



スレッドカッタの一考察

久 米 靖*

Studies of Thread Catter

By Yasushi Kume

Taga Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

When we cut a trapezoidal screw with a large lead angle, or a worm with a straight flank in the axial section, by the thread milling method, (the axes of the cutter and work are in parallel), the difference of the form between the generated work and the cutter is considerably large. Therefore it is necessary to modify the form of the cutter.

We searched theoretically for the transformed amount in the tooth thickness, and angle, and succeeded in designing the cutter for an approximate correct form.

[I] 緒 言

カッタ軸と工作物軸とを平行に置いたスレッドミリング方式にて、ねち、又は軸断面が直線歯型となる様なウォームを切削する場合、工作物の歯底附近はカッタの干渉に依つてフィレットを生じ、歯先部は創成に依つて作られる。創成に依る部分は歯高の大部分を占め而もその曲線は直線に近いものである。この干渉並びに創成に依つて出来た歯型とカッタ歯型との差——以下これを創成量と假稱する——は、進み角の小さい普通ねちの時には殆ど問題にならないが、進み角の大きい梯形ねち或はウォーム等の時には相當大きなものとなる。これ等に関した文獻は二、三⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾あるが、カッタ軸と工作物軸とを或角度傾けて最も創成量の小さい場合の角度及びカッタ歯型を求めるのを主目的とし、然も難解で實際に應用するのに非常に不便なものである。

茲に先づカッタ軸と工作物軸とが平行な場合、歯型が如何に變形するかを解明し、次に要求される歯型を有するねち又はウォームを切削するには、カッタの歯型を如何にすればよいかを考え略々その目的を達することが出来た。

[II] 創成量の方程式

茲では直線歯型を有するスレッドカッタの場合を取扱う。第1圖に於て次の如く符號又は假定を興える。

Π : 工作物の任意の軸断面

Z 軸 : 工作物軸を Z 軸とする

ϕ : カッタの刃先の點 E を含み Z 軸に垂直な平面

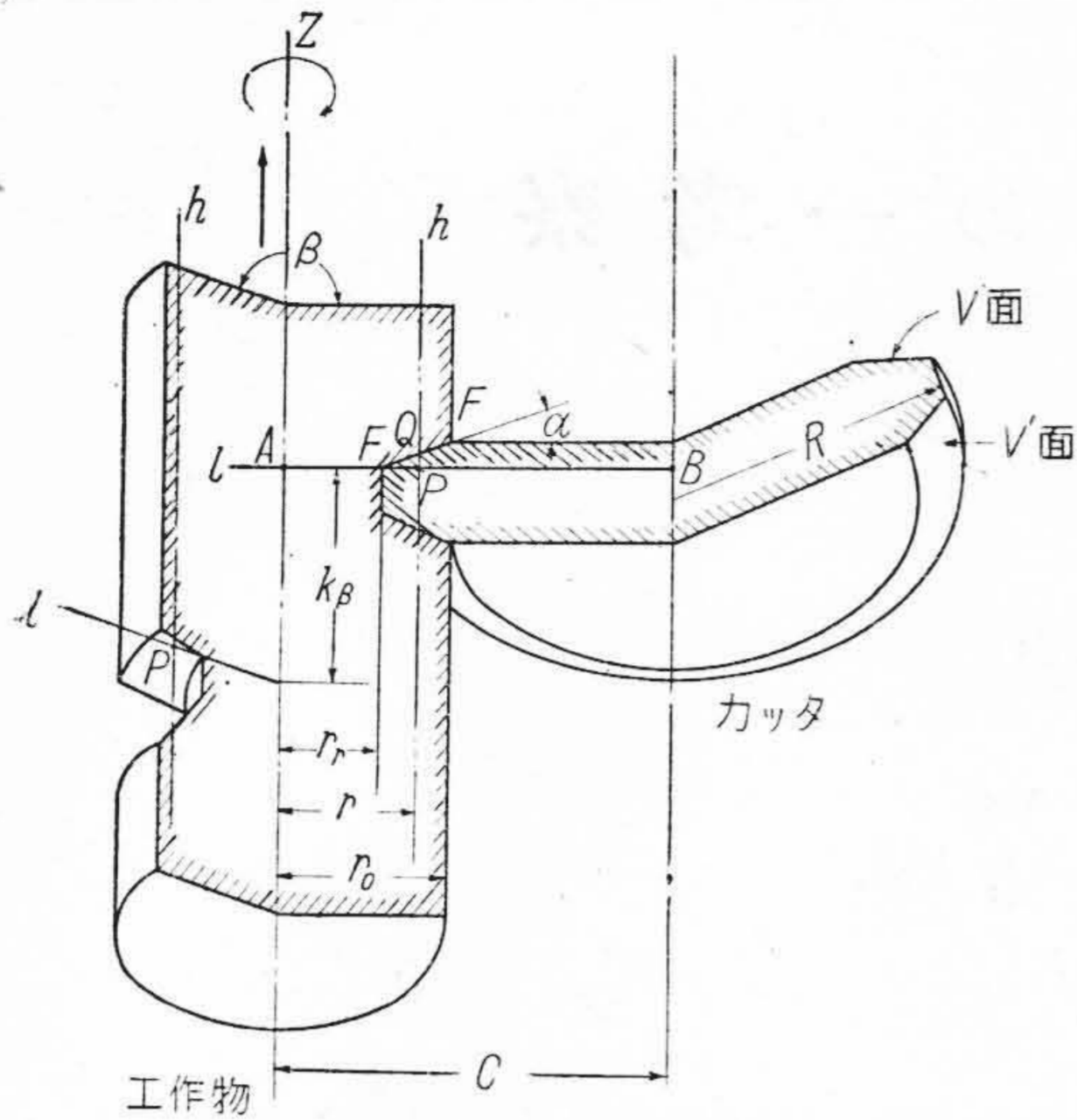
l : Π が回轉してカッタ軸を含む位置に來た時、 E 點を通り Z 軸に垂直な Π 上の直線

h : Π 上に在つて工作物の軸から r の距離にある Z 軸の平行線

P : h, l の交點

$2r_0$: 工作物外径

* 日立製作所多賀工場



第1圖 切削状態
Fig. 1 State of cutting.

