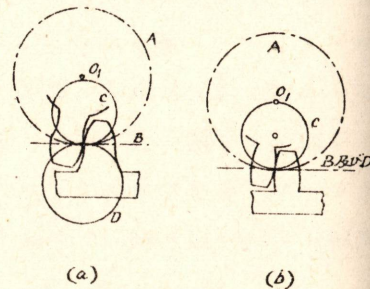


接嚙合ノ場合ニハ A 齒車ノ上齒面ト B 齒車ノ下齒面トハ轉リ圓 D ニ依ツテ生ゼラレル内轉「シクロイド」曲線ヲ輪郭トシ A 齒車ノ下齒面ト B 齒車ノ上齒面トノ輪郭ハ轉リ圓 C ニ依テ生ゼラレル外轉「シクロイド」曲線デアリ、内接嚙合ノ場合ニ齒ノ干涉ヲ生ジナイ爲ニハ二ツノ「ピッチ」圓直徑ノ差ガ二ツノ轉リ圓直徑ノ和ニ等シイカ若クハ其ヨリモ大デアル事ヲ要スル、故ニ小齒車ノ齒數ヲ最小 2 トスレバ二ツノ齒車ノ齒數ノ差ハ 12 以上ナル事ヲ要ス、

一方ノ「ピッチ」圓ノ直徑ガ無限大ニナレバ内接ト外接トノ區別ガ無クナリ「ピッチ」圓ハ「ピッチ」直線ニナル、直線上ニ齒形ヲ有スル廣イ意味ノ齒車ハ「ラック」ト稱セラレル、第 94 圖ニ於テ「ラック」B ノ上齒面ハ轉リ圓 C ガ直線 B 上ヲ轉ツテ

第 94 圖

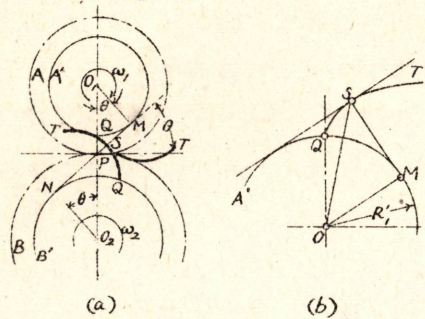


描ク普通「シクロイド」曲線デアリ下齒面ハ轉リ圓 D ガ直線 B 上ヲ轉ツテ描ク普通「シクロイド」曲線デアリ、A 齒車ノ齒形輪郭ハ外接嚙合ノ場合ト同様デアリ、更ニ特別ナ場合トシテ轉リ圓 D ノ直徑ヲモ無限大トスレバ (b) 圖ニ示ス如ク「ラック」B ノ下齒面ハ直線 B ニ垂直ナ直線トナリ之ト嚙合フ A 齒車ノ上齒面ハ A 圓ニ對スル「インボリュート」曲線ニナル、

(b) 「インボリュート」齒形、

第 95 圖ニ於テ A 及ビ B ヲ二ツノ「ピッチ」圓トシ其ノ接

第 95 圖



觸點即チ「ピッチポイント」ヲ P トスル、P 點ニ於ケル兩「ピッチ」圓ノ共通切線 PT ト θ ノ角ヲ爲ス直線 NPM ヲ引キ A 及 B ト夫々同心ノ圓 A' 及 B' ヲ描ク、今 MN 直線上ノ一點 S ヲ考ヘ (b) 圖ニ示ス如ク S 點ト圓周上ノ一點例ヘバ M トヲ組ビツケル直線 SM ガ常ニ A' 圓ニ切シ且其ノ長サガ圓弧 QM ノ長サニ等シイ條件ヲ保チナガラ A' 圓周上ノ Q 點ヨリ S 點ヲ空間ニ移動サセル時ニ描ク曲線 QST ハ A' 圓ヲ基礎圓トスル「インボリュート」曲線デアル、同様ニ S 點ハ B' 圓ニ對シテハ B' 圓ヲ基礎圓トスル「インボリュート」曲線 Q'ST' ヲ描ク、此ノ場合ニ A' 及 B' 圓ヲ夫々二ツノ滑車ノ如ク考ヘ MPN ヲ兩滑車ニ捲付ケタ紐ノ自由ナ部分トシ例ヘバ A' ニ依ツテ B' ヲ廻スト考ヘレバ此ノ直線上ノ S 點ハ空間ニ於テハ MPN 直線上ヲ通過スルガ A' 及 B' ヲ基準トシテ考ヘレバ夫々「インボリュート」曲線ヲ描イテ移動スル、此ノ一組ノ「インボリュート」曲線ヲ齒形輪郭ニ取レバ S 點ハ此ノ瞬間ニ於ケル接觸點デアツテ

作用傾斜角、或壓力角、或傾斜角

齒ノ接觸點ヲ通スル共通法線ト
齒車中心連結線ニ直角ニ引ケル
直線トシテ角ヲ引

involute tooth

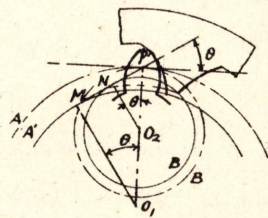
ノ通常壓力角 14.5°

齒面相互ノ滑リ運動ハ MPN 直線ニ垂直ナ方向ニノミ起リ得ル、即チ NPM 直線ハ齒ノ接觸點軌跡デアリ同時ニ接觸點ニ於ケル共通法線デアル、之ニ依リ「インボリュート」曲線ガ滑リ接觸ノ條件ヲ満足シテ居ル事ガ判ル、

「インボリュート」曲線ノ形ヲ決定スル基礎圓ノ大サハ直線 MPN ノ傾斜角 θ ニ依ツテ定マルノデアルカラ互換性ヲ有スル嚙合ヲ得ルニハ「サーキュラーピッチ」ガ同一デアリ且傾斜角ガ同一デアル事ヲ條件トスル、傾斜角ハ普通 $14\frac{1}{2}^\circ$ ニ取ルガ此ノ場合ニハ齒數ガ少イ齒車ニ於テ齒元ノ厚サガ小トナリ強サノ少イ齒ヲ生ズル惧ガアルカラ近頃ハ軸承壓力ノ増加ヲ顧ミズニ 20° 或ハ $22\frac{1}{2}^\circ$ ノ傾斜角ヲ採用スル事ガ多イ、「ピッチ」圓半徑 R ヲ與ヘ傾斜角ノ大サ θ ヲ指定スレバ基礎圓ノ半徑 R' ハ直ニ決定セラル、即 $R' = R \cos \theta$ デアルカラ

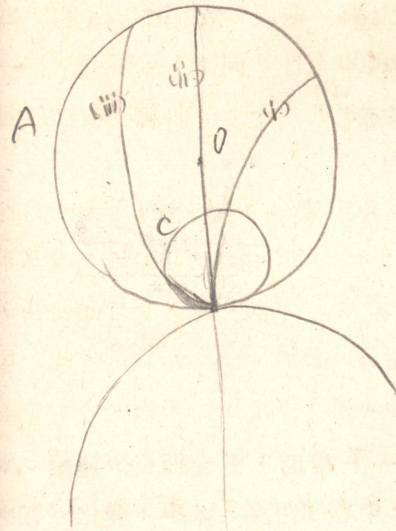
$$\cos 14\frac{1}{2}^\circ = 0.9681, \quad \cos 20^\circ = 0.9399, \quad \cos 22\frac{1}{2}^\circ = 0.9239$$

内接嚙合ノ場合ニハ第 96 圖ニ示ス如ク「インボリュート」曲線ノ彎曲ガ同一ノ方向ニアルガ小齒車ノ齒形輪郭曲線ノ彎曲率ノ方ガ圓環齒車ノソレヨリモ大デアルカラ嚙合セニハ差支ヘナイ、唯圓環齒車ノ齒數ト小齒車ノ齒數ガ接近スルト干涉ヲ生ズル惧ガアルカラ兩齒車ノ齒數ノ差ハ $14\frac{1}{2}^\circ$ ノ傾斜角ニ對シテ 12, 20° ノ傾斜角ニ對シテ 7 ヲリ少クナイ事ヲ要スル、



第 96 圖

Cycloid
(P107(表)) 軌リ円



A: pitch circle, radius $\neq R$

C: r

(i) $R > 2r$

(ii) $R = 2r$

(iii) $R < 2r$

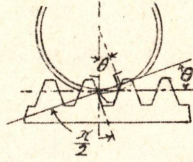


(からくり p39)

3分35秒 - 863
 $R \geq 2r$ \checkmark

「ラック」ノ場合ニハ第 97 圖
ニ示ス如ク齒形曲線ハ傾斜直線ニ
直角ナ直線トナルカラ製作上非常
ニ簡單トナル、此ノ特性ハ齒形ノ
機械切リニ有効ニ利用サレテ居
ル、

第 97 圖



「シクロイド」齒形ハ「ピッチ」
圓ヲ境界トシテ上齒面ト下齒面ト
ガ別個ノ曲線カラ成立シテ居ルガ

「インボリユート」齒形ニ於テハ上齒面ト下齒面トガ連続シター
曲線カラ構成サレルカラ二軸ノ中心間距離ニ多少ノ變化ガ有ツテ
モ嚙合セガ不正ニナル惧レハ無イ、「インボリユート」曲線ノ形ハ
基礎圓ノ大サノミニ依テ定マリ角速度比モ亦基礎圓ノ直徑比ニ依
テ定マルノデアルカラ基礎圓ノ同一組合セニ於テ「ピッチ」圓ノ
大サト傾斜角トノ大サハ二軸ノ中心距離ニ依テ定マル、故ニ中心
距離ガ變レバ傾斜角ノ大サト「ピッチ」圓直徑トハ變ルガ角速度
比ハ變ラズ嚙合ニ不正ヲ生ズル事モ無イ、此ノ點ハ「インボリユ
ート」齒形ノ最モ有利トスル點デアツテ取付ノ不正確軸承ノ摩擦
等ニ依テ兩軸ノ中心間距離ニ多少ノ狂ヲ生ジテモ正シイ嚙合ヲ續
ケ得ル、

五、接觸弧、

齒車ノ或一組ノ齒ガ接觸シ始メテカラ接觸ヲ終ルマデニ各々ノ
「ピッチ」圓ガ回轉スル角ヲ接觸角ト稱シ之ニ相當スル各「ピッ
チ」圓周ノ長サヲ接觸弧ト稱スル、齒ガ接觸シ始メテカラ接觸點

ガ「ピッチポイント」ニ近ヅキツツアル間ハ原動齒車ノ下齒ト從動齒車ノ上齒トガ接觸シ接觸點ガ刻ミ點ヲ通過シテカラ接觸ヲ終ルマデノ間ハ原動齒車ノ上齒ト從動齒車ノ下齒トガ接觸スルノデアアルカラ接觸状態ハ「ピッチポイント」ヲ境界トシテ異ル譯デアアル、從テ接觸弧モ亦接觸シ始メテカラ接觸點ガ「ピッチポイント」ニ達スル迄ノ近寄弧ト「ピッチポイント」ヲ通過シテカラ接觸ヲ終ル迄ノ退キ弧トニ分ケテ考ヘル、連續的ニ回轉ヲ傳ヘ得ル爲ニハ一對ノ齒ガ嚙合ヲ終ラナイ中ニ次ノ一對ノ齒ガ嚙合ヲ始メル必要ガアルカラ接觸弧ノ長サハ如何ナル場合ニ於テモ齒ノ「サーキュラーピッチ」ヨリハ大デナクテハナラナイ、

齒ノ接觸點ハ空間ニ於テハ轉リ線ノ上ヲ移動スルモノデアツテ之ヲ接觸點軌跡ト稱スル、此ノ軌跡ハ從動齒車ノ齒先圓ガ轉リ線ヲ切ル點カラ始リ「ピッチポイント」ヲ通過シ原動齒車ノ齒先圓ガ轉リ線ヲ切ル點ニ於テ終ル、從テ半徑方向ニ於ケル上齒ノ丈ガ接觸弧ノ長サヲ支配スル事ハ明デアアル、接觸點軌跡上ノ任意ノ點カラ「ピッチポイント」ニ引イタ直線ハ即チ其ノ點ニ於テ接觸シタ時ノ接觸面ノ共通法線デアアルカラ此ノ直線ト「ピッチポイント」ニ於ケル兩「ピッチ」圓ノ共通切線トノ間ノ角ガ其ノ時ノ傾斜角デアアル、

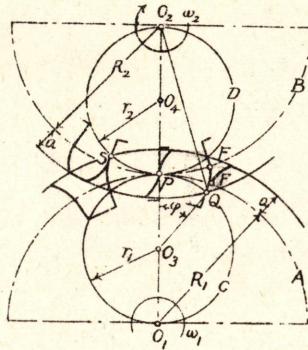
(a) 「シクロイド」齒形、

「シクロイド」齒形ニ於テハ接觸點軌跡ハ第 98 圖ニ示ス如ク二ツノ轉リ圓ノ圓弧ニ依テ成立スルカラ傾斜角ハ接觸ノ始メ又ハ終リニ於テ最大デアリ「ピッチポイント」ニ於テハ零デアアル、此ノ傾斜角ノ變化状態ハ回轉角ニ對シテ直線的デアアルカラ例ヘバ平均傾斜角ヲ 15° トスレバ最大傾斜角ハ 30° デアル、

第 98 圖ニ於テ A ヲ原動齒車ノ「ピッチ」圓, D ヲ從動齒車ノ「ピッチ」圓トシ C 及

第 98 圖

D ヲ夫々轉リ圓トスル、B 齒車ノ齒先圓ト C 圓トノ交點ヲ Q トスレバ此ノ點ガ接觸ノ始ル點デアル、Q ニ於テ接觸スル二ツノ齒形輪郭曲線ガ A, B ト交ル點ヲ E, F トスレバ圓弧 \widehat{QP} , \widehat{EP} 及 \widehat{FP} ノ長サハ何レモ相等シク之ガ近寄弧ノ長



