

此レ等三圓ハ初メ各其ノ周上ノ一點  $a, b$  及ビ  $d$  ヲ  $P$  上ニ置キ、其ノ切點トシタルモノナリシガ、互ニ「互ニ」ナク轉動シツツ圖ノ如キ位置ヲ取リタリトセバ、 $d$  ノ動跡ハ  $A$  圓ニ對シテ内擺線  $adg$  トナリ、又  $B$  ニ對シテハ外擺線  $bdk$  トナル、而シテ此ノ二曲線ハ共ニ一點  $d$  ニヨリテ印跡セラルルモノナルニヨリ、轉動ノ初メヨリ任意ノ瞬時ニ於テ、常ニ其ノ時ノ  $d$  點ノ位置ニ相切シ、同時ニ擺線ノ性質トシテ切點ニ於ケル法線ハ必ズ常ニ  $P$  ヲ通過スルコトヲ知ル、從ツテ此ノ二ツノ擺線ヲ  $A$  及ビ  $B$  ノ齒ノ外廓トナサバ、齒車トシテ齊一角速度比ヲ以テ運動ヲ傳達スルモノトナル、此ノ如キ齒ヲ稱シテ擺齒ト呼ブ、而シテ上述ノ如キ關係ハ轉動圓ノ徑如何ニ關ラズ常ニ真ナリ、然レドモ之ガ爲ニ生ズル  $A$  圓ニ對スル内擺線ハ轉動圓ノ直徑ガ  $A$  圓ノ半徑ヨリ小ナルカ、等シキカ、又ハ大ナルカニ從ヒ中心ニ向ヒテ、凸形トナリ、直線トナリ、又凹形トナル、(第38圖ノ二)

### 三二、複擺齒、

Double-curve Teeth.

前述セル所ニヨリ節點ニ於テ兩節圓ニ相切スル第三ノ圓周上ニ於ケル一點ノ動跡タル内外擺線ヲ齒ノ形狀トスルトキ、齒車トシテ完全ナルモノナルコト明ラカナリ、然レドモ「第38圖」ニ於テ觀ル如ク三圓ガ互ニ轉動シテ進ムニ從ヒ、 $Pd$  ノ長サハ漸次増加ス、從ツテ  $A$  及ビ  $B$  ガ互ニ接スル點ノ摺動速度ハ漸々増大スルノミナラズ、一定ノ回轉能率ハ傳達セントスルニ當リテ

ハ、 $Pd$ ノ増加ニ伴ヒ齒ノ接點ノ法線壓力昇騰セザルベカラズ、從ツテ此ノ兩者相俟ツテ齒ノ摩擦ヲ大ナラシムルノ嫌アルヲ以テ、實用上使用ニ差支ナキ擺線ノ長サハ極メテ小ナリ、

之ヲ「第39圖」ニ於テ見ルニ、圓 $aPa'$ 及ビ $bPb'$ ヲ各A及ビBヲ中心トスル齒車ノ節圓ノ一部トシ、轉動圓ノ中心ヲDトシ其ノ周上ノ一點 $d$ ノ動跡ナル齒ノ外形ヲ各 $ad$ 及ビ $bd$ トスルトキハ、此ノ兩齒ハ節點上ニ $a$ 及ビ $b$ ヲ置キタルトキ其ノ接觸ヲ始メ、A車ハ $aAP$ 、B車ハ $bBP$ ノ角丈ケ進ミテ圖ノ如キ位置ニ於テ其ノ接觸ヲ了ル、從ツテ此ノ兩車ガ運動ノ傳達ヲ繼續スルコトヲ得ル爲メニハ、此ノ時己ニ他ノ一對ノ齒ガP上ニ於テ接觸シツツアラザルベカラズ、然レドモ曲線 $ad$ 及ビ $bd$ ハ單ニBガ送車、Aガ遣車トシテ矢符ノ如ク回轉スルトキニノミ克ク動作スルモノニ非ズ、Aガ送車、Bガ遣車トナリテ矢符ト反對ニ廻ル場合ニ於テモ、亦同様ニ支障ナク動作シ得可キモノニシテ、此ノ場合ニテハ同圖 $d$ ニ於テ接觸シ始メ節點P上ニ $a$ 及ビ $b$ ガ落ちタル時ニ其ノ接觸ヲ了ルモノナリ、換言スレバ轉動圓ハ送車ノ節圓ニ内切スルモノニテモ、或ハ遣車ノ節圓ニ内切スルモノニテモ等シク齒車トシテ完全ナルモノヲ得可ク、唯兩車ノ齒ノ接觸ノ終始ヲ異ニスルノミナリ、

故ニ若シ「第39圖」ノ如ク轉動圓二個ヲ使用シタリトスレバ、齒ハ $e$ 點ニ於テ接觸シ始メ節點Pニ達スル迄ハE圓ニヨリテ印跡セラレタル擺線 $ea'$ 及ビ $eb'$ 上ニ

於テ接觸シ、其ノ以後ハ D 圓ニヨル  $ad$  及ビ  $bd$  上ニ於テ相切スル如クスルトキハ、其ノ傾斜ヲ大ナラシメズシテ齒ノ相接觸スル間ヲ増加スル事ヲ得可シ、

此ノ如ク内外擺線ヲ組合セテ作リタル齒ヲ複擺齒ト稱ス、而シテ其ノ二ツノ轉動圓ノ半徑ハ使用ニ適スル任意ノ大サヲ用フルヲ得レドモ、相等シクスルヲ普通トス、

回轉方向一定ナラバ齒ノ裏ハ如何ナル形狀ヲトルモ差問ナシト雖、Bヲ送車トシテ回轉方向ヲ反轉シ得ル爲メニハ齒ノ表裏ヲ對線形ヲ造ルヲ要ス、常通ノ齒車是レナリ、(第39圖ノ二)  
Symetry.

### 三三、伸開齒、

Involute Teeth.

「第40圖」ニ於テ  $a$  及ビ  $b$  ヲ所要ノ角速度比ヲ有スル齒車ノ節圓トスルトキ、其ノ切點ヲ通り任意ノ一ノ斜線  $gh$  ヲ引キ、各節圓ノ中心ヨリ垂線ヲ下シ、其ノ足ヲ  $g$  及ビ  $h$  トス、

次デ  $Ag$  及ビ  $Bh$  ヲ半徑トスル圓板  $a$  及ビ  $\beta$  ヲ夫々  $a$  及ビ  $b$  ト同心ニ取付ケ、此ノ圓板ニ互ニ反對ノ向ニ絲ヲ捲回シ  $a$  及ビ  $b$  ヲ其ノ中心ノ廻リニ轉動セシムルトキハ、絲ハ漸次一方ヨリ他ノ圓板ニ移リ行ク可ク然カモ絲ハ少シモ弛張セズ、

此ノ場合ニ於テ其ノ絲ノ上ノ一點  $d$  ノ  $a$  及ビ  $b$  ニ對スル動跡ヲ觀ルニ明ラカニ  $a$  及ビ  $\beta$  ヲ基圓トスル伸開線トナリ、且ツ其ノ伸開線ハ常ニ  $d$  點ニ於テ相切ス可  
Base circle.

ク、又其ノ切點ニ於ケル共通法線ハ  $gh$  ニシテ必ズ常ニ  $P$  ヲ通過ス、

此レニヨリテ考フレバ節圓  $a$  及ビ  $b = ada'$  及ビ  $bdb'$  ナル伸開線狀ノ板ヲ取付ケ置クトキハ、其ノ兩板ハ  $a$  及ビ  $b$  ノ轉動ニ伴ヒ常ニ  $gh$  ヲ共通法線トシテ  $gh$  上ニ於テ相摺動シ行クコトヲ知ル、從ツテ此等伸開線狀ノ兩板ハ  $a$  及ビ  $b$  ヲ節圓トスル齒車ノ齒ノ外廓トシテ完全ナルモノナルコトヲ知ルヲ得可シ、之ヲ伸開齒ト稱ス、

### 三四、齒車諸部ノ名稱、

#### (a) 動作角及ビ動作弧、

Angle of action and Arc of action.

齒車ニ於テ一對ノ齒ガ接觸シ始メテヨリ相離ルルニ至ル間ニ回轉スル角度ヲ動作角ト稱ス、例ヘバ「第39圖」ニ於テ  $A$  車ノ動作角ハ  $\angle a'Aa$  ニシテ、 $B$  車ノモノハ  $\angle b'Bb'$  ナルガ如シ、又動作角ニ對スル節圓ノ弧ヲ動作弧ト稱ス、又之レヲ接觸弧トモ云フ、

action.

Arc of contact.

#### (b) 漸近角、離開角、漸近弧及ビ離開弧、

Angle of approach, Angle of recess, Arc of approach and Arc of recess.

一對ノ齒ガ相接觸シ始メテヨリ節點ニ至ル迄ニ回轉スル角ヲ漸近角ト稱シ、節點ヨリ齒ガ全ク相離ルル迄回轉スル角ヲ離開角ト呼ビ、漸近角及ビ離開角ニ對スル節圓ノ弧ヲ各漸近弧及ビ離開弧ト呼ブ、「第39圖」ニ於テ  $\angle a'AP$ ,  $\angle PAa$ ,  $\widehat{a'P}$  及ビ  $\widehat{aP}$  ハ夫々車ノ漸近角、離開角、漸近弧及ビ離開弧ナリ、

#### (c) 周節、

Circular pitch.

一ツ齒車ニ於テ相隣接スル齒ノ相當點ノ節圓上ニ

於ケル距離ヲ周節ト稱ス、從ツテ齒ノ數ヲ  $N$  トシ節圓ノ徑ヲ  $d$  周節ヲ  $P$  トスルトキハ

$$N = \frac{\pi d}{P}$$

$$P = \frac{\pi d}{N}$$

普通ニ吾人ガ所謂齒車ノ節ト稱スルモノハ常ニ周節ヲ示指スルモノナリ、

(d) 頂圓、  
Addendum circle.

齒車ニ於ケル齒ノ頂端ヲ連結スル圓ヲ頂圓ト稱ス、

(e) 全深度及ビ底圓、  
Whole depth and Root circle.

齒車ニ於テ齒間ノ空所最深部ヲ連結スル圓ヲ底圓ト稱シ、該圓ノ半徑ト、頂圓ノ半徑トノ差ヲ全深度ト稱ス、

(f) 動作深度圓、  
Working depth circle.

頂圓ト節圓トノ半徑ノ差ニ等シキ長サヲ節圓ノ半徑ヨリ減ジタルモノヲ半徑トスル圓ヲ動作深度圓ト稱ス、但シ此ノ圓ハ齒車ノ齒ガ接觸シ始ムル點ガ此ノ周上ニアルヲ示スモノニ非ズ、

(g) 上齧面及ビ下齧面、  
Face and Flank.

節圓ト頂圓ノ間ニ挾マルル齒ノ部分ヲ上齧面ト稱シ、節圓ト動作深度圓ノ間ノ部分ヲ下齧面ト稱ス、

(h) 遊隙、  
Clearance.

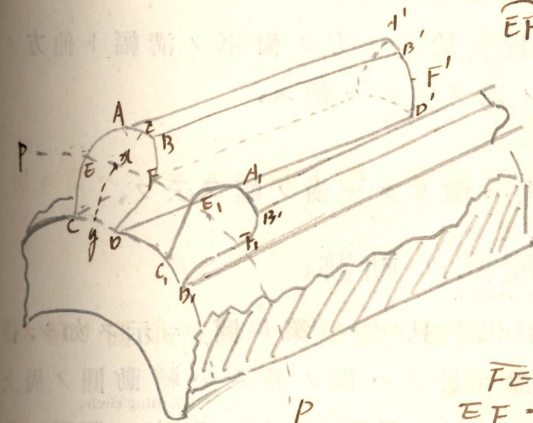
全深度ト、動作深度トノ差ヲ齒ノ遊隙ト稱ス、

(i) 厚サ及ビ溝ノ幅、  
Thickness, Space.

普通齒ノ厚サハ節圓上ニ於ケル厚サヲ云フモノニ

circle c.o.c'b' dedendum of root circle

$\overline{EFE_1}$  or  $\overline{F_1F_2} = c =$  circular pitch or pitch



$\overline{CE} =$  Flank of root  
 $\overline{AE} = h_a$  addendum  
 $\overline{AG} = h = h_a + h_d =$  height of tooth  
 $\overline{AG} - \overline{AE} = \delta = h_d - h_a =$  clearance or freedom

$\overline{FE_1} = u \rightarrow$  thickness of tooth  
 $\overline{EF} = s \rightarrow$  thickness of gear face  
 $\overline{AA'} = w =$  width of tooth or gear face

$\overline{E_1F} - \overline{EF} = 2T \rightarrow$  back lash  
 pitch 1A = 1A 階

シテ、溝幅モ同様ニ節圓上ニ於ケル幅ヲ指ス、

(j) 弛ミ、

Back lash.

一對ノ齒車装置ニ於テ一方ノ齒車ノ溝幅ト他方ノ齒車ノ齒ノ厚トノ差ヲ弛ミト稱ス、

(k) 齒ノ幅、

Breadth of Tooth.

齒車ノ軸線方向ニ測リタル齒ノ幅ヲ云フ、

### 三五、齒車接觸點ノ動跡、

Path of Contact.

齒車ノ接觸ノ狀況ヲ見ルニ「第43圖」ニ示ス如シ、接觸點ノ動跡ハ擺齒ニ於テハ齒ノ外形ハ轉動圓ノ周上Rolling circle.ノ一點ノ兩節圓ニ對スル動跡ニシテ、齒車ノ運動ニ伴ヒ轉動圓上ニ於テ相接觸スルコト明ラカナリ、從ツテ接觸點ノ動跡ハ明ラカニ轉動圓ノ弧トナリ、「第39圖」ノ如キ複擺齒ニ於テハ  $eP$  及ビ  $Pd$  ナル二圓弧ガ接觸點ノ動跡トナル、

次デ伸開齒ニ就テ觀ルニ、齒ノ外廓ハ兩基圓ニ卷カレタル糸上ノ一點ガ節圓ノ轉動ニ伴ヒ、移動スルニ際シテ兩基圓ニ對スル動跡ヨリ作ラレタルモノナリ、從ツテ齒ノ接觸點ハ必ズ常ニ其ノ糸上ニアラザルベカラズ、換言スレバ伸開齒ノ接觸點ノ動跡ハ「第40圖」ノ  $gh$  ニ相當ス、

### 三六、齒車ノ Obliquity of Action.

齒車ノ接觸點ニ於ケル共通法線ガ節點ニ於ケル兩節圓ヘノ共通切線トナス角ヲ「アングル、オブ、オブリクィチ」Angle of Obliquity of Action.

