

自動目立機による帶鋸双齒型の形成について

杉 原 彦 一

(木材物理第3研究室)

Hikoichi SUGIHARA : Studies on Shaping Teeth of Bandsaw-blade by an Automatic Sharpener.

目 次

1. はしがき
2. 齒型を決定する因子
3. 自動目立機の構造
4. ピッチ
5. 齒喉角
6. 齒 高
7. 齒底線の形成
8. 齒脊線の形成
9. 齒型の考察
10. むすび

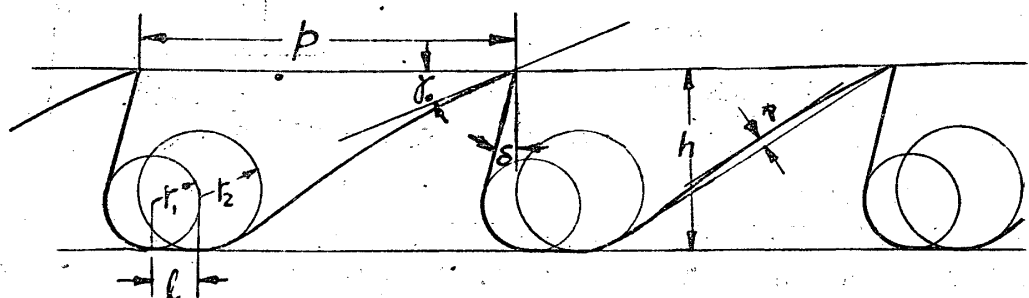
1. は し が き

“製材事業に於て目立技術が重大なる役割をなすことは今更言うまでも無い事であるが、従来の目立方法は一般に経験にのみ依る事が多く、理論に乏しく、従つて普遍性がない”^{*}

かゝる現状に於て、目立作業の内では最も理論的で普遍性を持つはづの自動帶鋸目立機による齒型の形成について考えてみるに、“自動帶鋸目立機に依つて所要の鋸齒型を作成せんとする場合、目立機のカムを種々に調節し希望する齒型の現れる迄実際に鋸身を研磨する必要があつた”^{*}

従つて“目立工が充分なる觀察の結果に依らずしてカムを削り直せし為、遂にカムの調節に依つて出て来る齒型を全く混乱に陥らしめしことも珍らしからず”^{*}と言うような状態である。

Fig. 1



* 齋藤, 片岡
山口 : 林業
試験報告 29
号 昭19.

茲に簡単な考察ではあるが、自動帶鋸双目立機による歯型の形成について、その形成の過程を一例をとって解析し、一般の御批判、御助言を得たいと思う次第である。

尙、本研究の概要は、昭和25年11月3日、日本林学会関西支部創立記念研究発表会に於て発表した。

2. 歯型を決定する因子

自動目立機による帶鋸双の歯型の形成については二次元的に考えてよい。二次元的な歯型を決定する因子は次の如きものである。

- a) ピッチ P
- b) 齒喉角 δ
- c) 齒 高 h
- d) 齒底の丸味半径 r_1, r_2
- e) 齒底線の長さ l
- f) 齒脊角 γ_0
- g) 齒脊線の盛り k^*

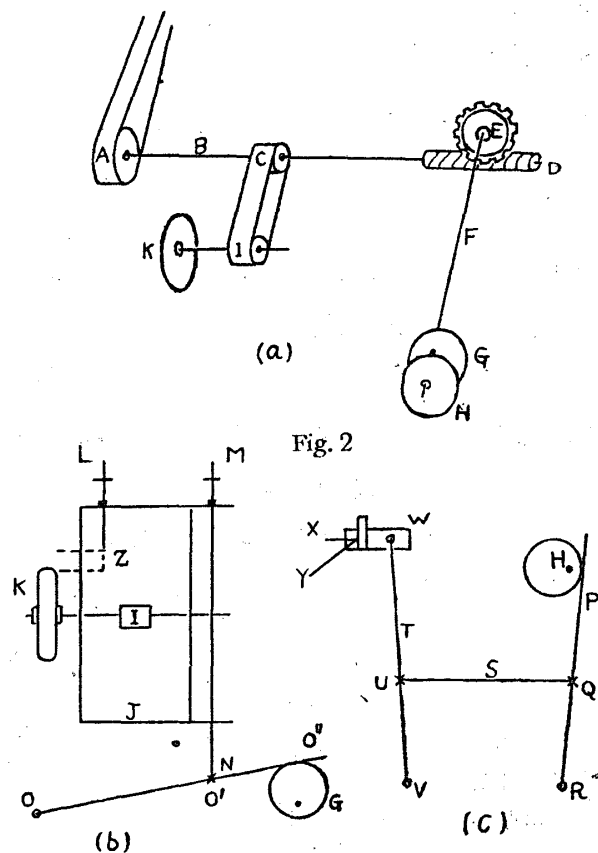
以下之等の因子について夫々考察を加えて見よう。

3. 自動目立機の構造

現在の自動帶鋸双目立機は回転金剛砂砥石車式のもの大部分を占め、往復鑪式等のものはほとんどない。

回転金剛砂砥石車式のものでも、細部については製造者により種々のものがあるが、しかし其の機構は原理的に言つて同じであるから、一例によつて系統図を Fig. 2 に示して説明すれば次の如くである。

軸BをプーレーAによつてモーター或は中間軸より駆動する。軸Bの回転はプーレーCを経て鋸双を研削する金剛砂Kを有する軸Iに伝わる。一方軸Bの回転はウオームD、ウオームホイールEを経て二個のカムG、Hを有する軸Fに伝わる。



* k については今仮りに次の如く考えたが如何であらう。

「齒頂より円 r_2 に引いた切線と、それに平行に齒脊線に引いた切線との平行距離を、齒脊線の盛り k とする。」

カムGは点Oに於いて機体に自由に回転しうるとりつけられた棒Nに揺動運動を与え、棒NのO'に於いて金剛砂Kを有する杵Jと結ばれる。杵JはNの揺動運動につれて機体にとりつけられたガイドに沿うて上下する。杵J従つて金剛砂Kと棒Nとの関係位置はJについているねぢMにより調節される。亦ねぢLと機体に固定されたストッパ-Zにより杵J従つて金剛砂の最降下点が調節される。

カムHはRに於いて機体に取り付けられた棒Pに揺動運動を与え、之の揺動運動は連結棒S、Tを経て鋸刃送りの爪Yを有するブロックWに往復運動を与える。爪Yの位置はねぢXにより微動調節が出来る。

