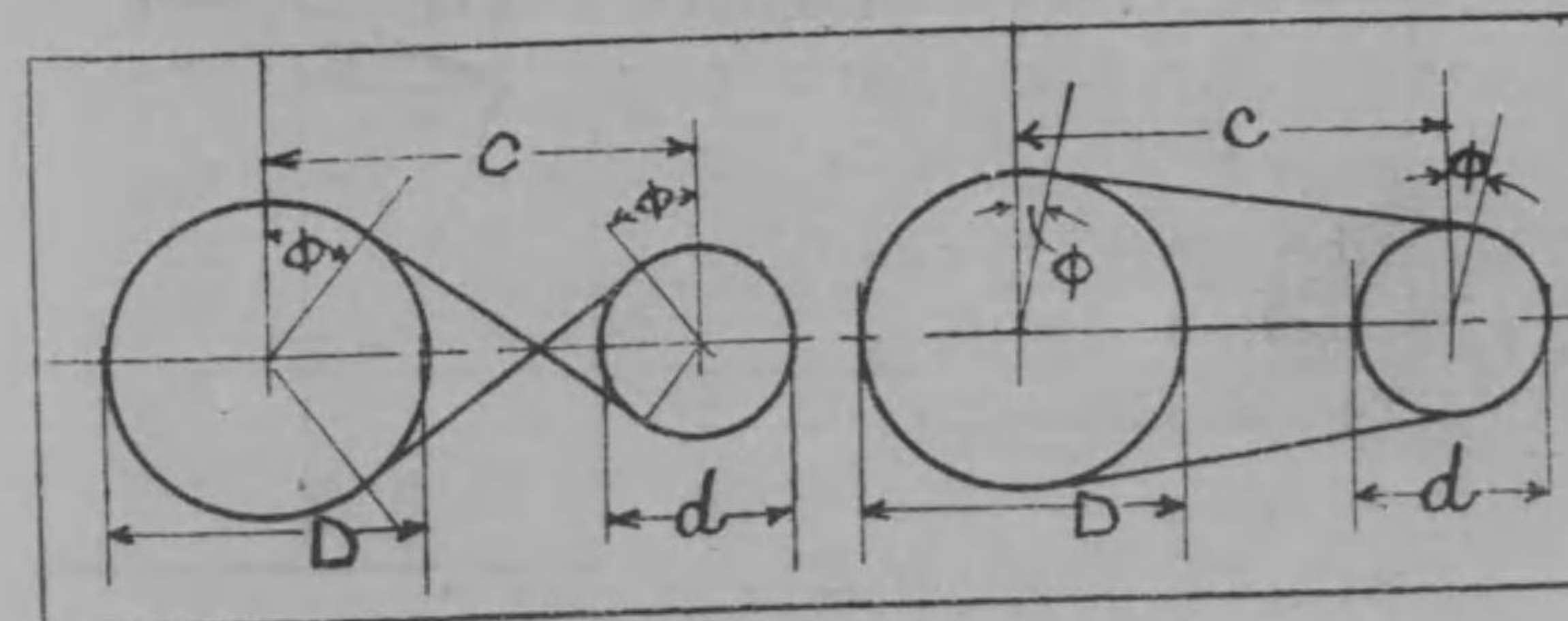
プーリー徑比: $\frac{1}{2}$ 最小中心距離: $l=8$ 吋

" $\frac{1}{3}$ " =10 "

" $\frac{1}{4}$ " =12 "

" $\frac{1}{5}$ " =15 "

3. 調車に掛けたるベルトの長さを求むる算式: 一



I. オープンベルト (Open belt) の場合:—

$$L = 1.57(D+d) + 2.1 \cos \phi + (D-d)\phi \dots\dots\dots (1)$$

II. クロスベルト (Crossed belt) の場合:—

$$L = (D+d)1.57 \times \phi + 2.1 \cos \phi \dots\dots\dots (2)$$

但、 $\phi = \frac{\pi \times n}{180}$. [n=角度] $\dots\dots\dots (3)$

(1) 式にて、 $\frac{D-d}{2C} = \sin \phi$. (2) 式にて、 $\frac{D+d}{2C} = \sin \phi$.

4. 調帯巻きの内外径を以て、全長の近似数算式:—

D=ベルト巻の外径、吋

d=ベルト巻の内径、吋

n=ベルトの巻き数とする時は、

全長: L 呎 = $(D+d) \times n \times 0.1309 \dots\dots\dots (4)$

3. ベルトの摩擦

1. 圖に於て次の假定を置く。

T_1 =緊張側の張力、封度

T_2 =弛み側の張力、封度

θ =接觸角度 ラジアン

μ =摩擦係数

又下圖に於て、ベルトの極小部分の接觸に於いて考ふれば、 dT と平均するものは、ベルトの摩擦に依りて生ずる反力 R なり、即ち

$$\mu = \tan \phi \dots\dots\dots (1)$$

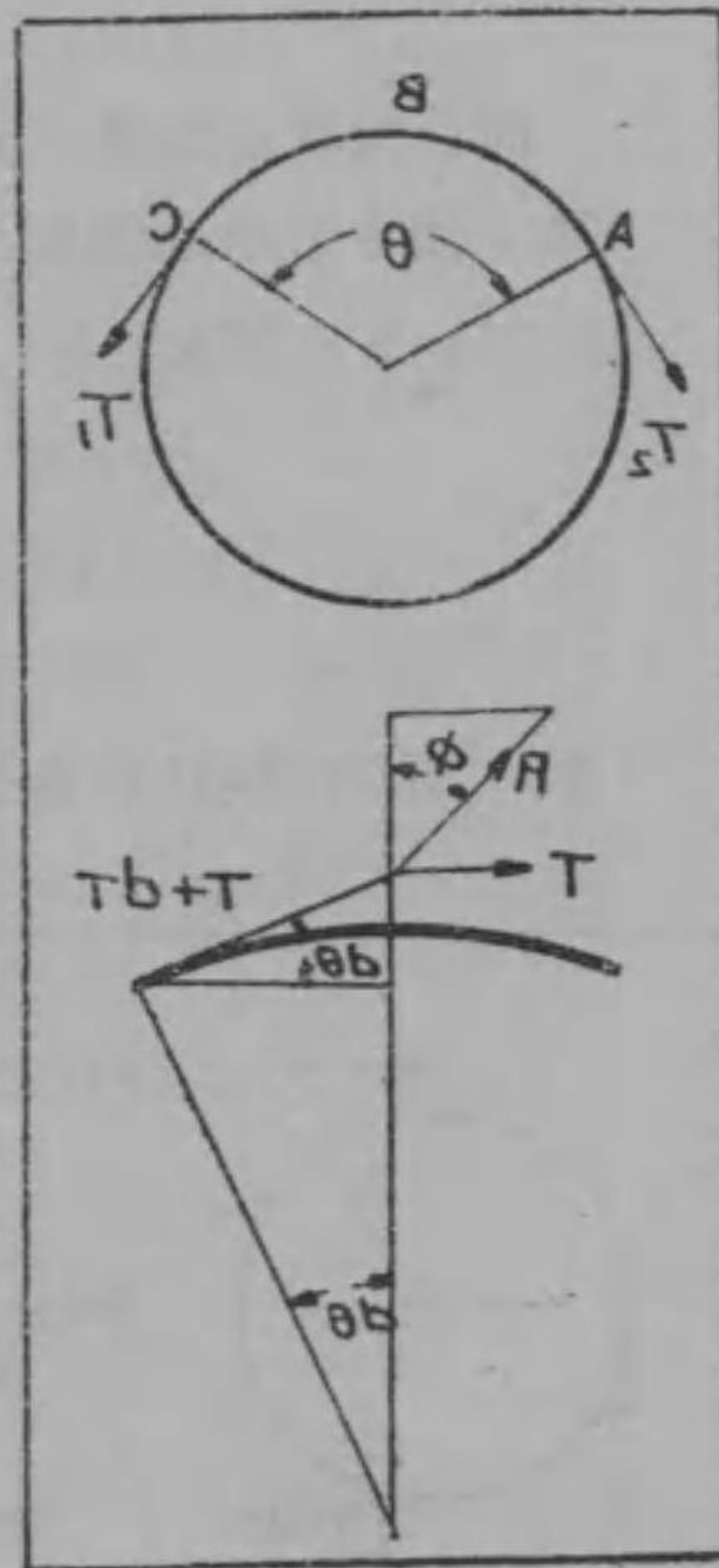
$$T + R \sin \phi = (T + dT) \cos d\theta \dots\dots\dots (2)$$

今、 $\cos d\theta = 1$ とせば、

$$T + R \sin \phi = T + dT \dots\dots\dots (3)$$

$$\therefore R \sin \phi = dT \dots\dots\dots (4)$$

次に、 $R \cos \phi = (T + dT) \sin d\theta$



$$= T \sin d\theta + dT \sin d\theta \dots\dots\dots (5)$$

茲に、(4) 式にて $\sin d\theta = d\theta$ 及 $dT \sin d\theta = 0$ の假定をなせば、

$$R \cos \phi = T d\theta \dots\dots\dots (6)$$

以上、(4) 及 (6) 式より次の結果を得。

$$\tan \phi = \frac{dT}{T d\theta} = \mu \quad \therefore \frac{dT}{T} = \mu d\theta \dots\dots\dots (7)$$

(7) 式の兩邊を、同一範圍に積分して、次の關係を得。

$$\int_{T_2}^{T_1} \frac{1}{T} dT = \int_0^\theta \mu d\theta \quad \therefore \log_e T_1 - \log_e T_2 = \mu \theta \dots\dots\dots (8)$$

(8) 式より、 $\log_e \frac{T_1}{T_2} = \mu \theta$ 又は $\log_{10} \frac{T_1}{T_2} = 0.434 \mu \theta \dots\dots\dots (9)$

(9) 式にて、 θ の代りに ϕ 度を用ふれば、

$$\log_{10} \frac{T_1}{T_2} = 0.00758 \mu \phi \dots\dots\dots (10)$$

2. (10) 式の ϕ 及 μ の各値に對する $\frac{T_1}{T_2} = x$ の値を求む。

ϕ	μ 0.2	μ 0.3	μ 0.4	μ 0.5	ϕ	μ 0.2	μ 0.3	μ 0.4	μ 0.5
30	1.11	1.17	1.23	1.30	180	1.87	2.57	3.51	4.81
40	1.14	1.25	1.23	1.42	190	1.94	2.70	3.78	5.21
50	1.18	1.30	1.32	1.54	200	2.00	2.84	4.05	5.82
60	1.23	1.37	1.42	1.69	210	2.08	3.00	4.33	6.25
70	1.26	1.44	1.52	1.84	220	2.15	3.16	4.65	6.76
80	1.32	1.55	1.63	2.00	230	2.2	3.31	5.01	7.37
90	1.37	1.60	1.74	2.19	240	2.31	3.51	5.34	8.12
100	1.41	1.68	2.01	2.38	250	2.38	3.70	5.75	8.75
110	1.47	1.77	2.15	2.60	260	2.47	3.9	6.16	9.55
120	1.52	1.87	2.31	2.85	270	2.57	4.11	6.59	10.55
130	1.57	1.97	2.47	3.09	280	2.65	4.57	7.58	12.68
140	1.63	2.08	2.66	3.38	310	2.93	5.05	8.71	13.08
150	1.69	2.19	2.85	3.70	330	3.16	5.61	10.23	13.31
160	1.74	2.30	3.05	4.00	360	3.5	6.57	12.86	13.67
170	1.81	2.42	3.28	4.87					

4. ベルト(調帯)の傳達馬力

1. ベルトの傳達馬力は、摩擦係数 μ の値によりて制限せ

らる。即ち μ の小値なる時は滑り大にして、傳達力小なり。

茲に T_1 =緊張側の張力、封度 b =ベルトの幅、吋
 T_2 =弛み側の張力、封度 t =ベルトの厚、吋
 V =ベルトの速度、呎/分 ……とすれば

$$H.P = \frac{(T_1 - T_2) \times V}{33000} \dots\dots\dots(1)$$

然るに、 $\log_e \frac{T_1}{T_2} = \mu \theta$ $\frac{T_1}{T_2} = (2.76)^{\mu \theta}$ なるを以て、

$$H.P = \frac{T_1 \left[1 - \frac{1}{(2.76)^{\mu \theta}} \right] V}{33000} \dots\dots\dots(2)$$

(2) 式にて、 $1 - \frac{1}{(2.76)^{\mu \theta}} = y$ とせば、

$$H.P = \frac{T_1 \times y \times V}{33000} \dots\dots\dots(3)$$

2. θ の代わりに ϕ 度を用ひ μ の各値に對して y の値は次表の如し。

ϕ	μ 0.2	μ 0.3	μ 0.4	μ 0.5	ϕ	μ 0.2	μ 0.3	μ 0.4	μ 0.5
30	.100	.145	.189	.230	180	.467	.611	.715	.791
40	.131	.189	.251	.295	190	.485	.630	.735	.810
50	.161	.231	.296	.353	200	.503	.650	.754	.826
60	.189	.269	.343	.408	210	.520	.677	.770	.840
70	.217	.301	.387	.457	220	.537	.684	.786	.852
80	.244	.343	.429	.502	230	.552	.700	.800	.865
90	.269	.377	.467	.543	240	.568	.714	.814	.877
100	.296	.409	.497	.583	250	.583	.730	.827	.887
110	.319	.438	.547	.617	260	.597	.743	.838	.896
120	.343	.467	.569	.650	270	.610	.756	.849	.919
130	.366	.493	.598	.678	290	.629	.782	.868	.922
140	.386	.520	.625	.705	310	.690	.804	.886	.923
150	.409	.545	.650	.730	330	.684	.823	.900	.924
160	.427	.568	.673	.753	350	.705	.840	.913	.926
170	.448	.589	.696	.773	360	.716	.850	.920	.926

3. ベルト(調帶)の幅:—上述(1)式にて、 $(T_1 - T_2)$ を牽引力といふ。

茲に、 $F = T_1 - T_2$ 封度 $B =$ ベルトの幅、吋
 $V =$ 速度吋/分 $f =$ ベルトの強、封度/吋、なれば

$$FV = HP \times 33000. \quad F = \frac{33000HP}{V} \dots\dots\dots(4)$$

$$\text{然るに、} F = T_1 - T_2 = T_1 \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right) = T_1 \times y \dots\dots\dots(5)$$

y の値は前表に求む。而して、 $Bf = T_1 \dots\dots\dots(6)$

$$\therefore F = \frac{33000HP}{V} = Bf \times y$$

$$B = \frac{33000 \times HP}{V \times f \times y} \dots\dots\dots(7)$$

5. 摩擦係數、 μ の値

1. μ の値は、鑄鐵製プーリーと革ベルトの時、滑り(Slip)なき場合、 $\mu = 0.423$ を採る。若、3 呎/秒の滑りあれば、 $\mu = 0.27$ とす。

實用上には、 $\mu = 0.27$ を平均値として用ふ。

2. 其他の場合に於ける μ の値は次の如し。

- 革+木質(乾燥材)…………… $\mu = 0.3-0.5$
- 革+金屬(乾燥材)…………… $= 0.56$
- 革+同(濕あるもの)…………… $= 0.36$
- 革+同(ケリス付きたるもの)…… $= 0.23$
- 革+同(油付きたるもの)…………… $= 0.15$
- 麻ロープ+金屬(乾燥材)…………… $= 0.2-0.34$
- 同 同(ケリス付きたるもの) $= 0.15$

6. ベルト(調帶)の遠心力

1. ベルトは遠心力の爲めに有效牽引力を減少す。即ち

$$\text{遠心力に依る減力、封度: } T_c = \frac{Wv^2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

但、 $W =$ ベルトの断面 1 平方吋、長 1 呎の重さ、封度

v =ベルトの速度、呎/秒……………とす。

然るに革ベルトには 1 立方呎の重量は 56 封度なる故に、
断面 1 平方呎、長さ 1 呎の重さは $26 \div 144 = 0.388$ 封度なり。

$$\therefore T_c = \frac{0.388 v^2}{32.2} = 0.012 v^2 \text{ 封度} \dots\dots\dots (2)$$

2. 一般にベルトの断面、 $a = b \times t$ 平方呎、但 b : 幅、 t : 厚
とせば。 $T_c = 0.012 av^2 = 0.012 b \cdot tv^2 = bt \cdot T_c \dots\dots\dots (3)$

$$\therefore \text{有効牽引力: } F = T_1' - T_2' - T_c$$

然るに、 T_1' の最大許容強力は、ベルトの種類に依り、各 1
吋幅に付き制定せらるゝ故に、ベルトの幅を b 吋とすれば、

$$F = b(T_1 - T_2 - T_c) = b(T_1 \times \gamma - T_c) \dots\dots\dots (4)$$

茲に V =ベルト速度、呎/分とせば、 $FV = 33000 \text{ HP} \dots (5)$

$$\therefore (4) \text{ 及 } (5) \text{ より、 } b = \frac{33000 \cdot \text{HP}}{V(T_1 \gamma - T_c)} \dots\dots\dots (6)$$

但、 b =ベルトの幅、吋 t =ベルトの厚、吋

T_1 =ベルトの幅、吋に就き最大許容内力、封度

=60 封度/吋、幅: 1 枚革ベルト

=105 封度/吋、幅: 2 枚革ベルト

=150 封度/吋、幅: 3 枚革ベルト

$\gamma = 1 - T_1/T_2$ 但、表より求む。

7. 調 革 (Leather Belt) の重量

次表はベルトの長さ 1 呎に付重量封度とす。

ベルト の種類	調 革 の 幅、吋								
	1½	2	2½	3	3½	4	4½	5	5½
1 枚革	0.20	0.23	0.29	0.35	0.40	0.46	0.52	0.58	0.63
2 枚革	0.40	0.45	0.58	0.69	0.81	0.92	1.04	1.15	1.27
	6	6½	7	7½	8	9	10	11	12
1 枚革	0.69	0.75	0.81	0.86	0.92	1.04	1.15	1.27	1.38
2 枚革	1.38	1.50	1.61	1.72	1.84	2.07	2.30	2.53	2.76

8. 調 革 の 傳 達 馬 力 表 [幅、吋に付き、約]

ベルト 速度 呎/分	良質揉皮ベルト			良質リンク、受チエーベルト					
	1 枚 革	薄手 2 枚	厚手 2 枚	¾ 吋	½ 吋	⅝ 吋	¾ 吋	⅞ 吋	1 吋
100	0.15	0.21	0.27	0.13	0.15	0.17	0.20	0.24	0.27
200	0.30	0.42	0.55	0.25	0.29	0.35	0.40	0.47	0.55
300	0.45	0.64	0.82	0.38	0.44	0.52	0.60	0.71	0.82
400	0.61	0.85	1.09	0.51	0.58	0.69	0.80	0.95	1.00
500	0.76	1.06	1.36	0.64	0.73	0.86	1.00	1.18	1.36
600	0.91	1.27	1.64	0.76	0.87	1.04	1.20	1.42	1.64
700	1.06	1.49	1.91	0.89	1.02	1.21	1.40	1.65	1.91
800	1.21	1.70	2.18	0.92	1.16	1.38	1.60	1.89	2.18
900	1.36	1.91	2.45	1.05	1.31	1.55	1.80	2.13	2.45
1000	1.51	2.12	2.73	1.27	1.45	1.73	2.00	2.36	2.73
1100	1.67	2.33	3.00	1.40	1.60	1.90	2.20	2.60	3.00
1200	1.82	2.55	3.17	1.53	1.75	2.07	2.40	2.84	3.27
1300	1.97	2.76	3.35	1.65	1.89	2.25	2.60	3.07	3.55
1400	2.12	2.97	3.82	1.78	2.04	2.41	2.80	3.31	3.82
1500	2.27	3.18	4.09	1.91	2.18	2.59	3.00	3.55	4.09
1600	2.42	3.39	4.36	2.04	2.33	2.76	3.20	3.78	4.36
1700	2.58	3.61	4.64	2.16	2.47	2.94	3.40	4.01	4.64
1800	2.73	3.82	4.91	2.29	2.62	3.11	3.60	4.25	4.91
1900	2.88	4.03	5.18	2.42	2.76	3.28	3.80	4.49	5.18
2000	3.03	4.24	5.45	2.55	2.91	3.46	4.00	4.73	5.45
2100	3.18	4.45	5.73	2.67	3.05	3.63	4.20	4.96	5.73
2200	3.33	4.67	6.00	2.80	3.20	3.80	4.40	5.20	6.00
2300	3.49	4.88	6.27	2.93	3.35	3.97	4.60	5.44	6.27
2400	3.64	5.09	6.55	3.05	3.49	4.15	4.80	5.67	6.55
2500	3.79	5.30	6.82	3.18	3.64	4.32	5.00	5.91	6.82
2600	3.94	5.52	7.09	3.24	3.78	4.49	5.20	6.15	7.09
2700	4.09	5.73	7.36	3.28	3.85	4.69	5.40	6.38	7.36
2800	4.24	5.94	7.64	3.31	3.86	4.73	5.60	6.62	7.64
2900	4.39	6.15	7.91	3.32	3.87	4.78	5.80	6.85	7.91
3000	4.50	6.36	8.18	3.31	3.86	4.75	5.97	7.09	8.18
3100	4.60	6.58	8.45	3.30	3.85	4.73	5.96	7.33	8.45
3200	4.69	6.79	8.70	3.28	3.82	4.71	5.94	7.37	8.73
3300	4.77	7.00	8.86	3.24	3.77	4.70	5.92	7.35	8.88
3400	4.84	7.21	8.96	3.19	3.71	4.64	5.87	7.32	8.86
3500	4.90	7.31	9.06	3.13	3.61	4.50	5.78	7.26	8.80
3600	4.95	7.40	9.16	3.05	3.50	4.37	5.67	7.16	8.73
3700	4.99	7.48	9.24	2.96	3.39	4.26	5.55	7.01	8.58
3800	5.03	7.54	9.29	2.84	3.28	4.15	5.41	6.87	8.41
3900	5.06	7.60	9.34	2.72	3.13	4.02	5.20	6.70	8.27
4000	5.08	7.64	9.37	2.58	2.95	3.84	5.01	6.48	8.04
4200	5.10	7.70	9.38	2.27	2.55	3.37	4.52	5.98	7.51
4500	5.07	7.69	9.27	1.64	1.77	2.45	3.68	5.05	6.55
5000	4.82	7.42	8.75	0.42	0.55	0.61	1.55	2.78	4.32

9. 其他のベルト一般

1. 木綿ベルト (Cotton Belt): 木綿ベルトは、ベルト用の布を油及びペイントにて仕上たるものなり。耐水、耐熱等の種類あり。何れも、ガタパーチャ (Guttapercha) 又はバラタ (Balata) 等を施工せるものとす。而して此等の強さは革ベルトに劣らず。

2. リンクベルト (Link Belt): リンクベルトは小径のプーリーに於いて、自由に且充分に動力を傳達することを得。故に高速度に適せり。而してプーリーの車周が特に幅廣きものありてはベルトの面を、車周の曲線に合ふ様、革を綴るものとす。

3. 調革の保存法: 一革ベルトは水及蒸氣に對して、耐力なき故に、乾燥せる場所に藏置するを要す。又革ベルトは油を含む時は壽命を短縮す。以上の缺點あるを以て、濕氣又は水氣の場所に革ベルトを用ふる場合は、獸脂と樹脂、又は獸脂と蜜蠟との混合物を塗布して用ふべし。

6. 調車プーリー (Pulley)

1. プーリー(調車)一般

1. 調車はベルトの傳動に用ふ。即ち同一平面に於いて、相對する調車にベルトを掛け、一方を廻す時は、他方は之に廻はさる。而して、此等各々のプーリーの表面速度は相等しきを以て廻轉數は各々の直徑に反比例す。即ち d_1 及 d_2 を各車の直徑とし、 n_1 及 n_2 を各車の 1 分間廻轉數とする時は、

$$\pi d_1 n_1 = \pi d_2 n_2 \quad \therefore \frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \dots\dots\dots (1)$$

2. 茲にベルトを兩車間に平行に掛くる時は、各廻轉は同一

方向となり、交叉して掛くる時は、廻轉は方向を逆にす。前者をオープン(袈裟)の掛け方と云ひ、後者をクロス(襷)の掛け方といふ。

3. 以上の外、兩軸の互に直角に向へるものに、ベルトを掛くる場合あり。此場合は、オープンとクロスの間にして、プーリーを廻はす方の動力軸に對して、ベルトの流れ込む側の中心を、直角に掛くるものとす。

4. 2 個の調車に掛かるベルトに依りて、兩車の周面速度が相等しければ、車周の力も相等し。即ち摩擦損失なきものと考ふれば、傳達馬力は何處迄も相等しきものとす。即ち小径プーリーを以て、大径調車を廻轉する時は、廻轉數を落せども、其軸に於いては、モーメント大なり。即ち大回轉力を得。故に一般に大なる力を得る爲めに廻轉速度を落とすものとす。

2. プーリーリム車周 (Rim of Pulley)

1. プーリーリムの幅はベルト幅の約 5 倍に廣くなす。
2. リムの中央は、一般に高くす。但 1 呎に付約 1/4 吋なり。若し曲線を以て高くする時は、曲線半徑を次の比例に用ふ。

$$B = \text{リムの幅、吋の時、曲線半徑} : R = (3-5)B \dots\dots (1)$$

3. 鑄鐵製調車の厚: $D = \text{プーリーの半徑、吋の時、}$

$$\text{車周兩端の厚さ} : t = \frac{D}{200} + \frac{1}{8} \text{吋} \dots\dots 1 \text{ 枚革ベルト用}$$

$$\text{車周兩端の厚さ} : t = \frac{D}{200} + \frac{1}{4} \text{吋} \dots\dots 2 \text{ 枚革ベルト用}$$

3. アーム腕 (Arms)

1. 調車の腕は、各腕が受くる曲力率に耐ゆる強さを要する故、
 $R = \text{調車半徑、吋}$ $P = \text{牽引力、封度}$

$$b = \text{ボス(轂)に近き腕の幅、吋} : T_1 - T_2 \text{ 封度}$$

$$n = \text{アーム(腕)の個數} \quad f = \text{常用内力、封度/平方吋}$$

然る時は、アーム 1 本に對する曲力率は

$$B.M = \frac{P \times R}{n} \dots\dots\dots(1)$$

若し、アームの断面が楕圓形にして厚: $c = \frac{1}{4}b$ の時

$$R.M = 0.05625 b^3 f \dots\dots\dots(2)$$

$$(1), (2) \text{ より, } \frac{P \times R}{n} = 0.05625 b^3 f \dots\dots\dots(3)$$

f の値は鑄鐵製車にて、2000 封度/平方吋を用ふ。

$$\text{故に (3) 式より, } b = \sqrt[3]{\frac{PR}{100m}} \dots\dots\dots(4)$$

2. リムに近きアームの大きさはボスに近き大きさのきとなす。

3. アームの数は次の如く定むるを普通とす。

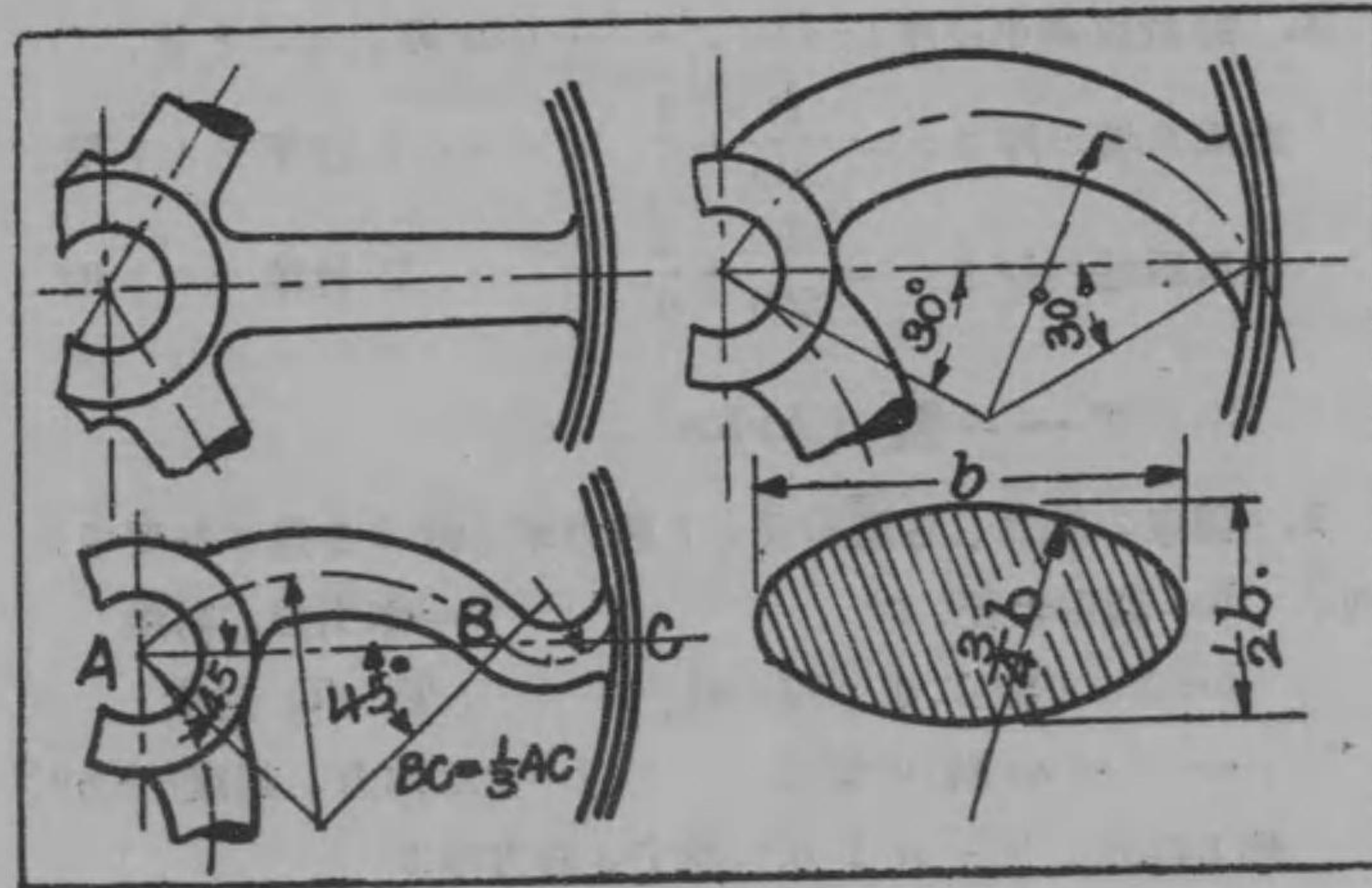
- プーリーの半徑 18 吋以下なれば..... 4 本
- 18 吋以上 6 本
- 8" 吋以下はアームを用ひず。

即ボスとリムとの中間を同體となす。

4. 次圖に於ける各部の比例はアンキン氏に依れり。

但、 S =ベルトの幅、吋、 D =プーリー直徑、吋

$$(1) \text{ リムの幅: } B = \frac{9}{8}(A + 0.4)$$



$$(2) \text{ リム兩端の厚: } t = 0.7 S + 0.005 D.$$

$$(3) \text{ ボスに近きアーム幅: } H_1 = 0.6337 \sqrt[3]{\frac{BD}{n}} \text{ (1 枚革)}$$

$$\text{同上} \quad : H_2 = 0.798 \sqrt[3]{\frac{BD}{n}} \text{ (2 枚革)}$$

$$(4) \text{ リムに近きアームの幅: } h = 2/3 H \dots\dots (H_1 \text{ 又は } H_2)$$

$$(5) \text{ ボスに近きアームの厚: } e = 0.4 H \dots\dots (\quad)$$

$$(6) \text{ リムに近きアームの厚: } e_1 = 0.4 h$$

$$(7) \text{ ボスの長さ} \dots\dots \text{最小値: } l = 2.5 S$$

5. アーム(腕)の形状:—アームの形状は一般に直状のものとする。然れ共、直状の場合には、鑄造に際して、車周とボスとの冷縮不均一のため、アームに内力を生じ、切斷することあり。然るに之を曲状に作る時は、冷縮に對してアームは多少變形の自由を有する故に内力を減ず。故に大徑のプーリーには曲状のもの多し。

4. ボス殼 (Boss)

1. 調車を車軸に取り付ける爲めにボスを置く。其大きさは、

D =調車直徑、吋 l =ボスの長、吋

B =リムの幅、吋 t =ボスの厚、吋

d =車軸の徑、吋.....とすれば

$$1 \text{ 枚革調車: } t = 0.14 \sqrt[3]{BD} + \frac{1}{4} \dots\dots\dots(1)$$

$$2 \text{ 枚革調車: } t = 0.18 \sqrt[3]{BD} + \frac{1}{4} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{ボスの長さ: } l = B \times \frac{2}{3} \text{ 乃至 } B \dots\dots\dots(3)$$

2. 又一般の厚さとして次の比例あり。

$$\text{ボスの厚さ: } t = \frac{D}{96} + \frac{d}{8} + \frac{5}{8} \dots\dots\dots(4)$$

5. 割調車 (Spilt Pulley)

1. 割調車(スピリット、プーリー)を使用する個所は、調車を、車軸の一端より嵌入して、自由滑動の出来ざる處、又は不便なる場所とす。尙大徑の調車に於いては、鑄造の便と取付けの便利の爲めに割プーリーを用ひ、車體兩半をホルトに締合はするものとす。

2. 締付けホルトの大きさは次式に依りて求む。

$$\text{リムのホルト徑、吋: } d_r = \sqrt{\frac{4}{\pi} \left(\frac{\text{リムの斷面積}}{4} \right) + \frac{1}{4}} \dots (4)$$

$$\text{ボスのホルト徑、吋: } d_b = \sqrt{\frac{4}{\pi} \left(\frac{\text{ボスの斷面積}}{4} \right) + \frac{1}{4}} \dots (5)$$

6. 軟鋼車 (Mild Steel Pulley)

1. 軟鋼車は軽くして、強きを特徴とす。アームは丸棒を以て作り、之をリムに鋳付けす。他端はボスの鑄鐵に植込むものとす。

2. 軟鋼車各部の方法は次式にて定む。但、

d = 車軸の徑、耗 T = リムの厚さ、耗

R = 軟鋼調車半徑、耗 B = リムの幅、耗

P = ベルトの強さ、耐 W = ボスの半徑、耗

Z = アームの徑、耗 n = アームの數、本

然る時、 $T = \frac{B+R}{300} + 5 \dots (1)$

$$W = 1.4d + \frac{R}{25} + 3. \quad \text{又は} \quad 1.7d + 2.5 \dots (2)$$

$$n = 25\sqrt{D}. \quad Z = 1.2\sqrt[3]{\frac{PK}{n}} \dots (3), (4)$$

7. 鑄鐵製調車重量表 [1個に付封度]

幅、吋 徑、吋	2	3	4	5	6	7	8
5	5.0	7.5	10.0	13.5	17.5	23.5	28.0
6	5.5	8.2	11.5	15.0	20.5	26.0	31.0
7	6.5	9.5	13.5	17.5	23.0	29.0	34.0
8	7.4	10.5	15.0	19.0	25.0	32.0	38.0
9	8.3	12.0	16.5	21.0	28.0	35.0	41.0
10	9.0	13.5	19.0	23.5	30.5	38.0	45.0
11	10.0	15.0	20.0	26.0	32.0	41.0	50.0
12	11.0	16.0	22.0	28.0	35.0	44.0	55.0
13	12.0	17.5	23.5	30.0	38.0	47.0	60.0
14	13.0	19.0	25.0	32.0	40.0	51.0	63.0
15	14.0	20.0	27.5	35.0	44.0	54.0	66.0
16	15.5	22.0	29.0	37.5	47.0	57.0	71.0
17	17.0	24.0	31.0	40.0	49.0	61.0	75.0
18	18.0	25.0	33.0	42.0	52.0	65.0	80.0
19	20.0	27.0	35.0	45.0	55.0	67.0	82.0
20	21.0	29.0	37.0	47.0	58.0	71.0	87.0
22	24.0	32.0	42.0	53.0	65.0	80.0	97.0
24	27.0	36.0	46.0	59.0	71.0	87.0	100.8
26	31.0	40.0	51.0	65.0	78.0	95.0	119.0
28	35.0	45.0	56.0	70.0	84.0	104.0	130.0
30	39.0	50.0	61.0	76.0	90.0	113.0	140.0
32	42.0	54.0	66.0	82.0	100.0	123.0	154.0
34	46.0	58.0	72.0	90.0	108.0	133.0	168.0
36	50.0	62.0	77.0	96.0	117.0	143.0	180.0
38	55.0	67.0	83.0	103.0	125.0	152.0	192.0
40	59.0	72.0	89.0	110.0	134.0	162.0	205.0
42	63.0	73.0	95.0	117.0	142.0	172.0	218.0
44	63.0	83.0	102.0	125.0	151.0	181.0	231.0
46	72.0	90.0	109.0	132.0	160.0	191.0	245.0
48	78.0	96.0	115.0	140.0	168.0	202.0	258.0

(註) 上表は概算重量にして、正確には各部の計算を要す。

7. ロープギヤ繩車装置 (Rope gear)

1. 綿及麻ロープ (Cotton & Hemp rope)

1. ロープギヤは原動機のプーリーより直接多方面に動力を

傳ふるに用ふ。ロープの材料は綿 (Cotton) 又は麻 (Hemp) なり。普通用ひらるゝロープの大きさは、外径 1 吋乃至 2 吋にして、其切口の正味面積は、外接圓の面積に對し 90% 内外とす。

2. ロープの大きさを示すには、往々其外接圓の圓周長さを以て云ひ、之を**ガース**周圍 (Girth と呼ぶ)。

3. 原動機ロープ車の直径は普通 5 呎以上とす。一般にロープ車の最小徑は、ロープ徑の 30 倍を制限とせり。尙次の關係となす。

調車直径、吋: $D=(10d+16)d$. 但、 d =ロープ徑、吋

4. ロープの速度は 3600-5000 呎/分を最も良しとす。其内最有効速度は 4800 呎/分とす。

5. ロープの強さは、撻り方に依りて差あるものにして、緩く撻れるロープは、外接圓面積の 1 平方吋に付き、7000 封度の切斷力を有し、堅く撻れるものは 12,000 封度の切斷力を有す。故に常用耐張強力として、1200 封度/平方吋を用ふれば可なり。然れ共實用上にはロープの壽命を長く保存する爲めに、200 封度/平方吋とす。

6. **ロープの重さ**:—ロープの重さは撻り方によりて種々なれ共、平均の重さ: $W=0.3d^2$ 封度/呎……………(1)

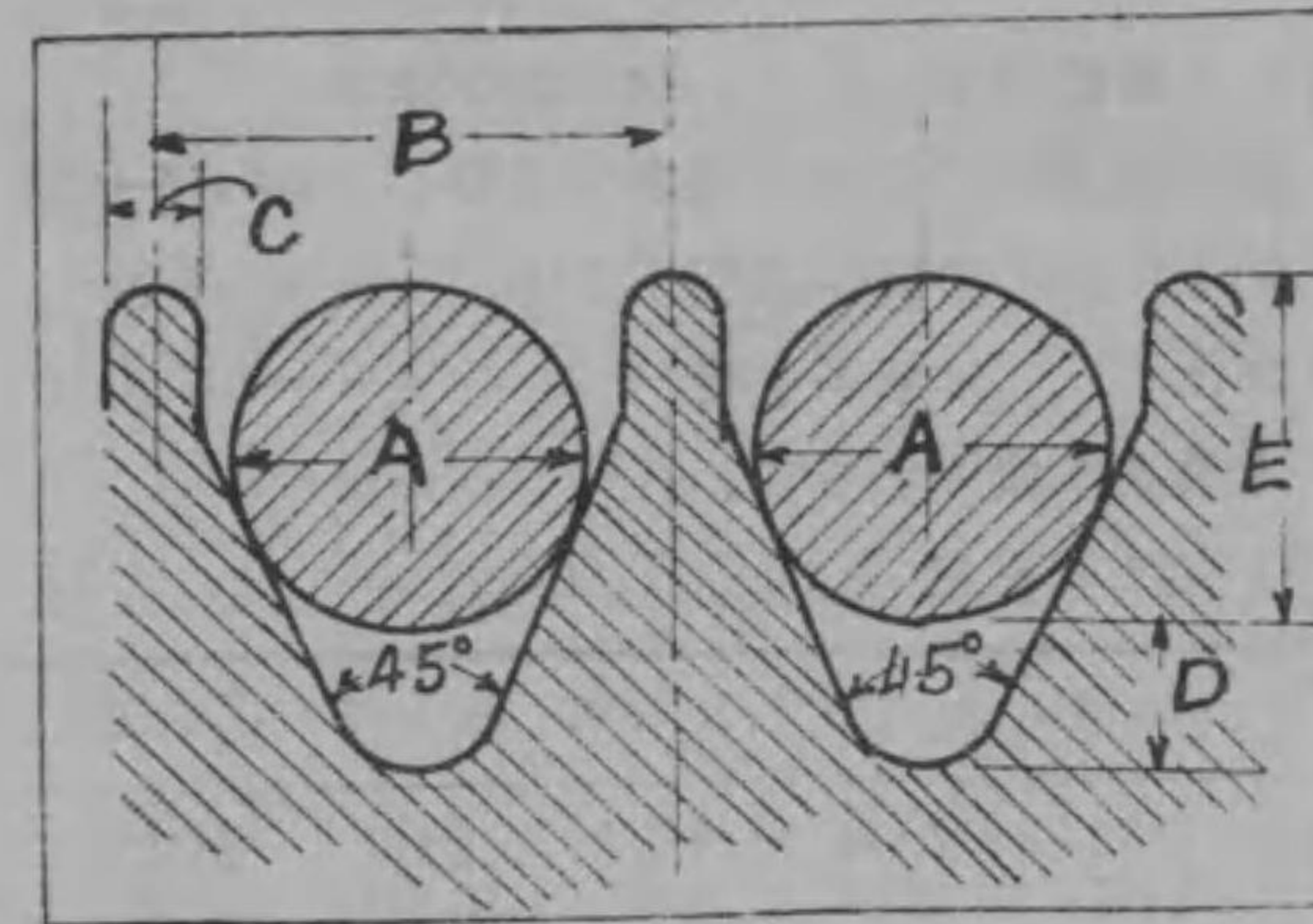
但、 d =ロープの外径、吋。次表は重さ及強さ表とす。

ロープ の 外 径 d 吋	外圓周 の長さ c 吋	外接圓 の面積 平方吋	ロープ正 味面積 平方吋	ロープ 1 呎の重さ W 封度	常用耐張力/平方吋	
					1200 封度 のとき	200 封度 のとき
1	3.14	0.785	0.706	0.30	940	156
$1\frac{1}{8}$	3.53	0.994	0.845	0.38	1,190	198
$1\frac{1}{4}$	3.93	1.227	1.104	0.47	1,470	245
$1\frac{3}{8}$	4.32	1.484	1.336	0.57	1,790	300
$1\frac{1}{2}$	4.71	1.767	1.590	0.67	2,110	350
$1\frac{5}{8}$	5.10	2.073	1.866	0.75	2,490	415
$1\frac{3}{4}$	5.50	2.405	2.164	0.92	2,890	482
$1\frac{7}{8}$	5.89	2.761	2.485	1.05	3,310	550
2	6.28	3.141	2.827	1.20	3,770	630

2. **ロープ、プーリー繩車 (Rope Pulley)**

1. **ローププーリー**は車周に多數の溝を設け、各々の溝 1 個にロープ 1 本を嵌むるものとす。溝は圖の如き斜面を有するものにして、傾斜は 45° をなし、此斜面にてロープを支ふ。

2. 直角軸傳動の場合は V 溝を 70° の開きに用ふ。一般に導滑車 (Carrier Pulley) の溝は圓くして、溝底にてロープを接觸せしむ。此場合底の半徑= $1.1 \times$ ロープ半徑、兩邊平行とす。調車の直径は、ロープ中心距離を以つて測る。



3. 上圖に於ける各部寸法表、但 A =ロープ徑、吋

A	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2
B	95	110	125	140	155	170	185	200	215	230	245	260
C	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450
D	25	300	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
E	625	750	875	1000	1125	1250	1375	1500	1625	1750	1875	2000

4. **ロープ、プーリー**の鑄造は、直径 6 呎以下なれば、全體を 1 個の鑄物となし、6-12 呎のものは 2 個に分割し、12 呎以上のものは數個に分割して、製作の上ボルトにて締合はすものとす。

5. 調車にロープを掛くる場合、必要條件は、緊張側を下方となし、緩弛側を上方になすこと。蓋、ロープが兩車を抱く角

度大となり、摩擦を増すを以つてなり。

3. ロープの廻引力

1. ロープの廻引力は、緊張側及び弛み側の張力の差に依りて、生ず。茲に、 T_1 =緊張側の張力、封度

T_2 =弛み側の張力、封度

θ =ロープの接觸角、ラジアン

$\phi = \theta$ を度数にて表はす角度とすれば

$$\log \frac{T_1}{T_2} = 0.4343 \mu \theta = 0.00758 \mu \phi \dots\dots(5)$$

但、 μ は摩擦係数にして、次の値を採る、

鑄鐵製調車の平面に接觸する時、 $\mu = 0.15-0.35$

同上 45° の溝に接觸する時、 $\dots = 0.4-0.9$

同上 油氣多き時、 $\dots = 0.4$

木製溝に接觸する時、 $\dots = 0.7$

2. (5) 式より算出すべき、 T_1/T_2 表：—

D grees. n	$\mu_1 = .4$	$\mu_1 = .5$	$\mu_1 = .6$	$\mu_1 = .7$	$\mu_1 = .8$	$\mu_1 = .9$
60	1.52	1.66	1.87	2.08	2.31	2.57
90	1.87	2.19	2.57	3.00	3.51	4.11
120	2.31	2.85	3.51	4.33	5.34	6.59
150	2.85	3.70	4.81	6.25	8.12	10.55
180	3.51	4.81	6.59	9.02	12.35	16.90
210	4.33	6.25	9.02	13.01	18.77	27.08

3. 前式 (5) より T_1 及 T_2 の比を知れば、 $T_1 - T_2$ の値を知るを得。實用内力として、1 平方吋、200 封度とせば、ロープの大きさを算出するを得べし。

4. ロープギヤの馬力

1. 茲に、 D =ロープの徑、吋 T =廻引内力、封度

V =ロープ速度、呎/秒 E =有効内力、封度

然る時、ロープ遠心力に依る張力： $C = \frac{V^2 \times W}{g} \dots\dots(1)$

但、 W =ロープ重量、封度/呎= $0.27D^2 - 0.3D^2 \dots\dots(2)$

2. ロープの廻引有効力は廻引内力と遠心力の差なる故、

$$E = T - C = T - \frac{V^2 \times 0.27D^2}{32} \dots\dots(3)$$

$$\therefore \text{傳達馬力: HP} = \frac{V \times E}{550} \dots\dots(4)$$

5. 綿ロープ傳達馬力表

1. $T_1 - T_2 = 200$ 封度/平方吋としたる

木綿ロープ馬力表 (1)：—

ロープ直徑、吋	1	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2
ロープ速度：1000	4.5	7.1	10.2	14.0	18.2
[呎/分] 2000	9.1	14.2	20.5	28.0	36.5
" 3000	12.6	19.8	28.4	38.7	50.4
" 4000	14.8	23.2	33.4	45.5	59.4
" 5000	15.4	24.1	34.6	47.1	61.5

2. 木綿ロープ馬力表 (2)：—

[但、 D =徑、吋 V =速度、呎/分]

D. V.	1	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{3}{4}$	2
2500	10.8	13.4	16.7	20.5	24.3	28.5	33.2	38.1	43.4
2600	11.1	13.9	17.2	20.8	25	29.4	34.1	39.4	44.7
2700	11.4	14.3	17.7	21.7	25.7	30.2	35.3	40.6	46
2800	11.8	14.7	18.2	22.3	26.4	31	36.2	41.7	47.3
2900	12.1	15.1	18.7	22.9	27.1	31.9	37.2	42.8	48.6
3000	12.3	15.4	19.1	23.4	27.3	32.6	38.1	43.8	49.5
3100	12.5	15.7	19.5	24	28.4	33.4	39	44.8	50.6
3200	12.9	16.1	19.9	24.5	29	34	39.9	45.8	52
3300	13.2	16.5	20.3	25	29.6	34.8	40.8	46.8	53.2
3400	13.4	16.7	20.6	25.5	30.1	35.4	41.6	47.7	54.3
3500	13.6	16.9	20.9	26	30.6	36.2	42.3	48.6	55.2
3600	13.9	17.1	21.2	26.4	31.1	36.5	43	49.5	56
3700	14.1	17.3	21.5	26.8	31.5	37.1	43.6	50.2	56.8
3800	14.2	17.5	21.7	27	31.9	37.5	44.2	50.8	57.6
3900	14.4	17.7	21.9	27.3	32.2	37.9	44.8	51.4	58.2
4000	14.5	17.8	22.1	27.5	32.6	38.4	45.3	51.9	58.9

11	1	1 $\frac{1}{8}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{3}{8}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{5}{8}$	1 $\frac{3}{4}$	1 $\frac{7}{8}$	2
4100	14.6	17.9	22.3	27.8	32.9	38.7	45.8	52.4	59.6
4200	14.7	18.	22.5	28	33.1	39	46.3	52.8	60.3
4300	14.8	18.	22.6	28.1	33.3	39.3	46.6	53.2	60.6
4400	14.9	18.1	22.7	28.2	33.4	39.6	46.8	53.5	60.9
4500	15	18.1	22.7	28.3	33.5	39.7	47.	53.8	61.2
4600	15.1	18.1	22.7	28.4	33.6	39.7	47.2	54.	61.4
4700	15.1	18.1	22.6	28.4	33.7	39.8	47.4	54.2	61.5
4800	15.1	18.	22.6	28.5	33.7	39.8	47.5	54.2	61.9
4900	15	18.	22.5	28.5	33.7	39.9	47.6	54.3	61.6
5000	15	17.9	22.4	28.4	33.6	39.8	47.5	54.3	61.5
5100	14.9	17.8	22.3	28.3	33.4	39.6	47.4	54.	61.3
5200	14.8	17.6	22	28.2	33.2	39.3	47.2	53.8	61.1
5300	14.7	17.4	21.8	28.2	33	39	47.	53.6	60.9
5400	14.6	17.2	21.6	27.7	32.7	38.6	46.8	53.3	60.4
5500	14.5	17.	21.3	27.3	32.3	38.2	46.1	52.8	59.8

6. 麻ロープの強さ表 [タールを塗布せるもの]

ロープ周、吋	糸の太さ	撚りの数	標準の破壊強力		
			tons.	cwt.	qrs.
1 $\frac{1}{2}$	40	6	0	3	0
1 $\frac{3}{4}$	"	12	0	6	0
1	"	15	0	8	0
1 $\frac{1}{4}$	"	33	0	15	0
1 $\frac{3}{8}$	"	42	1	0	0
2	"	54	1	7	0
2 $\frac{1}{2}$	"	84	2	0	0
3	"	120	3	0	0
3 $\frac{1}{2}$	30	123	3	18	0
4	"	159	5	0	0
4 $\frac{1}{2}$	"	201	6	9	0
5	"	249	7	18	0
11	25	1008	36	10	0