一、オブ、アクション」ト稱ス、而シテ伸開齒ニ於テハ齒ノ接觸點ノ動跡ハ節點ヲ通過スルーノ直線ナルヲ以テ傾斜一定ナルモ、擺齒ニ在ツテハ接觸點ノ動跡ガ圓弧ナルニヨリ傾斜一定ナラズ、節點ニ於テハ零ナレドモ節點ヲ遠ザカルニ從ヒ漸次増加ス、而シテ其ノ平均値ハ伸開齒ニ於テハ十四度半乃至十五度トシ、擺齒ニ於テハ最大傾斜ヲ三十度ヨリ大ナラシメズ、平均十五度内外ナラシムルガ如クスルヲ普通トス、

### 〇三七、齒車ニ於ケル齒ノ最少數、

#### (a) 擺齒、

若シ二組ノ齒ガ常ニ接觸ヲ保チツツアルガ如クセントセバ、漸近弧ト、離開弧ヲ共ニ周節ニ等シカラシメザルベカラズ、即チ「第39圖」ニ於テ

$$\text{弧 } eP = \text{弧 } dP = \text{周節。}$$

「第43圖ノ(一)」ニ於テAヲ小ナル齒車トシ、假ニ轉動圓ノ直徑ヲAノ半徑ニ等シク、又最大傾斜ヲ三十度トスルトキハ、弧PdハDノ圓周ノ六分ノ一、即チA圓周ノ十二分ノ一トナル、即チ周節ガA圓ノ十二分ノ一ナリ、齒數ハ十二個トナル、

而シテ傾斜ハ三十度ヲ通常最大限トシ、内切轉動圓ノ直徑モ節圓ノ半徑ヨリ大ナラシムル能ハズ、又齒ハ少クナクトモ同時ニ二組ノ接觸ヲ要ス、換言スレバ周節ハ漸近弧又ハ離開弧ヨリ少ナラシムルヲ要ス、而シテ最大傾斜ヲ三十度ヨリ小ナラシムルカ、又ハ内切轉動圓ノ

※行出也

直徑ヲ節圓ノ半徑ヨリ小ナラシルカ、或ハ周節ヲ漸近弧又ハ離開弧ヨリ小ナラシムルカノ中何レヲ取ルモ、常ニ齒ハ以上ノ場合ヨリ其ノ數ヲ増スコト明カナリ、故ニ擺齒ニ於ケル齒ノ最小數ハ十二ナリ、

(b) 伸開齒、

「第43圖」ニ於テ見ルニ齒ガ常ニ二組宛接觸ヲ保ツ爲メニハ周節ヲ  $P_s$  ヨリ大ナラシムルコト能ハズ、從ツテ齒ノ數ヲ  $N$  トスレバ  $gs, rP$  ハ相隣接スル二個ノ齒形ナルヲ以テ

$$N_{\min} = \frac{2\pi \times BP}{P_s}$$

同様ニ

$$N_{\min} = \frac{2\pi \times Bg}{gr}$$

$$\therefore N_{\min} = \frac{2\pi \times Bg}{gr} = \frac{2\pi \cdot Bg}{gP}$$

$$= 2\pi \cot \theta = 2\pi \cot \text{ of obliquity.}$$

然ルニ傾斜ハ普通十五度ヨリ大ナラシムル能ハズ、從ツテ

$$\begin{aligned} 2\pi \cot \theta &= 2\pi \cot 15^\circ \\ &= 2 \times 3.1416 \times (2 + \sqrt{3}) \\ &= 23.45 \end{aligned}$$

ヨリ  $N$  ヲ小ナラシムル能ハズ、即チ伸開齒ニ在ツテハ齒數ヲ二十四ヨリ少カラシムル能ハズ、

### 三八、伸開齒ト擺齒トノ比較、

(a) 伸開齒ニ於テハ取附方ノ不正確又ハ軸承ノ摩

摩擦ニ進氣ノ漏れ等ハ齒ノ小ナルト對テ尤モ害大ニ對シ、  

$$k = \frac{W_m}{W_n} = \dots$$

又ハ齒ノ接觸點ニ於テハ、  

$$k = \frac{W_m}{W_n} = \dots$$

齒ノ接觸點ニ於テハ、  

$$k = \frac{W_m}{W_n} = \dots$$

所  
 二



耗ノ爲メニ兩車ノ中心距離ニ狂ヲ生ズルモ正シキ嚙合ヲナスコトヲ得レドモ擺齒ニ於テハ嚙合不正トナル、

(b) 擺齒ニ於テハ上齧面ト下齧面トハ別個ノ曲線ナルモ伸開齒ニ於テハ只一個ノ曲線ナルガ故ニ其ノ形簡單ニ作圖モ亦簡便ナリ、殊ニ齒板ニ於テハ直線トナル、

(c) 普通條件ニ於テ齒數ノ最小限ハ擺齒車ニ於テハ十二ナルモ、伸開齒車ニ於テハ二十四ヨリ少ナクスルコト能ハズ、故ニ伸開齒車ヲ使用シテ大ナル回轉速度比ヲ得ントセバ、小齒車ニ嚙合フ齒車ハ擺齒車ニ比シテ非常ニ大ナラシメザルベカラザル不便アリ、

(d) 伸開齒ニ於テハ一般ニ傾斜角ヲ  $14\frac{1}{2}^\circ$  トナスガ故ニ、周節相等シケレバ何レノ齒車モ正シク嚙合フコトヲ得レドモ、擺齒ニ於テハ特ニ嚙合ヒ得ル如ク轉動圓ノ大サヲ相等シクセザレバ例ヘ周節ノミ相等シクトモ正シキ嚙合ヲナサズ、

(e) 周節相等シクトモ齒形ハ齒數ニヨリ變ズルモノナリ、而シテ擺齒ニ於テハ齒數ニヨル齒形ノ變化激シキガ故ニ、多數ノ齒切要具ヲ設備スル必要アリ、

以上ノ條項中(c)ヲ除ク外ハ總テ伸開齒ノ方有利ニシテ殊ニ(a)項ハ最重大ナル長所ナルヲ以テ近來伸開齒ノ使用漸次廣クナルニ至レリ、

### 三九、齒板及ビ兒齒車、

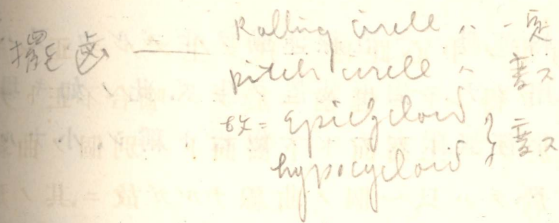
Rack and Pinion.

一對ノ齒車裝置ニ於テ一方ノ節圓ノ半徑漸次増加シテ遂ニ無限ニ大トナリタルトキハ、其ノ節圓ハ一直

齒形ハ involute = 311 變ズ pitch circle = 143  
齒板ハ involute teeth = 71 (a), 40  
cylindrical = 71. 齒形ハ pitch circle = 71 變ズ 齒板 = 71

作(用) -- 直線(節圓)ト人  
切鼻ハ異ト此ニ 71 行  
直線ヲ 節圓トスル 故ニ 正シク嚙合

a. b. 75 10

擺齒  Rolling circle 一變  
pitch circle 一變  
故ニ epicycloid } 變ズ  
hypocycloid } 變ズ

改ニ 71 行

(b) 齒ハ epicycloid } double cycloidal teeth  
hypocycloid }

involute teeth = 71 嚙合 方向 力 等 2 行  
curve 1. 同 2. 同

$$m = a$$

$$g \rightarrow 2a$$

(c) 普通條件(傾斜角 接觸弧長 齒強) = 1 同 2 條件ヲ設スル  
ニシテ involute teeth 最小齒板 12 involute teeth  
ハ 最小齒板 24 行 即チ involute = 71 大ナル速度比ヲ  
得ルニハ 親齒車ニシテ involute teeth 齒數ヨリ 便ニ大ナル  
以テハ 不利

線トナリ回轉運動ヨリ直線運動ヲ生ズルカ、又ハ之ト正反對ノ作用ヲナス齒車裝置ヲ生ズ、此ノ如キ場合ニ於テ節圓ノ半徑無限大ナルヲ齒板ト稱シ、小ナル方ヲ兒齒車ト稱ス、

而シテ此等兩者ノ齒ノ外形トシテハ、普通ノ齒車ト同ジク擺齒及ビ伸開齒アリ、「第44圖」及ビ「第44圖」ハ此ノ二種ヲ示ス、齒板ノ齒ハ夫々擺線及ビ直線トナル理ナリ、

#### 四〇、環狀齒車、

Annular Gear.

普通ノ齒車裝置ニ於テハ送軸車及ビ遣軸ノ回轉方向ハ互ニ相反スルモノニシテ、若シ之ヲ一對ノ齒車裝置ニヨリ同方向ニ回轉セシメントセバ、節圓ヲ互ニ内切セシメザルベカラザルコト已ニ述ベタル所ナリ、此ノ場合ニ於テ大ナル節圓ヲ有スル齒車ハ環狀トナリ、其ノ内側ニ齒ヲ有スルモノヲ生ズ、之ヲ環狀齒車ト稱ス、而シテ其ノ齒ノ外形ハ普通ノ場合ト同ジク擺齒及ビ伸開齒ノ二種ヲ生ズ、「第45圖」及ビ「第46圖」ハ其ノ構成ヲ示ス、

#### 四一、段齒車及ビ斜齒々車、

Stepped Teeth and Helical Gear.

普通ノ齒車ハ使用久シキニ亘レバ摩耗ノタメ、漸次其ノ外形ニ變化ヲ起シ、惹テ運轉ノ圓滑ヲ缺キ音響ヲ發スルニ至ル、而シテ若シ一ノ厚キ齒車ニ代フルニ薄キ個ノ齒ヲ併列シ一ノ齒車ノ或ル齒ト、之ニ連ナル

mark gear

involute / 利ヲトリ 某ノ欠ヲ補テ作ルモナリ

sliding / 滑動ヲ少クシテ Friction = less

Rolling ヲ大クシテ

次ノ齒車ノ齒トノ間ハ周節ノ  $\frac{1}{n}$  ニ等シキ間隔ヲ有スル如クシタルモノヲ以テスルトキハ、上記ノ現象ヲ或ル程度迄輕減スルコトヲ得可シ、斯ノ如キモノヲ段齒車ト稱ス、(第47圖)

Stepped teeth.

更ニ一枚ノ齒車ノ厚サヲ漸々減ジ其ノ數ヲ増加シ終ニ無限ニ薄キ齒車ヲ無限ニ集メタルモノトスルトキ、齒ハ節ノ極メテ大ナル螺旋狀ヲ呈スルニ至ルベシ、此ノ如クナリタルモノヲ斜齒々車ト稱ス、(第48圖)

Helical wheel.

此等段齒車又ハ斜齒々車ノ普通ノ齒車ニ比シテ利トスル所ハ已ニ前ニ簡單ニ之ヲ述ベタレドモ、尙少ク詳細ニ論ゼンニ、元來齒車裝置トシテハ同時ニ接觸スル齒ノ數多キ程良好ナル結果ヲ得可キハ論ヲ俟タズ、而シテ普通ニ用井ラルル比例ハ、伸開齒ニ在ツテハ接觸弧ハ周節ノ 1.75 乃至 2.5 倍ニシテ、擺齒ニ在ツテハ 1.25 乃至 2 倍ナリ、

然レドモ此ノ平均値以外ニ逸スルヲ厭ハズ、同時ニ接觸スル齒數ヲ増加セントスルニハ、(一) 接觸弧ノ長サヲ變ゼズシテ周節ヲ減ズルカ、(二) 周節ヲ變化セズシテ接觸弧ノ長サヲ増加スルカノ二法アリ、然レトモ第一法即チ接觸弧ノ長サヲ變化セズシテ、周節ヲ減ズルタメニ齒ノ厚サヲ薄クセザルベカラズ、而シテ同時ニ接觸セル齒ノ數増加セルタメ、一齒ニ受ケル法線壓力ヲ減ズベキハ明ラカナレドモ、元來齒ハ其ノ動作中肋木ト同ジ作用ヲナシツツアルヲ以テ、厚サノ減少ニヨ

Cantilever.

Twisted gears { single twisted gears  
double twisted gears  
or herring bone gears

Herring bone gear { Worm gears  
the type commonly called spiral gears

by "Prof. MacCord"

ル強度ノ減失ハ法線壓力ノ輕減ヨリ遙ニ大トナリ、結局齒車ヲ薄弱ナルモノトナラシムルニ至ル、又第二ノ法即チ周節ヲ變化セズシテ接觸弧ノ長サヲ増加スルトキハ、齒ノ厚サニ變化ナキモ齒ノ高サヲ増シ、從ツテ第一ト同ジク齒車ノ薄弱トナルヲ免レズ、故ニ以上何レニヨラズ之ヲ段齒車トナストキハ、種々ナル位置ニ於テ接觸スルモノヲ生ズ、唯斜齒々車トナストキハ、橫壓力ヲ生ズルノ缺點アルヲ以テ、更ニ之ヲ改造シテ「第49圖」ニ示スガ如ク反對ノ方向ノ傾斜ヲ有スル二個ノ齒車ヲ併列セシム、之ヲ折齒々車ト稱ス、推進機關ニ用井ラルル減速齒車ハ之レヲ應用セルモノナリ、

Stepped teeth.

Lateral pressure.

Double helical wheel.

### 四二、斜齒車、

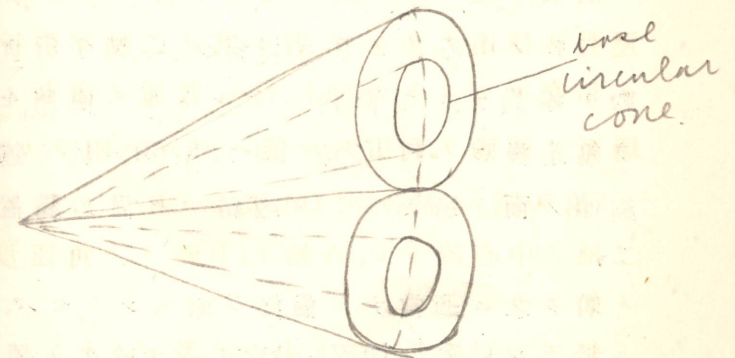
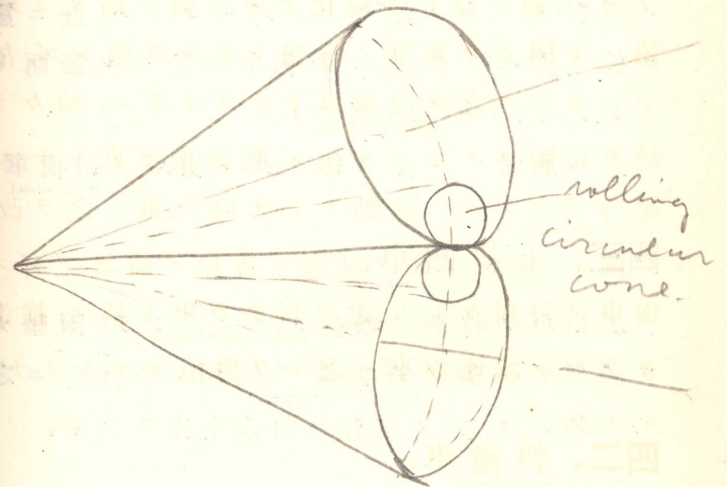
Bevel wheel.

前項ニ述ベタル所ハ互ニ平行セル二軸間ニ於ケル運動ノ傳達ナリシモ、若シ其ノ二軸ガ平行セズシテ互ニ相交ルモノトナルトキハ、普通ノ齒車ノ節面ナル圓嚙面ノ轉動ヲ利用スル能ハザルハ明ラカナリ、

Pitch surface. Cylindrical surface.

「第50圖」ニ於ケルOA及ビOBヲO點ニ於テ相交ル二軸ノ中心線トシ、A軸ト、B軸トノ角速度ノ比ヲ $a:b$ ノ如クセントス、

先ヅOA及ビOBト夫々 $b$ 及ビ $a$ 丈ケノ距離ヲ以テ、AOB平面内ニOA及ビOBニ併行ナル二直線ヲ引キ、其ノ交點ヲSトシOA及ビOBヲ軸トシテOSヲ回轉スルトキハ軸ヲOA及ビOB上ニ、又其ノ頂點ヲOニ置



キ、OS 線ニ於テ相切スル二個ノ直圓錐ヲ得可シ、

Right circular cone.

OA 及ビ OB ヲ各回轉ノ軸トシテ此ノ兩圓錐ヲ迂リ  
ナク轉動セシムルトキハ、A 軸ト、B 軸トノ角速度ノ比  
ハ所要ノ  $a:b$  ノ如クナル可キコトハ、既ニ第二十六項  
ニ於テ述ベタリ、是レ斜齒車ニ於ケル節面トナルモノ  
ニシテ、之ヲ節錐ト呼ブ、

Pitch cone.

之ニ適當ナル齒ヲ切リタル齒車ヲ斜齒車ト稱ス、

Bevel wheel.

### 四三、正斜齒車、

Mitre or Miter Wheel.

斜齒車ノ特別ノ場合ノモノニシテ、兩軸ガ直交シ且  
ツ同形ノ一對ノ斜齒車ヲ使用スルトキニ之ヲ正斜齒  
車ト名ズク、此ノ場合ハ角速度比 1 ナリ、

Mitre or miter wheel.

### 四四、筋違齒車、

Skew Bevel Wheel.

