

海軍機關學校

機關術教科書應用力學
(機械運動學)

生徒第二學年



大正十一年八月



大正十一年八月

海軍機關學校長 平塚保

本書ニ依リ機關術ヲ修得スヘシ

第四版 大正十一年八月

教官 海軍機關中佐 川原 宏

第三版 大正八年六月

教官 海軍機關少佐 長野 安太郎

第二版 大正六年一月

教官 海軍機關大尉 木梨 律馬

第一版 大正二年十二月

教官 海軍機關少佐 太田 十三男

發行年月

本報發行所 海軍機關

大正十一年八月

海軍機關

應用力學

機械運動學目次

第一章 物體ノ運動	I
一、物體ノ運動	I
二、變位,速サ及ビ速度	I
三、強制運動	2
四、瞬心,心跡	3
五、必要ナル定理	4
六、瞬心ノ位置	5
第二章 機械運動學	6
七、機械及ビ機械裝置	6
八、對,組子,初等對及ビ高等對	7
九、初等對ノ種類	7
一〇、運動連鎖及ビ「リンク」	7
一一、初等對ヨリ成ル機械	8
一二、速度比,角速度比	8
第三章 曲肱連鎖及ビ螺旋連鎖	9
一三、曲肱連鎖	9

	頁
一四、運動連鎖ノ轉換	10
一五、曲肱連鎖ノ種類	10
一六、滑動曲肱連鎖	13
一七、曲肱機械ノ吸鏢速度、—圖解法	13
一八、曲肱機械裝置ノ變形シタル急退裝置	13
一九、曲肱機械裝置ノ轉換	15
二〇、複滑曲肱連鎖	16
二一、「ラブソン」式舵取裝置	18
二二、變換點及ビ思案點	19
二三、螺旋連鎖	19
二四、運動連鎖ノ閉鎖法	20
第四章 摩擦車裝置及ビ齒車裝置	21
二五、轉觸及ビ滑動觸	21
二六、速度比一樣ナル摩擦車裝置	21
二七、滑動觸ノ速度比	23
二八、兩軸ノ角速度比ガ一樣ナル場合	25
二九、齒車	25
三〇、齒ノ形狀	26
三一、擺齒	26
三二、複擺齒	27
三三、伸開齒	29
三四、齒車諸部ノ名稱	29
三五、齒車接觸點ノ動跡	31
三六、齒車ノ Obliquity of Action.	32

	頁
三七、齒車ニ於ケル齒ノ最少數	32
三八、伸開齒ト、擺齒トノ比較	32
三九、齒板及ビ兒齒車	34
四〇、環狀齒車	35
四一、段齒車及ビ斜齒齒車	35
四二、斜齒車	37
四三、斜齒車ノ齒ノ外形	38
四四、正斜齒車	38
四五、筋違齒車	38
四六、螺旋齒車	39
四七、螺齒棒及ビ螺齒車	40
四八、速度比一樣ナル車裝置ノ摘要	41
第五章 車聯裝置	43
四九、車聯裝置	43
五〇、中間車及ビ複車	43
五一、車聯裝置ニ於ケル軸ノ回轉方向及ビ速度係數	43
五二、外擺車聯裝置	45
五三、復原聯裝置	46
第六章 調革裝置, 綱裝置, 鏈裝置及ビ 十字自在關節	48
五四、剛體ナラザル「リンク」ヲ含ム運動連鎖	47
五五、調革裝置	48
五六、輪掛調革及ビ千鳥掛調革	49

	頁
五七、角速度比	49
五八、段滑車或ハ錐形滑車	50
五九、調革ノ移動	51
六〇、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	52
六一、綱装置及ビ鏈装置	52
六二、十字自在關節	53
第七章 歪輪装置	54
六三、歪輪	54
六四、受働子ガ所要ノ往復運動ヲ起スニ必要 ナル歪輪ノ形狀	55
六五、受働子ガ所要ノ搖動運動ヲ起スニ要ス ル歪輪ノ形狀	58
六六、受働子ノ運動	58
第八章 曲肱機械運動學	59
六七、吸鏢變位	59
六八、吸鏢ノ速度	60
六九、吸鏢ノ加速度	62
七〇、吸鏢加速度ノ値及ビ線圖	63
七一、吸鏢加速度ヲ作圖ニ依リテ求ムル方法、 ——「クライン」氏ノ法	64
七二、接合棒ノ角速度及ビ角加速度	66
EXERCISES	98



應用力學

機械運動學

Kinematics of Machine.

第一章

物體ノ運動

Motion of a Body

一、物體ノ運動、

Motion of a Body.

或ル物體ガ他ノ物體ニ對シテ其ノ相對位置ヲ變シタルトキ、其ノ物體ハ他ノ物體ニ對シテ運動シタリト云フ、

Relative position.

第一ノ物體ガ第二ノ物體ニ對シテ運動シツツアルトキハ、逆ニ第二ノ物體ガ第一ノ物體ニ對シテ反對ニ運動シツツアリト考フルモ可ナリ、

二、變位、速サ及ビ速度、

Displacement, Speed and Velocity.

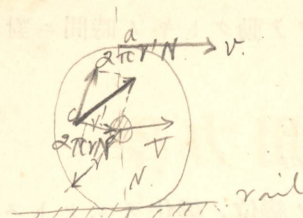
物體ガ他ノ物體ニ對シテ運動シツツアルトキ或ル瞬時ニ於ケル相互ノ距離ヲ其ノ物體ノ變位ト稱ス、

變位ハ大サト方向トヲ有ス單位時間ニ物體ノ位置ノ變ズル割合ヲ速サト稱シ、其ノ方向ヲモ考フルトキハ之ヲ速度ト云フ、

Speed.


Velocity.

R.P.M. = N
 $v = 2\pi rN$ (relative to axel)
 $V = 2\pi rN$



vel. of a relative to rail?
 1. " a " ?
 2. " b " ?
 3. " c " ?

ans. $\begin{cases} 1. 2\pi rN \\ 2. 2\pi rN \\ 3. 2\pi rN \end{cases}$



一點ガーツノ曲線ニ沿フテ動クトキ t 時間ニ對スル變位ノ變化ヲ s トスレバ

$$\text{速サ} = \frac{ds}{dt}$$

又直交坐標ニテ t 時間ノ變位ノ變化ヲ x, y トスレバ其ノ瞬間ニ於テハ

$$x \text{ 方向ノ速度 } v_x = \frac{dx}{dt};$$

$$y \text{ 方向ノ速度 } v_y = \frac{dy}{dt};$$

$$\text{速度 } v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2};$$

ニシテ方向ハ x 軸ト $\tan^{-1} \frac{dy}{dx}$ ナル角ヲナス、

三、強制運動、(拘束運動)

Constrained Motion.

一定ノ法則ニ從フ物體ノ運動ヲ強制運動ト云フ、

Constrained motion.

例ヘバ汽車ガ軌道ニ沿ヒテ走り、桌上ニテ箱ヲ滑ラスガ如シ、強制運動ノ場合ニハ物體ヲ進マシムル力ノ外ニ強制ニ必要ナル力ヲ要ス、汽車ガ軌道ニ沿フテ曲ルトキニハ軌道ヨリ相當ノ力ヲ受ケ、又箱ガ桌上ヲヒルトキハ其ノ重量ニ等シキ反作用ヲ卓ヨリ受クルガ如シ、

強制運動ノ中殊ニ必要ナルモノヲ列記スレバ

(1) 平面運動、

Plane motion.

物體中ノ任意ノ一平面ガ常ニ同一平面ニ沿フテ運動スルヲ云フ、

強制運動

- (1) 平面運動
- (2) 直線
- (3) 迴轉
- (4) 螺旋
- (5) 球面

(2) 直線運動、
Rectilinear motion.

物體中ノ總テノ點ガ直線ニ沿フテ運動スルヲ云フ即チ平面運動ノ特別ノ場合ナリ、

(3) 回轉運動、
Rotary motion.

物體中ノ總テノ點ガ或ル一直線上ニ中心ヲ置キ、其ノ直線ヲ法線トスル平面内ニ圓周ニ沿ヒテ運動スルヲ云フ、其ノ直線ヲ回轉軸ト稱ス、
Axis of rotation.

回轉運動ハ平面運動ノ特別ノ場合ナリ、

(4) 螺旋運動、
Helical motion.

回轉運動ト其ノ回轉軸ニ平行ナル直線運動トノ聯合シタルモノヲ云フ、

(5) 球面運動、
Spherical motion.

物體中ノ各ノ點ガ一定點ヲ中心トスル球面ニ沿フテ運動スルヲ云フ、若シ球ノ半徑ガ無限大トナルトキハ平面運動トナル、

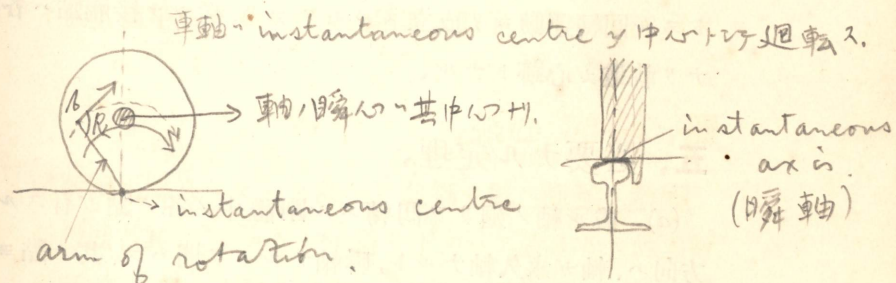
四、瞬心、心跡、

Instantaneous Centre, Centrede.

物體ノ運動ハ或ル瞬時ニハ或ル一ツノ直線ヲ回轉軸トスル回轉運動ナリト考フルコトヲ得ルモノニシテ、其ノ回轉軸ヲ瞬軸ト稱シ、瞬軸ト、運動ノ平面トノ交點ヲ瞬心ト稱ス、物體中ノ一點ヨリ瞬軸ヘノ垂線距離ヲ回轉ノ腕ト名ヅク、
Instantaneous axis
Instantaneous centre.
Arm of rotation.

直線運動ハ瞬軸ガ無限ノ遠距離ニアルモノ、換言スレバ回轉ノ腕ガ無限大ナル場合ナリト考フルコトヲ得、

又物體ノ運動ガ純然タル回轉運動ナルトキハ瞬軸ハ回轉ノ軸ト同一トナリ、常ニ一定ノ位置ヲ取レドモ、其ノ他ノ場合ニハ各瞬



車軸ハ instantaneous centre ヲ中心トシテ迴轉ス。

軸ノ瞬心ハ其中心ナリ。

instantaneous centre

arm of rotation.

instantaneous axis (瞬軸)

時ニ於テ夫々異ナリタル瞬軸ヲ有スルコトナリ、惹テ運動ノ平面上ニ於ケル瞬心モ、各瞬時ニ於テ各異ナリタル位置ヲ取ルニ至ル、此ノ如クシテ得タル瞬心ノ軌跡ヲ^{Centroid}心跡ト呼ブ、

例ヘバ軌道上ヲ轉動スル車輪ノ運動ヲ考フルニ、車輪ハ車軸ニ對シテ回轉運動ヲナスト同時ニ、車軸ハ又直線運動ヲナス、從ツテ車輪ガ軌道ニ對スル運動ハ直線運動ト、回轉運動トヲ混交シタルモノナリ、

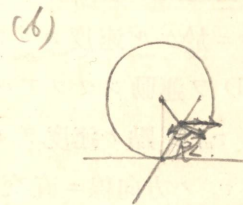
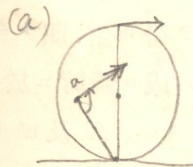
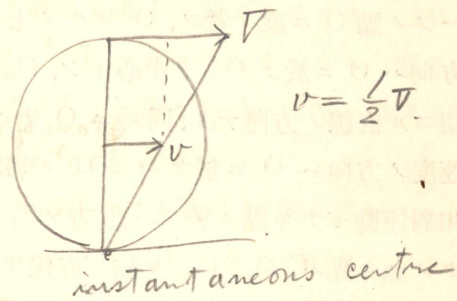
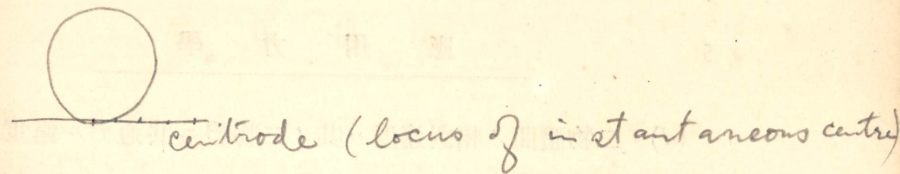
今ハリナキモノト假定ス、即チ車輪ノ周速度ト、車軸ノ進行速度トヲ同一ノモノトスルトキハ、車輪ノ周上ノ各點ガ軌道ト接觸シタル場合ニ於テハ軌道ニ對スル速度零トナリ、車輪上ノ凡テノ點ハ軌道ニ對シテ其ノ接觸點ヲ通り法線ヲ軸トシテノ回轉運動ト同一ノ運動ヲ爲ス、換言スレバ車輪ノ軌道ニ對スル運動ハ各ノ瞬時ニ於テ接觸點ヲ通り、且ツ其ノ運動ノ平面ニ於ケル法線ヲ瞬軸トスル回轉運動ヨリ成立スルモノナリ、從ツテ接觸點ハ各瞬心トナリ軌道ガ心跡トナル、

五、必要ナル定理、

(a) 或ル軸ノ廻リヲ回轉スル剛體中ノ各ノ點ガ有スル速度ノ方向ハ、軸ガ永久軸ナルト、瞬軸ナルトヲ問ハズ、其ノ點ヨリ回轉ノ軸ニ下セル垂線ニ直角ナリ、
永久軸ノ回轉運動の場合、

(b) 永久軸ナルト、瞬軸ナルトヲ問ハズ任意ノ軸ノ廻リヲ回轉スル物體中ノ一點ヨリ其ノ點ノ運動ノ平面内ニ於テ、其ノ點ノ運動ノ方向ニ垂直ニ引ケル線ハ必ズ回轉ノ軸ニ交叉ス、
permanent axis.

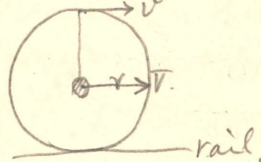
(c) 或ル二物體ガ第三ノ物體ニ對シテ夫々相等シキ相對速度ヲ有スルトキ、其ノ二物體ノ相對速度ハ零ナリ、



(c) R.P.M. = N

$v = 2\pi r N$

$v = 2\pi r N$



(d) 二物體間ノ相對速度ハ其ノ二物體ニ共通ナル速度ノ變化アルモ變ルコトナシ、

(e) 相互ニ相當ノ相對速度ヲ以テ動キツツアル三物體ノニツ宛取リタルトキノ三個ノ瞬心ハ一直線上ニアリ、

「第1圖」ニ於テ a ト、 b トノ相對運動ノ瞬心ヲ O_{ab} トシ a ト、 c トノ相對運動ノ瞬心ヲ O_{ac} トスレバ、 b ト、 c トノ相對運動ノ瞬心ハ O_{ab} ト、 O_{ac} トヲ結ブ直線ノ上ニ在リ、

一ツノ點 O ニ就テ考フ、 O ヲ b ノ上ノ點ト考フレバ其ノ速度ノ方向ハ O ニ於テ O_{ab} ヲ中心トシ、 $O_{ab}O$ ヲ半徑トスル圓 IOI ニ切スル直線ノ方向ナリ、同様ニ O ヲ c ノ上ノ點ト考フレバ、其ノ速度ノ方向ハ O ニ於ケル $2O2$ ノ切線ノ方向ナリ、 b ト、 c トノ相對運動ガナキ點ニ於テハ、雙方ノ點ノ速度同方向ナルヲ要ス、斯クノ如キ點ハ、 O_{ab} 、 O_{ac} ヲ結ブ直線以外ニアルベカラズ、

六、瞬心ノ位置、

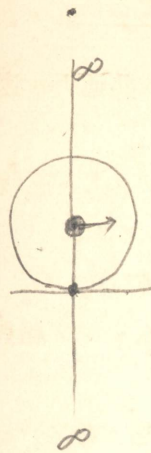
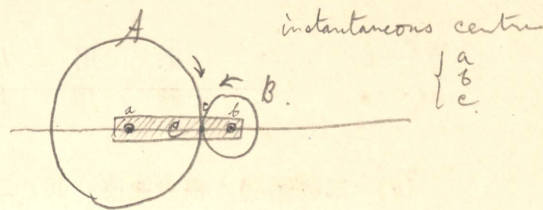
物體ガ平面運動中或ル瞬心ノ位置ハ、其ノ物體中ノ任意ノ二點ノ其ノ瞬時ニ於ケル速度ヨリ見出スコトヲ得可シ、即チ今「第2圖」ニ於テ D ヲ運動シツツアル一物體トシ、或ル瞬時ニ於ケル A 點ノ速度ヲ v_a 、 C 點ノ速度ヲ v_c トスルトキハ、 A 及ビ C ヲ通リ v_a 及ビ v_c ノ方向線ニ直交シテ引キタル二線ノ交點 O ハ其ノ瞬心ナラザルベカラズ、

而シテ「第2圖」ノ如キ場合ニ於テハ、

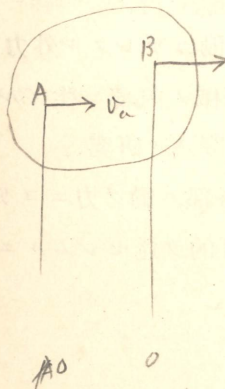
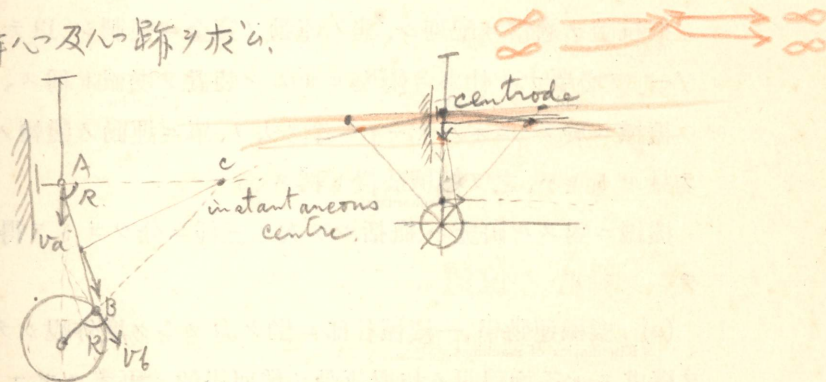
$$D \text{ノ角速度} \quad \omega = \frac{v_a \cdot AO}{AO^2} = \frac{v_c}{CO};$$

$$B \text{ノ速度} \quad v = \omega \overline{BO}.$$

Exercise.