4. ピ ッ チ

齒拔作業によつて大体の型の出来た齒型は目立作業により如何に加工修正されるのであろうか。

先ずピッチから考えてみよう。

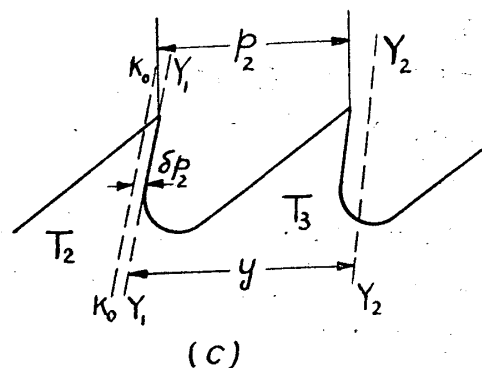
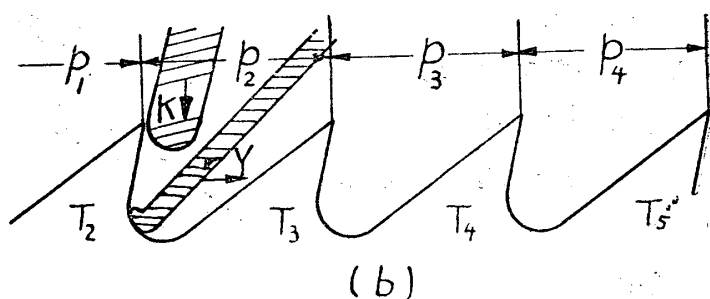
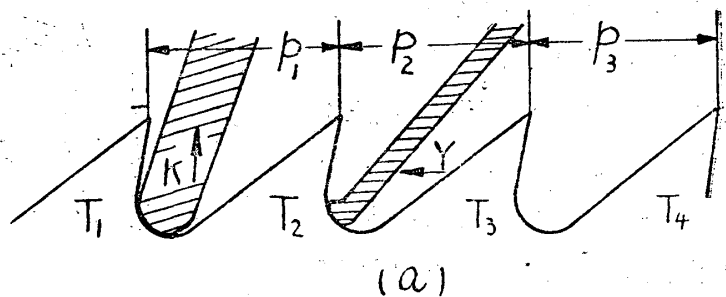
注目すべきことは金剛砂Kの上下位置と送りの爪Yの往復位置との関係によつてピッチPの修正加工の様相が異なることである。

a) 金剛砂Kの上下線位置 $K_0 K_0$ と送りの爪Yの最前進点 $Y_1 Y_1$ とが一致する場合。

之れは現在各製造者により採用されている機構でその関係位置を図示すれば Fig. 3 の如くなる。

此の場合は Fig. 3 (c) に示した如く金剛砂は常に一定の位置 $K_0 K_0$ を上下し、爪Yは常に一定の位置 $Y_1 Y_2$ 間を動くから齒はそのピッチの大きさ P_m の如何に拘らず、其の齒喉線は $Y_1 Y_1$ の位置に來り、従つて常に $K_0 K_0$ と $Y_1 Y_1$ とのすれ δP だけ研削されて P_n は亦 P_n としてそのまま変化なく残つて送られて行く。即ちピッチに $P_1, P_2, \dots, P_n, \dots, P_m$ とむらがあつても目立研削によつてそのむらは変化な

Fig. 3



く研削後もやはりピッチに $P_1, P_2, \dots, P_n, \dots, P_m$ とむらが残ることになる。何度研削を繰返しても同じである。

然し、金剛砂と送りの爪との最終点に於ける位置は常に変化しないのであるから歯頂、歯脊線、歯脊角等はすべての歯について一様にするように加工修正されて行く。唯、歯底部はピッチのむらによつて影響され一定の形とはならない。従つて歯喉面積も一定とならない。

b) 金剛砂 K の上下線位置 $K_0 K_0$ と送りの爪 Y の最前進点 $Y_1 Y_1$ との距離がピッチ P なる場合。

此の場合を図解すれば Fig. 4 の如くなる。即ち此の場合は a) の場合より爪 Y の位置を 1 ピッチずらせて後退させた場合である。

図に於いて (a) より (b) へ移つて歯 T_2 は P_2 だけ移動せしめられる。即ち図 (c) に於いて $Y_1 Y_1$ の位置 (Y の最前進点、

置) にあつた T_2 の歯喉線は P_2 だけ移動せしめられて $Y_0 Y_0$ の位置に来る。この時金剛砂 K の上下位置 $K_0 K_0$ と $Y_0 Y_0$ とのずれを δP_2 (一般には δP_n) とし、歯 T_2 の歯喉が研削される場合、即ち図 (c) の如く $Y_0 Y_0$ が $K_0 K_0$ より右にある場合は

$$\delta P_2 < 0$$

とする。而うして $K_0 Y_1$ はピッチ P に等しいから

$$P_2 - P = \delta P_2$$

となる。

一般に

$$P_n - P = \delta P_n$$

とする。

さて歯 T_2 は δP_2 だけ研削されてピッチ P_2 は

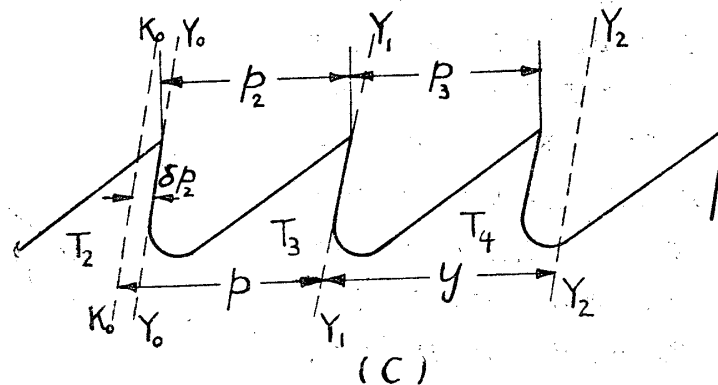
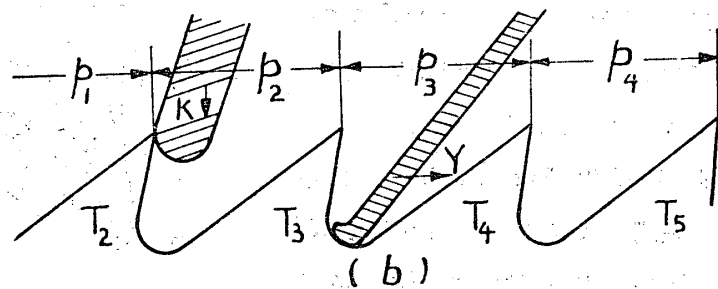
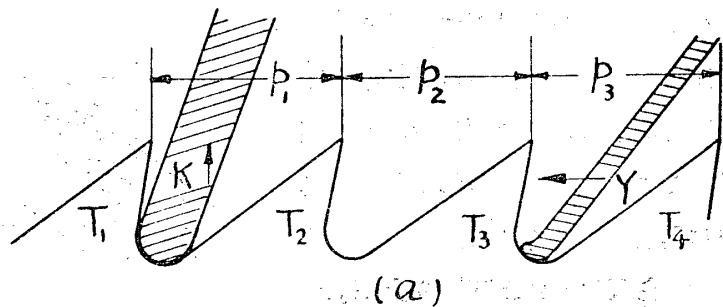
$$P_2 - \delta P_2 = P$$