二軸ノ中心線ガ互ニ相交ラズ、又平行ナラザルトキ  
即チ相異ナル平面内ニアルトキニ使用セラルルモノ  
ヲ筋違齒車ト稱シ、第二十六項(3)ニ於テ述ベタル雙曲  
線體ノ面ヲ節面トシテ適當ナル齒ヲ裝置セシモノナ  
リ、

若シ之ニ適當ナル齒條ヲ刻マントセバ、普通ノ齒車  
ニ於ケル轉動圓嚙又ハ斜齒車ニ於ケル轉動圓錐ニ相  
當スル第三ノ雙曲線體ヲ作り、之ヲ兩節面ノ切線上ニ  
於テ兩節面ニ切セシメ、此等三個ノ雙曲線體ヲ互ニ轉  
動セシムルトキ、轉動曲面ノ面上ノ一直線ガ兩節面上

ニ對スル動跡ハ一ノ曲線面トナル可ク、是レ理論上ヨリ見タル時最完全ナル筋違齒車ノ齒條面トナルベキモノニシテ、線接觸ニヨリ運動ヲ傳達セシムルコトヲ得ルモノナリ、

唯注意ス可キハ齒車又ハ斜齒車ニ於テハ、其ノ節面ハ純然タル轉動ニシテ全ク滑動ノ傾向ナカリシモ、筋違齒車ニ於テハ、其ノ節面ノ接觸線已ニ軸線ト或ル角度ヲ有セル直線上ニアリテ、其ノ各々が各軸線ニ直交スル運動ノ方向ヲ有スルニヨリ、節面夫レ自身ノ相對運動已ニ純然タル轉動ニ非ズシテ、切線ノ方向ニ相當ノ滑動ヲナスモノナリ、是レ既ニ第二十六項ニ於テ言セシ所ナリ、

故ニ之ニ齒狀ヲ刻シタル場合ニ於テハ、普通ノ齒車又ハ斜齒車ニ於ケルガ如ク、轉動及ビ接觸線ニ垂直ナル方向ノ滑動ノ外ニ、接觸線ノ方向ニ於ケル滑動ヲ有スルヲ以テ、筋違齒車ニ於テハ滑動ニ因スル摩擦甚ダシキト、之ガ齒狀ヲ精密ニ削成スルノ至難ナルトニヨリ、前二者ノ如ク汎ク用井ラレズ、

「第51圖」ハ筋違齒車ノ節面及ビ相嵌合スル一對ノ齒車ヲ示ス、

#### 螺旋齒車、

Screw Gear.

二軸平行ナラザル場合ニ回轉ヲ傳達スルニ、前節ニ述ベタル筋違齒車ノ外ニ螺旋齒車ト稱スルモノアリ、  
Screw gear.  
 「第52圖」ニ示スガ如ク一點Oニ於テ切スル二ツノ直圓

場ヲ節圓トシ、之ニ數多ノ螺齒ヲ設ケタルモノナリ、  
Thread.

四五、螺齒棒及ビ螺齒車、  
Worm and Worm Wheel.

螺旋齒車裝置ノ最モ用井ラルルハ兩軸ガ直角ナル  
場合ニシテ、一個或ハ二、三個ノ螺齒ヲ備フル螺釘狀ノ  
齒車ト、多數ノ螺齒ヲ備フル車トヨリナル一組ナリ、前  
者ノ螺齒棒、後者ヲ螺齒車ト稱ス、  
Worm. Worm wheel.

「第53圖」ニ於テ A ハ螺齒棒、B ハ螺齒車ナリ、

此ノ裝置ハ高度ノ速度比ヲ以テ回轉ヲ傳フルニ適  
ス、今  $n_a n_b$  ヲ兩軸ノ毎分回轉數トスレバ前節ニ證セン  
如ク

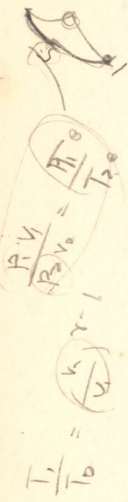
$$\frac{n_b}{n_a} = \frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{N_a}{N_b}$$

故ニ螺齒棒ガ一螺齒ニテ螺齒車ガ二十五齒ヲ有スル  
場合ニハ速度比ハ 25 ナリ、此ノ速度比ヲ齒車裝置ニテ  
傳ヘントセバ、十倍大ノ齒車ヲ要ス、  
Spur gear.

螺旋齒車裝置ノ不利益トスル所ハ、摩擦並ニ摩擦ノ  
大ナル事ナリ、  
Screw gearing.

螺齒棒ノ螺旋ノ傾斜或ル程度以下ニ小ナルトキハ、  
不可逆ノ裝置トナリ、螺齒棒ヲ廻シテ螺齒車ヲ廻シ得  
レドモ、螺齒車ヲ廻シテ螺齒棒ヲ廻シ能ハザルモノヲ  
得、  
Worm. Irreversible.

此ノ裝置ハ高度ノ速度比ト不可逆ナル爲メ揚錨機  
械、揚艇機械、發停機械、回轉機械等ニ應用セラル、  
Windlass. Boat hoisting engine. Starting engine. Turning engine.



skew Bevel, 最径半径, cylinder = 齒ヲ刻ルナリナリ  
skew gear 等

Handwritten notes in the right margin, possibly '山' and 'R'.

諸テ螺旋車ノ齒ノ形狀ハ軸ニ垂直ナル切斷面ハ齒  
Spur wheel.  
 車ノ齒ト同様ナルモノニシテ、軸ガ直交スルモノ即チ  
 螺齒棒ニアリテハ齒板ト同ジ形狀ヲ有スベキモノナ  
 ルガ、斯クノ如キ齒形ヲ用フレバ點接觸ヲナシ摩擦甚  
Point contact.  
 ダ大ナル故、實地ニ於テハ少シク齒ノ形ヲ變ジ線接觸  
Line contact.  
 ヲナス様削成スルモノトス、

#### 四六、速度比一樣ナル齒車裝置ノ摘要、

Constant Velocity Ratio Toothed Gearing.

本章ニ於テ説明シタル事ヲ摘記スレバ次ノ如シ、

(1) 兩軸平行ナル場合、——齒車及ビ斜齒齒車、  
Spur gear. Helical gear.  
 齒車ノ特別ノ場合トシテ齒板及ビ兒齒車アリ、  
Rack and pinion.

(2) 兩軸交叉スル場合、——斜齒車、  
Bevel gear.

正斜齒車ハ此ノ特別ノトキナリ、  
Mitre gear.

(3) 兩軸平行ナラズ且ツ相交ラザル場合、——筋違齒  
Skew bevel  
 車及ビ螺旋齒車、  
gear and Screw gear.

螺旋齒車ノ特別ノ場合ニ螺齒棒及ビ螺齒車アリ、  
Worm and worm wheel.

二軸ノ角速度ヲ  $\omega_a, \omega_b$  トシ毎分回轉數ヲ  $n_a, n_b$  トスレ  
 バ

$$\text{一般ニ} \quad \frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{-n_b}{n_a} = \frac{-N_b}{N_a}.$$

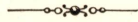
上式ニ於テ  $N_a, N_b$  ハ兩車ノ全周ニアル齒ノ全數或ハ  
Number of tooth.  
 螺旋齒車ニ在リテハ螺齒ノ數ヲ表ハスモノナリ、負號  
Number of threads.  
 ハ回轉方向ノ反對ナルヲ示ス、



## 第五章

## 車 聯 裝 置

Wheel Train.



## 四七、車 聯 裝 置、

Wheel Train.

前章ニ於テ論ジタル所ハ總テ二組ノ初等對及ビー組ノ高等對ヨリ成リ此等三組ノ對ヲ以テ完全ナル一ノ運動連鎖ヲ成スモノナリキ、然レドモ往々此等三組ヨリ成ル運動連鎖ヲ重複シテ用フルコトアリ、之ヲ車聯裝置ト稱ス、

Wheel train.

## 四八、中 間 車 及 ビ 複 車、

Idle Wheel and Compound Wheel.

車聯裝置ニ於テ送軸及ビ遣軸ニ取付ケラレタル齒車ノ間ニ置カレタル齒車ヲ中間車ト稱ス、

Idle wheel.

徑ノ相異ナル二個ノ車ヲ同一軸心上ニ互ニ固着セラレタルモノヲ複車ト稱シ、之ヲ含ム車聯裝置ヲ復車聯裝置ト謂ヒ、然ラザルモノヲ單車聯裝置ト稱ス、

Compound wheel train.

Simple wheel train.

## 四九、車 聯 裝 置 ニ 於 ケ ル 軸 ノ 回 轉 方 向

Wheel Train.

## 及 ビ 速 度 係 數、

Value of Train.

今「第54圖(一)(二)」ニ示スA及ビBヲ送軸及ビ遣軸ニ取付ケラレタル齒車トシ、其ノ節圓ノ半徑ヲ $r_a$ 及ビ $r_b$ トス、

Wheel train / 1st part of the book.  
 1) velocity ratio 速度  
 2) 回轉方向 方向  
 3) 中間 = 2つ行進初完成

Velocity ratio  $\approx 6$  以内 ナリキ  
 efficiency  $\approx 1$

Simple wheel train  
 Differential w. t.

Epicyclic w. t.

然ルトキハ、若シ同圖一ノ如ク中間車一個ナルトキハ、軸ノ角速度ヲ $\omega$ トスルトキ

$$\frac{\omega_a}{\omega_c} = -\frac{r_c}{r_a};$$

$$\frac{\omega_b}{\omega_c} = -\frac{r_c}{r_b};$$

$$\therefore \frac{\omega_b}{\omega_a} = \left(-\frac{r_c}{r_b}\right) \left(-\frac{r_a}{r_c}\right) = \frac{r_a}{r_b}.$$

若シ同圖ノ(二)ノ如ク二個ノ中間車ヲ有スルトキハ同様ニシテ

$$\frac{\omega_b}{\omega_a} = -\frac{r_a}{r_b}.$$

從ツテ一般ニ謂フトキハ

$$\frac{\omega_b}{\omega_a} = \pm \frac{r_a}{r_b} = \pm \frac{N_a}{N_b}.$$

(但シ $N$ ハ兩車ノ齒ノ數ヲ示ス)

結局中間齒車ハ送軸及ビ遣軸間ノ速度比ニハ何等ノ影響ナク、唯其ノ回轉方向ニ對シテ下ノ影響ヲ與フルニ止ル、即チ

若シ送軸及ビ遣軸ノ間ニ置カレタル中間車ノ數零又ハ偶數ナルトキハ、兩軸ノ回轉方向相反シ奇數ナルトキハ同方向ニ回轉ス、

故ニ單車聯裝置ニ於テハ其ノ速度係數 $\omega_b/\omega_a$ ハ常ニ單ニ送軸及ビ遣軸ニ取付ケラレタル齒車ノ節圓ノ徑又ハ齒數ニ反比例シ兩軸ノ回轉方向ハ、上述セル所ニ從フ、

次ニ「第55圖」ニ示ス如ク一個ノ複車ヲ送軸及ビ遣軸ノ間ニ有スルトキヲ考フルニ明ラカニ

$$\frac{\omega_a}{\omega_c} = -\frac{r_c}{r_a} \dots \text{回轉方向逆}$$

$$\frac{\omega_b}{\omega_c} = -\frac{r_c}{r_b}$$

$$\therefore \frac{\omega_a}{\omega_b} = \left(-\frac{r_c}{r_a}\right) \left(-\frac{r_b}{r_c}\right) = \frac{r_b}{r_a}$$

$$\frac{w_b}{w_d} \times \frac{w_e}{w_d} \times \frac{w_e}{w_f}$$

$$w_e^2 = w_d^2$$

∴

同様 =

$$\frac{\omega_a}{\omega_b} = -\frac{r_b}{r_a};$$

$$\frac{\omega_e}{\omega_d} = -\frac{r_d}{r_c}; \quad \frac{\omega_e}{\omega_f} = -\frac{r_f}{r_e};$$

$$\frac{\omega_a}{\omega_f} = -\frac{r_b r_d r_f}{r_a r_c r_e}$$

$$\frac{\omega_a}{\omega_f} = -\frac{n_b n_d n_f}{n_a n_c n_e}$$

故 = 一般 =

$$\text{速度係數 } K = \frac{\text{driver ノ回轉數}}{\text{follower ノ回轉數}} = \pm \frac{\text{全 follower ノ徑ノ積}}{\text{全 driver ノ徑ノ積}};$$

$$= \pm \frac{\text{全 follower ノ齒數ノ積}}{\text{全 driver ノ齒數ノ積}};$$

(±)ハ中間ニ挟マルル軸數ニヨリテ決定スルコト前述ノ如シ、

### 五〇、外擺車聯裝置、

Epicyclic Wheel Train.

普通ノ齒車裝置タルト車聯裝置タルトヲ問ハズ送車及ビ遣車ノ軸承ニ對スル角速度ヲ各 $\omega_a$ 及ビ $\omega_b$ 又其ノ速度係數ヲ $K$ トスルトキハ、常ニ

$$\omega_b = \pm K\omega_a.$$

而シテ此ノ關係ハ單ニ送車又ハ遣車ガ兩車ノ軸承ヲナス「リンク」(P)トノ間ノ相對運動ヲ示スモノニシテ、通常ノ場合ニ在リテハ軸承トナル「リンク」ハ外界ニ對シテ固定セラレ居ルヲ以テ、 $\omega_a$ 及ビ $\pm K\omega_a$ ガ各送齒車及ビ遣齒車ノ外界ニ對スル角速度ト考フルコトヲ得ルノミナリ、故ニ今假ニ「第56圖」ニ於テA車ヲ固定シ兩車ノ軸承トナル「リンク」Pヲ角速度 $-\omega_a$ ヲ以テ運動

$$\frac{w_a}{w_b} = -\frac{R_b}{R_a} \quad \frac{w_b}{w_c} = \frac{R_b}{R_c}$$

$$\frac{R_c}{R_b} = \frac{w_p}{w_c} \quad \frac{w_b}{w_e} = \frac{R_e}{R_c}$$

$$= \frac{w_e}{w_f} = \frac{Y_f}{Y_e}$$

$$\frac{w_a}{w_e} = \frac{Y_b^2}{Y_a Y_c}$$

$$\frac{w_a}{w_p} = -\frac{Y_b^2}{Y_a Y_c} \times \frac{Y_p}{Y_c}$$

$$\frac{w_a}{w_e} = -\frac{Y_b^2 Y_p}{Y_a Y_c^2} \times \frac{Y_a}{Y_e} = \frac{Y_b^2 Y_p^2}{Y_a Y_c^2 Y_e}$$

$$\frac{w_a}{w_e} = \dots$$

無作函ヲ作リテ同ノ角速度スルヲ成シ得ルヲ示ス

此ノ關係ハ單ニ送車又ハ遣車ガ兩車ノ軸承ヲナス「リンク」(P)トノ間ノ相對運動ヲ示スモノニシテ、通常ノ場合ニ在リテハ軸承トナル「リンク」ハ外界ニ對シテ固定セラレ居ルヲ以テ、 $\omega_a$ 及ビ $\pm K\omega_a$ ガ各送齒車及ビ遣齒車ノ外界ニ對スル角速度ト考フルコトヲ得ルノミナリ、故ニ今假ニ「第56圖」ニ於テA車ヲ固定シ兩車ノ軸承トナル「リンク」Pヲ角速度 $-\omega_a$ ヲ以テ運動

セシメタリトスルモ、Aト、Pトノ相對運動ハ依然 $\omega_a$ ニシテAガPニ對シテノ相對角速度ヲ有スルモノナリ、從ツテBガPニ對シテ有スル相對角速度ハ $-K\omega_a$ ナラザルベカラズ、從ツテBノ有スル絶對速度ハ $-\omega_a - K\omega_a$ 即チ $-(K+1)\omega_a$ ナラザルベカラズ、或ハ「第54圖(一)」ニ示ス如キモノナルトキハ

$$\omega_b = -(1 - K)\omega_a$$

復車ヲ含ムモノニ在ツテモ全然同一ナリ、此ノ如ク任意ノ齒車裝置又ハ車聯裝置ニ於テ其ノ車ノ一ヲ固定シタル場合ニ得ラルル裝置ヲ外擺車聯裝置ト稱ス、

Epicyclic wheel train.

