

# 超硬バイトの摩耗に及ぼすチップ取付方法の影響

門 脇 義 次 ・ 安 藤 正 昭 ・ 渡 辺 善 治 郎 \*

## Effects of Tip Fixing Method on Tool Wear

Yoshitsugu KADOWAKI, Masaaki ANDO, Zenjiro WATANABE

(昭和55年10月31日受理)

The methods for fixing the tip to the cutting tool can be divided into two main groups. Those are the means of mechanical clamping and bonding. It seems that the tip fixing method influences on the tool wear. The present report aims at comparing with tool wear between the clamped tips and the brazed tips by measuring the crater wear, the flank wear and the groove wear.

The results are as follows :

- (1) As for the crater wear, we don't recognize the obvious differences causing by the fixing methods.
- (2) The flank wear may easily take place on the brazed tips in comparison with the clamped tips.
- (3) On the contrary, it is clear that the groove wear of the clamped tips are larger than that of the brazed tips.
- (4) We don't confirm which method is more effective for the tool wear.

## 1. 結 言

刃先としての超硬チップは、ろう付けまたは各種の機械的クランプによって、シャンクその他の本体に結合されている。

バイトの場合には、このような結合方法のうちでスローアウェイ形を中心とするクランプによるものが、その経済性の故に、主流をなしているのが現状である。

しかし、クランプの方法はカムまたはねじなどで取付ける必要があって、チップの大きさがある程度以上でないと適用は困難である。したがって、刃先が特に小さい場合とか、クランプのための空所が不足する場合等には、今後も付刃バイトが用いられよう。なお、付刃バイトではろう付けの際の熱影響も考えられ、再研削の費用等も大きいから、クランプバイト以上にその刃先摩耗に対し注意が払われねばならないと考える。このため、クランプバイトとの比較の上で、付刃バイトにおける刃先摩耗を論ずる

ことも意義のあることと思われる。

一般に、金属切削において、工具摩耗は刃先温度の上昇と共に、急激に増大することが知られ、また刃先付近で発生する熱量の大部分は切屑と共に外部に持出されるとされている。しかし、発生熱量の一部は、刃先からシャンクを通して工作機械本体に伝わることになる。

このような、発生熱の通路として見るとき、クランプではその接触部分は強圧のもとに接しているだけであるが、いっぽうろう付けではろうが介在している。そこで、クランプと付刃とで熱の伝わり方、その他に差があるならば、摩耗量の相違として、明らかとなるはずである。

このような観点から、本報においては、スローアウェイ形クランプバイトと付刃バイトとの摩耗の形態を比較する。

## 2. 実 験 方 法

供試バイトはスローアウェイ形クランプバイト(以下クランプバイトと称す)と付刃バイトとであ

\* 秋田大学鉱山学部生産機械工学科

り、付刃バイトとしては、ガスろう付けによるものと、高周波ろう付けによるものとの二種を用いる。

バイトの形状ならびに諸元は図1のものである。図は本来クランプバイトであるが、実験条件を同一とするために、付刃バイトとしても同形状のものを使用した。

付刃バイトにおける、ガスろう付けの際の加熱の状態を図2に示す。すなわち、①においてチップにろうを溶着する。このとき、シャンクの方にも同様にろうを溶着して、②においては両者を合せた上、もう一度加熱してろう付けを終える。