瞬心及ハ心跡ヲ示ス。

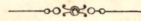


$$\omega = \frac{v_a}{AO} = 0 \quad \text{即チ直線運動}$$

$$AO = \infty$$

第二章

機械運動學



七、機械及ビ機械装置、

Machine, Mechanism.

抵抗體ヲ適當ニ配列シ、其ノ運動ヲ完全ニ強制シ、以テ「エネルギー」ヲ必要ナル仕事ニ變換セシムル装置ヲ機械ト稱ス、
Useful. Work Machine.

機械ニ於テ「エネルギー」ノ考ヲ去リ、單ニ運動ノ變轉ノミニ就テ見ルトキハ、之ヲ機械装置ト稱ス、
Mechanism.

機械ニ對スル研究ハ、概括シテ次ノ三種ニ分ツコトヲ得可シ、即チ

- (a) 機械運動學、一機械各部ニ働ク力ヲ全ク度外視シテ單ニ之ヲ構成スル各物體間ノ相對運動ヲ幾何學的ニ研究スルコト、換言スレバ機械装置トシテノ研究、(機軸計畫、基礎ヲナス)
Kinematics of machines.
- (b) 機械力學、一機械ノ或ル部ニ働カサレタル外力、之ヲ構成スル部分ノ慣性、重量等ニヨリテ機械ノ内部ニ生ズル力ヲ考へ、其ノ結果タル「エネルギー」ノ變轉ニ關スル研究、
Dynamics of machines. Transformation
- (c) 機械計畫、一機械ヲ構成スル各部ニ働ク力ニヨリテ生ズル各部ノ内力及ビ歪ヲ研究シ所要ノ目的ヲ達セシムルニ必要ニシテ充分ナル形狀大サ等ヲ定ムルコト、
Design of machine parts. Stress and Strain.

machine --- カノ觀念ヲ入ル。
mechanism --- 仕事ノ觀念ヲ入ル。

Kinematics of machines = mechanism + 1/2 machine
= カノ仕事ノ觀念ヲ入ルニ研究ス。

Dynamics of machines = カノ仕事ヲ考へ入ルニ研究ス。

八、對、組子、初等對及ビ高等對、

Pair, Element of pair, Lower Pair and Higher Pair.

相互ニ一定ノ相對運動ヲノミナシ得ル如ク強制セラレタル二物體ノ一組ヲ對ト稱シ、其ノ各ヲ對ノ組子ト稱ス、

兩組子ガ面接觸ヲナス對ヲ初等對ト稱シ、線或ハ點接觸ヲナスモノヲ高等對ト稱ス、

九、初等對ノ種類、

初等對ニ屬スルモノヲ、次ノ三種トス、

(a) 滑動對、一初等對ニ於テーツノ組子ガ他ノ組子ニ對シテ直線運動ヲノミナシ得ルモノヲ云フ、

例ヘバ吸鏝ト筧、又滑金ト滑坐等ノ如シ、

(b) 回轉對、一初等對ニ於テ相互ニ回轉運動ノミヲナシ得ルモノヲ云フ、

例ヘバ滑頭栓ト裏金、曲肱栓ト裏金、軸ト軸承、推力軸鏝ト馬蹄片等ノ如シ、

(c) 螺對、一初等對ニ於テ相互ニ螺旋運動ノミヲナシ得ルモノヲ云フ、

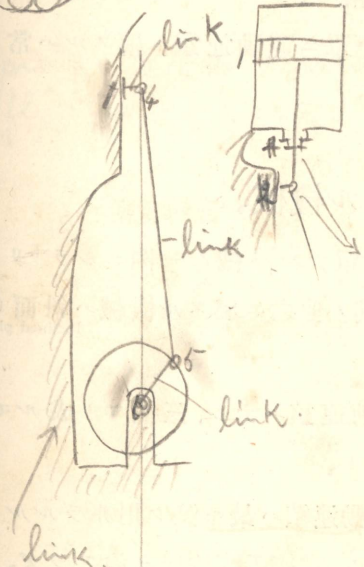
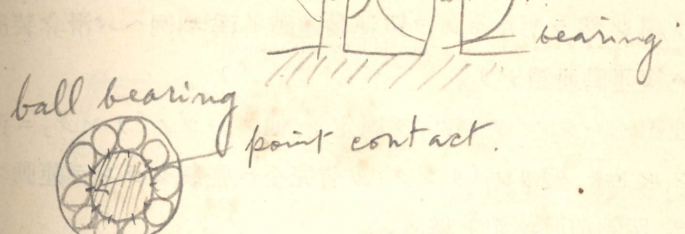
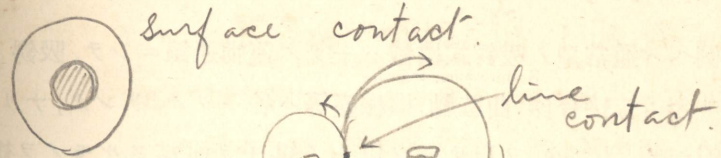
「ネービアー」舵取裝置ノ螺棒ト母螺等ノ如シ、

一〇、運動連鎖及ビ「リンク」、

Kinematic Chain. Link.

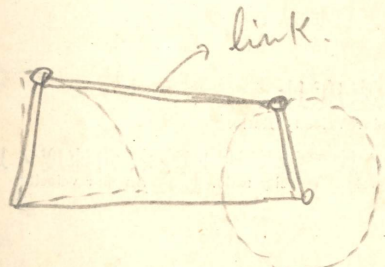
二ツ以上ノ對ヲ直列ニ連結シタル場合ニ於テ、一ノ對ノ一組子ト他ノ對ノ一組子トヲ連結スル材片ヲ「リンク」ト稱シ、「リンク」ニヨリ結合セラレタル對ノ一群ヲ運動連鎖ト呼ブ、

contact { surface " -- lower pair, line " " } higher pair, point " }



1. } sliding pair. 4. } turning pair. 5. } turning pair. 6. }

contact speed in piston + 100 + 100 不要! piston, guide, gland 等ノ一 等 + 100.



運動連鎖 (Kinematic chain)

例へば通常型ノ吸鋸式機械ハ一ツノ運動連鎖ニシテ、吸鋸 (棒
Reciprocating engine.
 フモ含ム)、接合棒、曲肱軸、機械臺等ハ各一ツノ「リンク」ナリ、

同一ノ「リンク」ヲ以テ三ツ以上ノ組子ヲ連結スルモノヲ複運
Compound
 動連鎖ト稱シ、然ラザルモノヲ單運動連鎖ト稱ス、例へば滑弁装置
kinematic chain. Simple kinematic chain.

ノ如キハ複運動連鎖ナリ、

運動連鎖ノ一ツノ「リンク」ヲ固定シ、他ノ一ツノ「リンク」ニ運
 動ヲ與フルトキ、残りノ「リンク」ガ皆完全ニ強制セラレテ運動ス
 ルモノヲ、閉鎖運動連鎖ト稱ス、
Closed kinematic chain.

〔注意〕 本編ニ於テ以下單ニ運動連鎖ト稱スルハ常ニ閉鎖運
 動連鎖ノコトナリトス、

一一、初等對ヨリナル機械、

槓杆 (第3圖) ハ最モ簡單ナル機械ノ一例ニシテ「リンク」AB
 ト栓 P トハ回轉對ナリ、其ノ他之ニ屬スル機械ハ斜面 (第4圖)
Inclined plane.

螺車地 (第5圖) 等ナリ、
Screw wheel and axle.

初等對二個ヨリ成ル運動連鎖ハナシ、三個ヨリ成ルモノハ楔、
Wedge,

螺旋壓搾機 (第6圖) 等ナリ、
Screw press.

初等對四個ヨリ成ル運動連鎖ハ最モ汎ク用井ラルルモノニシ
 テ、吸鋸式機械、「オールドハム」式接手等枚擧ニ違アラズ、
Reciprocating engine. Oldham's coupling.

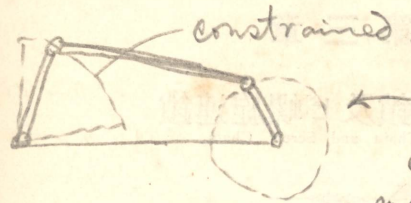
一二、速度比、角速度比、

Velocity Ratio. Angular Velocity Ratio.

機械ノ二點ノ線速度ノ比ヲ速度比ト稱シ、角速度ノ比ヲ角速度
Linear velocity. Velocity ratio. Angular velocity. Angular velocity

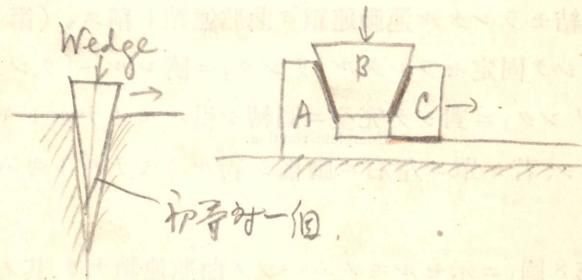
比ト云フ、
ratio.

Kinematic chain { simple "(=以上) elements の連鎖)
 compound "(=以上) elements の連鎖)
 例へば Gnome engine 等、
 滑弁装置。

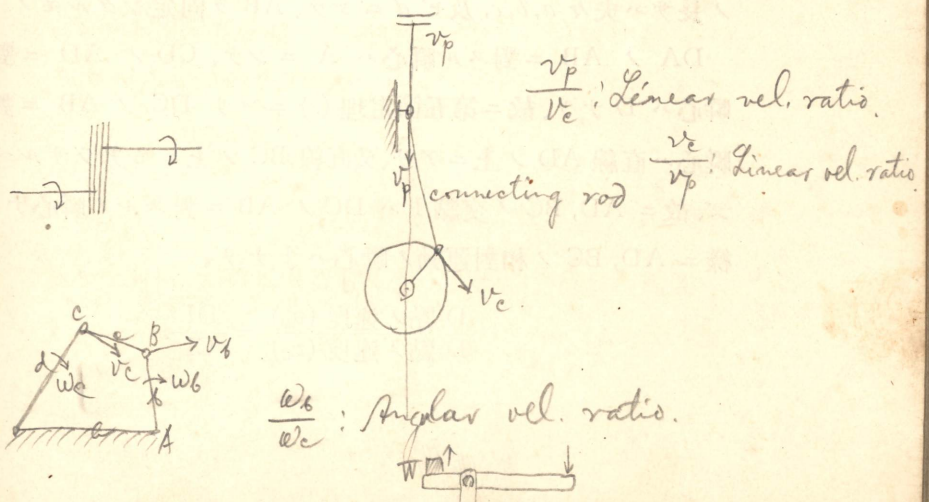


← Closed kinematic chain.
 closed 連鎖 (閉鎖連鎖) の
 mechanism ト云フ。

piston 等 槓杆ハ closed 連鎖。
 fly wheel 又ハ複連鎖 (曲肱、位置ノ異ナリ) 用。



楔子ト云フ。



第三章

曲肱連鎖及ビ螺旋連鎖
Crank Chain and Screw Chain.

一三、曲肱連鎖、
Crank Chain.

四本ノ「リンク」ガ互ニ平行セル軸ヲ有スル四個ノ回轉對ヲ以テ連結セラレタル運動連鎖ヲ曲肱連鎖ト稱ス、(第7圖)

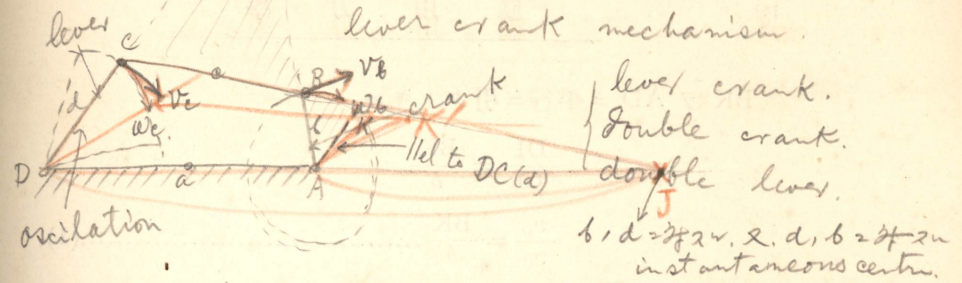
而シテ固定セラレタル「リンク」ニ隣レル「リンク」ニシテ、固定「リンク」ニ對シテ完全ニ回轉シ得ルモノナルトキハ、之ヲ曲肱ト稱シ、若シ單ニ左右ニ動搖シ得ルノミナルトキハ、之ヲ挺ト呼ブ、

「第8圖」ニ示セルモノハ一ツノ曲肱連鎖ナリ、其ノ各ノ「リンク」ノ長サハ夫々 $a, b, c,$ 及ビ d ニシテ、 AB ヲ固定シタルモノトス、 DA ノ AB ニ對スル瞬心ハ A ニシテ、 CD ノ AD ニ對スル瞬心ハ D ナリ、故ニ第五節定理 (e) ニヨリ DC ノ AB ニ對スル瞬心ハ直線 AD ノ上ニアリ、又直線 BC ノ上ニモアラザルベカラズ、故ニ AD, BC ノ交點 I ハ DC ノ AB ニ對スルノ瞬心ナリ、同様ニ AD, BC ノ相對運動ノ瞬心ハ J ナリ、

$$\therefore \frac{D \text{ 點ノ速度 } (v_D)}{D \text{ 點ノ速度 } (v_C)} = \frac{DI}{CI}$$

$I \times c, a = \frac{1}{2} \times 2\pi$ in instantaneous centre.

Crank chain (之ヲ induced mechanism 云フ)



linear vel. ratio = $\frac{v_B}{v_C} = \frac{\omega_B \cdot IB}{\omega_C \cdot IC} = \frac{IB}{IC} = \frac{AB}{AK} = \frac{d}{AK}$

angular vel. ratio = $\frac{\omega_B}{\omega_C} = \frac{v_B}{v_C} \times \frac{AC}{AB} = \frac{CD}{AK} = \frac{d}{AK} = \frac{DI}{AJ}$

$$\left[\begin{array}{l} \omega_B \cdot AB = v_B \quad \frac{v_B}{v_C} = \frac{b}{AK} \\ \omega_C \cdot CD = v_C \end{array} \right] \therefore \frac{\omega_B \cdot AB}{\omega_C \cdot CD} = \frac{b}{AK}$$

BKヲADニ平行ニ引クトキハ

$$\frac{DI}{CI} = \frac{BK}{b}$$

$$\frac{v_D}{v_C} = \frac{BK}{b} \dots\dots\dots(1).$$

$$\omega_a = \frac{v_D}{d}; = A \text{ 點ニ對スル } DA \text{ ノ角速度}$$

$$\omega_b = \frac{v_C}{b}; = B \text{ 點ニ對スル } CB \text{ ノ角速度}$$

$$\therefore \frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{v_D}{d} \times \frac{b}{v_C} = \frac{BK}{b} \times \frac{b}{d} = \frac{BK}{d}.$$

DCト、ABトノ交點ヲJトスレバ

$$\frac{BK}{d} = \frac{BJ}{AJ};$$

$$\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{BJ}{AJ} \dots\dots\dots(2).$$

此レニ由リテ DA 及ビ CB ノ角速度比ハ、其ノ二「リンク」ノ相對運動ノ瞬心ヨリ、其ノ「リンク」ノ固定點迄ノ距離ニ反比例ス、

一四、運動連鎖ノ轉換、

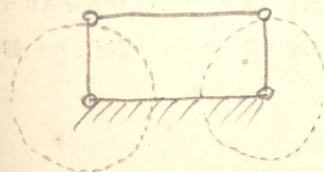
Inversion of Kinematic Chain.

運動連鎖ニ於テハ何レノ「リンク」ヲ固定スルモ、各「リンク」間ノ相對運動ハ變ズルコトナキモ、固定スベキ「リンク」ヲ變更シタルタメ種々ナル形式ノ機械裝置ヲ生ズ、此ノ變更ヲ運動連鎖ノ轉換ト稱ス、

一五、曲肱連鎖ノ種類、

Inversion of Crank Chain.

平行曲肱、——相對スル「リンク」ノ長サガ互ニ相等シキモノヲ云フ、



平行曲肱ノ場合ヲ除キ曲肱連鎖ハ其ノ轉換ニヨリテ、次ノ三種トナル、

雙曲肱、——曲肱トナリ得ベキ「リンク」二本ヲ有スルトキ、
Double crank.
 (第10圖)(第13圖ノ二)

挺曲肱、——一ハ挺、一ハ曲肱トナルトキ、(第9圖)(第13圖ノ一)

雙挺、——二個トモ挺ナルトキ、(第11圖)(第12圖)
Double lever.

