の詳細寸法を記載したものである。この各寸法でわかるように振動数 20 000 c/s, 30 000 c/s, 40 000 c/s の刃物台の大きさは、4 ft 旋盤に対して適当な使いやす形状を有する。

5. む す び

本研究で超音波振動切削の具体的実施装置の主要部を解析した。そして振動数が高いので振動系全体の構造が小さくなり、しかもその振動系を固定に便利な振動節が存在し、これを利用して静的に固定したり、また回転せしめることも可能な、従来の工作機械に対し

ても、また新しく工作機械を製作する場合でもいずれも均衡のとれた刃物台となり得ることを確認した。

文 献

- (1) 隈部, 益子, 機械学会論文集, **24**, 138 (昭 33-2), 109.
- (2) 隈部, 本論文集 1396 ページ.
- (3) 谷口, 超音波加工法, 精密工学講座Ⅱ-6 (昭 33), 日刊工業新聞社.
- (4) 実吉, 隈部, 精機学会創立 25 周年記念学術講演会前刷, 講演番号 222 (昭 33-10).
- (5) 隈部, 機械学会論文集, **25**, 154 (昭 34-6), 479.
- (6) 隈部, 高橋, 機械学会論文集, **25**, 154 (昭 34-6), 472.
- (7) 隈部, 機械学会論文集, **26**, 166 (昭 35-6), 827.
- (8) 隈部, 本論文集 1414 ページ.

621.911.018:66.084:534-8

超 音 波 振 動 切 削 に 関 す る 研 究*

(第3報, 超音波振動切削機構の解析)

隈 部 淳 一 郎**

Study on Ultrasonic Cutting

(3rd Report, An Analysis of the Mechanism of Ultrasonic Cutting)

by Junichiro KUMABE

The cutting mechanism in ultrasonic cutting is considered in this report and the main results are as follows :

- 1) Amplitude and frequency have relations with the cutting speed and the critical cutting speed $V_c = 0.376 af$ m/min (a : amplitude micron, f : frequency kirocycle).
- 2) Cutting time t_c in one cycle is very short. (for example $t_c = 10^{-6}$ s)
- 3) Cutting length l_T in one cycle is V/f . (for example $l_T = 0.08$ micron)
- 4) And at a cutting speed lower than this critical cutting speed, the cutting tool is separated from the chip in each cycle and is cooled by air or can be lubricated exactly by using the usual lubricant without special cutting fluid.

1. 緒 言

第1報⁽¹⁾において明らかにされた超音波振動切削の円滑な実施のためには、第2報⁽²⁾のいかにして能率的に切削工具を振動せしめるかという、刃物台の構造に関する研究に引続き、本切削法の切削機構を明らかにしておかなければならない。

しかしながら、振動させない普通の切削加工においてさえ、いまだにその決め手ともいふべき理論的解明

がなされていないとき、この切削機構をいずれの方向から、いかなる手段によって解析していったらよいのか全然見当がつかなかったため、その解析への糸口をつかむための基礎実験を進めた結果、それらの分析、検討、吟味によって超音波振動切削の機構をある程度解明し、この切削法を具体的に発展せしめるための必要な諸事項を明らかにすることができた。

ここに、本切削機構を解明するにいたった代表的な基礎実験と、それらに基いて解析した本切削機構を説明し、その振動数、振幅がどのような関係を有するか、また本機構解析の結果明らかにされた本切削法の特徴について詳述する。

* 昭和 33 年 11 月 6 日 宇部臨時大会講演会において講演、原稿受付 昭和 36 年 2 月 27 日。

** 正員、東京工業大学(東京都目黒区大岡山 1)。

2. 切削機構解析の手がかりを得る ために行なった基礎的実験

切削機構を解析するにあたっての手がかりを求めるべく、基礎的実験をいろいろと行なった。

まず第一に切削中の瞬間写真によって切削模様を観測すれば、切りくず、工作物とバイトの相対位置がわかり、最も有力な手がかりになるだろうと考え、簡単な装置を考案して実験を行なった。

次に切りくずの断面形状をしらべれば、切削機構解析の際の切りくずの模型的形状を決定できると考え、切削後の切りくずを埋没剤に埋め、顕微鏡写真によって観測することにした。

さらに切削抵抗の波形をなんらかの検出器によって観測すれば、総合的な考察が行なえるのではないかと考え、ランジュバン形のチタン酸バリウムを用いて観測してみることにした。