サデアル、A, B, C 及 D 圓ノ半徑ヲ夫々 R_1, R_2, r_1 及 r_2 トシ上齒ノ丈ヲ何レモ a トスレバ $\triangle QO_3O_2$ ニ於テ

$$2S = \overline{QO_3} + \overline{QO_2} + \overline{O_2O_3} = r_1 + (R_2 + a) + (R_2 + r_1)$$

故ニ

$$S = R_2 + r_1 + \frac{a}{2}$$

又 $\angle QO_3O_2$ ヲ φ_1 トスレバ

$$\tan \frac{\varphi_1}{2} = \sqrt{\frac{(S - R_2 - r_1)(S - r_1)}{S(S - R_2 - a)}}$$

從テ

$$\varphi_1 = 2 \tan^{-1} \sqrt{\frac{a(2R_2 + a)}{(2R_2 + 2r_1 + a)(2r_1 - a)}}$$

故ニ近寄弧ノ長サ l_a ハ

$$l_a = r_1 \varphi_1 = 2r_1 \tan^{-1} \sqrt{\frac{a(2R_2 + a)}{(2R_2 + 2r_1 + a)(2r_1 - a)}}$$

同様ニシテ $\triangle SO_3O_1$ カラ退キ弧ノ長サ l_r ヲ求メルト

$$l_r = r_2 \varphi_2 = 2r_2 \tan^{-1} \sqrt{\frac{a(2R_1 + a)}{(2R_1 + 2r_2 + a)(2r_2 - a)}}$$

而シテ接觸角 $\alpha_1, \alpha_2, \beta_1$ 及 β_2 ノ大サハ

$$l_\alpha = R_1 \alpha_1 = R_2 \alpha_2 \quad l_\beta = R_1 \beta_1 = R_2 \beta_2$$

ノ關係ニ依リ求メル事ガ出來ル、

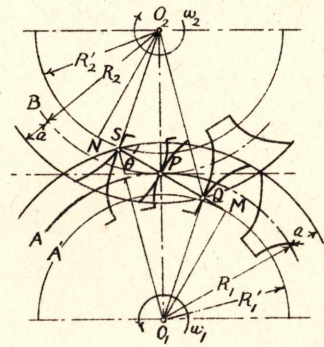
(b) 「インボリュート」齒形、

「インボリュート」齒形ノ場

第 99 圖

合ニハ接觸點軌跡ハ兩齒車ノ齒先圓ノ間ニ在ル傾斜直線デアツテ傾斜角ハ齒ノ接觸中一定デアル、

第 99 圖ニ見ル如ク齒ハ從動齒車ノ齒先圓ト傾斜直線トノ交點 Q ニ於テ接觸ヲ始メ原動齒車ノ齒先圓ト傾斜直線トノ交點 S ニ於テ接觸ヲ終ル、今 $PQ = y, PN = c$ ト置ケバ $\triangle QNO_2$ ハ直角三角形デアルカラ



$$(R_2 + a)^2 = (y + c)^2 + (R_2')^2$$

故ニ

$$y + c = \sqrt{(R_2 + a)^2 - (R_2')^2}$$

然ルニ

$$c = R_2 \sin \theta, \quad R_2' = R_2 \cos \theta$$

デアルカラ

$$y = \sqrt{(R_2 + a)^2 - R_2^2 \cos^2 \theta} - R_2 \sin \theta$$

デアアル、「インポリユート」曲線ノ性質トシテ

$$y = \overline{PQ} = \widehat{P_0F_0} = R_2' a_2$$

故ニ

$$a_2 = \frac{y}{R_2'} = \frac{\sqrt{(R_2+a)^2 - R_2^2 \cos^2 \theta} - R_2 \sin \theta}{R_2 \cos \theta}$$

從テ近寄弧ノ長サ l_a ハ

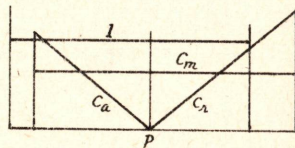
$$l_a = R_1 a_1 = \frac{\sqrt{(R_2+a)^2 - R_2^2 \cos^2 \theta} - R_2 \sin \theta}{\cos \theta}$$

退キ弧ノ長サヲ求メルノモ同様デアツテ

$$l_r = R_1 \beta_1 = R_2 \beta_2 = \frac{\sqrt{(R_1+a)^2 - R_1^2 \cos^2 \theta} - R_1 \sin \theta}{\cos \theta}$$

第 100 圖ハ接觸弧ノ長サヲ基トシテ傾斜角ノ變化ヲ示シタ線圖デアツテ P ハ「ピッチポイント」ニ相當スル、線圖ニ於テ I 直線ハ「インポリユート」齒形ニ對スルモノデアリ傾斜角ノ大サハ接觸中一定デアアルガ「シクロイド」齒形ノ場合ニハ C_a 及 C_r 直線ノ示ス如キ變化狀態ヲ有スル、 C_m ハ其ノ平均値デアアル、

第 100 圖



六、齒數ノ最小限、

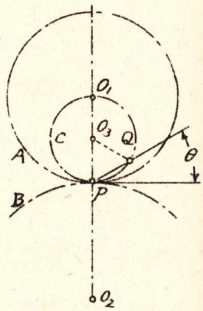
運動ヲ傳ヘルト云フ點カラハ小齒車ノ齒數ニ何等ノ制限モナイガ適當ナ條件デアリ實的ナ齒車ヲ得ル爲ニハ傾斜角ノ大サ、接觸弧

ノ長サ及齒ノ強サヲ考慮スルヲ要スルカラ齒數ニ制限ヲ生ズル譯デア、此ノ齒數ノ最小限ハ條件ノ取り方ニ依ツテ異ルカラ判然ト定マル性質ノモノデハナイ、例ヘバ「シクロイド」齒形ノ場合ノ上齒面ノ高サ及轉リ圓ノ直徑ガ一定ノ時近寄り弧ノ長サハ受動車ノ「ピッチ」圓半徑ニ依テ定リ退キ弧ノ長サハ原動車ノ「ピッチ」圓半徑ニ依ツテ定マルカラ接觸弧ノ長サニハ双方ノ「ピッチ」圓ノ半徑ガ關係スル、從テ一方ノミデ最小限ノ齒數ヲ定メル事ハ接觸條件ヲ一定ニ保ツ事ト矛盾スル譯デ相手ノ齒數ヲ基トシテ齒數ノ最小限ヲ求メル方ガ合理的デア、

(a) 「シクロイド」齒形、

「シクロイド」齒形ノ場合ニ傾斜角ノ最大値ヲ 30° トシ轉リ圓ノ直徑ヲ最小「ピッチ」圓ノ $\frac{1}{2}$ トスルト近寄り弧ト退キ弧トノ長サヲ條件ニ取レバ最小限ノ齒數ガ求メラレ、例ヘバ極限ノ場合トシテ接觸弧ノ長サガ「サーキュラーピッチ」ニ等シトスレバ第 101 圖ニ於テ $\angle PO_3Q$ ハ 60° デアルカラ近寄り弧ト等シイ長サノ圓弧 \widehat{PQ} ハ轉リ圓周ノ $\frac{1}{6}$ トナル、

換言スレバ接觸弧ノ長サハ「ピッチ」圓周ノ $\frac{1}{6}$ デアルカラ齒數ノ最小限ハ 6 本デア、之ハ運動ヲ傳ヘ得ベキ最小限デアツテ實用上ニハ常ニ二對以上ノ齒ガ嚙合フ事ヲ可トスルカラ接觸弧ノ長サハ「サーキュラーピッチ」ノ 2 倍ニ取ルト齒數ノ最小限ハ 12 本ト



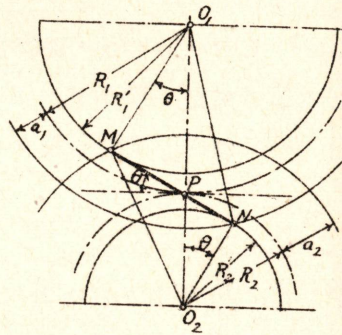
第 101 圖

ナル、

(b) 「インポリュート」齒形、

「インポリュート」齒形ノ曲線ハ基礎圓ヨリ内部ニハ存在シナイカラ傾斜直線ガ基礎圓ニ切スル點ヨリモ先ノ方デ齒先圓ガ傾斜直線ト交ツテハナラナイ、極限ノ場合ニ於テ齒先圓ハ基礎圓ト傾斜直線トノ切點ヲ通ル、第 102 圖ニ於テ B 齒車ノ齒先圓ガ A 齒車ノ基礎圓 A' ニ於ケル傾斜直線ノ切點 M ヲ通ルトスレバ $\triangle O_2MP$ ニ於テ

第 102 圖



$$(R_2 + a)^2 = R_2^2 + R_1^2 \sin^2 \theta + 2R_1R_2 \sin^2 \theta$$

「サーキュラーピッチ」ヲ P_c , A 及 B 齒車ノ齒數ヲ n_1 及 n_2 トスレバ

$$R_1 = \frac{n_1 P_c}{2\pi} \quad R_2 = \frac{n_2 P_c}{2\pi}$$

故ニ

$$n_2 = 2\pi \frac{a}{P_c} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{n_1}{n_2} \left(\frac{n_1}{n_2} + 2 \right) \sin^2 \theta}}{\frac{n_1}{n_2} \left(\frac{n_1}{n_2} + 2 \right) \sin^2 \theta}$$

$$n_1 = 2\pi \frac{a}{P_c} \cdot \frac{1 + \sqrt{1 + \frac{n_1}{n_2} \left(\frac{n_1}{n_2} + 2 \right) \sin^2 \theta}}{\left(\frac{n_1}{n_2} + 2 \right) \sin^2 \theta}$$

從ツテ齒數ノ最小限 n_1 ハ a 及 θ ガ與ヘラレタ時ニ $\frac{n_2}{n_1}$ ノ値ニ
依テ定マル事ニナル、

$\theta = 15^\circ$, $a = 0.3p$. トシタ時ニ

$\frac{n^2}{n_1}$	1	2	4	8	∞ (ラック)
n	20	24	26	28	30

此ノ齒數ノ最小限ハ上齒端ノ干涉ガ起ラナイ事ヲ條件トシテ居
ルノデアルカラ切込齒形トシテ齒ノ根元ガ細クナル事ヲ差支ヘナ
イトスレバ齒數ハ之ヨリ更ニ少クスル事ヲ得ル、普通 14 位マデ
減ズル事ガ出來ルガ此ノ場合ニ相手ノ齒數ハ 26 以下デハ不可デ
アル、

七、齒面ノ滑り率及摩耗、

齒ノ一組ガ接觸ヲ保ツ間ニ接觸點ガ齒面上ヲ移動スル長サハ上
齒面ト下齒面トニ於テ同一ノ長サデナイカラ其ノ差ダケガ齒面相
互ノ滑リトナル、齒形曲線ヲ定メル諸要素ノ値ニ依テ此ノ相互ニ
滑ル長サガ變ツテ來ルガ齒面ニ關スル凡テノ長サハ「サーキュラ
ーピッチ」ヲ基礎トシテ定メラレテ居ルカラ相互滑リノ長サノ絶
對値ヲ以テ滑り作用ヲ比較スルノハ無意味デアル、故ニ齒面ノ單
位長サニ對スル滑リノ長サノ割合ヲ以テ相互ノ滑リヲ表ハサナケ
レバナラナイ、之ヲ齒面ノ滑り率ト稱スル、

$ds_1 = dt$ 時間中ニ接觸點ガ移動スル上齒面ノ輪郭曲線ノ長サ

$ds_2 = dt$ 時間中ニ接觸點ガ移動スル下齒面ノ輪郭曲線ノ長サ

トスレバ

$ds_1 - ds_2 = dt$ 時間中ニ接觸面ニ起ル相互ノ滑リ

故ニ上齒面及下齒面ニ對スル齒面滑リ率ハ夫々

$$\sigma_1 = \frac{ds_1 - ds_2}{ds_1}, \quad \sigma_2 = \frac{ds_1 - ds_2}{ds_2}$$

デアル、齒面ノ摩耗ハ滑リ率ニ比例スルト考ヘテ宜シイカラ滑リ率ガ大キイ程齒面ガ早く正確ナ形ヲ失ツテ嚙合ガ不正ニナル、

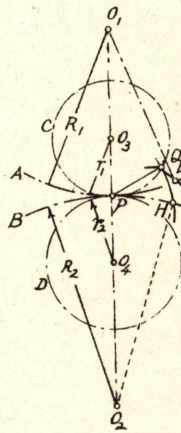
(a) 「シクロイド」齒形、

第 103 圖

第 103 圖ニ於テ A 及 B ヲ「ピツチ」圓、C 及 D ヲ轉リ圓トシ Q 點ニ於テ齒ノ接觸ガ始ルモノトスル、近寄弧ノ接觸ノ間ニ接觸點ハ上齒面上デハ「エピシクロイド」曲線ノ弧 QE 上ヲ移動シ下齒面上デハ「ハイポシクロイド」曲線ノ弧 QH 上ヲ移動スルカラ全體ノ滑リハ此ノ兩弧ノ長サノ差デ與ヘラレル、今 A 圓ト C 圓トガ圓弧 dx ダケ相互ニ轉ガルモノトスレバ此ノ爲ニ兩圓ガソノ中心ノ周リニ回轉スル角度ハ A 圓ニ於テハ $\frac{dx}{R_1}$ 、C 圓ニ於テハ $\frac{dx}{r_1}$ デアル、此ノ回轉ノ方向ハ兩圓ニ於テ同一方向デアルカラ C 圓ノ A 圓ニ對スル相對的回轉ハ