となるが、次に T_3 はピッチ P_3 だけ移動して

$$P > P_3$$

ならば

Fig. 4



$$P_3 - P = \delta P_3$$

だけ研削されるから、 P_2 は結局

$$P_2 - \delta P_2 + \delta P_3 = P'_2$$

となる。

しかし、今もし

$$P \leq P_3 \text{ 即ち } \delta P_3 \geq 0$$

ならば、 T_3 は研削されず、 P_3 はそのまま P_3 で残り

$$P_2 - \delta P_2 = P$$

となつた P_2 もそのまま

$$P'_2 = P_2 - \delta P_2 = P$$

となる。

一般に歯 T_n について考えるならば

$P_n \geq P$ なるときはピッチに何等変化なく

$P_n < P$ なるときは P_n と P_{n-1} とに変化を生じ

$$P'_{n-1} : P_{n-1} - \delta P_{n-1} + \delta P_n$$

$$P'_n : P_n - \delta P_n + \delta P_{n+1}$$

となる。但し、 δP_{n-1} , δP_n , δP_{n+1} がいずれも負なる場合であり、正なるときは P'_{n-1} , P'_n に対しては0として働く。一般に $\delta P_n > 0$ のときは P'_{n-1} , P'_n に対しては0として働くことになる。

かくして、 $P_1, P_2, P_3, \dots, P_m$ なる m 個の歯よりなる鋸刃は一回の研削により

$$P'_1 = P_1 - \delta P_1 + \delta P_2$$

$$P'_2 = P_2 - \delta P_2 + \delta P_3$$

.....

.....

$$P'_m = P_m - \delta P_m + \delta P_1$$

となり、更に k 回の研削の結果は

$$P_1^k = P_1 - \delta P_1^{k-1} + \delta P_2^{k-1}$$

$$P_2^k = P_2 - \delta P_2^{k-1} + \delta P_3^{k-1}$$

.....

.....

$$P_m^k = P_m - \delta P_m^{k-1} + \delta P_1^{k-1}$$

と表わされることになる。

さて $P'_n = P_n - \delta P_n + \delta P_{n+1}$ について考えるに

1) $P_n > P$ の場合

$\delta P > 0$ であるから P'_n に対しては O として働き

$$P_n - \delta P_n = P \quad (> P)$$

であり

$$P'_n = P_n + \delta P_{n+1}$$

となる。しかるに P'_n に対して δP_{n+1} は常に $\delta P_n \leq 0$ として働くから

$$P'_n \leq P_n$$

即ち $P_n > P$ なる場合は $P'_n \leq P_n$ となり、 P'_n は δP_n , δP_{n+1} , がいずれも正で且

$$2|\delta P_n| < |\delta P_{n+1}|$$

ならざる限り、 P'_n は P_n よりも P に近くなる。

2) $P_n \leq P$ なる場合

$$\begin{aligned} P'_n &= P_n - \delta P_n + \delta P_{n+1} \\ &= P + \delta P_{n+1} \end{aligned}$$

であり、 P'_n に対して δP_{n+1} は常に $\delta P_{n+1} \leq 0$ として働くから

$$P'_n \leq P$$

であり、 δP_n , δP_{n+1} がいずれも負で且

$$|\delta P_n| < |\delta P_{n+1}|$$

ならざる限り P'_n は P_n よりも P に近くなる。

以上 1), 2) を通じて考えるに δP_n^{k-1} , δP_{n+1}^{k-1} が同じ符号で、且

$$2|\delta P_n^{k-1}| < |\delta P_{n+1}^{k-1}| \quad \text{或は} \quad |\delta P_n^{k-1}| < |\delta P_{n+1}^{k-1}|$$

となることは確率的に言つて小であるから

$$P_1, P'_1, P^2_1, \dots, P^{k_1}_1$$

$$P_2, P'_2, P^2_2, \dots, P^{k_2}_2$$

.....

.....

$$P_m, P'_m, P^2_m, \dots, P^{k_m}_m$$

なる各数列は k が大となるにつれて結局はすべて P に収斂して行く。即ちピッチのむらは修正されて一様な値 P となる。

更に歯頂、歯脊線、歯脊角等はすべての歯について一様に加工修正され、すべて一定の歯型を有する鋸刃となる。

c) 其の場合

b) の場合より更に Y を 1 ピッチ P だけ後退させた場合は b) の場合と同様にして、連続せる二つの歯のピッチの和がすべて $2P$ なる一定の値となり、且つ一つとびのピッチは夫々すべて相等しいということになる。

次に逆にYを1ピッチ或は2ピッチ前進させたらどうなるかと言うに、1ピッチ前進させて双を送りつゝ且つ研削を行うことは機構上不可能であり、2ピッチ前進させた場合は、上述の2ピッチ後退させる場合と同じ結果となる。

尙本稿及び附図ではすべてピッチPを単位にとつて他の寸度をえがいてある。

5. 齒 喉 角

齒喉角は金剛砂を有する棒Jがそれに沿つて上下運動をするガイドの傾きによつて決定される。そしてこのガイドの傾きは或範囲で任意に変えられるようになつてゐる。

此の齒喉角 δ は後述の式 (9) に示す如く齒脊線の形に影響をあたえる。

齒喉線を示す式は後述の式 (12)

$$Y = \frac{1}{\tan \delta} (x - a' - r_a') + \frac{r}{\sin \delta}$$

で表わされる。

但し注意すべき事は、金剛砂が齒喉を研削する場合一側面でのみ研削をするのであるから、双を送る方向に研削中に力が加つて、双の押えが充分でないときは研削の最中に少しづつ双が送られ所要の齒喉線とは異つて来ることである。

現在これに対しては唯、双を板ばねで押えているだけであり、特別の対策はとられていないようであるが一考を要する事であると思う。

尙本稿では特にことわりなき限り齒喉角 δ を

$$\tan \delta = \frac{1}{4} \quad \delta \doteq 14^\circ 2'$$

としている。

6. 齒 高

齒高は双の水平位置が定まれば、金剛砂Kがガイドに沿うてどこまで降下するかと言うことによつて決定される。の最降下点を定めるのがねちLとストッパZである。一方齒頂をつらねる線は4.にのべた如く一定直線となる筈であるから、齒高は之の齒頂に対して加減することにより定められる。

