

高温切削に関する究研 (第2報)

谷口正紀* 瀬戸雅文*

Study on Hot Machining (2nd report)

Masaki TANIGUCHI and Masafumi SETO

Abstract

In this report, surface roughness and tool wear when 18-8 stainless steel and 13Cr stainless steel were cut with ceramic tool under Local Electric Resistance Heating are shown.

The results of these experiments are as follows.

- (1) A better surface roughness is expected of both of the work materials when this method is used.
- (2) When this method is used, cratering for 18-8 stainless steel decreases. But for 13Cr stainless steel, cratering little decreases.
- (3) When machining 18-8 stainless steel and 13Cr stainless steel with ceramic tool, cutting speed must be kept at a higher point than 100 m/min.

1. 緒言

切削加工において加工能率を向上させるためには主として削り速度を増大させ、工具寿命を増長させることが重要な課題である。

削り速度については工作機械のいちじるしい進歩とともにますます増大する傾向にあり、工具材料については高速切削や重切削にも耐えるものとして超硬合金、セラミック、サーメット工具の出現と改善により工具寿命も一段と向上してきた。かくしてセラミック工具を用いた高速切削¹⁾においては1000 m/minにもおよぶ削り速度で実験が行なわれ、さらに1000 m/min以上の削り速度領域における超高速切削²⁾の報告がなされている。

このように高速化、高能率化をさらに助長させるためにはいま一つ被削性の改善を企てる必要がある。これについてもこれまで種々検討が加えられ、高温切削がこの被削性を改善する一方法として高く評価されていることは周知のとおりである。

著者らは高温硬度、高温強度の大きいセラミックを切削工具とし、いっぽう加熱法にはセラミックに適用可能な局部電気抵抗加熱法³⁾を考案し、セラミック工具の高温切削における特性、高温高速切削および局部電気抵抗加熱法について検討を行なっている。

第1報においては局部電気抵抗加熱法の装置および

操作法を略述するとともに、被削材 S45C を用いて高温切削についての適用性を検討し、この方法が操作性、温度制御性にすぐれ、とくに表面あらさについては削り速度、切込みを適当に選択すれば非通電よりすぐれた結果を示し、新しい加熱法としての可能性を実証した。

本報ではさらに13Cr鋼、18-8ステンレス鋼について種々に検討を行ないセラミック工具の高温切削における溶着や摩耗に関する特性をも考察した。

2. 実験装置および被削材

実験に使用した工作機械は三菱 HL 300G 型高速旋盤で、加熱切削を行なう場合の加熱方法は局部電気抵抗加熱法である。これらの装置については前報³⁾に述べたので省略する。

実験に使用した被削材は13Cr鋼および18-8ステンレス鋼である。その化学的成分を Table 1 に示す。工作物の前加工はタンガロイ CL-31 型カムロック式クラ

Table 1. Chemical composition of works.

	C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni
13Cr	0.12	0.54	0.62	0.032	0.020	13.50	0.60
18-8	0.13	0.61	1.22	0.030	0.016	18.70	8.80

* 工業短期大学部機械工学教室

ンプバイト (チップ LS-2R, ノーズ半径0.8 mm) を用い, 削り速度127m/min, 切込み0.5mm, 送り0.12 mm/rev で行なった。また, 前加工後の表面あらさを小坂式 SD5 型仕上面検査機により測定し, 9~10.5 μ の範囲のものを使用した。

3. 工具および電極

工具はメカニカルランプ式のセラミックバイト (タンガロイ HC-35-4 型) を用いた。使用前のバイトの写真を Fig. 1 に示す。電極には直径3.2mm のタングステン電極を使用した。これらについては第1報³⁾ に詳述したので省略する。

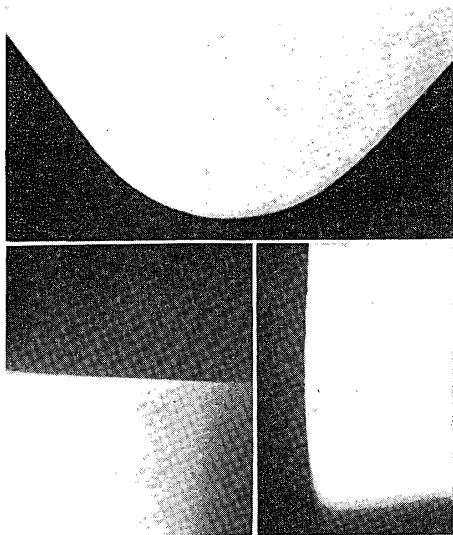


Fig. 1. Photograph of ceramic tool before using.