以上の三とおりの代表的実験によって、切削機構を解析するおもなる資料を得ることができた。

2.1 切削中の瞬間写真の撮影 瞬間写真装置にはいろいろの方法があるが、本実験では電気火花によって、その光源および露出時間とし、35 mm X 線フィルムを使用して撮影できるようにくふうした。

第1図が自作した本撮影装置で、真空管 5AR4 をもってあらかじめ充電した 40 μ F のコンデンサ 3 の両端を、黄銅棒電極 1、2 によって短絡し、そのせん光を集光レンズ 4 によってバイト刃先に集光し、切

第1図 瞬間写真撮影装置

削中のバイト刃先付近を金属顕微鏡 5 で撮影するようにしたものである。

本装置によって平削り二次元切削を行なって得られた一例である削り速度 $V=0.1$ m/min, 切込み $t_1=0.05$ mm, すくい角 $\alpha=22^\circ$, 振動数 $f=20\,200$ c/s, 振幅 $a=15\ \mu$ の切削条件における切削状態を第2図(a)に示す。

バイトすくい面と切りくずとの間に空けきが見られること、および工作物と切りくずとのピン트가だいたい一致していること、すなわち端面のぼりが少ないことが示されている。

本実験によって同方向超音波振動切削機構は、第2図(b)に示すようなバイトと切りくずとが一瞬完全に離れる現象を有するものであることがまず発見された。

2.2 切りくずの長手方向断面形状について 振動数 $f=20\,000$ c/s, 振幅 $a=23\ \mu$, すくい角 $\alpha=22^\circ$ で削り速度をいろいろ変え、アルミニウム材を切削した後、切りくず長手方向の断面をしらべたところ、第3図に示すような規則的のこ歯状の波形をなしていることが確認された。

2.3 切削抵抗の波形測定 平削り二次元切削を行ない、第4図のごとくにテーブル上に丸棒から削り出したバイス 1 を取りつけ、そのバイス中にランジュバン形チタン酸バリウム BaTiO_3 (固有振動数 50 000

(a)

(b)

第2図 切りくずとバイトすくい面との間に規則的に生ずる空けき現象

c/s) 2 と工作物であるアルミニウム 4 を図のごとくにおき、これをねじなどを用いると固有振動数が下がるのでくさび 3 によって締めつけ、切削抵抗の変化を増幅器で増幅してシンクロスコープによって観測した。第5図の波形がその一例で、図における大きな山から山までがバイト振動条件である 20 000 c/s の周期で、その中間が 50 000 c/s のチタン酸バリウムの固有振動数で減衰していることが認められた。

切削条件は、振動数 $f=20\,000$ c/s, 振幅 $a=15\mu$, すくい角 $\alpha=12^\circ$, 切削厚さ $t_1=0.05$ mm である。

この実験によって、バイトは工作物に衝撃を与えたあと工作物、チタン酸バリウムの振動系の減衰をさまたげないような状態にあることが発見された。

3. 切削機構について

これらの前節の基礎的実験資料にもとづいて、第6

$v=7$ m/min

$v=35$ m/min

$v=13$ m/min

$v=75$ m/min

$v=22$ m/min

$v=90$ m/min

第 3 図 切りくず長手方向断面

図(a), (b)をもってこの切削方向と同方向の超音波振動切削機構と考える。

すなわち、振幅 a で同方向に振動しているバイトに向かって削り速度 v で工作物が送られてくる際に、原点 O なる点から切削を開始すべくバイトが振動を開始したと考えると、 EFA で、切りくず 1 が排出され、 A 点から B 点までが瞬間写真によって観測されたような、切りくずとバイトすくい面に間げきを生ぜしめる遊離現象を生じ、 B 点から再び切削を開始して BGD の過程を経て、切りくず $1, 2$ を排出する。

このようにして、このからくりを繰返して切削を行なうのが同方向超音波振動切削である。

この機構解析からわかることは、バイト1サイクル中ごくわずかの時間作用して衝撃的切削作用をなし、残り大部分は離れ、すくい面が完全に空気と接触する現象を有する。したがって切削抵抗の状態は第7図のごときものとなることが考えられる。

平均切削抵抗は、ちょうど瞬間切削抵抗を平均化したものであって、切りくずは瞬間切削抵抗によって排出されているものと考えてのが妥当であろう。だからいわゆるせん断面応力などを求める場合においては、この瞬間切削抵抗から算出せねばならないことになる。

