

# 通 電 切 削

谷 口 正 紀\*  
瀬 戸 雅 文\*

## 要 旨

金属材料はますます硬く切削困難なものが製造されているが、この加工に対して種々の方法が研究されている。なかでも通電切削は最も新しい加工法で、工作物と工具との間に低電圧の大電流を流し、瞬時に工作物を加熱し、切削を容易にするものである。

本実験では、電圧を0.5V～3.0V、電流を最大230A、とし種々の切込みを与え主に表面アラサについて検討を行った。高温になればバイトが軟化し工具寿命も短くなると考えられるが相対的に工作物も軟化するので、通電による工具の摩耗はあまり影響はないと考えられる。なお電流密度  $2,000\text{A}/\text{mm}^2$  付近で最もよい仕上面となっている。

## 1. 緒 言

近年、金属材料の機械的諸性質が改善され、硬度や抗張力が一段と増加されたが、このことは必然的に加工を困難にしている。特に耐熱合金のある種のものでは切くずが鋳鉄のそれと類似し、加工困難の上に切削仕上面の表面アラサが非常に悪いといわれている。1958年に国産のセラミック工具が市販されるようになり、難切削材料に対する加工法も逐次改善されているが、さらに一層被削性を改善するため、新しい切削加工法として通電加熱切削法が登場した。単に加熱の方法としては、炉中、火炎、高周波、アーク、輻射、電気抵抗・工具加熱などの方法があるが通電加熱法は低電圧、大電流であるため、他の加熱法に比較して、装置が簡単で温度制御が容易、温度の上昇が迅速、操作が簡単等の利点を持っている。

現在、この通電加熱切削には交流、直流とも用いられ、旋削<sup>1)2)3)</sup>、ドリルによる穴あけ<sup>4)</sup>、フライス加工<sup>5)</sup>などに対する研究が行なわれ、著者も旋削の場合の被削性<sup>6)</sup>について報告を行なった。加熱切削の目的は被削性（広義には切削工具の切削能力と加工材料の被切削性とを包含している）を改善することにあるので、本研究では、電流、電圧、切込を種々変えて、詳細な表面アラサの検討を行なうとともに切削の形態や工具寿命、硬度などについて常温加工との比較を行なったものである。

## 2. 実験装置と工具

本実験に使用した旋盤は三菱造船株式会社製の高速旋盤HL300G型で、振り、300mm(ベッド上)160mm(クロスライド上)、電動機3.7KW、主軸回転数280～3,200rpmである。また、使用した工具は東芝タンガロイ株式会社製の超硬工具S2種のクランプ式バイトで刃先形状は図1に示すものである。なお、工具の研摩は和

井田製作所製超硬バイト研摩盤DW31型を用い、さらに入念にラッピングを行ない万能投影器で形状を一定に保った。図2は装置の配置状態で、図3は通電加熱切削の電源回路を示したものである。

図1  
バイト刃先形状

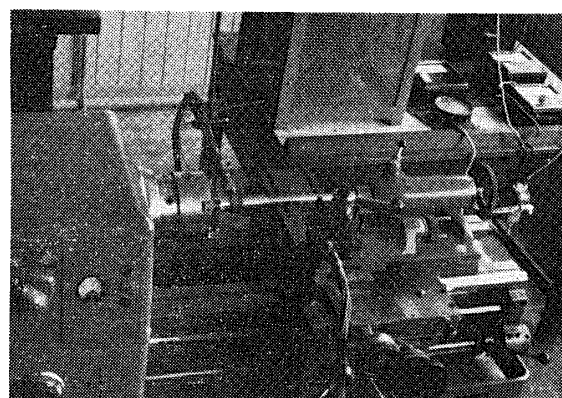
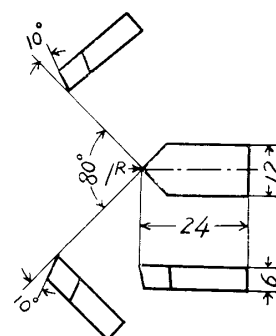


図2 装置の配置状態

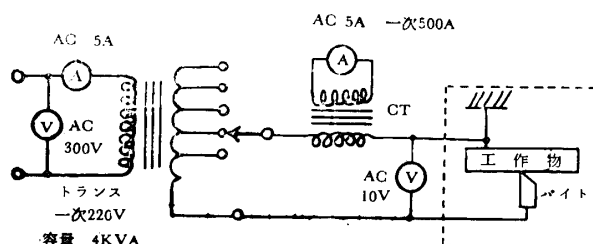


図3 通電加熱回路

\*工業短期大学部機械工学教室

3. 被削材の種類

実験に使用した材料の種類および成分は表1のとおりである。

表 1

材料	成分	C	Si	Mn	P	S	Zn	Cu
炭素鋼		0.44	0.32	0.52	0.028	0.026		
銅								99.55
黄銅							37.6	62.4