4. 実験方法

本実験における切削条件を次に示す。

- 切込み : 0.5 mm
- 送り : 0.06mm/rev
- 切削長 : 110 mm
- 被削材外径 : 35 mm
- 刃先半径 : 1.0 mm
- 削り速度
 - 13Cr : 25, 36, 52, 113, 166, 237, 385 m/min
 - 18-8 : 36, 113, 237, 385 m/min
- 加熱電流 : 0, 250, 300, 350, 400 A

実験方法としてはまず上記の切削条件で丸棒の長手切削を行ない, 仕上面およびバイトの摩耗について検討を行なった。仕上面については40倍の顕微鏡写真 (ユニオン光学 MeC-3型) をとるとともに小坂式SD-5型仕上面検査機によりあらさを測定した。いっぽう,

バイトについては20倍の顕微鏡写真をとり, さらに溶着物を除去するために酸処理 (HCl など) を行なった後仕上面検査機でクレータ摩耗を測定した。

5. 実験結果および考察

5.1. 切削後の仕上面

5.1.1. 顕微鏡写真による検討

18-8ステンレス鋼の場合は削り速度や電流を変えてもわずかな変化しか認められない。一例として削り速度237 m/min の仕上面写真を Fig. 2 に示す。

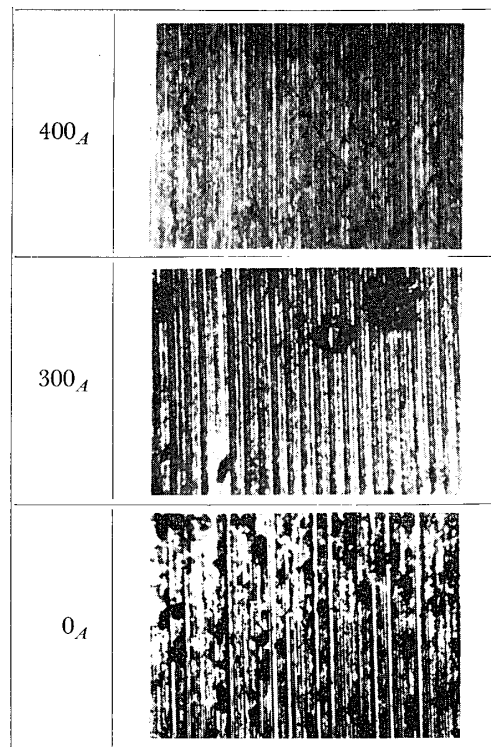


Fig. 2. Photographs of work surfaces.
Work material: 18-8 stainless steel
Cutting speed: 237 m/min

13Cr 鋼においては加熱電流の増加とともに溶着が減じている。Fig. 3 は削り速度36m/min, 166m/min の場合を示したものである。

Fig. 2, Fig. 3 からわかるように 13Cr 鋼は溶着が多くしかもむしれ状態が不規則であるのに対して18-8ステンレス鋼では溶着が少なくむしれ状態も規則的である。

5.1.2. 仕上面あらさ

切削後の仕上面を軸方向に測定した結果を Fig. 4 (18-8), Fig. 5 (13 Cr) に示す。18-8ステンレス鋼の場合には通電非通電を問わず削り速度の影響を受け, 100m/min 以下の削り速度では仕上面あらさは非常に