切削作業において、この平均切削抵抗が激減すること、まず工作機械そのものの動力を節約すること、

第4図 バイトの振動による衝撃波形測定装置

第5図 規則的な衝撃波形を示す図

および工作機械のこわさが小さくてすみ、刃物台のこわさもあまり必要とせず、工作物の取付方法が簡易となり、ひいては寸法精度にもいい結果をもたらすことになるであろう。

すなわち、衝撃的に力が作用するから、その衝撃力が作用した局所部分に応力集中があり、工作物全体はちょうどこの衝撃力を平均化したごくわずかな力しか作用せず、ちょうど静的な状態と同じ体位を維持しているということになり、今までの切削抵抗の影響がなにかとわざわざしていた加工法や、工作物の取付けなどに苦慮していた加工作業が一段と平易になるであろう。

第6図 切削機構図

第7図 最大切削抵抗と平均切削抵抗との関係

またすくい面と切りくずとの間に空げきが規則的に生ずる特徴があるから、本切削法に際してごく普通の潤滑油を使用しても切削剤として完全な機能を発揮する効果を有し、一段と切削現象を円滑化ならしめることになる。

これらの諸現象はバイトのみならず、以上のような切削機構が成立するようにすれば、ほかのすべての切削工具に対しても当然あらわれるはずである。このことはすでに発表された研究結果⁽³⁾⁽⁴⁾によって実証されている。

このような切削機構はいかにして構成されるかを、次に詳細に解析を行なって明らかにする。

4. 切削機構の解析

使用する記号について説明する。

a : バイトの振幅

f : バイトの振動数

τ : バイトの振動周期 ($=1/f$)

ω : バイトの振動角速度 ($=2\pi f$)

y : バイトの変位

v_b : バイトの速度

v_w : 工作物の削り速度

t_1 : バイトが正弦波形の振動をするとき原点からバイトと工作物とが離れはじめる時間

t_2 : 原点からバイトと工作物とが一度離れたあと切削をはじめる時間

t_0 : 1 サイクル中の切削時間

L_T : 1 サイクルで切削する長さ

v_c : 工作物の臨界削り速度

バイトは正弦波形で振動しているから

$$y = a \sin \omega t \quad \dots\dots\dots (1)$$

バイト自身の速度 v_b は、したがって次のようになる。

$$v_b = \dot{y} = a\omega \cos \omega t \quad \dots\dots\dots (2)$$

一方、第6図(b)はバイトと工作物が時間の経過とともに変化するようすを表わしたもので、バイトと工作物の変位曲線、およびそれらの速度曲線である。

A点よりバイトと工作物は離れ、B点から切削をはじめA点と同位のD点で再び両者は離れ、太線の部分であるBD間で切削を行ない、AB間は切削を行わないことはすでに説明した。

このバイトと工作物の離れるときの条件は、バイトの後退速度が工作物の削り速度よりも大きくなることで、図(b)のA'点は両者の速度が等しくなったところである。

次にB点より切削がはじまるわけであるが、バイト

はBDに沿って変位し、工作物はBC'の方向に直線的に変化する。そしてこのBDとBC'との曲、直線間の距離が任意の時刻における切削長さ l_T を示し、切削中の工具と工作物の相対速度は、B点では v_{b2} なる速度を持っているが、時々刻々変化し、C'点に近づくにしたがって両者の相対速度は零に近づいて、C'点で両者は離れはじめる。

これらの超音波振動切削機構を構成する時間、 t_1 , t_2 , t_0 および切削長さ l_T を求める。

4.1 バイトと工作物が離れはじめる時間 t_1 および臨界削り速度 v_c について バイトの速度は(2)式で表わされるから、第6図(b)からもわかるようにA'点については次の関係がなり立つ。

$$-v_w = a\omega \cos \omega t_1,$$

$$\therefore t_1 = \frac{1}{2\pi f} \cos^{-1} \left(\frac{-v_w}{2\pi a f} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

切削条件 a, f, v_w が与えられると、この(3)式によって t_1 が求められる。しかるに、 $v_w > a\omega$ のときには(3)式の t_1 の解は存在しない。これは、切削中にバイトと工作物とが離れないことを意味し、振動を与えない従来の切削機構と同じ現象となる。