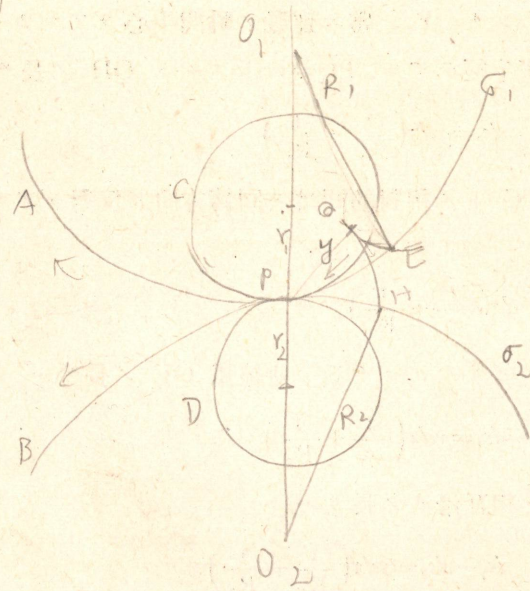
$$\frac{dx}{r_1} - \frac{dx}{R_1} = dx \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_1} \right)$$

デアル、此ノ回轉ニ依リ接觸點ノ移動スル「ハイポシクロイド」弧ノ長サハ此ノ瞬間ニ於ケル曲率半徑ニ回轉角ヲ乘ジタモノデ與ヘ



1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)

Cycloide



$$+ dl_1 \quad + dl_2 \quad (dl_1) \quad dl_1 < dl_2$$

$$\frac{dl_2 - dl_1}{dl_1} = \text{slide}$$

1) 2) 3) 4) 5) 6) 7) 8) 9) 10) 11) 12) 13) 14) 15) 16) 17) 18) 19) 20) 21) 22) 23) 24) 25) 26) 27) 28) 29) 30) 31) 32) 33) 34) 35) 36) 37) 38) 39) 40) 41) 42) 43) 44) 45) 46) 47) 48) 49) 50) 51) 52) 53) 54) 55) 56) 57) 58) 59) 60) 61) 62) 63) 64) 65) 66) 67) 68) 69) 70) 71) 72) 73) 74) 75) 76) 77) 78) 79) 80) 81) 82) 83) 84) 85) 86) 87) 88) 89) 90) 91) 92) 93) 94) 95) 96) 97) 98) 99) 100)

$$\theta = \frac{dx}{R_1} (A) - \frac{dx}{r_1} (C) = dx \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_2} \right) \text{ 相對回轉角}$$

$$ds_2 = y\theta = y dx \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_1} \right)$$

CIA = 382 ~ 1) A. 1) AB, 1) 回轉方向、相交ス。

$$ds_1 = y dx \left(\frac{1}{r_2} + \frac{1}{R_2} \right) \quad r_1 = r_2 + 3 \dots$$

$$\sigma = \frac{ds_1 - ds_2}{ds_1} = \frac{\frac{1}{r_2} + \frac{1}{R_1}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_2}} = \text{const.}$$

$$\sigma_2 = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_1}} = \text{const.}$$

ラレ「ピッチポイント」P へ常ハ運動ノ瞬間中心デアルカラ \overline{PQ} が此ノ場合ノ曲率半径デアル、 $\overline{PQ}=y$ トスルト QH ノ長サハ

$$ds_2 = y dx \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_1} \right)$$

同様ニシテ B ト C トノ相對的回轉ハ回轉方向ガ反對デアルカラ 相對回轉角ハ

$$dx \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

トナリ從ツテ「エピサイクロイド」曲線弧 QE ノ長サハ

$$ds_1 = y dx \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

故ニ齒面ニ於ケル相互滑リノ長サハ

$$ds_1 - ds_2 = y dx \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

トナリ齒面ノ滑リ率ハ夫々

$$\sigma_1 = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{r_1} + \frac{1}{R_2}}, \quad \sigma_2 = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{r_1} - \frac{1}{R_1}}$$

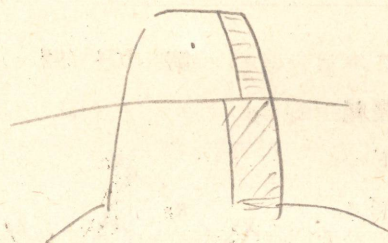
以上ノ如キ滑リ率ハ近寄弧ニ對スルモノデアルガ退キ弧ニ對シテモ同様ノ手續ヲ以テ求め得ラレル、

即チ

$$\sigma_1' = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{r_2} + \frac{1}{R_1}}, \quad \sigma_2' = \frac{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}{\frac{1}{r_2} - \frac{1}{R_2}}$$

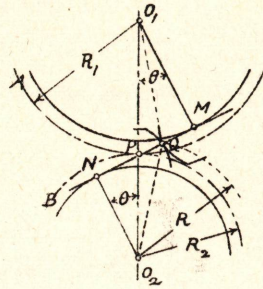
上式デ見ル如ク σ_1, σ_2 ノ何レニモ常數 R_1, R_2, r_1 及 r_2 ヲ含ムダケデアルカラ近寄弧ノ接觸ノ間及退キ弧ノ接觸ノ間ニ於テ上齒面及下齒面ニ於ケル滑リ率ハ夫々不變デアル、此ノ點ハ「シクロ

滑り率: const.



第 104 圖

イド」齒形ノ有利ナ點デアツ
テ滑リ作用ノ結果齒面ノ摩擦
ガ起ツテモ其ノ程度ガ殆ド一
様ナノデ齒形曲線カラ變形ス
ル程度ガ少イイ、



(b) 「インボリュート」齒形、
「インボリュート」齒形ノ場
合ニハ滑リ率ノ値ハ相當ニ甚
シイ變化ヲ示シテ居ル、第
104 圖ニ於テ「ピッチポイン

ト」P ト接觸點 Q トノ距離 \overline{PQ} ヲツトスルト「シクロイド」
齒形ノ場合ト同様ニ考ヘテ

$$ds_1 = \overline{NQ} \frac{dx}{R_2} = (R_2 \sin \theta + y) \frac{dx}{R_2}$$

$$ds_2 = \overline{MQ} \frac{dx}{R_1} = (R_1 \sin \theta - y) \frac{dx}{R_1}$$

從ツテ齒面相互ノ滑リハ

$$ds_1 - ds_2 = y dx \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

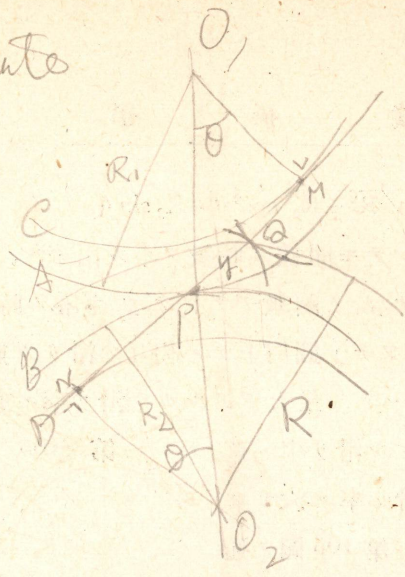
之カラ滑リ率ヲ求メルト夫々

$$\sigma_1 = \frac{y}{R_2 \sin \theta + y} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right),$$

$$\sigma_2 = \frac{y}{R_1 \sin \theta - y} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

但 y ハ接觸點 Q ガ接觸點軌跡上ヲ移動スルト共ニ長サガ變ル
距離デアルカラ B 車ノ中心 O_2 ニ關スル接觸點 Q ノ半徑ヲ R
トスレバ

Involute



$$ds_1 = \overline{NQ} \frac{dx}{R_2} = (y + R_2 \sin \theta) \frac{dx}{R_2}$$

$$ds_2 = \overline{MQ} \frac{dx}{R_1} = (R_1 \sin \theta - y) \frac{dx}{R_1}$$

$$\sigma_1 = \frac{y}{R_2 \sin \theta + y} \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right)$$

$$\sigma_2 = \frac{y}{R_1 \sin \theta - y} \left(1 + \frac{R_1}{R_2} \right)$$

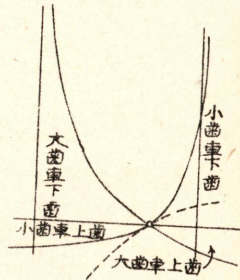
$$y = \sqrt{R^2 - R_2^2 \cos^2 \theta} - R_2 \sin \theta$$

退キ弧ノ接觸ニ對シテモ同様ニ取扱フ事ガ出來ル、是等ノ式ニ見ル如ク滑ク率ハ長サ y ノ函數デアツテ y ガ零ノ時ハ滑リ率モ亦零デアアル、即チ「ピッチ」圓周上デハ相互ノ滑リガ無イ、接觸ノ始メト終リトニ於テハ y ガ最大デアアルカラ滑リ率モ亦大キイ、殊ニ下齒面ノ内端ニ於ケル滑リ率ハ著シク大デアアル、此ノ滑リ率ノ大サノ變化状態ヲ圖示スレバ第 105 圖ノ通りデアアル、

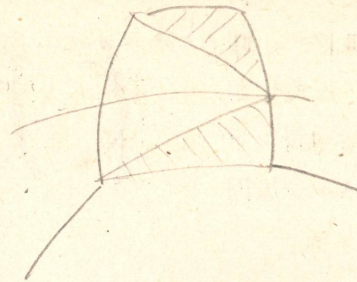
此ノ様ニ「インボリュート」齒形ニ於テハ齒元ニ近イ部分デ急ニ滑リ率ガ増スノデ摩擦ガ一樣ニ起ラズ正確ナ齒形ヲ失ヒ易イ、尤モ摩擦ハ滑リ率ニ正比例スル譯デハナク他ノ影響モ加ハルノデアアルガ大體ノ傾向ハ滑リ率デ定マル、摩擦ニ對シテ大ナル影響ヲ與ヘル他ノ一要素ハ接觸面ニ於ケル齒面相互ノ壓力デアアル、理論的ニハ直線デ接觸スルガ實際ニハ壓力ニ依ツテ兩面ガ扁平ニ變形サレ或面積デ接觸シ壓力ハ此ノ面上ニ分布サレル、從テ輪郭曲線ノ形ニ依ツテ扁平ニナル程度ガ違フカラ扁平面積ガ小イ程單位面積上ノ壓力ガ大ニナツテ摩擦ガ大トナル、又滑潤油ヲ用ヒル時ハ接觸面上ノ壓力ノ強サガ大ニ過ギルト油膜ガ破レル惧ガアル、之等ノ點カラ見テ第 106 圖ニ示ス如ク凹彎表面ト凸彎表面ノ接觸ノ方ガ凸彎表面相互ノ接觸ヨリモ有利デアアル、

接觸點ニ於ケル滑リノ方向ハ原動車ノ齒デハ常ニ上齒面ニ於テ

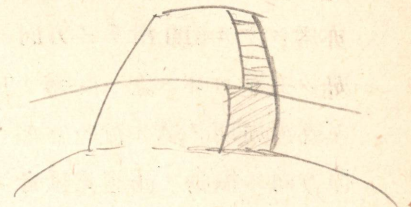
第 105 圖



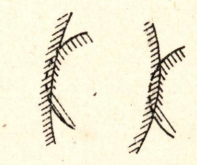
Involute



Cycloide



ハ「ピッチ」圓周ヨリ外方ニ下齒面デハ内方ニ向ヒ從動車ノ齒ニ於テハ常ニ外方又ハ内方カラ「ピッチ」圓ニ向フモノデア、何レニシテモ相互滑リノ方向ハ「ピッチ」圓周ヲ境界トシテ急ニ反轉サレ此ノ反覆作用ガ或ル周期ヲ以テ行ハレルノデ齒ニ對シ半徑方向ノ振動ヲ誘起シ騒音ヲ發スル一原因トナル、



第 106 圖

八、摩擦損失、

相接觸スル齒ハ相互ニ垂直壓力ヲ及ボシナガラ滑ルノデア、カラ摩擦ノ爲ニ動力ノ損失ヲ生ズル事ヲ免レナイ、摩擦損失ハ接觸面ニ於ケル垂直壓力ノ大サト相互滑リノ長サトカラ定マルノデア、ガ壓力ノ大サモ相互滑リノ長サモ接觸中ニ變化スルカラ摩擦損失ヲ正確ニ計算スル事ハ頗ル困難デアツテ同時ニ二組以上ノ齒ガ嚙合フ場合ニハ齒ノ各組ガ分擔スル荷重ノ大サヲ明ニシナイ限りハ摩擦損失ノ程度ヲ求メル事ヲ得ナイ、實際ノ設計ニ當ツテハ從來ノ多數ノ實例ヲ參考シ軸承ニ於ケル摩擦損失ヲモ含ム齒車傳導全體ノ効率ヲ推定スル方ガ却テ役ニ立ツ位デア、一般ノ結果ヲ綜合シテ見ルト齒車裝置ノ傳導効率ハ次ノ程度デア、

| | |
|--------|---------|
| 鑄放シノ齒車 | 90~95 % |
| 機械切り齒車 | 90~97 % |

九、段齒車及ビ「ハスバ」齒車、

原則トシテ齒車ノ齒ハ同時ニ二組以上嚙合ツテ居ル様ニ設計ス

齒形、機械切り
の成形工具ヲ用ル方法、 古

の尖端工具ヲ用ル法、 缺點が、

の包線描法ニ基ク法、 良、理論的、

摩擦損失、齒車ノ荷重

低速、高速

ベキデアルガ時トシテハ之ヲ満足サセル事ガ出来ナイ場合ガアツテ或時ハ二組或時ハ一組ノ齒ガ嚙合フ場合ガ起ル、此ノ場合ニハ嚙合中ノ齒ガ傳ヘル力ガ急激ニ變化スルカラ衝撃作用ヲ伴ヒ振動ノ原因トナリ又齒ノ耐久性ニ著シク影響スル、