図2は光高温計と表面温度計とを用いて測定した結果であり、光高温計による測定範囲では、図のピークに示される点のみ実測で求め、他の部分は推定によっている。

また、高周波ろう付けにおける諸条件を表1に示す。

供試被削材は市販のS45Cを焼ならししたもので焼ならしの条件を図3に、焼ならし前後の顕微鏡組織を図4、図5に示す。

いっぽう、刃先摩耗の測定項目はISO基準によって図6に示すものであり、チップのすくい面とにげ面とについて、工具顕微鏡を用いて測定した。

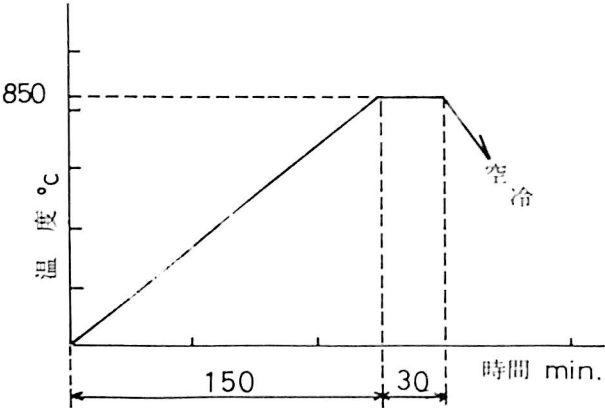


図3 供試材の焼ならし条件

表1 高周波ろう付バイトのろう付条件

ホルダー	E11R-33U
チップ	SNPA432 (ST20E)
ろう付方法	高周波ろう付
最高温度	650℃～700℃
保持時間	5秒
冷却方法	空中放冷
ろう材	銀ろう WSAII
フラックス	SF-27

住友電工カタログによる。

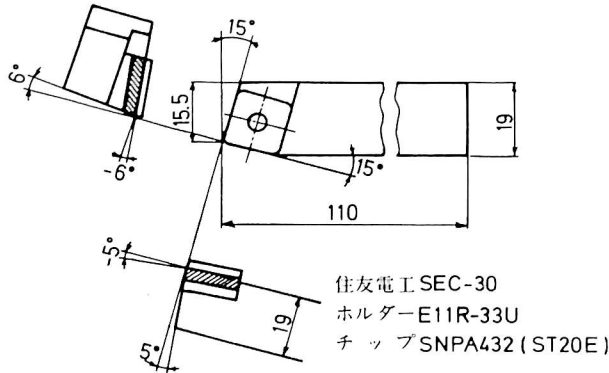


図1 供試バイト

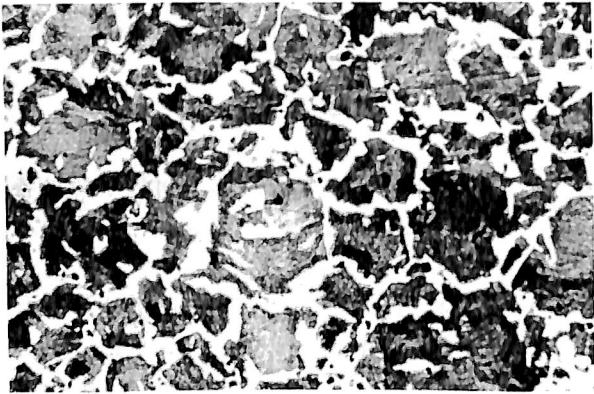


図4 供試被削材(焼ならし前×30)