(註) tons: 噸、 cwt: 本= $\frac{1}{20}$ 噸、
qrs: クォーター=28 封度

7. 麻ロープ強さ及重量表

周囲	破壊荷重	一尋の重量	周囲	破壊荷重	一尋の重量
吋	一平方吋噸	封度	吋	一平方吋噸	封度
5 $\frac{1}{2}$	.17	.22	5 $\frac{1}{2}$	11.0	7.1
6	.30	.3	6	14.5	8.5
6 $\frac{1}{2}$	.39	.43	6 $\frac{1}{2}$	16.1	10.0
7	.94	.7	7	20.6	11.7
7 $\frac{1}{2}$	1.44	.93	7 $\frac{1}{2}$	21.75	13.3
8	2.16	1.5	8	25.75	15.0
8 $\frac{1}{2}$	3.0	2.02	8 $\frac{1}{2}$	28.0	17.0
9	4.2	2.9	9	30.5	19.0
9 $\frac{1}{2}$	5.1	3.8	9 $\frac{1}{2}$	33.75	21.3
10	6.75	4.7	10	36.0	23.6
10	8.0	6.0			

8. ワイヤロープ鋼索 (Wire Rope)

1. ワイヤロープの材料は鋼線にして、数本の針金を燃りたるものを、反対の方向に燃り合せたるものとす。前者をスツランドと稱し後者をロープと稱せり。スツランドの燃り心には、麻繩を入るものと、針金を心とするものとの二種あり。前者は軟なり。

2. 次の形格は東京製鋼會社に於ける種類とす。

- (A): 7本燃り、6スツランド=7×6 [スツランド即]
- (B): 19本燃り、6スツランド=19×6 [束、(Strand)]
- (C): 12本燃り、6スツランド=12×6: (麻入スツランド)
- (D): 24本燃り、6スツランド=24×6: (麻入スツランド)

3. 同上強さ、及重量表:—

C=ロープ圓周長、吋 d=ロープ徑、吋
W=1尺の重量、匁 f=切斷力、噸/平方吋
D=使用調車の最小直徑、吋……………とす。

種類	C	1	1½	2	2½	3	3½	4	5	6
	d	.318	.477	.636	.795	.955	1.114	1.273	1.591	1.909
(A)	W	22	46	80	130	175	250	320	500	720
	f	2.8	6.4	11.3	17.8	25.5	34.7	45.4	71.0	102
(B)	W	22	46	80	130	175	250	320	500	720
	f	1.4	3.2	5.7	8.9	12.8	17.3	22.6	35.3	51.0
(C)	W	18.2	41.5	72.6	113	164	222	291	454	650
	f	2.9	6.5	11.7	18.2	26.2	35.5	46.0	73.0	106
	D	5.5	8.0	11.0	13.5	16.0	19.0	21.5	27.0	33.0
(D)	W	13.6	30.6	54.0	86.4	122	165	216	337	486
	f	2.0	4.3	7.0	12.5	18.0	26.0	33.0	59.0	85.0
	D	6.0	9.5	13.0	16.0	19.0	22.5	25.5	32.0	39.0

4. 傳働用のワイヤロープとしては、針金心のスツランド燃りにて、鑛山、架空索道、釣橋等に用ふ。麻心入の軟らかきものは、船舶、石油鑿井用等に使用せらる。

5. 傳送用としてのロープ速度は、3000-6000 呎/分、平均4000 を適當とす。

6. ロープ及針金の直徑比：—

D=ロープの直徑、吋 d=針金の直徑、吋とせば

$$\frac{D}{d} = \frac{n}{6} + 3. \quad \text{又は、} \frac{n}{7} + 2. \quad \text{但 } n = \text{本数}$$

7. ロープの重量算式：—

$$1 \text{ 呎の重量: } W = \text{約 } 3.3 \text{ } n \dots \dots \dots (1)$$

8. ロープの傳送馬力：—ベルトの場合と同様にして、

T₁=緊張側の張力、封度 V=ロープ速度 呎/分

T₂=弛み側の張力、封度 F=廻引力、封度

然る時、實用上、T₁-T₂=2T₂-T₂=T₂

$$HP = \frac{FV}{33000} = \frac{T_2 V}{33000} \dots \dots \dots (2)$$

Fの値は、破壊強力の $\frac{1}{10}$ を用ふるものとす。

9. 軟鋼線クレーンロープ表

1. 次表は、ロープの破壊強力、100 噸/平方吋を示す。但、

A=可撓性鋼線、12 本燃り 6 束 (Strand)

B=高度可撓性鋼線ロープ、24 本燃り 6 束

C=特別高度可撓性鋼線ロープ、37 本燃り 6 束

W=各 6 呎の重、封度

D=繩車の最小徑、吋

f=許容破壊内力、噸。

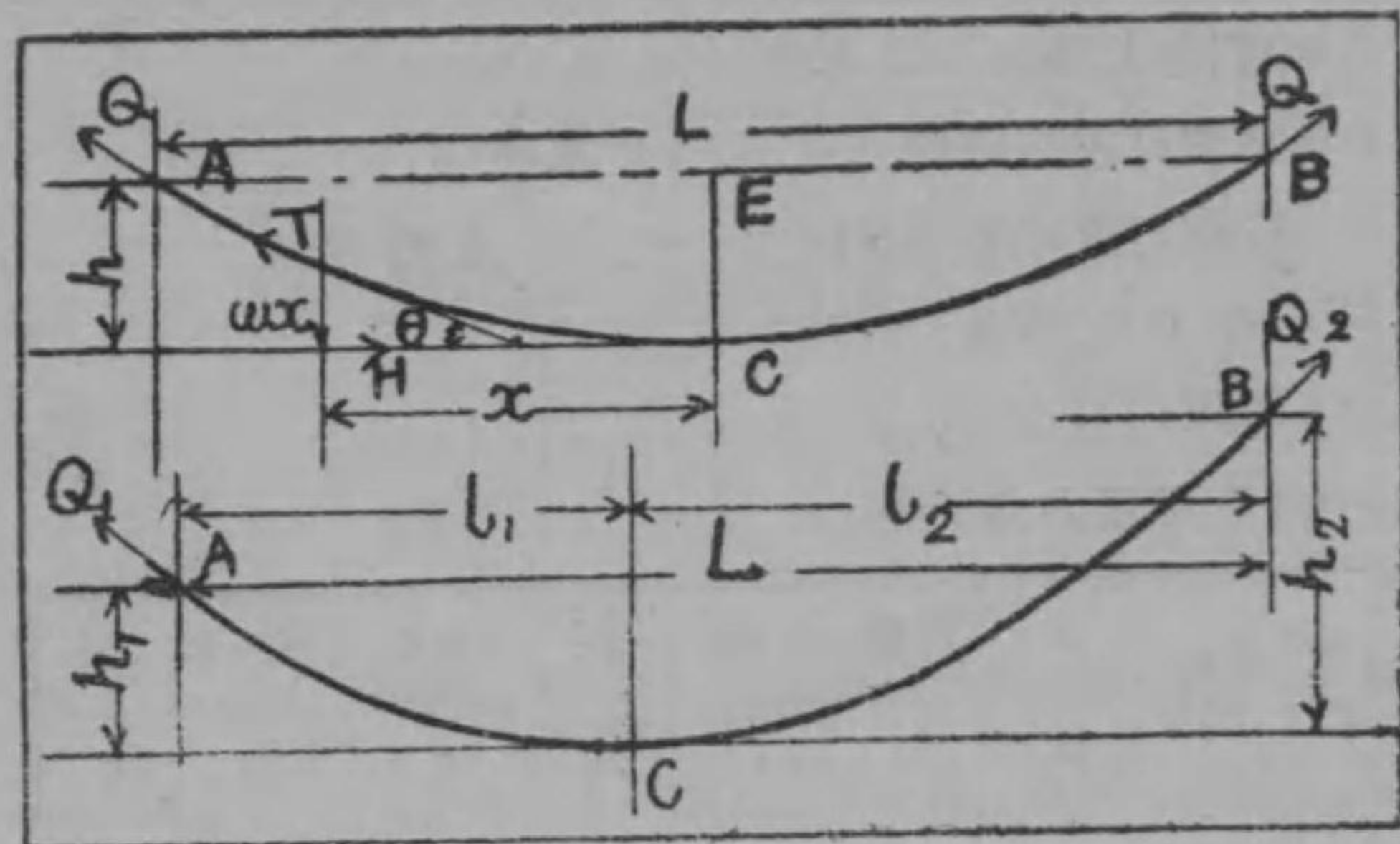
圓周吋	直徑吋	A: 12 線 6 束			B: 24×6		C: 37×6	
		W	D	f	W	f	f	W
1	$\frac{5}{16}$	.63	6	1.75	.88	3.25	...	...
1½	$\frac{13}{32}$	1.06	7½	2.5	1.55	5	...	...
1¾	$\frac{15}{32}$	1.44	9	4	1.88	7.5	2.0	8
2	$\frac{7}{16}$	2.0	10½	5.5	2.68	9.75	2.88	11
2¼	$\frac{11}{16}$	2.44	12	7	3.78	13	4.0	14.5
2½	$\frac{13}{16}$	3.37	13½	9	4.75	16.25	5.2	17.5
2¾	$\frac{15}{16}$	4.19	15	12	5.31	20.5	6.3	22
3	$\frac{3}{8}$	5.25	16½	15	6.12	24	6.81	26.5
3¼	$\frac{7}{8}$	6.25	18	18	8.0	28.5	8.81	32.25
3½	$\frac{15}{16}$	7.06	19½	22	9.37	34	10.38	36.5
3¾	$\frac{17}{16}$	8.25	21	26	10.75	39	11.9	43
4	$\frac{1}{8}$	9.87	22½	29	12.19	45.5	13.5	50
4¼	$\frac{9}{16}$	11.25	24	33	13.62	51.5	15.3	56.5
4½	$\frac{5}{8}$	12.35	25½	36	15.69	59	17.12	65
4¾	$\frac{11}{16}$	13.44	27	39	17.75	65	19.0	76.5
5	$\frac{3}{4}$	...	...	...	19.88	74	21.69	79
		...	...	...	22.5	82.5	24.3	88
							8	

2. ロープとドラム(胴)徑との比は 30 以上となす。又針金とドラム徑との比は、2000-2800 なり。ドラムの溝は圓形にて、底部接觸なり。溝底の半徑はロープの直徑にとり一本のとき中心線に對し各邊 30° の傾斜となす。二本以上のものは兩端外側邊を 30° とし、内部はすべて 15° の傾斜となす。

10. ロープの張力と弛み

1. 針金又はロープが緊張して張られたる時は、其弛みは、

軽小にして、弛み曲線は燃物線となる。正確にはカテナリー、鎖線なり。



2. 上圖に於いて、ACB を燃物線とす。而して、

ω = 平行スパン(張間)の単位長さの重量、

T = 任意の点 P における張力、然るとき

$\omega x = T$ の縦の分力、 $H = T$ の平行分力、

尚頂点 C を原点とし、 x 及 y を兩軸の座標とす。然る時は、燃物線の関係式より、3 力平衡の爲めに次の関係を有す。

$$\text{即ち、 } \frac{H}{\omega x} = \frac{x}{2y} \quad \text{又は、 } H = \frac{\omega x^2}{2y} = \frac{\omega L^2}{8h} \dots\dots(1)$$

(1) 式にて、 L = スパン、 AB 、 h = 弛みの全深、

又任意の點に於ける、張力: $T = \sqrt{H^2 + \omega x^2} \dots\dots(2)$

∴ A 及 B における、

$$\text{張力: } Q = \sqrt{H^2 + \frac{\omega L^2}{4}} = \frac{\omega L^2}{8h} \sqrt{1 + \frac{16h^2}{L^2}} \dots\dots(3)$$

3. 若し、極めて緊張して張られたる時は、 $(h/L)^2$ は極小値となる故に、(3) 式に於て之を省略するを得、即ち

$$A, B \text{ に於ける、張力: } Q = \frac{\omega L^2}{8h} \dots\dots(4)$$

4. h が小値なれば、 ωx も小値なる故に大凡、 $H = T$ なる

故、 p = 単位断面積における耐張内力、

A = 断面積、とする時は、

$$p = \frac{T}{A} = \frac{H}{A} = \frac{\omega L^2}{8Ah} \dots\dots(5)$$

5. A 及 B 間に h_1, h_2 の懸差ある場合:—

此場合は次の関係より結果を得。記號は前圖に依る。

$$H = \frac{\omega x^2}{2y} = \frac{\omega l_1^2}{8h_1} = \frac{\omega(L-l_1)^2}{2h_2} \dots\dots(6)$$

$$\text{又は、 } \frac{l_1^2}{h_1} = \frac{(L-l_1)^2}{h_2} \dots\dots(7)$$

(7) 式を解きて、 l_1 の値を求め、次に l_2 を知る。

6. ロープの全長:—同圖に就きて、 ACB を全長とす。然る時、燃物線の式より、全長を s として、次の関係式を得。

$$\text{一般式 } y = cx^2, \quad \frac{dy}{dx} = 2cx.$$

$$\therefore \frac{ds}{dx} = \sqrt{1 + \left(\frac{dy}{dx}\right)^2} = 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \dots\dots(8)$$

(7) 式中、 $\frac{dy}{dx}$ は極小値なる故に、 $ds = (1 + 2c^2x^2)dx$

となる。

$$\therefore S = x + \frac{2}{3} c^2 x^3 = x + \frac{2}{3} \cdot \frac{y^2}{x} = L + \frac{8}{3} \cdot \frac{h^2}{L} \dots\dots(9)$$

7. カテナリー、鎖線 (Catenary):—前章と同一の假定を置きて、曲線 $AC = S$ とするとき、

$$\omega s = H \tan \theta, \quad s = \frac{H}{\omega} \tan \theta = a \tan \theta \dots\dots(10)$$

但、 $a = \frac{H}{\omega}$ 然るに、 $\tan \theta = \frac{dy}{dx}$

$$\cos \theta = \frac{dx}{ds} \quad \sin \theta = \frac{dy}{ds}$$

(10) 式より $\frac{ds}{d\theta} = a \sec^2 \theta$ なるを以て、

$$\therefore \frac{dy}{d\theta} = \frac{dy}{ds} \cdot \frac{ds}{d\theta} = \sin \theta \cdot a \sec^2 \theta$$

$$\therefore y = \int dy = a \int \sin \theta \sec^2 \theta d\theta = a \int \frac{\sin \theta}{\cos^2 \theta} d\theta = a \sec \theta \dots (11)$$

(11) 式にて、 $y=a$ とすれば、 $\theta=\pi$ 。即ち P 點が C に合致したる場合にして、原點は C 點下 a し處にあるを示みます。

$$\text{又 } \frac{dx}{d\theta} = \frac{dx}{ds} \cdot \frac{ds}{d\theta} = \cos \theta \cdot a \sec^2 \theta = a \sec \theta$$

$$\therefore x = a \int \sec \theta d\theta = a \log \tan \left(\frac{\pi}{4} + \frac{\theta}{2} \right) = a \log (\sec \theta + \tan \theta)$$

$$\therefore e^{\frac{x}{a}} = \sec \theta + \tan \theta, \quad e^{-\frac{x}{a}} = \sec \theta - \tan \theta \dots (12)$$

$$\therefore \frac{1}{2} \left(e^{\frac{x}{a}} + e^{-\frac{x}{a}} \right) = \sec \theta = \frac{y}{a} \dots (13)$$

$$\cos \frac{x}{a} = \frac{y}{a}, \quad y = a \cos \frac{x}{a}$$

即ち、(13) 式の結果は、解折幾何、鎖線の方程式と同一なり。

8. 以上のロープの弛みに関する應用は、鎖、針金等、一切の均一荷重が 2 點間に張られたる場合にも共通す。

8. フリクションギヤ摩擦車傳動 (Friction gear)

1. フリクションギヤは主として、小馬力にて高速度の場合に用ひらるゝものとする。

2. 傳動力算式は次の如し。

D=切線方向の力、封度

V=圓周速度、呎/分

μ =摩擦係數………次の値を採る、

金屬と金屬面……… $\mu=\frac{1}{3}$ 又は、.15-.3

木質と金屬面……… $\mu=\frac{1}{3}$ 又は、.2-.6

木質と木質面……… $\mu=\frac{1}{3}$ 又は、.25-.5

Q=プーリーの押合ふ力、封度

P=廻引力、封度とせば次の關係あり。

(1): 平行軸の場合:-

$$P = \mu Q \dots (1)$$

(2): 直交軸の場合 (徑 D_1, D_2 吋とす):-

$$\left. \begin{aligned} \text{横軸の壓力、} Q_1 &= \frac{PD_1}{\mu \sqrt{D_1^2 + D_2^2}} \dots \dots \dots \\ \text{縦軸の壓力、} Q_2 &= \frac{PD_2}{\mu \sqrt{D_1^2 + D_2^2}} \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (2)$$

$$\text{傳達馬力: } HP = \frac{PV}{33000} \dots \dots \dots (3)$$

(3): P の値は次の値を採る。

木質が楓の時: $p=30$ 封度/吋、幅

同 松の時: $p=15-20$ 封度/吋、幅

3. 摩擦車の組合せに於いて、兩面間の摩擦を増す爲めに、一方の車周は、木皮又は紙張りとし、他を金屬面となす。普通前者を主動車 (Driver) とし、後者を從動車 (Follower) とす。

4. 木片を嵌むるには、1 吋幅位の L 形の木片を、木目を縦にして數枚を併せプーリーの車周に、ボルトを以て、固定するものとする。

5. 摩擦を増す方法として、鑄鐵車の車周に溝を削り、互ひに噛み合はせたる摩擦車あり。溝の角度は 40° にして、摩擦係數 μ の値は 0.33 位とす。

9. チェーンギヤ鎖車傳動 (Chain gear)

1. チェーン、鎖の種類

1. ベルト又はロープの代りにチェーンを用ふる時は、近距

離の傳動に適し、滑りなきを有利とす。普通に用ひらるものは(1) サイレントチェーン、(2) ローラーチェーンなり。(1)はリンクベルトを綴りたる如く、鎖片を綴りたるものにして、鎖の各片は上側を圓弧状となし、下側は三角形の齒に仕上ぐ。鎖車は其連續齒に依りて引き廻はさるゝものなり。(2)は自轉車の鎖車に用ひたる如きものにして、(1)の齒の代りに轉子(Roller)を用ひらる。

2. チェーン速度は、一般にチェーンが輕荷重の高速に適するを以て、ローラーにて 600-900 呎/分、サイレントにて 1200-1500 呎/分を適當とせらる。

3. 常用荷重と破壊荷重との比は凡次の値に用ふ。

(1) サイレント鎖: 比 $\frac{1}{3}$ (2) ローラー鎖: 比 $\frac{1}{4}$

4. 以上の鎖は使用中或程度迄延長するを以て、延長後鎖車周と良好なる接觸を得る様、設計せらるゝものとする。尙鎖車齒數の制限として、サイレント: 15-90, ローラー: 8-70 の範圍を使用す。

2. サイレント、チェーン (Silent chain)

1. ウエスチングハウス製サイレントチェーンは レノルド式と稱し、良好なる状態の運轉に使用さるゝものにして、2個の鎖車徑比 $\frac{1}{3}$ 迄とす。次表はギヤのピッチと同轉數の關係なり。

ピッチ	同轉/分	ピッチ	同轉/分
$\frac{1}{2}$ 吋	2000	1.2 吋	800
$\frac{3}{8}$ 吋	1600	1.25 吋	800
$\frac{1}{2}$ 吋	1400	4.50 吋	600
0.9 吋	1100	2.00 吋	400
1.0 吋	1000	3.00 吋	250

2. 鎖の幅は、速度と關係を有す。

HP=最大馬力 $n=1$ 分間同轉數

N=齒數 S=速度、呎/分

p=圓周ピッチ (Circular pitch)、吋 とせば、

(但ピッチは齒頭面にて測るものとする。)

$$\text{速度: } S = \frac{N \times p \times n}{12} \text{ 呎/分} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{全荷重: } W = \frac{HP \times 33000}{S} \text{ 封度} \dots \dots \dots (2)$$

1 吋幅の許容荷重: ω 封度、鎖の幅: b 吋とせば

$$b \times \omega = W. \quad b = \frac{W}{\omega} \dots \dots \dots (3)$$

3. 一般機械運轉としての許容荷重/吋、幅の標準表

ピッチ、吋	ω 封度/吋、幅	ピッチ、吋	ω 封度/吋、幅
$\frac{1}{2}$	65	1.2	160
$\frac{3}{8}$	80	1.25	190
$\frac{1}{2}$	95	1.5	220
0.9	120	2.0	350
1.0	135	3.0	600

4. 鎖車の中心距離はなるべく近き時、動力の損失少なけれ共、最小距離として、次の關係式あり。

$$\text{最小距離: } x = 1.5 \times \text{大徑車の直徑} \dots \dots \dots (4)$$

小徑車を原動車として、運轉する場合は、上表 ω の値は 20% 減に用ゆるを可とす。ホキール齒間のローラーに對するクリヤランスは 1 吋に付き約 $\frac{1}{16}$ 吋となす。

10. 齒車傳動 (Toothed Gear)

1. ピッチサークル刻圓 (Pitch circle)

1. 齒車の嚙合の傳動作用は、フリクション、ギヤの場合と同一にして、齒の嚙合の間に假想的圓筒の接觸を想像するを得。之をピッチサークル、刻圓と稱す。而して刻圓の圓周に各々等距離に齒を刻みたるものなり。故に刻圓の徑及同轉數を、

$d_1 N_1$ 及 $d_2 N_2$ とせば、圆周速度相等しき故、

$$N_1 \times d_1 = N_2 \times d_2$$

$$\therefore \text{回轉比} : x = \frac{N_2}{N_1} = \frac{d_1}{d_2} \dots\dots\dots(1)$$

又、齒数を各 $n_1 n_2$ とせば、齒数は $d_1 d_2$ に比例する故に、

$$\therefore \text{回轉比} : x = \frac{d_1}{d_2} = \frac{n_1}{n_2} \dots\dots\dots(2)$$

2. 齒車のピッチ (Pitch of Toothed gear)

1. 齒車のピッチを表示するに次の三法あり。

1. サーキュラー ピッチ (Circular pitch)
2. ダイアメトラル ピッチ (Diametral pitch)
3. モジュール ピッチ (Module pitch)

以上の内、(1) はピッチ圓に於て、各齒間の圓周に沿ひたる距離を以て謂ひ、(2) は齒数をピッチ圓の直徑、吋を以て除したる商を以て云ひ、(3) はピッチ圓の直徑、耗を齒數にて除したる商を以て云ふ。

2. (1) 及(2) の關係は次式の如し。但

p = サーキュラー ピッチ D = ピッチ圓直徑、吋

d = ダイアメトラル ピッチ n = 齒數とせば

$$p = \frac{\pi D}{n} \quad \therefore \quad p = \frac{\pi}{d} \dots\dots\dots(1)$$

$$d = \frac{n}{D} \quad \therefore \quad d = \frac{\pi}{p} \dots\dots\dots(2)$$

3. モジュールピッチは米突式の關係にして、

D = ピッチ圓徑、耗 n = 齒數とせば

$$\text{モジュール} : M = \frac{D}{n} \text{ 耗} \dots\dots\dots(3)$$

今、 d 及 p を各吋單位のピッチとすれば、1 吋 = 25.4 耗なり故次の如く換算するを得。

$$d = n \div \left(\frac{D}{25.4} \right) = \frac{25.4n}{D} \dots\dots\dots(4)$$

$$\therefore d = \frac{25.4}{M} \dots\dots\dots(5)$$

$$p = \frac{\pi M}{25.4} \dots\dots\dots(6)$$

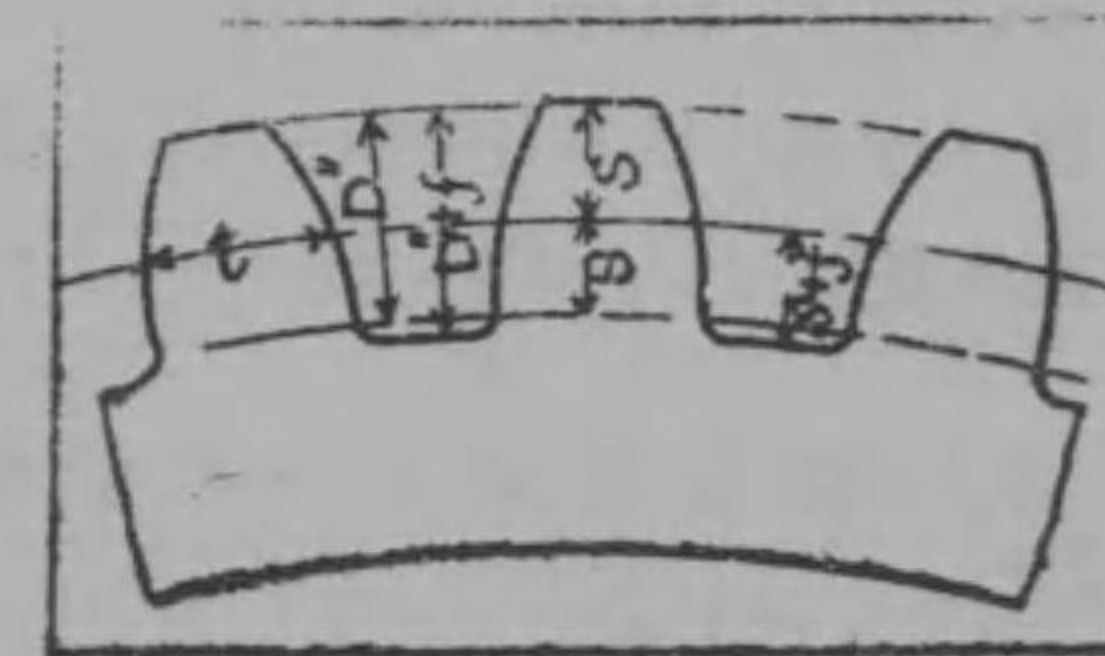
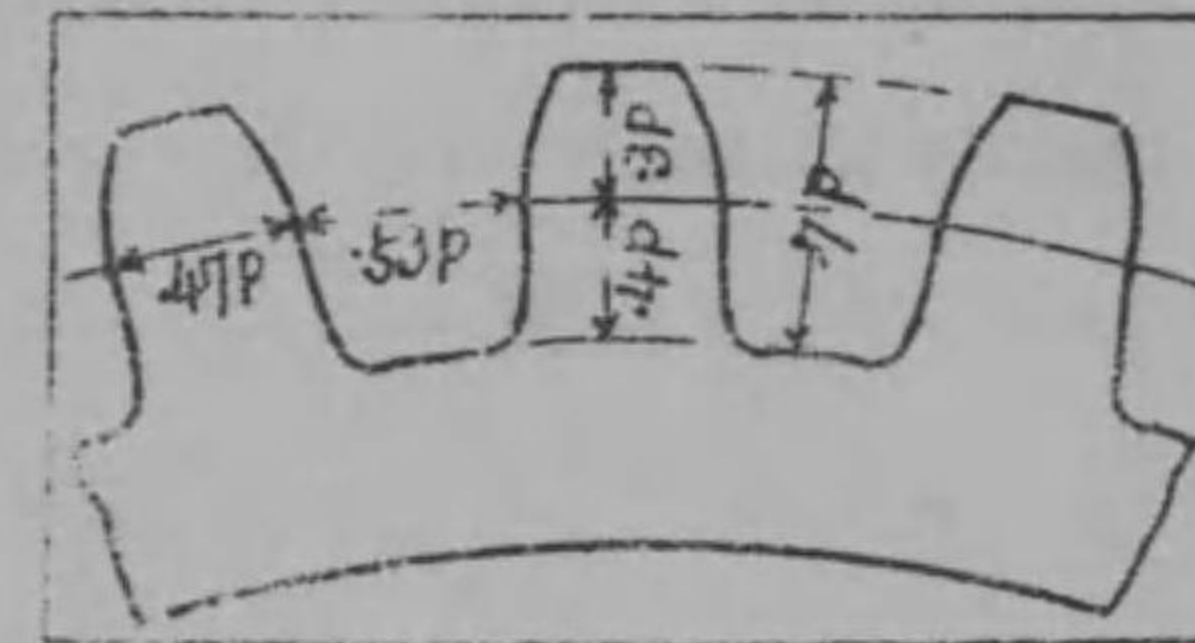
1. モジュール耗とダイアメトラルピッチ換算表

M 耗	d	M 耗	d	M 耗	d
$\frac{1}{2}$	50.800	2.75	9.236	8	3.175
$\frac{3}{4}$	33.867	3.	8.466	9	2.822
1	25.400	3.5	7.257	10	2.540
1.25	20.320	4.	6.350	11	2.309
1.5	16.933	4.5	5.644	12	2.117
1.75	14.514	5.	5.080	13	1.954
2.	12.700	5.5	4.618	14	1.814
2.25	11.288	6.	4.233	15	1.693
2.5	10.160	7.	4.628	16	1.587

3. 齒の形狀及寸法

1. 鑄鐵製齒車の齒形寸法: 一次圖の如くピッチを p とし、

之を單位として其他の比例を示せり。而してピッチ圓より外部の齒面を**フェース**(Face)と云ひ、内部の齒面を**フランク**(Flank)と稱す。又フェース及フランクの各高さを**アデンダム**(Addendum) 及**デデンダム**(Dedendum)と云ふ。



2. 機械切り歯形寸法：—前頁の下方圖に於いて、

p = サーキュラーピッチ D = ピッチ圓直径
 d = ダイアメトラルピッチ n = 齒數とせば

齒の厚さ： $t = \frac{p}{2} = \frac{\pi}{2d} = \frac{1.57}{d}$ (1)

アデンダム： $s = \frac{1}{d} = \frac{p}{\pi}$ (2)

クリヤランス： $f = \frac{t}{10} = \frac{.157}{d}$ (3)

テデンダム： $s+f = \frac{1}{d} + \frac{\pi}{20d}$ (4)

齒の深さ： $h = 2s+f = \frac{2.157}{d}$ (5)

齒の外徑： $D_1 = D + 2s = \frac{n+2}{d}$ (6)

齒底直徑： $D_2 = D_1 - 2h = \frac{n-2.314}{d}$ (7)

3. モジュールピッチ： M を以て表示すれば以上の關係は

次の如く、

但、サーキュラーピッチ： p 耗となすときは

齒の厚さ： $t = \frac{p}{2} = 1.57 M$ (1)

アデンダム： $s = M$ (2)

クリヤランス： $f = \frac{t}{10} = 0.157 M$ (3)

テデンダム： $s+f = 1.157 M$ (4)

齒の深さ： $h = 2s+f = 2.157 M$ (5)

齒車外徑： $D_1 = D + 2s = (n+2)M$ (6)

齒底直徑： $D_2 = D_1 - 2h = (n-2.314)M$ (7)

4. ダイアメトラルピッチ、(Diametral pitch)

d = ダイアメトラルピッチ t = 齒の幅

p = サーキュラーピッチ h = 齒の深
 s = アデンダム n = 齒數

d	p	t	h	$2h$	s	$2s$
$\frac{1}{2}$	6.2832	3.1416	4.3142	8.6284	2.0000	4.0000
$\frac{3}{4}$	4.1888	2.0944	2.8761	5.7522	1.3333	2.6666
1	3.1416	1.5708	2.1571	4.3142	1.0000	2.0000
$1\frac{1}{4}$	2.5133	1.2566	1.757	3.514	0.8000	1.6000
$1\frac{1}{2}$	2.0944	1.0472	1.4331	2.8762	0.6666	1.3332
$1\frac{3}{4}$	1.7952	0.8976	1.2326	2.4652	0.5714	1.1428
2	1.5708	0.7854	0.785	2.1570	0.5000	1.0000
$2\frac{1}{4}$	1.3963	0.6981	0.9587	1.9174	0.4444	0.8888
$2\frac{1}{2}$	1.2566	0.6283	0.8628	1.7256	0.4000	0.8000
$2\frac{3}{4}$	1.1424	0.5712	0.7844	1.5688	0.3636	0.7272
3	1.0472	0.5216	0.7190	1.4380	0.3333	0.6666
$3\frac{1}{2}$	0.8976	0.4488	0.6163	1.2326	0.2857	0.5714
4	0.7854	0.3927	0.5393	1.0786	0.2500	0.5000
5	0.6283	0.3142	0.4314	0.8628	0.2000	0.4000
6	0.5239	0.2618	0.3595	0.7190	0.1666	0.3332
7	0.4488	0.2244	0.3081	0.6162	0.1429	0.2858
8	0.3927	0.1963	0.2596	0.5192	0.1250	0.2500
9	0.3791	0.1745	0.2397	0.4794	0.1111	0.2222
10	0.3142	0.1571	0.2157	0.4314	0.1000	0.2000
11	0.2856	0.1428	0.1941	0.3882	0.0909	0.1818
12	0.2618	0.1309	0.1793	0.3586	0.0833	0.1666
14	0.2244	0.1122	0.1541	0.3082	0.0714	0.1428
16	0.1963	0.0982	0.1343	0.2686	0.0625	0.1250
18	0.1745	0.0873	0.1198	0.2396	0.0555	0.1110
20	0.1571	0.0755	0.1079	0.2158	0.0500	0.1000
22	0.1428	0.0714	0.0980	0.1960	0.0455	0.0910
24	0.1309	0.0654	0.0898	0.1793	0.0417	0.0834
26	0.1203	0.0604	0.0829	0.1658	0.0385	0.0770
28	0.1122	0.0561	0.0770	0.1540	0.0357	0.0714
30	0.1047	0.0542	0.0719	0.1438	0.0333	0.0666
32	0.0982	0.0491	0.0674	0.1348	0.0312	0.0624
36	0.0873	0.0436	0.0599	0.1198	0.0278	0.0556
40	0.0785	0.0393	0.0539	0.1078	0.0250	0.0500
48	0.0654	0.0327	0.0449	0.0898	0.0208	0.0416

(註) 1. 齒車ピッチ圓徑： $D = \frac{\pi}{p} = \frac{n}{d}$ (1)

齒車外徑： $D_1 = D + 2s$ (2)

齒底直徑： $D_2 = D_1 - 2h$ (3)

(註) 2. インボлют齒の大き比較圖を [13] に別載す。

5. サーキュラーピッチ (Circular pitch)

p = サーキュラーピッチ t = 齒の幅
 d = ダイアメトラルピッチ h = 齒の深
 s = アデンダム n = 齒數

p	d	t	h	$2h$	s	$2s$
6	0.5236	3.0000	4.1196	8.2392	1.9098	3.8193
5	0.6283	2.5000	3.4330	6.8660	1.5915	3.1830
4	0.7854	2.0000	2.7464	5.4928	1.2732	2.5464
3 $\frac{1}{2}$	0.8979	1.7500	2.4031	4.8062	1.1140	2.2280
3	1.0472	1.5000	2.0598	4.1196	0.9550	1.9100
2 $\frac{3}{4}$	1.1424	1.3750	1.8882	3.7764	0.8754	1.7508
2 $\frac{1}{2}$	1.2565	1.2500	1.7165	3.4330	0.7958	1.5916
2 $\frac{1}{4}$	1.3963	1.1250	1.5449	3.0898	0.7162	1.4324
2	1.5708	1.0000	1.3732	2.7474	0.6366	1.2732
1 $\frac{7}{8}$	1.6755	0.9375	1.2874	2.5748	0.5938	1.1936
1 $\frac{3}{4}$	1.7952	0.8750	1.2016	2.4032	0.5570	1.1140
1 $\frac{5}{8}$	1.9333	0.8125	1.1158	2.2316	0.5173	1.0346
1 $\frac{1}{2}$	2.0944	0.7500	1.0299	2.0598	0.4775	0.9550
1 $\frac{3}{8}$	2.2848	0.6875	0.9441	1.8882	0.4377	0.8754
1 $\frac{1}{4}$	2.5133	0.6250	0.8583	1.7166	0.3979	0.7958
1 $\frac{1}{8}$	2.7925	0.5625	0.7724	1.5448	0.3581	0.7166
1	3.1416	0.5000	0.6866	1.3732	0.3183	0.6366
$\frac{15}{16}$	3.3510	0.4687	0.6437	1.2874	0.2984	0.5968
$\frac{7}{8}$	3.5904	0.4375	0.6007	1.2014	0.2785	0.5570
$\frac{13}{16}$	3.8666	0.4062	0.5579	1.1158	0.2586	0.5172
$\frac{3}{4}$	4.1888	0.3750	0.5150	1.0300	0.2387	0.4774
$\frac{11}{16}$	4.5696	0.3437	0.4720	0.9440	0.2189	0.4378
$\frac{5}{8}$	5.0265	0.3125	0.4291	0.8582	0.1989	0.3978
$\frac{9}{16}$	5.5851	0.2812	0.3862	0.7724	0.1790	0.3580
$\frac{1}{2}$	6.2832	0.2500	0.3433	0.6866	0.1592	0.3184
$\frac{7}{16}$	7.1808	0.2187	0.3003	0.6006	0.1393	0.2786
$\frac{3}{8}$	8.3776	0.1875	0.2575	0.5150	0.1194	0.2388
$\frac{5}{16}$	10.0531	0.1562	0.2146	0.4352	0.0995	0.1990
$\frac{1}{4}$	12.5664	0.1250	0.1716	0.3432	0.0796	0.1592
$\frac{3}{16}$	25.1327	0.0325	0.0858	0.1716	0.0388	0.0796
$\frac{1}{8}$	50.2655	0.0312	0.0429	0.0858	0.0199	0.0398

(註) 1. 齒車ピッチ圓、徑: $D = \frac{\pi}{p} = \frac{n}{d}$ (1)

齒車外徑: $D_1 = D + 2s$ (2)

齒底直徑: $D_2 = D_1 - 2h$ (3)

(註) 2. インボリュート齒の大きさ比較圖を [13] に別載す。

6. サイクロイダル、擺線齒形 (Cycloidal teeth)

1. サイクロイダル齒の曲線はピッチ圓の外方にエピサイクロイド外擺線を用ひ、内方にハイポサイクロイド、内擺線を用ひたる齒形なり。故に一名複曲線齒と稱す。

2. 設計上、圖法に用ゆる、作成圓、即ち轉圓の大きさを決定するに於いて、ピッチ圓の $\frac{1}{2}$ を直徑とする時は、内擺線に於て、通心直徑となるを以て甚だ簡單なり。然れ共、旋盤の如き換齒車の場合には、共通の轉圓を用ふる必要あり。即ち、標準の轉圓を定む。從來齒數 12 の轉圓を標準となせしが、其後 15 齒を標準とし、轉圓直徑をピッチ圓の $\frac{1}{2}$ に定む。

3. 茲にサイクロイダル齒の不利とする點は、轉圓が大なる時は齒を弱くするにあり。

7. インボリュート漸開線齒形 (Involute teeth)

1. インボリュートの齒形はピッチ圓に巻き付けたる糸を、解く時、一端が畫く曲線を齒曲線となせるものなり。即ち幾何學上、圓を縮閉線 (Evolute) とする漸開曲線なり。

2. 故にインボリュート齒にありては、齒間に働く壓力の方向一定し兩軸を多少遠近するも、互に好く嚙合するを得。只不利とする點は、軸承に推力の大なることとす。

8. 齒形圖法 (Teeth diagram)

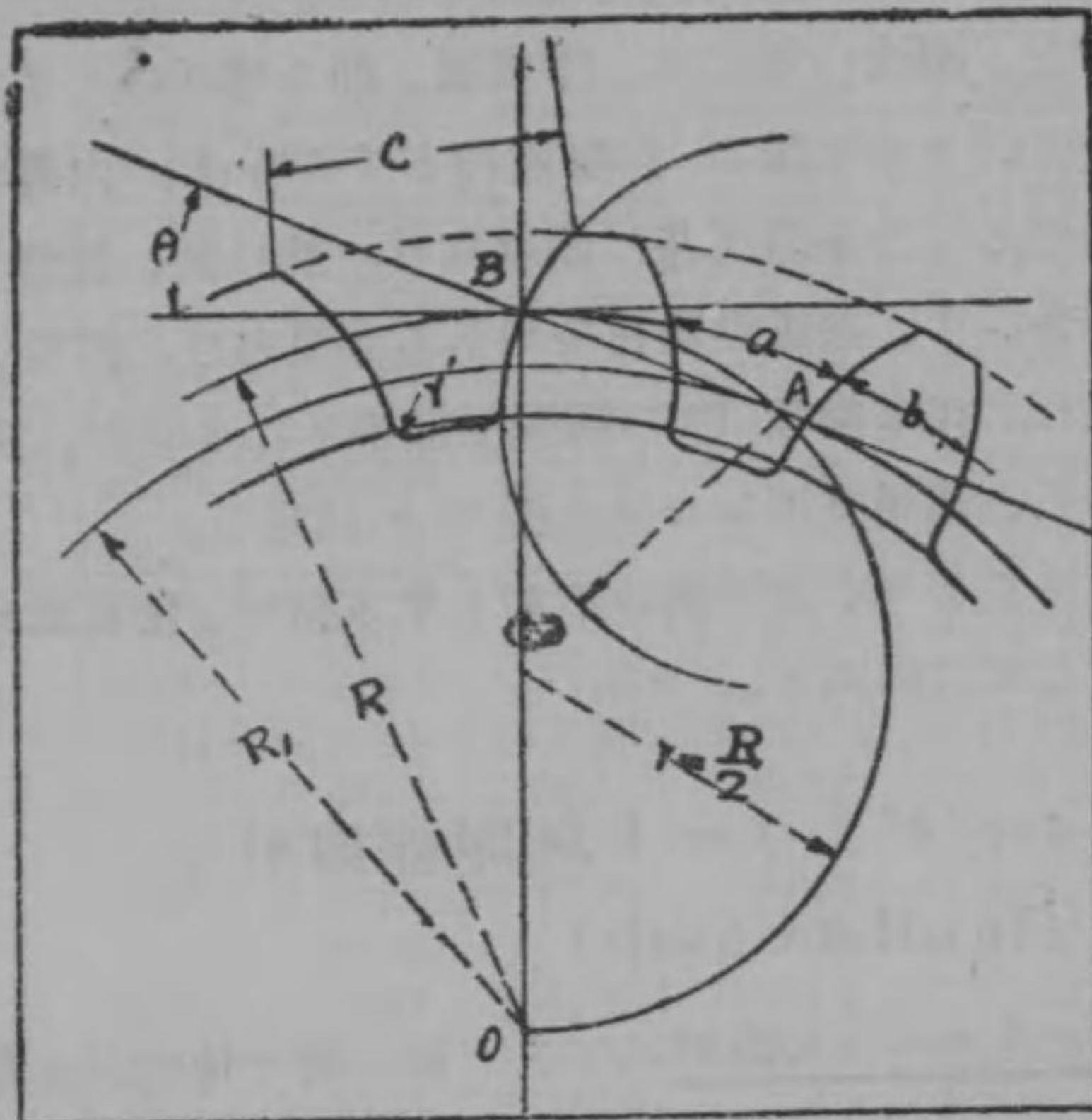
(米國ブラウン、シャープ會社の近似畫法)

1. 齒數 30 以上を有する、インボリュート齒畫法: 一圖に於いて次の順序に經始す。

1. $a = b$ とす。

2. $a + b =$ ピッチ

3. R = ピッチ圓の半徑
4. $R_1 = R \times 0.968$
5. $r = R \times \frac{1}{2}$
6. (2)(3)より A 點を決定す。然る時
7. AB = 齒面半徑

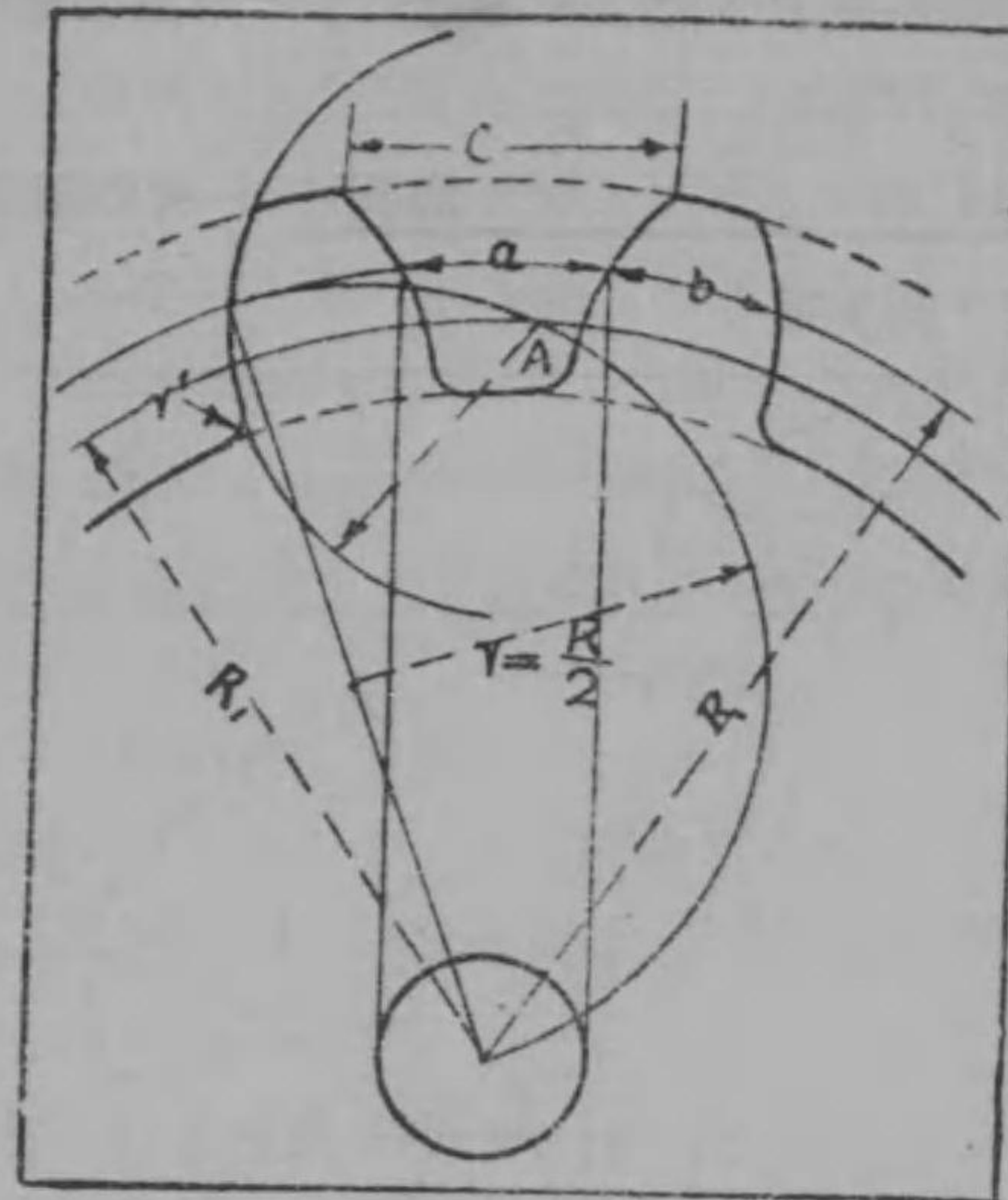


8. $r_1 = c \times \frac{1}{8}$ (面取)
9. 茲に AB 線が B に於ける切線となす角 θ は 14.5° とす。

2. 齒數 30 以下のイツボリユート齒畫法: 一圖に於いて、次の順序に齒形を經始す。

1. $a = b$ とす
2. $a + b = \text{ピッチ}$
3. $R = \text{ピッチ圓の半徑}$
4. $r = \frac{1}{2}R$
5. $R_1 = R \times 0.968$
6. (4)(5)より A 點を決定す。

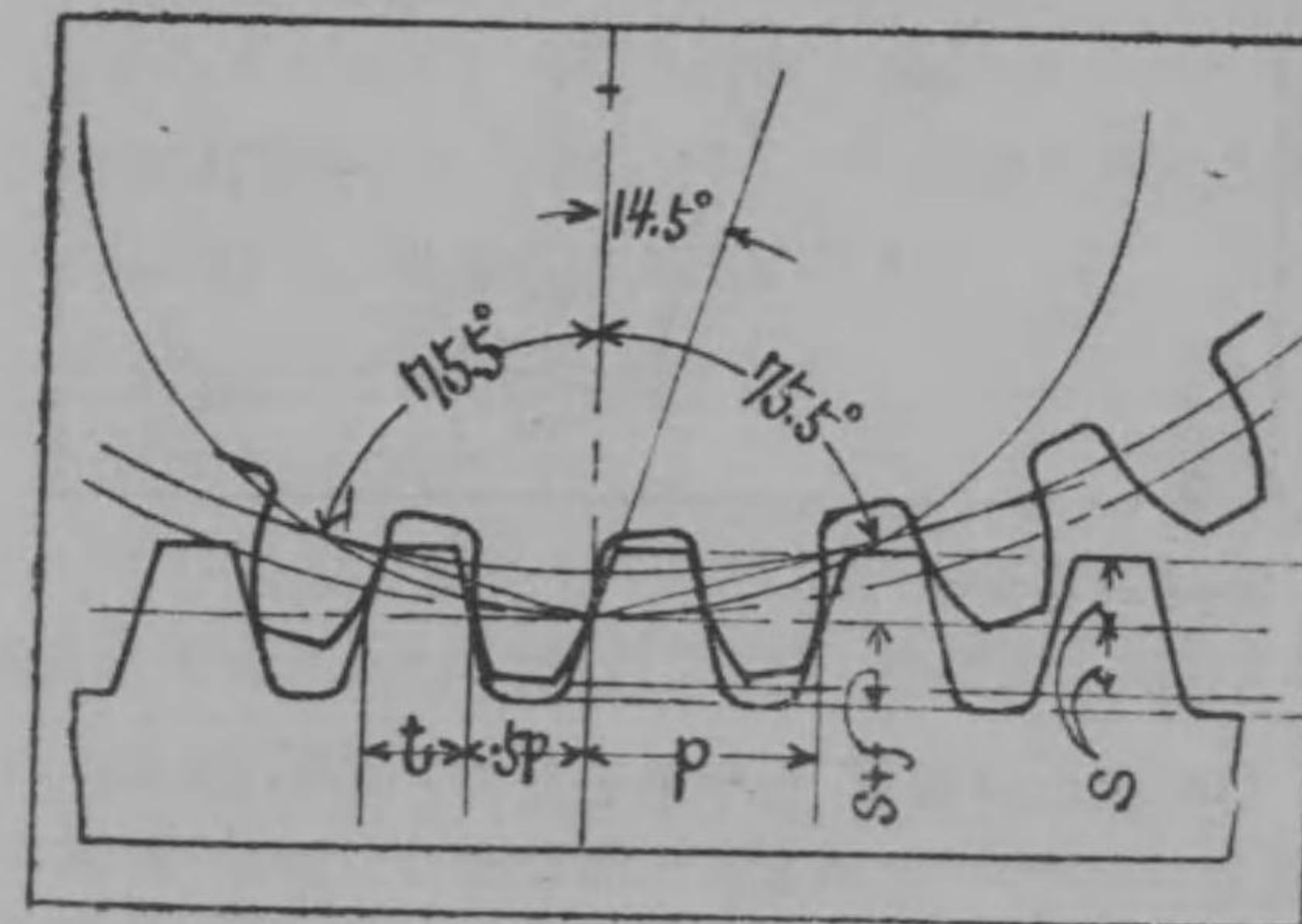
7. AB を半徑とし圓を畫きて r 圓に及ぶ
8. O における小圓を h に等しくし、圖の如く小圓に平行の切線を引く。此二線は r 圓以下の直線部分をなす。