$2r_r$: 工作物谷徑

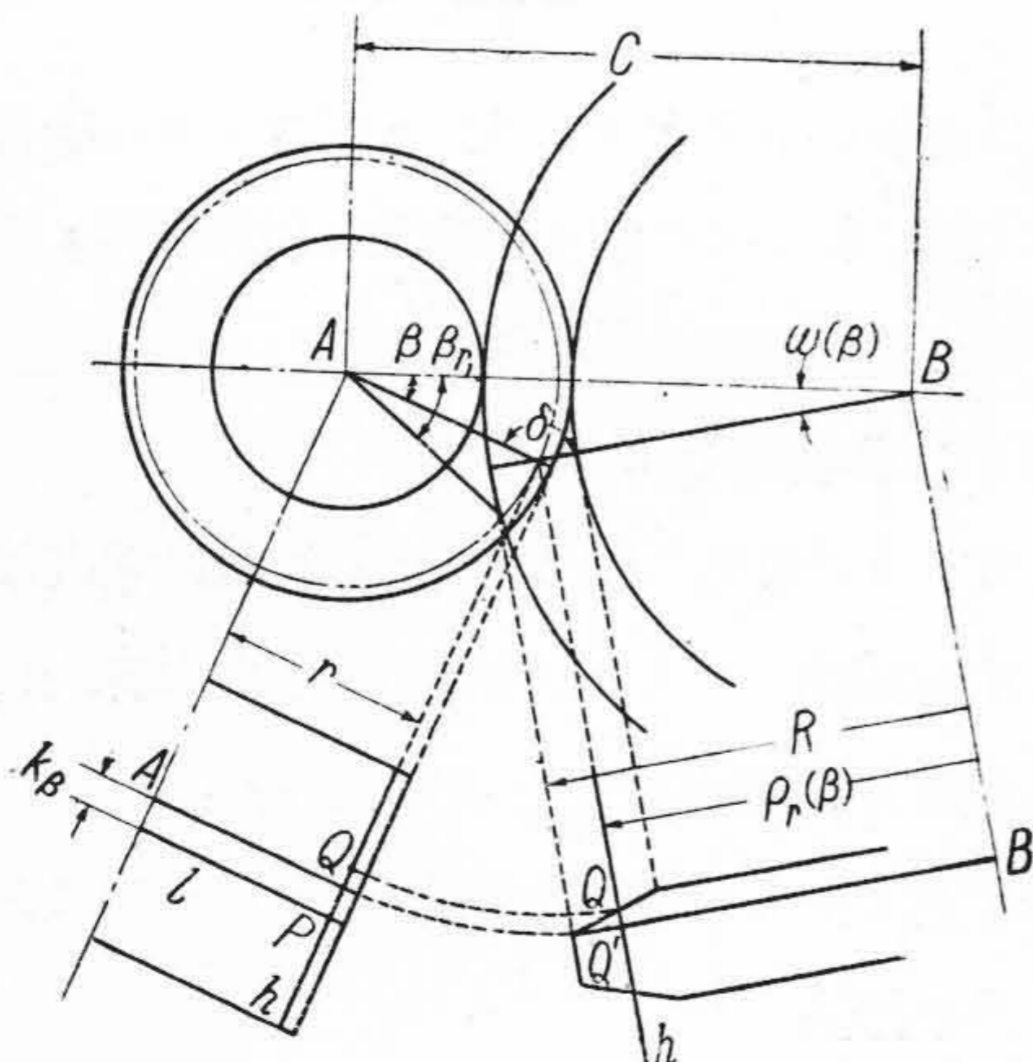
C : 工作物、カッタの軸間距離

V : カッタの双先側面 (フランク)

α : カッタの齒の傾斜角

カッタは一定の位置で回轉し、ウォームは左に回轉しながら Z 軸方向に進むものとし、以下このカッタにて切削される工作物の軸断面の曲線を求める事とする。

第1圖、第2圖に於て、断面 Π が回轉して直線 h がカッタと接觸し始め、更に Π が回轉を續けて h がカッ



第2圖 切削量の變化
Fig. 2 Variation of cutting amount.

タから離れてしまう迄の間に、 h とカッタの V 面との交点 Q と、平面 Φ との距離は次第に變化し、これと同時に断面 Π は Z 方向に進む。

今断面 Π 上に於て Q が h 上を移動する變化を知るためには、 Π 上の基準線 l と Q との距離、即ち PQ の變化を見ればよい。

而してその PQ の最大値が即ちカッタが直線 h から切り取る最大量である。その最大量は勿論 r の函数で、これを $f(r)$ とすれば

$$Z = f(r)$$

が求める曲線の方程式である。依つて以下 PQ の最大値 $f(r)$ を求める。

先づ h がカッタと接觸し始めてからカッタと離れてしまう迄の間で、 PQ が最大になるのは、直線 h が AB 線の位置に来る前であつて、その後でない事は明らかである。何故ならば断面 Π が AB に関して對稱な二つの位置に在る場合を考えるに、兩者の Q 點の位置は平面 Φ から同じ距離にあるが、 Π が回轉するに従つて P 點は Z 方向に進むから、 PQ の長さは始めの位置の方が大きく、後の方が小さい。従つて h がカッタと接觸し始めてから AB 線の位置に来る迄の間のみ考える事とする。

扱、第1圖に於て断面 Π が AB と β の角をなして居る時には、 P 點は平面 Φ と $k\beta$ の距離がある。(但し k は比例常數) 又工作物が一回轉して Z 方向に移動する量 (即ち工作物のピッチ) を p とすれば

$$k = \frac{p}{2\pi}$$

次に Π が AB と β の角をなす時の Q と平面 Φ との距離は

$$m\{R - \rho_r(\beta)\} \quad \text{但し } m = \tan \alpha$$

$\rho_r(\beta) = Q$ 點とカッタ軸との距離

従つてこの場合の PQ の長さは

$$k\beta + m\{R - \rho_r(\beta)\}$$

故に直線 h がカッタに接觸し始める時に AB となす角を β_{r1} とすれば、 PQ の最大値 $f(r)$ は、 β が 0 から β_{r1} 迄變化する間の $k\beta + m\{R - \rho_r(\beta)\}$ の最大値である。

即ち

$$f(r) = \text{Max}_{0 \leq \beta \leq \beta_{r_1}} [k\beta + m\{R - \rho_r(\beta)\}] \\ = \text{Max}_{0 \leq \beta \leq \beta_{r_1}} \{k\beta - m\rho_r(\beta)\} + mR \quad \dots (1)$$

(1) 式に於て $\varphi(\beta) = k\beta - m\rho_r(\beta)$ $\rho_r(\beta) = \rho(\beta)$ と置けば第2圖より

$$\varphi(\beta) = k\beta - m\rho(\beta) \\ = k\beta - m\sqrt{c^2 + r^2 - 2cr \cos \beta} \quad \dots (2)$$

これを微分し、 $\frac{\rho_r(\beta)}{\sin \beta} = \frac{r}{\sin \omega(\beta)}$ なる関係を入れて整理すれば

$$\varphi'(\beta) = k - mC \sin \omega(\beta) \quad \dots (3)$$

但し Π が AB と β の角をなす時の Q 點の Φ 上の足を Q' とすれば $\angle ABQ' = \omega(\beta)$ とする

従つて $\varphi'(\beta) = 0$ なるためには

$$\sin \omega(\beta) = \frac{k}{mC} \quad \dots (4)$$

故に第2圖から $\sin \delta = \frac{k}{mr}$

茲で δ が鈍角であると假定すれば

$$\pi - \delta = \sin^{-1} \frac{k}{mr}$$

又 $\omega(\beta)$ は勿論鋭角であるから (4) 式より

$$\omega(\beta) = \sin^{-1} \frac{k}{mC}$$

依つて $\varphi'(\beta) = 0$ なる時、即ち (4) なる場合には

$$\beta = \sin^{-1} \frac{k}{mr} - \sin^{-1} \frac{k}{mC}$$

以下この β を特に β_ϵ で表はす事にすれば

$$\beta_\epsilon = \sin^{-1} \frac{k}{mr} - \sin^{-1} \frac{k}{mC} \quad \varphi'(\beta_\epsilon) = 0 \quad \dots (5)$$