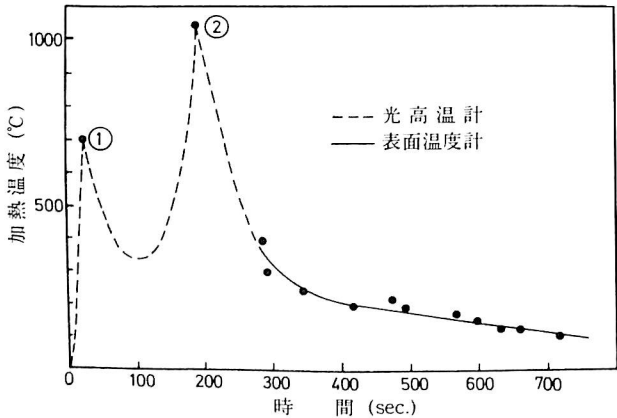


図2 ガスろう付けにおける温度履歴

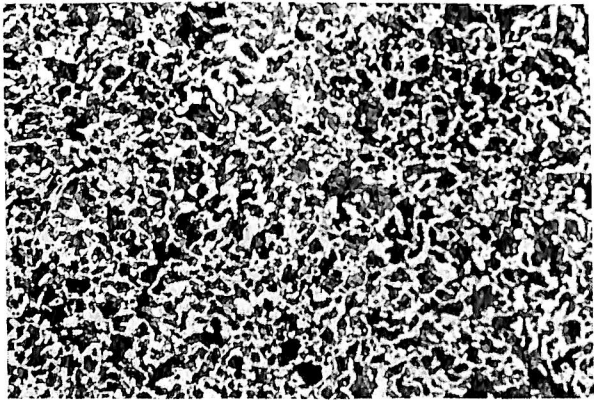


図5 供試被削材(焼ならし後×30)

超硬バ이트の摩耗に及ぼすチップ取付方法の影響

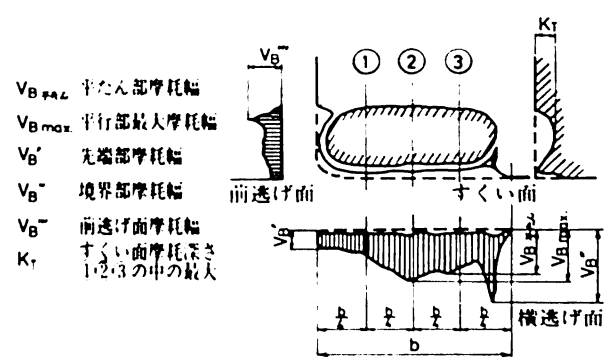


図6 摩耗の測定法

3. 実験結果および考察

3-1 チップの加熱温度が刃先摩耗におよぼす影響 付刃バ이트のチップはろう付けの際に熱影響を受けるはずである。これが刃先摩耗に対し、どの程度影響するかを知るため、次の実験を行った。

すなわち、スローアウェイ形超硬チップを図2に示すガスろう付け同様に加熱してから、切削を行いその刃先摩耗を測定した。このとき、実際の方法としては、ガス加熱では温度制御がしにくいことから600℃、700℃、800℃、900℃に保持した電気炉内に超硬チップを投入して、5分後に取出し、これを供試バ이트として切削をおこない、摩耗測定をおこなったものである。

切削条件ならびに摩耗測定の結果を図7に示す。図より、加熱温度の高いほど刃先摩耗が大きくなることは明らかで、特に平行部最大摩耗幅の増し方が顕著である。これは、超硬チップ表面のバインダーの酸化消失や微細なクラックの発生によって、初期摩耗<sup>1)</sup>が高温にさらした場合ほど増大したためと考えられる。

3-2 要因実験 2<sup>4</sup>型要因実験によって、クランプバイトと付刃バイトとの刃先摩耗の比較をおこなう。この際の実験要因ならびにその水準を表2に示す。クランプと付刃との比較を固定法と呼んだが

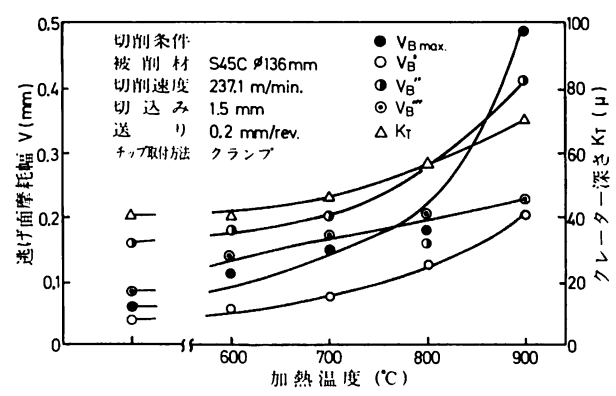


図7 摩耗に対するチップ加熱の影響

表2 実験計画法における切削条件

要因	低水準	高水準
切込み A	0.75 mm	1.5 mm
送り B	0.1 mm/rev.	0.2 mm/rev.
中断 C	無	有(2分間空冷)
固定法 D	クランプ	付刃
被削材	S45C $\phi 142$	
切削速度	247.6 m/min.	