今第 107 圖ノ如ク幅 b ノ齒車ヲ 第 107 圖

$\frac{b}{n}$ ノ厚サノ n 個ノ薄片ニ切り

各片ヲ $\frac{p_c}{n}$ 宛ツラシテ置イタト

スルト各齒ハ $\frac{p_c}{n}$ ダケツツタ n

個ノ段ヲ有スルコトトナリ段齒車

ヲ生ズル、此ノ齒車ノ各片ハ夫々之ノ齒車ト同様ノ嚙合ヲスルガ其ノ嚙合状態ハ $\frac{p_c}{n}$ 宛後レテ來ルカラ力ノ變化ハ全體ノ $\frac{1}{n}$ デ $\frac{p_c}{n}$ 丈廻ル毎ニ起ル、從テ全體トシテ見タ嚙合状態ハ極メテ變化ノ少イモノニナル、此ノ形式ノ齒車ハ主旨カラ言ヘバ極メテ良イノデアルガ製作ガ困難デアル爲ニ特別ノ場合ノ外ハ殆ド用ヒラレナイ、

齒ノ段數ヲ大ニスル程嚙合状態ノ變化スル割合ガ小ニナル事ハ前ノ説明デ明デアルガ段數ヲ無限大ニスルト段齒ノ段ノ高サガ零トナリ齒車ノ軸線ニ對シ傾斜シタ向ノ齒ヲ生ズルガ此ノ齒ハ圓嚙面上ニ斜向ニ置カレルカラ螺旋ノ一部ヲ爲ス、此ノ様ナ齒車ヲ「ハスバ」齒車ト稱スル、

「ハスバ」齒車ノ嚙合状態ハ第 108 圖ニ示ス通りデアツテ斜齒ノ傾斜角ヲ β 、回轉軸線ノ方向ニ於ケル齒車ノ幅ヲ b トスレバ齒ノ幅ノ兩端ガ「ピッチ」圓周上ニ於テ相互ニ隔ツテ居ル長サハ

$$t_0 = b \cot \beta$$

摩擦

滑り speed

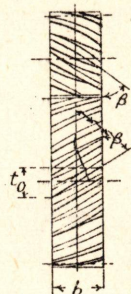
圧力

摩擦係数

接触回転

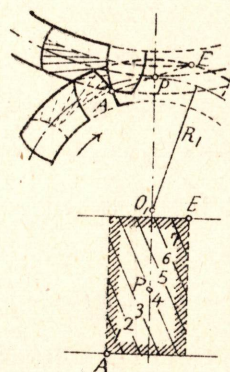
デ之ハ齒ノ接觸範圍ヲ示スモノデアアル、故ニ元ノ真直齒ノ接觸弧ノ長サヲ e トスレバ斜齒トシタ爲ニ接觸弧ノ長サハ $e+t_0$ ニ増加スルノデアツテ t_0 ガ ρ_c ヨリモ大ニナル如ク β ト b ヲ選ベバ嚙合ノ途切レル事ガ無クナリ e ヲ普通ノ齒ノ場合ヨリモ小ニシテ差支ヘ無イ事ニナル、

第 108 圖



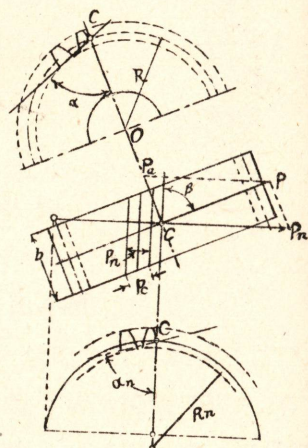
「ハスバ」齒車ノ接觸状態ハ第 109 圖ニ示ス通りデアツテ接觸ハ先ヅ A 點ニ於テ始リ接觸直線ノ幅ハ 1, 2, 3, 4 ノ如ク順次ニ増加シテ行キ「ピッチポイント」P ニ於テ最大トナリ後 5, 6, 7 ノ如ク順次ニ減少シテ行キ E 點ニ於テ接觸ヲ終ル、 t_0 ガ ρ_c ヨリモ大デアレバ一組ノ齒ノ接觸期間ハ次ノ組ノ齒ノ接觸期間ト重ナリ合ヒ接觸直線ノ長サハ兩組ヲ合セテ考ヘ得ルカラ事實ニ於

第 109 圖



テ嚙合状態ハ常ニ一定ニ保タレル、此ノ様ニ嚙合状態ノ變化ガ漸進的デアリ殊ニ t_0 ガ ρ_c ヨリモ大デアルトスレバ全體ノ接觸直線ノ長サノ和ハ一定デアルカラ「ハスバ」齒車ノ運轉状態ハ極メテ圓滑デアツテ騒音ガ少イ、時トシテ上齒面及下齒面ノ端ニ近イ部分ヲ正シイ齒形面ヨリモ少シク切込ンデ置ク事ガアル、之ハ逃シト稱シ齒先ノ接觸ヲ避ケ「ピッチ」圓ニ近イ比較的ニ幅ノ廣イ接觸直線ノ部分ノミヲ以テ接觸サセル方法デアアル、逃ガ

シニ依レバ狭イ面積ニ對スル壓力ノ集中ヲ避ケ得ルカラ鑄放シノ
 儘使用スル齒車ニ對シテハ 第 110 圖
 特ニ必要デアル、一方ニ於
 テ齒ガ刻ミ圓附近ノミニ於
 テ接觸スレバ轉ガリ接觸ニ
 近イ接觸状態ヲ得ルカラ摩
 擦損失ヲ著シク減ジ得ル利
 益ガアル、然シ乍ラ之ニヨ
 リ接觸直線ノ幅ノ總和ヲ減
 ズル事ヲ免カレナイカラ同
 一傳動條件ニ從ヘバ結局接
 觸部分ニ於ケル壓力ノ強サ
 ガ大トナリ大キイ動力ノ傳
 達ニハ利用シ得ナイ、



斜齒齒車ニ於テハ齒面ニ垂直ニ作用スル齒ノ相互壓力 p_n ハ齒
 ガ齒車ノ回轉軸線ニ對シテ斜向ニナツテ居ル爲ニ齒車ニ回轉ヲ與
 ヘルベキ圓周方向ノ力 p ノ他ニ齒車ノ回轉軸線ノ方向ノ推力 p_a
 ヲモ生ズル、第 110 圖ニ見ル如ク斜齒ノ傾斜角ヲ β トシタ時ニ

$$\left. \begin{aligned} p_n &= \frac{p}{\sin \beta} \\ p_a &= p_n \cos \beta = p \cot \beta \end{aligned} \right\}$$

デアル、 β ノ値ハ $70^\circ \sim 85^\circ$ ヲ普通トスルガ時トシテハ 60° 位ニ
 スル事モアル、コノ角度ヲアマリ小ニスルト齒車ノ回轉軸線方向
 ノ推力 p_a ガ増加シテ不利デアル、

一〇、傘齒車、

前章ニ於テハ平行軸間ノ傳動ニ關スル齒車即チ平面運動トシテ
取扱フベキ平齒車ニ就イテノミ考ヘタノデアアルガ兩軸ノ中心線ガ
相互ニ交叉スル時ニハ二ツノ刻ミ表面ハ夫々圓錐デアリ齒車ニ屬
スル凡テノ點ノ運動ハ圓錐ノ頂點ヲ中心トシ一定ノ半徑ヲ保ツテ
行ハレルカラ球面運動トナル、從ツ

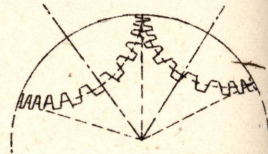
テ齒ハ第 111—1 圖ニ示ス如ク球ノ
表面上ニ齒形輪郭曲線ヲ現ハスベキ
デアツテ齒ノ接觸面ハ球ノ中心ニ向
ヒ相似形ヲナシテ縮小シテ行ク譯デ
アル、斯クノ如キ齒車ハ圓錐齒車デ
アツテ傘齒車ト稱セラレル、轉ガリ
接觸ヲナスト假想サレル二ツノ刻ミ
圓錐ハ其ノ頂點ヲ通ル一直線ヲ以テ
相互ニ接觸シ接觸直線上ノ各點ハ何
方ノ表面ニモ屬スルト考ヘテモ同一
ノ圓周速度比ノ關係ニ於テハ圓錐表
面ノ何處ノ部分ヲ取ツテモ凡テ同様
デアアルガ傘齒車ノ圓周刻ミ等ハ刻ミ
圓錐ノ最大直徑ノ斷面ニ就イテ考ヘ
ルノガ普通デアアル、

第 111—2 圖ニ於テ圓周速度ハ

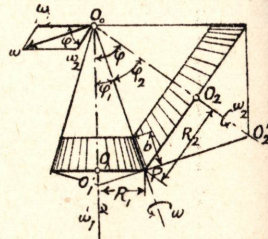
$$R_1 \omega_1 = R_2 \omega_2$$

デアアルカラ角速度比ハ

第 111—1 圖



第 111—2 圖



$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{\overline{OP} \sin \varphi_2}{\overline{OP} \sin \varphi_1} = \frac{\sin \varphi_2}{\sin \varphi_1}$$

デアリ或ハ齒數ニ依ツテ之ヲ表ハセバ

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{R_2}{R_1} = \frac{n_2}{n_1}$$

デアル、コノ二式カラ明ナ如ク齒數ト刻ミ圓錐ノ頂角トハ定ツタ
關係ニ在ルノデアツテ $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2$ トスレバ

$$\left. \begin{aligned} \tan \varphi_1 &= \frac{\sin \varphi}{\frac{n_2}{n_1} + \cos \varphi} \\ \tan \varphi_2 &= \frac{\sin \varphi}{\frac{n_1}{n_2} + \cos \varphi} \end{aligned} \right\}$$

デアル、

兩齒車ノ相互運動ハ接觸直線ノ周リニ於ケル二ツノ刻ミ圓錐ノ
相對的回轉ニ等シイノデアルカラコノ接觸直線ハ相互運動ノ瞬間
軸線デアル、即チ球面運動トシテハ平面運動ノ場合ニ於ケル瞬間
中心ノ代リニ瞬間軸線ヲ考ヘナケレバナラナイ、刻ミ圓錐ノ相對
的回轉ノ角速度ヲ ω トスレバ

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2 + 2\omega_1\omega_2 \cos \varphi}$$

デアリ屢ミ用ヒラレル如ク兩軸ノ交角ガ 90° ノ場合ニハ

$$\tan \varphi_1 = \frac{n_1}{n_2}, \quad \tan \varphi_2 = \frac{n_2}{n_1}$$

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2}$$

トナル又内接傘齒車ノ場合ニハ

$$\omega = \sqrt{\omega_1^2 + \omega_2^2 - 2\omega_1\omega_2 \cos \varphi}$$

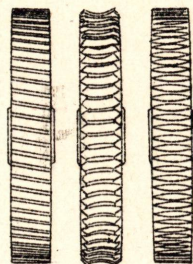
デアル、

——、「ウォーム」及「ウォーム」齒車、

螺旋齒車傳動裝置ニ於テ速度比ヲ著シク大ニスルト螺旋齒數ガ之ニ
應ジテ大トナルカラ螺旋齒數ノ少イ方ノ

第 112 圖

螺旋齒車ハ一山又ハ二山位ノ螺旋齒數ト
セラレ從ツテ螺旋桿ノ様ナ形ニナル之
ヲ「ウォーム」ト稱シ、之ニ對スル相
手ノ齒車ヲ「ウォーム」齒車ト稱スル
此ノ種ノ裝置ハ速度比ガ小サイト却ツ
テ形狀ノ上カラ工合ガ悪ク 1:5 位ヨ
リ小サイ時ニハ用ヒラレズ 1:10 位
ニ始メテ効果ガ表ハレル、「ウォーム」



ノ螺旋齒數ヲ m トシ「ウォーム」齒車ノ齒數即チ螺旋齒數ヲ n ト
スルト傳動比即チ角速度比 i ハ

$$i = \frac{m}{n}$$

デアル事ハ前述ノ通りデアル、兩軸ノ交角ハ必シモ直角トハ限ラ
ナイガ多く用ヒラレルノハ交角ガ直角ノ場合デアル、此種ノ裝置
ノ利益トスル點ハ傳動比ガ齒車刻ミ圓直徑ニ逆比例スルヲ要シナ
イ事デアツテ傳動比ガ極端ニ大ニナルト普通ノ齒車裝置デハ大齒
車ノ直徑ガ大ニ過ギテ實施不可應トナルガ「ウォーム」及「ウォ
ーム」齒車ニ依レバ此ノ缺點ヲ除ク事が出來ル、第 113 圖ハ 1:
126 ノ傳動比ノ時ニ普通ノ齒車裝置ト「ウォーム」傳動裝置トノ
大サヲ比較シタモノデアル、

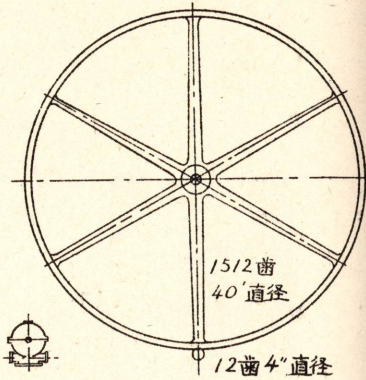
「ウォーム」傳動裝置ニ於テハ接觸面相互ノ滑リ速度ガ可成リ大
キイカラ摩擦損失モ大デアツテ効率ノ點カラハ餘リ優良トイフコ