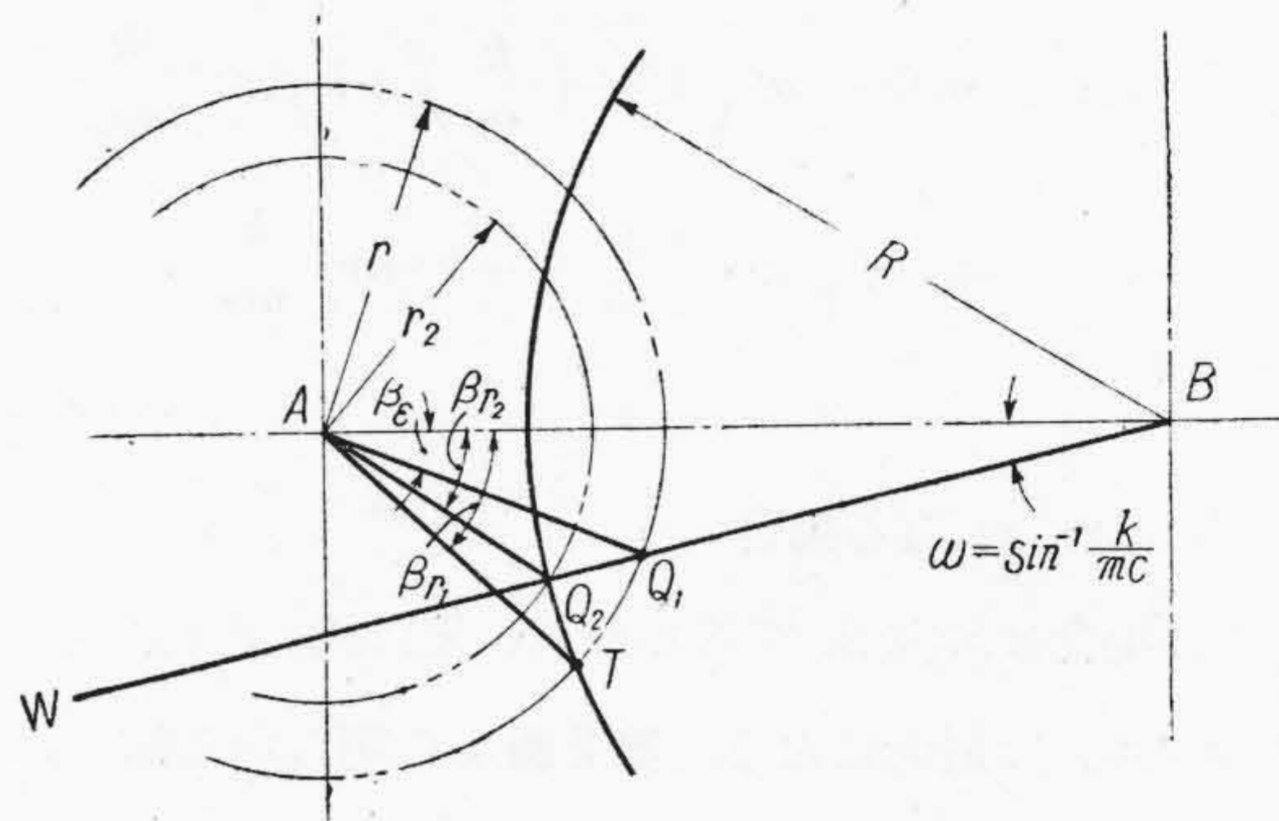
扱、 β が 0 から始まつて次第に増大する時、第2圖から明かな様に $\omega(\beta)$ も 0 から始まつて次第に増大する。

従つて (3) 式から $\varphi(\beta)$ は k から始まつて次第に減少する。故に若し $\beta_\epsilon < \beta_{r_1}$ ならば β が 0 から β_{r_1} 迄變化する間に於ては $\varphi(\beta)$ は $\beta = \beta_\epsilon$ に於て最大になる。

若し $\beta_{r_1} < \beta_\epsilon$ ならば β が 0 から β_{r_1} を經て β_ϵ 迄増大する間に $\varphi'(\beta)$ は常に正である。従つてこの場合は $\varphi(\beta)$

は $\beta = \beta_{r_1}$ で最大となる。

次に β_ϵ を求める。 $\varphi'(\beta) = 0$ の時には (4) 式から $\omega(\beta)$ は $\omega = \sin^{-1} \frac{k}{mC}$ となる。又第3圖に於て AB と定角 $\omega = \sin^{-1} \frac{k}{mC}$ をなす直線を WB 、 AQ_2 の長さを r_2 、その時の β を β_{r_2} とすれば、 $\omega(\beta)$ が $\omega = \sin^{-1} \frac{k}{mC}$ になつた時の β が β_ϵ であるから $\angle Q_1AB$ が求める β_ϵ であり、 $\angle TAB$ は β_{r_1} である。



第3圖 β の變化

Fig. 3 Variation of β .

扱この圖から明らかな如く r が減少するに従つて β_ϵ は増大し、 β_{r_1} は減少する。そして $r = r_2$ となつた時 $\beta_\epsilon = \beta_{r_1}$ となる。

故に $r < r_2$ なる時は $\beta_{r_1} < \beta_\epsilon$

$r > r_2$ なる時は $\beta_\epsilon < \beta_{r_1}$

依つて以下この二つの場合に別けて $f(r)$ を求める。

(1) $r > r_2$ なる場合

この場合には $\beta_\epsilon < \beta_{r_1}$ であるから先に述べた様に $\varphi(\beta) = k\beta - m\rho(\beta)$ は $\beta = \beta_\epsilon$ に於て最大となる。

第2圖に於て

$$\rho(\beta) = \frac{r \sin \beta}{\sin \omega(\beta)} \quad \dots (6)$$

而して $\beta = \beta_\epsilon$ なる時は (5) 式から

$$\sin \beta = \sin \left(\sin^{-1} \frac{k}{mr} \right) \cos \left(\sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) \\ - \cos \left(\sin^{-1} \frac{k}{mr} \right) \sin \left(\sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) \\ = \frac{k}{m^2 Cr} (\sqrt{m^2 C^2 - k^2} - \sqrt{m^2 r^2 - k^2}) \quad \dots (7)$$

故に $\beta = \beta_\epsilon$ なる時は (5)(7)(8) 式から

$$\varphi(\beta) = k \left(\sin^{-1} \frac{k}{mr} - \sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) - (\sqrt{m^2 C^2 - k^2} - \sqrt{m^2 r^2 - k^2})$$

となりこれが $\varphi(\beta)$ の最大値、即ち $\text{Max}_{0 \leq \beta \leq \beta_{r_1}} \{k\beta - m\rho(\beta)\}$ である。依つて (1) 式から

$$f(r) = k \left(\sin^{-1} \frac{k}{mr} - \sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) - (\sqrt{m^2 C^2 - k^2} - \sqrt{m^2 r^2 - k^2}) + mR$$

或は
$$f(r) = mR - \left(m \sqrt{C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2} + k \sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) + \left(m \sqrt{r^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2} + k \sin^{-1} \frac{k}{mr} \right) \dots (8)$$

(2) $r < r_2$ なる場合

この場合は $\beta_{r_1} < \beta_\epsilon$ であるから、先に述べた様に $\varphi(\beta)$ は $\beta = \beta_{r_1}$ で最大になる。第 2 圖から明らかな如く、 $\beta = \beta_{r_1}$ の時は $\rho(\beta) = R$ であるから $\varphi(\beta) = k\beta_{r_1} - mR$ でこれが $\varphi(\beta)$ の最大値である。依つて (1) 式から