それ以外の要因についても、その効果の程度を比較した。なお、表2における要因中、中断とは、切削の途中に空切削の区間を設け、刃先を一たん常温としてから、再度切削を行う場合であり、総計の切削長さは、中断のある場合と、ない場合とで等しくしてある。

また、付刃バ이트のチップがろう付けの際に熱影響を受けることは、先の実験結果より明らかであるから、これによる相違を無くするために、クランプ用チップについても、付刃用チップと同様に加熱してある。

供試バイトによる切削の後、刃先摩耗の測定項目について、にげ面の摩耗幅およびクレーター深さを求め、その結果について、各測定項目ごとに Yetes の方法により効果を求め<sup>2)</sup>さらに分散分析を行った。その結果を整理したものが表3である。

表より、クランプとろう付けとの比較を示す固定法(D)に注目すれば、にげ面摩耗幅( $V_{Bmax}$ ,  $V_B$ ,  $V_B'$ )はいずれも99%有意であり、明らかにその大きさに差のあることが示される。しかも、効果の値が正で

表3 分散分析結果

効果	$V_{Bmax}$	$V_B'$	$V_B''$	$K_t$
切込み A		*		*
送り B			XX(-)	XX(+)
中断 C				
固定法 D	XX(+)	XX(+)	XX(+)	
交互作用 AB		*		
" AC	*		*	*
" AD	*	*		
" ABD				XX(-)
" ACD	*			

有意水準 \*95%。XX99%。 (+)高水準大 (-)低水準大

あることから、高水準すなわち、ろう付けバイトの逃げ面における摩耗のはげしいことを示している。

ここでは、付刃用チップと同様にクランプ用チップも加熱してあるから、両者における切削前の熱影響は等しいと考えねばならない。したがってクランプチップとろう付けチップとの逃げ面摩耗幅の違いはカスろう付けによる熱影響によるとは考えられないため、ろうの熱伝導率が小いかとか、ろうによる残留応力などのろう付け本来のものと考えられる。

いっぽう、クレータ深さに関しては、クランプチップとろう付けチップとで明らかな差の認められない程度であった。

それ以外の要因に関しては、切込みの大きいほど、また送りの大きいほどクレータ摩耗が大きく、送りの小さい方が逃げ面摩耗幅が大きくなっている。これは、この程度の切断条件では、送りが小さ過ぎるための、逃げ面上での押込みによると考えられる。

中断(C)に関しては高度に有意となる項目がない。すなわち、切削途中でわずかの空切削を行っても、工具摩耗に対しあまり影響がないといえる。これは工具摩耗の可加法性が成り立つためと考えられる<sup>3)</sup>。したがって、この程度の切削条件の場合、途中で切削を中断するようなことがあっても、それにはあまり影響を受けず、刃先の摩耗量は切削距離のみで変えることを示している。

**3-3 高周波ろう付けによる付刃バイトとスローアウェイ形クランプバイトとの摩耗の比較** 付刃バイト製作をろう付けとする方法のうち、母材に対する熱影響が最も少ないとされる高周波ろう付けによる付刃バイトと、スローアウェイ形クランプバイトについて、摩耗の進行状況を比較するため、累積摩耗を求める。すなわち、旋削による一回の送りを一つのステップとして、各ステップごとに刃先摩耗の測定を行う。このようなステップを同一のバイトについてくり返す。これは前述の工具摩耗の可加