トヲ得ナイ、殊ニ速度遞増ノ時ニハ極メテ効率ガ悪ク或程度ヲ超スト傳動不可能ニナル、一般ニ速度遞減ニノミ用ヒラレルノハ此ノ理由カラデアツテ速度遞増不能ノ時ハ換言スレバ速度遞減ノ場合ニ逆運轉ガ出來ナイ事ヲ意味スル、

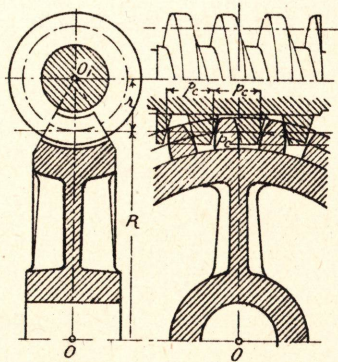
此ノ點ハ時トシテハ都合ガ宜シイ事モアツテ例ヘバ物揚滑車ヲ廻スノニ「ウォーム」裝置ヲ用ヒルト逆運轉不可能即チ自己抑制ノ爲ニ荷物ヲ支持シテ置イテモ逆ニ廻サレテ落下サセル心配ガ無い譯デアル、自動車ノ操縱把手カラ「ウォーム」裝置ヲ轉向輪ニ運動ヲ傳ヘルルモ此ノ自己抑制ノ特性ヲ利用シタモノデア

ル、
第 114 圖ニ示ス如ク「ウォーム」ノ軸線ニ垂直ナ平面ヲ以テ切ツタ切斷面ヲ中央斷面ト稱シコノ切斷面ニ於テ「ウォーム」ハ「ラック」トシテノ斷面ヲ有シ「ウォーム」齒車モ亦コノ「ラック」ト嚙合フベキ齒車ノ斷面ヲ有スル、而シテ「ウォーム」ガ回轉シタトスレバ中央斷面ノ齒形ハ

第 113 圖



第 114 圖



螺ノ傾斜角ニ基イテ軸線方向ニ移動シ「ウォーム」ノ一回轉ニ依ツテ軸線刻ミ即チ螺ノ進ミ h ダケ移動スル、從ツテ「ウォーム」齒車モ亦之ニ對應スル角度ダケ回轉スル、故ニ「ウォーム」齒車ノ刻ミ圓ノ半徑ヲ R トシ「ウォーム」齒車ノ齒數即チツノ八重ネデノ螺數ヲ n_2 トシタ時ニツノ齒ノ圓周刻ミ p_c ハ

$$n_2 p_c = 2\pi R$$

ノ關係ニ依ツテ求メラレ「ウォーム」ノ螺ノ進ミ h ハ

$$h = n_1 p_c$$

ニ依ツテ與ヘラレル、 n_1 ハ「ウォーム」ノ螺數デアアル、「ウォーム」ノ刻ミ圓嚙上ニ於ケル螺ノ傾斜角ハ

$$\tan \beta = \frac{h}{2\pi r}$$

ニ依ツテ與ヘラレル、 r ハ「ウォーム」ノ齒ノ刻ミ圓嚙ノ半徑デアアル、コノ傾斜角ハ大體 $5^\circ \sim 30^\circ$ 位ノ範圍内ニ在ルガ β ガ小サイ程傳動効率ガ低イ、

中央斷面ニ於ケル齒形ハ普通ノ齒車ノ標準齒形ト全然同様ニスルノガ通例デアアルガ「インボリュート」齒形ヲ採用スレバ「ラック」ノ齒形輪郭ハ傾斜直線デアアルカラ「ウォーム」ノ齒ノ斷面ハ梯形トナリ製作上極メテ有利デアアル、

二ツノ刻ミ圓嚙ニ基イテ考ヘタ「ウォーム」及「ウォーム」齒車ノ齒ハ理論上一點ヲ以テ接觸スルモノデアアルガ之ハ壓力ノ集中及摩耗ノ點ニ於テ不利益デアアルカラ「ウォーム」ト同ジ形ノ回轉及物ヲ用ヒ「エンベロプ」描法ニ依ツテ「ウォーム」齒車ノ齒ヲ切出スト線接觸ノ嚙合ヲ得ル、多ク用ヒラレルノハコノ様ニシテ得タ「ウォーム」齒車デアツテ第 114 圖ノ中央ニ示シタ如キ形

ノモノデアル、

一二、「ウォーム」傳動装置ノ効率、

「ウォーム」傳導装置ニ於テハ齒ノ接觸面ト軸線トノ方向ノ關係上必ズ「ウォーム」ノ軸線方向ニ大ナル軸線壓力ヲ伴フカラ齒ノ接觸面ニ於ケル摩擦ノ他ニ推力軸受ノ摩擦ガ相當程度ニ加ハル、齒ノ接觸面ニ於ケル摩擦ダケ

ヲ考ヘルト第 115 圖ニ示ス如ク刻ミ C ニ於テ接觸スル時ニ齒面ニ垂直ニ作用スル力ヲ N トスレバコノ力ハ齒ノ垂直切斷面上ニ於テ中心線ト α_n ノ角ヲナシテ居ル、コノ垂直壓力ニ對應シテ μN ナル摩擦力ガ作用シソノ方向ハ「ウォーム」ノ平均螺ニ切シテ居ルト考ヘテ宜シイ、是等ノ二力ヲ「ウォーム」ノ軸線方向、圓周方向及半徑方向ノ分力ニ分ケレバ

軸線方向ニハ

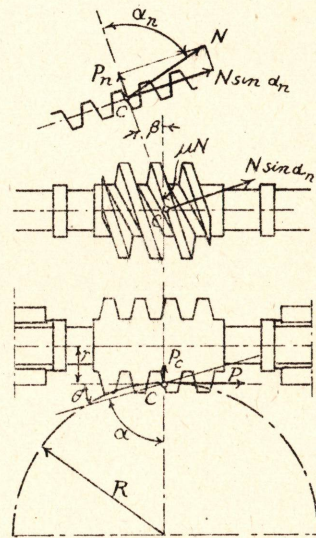
$$P = N \sin \alpha_n \cos \beta - \mu N \sin \beta$$

圓周方向ニハ

$$P_c = N \sin \alpha_n \sin \beta + \mu N \cos \beta$$

半徑方向ニハ

第 115 圖



$$P_n = N \cos \alpha_n$$

ノ力が作用スル事トナル、

「ウォーム」ノ軸線方向ノ力 P ハ「ウォーム」齒車ヲ回轉サセル切線力デアツテ同時ニ「ウォーム」ニ對シテハ軸線壓力トシテ作用スル、「ウォーム」ノ齒形ヲ傾斜角 15° ノ「インボリュート」曲線ニ對應スルモノトスレバ $\alpha = 75^\circ$ デアルカラ之ヨリモ大ナル角 α_n ノ正弦ハ之ヲ 1 ト見倣シテモ大ナル誤差ヲ生ジナイ、從ツテ取扱ヲ簡畧ニスル爲ニ $\sin \alpha_n \doteq 1$ トスレバ「ウォーム」ヲ回轉スベキ切線力 P_c ノ大サハ $\mu = \tan \rho$ トシタ時ニ

$$P_c = P \frac{\sin \beta + \mu \cos \beta}{\cos \beta - \mu \sin \beta} = P \tan (\beta + \rho)$$

デアル、若シ全然摩擦ガ無イ場合ヲ考ヘレバ

$$(P_c)_0 = P \tan \beta$$

デアルカラ齒面ノ接觸ダケノ効率ハ

$$\eta = \frac{(P_c)_0}{P_c} = \frac{\tan \beta}{\tan (\beta + \rho)}$$

デアル、

「ウォーム」齒車ニ P ダケノ回轉力ヲ加エル爲ニハ「ウォーム」ヲ P_c ダケノ圓周方向ノ力ヲ以テ廻サナケレバナラナイ、 P_c ハ「ウォーム」ノ平均半徑 r ノ部分ニ集中シテ作用スルモノト考ヘテ居ルカラ「ウォーム」軸ニ加ヘルベキ回轉「モーメント」ノ大サハ

$$M = Pr \tan (\beta + \rho)$$

デアル、而シテ「ウォーム」ノ螺ノ進ミヲ h トスレバ

$$\tan \beta = \frac{h}{2\pi r}$$

デアルカラ

$$M = P_r \frac{h + 2\pi\mu r}{2\pi r - \mu h}$$

ノ如キ形ニ表ハシ得ル、

「ウォーム」傳導裝置ニ於テハ齒ノ接觸面ニ對スル給油ガ傳動状態ニ最モ重大ナ影響ヲ與ヘルモノデアツテ給油ガ完全ニ行ハレルト接觸面間ノ摩擦係數ガ小トナリ効率ガ良クナル、「ウォーム」ノ齒ノ如ク比較的小面積ニ壓力ガ集中サレル場合ニ流動性ノ大ナル油ヲ用ヒルト油ガ齒ノ間カラ壓出サレテ油膜ガ破レル惧ガアルカラ齒面壓力ノ強サヲ輕減スル一方ニ多少粘稠ナ油ヲ用ヒル必要ガアル、又接觸スル時間ガ長イト油ニ壓出サレル機會ヲ與ヘルカラ高速度ノ時ノ方ガ却テ摩擦係數ガ小トナルガ之ニハ勿論限度ガアリ速度ノ増進ト共ニコノ傾向ハ漸次減少シ速度ガ或程度ヲ超セバ遠心力ノ爲ニ油ガ投出サレ再ビ摩擦係數ガ増シテ來ル、但シ此ノ傾向ハ接觸面ガ硬ク且ツ滑カナ場合ニハアマリ顯著ニハ現ハレナイ、

「ウォーム」ノ傳導効率ハ其ノ螺ノ傾斜角 β ノ函數デアル、 β ガ大デアル程 ρ ノ影響ガ小トナルカラ傾斜角ノ大ナル「ウォーム」ノ効率ガ良イ事ハ云フ迄モナイ、

第 116 圖ハ傾斜角 β ト「ウォーム」ノ傳動効率トノ關係ヲ μ ノ種々ノ値ニ對シテ求メタモノデアルガ大體 $\beta = 45^\circ$ ノ附近ニ於テ効率が最高デアル、是等ノ曲線ニ於テ見ル如ク 30° 以上ノ傾斜角ニ對シテハ角度ノ増加ニ伴フ効率ノ増加ガ割合ニ小デアルカラ實際ニハ傾斜角ノ大サヲ 30° 前後ニ止メテ置クノガ普通デアル、

「ウォーム」傳動裝置全體トシテノ効率ハ前述ノ如ク軸受及

推力軸承ノ摩擦損失ヲモ考慮

シテ求メナケレバナライノ
デアツテ全効率ヲ η_s トスレ
バ

$$\eta_s = \frac{\eta}{1 + \varphi}$$

ノ如キ形ニ表ハシ得ル、 φ ハ
軸受ノ給油方式或ハ推力軸受
ノ構造様式等ニ依ツテ異ナル

値ヲ有スルガ大體ニ於テ 0.02~0.10 位ノ範圍ニ在ル、

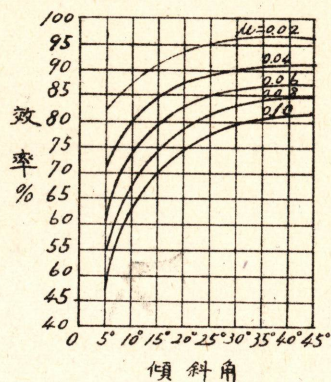
前述ノ如ク摩擦ノ状態ハ接觸面ニ作用スル垂直壓力ノ強サニ依
ツテ影響サレルガ荷重ノ大イサト効率トノ關係ヲ實驗ノ結果カラ
求メテ見ルト一般ニ第 117 圖ニ示ス如ク無負荷状態カラ急激ニ

効率ガ上昇シ或値ニ達シタ後ハ荷重
ノ大イサニ依ツテ効率ニ變化ヲ及ボ
ス事ガ極メテ僅カニナル、是等ノ結
果ハ何レモ相當連續シテ運轉シタ後
ノ結果デアツテ間歇運轉ノ場合ニハ
運轉開始ノ際ノ給油状態ガ不完全デ
アル爲ニ是等ノ値ヨリモ更ニ効率が
低イ筈デアル、故ニ設計ノ際ニハ摩

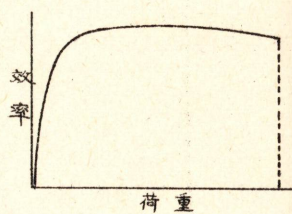
擦係數ノ値ヲ充分大ニ取ル方ガ安全デアツテ鑄放シノ齒ニ對シテ
 $\rho = 6^\circ \sim 7^\circ$ 機械切りノ齒ニ對シテ $\rho = 3^\circ$ ニ取レバ宜シイ、