「第57圖」ニ示ス場合ハ「第54圖(一)」ニ於ケルモノノ中C齒車ヲ環狀齒車トナシ同時ニ

$$r_c = r_a + 2r_b$$

ナル關係ヲ有セシムルトキニ成ルーノ復原車聯裝置ナリ、而シテ此ノ如キ場合ト雖、送軸、遣軸ノ角速度ノ比ハ「第54圖(一)」ノモノト全ク異ナル所ナキモ唯環狀齒車一個ヲ含ム毎ニ遣軸ノ回轉方向反轉セラルルノミナリ、

Aヲ固定シテPヲ $-\omega_a$ ニテ回轉スルトキハ、Bハ $-(1+K)\omega_a$ ニテ回轉ス、

別 法、

$N_D$  = Driver ノ單位時間ニ於ケル回轉數ニシテ今右回轉ヲ(+)  
トセバ左回轉ハ(-)ナリ、

$N_F$  = Follower ノ單位時間ニ於ケル回轉數、其ノ他全上、

$$\frac{\omega_b}{\omega_c} = \frac{\gamma_c}{\gamma_b}$$

$$\frac{\omega_u}{\omega_b} = \frac{\gamma_b}{\gamma_c}$$

$$\omega_a, \omega_a, \omega_b$$

$$\omega_b$$

$$\frac{\omega_b}{\omega_c} = \frac{\gamma_c}{\gamma_b}$$

$$\omega_a$$

$$\omega_b$$

$N_A = \text{Arm ノ 單位時間ニ於ケル 回轉數其ノ他全上、}$

$K = \text{速度係數 (Value of in train)}$

$$\begin{aligned} &= \frac{\omega(\text{Follower})}{\omega(\text{Driver})} = \frac{\text{Arm ヨリ見タル Follower ノ 回轉數}}{\text{Arm ヨリ見タル Driver ノ 回轉數}} \\ &= \frac{\text{Driver ノ 齒數}}{\text{Follower ノ 齒數}} \end{aligned}$$

Arm ヨリ見テ Driver ト Follower トノ回轉ガ反對ナラバ  $K$  ハ (-)ニシテ、同回轉ナラバ (+)ナリ、

單位時間ニ Driver ガ  $N_D$  丈回轉シ Arm ガ  $N_A$  回轉セバ其等ノ相對運動ハ  $N_D - N_A$  回轉ナリ、同様ニシテ Arm ヨリ見タル Follower ノ回轉ハ  $N_F - N_A$  ナラザルベカラズ、

$$\therefore K = \frac{N_F - N_A}{N_D - N_A}$$

例、A, B, C ノ三車ヨリナル Epicyclic wheel train アリテ「第54圖ノ一」ノ如ク装置サル、A, B, C ハ各 75, 45, 60 ノ齒數ヲ有シ且ツ Driver A ハ毎分 3 回轉スル内 Arm P ハ反對方向ニ毎分 4 回轉ストセバ B 及ビ C ノ回轉數如何、

(1) B ノ回轉數、

$$N_D = 3$$

$$N_A = -4$$

$$K = -\frac{75}{60} = -\frac{5}{4}$$

$$K = \frac{N_F - N_A}{N_D - N_A} = \text{ヨリ} \quad -\frac{5}{4} = \frac{N_F + 4}{3 + 4}$$

$$\therefore N_F = -\frac{35}{4} - 4 = -12\frac{3}{4}$$

(2) Cノ回轉數、

$$K = \frac{57}{45} = \frac{5}{3}$$

$$K = \frac{N_F - N_A}{N_D - N_A} = \text{ヨリ} \quad \frac{5}{3} = \frac{N_F + 4}{3 + 4}$$

$$\therefore N_F = \frac{35}{3} - 4 = 7\frac{2}{3}$$

五一、斜齒車ヲ使用シタル場合、

Bevel train.

此ノ場合ハ單ニ齒車ノ軸ガ平行セザルノミニシテ、各齒車ノ相對運動ハ別ニ前ト異ナルコトナシ、

「第58圖」ニ於テPヲ固定シテAヲ $\omega_a$ ニテ廻ストキハCハ $-\omega_a \frac{r_a}{r_c}$ ニテ廻リ、Aヲ固定シテPヲ $-\omega_a$ ニテ廻ストキハCハ $-\omega_a - \omega_a \frac{r_a}{r_c}$ ニテ廻ルコト擺車裝置ト同様ナリ、

「第59圖」ハ二軸ノ回轉差及ビ平均回轉數ノ指示ニ用井タルモノニシテ $r_a = r_c$ ナリ、即チCヲ固定シテAヲ $\omega_a$ 廻ストキハPハ $\frac{1}{2}\omega_a$ 廻リ、Aヲ固定シテCヲ $\omega_c$ 廻セバPハ $\frac{1}{2}\omega_c$ 廻ル、故ニA及ビCヲ同時ニ廻セバPハ $\frac{1}{2}(\omega_a \pm \omega_c)$ 回轉ス、A及ビCノ回轉ガ同方向ノ時ニ指針ハ其ノ平均回轉數ニテ廻リ、反對方向ナルトキハ差ニ相當シテ廻ル、軍艦ニ用ユル平均回轉數指示器及ビ齒車式等速計ハ此ノ原理ニヨル、

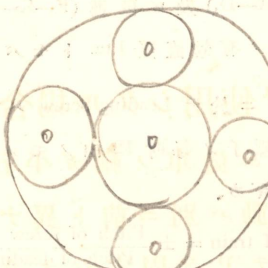
Synchronous cope

「第60圖」ハ内火艇ノ反轉裝置、「第61圖」ハ自働車ノ

Reversing gear

差働裝置ニ斜齒車ヲ利用セルモノナリ、

Differential gear



$$\frac{\omega_a}{\omega_c} = \frac{r_c}{r_a}$$

## 練習問題

1. 時計ノ切針 M ハ齒車 A ト共ニ同轉ス、時計 H ハ齒車 ABCD ナ經テ同轉ス、齒車ノ Pitch 相等シク齒數ノ最小限度ヲ 12 ト假定セバ各齒車ノ齒數ヲ幾許ニセバヨロシキヤ、

2. 自動車ノ四段變速機アリ、機械ノ同轉數ノ 1,800 R.P.M. ノトキ各速度 (H-J; F-G; C-D; A-D,) 及ビ後進 (F-K-L-J) ニ於ケル車輪ノ同轉數ヲ算出セヨ、又車輪ノ有効直徑 1 m. トセバ此ノ自動車ノ速力ヲ問フ、

3. Screw cutting lathe ニ於テ Leading screw ハ右螺子ノ  $\frac{1}{2}$ " pitch ナリ、今切ラントスル螺棒ハ左螺子ノ毎吋 12 山ノモノトス、圖ニ於テ齒車ハ齒數幾許ノモノヲ選ブベキカ、

$$\text{但シ} \quad \text{Value of train} = \pm \frac{\text{Pitch of screw to be cut}}{\text{Pitch of leading screw}}$$

4. 「第 56 圖」ノ Epicyclic train ニ於テ齒數  $n_a = 100$ ,  $n_b = 20$  ナリトス、

- (a) A ナ固定シ +3 ナ回轉セバ B ハ何回轉スルカ、
- (b) A ナ -2 回轉シ P ナ +3 回轉セバ B ハ何回轉スルカ、
- (c) A ナ 2 回轉シ B ナ -4 回轉セバ P ハ何回轉スルカ、
- (d) B ハ -5 回轉シ P ナ +2 回轉セバ A ハ何回轉スルカ、

5. 圖示セル Epicyclic train ニ於テ齒數夫々 50, 60, 24, 30 ナリトス、

- (a) A ナ固定シ P ナ -3 回轉セバ D ハ何回轉スルカ、
- (b) A ナ +2 回轉シ P ナ -2 回轉セバ D ハ何回轉スルカ、
- (c) BC ナ固定シ P ナ +5 回轉セバ D ハ何回轉スルカ、
- (d) D ナ +2 回轉シ P ナ -2 回轉セバ A ハ何回轉スルカ、
- (e) A ナ +1 回轉シ D ナ -1 回轉セバ P ハ何回轉スルカ、

6. 圖ノ如キ Epicyclic train ナ利用セル等速指示器アリ、兩軸ノ同轉數相等シキ場合指針ガ靜止シ居ル爲メニハ第二軸 (P) ノ齒數ヲ幾許ニスベキヤ、

$$\left(1 - \frac{3}{2}\right) 3$$

$$\frac{2}{3} = \frac{-1 - NA}{1 - NA}$$

$$2(1 - NA) = -3 - 3NA$$

$$NA = 5$$

5

$$5NF - 25 = 20$$

## 第六章

## 調革装置, 綱装置, 鏈装置及ビ

Belt Gearing, Rope Gearing, Chain Gearing and

## 十字自在關節、

Hooke's Universal Joint.



## 五二、剛體ナラザル「リンク」ヲ含ム運動連鎖、

Non-Rigid Link.

機械トシテハ必ズ相當ナル抵抗體ノ集合ナルコトハ已ニ前述セル所ノ如シ、而シテ機械ノ種類ニヨリテハ其ノ或ル「リンク」ニ働ク力ノ性質一定セルモノ決シテ少ナカラズ、即チ或ル機械ノ或ル「リンク」ハ常ニ張力ノミニ作用セラレ、或ハ壓力ノミニ作用セラルルガ如キ是ナリ、

此ノ如キ「リンク」ニ向ツテハ必ズシモ剛體ノミヲ使用スルヲ要セズ、種々ナル可撓材料又ハ流體等ヲ用フルコトヲ得、其ノ最モ汎ク用井ラルルヲ調革装置トナス、

## 五三、調革装置、

Belt Gearing.

調革装置トハ齒車装置ト同ジク二軸間ニ一樣ナル角速度比ヲ以テ運動ヲ傳達セントスル場合ニ用ウ、其ノ形狀ハ「第62圖」ノ如ク送軸及ビ遣軸ニ各一個ノ滑車ヲ固着シ、此ノ兩滑車ノ上ニ相當ノ張力ヲ有スル一



連無端ノ調革ヲ掛ケタルモノニシテ、送滑車ト調革ト  
Driving pulley.  
 ノ間ノ摩擦ニヨリ送滑車ノ運動ヲ調革ニ傳へ、更ニ調  
 革ト、遣滑車トノ間ノ摩擦ニヨリ調革ノ運動ヲ遣滑車  
Driven pulley.  
 ニ傳フルモノナリ、而シテ調革ニヨリ連結セラルベキ  
 軸ハ必ズシモ平行ナルヲ要セズシテ、如何ナル場合ニ  
 モ適用スルコトヲ得、

#### 五四、輪掛調革及ビ千鳥掛調革、

Open Belt and Crossed Belt.

「第62圖(a)」ニ示ス如キ場合ハ之ヲ輪掛調革ト稱シ、  
 (b)ニ示ス如キモノヲ千鳥調革ト稱ス、而シテ此ノ兩式  
 ノ差ハ圖ニヨリテ明ラカナル如ク、送軸及ビ遣軸ノ回  
 轉方向及ビ調革ト滑車トノ接觸ヲ増スコトナリ、

#### 五五、角速度比、

調革裝置ガ完全ナル運動連鎖タル爲メニハ、下ノ二  
 條件ヲ必要トス、

- (a) 調革ハ常ニ張力ノミニ作用セラルベキコト、
- (b) 調革ト滑車トノ間ノ摩擦抵抗ハ迂リヲ起サザル  
 如ク充分大ナルベキコト、

然レドモ實際使用中、即チ相當ノ動力ヲ傳達シツツ  
 アル場合ニ於テハ、之ニ働ク張力ノ爲メ調革ハ必ズ多  
 少伸脹セラルルモノニシテ、之ガ爲メ幾分ノ迂リヲ起  
 シ、惹テ精確ニ送遣兩軸ノ角速度比ヲ決定スルコト困  
 難ナリ、然レドモ調革ハ全然伸張セザルモノトシ、同時  
 ニ其ノ厚サモ極メテ小ナルトキニハ、調革ノ速度ト送

遣兩滑車ノ周速度トハ精密ニ同一ナラザルベカラズ、  
從ツテ送滑車及ビ遣滑車ノ半徑及ビ角速度ヲ各 $r_b, r_a$ 及  
ビ $\omega_b, \omega_a$ トスルトキハ

$$\omega_a r_a = \text{調革ノ速度} = \omega_b r_b;$$

$$\therefore \omega_b : \omega_a = r_a : r_b. \quad \text{反}$$

即チ角速度比ノ滑車ノ半徑ニ反比例ス、

若シ滑車ノ半徑ニ比シ調革ノ厚サガ無視スル能ハ  
ザル如キ大サヲ有スルトキハ

$$\omega_b : \omega_a = r_a + \frac{1}{2}t : r_b + \frac{1}{2}t.$$

式中 $t$ ハ調革ノ厚サヲ示モノナリ、

## 五六、段滑車或ハ錐形滑車、

Stepped Pulley or Cone Pulley.

送軸ト、遣軸トノ角速度比ヲ種々ニ變化スルノ必要  
アル場合ニハ、「第63圖」ニ示スガ如ク送、遣兩軸ニ互ニ  
相對應スル如ク種々ナル半徑ノ比ヲ有スル滑車ヲ取  
付クルトキハ、其ノ一組ヨリ他ノ一組ノ滑車上ニ調革  
ヲ移動セシムルコトニヨリ、送、遣兩軸ノ角速度比ヲ種  
々ニ變ゼシムルコトヲ得可シ、此ノ如キモノヲ段滑車  
又ハ錐形滑車ト稱ス、

送、遣兩滑車ヲ連結スル調革ノ長ニ就テ考フルニ「第  
64圖」ニ於テ調革ノ長ヲ $l$ トセバ

(1) 千鳥掛調革ニ於テハ

$$\text{滑車ニ接觸セザル部分ノ長} = 2\sqrt{d^2 - (r_a + r_b)^2};$$

$$\therefore l = (\pi + 2\theta)(r_a + r_b) + 2\sqrt{d^2 - (r_a + r_b)^2}$$

$$= (r_a + r_b) \left\{ \pi + 2 \sin^{-1} \frac{r_a + r_b}{d} \right\} + 2\sqrt{d^2 - (r_a + r_b)^2};$$

(2) 輪掛調革ニ於テハ

$$\text{滑車ニ接觸セザル部分ノ長} = 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2};$$

$$\begin{aligned} \therefore l &= (\pi + 2\theta)r_a + (\pi - 2\theta)r_b + 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2} \\ &= \pi(r_a + r_b) + 2\theta(r_a - r_b) + 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2} \\ &= \pi(r_a + r_b) + 2(r_a - r_b)\sin^{-1} \frac{r_a - r_b}{d} + 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2} \end{aligned}$$

トナル、此レニヨリテ觀ルトキハ千鳥掛調革ノ時ハ其ノ全長ハ單ニ  $d$  及ビ  $(r_a + r_b)$  ガ一定値ヲ取ル間  $r_a$  及ビ  $r_b$  ガ如何ニ變ズルモ一定ナリ、而シテ段滑車ノ場合ニ於テハ明ラカニ  $d$  ハ一定ナリ、從ツテ  $(r_a + r_b)$  ヲ一定ニ保ツ間、 $r_a$  及ビ  $r_b$  ノ比ヲ如何ニ變ズルモ、同一ノ調革ヲ以テ同一緊張度ニテ動作セシムルコトヲ得、即チ段滑車等ノ場合ニ於テ各滑車ノ半徑ノ決定ハ、極メテ容易ニシテ同時ニ「第65圖」ノ如キ直圓錐ヲ用ヒ有効ニ種々ナル角速度ヲ得可シ、然レドモ輪掛調革ニ於テハ  $l$  ハ單ニ  $(r_a + r_b)$  及ビ  $d$  ノミナラズ  $(r_a - r_b)$  ノ項ヲモ含ムニヨリ、同長ノ調革ヲ以テ段滑車中ノ一對ヨリ他ニ掛ケ換へ、同一ノ緊張度ヲ以テ動作セシメントスルニ當リテ、各對ノ半徑ハ以上ノ如ク簡單ニ出スコト能ハズ從ツテ之ヲ錐形滑車トナストキ、其ノ母線ハ「第66圖」ノ如ク相當ノ曲線タラシメルザベカラズ、

## 五七、調革ノ移動、

Shift.