$$f(r) = k\beta_{r_1}$$

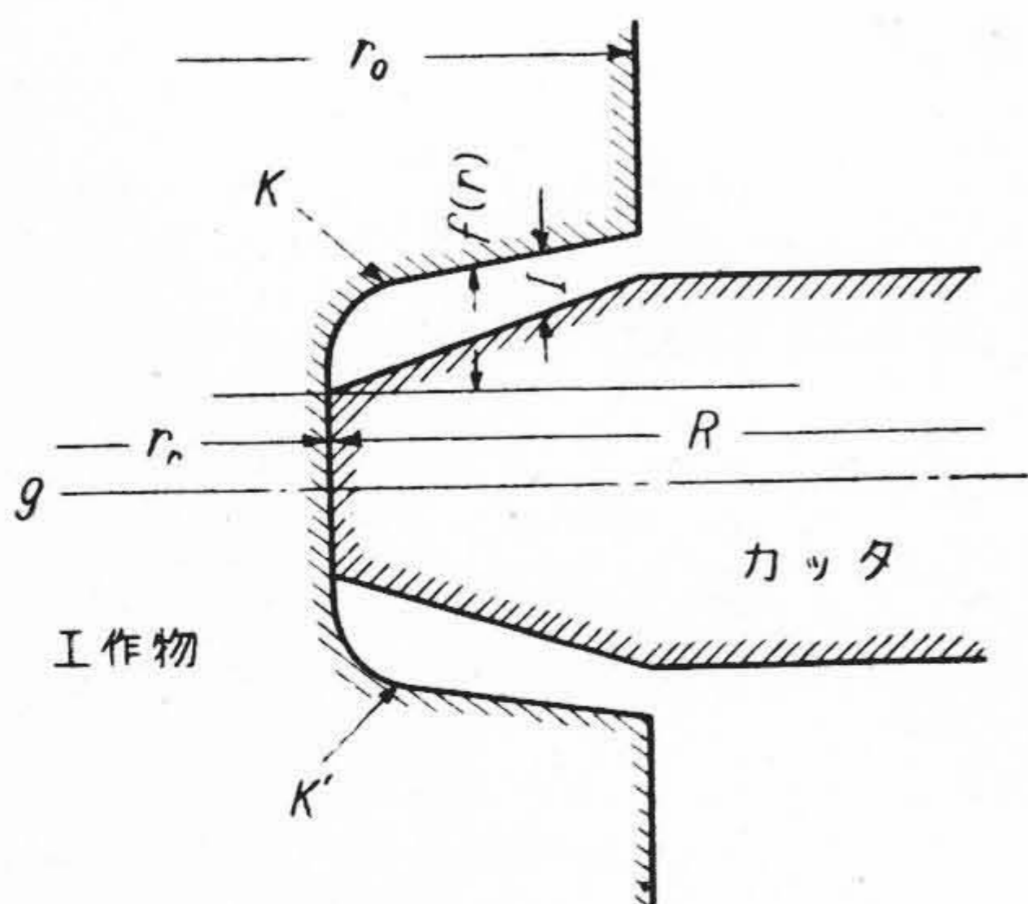
これを變形整理して

$$f(r) = k \cos^{-1} \frac{r^2 + C^2 - R^2}{2Cr} \dots (9)$$

又第 3 圖から

$$r_2 = \sqrt{C^2 + R^2 - 2R \sqrt{C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2}} \dots (10)$$

或は
$$r_2 = \frac{kR}{mC \sin \beta_{r_2}} \dots (11)$$



第 4 圖 創成状態

Fig. 4 State of generating.

以上を纏めれば次の様になる。第 4 圖に於て実際に切られる齒型の曲線 K の方程式 $Z = f(r)$ は

$$f(r) = k \cos^{-1} \frac{r^2 + C^2 - R^2}{2Cr} \quad (r_r \leq r \leq r_2 \text{ の時}) \dots (9)$$

$$f(r) = mR - \left(m \sqrt{C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2} + k \sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) + \left(m \sqrt{r^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2} + k \sin^{-1} \frac{k}{mr} \right) \quad (r_2 \leq r \leq r_0 \text{ の時}) \dots (8)$$

但し
$$r_2 = \sqrt{C^2 + R^2 - 2R \sqrt{C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2}} \dots (10)$$

或は
$$r_2 = \frac{kR}{mC \sin \beta_{r_2}} \dots (11)$$

そして創成量 I_r は

$$I_r = f(r) - m(C - r) \dots (12)$$

[III] 最大創成量及びその位置

(1) $r_2 \leq r \leq r_0$ の場合

$$\frac{dI_r}{dr} = m \left(\sqrt{1 - \left(\frac{k}{mr}\right)^2} - 1 \right) < 0 \quad (13)$$

$\frac{dI_r}{dr}$ は r が減少するに従つて小になる。故に I_r は $r = r_2$ で最大となる。

(2) $r_r \leq r \leq r_2$ の場合

$$\frac{dI_r}{dr} = k \cdot \frac{d\beta_{r_1}}{dr} - m$$

これを變形整理すれば

$$\frac{dI_r}{dr} = -\frac{1}{r \tan \delta} (k + mr \tan \delta)$$

故に $\frac{dI_r}{dr} = 0$ から $r \tan \delta = -\frac{k}{m} \dots (14)$

(14) 式を満足する r, δ を r_3, δ_3 とすれば

$$r_3 |\tan \delta_3| = r_2 \sin \delta_2 < r_2 |\tan \delta_2| \therefore r_3 < r_2$$

即ち $r_r \leq r \leq r_2$ の場合には $r_r < r_3 < r_2$ なる r_3 に於て創成量は最大となる。

(3) 故に (1) (2) を通じて $r = r_3$ に於て最大創成量を示すことになる。次にこの r_3 の値を求める。

$\delta_3' = \pi - \delta_3$ と置けば (14) 式から

$$\tan \delta_3' = \frac{k}{mr_3}$$

$$\therefore \sec^2 \delta_3' = \frac{m^2 r_3^2 + k^2}{m^2 r_3^2}$$

又 $C^2 = r_3^2 + R^2 + 2Rr_3 \cos \delta_3'$

$$\therefore \left(\frac{C^2 - R^2 - r_3^2}{2Rr_3} \right)^2 = \frac{m^2 r_3^2}{m^2 r_3^2 + k^2}$$

これを整理し、且 $\xi = \frac{r_3^2}{C^2 - R^2}$ $a = \frac{k^2}{m^2(C^2 - R^2)}$

$b = \frac{2(C^2 + R^2)}{C^2 - R^2} - C$ と置けば

$$\xi^3 - b\xi^2 + (1 - 2a)\xi + a = 0 \quad \dots (15)$$

(15) 式をホルナーの方法、ニュートンの近似法で解いて ξ を求めれば $r_3 = \sqrt{(C^2 - R^2)\xi} \dots (16)$ から r_3 を得る。