9. $r_2 = \frac{1}{8}H$ を以て面を取る。

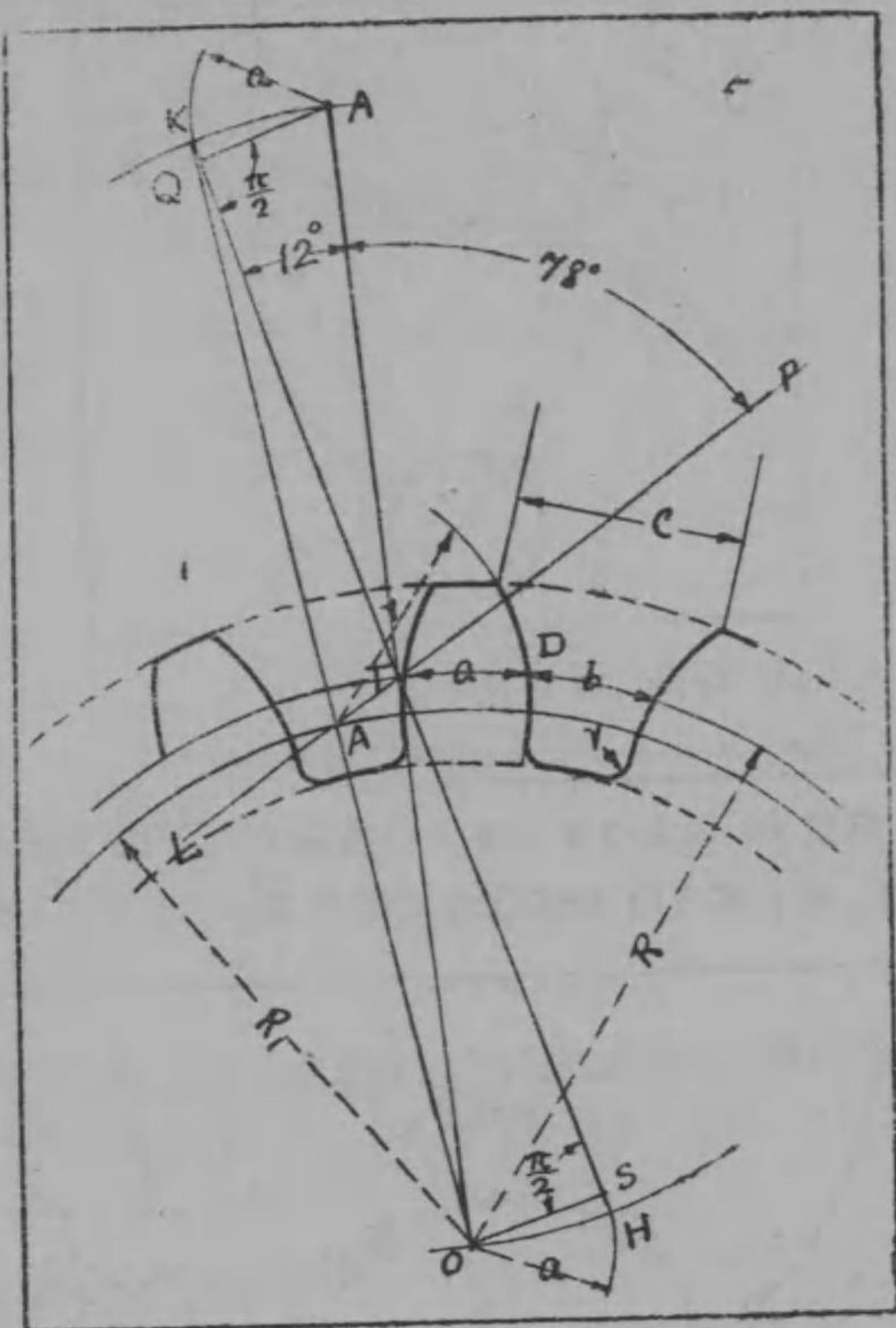
3. インボリュートラック(齒桿)畫法:

1. 齒數 30 以上のピニオンの場合とす。圖に於いて、齒車側は、前、第(1)法に依りて開始す。



2. ラックは全部直線にして、 14.5° 傾斜をなす。
 3. 底面は $r_2 = \frac{1}{3}H$ を以て面を取可し。
 4. 歯数 30 以下のピニオンの場合は、ラックとピニオンの啮合に衝突を生ずる恐れある故に、ラックの歯頭に丸みを附するものとす。
4. 歯数 15 のサイクロダル歯圖法:- 次の順序とす。

1. ピッチ圓を畫く



2. $a+b = \text{ピッチ}$
3. $a = b$
4. OA 上の一 點 T を中心として、 $AK = H = a$ として弧を畫く。

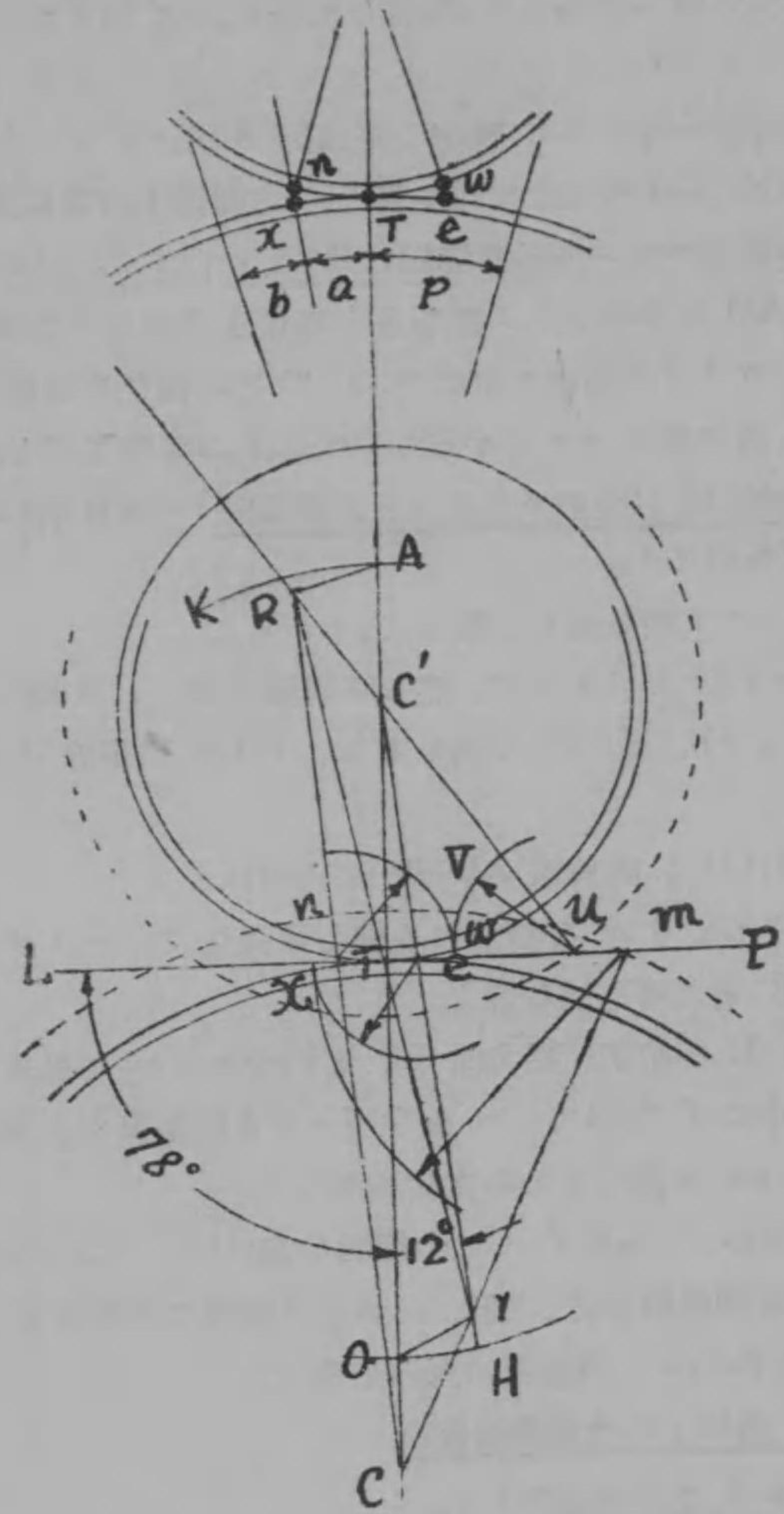
5. KTH 線を畫き、此線に直角線 AQ, OS を引く。
 6. 壓力線 LP を、T を通して引き、 $\angle ATP = 78^\circ$ となす。
 7. OQ を結び LP 線との交點を A とす。
 8. OA を半徑として圓を畫く。之圓周上の點は齒のフェースを畫くコンパスの立脚點なり。
 9. AD を半徑として圓を畫く時は、フェースの線を得。
 10. フランクの面は中心 O と T とを結びたる直線なり。
 11. 齒の底は $\frac{1}{3}m$ の半徑を以て、丸みを附す可し。
5. 歯数 15 以上のサイクロダル歯書法:- 一次頁圖に就きて次の順序を以てす。

1. ピッチ圓を畫く。而して、 $a = b$ 。
2. $a + b = \text{ピッチ}$ とす。然る時前圖の如く、15 齒の標準を用ひて、AK 及 OH の弧を畫き、HT.R に垂線 L.P を引く。
3. RTH に直角線 AR 及 Or を引く。
4. 中心より or を結びたる線を延長して、 m において、壓力線に會す可き線を畫く。
5. C.R を結び、壓力線 LP との交はりを x 點とす。
6. 中心 C を以て Cm を半徑とする圓を畫く。此圓はフランク mn を畫く中心の立脚圓周なり。
7. 中心 C を以て Cx 半徑圓を畫けば、フェースを畫く中心の立脚圓周を得。但、フェース曲線の半徑は cx なり。
8. $\frac{1}{3}m$ を以て、齒底面の丸みを附す。

6 15 齒以下の小徑齒輪書法:-

1. 5-3 迄の書法を行ふ。
2. C'R を結び延長して、壓力線との合點 μ を求む。C' μ を中心として C' μ 圓を畫けば、 μV 半徑とするフランク圖面のコンパス立脚點を得。
3. C'K を結び、壓力線との交點 w を求む。 w はフェー

スを畫く圓の立脚點となる。



9. 齒形畫法比例表 (Odontograph table)

1. インボリュート齒の表:-

但、 d =ダイヤメトラルピッチ

p =サーキュラーピッチ、吋

齒數	フランク係數 s	フェースの半徑 $r = \frac{x}{d}$	フェースの半徑 $r = p \times y$	齒數	フランク係數 s	フェースの半徑 $r = \frac{x}{d}$	フェースの半徑 $r = p \times y$
10	3.3	2.28	.73	22	1.69	3.49	1.11
11	2.9	2.40	.76	23	1.66	3.57	1.13
12	2.6	2.51	.80	24	1.63	3.64	1.16
13	2.4	2.62	.83	25	1.60	3.71	1.18
14	2.2	2.72	.87	26	1.57	3.78	1.20
15	2.1	2.82	.90	27	1.54	3.85	1.23
16	2.0	2.92	.93	28	1.51	3.92	1.25
17	1.9	3.02	.96	29	1.49	3.99	1.27
18	1.85	3.12	.99	30	1.47	4.06	1.29
19	1.80	3.22	1.03	31	1.45	4.13	1.31
20	1.75	3.32	1.06	32	1.43	4.2	1.33
21	1.72	3.41	1.09	33	1.42	4.27	1.37
				34	1.40	4.33	1.38
				35	1.39	4.39	1.39
				36	1.38	4.45	1.41
				37-40		4.20	1.34
				41-45		4.63	1.48
				46-51		5.06	1.61
				52-60		5.74	1.83
				61-70		6.52	2.07
				71-90		7.72	2.46
				91-120		9.78	3.11
				121-180		13.38	4.26
				181-350		21.62	6.88

(註) フランクの寸法はフェースの寸法を s にて除したる大きさに採り可し。但 $n=37-40$ 以上には s の値不用。

12. サイクロイダル歯の表:—

歯数	フェースの 半徑 = $\frac{x_1}{d}$	フェースの 距離 = $\frac{x_1}{d}$	フェースの 半徑 = $\frac{x_2}{d}$	フェースの 距離 = $\frac{x_2}{d}$	フェースの 半徑 = $\frac{x_2'}{d}$	フェースの 距離 = $\frac{x_2'}{d}$	フェースの 半徑 = $\frac{x_1'}{d}$	フェースの 距離 = $\frac{x_1'}{d}$	フェースの 半徑 = $\frac{x_1}{d}$	フェースの 距離 = $\frac{x_1}{d}$
10	1.99	.02	8.00	4.00	.62	.01	2.55	1.27	2.07	2.07
11	2.00	.04	11.05	6.50	.63	.01	3.34	2.07	2.07	2.07
12	2.01	.06	∞	∞	.64	.02	∞	∞	∞	∞
13—14	2.04	.07	14.50	9.03	.65	.02	4.60	3.00	3.00	3.00
15—16	2.10	.09	7.86	3.43	.67	.03	2.50	1.10	1.10	1.10
17—18	2.14	.11	6.13	2.20	.68	.04	1.95	.70	.70	.70
19—21	2.20	.13	5.12	1.57	.70	.04	1.63	.50	.50	.50
22—24	2.26	.15	4.50	1.13	.72	.05	1.43	.36	.36	.36
25—29	2.33	.16	4.10	.96	.74	.05	1.30	.29	.29	.29
30—36	2.40	.19	3.30	.72	.76	.06	1.20	.23	.23	.23
37—48	2.48	.22	3.52	.63	.79	.07	1.12	.20	.20	.20
49—72	2.60	.25	3.33	.54	.88	.08	1.06	.17	.17	.17
73—144	2.83	.28	3.14	.44	.90	.09	1.00	.14	.14	.14
145—300	2.92	.31	3.00	.38	.93	.10	.95	.12	.12	.12
ラック	2.96	.34	2.96	.34	.94	.11	.94	.11	.11	.11

10. 内接歯輪 (Internal spur gear)

1. 歯車内徑 (Internal diameter):—内接歯輪は其關係に於て、外接歯輪と同一なるを以て、歯車のピッチは236頁の公式に依りて決定するを得べし。但、内接歯輪に於ては齒頭直徑を云ふに齒車内徑の語を以て表はすものとす。

2. 中心距離 (Center distance):—中心距離及其他の關係を知るには次式を用ふ。但

- I = 齒車内徑 d = ダイアメトラルピッチ
- D = ピッチ圓徑 p = サーキュラーピッチ
- N = 大徑ギヤ齒數 n = 小徑ピニオン齒數
- S = アデンダム……………等とすときは

$$\text{中心距離: } C = \frac{N-n}{2d} = \frac{(N-n)p}{2\pi} \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{齒車内徑: } I = \frac{N-2}{d} = \frac{(N-2)p}{\pi} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{ピッチ圓徑: } D = I + 2s \text{ or } I = D - 2s \dots\dots\dots(3)$$

11. スタブチース、低齒 (Stub teeth)

1. 低齒は近年の考案に係り、特に自動車用として多く用ひらる。即ち普通のインホルト齒形よりも、アデンダム及アデンダムを短かくせるものにして、ピッチの40%-55%に採れり。壓力角は14.5°の代りに20°を用ひらる。故に之結果は、齒の曲モーメントが少なくして、摩擦の割合平等なり。缺點は製作に多數のカッターを要するにあり。

2. 低歯の寸法(フェロー、ギヤ、シエパー會社制定):—

ダイヤ メトラル、 ピッチ	歯の厚	アデン ダム	歯合深さ	テデン ダム	間隙	歯の全深
$d.p$	$2a$	a	$2a$	e	$e-a$	$a+e$
4-5	0.3927	0.2000	0.4000	0.2500	0.0500	0.4500
5-7	0.3142	0.1429	0.2858	0.1786	0.0357	0.3214
6-8	0.2618	0.1250	0.2500	0.1562	0.0312	0.2812
7-9	0.2244	0.1111	0.2222	0.1389	0.0278	0.2500
8-10	0.1963	0.1000	0.2000	0.1250	0.0250	0.2250
9-11	0.1745	0.0909	0.1818	0.1136	0.0227	0.2045
10-12	0.1571	0.0833	0.1667	0.1041	0.0208	0.1875
12-14	0.1309	0.0714	0.1429	0.0993	0.0179	0.1607

3. 低歯の寸法(他の式):—

アデンダム = $0.25 \times C.p$: サーキュラー、ピッチ

テデンダム = $0.30 \times C.p$: サーキュラー、ピッチ

上記の関係を表にせば次の如し。但し、次表(a)はダイヤメ
ラルピッチを基本として算出し、(b)はサーキュラーピッチを
基本とせり。

4. 低歯の効率 (Efficiency):— 歯車の傳動は其ピッチ圓の
接觸に於いては、齒間の滑りなき理想的 ローリング (Rolling)
なり。然るに 2 個の歯車の各ピッチ圓の圓周速度が同一なる
とき、一方の歯車の下方面フランクは他方の上方面フェースと
接觸するを以て其間に速度の相異なるを以て、2 個の嚙合は
滑りを以て廻轉しつつあるを知るべし。即ち齒面の摺動嚙合は
摩擦損失を生ず。故に齒車には注油の必要あり。以上の理に依
りスタブチースは普通齒車よりも齒面の狭き丈け摩擦の仕事
量小なる故、效率よき嚙合となるを得。

(a): 上値よりダイヤメトラルピッチを基礎としたる寸法

ダイヤ メトラル、 ピッチ	サーキュ ラー ピッチ	齒幅	アデン ダム	歯合の 深さ	テデン ダム	歯の全深
$d.p$	$C.p$	$2a$	a	$2a$	e	$a+e$
1-2	6.2832	3.1416	1.5708	3.1416	1.8849	3.4557
3-4	4.1888	2.0944	1.0472	2.0944	1.2566	2.3038
1	3.1416	1.5708	0.7854	1.5708	0.9424	1.7278
1 $\frac{1}{4}$	2.5133	1.2566	0.6283	1.2566	0.7539	1.3822
1 $\frac{1}{2}$	2.0944	1.0472	0.5236	1.0472	0.6283	1.1519
1 $\frac{3}{4}$	1.7952	0.8976	0.4488	0.8976	0.5385	0.9873
2	1.5708	0.7854	0.3927	0.7854	0.4712	0.8639
2 $\frac{1}{4}$	1.3963	0.6981	0.3490	0.6981	0.4188	0.7678
2 $\frac{1}{2}$	1.2566	0.6283	0.3141	0.6283	0.3769	0.6910
2 $\frac{3}{4}$	1.1424	0.5712	0.2856	0.5712	0.3427	0.6283
3	1.0472	0.5236	0.2618	0.5236	0.3141	0.5759
3 $\frac{1}{4}$	0.8976	0.4488	0.2244	0.4488	0.2692	0.4936
4	0.7854	0.3927	0.1963	0.3927	0.2355	0.4318
5	0.6283	0.3141	0.1570	0.3142	0.1884	0.3454
6	0.5236	0.2618	0.1309	0.2618	0.1571	0.2880
7	0.4488	0.2244	0.1122	0.2244	0.1346	0.2468
8	0.3927	0.1963	0.0981	0.1963	0.1177	0.2158
9	0.3491	0.1745	0.0872	0.1745	0.1046	0.1918
10	0.3142	0.1571	0.0785	0.1571	0.0942	0.1727
11	0.2856	0.1428	0.0714	0.1428	0.0857	0.1571
12	0.2618	0.1309	0.0654	0.1309	0.0785	0.1439
13	0.2417	0.1208	0.0604	0.1208	0.0725	0.1329
14	0.2244	0.1122	0.0561	0.1122	0.0673	0.1234
15	0.2094	0.1047	0.0523	0.1047	0.0627	0.1150
16	0.1963	0.0982	0.0491	0.0982	0.0589	0.1080
17	0.1848	0.0924	0.0462	0.0924	0.0554	0.1016
18	0.1745	0.0873	0.0436	0.0873	0.0524	0.0959
19	0.1653	0.0827	0.0413	0.0827	0.0495	0.0908
20	0.1571	0.0785	0.0362	0.0785	0.0470	0.0863
22	0.1428	0.0714	0.0357	0.0714	0.0423	0.0785
24	0.1309	0.0654	0.0327	0.0654	0.0392	0.0719
26	0.1208	0.0604	0.0302	0.0604	0.0362	0.0664
28	0.1222	0.0561	0.0280	0.0561	0.0336	0.0616
30	0.1447	0.0524	0.0262	0.0524	0.0313	0.0575
32	0.0982	0.0461	0.0245	0.0491	0.0294	0.0539
34	0.0924	0.0462	0.0231	0.0462	0.0277	0.0508
36	0.0873	0.0436	0.0218	0.0436	0.0261	0.0479

(b): 同上サーキュラーピッチを基礎としたる寸法

サーキュラーピッチ	ヤダイメトラルピッチ	齒幅	アテンダム	齒合の深さ	アテンダム	齒の全深
C.p	d.p	2a	a	2a	e	a+e
2	1.5708	1.0000	0.5000	1.0000	0.6000	1.1000
1 1/8	1.6755	0.9375	0.4687	0.9375	0.5624	1.0311
1 1/4	1.7952	0.8750	0.4375	0.8750	0.5250	0.9395
1 1/2	1.9333	0.8125	0.4062	0.8125	0.4874	0.8936
1 3/4	2.0944	0.75	0.3750	0.75	0.4500	0.8250
1 7/8	2.2848	0.7178	0.3593	0.7178	0.4311	0.7904
2	2.5000	0.6875	0.3437	0.6875	0.4142	0.7561
2 1/8	2.7427	0.6666	0.3333	0.6666	0.3999	0.7332
2 1/4	3.0141	0.6562	0.3281	0.6562	0.3937	0.7218
2 1/2	3.3154	0.6250	0.3125	0.6250	0.3750	0.6875
2 3/4	3.6466	0.5937	0.2968	0.5937	0.3561	0.6529
3	3.9979	0.5625	0.2812	0.5625	0.3374	0.6186
3 1/8	4.3702	0.5312	0.2656	0.5312	0.3187	0.5843
3 1/4	4.7645	0.5000	0.2500	0.5000	0.3000	0.5500
3 1/2	5.1808	0.4687	0.2343	0.4687	0.2811	0.5154
3 3/4	5.6191	0.4375	0.2187	0.4375	0.2624	0.4811
4	6.0804	0.4062	0.2031	0.4062	0.2437	0.4468
4 1/8	6.5647	0.3750	0.1875	0.3750	0.2250	0.4125
4 1/4	7.0720	0.3437	0.1718	0.3437	0.2061	0.3779
4 1/2	7.6033	0.3333	0.1656	0.3333	0.1999	0.3666
4 3/4	8.1586	0.3125	0.1562	0.3125	0.1874	0.3439
5	8.7389	0.2812	0.1400	0.2812	0.1687	0.3093
5 1/8	9.3442	0.2500	0.1250	0.2500	0.1500	0.2750
5 1/4	9.9755	0.2187	0.1093	0.2187	0.1311	0.2404
5 1/2	10.6328	0.1875	0.0937	0.1875	0.1124	0.2061
5 3/4	11.3161	0.1666	0.0833	0.1666	0.0999	0.1832
6	12.0254	0.1562	0.0781	0.1562	0.0937	0.1718
6 1/8	12.7607	0.1250	0.0625	0.1250	0.0750	0.1375
6 1/4	13.5220	0.1000	0.0500	0.1000	0.0600	0.1100
6 1/2	14.3093	0.0937	0.0468	0.0937	0.0561	0.1029
6 3/4	15.1226	0.0833	0.0416	0.0833	0.0499	0.0915
7	15.9619	0.0625	0.0312	0.0625	0.0374	0.0686
7 1/8	16.8272	0.0555	0.0277	0.0555	0.0332	0.0609
7 1/4	17.7185	0.0500	0.0250	0.0500	0.0300	0.0550
7 1/2	18.6358	0.0312	0.0156	0.0312	0.0187	0.0343
7 3/4	19.5791	0.0250	0.0125	0.0250	0.0150	0.0275

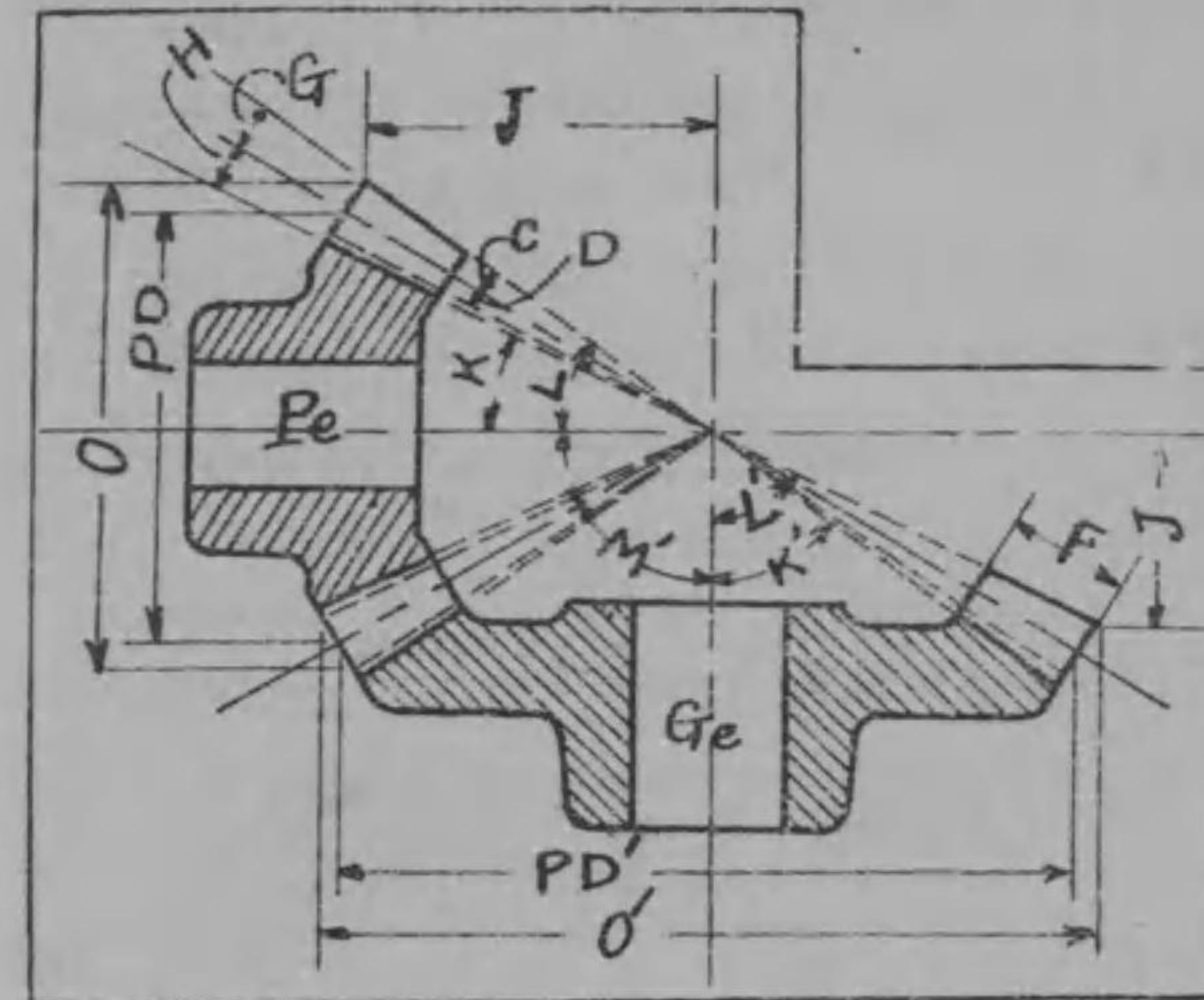
12. ベベルホキール傘齒輪 (Bevel wheel)

1. 傘齒輪は其齒合上の關係、正齒輪と同一なるを以て、圖法等は皆之を應用するを得。而して、其齒合は交軸が兩個の圓錐臺を以て接觸せると同一なり。尙ピッチ及ピッチ圓徑は圓錐臺の底邊にて測り、圓周速度も底邊にて測る。

2. 交軸が直交する場合、是齒合を特に矩觸齒輪(Mitre gear)といふ。矩觸齒輪に於ける各寸法の關係は次項の如し。

3. 傘齒輪の角度及寸法を求むる關係表: 一但、式中

$d = \text{グイヤメトラル}$ $p = \text{サーキュラーピッチ}$



4. 傘齒輪の傳達馬力: 一ピッチ圓に於いて圓周速度を測るときは傘齒輪の傳達馬力及齒の許容壓力は次式の如し。

$P = \text{正齒輪の許容壓力 (255 頁)}$

$P_1 = \text{傘齒輪の許容壓力、封度}$

$a = \text{圓錐形の頂點より底邊迄、斜邊の長}$

$F = \text{齒面の幅 (a と同一單位寸法)}$

$V = \text{圓周速度、呎毎分}$

然るとき $P_1 = P \times (a - F) \div a \dots\dots\dots(1)$

最大馬力: $HP = P_1 V \div 33000 \dots\dots\dots(2)$

名 稱	ピニオン寸法		ギヤ寸法	
齒 數	n	$PD \times d$	N	$PD' \times d$
ピッチ 圓直徑	PD	$\frac{n}{d}$	PD'	$\frac{N}{d}$
餘 角	M	$\tan^{-1} \frac{n}{N}$	M'	$90^\circ - M$
齒車外徑	O	$PD + \frac{2 \cos M}{d}$	O'	$PD' + \frac{2 \sin M}{d}$
齒面角度	L	$M + C$	L'	$M' + C$
齒底角度	K	$M - C$	K'	$M' - D$
齒車の 位置寸法	J	$\frac{PD'}{2} - \frac{\sin M}{d}$	J'	$\frac{PD}{2} - \frac{\cos M}{2}$
(註) アデンダム角度: $C = \tan^{-1} \frac{2 \times \sin M}{n} \dots \dots \dots (1)$ デデンダム角度: $D = \tan^{-1} \frac{2.314 \times \sin M}{n} \dots \dots (2)$				
カッターの 相當齒數	n'	$\frac{n}{\cos M} = \frac{n}{\sin M'}$	N'	$\frac{N}{\sin M} = \frac{N}{\cos M'}$

13. 螺旋齒傘齒輪 (Spiral teeth Bevel gear)

1. 螺旋齒傘輪は齒が嚙合上或る角度をなすものとす。但、其傾斜は螺旋を理想とするものなるが、實用上之に近き曲線を用ひたるものなり。此齒輪に於ては、齒合上 2 個以上の齒に涉りて靜かに廻轉するを特長となす。

2. 齒は傾斜を有する故に推力を生ず。而して齒に直角に作用する力は正形齒に對して、より大にして螺旋角を α とし、

垂直嚙合の壓力を P 、傾斜嚙合の壓力を N とすれば

$$N = P \sec \alpha, \quad P = N \cos \alpha \dots \dots \dots (1)$$

故に齒の大きさは普通型に對し稍大なるものを要す。

3. 此齒車における嚙合上のピッチ線と齒の深さととの關係は普通と異にす。即ち(前圖参照)次式の關係にピッチ線及ピッチ圓を採る。

$$\text{ギヤのアデンダム} : G = \frac{3}{10} \times \text{作用全深}(G+H) \dots (1)$$

$$\text{ピニオン} : G = \frac{7}{10} \times \text{作用全深}(G+H) \dots (2)$$

4. 次にスパイラル角: α 嚙合幅: F 齒車の外徑におけるリード: L とすれば $L = F \tan \alpha \dots \dots \dots (3)$

α の大きさは約 30° とす尤も良好とせらる。但 α の角は、嚙合幅 F の中點に於て、垂直線となす角にして、實用上齒の曲線は、此點に於て、傾斜線を切線とする圓なり。故に齒の削成には半徑: R の兩端にカッターを附したるものを用ふ。

5. 双物の位置: 今齒車の圓錐面上に平行に廻轉する双物の半徑を R とせば、平行面上双物の位置は、圓錐頂點を縱横軸の原點として、縱軸に X 横軸に Y の距離を有する點なり。而して、 a を圓錐面上の齒車外半徑とせば、 X 及 Y と R との關係は

$$Y = a - \left(\frac{F}{2} + R \sin \alpha \right), \quad X = R \cos \alpha \dots \dots \dots (4)$$

次に齒輪削成上、双物が移動する中心點の軌跡は $\sqrt{X^2 + Y^2}$ を半徑とする圓周となる。即移動半徑: $r = \sqrt{X^2 + Y^2} \dots (5)$

茲に R の大きさは、Rochester の Gleason 工場にて 6 吋を標準とせらる。

$$\text{(註) 前圖参照, } a = \frac{\text{ピニオン: } PD}{2 \cos M} = \frac{\text{ギヤ: } PD'}{2 \cos M'} \dots (6)$$

6. 仕上双物 (Finishing cutter): 一齒の削成は上述の如く、始めに r 半徑の位置に於て荒削りをなし、次に仕上削りをな

す。仕上双物の形状は双先幅 t 吋を以て 29° の角をなす。但双物中心線に對し、外方角と、内方角とは 29° の等分にあらず、ダイヤメトラル、ピッチに依り僅少の差あり。今、ダイヤメトラル、ピッチ: d とせば

$$\text{外方角: } A^\circ = \frac{d}{6} + 12\frac{2}{3} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{内方角: } B^\circ = 16\frac{1}{2} - \frac{d}{6} \dots\dots\dots(8)$$

上式より $A=B$ の場合はダイヤメトラルピッチが $3\frac{2}{3}$ の時なり。

7. 削成實行上の外側削りと内側削りにて仕上双物の位置は次の如き位置の相違を用ひらる。即關係式中

(區分)	(ギヤ)	(ピニオン)
外削り半径	R'	r'
内削り半径	R''	r''
齒のテテンダム	V	v
双先き幅	t とするときは	

$$(1): \text{外方} \begin{cases} \text{ギヤ: } R' = R + \frac{1}{2}(t + 0.5172 V) \\ \text{ピニオン: } r' = R + \frac{1}{2}(t + 0.5172 v) \end{cases} \dots\dots\dots(9)$$

$$(2): \text{内方} \begin{cases} \text{ギヤ: } R' = R - \frac{1}{2}(t + 0.5172 V) \\ \text{ピニオン: } r'' = R - \frac{1}{2}(t + 0.5172 v) \end{cases} \dots\dots\dots(10)$$

次に双物中心位置の移動は、標準 X 及 Y に對し次の變化となる。

(區分)	(ギヤ)	(ピニオン)
外方削り	X'	x'
内方削り	X''	x''

$$(1) X = R \cos \alpha \qquad Y = a - \frac{1}{2}F + R \sin \alpha$$

$$(2) X' = \frac{R/X}{R} \qquad x' = \frac{r'/X}{R} \dots\dots\dots(11)$$

$$(3) x' = \frac{R'/X}{R} \qquad x'' = \frac{r''/X}{R} \dots\dots\dots(12)$$

14. 齒の強さ (1)

1. P なる壓力が齒の頂端に平均に掛るものとせば
曲力率: $B.M = P.l$ 吋、封度 $\dots\dots\dots(1)$

但、 $P =$ 壓力、封度 $l =$ 齒の高、吋
 $B.M =$ 齒底における曲力率

然るに一般式、 $\frac{M}{I} = \frac{f}{y}$ $I = \frac{bd^3}{12}$ なる故に

$$\frac{12Pl}{bd^3} = \frac{2f}{d} \qquad P = f \frac{bd^3}{6l} \dots\dots\dots(2)$$

但、 $I =$ 慣性力率 $f =$ 材料の強さ、封度/平方吋
 $y =$ 齒面における最大距離、吋

2. 齒形を、機械切り・ $B \& S$ の比とせば、

齒の厚さ: $t = \frac{1}{2}p$. ($p =$ ピッチ) なる故に

$d =$ ピッチ圓の直径 $\dots\dots\dots n =$ 齒數
 $q =$ ダイヤメトラルピッチ $\dots\dots$ とせば

$$\frac{1}{2}p = \frac{\pi}{2}q = \frac{11}{7}q = \frac{11}{7} \frac{d}{n} \dots\dots\dots(3)$$

又齒の高さ: $l =$ 約 $2q \dots\dots\dots(4)$

(4) 式を (2) 式に換置すれば

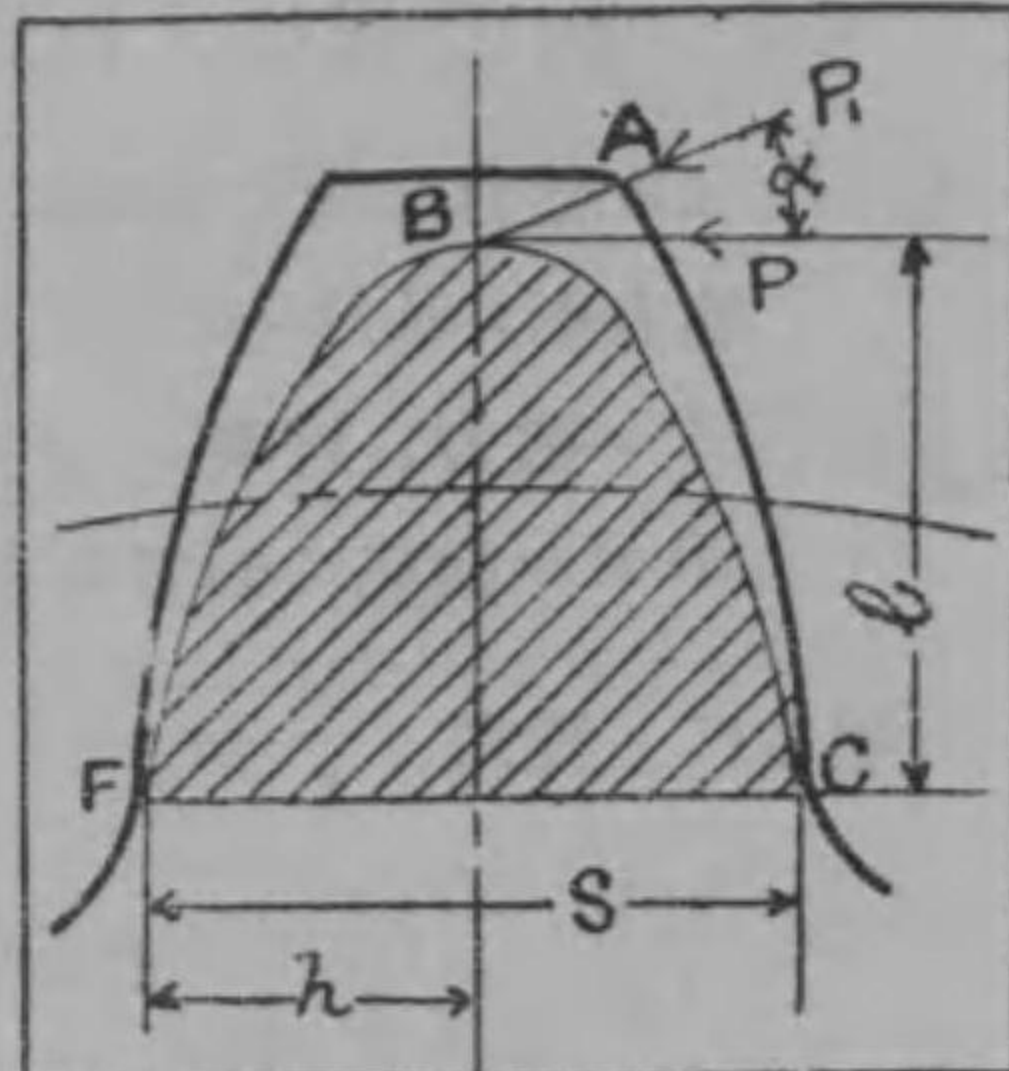
$$P = 0.206 bfq = K bfq \dots\dots\dots(5)$$

K の定數は齒數に依り、0.206 の代りに他の種々なる値を用ふるを適當とす。定數 K の値は 257 頁 y の表に同載す。

15. 齒の強さ (2)

1. 米人ウキルフレツド、レキスの方法を説明すれば次の圖に於いて、 α の角度を以て齒端 A に働らく P_1 なる力線を延長し、又 X 中心線との交點 B を求め、 FC を基線とし、 B を

頂点として拋物線を畫けば、拋物線内を、Pに抵抗する有効の部分となす。何となれば拋物線の性質より、曲力率と、此面積とが比例をなす。故に拋物線の部分は外力に對して平等なる内力を生ず。而して、拋物線外の部分は齒の強さに關係なきものとして設計す。茲に、



P=齒面の壓力、封度
 n=1 分間回轉數
 D=ピッチ圓の徑、吋

V=周面速度 呎/分 とせば

$$V = \frac{\pi D n}{12}, \quad HP = \frac{P \pi D n}{12 \times 33000} \dots\dots\dots (1)$$

$$\therefore P = \frac{126050 \text{ HP}}{D n} \dots\dots\dots (2)$$

2. 齒車の壓力線は齒面に對して、傾斜方向なり、即ち、
 インボリュート齒: $\alpha = 14.5^\circ - 15^\circ$
 サイクロイド齒: $\alpha = \text{最大 } 22^\circ$

圖に就きて、 $P = P_1 \sin \alpha$ とす。尙、
 拋物線の高: l 齒底の幅: $s = 2h$ とす、
 然る時、最大曲力率: $B.M = Pl$
 抵抗力率: $R.M = fz$ } $\dots\dots\dots (3)$

但、 $f = \text{材料の強き、封度/平方吋、} z = \text{断面係數}$
 尙、 $S = 2h$ $p = \text{ピッチ、} b = \text{齒の幅とせば、}$

$$Pl = fz = f \frac{1}{6} b S^2 = \frac{2}{3} f b h^2 \dots\dots\dots (4)$$

$$\therefore P = \frac{2}{3} \frac{h^2}{lp} \times p \times b f p = b f p \times y \dots\dots\dots (5)$$

但 $y = \frac{2}{3} \frac{h^2}{l} \dots\dots\dots (6)$

3. (6) 式に於いて、 $\frac{h}{p}$ 及 $\frac{h}{l}$ は齒數に依りて、大凡比例をなす數にして、次の式を以て換算す。式中 N=齒數

$\alpha = 15^\circ$ のインボリュート、 $y = 0.124 - \frac{0.84}{N} \dots (1')$

齒數 12 のサイクロイド齒、 $y = \text{同上} \dots\dots\dots (2')$

$\alpha = 20^\circ$ のインボリュート、 $y = 0.154 - \frac{0.912}{N} \dots (3')$

4. (6) 式を用ひて、各齒數に對し、 y を求むれば次表の如し。表中 K の値は、前頁 (5) 式に關係ある定數とす。

齒數、n	K=	y=	齒數、n	K=	y=
12	0.210	0.067	27	0.314	0.100
13	0.220	0.070	30	0.320	0.102
14	0.226	0.072	34	0.327	0.104
15	0.236	0.075	38	0.336	0.107
16	0.242	0.077	43	0.346	0.110
17	0.251	0.080	50	0.352	0.112
18	0.261	0.083	60	0.358	0.114
19	0.273	0.087	75	0.364	0.116
20	0.283	0.090	100	0.371	0.118
21	0.289	0.092	150	0.377	0.120
23	0.295	0.094	300	0.383	0.122
25	0.305	0.097	Rack	0.390	0.124

5. 強さ f の採り方は回轉中の内力と靜止の内力と別にす。即次の關係式を用ふ。

V=速度、呎/分

$f_s = \text{靜止内力、封度/平方吋}$

$f_r = \text{回轉内力、封度/平方吋}$

然るとき、 $f_r = \frac{600}{600+v} f_s \dots\dots\dots (1)$

6. f_s の値: 一鑄鐵: 8000 封度/平方吋

鋼: 25,000 封度/平方吋とす。

尙各種材料に依り、次の如し。

呎/分	-100	200	300	600	900	1200	1800	2400
鑄鐵	8000	6000	4800	4000	3000	24000	2000	1706
生皮	5000	3600- 4000	3300- 3500	2500- 3000	2000- 2700	1600- 2400	1200- 1900	
鍊鐵	20000	15000	12000	10000	7500	6000	5000	4300

其他の材料にありては、鑄鐵の強さに次の係数を掛けたるものを用ふ。

- 鑄鋼.....: $f=2.5 \times$ 鑄鐵
- 鋼.....: $f=3.0 \times$ „
- プロニズ: $f=1.4 \times$ „
- 砲金.....: $f=1.0 \times$ 鑄鐵
- 木材.....: $f=0.5 \times$ „
- デルタメタル: $f=2.5 \times$ „

16. 齒車の最大速度 (Max Speed)

I. 齒車の最大速度は大凡次の比例をなす。

- 普通鑄鐵齒車 最大速度: $V=1860$ 呎/分
- 同ヘリカルギヤ=2400 „
- 植込齒車=2400 „
- 普通鑄鋼=2600 „
- 同ヘリカルギヤ=3000 „
- 特製機械切齒=3000 „

17. 鑄鐵製齒車強さ表

此表は前式、齒の強さ式より、算出すべき数とす、
但、速度: $V=100$ 呎/分の場合

齒數 n	ダイヤメトラル、ピッチ: $d \times$ 齒幅吋						
	$3 \times 2\frac{3}{4}$	$3\frac{1}{2} \times 2\frac{1}{4}$	4×2	$5 \times 1\frac{3}{4}$	$6 \times 1\frac{1}{2}$	$7 \times 1\frac{1}{8}$	$8 \times 1\frac{1}{4}$
12	1547	1080	842	589	421	331	263
13	1615	1130	880	616	440	346	275
14	1660	1164	904	633	452	356	282
15	1730	1210	942	660	412	370	294

16	1777	1248	967	677	483	380	302
17	1847	1287	1005	704	503	395	314
18	1916	1340	1043	730	522	410	326
19	2008	1405	1093	765	548	430	342
20	2078	1453	1130	791	565	445	353
21	2123	1486	1157	809	578	454	361
23	2170	1518	1180	827	592	464	369
25	2240	1583	1218	853	610	479	381
27	2303	1616	1257	880	628	494	393
30	2350	1648	1280	897	642	504	400
34	2395	1680	1310	915	654	514	408
38	2465	1730	1354	942	673	528	420
43	2530	1778	1382	967	692	543	432
50	2580	1810	1410	985	705	553	440
60	2630	1842	1433	1003	717	563	447
75	2670	1874	1458	1021	730	573	455
100	2720	1905	1483	1038	743	583	463
150	2765	1940	1508	1055	755	592	472
300	2810	1970	1532	1073	767	602	479
ラック	2860	2000	1560	1092	780	612	487

齒數 n	ダイヤメトラル、ピッチ: $d \times$ 齒幅吋							
	$9 \times 1\frac{1}{8}$	10×1	$11 \times \frac{7}{8}$	$12 \times \frac{3}{4}$	$14 \times \frac{5}{8}$	$16 \times \frac{1}{2}$	$20 \times \frac{3}{8}$	$24 \times \frac{1}{4}$
12	210	168	134	105	75	53	31	17
13	220	176	140	110	78	55	33	18
14	226	181	144	113	81	56	34	19
15	235	188	150	118	84	59	35	20
16	242	193	154	121	86	60	36	20
17	251	201	160	125	89	63	38	21
18	261	208	166	130	93	65	39	22
19	273	218	174	133	97	68	41	23
20	283	226	180	141	101	70	42	24
21	289	231	184	144	103	72	43	24
23	295	236	188	148	105	74	44	25
25	305	244	194	152	108	76	46	25
27	314	251	200	157	112	79	47	26
30	320	256	204	160	114	80	48	27
34	327	261	208	163	116	82	49	27
38	336	269	214	168	120	84	50	28
43	346	276	220	173	123	86	52	29
50	352	281	224	176	125	88	53	29
60	358	286	228	179	127	89	54	30
75	365	291	232	182	130	91	55	30
100	371	296	236	185	132	93	56	31
150	377	302	240	188	134	94	56	31
300	383	307	244	192	137	96	57	32
ラック	389	312	248	195	139	97	58	32

18. 歯車の傳達馬力表

但、材料の安全荷重 500 封度/平方吋とし、齒幅 1 吋及 1 分間回轉數の 1 回轉當り、馬力表とす。即ち、HP の定數表なり。

b = 齒の幅、吋 P = 齒の強、封/吋幅 D = 齒車徑、吋
 N = 廻轉數/分とせば、

$$HP = \frac{b \times P \times V}{33000} = \frac{b \times P \times \pi D \times N}{33000}$$

$$= b \times N \times \frac{P \times \pi D}{33000} = (K) \times b \times N \dots\dots\dots (1)$$

ピッチ吋	齒車の直徑: D (吋一分)									
	0 9	1 0	1 3	1 6	1 9	2 0	2 3	2 6	2 9	3 0
1	.009	.012	.015	.018	.021	.024	.027	.030	.033	.036
1 1/4	.011	.015	.019	.022	.026	.030	.034	.037	.041	.045
1 1/2	.013	.018	.023	.027	.031	.035	.040	.045	.050	.054
1 3/4	.015	.021	.026	.032	.036	.042	.047	.052	.058	.063
2	.018	.024	.030	.036	.042	.048	.054	.060	.066	.072
2 1/4	—	.027	.034	.040	.047	.054	.061	.067	.073	.081
2 1/2	—	.030	.038	.044	.052	.062	.068	.074	.082	.090
2 3/4	—	—	.041	.049	.053	.056	.074	.082	.091	.099
3	—	—	.045	.054	.053	.072	.081	.090	.099	.108
3 1/4	—	—	.049	.053	.058	.078	.088	.097	.107	.117
3 1/2	—	—	—	.054	.072	.084	.094	.104	.116	.126
3 3/4	—	—	—	.057	.078	.090	.101	.112	.124	.135
4	—	—	—	—	.084	.096	.108	.120	.132	.144
4 1/4	—	—	—	—	.089	.102	.115	.127	.140	.153
4 1/2	—	—	—	—	.094	.108	.122	.134	.148	.162
4 3/4	—	—	—	—	—	.114	.128	.142	.157	.171
5	—	—	—	—	—	.120	.125	.150	.165	.180
5 1/2	—	—	—	—	—	—	.148	.164	.182	.198
6	—	—	—	—	—	—	.162	.180	.198	.216