法性よりして、連続して切削した場合の刃先摩耗の進行状態と大差がないはずである<sup>3)</sup>。

各一ステップの切削条件等を表4に示す。すなわち、いくぶん切削速度の異なる三回の切削をろう付けバイトとクランプバイトとについて行い、各三個の摩耗量を平均して、累積摩耗幅ないしクレータ深さとしたものである。

実験結果を図8(境界部摩耗幅 $V_B''$ )、図9(平行部最大摩耗幅 $V_{Bmax}$ )、図10(平坦部摩耗幅 $V_B'$ )、図11(先端部摩耗幅 $V_B'$ )、図12(すくい面摩耗深さ $K_T$ )等に示す。

図によって、逃げ面摩耗幅( $V_B''$ ,  $V_{Bmax}$ ,  $V_B'$ )はいずれもろう付けバイトの方が大きく、その差は切削のごく初期に生じている。したがって、第2ステップ以後はほぼ平行に推移している。これはろう付けチップの加熱の際に生じた、ごく表面層の熱影響が初期摩耗を大きくしたためであり、また、第2ステップ以後はこのような表面層の影響がなくなって、ろう付けとクランプとではほぼ同程度の摩耗量となったためと考えられる。

クレータ深さ( $K_T$ )については、切削開始直後はクランプの方が大きく、第六ステップでこの大き

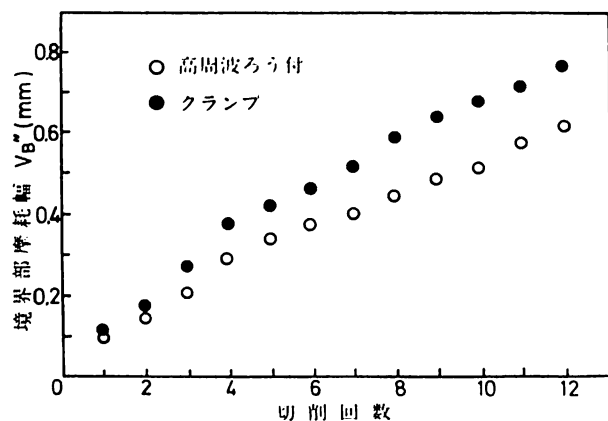


図8 境界摩耗幅( $V_B''$ )の比較

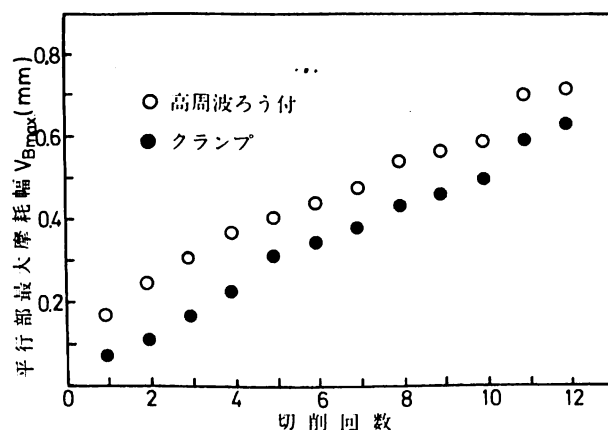


図9 平行部最大摩耗幅( $V_{Bmax}$ )の比較

表4 付刃とクランプとの実験条件(共通)

切込み mm	2.0	2.0	2.0
送り mm/rev.	0.2	0.2	0.2
切削速度 m/min.	159.3	153.2	147.0
一回当り切削 距離 m	428.8	412.3	395.8
寿命設定時間 min.	80	100	126
被削材外径 mm	130	125	120
被削材	S45C	長さ210	焼ならし
供試旋盤	大隈	LS	440 X800