現今用いられている普通の齒型の齒高hはピッチPに対して

$$\text{軟 木} \quad k = \frac{h}{P} = \frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}$$

$$\text{硬 木} \quad k = \frac{h}{P} = \frac{1}{4} \sim \frac{2}{5}$$

である。

7. 歯 底 線 の 形 成

普通の歯型では直線部分 1 なるものは表われず、金剛砂端縁の断面にある丸味によつてつけられる歯底線そのまゝとなつてゐるが、特別の丸味をつけようとするればカムをそれに応ずるように造らねばならない。

本稿及び附図に於いては之の金剛砂端縁断面の半径 r_1 , r_2 を簡単のためにどちらもピッチ P の $\frac{1}{6}$ としてとつてある。

次にピッチと歯高との関係或は歯脊角等の関係によつて歯高が特別小さくなるとき、歯底に水平直線部分を設ける。それには Fig. 2 に於ける L と Z とを働かせて金剛砂が其の得んとする歯底線に達したとき、カムの回転につれて、より降下せんとするのをストッパー Z で受止めてカムが回転をつゞけて再びその高さに達するまでその位置に置く、一方送りはそのまゝ働かせておけば之の金剛砂が降下を停止している間に送られた部分は水平直線部分となる。而してかゝる歯型は唐木の如き硬材を挽くにあたつて、特に歯に強度を必要とするような時に採用される。その例として附図 Fig. 11 がある。

8. 歯 背 線 の 形 成

歯脊線従つて亦歯脊角はカム G , H により与えられる Y と K との運動の組合せとして定まる。

故に先ずカム G 及び H により与えられる運動を調べ、次に此の二つの運動の組合せの結果として歯脊線が如何様になるかを調べよう。

a) カムにより與えられる運動

普通目立機に用いられるカムは円形偏心カムであるか或はその一部を削つたものであるから、以下円形偏心カムが如何なる運動を与えるかを考察する。

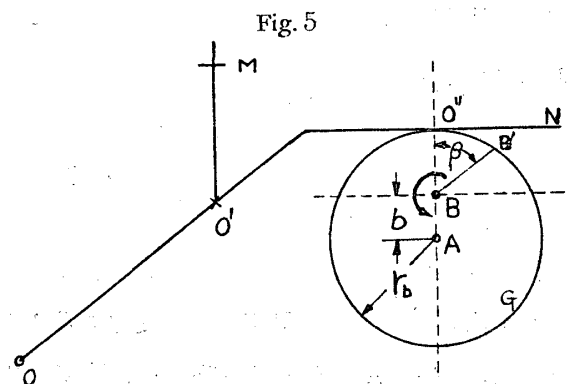
Fig. 5 に於いて、カム G を取り N が最低点にある位置より考える。カム G の中心を A 、半径を r_b 、軸 F がカム G をつらぬく点を B とすれば、偏心距離は AB である。

$$AB = b$$

とする。

さてカム G が図の如き位置より時計の針と反対方向に β だけ回転したとき即ち図の BB' が BO'' の位置に来たときのリフトを B 点より測つたものを r_β とすれば

$$r_\beta = -b \cos \beta + \sqrt{r_b^2 - b^2 \sin^2 \beta} \dots \dots \dots (1)$$



と表わされ、従つて金剛砂Kがガイドに沿うた移動距離 $r'\beta$ は之を一定の比で拡大或は縮少したものとなる。之の一定の比を μ_b とすれば

$$r'\beta = \mu_b r\beta = -b'\cos\beta + \sqrt{r_b'^2 - b'^2\sin^2\beta} \dots\dots\dots(2)$$

但し $b' = \mu_b b$, $r_b' = \mu_b r_b$

となる。

カムHにより送りにあたえられる運動も同様にして

$$r'_a = -a'\cos\alpha + \sqrt{r_a'^2 - a'^2\sin^2\alpha} \dots\dots\dots(3)$$

但し $a' = \mu_a a$, $r_a' = \mu_a r_a$

と表わされる。

b) 齒脊線を表す式 (I) (金剛砂の厚さを考えない場合)

今送り運動方向をX軸に、之れに垂直方向をY軸にとる。軸Fの回転角を θ とし、カムGとHとの最高位置と最前進位置とのずれの角を ϵ とすれば、齒喉角 δ 従つて金剛砂Kの往復方向を考慮して、齒脊線を表す式は θ の媒介変数方程式として

$$\left. \begin{aligned} x &= A(\theta) + B(\theta) \sin\delta \\ y &= B(\theta) \cos\delta \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(4)$$

茲に

$$\left. \begin{aligned} A(\theta) &= -a'\cos\theta + \sqrt{r_a'^2 - a'^2\sin^2\theta} \\ B(\theta) &= -b'\cos(\theta + \epsilon) + \sqrt{r_b'^2 - b'^2\sin^2(\theta + \epsilon)} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(5)$$

となる。

従つて此の場合の齒脊角 r_0 は、齒頂が $\theta = \theta_0$ であたえられるとするならば

$$\tan r_0 = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{\theta = \theta_0} = \left(\frac{d\theta}{dx} \right)_{\theta = \theta_0} = \frac{E'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} \frac{\cos\delta}{1 + \frac{B'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} \sin\delta} \dots\dots\dots(6)$$

茲に $A'(\theta)$, $E'(\theta)$ は $A(\theta)$, $B(\theta)$ を夫々 θ で微分したもので、

$$\left. \begin{aligned} A'(\theta) &= a'\sin\theta \left\{ 1 - \frac{\cos\theta}{\sqrt{\left(\frac{r_a'}{a'} \right)^2 - \sin^2\theta}} \right\} \\ B'(\theta) &= b'\sin(\theta + \epsilon) \left\{ 1 - \frac{\cos(\theta + \epsilon)}{\sqrt{\left(\frac{r_b'}{b'} \right)^2 - \sin^2(\theta + \epsilon)}} \right\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

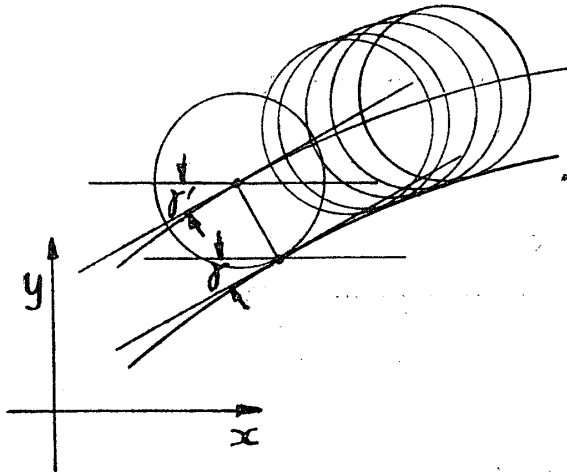
によつて与えられる。

c) 齒脊線を表す式 (II) (金剛砂の厚さを考えた場合)