そこで、 $v_w = a\omega$ をもって超音波振動切削を効果的ならしめる臨界削り速度と名づける。すなわち

$$v_c = a\omega = 2\pi a f$$

a : ミクロン, f : キロサイクルとして

$$v_c = 0.376 a f \text{ m/min} \quad \dots\dots\dots (4)$$

この(4)式の関係は、切削条件決定の場合に必要な関係式である。

4.2 バイト1サイクル中の切削時間 t_0 について

この切削時間 t_0 を求めるに先立って、B点までの時間 t_2 を求めることにする。

図からわかるように工作物の変位は次のようになる。

$$y = a \sin \omega t_1 - v_w(t - t_1) \quad \dots\dots\dots (5)$$

B点では

$$a \sin \omega t_2 = a \sin \omega t_1 - v_w(t_2 - t_1) \quad \dots\dots\dots (6)$$

すなわち

$$a \sin \omega t_1 + v_w t_1 = a \sin \omega t_2 + v_w t_2 \quad \dots\dots\dots (7)$$

しかるに

$$\omega t_1 = 2\pi \frac{t_1}{T}, \quad \omega t_2 = 2\pi \frac{t_2}{T}$$

また(3)式より

$$\frac{v_w}{a} = -\omega \cos \omega t_1 = -\frac{2\pi}{T} \cos \left(2\pi \frac{t_1}{T} \right)$$

これらを(7)式に代入すると

$$\sin\left(2\pi\frac{t_1}{T}\right) - 2\pi\frac{t_1}{T} \cos\left(2\pi\frac{t_1}{T}\right) = \sin\left(2\pi\frac{t_2}{T}\right) - 2\pi\frac{t_2}{T} \cos\left(2\pi\frac{t_1}{T}\right) \quad (8)$$

この (8) 式に t_1/T の関係を代入することによって t_2/T の値を求めることができる。

第 6 図 (b) の関係から切削時間 t_c は次の関係を有する。

$$\frac{t_c}{T} = 1 + \frac{t_1}{T} - \frac{t_2}{T} \quad (9)$$

この (9) 式に (3) 式からの t_1/T および (8) 式あるいは第 9 図の関係からの t_2/T を代入することによって t_c を求めることができる。

この $t_1/T \sim t_c/T$, $t_2/T \sim t_c/T$ の間には次の関係がある。

すなわち, (6) 式より

$$\frac{v_\omega}{a}(t_2 - t_1) = \sin \omega t_1 - \sin \omega t_2$$

これを変形すると

$$\frac{v_\omega}{a}(t_2 - t_1) = 2 \cos\left(\omega \frac{t_1 + t_2}{2}\right) \sin\left(\omega \frac{t_1 - t_2}{2}\right) \quad (10)$$

(9) 式の関係より

$$t_1 + t_2 = T + 2t_1 - t_c, \quad t_1 - t_2 = t_c - T$$

(10) 式はさらに展開されて次のようになる。

$$\frac{v_\omega}{af}\left(1 - \frac{t_c}{T}\right) = \cos \omega t_1 \sin \omega t_c + \sin \omega t_1 (1 - \cos \omega t_c)$$

さらに

$$\begin{aligned} \cos \omega t_1 \left\{ \sin \omega t_c + 2\pi \left(1 - \frac{t_c}{T}\right) \right\} + \sin \omega t_1 (1 - \cos \omega t_c) &= 0 \\ \therefore \tan\left(2\pi\frac{t_1}{T}\right) &= \frac{\sin\left(2\pi\frac{t_c}{T}\right) + 2\pi\left(1 - \frac{t_c}{T}\right)}{\cos\left(2\pi\frac{t_c}{T}\right) - 1} \quad (11) \end{aligned}$$

同様にして

$$\therefore \tan\left(2\pi\frac{t_2}{T}\right) = \frac{2\pi\left(\frac{t_c}{T} - 1\right) \cos\left(2\pi\frac{t_c}{T}\right) - \sin\left(2\pi\frac{t_c}{T}\right)}{2\pi\left(\frac{t_c}{T} - 1\right) \sin\left(2\pi\frac{t_c}{T}\right) - \{1 - \cos\left(2\pi\frac{t_c}{T}\right)\}} \quad (12)$$

以上, (8), (9), (11), (12) 式によって $t_1 \sim t_2 \sim t_c$ 相互間の関係を求めることができる。

ここに求められる t_c は切削抵抗解析の際において重要な意義を有する。

4.3 バイト 1 サイクル中の切削長さ l_T について 第 6 図 (b) において, バイトの変位曲線 $y = a \sin \omega t$ の各点における接線のうち, 工作物の削り速度である v_ω なる方向係数の接線上の $(T + t_1)$ の点 C とバイトの変位曲線上の $(T + t_1)$ の点 D との間の距離 $\overline{CD}$ がバイト 1 サイクル中の切削長さ l_T である。