4. 実験結果および考察

表面アラサがよくなれば切削抵抗も少なくしたがって動力損失も少ない。また、部品の精度も長く保つことができる。本実験では削り速度を41.5~57m/min, 切込みを0.1~1.0mm, 通電々流を21~230Aに変えて行なった。なお送りは0.15mm/rev.である。常温切削と通電切削後の表面のアラサ測定は小坂式仕上面検査機SD5型を用い、たて1,000倍, 横50倍である。図4は表面アラサの一例である。図から分るように通電の場合は

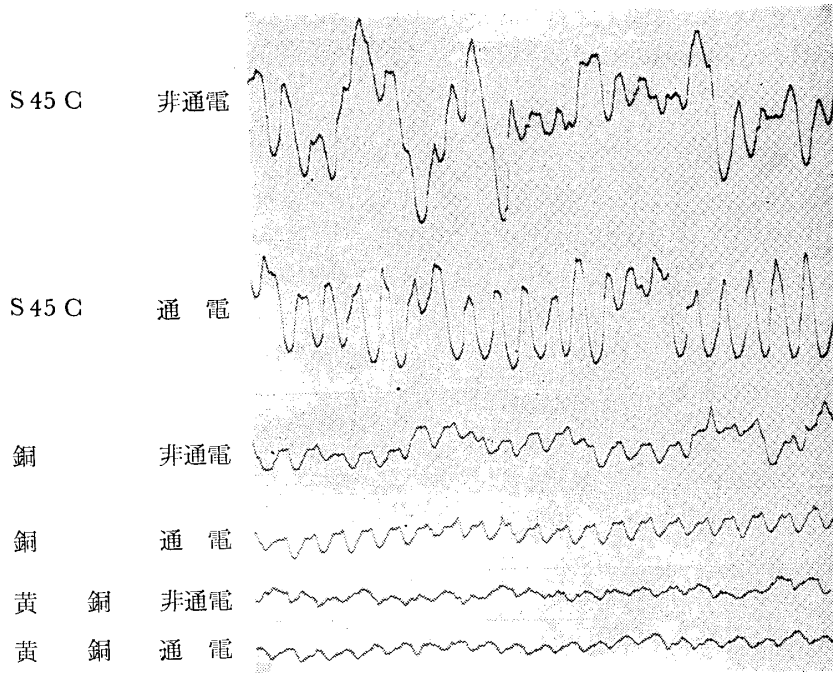


図4 アラサ曲線

削り速度：41.5m/min, 送り：0.15mm/rev., 切込：1.0mm, 通電電圧：3.0V.