次に金剛砂の厚さを考えに入れた場合は如何になるであろうか。

金剛砂の端縁の丸味を半円と考え之の半径を r とすれば、かくして生じる齒脊線は中心が $b)$ に書いた式 (4) で表わされる曲線上を動く半径 r の円の包絡線となる。

Fig. 6



而うして、円の包絡線については一般に相對應する點に於ける、包絡線の切線と中心の軌跡に対する切線は平行であるから此の場合に生ずる齒脊線の傾きは(6)と同じく

$$\tan \gamma = \frac{B'(\theta)}{A'(\theta)} \cdot \frac{\cos \delta}{1 + \frac{B'(\theta)}{A'(\theta)} \sin \delta} \quad \dots\dots (8)$$

と表わされ、

かくして求むる齒脊線を表す式は

$$\left. \begin{aligned} x &= A(\theta) + B(\theta) \sin \delta + r \sin \gamma \\ y &= B(\theta) \cos \delta - r \cos \gamma \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (9)$$

となる。

次に齒脊角 γ_0 を求めよう。

齒頂は齒脊線と齒喉線との交点として与えられるから先ず齒喉線の式を求めねばならない。

Fig. 7 に於いて齒喉線は MN である。そしてその傾きは $1/\tan \delta$ であるから点 M の座標を知ればよい。

点 M の座標は点 O の座標を X_0, Y_0 とすれば

$$\left. \begin{aligned} X_M &= X_0 - r \cos \delta \\ Y_M &= Y_0 + r \sin \delta \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (10)$$

而うして X_0, Y_0 は式(4)に於て $\theta = \pi$ と置いた x, y の値であるから

$$\left. \begin{aligned} x_0 &= a' + r_a' + b' \left(\cos \varepsilon + \sqrt{\left(\frac{r_b'}{b'}\right)^2 - \sin^2 \varepsilon} \right) \sin \delta \\ y_0 &= b' \left(\cos \varepsilon + \sqrt{\left(\frac{r_b'}{b'}\right)^2 - \sin^2 \varepsilon} \right) \cos \delta \end{aligned} \right\} \quad \dots\dots (11)$$

である。

之れより齒喉線の式として

$$y = \frac{1}{\tan \delta} (x - a' - r_a') + \frac{r}{\sin \delta} \quad \dots\dots (12)$$

を得る。

従つて式(9)と式(12)とを解いて之れを満足する θ が θ_0 である。然しながら実際に(9)と(12)とを解くことは困難であるから、図的に或は逐次近似法で求めればよい。

9. 齒型の考察

8 に得た齒脊線及び齒脊角を表す式を元として種々なる條件によつて得られる齒型をえがき吟味してみよう。

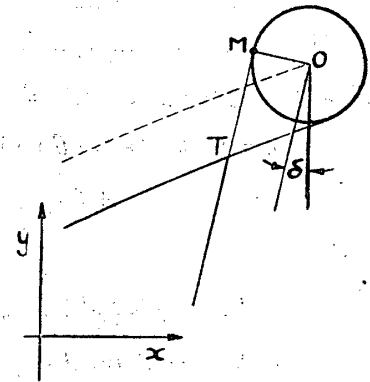


Fig. 7

前にも述べた如く寸度はピッチ P を単位にとり且つ送りの爪の往復距離 $2a'$ を

$$2a' = 1.5P \quad \text{従つて} \quad a' = \frac{3}{4}P$$

を取つて置く。更に $\frac{b'}{a'} = \lambda$, $\frac{r_{a'}}{a'} = \nu_a$, $\frac{\nu_{a'}}{b'} = \nu_b$ と記すことにする。

a) 齒喉角 δ の影響

$$\varepsilon = 0, \lambda = \frac{1}{2}, \nu_a = \nu_b$$

なる場合について δ の影響を見るに、齒脊角は

$$\tan \gamma = \frac{1}{2} \frac{\cos \delta}{1 + \frac{1}{2} \sin \delta} \quad \dots\dots\dots (8)_1$$