要スルニ曲肱連鎖ニ於ケル雙曲肱、挺曲肱、雙挺等ノ差違ハ各「リンク」ノ長短ト固定「リンク」ノ關係即チ連鎖ノ轉換ニヨリ生ズルモノナリ、

「第9圖」ニ於ケル ABCD ナーノ曲肱連鎖トシ各「リンク」ノ長サヲ夫々 $a, b, c,$ 及ビ d トス、

若シ b ナ最短「リンク」トシ

$$a + b < c + d;$$

$$b + c < a + d;$$

ナル長サノ關係ヲ有スルトキハ、「リンク」CB ハ曲肱トナリ「リンク」AD ハ AD' 及ビ AD'' ノ間ヲ振搖スル事トナル、之レ挺曲肱ナリ、

此ノ機械裝置ニ就テ各「リンク」ノ相對運動ヲ檢スルニ CB ハ AB ニ對シテ完全ナル回轉運動ヲナスノミナラズ、CD ニ對シテモ亦完全ニ回轉スルコト明ラカナリ、之ニ反シテ DA ハ AB ニ對シテ振搖スルノミナルト同時ニ CD ニ對シテモ亦振搖シ得ルノミナリ、從ツテ此ノ連鎖ヲ轉換シテ CD ナ固定スルトキハ、AB ナ固定シタルトキト少シモ異ルコトナク、依然挺曲肱ナリ、

BC ナ固定シタル場合、——最初ノ機械裝置ニ於テ AB 及ビ DC 共ニ、BC ニ對シテ完全ナル回轉ヲナスモノナリ、從ツテ BC ナ固定シタルトキハ雙曲肱トナル、(第10圖)

AD ナ固定シタル場合、——最初ノ機械裝置ニ於テ AD ハ CD 及ビ AB ニ對シテ單ニ振搖スルノミナリ、從ツテ其ノ「リンク」ナ固定スルトキハ雙挺トナル、即チ「第11

曲肱連鎖 { 平行連鎖曲肱 (parallel crank)
 雙連鎖曲肱 (double crank)
 挺曲肱 (lever crank)
 雙挺 (double lever)

圖」ニ示スガ如クニシテ CD ハ $\angle C'DC''$ ノ間チ、BA ハ $\angle B'AB''$ ノ間チ振搖スルノミナリ、

要スルニ曲肱連鎖ニ於ケル雙曲肱、挺曲肱又ハ雙挺等ノ差ハ各「リンク」ノ長サノ關係ヨリ生ズルモノニシテ「第 9 圖」ニ於テ b チ最短「リンク」トスルトキ

$$(a) \text{ 若シ } \begin{aligned} a + b &< c + d; \\ b + c &< a + d; \end{aligned}$$

ナルトキ a 又ハ c チ固定スルトキハ挺曲肱トナリ、 b チ固定スルトキハ雙曲肱、 d チ固定スルトキハ雙挺トナルコト、上ニ説明シタルガ如シ、

$$(b) \text{ 若シ } \begin{aligned} a + b &< c + d; \\ a + d &< b + c, \quad (\text{從ツテ } C \text{ が最大「リンク」}) \end{aligned}$$

ナルトキハ何レノ「リンク」チ固定スルモ、常ニ雙挺トナルコト「第 13 圖 (一)、(二) (三) 及ビ (四)」ノ如シ、

$$(c) \text{ 若シ特別ノ場合トシテ } \begin{aligned} a + b &< c + d; \\ a + d &= b + c; \end{aligned}$$

ノ如キ關係ヲ有スルトキ、之ガ轉換ニヨリテ得ラルベキ機械裝置ハ、(a) 項ニ於テ説明シタルモノト全ク同一ナリ、從ツテ (a) ノ特別ノ場合トスルノ必要ナキモ、本關係ハ又 (b) ノ特別ノ場合ト考フルコトヲ得可シ、即チ (b) ニ於ケルモノニ於テ b 又ハ c ガ少シク短縮スルカ、又ハ a 或ハ d ガ少シク伸長スルトキハ、本項ニ於ケルモノトナリ、同時ニ全部雙挺ナリシモノガ轉換ニヨリ雙曲肱及ビ挺曲肱ヲ各一個宛有スルモノトナル、

$$(d) \text{ 若シ } (c) \text{ 項ニ於テ論シタルモノ、即チ } \begin{aligned} a + b &< c + d; \\ a + d &= b + c; \end{aligned}$$

ニ於テ更ニ $a = b < c = d$;
ナル關係ヲ有スルコトヲモ得可シ、此ノ場合ニ於テハ「第 13 圖」ノ如キモノトナリ、同長ノ二「リンク」ハ何レチ固定スルモ得ラル可キモノハ全ク同一ナリ、從ツテ其ノ轉換モ二様アルノミナリ、

即チ同圖 (一) ニ示セルモノハ明ラカニ挺曲肱トナリ同圖 (二) ニ示セルモノハ雙

曲肱ナリ、但シ b ノ二回轉ニ對シ d ハ一回轉ヲナス如キモノトナル、

何レノ場合ヲ論ゼズ a ト、 b 及ビ c ト、 d トガ相重リタル場合ニ於テハ曲肱連鎖
ルノ特性ヲ失フコトモ亦明ラカナリ、

(e) 若シ $a + b = c + d$;

$a + d = b + c$;

ノ如キトキハ $a = c$; $b = d$;

所謂平行曲肱ノ裝置トナリ、何レヲ固定スルモ雙曲肱ノ裝置ヲ得可シ、

一六、滑動曲肱連鎖、

Slider Crank Chain.

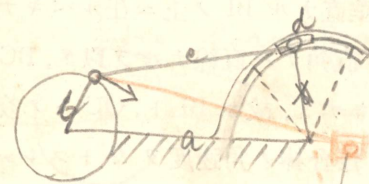
「第 14 圖」ニ示スガ如キ曲肱連鎖ノ一「リンク」ヲ去リ、之ニ代フ
ルニ其ノ「リンク」ノ長サヲ半徑トスル圓弧形ノ溝ヲ有スル板ヲ
以テシ、「第 15 圖」ニ示スガ如キモノトナスモ、「リンク」 c ノ右端ノ運
動ハ全ク前ト同一ナリ、從ツテ「リンク」 c 、 d 及ビ a 間ノ相對運動
ハ少シモ前ト異ナルコトナク、唯機械裝置ニ於テ前ニ a ト、 d ト
ハ回轉對ニテ連絡セラレ居リタルモノガ新裝置ニ於テハ滑動對
ノ變形シタルモノニヨリテ連結セラレタルノ差アルノミナリ、而
シテ a ニ切ラレタル溝ノ圓弧ノ半徑ガ漸々増大シテ遂ニ無限大
トナルトキハ、機械裝置ハ「第 16 圖」ニ示スガ如ク三個ノ回轉對
ト一個ノ滑動對トヲ四本ノ「リンク」ヲ以テ連結シタルモノヲ生
ズ、之ヲ滑動曲肱連鎖ト稱ス、

Slider crank chain.

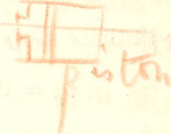
「第 16 圖」ノ滑動曲肱連鎖ノ a ナル「リンク」ヲ固定シタル場合
ハ之ヲ曲肱機械ト名ヅク、普通ノ吸鑿式機械 (蒸氣機械並ニ内火
式機械) ノ裝置是ナリ、

一七、曲肱機械ノ吸鑿速度、一圖解法、

「第 17 圖」ニ於テ曲肱ガ OC ノ位置ニアルトキ、 C ト滑頭 B ト



c, d : turning pair.
 a, d : sliding pair



(d 直線上ノ點トナリ)

ヲ結ビタル直線ガ軸ノ中心 O ヲ過リ行程線ニ直角ナル直線ト交ル點ヲ K トスレバ

$$\frac{\text{吸鑿速度 } (v_p)}{\text{曲肱栓ノ速度 } (v_c)} = \frac{OK}{OC}$$

ナル關係アリ、

[證明] 接合棒 BC ノ一端 B ノ運動ハ EO ニ沿ヘルヲ以テ、BC ノ瞬心ハ BO ニ垂直ナル BI ノ上ニ在ルベキナリ、又 OC ハ C ノ運動ノ方向ニ直角ナル直線ナルヲ以テ、BC ノ瞬心ハ OC ノ上ニモ在ルベキナリ、故ニ BI ト、OC トノ交點 I ハ接合棒 BC ノ瞬心ナリ、接合棒ノ角速度ヲ Ω トスレバ

$$v_p = BI \Omega, \quad v_c = CI \Omega$$

$$\therefore \frac{v_p}{v_c} = \frac{BI}{CI} = \frac{OK}{OC}$$

倍テ OC ノ上ニ $OK' = OK$ ニトリ、曲肱ノ各位置ニ就テ斯様ナル點 K' ヲ求ムレバ圖ニ示ス如キ圓ノ歪ミタル如キ曲線ヲ得、是レ曲肱栓ノ速度 v_c ガ一定ナルトキ曲肱ノ位置ニ對スル吸鑿速度ノ極式曲線ナリ、

Polar curve.

此ノ曲線ハ接合棒ノ長サ無窮大ナルトキニハ、點線ノ如ク曲肱半徑ヲ直径トスル二ツノ圓トナルベシ、

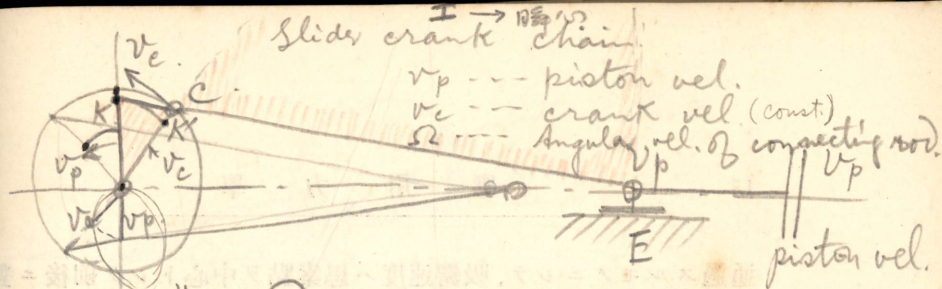
又 BI ノ上ニ $BK'' = OK'$ ナル如クトリ、斯クノ如キ K'' ノ軌跡 EK''F ヲ作レバ、是レ吸鑿位置ニ對スル吸鑿速度ノ直交軸式曲線ナリ、

Cartesian curve.

一八、曲肱機械裝置ノ變形シタル急退裝置、

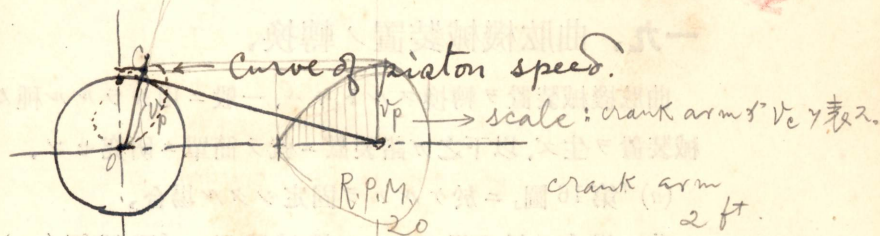
shaping machine = 急退裝置
Quick Return.

普通ノ曲肱機械ニ於テハ吸鑿ノ行程線ハ必ズ曲肱軸ノ中心ヲ



$$\frac{v_p}{v_c} = \frac{\Omega EI}{\Omega CI} = \frac{KO}{CO}$$

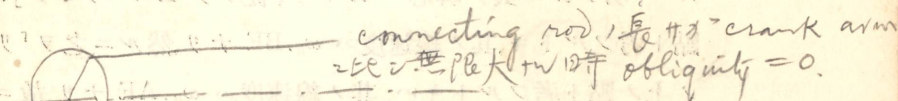
(CO = const. $0 \leq KO \leq OC$)
 $OK = OK'$



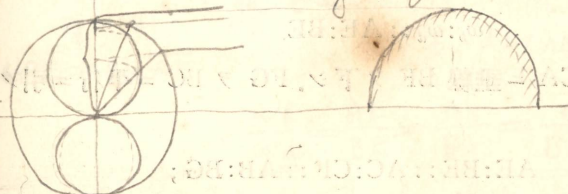
$$v_c = 2 \times 120 \times 2\pi \frac{\text{ft}}{\text{min}} = 480\pi \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

$$v_p = \dots \frac{\text{ft}}{\text{min}}$$

obliquity (斜動)



一般ニ $\text{length of connecting rod} = 2 \text{ crank arm.}$



通過スルモノニシテ、吸鑿速度ハ思案點ヲ中心トシテ前後ニ對稱トナリ、從ツテ其ノ線圖モ亦行程線ヲ對稱軸トナス、

然レドモ若シ曲肱軸心ガ行程線上ニアラザルトキハ吸鑿ノ前進速度ト、後退速度トハ對稱ヲ缺キ、「第18圖」ニ示スガ如キモノトナル、是レ一種ノ急退裝置トシテ用井ラルルモノナリ、

一九、曲肱機械裝置ノ轉換、

曲肱機械裝置ヲ轉換スルトキハ、一般ニ用井ラルル種々ナル機械裝置ヲ生ズ、以下之ガ諸裝置ニ就テ簡單ニ研究セン、

(a) 「第16圖」ニ於ケルcヲ固定シタル場合、

此ノ場合ニ於テ得ラルベキ機械裝置ハ、「第19圖(一)」ニ示スガ如キモノトナリ、之ガ實際ノ應用トシテハ、「第19圖(二)」ノ搖動機械或ハ同圖(三)ノ形削機械ノ急退裝置等アリ、

今「第19圖(一)」ニ就テ「リンク」b及ビdノ相對運動ヲ考フルニ、明ラカニ其ノ瞬心ハEナリ、從ツテEヲ「リンク」bノ上ノ點ト考フルトキ、其ノ線速度ハ $\omega_b \cdot BE$ ナリ、然ルニ之ヲ「リンク」dノ上ノ點ト考フルトキハ、其ノ線速度ハ $\omega_d \cdot AE$ ナリ、故ニEガb及ビdノ相對運動ノ瞬心ナルタメニハ

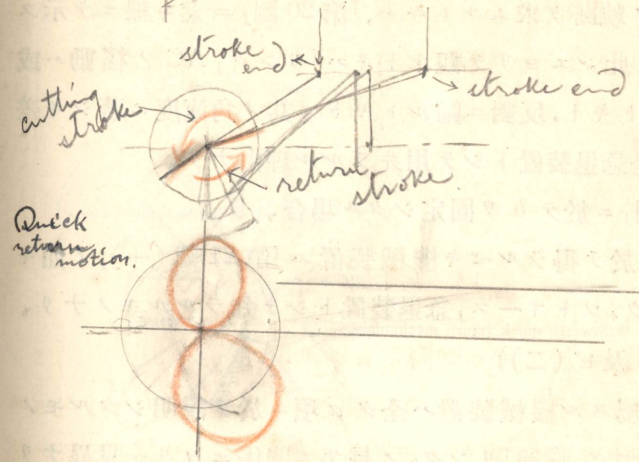
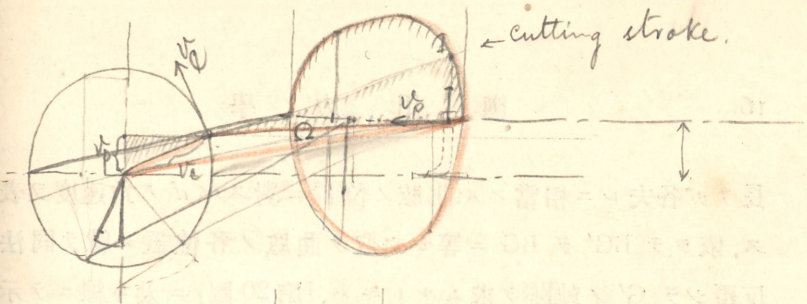
$$\omega_b \cdot BE = \omega_d \cdot AE;$$

$$\therefore \omega_b : \omega_d :: AE : BE.$$

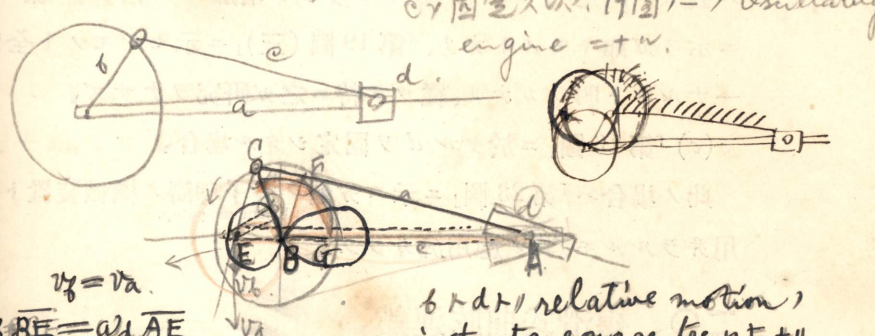
今BヨリCAニ垂線BFヲ下シ、FGヲBCニ平行ニ引クトキハ

$$AE : BE :: AC : CF :: AB : BG;$$

トナリ、bノ角速度ヲ長サBAニテ示ストキ、BGノ長サハdノ角速度ヲ表示ス、故ニ曲肱bノ角速度ヲ一様ナリトスレバ、BGノ



Piston 式 機 械



$$v_g = v_a$$

$$\omega_b \cdot BE = \omega_d \cdot AE$$

bトdトノ relative motion, instantaneous centre = Eナリ、

$$\frac{\omega_b}{\omega_d} = \frac{AE}{BE} = \frac{AB}{BG} = \frac{c}{BG}$$

Angular vel. of crank = c length.