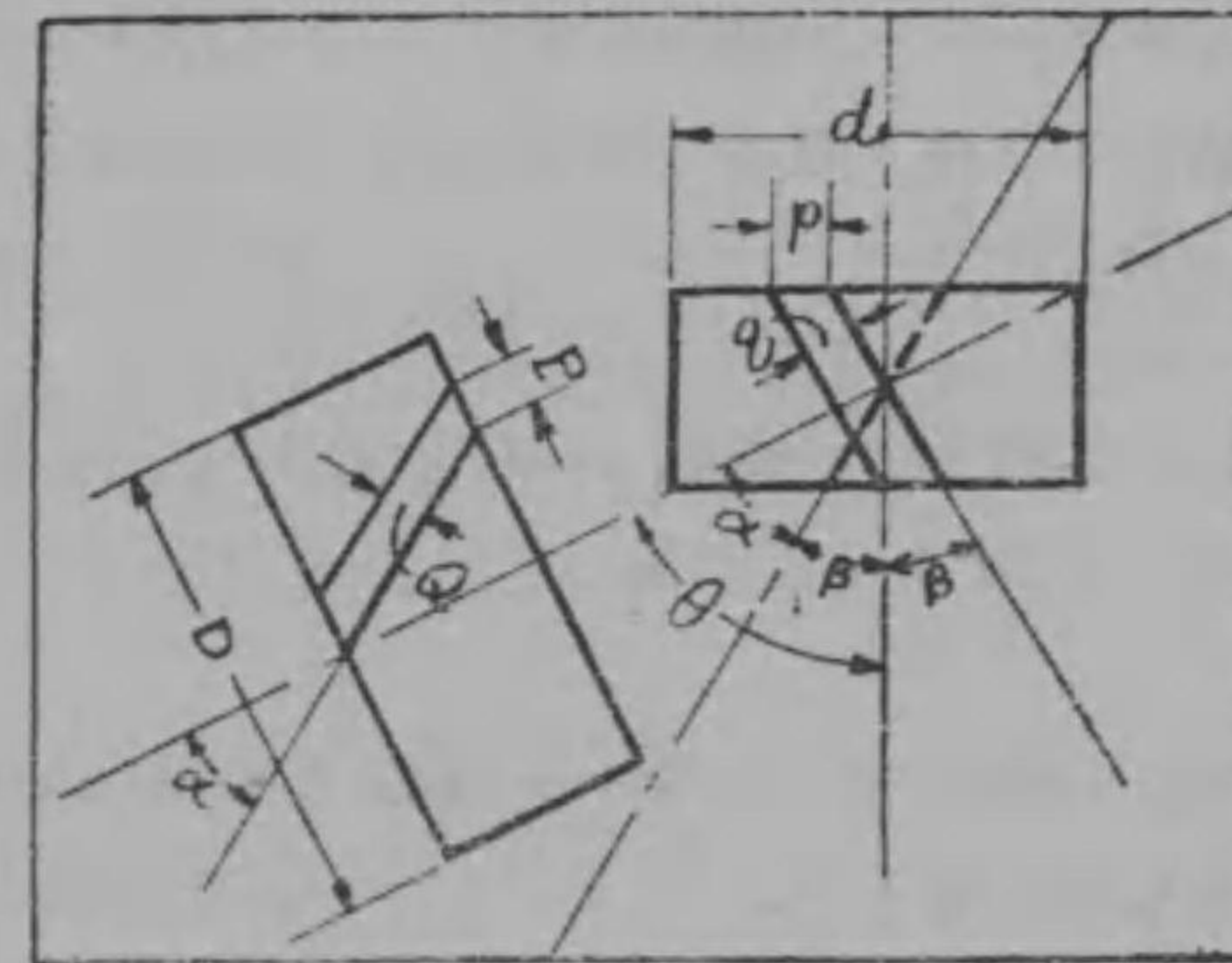
ピッチ吋	齒車の直徑: D (吋一分)									
	3 6	4 0	4 6	5 0	5 6	6 0	7 0	8 0	9 0	10 0
1	.042	.048	.054	.060	.066	.072	.084	.096	.108	.120
1 1/4	.052	.060	.067	.075	.082	.090	.105	.120	.135	.150
1 1/2	.063	.072	.081	.090	.099	.103	.126	.144	.162	.180
1 3/4	.073	.084	.094	.105	.115	.126	.147	.168	.189	.210

2	.084	.096	.108	.120	.132	.144	.168	.192	.216	.240
2 1/4	.094	.108	.121	.135	.148	.162	.189	.216	.243	.270
2 1/2	.104	.120	.134	.150	.164	.180	.210	.240	.270	.300
2 3/4	.115	.132	.148	.165	.181	.198	.231	.264	.297	.330
3	.126	.144	.162	.180	.198	.216	.252	.288	.324	.360
3 1/4	.136	.156	.175	.195	.214	.234	.273	.312	.350	.390
3 1/2	.146	.168	.188	.210	.230	.252	.294	.336	.378	.420
3 3/4	.157	.180	.202	.225	.247	.270	.315	.360	.405	.450
4	.168	.192	.216	.240	.264	.288	.336	.384	.432	.480
4 1/4	.178	.204	.23	.255	.280	.306	.357	.408	.460	.510
4 1/2	.188	.216	.242	.270	.296	.324	.378	.432	.486	.540
4 3/4	.199	.228	.256	.285	.313	.342	.399	.455	.512	.570
5	.210	.240	.270	.300	.330	.360	.420	.480	.540	.600
5 1/2	.230	.264	.296	.330	.362	.396	.462	.528	.594	.630
6	.252	.288	.324	.360	.396	.432	.504	.576	.648	.720

19. キーム、スパイラル、ヘリカル、ギヤ (Worm, Spiral, Helical gear)

1. 三者の關係:—ウォーム、スパイラル、ヘリカルの三者は其關係共通なるものにして、ウォームギヤに於けるウォームとホキールとの徑比を 1 に近くせば兩者の齒形は同一となる。即ちスパイラルギヤなり。又斜交軸におけるスパイラルギヤを平行軸となす時は、ヘリカルギヤとなる。故に以上三種の嚙合は其基礎を同ふるものにして、各特殊の場合を斯く稱するものとす。

2. 一般斜交軸:—圖に就きて一般斜交軸の交角を ϕ とす。



- 今、圆周上ピッチ.....P (ギヤ) p (ピニオン)
- ノルマル、ピッチ.....Q (") q (")
- ピッチ圓.....D (") d (")
- 齒數.....N (") n (")
- 圆周速度.....V (") v (")
- スパイラル角.....α (") β (")

等とするときは次の關係を得。即ち

$$\alpha + \beta = 0 \dots\dots\dots(1)$$

$$Q = P \cos \alpha, \quad q = p \cos \beta, \quad Q = q \dots\dots\dots(2)$$

$$\therefore \frac{v}{V} = \frac{QN}{q^n} = \frac{NP \cos \alpha}{np \cos \beta} = \frac{D \cos \alpha}{d \cos \beta} \dots\dots\dots(3)$$

故に、 $\theta = 0'$ 或は $180'$ の時回轉反對、 $v:V = D:d$

$\theta = 90'$ のとき..... $v:V = D \sin \alpha : d \cos \alpha$

即、 $\theta = 180'$ に於てはヘルカルギヤの螺旋角は並行にして $\alpha = 20'$ を用ふるを普通とす。

20. フォーム、ギヤの嚙合關係

1. 直交軸フォームギヤの關係:—フォームギヤに於て兩軸の距離を H 時とす。圖に就きて、 $2H$ を d 及 D の各個のウォーム及ホキールに分割す。然るとき、 d をウォームとせば、1 回轉に付き πd を動く。

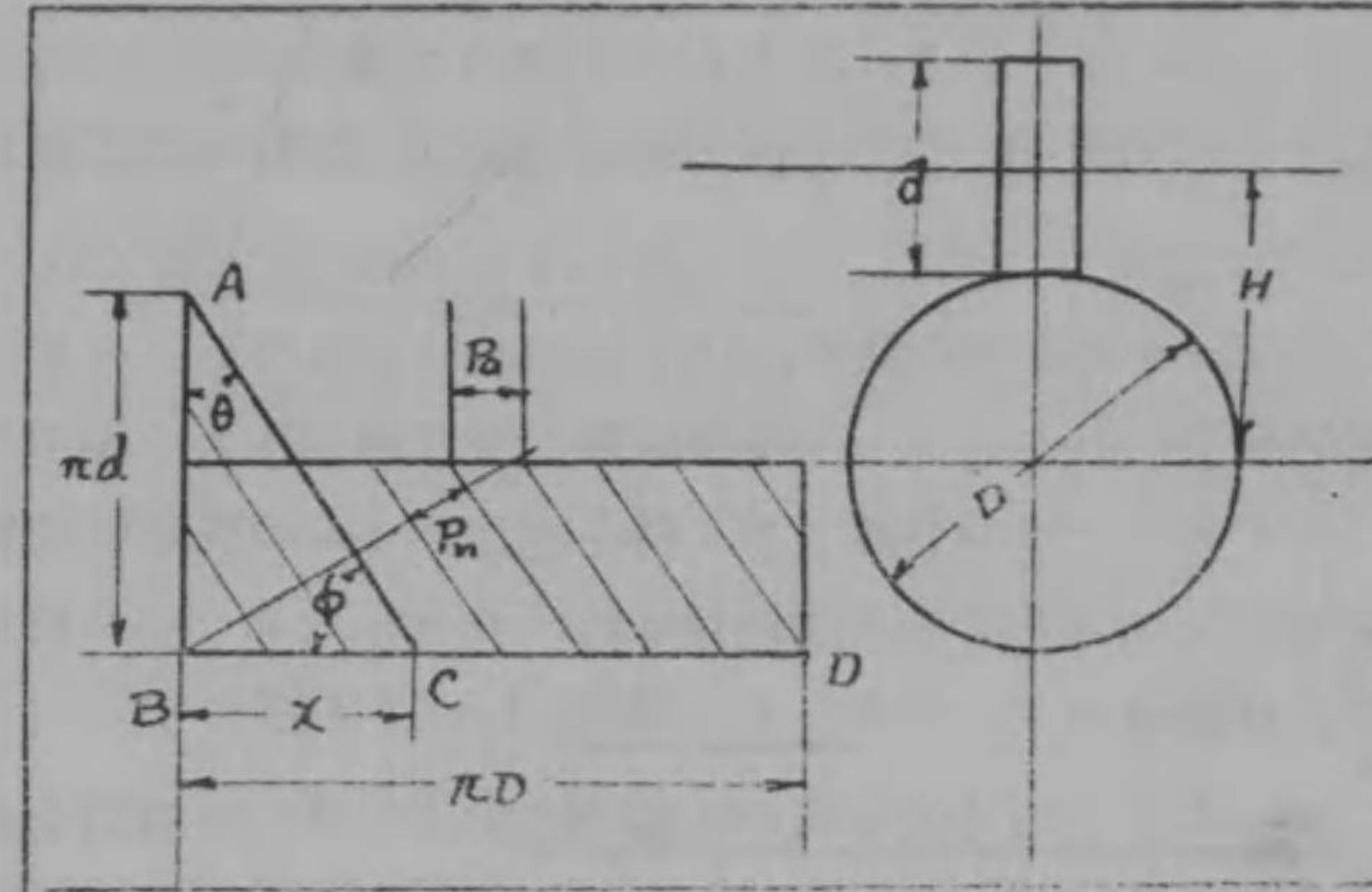
今、ウォームホキールとの回轉比を $1:n$ とせばピッチ x との間に次の關係あり。尚 θ 及 ϕ を各螺旋角 (Spiral angle) とす。

$$x = \frac{\pi D}{n} \dots\dots\dots(1) \quad \theta + \phi = \frac{\pi}{2} \dots\dots\dots(2)$$

即、 πd 及 x を用ひて三角形 ABC に依りて、 θ 及 ϕ の角を決定す。但、 θ はウォームの角にして、 ϕ はホキールの角なり。

以上に依り、一般にフォームギヤは BD をホキールの圆周に巻き付けたるものに等とし。

圖に於て、 pa を圆周ピッチ (Circumferencial pitch) と云ひ、 pn をノルマルピッチ (Normal pitch) と云ふ。



2. 計算例:—瓦斯機關の減速裝置に於てフォームギヤを用ふ。今、 $d = D$ 及び $n = 2$ とするときは、

$$\pi d = \pi D, \quad x = \frac{1}{2} \pi D \text{ となるを以て、}$$

$$\tan \phi = 2, \quad \phi = 63^\circ \quad \theta = 27^\circ$$

3. フォームギヤにてはフォームの徑を螺旋ピッチの 14—15 倍に採るを普通とす。又齒數 30 以下のウォームホキールの必要を生ぜしときは齒數を 2 倍となし、二重山のネツとして用ふ。尚フォームギヤの效率は 50—75% の間にあり。最も良好なるは 97% に至るものとす。

4. 螺旋角の取り方に於て、 $\tan \alpha = \mu$: 摩擦係數なる様、 α の角度を撰ぶときは、齒面の壓力を直角に働かしむ。即ち自己定着 (Self-locking) となる可し。故に、

$$\tan \alpha = \mu = \frac{p}{\pi d} \dots\dots\dots(3)$$

但、 p = 圆周ピッチ、 d = フォームの徑、 μ = 摩擦係數:—

単條ネジのとき	$\mu=0.15$
2 條	$\mu=0.296$
3 條	$\mu=0.444$

又、チームホキールに於ける μ の値は速度が 270—550 呎/分のときに最小値となる。故に此範圍に速度を撰ぶを可とす。

5. チームホキールの齒形にはインボルト及サイクロイド共に用ひらるれども、チームを直線齒となす様カッターを用ふる故にインボルトを普通とす。然るに、チームの削成は旋盤に依るを以て、ピッチの表示法には特にサーキユラーピッチを以てす。此場合ピッチを リード、進程 (Lead) と稱せり。

6. チームギヤの寸法を求むる關係式：—ホキール齒の上面圓弧を スロート (Throat) と云ふ。ホキール齒の上面圓弧の張る角を フェース、アングル (Face angle) と稱す。即ちチームの中心角なり。

茲に、 H =中心距離、 S =アテンダムとし、尙次の如く、

(ホキールの寸法)

(チームの寸法)

P =サーキユラーピッチ	l =リード(單條のときピッチ)
D =ピッチ圓の直徑	d =ピッチ圓直徑
O =スロート直徑	o =ネジの半徑
N =齒數	n =ネジの種類條數
α =フェースアングル	β =スパイラルアングル
W =齒の全深	b =ネジ底徑
U =スロート曲面半徑	x =ネジ部分の長さ
O' =齒の先端外徑	T =ネジ切パイットの刀先幅

然るときは次の關係式あり。

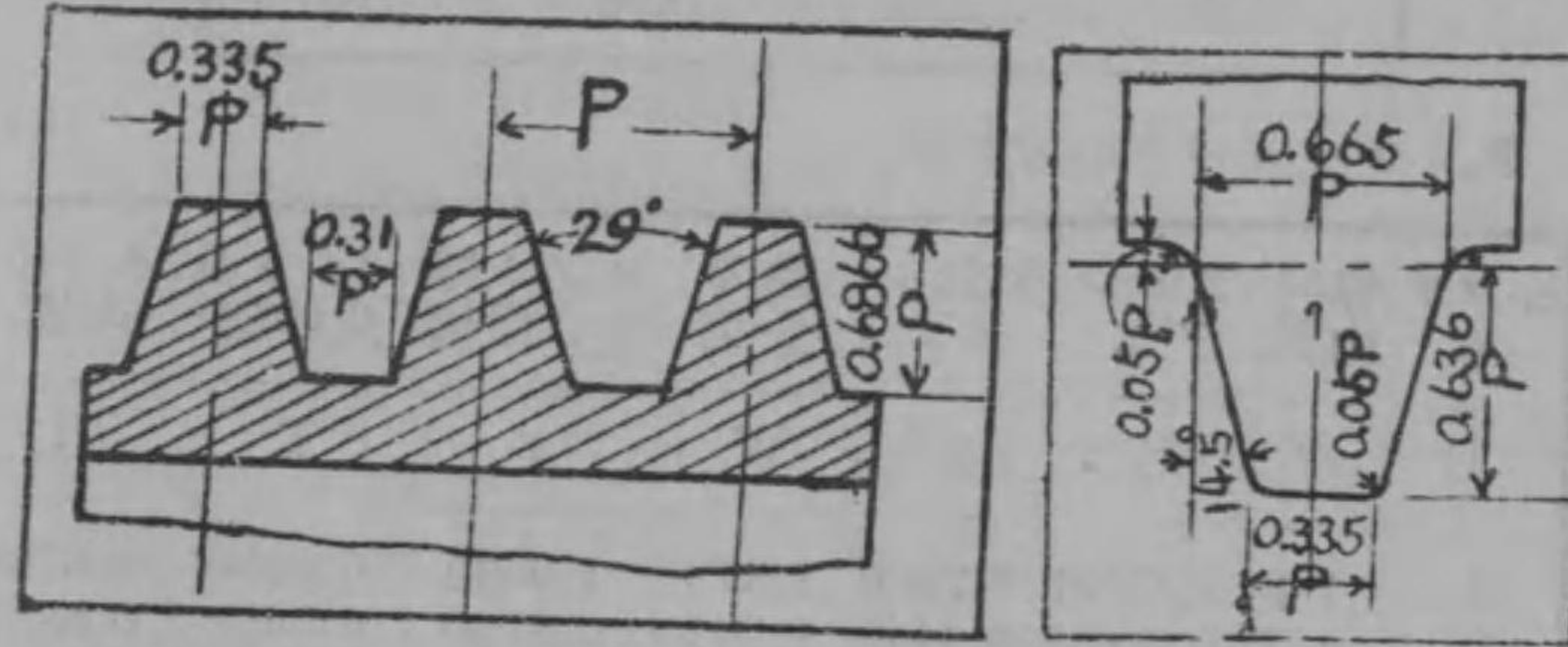
- | | |
|-----------------------|------------------------------|
| 1. $S=0.3183 P$ | 1. $H=(D+d) \div 2$ |
| 2. $P=l \div n$ | 2. $l=\pi d \div \cot \beta$ |
| 3. $D=\frac{NP}{\pi}$ | 3. $d=o-2S$ |

- | | |
|---|-------------------------|
| 4. $W=0.6866 P$ | 4. $b=o-2W$ |
| 5. $O=D+2S$ | 5. $o=d+2S$ |
| 6. $U=\frac{o}{2}-2S$ | 6. $x=2\sqrt{2OS-4S^2}$ |
| 7. $O'=2U\left(1-\cos \frac{x}{2}\right)+O$ | 7. $T=0.31 P$ |

7. チームの形状パイット及ホツブ：—チームホイールの齒切は始めにパイットを以て粗削りをなし、後にホツブ (Hobs) を以て正確なる仕上をなす。ホツブはスクリウと同形の刃物にして、寸法はチームに間隙を加へたる大きなり。

圖に於いて、左はチームの断面圖にして、右はホツブの圖なり。

- 但、ホツブの外徑 $=d+0.1 P$ (1)
 ホツブの底徑 $=d-1.2732 P$ (2)



8. チームギヤの許容荷重—茲に次の假定を置く。

P =チームホキールに掛る壓力

$F=P$ に打ち勝つ爲めのチームの力

α =チームの螺旋角度

f =摩擦係數

E =チームギヤ效率、% とするとき、

$$F=P \times \frac{f+\tan \alpha}{1-f \tan \alpha} \dots \dots \dots (1)$$

$$E=\frac{\tan \alpha(1-f \tan \alpha)}{f+\tan \alpha} \dots \dots \dots (2)$$

P の値は、チームホキールの歯厚と歯幅とに依りて許容さ
る可き壓力なり。而して歯厚はサーキュラーピッチの因数なる
故

$$P=C \times p \times b \dots\dots\dots (3)$$

但、p:サーキュラーピッチ、b:歯幅、c:係数とす。
c は速度に依りて次の値をとる。但、槽中の油を甚だしく熱
せざる程度以内の最少値なり。

V 呎/分	C	V 呎/分	C
10	1000	300	340
30	970	400	290
50	650	500	260
80	550	600	230
100	510	700	200
150	450	800	185
200	400	900	165
250	370	1000	150

9. チームギヤの寸法表:—

ピッチ 時	毎時 山數	アデン ダム	テデン ダム	齒の 全深	ピッチ線 上、齒幅	バイト及 先の幅	ネツ山 の幅
P	n'	S	S+f	W	t	T	R
2	1-2	0.6366	0.7366	1.3732	1.0000	0.6200	0.6708
1 1/2	4-7	0.5570	0.6445	1.2015	0.8750	0.5425	0.5869
1 1/3	2-3	0.4775	0.5524	1.0299	0.7500	0.4650	0.5031
1 1/4	4-5	0.3979	0.4603	0.8582	0.6250	0.3875	0.4192
1	1	0.3183	0.3683	0.6866	0.1000	0.3100	0.3354
3/4	1 1/2	0.2387	0.2762	0.5149	0.3750	0.2325	0.2515
2/3	1 1/3	0.2122	0.2455	0.4577	0.3333	0.2036	0.2236
1/2	2	0.1592	0.1841	0.3433	0.2500	0.1550	0.1677
2/5	2 1/2	0.1273	0.1473	0.2746	0.2000	0.1240	0.1341
1/3	3	0.1061	0.1228	0.2289	0.1666	0.1033	0.1118
2/7	3 1/2	0.0909	0.1053	0.1962	0.1429	0.0886	0.0958
1/4	4	0.0796	0.0920	0.1716	0.1250	0.0775	0.0838
2/9	4 1/2	0.0707	0.0819	0.1526	0.1111	0.0689	0.0745
1/5	5	0.0637	0.0739	0.1373	0.1000	0.0620	0.0670
1/6	6	0.0531	0.0613	0.1144	0.0833	0.0516	0.0559
1/7	7	0.0455	0.0526	0.0981	0.0714	0.0443	0.0479
1/8	8	0.0398	0.0460	0.0858	0.0625	0.0387	0.0419
1/9	9	0.0354	0.0409	0.0763	0.0555	0.0344	0.0372

1-10	10	0.0318	0.0369	0.0687	0.0570	0.0310	0.0335
1-12	12	0.0265	0.0307	0.0572	0.0416	0.0253	0.0279
1-14	14	0.0227	0.0263	0.0490	0.0357	0.0221	0.0239
1-16	16	0.0199	0.0230	0.0429	0.0312	0.0194	0.0209
1-18	18	0.0176	0.0205	0.0382	0.0277	0.0172	0.0186

(註) テデンダムの f は間隙 (Clearance) にして次の値を
とる。

$$f = \frac{t}{10} = \frac{P}{20} = \frac{0.15708}{\text{ダイアメトラルピッチ}}$$

21. スパイラルギヤの嚙合關係

1. 一般斜交軸の兩車徑が同一ならざる場合:—此場合ス
パイラルの寸法を求むる關係式次の如し。

θ = 一般斜交軸の交角

dg = ノルマルダイアメトラルピッチ

H = 兩軸の中心距離

R = 兩車の嚙合比とす。

尙、各大さを次の如く。(ギヤの寸法) (ベニオンの寸法)

- スパイラル角..... α β
- 齒數.....N.....n
- ピッチ圓徑.....D.....d
- 齒車外徑.....O.....o
- 螺旋リード.....L.....l
- カツターを撰ぶ }T.....t
- 爲めの齒數 }

上記の如くするとき

$$\left. \begin{aligned} \theta &= \alpha + \beta & H &= (D+d) + 2 \dots\dots\dots \\ R &= N + n & N &= Rn \dots\dots\dots \end{aligned} \right\} (1)$$

次に各車輪の大きさの如く:—

$$\left. \begin{aligned} \text{(ギヤの寸法)} & & \text{(ベニオンの寸法)} \\ 2. D &= \frac{N}{dg \cos \alpha} & 2. d &= \frac{n}{dg \cos \beta} \end{aligned} \right\}$$

$$\begin{array}{ll}
 3. O = D + \frac{2}{dq} & 3. o = d + \frac{2}{dq} \\
 4. L = \pi D \cot \alpha & 4. l = \pi d \cot \beta \\
 5. T = \frac{N}{\cos^3 \alpha} & 5. t = \frac{n}{\cos^3 \beta}
 \end{array}$$

而して α 及 β の決定には、先づ $\alpha\beta$ を適當の値に前提して、

$$n = \frac{2H dq \cos \alpha \cos \beta}{R \cos \beta + \cos \alpha} \dots\dots\dots (6)$$

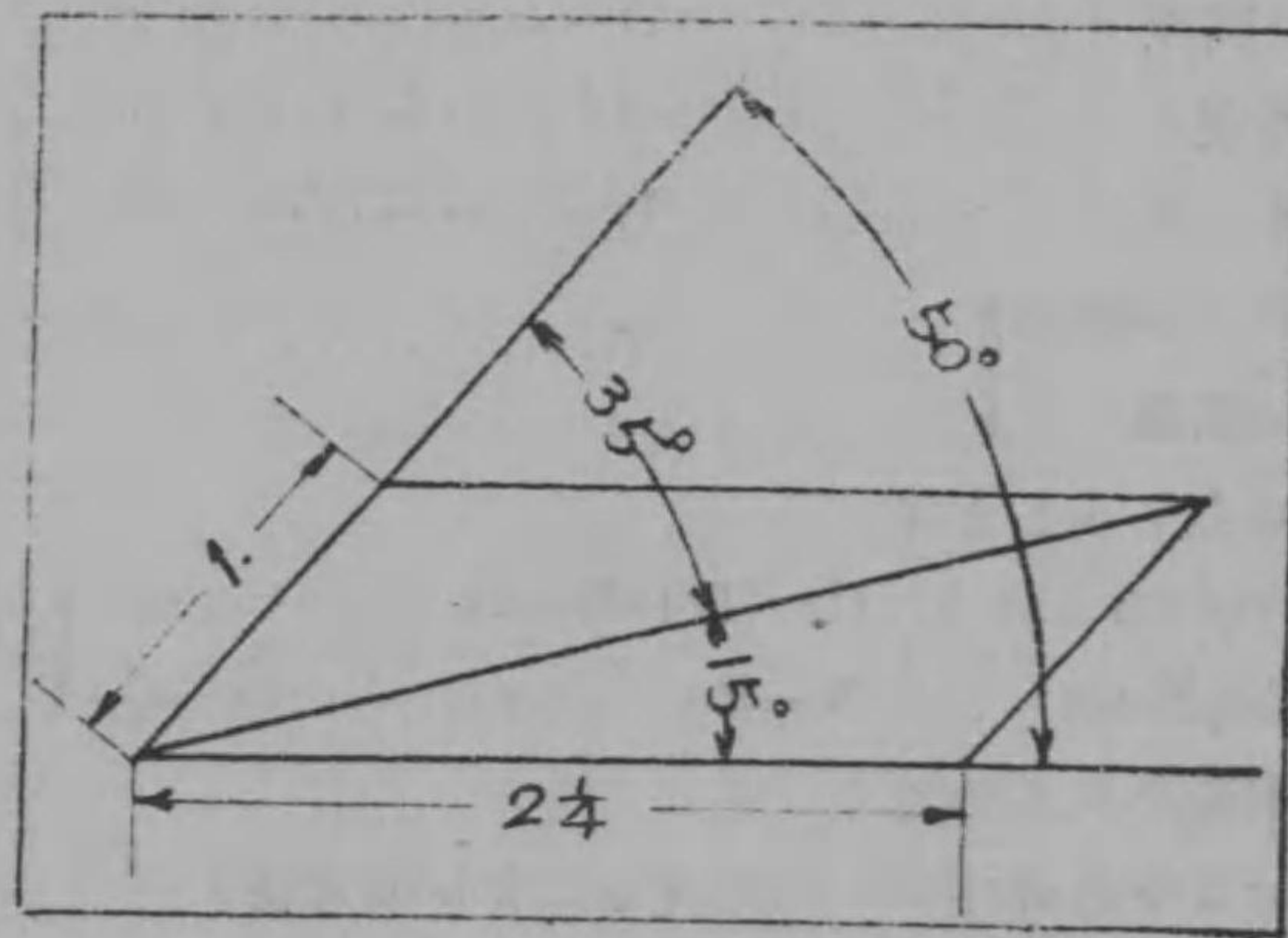
(6) 式より n の齒数が整数なる如く決定し、 n を前提して、

$$\frac{R}{\cos \alpha} + \frac{1}{\cos \beta} = \frac{2H dq}{n} \dots\dots\dots (7)$$

即 (7) 式の關係より、試みの方法を以て α 及 β の正確なる値を定むるものとす。

茲に α 及 β の角に θ を分割するに就き、兩軸間の推力を等量に分配せんとせば、 θ の半角を兩齒輪の螺旋角となす可し。然れども兩齒間に滑りの作用を最少にする爲めには各速度比に分割すべし。

例へば、 $\theta = 50^\circ$ 、 $N:n = 36:16 = 2.25$ なるとき、圖の如く平行四邊形を畫きて 35° 及 15° に分つものとす。



(註) B & S 會社に於いては上の關係を平均に持たせたる

螺旋角を採用せり。即ち上例に就きては 30° と 20° に分つ。

2. 特別の場合 $\theta = 90^\circ$:—此場合次の定式を得。但、他は同前。

$$n \text{ の決定式 } n = \frac{2H dq \sin \alpha}{HR \tan \alpha} \dots\dots\dots (6')$$

$$B = 90^\circ - \alpha \dots\dots\dots (1')$$

3. 特別の場合 $\theta = 45^\circ$ ($\alpha, \beta = 22\frac{1}{2}^\circ$) :—此場合次の關係あり。但、他は同前。

(ギヤ寸法) (ピニオン寸法)

$$\begin{array}{ll}
 2' D = \frac{N}{0.9239 dq} & 2' d = \frac{n}{0.9239 dq} \\
 4' L = 7.584 D & 4' l = 7.584 d \\
 5' T = N \div 0.788 & 5' t = n \div 0.788
 \end{array}$$

4. 特別の場合 $\theta = 90^\circ$ ($\alpha, \beta = 45^\circ$) :—

同様、 n の決定式: $n = \frac{1.41 H dq}{R+1} \dots\dots\dots (6')$

$$\begin{array}{ll}
 2' D = \frac{N}{0.70711 dq} & 2' d = \frac{n}{0.70711 dq} \\
 4' L = \pi D & 4' l = \pi d \\
 5' T = N \div 0.353 & 5' t = n \div 0.353
 \end{array}$$

5. 特別の場合 $\theta = 180^\circ$ ($\alpha = \beta$) :—此場合螺旋角: α は兩軸に推力の小なる様 20° 以下に用ふものとす。即ち次式あり。

$$\cos \alpha = \frac{N+n}{2 dq H} \dots\dots\dots (8)$$

$$\begin{array}{ll}
 4' L = \pi D \cot \alpha & 4' l = \pi d \cot \alpha \\
 5' T = N \div \cos^3 \alpha & 5' t = n \div \cos^3 \alpha
 \end{array}$$

[註] (7) 式、 $\frac{R}{\cos \alpha} + \frac{1}{\cos \beta} = \frac{2H dq}{n}$ より $\cos \alpha$ を求む

るに、方程式に依るときは四次式の解となる。即ち次の如く解す。但

$$\frac{2H dq}{n} = C \quad \cos \alpha = x \dots \dots \dots (1)$$

$$x^4 + 2px^3 + qx^2 + 2rx + s = 0 \dots \dots \dots (2)$$

(2) 式は x の関係にして、 p, q, r, s 等は次の値を取る。

$$\left. \begin{aligned} p &= -\frac{R + \cos \theta}{C} \dots \dots \dots \\ q &= \frac{1}{C^2} (1 + R^2 + 2R \cos \theta) - \frac{1 - \cos 2\theta}{2} \dots \dots \dots \\ r &= \frac{R}{C} \left(\frac{1 - \cos 2\theta}{2} \right) \dots \dots \dots \\ s &= -\left(\frac{R}{C} \sin \theta \right)^2 \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (3)$$

然るときは次の関係式を得。

$$\begin{aligned} Z &= \left(-\frac{Q}{2} + \sqrt{\frac{Q^2}{4} + \frac{P^3}{27}} \right)^{\frac{1}{3}} \\ &+ \left(-\frac{Q}{2} - \sqrt{\frac{Q^2}{4} + \frac{P^3}{27}} \right)^{\frac{1}{3}} \dots \dots \dots (4) \end{aligned}$$

$$\left. \begin{aligned} \text{但、 } P &= -\left(r + s + \frac{1}{12} q^2 \right) \dots \dots \dots \\ Q &= \frac{q}{b} (s - r) - \frac{1}{2} (sp^2 + r^2) - \frac{1}{108} q^2 \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (5)$$

(4) 式より Z の値を知るときは次の関係を得。

$$\left. \begin{aligned} K &= Z - \frac{2}{3} Q \dots \dots \dots \\ b &= \sqrt{K^2 - S} \dots \dots \dots \\ a &= \sqrt{p^2 + 2K - q} \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (6)$$

然るとき、(6) の関係より、次の 2 次方程式 2 個を得。

$$\left. \begin{aligned} x^2 + (p+a)x + (K+b) &= 0 \dots \dots \dots \\ x^2 + (p-a)x + (K-b) &= 0 \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (7)$$

即ち (7) 式に依りて x の値を得然れども解釋上適當なる 1 個を用ふるものとす。(7) 式より次の結果を得。

$$\left. \begin{aligned} x &= \frac{-(p+a) \pm \sqrt{(P+a)^2 - 4(K+b)}}{2} \dots \dots \dots \\ x &= \frac{-(p-a) \pm \sqrt{(P-a)^2 - 4(K-b)}}{2} \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (8)$$

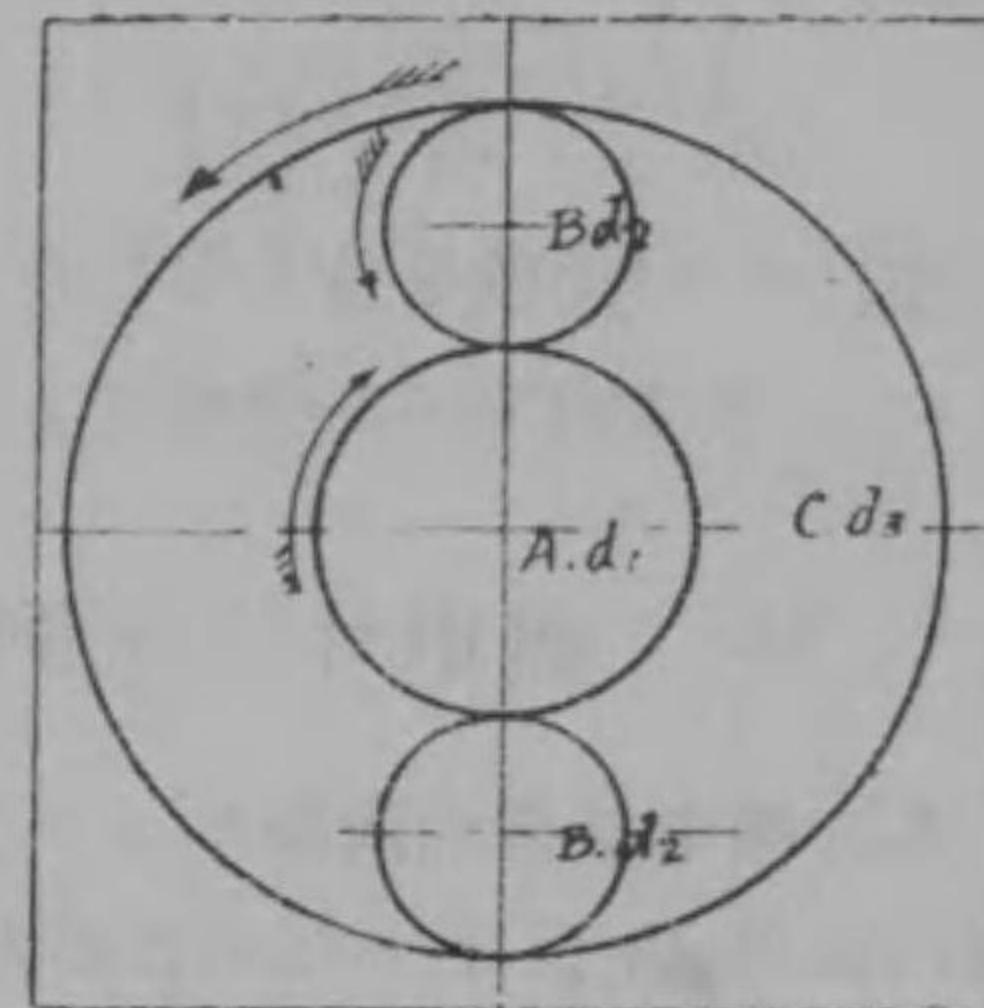
茲に x の値は常に 1 より小なる可し。而して負數を得るときは、第 2 象限にて \sin の値に相當す。

22. 外擺齒輪 (Eppicyelic Train).

1. 圖に就きて、ABC の 3 個の齒輪にて、 d を各直徑とす。

然るとき次の 3 種の廻轉方法に對する B の運動及廻轉數を求む。但 A: 働齒輪 } とす。
B: 從齒輪 }

- (1) A の廻轉は右廻り
C を左廻り n 廻轉となす。
- (2) A の廻轉は右廻り
C を左廻り n 廻轉となす。
- (3) A の廻轉は右廻り
C を廻轉なきものとす。



2. 解: x を B が A の廻りに廻轉する回轉數とす。然るとき

(1) の場合:—

$$\text{A 對 B の廻轉} = 1 - x \quad \text{B の外の廻轉} = -(1 - x) \times \frac{d_1}{d_2}$$

$$\begin{aligned} \text{C 對 B の廻轉} &= -(1 - x) \times \frac{d_1}{d_2} \times \frac{d_2}{d_3} \\ &= -(1 - x) \frac{d_1}{d_3} \dots \dots \dots (1) \end{aligned}$$

$$\text{故に } (C \text{ 對 } A) = (C \text{ 對 } B) + C = -(1 - x) \frac{d_1}{d_3} + x = -n \quad (2)$$

(2) より $-\frac{d_1}{d_3} + \frac{d_1}{d_3}x + x + n = 0,$
 $x = \left(\frac{d_1}{d_3} - n\right) \div \left(1 + \frac{d_1}{d_3}\right) \dots\dots\dots(3)$

(2) の場合:—

(C對A)=(C對B)+C=n, $\therefore -(1-x)\frac{d_1}{d_3} + x = n$ (4)

$\therefore -\frac{d_1}{d_3}x + x - n = 0,$ $x = n + \frac{d_1}{d_3} \dots\dots\dots(5)$

(3) の場合:—

(C對A)=(C對B)+c=0, $\therefore -(1-x)\frac{d_1}{d_3} + x = 0$ (6)

$\therefore \frac{d_1}{d_3} + x\frac{d_1}{d_3} + x = 0$ $x = \frac{d_1}{d_1+d_3} \dots\dots\dots(7)$

註、x の記號を負となしたるものは、A の廻轉に對し反對の方向なるを意味す。

23. 齒車寸法比例。

1. 齒車は普通齒幅をピッチの 3 倍となす。但鑄放しの齒車には 2 倍以下となす必要あり。而して大馬力に用ゆる特別の場合に於ては、5 倍迄を用ふることあり。

2. 齒の兩側に側板 (Shroud) を付したる時は、其強さは幅小なる時、5% 増、幅大なる時 25% 増とす。又片側板にすれば 10% 増のものとする。

3. 齒車アーム:—アームの数は直徑に依り大凡次の如く採る。

- 直徑 3 呎迄……………4 個
- 3 呎—6 呎……………6 個
- 6 呎—10 呎……………8—12 個

4. アームの強は曲力率に耐ゆべきものにして、
W=ピッチ圓周に於ける回轉力、封度

R=ピッチ圓の半徑、吋……………N=アーム數
y=ボスに近き處よりピッチ圓周迄の距離、吋
z=斷面のモデュラスとせば

$\frac{W}{N} \times y = fz \dots\dots\dots(1)$

f の質は、3000 封度/平方吋を用ふ。即ち鑄鐵の強さは約 10 噸にして、安全率 7 を用ひたり。又 z の値は斷面の形狀に依りて異なる。即 z の表に依りて求む可し。

5. ボスの寸法:—ボスは次の算式より其大きさを定む。

T=ボスの厚さ、吋 d =車軸の直徑、吋
L=ボスの長さ、吋 p =ピッチ、吋
D=ピッチ圓の直徑、吋 とするとき、

$T = \frac{7p}{9} + .125 D$ $L = 1\frac{1}{2} D \dots\dots\dots(2)$

大形齒車にて鍊鐵環をボスに嵌むる時は次の大さとなす。

環の厚: $t_3 = \frac{2}{3} T \dots\dots\dots$
環の幅: $b = \frac{7}{8} t_3 \dots\dots\dots$
環内徑: $d_1 = d + \frac{3}{2} T \dots\dots\dots$ } (3)

6. 鑄鐵製齒車重量概算式:—

- (1) 正齒輪: $W = b(5.6 + 9p)(D + 0.1D^2)$ 或 $0.3 nbp^2$
- (2) 傘齒輪: $W = b(4 + 6.3p)(D + 0.1D^2)$ 或 $0.325 nbp^2$