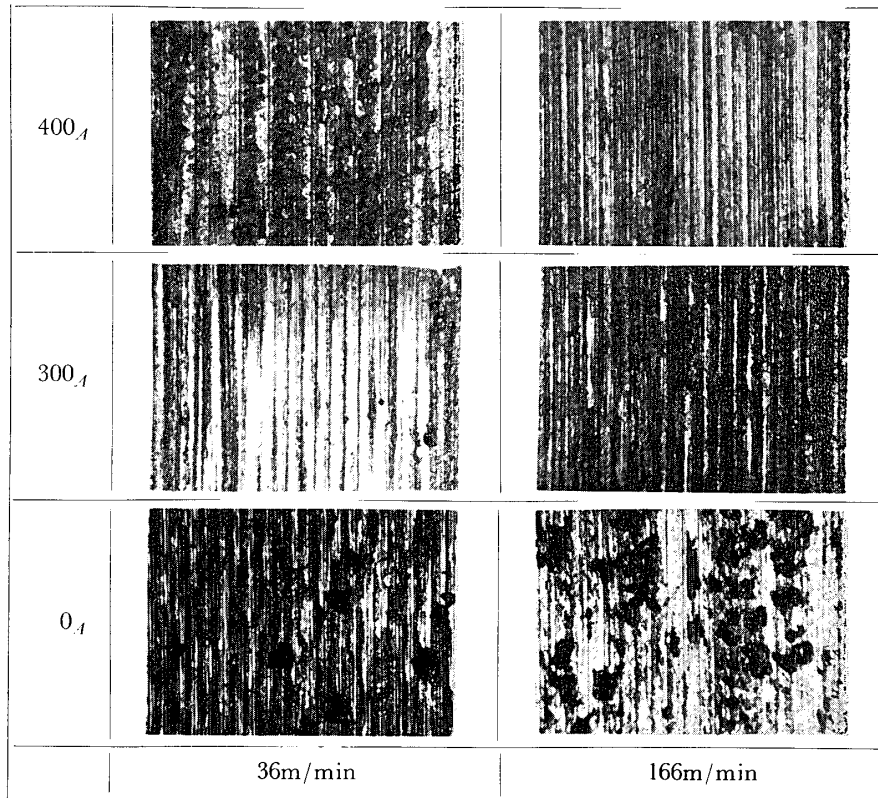


Fig. 3. Photographs of work surfaces.

Work material: 13Cr stainless steel
Cutting speed: 136m/min, 166m/min

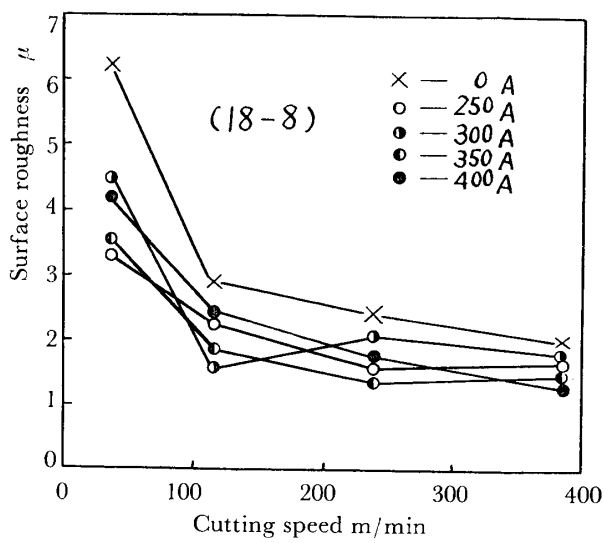


Fig. 4. Relation between cutting speed and surface roughness.

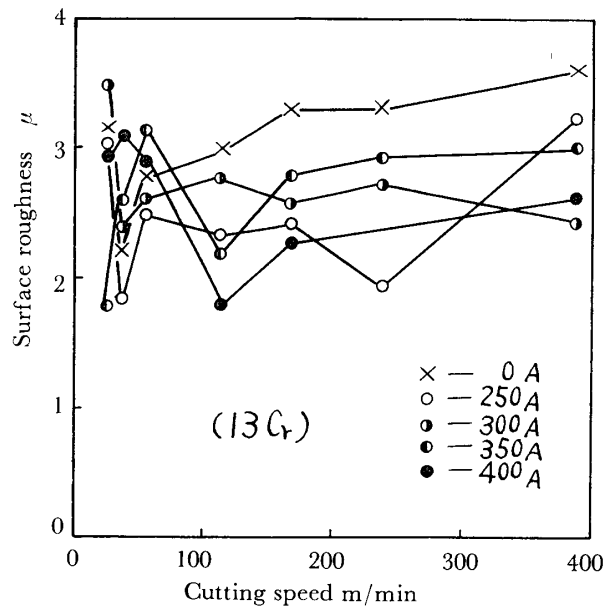


Fig. 5. Relation between cutting speed and surface roughness.