Angular vel. of piston = BG

長サガ各夫レニ相當スル曲肱ノ位置ニ對スル d ノ角速度ヲ表示ス、依ツテ BG' ヲ BG ニ等シク取り曲肱ノ各位置ニ就テ同法ヲ反覆シテ G' ノ軌跡ヲ求ムルトキハ、「第20圖」ニ太キ線ニテ示ス如キ曲線ヲ得、此レニヨリテ觀ルトキハ「リンク」 AC ノ搖動ハ或ル方向ニ進ムトキト、反對ニ歸ルトキトニ其ノ角速度ニ著シキ差アルヲ見ル、是急退装置トシテ用井ラレル理由ナリ、

(b) 「第16圖」ニ於テ b ヲ固定シタル場合、(Gnome engine)

此ノ場合ニ於テ得ラルベキ機械装置ハ「第21圖(一)」ノ如キモノニシテ、「ウ」ツトオース急退装置トシテ知ラルルモノナリ、
Whitworth quick return mechanism.
(第21圖(一)及ビ(二))

此ノ部類ニ屬スル機械装置ハ全ク a 項ニ於テ説明シタルモノト異ナルコトナク、唯各「リンク」ノ長サノ關係ニヨリ一見異ナリタルモノノ如ク見ユルニ過ギズ、何トナレバ「第21圖(一)」ニ示ス装置ノ固定「リンク」ノ長サヲ少シク増加スルトキハ「第22圖」ニ示スガ如キモノトナリ、「第19圖(三)」ニ示セルモノト全然同一ナルコト明ラカナリ、從ツテ特ニ之ガ研究ヲナサズ、

(c) 「第16圖」ニ於ケル d ヲ固定シタル場合、

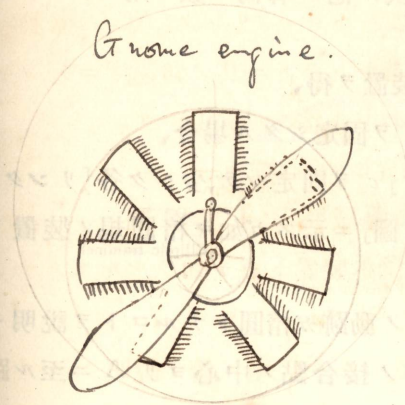
此ノ場合ハ「第23圖」ニ示スガ如ク振子唧筒ノ機械装置トシテ用井ラルルモ、其ノ應用汎カラズ、
Pendulum pump.

二〇、複滑式曲肱連鎖、

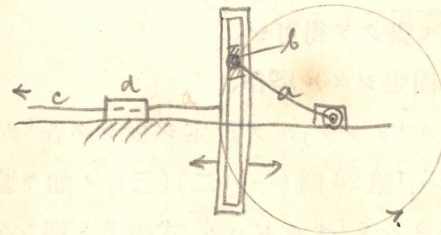
Double Slider Crank Chain.

曲肱連鎖ガ滑動曲肱連鎖ニ變ジタルト同一法ヲ更ニ滑動曲肱連鎖ニ施ストキハ、「第16圖」ニ示セル装置ハ「第24圖」ノ如キモノト變ジ、回轉對及ビ滑動對各二組ヲ四個ノ「リンク」ヲ以テ連結シタルモノヲ生ズ、之ヲ複滑曲肱連鎖ト稱ス、

Gnome engine.



a, d : turning pair.
 a, b : turning pair
 b, c : sliding pair
 c, d : sliding pair
(第2-16圖)



Elliptic trammel 隨圖規 (任意大, manhole 得)
Oldham's coupling

之ヲ曲肱機械裝置ト比較スルニ接合棒ノ長サガ無限ニ長クナ
リタルトキニ相當スルコト明ラカナリ、

此ノ裝置ハ「チリオン」式其ノ他ノ唧筒ニ數々用井ラルルヲ觀
ル、 *historical engine.*

更ニ之ヲ轉換シテ下ノ諸裝置ヲ得、

(a) 「第24圖」ノ「リンク」cヲ固定シタル場合、

「第24圖」ニ於ケル「リンク」cヲ固定シテ、少シク各「リンク」ノ
形狀ヲ變ズルトキハ、「第25圖」ニ示スガ如キ楕圓規ノ裝置トナ
ル、 *Elliptic trammel*

而シテ此ノ裝置ニ於テ A ノ動跡ガ楕圓トナルコトヲ説明セン
ニ、「リンク」aト、d及ビbトノ接合點ノ中心ヨリ Aニ至ル距離
ヲ各 m 及ビ n トシ、又 OX 及ビ OY ナル直角坐標軸ニ對スル A
ノ坐標ヲ (x, y) トスルトキハ

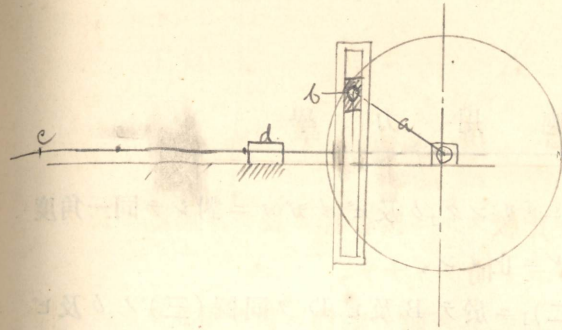
$$\frac{x}{m} = \cos \theta, \quad \frac{y}{n} = \sin \theta;$$

$$\therefore \frac{x^2}{m^2} + \frac{y^2}{n^2} = \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1.$$

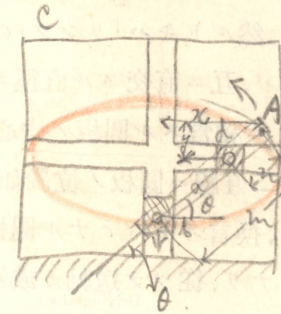
即チ A 點ノ動跡ハ 2m 及ビ 2n ヲ各長軸及ビ短軸トスル楕圓
ナルコト明ラカナリ、從ツテ m 及ビ n ニ適當ノ長サヲ與フルト
キ如何ナル楕圓ヲモ畫クヲ得可シ、

(b) 「リンク」aヲ固定シタル場合、

「第24圖」ニ於ケル「リンク」aヲ固定シ少シク各「リンク」ノ形
狀ヲ變化スルトキハ、「第26圖(一)(二)(三)」ノ如キ裝置トナル、
之一種ノ遊動接手ニシテ「オールドハム」式接手ト稱シ平行ナル二
軸間ニ同一ノ角速度ヲ以テ運動ヲ傳達スルニ用井ラルルモノナ
リ、 *Oldham's coupling.*



{ 2 turning pairs.
2 sliding pairs.



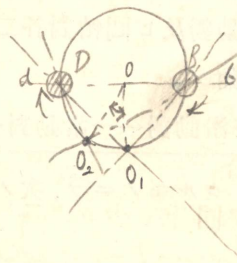
A 點ノ動跡ヲ表ス。
m, n 變ル事ニテ任意ノ
大サノ楕圓ヲ得。

$$\frac{x}{m} = \cos \theta$$

$$\frac{y}{n} = \sin \theta.$$

$$\frac{x^2}{m^2} + \frac{y^2}{n^2} = \cos^2 \theta + \sin^2 \theta = 1.$$

ハ A 點ノ動跡ヲ表ス。



link c 0'0, → 02 = +20° 半.

link d, ∠O1D02 支廻ル。而シテ

link b = ∠O1B02 支廻ル。 ∠O1D02 = ∠O1B02

即チ同一時間ニ b, d 同一角度ヲ廻ル。

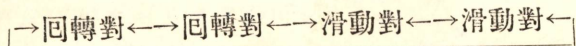
本装置ノ説明モ單ニ「リンク」 b 及ビ d が a ニ對シテ同一角度ヲ有スルコトヲ證スルニ止メン、

今「第26圖(一)(二)」ニ於テ B 及ビ D ヲ同圖(三)ノ b 及ビ d ナル軸ノ中心トス、然ルトキハ「リンク」 c ニ相當スル圓板ノ兩面ニ切ラレタル突起ハ、互ニ直交スル直徑ニ沿ヒテ作ラレタルヲ以テ、其ノ交點即チ c ニ相當スル圓板ノ中心 O ト B 及ビ D ノ中心トヲ夫々連結スル二直線ハ圓板ノ位置如何ニ關ラズ、常ニ直交スルコト明ラカナリ、換言スレバ c ナル圓板ノ中心ノ動跡ハ BD ヲ直徑トスル圓周トナリ、從ツテ送軸ガ或ル角度回轉スル間ニ遣軸モ全ク同一ノ角度ヲ回轉スルコトトナル結果、同一線上ニアラザル二平行軸ノ一方ヨリ他方ニ同一ノ角速度ヲ傳フルコトヲ得ルモノナリ、

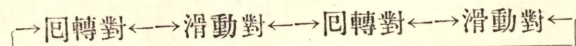
[注意] 「第24圖」ニ於テ b ヲ固定シタル場合ハ d ヲ固定シタルトキト全ク同一ナルヲ以テ省略ス、

二一、「ラブソン」式舵取装置、*Steering gear*
Rapson's Slide.

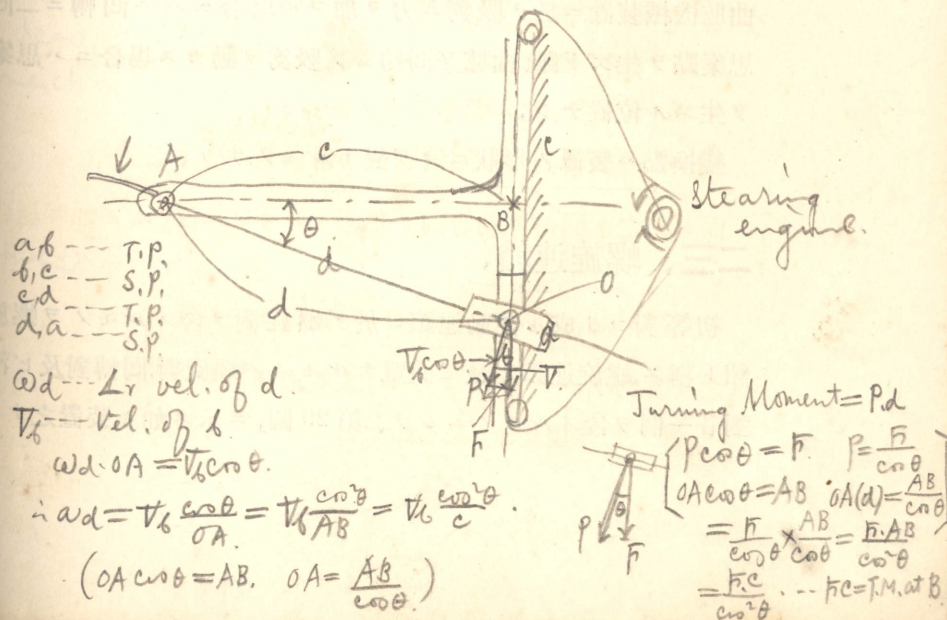
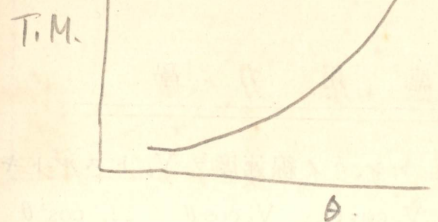
上述セル複滑曲肱連鎖トハ、滑動對及ビ回轉對各二組ヲ連結シタルモノニシテ、其ノ順序ハ次ノ如シ、



而シテ之ト同一ノ初等對ヲ集メタルモノニテ、次ノ如キ場合アリ、



之ガ實例トシテハ「ラブソン」式舵取装置アリ、「第27圖」ニ之ヲ示ス、其ノ角速度比ハ、次ノ如シ、



舵柄ノ角速度ヲ ω_a トシ、 b ノ線速度ヲ V_b トスルトキハ

$$\omega_a = \frac{V_b \cos \theta}{AO} = \frac{V_b \cos \theta}{\frac{AB}{\cos \theta}} = V_b \frac{\cos^2 \theta}{AB}$$

二二、變換點及ビ思案點、
Change point and Dead Point.

或ル運動連鎖ニ於テハ運動中或ル位置ニ達スルトキ、「リンク」ノ運動ノ強制不完全トナリ、自ラ他ノ機械装置ニ變換スル場合アリ、此ノ位置ヲ變換點ト稱ス、例ヘバ「第28圖」ニ就テ平行曲肱ノ四ノ「リンク」ガ一直線ヲナストキハ、點線ニテ示ス如キ變換ヲナシ平行曲肱ニ非ラザルモノヲ生ズルガ如シ、

又機械装置ニ於テ或ル位置ニ達スルトキ、或ル「リンク」ハ運動ヲ起スカニ全ク反對スル如キ場合アリ、此ノ位置ヲ思案點ト稱ス、例ヘバ曲肱機械ニ於テ肱曲腕ガ行程線ニ一致スル如キ場合はナリ、

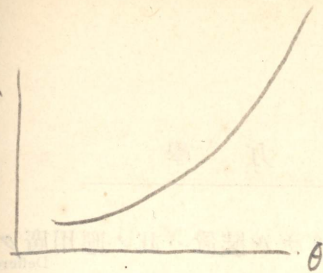
思案點ハ運動力ノ加ヘラレル「リンク」ニヨリテ異ナル、例ヘバ曲肱機械装置ニ於テ吸錨ニ力ヲ加フル場合ニハ一回轉ニ二回ノ思案點ヲ生ズト雖、曲肱ヲ回轉シテ吸錨ヲ動カス場合ニハ思案點ヲ生ズル位置ナシ、

變換點ハ裝置ノ形狀ニヨリ異ナルモノナリ、

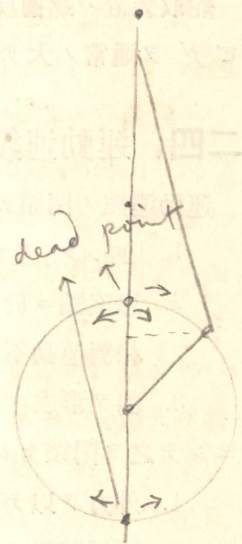
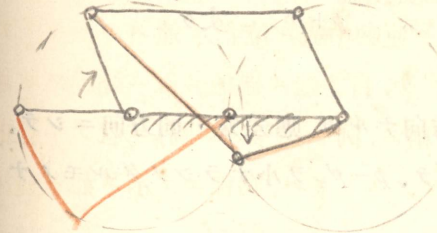
二三、螺旋連鎖、
Screw Chain. → link / screw pair 2 4 2 4

初等對ヨリ成ル運動連鎖ニ於テ螺旋對ヲ含メルモノヲ螺旋連鎖ト稱ス、螺旋連鎖ノ最モ簡單ナルモノハ螺旋對、回轉對及ビ滑動對各一個ヲ含メルモノニシテ、「第29圖」ニ示ス如キ裝置之ナリ、

J.M.



change point.



dead point mechanism + this is a 2+2 mechanism + 2+2.

螺旋對二個ト、滑動對一個ヨリナル装置ハ其ノ應用廣ク應差螺、
Differential screw.
 (第30圖)舵取装置(第31圖)等ハ之ガ例ナリ、

「第30圖」ニ於テ螺齒 c 及ビ c' ノ節ヲ夫々 p 及ビ p' トスレ
 バ一回轉スル間ニ a, b 間ノ距離ハ

螺齒ガ同方向ナルトキ $p-p'$ 丈ケ

„ „ 反對 „ „ „ $p+p'$ 丈ケ

變化ス、

舵取装置ハ螺齒反對方向ナルガ、應差螺ハ同方向ニシテ、 p 及
 ビ p' ヲ通常ノ大サトシテ、 $p-p'$ ヲ小ナラシメタルモノナリ、

二四、運動連鎖ノ閉鎖法、

運動連鎖ノ閉鎖ガ不完全トナル原因ハ

1. 「リンク」及ビ對ノ數ニ過不足アルトキ、
2. 思案點ニ於テ連鎖運動不可能トナルカ又ハ變換點ニ於テ
 相對運動不定トナルトキ、
3. 對ヲ形成スル組子ノ形狀不完全ナルトキ、

ニシテ之ヲ閉鎖セシムル爲メニ用ヒラルル普通ノ方法ハ

1. 外力ヲ以テスルコト、
2. 機械装置ヲ重複スルコト、
3. 新シキ對又ハ「リンク」ヲ附加スルコト、

等ナリ、

章 四 第 二

知 英 事 典 支 那 英 事 典
and the Chinese-English dictionary

操 向 船 二 式 離 離 五 二
操向船二式離離五二

船 時 々 操 向 船 二 式 離 離 五 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二

操 向 船 二 式 離 離 五 二 六 二
操向船二式離離五二六二

操 向 船 二 式 離 離 五 二 六 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二 六 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二 六 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二 六 二
 操 向 船 二 式 離 離 五 二 六 二

Prof. Kudo

第四章

摩擦車装置及ビ齒車装置 Friction Gearing and Toothed Gearing.



二五、轉觸及ビ滑動觸、

Rolling Contact and Sliding Contact.

ニツノ物體ノ觸接トハ、其ノ點ニ於ケル各ノ物體ノ外廓ノ切線ガ相互ニ合スルヲ云フ、

$v = \omega r$

轉觸トハ刻々ニ二物體ノ新ラシキ點ガ觸接シテ回轉シ行クヲ謂ヒ二物體ノ相觸接セル二點間ニハ少シモミナク又其ノ二點ノ切線方向ノ速度ハ相等シ、

滑動觸トハ一方ノ同一點ガ他方ノ新ラシキ點ニ觸接シテミナリ行クヲ謂フ、

二六、速度比一樣ナル摩擦車装置、

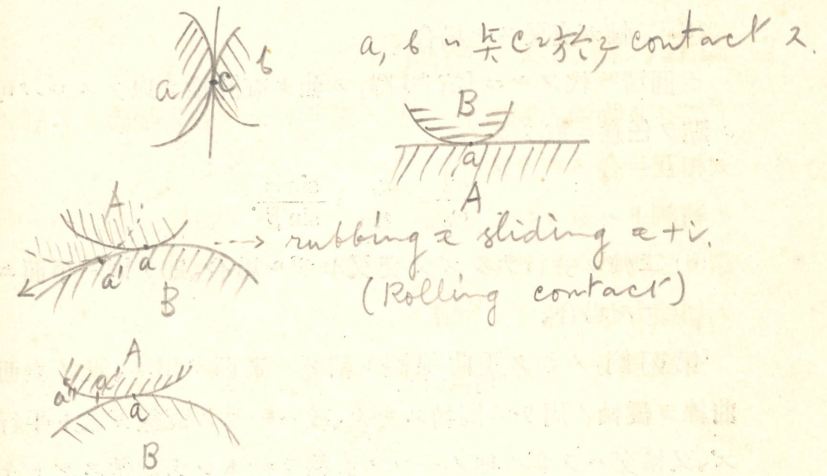
Friction Gearing with Constant Velocity Ratio.