そして

$$I_{\max} = k\beta r_3 - m(r_3 - r_r) \quad \dots (17)$$

[IV] 山の角度の変形

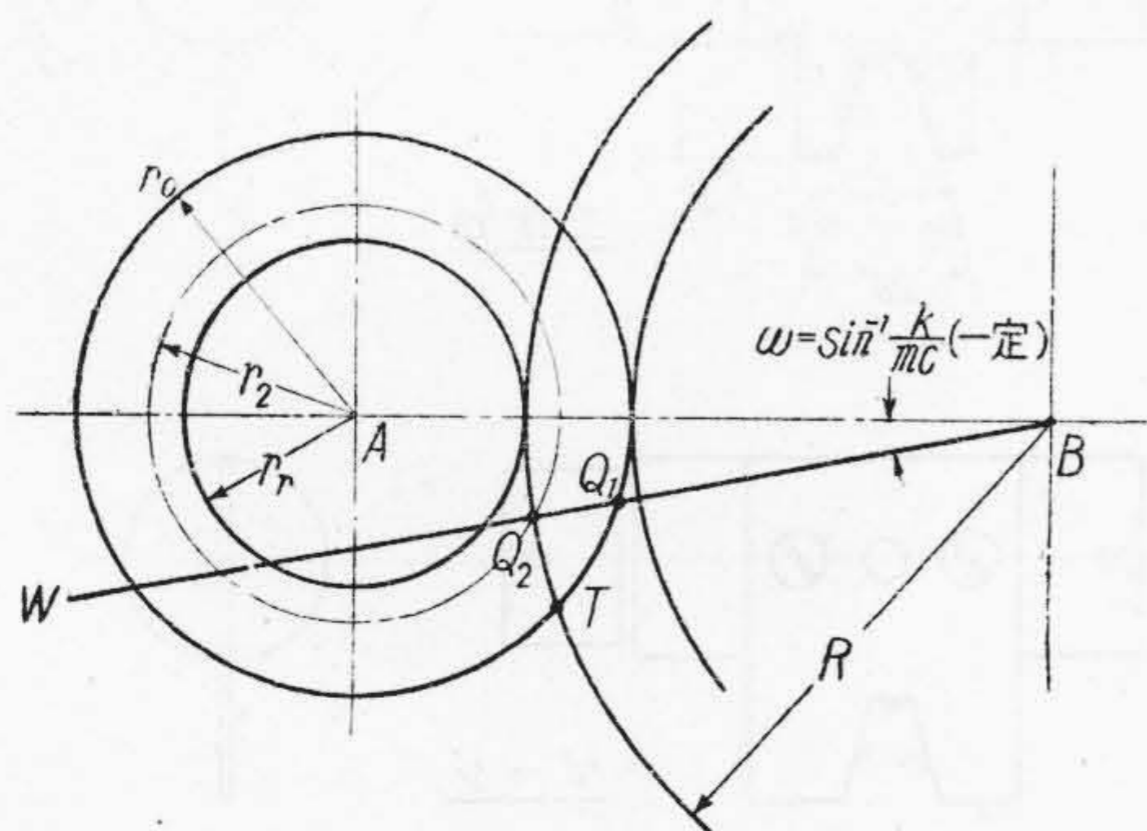
曲線 K の方向係数を求める。この場合 $r_r \leq r \leq r_2$ の範囲は省略し、 $r_2 \leq r \leq r_0$ の場合に就てのみ考えることとする。(8) 式を微分すれば

$$\frac{dZ}{dr} = m \sqrt{1 - \left(\frac{k}{mr}\right)^2} \quad \dots (18)$$

これが即ち曲線 K の $r_2 \leq r \leq r_0$ の場合の方向係数である。

尙 (9) 式より明らかな様に r の増大につれて m_0 は次第に m に近づく。

第4圖に於て、曲線 K' が工作物の溝の中心線 g に関



第5圖 最大切削量の位置
Fig. 5 Position of maximum cutting.

して曲線 K と對稱なることは明らかである。

尙以上の研究の過程に於て次の如き興味ある事柄が明らかになつた。即ち (4) 式以下の説明及び第3圖の説明により明らかな如く、(第5圖参照) 工作物の $r_r \leq r \leq r_2$ なる範囲の半径 r に於ては Q_2 (即ちカッタの外徑) に依る切削が最大の切削量を示し、 $r_2 \leq r \leq r_0$ の範囲ではカッタの Q_1Q_2 間に依つて最大の切削量を示す。換言すれば曲線 K に於て工作物の谷徑から r_2 迄の間はカッタの外徑に依つて削られ、 r_2 より半径の大なる部分はカッタの Q_1Q_2 間に依つて削られたものである。従つてカッタの Q_1 以下の双底の部分は逃げて置いても同じ曲線 K が得られる事となる。

[V] 内接の場合

以上は凡て外接の場合を取扱つたのであるが、内接の場合も全く同様の考え方に依り次の様な結果を得る。

$$f(r) = k \cos^{-1} \frac{r^2 + C^2 - R^2}{2Cr} \quad (r_2 \leq r \leq r_0 \text{ の時}) \quad \dots (19)$$

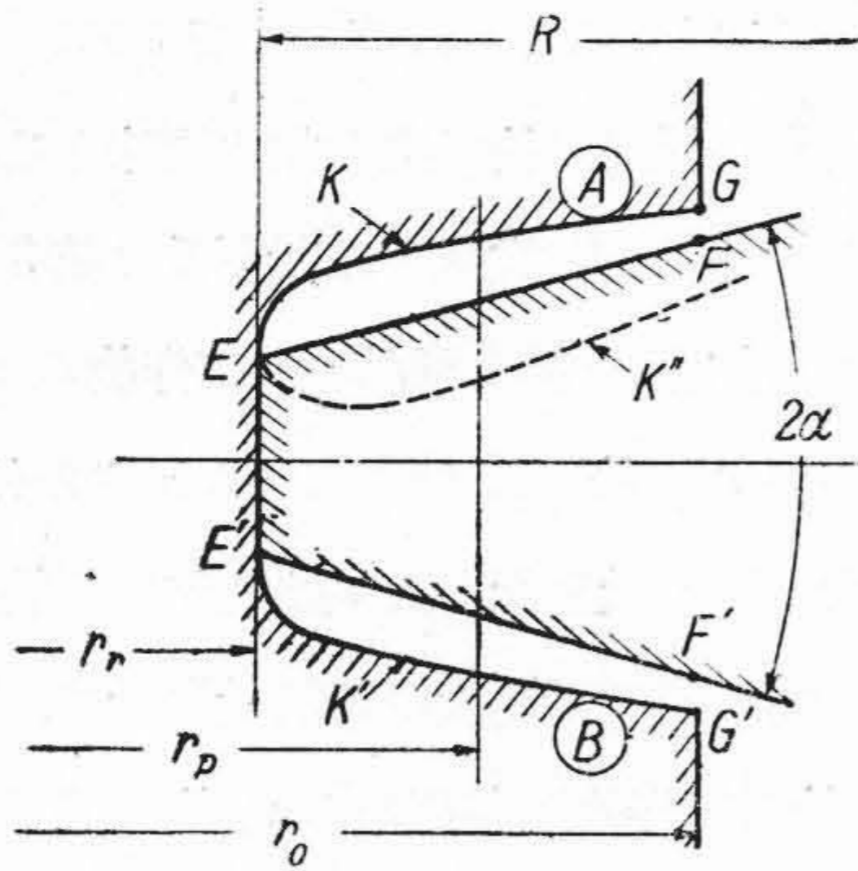
$$f(r) = mR + \left(m \sqrt{C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2} + k \sin^{-1} \frac{k}{mC} \right) - \left(m \sqrt{r^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2} + k \sin^{-1} \frac{k}{mr} \right) \quad (r_r \leq r \leq r_2 \text{ の時}) \quad \dots (20)$$

$$\text{但し } r_2 = \sqrt{C^2 + R^2 + 2R \sqrt{C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2}} \quad \dots (21)$$

茲で $C^2 - \left(\frac{k}{m}\right)^2 < 0$ の場合は (19) 式のみを使う。

[VI] 要求山型を得るための對策

(1) 第6圖に示す如く、要求される工作物の山型を FEE'/F' これと同形のカタで切られた實際の工作物の山型を GEE'/G' とすれば、 $r=r_r$ の場合は (9) 式より明らかな如く、 $f(r)=0$ となり EE' 間は干渉しない。従つて工作物の谷の巾 EE' を得るためには、カッタの双先の巾は EE' なければならない。然るに今迄述べて来た所から判る様に曲線 K の E 點附近はカッタの E 點に依つて切られたものである。故にカッタの齒型を如何



第 6 圖 齒型の創成
Fig. 6 Generating of tooth profile.