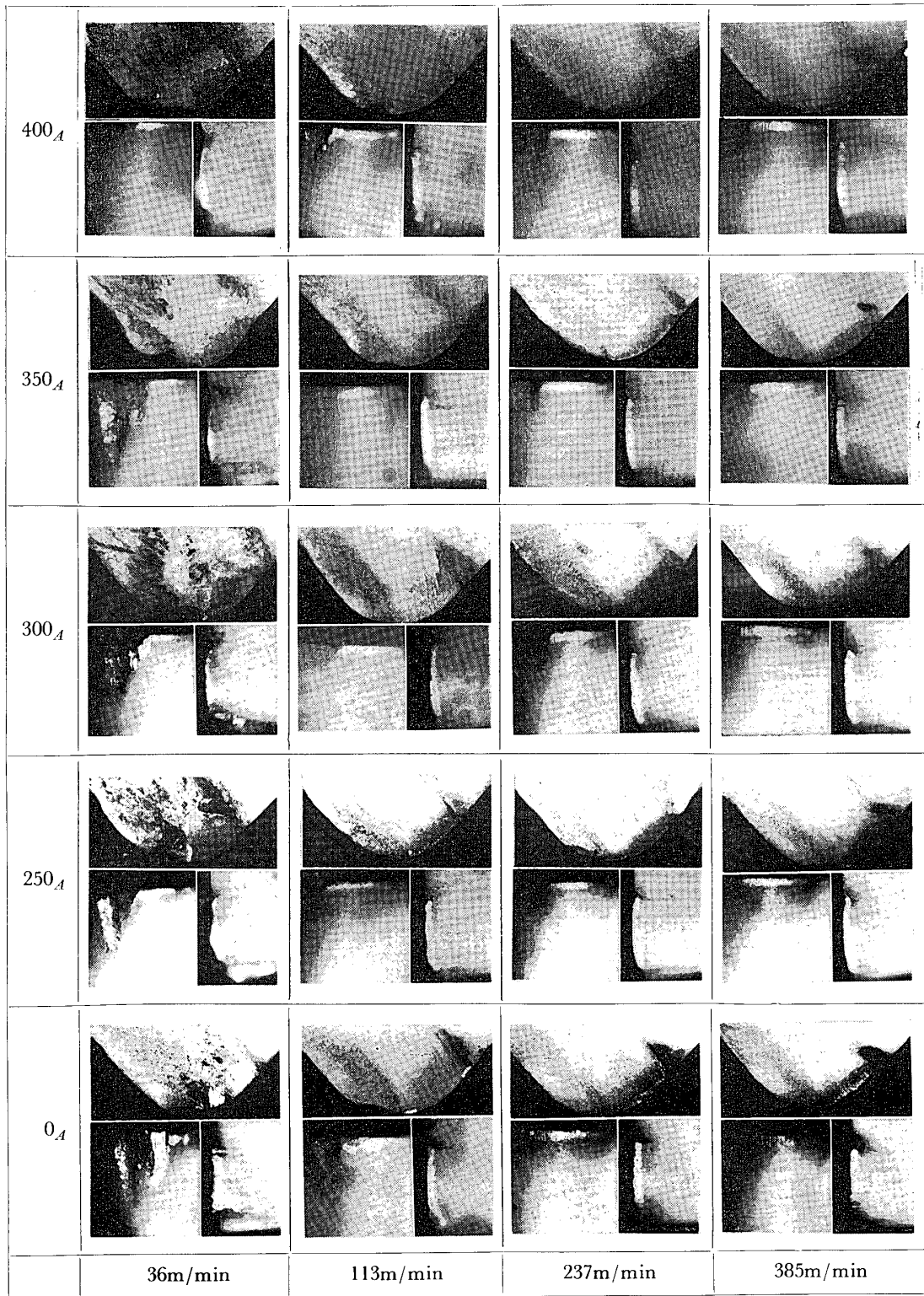


Fig. 6. Photographs of ceramic tools.
Work material: 18-8 stainless steel

$\times 20 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$

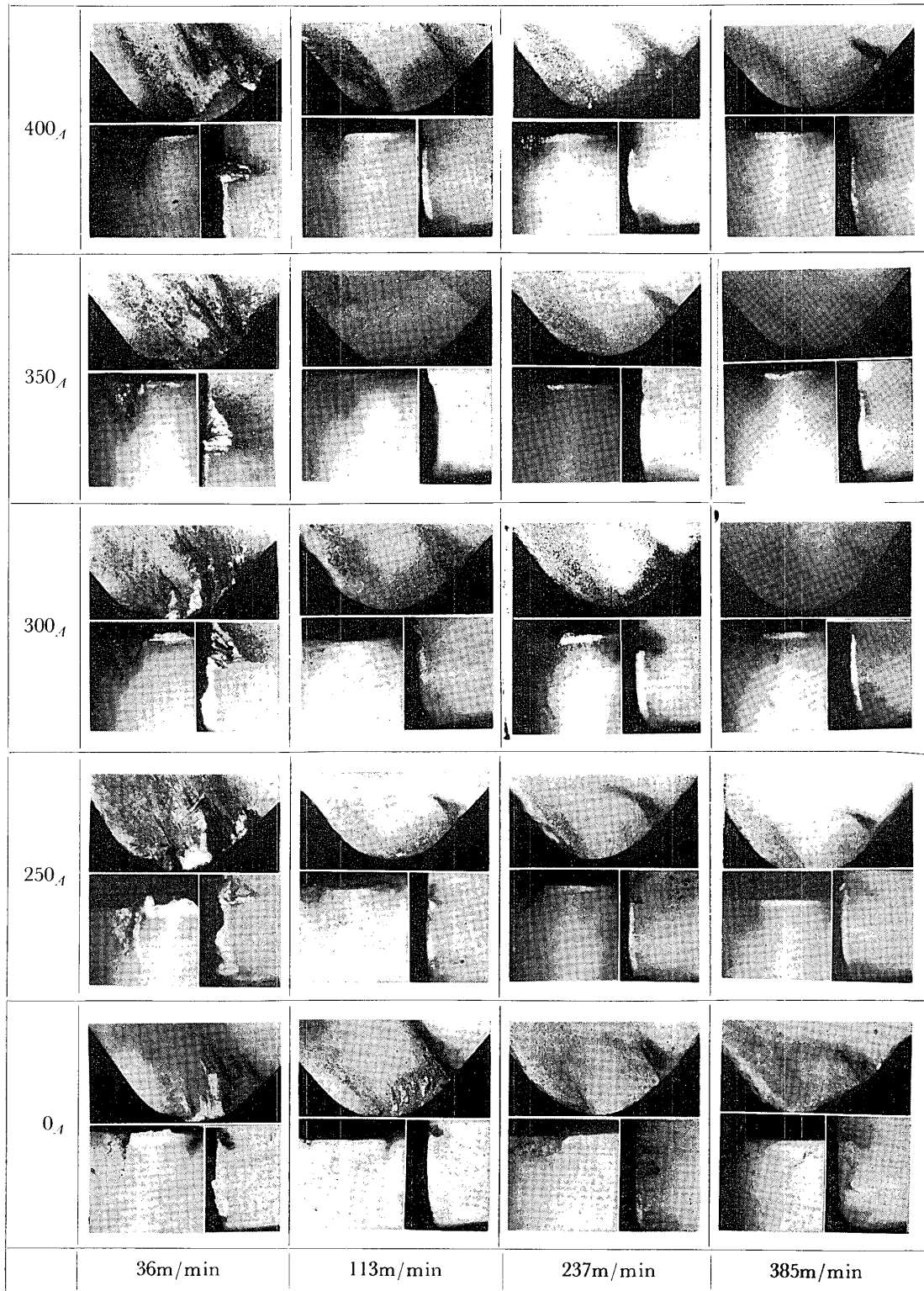


Fig. 7. Photographs of ceramic tools.
Work material: 13Cr stainless steel

$\times 20 \times \frac{1}{\sqrt{2}}$

悪く、100m/min 以上になると 2μ 前後の良好な仕上面となりかつ安定している。また仕上面あらさは通電加熱によって改善されしかも電流の増加とともによくなっている。

一方、13Cr鋼についても削り速度の影響を受けるが18-8ステンレス鋼の場合ほどではない。また、加熱効果は低速域ではほとんど現われず削り速度100m/min以上の高速域でいちじるしい。

なお、Fig. 4およびFig. 5を比較してみると低速では13Cr鋼、高速では18-8ステンレス鋼がよりよい仕上面となっている。

5.2. バイトの溶着および摩耗

5.2.1. 顕微鏡写真による検討

切削後のバイトの写真を図. 6 (18-8) および Fig. 7 (13Cr) に示す。溶着（主としてすくい面）は18-8ステンレス鋼および13Cr鋼の場合とも削り速度が237~385m/minの高速になると全く認められないが、100m/min以下になると通電非通電を問わずいちじるしい。しかし、同一削り速度では加熱電流の増加とともに減少している。なお、18-8ステンレス鋼の溶着は13Cr鋼に比べると少なく前項の仕上面の性状と一致する。