二軸間ノ運動ハ摩擦車ニヨリテ傳フルコトヲ得、

(1) 二軸ガ平行ナル場合、——「第 32 圖」ノ如ク相接スル直圓嚙ヲ用フ、

接觸點 c ニ於ケル兩輪ノ速度ハ二車ガ轉觸ヲナストキハ互ニ相等シ、故ニ今

v_a, ω_a, r_a ヲ A 車ノ周速度, 角速度, 半徑,



v_b, ω_b, r_b ヲ B 車ノ周速度, 角速度, 半径

トセバ

$$v_a = v_b;$$

$$v_a = \omega_a r_a$$

$$\omega_a r_a = \omega_b r_b;$$

∴

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

而シテ回轉ノ方向ハ「第 32 圖 (一)」ノ場合ハ反對ニシテ、(二)ノ場合ニハ相同ジ、

(2) 二軸ガ交叉スル場合、

直圓錐ニ代フルニ「第 33 圖」ノ如ク直圓錐ヲ以テスレバ可ナリ

c 點ヲ任意ニ取リテ

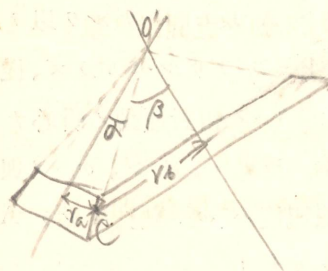
$$\frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{r_a}{r_b} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

(3) 二軸ガ平行ナラズ又交叉セザル場合、即チ同一平面ニアラザル場合、

「第 34 圖」ノ如ク雙曲線體ト稱スル表面ヲ用ユ、此ノ表面ハ雙曲線ガ縦軸ノ周リニ回轉スルカ、或ハ一ツノ直線ガ之ト平行ナラズ、又相交ハラザル他ノ一ツノ直線ヲ軸トシテ回轉スルトキ作ラレル表面ナリ、故ニ此ノ表面ニ於テ母線即チ上記ノ回轉直線ヲ兩面間ノ接線トシテ相接セシメ得ルコトハ明カナリ、

但シ此ノ摩擦車ハ前二項ノ場合ト異ナリ、純然タル轉動ヲナサズ、共通接線ニ沿ヒテシルモノナリ、

上述ノ摩擦車装置ハ、^{摩耗大} 軌レモ一ツノ直線ニテ觸接セルヲ以テ皆高等對ナリ、而シテ車ガ如何ナル位置ニ在ルモ、兩軸ノ角速度比ハ一定ナリ、



$$\frac{r_a}{r_b} = \frac{\frac{r_a}{OC}}{\frac{r_b}{OC}} = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

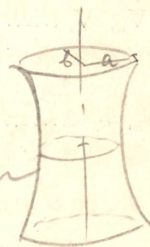
$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

hyperboloid of one sheet

$$a = b$$

$$\frac{x^2 + y^2}{a^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1$$

The surface of Revolution



二七、滑動觸ノ速度比、

Sliding Contact.

滑動觸ニ在リテハ接觸點ニ於ケル二物體ノ法線速度ハ相等シト雖モ、切線速度ハ相等シカラズ、其ノ差ヲ摺動速度ト謂フ、

「第35圖(一)(二)」ニ於テ、X及ビYハ夫々A及ビBヲ回轉ノ中心トスル二ツノ物體ニテ滑動觸ヲナセルモノトス、

XノYニ付テノ相對運動ヲ考フルニ、Q點ノ運動方向ハ共通法線QJニ垂直ナルコト明ラカナリ、故ニY及ビXノ相對運動ノ瞬心ハQJノ上ニナカラザルベカズ、然ルニX及ビYノPニ對スル運動ノ中心ハ、夫々A及ビBナルヲ以テ、X及ビYノ相對運動ノ瞬心ハAB上ニアラザルベカラズ、從ツテAB、QJノ交點Jハ、是レX及ビYノ相對運動ノ瞬心ナリ、

X及ビYノ角速度ヲ各 ω_x 及ビ ω_y トシ、 ω_x ヲ與ヘラレタルモノトスルトキ、Q點ノ線速度ハ $\omega_x \cdot AQ$ ニシテAQ線ニ垂直ナル方向ヲ有スルコト明ラカナリ、

又Q'トQトハ觸接シテ運動セルガ故ニ、Q'ノ線速度ノQJニ沿フ分速度ト、Qノ線速度ノQJニ沿フ分速度トハ相等シカラザルベカラズ、

A及ビBヨリDJニ垂線AM、BNヲ下シ

$V, V_n, V_t \dots$ ヲQノ線速度、共通法線ニ沿フ分速度、共通切線ニ沿フ分速度、

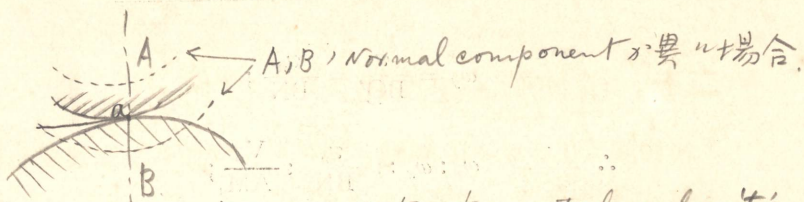
$v, v_n, v_t \dots$ ヲQ'ノ線速度、共通法線ニ沿フ分速度、共通切線ニ沿フ分速度、

トスレバ

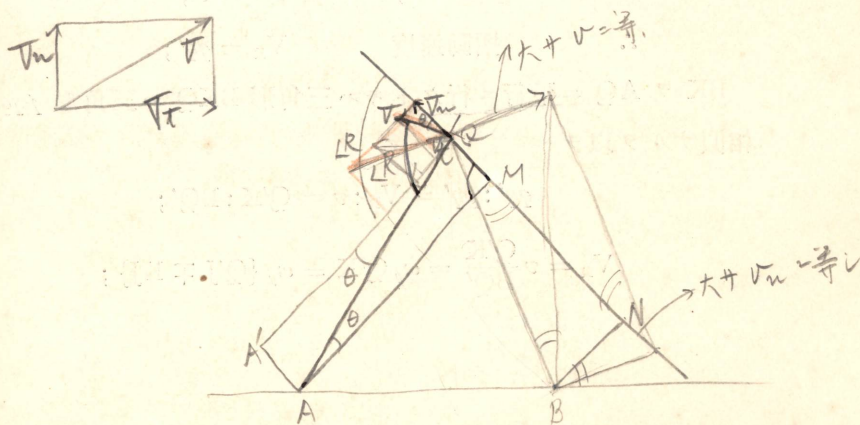
$\omega_x \cdot AQ = V_t$

$$\omega_x = \frac{V}{AQ} = \frac{V_n}{AM}$$

法線速度相等シトシテ二物體ノハハルハ又ツ合ヒル



A, Bノnormal componentが異ナル場合、
difference of two tangential velocities!
Rubbing vel. or Sliding Velocity-



$\omega_y BQ = v$
 $\omega_y = \frac{v}{BQ} = \frac{v_n}{BN}$;

$\therefore \omega_y : \omega_x :: \frac{v_n}{BN} : \frac{V_n}{AM}$;

然ルニ *contact velocity* $V_n = v_n$;

$\therefore \omega_y : \omega_x :: AM : BN :: AJ : BJ$.

今接點ニ於ケル共通法線上ニ任意ニ點 D 及ビ C ヲ取リ DA 及ビ CB²ノ如キ二線ヲ引クトキハ ABCD ナル四本ノ棒ヨリ成ル曲肱連鎖ヲ考フルヲ得、

crank chain

$\therefore \omega_{BC} : \omega_{AD} :: AJ : BJ$.

即チ一個ノ高等對ヲ有スル X, Y 及ビ P ナル三個ノ「リンク」ヨリ成ル運動連鎖ハ初等對ヲ以テ連結セル AB, BC, CD 及ビ DA ナル四個ノ「リンク」ヨリ成ル曲肱連鎖ト相對運動全ク同一ナルヲ知ル、

次ニ「第 36 圖」(一)(二)ニ於ケルガ如ク pq ヲ V ノ大サ及ビ方向ヲ表ハスモノトシ、 pq' ヲ v ノ方向ニ、又 q ヲ qq' ヲ共通接線ノ方向ニ引キ、此ノ二線ガ q' ニ於テ交ハリタリトスルトキハ

$\overline{pq} = V$; $\overline{pq'} = v$;

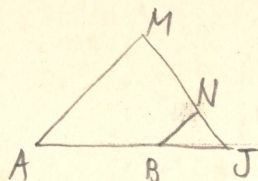
\therefore 摺動速度 $V_R = \overline{qq'}$;

BK ヲ AQ ニ平行ニ行クトキハ 三角形 BKQ ハ三角形 pqq' ニ相似ナルヲ以テ

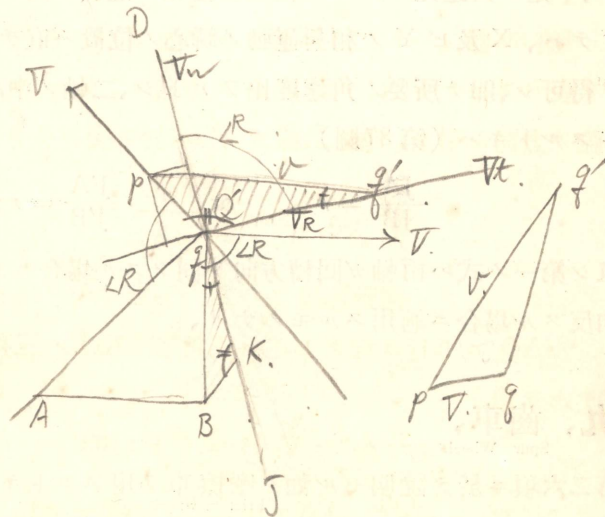
$qq' : pq' = V_R : v = Q'K : BQ'$;

$V_R = v \frac{Q'K}{BQ'} = \omega_y Q'K = \omega_y \{Q'J \mp KJ\}$;

$\omega_y BQ' = v$
 $\therefore \omega_y = \frac{v}{BQ'}$



$AM : BN = AJ : BJ$.



$$KJ = Q'J \frac{BJ}{AJ} = Q'J \frac{\omega_x}{\omega_y};$$

$$\therefore V_R = \overline{qq'} = Q'J \{ \omega_y \mp \omega_x \}.$$

即チ上式ニ於ケル正負號ハ兩軸ガ同方向ニ回軸スルトキ (一圖) 負號ヲ採リ、反對ノ方向ニ回轉スルトキ (二圖) 正號ヲ採ルヲ意味スルモノナリ、

二八、兩軸ノ角速度比ガ一樣ナル場合、

「第35圖 (一) (二)」ニ示セルガ如ク滑動觸ニ在リテハ

$$\omega_x : \omega_y :: BJ : AJ;$$

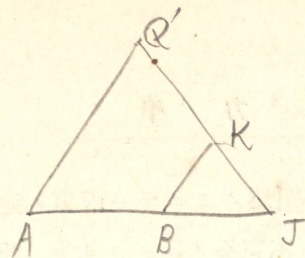
ナルコトヲ證セリ、此レニヨリテ兩軸ガ常ニ一定ノ角速度ノ比ヲ有スルタメニハ、接點ニ於ケル共通法線ハ常ニ AB 上ノ一定點 J ヲ通過セザルベカラザルコトナル、由テ以上ノ如キ運動連鎖ニ於テ、一定ノ角速比ヲ以テ一軸ヨリ他軸ニ運動ヲ傳ヘントスルニ當リテハ、X 及ビ Y ノ相對運動ノ瞬心ノ位置ハ直チニ見出スコトヲ得可シ、即チ所要ノ角速度比ヲ得トシ、二軸ノ中心ヲ A 及ビ B トスルトキハ (第37圖)

$$\frac{JA}{JB} = r \quad \text{or} \quad \frac{J'A}{J'B} = r;$$

但シ第一ノ式ハ兩軸ガ回轉方向ヲ同フスル場合ニシテ、第二式ハ相反スル場合ニ適用スルモノナリ、

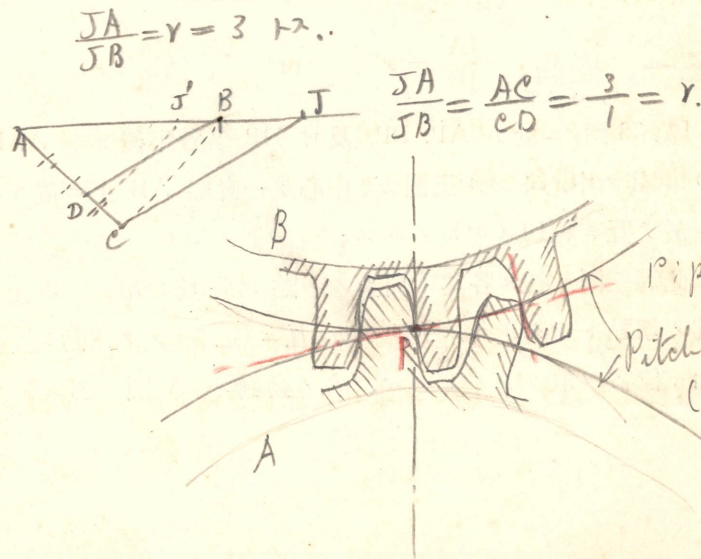
二九、齒車、 Spur Wheel.

第二六項ニ於テ説明セル如ク摩擦車ヲ用フルトキハ一樣ナル角速度比ヲ以テ、一軸ヨリ他軸ニ運動ヲ傳フルコトヲ得レドモ、



$$\frac{KJ}{Q'J} = \frac{BJ}{AJ}$$

$$\therefore KJ = Q'J \frac{BJ}{AJ}$$



遣軸ノ負荷大ナルトキハ、摩擦閉鎖ノミニテハ兩車ノ迂リヲ防止
Driven shaft. Closure.
 スルコト能ハズシテ、該連鎖ハ不完全ノモノトナル、此ノ缺點ヲ
 補フタメニ作ラレタル高等對ヲ齒車トス、從ツテ嵌合スル二個ノ
 齒車ニ於テハ、如何ナルトキニ於テモ兩齒車ノ齒ノ相接スル點ニ
 於ケル共通法線ハ、兩軸ノ中心ヲ結ブ直線ト一定點ニ於テ相交ハ
 ルヲ要ス、

此ノ點ヲ節點ト稱シ、此ノ點ガ齒車ノ面上ニ對スル動跡ヲ節圓
Pitch point. Pitch circle.
 ト云フ、

斯クノ如キ齒車裝置ノ兩軸ノ角速度比ハ、節圓ト同徑ナル摩擦
 車ノ角速度比ニ等シキナリ、

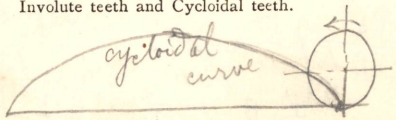
三〇、齒ノ形狀、

Form of Tooth.

齒車ノ齒ニ對スル必須條件ハ、如何ナル場合ニ於テモ兩齒車ノ
 相接スル點ニ於ケル共通法線ハ、兩軸中心線上ノ一定點、即チ節
 點ヲ通過セザルベカラズ、此ノ條件ヲ満足スルガ如キ齒ノ外形ノ
 中、一般ニ用井ラルルヲ伸開齒及ビ擺齒トナス、
Involute teeth and Cycloidal teeth.

三一、擺齒、

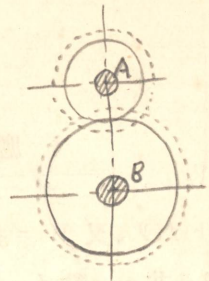
Cycloidal Teeth.



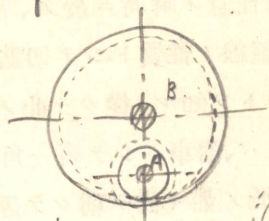
「第38圖」ニ於テ AP, BP, 及ビ DP ヲ各半徑トシ A, B 及ビ
 D ヲ其ノ中心トスル三圓ガ、中心ヲ一直線 AB 上ニ置キ、P 點
 ニ於テ互ニ相切スルモノトス、

此等三圓ハ初メ各其ノ周上一點 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「迂リ」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
Hypocycloid.