普通構造ノ「ウォーム」傳動装置ノ効率ハ 1 山ノ「ウォーム」
ニ於ケル 60% カラ 5 山ノ「ウォーム」ニ於ケル 88% ノ範圍

第 116 圖



第 117 圖



ヲ大體ノ見當ニスベキデア、**「ウォーム」**ノ螺ノ傾斜角 β ガ小デアルトキニハ**「ウォーム」**齒車ニ依ツテ**「ウォーム」**ヲ回轉サセル事ハ困難デアツテ $\tan \beta < \mu$ ノ場合ニハ**「ウォーム」**齒車ニ加ヘル回轉力ノ大サノ如何ニ拘ラズ之ニ依ツテ**「ウォーム」**ヲ廻ス事ハ不可能デア、之ハ先ニ述ベタ自己抑制ノ現象デア、 β ガ或ル程度以上大デアレバ**「ウォーム」**齒車ヲ以テ逆ニ**「ウォーム」**ヲ廻ス事モ可能デア、コノ場合ニハ傾斜角 $(\frac{\pi}{2} - \beta)$ ノ**「ウォーム」**齒車ノ齒ガ**「ウォーム」**ノ齒ニ回轉力ヲ及ボスノデアツテ**「ウォーム」**ノ平均半徑ノ部分ニ P_c ノ回轉力ヲ與エルノデ**「ウォーム」**齒車ノ刻ミ圓周ニ P ダケノ切線方向ノ力ヲ加エル必要ガアルトスレバ前ノ場合トハ接觸部分ニ於ケル摩擦力ノ方向ガ逆ニナルカラ P ト P_c トハ

$$P = P_c \tan\left(\frac{\pi}{2} - \beta + \rho\right) = P_c \cot(\beta - \rho)$$

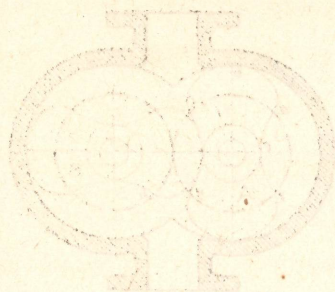
ノ關係ニアリ從ツテ逆運轉ノ効率ハ

$$\eta' = \frac{\tan\left(\frac{\pi}{2} - \beta\right)}{\tan\left(\frac{\pi}{2} - \beta + \rho\right)} = \frac{\cot \beta}{\cot(\beta - \rho)}$$

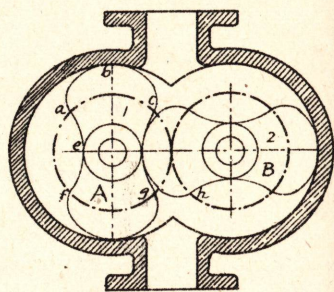
トナル、

一三、齒車カラ誘導シタ機構、

例ヘバ**「ルート」**送風機ノ様ナ二個ノ**「ピストン」**ノ廻轉ニ依ツテ液體又ハ氣體ヲ送ル廻轉**「ポンプ」**又ハ送風機ノ類ハ動力傳達トハ全然異ツタ目的ニ使用サレルケレドモ其二個ノ**「ピストン」**ノ相互運動ヲ考フルト齒車ノ齒ト同ジ原理ニ基イテ居ル、最モ古ク



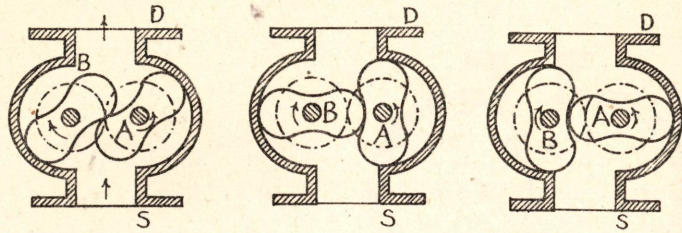
カラアル「ルート」送風機ヲ
例ニトツテ見ルト其廻轉「ピ
ストン」ハ第 118 圖ニ示ス通
リニ全ク二枚ノ齒ヲ持ツタ齒
車ニ他ナラナイノデアアル、即
チ abc ノ部分ハ「エピサイ
クロイド」、 def ノ部分ハ「ハ
イポサイクロイド」カラ成立
シ兩曲線共刻ミ圓 $acgf$ ノ
直徑ノ四分ノ一ノ直徑ヲ持ツ



第 118 圖

タ轉リ圓ヲ描カレタモノデアアル、從ツテ此ノ場合ニハ「エピサイ
クロイド」モ「ハイポサイクロイド」モ其全長ガ用ヒラレテ居ル
カラ其傾斜角ハ g ト h トガ接觸スル時ニハ 0 デアリ圖ノ位置
ニ於テハ 90° デアル、夫故ニ此位置ニ於テハ齒ニ依ツテ相手ヲ動
カシ得ナイカラ外側ニ相等シイ刻ミ圓ノ齒車裝置ヲ置イテ A ト
 B トヲ同一速度デ互ニ反對ノ方向ニ廻轉サセル事ヲ要スル、外壁
ノ内面ハ僅少ノ遊隙ヲ有シテ「ピストン」ノ齒先圓ノ形ニ合フ様
ニ送ラレ前後ノ兩面ハ勿論「ピストン」ト共ニ平面デアアル此ノ場
合「ピストン」ノ位置ニ依ツテ外壁ト「ピストン」トノ間ニ封鎖
サレタ部分ガ出來ルカラ液體又ハ氣體ヲ一方ノ口カラ他方ノ口へ
運ブ事ガ出來ル譯デアアル、此ノ關係ハ第 119 圖ヲ見レバ好クワカ
ル、此ノ様ニ封鎖サレタ空所ガ必要ナノデアアルカラ「ピストン」
ト外壁又ハ「ピストン」同志ノ間ニハ常ニ接觸ヲ保ツコトガ絶對
必要ナノデアアル、「ピストン」ノ齒ノ數ハ二枚ニ限ラレナイカラ第
021 圖 (a) ニ示ス様ナ形ニスレバ普通ノ齒車ト同ジ關係ニナリ外

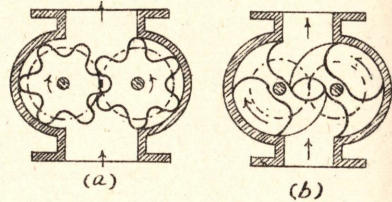
第 119 圖



側ノ傳動齒車ガ無クテモ運轉ガ出來ル又必ズシモ齒車ト同ジ輪郭
 曲線ヲ使ハナイデモ滑リ接觸

第 120 圖

ノ必要條件ヲ満足スルモノナ
 ラバ何デモ宜シイ第 118 圖
 (b) ニ示スノハ其ノ一例デア
 ル、「ルート」送風機ノ「ピス
 トン」デモ例ヘバ刻ミ圓カラ
 外方ヲ圓弧ニシテ下齒面ノ形
 ヲ之ニ適スル様ニ選ブ事ガ往
 タアル、



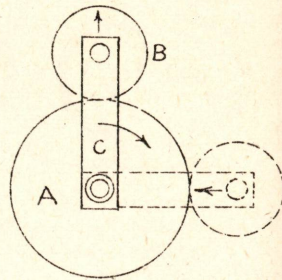
一四、差動齒車裝置、

第 121 圖デ A, B ヲ齒車トシ C ハ兩車軸ヲ支持スル腕トス
 ル今迄ハ兩車軸ノ位置ガ固定シテ居ル場合、即チ腕 C ガ固定シテ
 居ル場合——更ニ換言セバ齒車 A, B ガ C ニ對スル關係角速度
 ——ノミヲ論ジタガ若シ腕 C モ回轉運動ヲスルト他ノ固定節ニ

對スル角速度ハ複雑シタモノニナリ常識デハナカナカ解ク事ガ困
難デアル、例ヘバ第 121 圖デ腕 C ガ A 車ノ軸ヲ中心トシテ點
線デ示シタ位置マデ回轉シタモノト

第 121 圖

スル、其時 A 車ガ少シモ回轉シナ
イデモ B 車ハ相當ノ回轉運動ヲス
ルガ若シ A モ其固定軸ノ廻リニ回
轉ヲスルト B 車ハ前トハ異ツタ回
轉速度デ廻ルコトニナル、斯クノ如
ク固定節ニ對スル B 車ノ回轉ハ A



及 C ノ双方カラ影響ヲ受ケ其ノ影
響ノ差又ハ (和) ガ B 車ノ回轉數トシテ現ハレルノデアル、故
ニ斯クノ如ク齒車軸ノ中心ガ他軸ノ廻リニ回轉スル齒車装置ヲ差
動齒車装置ト名ヅケル、B 車ノ刻ミ圓上ノ點ハ外擺線ヲ畫クカラ
此ノ装置ヲ外擺齒車装置ト呼ブコトモアル、B ガ A ト内接嚙合
ヲスル場合ニハ B ノ刻ミ圓上ノ點ハ内擺線ヲ畫クガ矢張り外擺
齒車装置ノ名ヲツケテ居ル、

一五、差動齒車装置ノ解法、

差動齒車装置デ結局ノ回轉數ハ兩影響ノ差又ハ和デアルカラ之
ヲ解クニハ回轉ニ正負ノ別ヲツケテ置カネバナラス、便宜上時計
ノ針ト同方向ノ回轉ヲ正トシ之ニ逆ナ回轉ヲ負ト定メテ置カウ、
ソシテ車ヤ腕ノ回轉シタ角度トハ車ヤ腕ノ側面ニ印シテ置イタ矢
ノ頭ガ回轉シタ角度ニナルコトハ言フマデモナイ扱テ差動齒車裝
置ノ解法ニハ二通リアル、

解法第一、 第一ノ方法ハ腕ヨリ受クル影響ト齒車ヨリ受クル

影響トヲ別々ニ考ヘ後デコノ兩影響ヲ合セルノデアアル、例ヘバ第 121 圖デ A 車ノ齒數ヲ 80, B 車ノ齒數ヲ 40 本トシ腕 C ガ時計ノ針ト同方向ニ三回轉シ A 車ガ逆方向ニ二回轉スルトキ B 車ノ回轉數ヲ見出スニハ先ヅ第一段トシテ A. B. C. ノ三ツヲ糊付ケニシテ一物體トシ其ノ全體ノ腕ノ回轉數ヲ與フルト A モ B モ C モ皆 +3 回轉スル、ソコデ第二段トシテ糊ヲハナシ且腕ヲ固定シテ A 車ニ合成回轉ガ結局 -2 回轉ニナルマデ回轉運動ヲ與フル、即チ A 車ニハ最初腕ト共ニ +3 回轉ガ與ヘテアルカラ -5 回轉ヲ與ヘルト合成回轉ガ所要ノ -2 回轉ニナル、此際 C ハ固定シテ居ルカラ B 車ハ $5 \times \frac{80}{40} = 10$ 回轉スル、但シ其ノ方向ハ A ト逆デアアルカラ正負ノ符號ハ A ト反對ニシナケレバナラス、故ニ (-1) ヲ乘ジテ $(-5) \times (-1) \times \frac{80}{40} = +10$ 回轉スルコトニナル、腕ハ此際固定シテ居ルカラ其ノ回轉數ハ零デアアル、茲ニ於テ第三段トシテ第一段ト第二段デ出シタ回轉數ノ代數和ヲトレバソレガ各部ノ合成回轉數トナル、之ヲ表ニ記スト

| | A | B | C | |
|----------|----|-------------------------|----|-----|
| 1. 全體糊付 | +3 | +3 | +3 | |
| 2. 腕固定 | -5 | $(-5)(-1)\frac{80}{40}$ | 0 | |
| 3. 合成回轉數 | -2 | +13 | +3 | (+) |

即チ A 車ガ -2 回轉, 腕ガ +3 回轉スルト B 車ガ +13 回轉スルコトニナル、

前記ノ裝置デ若シ腕 C ノ回轉數ガ不明デアルトキハ之ヲエトシテ置イテ解ケバヨイ、例ヘバ A. B ノ齒數ガ前ノ如ク 80 ト 40 デ其回轉數ヲ -2 ト +3 ニスルニハ腕ハ幾回轉サスベキカトイ

フ問題デハ次ノヤウニスル、

| | A | B | C | |
|----------|----------|--------------------------------------|-----|--|
| 1. 全體糊付 | x | x | x | |
| 2. 腕 固 定 | $-(x+2)$ | $-(x+2)(-1) \times \frac{80}{40}$ | 0 | |
| -----(+) | | | | |
| 3. 合成回轉數 | -2 | $x - (x+2)(-1) \times \frac{80}{40}$ | x | |

Bノ合成回轉數ハ +13 デアルカラ次ノ方程式ガ成立スル、

$$x - (x+2)(-1) \times \frac{80}{40} = +13$$

$$\therefore x = +3$$

故ニ腕ハ +3 回轉サセレバヨイ、

又前記ノ装置デ齒數ニ關スル問題デハ次ノヤウニ解ク、例ヘバ A ガ -2, B ガ +13, C ガ +3 回轉シ A ガ齒數 80 デアルトキ B 車ノ齒數 x ヲ出スニハ

| | A | B | C | |
|----------|----|------------------------------|-----|--|
| 1. 全體糊付 | +3 | +3 | +3 | |
| 2. 腕 固 定 | -5 | $-5(-1) \times \frac{80}{x}$ | 0 | |
| -----(+) | | | | |
| 3. 合成回轉數 | -2 | $+3 + \frac{400}{x}$ | +3 | |

$$+3 + \frac{400}{x} = 13$$

$$\therefore x = 40$$

Bノ齒數 x ハ 40 本トナル、

解法第二、齒車ガ腕ニ對スル關係回轉數（換言セバ腕ガ回轉シナイモノトシタトキノ回轉數）ハ其齒車ノ回轉數ノ絶對値（換

言セバ固定節ニ對スル回轉數) カラ腕ノ回轉數ヲ差引イタ數デア
ルカラ次ノ關係ガ成立スル、

$$\frac{\text{腕ニ對スルB車ノ回轉數}}{\text{腕ニ對スルA車ノ回轉數}} = \frac{\text{B車ノ絶對回轉數} - \text{腕ノ回轉數}}{\text{A車ノ絶對回轉數} - \text{腕ノ回轉數}}$$