調革裝置ニ於テ、滑車ノ面上、調革ヲ軸ノ方向ニ移動

トナル、此レニヨリテ觀ルトキハ千鳥掛調革ノ時ハ其ノ全長ハ單ニ  $d$  及ビ  $(r_a + r_b)$  ガ一定値ヲ取ル間  $r_a$  及ビ  $r_b$  ガ如何ニ變ズルモ一定ナリ、而シテ段滑車ノ場合ニ於テハ明ラカニ  $d$  ハ一定ナリ、從ツテ  $(r_a + r_b)$  ヲ一定ニ保ツ間、 $r_a$  及ビ  $r_b$  ノ比ヲ如何ニ變ズルモ、同一ノ調革ヲ以テ同一緊張度ニテ動作セシムルコトヲ得、即チ段滑車等ノ場合ニ於テ各滑車ノ半徑ノ決定ハ、極メテ容易ニシテ同時ニ「第65圖」ノ如キ直圓錐ヲ用ヒ有効ニ種々ナル角速度ヲ得可シ、然レドモ輪掛調革ニ於テハ  $l$  ハ單ニ  $(r_a + r_b)$  及ビ  $d$  ノミナラズ  $(r_a - r_b)$  ノ項ヲモ含ムニヨリ、同長ノ調革ヲ以テ段滑車中ノ一對ヨリ他ニ掛ケ換へ、同一ノ緊張度ヲ以テ動作セシメントスルニ當リテ、各對ノ半徑ハ以上ノ如ク簡單ニ出スコト能ハズ從ツテ之ヲ錐形滑車トナストキ、其ノ母線ハ「第66圖」ノ如ク相當ノ曲線タラシメルザベカラズ、

トナル、此レニヨリテ觀ルトキハ千鳥掛調革ノ時ハ其ノ全長ハ單ニ  $d$  及ビ  $(r_a + r_b)$  ガ一定値ヲ取ル間  $r_a$  及ビ  $r_b$  ガ如何ニ變ズルモ一定ナリ、而シテ段滑車ノ場合ニ於テハ明ラカニ  $d$  ハ一定ナリ、從ツテ  $(r_a + r_b)$  ヲ一定ニ保ツ間、 $r_a$  及ビ  $r_b$  ノ比ヲ如何ニ變ズルモ、同一ノ調革ヲ以テ同一緊張度ニテ動作セシムルコトヲ得、即チ段滑車等ノ場合ニ於テ各滑車ノ半徑ノ決定ハ、極メテ容易ニシテ同時ニ「第65圖」ノ如キ直圓錐ヲ用ヒ有効ニ種々ナル角速度ヲ得可シ、然レドモ輪掛調革ニ於テハ  $l$  ハ單ニ  $(r_a + r_b)$  及ビ  $d$  ノミナラズ  $(r_a - r_b)$  ノ項ヲモ含ムニヨリ、同長ノ調革ヲ以テ段滑車中ノ一對ヨリ他ニ掛ケ換へ、同一ノ緊張度ヲ以テ動作セシメントスルニ當リテ、各對ノ半徑ハ以上ノ如ク簡單ニ出スコト能ハズ從ツテ之ヲ錐形滑車トナストキ、其ノ母線ハ「第66圖」ノ如ク相當ノ曲線タラシメルザベカラズ、

トナル、此レニヨリテ觀ルトキハ千鳥掛調革ノ時ハ其ノ全長ハ單ニ  $d$  及ビ  $(r_a + r_b)$  ガ一定値ヲ取ル間  $r_a$  及ビ  $r_b$  ガ如何ニ變ズルモ一定ナリ、而シテ段滑車ノ場合ニ於テハ明ラカニ  $d$  ハ一定ナリ、從ツテ  $(r_a + r_b)$  ヲ一定ニ保ツ間、 $r_a$  及ビ  $r_b$  ノ比ヲ如何ニ變ズルモ、同一ノ調革ヲ以テ同一緊張度ニテ動作セシムルコトヲ得、即チ段滑車等ノ場合ニ於テ各滑車ノ半徑ノ決定ハ、極メテ容易ニシテ同時ニ「第65圖」ノ如キ直圓錐ヲ用ヒ有効ニ種々ナル角速度ヲ得可シ、然レドモ輪掛調革ニ於テハ  $l$  ハ單ニ  $(r_a + r_b)$  及ビ  $d$  ノミナラズ  $(r_a - r_b)$  ノ項ヲモ含ムニヨリ、同長ノ調革ヲ以テ段滑車中ノ一對ヨリ他ニ掛ケ換へ、同一ノ緊張度ヲ以テ動作セシメントスルニ當リテ、各對ノ半徑ハ以上ノ如ク簡單ニ出スコト能ハズ從ツテ之ヲ錐形滑車トナストキ、其ノ母線ハ「第66圖」ノ如ク相當ノ曲線タラシメルザベカラズ、

セシムルノ必要アルトキ、之ニ働ク導片ハ必ズ調革ト  
Guide piece.  
 滑車トガ接觸シ始ムル側ニ置カザルベカラズ、是レ此  
 ノ側ニ於テ調革ヲ少シク移動スルトキハ、「第67圖(a)」  
 ノ如クナリ、調革ノ側方剛性ノ爲メ滑車ガ少シク回轉  
 スレバ、調革ハ直チニ新位置ヲ取ルヲ以テナリ、又普通  
 調革ハ側方剛性ノタメ滑車ノ最大徑部ニ行カントス  
 ルノ傾アリ、之ヲ利用シテ滑車ハ一般ニ中央部ノ徑ヲ  
 最大トシテ、漸次兩側方ニ至ルニ從ヒ小徑ニ作ラルル  
 場合多シ、即チ同圖(b)ノ如シ、

### 五八、平行ナラザル二軸間ニ於テ調革ニ ヨル運動ノ傳達—導滑車、

Guide pulley.

送、遣兩軸ガ平行ナラザル場合ニモ調革装置ニヨリ  
 運動ノ傳達ヲナスコトヲ得、而シテ角速度比ハ平行ナ  
 ル場合ト全ク異ナルコトナシ、唯斯ノ如キトキニハ相  
 當ナル導滑車ニヨリ調革ノ方向ヲ適宜修正スルヲ要  
Guide pulley.  
 ス、

茲ニ注意スベキハ調革ガ滑車上ヲ外レズシテ運動  
 スルニハ、次ニ示ス如キ簡單ニシテ充分ナル條件ヲ滿  
 足セザルベカラズ、

即チ接觸シ始ムル側ノ調革ノ中心線ハ、其ノ滑車ノ  
Advancing side,  
 中心線ヲ含ミ且ツ軸ニ垂直ナル平面上ニ在ルヲ要ス、  
 「第68圖」乃至「第73圖」ニ就キテ觀レバ、其ノ大體ヲ  
 知ルヲ得ベシ、

五九、綱装置及ビ鏈装置、

Rope Gearing and Chain Gearing.

綱装置及ビ鏈装置ハ比較的大ナル「パワー」ヲ傳へ或ハ重量物ノ捲揚装置ニ使用セラル。綱ハ「マニラ」、「イタリヤ」木棉製ノモノ等多ク用井ラレ、滑車ハ周圍ニV形ノ溝ヲ掘リタルモノヲ用ウ、

鏈ノ場合ニモ鏈ノ形狀ニ相應シタル周形ノ滑車ヲ使用ス、「第75圖」ニ示スモノハ鏈齒車及ビ節鏈ト稱スルモノナリ、但シ鏈齒車ニ於テハ角速度比一樣ナラザルコト、「第76圖」ノ ABCD 及ビ AEGB ヲ四本ノ「リンク」ヨリナル機械装置トシテ比較セバ容易ニ了解シ得ベシ、

「第77圖」ハ軍艦機械室ニ於テ、常ニ使用セラルル應差滑車ヲ示ス、*a* ト *a'* トハ固定サレテ回轉スルモノナリ、

リ、

*a*, *a'* ノ有効半徑ヲ夫々  $r_1$  及ビ  $r_2$  トスレバ

$$\frac{\text{鏈ノ速サ}}{\text{揚重ノ速サ}} = \frac{2\pi r_1}{\frac{1}{2}(2\pi r_1 - 2\pi r_2)}$$

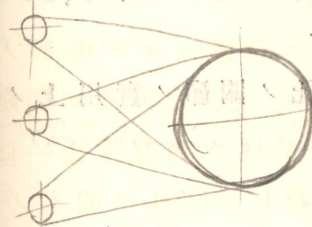
$$\frac{\text{鏈ノ速サ}}{\text{揚重ノ速サ}} = \frac{2r_1}{r_1 - r_2}$$

此レニ由リテ觀ルニ *a*, *a'* ノ有効半徑ノ差ヲ小ニスレバ、鏈ノ速度ニ對シテ揚重速度ヲ極ク小ナラシムルコトヲ得、換言スレバ重量ノ大ナル物ヲ僅カノ力ニテ揚ゲ得ルナリ、

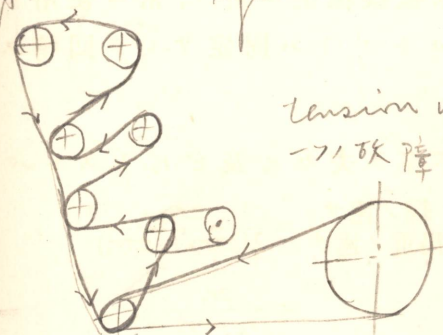
pulley centre distance 大ナリ  
Rope gearing 力大

Rope, 掛方

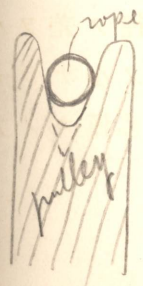
六、綱装置自半十、  
中ノ前中滑車ハ、  
英語 English system  
Uniform tension  
一ノ故障ハ、  
main shaft 110 =  
3544ガ 400 heavy work  
transmission = 適ス



2) American system



tension uniform  
一ノ故障ハ全部ニ影響ス



## 六〇、十字自在關節、

Hooke's Universal Joint.

「第77圖」ニ示セル關節ニシテ是レハ運轉中軸ノ中心線方向ヲ變ズルモ差閤ナキ裝置ナリ、一回轉中角速度比一定ナラザレドモ、兩軸ノ交角 $\theta$ ガ小ナル時ハ、其ノ變化ハ介意スルニ足ラザルモノニシテ、 $\theta$ ハ通例 $30^\circ$ ヲ超ヘザルモノトス、

「第79圖」ニ示スモノハ此ノ關節ノ實用上ノ形ナリ、

$A, B$ , angular velocity  $\omega$  is uniform  $\omega$  is:

( $A$  11回轉スルニ  $B$  1回轉スル)

## 圖 式 集 録 六 〇 六

第77圖ハ十字自在關節ノ構造ヲ示シ、兩軸ノ交角 $\theta$ ガ小ナル時ハ、其ノ角速度比一定ナラザレドモ、兩軸ノ交角 $\theta$ ガ小ナル時ハ、其ノ變化ハ介意スルニ足ラザルモノニシテ、 $\theta$ ハ通例 $30^\circ$ ヲ超ヘザルモノトス、

第79圖ハ此ノ關節ノ實用上ノ形ナリ、

練 習 問 題

1. 調革ニヨリテ連結セラルル二個ノ滑車アリ、其ノ直徑ノ和ハ  $36\frac{7}{8}$  ニシテ回轉ハ夫々毎分 550 及ビ 200 ナリ、各滑車ノ直徑ヲ求メヨ、
2. 毎分 125 回轉ノ等速ヲ有スル主軸ヨリ調革装置ニヨリテ縦軸ニ毎分 500, 250, 100, 及ビ 50 ノ回轉ヲ傳達セントス、回轉方向反對ニシテ主軸ノ段車ノ最小直徑ヲ 150 m.m. トセバ兩車ノ各段ノ直徑ハ幾許ニナスベキカ、

Chapter 10  
 10.1 調革装置  
 10.2 滑車  
 10.3 歯車  
 10.4 歯輪  
 10.5 歯条  
 10.6 歯輪系  
 10.7 歯輪系ノ設計  
 10.8 歯輪系ノ材料  
 10.9 歯輪系ノ潤滑  
 10.10 歯輪系ノ騒音  
 10.11 歯輪系ノ故障  
 10.12 歯輪系ノ検査  
 10.13 歯輪系ノ修理  
 10.14 歯輪系ノ製造  
 10.15 歯輪系ノ組立  
 10.16 歯輪系ノ分解  
 10.17 歯輪系ノ清掃  
 10.18 歯輪系ノ保管  
 10.19 歯輪系ノ廃棄  
 10.20 歯輪系ノ安全

## 第七 章

## 歪輪裝置

Cam Train.

## 六一、歪輪、

Cam.

角速度比一樣ナラザル高等對ヲ含ム運動連鎖ノ中、最モ多ク用ヒラルルモノハ歪輪裝置ナリ、

歪輪ハ一般ニ一樣ナル角速度ヲ以テ、回轉スル送軸ニヨリ遣軸ニ對シ、或ル搖動又ハ往復運動ヲ與ヘントスル場合ニ用井ラル、此ノ場合ニ於ケル遣軸ノ裝置ヲ受動片ト稱ス、「第80圖」ニ之ガ理ヲ示ス、即チLトMトガ互ニ相離ルル能ハザルガ如ク作ラルルトキハLノ左廻ニヨリLガ或ル位置ニ達スル迄Mハ右廻シ行キ更ニLガ進ムニ從ヒ、Lノ左廻ニ伴ヒMハ左廻シ始ム、此ノ如クシテLノ回轉ニヨリMノ搖動ヲ生ジ如何ナル位置ニ於テモ、常ニ兩者ノ角速度ハ前ニ屢々述ベタル通り

$$\omega_L : \omega_M = BK : AK$$

トナル、唯茲ニ注意スベキハ此ノ如キ運動連鎖ハ其レ自身ニノミニテハ閉鎖セズ、故ニ其ノ構造ヲ適宜變ズルノ必要アリ、即チMナル杆ニ相當ノ重量ヲ附シ、「第82圖」其ノ重量ニヨリ之ヲ閉鎖セシムルカ、或ハ發條ニヨリ其ノ接觸ヲ保タシムルカ、又ハ適當ナル溝ヲ作ル「第83圖」等ノ如シ、



又一般ニ用井ラルルモノハ、搖動杆ノ一端ニ轉子ヲ附シ以テ摩擦抵抗ヲ減ズルガ如クセラル、

更ニ搖動杆ノ回轉ノ軸ガ、漸次歪輪トノ接觸點ヲ離レ、遂ニ無限ノ遠距離ニ行クトキハ、受動子ノ運動ハ往復運動トナリ、其ノ形狀「第84圖(一),(二),(三)」等ニ示スガ如シ、

又筒形歪、溝付歪等ノ種類アリ、(第85圖)

## 六二、受動子ガ所要ノ往復運動ヲ起スニ必要ナル歪輪ノ形狀、

(1) 受動子ガ一定速度ノ往復運動ヲ要スル場合、

先ヅ「第86圖」ノDヲ歪輪ノ軸トシ、受動子ノ尖端ハA<sub>0</sub>A<sub>6</sub>間ヲ一様ナル速度ヲ以テ往復スルモノトス、第一ニA<sub>0</sub>A<sub>6</sub>ヲ適當ニ、例ヘバ六等分シ同時ニ角BDa<sub>6</sub>ヲ同數ニ等分シ徑線ヲ引キ

$$a_1 D = A_1 D \quad a_2 D = A_2 D \quad a_3 D = A_3 D$$

$$a_4 D = A_4 D \quad a_5 D = A_5 D \quad a_6 D = A_6 D$$

ニ取り、此等ノ諸點ヲ通リテ點線ノ如キ曲線ヲ引クトキハ、此ノ曲線ハbト接觸シテ所要ノ上向運動ヲbニ與フルコトハ明ラカナリ、次デ各ノ徑線ヨリbノ端ニ取付ケラルベキ轉子ノ半徑ニ等シキ長サヲ減ジタル所ヲ通リテ、實線ノ如キ曲線ヲ引クトキハ、是レ轉子ト接觸シテbニ所要ノ運動ヲ與フル歪輪ノ形狀ニシテcノ殘部半回轉ニ對シテ、單ニBa<sub>6</sub>ヲ對稱軸トスル如キモノヲ作レバ可ナリ、

(2) 受動子ガ加速運動ヲナシ或ル期間停止ヲ要スル場合、(第87圖)