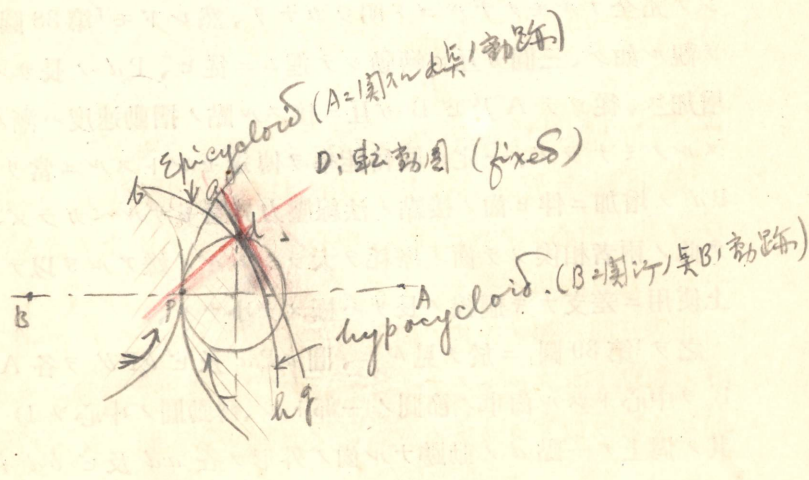
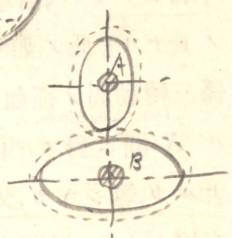
Spur wheel
 outer gearing



inner gearing



elliptic gearing



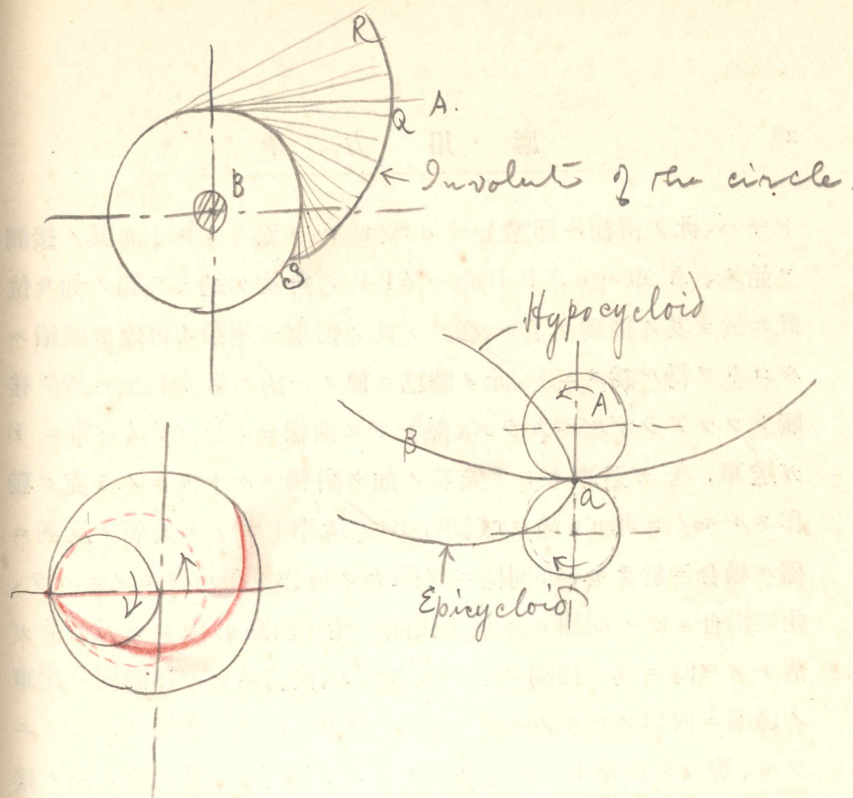
adg トナリ、又 B = 對シテハ外擺線 bdh トナル、而シテ此ノ
Epicycloid.
 二曲線ハ共ニ一點 d ニヨリテ印跡セラルルモノナルニヨリ、轉動
 ノ初メヨリ任意ノ瞬時ニ於テ、常ニ其ノ時ノ d 點ノ位置ニ相切
 シ、同時ニ擺線ノ性質トシテ切點ニ於ケル法線ハ、必ズ常ニ P ヲ
 通過スルコトヲ知ル、從ツテ此ノ二ツノ擺線ヲ A 及ビ B ノ齒ノ
 外廓トナサバ、齒車トシテ齊一角速度比ヲ以テ運動ヲ傳達スルモ
 ノトナル、此ノ如キ齒ヲ稱シテ擺齒ト呼ブ、而シテ上述ノ如キ關
 係ハ轉動圓ノ徑如何ニ關ラズ常ニ眞ナリ、然レドモ之ガ爲ニ生ズル
Describing circle.
 A 圓ニ對スル内擺線ハ、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、

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
Rubbing vel. 大トシ
 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、一定ノ回轉能率ヲ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、

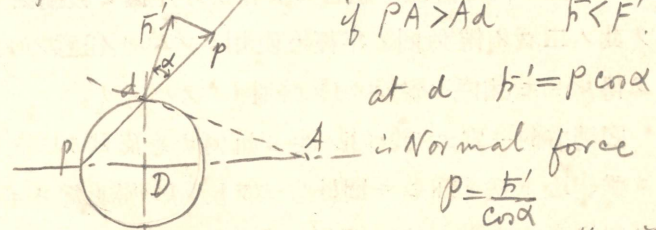
之ヲ「第39圖」ニ於テ見ルニ、圓 aPd' 及ビ bPb' ヲ各 A 及ビ
 B ヲ中心トスル齒車ノ節圓ノ一部トシ、轉動圓ノ中心ヲ D トシ、
 其ノ周上ノ一點 d ノ動跡ナル齒ノ外形ヲ各 ad 及ビ bd トスル



Rubbing Velocity

$$T_R = \rho \int (\omega_y + \omega_x) = \rho d (\omega_a + \omega_b)$$

constant moment at P $M = f \cdot PA = f' \cdot Ad$
 if $PA > Ad$ $f < f'$



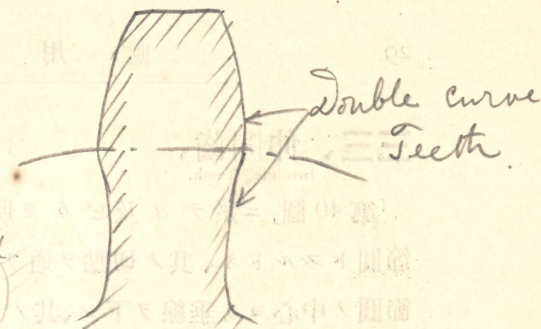
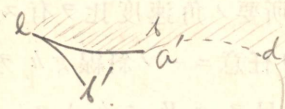
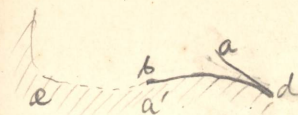
故ニ $\omega = \omega_d - Pd$ 増加スルニ從テ増ス
 故ニ Normal force 増加ス、即チ是ヲナリ、

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、此ノ時已ニ他ノ一對ノ齒ガ 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ク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 ガ落チ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岡ナシト雖、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ニ造ルヲ要ス、常通ノ齒車是レナリ、



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ニ一ノ斜線 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 β 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、

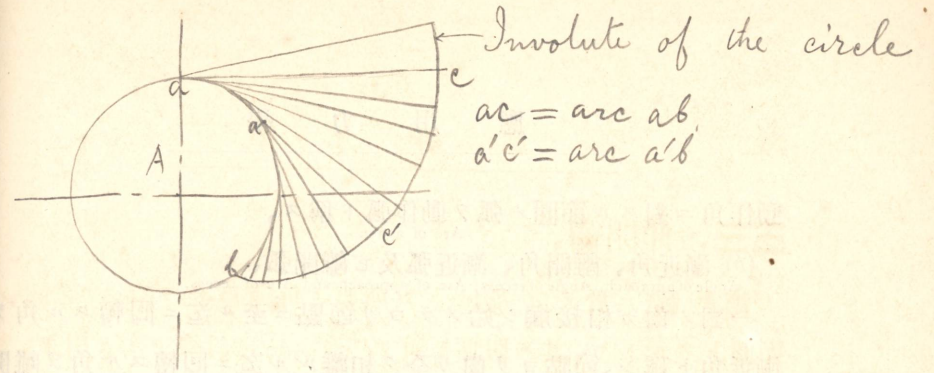
此ノ場合ニ於テ其ノ絲ノ上ノ一點 d ノ a 及ビ b ニ對スル動跡ヲ觀ルニ、明ラカニ a 及ビ β ヲ基圓トスル伸開線トナリ、且ツ其ノ伸開線ハ常ニ d 點ニ於テ相切ス可ク、又其ノ切點ニ於ケル共通法線ハ gh ニシテ必ず常ニ P ヲ通過ス、

此レニヨリテ考フレバ、節圓 a 及ビ b ニ 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 $\angle bBb'$ ナルガ如シ、又



動作角ニ對スル節圓ノ弧ヲ動作弧ト稱ス、

Arc of action.

・(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ニ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} ハ夫ノ車ノ漸近角、離開角、漸近弧及ビ離開弧ナリ、

(c) 周節及ビ徑節、

Circular pitch and Diametral 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

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

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

又齒車ノ直徑一時ニ對スル齒ノ數ヲ徑節ト稱ス、即チ徑節ヲ P トスルトキハ

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

然レドモ普通ニ吾人ガ所謂齒車ノ節ト稱スルモノハ常ニ周節ヲ

Pitch.

示指スルモノニシテ、特ニ周節ト稱スル場合ハ極メテ稀ナリ、

(d) 頂圓、

Addendum circle.

齒車ニ於ケル齒ノ外端ヲ連結スル圓ヲ頂圓ト稱ス、

(e) 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、

(f) 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、

(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) 弛ミ、

Back lash.

一對ノ齒車裝置ニ於テ一方ノ齒車ノ節圓上ニ於ケル齒ノ厚サト、他方ノ齒車ノ節圓上ニ於ケル齒ノ間隔トノ差ヲ弛ミト稱ス、

「第41圖」ハ上述セル齒ノ各部ノ名稱ヲ示ス、

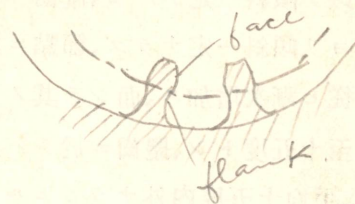
三五、齒車接觸點ノ動跡、

Path of Contact.

擺齒ニ於テハ齒ノ外形ハ轉動圓ノ周上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絲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、

An annular wheels the flank is outside and the face inside the pitch circle.



1923



1524 32

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「Angle of Obliquity of Action. アングル、オブ、オブリクィチー、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Average value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、

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、離開弧ト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

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

同圖ヲ一對ノ齒車トシテ A ヲ小ナル方トシ、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 圓ノ十二分ノ一トナリ、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、又ハ内切轉動圓ノ直径ヲ節圓ノ半径ヨリ小ナラシムルカ、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ラカナリ、故ニ擺齒ニ於ケル齒ノ最小數ハ十二ナリ、

(b) 伸開齒、

「第42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_x 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

$$N_{\min} = \frac{2\pi \times BP}{\tilde{P}_x}$$

然ルニ

$$\frac{2\pi \times BP}{\tilde{P}_x} = \frac{2\pi \times Bg}{\tilde{g}y}$$

$$\therefore N_{\min} = \frac{2\pi \times Bg}{\tilde{g}y} = \frac{2\pi \cdot Bg}{gP}$$

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

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

$$2\pi \cot \theta = 2\pi \cot 15^\circ$$

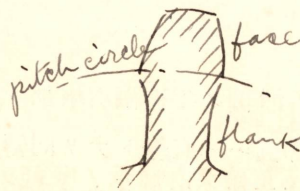
$$= 2 \times 3.1416 \times 2 + \sqrt{3}$$

$$\approx 23.45$$

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擦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
Base circle & pitch circle 之ニ關係アリ?



モ擺齒ニ於テハ啮合不正トナル、

(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啮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啮合フコトヲ得レドモ擺齒ニ於テハ特ニ啮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啮合ヲナサズ、

(e) 周節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

At Fig 42.

$$\cos \theta = \frac{r. of \text{ base circle}}{r. of \text{ pitch circle}},$$

and

$$\frac{\text{radius of pitch circle of } A}{\text{radius of pitch circle of } B} = \frac{r. of \text{ base circle of } A}{r. of \text{ base circle of } B} = \text{constant.}$$

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43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、其ノ内則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、

Annular wheel.

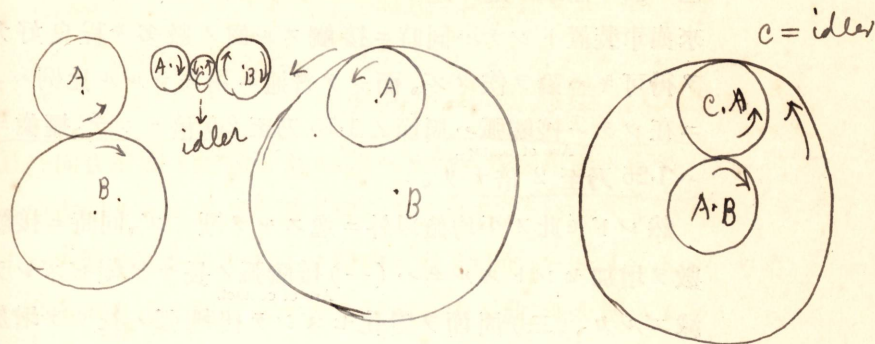
四一、段齒車及ビ斜齒々車、

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根ニ集メタルモノトスルトキ、齒ハ節ノ極メテ大ナ



Stepped teeth = Hooke's Stepped gearing

- 1. By reducing the pitch of teeth
- 2. By increasing the length of the path of contact.

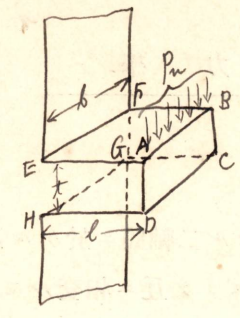
ル螺旋狀ヲ呈スルニ至ルベシ此ノ如クナリタルモノヲ斜齒々車
ト稱ス、(第48圖)
Helical wheel.

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、尙少シク詳細ニ論ゼンニ、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、
Arc of contact.

然レドモ此ノ平均值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、然レド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、一齒ニ受ク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カントイラ木ト同ジ作用ヲナシツ
ツアルヲ以テ厚サノ減少ニヨ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、故ニ以上何レニモヨラズ之ヲ段齒車
トナストキハ、種々ナル位置ニ於テ接觸スルモノヲ生ジ平均傾斜
又ハ平均回轉半徑ヲ減ズルコトヲ得可シ、唯斜齒々車トナストキ
ハ、Helical teeth. 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、
Double helical wheel.
齒數大且軸方向ニstress 42%ナリ?

Canti' level



A short beam fixed at one end
(the root) and loaded uniformly
along a transverse line at the
other or free end.

P_m = Total pressure acting
on the teeth.
 $b; l; t$ = breadth; length; thickness
 f = safe stress for the material.

The bending moment at section
EFGH = $P_m \cdot l$

The resisting moment offered by the
material at section EFGH = $\frac{1}{6} b t^2 f$.

$$\therefore P_m \cdot l = \frac{1}{6} b \cdot t^2 \cdot f \quad \text{or} \quad P_m = \frac{1}{6} \left(\frac{b t^2}{l} \right) f \quad \text{--- total stress.}$$

$$\text{if } P_m = \frac{2}{3} P \quad P = \frac{1}{4} \left(\frac{b t^2}{l} \right) f$$

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壘面ノ轉動ヲ利用スル能ハザルハ
Pitch surface. Cylindrical surface.
明ラカナリ、

「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「Pitch cone.」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、

之ニ適當ナル齒ヲ切りタル齒車ヲ斜齒車ト稱ス、
Bevel wheel.

四三、斜齒車ノ齒ノ外形、

Bevel Wheel.

(a) 擺齒、

斜齒車ニ於テモ普通ノ齒車ニ於ケルト同シク擺齒及ビ伸開齒ノ二種アリ、以下簡單ニ之ヲ説明センニ、「第 51 圖」ニ於テ ABCP 及ビ ADEP ナ共通頂點 A 及ビ切線 AP ナ有スル二個ノ節錐トセヨ、

更ニ A ニ其ノ頂點ヲ置キ、AP ニ於テ他ノ二節錐ニ切スル第三ノ圓錐 A d P ヲ考ヘ、此ノ三圓錐ヲ「沁リ」ナク各其ノ軸ヲ回轉軸トシテ轉動セシムルトキ、第三ノ圓錐形ノ一母線ノ兩節錐ニ對スル動跡ヲ考フルニ、是レ明ラカニ一ノ球狀擺線體ノ面トナシ、是レ亦普通ノ齒ニ於ケル擺線ト同シク速度比一樣ナル條件ヲ満足スベシ、是レ斜齒車ニ於ケル齒面トナルモノナリ、

(b) 伸開齒、

此ノ場合ニ於テハ「第 52 圖」ニ於ケル AP 半徑トスル一ノ薄キ圓板ヲ作り、其ノ中心ヲ A ニ置キ AP 線上ニ於テ兩節錐ノ軸ヲ含ム平面ト或ル傾斜ヲ以テ交ラシメ、次テ兩節錐ト共通ノ軸及ビ頂點ヲ有シ、上記ノ圓板ニ切スル二個ノ圓錐ヲ假想スルトキ、此ノ二個ノ圓錐ハ普通ノ伸開齒ニ於ケル基圓ニ相當スルモノニシテ之ヲ基錐ト稱シ、此ノ二基錐ト、圓板トヲ「沁リ」ナク、轉動セシムルトキ圓板ノ或ル任意ノ半徑ガ兩節錐ニ對スル動跡ハ球狀伸開線體ノ面トナリ、是レ亦明ラカニ一樣ナル速度比ニ對シテ必要ナル條件ヲ満足スルモノニシテ、斜齒車伸開齒ノ外形トシテ用ヰラルルモノナリ、

斜齒車ニモ斜齒ハ適用セラレ得ルナリ、

斜齒車ノ一節錐ノ頂角百八十度ナル冠齒車ト稱シ「第 53 圖」ニ之ヲ示ス、

四四、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ヅク、此ノ場合ハ角速度比 1) ナリ、

$$\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{r_b}{r_a} = \frac{\sin \beta}{\sin \alpha} = 1.$$

四五、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場又ハ斜齒車ニ

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、最モ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一言セシ所ナリ、

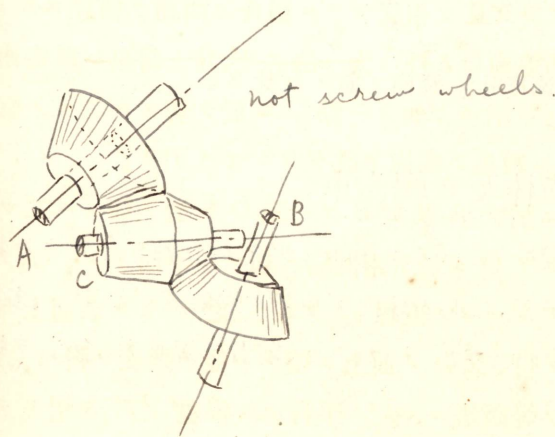
故ニ之ニ齒狀ヲ刻シタル場合ニ於テハ普通ノ齒車又ハ斜齒車ニ於ケルガ如ク轉動及ビ接觸線ニ垂直ナル方向ノ滑動ノ外ニ接觸線ノ方向ニ於ケル滑動ヲ有スルヲ以テ、筋違齒車ニ於テハ滑動ニ因スル摩擦甚ダシキト、之ガ齒條ヲ精密ニ削成スルノ至難ナルトニヨリ、前二者ノ如ク汎ク用ヰラレズ、

「第 54 圖」ハ筋違齒車ノ節面及ビ相嵌合スル一對ノ齒車ヲ示ス、

四六、螺旋齒車、 Screw Gear.