但、W=重量、封度 p =ピッチ、吋 n =齒數
 b =齒幅、吋 D =ピッチ圓徑、吋

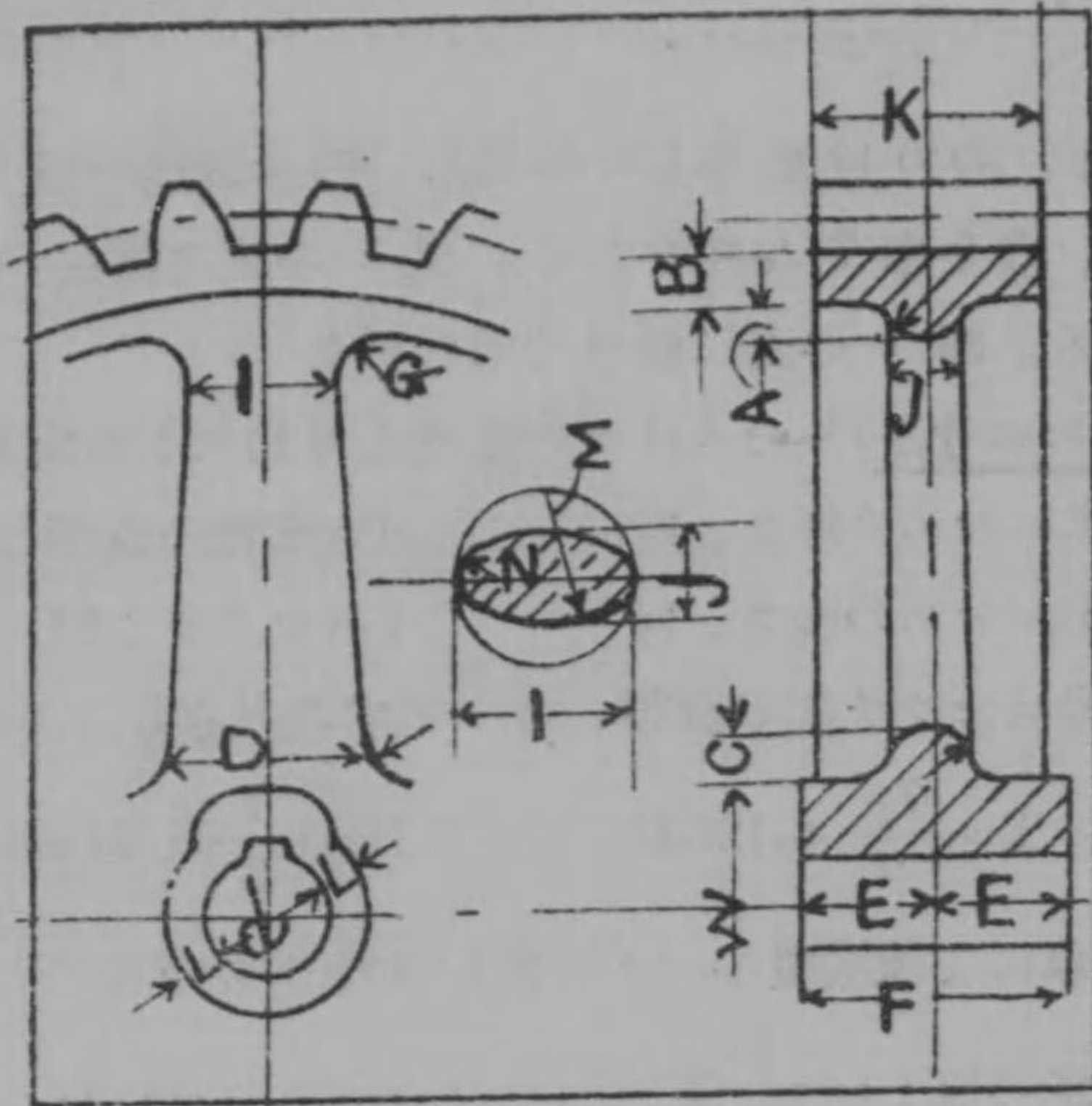
7. 正齒輪、楕圓形腕の比例寸法:—

圖に於て:—

$A = \frac{1}{2} \times J$
 $B = 0.48 \times \text{ピッチ}$

$$C=0.25D \text{ 約}$$

$$D=I+\frac{3}{4} \text{ 吋/1 呎}$$



$$E=\frac{1}{2}K+\frac{1}{40} \text{ 車半徑}$$

$$F=K+\frac{1}{40} \text{ 車直徑}$$

$$G=\frac{1}{4} \times J$$

$$I=2.125 \text{ ピッチ}$$

$$J=\frac{1}{2} \times I$$

$$L=\frac{7}{16} \times \text{軸徑}$$

$$M=\frac{3}{4} \times I$$

$$N=\frac{1}{8} \times I$$

$$P=L+\frac{1}{8} \text{ 吋}$$

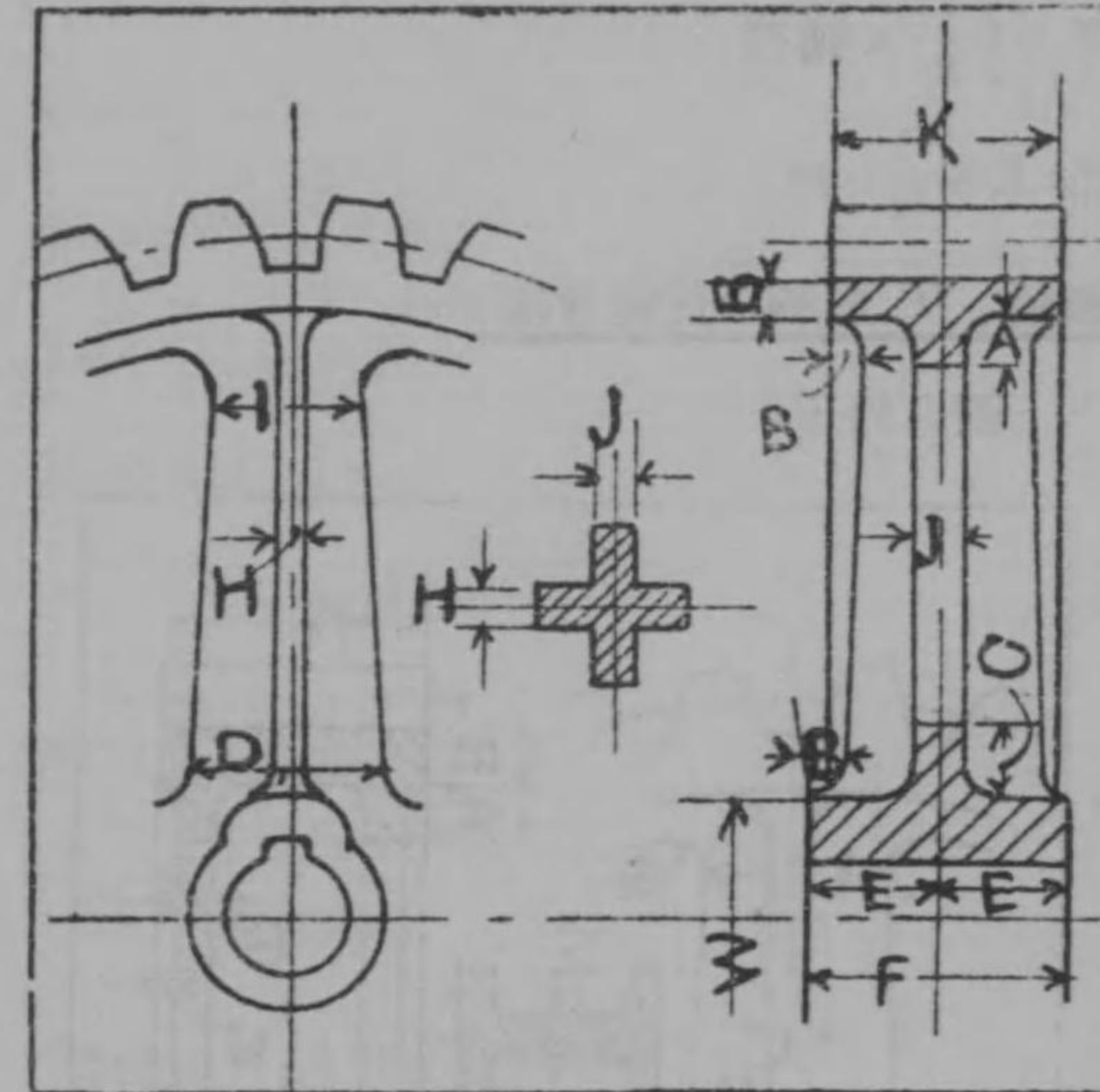
$$W=1\frac{7}{8} \text{ 軸徑}$$

$$K=2\sim3 \text{ ピッチ}$$

$$H=\frac{1}{2} \times J$$

8. 正齒輪、十字形腕の比例寸法：—

圖に於て：—



$$A=\frac{1}{4} \times I$$

$$B=0.48 \text{ ピッチ}$$

$$C=0.25D \text{ 約}$$

$$D=I+\frac{3}{4} \text{ 吋/1 呎}$$

$$E=\frac{1}{2}K+\frac{1}{40} \text{ 車半徑}$$

$$F = K + \frac{1}{40} \text{ 車直徑}$$

$$G = \frac{1}{4} \times I$$

$$H = 0.30 \text{ ピッチ}$$

$$I = 2.3 \text{ ピッチ}$$

$$J = 0.48 \text{ ピッチ}$$

$$K = 2 \sim 3 \text{ ピッチ}$$

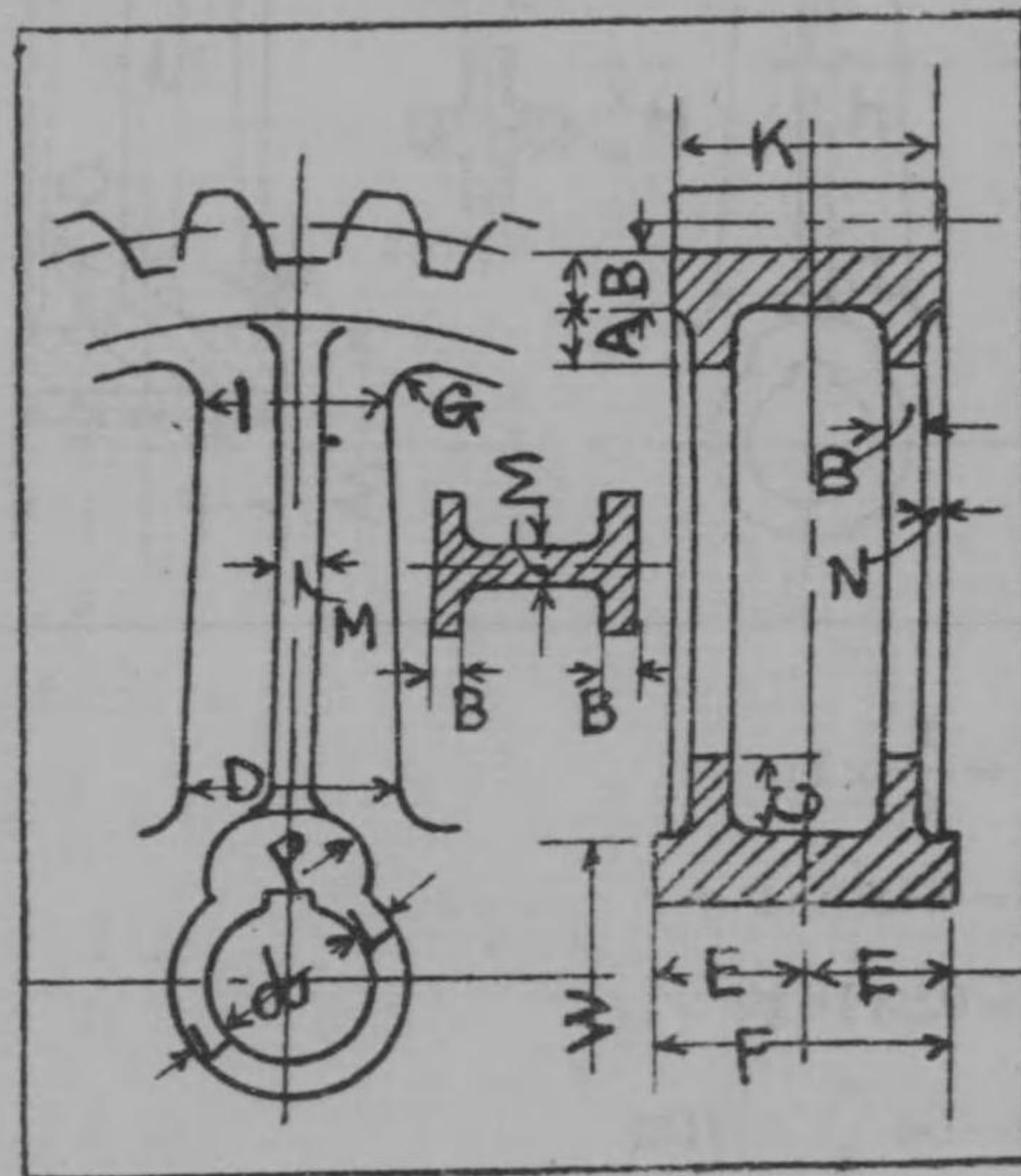
$$L = \frac{7}{16} \times \text{軸徑}$$

$$W = 1 \frac{7}{8} \times \text{軸徑}$$

$$P = L + \frac{1}{8} \text{ 吋}$$

9. 正齒輪、T形腕の比例寸法：—

圖に於て：—



$$A = \frac{1}{4} \times I$$

$$= \frac{9}{16} \text{ ピッチ}$$

$$B = 0.48 \text{ ピッチ}$$

$$C = \frac{1}{4} \times D \text{ 約}$$

$$D = 1 + \frac{3}{4} \text{ 吋/1呎}$$

$$E = \frac{1}{2} K + \frac{1}{40} \text{ 車半徑}$$

$$F = K + \frac{1}{40} \text{ 車直徑}$$

$$G = \frac{1}{4} \times I$$

$$H = 0.30 \text{ ピッチ}$$

$$I = 2 \frac{1}{4} \text{ ピッチ}$$

$$K = 2 \sim 3 \text{ ピッチ}$$

$$L = \frac{7}{16} \times \text{軸徑}$$

$$P = L + \frac{1}{8} \text{ 吋}$$

$$W = 1 \frac{7}{8} \times \text{軸徑}$$

10. 正齒輪、I形腕の比例寸法：—

圖に於て：—

$$A = \frac{1}{4} \times I$$

$$= \frac{9}{16} \text{ ピッチ}$$

$$B = 0.48 \text{ ピッチ}$$

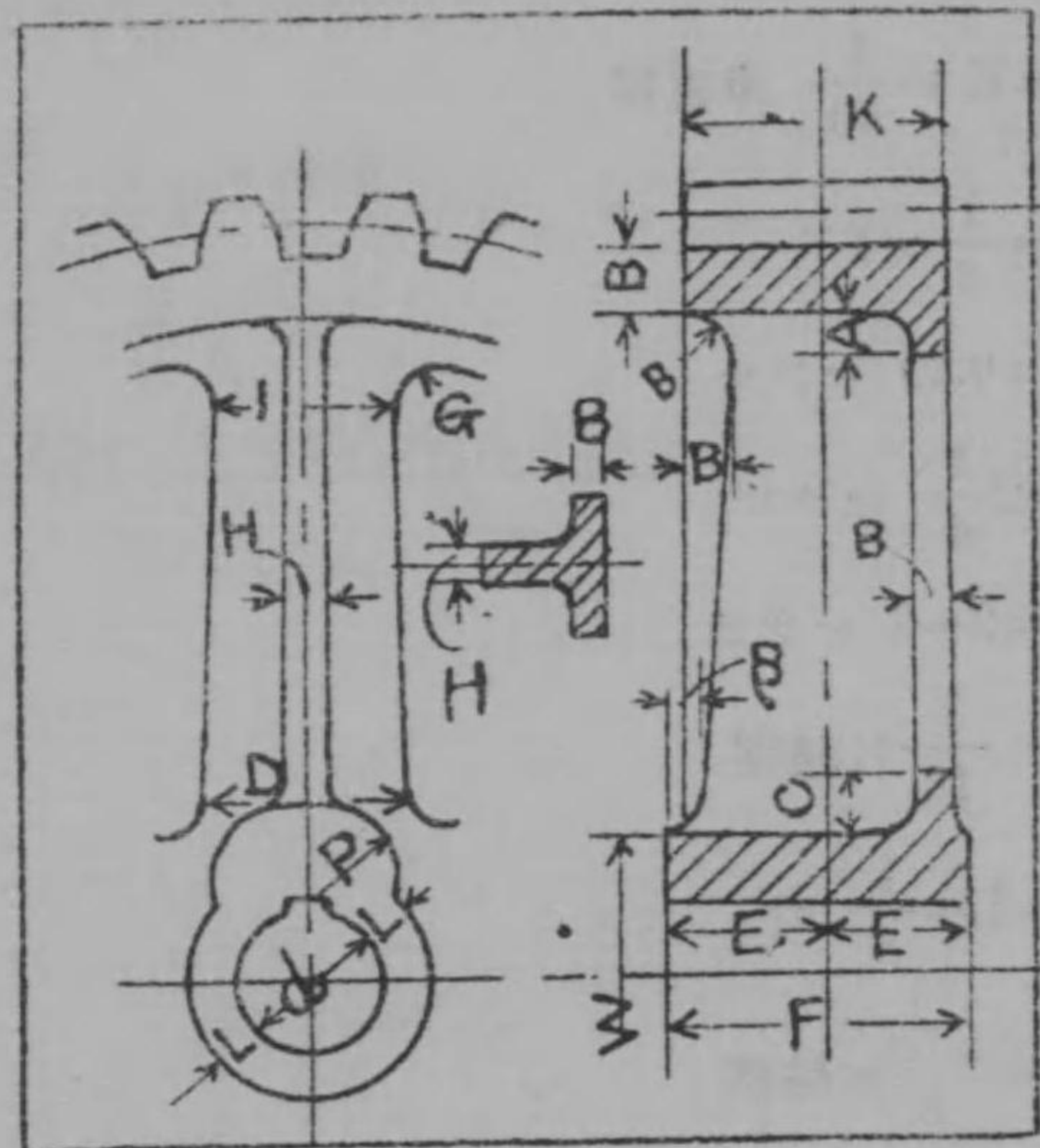
$$C = \frac{1}{4} \times D \text{ 約}$$

$$D = I + \frac{3}{4} \text{ 吋/1 呎}$$

$$E = \frac{1}{2} K + \frac{1}{40} \text{ 車半徑}$$

$$F = K + \frac{1}{40} \text{ 車直徑}$$

$$G = \frac{1}{4} \times I$$



$$I = 2.4 \text{ ピッチ}$$

$$K = 2 \sim 3 \text{ ピッチ}$$

$$L = \frac{7}{16} \times \text{軸徑}$$

$$M = 0.30 \text{ ピッチ}$$

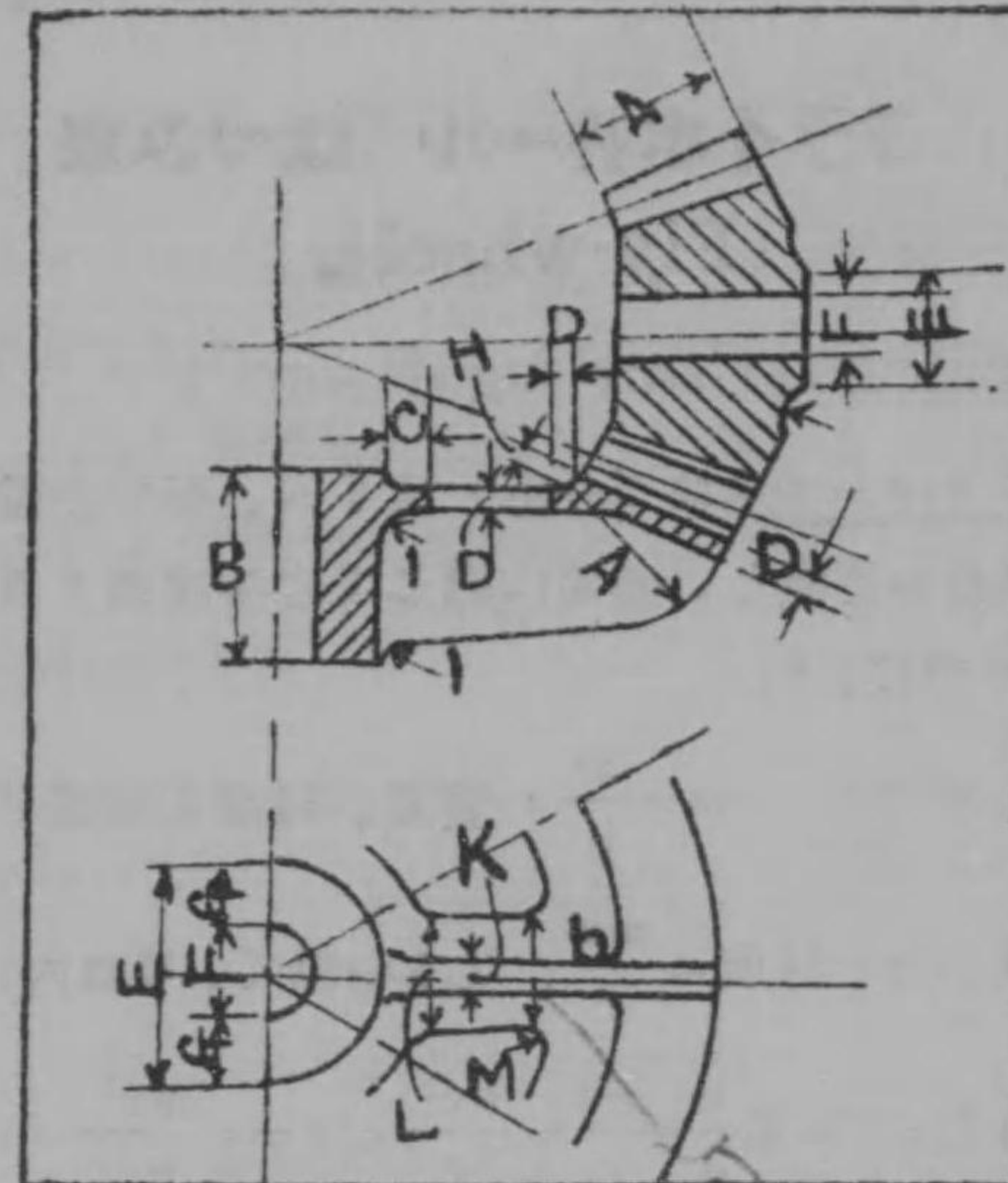
$$N = \frac{1}{4} \text{ ピッチ}$$

$$P = L + \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

$$W = 1 \frac{7}{8} \times \text{軸徑}$$

61. 傘齒輪各部比例:—

圖に於て:—



$$A = 2 \sim 3 \text{ ピッチ}$$

$$B = A + \frac{1}{4} \text{ ピッチ}$$

$$C = \frac{1}{4} \times L \text{ 最小}$$

$$D = 0.48 \text{ ピッチ}$$

$$E = 1 \frac{7}{8} \times F$$

$$F = \text{車軸徑}$$

$$G = 0.4375 F$$

$$H = 0.45 \text{ ピッチ}$$

$$I = 0.25 \text{ ピッチ}$$

$$J = 2.30 \text{ ピッチ}$$

K=0.40 ピッチ

L=J+3/4 吋/1 呎

M=1/4 x J

11. フライホイール「はづみ車」 (Fly-wheel)

1. 遠心力 (Centrifugal force)

1. フライホイール(はづみ車)はリム、車周の重量の廻轉に依りて、勢力を蓄積し、必要に應じて之を吐出するを目的とす。茲に、r=半徑、呎

v=速度、呎/秒 m=w/g : 質量、封度とせば

車周の遠心力、封度=mv^2/r なるを以て、リム内に生ずる。

全有効内力: F=Σ w/g * v^2/r = wv^2/g * 2r = 2wv^2/g(1)

又 f=材料の常用内力、封度/平方呎

a=リムの断面、平方呎とする時は

2af=2wv^2/g ∴ f=w/a * v^2/g = ω^2/g(2)

(2) 式に於て、ω=v/a にして、ω=封度/立方呎となる。

茲に P=内力、封度/平方吋とせば

P=wv^2/144g(3) v=√(144gP/ω)(4)

2. 鑄鐵製ホイールにありては、破壊内力: B=1900 封度/平方吋とす。之に安全率 7 を採りて、P=約 1 噸又は 2800 封度/平方吋となす。又 ω=450 封度/立方呎を (4) 式に用ふれば、

v=√(144x32.2x2800/450)=170 呎/秒(5)

即ち、フライホイールの最大速度は、車周に於いて 170 呎を最大限とす。然れ共、普通 v=80 呎/秒を極限とし、組立ホイールにて v=50 呎/秒を超過せざる様計算さる。

2. リムの重量 (Weight of Rim)

1. フライホイールのリム重量は、速度の動搖如何に依りて、決定す可きものにして、重量を大にせば、調整度亦大なり。

茲に、N1=1 分間最大廻轉數、 N2=1 分間最小廻轉數、 N=1 分間平均廻轉數とすれば、

廻轉動搖係數: K=(N1-N2)/N(1)

又超過勢力: ΔE=E1-E2(2)

ΔE はフライホイールに依りて供給せらる可き、勢力とす。

次に、 W=リムの重量、封度

V=リムの平均速度、呎/分

V1=最大速度、呎/分

V2=最小速度、呎/分

とする時は、 (N1-N2)/N = (V1-V2)/V V=(V1+V2)/2

∴ K=(V1-V2)/V = (V1-V2)(V1+V2)/(2V^2) = (V1^2-V2^2)/(2V^2) = (E1-E2)/(2E)(3)

(3) より、 E1-E2=2rK

∴ ΔE=2K * wv^2/2g = K * wv^2/g(4)

又は、 W=(ΔE x g)/(V^2 x K)(5)

V2=(2-K)/(2+K)(6)

2. ポンチング及シーヤングマシンの如きフライホキールを要するベルト廻はしの機械に於ては、 V_1 を最大速度とし、 V_2 を仕事をなしたる後の最小速度とせば、一廻轉に於て、 $\Delta E = 2EK = 2K \times$ 仕事全量の關係となる。 V_2 はベルトの損破又調車より跳出することなき範圍に假定す可きものとす。

3. 上式 (4) 及 (5) より重量を算出するには、次章に於ける、 K の値を適當に決定す可きものとす。

3. 蒸 汽 機 關 の フ ラ イ ホ キ ー ル

1. 蒸 汽 機 關 の フ ラ イ ホ キ ー ル に あり て は、平 均 角 速 度 $= a_0$ 、廻 轉 半 徑 $= R$ と する 時 は、

$$\text{慣性力率: } I = WR^2 = \frac{g\Delta E}{a_0^2} \dots\dots\dots(7)$$

$$(4) \text{ 及 } (7) \text{ 式より、 } K = \frac{g\Delta E}{Ia_0^2} \dots\dots\dots(8)$$

$$K = \frac{1}{20} - \frac{1}{80} \text{ とす、}$$

2. 次 に 蒸 汽 機 關 の ピ ス ト ン の 一 往 復 の 仕 事 量 と、蓄 積 す 可 き ΔE と の 比 を C と す。

$$\text{即ち、 } C = \frac{\Delta E}{P_m \times A \times 2L} \dots\dots\dots(8)$$

但、 $P_m =$ 平均有效壓力、封度/平方吋

$A =$ シリンダー面積、平方吋

$L =$ スツローク、呎 とす、

然る時は (5) 及 (8) 式より

$$W = \frac{90.2L.P_m.A}{Ra_0^2R^2} \dots\dots\dots(9)$$

茲に、フライホキールの徑 $= D$ 呎、[普通 3.5 乃至 $4.0 \times L$ とす]

平均廻轉數 $= N$ 、廻轉/分 ならば、

$$a_0R = \frac{2\pi N}{60} \times \frac{D}{2} \dots\dots\dots(10)$$

$$\text{故に、 } W = \frac{g.c.2L.P_m.A \times 3600}{K\pi^2D^2N^2} \dots\dots\dots(11)$$

然るに、 $P_mLA = \frac{HP \times 33000}{2N}$ なるを以て

$$W = \frac{3600 \times 33000}{\pi^2} \times \frac{g.c.HP}{KD^2N^3} = \frac{10814HP.C}{KD^2N^3} \dots\dots\dots(12)$$

3. 茲にフライホキールリムの斷面 $= a$ 平方吋

” ” 重量 $= W$ 封度、とし、

1 立方吋、 ω 封度とすれば、次の關係式を得。

$$W = 12\pi D \times a\omega. \quad a = 0.102 \frac{W}{\omega} \dots\dots\dots(13)$$

4. (12) 式中の係數 c の値:—

I. 次表に c の値を示す。但、表中、 $\phi = \frac{\text{連接桿、} l}{\text{曲柄半徑、} r}$

$$\phi = \frac{1}{2} \dots\dots c = 0.163 \quad \phi = \frac{1}{16} \dots\dots c = 0.183$$

$$\phi = \frac{1}{4} \dots\dots c = 0.173 \quad \phi = \frac{1}{7} \dots\dots c = 0.189$$

$$\phi = \frac{1}{5} \dots\dots c = 0.178 \quad \phi = \frac{1}{8} \dots\dots c = 0.190$$

II. 單筒、凝縮機關に於ける、 c の値:—

但、表中、 $\theta =$ 蒸 汽 カ ツ ト オ フ (締 切) の 點 を 示 す。

$$\theta = 1 \dots\dots c = 0.125 \quad \theta = \frac{1}{5} \dots\dots c = 0.178$$

$$\theta = \frac{1}{3} \dots\dots c = 0.163 \quad \theta = \frac{1}{6} \dots\dots c = 0.184$$

$$\theta = \frac{1}{3} \dots\dots c = 0.186 \quad \theta = \frac{1}{8} \dots\dots c = 0.191$$

III. 單筒不凝縮機關に於て、 c の値:—

$$\theta = 1 \dots\dots c = 0.125 \quad \theta = \frac{1}{4} \dots\dots c = 0.209$$

$$0 = \frac{1}{2} \dots\dots c = 0.160 \quad c = \frac{1}{5} \dots\dots c = 0.232$$

$$0 = \frac{1}{3} \dots\dots c = 0.186$$

5. (2) 式中の係数 K の値:—

唧筒、シーヤ及ポンチ機械用機關	.....	$K = \frac{1}{20} - \frac{1}{30}$
製粉機用機關	.....	$= \frac{1}{25} - \frac{1}{35}$
織機、製紙機用機關	}	$= \frac{1}{30} - \frac{1}{40}$
工作機械一般用機關		
紡績機械用機關	.....	$= \frac{1}{50} - \frac{1}{100}$
發電機用機關	.....	$= \frac{1}{150}$
多相式發電機用機關	.....	$= \frac{1}{500}$
直流發電機用機關	.....	$= \frac{1}{80} - \frac{1}{120}$

4. 瓦斯及石油機關のフライホキール

1. 瓦斯及石油機關にありては、瓦斯の爆發が間歇的なるを以て、各行程 (Stroke) の仕事を平均せしむる爲めのフライホキール重量は蒸汽機關に比し、遙かに大なるものとす。

茲に、W=フライホキール重量、噸 HP=機關の馬力

N=1 分間平均廻轉數 N₁=最大廻轉數

V=平均速度、呎/分 N₂=最小廻轉數

R=廻轉半径 [近似、0.85×車の最大外徑]

m=瓦斯の爆發を有せざる行程の數とすれば

1 回の行程に於ける平均仕事量は、

$$W \cdot D = \frac{3,000 \text{ HP}}{2N} \text{ 呎、封度} \dots\dots(1)$$

而して、フライホキールが供給す可き勢力は、

$$\Delta E = \frac{2240 \text{ WV}_2}{60^2 \times g} (N_1^2 - N_2^2) = \frac{2240 \times W \times 4\pi^2 R^2}{60^2 \times g} \times \frac{N^2 K}{2}$$

$$= \frac{33000 \text{ HP} \times m \times N^2 K}{2N} \dots\dots(2)$$

(2) 式より $W = \frac{21629 \text{ HP} \times m}{R^2 N^3 K}$ 噸(3)

2. (3) 式に於ける m の値:—

- 單氣筒の 4 サイクル機關 m=3—3.5
- 2 氣筒の尻合せ機關 =2.5—3.0
- 2 氣筒の串型には對型 =1.5—2.0
- 4 氣筒の 4 サイクル機關 =0.2—0.3

3. K の値は前述の K と同値なり。

4. 自動車機關のフライホキールには次の實驗式あり。

但、D=シリンダー直徑、吋

L=ピストン行程、吋

d=フライホキール外徑、吋

w=フライホキール重量、封度とす。

然るとき、單氣筒用: $w = 42.4 \left(\frac{DL}{d}\right)^2$ (1)

複氣筒用: $w = 37.2 \left(\frac{DL}{d}\right)^2$ (2)

多氣筒用: $w = 33.6 \left(\frac{DL}{d}\right)^2$ (3)

5. フライホキール計算例

1. 茲に工作機械用として、電動機を用ふ。而して電動機馬力=30 HP. 電壓=250 ボルト、フライホキールなき時、最大電流=179.04 アンペアとす。此電動機に對して、超過荷重、40% を見込み、フライホキールを計算す。但、車周の平均速度: V=7000 呎/分とす。

2. 題意に依り、最大荷重に於ける

$$\text{馬力} = \frac{179.04 \times 250}{746} = 60 \text{ HP.}$$

電動機の超過荷重を 40% とすれば、30 馬力電動機なるを以て、 $30 \times 1.4 = 42 \text{ HP.}$ 最大値。故に $60 - 42 = 18 \text{ HP}$ をフライホキールより補給す可きものなり。

3. 茲にはフライホキールの半徑を與へられず。故に勢力補給の時間を計入して決定す。

$t =$ 勢力補給の時間、秒とする時は、 t 秒間の仕事量は、

$$W.D = \frac{18 \times 33000 \times t}{60} \text{ 呎、封度}$$

$$t = 2.5 \text{ とせば、} \frac{18 \times 33000 \times 2.5}{60} = 24750 \text{ 呎、封度} \dots (1)$$

$$\text{而して、車周速度: } v = \frac{7000}{60} = 116.66 \text{ 呎/秒}$$

平均速度に對し、最大及最小の速度を次の如く假定す、

$$\text{最大速度: } v_1 = 116.66 \times 1.05 = 122.5 \text{ 呎/秒}$$

$$\text{最小速度: } v_2 = 116.66 \times 0.95 = 110.8 \text{ 呎/秒}$$

然る時は次の關係を得、

$$\Delta E = \frac{(v_1^2 - v_2^2)W}{2g} = \frac{(122.5^2 - 110.8^2)W}{2g} = 24750 \dots (2)$$

$$\therefore W = \frac{2 \times 32.2 \times 24750}{122.5^2 - 110.8^2} = 581.7 \text{ 封度} \dots (3)$$

12. シヤフト、軸 (Shaft)

1. シヤフト、軸一般

1. 軸に於ける力の作用は、曲げ及扭りの二作用なり。前者を曲力率 (Bending Moment)、後者を扭力率 (Twisting Moment) と云ふ。以下、軸を二様に解説す。

2. 曲力率 (Bending Moment):—一般に曲力率の掛かる時は、材料の内部に於て、之に抵抗する力率を生ず。即ち抵抗力率 (Resisting Moment) なり、而して、兩者は等値なり。抵抗力率は軸の任意断面に於て、各點の平行内力の力率の代數的總和なり。

今、軸の外端、最長距離: y に於て f 封度/平方吋の内力とす。而して、断面の中心にありては、 $f=0$ なるを以て、任意距離、 x に於て、内力が距離に比例せば、

$$f_x = d_a \times f \times \frac{x}{y} \dots \dots \dots (1)$$

但、 d_a は極微面積とす。

$$\text{然る時、力率: } m = f \times \frac{x}{y} d_a \times x = \frac{f}{y} x^2 d_a \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{故に力率總和: } M = \int \frac{f}{y} d_a x^2 = \frac{f}{y} I \dots \dots \dots (3)$$

(3) 式中、 I は材料断面に平行なる横軸に對する慣性力率にして、面積と距離の 2 乗の相乘積の總和なり。

$$\text{故に一般に、曲力率: } B.M = \frac{f}{y} \times I, \quad \frac{M}{I} = \frac{f}{y} \dots (4)$$

然るに、 $\frac{I}{y} Z$ は断面係數と稱せらるゝものにして、次の關係を生ず。 $M = IZ \dots \dots \dots (5)$

上式中 f の内力は、軸の上側にありては、張力となり、下側にありては、壓縮力となる。此を一般に、 f_t, f_c とすれば、軸の曲力率に對する強さは、 f_t, f_c の内、の小値なるものを採る可きものとす。而して、丸軸の場合、
 $d =$ 直徑、吋
 $r =$ 半徑、吋

$f =$ 強さ、封度/平方吋とすれば、

$$I = \frac{\pi}{64} d^4 \quad y = r = \frac{d}{2} \dots \dots \dots \text{なるを以て、}$$

$$\text{曲力率: } BM = \frac{\pi}{64} d^4 f \times \frac{2}{4} = \frac{\pi}{32} d^3 f \dots \dots \dots (6)$$

∴ 軸径: $d = 2.168 \sqrt[3]{\frac{BM}{f}}$ (7)

3. 扭力率 (Twisting moment):—扭力率に對して、材料の抵抗する働きは、剪斷内力なり。故に曲力率の場合と異なり、斷面に垂直なる中心軸に對する慣性力率を計算に用ふ、即ち

I_o = 材料斷面に垂直なる中心軸に對する慣性力率。

I_x = 材料斷面に平行の横軸に對する慣性力率。

I_y = 材料斷面に平行の縦軸に對する慣性力率。

とする時は、一般に、 $I_o = I_x + I_y$ (1)

□ 丸軸の場合:—

$I_x = I_y$ ∴ $I_o = \frac{\pi d^4}{32}$

故に 扭力率: $TM = \frac{If}{y} = \frac{\pi}{16} d^3 f_s$ (2)

∴ 軸の直径: $d = 1.72 \sqrt[3]{\frac{TM}{f_s}}$ (3)

但、 f_s = 材料の剪斷強力、封度毎 平方吋とす。

□ 角軸の場合:—

[S=角軸の邊、吋] とせば同様にして、

$T.M = 0.208 S f_s$ $S = \sqrt[3]{\frac{TM}{0.196 f_s}}$ (4)

□ 楕圓軸の場合:—

[a=長徑、吋 b=短徑、吋]

$T.M = \frac{\pi}{16} ab^2 f_s$ $ab^2 = \frac{TM}{0.196 f_s}$ (5)

□ 長方形軸:—

[a=長邊、吋 b=短邊、吋] とせば

$T.M = \frac{a^2 b^2}{3a + 1.86} f_s$ $ab = \sqrt{\frac{(3a + 1.86) T.M}{f}}$ (6)

4. 曲力率と扭力率の合成:—廻轉丸軸の設計としては、扭力率をとすれ共、軸が曲力率と扭力率との合成に作用せらるゝ

時は廻轉軸の扭力率の效果は單一扭力の場合よりも大なり。之を相當扭力率 (Equivalent twisting moment) と云ふ。即ち次の關係式にて求む。

T=扭力率。 M=曲力率

Te=相當扭力率。 Me=相當曲力率とせば

$Te = M + \sqrt{M^2 + T^2}$ (7) $Me = \frac{1}{2} (M + \sqrt{M^2 + T^2})$ (8)

即ち軸径の算出には、前述諸式中の、T、M の代りに T_e の相當扭力率を採用す可きものとす。

5. 扭力率に於ける、剪斷強力、 f_s の値:—

内力の種類	$f_s =$	鋼	鍛鉄	鑄鉄
I. 内力に大小の動搖ある處、		13500	9000	3600
II. f_t, f_c の内力不ぞの處、		9000	6000	2400
III. f_t, f_c の内力、等直交互の連費、		4500	3000	1200

6. 丸軸の強さ、扭力率、呎封度長、[但(2)式より算出すべき數]:—

軸径 D 吋	$f=3000$	$f=4500$	$f=6000$	$f=8000$	$f=10,000$
1	589	884	1178	1570	1962
1½	1150	1726	2301	3066	3832
2	1983	2982	3976	5299	6624
2½	3157	4735	6314	8414	10517
3	4712	7069	9425	12560	15700
3½	6710	10034	13419	17833	22354
4	9204	13806	18408	24531	30664
4½	12250	18376	24501	32551	40814
5	15904	23856	31809	42390	52988
5½	20221	30331	40412	53895	67869
6	25255	37833	50511	67314	84143
6½	31063	45955	62126	82793	103491
7	37699	56549	75398	100480	125500
7½	45377	68516	91754	121063	152833
8	53631	81047	107262	140250	176313

5½		98003	147004	196006	261209	326511
6	6	127234	190852	254469	339120	423900
6½	7	161767	242651	323535	431160	538951
7		202044	303065	404037	538810	673138
7½	8	248505	372757	497010	662344	827630
8		301593	452389	603186	803840	1004800
9	10	429416	644125	858333	1288249	1932374
10		589048	883573	1178097	1767450	2650718
11		784024	1176035	1568047	2352071	3528106

2. シャフトの傳達し得る馬力。

1. 軸の傳達馬力算式:—

N=1 分間廻轉數。 H.P.=廻轉軸の傳達馬力。

T=扭力率、呎封度の時。

$$H.P. = \frac{2\pi TN}{33000} \dots\dots\dots(1)$$

∴ T = $\frac{33000 HP}{2\pi N}$ 此値を (2) 式に代入せば、

$$d = 1.72 \times \sqrt[3]{\frac{HP \times 33000}{2\pi f \times N}} = K \sqrt[3]{\frac{H.P.}{N}} \dots\dots\dots(2)$$

$$H.P. = \frac{d^3}{K^3} \times N \text{ 又は、 } \frac{H.P.}{N} = \frac{d^3}{K^3} \dots\dots\dots(3)$$

2. 前表 f の値に對する K の表:—

内力の種類	K=	鋼	鍛鐵	鑄鐵
I. 内力に大小の變動ある處。	2.876	3.292	4.468	
II. ft. fc の内力不定の處。	3.929	3.768	5.113	
III. ft. fc の内力、等値交互の連續。	4.147	4.747	6.443	

3. $HP \div N$ の値表:—(3) 式より求む。一般に、軸の直径と、内力とを既知數とすれば、此表によりて、HP と廻轉數と何れかを與ふれば、他を簡単に算出し得。

軸、徑	f=3000	f=4500	f=6000	f=9000	f=13500
1	0.093	0.140	0.187	0.280	0.420
1½	0.183	0.274	0.365	0.548	0.821
2	0.315	0.473	0.631	0.946	1.419
2½	0.501	0.752	1.003	1.504	2.256
3	0.748	1.122	1.495	2.243	3.365
3½	1.065	1.597	2.129	3.194	4.790
4	1.460	2.190	2.921	4.381	6.571
4½	1.944	2.916	3.887	5.831	8.747
5	2.523	3.785	5.047	7.570	11.36
5½	3.208	4.813	6.417	9.625	14.44
6	4.007	6.011	8.014	12.02	18.03
6½	4.929	7.393	9.857	14.79	22.18
7	5.982	8.972	11.96	17.94	26.92
7½	7.278	10.91	14.54	21.81	32.71
8	8.817	13.22	17.63	26.45	39.68
9	10.60	15.90	21.27	31.90	47.85
10	12.64	18.96	25.47	38.21	57.32
11	14.96	22.44	30.21	45.44	68.17

4. 鋼軸、傳達馬力表 [鍛鐵軸は此値の 70% を用ふ。]:—

但、K=3.68 として (3) 式より算出す。

D. N.	1½	2	2½	3	3½	4
50	3.3	5.3	8.0	10.9	15.6	20.8
60	4.0	6.4	9.6	13.1	18.8	25.4
70	4.7	7.5	11.2	15.2	21.9	29.0
80	5.4	8.5	12.8	17.4	25.0	33.1
90	6.0	9.6	14.4	19.6	28.1	37.3
100	6.7	10.7	16.0	21.8	31.2	41.6
110	7.4	11.8	17.6	23.9	34.4	45.8
120	8.1	12.9	19.2	26.1	37.5	49.9
130	8.7	13.9	20.8	28.3	40.6	54.1
140	9.4	15.0	22.4	30.5	43.8	58.2
150	10.1	16.1	24.0	32.6	46.9	62.4
160	10.8	17.1	25.5	34.8	50.0	66.5
170	11.5	18.2	27.2	37.0	53.1	70.7
180	12.2	19.8	28.8	39.2	56.3	74.9

190	12.8	20.4	30.4	41.3	59.4	79.0	103	163	243
200	13.5	21.4	32.0	43.5	62.5	83.2	108	172	256
225	15.2	24.1	36.6	49.0	70.3	93.6	122	193	288
250	16.9	26.8	40.0	54.4	78.1	104.0	135	214	320
275	18.6	29.5	44.0	59.8	85.9	114.4	149	233	352
300	20.3	32.2	48.0	65.3	93.7	124.8	162	257	384
325	22.9	34.8	42.0	70.7	101.6	135.2	176	279	416
350	23.6	37.5	56.0	76.2	109.4	145.6	189	300	448
375	25.3	40.2	60.0	81.6	117.2	156.0	203	322	480
400	27.0	42.9	64.0	87.0	125.0	166.4	213	343	512
425	28.7	45.6	68.0	92.5	132.8	176.8	230	364	544
450	30.4	48.2	72.0	97.9	140.5	187.2	243	386	576
475	32.1	50.9	71.0	103.4	148.4	197.6	257	407	603
500	33.7	53.6	80.0	108.8	156.2	203.0	270	429	640

D. N.	4½	5	5½	6	6½	7	7½	8	9
50	91	125	166	216	275	343	422	512	729
60	109	151	200	259	330	412	506	614	875
70	128	175	233	302	385	480	591	717	1021
80	146	200	266	346	439	519	675	819	1166
90	164	225	299	389	494	617	759	922	1312
100	182	250	333	432	549	686	844	1024	1458
110	200	275	366	475	604	755	924	1123	1604
120	219	300	399	518	659	823	1012	1229	1750
130	237	325	433	562	714	892	1097	1331	1895
140	255	350	463	605	769	960	1181	1434	2041
150	273	375	496	648	824	1029	1265	1533	2187
160	292	400	532	691	879	1097	1350	1638	2333
170	310	425	566	734	934	1166	1434	1741	2479
180	328	450	599	778	989	1235	1519	1843	2624
190	346	475	632	821	1044	1303	1603	1945	2770
200	365	500	665	864	1099	1372	1687	2043	2916
225	410	563	749	972	1236	1543	1898	2304	3280
250	456	625	832	1080	1373	1715	2100	2560	3645
275	501	688	915	1188	1510	1886	2329	2816	4009
300	547	750	998	1296	1648	2053	2531	3072	4374
325	592	813	1081	1404	1785	2229	2742	3328	4739
350	638	875	1165	1512	1922	2401	2958	3584	5103
375	683	938	1248	1620	2057	2560	3164	3840	5468
400	729	1000	1331	1728	2197	2744	3374	4093	5832
425	775	1063	1414	1833	2334	2915	3585	4352	6197
450	820	1125	1497	1944	2472	3087	3783	4608	6562
475	866	1188	1580	2052	2609	3258	4007	4864	6925
500	911	1250	1654	2169	2746	3430	4218	5120	7290

3. 扭れの角 (Angle of Torsion)

1. 軸に扭力率が働く時は扭れを生ず。扭れ角度は次式にて求む。但、式中

d = 車軸の直径、吋 f = 最大内力、封度/平方吋
 l = 車軸の長さ、吋 θ = 扭れ角、ラジアン

$$\text{然る時、} \frac{d}{2} \times \theta = \frac{fl}{G} \text{ -- 又は } \theta = \frac{2fl}{Gd} \dots\dots\dots(1)$$

G は定数にして、横弾性係数 (Modulus of Transverse Elasticity) と云ふ。 G の値は、鋼軸: $G=13,000,000$
 錬鐵: $G=10,500,000$

(1) の角を、普通角度、にて表はせば

$$\phi = 57.3\theta \dots\dots\dots(2)$$

2. 角軸の場合 [s = 邊の長] 単位同上:—

$$\theta = \frac{7.11 fl}{GS^4} \dots\dots\dots(3)$$

3. 楕圓軸の場合 [a = 長径、 b = 短径] 単位同上:—

$$\theta = \frac{16}{\pi} \frac{(a^2 + b^2) fl}{a^3 b^3 G} \dots\dots\dots(4)$$

4. 中空軸 Hollow Shaft.

1. 普通丸軸にありて、扭れに抵抗する材料の耐力は、中心に於て、 θ にして、外部に近き丈け有効なること、軸の扭力率の関係式より容易に知ることを得故に丸軸と中空軸と同一断面積とする時は中空軸の強さ大なる可し。

茲に、 D = 丸軸の直径、吋
 D_1 = 中空軸の外径、吋
 D_2 = 中空軸の内径、吋とする時は、

$$\text{中空軸扭力率: } T = \frac{\pi}{16} \left(\frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1} \right) f \dots\dots\dots(1)$$

$$\text{丸軸の扭力率: } T = \frac{\pi}{16} D^3 f \dots\dots\dots(2)$$

故に同一の強さなれば $\frac{D_1^4 - D_2^4}{D_1} = D^3 \dots\dots\dots(3)$

$\therefore D_1 = D \sqrt[3]{\frac{1}{1 - C^4}} = DK$ [但、 $D_2 = CD_1$] $\dots\dots\dots(4)$

2. (4) 式中、K は C を知る時自ら求められる定数とす。次表に之を示す。一般に丸軸の直径を吋とすれば、中空軸代用の時、 $D_1 = KD$ 。

C	YK	K	C	YK	K	C	YK	K
0.30	0.8382	1.1919	0.60	0.8546	1.0474	0.40	0.9910	1.0089
7.9	.8482	1.1789	.59	.9578	1.0410	.39	.9920	1.0079
7.8	.8571	1.1663	.58	.9607	1.0409	.38	.9930	1.0039
7.7	.8656	1.1553	.57	.9632	1.0382	.37	.9931	1.0063
7.6	.8732	1.1452	.56	.9660	1.0354	.36	.9940	1.0055
7.5	.8809	1.1352	.55	.9684	1.0326	.35	.9951	1.0049
7.4	.8878	1.1263	.54	.9707	1.0301	.34	.9958	1.0043
7.3	.8946	1.1178	.53	.9729	1.0278	.33	.9960	1.0040
7.2	.9069	1.1100	.52	.9751	1.0256	.32	.9962	1.0035
7.1	.9068	1.1027	.51	.9768	1.0237	.31	.9965	1.0033
7.0	.9125	1.0958	.50	.9786	1.0218	.30	.9971	1.0026
6.9	.9176	1.0897	.49	.9802	1.0202	.29	.9973	1.0023
6.8	.9229	1.0835	.48	.9820	1.0183	.28	.9977	1.0021
6.7	.9277	1.0779	.47	.9834	1.0170	.27	.9980	1.0019
6.6	.9321	1.0729	.46	.9848	1.0154	.26	.9983	1.0016
6.5	.9365	1.0678	.45	.9861	1.0141	.25	.9987	1.0013
6.4	.9305	1.0632	.44	.9873	1.0128	..	..	..
6.3	.9444	1.0588	.43	.9886	1.0115	..	..	..
6.2	.9480	1.0549	.42	.9896	1.0105	..	..	..
6.1	.9514	1.0510	.41	.9901	1.0099	..	..	..

5. 廻轉軸のスパン、張間 (Span)

1. 傳動用廻轉軸は、自身の重量及調車等の荷重にて撓みを生ず。而して大さは其軸間の距離に比例す。故に廻轉軸のスパンは次式の如く制限せらる。但

$d = \text{軸の直径、吋}$ $l = \text{軸のスパン、吋}$

然る時、アンキン氏式: $l = c \sqrt[3]{d^2} \dots\dots\dots(1)$

式中、c は係数にして次の値を採る。

廻轉軸の重量のみが荷重の時: $c = 60 - 75$

普通にブーリーの掛られる時: $c = 54 - 60$

2. 次表は普通にブーリーの荷重ある時、軸の直径に對する長さを見る参考表なり。[但、(1)式にて $c = 54$ として算出せる数]

D 吋	L 呎	D 吋	L 呎	D 吋	L 呎	D 吋	L 呎
1½	7.0	2¾	9.5	5	13.5	7½	17.0
1¾	7.5	3	10.0	5½	14.0	8	18.0
2	8.0	3½	11.0	6	15.0	9	19.0
2¼	8.5	4	12.0	6½	15.5	10	20.0
2½	9.0	4½	13.0	7	15.6		

3. 尙、高速度の廻轉軸に對しては次式の如く制限せらる。

普通丸軸: $l = 175 \sqrt{\frac{D}{N}} \dots\dots\dots(2)$

中空軸: $l = 175 \sqrt{\frac{D^2 + d^2}{N^2}} \dots\dots\dots(3)$

但、D = 中空軸外径、吋 $l = \text{軸のスパン、吋}$

$d = \text{中空軸内径、吋}$ $N = 1 \text{ 分間廻轉數}$

6. 傳動軸の効率

1. 傳動主軸の効率は、機械の仕事に依りて、廣き範圍に相違あれ共、普通、20-70% の内、次表の例に示す如し。

L 呎	調車個數	荷重 HP	損失 %	L 呎	調車個數	荷重 HP	損失 %
370	153	48	35.8	691	79	56.2	35.6
782	113	93.9	25	381	22	75.7	30
515	283	44	46.2	117	49	9.3	69.9
571	335	28.9	52	242	70	15.6	50

表中、L はスパンの長さ、呎にして、調車個數は、L 呎間に掛られる、調車個數の實例なり。

7. キー、楔 (Key)

1. キー楔の形状: キーの種類に 3 あり。鞍形、平形、植

込みとす。(1) 鞍形は軸の面を削らず、キーの軸に接する面を曲線となし敲き込みにて強さを持たしむるものとす。(2)、平形は接觸する軸の面を平らに削りたるものにして(1)より稍有效なり。(3)は軸面に、キー溝を彫り込みたるものにして、キーの剪断内力にて強さを有するものとす。最も有效なり。

2. キー楔の強さ：—普通植込キーの強さは剪断内力に依る。

茲に、 l =キーの長さ、吋 b =キーの幅、吋

t =キーの厚さ、吋 f_s =剪断内力、封/平方吋

とする時は、キイ面大體の剪断耐力は $lb f_s$ 封度なり。而して此力が軸面に作用し、軸の扭力率と釣り合ふ可きものとす。

故に、 $lb f_s \times \frac{d}{2} = \frac{\pi}{16} d^3 f_s'$ 又は $lb f_s = \frac{\pi}{8} d^2 f_s' \dots (1)$

但、 d =軸の直径、吋 f_s' =軸の剪断内力、封/平方吋

3. (1) 式の f の値：—

鉄の常用剪断内力 $f_s = 9000$ 封/平方吋

鋼の常用剪断内力 $f_s = 11000$ 封/平方吋

茲に T =扭力率、吋封度とすれば、上式は次の形となる。

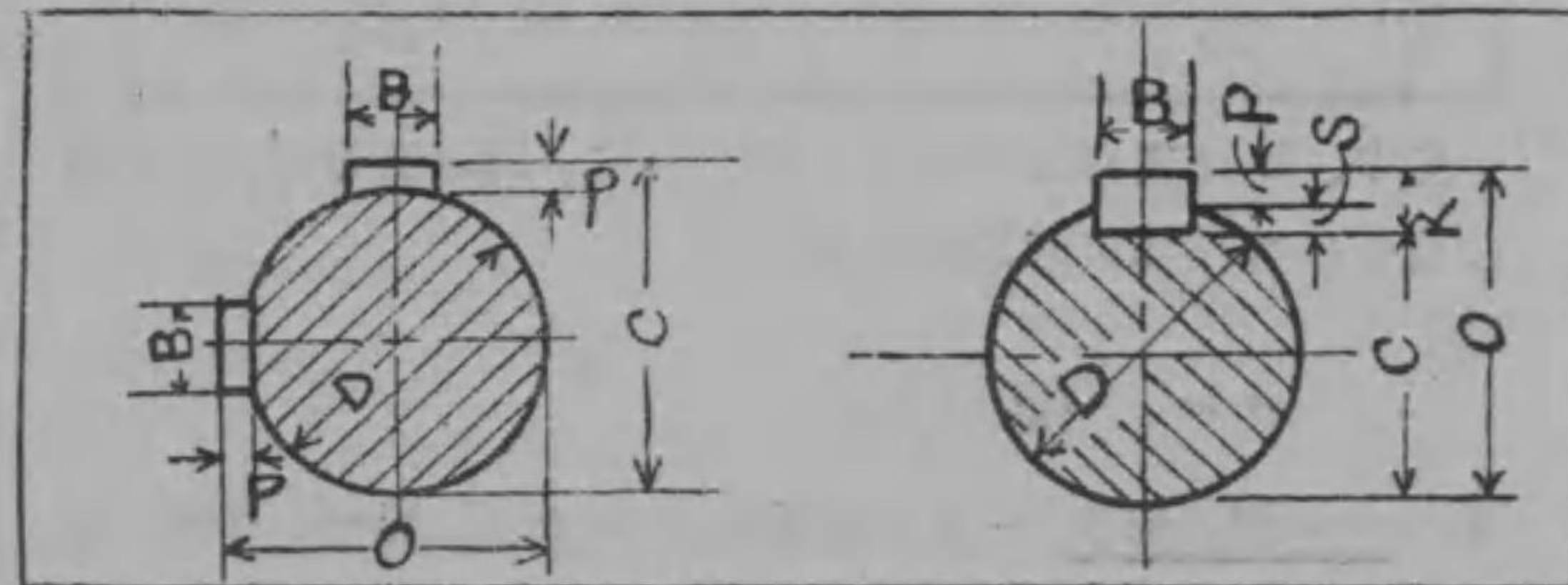
キーの幅： $b = \frac{T}{5500 dl}$ [鋼材料] $\dots (2)$

キーの幅： $b = \frac{T}{4500 dl}$ [鑄鉄材] $\dots (3)$

又一般に次式にて、寸法を見出す。

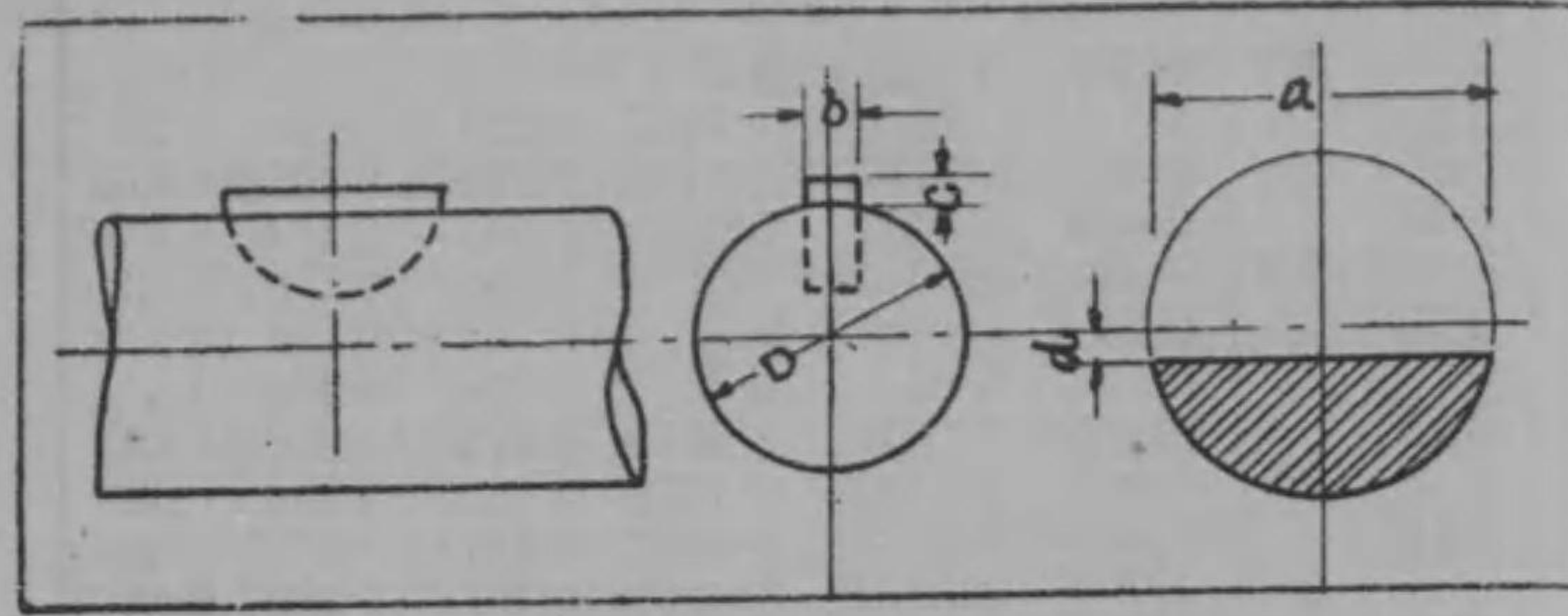
キー幅： $b = \frac{1}{4} d + \frac{1}{8}$ 、厚さ： $t = \frac{3}{8} + \frac{1}{8}$ $\dots (4)$