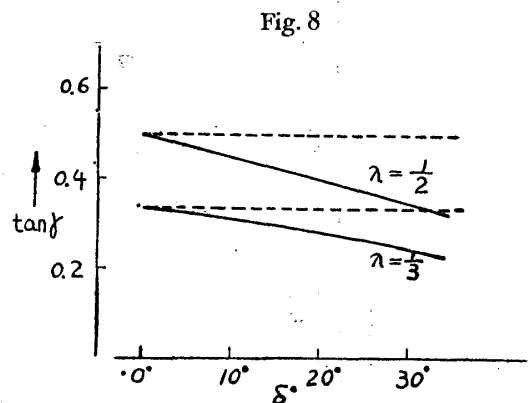
となり、齒脊線は直線となつて

$$y = \tan \gamma x - \frac{r}{\cos \gamma} \quad \dots\dots\dots (9)_1$$

と表われる。

(8)₁ によつて δ を 0° から 30° まで変えたとき $\tan \gamma$ が如何に変化するかを示したものが Fig. 8 である。

δ の及ぼす影響は要するに直角坐標軸のうち y -軸が δ だけ傾いた場合の坐標変換と同じである。



b) λ の影響

λ は齒脊線の大体の傾きを決定するものであり

$$\varepsilon = 0, \delta = 0, \nu_a = \nu_b$$

とすれば (8), (9) 式は夫々

$$\tan \gamma = \lambda \quad \dots\dots\dots (8)_2$$

$$y = \lambda x - r\sqrt{1 + \lambda^2} \quad \dots\dots\dots (9)_2$$

となり、 $\tan \gamma$ は一定で齒脊線の傾きは λ によつて決定される。

尙齒脊線が直線となるための條件は

$$\varepsilon = 0, \nu_a = \nu_b$$

である。

c) ε の影響

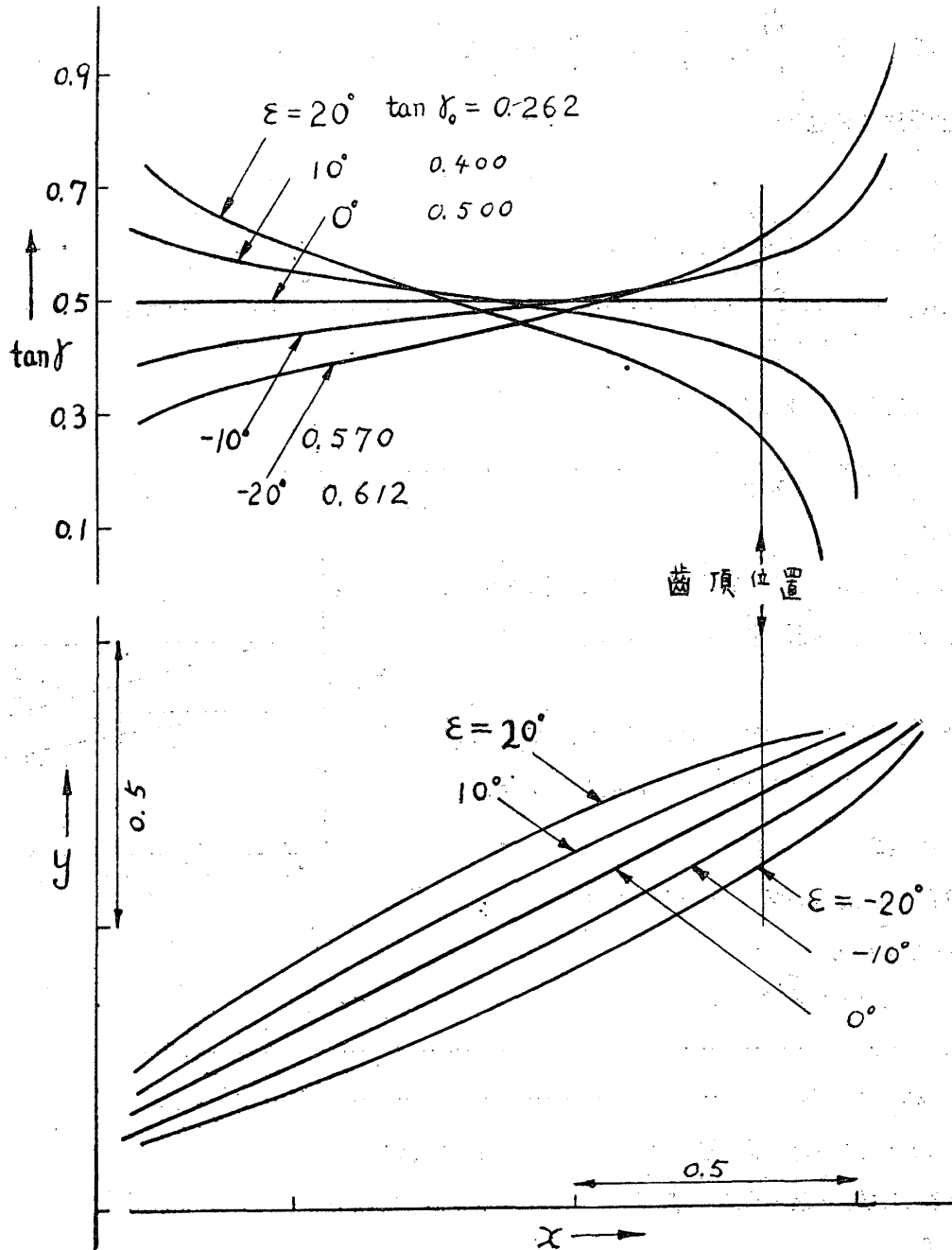
$$\delta = 0, \lambda = \frac{1}{2}, \nu_a = \nu_b = 3$$

として ε を -20° , -10° , 0° , 10° , 20° にとつて齒脊線及び $\tan \gamma$ についてその影響を調べたものが Fig. 9 である。

$\varepsilon > 0$ するとき齒脊は盛られて凸なる曲線となる。

$\varepsilon < 0$ するとき歯脊はえぐられて凹なる曲線となる。

Fig. 9



d) ν_a, ν_b の影響

$$\delta = 0, \varepsilon = 0, \lambda = \frac{1}{2}$$

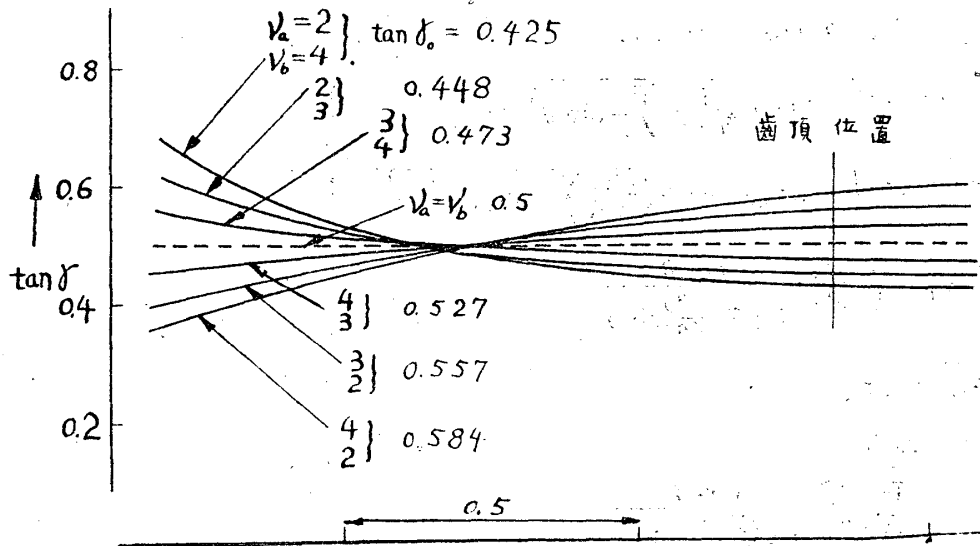
として ν_a と ν_b の値を種々変じてその影響を $\tan \gamma$ について調べたものが Fig. 10 である。

$\nu_a = \nu_b$ なるときは $\tan \gamma$ は一定となり、従つて歯脊線は直線となる。

$\nu_a > \nu_b$ なる場合は歯脊は盛りされて凸なる曲線となり

$\nu_a < \nu_b$ なる場合は歯脊はえぐられて凹なる曲線となる。

Fig. 10



e) 種々なる齒型の例

実際には r_a , r_b が一定で (即ちカムが定まると其の大きさは決るから) あり, 従つて調節するのは之れに対する a , b 即ち亦 a' , b' である.

更に a' は送りのピッチ P によつて

$$2P > 2a' > P$$

なる制限を受けているから a' を

$$a' = \frac{3}{4}P \quad \text{即ち} \quad 2a' = 1.5P$$

と言う一定の値にとり, 従つて ν_a も一定となるから今

$$\nu_a = 2$$

とつて, 之れに対して ϵ , ν_a 従つて亦 λ を変化せしめたときに生ずる齒型を実際に $P = 1$ としてえがいたものが附図の齒型 Fig. 11~Fig. 19 である. 尚図に記入した諸数値中 s と記したのは齒喉面積である.