二軸平行ナラズ且ツ相交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尙一法アリ、其ノ齒車ハ螺旋齒車ト稱ス、
「第 55 圖」ニ示スガ如ク一點 O ニ於テ切スル二ツノ直圓環ヲ節圓トシ、之ニ數多ノ螺齒ヲ設ケタルモノナリ、

「第 56 圖」ニ於テ A 及ビ B ヲ一點 O ニ於テ切スル二ツノ節圓トシ、abcd ヲ O ニ於テ兩圓環ニ切スル平面トス、O ヲ過リ此ノ平面上ニアル二ツノ直線 ef ヲ考へ、之ヲ A ノ表面上ニ捲ケバ一ツノ螺旋ヲ得、又 B ノ面上ニ捲ケバ他ノ螺旋ヲ得ベシ、abcd 平面上ニ於テ等距離ニ ef ニ平行ナル線號 e'f' ヲ引キテ以上ノ如クスレバ二組ノ螺旋ヲ得、



○ヨリ $e'f'$ へ垂線 Og ヲ引キ、又 A 及ビ B ノ軸ニ垂直ニ夫々 Om 及ビ On ヲ引ケバ、A 及ビ B ガ回轉シ $e'f'$ ガ ef ノ位置ニ來リタル時ニハ、 m 及ビ n ハ共ニ ○ ノ位置ニ來ルベシ、

一ノ齒ノ一點ト、次ノ齒ノ相應點トノ距離ハ、次ノ如ク名ヅケラル、

Om or On 周節、
Circumferential pitch.

Og 法節、
Normal pitch.

Oh or Ok 軸節、
Axial pitch.

今 A, B 兩節面ノ半径ヲ夫々 r_a, r_b トシ、螺齒ノ數ヲ夫々 N_a, N_b トシ、角速度ヲ ω_a, ω_b トスレバ

$$\frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{\frac{Om}{r_b}}{\frac{On}{r_a}} \quad \begin{aligned} Om &= \frac{2\pi r_b}{N_b} \\ On &= \frac{2\pi r_a}{N_a} \end{aligned}$$

$$= \frac{\frac{2\pi r_b}{N_b} \cdot \frac{1}{r_b}}{\frac{2\pi r_a}{N_a} \cdot \frac{1}{r_a}} = \frac{N_a}{N_b}$$

故ニ兩軸ノ角速度比ハ螺齒ノ數ニ反比ス、

四七、螺齒棒及ビ螺齒車、

Worm and Worm Wheel.

螺旋齒車裝置ノ最モ多ク用ヰ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、前者ヲ螺齒棒、後者ヲ螺齒車ト稱ス、

「第 57 圖」ニ於テ A ハ螺齒棒、B ハ螺齒車ナリ、

此ノ装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シ如ク

$$\frac{n_b}{n_a} = \frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{N_a}{N_b} \dots \frac{1}{25}$$

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、

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、依ツテ連續的回轉傳達ニハ一般ニ適セズ、

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
 螺齒棒ヲ廻ス能ハザルモノヲ得、

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、

偕テ螺旋車ノ齒ノ形狀ハ軸ニ垂直ナル切斷面ハ齒車ノ齒ト同
 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
 接觸ヲナシ摩擦甚ダ大ナル故、實地ニ於テハ或ル方法ニヨリテ少
 シク齒ノ形ヲ變ジ線接觸ヲナス様削成スルモノトス、

接觸ヲナシ摩擦甚ダ大ナル故、實地ニ於テハ或ル方法ニヨリテ少
 シク齒ノ形ヲ變ジ線接觸ヲナス様削成スルモノトス、

四八、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.

(例) 角速度比 1:25. 斜齒車トモノ最少齒數(Nx)如何.
 又同一力率ヲ傳ルルメ(即チ齒ノ字ヲ同一定数ニシテ)ニ
 正斜齒車直徑如何.

n_a number of rev./min. of worm.
 n_b " " " " worm wheel
 N_a " " teeth of bevel wheel (A) minimum 12.
 N_b " " " " " " (B)

$$\frac{\omega_a}{\omega_b} = \frac{25}{1} = \frac{N_b}{N_a} = \frac{N_b}{12}$$

$$\therefore N_b = 25 \times 12 = 300 //$$

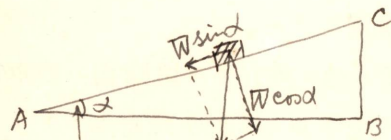
$$\text{Dia. of worm wheel} = 25 \frac{P}{10} = D \quad (P: \text{pitch})$$

$$\text{Dia. of bevel wheel} = 300 \frac{P}{10} = D'$$

齒字ヲ兩車同一定数ニシテ pitch 等シキヲ要ス。

$$\therefore \frac{D'}{D} = \frac{300}{25} = 12 // \quad \text{即チ } 12 \frac{1}{2} \text{ 倍 ナリ。}$$

Irreversible 不可逆

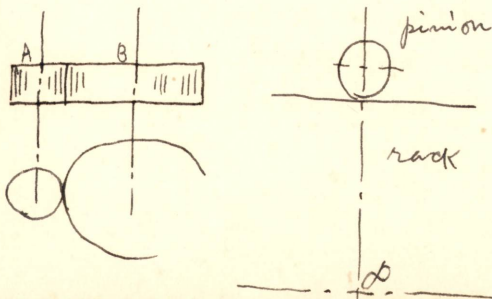


Coef. of friction $\mu = \tan \lambda$

Self holding ... λ ノ數則メカカト同此物作ル事ナシ。
 此間ノ稱ス。

ACガ metal = 27. W = 鋼 metal 場合. μ . λ
 即チ metal on metal 0.25 to 0.15 14° to $8 \frac{1}{2}^\circ$

$\lambda =$ worm, 螺旋ノ傾斜角 14° 以上 = 此間ノ reversible + 1.



(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、——筋違齒車及ビ螺旋齒車、
Skew bevel 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 ω_a, ω_b トシ毎分回轉數ヲ n_a, n_b トスレバ

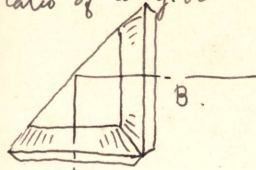
一般ニ

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

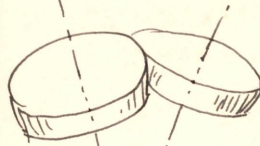
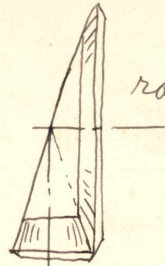
上式ニ於テ N_a, N_b ハ兩車ノ全周ニアル齒ノ全數或ハ螺旋齒車ニ在リテハ螺齒ノ
Number of threads. Number of threads.

數ヲ表ハスモノナリ、

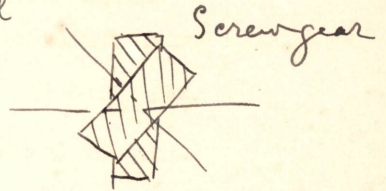
ratio of ang. vel. = 1.



ratio of ang. vel. $\neq 1$.

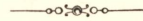


skew bevel wheel



Screw gear

第五章
車 聯 裝 置
Wheel Train.



四九、車聯裝置、
Wheel Train.

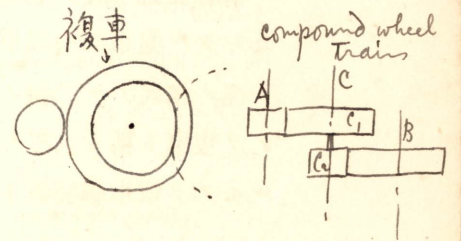
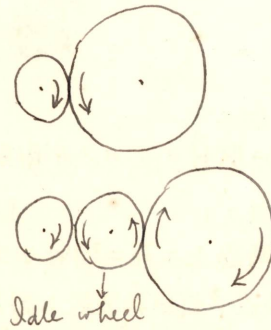
前章ニ於テ論ジタル所ハ總テ二組ノ初等對及ビ一組ノ高等對
ヨリ成リ、此等三組ノ對ヲ以テ完全ナル一ノ運動連鎖ヲ成スモノ
ナリキ、然レドモ往々此等三組ヨリ成ル運動連鎖ヲ重複シテ用フ
ルコトアリ、之ヲ車聯裝置ト稱ス、
Wheel train.

五〇、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. Idle
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複車聯裝置ト謂ヒ、然ラザ
ルモノヲ單車聯裝置ト稱ス、
Simple wheel train.

五一、車聯裝置ニ於ケル軸ノ回轉方向及ビ速度
Wheel Train. Value of
係數、
Train.

今「第 58 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、

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 ω トスルトキ

$$\frac{\omega_a}{\omega_c} = -\frac{r_c}{r_a}; \text{ (同軸同方向 + とは negative.)}$$

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

$$\therefore \frac{\omega_b}{\omega_a} = \left(-\frac{r_c}{r_b}\right) \left(-\frac{r_a}{r_c}\right) = \frac{r_a}{r_b} \rightarrow \text{同軸同方向}$$

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

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

$$\gamma = \frac{N \times \text{pitch}}{2\pi}$$

$$\frac{\text{pitch}}{2\pi}; \text{ const.}$$

(但シ N ハ兩車ノ齒ノ數ヲ示ス)

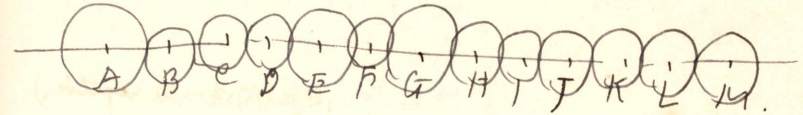
結局中間齒車ハ送軸及ビ遣軸間ノ速度比ニハ何等ノ影響ナク、唯其ノ回轉方向ニ對シテ下ノ影響ヲ與フルニ止ル、即チ

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 ω_b/ω_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 59 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

Idle wheel 加奇數個のピルハ-----迴轉方向 同シ。
" 〇又偶數個のピルハ-----迴轉方向 異ル。



$$\frac{\omega_a}{\omega_m} = \frac{\gamma_m}{\gamma_a}$$

$$\frac{\omega_a}{\omega_m} = \left(\frac{\omega_a}{\omega_b}\right) \left(\frac{\omega_b}{\omega_c}\right) \left(\frac{\omega_c}{\omega_d}\right) \left(\frac{\omega_d}{\omega_e}\right) \left(\frac{\omega_e}{\omega_f}\right) \left(\frac{\omega_f}{\omega_g}\right) \dots \left(\frac{\omega_l}{\omega_m}\right)$$

= ± $\frac{\omega_a}{\omega_m}$ ----- 奇數ならハ、負号が偶數トナリ、正ナル。即チ同方向迴轉。

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

$$\frac{\omega_b}{\omega_c} = -\frac{r'_c}{r_b};$$

$$\therefore \frac{\omega_b}{\omega_a} = \frac{r_a r'_c}{r_b r_c}.$$

同理ヲ推ストキハ複車聯裝置ニ於テハ

速度係數 = $\frac{\text{遣軸ノ角速度}}{\text{送軸ノ角速度}} = \pm \frac{\text{全送車ノ節圓ノ徑ノ積}}{\text{全遣車ノ節圓ノ徑ノ積}}$

或ハ = $\pm \frac{\text{全送車ノ齒車ノ積}}{\text{全遣車ノ齒數ノ積}}$

但シ (+) 符ハ送軸及ビ遣軸ノ間ニ狭マレタル複車ノ軸ノ數奇數ナルトキニ用ヒ、(-) 符ハ偶數ナルトキニ用ユ、

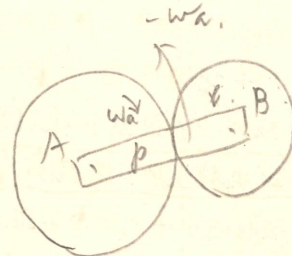
五二、外擺車聯裝置、

Epicyclic Wheel Train.

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

$$\omega_b = \pm K \omega_a \quad (\text{P 固定トシテ})$$

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」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レル「リンク」ハ外界ニ對シテ固定セラレ居ルヲ以テ、 ω_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 60 圖」ニ於テ A 車ヲ固定シ兩車ノ軸承トナレル「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 ω_a ニシテ A ガ P ニ對シテ ω_a ノ相對角速度ヲ有スルモノナリ從ツテ、B ガ P ニ



$$-K \omega_a = -\omega_b$$

$$\omega_b = -K\omega_a$$

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 \overline{B} ノ有スル絕對速度ハ $-\omega_a - K\omega_a$ 即チ $-(K+1)\omega_a$ ナラザルベカラズ、或ハ「第58圖(一)」ニ示ス如キモノナルトキハ

$$\omega_b = -(1-K)\omega_a \quad (\text{此ノ相對角速度ハ } +K\omega_a \text{ ナリ})$$

複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. *Rope making machine* = 1777年。

五三、復原車聯裝置、

Reverted Wheel Train.

外擺車聯裝置ニ於テ送軸ト、遣軸トノ軸ガ同一直線上ニアルモノヲ稱シテ復原車聯裝置ト云フ、
Reverted wheel train.

即チ「第61圖」ニ示スモノハ「第59圖」ニ示スモノニ比スルニ單ニB齒車ノ位置ガ正反對ニ來リタルノミ、從ツテ送軸ト遣軸トノ角速度ノ比及ビ方向ノ關係ハ全ク同一ナルベシ、唯若シ

$$r_a + r_c = r_c' + r_b$$

ノ如キ關係ヲ有スルトキ兩軸ノ軸線ハ一直線上ニ合ス、斯ノ如キ場合ニハ之ヲ復原車聯裝置ト稱ス、

復原車聯裝置ハ從ツテ外擺車聯裝置ノ特別ノ場合ト考フルコトヲ得、

「第62圖」ニ示ス場合ハ「第58圖(一)」ニ於ケルモノノ中B齒車ヲ環狀齒車トナシ同時ニ

$$r_b = r_a + 2r_c$$

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58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

$$\begin{cases} -\omega_a - K\omega_a = -(1+K)\omega_a \dots \text{Idle wheel of even number of teeth.} \\ -\omega_a + K\omega_a = -(1-K)\omega_a \dots \text{Idle wheel of odd number of teeth.} \end{cases}$$

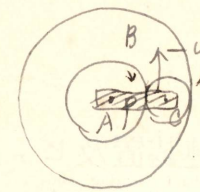
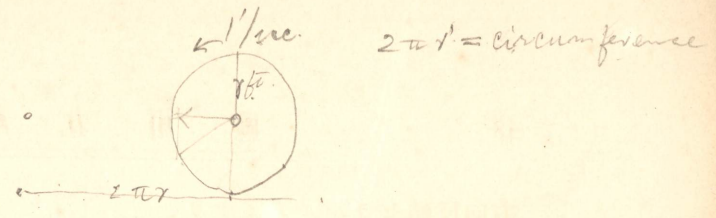
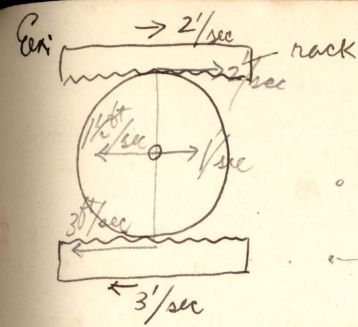
方向反轉セラルルノミナリ、

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、

斜齒車ヲ使用シタル場合、

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63圖」ニ於テAヲ固定シテPヲ $-\omega_a$ ニテ廻ストキCハ $-\omega_a - \omega_a \frac{r_a}{r_c}$ ニテ廻リBハ $\omega_a \frac{r_a}{r_b}$ ニテ廻ル、若シ $r_a = r_c$ ナルトキハ、Cハ $-2\omega_a$ ヲ以テ廻ル、艦船ニ於テハ、此ノ理ヲ應用シテ兩軸ノ回轉差及ビ平均回轉ノ指示裝置ニ用フルモノアリ、「第64圖」ハ其ノ一例ニテCト、Dトガ反對方向ニ廻ル如ク裝置セラルルトキハ回轉差ヲ指示スルモノトナリ、若シCト、Dトガ同方向ニ廻ル如ク裝置セラルルトキハ、平均回轉ヲ指示スルモノトナルナリ、



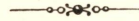
$A \text{ の } p = \omega_a \cdot r_a$
 $B \text{ の } p = \omega_a \cdot r_b + K \omega_a \cdot r_a$
 Bハ絶対的ニ $-(1+K)\omega_a$

$2\pi r = \text{circumference}$

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.



五四、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、其ノ最モ汎ク用ヰラルルヲ調革装置トナス、
 Flexible material. Fluid.
 Belt gearing.

五五、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様ナル角速度比ヲ以テ運動ヲ傳達セントスル場合ニ用ウ、其ノ形状ハ「第65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
 Driving pulley.

ト調革ト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、
Driven pulley. 遣滑車トノ間ノ摩擦ニヨリ調革ノ運動ヲ遣滑車ニ傳フルモノ
 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、

五六、輪掛調革及ビ千鳥掛調革、

Open Belt and Crossed Belt.