図において工作物の変位直線は

$$y = a \sin \omega t_1 - v_\omega(t - t_1)$$

ゆえに $\overline{CH} = a \sin \omega t_1 - v_\omega T$

しかるに $l_T = \overline{CD} = \overline{DH} - \overline{CH} = a \sin \omega t_1 - a \sin \omega t_1 + v_\omega T = v_\omega / f$

バイト 1 サイクル中に切削される長さは工作物の削り速度 v_ω のおそいほど, また振動数 f の高いほど短いことがわかる。すなわち, より以上に小刻みに切削できる。これは切削性の検討に重要な資料をもたらす。

5. 臨界削り速度 v_c の実験による確認

本解析によって, 切削条件として考慮しなければならない臨界削り速度が存在することが明らかになった。

(4) 式の示すごとくに, 振幅 a と振動数 f の積に関係し, すくい角, 切込み, など従来普通切削におけるの切

削条件には関係ないことになっている。

この関係を実験によって確かめてみる。実験は、第8図写真に示す装置を用いて行なう。使用した旋盤は島本鉄工所製4ft旋盤で、旋盤ベット面とバイト振動方向が垂直方向になるように、振動数10 000, 20 000, 30 000, 40 000 c/s用の、第2報で明らかにした刃物台設計要領によって製作された、各図のごとき刃物台を用いて二次元切削を行ない、主軸に接着したひずみゲージで検出した平均主切削抵抗 P_H kg および切りくず厚さ t_2 によって検討する。

V. 付近あるいはより以上早い削り速度では、普通切削の大きな切削抵抗値となることが想像されるので、本実験はその切削抵抗でもバイトが逃げないように、そのときでも切削抵抗が小さいような切削条件によって行なう。

5.1 切込み t_1 の影響について 切削条件：工作物 アルミニウム、幅 $w=1$ mm, すくい角 $\alpha=30^\circ$, 振動数 $f=20\,700$ c/s, 振幅 $a=10\,\mu$, 切込み $t_1=0.02, 0.03, 0.06, 0.1$ mm/rev.

この切削条件で削り速度をいろいろと変化させて平均主切削抵抗 P_H kg を測定した結果、第9図に示すようになった。

横軸に平行な直線は、いずれも振動させない従来の普通切削の値を示す。このときの臨界削り速度 v_c は

78 m/min で、図中に太い縦線をもって示す。この各実験値によって削り速度がしだいに早くなるに従い、普通切削の切削抵抗値に近づき、削り速度がだいたい計算された v_c 付近で一致することが確認されている。次に第10図にこのときの切りくず厚さの変化過程を示すが、切削抵抗と同様な傾向を示している。

臨界削り速度 v_c はたしかに切込みの大小に関係ない。

5.2 すくい角 α の影響について 切削条件：工作物 黄銅、幅 $w=1$ mm, 振動数 $f=20\,700$ c/s, 切込み $t_1=0.03$ mm, 振幅 $a=8\,\mu, 9\,\mu, 10\,\mu, 13.5\,\mu$, すくい角 $\alpha=-5^\circ, 10^\circ, 20^\circ, 30^\circ$.

第11図がその結果で、このときの臨界削り速度は次のようになる。

$$v_c \ a=13.5\,\mu, \alpha=30^\circ=105 \text{ m/min}$$

$$v_c \ a=8\,\mu, \alpha=20^\circ=62 \text{ m/min}$$

$$v_c \ a=9\,\mu, \alpha=10^\circ=70 \text{ m/min}$$

$$v_c \ a=10\,\mu, \alpha=-5^\circ=78 \text{ m/min}$$

図示されているように、切込みの変化に対する傾向と同様に、上記臨界削り速度 v_c においてそれぞれの切削条件における横軸と平行な従来の普通切削の平均切削抵抗に一致する。

この臨界削り速度にすくい角は関係ないことを確かめ得た。

10 000 c/s

20 000 c/s

30 000 c/s

40 000 c/s

第8図 旋削実験装置

第9図 臨界削り速度と切削抵抗との関係

第10図 臨界削り速度と切りくず厚さとの関係

第11図 臨界削り速度と切削抵抗との関係

5.3 振動数 f の変化に対して この二つの実験で振幅の影響はあわせて実験され、(4)式における振幅の関係が実証されていたわけである。

次に本項において振動数の影響を実験する。

切削条件：工作物 アルミニウム，幅 $w=1$ mm，すくい角 $\alpha=20^\circ$ ，切込み $t_1=0.03$ mm，振幅 $a=3\mu$ ， 6μ ， 10μ ，振動数 $f=10\ 400$ c/s， $20\ 700$ c/s， $30\ 000$ c/s， $40\ 000$ c/s。