4. 各種キー比例寸法表：—



D 吋	B	O	C	P	S	K	
1.75	1.5	0.375	1.625	1.375	0.1489	0.1011	0.25
		0.5	1.9375	1.5625	0.224	0.151	0.375
2.25	2	0.5	2.1875	1.8125	0.2194	0.1556	0.375
		0.625	2.4687	2.0312	0.2627	0.1747	0.4375
2.75	2.5	0.625	2.7187	2.2812	0.2577	0.1797	0.4375
		0.75	3.000	2.5	0.302	0.198	0.5
3.25	3	0.75	3.25	2.75	0.298	0.202	0.5
		0.875	3.5625	2.9375	0.3725	0.2525	0.625
3.75	3.5	0.875	3.8125	3.1475	0.3685	0.2565	0.625
		1.000	4.0937	3.4062	0.4117	0.2757	0.6875
4.25	4	1.000	4.3437	3.6562	0.4077	0.2797	0.6875
		1.25	4.6562	3.8437	0.5002	0.3122	0.7125
4.75	4.5	1.25	4.9062	4.0937	0.4952	0.3172	0.7125
		1.25	5.1592	4.3437	0.4892	0.3232	0.7125
5.25	5	1.25	5.4062	4.5937	0.4862	0.3262	0.7125
		1.5	5.75	4.75	0.609	0.391	1.000
5.75	5.5	1.5	6.00	5.00	0.605	0.395	1.000
		1.5	6.25	5.25	0.600	0.4	1.000
6.25	6	1.5	6.5	5.5	0.595	0.405	1.000
		1.75	6.8437	5.6562	0.7187	0.4687	1.1875
6.75	6.5	1.75	7.0937	5.9062	0.7137	0.4737	1.1875
		1.75	7.3437	6.1562	0.7107	0.4767	1.1875
7.25	7	1.75	7.5937	6.4062	0.7057	0.4817	1.1875
		2.00	7.9375	6.5625	0.8285	0.5465	1.375
7.75	7.5	2.00	8.1875	6.8125	0.8245	0.5505	1.375
		2.00	8.4375	7.0625	0.8195	0.5555	1.375
8.25	8	2.00	8.6875	7.3125	0.8145	0.5605	1.375
		2.5	9.0625	7.4375	1.0075	0.6175	1.625
8.75	8.5	2.5	9.3125	7.6875	1.0015	0.6225	1.625
		2.5	9.5625	7.9375	0.9955	0.6295	1.625
9.25	9	2.5	9.8125	8.1875	0.9905	0.6345	1.625
		2.5	10.0625	8.4375	0.9865	0.6385	1.625
9.75	9.5	2.5	10.3125	8.6875	0.9805	0.6445	1.625
		2.5	10.5625	8.9375	0.9755	0.6495	1.625
10.25	10	2.5	10.8125	9.1875	0.9715	0.6535	1.625
		3.0	11.25	9.25	1.225	0.775	2.000
10.75	10.5	3.0	11.5	9.5	1.22	0.78	2.000
		3.0	11.75	9.75	1.213	0.787	2.000
11.5	11	3.0	12.00	10.00	1.209	0.791	2.000
		3.0	12.5	10.5	1.2	0.8	2.000
12	12	3.0	13	10.00	1.191	0.809	2.000

5. ツッド、ラフ式標準キー:-



<i>d</i>	$\frac{1}{16}$	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2
<i>c</i>	$\frac{5}{32}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	
<i>b</i>	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2				
<i>a</i>	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{8}$	4
キーの 番號	B	16	17	18	C	19	20	21	D	E	22	23	F	24	25	G		
<i>D</i> 吋	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{3}{4}$	3	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{8}$	4
<i>d</i>	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2
<i>c</i>	$\frac{1}{32}$	$\frac{3}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{5}{64}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	
<i>b</i>	$\frac{1}{16}$	$\frac{3}{32}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	
<i>a</i>	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	2	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	3	$3\frac{1}{8}$	$3\frac{1}{4}$	$3\frac{3}{8}$	4	
キーの 番號	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	A	13	14	15		
<i>D</i> 吋	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{8}$	2	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{3}{8}$	3	$3\frac{1}{8}$

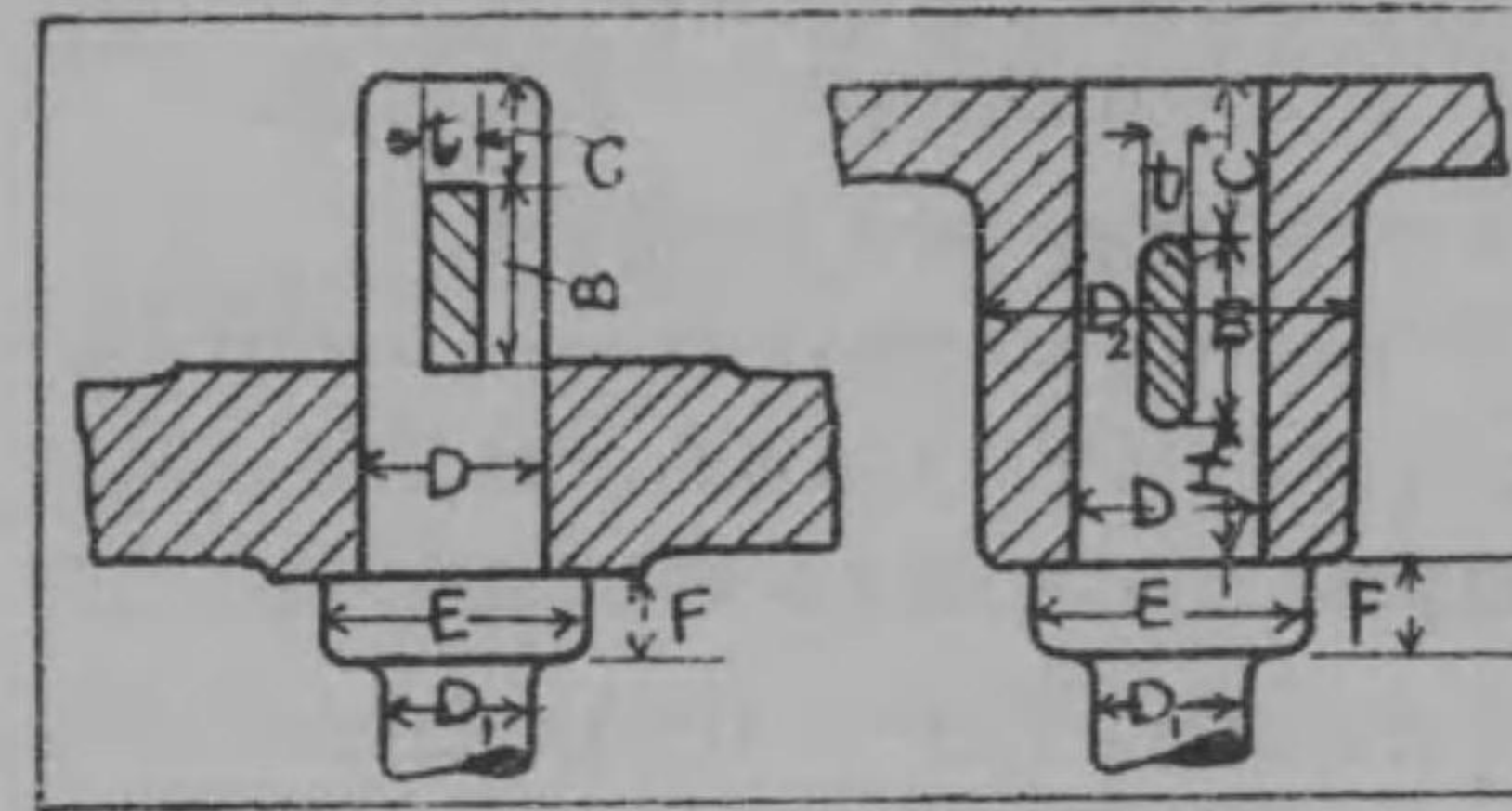
6. 敲き込みキーの傾斜:- フェザーキーには傾斜を付せざれども、敲き込みキーは傾斜を附す。即ち1呎に付き次の割合とす。

$$\text{傾斜: } T = \frac{1}{8} \times 12 - \frac{3}{16} \times 12 \dots\dots\dots(6)$$

13. 軸接手 (Shaft Joint)

1. コッター及ソケット (Cotter & Socket)

1. コッター及ソケットは、張力に對し、丸棒の連結に用ゆる簡單なる方法なり。此場合、コッターは剪斷及壓縮の内力を生じ、ソケットは張力、剪斷、壓縮の3種に作用せらる。



2. コッターの強さ:- 上圖に於て、各部寸法は、

t = コッターの厚さ、吋 D_2 = ソケットの外徑、吋
B = コッターの幅、吋 H = ソケットの外端より、
D = 棒接手の外徑、吋 C = コッター孔迄の深、吋
 : ソケットの内徑、吋 D_1 = 棒本體の直徑、吋

然る時は、コッターの剪斷耐力: $F_1 = 2Btf_s \dots\dots\dots(1)$

” 壓縮耐力: $F_2 = D_1 t' c \dots\dots\dots(2)$

F_1, F_2 は同値を要する故に、 $2Btf_s = D_1 t' c \dots\dots\dots(3)$

(3) 式なり、*B* の幅を求む。 $B = \frac{D_1 t' c}{2f_s} \dots\dots\dots(4)$

又、接手棒の剪斷耐力に對しては、 $F_3 = \left(\frac{\pi}{4} D^2 - D t\right) f_s \dots\dots(5)$

而して、 $F_1=F_2=F_3$ なる可し。以上より

(1) 棒及コッターが同種材料の時：—

$$f_c = 2f_t \quad f_t = 1.25f_s \text{ なるを以て、}$$

$$B=1.25D \quad t=0.26D \dots\dots\dots(6)$$

(2) 鋼コッター及錬鐵棒の時：—

$$\text{鋼: } f_s = \text{約錬鐵: } f_t \text{ なるを以て、}$$

$$B=D \quad t=0.25D \dots\dots\dots(7)$$

3. ソケットの強さ：—

(1) ソケットの張力に耐ゆる最小断面積より、

$$F_t = \left[\frac{\pi}{4} (D_2^2 - D^2) - (D_2 - D)t \right] \times f_t \dots\dots(1)$$

(2) ソケットの剪断に耐ゆる面積より、

$$F_s = 2(D_2 - D)Hf_s \dots\dots\dots(2)$$

(3) ソケットの壓縮に耐ゆる面積より、

$$F_c = (D_2 - D)t'c \dots\dots\dots(3)$$

以上、 $F_t = F_s = F_c$ なる可し。而して、ソケットの外筒と、接手棒とは同一の強さを要する故に、

$$\frac{\pi}{4} (D_2^2 - D^2) = \frac{\pi}{4} D^2 \quad D_2 = 1.414D \dots\dots\dots(4)$$

故に普通は、標準寸法として、 $D_2 = (1.5 - 2)D \dots\dots(5)$

以上の条件より、其他の寸法は普通次の比例となす。

$$\left. \begin{aligned} C &= 0.5D - D & E &= 1.5D \\ D_1 &= 0.82D & F &= \frac{1}{3} - \frac{1}{2}D \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

4. コッターの傾斜面：—コッターの傾斜は普通のものとする。但コッターを固定する特別の装置ある時、 $\frac{1}{4}$ 迄の傾斜を用ふ。

5. ナツクルジョイント (Knuckle Joint)：—一方の軸端をフォーク形となし、他方をフォークの間に介在せしめたピンを以て連結したる関節接手にして、撓動軸に用ひらるゝ連結法とす。計算に依れば、ピンの剪断耐力、其他は耐張強力を充分に有すれば可なり。次式の比は普通に用ひらるゝ大きたとす。

但、 D =軸の直径、吋とすれば

$$\text{ピンのベヤリング長さ: } c = 1.2D$$

$$\text{ピンの直径: } d = D$$

$$\text{ピン挿入部の外径: } h = 2D$$

$$\text{フォークの厚さ: } f = 0.6D$$

$$\text{ピンの挿入部の厚さ: } e = 0.75D$$

2. カップリング (Coupling)

1. 要領：—カップリングは廻轉軸の扭力に對する接手にして、掛け外しをせざる取付蓋の接手なり。主なる種類としては(1)筒形、(2)フランジ形、(3)プーリー型、(4)フック式、(5)オールドハム式、(6)フレキシブル接手等とす。

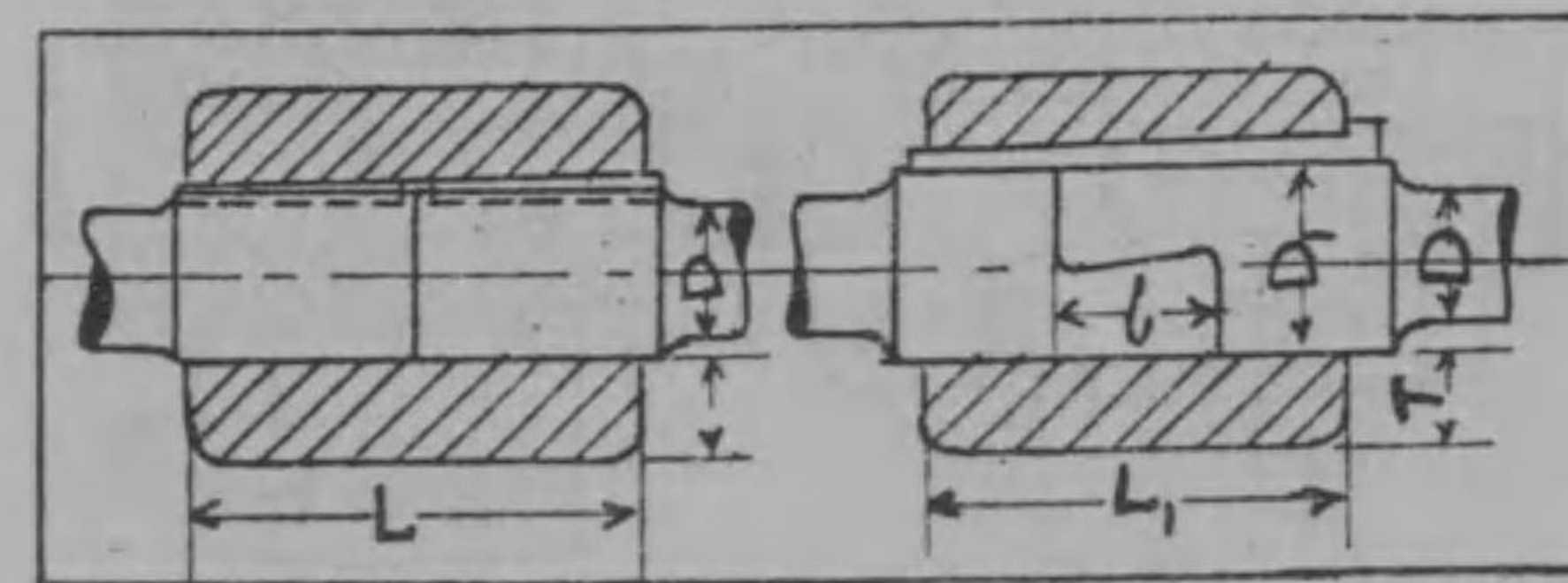
2. 筒形、カップリング (Box Coupling)：—此方法は鑄鐵製の筒形カップリング内に兩方の軸を定き合はせに挿し込み、各々キーを以て固定せり。而して、兩軸の挿入部はキー溝を影り込む寸法の強さを減ずる故に、接手部の大きさは兩軸主體の直径よりも膨大せしむるものとす。其割合次の如し、

$$D = \text{軸の直径、吋} \quad D_1 = \text{接手の膨大径、吋}$$

$$\text{然るとき、} D_1 = \sqrt{2}D = 1.25D \dots\dots\dots(1)$$

此接手は一名マフカップリング (Muff Coupling) と稱す。尙筒形を上下兩半に分割し、ボルトにて固定するものを割筒形接手 (Spilt Muff Coupling) と云ふ。

3. 筒形カップリング寸法：—



$$D = \text{外部軸径、吋} \quad T = \frac{D}{2.55} + \frac{17}{32} \text{ 吋}$$

$$D_1 = \frac{D}{0.72} + \frac{1}{8} \text{ 吋} \quad L = \frac{D}{0.4} + 2 \text{ 吋}$$

$$l = \frac{D}{1.15} + \frac{1}{8} \text{ 吋} \quad L_1 = \frac{D}{0.445} + \frac{3}{4} \text{ 吋}$$

4. フランジ接手、(Flange Coupling)：—フランジ接手はフランジ付きのボスを各軸端に嵌めて、之をキーにて固定し、然る後双方をボルトにて結合す。尙兩軸の中心を全然一直線ならしむる爲めには軸を多少突出せしめ、他軸のボス中に嵌入せしむるものとす。

ボルトの直径は次の如く決定す。

$$D = \text{軸の直径、吋} \quad c = \text{ボルト孔の直径、吋}$$

$$n = \text{ボルトの数} \quad d = \text{ボルトの直径、吋}$$

$$\text{然る時、 } nd^2c = \frac{1}{2} D^3, \quad n = \frac{1}{2} \frac{D^3}{d^2c} \dots\dots(1)$$

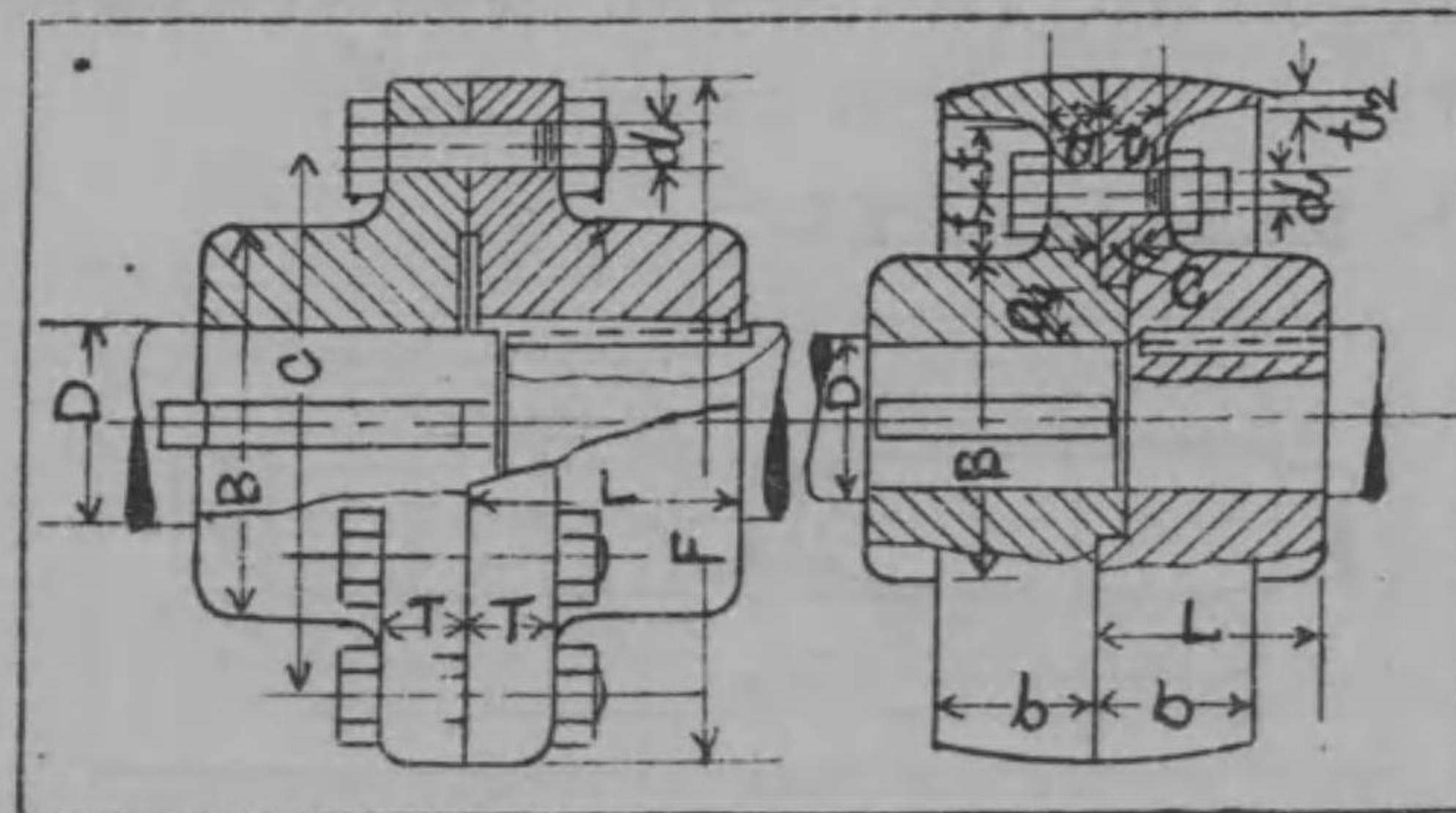
$$\text{又は、 } c = 2.3 D + 2.2 \quad n = 0.7 D + 2.5 \dots\dots(2)$$

n は整数に近き数を採用す。

舶用機關には、多くは造り付のフランジを用ふ。此場合は

$$c = 1.6 D \quad n = \frac{1}{3} d = 2 \dots\dots(3)$$

5. フランジ接手及プーリー接手法：—



$D = \text{外部軸の直径、吋とす。然るとき、}$

$$B = \frac{D}{0.4} + \frac{3}{8} \text{ 吋} \quad a = \frac{D}{5.15} + \frac{7}{32} \text{ 吋}$$

$$L = \frac{D}{0.84} + \frac{13}{16} \text{ 吋} \quad b = \frac{D}{2.0} + 1.0 \text{ 吋}$$

$$n = \frac{D}{1.5} + 2 \text{ 個} \quad c = \frac{D}{10.3} + \frac{1}{8} \text{ 吋}$$

$$d = \frac{D}{6.0} + \frac{3}{8} \text{ 吋} \quad f = \frac{D}{4.0} + \frac{9}{16} \text{ 吋}$$

$$C = \frac{D}{0.43} + 2 \text{ 吋} \quad t = \frac{D}{4.0} + \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

$$F = \frac{D}{0.355} + 3 \text{ 吋} \quad t_1 = \frac{D}{8.27} + \frac{5}{16} \text{ 吋}$$

$$T = \frac{D}{2.77} + \frac{3}{8} \text{ 吋} \quad t_2 = \frac{D}{10.3} + \frac{1}{4} \text{ 吋}$$

6. フック式接手 (Hook's Joint)：—此接手は兩軸の中心線が同一平面上にあるも、交叉したる場合に用ひらるゝものにして、兩端をフォーク形に造り、之を十字形の腕にて互ひに連結するものにして、一名ユニバーサルジョイント、自由接手 (Universal Joint) と云ふ。此接手における兩軸間の廻轉角速度は1廻轉内に於て一致せざれども、傳動に差支へなきものとす。今兩軸の連結にピンを挿入する形式となせば、直交するピンは、互に圓周にて接する丈に逃げを有するを要す。其寸法比例次の如し。即

$D = \text{シャフトの直径、吋とせば、鑄鋼製ジョイントにて、}$

1. ピンの大き、直径： $h = 0.5 D$

2. フォーク形フランジのボス外径： $a = 1.8 D$

3. " " " ボス長さ： $l = 1.6 D$

4. フランジ、フォーク部の肉厚： $m = 0.6 D$

5. 十字形金物のピン挿入部の外径： $c = D$

6. 同上 ピンのベヤリング長さ： $b = 2.0 D$

7. 2個のピンの中心距離： $d = \frac{1}{2}(c+h)$

7. オールドハム式接手 (Oldham's Coupling):—此接手は軸の中心が一致せざる2個の廻轉軸を連結するに用ひらる。構造は、兩軸端に各々フランザ付きのボスを固定す。而して兩フランザの中間に圓板を介在せしむ。此圓板は兩面に互に直角をなせる1條の突起を有し、此等の突起が、各フランザに設けられたる溝に嵌入す。然るときは、一方の軸が廻轉すれば、中間の圓板は上下に撓動しつゝ軸に廻轉を傳ふるものとす。

8. フレキシブル、撓接手 (Flexible Coupling):—一般に原動機の軸を他の機械軸に直結する場合、兩軸心の合致を得るは甚だ困難なり。故に斯くの如き大馬力の軸には撓み接手を有利とす。此接手に於ては、ボルトの代りに、ゴム又は革を用ひ兩軸を固定する點に相違あり。次の2種とす。

(1) ラッファード式接手 (Raffard's Coupling):—此法は兩軸端に圓板を置き、圓板にはピンを設く。而してピンの位置は各同心圓の圓周上に立つるも半徑を異にして、ピンが内外に相對する如く定む。次に之等のピンには各個に眞鍮の輪を嵌め、次に上下の内外ピンに涉りてゴムの環を掛く。然るときは、ゴムの強さを以て廻轉を傳へ、且或程度迄の軸心の不一致あるも差支へなき様となる。茲にゴムの強さは1平方時に斷面に付き50封度内外に採る。

(2) ゾーデル式接手 (Zodel's Coupling):—此法は前述のゴムの代りに革を用ふ。但、圓周上に多數の弧片を有するものにして、之等の内外弧片間に革を千鳥に縋り込むものとす。茲に革の強さは750乃至1000封度/平方時に採る。

3. クラッチ (Clutch)

1. 要領:—廻轉軸の連結に於て、接手の掛け外し、又は廻轉の逆轉に用ひるものをクラッチと云ふ。以下數種の形式あり。之を類説す。

2. コーンフリクションクラッチ、圓錐摩擦接手 (Cone friction Clutch):—此種の接手は小徑筒を大徑圓筒内に押し込み、

其間の摩擦によりて兩軸の結合を保たしむ。而して各筒には相應する傾斜面を附せしむるものにして、其圓錐面の平均直徑は軸徑の4乃至8倍となすを普通とす。又傾斜角度は 4° — 16° となす。今接手の中心線と圓錐面との角度を θ とし、接手を側方にF封度を以て押し込むとき、圓錐面に生ずる壓力をP封度とすれば

$$F = P \sin \theta \quad P = F \operatorname{cosec} \theta \dots \dots \dots (1)$$

而して、 a =接手の接觸面積、平方吋、 V =速度呎/秒

p =圓錐面に生ずる壓力、封度/平方吋 とすれば

$$P = ap \quad p = 44800 \div (60v + 20) \dots \dots \dots (2)$$

次に、 f =摩擦係數: 0.5 乃至 0.35

N =廻轉數毎分 R =コーンの平均半徑、呎

b =コーンの幅、吋 $\dots \dots \dots$ とせば

$$a = 2\pi R \times 12 \times b \quad \text{トルク: } T = P/R \text{ 封、呎} \dots (3)$$

然るに、 $33000 \text{ HP} = 2\pi NT$ なるを以て、次式を得、

$$33000 \text{ HP} = 2\pi N \times p \times 2\pi R \times 12b \times fR$$

$$\text{傳達馬力: } \text{HP} = \frac{96\pi^2 R^2 b p f}{33000} \dots \dots \dots (4)$$

次の比例は機械の傳動装置に用ひらる寸法とす。

但、 D =シャフトの直徑、吋 然るとき

1. 外部フランザの幅: $a = 2D$
2. 内部フランザの幅: $b = 1.5D$
3. フランザの肉厚、最大: $e = 0.375D$
4. クラッチボスの外徑: $c = 2.25D$
5. 同上 ボスの長さ: $l = 2D$

3. エキパンション、クラッチ。開擴式接手 (Expanding type Clutch):—此式の接手は工場用機械に用ひらるゝものにして、鋼製プーリーのリム内面に鑄鐵製圓弧片を押し付けて接手の役をなさしむ。一般に内部の弧片の徑は、リム内徑よりも小

にして、其兩端にてプーリーの内面に押し付けるとき摩擦を生ずるものとす。弧片はプーリーの内部に左右相對に附す。之を開かしむる爲には、左右のネジを用ふるものと、アームを用ふるものとあり。自動車用連軸器としては稀なるが、此場合は、フライホキールの内面を摩擦面となす。

4. ディスククラッチ、盤面接手 (Disc Clutch)：—此式は前述コーンクラッチと共に自動車に用ひらるゝ連動装置にして、機關のフライホキールにクラッチ筐 (Clutch Casing) を取付け、筐の内部に數枚の圓板を其外周の溝を以て筐の凸起に嵌めて固定す。此圓板をクラッチの働板となす。次に内方の車軸に圓筒を取付け、此圓筒の外周に凸起ありて、受働板となる數枚の圓板を固定する爲め、圓板の内周にある溝を凸起に嵌め込む。以上の圓板の嵌め込み方は働板と受働板とを交互に取付くるものにして、之等の組合はせたる圓板を一端よりカラーを以て押し付くときは、圓板各層内の摩擦の爲めに連動作用を生ず。茲に各板の隙は $\frac{1}{16}$ 吋位のものにして、機關運轉上、徐々に全力を傳達するを以て、機關の動搖なきを有利とす。圓板の種類には、厚板、薄板、波板の別あり。後二者には注油法を採る。

今、 A = 圓板の接觸面、平方吋 r = 盤上任意半徑
 p = 盤面上壓力、封/平方吋 f = 摩擦係數とせば
 盤面上輪狀の極小面積： $a = 2\pi r \cdot dr$
 同上 輪狀面内の壓力： $P_1 = 2\pi r \cdot dr \cdot p$

然るときは摩擦によりて生ずるトルク： t は

$$t = \frac{2\pi r p \cdot dr \cdot r f}{12} = \frac{\pi r^2 dr \cdot p f}{6} \dots\dots\dots(1)$$

今、 r_0 = 盤の内半徑、吋 r_1 = 盤の外半徑、吋とすれば全面のトルク： T は

$$T = \int_{r_0}^{r_1} t = \int_{r_0}^{r_1} \frac{\pi r^2 \cdot p f}{6} \cdot dr = \frac{\pi p f}{18} (r_1^3 - r_0^3) \dots\dots\dots(2)$$

又、組合せ板の總數を n とすれば、接觸面の數は $(n-1)$ な

り、故に

$$\text{トルクの全量： } T_1 = \frac{\pi p f}{18} (r_1^3 - r_0^3)(n-1) \dots\dots\dots(3)$$

次に $N=1$ 分間回轉數 HP = 馬力とせば

$$2\pi N T_1 = 33000 \text{ HP} \dots\dots\dots(4)$$

(3) 式中 $r_1^3 - r_0^3$ は次の形ちとなる。但 $\pi(r_1^2 - r_0^2) = A$

$$\pi(r_1^3 - r_0^3) = A \left(\frac{r_1^2 + r_0^2 + r_1 r_0}{r_1 + r_0} \right) \dots\dots\dots(5)$$

$$\therefore T_1 = \frac{p A f}{18} \left(\frac{r_1^2 + r_0^2 + r_1 r_0}{r_1 + r_0} \right) (n-1) \dots\dots\dots(6)$$

(6) 式中 $pA(n-1)$ はクラッチの側面より、カラーに加ふ可き全力量にして最大 12000 封度となす。又 p は 0.6 乃至 2.0 封度/平方吋にして、1.0 封度毎平方吋に採る。

5. バンドクラッチ、帶式接手 (Band Clutch)：—此式は自動車機關に應用せらるゝものにして、バンドブレーキと同一原理なり。構造は車輛の一端に取付けたる圓筒面に、スパイラルに帶を捲き付け、其兩端を、フライホキールの内側に固定す。今、カム作用にて、バンドを圓筒上に固く締め付くときは茲に接手の役をなす。一名 コイルクラッチ (Coil Clutch) と云ふ。今次の式申にて

P_1 = 帶の緊張側張力 封度 μ = 摩擦係數
 P_2 = " 弛み側 " 封度 n = 帶の捲數
 θ = 帶の接觸角度、ラジアン $\dots\dots\dots$ とせば

$$\theta = 2\pi n \dots\dots\dots(1) \quad P_1 = P_2 e^{\mu \theta} \dots\dots\dots(2)$$

然るときは圓筒上の全力量： F 封度は

$$F = P_1 - P_2 = P_2 (e^{\mu \theta} - 1) \dots\dots\dots(3)$$

今、シリンダーの半徑を R 呎とすればトルクは $F+R$ 封、呎なるを以て、トルク： $T = P_2 (e^{\mu \theta} - 1) R$ 封呎 $\dots\dots\dots(4)$

茲にバンドは金屬體又はアスベスト織物の如きものとす。又バンドの斷面大きさは、毎平方吋の強さより、 P_1 に耐ゆる丈け

の大きさを要す。尚、以上の計算に於て精確になす爲めには、バンドの遠心力効果を算入せざる可からず。[3]-5. ベルトの章参照せよ。

6. 歯付クラッチ (Toothed Clutch):—此法は一般機械の2個の回轉軸間に、回轉の掛け外しに用ゆるものにして、兩軸の兩端にフランジを突き合せに附し、フランジの面には爪をつけて、一方のクラッチをシフティングレバー (Shifting Lever) を以て掛け外しする装置なり。爪の形に依り次の種類あり。

(1) スパイラルジョウクラッチ (Spiral Jaw Clutch):—爪の突起が圓周に沿ふて順次に螺旋形に立てるものとす。寸法比例は、

シャフトの徑を D 吋、爪の數 4 個の場合

1. クラッチの外徑: $B=2D+1.1$ 吋

2. 爪の高さ: $F=\frac{D}{4.6}+0.57$ 吋

3. 爪の幅: $J=\frac{D}{4.0}+0.41$ 吋

(2) クラッチカップリング (Clutch Coupling):—フランジの圓周を 6 等分し、3 個宛の爪の嚙合を以て、軸を連結するもの、即爪の形は輪形部分 (Part of Ring) なり。寸法比例は、シャフトの徑を D 吋とすれば

1. クラッチの外徑.....: $D_1=D+4f$ 吋

2. 爪の幅.....: $f=\frac{D}{2.9}+0.18$ 吋

3. 爪の高.....: $h=f$ 吋

4. シフターの嵌まる溝幅: $g=\frac{D}{2.45}+0.3$ 吋

5. 同上 溝底の肉厚.....: $d=\frac{D}{4.55}+0.18$ 吋

6. シフターフォークの深さ(中心より)
.....: $K=\frac{D}{0.76}+1.1$ 吋

7. フォーク金物の厚さ...: $a=\frac{D}{8}+0.125$ 吋

14. 摩擦制動器 (Friction Brake)

1. 摩擦制動器の種類

1. 摩擦制動は回轉中の機械を徐々に停止せしめ、又は低速に保つ爲めに用ひらるゝ安全装置にして、回轉體の運動の勢力を摩擦の損失として轉換せしむるものなり。應用は捲揚機、汽車、電車、自動車に用ひらるゝ處とす。構造上次の2型あり、

(1) バンド プレーキ、帶制動 (Band Brake)

(2) ブロック プレーキ、片制動 (Block Shoe Brake)

2. (1) は鋼帶 (Steel Band)、又は革帶 (Leather Band) を以て制動車輪の周圍を包み、横杆作用にて帶を引き締むる時、車周と帶間に大なる摩擦抵抗を發生し、漸次運動の勢力を吸収するものとす。

3. (2) は鋼帶の代りに、木片又は鐵塊を押し付くるものにして、單一摩擦 (Simple Friction) を應用する型なり。

4. 回轉停止の時間と廻轉數:—プレーキを掛ける時、回轉停止の爲めに次の關係を有す。

但、P=摩擦抵抗力 (Frictional Resistance) 封度

R=制動輪半徑 (Radius of Brake Wheel) 吋

n=廻轉停止迄の廻轉數

ω=角速度、ラジアン (Radians)/秒

I=廻轉體の慣性力率 (Moment of I)

t=廻轉停止迄の時間、秒

然るときは、廻轉體の運動勢力は $\frac{1}{2}I\omega^2$ にして摩擦の仕事量は $P \times 2\pi Rn$ なるを以て次式を得。

$$2PR\pi n = \frac{1}{2}I\omega^2 \dots\dots\dots (1)$$

$$\therefore n = \frac{I\omega^2}{4PR\pi}, \quad \omega = \sqrt{\frac{4\pi n PR}{I}} \dots\dots(2), (3)$$

$$\therefore 2\pi n = \frac{1}{2} \omega t, \quad t = \sqrt{\frac{4\pi n I}{PR}} \dots\dots(4)$$

(力學一般の關係)

2. バンドブレーキ、帶制動 (Band Brake)

1. 帶制動における摩擦抵抗力: 此場合摩擦抵抗力は調車に於けるベルトの摩擦と同一關係にして [3]-(5) ベルトの章に述べたる關係式を應用することを得。

今、 T = バンドの緊張側張力、封度

t = 同上 緩弛側張力、封度

θ = 同上 接觸角度、ラジアン

ϕ = 同上 接觸角度、度数

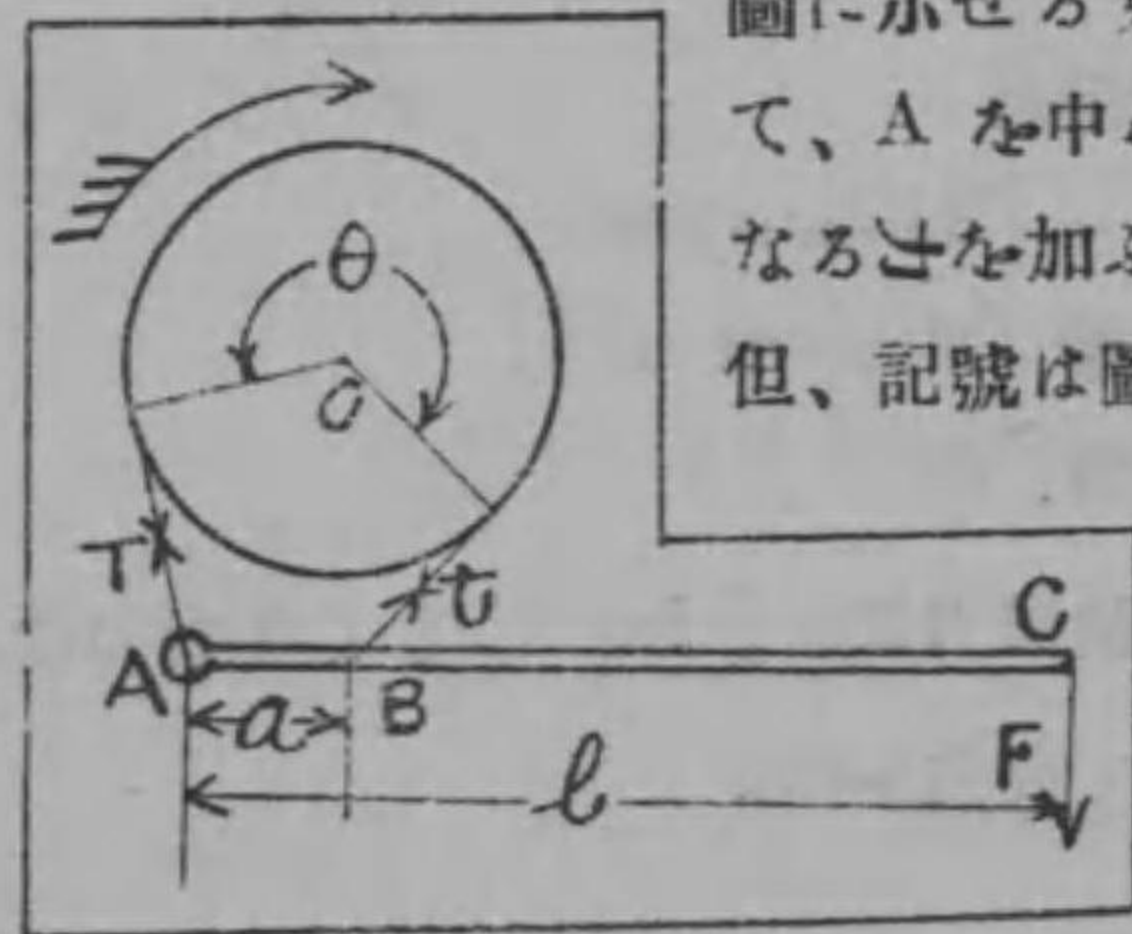
μ = 兩面間摩擦係數 とする時は

$$\log_e \frac{T}{t} = \mu\theta, \quad \log_{10} \frac{T}{t} = 0.434 \mu\theta \dots\dots(1), (2)$$

$$\phi \text{ 度を用ゝれば } \log_{10} \frac{T}{t} = 0.00758 \mu\phi \dots\dots(3)$$

2. バンドブレーキの種類: バンドブレーキの種類は、横杆の構造に依り次の種類あり。

(1): シンプル、バンドブレーキ (Simple band brake):



第 I 圖

圖に示せる如きものを云ふ。今圖に於て、 A を中心として、柄の一端 C に F なる力を加ふるときは次の關係を有す。但、記號は圖の如く用ひ、封度及時を單位とす。然るとき、

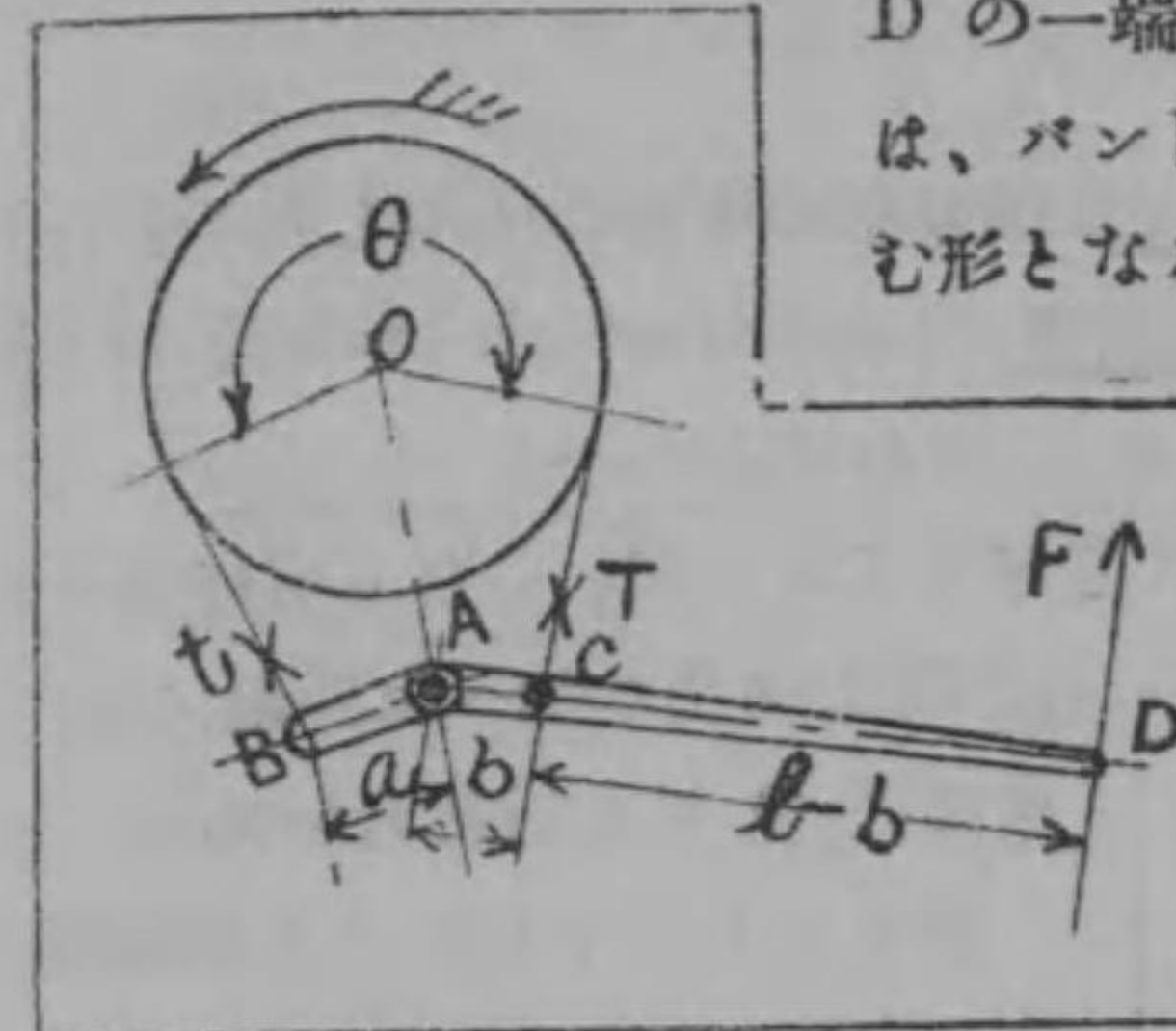
$$Fl = ta \dots\dots(1)$$

$$F = \frac{ta}{l} \dots\dots(2)$$

回轉が逆轉するときは

$$F' = \frac{T \cdot a}{l} \dots\dots(3)$$

(2): デハアレンシアルバンドブレーキ (Differential band brake): 第 II 圖に示せる如きものを稱す。即圖において、



第 II 圖

D の一端に F なる力を加ふるときは、バンドの一方は縮り、他方は弛む形となる。故に結局の縮りは其差なり。今圖の如き記號に於いて、單位及時及封度とせば次の關係を得。

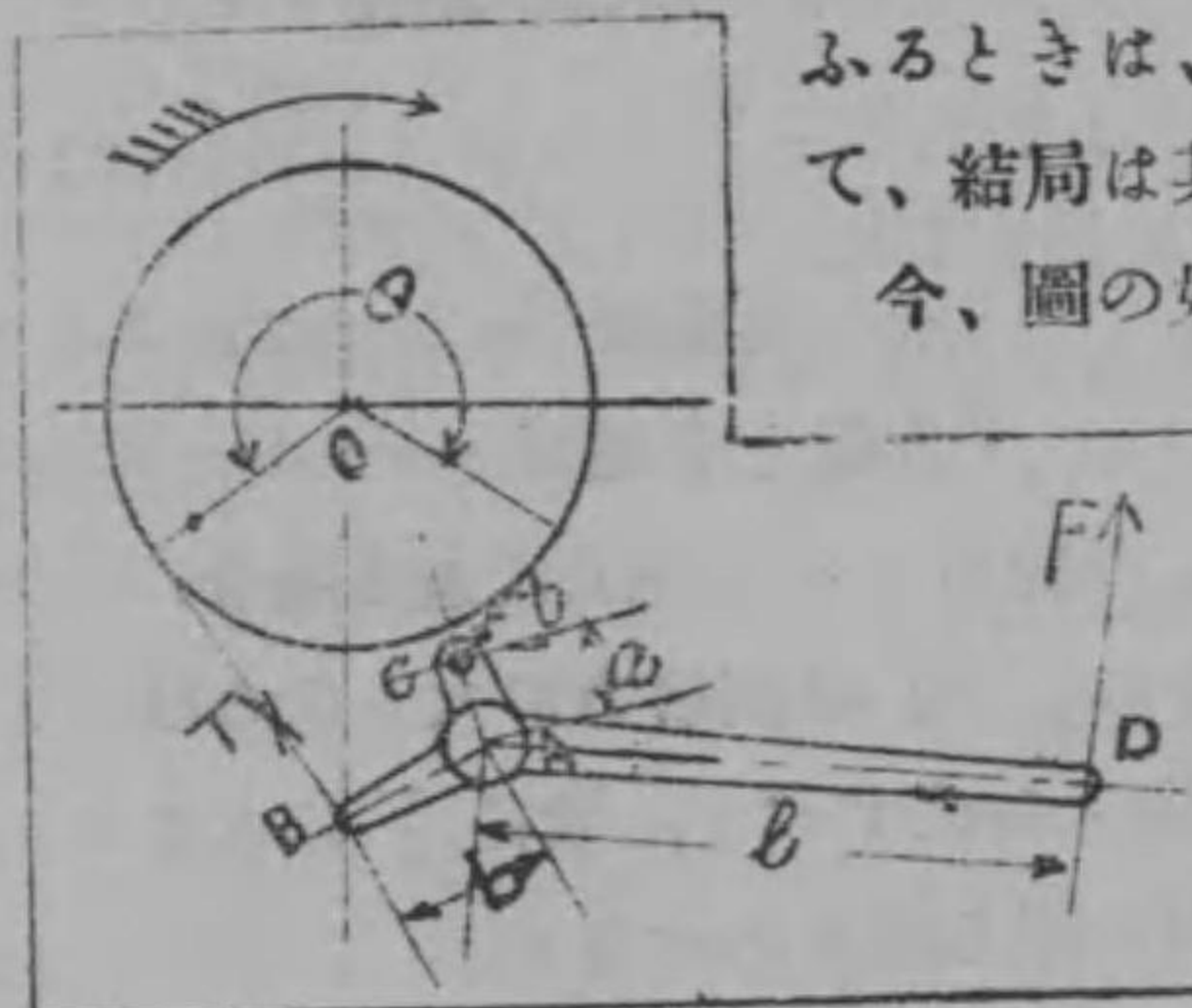
$$Fl - ta + Tb = 0 \dots(1)$$

$$\therefore F = \frac{ta - Tb}{l} \dots(2)$$

回轉が逆轉するときは

$$F' = \frac{T \cdot a - tb}{l} \dots\dots(3)$$

(3): インテグラルバンドブレーキ (Integral band brake): 第 III 圖に示せる如きものを云ふ。即 D の一端に力を加ふるときは、バンドの兩端は互に縮りて、結局は其和となる。