フランク摩耗は18-8ステンレス鋼および13Cr鋼

の場合とも削り速度100m/min以上ではほとんど変化なく一様な摩耗を呈しているが、100m/min以下になると急激に増加している。しかし、同時に境界摩耗やチッピングも増大するので加熱効果は明らかでない。

次に境界摩耗は Fig. 6. Fig. 7 とも高速域では少なく、100m/min以下の低速で増加している。通電効果はほとんど認められない。なお、18-8ステンレス鋼と13Cr鋼を比較してみると高速域では大差がないが、とくに36m/minの低速においては18-8ステンレス鋼の方がいちじるしい。

5.2.2. クレータ摩耗

セラミックバイトのクレータ摩耗を測定するためにはバイトすくい面上の付着物を除去する必要がある。本実験ではHClなどで酸処理を行なった。切削後と

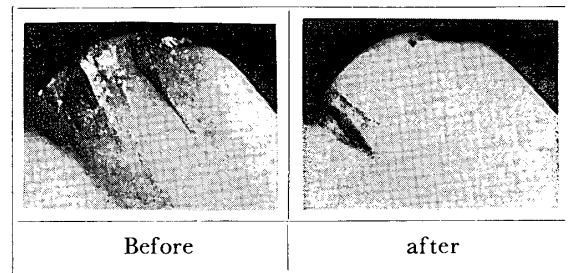


Fig. 8. Photographs of ceramic tools before and after pickling.