10. む す び

以上考察して来た所を要約してみると, 前述の如き目立機の構造では

- 1) 金剛砂の上平位置と送りの爪の最前進点とが一致するような機構ではピッチのむらは修正されない. しかし齒高や齒脊角等は修正加工される.
- 2) 金剛砂の上下位置と送りの爪の最前進位置との間隔が平均ピッチ P なるときは結局ピッチは修正されてむらがなくなり, すべて等しく P となり齒高や齒脊角も一定となる.
- 3) 齒喉を研削中に力が加つて刃が多少送られるから齒喉線が直線となりにくい故刃の押へに対策を必要とする.
- 4) 齒脊線を表す式は (9) (5) 及び (8) 式即ち

$$\left. \begin{aligned} x &= A(\theta) + B(\theta) \sin \delta + r \sin \gamma \\ y &= B(\theta) \cos \delta - r \cos \gamma \end{aligned} \right\}$$

$$\left. \begin{aligned} A(\theta) &= a' \left(-\cos + \sqrt{\left(\frac{r_a'}{a'}\right)^2 - \sin^2 \theta} \right) \\ B(\theta) &= b' \left\{ -\cos(\theta + \varepsilon) + \sqrt{\left(\frac{r_b'}{b'}\right)^2 - \sin^2(\theta + \varepsilon)} \right\} \end{aligned} \right\}$$

$$\tan \gamma = \frac{B'(\theta)}{A'(\theta)} \cdot \frac{\cos \delta}{1 + \frac{B'(\theta)}{A'(\theta)} \sin \delta}$$

によつて与えられる。

5) 齒脊角 γ_0 は

$$\tan \gamma_0 = \frac{B'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} \frac{\cos \delta}{1 + \frac{B'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} \sin \delta}$$

で与えられるが此の θ_0 は齒頂をあたえる θ の値でる。

6) 齒喉線は ε , b' , r_b' に無關係に

$$y = \frac{1}{\tan \delta} (x - a' - r_a') + \frac{r}{\sin \delta}$$

で表わされる。

7) 齒脊線の傾きさは大体 $\lambda = \frac{b'}{a'}$ によつて決まり、齒脊が盛られて齒脊線が凸なる曲線になるのは

$$\varepsilon > 0 \text{ 或は } \nu_a > \nu_b$$

なるときであり

$$\varepsilon < 0 \text{ 或は } \nu_a < \nu_b$$

なるときはえぐられて齒脊線は凹なる曲線となる。

(附 記) 本研究は文部省科学研究費により行つたものである。尙絶えず研究に対し御配慮にあづかつている所長梶田教授に対して厚く感謝の意を表するものである。

Résumé

The analysis of the mechanism of shaping teeth by an automatic sharpener of band-saw blade explained in this paper is summarised as follows.

1) In such a mechanism as the line along which the grinding wheel goes up and down coincides with the most advanced point of the feed finger, irregularity among pitches of a blade can not be corrected. On the other hand, irregularity of teeth height, and clearance angle will be vanished and they become uniform.

2) When it is equal to one pitch the distance between the line along which the grinding wheel goes up and down, and the most advanced point of the feed

finger, irregularity among pitches is able to be corrected, and all pitches as well as all teeth and clearance angles become uniform.

3) In grinding throat, the blade is liable to be fed a little by the component force of grinding force. Consequently it is difficult for linear throat line to be made. So we should device to fix the blade in process of grinding throat.

4) The parametric equation for the back line of tooth is presented as follows.

$$\left. \begin{aligned} x &= A(\theta) + B(\theta) \sin \delta + r \sin \gamma \\ y &= B(\theta) \cos \delta - r \cos \gamma \end{aligned} \right\}$$

here

$$A(\theta) = a' \left\{ -\cos \theta + \sqrt{\left(\frac{r_a'}{a'}\right)^2 - \sin^2 \theta} \right\}$$

$$B(\theta) = b' \left\{ -\cos(\theta + \varepsilon) + \sqrt{\left(\frac{r_b'}{b'}\right)^2 - \sin^2(\theta + \varepsilon)} \right\}$$

$$\tan \gamma = \frac{B'(\theta)}{A'(\theta)} \cdot \frac{\cos \delta}{1 + \frac{B'(\theta)}{A'(\theta)} \sin \delta}$$

θ : parameter, rotation angle of cam

ε : difference between the rotation angle of cam G and that of H

r_a' , r_b' : the quantity deduced respectively from r_a , r_b the radius of circular cam G and H

a' , b' : the quantity deduced respectively from a , b the distance from the center of circular cam G and H to the rotation center of cam, and $2a'$, $2b'$ are equal to reciprocating distance.

r : radius of semi-circle at the edge of grinding wheel

5) The clearance angle or back angle γ_0 is presented by

$$\tan \gamma_0 = \frac{B'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} \cdot \frac{\cos \delta}{1 + \frac{B'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} \sin \delta}$$

here

$$\frac{B'(\theta_0)}{A'(\theta_0)} = \frac{b'}{a'} \cdot \frac{\sin(\theta_0 + \varepsilon)}{\sin \theta_0} \cdot \frac{1 - \frac{\cos(\theta_0 + \varepsilon)}{\sqrt{\left(\frac{r_b'}{b'}\right)^2 - \sin^2(\theta_0 + \varepsilon)}}}{1 - \frac{\cos \theta_0}{\sqrt{\left(\frac{r_a'}{a'}\right)^2 - \sin^2 \theta_0}}}$$

θ_0 is the value of θ correspondent to the top of tooth.

6) The equation of throat line is presented by

$$y = \frac{1}{\tan \delta} (x - a' - r_a') + \frac{r}{\sin \delta}$$

7) The gradient of back line is mainly decided by the value of $\lambda = \frac{b'}{a'}$.

When it is $\varepsilon > 0$ or $\nu_a (= \frac{r_a'}{a'}) > \nu_b (= \frac{r_b'}{b'})$, the back line is produced convexly.

And when $\varepsilon < 0$ or $\nu_a > \nu_b$ concavely.

8) In addenda I have analysed several typical forms of tooth. There, all forms have some common dimensions, that is

$$2a' = 1.5P, \tan \delta = \frac{1}{4}, r = \frac{1}{6}P \text{ and } \nu_a = 2$$

while ε and ν_b are given some kinds of value.

The tooth-forms thus obtained are shown in attached plates.