所要ノ條件、歪輪ノ最初ノ半回轉中ハ受動子ハ一樣ニ加速セラレツツ  $a$  ヨリ  $e$  ニ達シ、次デ歪輪ノ四分ノ一回輪スル間  $e$  ニ止リ、更ニ歪輪殘リノ四分ノ一回轉スル間ニ等速度ヲ以テ  $e$  ヨリ  $a$  ニ歸ルコト、

之ニ對スル歪輪ノ形狀下ノ如シ、先ヅ

$$ab:ac:ad:ae = 1:4:9:16;$$

及ビ

$$Db' = Db, Dc' = Dc, Dd' = Dd, De' = De;$$

ニ取リ、 $e'$  ヨリ  $f'$  迄ハ  $De$  フ半徑トスル圓弧ニ、次テ  $f'$  ヨリ  $a$  迄ハ (1) ニ於テ説明スルト同法ニヨリ點線ノ曲線ヲ求メ、次デ各ノ徑ヨリ受動子ノ轉子ノ半徑ニ等シキ長サヲ減ジタルモノヨリ實線ノ如キ外徑ヲ得、

(3) 受動子ノ往復運動ノ線ガ歪輪回轉ノ軸ヲ通過セザル場合、

此ノ場合ニハ歪輪回轉ノ軸ヨリ受動子往復運動ノ線ニ至ル垂線距離ヲ以テ圓ヲ畫キ、此ノ圓ノ切線上ニ於テ適當ノ長サヲ取リタルモノニヨリ、其ノ外徑ヲ定ムレバ可ナリ、

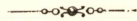
「第88圖」ハ受動子ガ一定速度ヲ以テ往復運動ヲナス場合ノ歪輪ノ形狀ノ決定ヲ示ス、歪輪ノ軸心  $P$  ヨリ行程線ニ垂線  $Pa$  フ下ス、而シテ歪輪ガ回轉シ且ツ行程ガ一定方向ナリト謂フ代リニ歪輪ヲ固定シ、 $PaAB$  ナル直角片ガ  $P$  ノ廻リヲ一定速度ヲ以テ回轉スルモノト

考フルモ、相對運動ニ於テハ何等異ナルコトナシ、依テ Pヲ中心トシ Paヲ半径トシテ圓ヲ畫キ、圓ノ如ク  $30^\circ$  宛ノ角度ヲ以テ徑線ヲ引キ、其ノ各端ニ於テ切線ヲ引ク時ハ、此等ノ切線ヲ歪輪ニ對シテ行程線ノ連續的位置ナリ、次ニ ABヲ六等分シ Pヲ中心トシテ、各分點ヲ過リ圓弧ヲ畫キ各相當スル切線トノ交點ヲ求ムレバ、此等ノ點ハ歪輪ニ對スル轉子中心ノ位置ナリ、依テ此等ノ點ヲ結ブ曲線ヨリ轉子ノ半径ニ等シキ長サヲ減ジ、以テ歪輪ノ外形ヲ得ベシ、

## 第八章

## 曲 肱 機 械 運 動 學

Kinematics of Crank-Engine.



## 六三、吸 鑄 變 位、

Piston Displacement.

曲肱機械ニ於テ吸鑄行程ノ中央位置ト、吸鑄ノ或ル任意ノ位置トノ距離ヲ其ノ位置ニ於ケル吸鑄變位ト謂フ、

「第89圖」ニ於テ曲肱腕ガOCノ位置ニアルトキ曲肱栓Cヲ中心トシ、接合棒ノ長サニ等シキ半徑ヲ以テ圓弧ヲ畫キ、行程線ヲBニ於テ切リタリトスレバ、Bハ吸鑄ノ位置ナリ、思案點DD'ヨリ行程線上ニDE及ビD'E'ヲ接合棒ノ長サニ等シクトレバE及ビE'ハ吸鑄行程ノ兩端ナリ、MヲEE'ノ中央トスレバ

$$\text{吸鑄變位} = MB.$$

今  $x_p$  = 吸鑄變位

$r$  = 曲肱腕ノ長サ

$l$  = 接合棒ノ長サ

$n = \frac{l}{r}$  (之ヲ接合棒比ト謂フ)

Connecting-rod ratio

$\theta$  = 曲肱腕トODトノ挟ム角度

$\phi$  = 接合棒ト行程線トノ角度

トスレバ、C ヨリ行程線へ垂線ヲ引クトキハ

$$x_p = MB = OH + HB - OM \\ = r \cos \theta + l \cos \phi - l;$$

$$\therefore x_p = r \{ \cos \theta + n \cos \phi - n \} \dots \dots \dots (1)$$

$n = \infty$  ナルトキ  $\phi = 0$ ;

$$\therefore \cos \phi = 1.$$

$$x_p = r \cos \theta \dots \dots \dots (2)$$

$n = \infty$  ニシテ曲肱ノ角速度一様ナルトキハ、吸鑿ハ

單一弦運動ヲナス、

Simple harmonic motion.

三角形 OCB = ヨリ  $\phi$  ト  $\theta$  トノ關係ハ次ノ如シ、

$$\frac{\sin \phi}{\sin \theta} = \frac{r}{l} = \frac{1}{n}; \quad \tan \phi = \frac{\sin \phi}{\cos \phi}$$

$$\therefore \sin \phi = \frac{1}{n} \sin \theta.$$

$$\sin \theta = n \sin \phi$$

$$\cos \theta = \sqrt{1 - n^2 \sin^2 \phi};$$

$$\cos \phi = \sqrt{1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta}.$$

$$= \frac{\frac{1}{n} \sin \theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta}} = \frac{\sin \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$$

#### 六四、吸鑿ノ速度、

Velocity of Piston.

$v_p$  = 吸鑿ノ速度

$v_c$  = 曲肱栓ノ速度

$\omega$  = 曲肱ノ角速度 (常 =  $\omega r = v_c$  ナリ)

トスレバ

$$v_p = \frac{dx_p}{dt} = -r \left\{ \sin \theta \frac{d\theta}{dt} + n \sin \phi \frac{d\phi}{dt} \right\};$$

$\sin \phi = \frac{1}{n} \sin \theta$ ; コレヲ  $t$  = 就テ微分シ  $\frac{d\phi}{dt}$  ヲ求ムレバ

$$\frac{dx_p}{dt} = \frac{dx_p}{d\alpha} \times \frac{d\alpha}{dt}$$

$$= r \left[ \sin \theta + n \sqrt{1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta} \right] \frac{d\alpha}{dt}$$

$$\sin \varphi = \frac{1}{n} \sin \theta \quad \frac{d\varphi}{d\alpha} =$$

$$\cos \varphi = \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{n}$$

$$x_p = r (\omega \alpha + \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta})$$

$$\frac{dx_p}{dt} = \frac{dx_p}{d\alpha} \frac{d\alpha}{dt} = r \frac{d\alpha}{dt} \left( -\sin \theta + \frac{1}{2} \frac{-\sin \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right)$$

$$= r \left( \sin \theta + \frac{1}{2} \frac{\cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{n} \frac{\cos \theta}{\cos \phi} \frac{d\theta}{dt};$$

$$\therefore v_p = -\omega r \{ \sin \theta + \cos \theta \tan \phi \} \dots \dots \dots (3)$$

$$= -v_c \{ \sin \theta + \cos \theta \tan \phi \} \dots \dots \dots (3')$$

$$\therefore \frac{v_p}{v_c} = -\frac{\sin(\theta + \phi)}{\cos \phi} \dots \dots \dots (3'')$$

又  $\tan \phi = \frac{\sin \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}$  ナルヲ以テ

$$v_p = -v_c \left\{ \sin \theta + \frac{\sin 2\theta}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right\} \dots \dots \dots (4)$$

$n = \infty$  ナルトキハ  $\tan \phi = 0$ .

故ニ式 (3') ニヨリ

$$v_p = -v_c \sin \theta \dots \dots \dots (5)$$

略近公式:—

Formula for approximation.

$\phi$  ヲ極小ナルモノト見做シ

$$\tan \phi = \sin \phi \quad \text{即チ} \quad \tan \phi = \frac{1}{n} \sin \theta;$$

トスルトキハ式 (3') ニヨリ

$$v_p = -v_c \left\{ \sin \theta = \frac{1}{2n} \sin 2\theta \right\} \dots \dots \dots (6)$$

吸鑿速度ノ曲肱腕ニ對スル極式曲線及ビ吸鑿速度ノ吸鑿位置ニ對スル直交軸式曲線ハ既ニ第17項ニ於テ説明シタリ、(第17圖)之ヲ曲肱角ヲ横距ニトリタル直交軸式ニテ表セバ、「第90圖」ニ示スガ如シ、

### 六五、吸鑿ノ加速度、

Acceleration of Piston.

茲ニ曲肱ハ一樣ナル角速度ヲ以テ回轉スルモノト想定ス、即チ  $\omega$  或ハ  $v_c$  ハ共ニ定數ナリトス、

$$V_p = -r \left( \sin \theta \frac{d\theta}{dt} + n \sin \phi \frac{d\phi}{dt} \right)$$

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{n} \frac{\cos \theta}{\cos \phi} \frac{d\theta}{dt}$$

$$V_p = -r \frac{d\theta}{dt} (\sin \theta + n \sin \phi \tan \phi) = -\omega r (\sin \theta + n \sin \theta \tan \phi)$$

$$= -V_c (\sin \theta + n \sin \theta \tan \phi) = -V_c \left( \sin \theta + n \sin \theta \frac{\sin \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right)$$

$$= -V_c \left( \sin \theta + \frac{\sin^2 \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right)$$

$$\frac{V_p}{V_c} = -\frac{\sin(\theta + \phi)}{\cos \phi}$$

$a_p$  = 吸鏢ノ加速度

トスレバ  $a_p = \frac{dv_p}{dt}$ ;

ナルヲ以テ第63項(4)式ニヨリ

$$a_p = \frac{d}{dt} \left[ -v_c \left\{ \sin \theta + \frac{\sin 2\theta}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right\} \right]$$

$$= -v_c \frac{d\theta}{dt} \left\{ \cos \theta + \frac{\cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} + \frac{\sin^2 2\theta}{4(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\};$$

$$\therefore a_p = -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \cos \theta + \frac{\cos^2 \theta - \sin^2 \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} + \frac{\sin^2 \theta \cos^2 \theta}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\} \dots (7a)$$

$$\because \frac{d\theta}{dt} = \omega = \frac{v_c}{r}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \cos \theta + \frac{n^2 \cos 2\theta + \sin^4 \theta}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\} \dots (7b)$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \cos \theta + \frac{\frac{\cos 2\theta}{n} + \frac{\sin^4 \theta}{n^3}}{\left[ 1 - \left( \frac{\sin \theta}{n} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \right\} \dots (7c)$$

略近公式:—

吸鏢速度ノ略近公式(6)ヨリ

$$a_p = -v_c \frac{d}{dt} \left\{ \sin \theta + \frac{1}{2n} \sin 2\theta \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \cos \theta + \frac{1}{n} \cos 2\theta \right\} \dots (8).$$

### 六六、吸鏢加速度ノ値及ビ線圖、

$n \geq 4$  ナル場合ニ於テ各角度ニ對シテ吸鏢加速度ヲ計算シタル結果次ノ如シ、

$$V_p = -v_c \{ \sin \theta + \omega a \tan \phi \} = -v_c \left\{ \sin \theta + \frac{2\omega}{2\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \right\}$$

$$a_p = \frac{dV_p}{dt} = -v_c \left\{ \omega \cos \theta \frac{d\theta}{dt} + \frac{2\omega^2 \cos \theta \times \frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}}{2(n^2 - \sin^2 \theta)} - 2\omega \times \frac{1}{2} \frac{2\cos \theta \omega}{1} \right\} \frac{d\theta}{dt}$$

$$= -v_c \left\{ \omega \cos \theta + \frac{2\omega^2 \cos \theta \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} + \sin 2\theta \cos \theta \omega}{2(n^2 - \sin^2 \theta)} \right\} \frac{d\theta}{dt}$$

$$= -v_c \left\{ \omega \cos \theta + \frac{2\omega^2 \cos \theta \sqrt{n^2 - \sin^2 \theta} + \frac{1}{2} \sin^2 2\theta}{2(n^2 - \sin^2 \theta)} \right\} \frac{d\theta}{dt}$$

$$= -v_c \frac{d\theta}{dt} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{\omega^2 \cos 2\theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} + \frac{\sin^2 2\theta}{4(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$\therefore a_p = -v_c \omega \left\{ \omega \cos \theta + \frac{\omega^2 \cos 2\theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} + \frac{\sin^2 2\theta \omega^2}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{1 - 2\sin^2 \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} + \frac{\sin^2 2\theta \omega^2}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{(1 - 2\sin^2 \theta)(n^2 - \sin^2 \theta) + \sin^2 2\theta \omega^2}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{n^2(1 - 2\sin^2 \theta) - 2\sin^2 \theta \omega^2}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{n^2(1 - 2\sin^2 \theta) + 2\sin^2 \theta \omega^2}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{n^2(1 - 2\sin^2 \theta) + 2\sin^2 \theta \omega^2}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{n^2(1 - 2\sin^2 \theta) + \sin^4 \theta}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{n^2 \left[ \frac{\cos 2\theta}{n} + \frac{\sin^4 \theta}{n^3} \right]}{\left[ 1 - \left( \frac{\sin \theta}{n} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

$$= -\frac{v_c^2}{r} \left\{ \omega \cos \theta + \frac{\frac{\cos 2\theta}{n} + \frac{\sin^4 \theta}{n^3}}{\left[ 1 - \left( \frac{\sin \theta}{n} \right)^2 \right]^{\frac{3}{2}}} \right\}$$

曲肱角度	吸鑿加速度 ノ精値	吸鑿加速度 ノ略近値	誤 差	誤差ノ最大加速度 ニ對スル百分比
0	1.2500	1.2500	0	0
15	1.18387	1.18243	-0.00144	-0.15
30	1.09501	0.99102	-0.00399	-0.319
45	0.71121	0.70711	-0.00410	-0.328
60	0.37511	0.37500	-0.00011	-0.009
75	0.03978	0.04232	+0.00554	+0.413
90	-0.25820	-0.25000	+0.00820	+0.656
105	-0.48086	-0.47532	+0.00554	+0.443
120	-0.62489	-0.62500	-0.00011	-0.009
135	-0.70301	-0.70711	-0.00410	-0.328
150	-0.73703	-0.74102	-0.00399	-0.319
165	-0.74799	-0.74943	-0.00144	-0.115
180	-0.75000	-0.75000	0	0

上表ニ於テ加速度ノ數値ハ  $-\frac{v_0^2}{r}$  ヲ 1 トシテ表シ精  
 値ハ公式 (7b) 又ハ (7c) ヨリ算定シ略近値ハ公式 (8) ヨ  
 リ算定セリ、

上表ヲ觀ルニ略近公式ヲ使用セル誤差ハ 1% ヲ超  
 ヲル事ナキヲ知ル、

180° ヨリ 360° ノ間ノ角度ニ對スル値ハ、上表ニアル  
 モノヲ反對ニトレバ可ナリ、例ハ 195° ニ對スルモノ  
 ハ 165° ニ對スルモノニ同ジ、

$n=4$  ナルトキノ吸鑿加速度ノ精値ヲ曲肱角度ニ對  
 シテ畫キタル直交軸式曲線ハ「第90圖」ニ示セリ、



曲肱回轉ノ速度一樣ニシテ  $n=4$  ナルトキ吸鑿加速度ハ思案點ニ於テ最大ニシテ約  $76^\circ$  及ビ  $284^\circ$  ノトキ 0 ナリ、而シテ吸鑿度ハ加速度 0 ナル點ニ於テ最大ニシテ思案點ニ於テ 0 ナリ、

公式(1)(6)(8)等ヲ見ルニ第一項ハ  $n=\infty$  ノ場合ノ式ニシテ明カニ S.H.M. ヲ示シ、第二項ハ接合棒ノ長サノ影響ヲ表ハスモノニシテ、之ヲ第一項ニ加ヘ始メテ接合棒ノ傾斜ヲ加味修正シタル實用的ノ式ヲ得ラルルモノナルヲ知ル、

### 六七、吸鑿加速度ヲ作圖ニ依リテ求ムル方法、—— 「クライン」氏ノ法、

Klein's Construction.