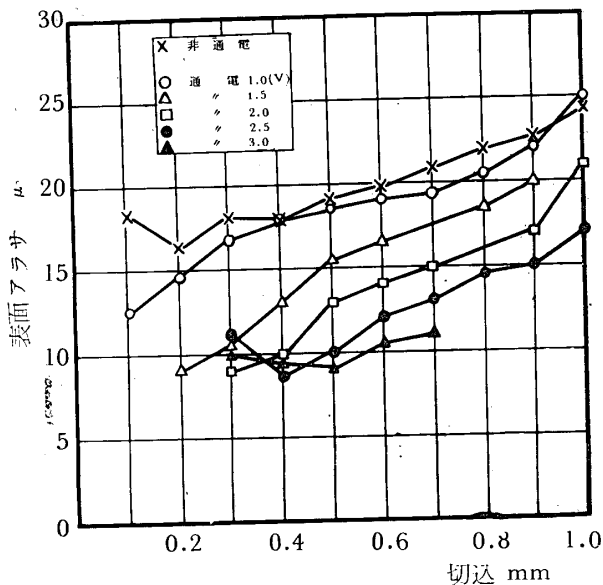


図5 切込と表面アラサ 材料：S45C

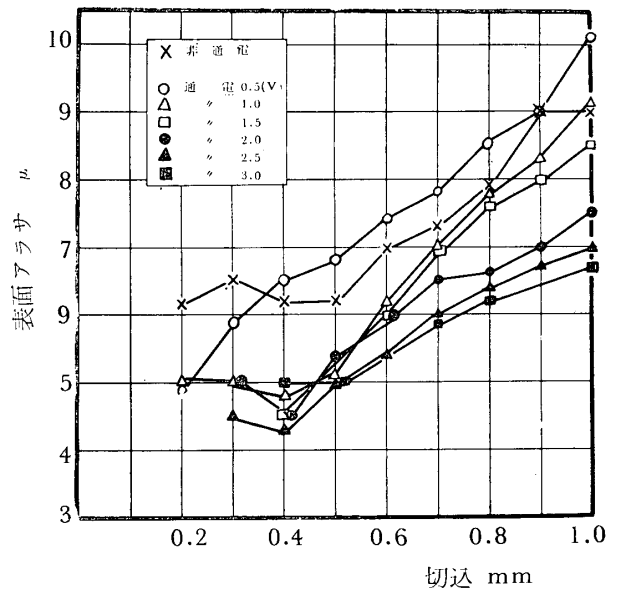


図6 切込と表面アラサ 材料：銅

凹凸の状態が一様で構成刃先が生じやすい削り速度であるにもかかわらず、非通電にくらべて滑らかな仕上面となっている。図5、図6、図7はそれぞれ炭素鋼、銅、黄銅の切込みの変化による表面アラサの影響を示すもので、電圧1Vでは非通電の場合と大差は認められないが、電圧が高くなるに従い表面アラサは向上している。条件を変えれば同一材料でも通電により表面アラサは50%以上よくなっている。また、常温加工と同様に、切込が少いほど表面アラサはよくなり、中でも黄銅は最もよくなっている。またアラサ曲線の傾斜も黄銅はゆるやかになっており、炭素鋼、銅ほどには通電の影響を受けていないが炭素鋼、銅は通電の影響がはっきり表われている

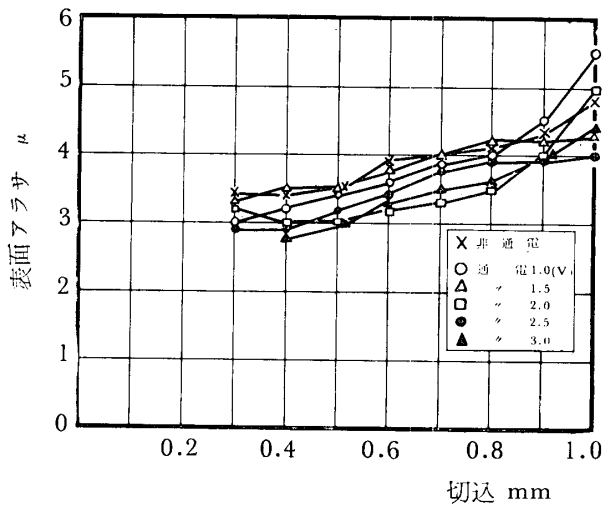


図7 切込と表面アラサ 材料：黄銅

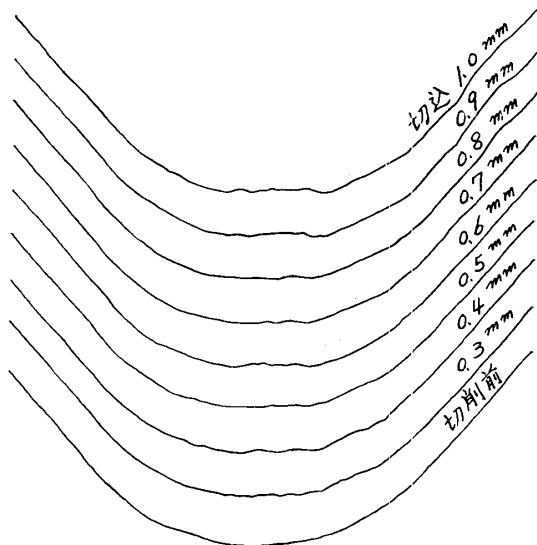


図8 バイトの摩耗状態  
材料：S45C 通電電圧：3.0V.