附 図

Fig. 11

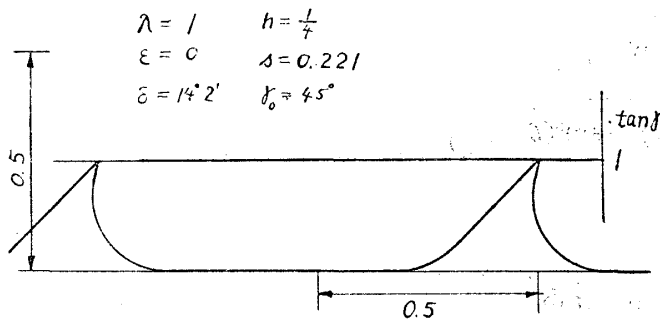


Fig. 12

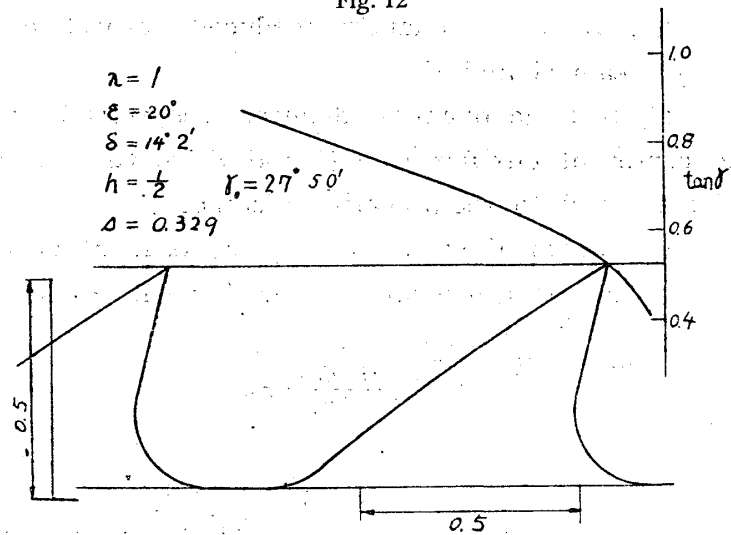


Fig. 13

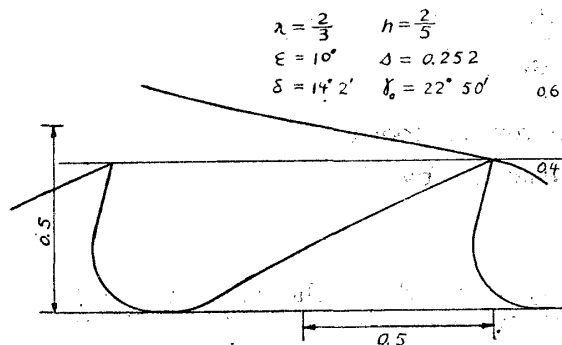


Fig. 14

$$\lambda = \frac{2}{3} \quad h = \frac{2}{3}$$

$$\varepsilon = 0^\circ \quad \Delta = 0.260$$

$$\delta = 14^\circ 2' \quad \delta_0 = 27^\circ 0'$$

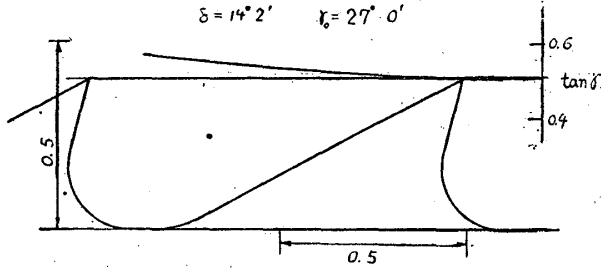


Fig. 15

$$\lambda = \frac{2}{3} \quad h = \frac{2}{5}$$

$$\varepsilon = -10^\circ \quad \Delta = 0.261$$

$$\delta = 14^\circ 2' \quad \delta_0 = 29^\circ 30'$$

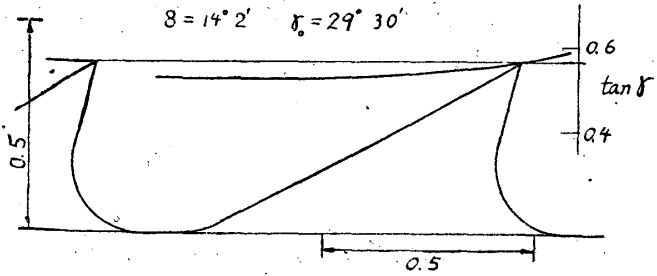


Fig. 16

$$\lambda = \frac{1}{2} \quad h = \frac{1}{4}$$

$$\varepsilon = 10^\circ \quad \Delta = 0.148$$

$$\delta = 14^\circ 2' \quad \delta_0 = 17^\circ 3'$$

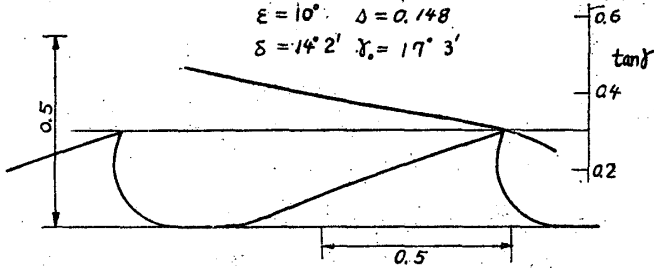


Fig. 17

$$\lambda = \frac{1}{2} \quad \delta = 14^\circ 2' \quad h = \frac{1}{3} \quad \Delta = 0.196$$

$$\varepsilon = 0^\circ \quad \delta_0 = 20^\circ 20'$$

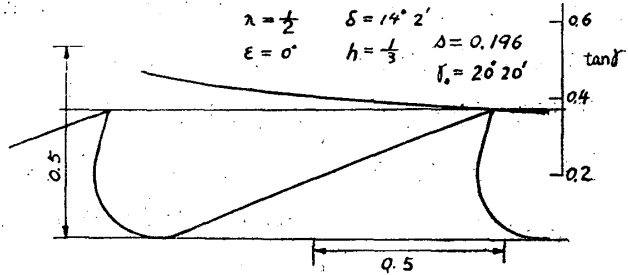


Fig. 18

$$\lambda = \frac{1}{2} \quad h = \frac{1}{3}$$

$$\varepsilon = -10^\circ \quad \Delta = 0.199$$

$$\delta = 14^\circ 2' \quad \delta_0 = 23^\circ 10'$$

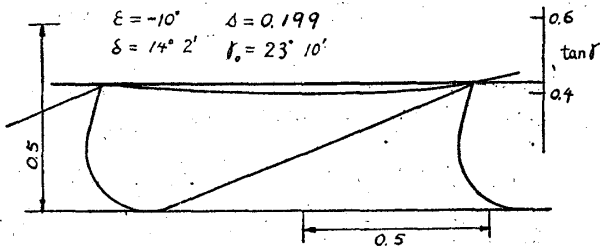


Fig. 19

$$\lambda = \frac{1}{3} \quad h = \frac{9}{40}$$

$$\varepsilon = -20^\circ \quad \Delta = 0.130$$

$$\delta = 14^\circ 2' \quad \delta_0 = 17^\circ 3'$$