「第91圖」ニ於テ行程線 EDD', 曲肱栓圓 DND'N', 吸鑿位置 B ヲ記シ、接合棒ノ長サ BC ヲ以テ曲肱栓圓ヲ C ニ於テ切り OC ヲ結ビ、之ヲ延長シテ B ニ於ケル行程線ニ垂直ナル BI ト I ニ於テ交ラシム、又 BC ヲ延長シ O ニ於ケル行程線ニ垂直ナル ON ト Q ニ於テ交ラシム、

QI ヲ結ビ O ヲ過リ QI ニ平行ニ OJ ヲ引ケ、次ニ J ニ於テ BQ ニ垂線 JK ヲ引キ行程線ト K ニ於テ交ラシム、然ルトキハ曲肱腕ノ角速度一樣ナルトキハ

$$\text{所要ノ吸鑿加速度 } a_p = \frac{\overline{OK}}{\overline{OC}} \cdot \frac{v_c^2}{r} \dots\dots\dots (9)$$

即チ半徑 OC ガ曲肱栓ノ法線加速度  $\frac{v_c^2}{r}$  ヲ表ストキハ、OD ハ同比例尺ヲ以テ吸鑿加速度ヲ表ハスモノナリ、

[證明] Qヲ接合棒上ノ點ト見做シ此ノ點ニ就テ考

フQノ速度ヲ $u$ ニテ表ハセバ

$$\begin{aligned} \frac{u}{v_c} &= \frac{OI}{CI} \quad I, \text{ 點心ヲ} \\ &= \frac{OJ}{OC} \quad (\because \triangle CIQ \text{ ト } \triangle COJ \\ &\quad \text{ハ相似ナルヲ以テ}) \end{aligned}$$

$$\therefore u = v_c \frac{OJ}{OC}$$

$u$ ヲBQトQNト、ノニツノ方向ニ分テ、其ノ分速度ヲ夫々 $u_2$ 及ビ $u_1$ トスレバ

$$\frac{u_1}{u} = \frac{OK}{OJ}; \quad (\because Q \text{ ノ速度ノ三角形ト } \triangle OJK \\ \text{トハ相似ナルヲ以テ})$$

$$\therefore u_1 = v_c \frac{OJ}{OC} \cdot \frac{OK}{OJ} = v_c \frac{OK}{OC} \quad \therefore u = v_c \frac{OJ}{OC}$$

$$\text{然ルニ } a_p = \frac{dv_p}{dt} = \frac{d}{dt} \left( v_c \frac{OQ}{OC} \right).$$

$v_c$ ヲ定數ナリト想定セリ、而シテOCハ亦常數ナル故

$$\begin{aligned} a_p &= \frac{v_c}{OC} \cdot \frac{d}{dt} (OQ); \\ &= \frac{v_c}{OC} u_1; \end{aligned}$$

$$\text{然ルニ } u_1 = v_c \frac{OK}{OC} \quad \text{ナルガ故ニ}$$

$$\therefore a_p = v_c^2 \frac{OK}{OC^2};$$

$$\therefore a_p = \frac{\overline{OK}}{OC} \frac{v_c^2}{r}.$$

此ノ作法圖ニ於テ曲肱ノ位置ガ行程線ト垂直ニ近キトキハ、Iハ甚ダシク遠隔ノ所ニアリテ實地上作圖困難ナリ、此ノトキニハ、次ノ如クスルヲ便トス、

互ニ相似ナルニツノ三角形 CQI, CJO ニ於テ

$$\frac{QC}{CI} = \frac{CJ}{OC};$$

$$\therefore \frac{QC}{CJ} = \frac{CI}{OC} \dots \dots \dots (I)$$

又ニツノ三角形 CQO, CBI ニ於テ

$$\frac{CI}{CB} = \frac{OC}{QC};$$

$$\therefore \frac{CI}{OC} = \frac{CB}{QC} \dots \dots \dots (II)$$

(I) ト (II) 式ヨリ

$$\frac{QC}{CJ} = \frac{BC}{QC};$$

即チ  $\overline{QC}^2 = \overline{CJ} \overline{CB}.$

此レニ由リテ J ノ位置ハ I 點ノ位置ヲ求メズ, CJ, CB ノ比例中項ガ QC ニ等シキ如ク之ヲ見出セバ可ナリ, 其ノ方法ハ種々アレドモ, Klein (或ハ Kirsch) 氏ノ方法ニヨルヲ便ナリトス、

「第92圖」ニ於テ接合棒 CB ノ上半圓 CRB ヲ畫キ、中心 C, 半徑 CQ ヲ以テ圓弧 QR ヲ畫キ、半圓ノ周ト R ニ於テ交ラメシ、R ヨリ CB へ垂線 RJ ヲ引ケバ、其ノ足ハ所要ノ J 點ノ位置ナルコト明ラカナリ、

### 六八、接合棒ノ角速度及ビ角加速度、

接合棒ノ角速度ハ  $\frac{d\phi}{dt}$  ニシテ角加速度ハ  $\frac{d^2\phi}{dt^2}$  ナリ、

第92項ニ述ベタル如ク

$$\sin \phi = \frac{1}{n} \sin \theta,$$

ナル故

$$\frac{d\phi}{dt} = \frac{1}{n} \frac{\cos \theta}{\sqrt{1 - \frac{1}{n^2} \sin^2 \theta}} \frac{d\theta}{dt};$$

$$= \frac{\cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \omega \dots \dots \dots (1)$$

$$\therefore \frac{1}{n} \omega \cos \theta \dots \dots \dots (2)$$

∴  $\frac{1}{n^2} \sin^2 \theta = \text{極小値}$

又

$$\frac{d^2\phi}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left\{ \frac{\cos \theta}{\sqrt{n^2 - \sin^2 \theta}} \omega \right\};$$

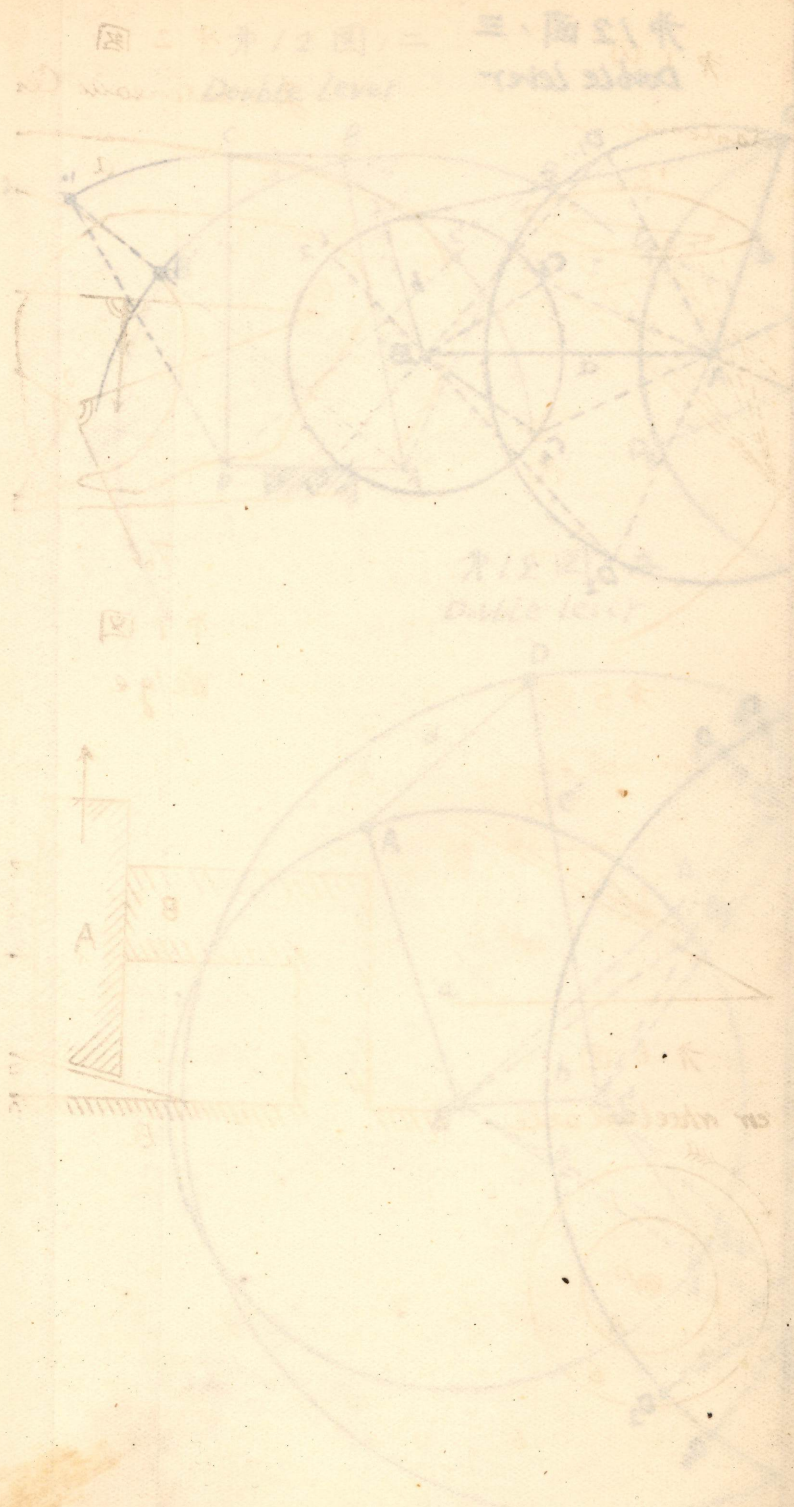
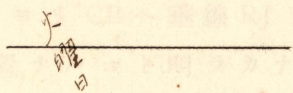
$$= -\omega^2 \frac{(n^2 - 1) \sin \theta}{(n^2 - \sin^2 \theta)^{\frac{3}{2}}} \dots \dots \dots (3)$$

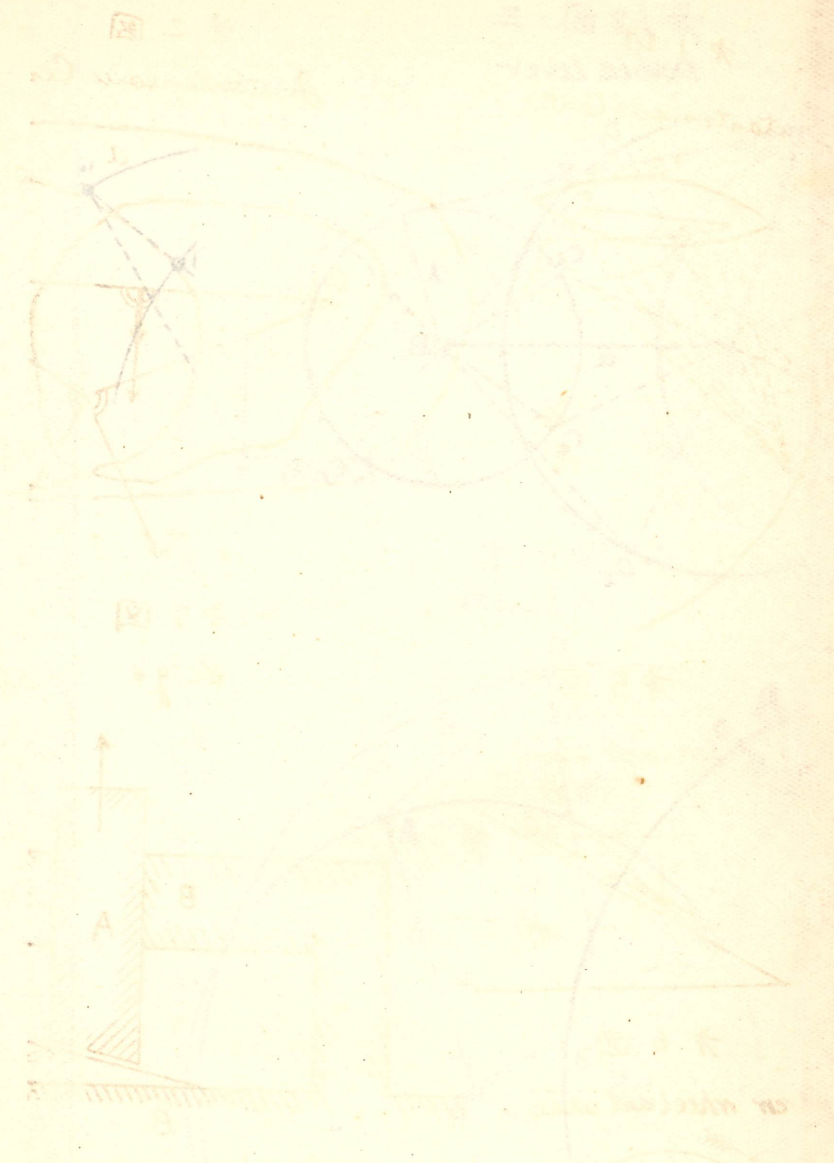
又

$$\frac{d^2\phi}{dt^2} = \frac{1}{n} \times \omega (-\sin \theta) \frac{d\theta}{dt}$$

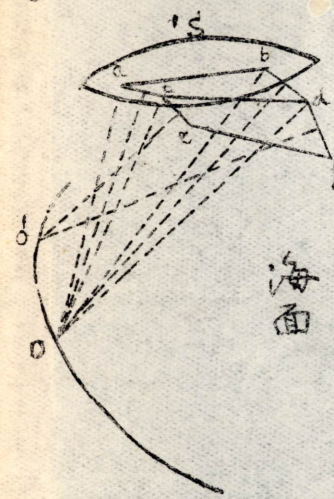
$$\therefore \frac{d\phi}{dt} \therefore \frac{1}{n} \omega \sin \theta$$

$$\therefore \frac{d^2\phi}{dt^2} = -\frac{1}{n} \omega^2 \sin \theta \dots \dots \dots (4)$$