「第 65 圖 (a)」ニ示ス如キ場合ハ之ヲ輪掛調革ト稱シ、(b) ニ示ス
 如キモノヲ千鳥掛調革ト稱ス、而シテ此ノ兩式ノ差ハ圖ニヨリテ
 明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、

① 五七、角速度比、

調革装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張セラルルモノニ
 シテ、之ガ爲メ幾分ノ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 ω_b, ω_a トスルトキハ

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

$$\therefore \omega_b : \omega_a = r_a : r_b.$$

即チ角速度比ハ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
ヲ有スルトキハ、

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

式中 t ハ調革ノ厚サヲ示スモノナリ、

五八、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66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67圖」ニ
於テ調革ノ長ヲ l トセバ

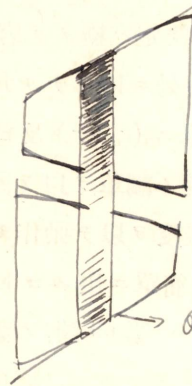
(1) 千鳥掛調革ニ於テハ

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

$$\begin{aligned} \therefore l &= \underbrace{(\pi + 2\theta)}_{\text{radian}}(r_a + r_b) + 2\sqrt{d^2 - (r_a + r_b)^2} \\ &= (r_a + r_b) \left\{ \pi + 2 \sin^{-1} \frac{r_a + r_b}{d} \right\} + 2\sqrt{d^2 - (r_a + r_b)^2}. \end{aligned}$$

(2) 輪掛調革ニ於テハ

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



open + work 台 中央ニ軸ニ付テ行ス。

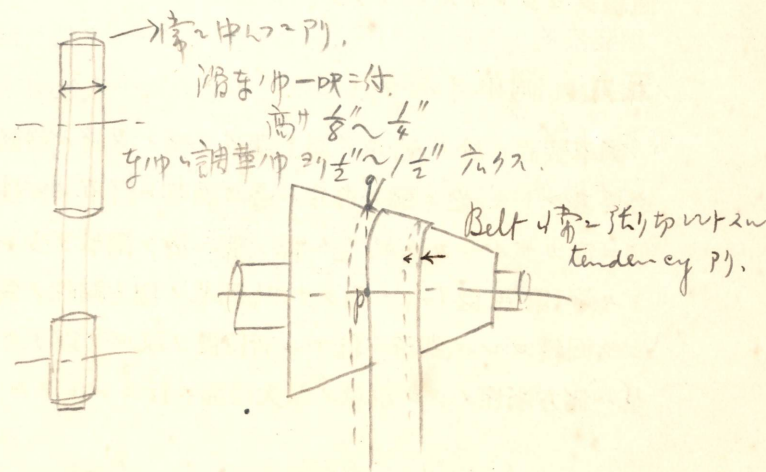
$$\begin{aligned} \therefore l &= (\pi + 2\theta)r_a + (\pi - 2\theta)r_b + 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2} \\ &= \pi(r_a + r_b) + 2\theta(r_a - r_b) + 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2} \\ &= \pi(r_a + r_b) + 2(r_a - r_b) \sin^{-1} \frac{r_a - r_b}{d} + 2\sqrt{d^2 - (r_a - r_b)^2}. \end{aligned}$$

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 68 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ノ對ニ掛ケ換ヘ、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 69 圖」ノ如ク相當ノ曲線タラシメザルベカラズ、

五九、調革ノ移動、

Shift.

調革装置ニ於テ、滑車ノ面上調革ヲ軸ノ方向ニ移動セシムルノ必要アルトキ、之ニ働ク導片ハ必ズ調革ト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 70 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、

六〇、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満足セザルベカラズ、

即チ接觸シ始ムル側ノ調革ノ中心線ハ其ノ滑車ノ中心線ヲ含ミ、且ツ軸ニ垂直ナル平面上ニ在ルヲ要ス、

「第71圖」乃至「第76圖」ニ就キテ觀レバ、其ノ大體ヲ知ルヲ得ベシ、

六一、綱裝置及ビ鏈裝置、

Rope Gearing and Chain Gearing.

綱裝置及ビ鏈裝置ハ比較的大ナル「パワー」ヲ傳へ或ハ重量物ノ捲揚裝置ニ使用セラル、綱ハ「マニラ」、「イタリヤ」木綿製ノモノ等多ク用弁ラレ滑車ハ周圍ニ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77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78圖」ノ ABCD 及ビ AEGB ヲ四本ノ「リンク」ヨリナル機械裝置トシテ比較セバ容易ニ了解シ得ベシ、

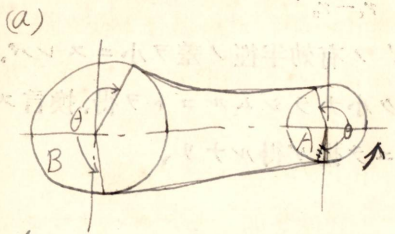
Single Belt --- 3 1/16" ~ 5 1/16" Breaking Stress 750 ~ 1250 ^{with} lbs./sq. in.

Double Belt --- 3 1/8" ~ 5 1/8" 1500 ~ 2500

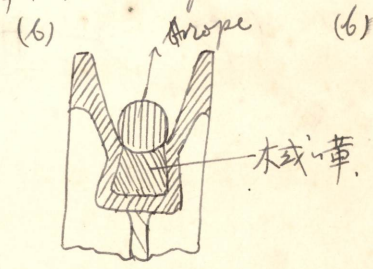
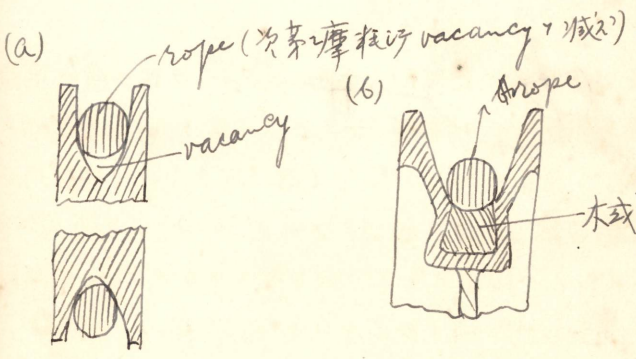
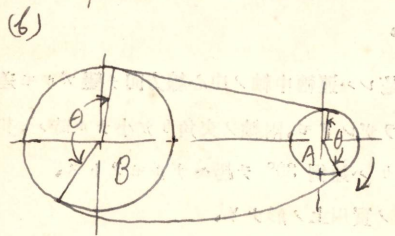
Safe working stress (1/15 of B.S.) - 1/3 - joint eff.

S. 50 ~ 80 lbs. 1/5 - Sudden change of load.

D. 100 ~ 160



(a), $\theta > 0$
 (a) 1方、伝導効率良好ナリ。



(b) 1方 (a) 2方 良好

「第79圖」ハ軍艦機關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、
 a, a' ノ有効半徑ヲ夫々 r_1 及ビ r_2 トスレバ

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

$$= \frac{2r_1}{r_1 - r_2} = \frac{W}{P} \dots \text{pulling force}$$

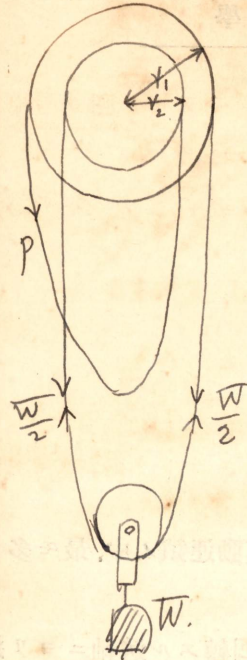
此レニ由リテ觀ルニ a, a' ノ有効半徑ノ差ヲ小ニスレバ、鏈ノ速度ニ對シテ揚重速度ヲ極ク小ナラシムルコトヲ得、換言スレバ重量ノ大ナル物ヲ僅カノ力ニテ揚ゲ得ルナリ、

六二、十字自在關節、

Hooke's Universal Joint.

「第80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間ナキ裝置ナリ、一回轉中角速度比一定ナラザレドモ、兩軸ノ交角 θ 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、 θ ハ通例 30° ヲ越セザルモノトス、

「第81圖」ニ示スモノハ此ノ關節ノ實用上ノ形ナリ、



$$P \cdot r_1 + \frac{W}{2} r_2 = \frac{W}{2} r_1$$

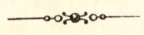
$$P \cdot r_1 = \frac{W}{2} (r_1 - r_2)$$

$$\therefore \frac{W}{P} = \frac{2r_1}{(r_1 - r_2)}$$

置換律

第七章

歪輪裝置 Cam Train.



六三、歪輪、 Cam.

角速度比一様ナラザル高等對ヲ合ム運動連鎖ノ中、最モ多ク用ヒラルルモノハ歪輪裝置ナリ、

歪輪ハ、一般ニ一様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ヰラル、此ノ場合ニ於ケル遣軸ノ裝置ヲ受動片ト稱ス、^{Mは搖動運動ナシ。}「第82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83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84圖)等ノ如シ、

搖動の條は示へん。

類々以テ用ケルモ、第一ノ例ニ於テハ、
第二ノ例ニ於テハ、
第三ノ例ニ於テハ、
第四ノ例ニ於テハ、
第五ノ例ニ於テハ、
第六ノ例ニ於テハ、
第七ノ例ニ於テハ、
第八ノ例ニ於テハ、
第九ノ例ニ於テハ、
第十ノ例ニ於テハ、

要點ニスルモ、 四六

第一ノ例ニ於テハ、
第二ノ例ニ於テハ、
第三ノ例ニ於テハ、
第四ノ例ニ於テハ、
第五ノ例ニ於テハ、
第六ノ例ニ於テハ、
第七ノ例ニ於テハ、
第八ノ例ニ於テハ、
第九ノ例ニ於テハ、
第十ノ例ニ於テハ、

第十一ノ例ニ於テハ、
第十二ノ例ニ於テハ、
第十三ノ例ニ於テハ、
第十四ノ例ニ於テハ、
第十五ノ例ニ於テハ、

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

新用のCam先

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

Follower.

「第 85 圖 (一), (二) (三)」等ニ示スガ如シ、

六四、受動子が所要ノ往復運動ヲ起スニ必要ナル歪輪ノ形狀、

(1) 受動子が一定速度ノ往復運動ヲ要スル場合、

先ツ「第 86 圖」ノ D ヲ歪輪ノ軸トシ、受動子ノ尖端ハ A。A₆ 間ヲ一樣ナル速度ヲ以テ往復スルモノトシ、第一ニ A。A₆ ヲ適當ニ、例ヘバ六等分シ同時ニ角 BDA₆ ヲ同數ニ等分シ徑線ヲ引キ

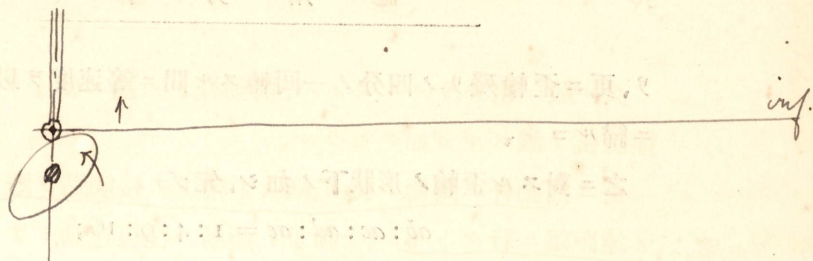
$$a_1D = A_1D \quad a_2D = A_2D \quad a_3D = A_3D$$

$$a_4D = A_4D \quad a_5D = A_5D \quad a_6D = A_6D$$

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 Ba₆ ヲ對稱軸トスル如キモノヲ作レバ可ナリ、

(2) 受動子が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 ヲヨリ e ニ達シ、次デ歪輪ノ四分ノ一回轉スル間 e ニ止



heart cam - 弁連運動ヲ transmit ス。
欠点. dead pt. - 此ノ運動係以テ shock ヲ与ス

リ、更ニ歪輪残り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、先ツ

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

及ビ

$$Db' = Db, \quad Dc' = Dc, \quad Da' = Da, \quad De' = De ;$$

ニ取リ、 e' ヨリ f' 迄ハ De ヲ半徑トスル圓弧ニ、次デ f' ヨリ a 迄ハ (1) ニ於テ説明セ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、適當ノ長サヲ取りタルモノニヨリ、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法ヲ示ス、歪輪ノ軸心 P ヨリ行程線ニ垂線 Pa ヲ下ス、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、 Pa AB 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 ヲ半徑トシテ圓ヲ畫キ、圖ノ如ク 30° 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、此等ノ切線ハ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徑ニ等シキ長サヲ減ジ以テ歪

$$s = \frac{1}{2} \alpha t^2$$

s : distance

$$s \propto t^2$$

輪ノ外形ヲ得ベシ、

〔注意〕 歪輪ノ外形ノ決定ニ就テ注意スベキハ、下ノ二項トス、

(a) 受働子ヲ突然ニ動かサントスルタメニハ、(1) 受働子ノ往復運動ノ中心線ガ歪輪回轉ノ軸ヲ通過スルトキハ、其ノ部ノ外形ハ歪輪ノ徑線ニ一致セシムベシ、(2) 「第 88 圖」ノ如ク受働子ノ運動線ガ P ヲ通過セザルトキハ、圓 Pa ノ切線ト一致セシムルヲ要ス、即チ「第 89 圖」ニ於ケル d' e' 部ノ如シ、

「第 89 圖」ハ次ノ要目ニヨリ構成セラレタルモノナルヲ以テ、前記各方法ヲ應用シテ實地ニ畫キ見ルトキハ得ル所尠カラザルベシ、

歪輪ノ中心ト受働子ノ行程線トノ距離 $1\frac{1}{4}$ "
 歪輪軸ノ直徑 $1\frac{3}{8}$ "
 歪輪周圍ノ材料ノ最小幅 $\frac{3}{4}$ "
 轉子ノ直徑 $\frac{1}{2}$ "

歪輪軸ノ回轉ニ伴フ受働子ノ運動、次ノ如シ、

歪輪軸回轉角度	受働子ノ運動
最初ノ 60° ノ期間 一樣ニ $\frac{3}{4}$ " 上昇 (20° 毎ニ $\frac{1}{4}$ " 宛上昇)
次ニ 150° ノ期間 一樣ニ $\frac{3}{4}$ " 上昇 (50° 毎ニ $\frac{1}{4}$ " 宛上昇)
次ニ 90° ノ期間 静止
最後ニ 突然最切ノ位置ニ下降シ残りノ回轉角度ダケ静止ス、

(a) 受働子ノ歪輪ニ對スル接觸點ガ平面ナルトキハ、歪輪ノ外形ハ「第 90 圖」ニ示スガ如ク所要ノ 1, 2, 3 等ノ點ニ於ケル徑線ヘノ垂線ノ被覆ナラザルベカラズ本圖ハ Envelope.
 接觸點ガ平面ナル時ノ簡單ナル一例ニシテ、歪輪ノ軸ハ行程線上ニ在リテ受働子ニ一様ナル往復運動ヲ得ントスル場合ナリ、歪輪ガ回轉スル代リニ之ヲ固定シ、受働子ガ歪輪軸ノ廻リヲ回轉スルモノト想定ス、受働子ガ AB ヲ運動スル間歪輪ハ 180° 回轉

Ami
 スルモノトシ、前例ノ如ク AB ナ六等分シ同時ニ 30° 宛ヲ隔テテ P ヨリ徑線ヲ引ク、
 而シテ AB ノ等分點ヲ通シ圓弧ヲ畫キ、各々相當スル徑線トノ交點ヲ求メテ、更ニ此
 等ノ點ニ於テ夫々徑線ニ垂直ナル線ヲ畫クトキハ、此等ノ垂線ハ受働子ノ連續的位置
 トナル、故ニ此等ノ垂線ニ切スル曲線ヲ畫ク時ハ、是レ所要ノ歪輪ノ外形トナルコト
 明カナリ、

六五、受働子ガ所要ノ搖動運動ヲ起スニ要スル 歪輪ノ形狀、

受働子ガ一定ノ軸ノ廻リニ搖動スル場合ト雖、往復運動ヲナス
 場合ト略ボ同様ナル方法ニヨリ、歪輪ノ外徑ヲ決定スルヲ得ベシ
 次ニ一例ヲ擧ゲテ説明ス、

「第 91 圖」ハ一般ノ場合ヲ示スモノニシテ、 P_1 ヲ歪輪ノ軸心、 P_2
 ヲ搖動ノ中心トス、今 P_1 ヨリ 33° 毎ニ徑線ヲ引キ、之ニ相當シテ
 轉子ノ中心ガ動ク圓弧上ノ各點ヲ 1, 2, 3 トス、歪輪ヲ固定シ
 之ニ反シテ P_1, P_2 ガ P_1 ノ廻リヲ回轉スルモノト假想シ、 P_2 ノ連
 續位置ヲ a, b, c トス、O 點ハ明カニ歪輪ノ節線上ノ點ナリ、
 第二ノ點ヲ得シニハ、 P_1 ヲ中心トシ 1 點ヲ過ル圓弧ヲ畫キテ、 a
 ヲ中心トシ搖動杆ノ長サヲ半徑トシテ畫ケル圓弧ト、A ニテ交ハ
 ルモノトセバ、是レ歪輪節線上ノ第二ノ點ナリ、同様ニ B, C, D
 ヲ求メ O, A, B 等ノ點ヲ通ル曲線ヲ畫カバ、所要ノ歪輪ノ外
 形トナルベシ、

六六、受働子ノ運動、

與ヘラレタル形狀ノ歪輪ニヨリテ生スル受働子ノ運動ハ、單ニ前節ニ於テ説明シタ
 ルコトヲ逆行スルニ止ルヲ以テ別ニ説明セズ、宜シク適當ノ例ニ就テ考究スベシ、