A 車ト B 車トガ腕ニ對シ同方向ニ廻レバ方程式ノ左邊ノ此ハ
正トナルガ逆方向ニ廻ルト負トナル、

第 121 圖ノ例デ B ノ回轉數ヲ見出スニハ

$$(-1) \times \frac{80}{40} = \frac{x - (+3)}{-2 - (+3)}$$

$$\therefore x = 13$$

B ハ +13 回轉スル、腕ノ回轉ヲ見スニハ

$$-2 = \frac{+13 - x}{-2 - x}$$

$$\therefore x = +3$$

腕ハ +3 回轉スル、更ニ B 車ノ齒數ヲ出スニハ

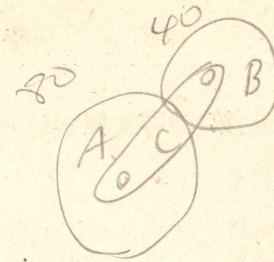
$$(-1) \times \frac{80}{x} = \frac{+13 - (+3)}{-2 - (+3)}$$

$$\therefore x = 40$$

即チ B ノ齒數ハ 40 本トナリ解法第一ト同一ノ結果ガ得ラレ
ル、

一六、媒介車ヲ有スル差動齒車裝置、

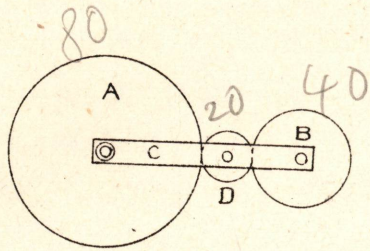
第 122 圖デ D ハ媒介車デアル、A. D. B. 車ノ齒數ヲソレゾ
レ 80, 20, 40 トシ A ガ -2 回轉シ腕 C ガ A 車ノ軸ノ廻リニ
+3 回轉スルトス (即チ 121 圖ニ D 車ヲ入レタトス) 其トキ
B, D 車ノ回轉數ハ



| | | | |
|----|---|---|--|
| A | B | C | |
| 0 | 3 | 1 | |
| -1 | 2 | 0 | |
| | | | |
| -7 | 5 | 1 | |

| | | | |
|----|---|---|--|
| A | B | C | |
| 1 | 1 | 1 | |
| -2 | 4 | 0 | |
| | | | |
| -1 | 5 | 1 | |

第 122 圖



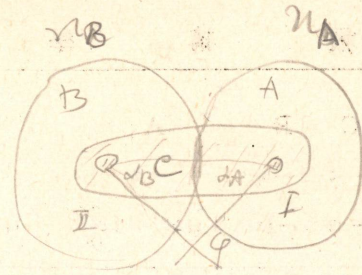
idle wheel (idle gear) 係同一方向
1 介車 (1 gear) (各物) 係同一方向

| | A | D | B | C |
|----------|-----------------------------------|--|----|----|
| 1. 全體糊付 | +3 | +3 | +3 | +3 |
| 2. 腕固定 | $-5(-5)(-1) \times \frac{80}{20}$ | $(-5)(-1) \times \frac{80}{20} \times (-1) \times \frac{20}{40}$ | 0 | 0 |
| 3. 合成回轉數 | -2 | +23 | -7 | +3 |

媒介車 D ヲ入レタガ爲 B 車ノ回轉數モ回轉方向モ前トハ異ツタ結果ニナツタ、

一七、齒車列ノ差動裝置、

第 123 圖デ B ト C トハ同一車軸ニ取付ケラレ、A ハ B ト、C ハ D ト嚙合フテキル、A. B. C. D ノ齒數ガソレゾレ 90, 30, 80, 20 デ腕 E ガ時計ノ針ト反對方向ニ A 車ノ軸ヲ中心トシテ 5 回軸シ C 車モ E ト同方向ニ 14 回轉スルトキ他ノ車ノ回轉數ハ



A : 出數
B : 出數

① B = 静止 C 3 (+α_B) の 4 回轉
A : α_A 回轉ス

$$\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{B}{A}$$

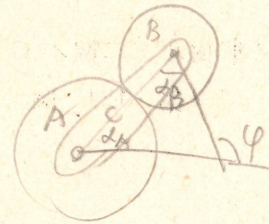
$$\alpha_A = -\left(\frac{B}{A} \alpha_B\right)$$

$\varphi = \alpha_A + \alpha_B$; B = 静止 A, 相對的回轉

② C = 静止 B = α_B の 4 回轉ス

$$\alpha_A = -\frac{B}{A} \alpha_B$$

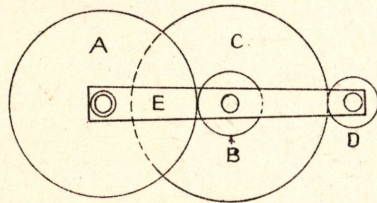
$$\alpha_A + \alpha_B = \varphi$$



B 對 A 運動ス、限リ C 停止セシ
B 7 回スモ、B 7 停止セシ C 7 回スモ全ク
同様ナリ、然レ共、①②ノ状態ハ全ク
同シニ非ニス、亦②因、状態ヲ II 中心ニ
α_B の 4 回轉スルハ ①ノ状態トシ

| | C | B | A | D | E |
|----------|-----|-----|--------------------------------|---------------------------------------|----|
| 1. 全體 糊付 | -5 | -5 | -5 | -5 | -5 |
| 2. 腕 固 定 | -9 | -9 | $-9 \times (-1) \frac{30}{90}$ | $-9 \times (-1) \times \frac{80}{20}$ | 0 |
| 3. 合成回轉數 | -14 | -14 | -2 | +31 | -5 |

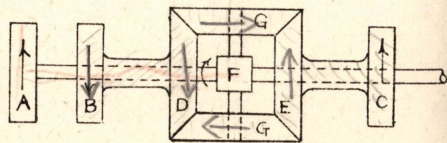
第 123 圖



一八、差動傘齒車裝置、

第 124 圖デ D ト E トハ同大ノ傘齒車デ二個ノ G モ互ニ同大ノ媒介車デアル、F ハ十字形ヲシテ居ル軸デ BD, EC 及二個ノ G ハ何レモ F 軸ノ上ニ自由ニ回轉スル、A (即チ F) ヲ固定シテ置イテ B ヲ廻スト D ト E トハ互ニ反對方向ニ同一ノ回轉數ヲ持ツガ若シ B ノ外ニ A ヲモ廻スト

第 124 圖



差動傘齒車裝置 (外車にだけ付て歯星)

ニ於テ B 対シ C 之 α_B 之 4 迴ス場合 B 対シ A 1 迴車ヲ見出スニ先ツ C 停止シ B 之 及 對 方 向 α_B 之 4 迴シ時、A 1 迴車 α_A 之 対シ α_B 之 4 迴 最初ノ位置ニ戻ル迄 (即チ α_B) 機構形態ヲ与スルヲ加合体ヲ回車スルニハ B 対シ A 1 迴車前ニ若ク平取等シ

今 ②ニ於テ A 絶對回轉ヲ N_A 表シ

$$N_A = \phi = \alpha_A + \alpha_B = \alpha_B \left(1 + \frac{B}{A}\right)$$

從テ若シ C 之 B 対シ N_C 回車スル A 1 迴車ハ $N_A = N_C \left(1 + \frac{B}{A}\right)$

運用心得事項

| 車名稱
回轉順序 | C | A | B |
|----------------------------------|--------|---|--------|
| C 停止 | 0 | $-\frac{A}{B}$ | N_p |
| 機構形態ヲ与スルヲ加合体ヲ $-N_p$ 回シ B 之 4 迴ス | $-N_p$ | $-N_p$ | $-N_p$ |
| 結果
B 停止 C 之 $-N_p$ 回 | $-N_p$ | N_A
$= N_p \left(1 + \frac{B}{A}\right)$ | 0 |

Eノ回轉數ハ B, A 双方ノ影響ヲ受ケルコトニナル、斯クノ如ク傘齒車ヲ含ンデ居ル差動裝置ヲ差動傘齒車裝置ト名ヅケル、此裝置デハ軸 F ガ平齒車バカリデ成立セル差動裝置ノ腕ニ相當スル、回轉ノ正負ハ便宜上 A 車ノ矢ノ如ク車ノ前面ガ上方ニ動クヲ正トシ B 車ノ如ク前面ガ下向ニ廻ルノヲ負トシヨウ、媒介車ハ G ハ一個デモヨイガ之ガ F ノ水平軸ノ廻リニ回轉スルトキ重量ノ平均ヲ保タセル爲二個用フルノガ普通デアアル、

一九、差動傘齒車裝置ノ解法、

軸 F ヲ腕ト見做シテ平齒車ノ差動裝置ト同様ノ方法ヲ施セバヨイ、但シ F ヲ固定シタトキ D ト E トハ同一回轉數ヲ以テ反對ニ廻ルカラ其場合回轉速度比ハ -1 トナル、第 124 圖デ A ガ $+2$ 回轉シ B ガ -3 回轉シタトキ C ノ回轉數ヲ求ムルニハ

| | A 及 F | B 及 D | E 及 C |
|----------|-------|-------|------------|
| 1. 全體糊付 | +2 | +2 | +2 |
| 2. 腕 固 定 | 0 | -5 | $(-5)(-1)$ |
| 3. 合成回轉數 | +2 | -3 | +7 |

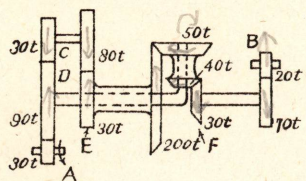
C ハ矢ニ示シタ方向ニ 7 回轉スル、第十四章デ述ベタ式ヲ應用スルト

$$\frac{F \text{ニ對スル} E \text{ノ回轉數}}{F \text{ニ對スル} D \text{ノ回轉數}} = -1 = \frac{x - (x+2)}{-3 - (+2)}$$

$$\therefore x = +7$$

トナリ前ト同ジ結果ガ得ラレル第 125 圖ノ如キ傘齒車ヲ含ンダ齒車列ノ差動裝置ニ對スル解法ハ次ノ方法ヲトル、圖中ニ示シタ

第 125 圖



數字ハ齒數デ A ガ矢ノ方向ニ 1 回轉シタ時 B 車ノ回轉數ト回轉方向ヲ求メル、

$$D \text{ ノ回轉數} = -1 \times (-1) \times \frac{30}{90} = +\frac{1}{3}$$

$$E \text{ ノ回轉數} = +\frac{1}{3} (-1) \times \frac{90}{30} \times (-1) \times \frac{80}{30} = +\frac{8}{3}$$

| | D | E | F |
|----------|----------------|------------------------------|--|
| 1. 全體糊付 | $+\frac{1}{3}$ | $+\frac{1}{3}$ | $+\frac{1}{3}$ |
| 2. 腕 固 定 | 0 | $+\frac{8}{3} - \frac{1}{3}$ | $(+\frac{8}{3} - \frac{1}{3})(-1) \frac{200}{50} \times \frac{40}{30}$ |
| 3. 合成回轉數 | $+\frac{1}{3}$ | $+\frac{8}{3}$ | $-\frac{109}{9}$ |

$$\therefore B \text{ ノ回轉數} = -\frac{109}{9} \times (-1) \times \frac{70}{20} = +\frac{763}{18}$$

即チ B 車ハ A 車トハ反對方向ニ $\frac{763}{18}$ 回轉スル、

二〇、差動斜齒車裝置應用ノ實例、

軍艦ニ用フル平均回轉數指示器及齒車式等速計ハ此ノ原理ニ依リ内火艇反轉裝置、自動車作動裝置ニモ斜齒車利用セラル、

其ノ他ハ「ハンページ」氏ノ軸繼裝置及航空發動機ノ減速起動裝置等ニ用ヒラル、(第 126 圖, 第 127 圖)