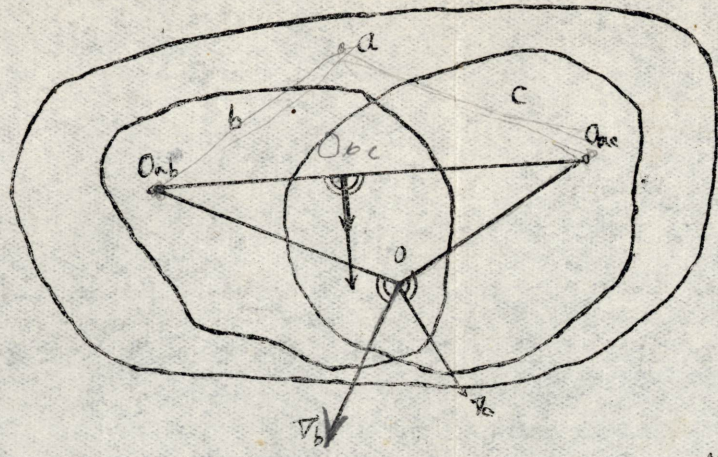




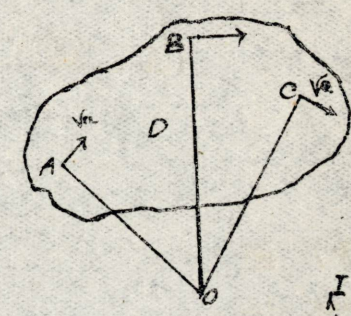
第1图  
Instantaneous Center



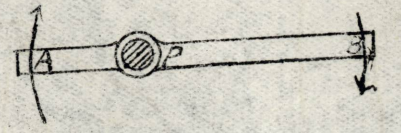
第2图  
Instantaneous Center



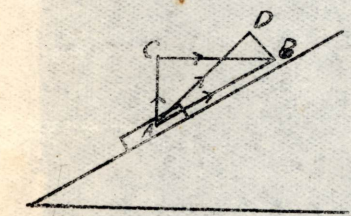
第3图  
Position of instantaneous Center



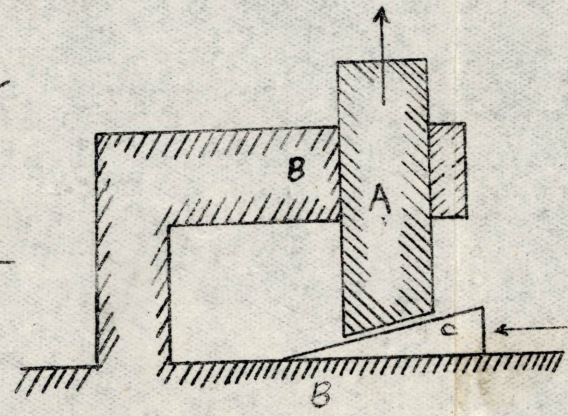
第4图  
Lever



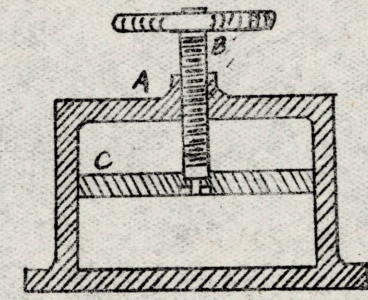
第5图  
Inclined plane



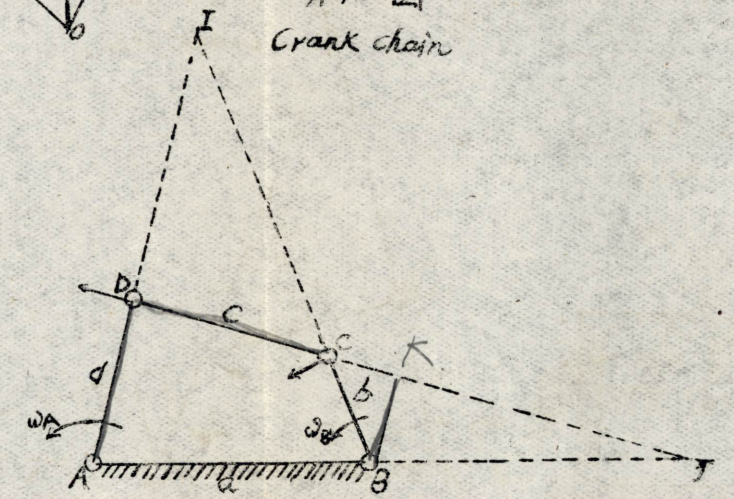
第7图  
Wedge



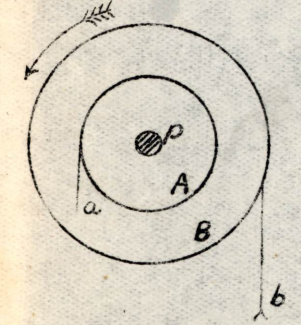
第8图  
Screw press



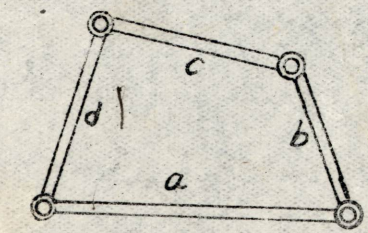
第10图  
Crank chain



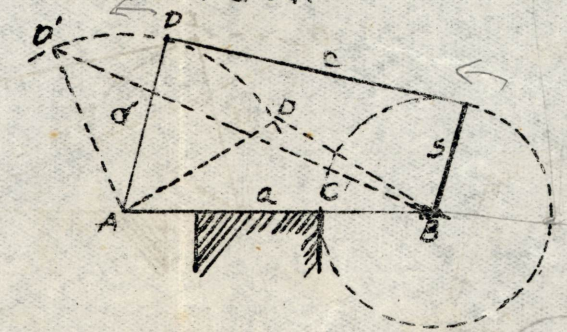
第6图  
Screw wheel and axle



第9图  
Crank chain

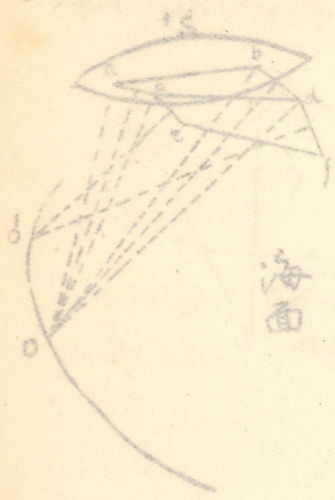


第11图  
Lever Crank chain



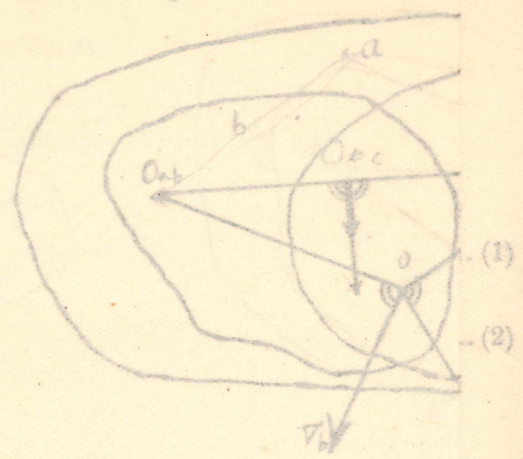
$8 = 6 + 3NF$

第1圖  
Instantaneous Center

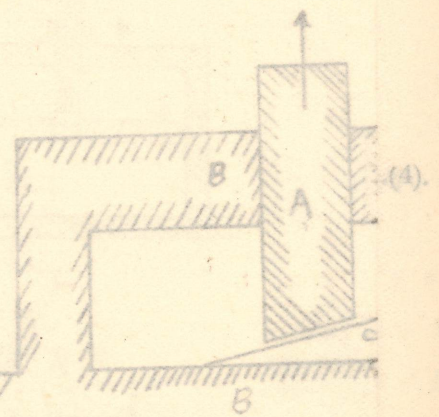


海面

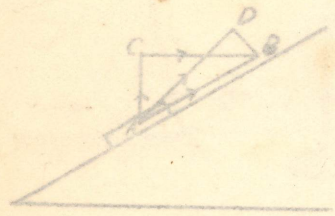
第2圖  
Instantaneous Center



第7圖  
Wedge (3)



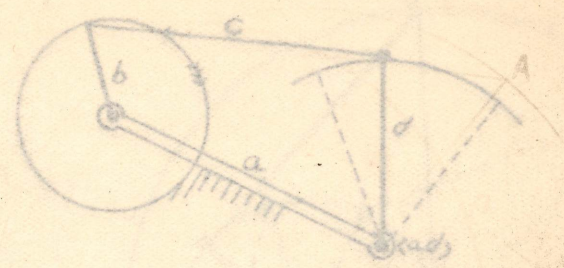
第5圖  
Inclined plane



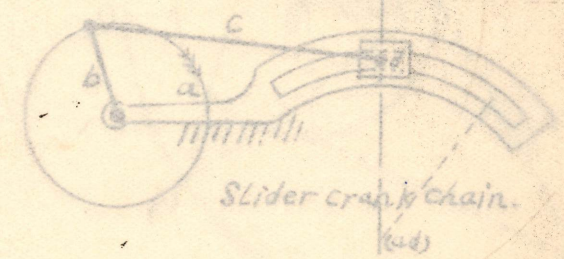
第6圖  
Screw wheel and axle



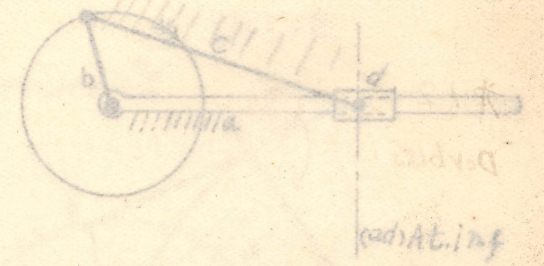
第14圖



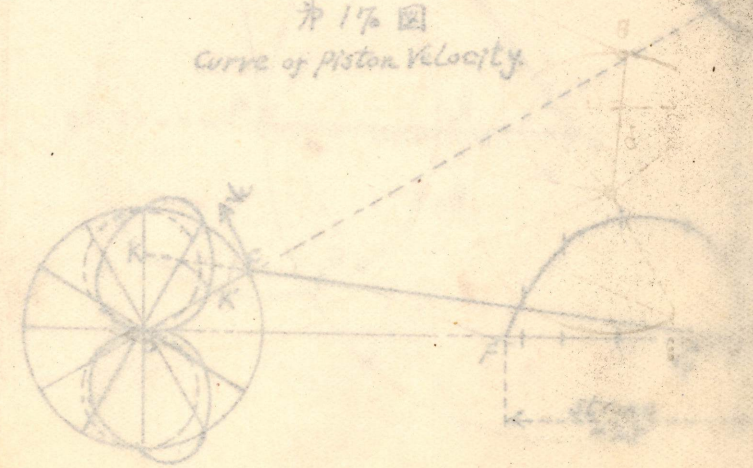
第15圖



第16圖

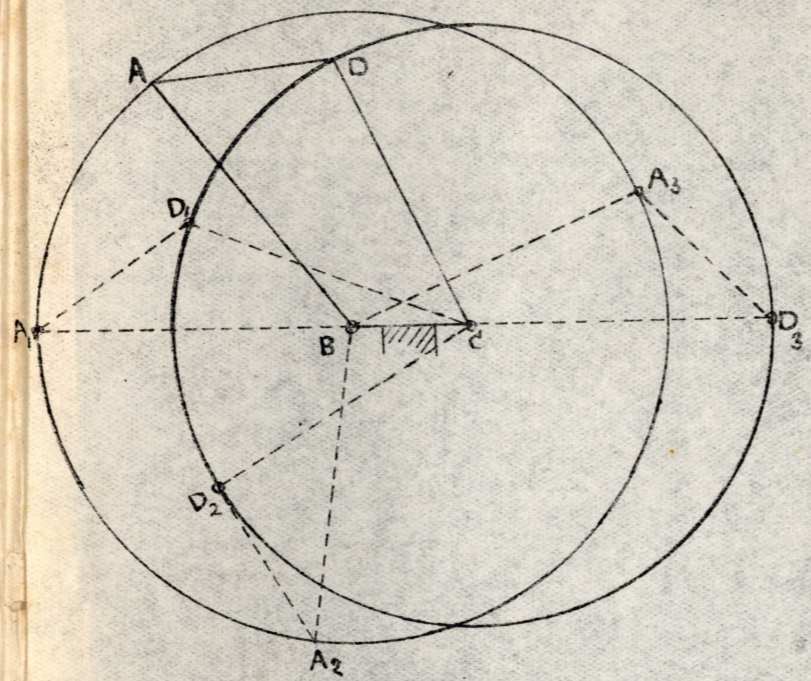


第17圖  
Curve of piston velocity

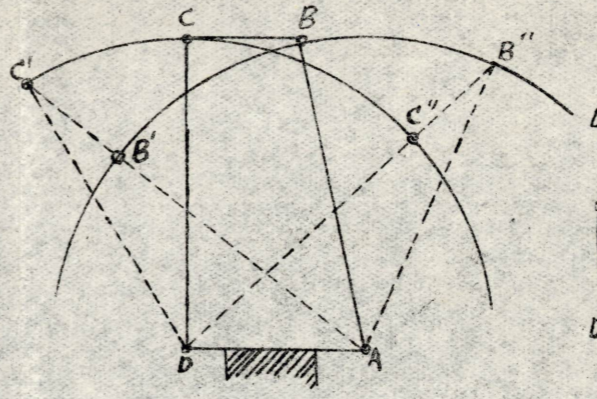


運動學

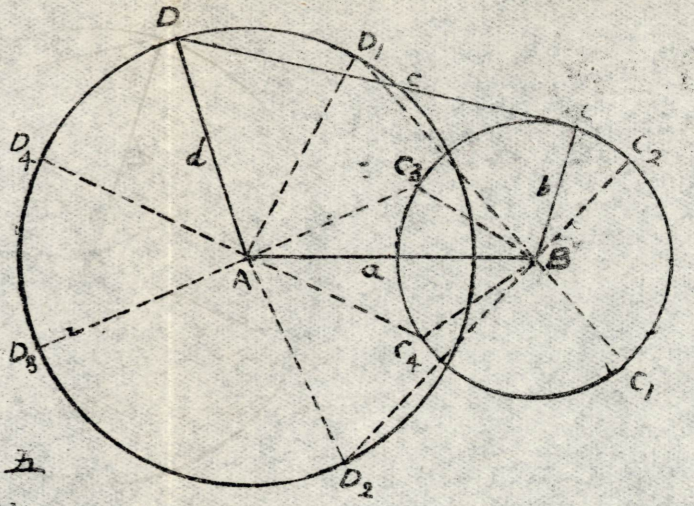
为12图一 Double Crank



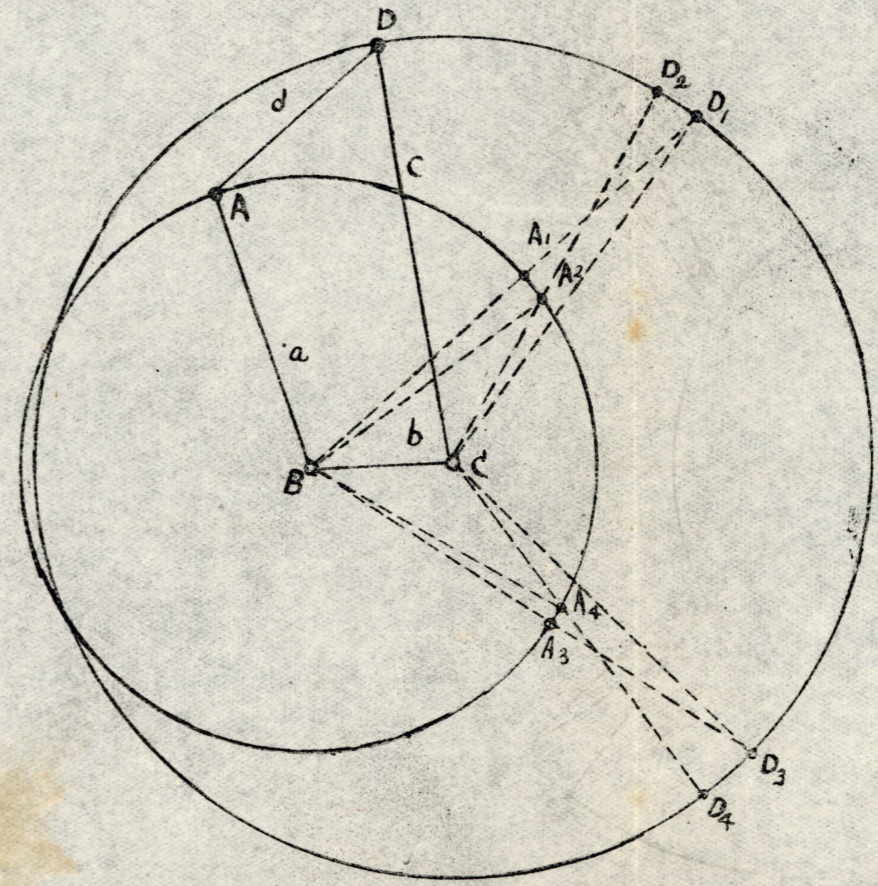
为12图二 Double Lever



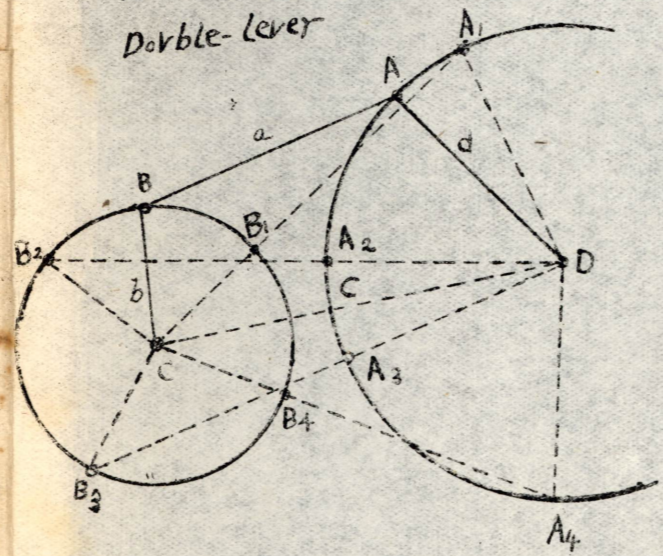
为12图三 Double Lever



为12图五 Double-lever



为12图四 Double-Lever



運動學