この切削条件における結果は第12図で，このときの(4)式で求められる臨界削り速度はそれぞれ次に示すようになる。

10 400 c/s $v_c a=10\mu$ ， $\alpha=20^\circ=75$ m/min

20 700 c/s $v_c a=10\mu$ ， $\alpha=20^\circ=78$ m/min

30 000 c/s $v_c a=6\mu$ ， $\alpha=20^\circ=68$ m/min

40 000 c/s $v_c a=3\mu$ ， $\alpha=20^\circ=45$ m/min

20 700 c/s，30 000 c/s，40 000 c/s の場合は，いずれも v_c m/min 付近から普通切削の切削抵抗に一致することが示されている。10 000 c/s の場合をみるに実験装置の図からわかるように，振幅拡大用ホーンの振動節からバイトまでの距離が著しく長く，細長いために

第12図 振動数を変化せしめたときの臨界削り速度と切削抵抗との関係

v/f の大きくなる約 45 m/min 付近からびびりはじめ切削不可能であった。しかしこれも 38 m/min までの実験値および下図の三つの関係図から想像して、図のごとき想定線をたどり臨界削り速度付近から普通切削のそれに近づくものと考えられる。

6. む す び

本研究によって超音波振動切削の切削機構が明らかにされた。そして振動数 f と振幅 a がこの切削機構にどのような影響を与え、どのような切削条件として切削作業を制限するかがわかった。すなわち、本切削法には臨界削り速度が存在することを理論的に明らかにし、これを種々の実験によって確かめた。

振動数 f 、振幅 a とともに大なるようにすれば、それだけ高速切削に耐え得、そしてさらに f を大にすればより以上小刻みに切削でき能率的な切削加工ができることを知ったのである。

一般の振動源のままで、 f を大にすれば a は小さ

くなるのが普通であるが、その a が小さくならないように第 2 報を駆使してくふうすれば、かなりの振幅を有する刃物台が創案される。本研究は現今の振動源でもっとも能率的な磁わい振動子を用いた場合の状態についていろいろ検討したのであるが、機械的振動による比較的低い振動系、または将来もっと異なった新しい能率的な高い振動数に対する振動源が出現した場合でも、その f と a との間には本報で明らかにした諸事項が存在する。

さて、このようにして明らかにされた切削機構における切削抵抗はどのようになるか。この点についてもほぼその全ぼうを明らかにし得たが、これは次報に発表する予定である。

文 献

- (1) 隈部, 益子, 機械学会論文集, 24, 138 (昭 33-2), 109.
- (2) 隈部, 本論文集 1389 ページ.
- (3) 隈部, 機械学会論文集, 25, 154 (昭 34-6), 479.
- (4) 隈部, 高橋, 機械学会論文集, 25, 154 (昭 34-6), 472.

621.923.018:66.084:534-8

超音波縦振動といしによる内面研削に関する研究*

(第 1 報, 切削方向と左右方向超音波振動切削)

隈 部 淳 一 郎**

Study on Ultrasonic Internal Grinding by Using the Longitudinally Vibrated Grinding Wheel (1st Report, Traverse Ultrasonic Cutting)

by Junichiro KUMABE

The motive of this study is developed with an analysis of the mechanism of ultrasonic cutting and experimental results by using the single cutting tool that vibrates to the traverse direction. At first, in this report, this ultrasonic cutting is considered. In this ultrasonic cutting, the cutting resistance is decreased and the cutting ratio is increased compared the conventional cutting. But, owing to the ultrasonic friction between the tool-edge and the work peice, high temperature is occured at the tool-edge and, in early cutting time, wear of the tool is induced.

It will be performed smoothly by using a grinding wheel instead of this single cutting tool and obtained the efficient effects.

1. 緒 言

第 1 報として、筆者がなにゆえに いし を超音波

振動させて研削加工を行なう研削作業の具体化への研究を着手するにいたったかの動機について説明する。

筆者は切削工具を超音波振動させて切削する超音波振動切削の研究を行っていたものであるが、その振動方向はいずれの切削工具に対しても、切削方向と同方向に与えることによって行なうことを原則とするこ

* 昭和 35 年 4 月 3 日 第 37 期通常総会講演会において講演, 原稿受付 昭和 36 年 2 月 27 日.

** 正員, 東京工業大学(東京都目黒区大岡山 1).