にしようとも (例えば曲線 \$K''\$ の如くに) 干渉を全く無くしてしまう事は出来ない。

(2) 工作物の有効径 (半径) 或は刻み圓半径を \$r_p\$ とし、\$r_p\$ に於ける曲線 \$K\$ の方向係数 \$m_0\$ を、要求される山型の方向係数 \$m\$ に一致させるためには、(18) 式に於て

$$m = m_0 \sqrt{1 - \left(\frac{k}{m_0 r_p}\right)^2}$$

でなければならない。即ち

$$m_0 = \sqrt{m^2 + \left(\frac{k}{r_p}\right)^2}$$

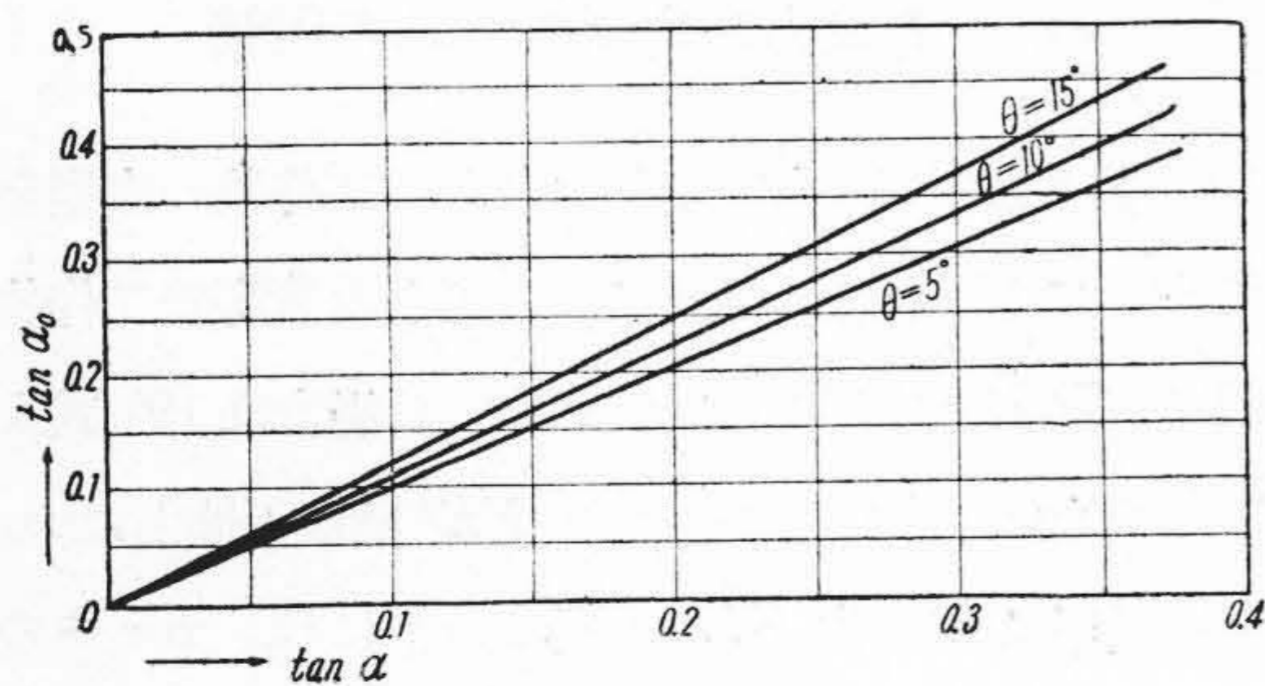
又この工作物の進み角を \$\theta\$ とすれば $\frac{k}{r_p} = \tan \theta$

故に $m_0 = \tan \alpha_0$ とすれば

$$\tan^2 \alpha_0 = \tan^2 \alpha + \tan^2 \theta \quad \dots (22)$$

これを圖に表はせば第 7 圖の如くになり、進み角が大きい程角度の變形が大きくなることが明らかに判る。

(3) 依つて有効径或は刻み圓径に於ける山の角度を要求される角度とし、近似的に要求される山型を得るた



第 7 圖 進み角と山角度の變化との關係
Fig. 7 Relation between lead angle and variation of tooth angle.

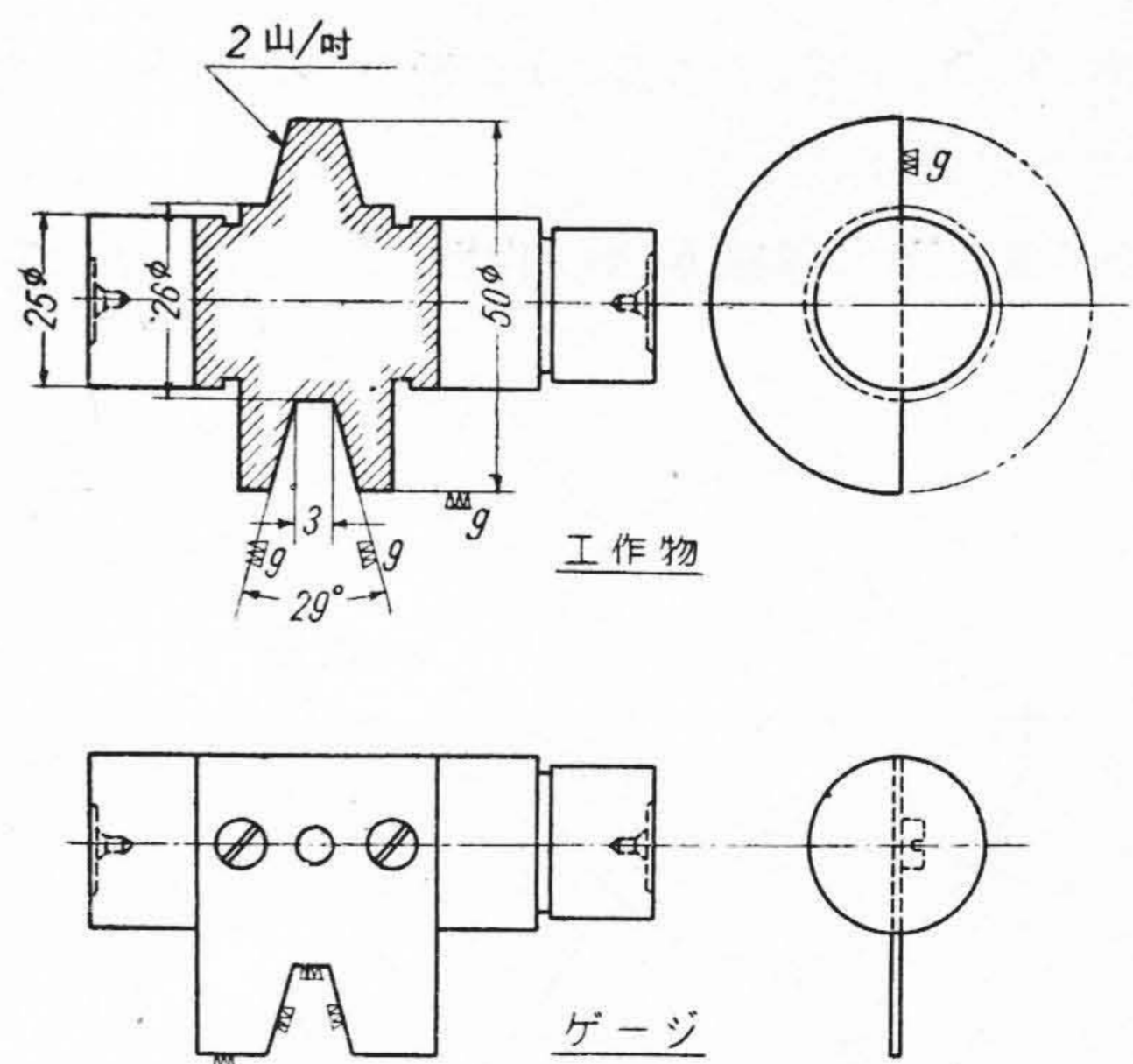
めには、

- (A) カッタの双先角度は (22) 式に依つて求めた角度とし
- (B) カッタの齒厚を有効径或は刻み圓径に於ける創成量だけ小さくし
- (C) カッタの双の高さは普通その儘でよいが、創成量が多い時には幾分高くする。(従つて工作物を切削の際にはそれだけ深く切込む)。
双を高くする量は、創成量、齒底のクリアランスの量等を考慮して決める。