超硬バイトの摩耗に及ぼすチップ取付方法の影響

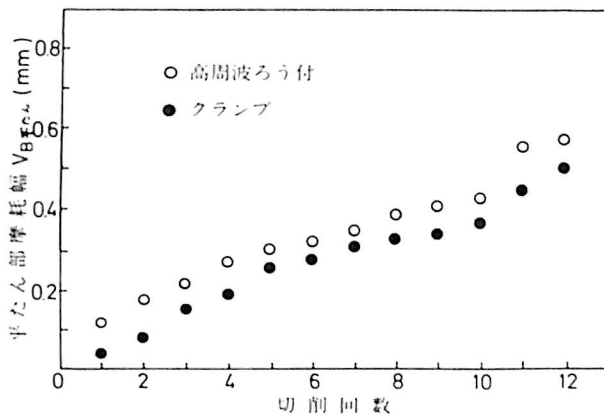


図10 平たん部摩耗幅( $V_B$ 平たん)の比較

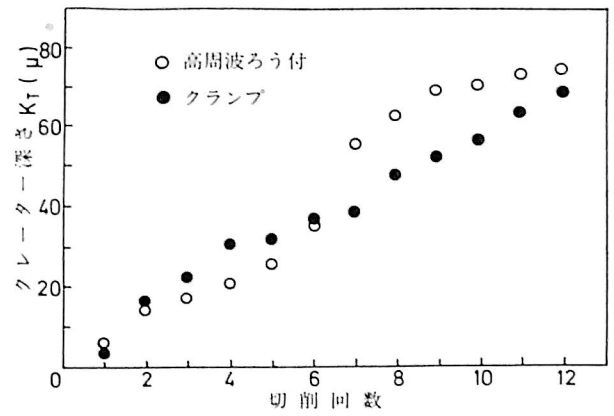


図12 すくい面摩耗( $K_T$ )の比較

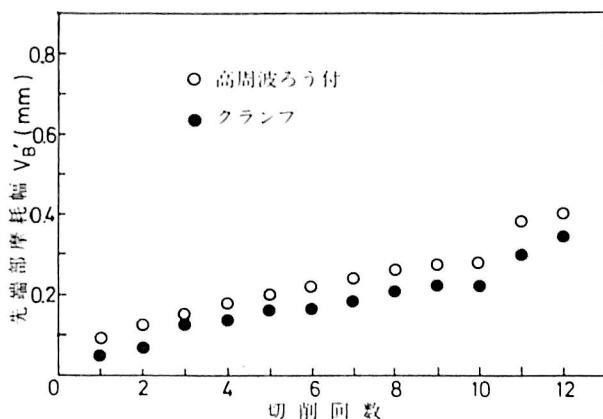


図11 先端部摩耗幅( $V_B$ 先端)の比較

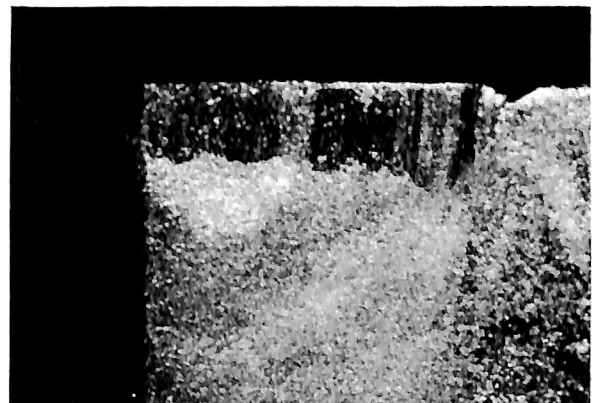


図13 ろう付けバイトののにげ面摩耗状態



図14 スローアウェイ形クランプチップののにげ面摩耗状態

さが逆転して、ろう付けバイトの方が大きくなっている。これは付着物による測定誤差とも考えられるが、取扱う数値のオーダーから見て、両者にはほとんど差がないと言えるようである<sup>6)</sup>。すなわち、ろう付けチップの、加熱による熱影響部は極めて薄いために、たとえこの層が剥離しやすいとしても、クレーター深さを左右する程ではないためと考えられる。