第 III 圖

今、圖の如く記號を用ひて、封度及時を單位とす。然るときは次の關係を得。

$$Fl = ta + Tb \dots(1)$$

$$\therefore F = \frac{ta + Tb}{l} \dots(2)$$

回轉が逆轉するときは

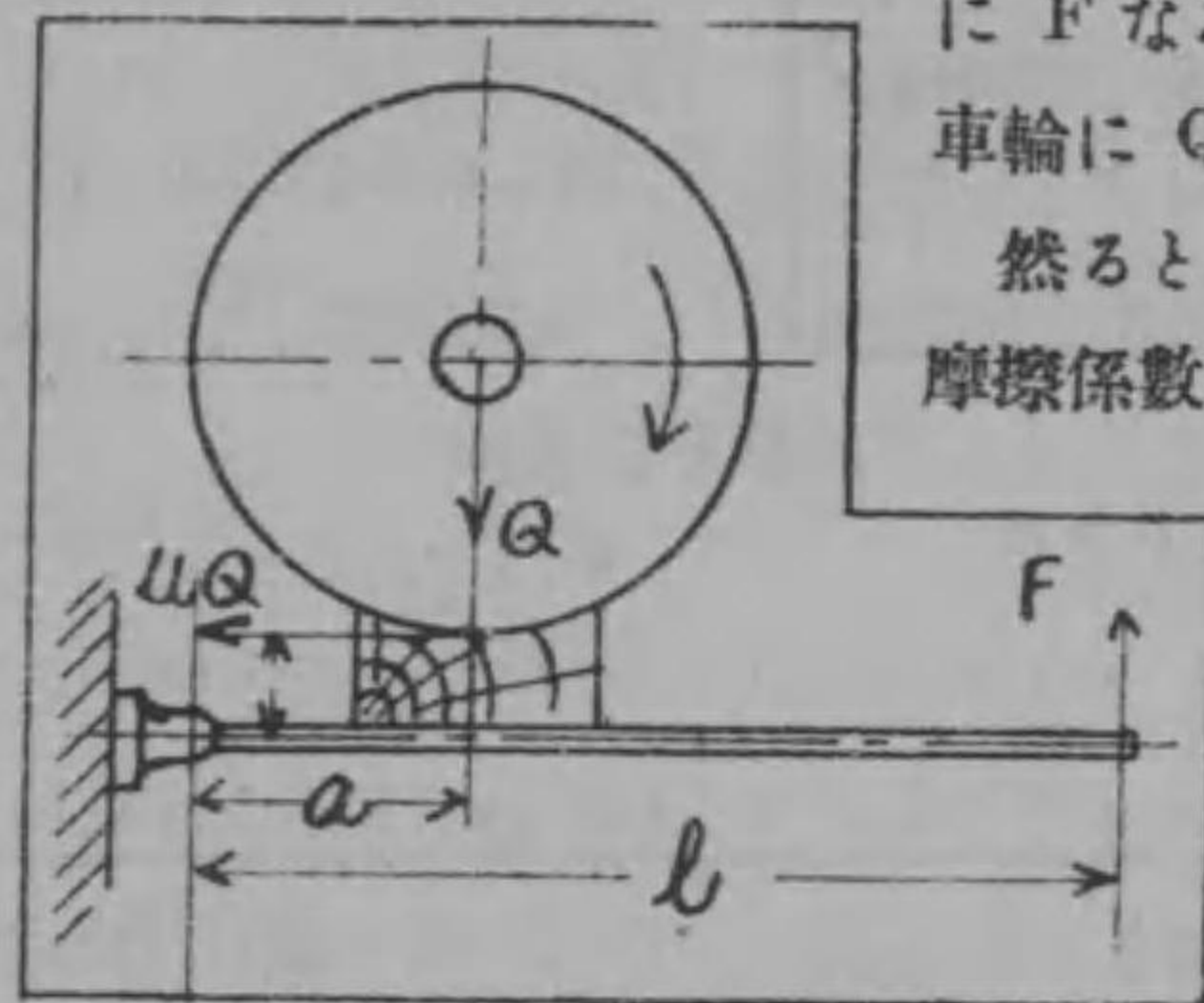
$$F' = \frac{T \cdot a + tb}{l} \dots\dots(3)$$

(註) 以上は手動装置の関係なれども、之に装置を附加するときは、荷重の變化に對して、一定の摩擦制動力を與ふるを得べし。

3. ブロックブレーキ、片制動 (Block Brake)

1. ブロック、ブレーキは機關車の車輪に使用したる型にして、應用上 (1) 壓搾空氣制動 (Compressed air brake)、(2) 眞空制動 (Vacuum brake) の二種あり。

今、簡單なる圖にて、其關係を示めせば、 l なる槓杆の一端



に F なる力を加へ a 距離に於て、車輪に Q なる制動力を與ふ。

然るとき、ブロックと車輪間の摩擦係数を μ とせば封度及吋の單位を用ひて

$$Fl + \mu Qx - Qa = 0 \dots (1)$$

$$\therefore F = \frac{a - \mu x}{l} Q \dots (2)$$

同轉が逆轉するとき

$$F' = \frac{a + \mu x}{l} Q \dots (3)$$

μ の値は大凡右の値にとる。

{	木と金屬面 $\dots \mu = 0.25 - 0.5$
	金屬と金屬面 $\dots \mu = 0.15 - 0.2$

2. 今、機關車に於て、車輪がレールの上に走る場合に、 F なる力が餘りに大なるときは、 μQ の制動力が大となる故に、働輪とレール間に滑り (Slip) を生ずべし。故に F の大さとしては滑りを生ぜざる範圍内に採らざる可からず。

茲に、 Q =制動力 (Brake block) の壓力、封度
 W =働輪 (Driving wheel) 上の全荷重、封度
 μ =タイヤ及ブロック間の摩擦係數

f =レール及タイヤ間の摩擦係數
 然るときは最大限に於て、次の如し。

$$Q\mu = Wf \dots (4)$$

μ 及 f の値は極限值を用ひず。大凡次の値とす。

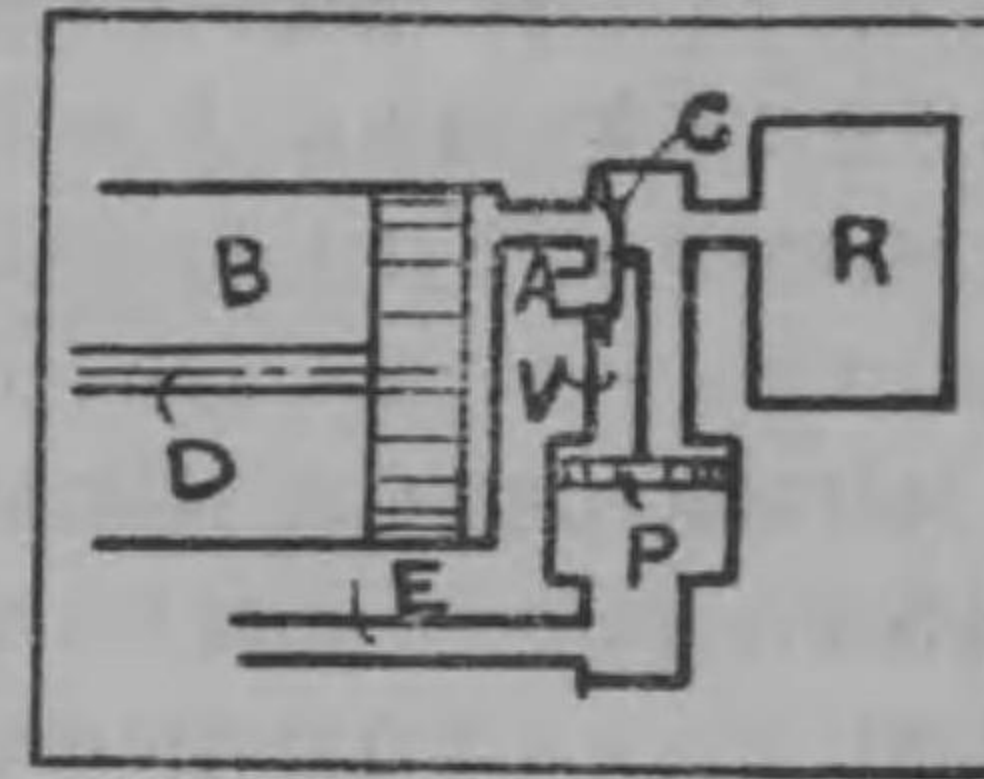
$$\frac{f}{\mu} = 40\% (\text{機關車及炭水車}), 70\% (\text{普通車輛}) \dots (5)$$

尚、列車の速度を減ずる場合も、之に應じて制動力を少ならしむるものとす。

3. ウェスチングハウスブレーキ (Westinghouse brake):—

此型は壓搾空氣の動力をブレーキブロックに用ふるものにして、壓搾空氣制動装置なり。即ち機關に小型壓搾機を連結す。

圖に於て、 B はブレーキ筒 (Brake cylinder) 及ピストン、 D はピストン槓にして、 P は他端に C の摺動弁 (Slide valve) を有するピストン (Piston) なり。 R は貯槽 (Reservoir) とす。

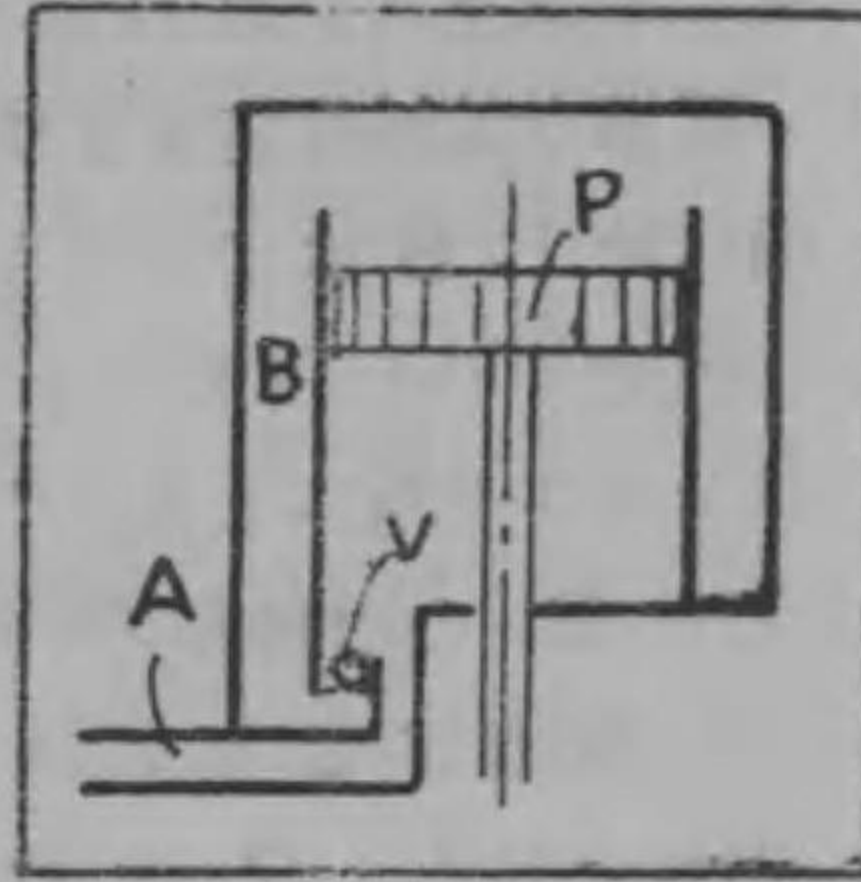


圖はブレーキを外したる位置にして、 D の先端にブレーキ、ブロックを附す。今、 P が下方に降下せる場合に、 E なるツレインパイプ (Train pipe) に壓搾空氣を送るときは、 P なるピストンは其周囲に小なる溝を有するを以て、空氣は此通路を急激に通過すると同時に、 P を押し上げ R なる貯槽に入る。而して C の弁は圖の位置に來りて、ブレーキ筒内の空氣を大氣に放出せしむ。

次にブレーキを掛けんとする時は、 E なる管内の壓搾空氣を排除す。然るときは R 内の壓搾空氣は P を押し下げ、同時に C の弁を下向せしむるに依りて、 B なるシリンダー内に通路を求めて、ピストンを外方に押し出してブレーキをきかしむるものとす。

4. バキュームブレーキ、真空制動器 (Vacuum brake):—此型の働らきは、シリンダー内を真空となして、外部の大気圧を利用したるものにして約 10 封度/平方吋の壓力を得。圖に於て、P はピストンにして、桿の他端はブレーキ、ブロックの横杆に連続す。V は球弁 (Ball valve) にして、弁の外方 B 内に空気を残さざる様、V を通して、B 内空気が A 内に導かる。A はツレーン、パイプ (Train pipe) にして、エゼクター (Ejector) に依りて常に真空に保たるものとす。尚 P の両面が真空となる時は、ピストンは自己の重さを以て降下し、ブレーキを外す位置となす。依つてブレーキを掛けんとするには、ツレーン、パイプ内に空気を送る。然るときは球弁の爲めに B は大気と絶縁を保ち、P は上方に押し上げられてブレーキに働くものとす。

故に列車の連結を破られた如き場合は、エゼクターの働らきを失ふ故にブレーキは自働的作用をなす。



4. メカニカルブレーキ (Mechanical Brake)

本装置は荷物昇降機 (Hoist) に用ひらる安全装置にして、構造は次の如し。別名ディスクブレーキ (Disc brake) 又はオートマチックブレーキ (Automatic brake) といふ。

1. モーターのピニオンは盤制動を有する側軸の一端にある歯車と噛合す。此側軸の他端には軸の送りネジにて移動する、下記 B のフランジを嵌められ、フランジのホス面にピニオンの歯を有して、ドラムの歯車と噛合す。

2. 側軸の中央には、軸と自由なるラッチェットホキルを附し、ドラムの廻轉が荷重の降下の方向の時に、ラッチェットホキルの歯に爪が掛る様取附けらる。

3. ラッチェットホキルを挿みて、A: モーター側フランジと B: ドラム側フランジとを附す。但、AB のフランジとラッチェットホキル間には摩擦用のファイバー盤を挿む。此盤は單獨に廻轉自由なり。

4. モーター側フランジ: A はキーにて軸に固定し、ドラム側フランジは四角送りネジにて移動式なり。而して内方に移動せば、ファイバーを介してラッチェットホキルを押し、外方に移動すればファイバー盤と離れて、軸の他端にてナットに阻止される構造とす。其間の移動距離は僅少なるものなり。

5. 今、荷重上昇の方向にモーターが廻轉すれば、ドラム側フランジは送りネジにて内方に呼ばれ、ラッチェットホキルと A フランジに阻止せらるゝと同時に、側面に固着してドラムに廻轉を與ふるを得。

6. モーターが静止するときは、荷重の爲めにドラムは逆轉する故に、B フランジが前と反対方向に廻らんとし、ラッチェットホキルを押したる儘、之を逆轉せしめんとす。此時爪に由つて逆轉を阻止せらる、即ちモーターにトルクを受けざる安全装置となる。

7. 荷重を降下せしむるには、モーターシャフトを前と反対に廻轉せしむる故に、B なるフランジはラッチェットホキルより遠けられ、他端のナットにて降下せらる。故にラッチェットホキルと連結を外して荷重を自由に降下せしむるを得。

8. モーター静止すれば、ドラム側フランジがラッチェットホキルを壓するに到る迄の距離を荷重が降下して後、ホキルが爪に阻止せらる。即ち荷重の降下停止す。

9. 今、送りネジの半徑: r 螺旋角: α ピッチ: p とせば
 ネジのリード、進程: $L = 2\pi r \tan \alpha \dots\dots\dots$
 複條ネジのとき: $L = 2p \dots\dots\dots$ } (1)

又 ϕ = ネジの摩擦角: 約 4° となる。

T = ドラム側ピニオンのトルク、封度、吋

W=摩擦盤面の全圧、封度

R=摩擦盤の平均半径：6—9 吋にとる。

μ =摩擦盤の摩擦係数：0.03—0.10 にとる。

然るとき、 $T=W.r \tan(\alpha+\phi)$ (2)

$r \tan(\alpha+\phi)=\mu.R$ (3)

15. ベヤリング軸承 (Bearing)

1. 軸承面積 (Bearing area)

1. 軸承面積は、軸承の受くる圧力の大きさに由りて定む。

茲に P =軸承面の全圧力、封度

p =単位面積の許容圧力 封/平方吋

a =軸承面積 平方吋.....とせば

$a = \frac{P}{p}$ (1)

2. 単位許容圧力、 p の値： p の値は、之を大に取る時は、軸承の接觸面内に油の浸入を防止し、軸の焼くる原因となる。故に次表の如く、一定制限内に p の値を用ふる必要あり。

- (1) 機関の主軸承.....最大 $p=400$ 封度/平方吋
- (2) 船用、クランク軸承 .. " $p=600$.. "
- (3) 高速度軸承..... " $p=400$.. "
- (4) 機関車輛軸承..... " $p=300$.. "
- (5) フライホイール軸承.. " $p=150-250$.. "
- (6) 船用推進機推力軸承.. " $p=50-70$.. "
- (7) 高速ピボット軸承.... " $p=250$.. "
- (8) 傳動装置鑄鐵軸承 ... " $p=15$.. "
- (9) 其他の軸承..... " $p=300$.. "
- (10) 縦軸承の場合は材料に依りて異なる。即

(a): 鑄鐵軸が砲金の軸承に嵌る時... $p=470$..

(b): 鋼軸が砲金製軸承に嵌る時... $p=700$..

: 鋼軸がリグナムバイタの軸承に嵌る時

..... $p=1400$ 封度/平方吋

3. 軸承間摩擦に依りて生ずる發熱量により制限すれば、 p の値は次の如し。即ち連續回轉にて、砲金軸承にありて、軸承面に生ずる熱が、1 B.T.U./平方吋以下なることを要す。即ち、

P =軸承面上の全圧力、平方吋

μ =金屬間の摩擦係数

S =車軸の圓周速度、呎/分

A =軸承面積 平方吋 とする時は

仕事量、W.D. 呎封度/分= $P\mu SA$ (1)

然る時、全熱量、B.T.U./分= $P\mu SA \times \frac{1}{778} > 1$ (2)

茲に軸承面積、 A は壓力の方向に垂直なる平面に其支面を投射せる面積を以て測り、之を投射面積と呼ぶ。故に

d =軸の直徑、吋 l =軸承の長さ、吋 とせば

投射軸承面積： $A=d \times l$ 平方吋(3)

普通最小限度として、 $l=d$ (4)

鑄鐵製軸承にありて、 $l=4d$ (5)

減摩金軸承にありて、 $l=3d$ (6)

4. 摩擦係数、 μ の値：—

木質+乾燥せる木質又は金屬..... $\mu=0.4-0.6$

木質+グリース附着金屬..... $\mu=0.2-0.14$

木質+給油したる金屬..... $\mu=0.1-0.2$

眞鍮+眞鍮..... $\mu=0.175$

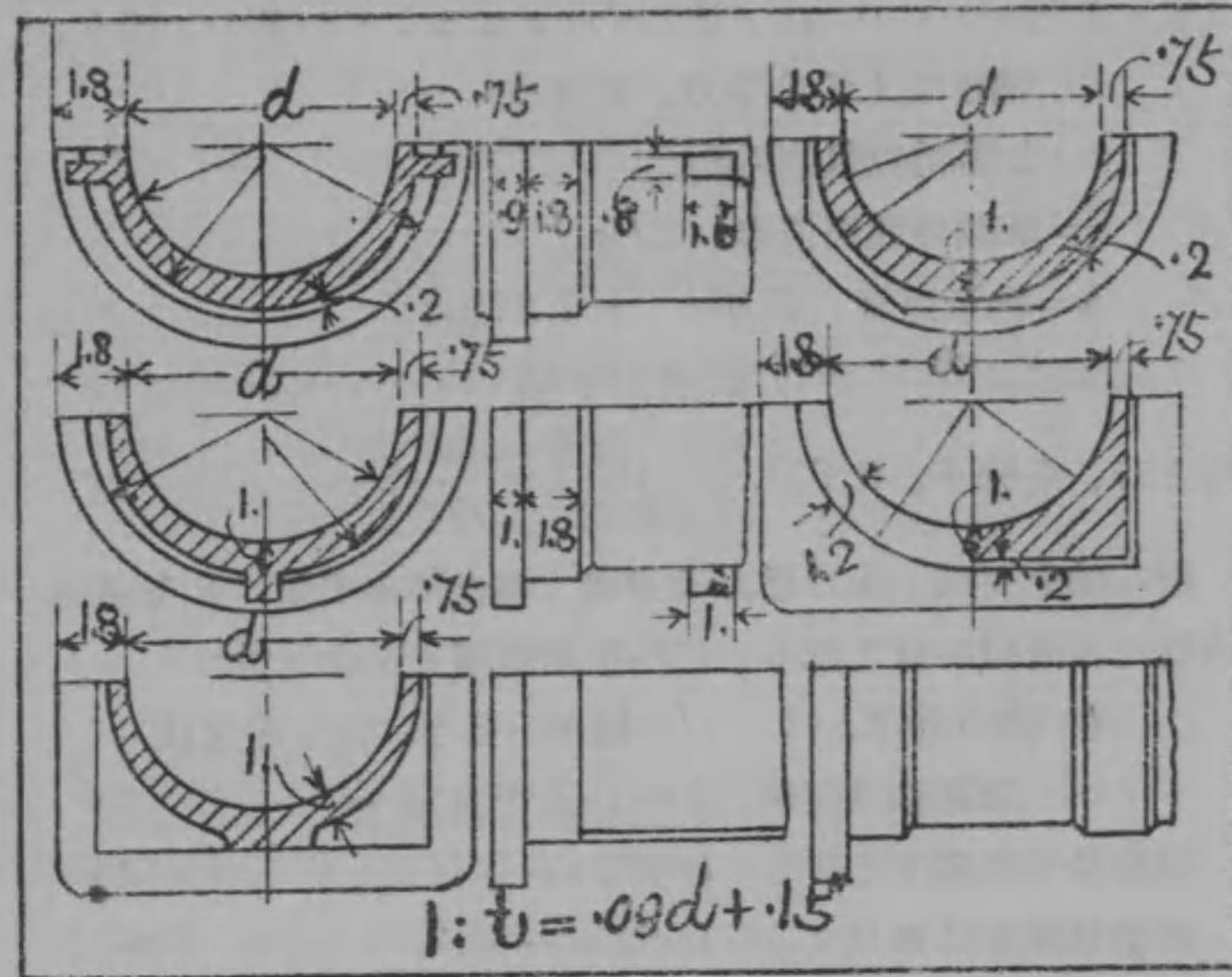
鋼+眞鍮..... $\mu=0.145$

鍊鐵+眞鍮..... $\mu=0.151$

2. 軸承金、ステップス (Steps)

1. 軸承金 (Bearing step) の普通なるものは、砲金及眞鍮にして、此外大徑のものには減摩金を加用せらる。即ち一部分

に鑄込むものなり。而して、軸承金の形状は種々なれ共、何れも底部を厚くし、外周一部の形は、四角、八角形等を以てし、軸と共に同轉するを防止せり。次圖は其の形と、比例寸法とを示せり。



3. 軸承臺 (Plumer Block)

1. 軸承臺には種々の形あり。次圖は簡單なる普通形なり。此外は天井又は側壁に取付くる爲めに、夫々適當なる形に設計せらるゝものとす。又軸心を調整する爲めに、軸承金を上下に四角螺子付き柱の球面を以て支ふる自在軸承臺あり。

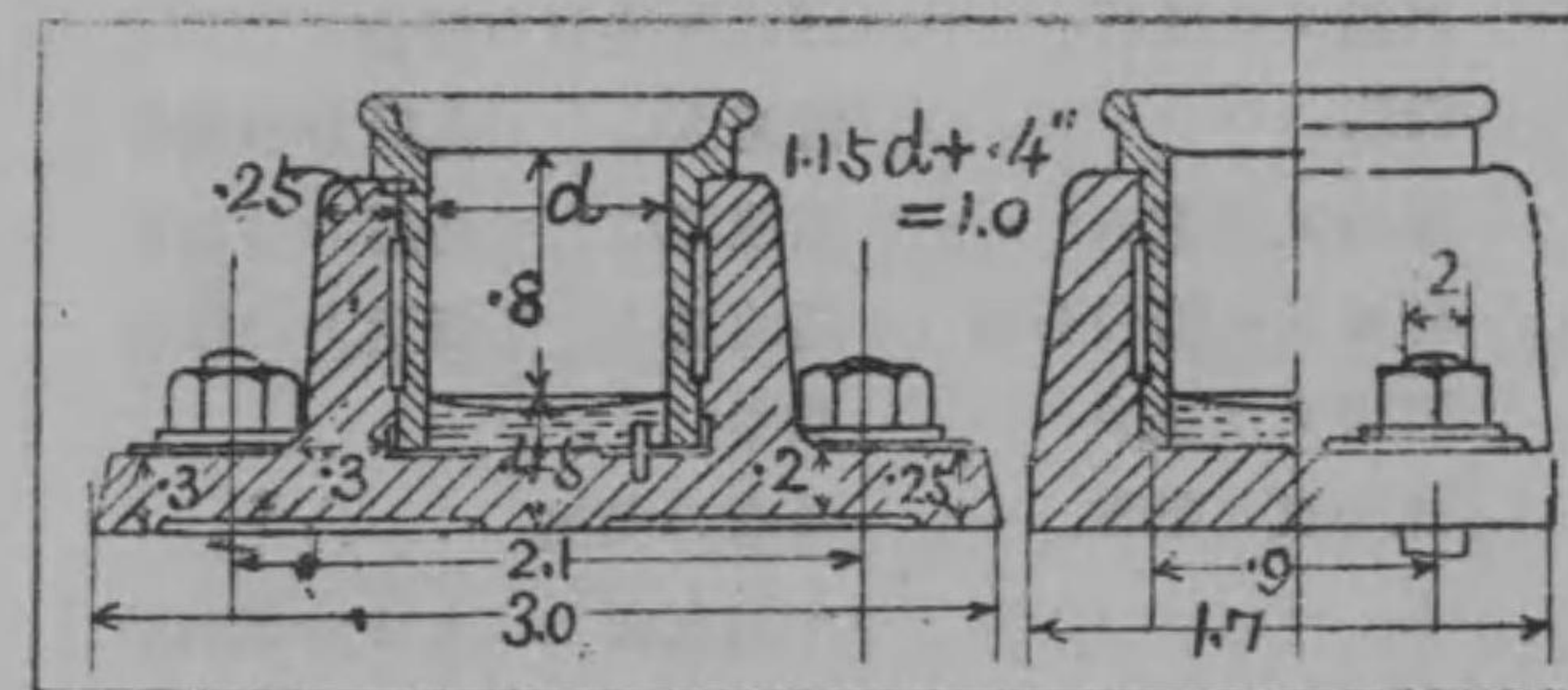
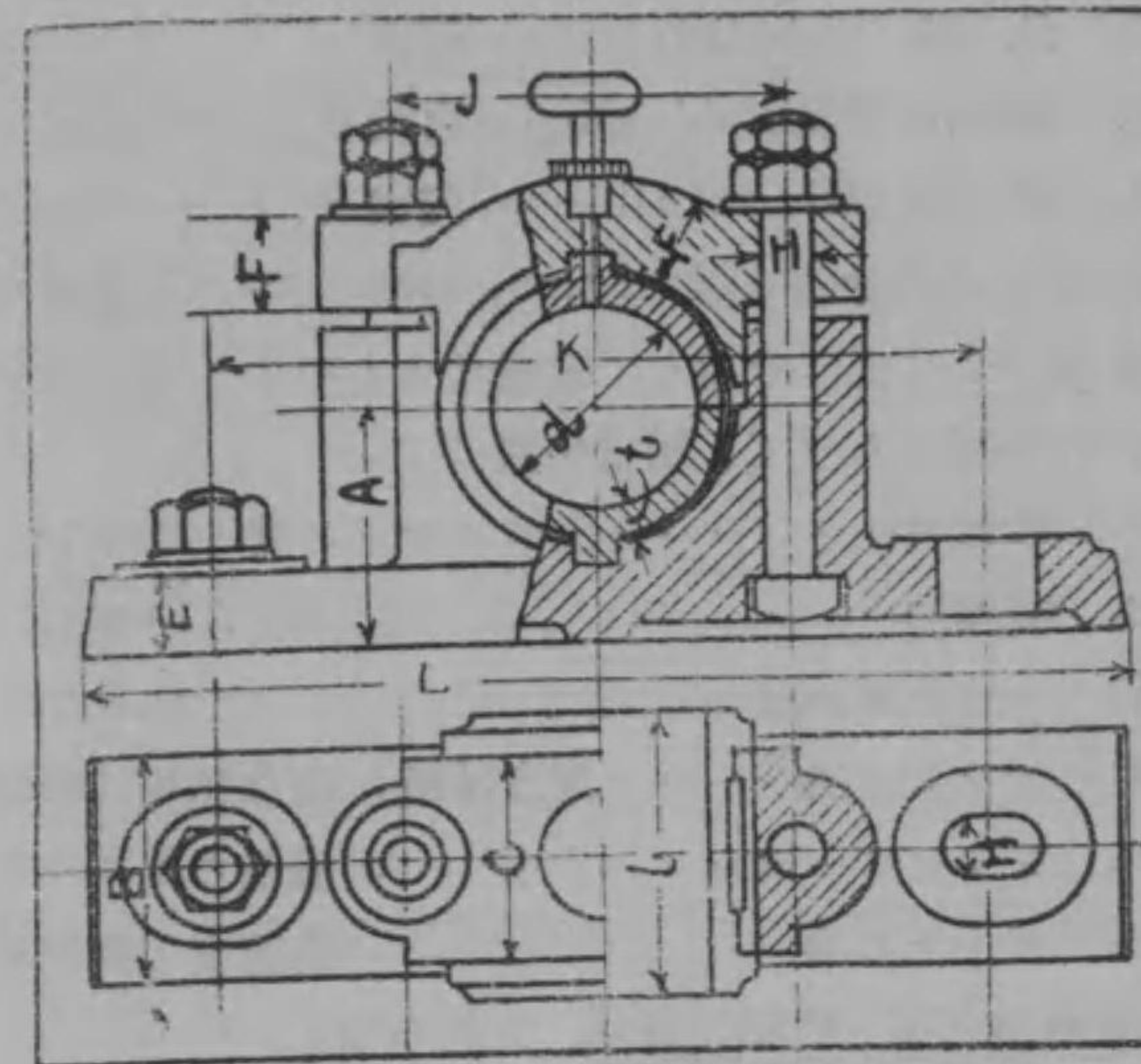
2. 縦軸承臺 (Foot steps) にも種々の形式あり。次圖は單簡なる一例を示せり。

d = 直徑、吋	$A = 1.05d + 0.5$
$B = 0.8l$	$C = 0.7l$
$E = 0.3d + 0.3$	$F = 0.3d + 0.4$
$H = 0.25d + 0.25$	$J = 1.6d + 1.5$

$$K = 2.7d + 4.2 \quad L = 3.6d + 5$$

$$t = 0.09d + 1.15 \quad l = d + 1$$

$$= 1.5d$$



圖、普通型縦軸承臺

4. 減摩油 (Lubricating Oil)

1. 減摩油には種類多けれ共、通例 (1) 黒鉛 (2) グリース

(脂膏) (3)油の 3 原種と及之等の混合減摩料とあり。此内 (3) の減摩油には次の種別あり。

1. 動物油 (Animal Oil) ……豚、馬、鯨の油、
2. 魚 油 (Fish Oil) ……鱈油。
3. 植物油 (Vegetable Oil) ……白絞油、ヒマシ油。
4. 礦 油 (Mineral Oil) ……機械油、シリンダー油。

2. 礦油は、石油分溜 (Distillation) の時、300°C 迄熱して残留せる重油分より更に分溜して製造せるものにして、市出品としては、次の種類ありて、用途を異にす。

1. 車軸油 ……比重、ホーメ度: 15.5-18.0
2. 機械油 …… ” ” : 18.5-19.5
3. スピンドル油 …… ” ” : 21.0-23.0
4. エンジン油 ……用途種類: 陸及船用 1 關軸
5. シリンダー油 …… ” : 機關のシリンダー
6. ダイナモ油 …… ” : 高速度の同轉軸

3. 減摩料の名稱と使用の場所、は次の如し。

- 輕油 ……低温度の同轉
- 黒鉛又は滑石 ……烈しき壓力の場合
- 獸脂 ……低速度にして高壓力の場合
- 鯨油又は重油 ……高速度にして高壓力の場合
- 鯨油又は精製石油 ……高速度にして低壓力の場合
- 獸脂又は重油 ……機關シリンダー
- 豚油又は獸脂 ……通常の機械
- 水 ……木製支面上にある金屬軸承

4. 礦物性油特性表:—

名稱	比重 (15°C)	引火點 C	粘度レトワード(秒)		凝固點 C
			0°C	15°C	
スピンドル油:—					
1 内國製 0.9020		146	159	51	0°
2 外國製 0.8910		175	198	57	-3

ダイナモ油:—				
1 内國製 0.9165	183	692	112	-6
2 外國製 0.8860	194	254	73	-8
變壓器油:—				
1 内國製 0.8950	142	73	41	-15
2 外國製 0.8948	138	62	38	-100
車軸油:—				
1 内夏期 0.9315	186	1271	178	-5
2 内冬期 0.9325	178	896	142	-10
3 外國製 0.9000	145	1350	180	-12
マシン油:—				
1 内國製 0.9850	191	1598	237	-5
2 外國製 0.8970	205	1314	195	-5
シリンダー油:—				
1 内國製 0.9192	205	4000	560	—
2 外國製 0.9110	265	—	1750	-10

5. ボールベヤリング、球入軸承 (Ball Bearing)

1. ボールベヤリングは普通軸承に比し、同轉圓滑なるを以て、自轉車及自動車の如き高速度の同轉軸に使用せらるゝものとす。然れ共其製作は稍複雑なるを以て、軸承の大きさに制限せらるゝものとす。

2. 球 (Ball) の強さ:—球の破壊強は其の球徑の 2 乗に比例するものなり。次表に鋼製球の安全荷重を示す。但、米國のモーター會社の與へたる數字にして、破壊の安全率、15-30 を有せり。

球の直徑、吋	1/8	5/32	3/16	7/32	1/2	9/32	5/16	11/16
安全荷重、封度	44	66	100	130	175	220	265	3 3

球の直径、吋……………	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$
安全荷重、封度……………	395	460	550	705	880	1000	1320	1585
球の直径、吋……………	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$
安全荷重、封度……………	1870	2160	2470	2820	3085	3415	3635	3965

3. 支球溝 (Bearing Groove): 一球の轉座する溝 (Race) の形には 3 様あり。

- (1) 圓凹型 (Grooved Race)
- (2) 平面型 (Plain Race)
- (3) 角溝型 (Angular Race)

(1) は溝の半徑を、球徑に比し、 $\frac{2}{3}$ を用ふ。尙最も良好なる比例は、外方溝の半徑: $R_1 = \frac{9}{16} \cdot d$ [d =球の直径]

内方溝の半徑: $R_2 = \frac{25}{48} \cdot d$ [d =球の直径]

とせらる。

(2)-(3) の型を用ゐる時は (1) の溝に適當なる荷重の $\frac{1}{3}$ を超過せざる様使用すべきものとす。

4. 球の強さの算式: Strick 氏の與へたる算式、

P_0 = 球の負荷力、一個に付、 K = 定數
 d = 球の直径、[1/8 吋數]

然る時、 $P_0 = Kd^2$ ……………(1)

平面及角溝型の時…………… $K=5$

圓凹型溝の時…………… $K=15$

又、 P_b = 球軸承上の全荷重

p_0 = 1 個の球の支持荷重 n = 球の個數の時

1 列球の軸承: $p_0 = \frac{5}{n} P_b$ ……………(2)

(2) 式より、 $P_b = \frac{n}{5} p_0 = \frac{n}{5} Kd^2$ ……………(3)

但、式中、5 は軸承に於て、球總數の 1/5 が荷重を負荷するものとしたる算數なり。

尙、安全荷重の算出に次の式あり。

球の直径、1 吋迄 $p_0 = (d \times 10)^2 \times 31$ ……………(4)

球の直径、1-2 吋 $p_0 = (d \times 10)^2 \times 26.5$ ……………(5)

5. 球軸承の摩擦: 一球軸承の摩擦は、其廻轉が、荷重を増するに依りて、次の如く差あり。

全荷重の時、摩擦係數: $f=0.0012$

$\frac{1}{2}$ " " = 0.0015

$\frac{1}{4}$ " " = 0.0018

而して、始動の摩擦と、廻轉中の摩擦とは、殆んど同値なり。

6. フルロー型球軸承: フルロー型 (Full Row Type) は球の最大數を含む軸承にして、球を千鳥に配列す。故に相隣る球は廻轉を相反せり。而して、球は轉動摩擦と摺動摩擦とを持つ傾向あり。故に球の滑り出しを防ぐ爲めに、球壁を置く。之をケージ (Cage) と稱し、相隣る球列の中間にありて、球を支持せり。此例は、スケフヨ式球軸承なり。即ち、

構造に於て、外輪溝は共通の曲面をなすを以て、球の側方推力に對して、自動的に軸承の中心に歸らしむる働きあり。

此型に於て、安全荷重: $P = k \times \frac{n}{5} d^2$ ……………(6)

但、 d = 球徑、[$\frac{1}{8}$ 吋數]

k = 定數、 n = 球個數

k の値:—

1 分間同轉數…	0	10	150	300	500
k の値……………	48.4	36.3	29.04	24.2	20.9
1 分間同轉數…	1000	1200	1500	2000	2500
k の値……………	15.62	14.96	13.14	12.10	10.56
1 分間同轉數…	3000	4000	5000	10,000	
k の値……………	9.68	8.58	7.70	5.06	

7. スラストボールベヤリング (Thrust ball bearing):—上記の平行軸に用ふる、射状球軸承は、球溝を有する臺環の内外圓周間に支へらるゝものなるを以て、側方推力のある場合には、其影響を感ずること甚だ大なり。故に推力の存する場所には、兩側の臺環平面間に球を支持する推力軸承 (Thrust Ball Bearing) を併用する必要あり。縦軸承も是と同一とす。

荷量算式次の如し。

P=全荷重、封度 d=球の直径、吋
 n=球の個數 R=1 分間回轉數 とすれば

$$P = \frac{7000 d^2 n}{\sqrt{R}} \dots\dots\dots (7)$$

即ち、荷重は回轉の2乗根に比例す。又摩擦係数は球の中心に於て、 $f=0.001$ なり。

8. 減摩料 (Lubricant):—100 回轉/分以上の高速度の軸承にありては輕油を用ふるものとす。低速度にては、重荷重にて、100 回轉/分迄にグリース又はワセリンを用ひ、100-600 回轉/分に對しては、シリンドー油を用ふ可し。以上は何れも酸を含まざるを要す。

6. ローラーベヤリング (Roller bearing)

1. 平行軸用球軸承の球の代りに、ローラー、轉子を配列したるものを、ローラーベヤリングと云ふ。而してローラーの接觸は一直線なり。其大さの比例は次の如くす。

但、 P=最大常用荷重、封度 n=軸承内轉子の數
 d=轉子の直径、吋 d₁=軸の直径、吋
 l=轉子の長さ、吋 S=軸圓周速度、呎/分

然る時、 轉子の徑: $d = 0.08 d_1 + \frac{3}{16}$ 吋 ……(1)

最大荷重: $P = 33400 \times \frac{d_2 n l}{S}$ 封度 ……(2)

16. フック、鈎 (Hook)

1. フックの強さ (Strength of Hook)

1. フックの強さは膨大部に於ける、耐壓及耐張の強さとす。而して其断面内に生ずる内力の分布は、膨大部断面の重心を通る平行線上にありて内力を生ぜず、それより断面の上下部に各反對の内力を生ずるものと解す。即ち、フックの内側に張力を生じ、外側に壓縮力を生ずるものとす。

2. 以上により、フックの大きさは次の關係式より定む。

茲に、 a=最大曲力率の掛かる、膨大部断面積、平方吋
 f=許容安全内力、封度/平方吋
 P=最大荷量、封度
 y=断面重心線より兩端上下の最大距離、吋
 r=荷重中心線と断面重心線との距離、吋
 I=断面の慣性力率

然る時、最大曲力率: $M = P \times r$ 吋、封度 ……(1)

故に、 $\frac{M}{I} = \frac{f}{y}$ ……(2)

今、 緊張側に對して、 $f = f_t$ $y = y_1$
 壓縮側に對して、 $f = f_c$ $y = y_2$ とすれば

(2) 式より、 $f_t = \frac{M}{I} y_1$ ……(3)

$f_c = \frac{M}{I} y_2$ ……(4)

f_t の値は、安全耐力として、16000—25000 封度/平方吋迄を用ふることを得。普通 10000 内外となす。而して、 $f_t \cdot f_c$ の比は

鍊鐵: $\frac{f_t}{f_c} = \frac{5}{4}$ 軟鋼: $\frac{f_t}{f_c} = \frac{2}{3}$ ……(5)

2. フックボルト (Hook bolt) の直径:—フックボルトの耐力は張力ののみなるを以て、ボルトネツの谷底に於て、充分の強

さを要す。茲に、

P = 最大荷重、封度 f_t = ネジ底の直径、吋

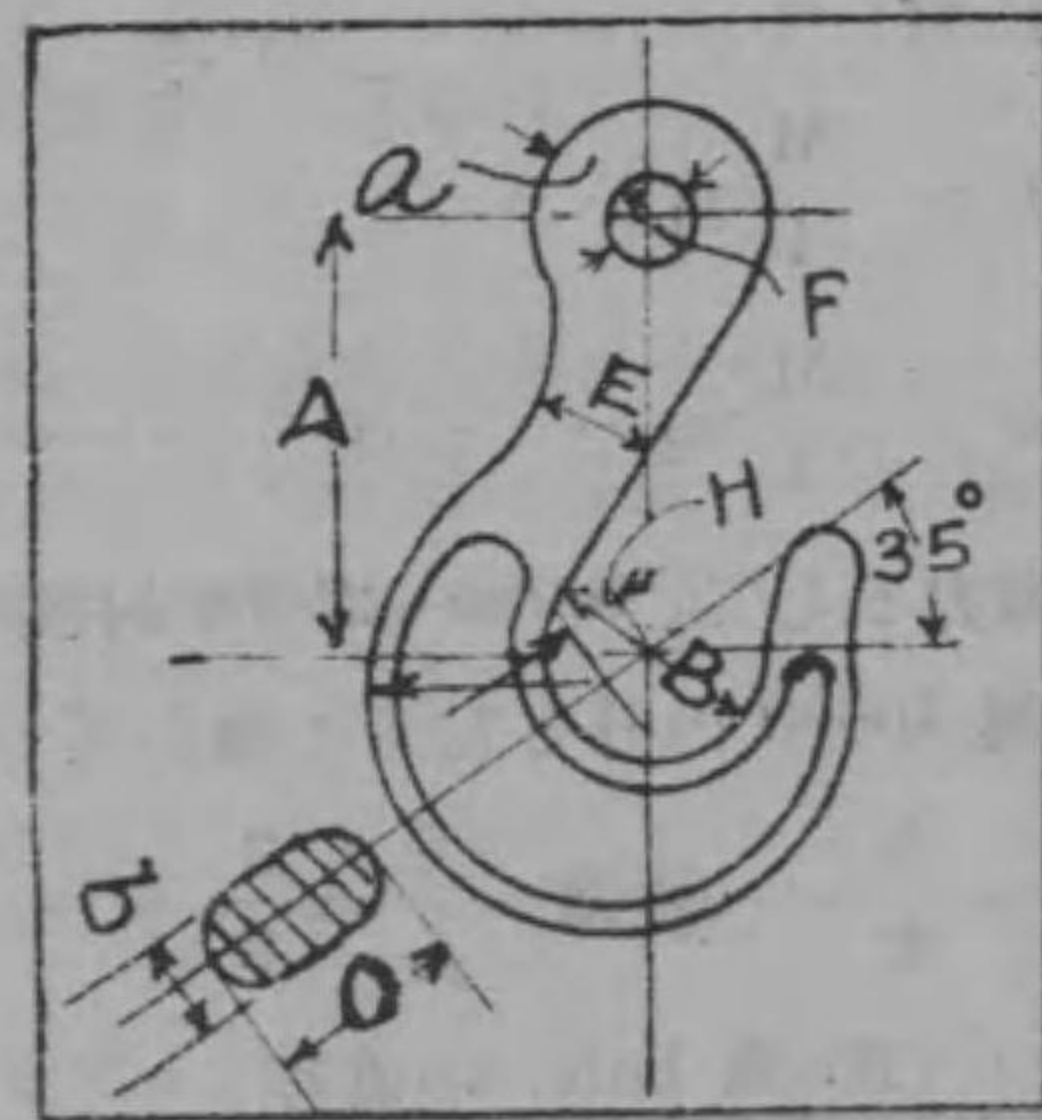
f_t = 材料の耐張強力、封度/平方吋 とする時は

$$\frac{\pi}{4} d^2 f_t = P \quad d = \sqrt{\frac{4P}{\pi f_t}} \dots\dots\dots(6)$$

2. 各種フック寸法比例

1. I 圖、フック寸法表:-

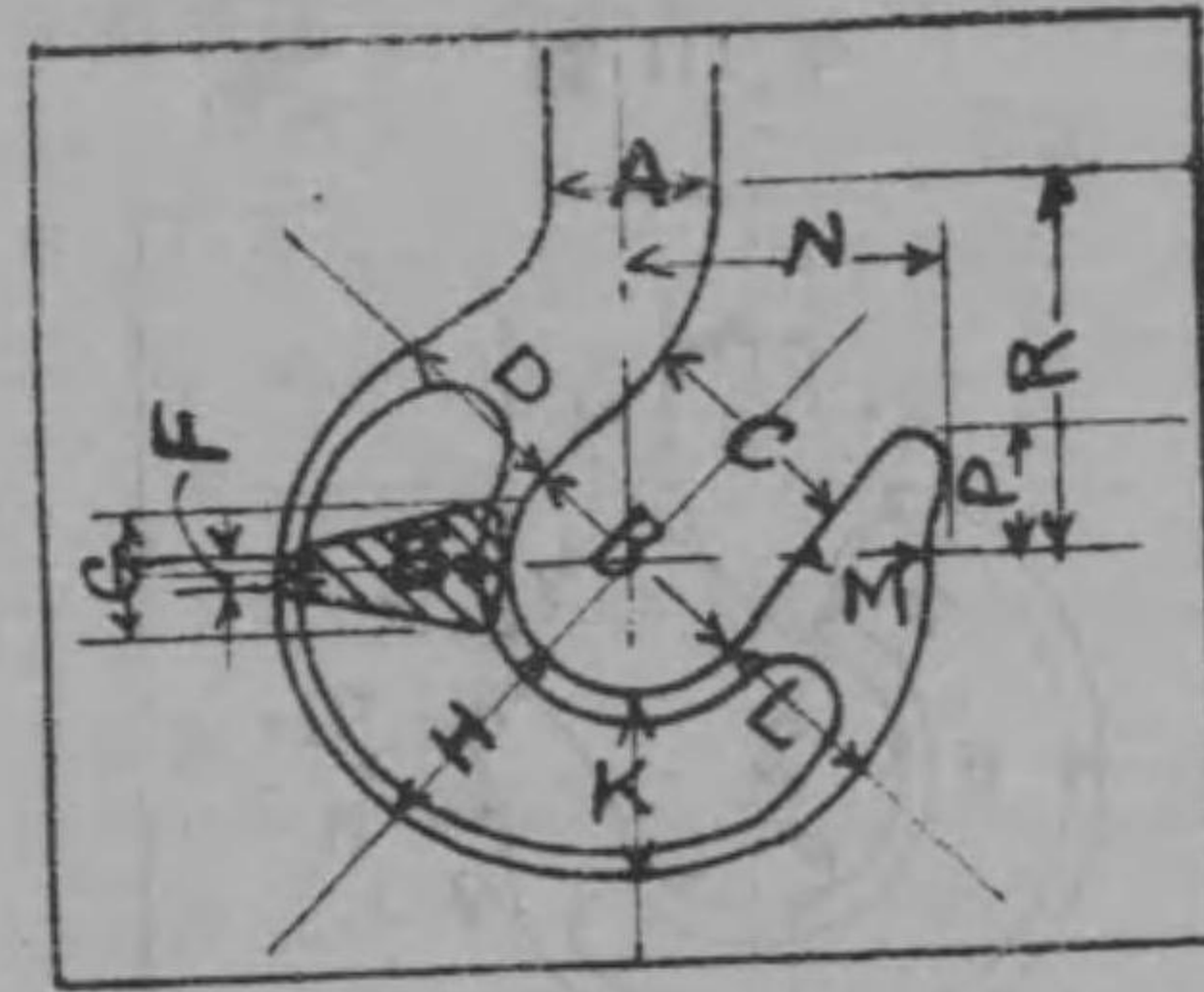
噸	A	B	C	D	E	F	G	H
0.5	$3\frac{1}{8}$	$2\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	1	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{16}$
0.75	$4\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{13}{8}$	$\frac{1}{4}$
1.0	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{16}$
1.5	$4\frac{7}{8}$	$2\frac{13}{16}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{3}{8}$	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{3}{8}$
2.0	$5\frac{1}{4}$	3	2	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{7}{16}$
3.0	$5\frac{5}{8}$	$3\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{5}{16}$	$1\frac{1}{8}$	1	$\frac{1}{2}$
4.0	$5\frac{15}{16}$	$3\frac{5}{16}$	$2\frac{5}{16}$	$1\frac{7}{16}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{16}$	1	$\frac{9}{16}$
5.0	$6\frac{5}{16}$	$3\frac{7}{16}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{16}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{5}{8}$
6.0	$6\frac{3}{4}$	$3\frac{5}{8}$	$2\frac{11}{16}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{11}{16}$
8.0	$7\frac{3}{8}$	$3\frac{15}{16}$	3	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{11}{8}$
10.0	$8\frac{1}{8}$	$4\frac{1}{4}$	$3\frac{5}{16}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$\frac{3}{4}$
12.0	$8\frac{3}{4}$	$4\frac{9}{16}$	$3\frac{3}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{13}{16}$	$1\frac{1}{16}$	$\frac{3}{4}$
15.0	$9\frac{9}{16}$	$4\frac{7}{8}$	$3\frac{7}{8}$	$1\frac{15}{16}$	2	$1\frac{15}{16}$	$1\frac{9}{16}$	$\frac{13}{16}$
18.0	$10\frac{1}{4}$	$5\frac{3}{16}$	$4\frac{13}{16}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$\frac{13}{8}$
21.0	11	$5\frac{1}{2}$	$4\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$