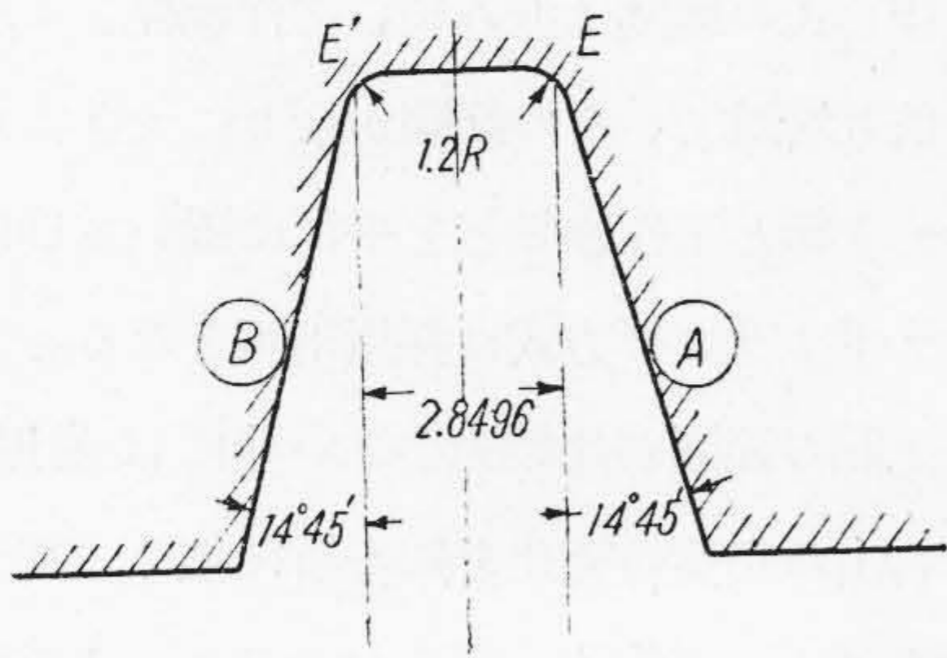
この様にすれば簡単に略々目的を達することが出来る。但し創成量が甚だしく大きくない場合には、上記の方法で充分實用になるものが得られるが、創成量が甚だしく大きくなると良い結果が得られない。従つてその場合には、本方式に依る工作法は採用不可でカッタ軸と工作物軸とを傾けて切削する方式に依らねばならない。

[VII] 實驗との比較

(1) 製作誤差、測定誤差を少くするため、第 8 圖に示す如き工作物を津上製ねち研磨機にて仕上げたのであるが、先ず同圖に示す様なゲージを作り、これに合せて砥石を整形し、その砥石で工作物の研磨を行い (工作物軸と砥石軸とは勿論平行)、砥石の最後の形を間接に測定



第 8 圖 實驗用工作物及ゲージ
Fig. 8 Work and gauge for experiment.

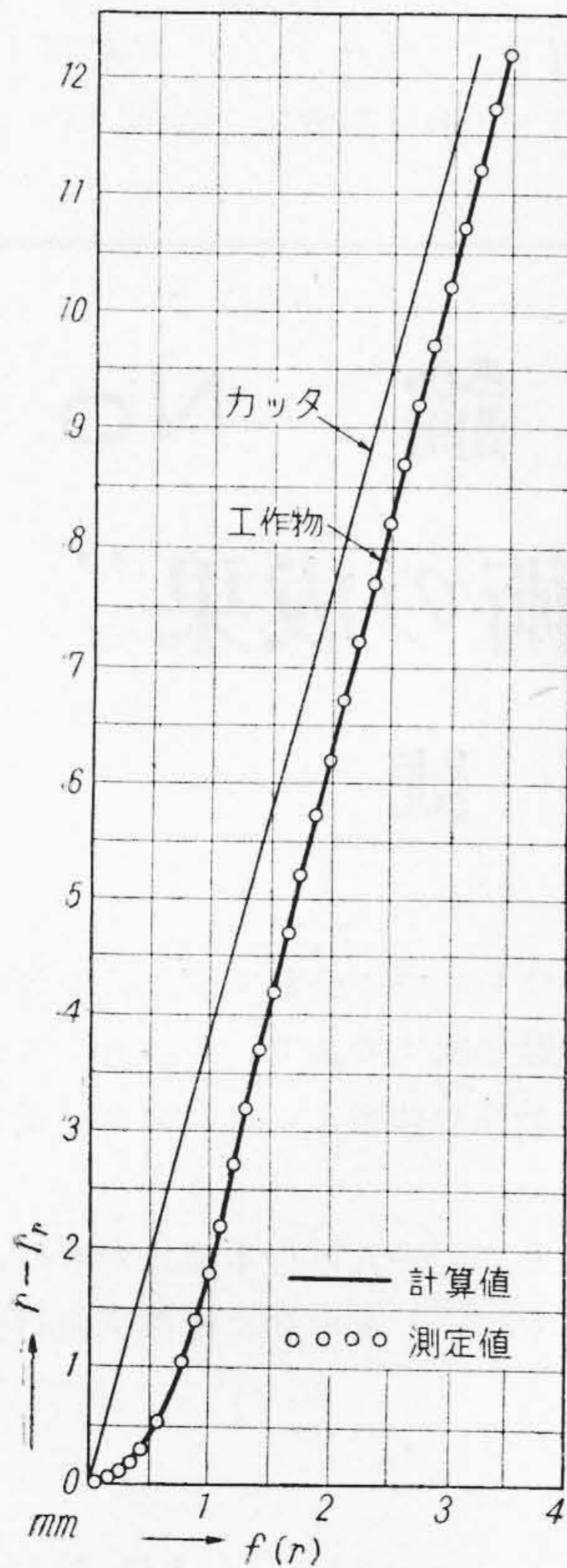


第9圖 ゲージ測定値
Fig. 9 Measured value of the gauge.

するためにゲージを同一砥石で研磨して砥石の形をゲージに移した。その後工作物を圖の様に半分に切斷し津上製大型工具顯微鏡で測定した。

(2) 測定結果

- (A) 砥石……R=216
- (B) ゲージ……第9圖の通り



第10圖 創成曲線と直線齒型との差
Fig. 10 Difference between generated curve and straight flank.