いっぽう、境界摩耗幅に関しては、前二者とは明らかに異なった傾向が見られる。すなわち、クランプバイトの摩耗幅の方が大きいこと。しかも、初期摩耗の段階のみならず明らかに定常摩耗と考えられる段階に致してもなお1ステップ当りの摩耗幅が大きくなること等である。

境界摩耗の生成機構に関してはすでに多くの報告が見られる<sup>4)</sup>。しかし、いずれの説を採るとしても、またいくつかの説によるものの相乗作用によっても、ろう付けとクランプとの上記の相違の説明には不適當のようである。

ここで、逃げ面摩耗幅の増加が境界摩耗に対して何らかの影響を与えるものと考え、逃げ面摩耗の振動抑制効果<sup>5)</sup>によって、逃げ面摩耗幅の大きくなりやすいろう付けバイトの方が振動しにくくなる

はずで、このために境界摩耗が進行しにくくなることも考えられる。しかし、確認のために行った切削抵抗の実験結果からもこれを裏づけることは無理のようである。すなわち、切削抵抗の測定結果は、送り分力と背分力に関しては、刃先が摩耗するほど変動の幅が小さくなって、振動抑制効果を認められるが、主分力に関しては変動の幅が増す場合が多く、境界摩耗を進行しにくくする理由の説明としては不十分であった。ろう付けバイトとクランプバイトとの上のような境界摩耗幅の進行速度の相違について

は今後明らかにして行きたい。

図13および図14は12ステップまでの切削終了後の逃げ面における摩耗の状態を示す。両図を比較するとクランプバイトの方が全体としての摩耗幅が小さいように見える。しかし、境界摩耗は付刃バイトよりも大きく、かつ鋭くなっているのがわかる。

本実験においては、最初に設定した工具寿命基準をいくらか超過したところで累積摩耗の測定を終えている。しかし、刃先の破損まで切削を続行したとすれば、境界部摩耗幅の増大のためにクランプバイトの方が先にかけなどを生じて高周波ろう付けによる付刃バイトよりも少ない切削回数で切削不能となる可能性がある。

#### 4. 結 言

刃先摩耗の観点より、スローアウェイ形クランプバイトと付刃バイトとを比較するため、両者の切削距離を等しくして、すくい面摩耗とにげ面摩耗とを比較した。その結果

- 1 クレーター深さに関しては両者の間に明瞭な差違は認められない。
- 2 にげ面摩耗幅に関して付刃バイトの場合初期摩耗がいくぶん大きい。これはろう付けの際の加熱によるチップ表面層の変質およびろう付け本来のものと考えられる。
- 3 境界摩耗幅はクランプバイトの方が大である。

しかもその差は切削距離を増すとしだいに大きくなる。

などのことが判った。

最後に本実験に協力下さった本校実習係の諸氏、ならびに当時学生、越中良彦、今井利三、小丹弘志、滝敏の諸君に感謝申し上げる。

#### 参 考 文 献

- 1) 中山一雄：切削加工論，コロナ社，(1978) 162
- 2) 奥島啓式，人見勝人，棚橋次彦：被削性試験における実験計画法の応用，機械学会論文集，33，255 (1967-11)。1876
- 3) 村田良司，吉川悌二，沢井信重：工具摩耗プロセスの可加法性について，精密機械，Vol. 42，No.6，453
- 4) 例えば，M.C.Shaw, A.L.Thurman & H.J. Ahlgren : A Plasticity Problem Involving Plane Strain and Plane Stress Simultaneously : Groove Formation in the Machining of High Temperature Alloys, Trans. ASME, Ser.B, Vol.88 (1966), 142
- 5) 松原十三生，中村義雄：バイト振動防止方法，—工具摩耗によるバイト振動の研究—，精密機械，Vol.44，No.3，359
- 6) 村田良司：工具寿命の実験誤差，精密機械，Vol.42，No.2，100