第 I 圖

2. II 圖、フック寸法表:-

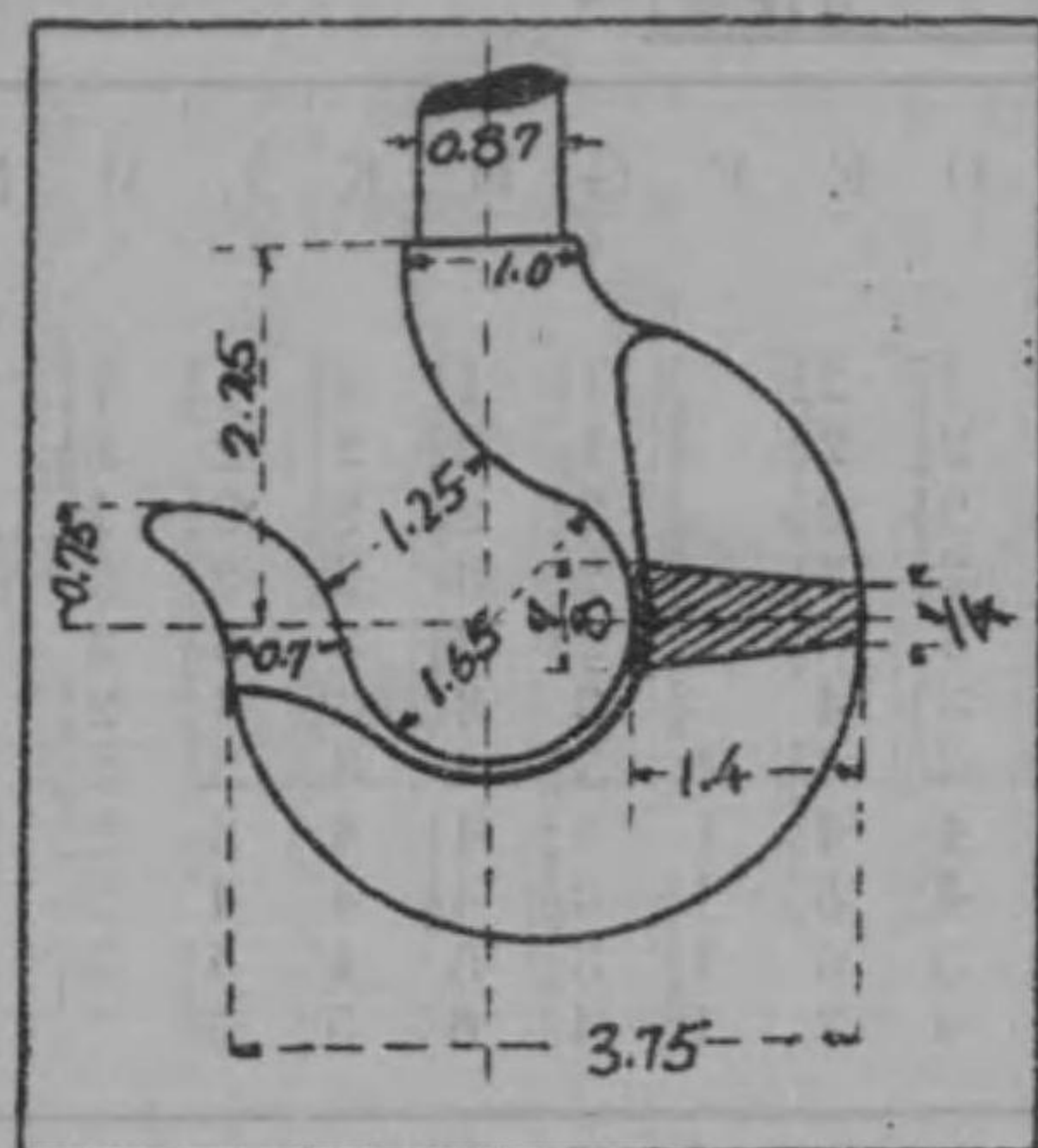
噸	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	M	N	P	R
2	$1\frac{1}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{3}{8}$	$2\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{8}$
3	$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{4}$
4	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{3}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
5	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$
6	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$
8	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$
10	$1\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{7}{2}$	$2\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$
12	$1\frac{5}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{5}{8}$
15	$1\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{7}{4}$	$2\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$	$1\frac{3}{4}$
20	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$2\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$	$1\frac{7}{8}$
25	2	3	2	3	4	3	4	5	6	7	8	9	10	11



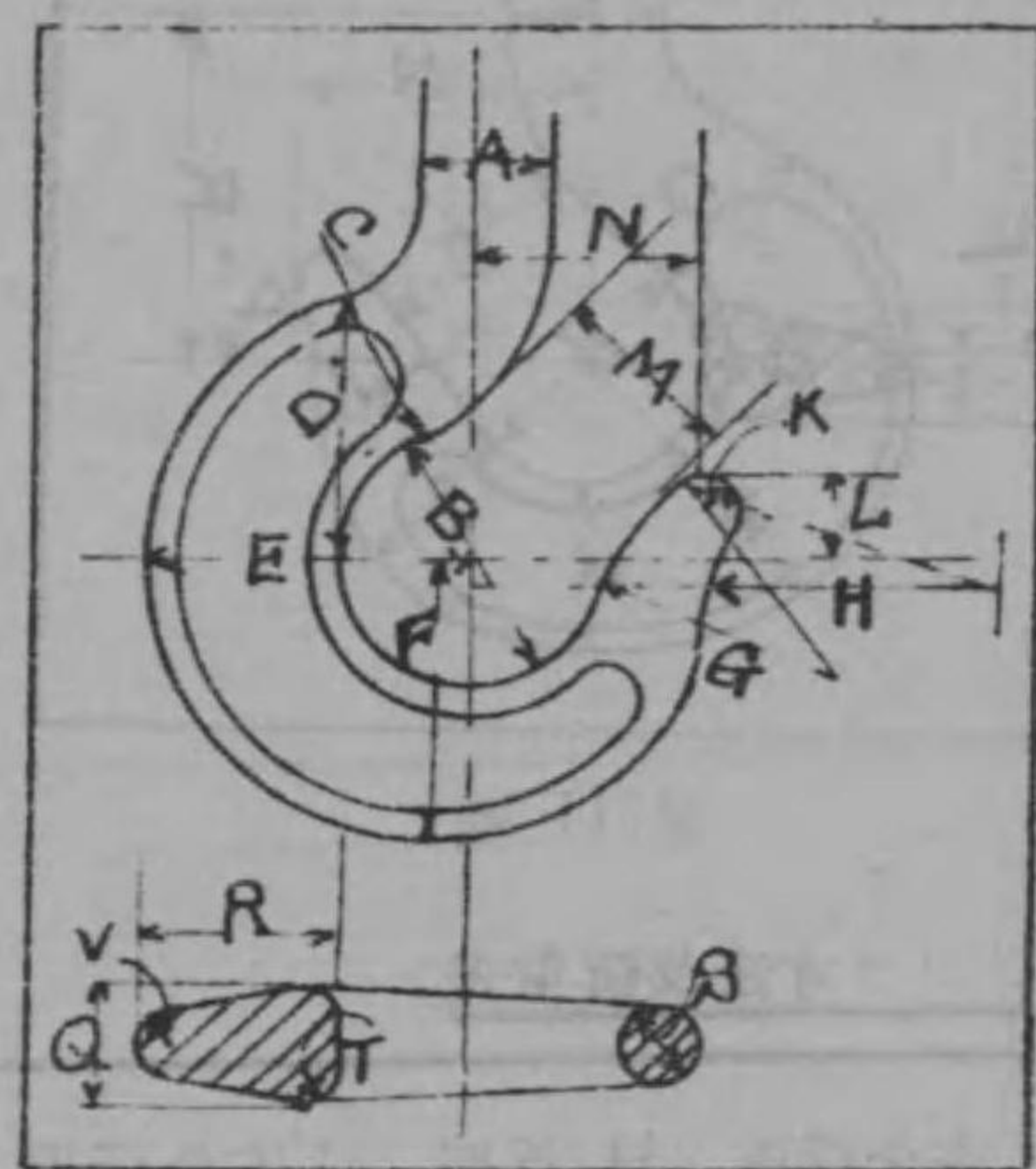
第 II 圖

3. III 圖、フック寸法及荷重表:-

首徑、吋	安全荷重、封	首徑、吋	安全荷重、封
$\frac{5}{8}$	590	$1\frac{5}{8}$	3910
$\frac{3}{4}$	830	$1\frac{3}{4}$	4720
$\frac{7}{8}$	1200	$1\frac{7}{8}$	5370
1	1480	2	6080
$1\frac{1}{8}$	1870	$2\frac{1}{4}$	7700
$1\frac{1}{4}$	2420	$2\frac{1}{2}$	9460
$1\frac{3}{8}$	2820	$2\frac{3}{4}$	11400
$1\frac{1}{2}$	3450		



第 III 圖



第 IV 圖

4. IV 圖、フック寸法時:—T=荷重噸數とす。然るとき

$$A = \frac{T}{14} + 1.9 \quad B = \frac{T}{7.5} + 3.15 \quad C = \frac{T}{7} + 3.55$$

$$D = \frac{T}{6.7} + 3.5 \quad E = \frac{T}{5.2} + 4.0 \quad F = \frac{T}{6.5} + 3.9$$

$$G = H = C \quad K = \frac{T}{80} + 0.5 \quad L = \frac{T}{20} + 1.0$$

$$M = \frac{T}{9.6} + 2.55 \quad N = \frac{T}{8.6} + 2.85 \quad Q = \frac{T}{13.3} + 1.5$$

$$R = \frac{T}{6.6} + 3.5 \quad S = L \quad T = V = K$$

17. 鎖及輪 (Chain & Ring)

1. チェーン、鎖 (Chain)

1. チェーンの強さ:—チェーンの強さ、噸/平方吋の値は、チェーンリンクの直径の大となる程、小値となるものとす。

今、 f =破壊強力、噸/平方吋

d =鎖棒の徑、吋 a =棒の斷面、平方吋

W =破壊荷重、噸 とする時は

$$f = 26.2 - 2.4d \dots\dots\dots(1)$$

$$\therefore W = a \times (26.2 - 2.4d) \dots\dots\dots(2)$$

2. 次表は(2)式より鎖の熔接効率及曲げ作用を充分に見たる、鎖の安全荷重表とす。

d	W	d	W	d	W
$\frac{1}{4}$	1.95	$\frac{3}{4}$	16.7	$1\frac{1}{2}$	62.0
$\frac{5}{16}$	3.03	$\frac{13}{16}$	19.5	$1\frac{3}{8}$	71.8
$\frac{3}{8}$	4.34	$\frac{7}{8}$	22.5	$1\frac{3}{4}$	82.2
$\frac{7}{16}$	5.87	$\frac{15}{16}$	25.7	$1\frac{7}{8}$	93.1
$\frac{1}{4}$	7.62	1	29.0	2	104.4
$\frac{9}{16}$	9.59	$1\frac{1}{8}$	36.3	$2\frac{1}{8}$	116.2
$\frac{5}{8}$	11.8	$1\frac{3}{4}$	44.2	$2\frac{1}{4}$	128.5
$\frac{11}{16}$	14.2	$1\frac{7}{8}$	52.8	$2\frac{3}{8}$	141.1

3. 鎖の重量算式:—一次式より鎖の重量を算出す。但、

d =鎖棒の直径、吋 W =鎖の重量、封度/尋(5 呎)

x =鎖リンクの幅、吋 C =係數

y =鎖リンクの長さ、吋……とする時は

$$W=Cd^2 \dots\dots\dots(3)$$

Cの値:—

x	y=4.5	y=5	y=5.5	y=6	y=6.5
3.5	61.9	56.8	53.2	50.2	48.3
3.6	62.6	57.4	53.7	50.9	48.7
3.7	63.3	58.0	54.2	51.3	49.1

4. 鎖の重量及荷重表:—但表中

A=鎖棒の直径、吋 W=重量、封度/呎
 B=鎖リングの幅、吋 F₁=破壊荷重、封度
 C=鎖リングの長、吋 F₂=常用荷重、封度

A	B	C	W	F ₁	F ₂
1/8	7/8	1 5/16	.875	3360	670
1/6	1 1/16	1 3/4	1.000	5040	1000
3/8	1 1/4	1 3/4	1.70	7280	1460
7/8	1 3/8	2 1/16	2.00	10080	2020
1 1/8	2 1/16	2 3/8	2.50	13440	2690
1 1/4	2 1/8	2 5/8	3.20	16800	3360
1 3/8	2 1/4	3	4.125	20720	4140
1 1/2	2 1/2	3 1/2	5.00	25200	5040
1 5/8	2 3/4	3 5/8	5.875	30240	6050
1 3/4	2 7/8	3 3/4	6.70	35280	7060
1 7/8	3	4	8.00	40880	8180
1 5/8	3 1/8	4 1/8	9.00	47440	9410
1 1/2	3 1/4	4 1/2	10.70	53760	10750

2. リング、輪 (Ring)

1. リングの強さ:—リングの大きさは、鎖リングの大きさより決定す可きものにして、

a=鎖リングの直径、吋 D=輪形の直径、吋
 b=リング、材料の直径、吋 W=破壊荷重、噸

然るとき、 $b=\sqrt{Ra^2}$, $W=\frac{Kb^3}{D} \dots\dots\dots(4)$

但、 $R=\frac{1}{2}D \dots\dots\dots D/b=4$ の時、 $K=40$

$N=$ 定數 $\dots\dots\dots D/b=2$ の時、 $K=50$

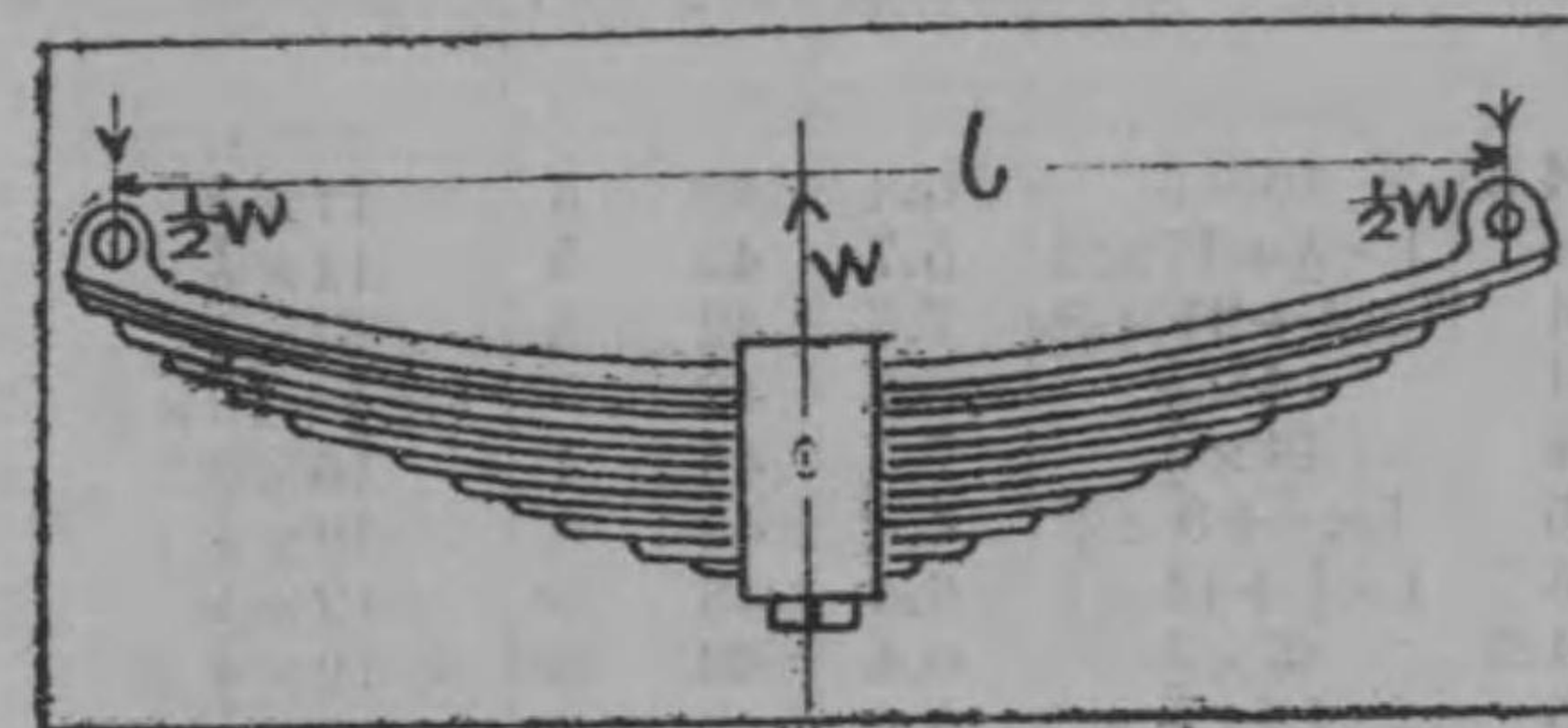
2. リングの強さに安全率 4 としたる荷重表:—

b 吋	D 吋	W 噸	b 吋	D 吋	W 噸
1 1/4	2	1.00	1 1/4	5	6.25
1 1/2	3	2.25	1 1/2	6	9.00
1	4	4.00			

18. スプリング、發條 (Spring)

1. 平板發條 (Flat Spring)

1. 平板發條、フラットスプリングは機關車其他の車輛用とす。



2. 安全荷重算式:—

n=發條の板の数 W=常用安係荷重、噸
 t=各板の厚さ、吋 l=發條の張間、吋
 b=各板の幅、吋 c=係數: 18-26 平均 23

然るとき、 $W=\frac{cbt^2n}{l} \dots\dots\dots(1)$

$c=\frac{Wl}{bt^2n} \dots\dots\dots(2)$

3. デフレクション、撓度 (Deflection):—一般に、ビーム撓度の算式に依れば

$$\text{撓度: } \delta = \frac{840 Wl^3}{Ebn^3} \dots\dots(3)$$

(3) 式に於て、 $\frac{E}{840} = K$ とせば、 $\delta = \frac{l^3}{Kbn^3} \dots\dots(4)$

$E=30,240,000$ の時 $K=36,000$ とす。

實用上、 $K=4000-48000$ を用ふ。

4. 各板に起る最大内力:—最大内力: f 封度/平方吋とす。

然る時 $f = \frac{3360 Wl}{bn^2} = 3360 \times c \dots\dots(5)$

(5) に於ける c の値は (2) 式の e と同値なり。而して平均 $c=23$ なる時、 $f=77280$ となる。

5. 平板發條の實例表:—次表は、機關車車輛の平板發條の實例とす。

l 吋	b 吋	n × t 吋	W 噸	l 吋	b 吋	n × t 吋	W 噸
32	4.5	16 × $\frac{3}{8}$	6.4	42	5	11 × $\frac{1}{2}$	7.0
36	4	1 × $\frac{1}{2}$ + 17 × $\frac{3}{8}$	5.7	42	5	11 × $\frac{1}{2}$	7.3
36	4	1 × $\frac{1}{2}$ + 21 × $\frac{5}{16}$	7.3	42	5	13 × $\frac{1}{2}$	7.5
36.5	4	14 × $\frac{1}{2}$	8.9	42	5	1 × $\frac{1}{2}$ + 18 × $\frac{3}{8}$	7.3
39	4	14 × $\frac{1}{2}$	7.5	45	4	16 × $\frac{1}{2}$	8.9
39	5	1 × $\frac{1}{2}$ + 9 × $\frac{3}{8}$	4.5	48	5	12 × $\frac{1}{2}$	7.5
42	5	1 × $\frac{1}{2}$ + 14 × $\frac{3}{8}$	6.4	48	5	12 × $\frac{1}{2}$	7.7
42	4.5	13 × $\frac{1}{2}$	6.4	48	5	12 × $\frac{1}{2}$	7.9
42	5	12 × $\frac{1}{2}$	6.6	48	6	12 × $\frac{1}{2}$	8.0
42	5	2 × $\frac{1}{2}$ + 16 × $\frac{3}{8}$	6.9	54	5	14 × $\frac{1}{2}$	8.0

2. 蔓卷發條 (Spiral Spring)

1. 蔓卷發條(スパイラルバネ) の内力は剪斷力なり。茲に、

W = 蔓卷發條にかかる外力、封度

R = 蔓巻きコイルの半径、吋

d = 針金、丸線の直徑、吋

n = コイルの巻き数

f = 剪斷内力 封度/平方吋

c = 横弾性の係數

δ = 伸又は縮の撓度とす。

然るときはコイルに掛ひる扭力率は WR 封度、吋 而してコイルの抵抗力率は、 $\frac{\pi}{16} d^3 f$ なるを以て、

$$WR = \frac{\pi}{16} d^3 f. \quad W = \frac{\pi}{16 R} \dots\dots(1)$$

$$\delta = \frac{64 WR^3 n}{cd^4} \dots\dots(2)$$

普通、 $\frac{R}{d} = 1.5-2.5$ を通例とす。

2. 今 W_0 の時 δ_0 , W_1 の時 δ_1 の伸又は縮あるときは

$$(1) W_1 = \frac{\pi}{16 R} d^3 f. \quad (2) \delta_0 = \frac{64 W_0 R^3 n}{cd^4}$$

$$(3) \delta_0 + \delta_1 = \frac{64 W_1 R^3 n}{cd^4} \text{ の關係式を得。}$$

又 $\frac{W_1 - W_0}{W_0} = K$: 荷重變化係數とする時は次式を得

$$W_1 = (1+K)W_0 \dots\dots(1) \quad \delta_1 = K\delta_0 \dots\dots(2)$$

$$\delta_0 = \frac{4\pi R^2 f n}{(1+K)cd} \dots\dots(3) \quad n = \frac{(1+K)cd\delta_0}{4\pi R^2 f} \dots\dots(4)$$

但、 $f=40,000-50,000$

$c=12,500,000$

3. 上述算式は、針金丸線のものに就きて關係式を求めたるものなれ共、此外四角形断面、楕圓断面のものに對しては、次表類別せる算式に依りて結果を知るを得。

但、 δ = 伸及縮の度、吋

W = 最大安全荷重、封度

C = 横弾性の係數

f = 最大剪斷耐力 封度/平方吋

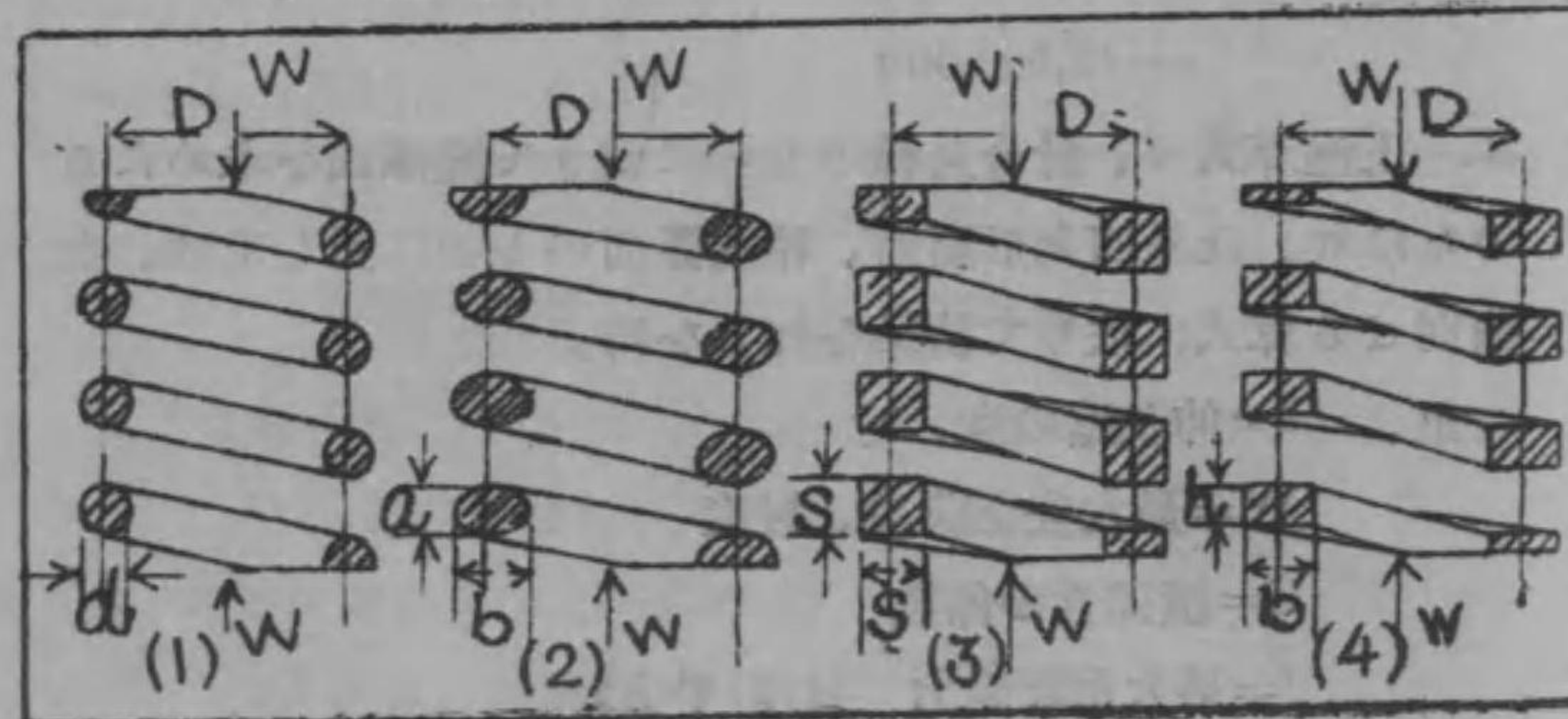
n = 巻巻コイルの数
 其他の記號は圖に示せるものと符合す。

(1) 丸形線	(2) 楕圓形線	(3) 角形線
$\delta = \frac{8WnD^3}{cd^4}$	$\delta = \frac{4WnD^3(a^2+b^2)}{ca^3b^3}$	$\delta = \frac{9.584 WnD^3}{a^4}$
$W = \frac{\pi d^3 f}{8D}$	$W = \frac{\pi ba^2 f}{8D}$	$W = \frac{0.416 S^2 f}{D}$

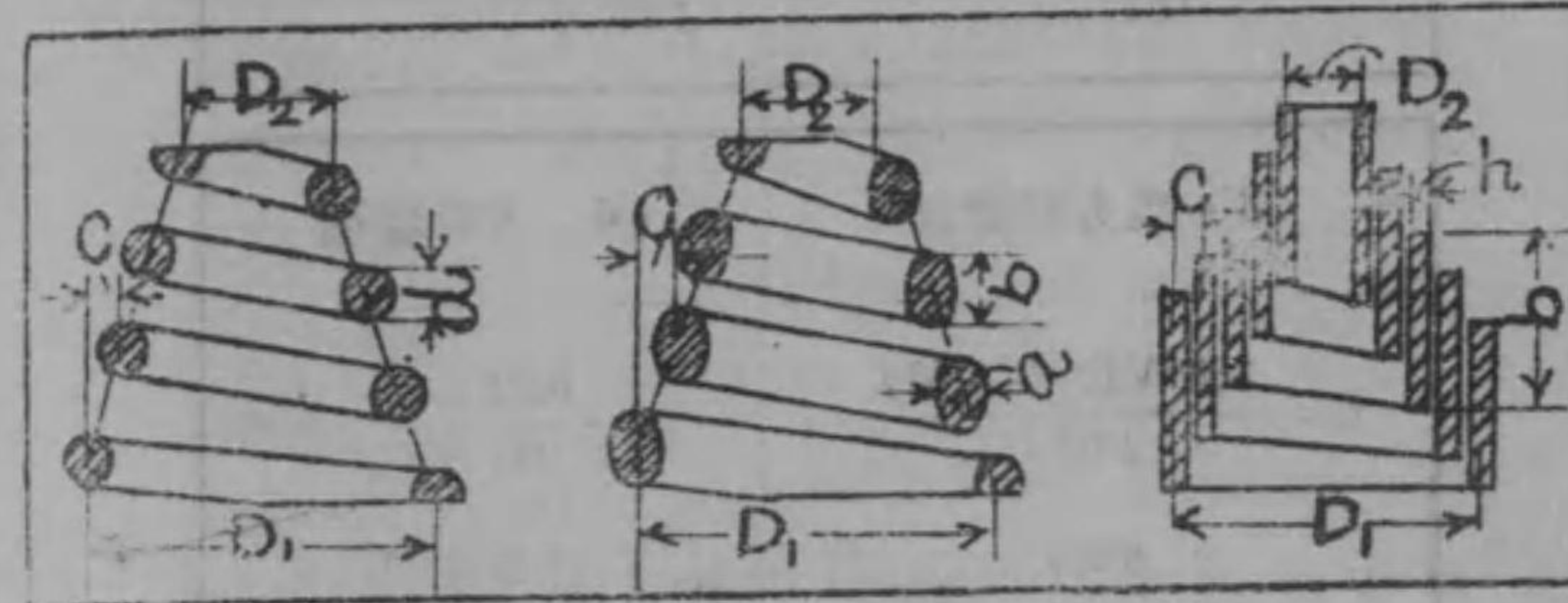
(4) 長方形線	
[I] $b \leq \frac{4h}{3}$:-	[II] $\frac{h}{b} = \text{極少値}$
$\delta = \frac{2.75WnD^3(b^2+h^2)}{cb^3h^3}$	$\delta = \frac{2.36WnD^3}{cbh^3}$
$W = \frac{b^2 h^2 f}{(1.6b+0.8h)D}$	$W = \frac{2bh^2 f}{3D}$

c 及 f の値 :-

- $\frac{1}{4}$ 吋線 $c = 13,000,000$ }(1)
- $\frac{3}{8}$ 吋線 $c = 11,000,000$ }
- $\frac{1}{2}$ 吋線 $f = 60,000-70,000$ }(2)
- $\frac{3}{4}$ 吋線 $f = 50,000$ }



(5) 丸形線	(6) 楕圓線	(7) 平板棒
$\delta = \frac{W(D_1^4 - D_2^4)}{Ccd^4}$	$\delta = \frac{W(a^2+b^2)(D_1^4 - D_2^4)}{2Cca^3b^3}$	$\delta = \frac{3\pi W(D_1^4 - D_2^4)}{32C.cbl^3}$
$W = \frac{\pi d^3}{8D_1}$	$W = \frac{\pi ba^2 f}{8D_1}$	$W = \frac{2bl^2 f}{3D}$

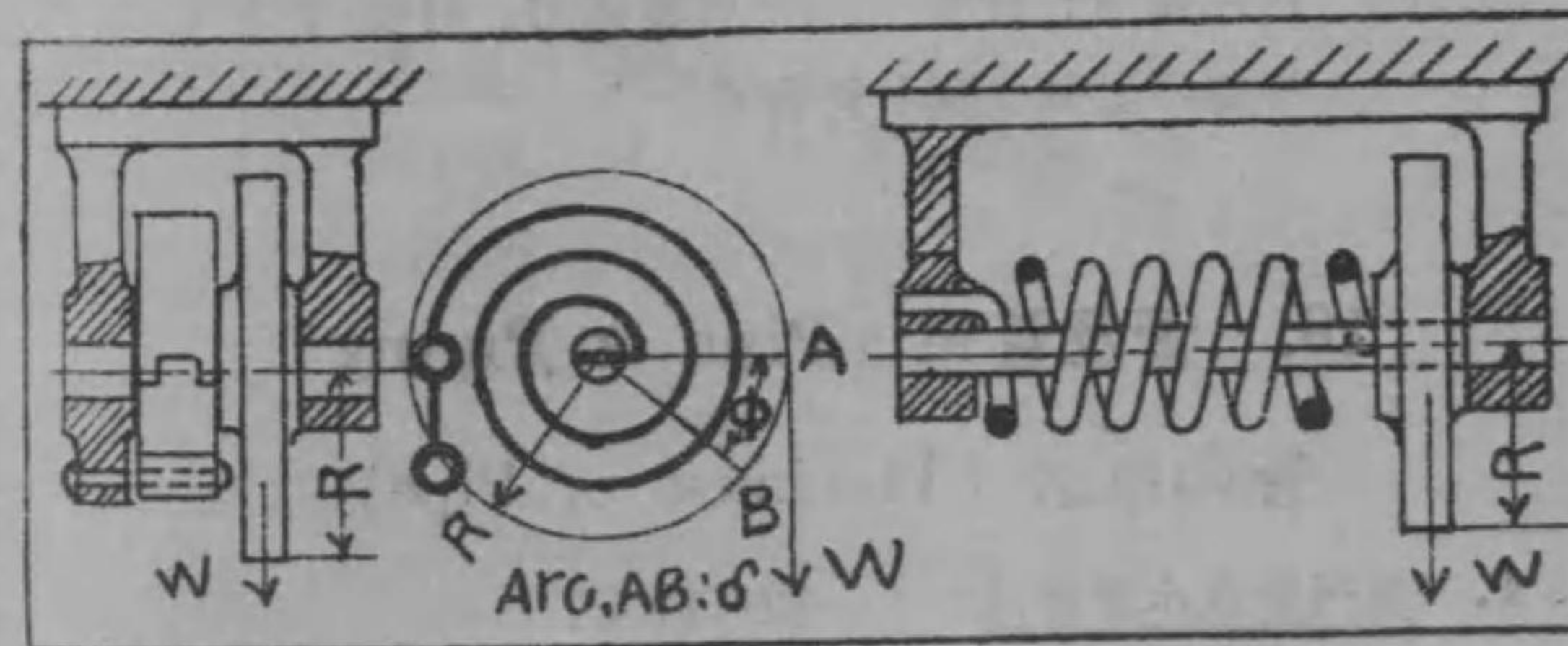


3. 巻巻及螺線發條の扭力

式中、 Z = 断面係数 l = 發條の全長、吋
 I = 慣性力率 E = 横弾性の係数、封度/平方吋

然る時、 扭れ度、吋： $\delta = \frac{WR^2 l}{EI} = R\phi$ (1)

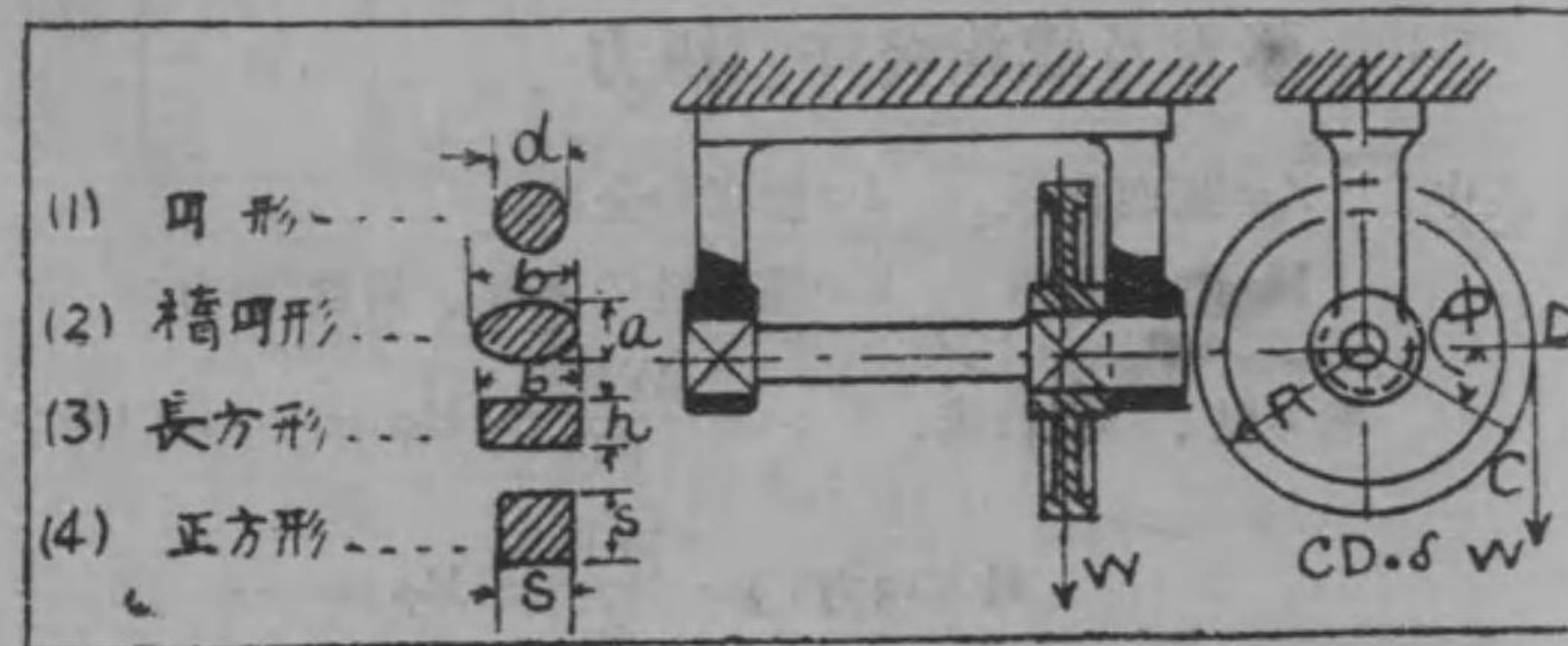
最大内力： $f = \frac{WR}{Z} = R\phi$ (2)



4. 棒の扭れ (Straight Bar Torsion)

(1) 圓断面	(2) 楕圓断面
$\delta = \frac{32WR^2l}{\pi d^4 C}$	$\delta = \frac{16WR^2l(a^2+b^2)}{\pi a^3 b^3 C}$
$W = \frac{\pi d^3 f}{16R}$	$W = \frac{\pi a^2 b^2 f}{16R}$

(3) 長方形断面	(4) 方形断面
$\delta = \frac{3.5WR^2(b^2+h^2)l}{b^3 h^3 C}$	$\delta = \frac{bh^2 l}{3R}$
$W = \frac{b^2 h^2 f}{2R(1.6b+.8h)}$	$W = \frac{0.208 S^3 f}{R}$



(註) W=荷重、封度 f=剪斷強力、封度/平方吋。
 其他の記號は圖に符合す。

19. 管及管系 (Pipe & Piping)

1. 管の厚さ (Thickness of Pipe)

1. 蒸汽管及水管算式:— 一般に於て、

$$t = \frac{pd}{2f} + c \dots\dots\dots(1)$$

但、t=管の厚さ、吋 C=C
 f=常用耐壓力、封度/平方吋
 p=内壓力、封度/平方吋 c=係數にして次の如き値を
 d=管内徑、吋 採る。

2. f 及 c の値:—

- 鑄鐵、蒸汽管.....f= 2,000.....c=0.3
- 鑄鐵、シリンダ..... 1,750..... 0.5
- 鍊鐵管..... 8,500..... 0.06
- 引拔鋼管..... 20,000..... —
- 蒸汽鋼管..... 3,500..... 0.1
- 鉛管:..... 225..... 0.3

以上に於て、鉄付したる大徑の管は、70-80%の強さとす。

3. 水力用鑄鐵管にありては、平均耐壓内力、18500封度/平方吋として算出す。故に安全率 3.5 とせば f=5500 封度/平方吋の常用壓力となる。

水壓管の激動を受くる場所には、安全率 10 を用ふるを以て、常用最大内力、f=1850 封度/平方吋とす。

4. 100 封度以下の鑄鐵製蒸汽管:—

d=管の内徑、吋
 p=管内壓力、封度/平方吋とす。

然る時、管の厚さ、吋: $t = \frac{d+4}{16} \dots\dots\dots(2)$

5. 熔接せる鍊鐵蒸汽管:—

T=管の厚さ、吋 D=管の内徑、吋
 P=管内壓力、封度/平方吋とす。

然る時、 $P = \frac{6000 \times T}{D} \dots\dots\dots(3)$

6. 銅蒸汽管:—

T=管の厚さ、吋 D=管の内徑、吋
 P=管内壓力、封度/平方吋とす。

然る時、 $P = \frac{6000(T - \frac{1}{16})}{D}$ (4)

引抜鋼管にありては、(4)式中の $\frac{1}{16}$ の代りに $\frac{1}{32}$ を用ふ。

7. 鉄留の管 (Riveted Pipe) :—水圧管として用ひらるゝ鐵管にして、鉄付の方法は、圓周の方向に—列鉄留き、長手の方向に—列乃至三列鉄を用ふ。

管の厚: $t = f \frac{(P+p)d.S}{2T}$ (5)

但、P=水頭に依る水壓、封度/平方吋

p=水槌 (Water hammer) に依る水壓にして、普通

100 封度を計算の數として採る。

d=管の内徑、吋 S=安全率、約 4

f=係數にして次の關係式より得、

即ち、f の價は長手の方向に使用する鉄の大きさとピツチとに依る係數にして、m=ピツチ n=鉄の直徑、吋とせば

$f = \frac{m}{m-n}$ 即 1 列鉄の時、f=2

2 列鉄の時、f=1.4 位を普通とす。

T=材料の耐張強力、封度/平方吋

鋼: 60000 鍊鐵: 50000 を採る。

8. 熔接銅管 (Welded Copper Pipe) 表 :—此表中の數字は、(4) 式より求むるものとす。但、表中

D=管の内徑、吋 T=管内壓力、封度/平方吋

D	P						
	80	100	120	140	160	180	200
1	0758	0792	0825	0858	0892	0925	0958
1½	0825	0875	0925	0975	1025	1075	1125
2	0892	0958	1025	1092	1158	1225	1292
2½	0958	1042	1125	1208	1292	1375	1458
3	1025	1125	1225	1325	1425	1525	1625
3½	1092	1208	1325	1442	1558	1675	1792
4	1158	1292	1425	1558	1692	1825	1958
4½	1225	1375	1525	1675	1825	1975	2125

5	1292	1458	1625	1792	1958	2125	2292
5½	1358	1542	1725	1908	2092	2275	2458
6	1425	1625	1825	2025	2225	2425	2625
6½	1492	1708	1925	2142	2358	2575	2792
7	1558	1792	2025	2258	2492	2725	2958
8	1692	1958	2225	2492	2758	3025	3292
9	1825	2125	2425	2725	3025	3325	3625
10	1958	2292	2625	2958	3292	3625	3958

9. 引抜鋼管 (Solid drawn steel pipe) 表 :—此表中數字は(4) 式中の $\frac{1}{16}$ の代りに $\frac{1}{32}$ を用ひて算せる數なり。

D	P						
	80	100	120	140	160	180	200
1	0446	0479	0513	0546	0579	0613	0646
1½	0513	0563	0613	0663	0713	0763	0813
2	0579	0646	0713	0779	0846	0913	0979
2½	0646	0729	0813	0896	0979	1063	1146
3	0713	0813	0913	1013	1113	1213	1313
3½	0779	0896	1013	1129	1246	1363	1479
4	0846	0979	1113	1246	1379	1513	1646
4½	0913	1063	1213	1363	1513	1663	1813
5	0979	1146	1313	1479	1646	1813	1979
5½	1046	1229	1413	1596	1779	1963	2146
6	1113	1313	1513	1713	1913	2113	2313
6½	1179	1396	1613	1829	2046	2263	2479
7	1246	1479	1713	1946	2179	2413	2646
7½	1313	1563	1813	2063	2313	2563	2813
8	1379	1646	1913	2179	2446	2713	2979

10. 鑄鐵管の厚さを求むる諸式 :—以下

t=管の厚さ、吋 d=管の内徑、吋

h=水頭、呎.....とす。

Sheld 氏..... $t = 0.00008 h d + 0.01 d + 0.36$

Warren Foundry 氏..... $t = 0.00006 h d + 0.0133 d + 0.029$

Francis 氏..... $t = 0.000058 h d + 0.0152 d + 0.312$

Dupuit 氏..... $t = 0.000048 h d + 0.013 d + 0.32$

Box 氏..... $t = 0.00004 h d + 0.1 \sqrt{d} + 0.15$

Whitman 氏..... $t = 0.0000135 h d + 0.4 - 0.0011 d$

Fanning 氏..... $t = 0.00006(h + 230)d + 0.333 - 0.0023 d$

Meggs 氏 $t=0.00015hd+0.25-0.0052d$

11. 土管の厚さを求むる式:—パーホア氏公式

$$P = \frac{1.65t}{d} \times c \dots\dots\dots(1)$$

但 P=土管一呎の耐へ得る重量、封度
 d =土管の内径、吋 t =土管の厚さ、吋
 c =係数、30000—33000 を採るものとす。

12. 木管の算式:—木管の強さは、帯鐵の強さに依りて定まるものにして、一般に用ひらるゝ、實驗的公式は次の如し、

$$S=(R+t)E=(R+t)650y \dots\dots\dots(1)$$

但 S=帯鐵の安全強力、封度/平方吋
 t =木管の厚さ、吋
 R =木管の内径、吋
 $E=650.y$
 E =木管 1 吋に於ける壓力、封度
 y =帯鐵半徑、吋

尚、帯鐵間の間隔は次の式に依りて求む。

Tanes, D. Schuyle 氏公式: $N = \frac{1200 Dp}{2S} \dots\dots\dots(2)$

但、N=木管 100 呎間の帯鐵數
 p =水壓、封度/平方吋
 D =木管直徑、吋
 S =同前

S の値:—

- $\frac{3}{8}$ 吋帯鐵(半徑): $S=1000$ $\frac{1}{2}$ 吋帯鐵(膨脹): $S=2500$
- $\frac{3}{8}$ 吋帯鐵(膨脹): $S=1200$ $\frac{3}{8}$ 吋帯鐵(半徑): $S=3000$
- $\frac{1}{2}$ 吋帯鐵(半徑): $S=2000$ $\frac{3}{8}$ 吋帯鐵(膨脹): $S=3500$

13. 鍊鐵管の種類:—次の三種に區分せらる。但制限壓力に依り厚さに相違あり。

- (1) スタンダード.....: 壓力 100 封度/平方吋以下
- (2) エキストラヘビー.....: 壓力 100-200 封度に適す

(3) ダブルエキストラヘビー: 壓力 200 封度以上に適す
 上記三種の形狀及寸法次表の如し。

稱呼	管外径、吋	(1) スタンダード 内径、吋	(2) エキストラ 内径、吋	(3) ダブル エキストラ 内径、吋
$\frac{1}{8}$	.840	0.623	0.542	0.244
$\frac{1}{4}$	1.050	0.824	0.736	0.422
1	1.315	1.048	0.951	0.587
$1\frac{1}{2}$	1.900	1.611	1.494	1.088
2	2.375	2.067	1.933	1.491
$2\frac{1}{2}$	2.875	2.468	2.315	1.755
3	3.500	3.037	2.892	2.284
$3\frac{1}{2}$	4.000	3.548	3.358	2.716
4	4.500	4.026	3.816	3.316
$4\frac{1}{2}$	5.000	4.508	4.280	3.564
5	5.563	5.045	4.313	4.063
6	6.625	6.065	5.751	4.875
7	7.625	7.023	6.625	5.875
8	8.625	7.982	7.625	6.875

14. 蒸氣、瓦斯及流水用管基本鍊鐵管:—

稱呼、吋	外径、吋	内径、吋	厚、吋	1 立方呎の重に當る長、呎	1 呎の重量、吋度	1 吋に付ネツ山數
$\frac{1}{8}$	.405	.27	.068	2513.	0.24	27
$\frac{1}{4}$	.54	.364	.088	1383.3	0.42	18
$\frac{3}{8}$	.975	.494	.091	751.2	0.56	18
$\frac{1}{2}$	.84	.623	.109	472.4	0.84	14
$\frac{3}{4}$	1.05	.824	.113	270.	1.12	14
1	1.315	1.048	.134	166.9	1.67	$11\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{2}$	1.66	1.38	.140	96.25	2.24	$11\frac{1}{2}$
$1\frac{3}{4}$	1.9	1.611	.145	70.66	2.68	$11\frac{1}{2}$
2	2.375	2.037	.154	42.91	3.61	$11\frac{1}{2}$
$2\frac{1}{2}$	2.875	2.468	.204	30.1	5.74	8
3	3.5	3.067	.217	19.5	7.54	8
$3\frac{1}{2}$	4.	3.548	.226	14.57	9.00	8
4	4.5	4.026	.237	11.31	10.66	8
$4\frac{1}{2}$	5.	4.508	.246	9.02	12.49	8
5	5.563	5.045	.259	7.2	14.50	8
6	6.625	6.065	.280	4.98	18.76	8
7	7.625	7.023	.301	3.72	23.27	8
8	8.625	7.982	.322	2.88	28.18	8
9	9.625	8.937	.344	2.29	33.70	8
10	10.75	10.019	.336	1.82	40.00	8

15. 水用木管の経済的寸法:-

直徑、吋	木片の 大小	木片仕 上厚	帯鐵大小	帶鐵安全 内力、 封度	安全率	
卵 形 管	10	1½×4吋	1¼吋	5/16×7/16	1255	5.26
	12	"	1½吋	"	1475	4.47
	14	"	1¾吋	"	1650	4.0
	16	2×6	1¾吋	"	"	"
	18	"	1¾吋	"	"	"
圓 形 管	22	2×6	1¾吋	3/8	1508	4.4
	24	"	"	"	1650	4
	27	"	1¾吋	"	"	"
	30	"	1¾吋	½吋	"	4.4
	36	"	1¾吋	"	2673	4
	42	"	1¾吋	"	2950	"
	48	"	1¾吋	"	"	"
54	2½×8	2吋	5/8	4600	"	

16. 軟鋼板鉄管表:-

但、耐張強力=24 噸/平方吋 安全率=5.5 とす。

D=管の平均内徑、吋 t=管の厚さ、吋

V=流速度、呎/秒 Q=流出量、立方呎

板厚と耐壓落着、呎							
D \ t	22	30	36	44	54	60	72
3/16	255	185	155	—	—	—	—
1/4	355	260	215	175	145	130	105
5/16	450	330	275	225	185	165	135
3/8	540	395	330	270	220	195	165
7/16	600	440	365	300	245	220	185
1/2	660	480	400	325	265	240	200
1 秒間流出量、Q 立方呎							
D \ V	22	30	36	44	54	60	72
5	13	25	35	53	80	98	141

6	16	29	42	63	95	118	170
7	18	34	49	74	111	137	198
8	21	39	57	84	127	157	226

2. 管内壓力の摩擦損失

1. 流動體の摩擦は:- 一固體の摩擦と相違して、次の比較を得。
【1】 固體摩擦 【2】 流動摩擦

- (1) 摩擦抵抗は高速度の場合に其影響極めて小にして、只低速に於てのみ大なり。
- (2) 摩擦抵抗は兩固體間に働く、全壓力に比例す。
- (3) 摩擦の抵抗は兩固體接觸面積の大小に關せず。
- (4) 摩擦の抵抗は兩固體接觸面の状態に多大の關係を有す。
- (1) 摩擦の抵抗は速度に關係を有し、高速の場合影響大にして低速の時は小なり。
- (2) 摩擦の抵抗は壓力に關係を有せず。
- (3) 摩擦の抵抗は、流動體が固體と接觸する面積に比例す。
- (4) 摩擦の抵抗は其流速、普通以下なれば、接觸の状態如何に關せず。

2. 管内摩擦損失 (Friction Loss):- 以上の比較に於ける如く、流動體の摩擦は、次の如く三個の要素を含む。

1-面積 2-速度の二乗 3-流動體の密度

故に、R=摩擦抵抗 封度 S=接觸面 平方吋

w=流體重量 封度/立方呎 v=速度、呎/秒

f=摩擦係數とする時は

$$R \propto \frac{v^2}{2g} \times wS \quad \text{又は} \quad R = f \times wS \times \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (5)$$

次に A=管の斷面、平方呎、h=摩擦損失 呎の時、

$$Ahw = R = f wS \frac{v^2}{2g} \quad \text{又は} \quad Ah = fS \frac{v^2}{2g} \dots\dots\dots (6)$$

而して l=管の全長、吋 q=接觸面積、平方呎の時、