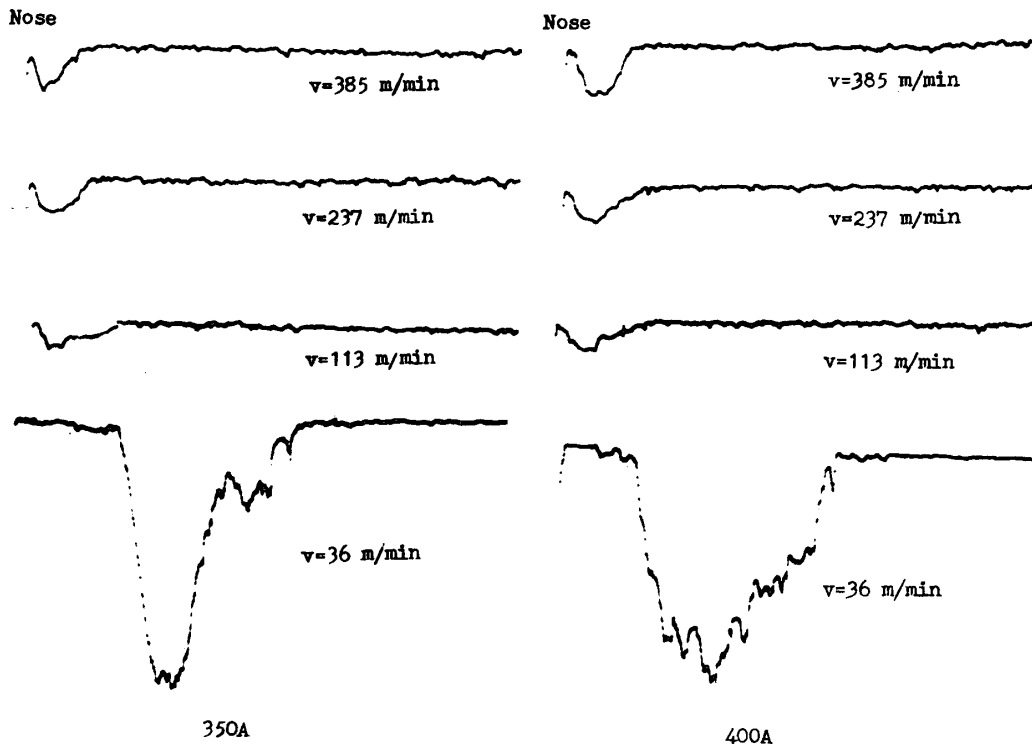


Fig. 9. Crater wears of ceramic tools.
Work material: 18-8 stainless steel

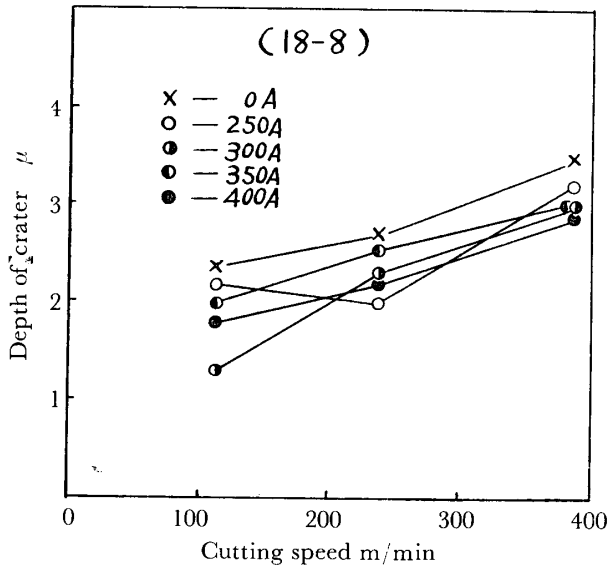


Fig. 10. Relation between cutting speed and depth of crater.

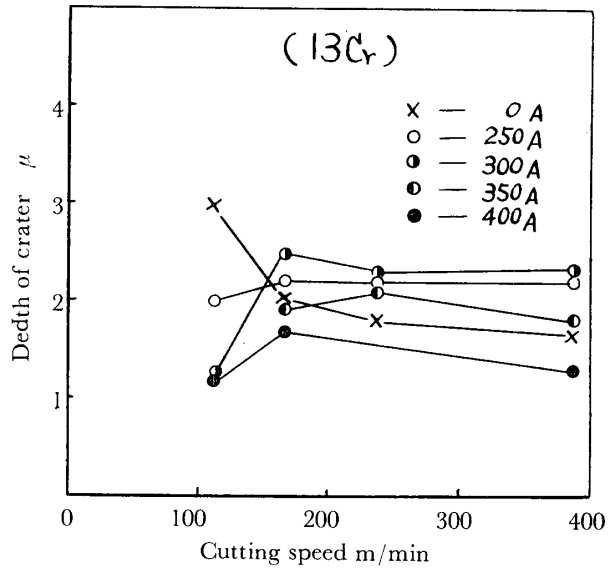


Fig. 11. Relation between cutting speed and depth of crater.

酸処理後のバイトの一例を Fig. 8 に示す。仕上面検査機の触針を横切刃に直角にトラバースしてえたすくい面断面のプロフィールを Fig. 9 に示す。これらのプロフィールの最大深さからクレータ摩耗深さを求め削り速度との関係として Fig. 10 (18-8), Fig. 11 (13Cr) に示す。

18-8ステンレス鋼におけるクレータ摩耗は削り速度の増大とともに増加する傾向を示し、常温切削よりわずかに減少している。

13Cr 鋼の場合はほとんど変化がない。なお、通電効果は少なくとも削り速度100m/min 付近で認められるのみであるが、加熱電流400 A では全速度域で最小値を示している。

Fig. 10 と Fig. 11 では前者が比較的安定しているのに対して後者はバラツキが多い。また、工具摩耗を対象にして考えると 13Cr 鋼の方がわずかにすぐれている。しかし、ここに示した工具摩耗はいずれもわずか110mm を切削した場合のものであって、切削時間の経過にともなう摩耗の進行や工具寿命、切削温度、寸法精度などについても検討すべきであるが、これらは別報にゆずる。

6. 結 言

以上18-8ステンレス鋼および13Cr 鋼を被削材とし、セラミックバイトを用いた局部電気抵抗加熱剤について述べ主として表面あらさと工具摩耗を検討し次のような結論をえた。

- (1) 18-8ステンレス鋼, 13Cr 鋼のいずれにおいても仕上面あらさは本加熱法によってわずかに改善される。
- (2) 工具摩耗は18-8 ステンレス鋼に対しては常温切削よりわずかに減少しているが、13Cr 鋼ではほとんど変化がない。
- (3) セラミック工具による18-8 ステンレス鋼および13Cr 鋼の切削に対する削り速度は100m/min 以上に保つべきである。

参 考 文 献

- 1) 山田, 中山他 3 名: 精密機械 26, 338 (1960)
- 2) 奥島, 人見他 2 名: 日本機械学会論文集 31, 328 (1965)
- 3) 谷口, 瀬戸: 山口大学工学部研究報告 15, 161 (1965)
(昭和40年6月9日受理)