(C) 工作物……測定値より得た創成量 I_A, I_B と (8) ~ (12) 式に依り計算した創成量 I_r とは第1表の如くになり、これは第10圖の如き曲線となる。

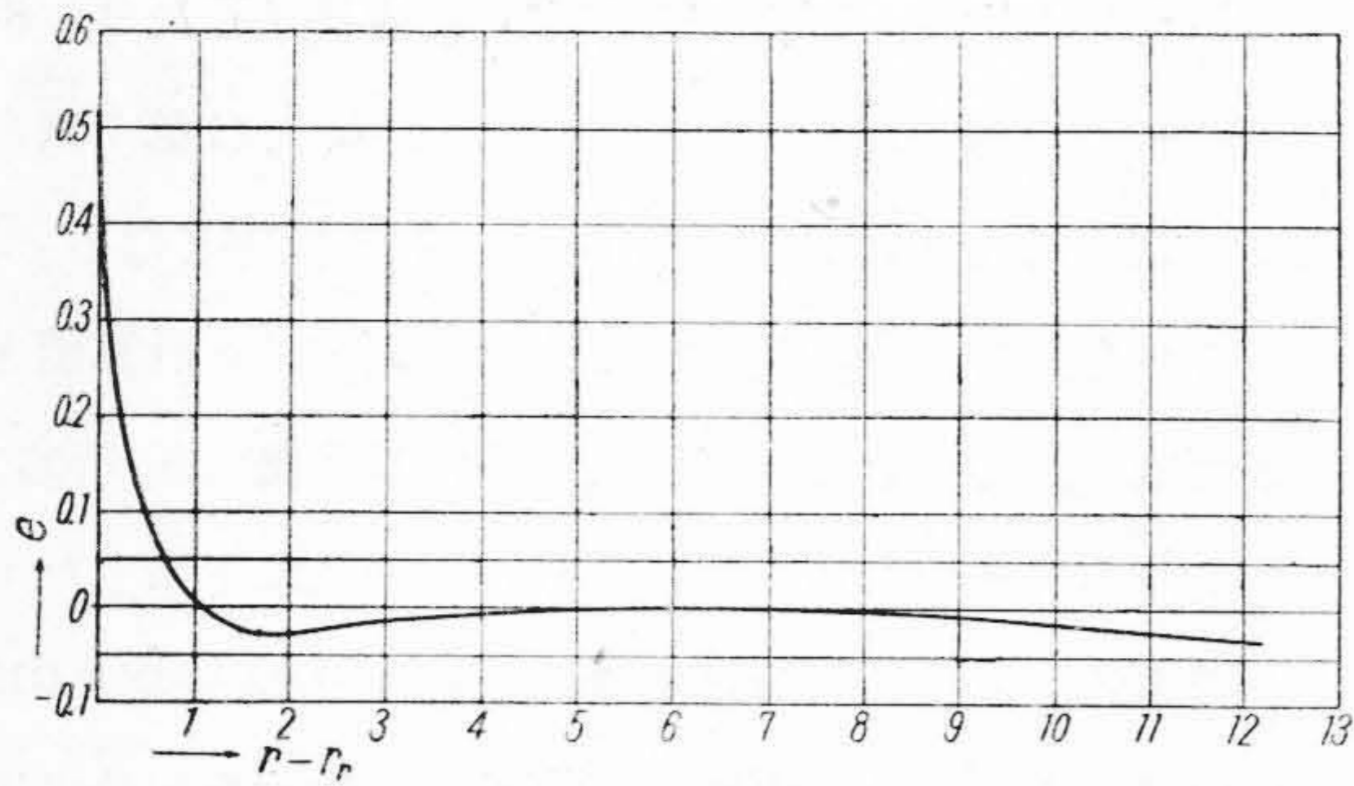
これを見ると E 點附近に於ては測定値と計算値とが可成り異なるが、これは砥石の先に第9圖に示す様に僅か乍ら丸味があるので、それが創成量に影響したものである。他の部分は兩者の差最大 0.03 平均 0.015 程度で、これはこの丸味の影響及び工作物を半分に切斷後のマクレ取り其他の工作誤差、測定誤差の範囲内にあると見做し得る。

尚、この場合工作物の山の高さの中央 r_p に於ける山の角度を (18) 式に依り計算すれば $13^{\circ}32'06''$ となり、 r_p に於てこの角度を有する直線と計算に依る上記の曲線との差 e は第11圖の如くになり、大部分が殆ど直線

第1表 計算値と測定値との比較

Table 1 Comparison of calculated val. and measured val.

r	I	I_A	I_B
12.8968	0.1339	0.070	0.072
12.9468	0.2044	0.157	0.157
12.9968	0.2472	0.228	0.230
13.0468	0.2820	0.277	0.270
13.1718	0.3447	0.337	0.331
13.3218	0.3959	0.381	0.375
13.3968	0.4154	0.415	0.404
13.5968	0.4543	0.432	0.420
13.8968	0.4889	0.486	0.473
14.2468	0.5065	0.488	0.480
14.6468	0.5069	0.504	0.497
15.0468	0.4941	0.511	0.503
15.5468	0.4763	0.492	0.491
16.0468	0.4596	0.474	0.480
16.5468	0.4441	0.456	0.464
17.0468	0.4296	0.438	0.443
17.5468	0.4157	0.429	0.436
18.0468	0.4029	0.412	0.412
18.5468	0.3908	0.403	0.397
19.0468	0.3793	0.399	0.397
19.5468	0.3684	0.379	0.385
20.0468	0.3582	0.364	0.373
20.5468	0.3482	0.357	0.366
21.0468	0.3390	0.353	0.354
21.5468	0.3301	0.344	0.349
22.0468	0.3219	0.330	0.340
22.5468	0.3136	0.317	0.333
23.0468	0.3060	0.307	0.331
23.5468	0.2986	0.300	0.313
24.0468	0.2917	0.287	0.318
24.5468	0.2850	0.282	0.289
25.0468	0.2783	0.267	0.285



第 11 圖 創 成 曲 線
Fig. 11 Generated curve.

と見做すことが出来る。従つて [VI] に於けるカッタの修正法は合理的であると言える。

[VIII] 結 言

以上を要約して、

- (1) 創成に依つて生ずる曲線はフィレットの部分を表はす (9) 式と、殆ど直線となる。(8) 式との二つより成る。

(2) (9) 式の範圍は進み角、工作物徑、カッタ徑、に依り増減し、その範圍が余りに大きくなると、カッタ軸と工作物軸とを平行に置いて切削するスレッドミリング方式は採用不可となる。

(3) 上記の範圍が比較的小さい時には齒厚の創成量、山の角度の變化を知る事に依り、要求される齒型に近い工作物を得るためのカッタを設計する事が出来る。

以上は既に卓上扇風機用ウォームのカッタに應用して良結果を得て居る。最後に本研究に際し、茨城大學工學部教授高橋善治氏より絶大な御協力、御指導を賜はり、又上長、工務、現場關係者の深い御理解と御教示とを得たことを深く感謝する次第である。

参 考 文 獻

- (1) 奥島： 機械學會論文集 (昭 12. 8)
- (2) 小堀： // (昭 17.11)
- (3) 窪田： 機械學會誌 (昭 23. 6)

Vol. 32 日 立 評 論 No. 6

“最近に於ける日立技術の成果”

特 集 増 大 號

前號で豫告發表致しました「日立評論」總まくり號は、終戦後はじめての企劃ですが、戦前は毎年新年號を恒例として、御愛讀を頂いてゐました“日立技術の總結集版”であり、各方面より多大の御好評を仰ぎましただけに、編集部はもとより、印刷關係者も最高の技術と、良心的なる責任編集をモーターに、最後の拍車をかけてゐます。

何分普通號の 5 倍大の 350 頁、寫眞圖面など 500 版以上を収録しての一大單行本型式のもの、豫定の No. 5 を普通號に繰上げ、愈々 No. 6 をこの特集増大號として、7 月中旬には必ず發行致しますから、何卒倍舊の御期待を乞う次第でございます。

東京都品川区
大井坂下町 2717

日 立 評 論 社

特集増大號誌代

1 册 ¥150.00
〒24.00