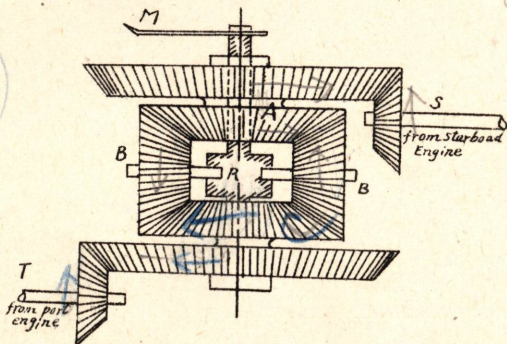
第 126 圖

Synchronizer Mean speed indicator

汽車式等速計



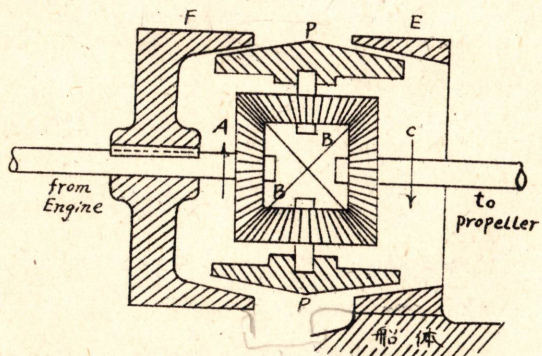
$w = W$



C停止し7分
S = 24 Min
7分
石

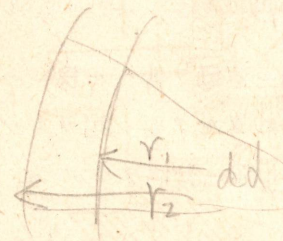
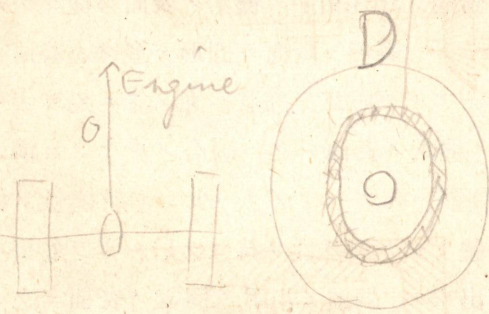
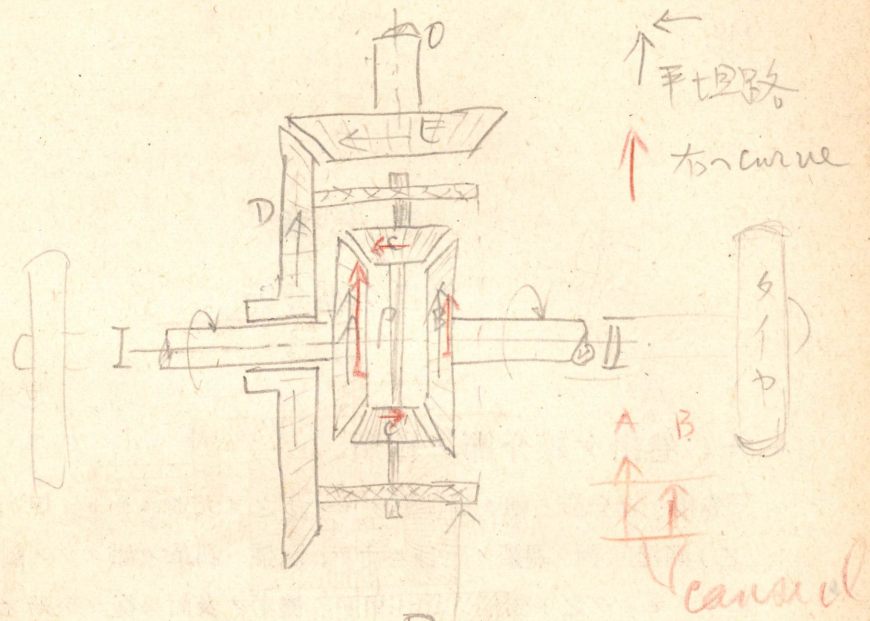
第 127 圖

ギヤ製造734



F—P ヲ嵌合セバ全部一體トナリ廻轉ス……前進
P—E ヲ嵌合セ固定セバ A—B—C ト傳ハリ……後進

自動車ノ差動出車
からくり P72



$r_2 > r_1$
 $r_2 dd > r_1 dd$

I > II : 回転角異
A > B : 回転角異

第七章

卷掛ケ媒介節

一、卷掛ケ媒介節ノ種類、

■卷掛ケ媒介節ハ總テ屈撓質ノモノデ之ヲ大別スルト(甲)調節、(乙)調繩、(丙)調鎖ノ三種ニナル、調帶ハ調革ノ如クソノ断面ガ扁平ナモノデ之ト對偶ヲ爲ス相手ノ機素ノ表面モ從ツテ殆ンド凹凸ノナイ圓壘形デアル、調繩ハ断面ガ圓形デ多クハ普通ノ繩ノ如ク縫リ合セタモノデアルガ獸皮ヲ紐狀ニ丸メタニ過ギナイモノガアル、調繩ノ相手ノ機素ノ表面ハ之ニ適合スルヤウニ溝ガ穿ツテアル場合が多い、調鎖ハ節ノ一片ヅツハ少シモ屈撓性ヲ持ツテ居ラヌガ長イ鎖ハ全體トシテ屈撓性ヲ持ツテ居ルカラ卷掛ケ媒介節トシテ使フコトガ出來ル、調鎖モ相手ノ機素ノ表面ニ之ト適合スル溝ヲ穿ツノガ普通デアル、

主動節ト從動節トノ間ニ連續的ニ運動ヲ傳ヘル爲ニハ卷掛ケ媒介節ハ第 128 圖ニ示スガ如ク環狀タルヲ要シ端ガアツテハイケナイ、斯クノ如キ環狀ノ卷掛ケ媒介節ト對偶ヲスル A, B ノ機素ヲ調車ト名ヅケル、

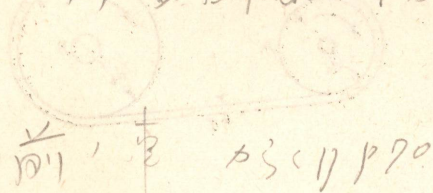
二、回轉速度比、

卷掛ケ媒介節ニ依ル傳動裝置デハ主動節ト從動節トノ回轉速度

ABD, 相対的 回轉 状況
知ラントスルニ

| | | | |
|---------------------|----------------|------------------|-------------------|
| | D(P) | A(I) | B(II) |
| Dヲ停止
A(I)ヲN回轉 | 0 | +N | -N |
| 全機素ヲ停止
DヲN回轉 | N ₀ | N ₀ | N ₀ |
| 結果 各機素自由ニ
回轉得ル場合 | N ₀ | N+N ₀ | N ₀ -N |

即チ D, 回轉數ハ A, B, 回轉數ノ平均値ナリ



(1) Aヲ固定シテ場合
 Eヲ中心トシテ Pハ N_pヲT回轉
 則チ Bハ何回轉スルカ、
 P A B
 Pヲ停止Aヲ-N_pニ 0 -N_p - $\frac{A}{B}N_p$
 全機素ヲ停止ニ
 +N_pヲ取ル N_p N_p N_p

$$\frac{N_p \quad N_p \quad N_p}{N_p \quad 0 \quad N_p(1-\frac{A}{B})}$$

A, B, 齒數ヲ能ク限リ 接近セシムルニ大ニ
 同速ニ得

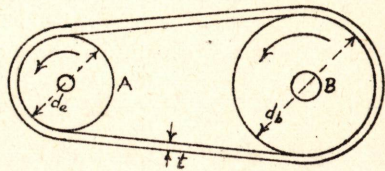
(33) A=21 B=20 PヲN_p回轉 BハN_p(1- $\frac{21}{20}$)

$$A=2B+3 \therefore BハPヲ3并ニ同速ニ得 = N_p \frac{1}{20}$$

比ハ兩固定軸カラ媒介節ノ直線部ニ下シタ垂直線ノ長サニ逆比例
 スルモノデアカラ主動節ト從動節ノ形ガ軸ヲ中心トスル圓嚮形
 デアルト兩節ノ回轉速度比ハ一定不變トナリ調車ノ半徑又ハ直徑
 ノ長サニ逆比例スルコトニナル、但シ之ハ調帶ノ厚サガ零デア
 ルト認メタ場合ノコトデア
 ルガ若シ調帶ニ厚サガアルモノトスルト
 關係ガ少シ變ツテ來ル、調車ニ接觸シテ居ル部分デハ調帶ガ彎曲
 スル結果トシテ内面

第 128 圖

ハ縮ミ外面ハ伸ビル
 モノデア
 ルガ厚サノ
 中央ノ層デハ伸縮シ
 ナイ、故ニ中央ノ層
 ノ速度ハ調帶ノ直線
 部ノ速度 $V =$ 等シ
 クナルベキデア
 ル、



サレバ n_a, n_b ヲ A 車, B 車ノ一分間ノ回轉數トシ d_a, d_b ヲ其
 直徑トシ, t ヲ調帶ノ厚サトスルト

$$V = n_a \pi (d_a + t) = n_b \pi (d_b + t)$$

トナルカラ

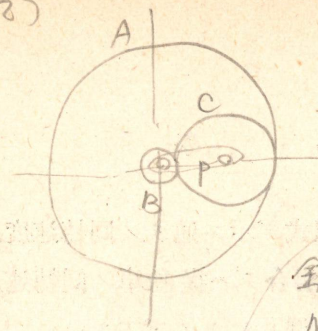
$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{d_b + t}{d_a + t} \dots\dots\dots 1$$

トナル、 t ハ d_a ヤ d_b ニ比ベルト常ニ非常ニ小サイカラ零デア
 ルト見做スト

$$\frac{n_a}{n_b} = \frac{d_b}{d_a} \dots\dots\dots 2$$

トナリ、調帶ハ他ノ卷掛ケ媒介節ト同様ノ調車ノ上デ多少ハ滑ル

12)



Aヲ固定 Bヲ N_p 回轉 Cヲ N_p 回轉

| | | | |
|-------------------|-------|--------|-------------------------|
| | P | A | B |
| 到 N_p 回轉 | N_p | N_p | N_p |
| Pヲ停止 Aヲ $-N_p$ 回轉 | 0 | $-N_p$ | $\frac{A}{B} N_p$ |
| 法軍 | N_p | 0 | $N_p (1 + \frac{A}{B})$ |

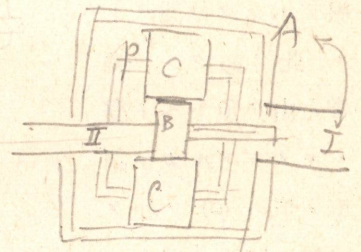
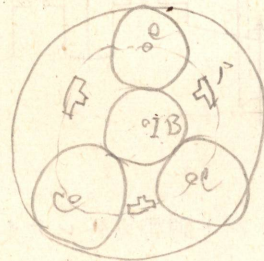
13)

$A = 72, C = 32$ $\frac{A}{2} = C + \frac{B}{2}$ (此物ハ直徑ニ比スル)

$B = 8$

$N_p = +114$ $B \cdot (1 + \frac{22}{8}) = 10$

13)



解法ハ12)ト同シ

$A = 115$
 $B = 23$
 $C = 46$

軸 I 系 軸 II 系

$N_B = (1 + \frac{A}{B}) N_p = (1 + \frac{115}{23}) N_p = 6 N_p$

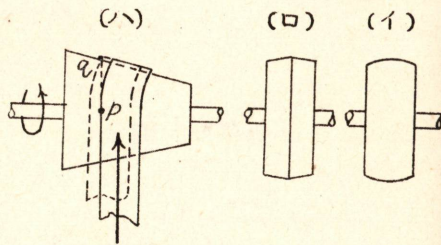
モノデアルカラ嚴密ニ上記ノ方程式デ示ス通りノ回轉速度比デ運動ヲ傳ヘルコトハ出來ヌ、多クノ場合デハ從動車ノ回轉速度ハ上記ノ方程式ガ示スヨリモ 2% 位遅レルモノデアル、

三、調車ノ形、

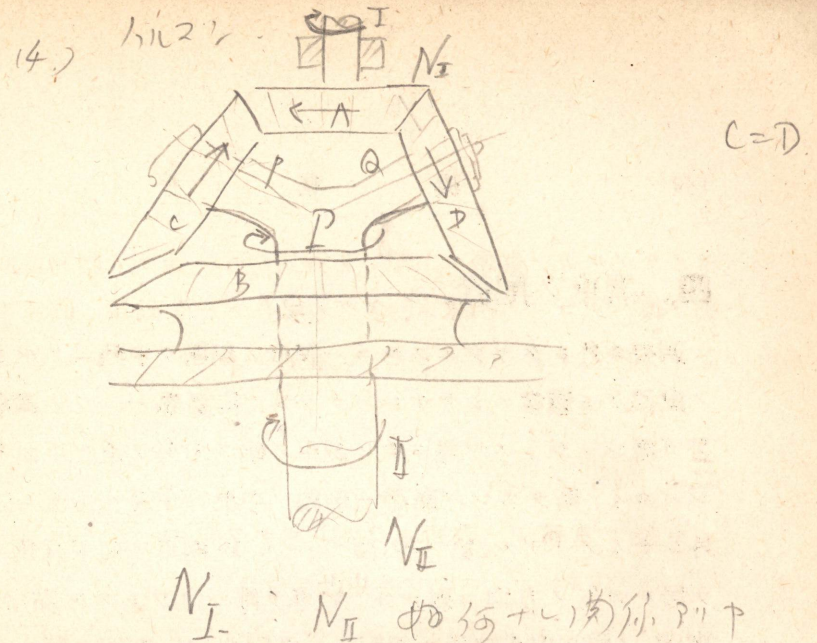
調帶ガ運轉中ニ調車カラ外レヌヤウニスルタメ車ノ周圍ハ第 129 圖 (イ) (ロ) ニ示スヤウニ中凸ニシテアル、中凸ニスルト外レヌ理由ハ (ハ) ニ示ス如キ圓錐形ノ車ニ調帶ヲカケテ之ヲ引張ルト調帶ガ車ノ表面ニナジモウトスルカラ斜カケナルガ p 點デ車ニ接觸シテ居タ調帶ノ局部ハ回轉ガ少シ進ムト調車ニ密着シタママデ

第 129 圖

q ノ位置ヘ來ル此ノ時調帶ハ矢張り調車ニナジモウトシテ點線デ示シタ位置ヲトル、此ノ如クシテ調帶ハ山ノ頂上ヘト登ルモノデアルカラ調車ノ形ハ (ロ) ノ如ク



二個ノ圓錐ヲ尻合セニシタモノトスルト調帶ガ外レナイ (ロ) ノ形デハ圓錐形ノ合セ目ニ角ガ出來テ調帶ヲ傷メル虞レガアルカラ (イ) 圖ノ如ク丸クスルコトガ多イ、中凸ニスル程度ハ調車ノ 100 mm ニツキ 1 乃至 2 mm トスル車ノ幅ハ調帶ノ幅ヨリ 15 乃至 30 mm 位廣クスル、



| | A | C | A(I) | B | P(I) |
|-------|---|---|----------------------|------|------|
| 鉄板付時 | | | n | n | n |
| Pが停止時 | | | $n \frac{B}{A}$ | $-n$ | 0 |
| -n回 | | | | | |
| | | | $(1 + \frac{B}{A})n$ | n | n |

Pが n 回転 = 鉄板付時 $A \cdot (1 + \frac{B}{A}) n$ 回転