．しかも切込み0.4mmで表面アラサは最もよくなっている。このことは工具の摩耗状態を調べた結果、黄銅の場合は切込みを大きくしたときでも摩耗はほとんど認められず、軟鋼の場合、20分間切削した後のすくい面の摩耗は0.03~0.04mmであることから推察できる。図8は炭素鋼の場合を示す。

次に電流と表面アラサの関係は図9、図10、図11のようになり、電流が大きくなるほどアラサは小さくなる傾向を示している。黄銅の場合、切込みが小さいときはあまり変化が認められないものもある。またS45Cでは電流が大きくなった場合、切込みの影響を余り受けず表面アラサは10μ前後に集中している。さらにこれを電流密

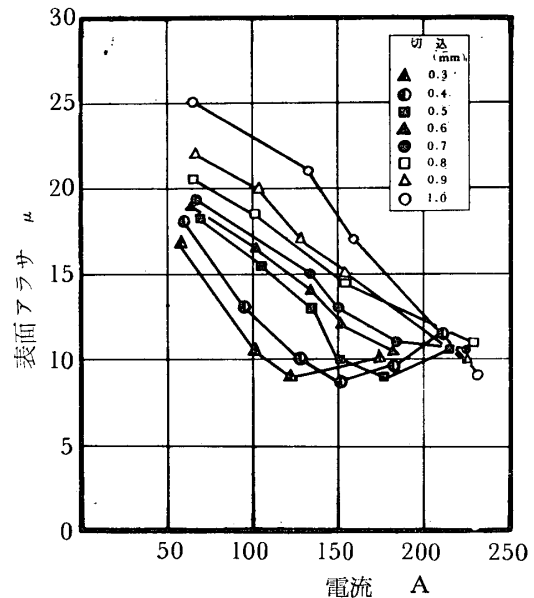


図9 電流と表面アラサ 材料：S45C

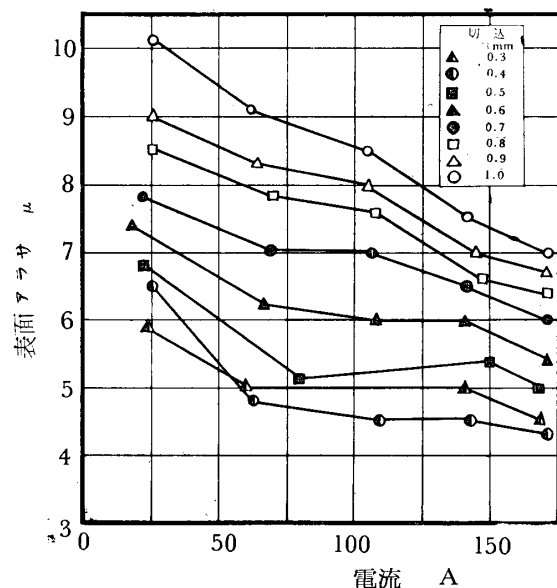


図10 電流と表面アラサ 材料：銅

度で表わせば図12, 図13, 図14のようになる。図からも分るように電流密度が大きくなるほど表面アラサはよくなり, 2,000A/mm<sup>2</sup> 付近になると表面アラサは一定となっている。以上表面アラサだけを考えた場合, 通電加熱の効果が十分に認められる。

次に切くずの状態は通電するとカール半径は非通電の場合よりも大きくなり, またコイルのピッチも大きくなり, さらに高温になるとますますピッチは大きくなる。切削は流れ型の状態で切削されているので切削抵抗も小さいと考えられる。(今回は切削抵抗は測定していないが<sup>1)2)</sup>で明らかにされている。)

また, 硬度は図15のようにS45Cの場合, 通電後は増加しており, 2,000A/mm<sup>2</sup> 前後で最も高くなっている。銅, 黄銅ではあまり差は認められなかった。

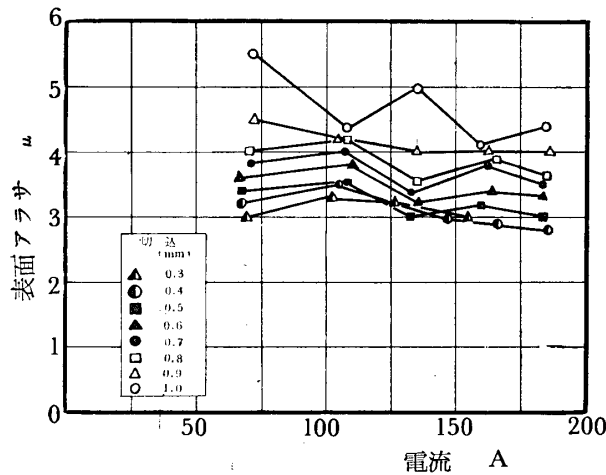


図11 電流と表面アラサ 材料: 黄銅

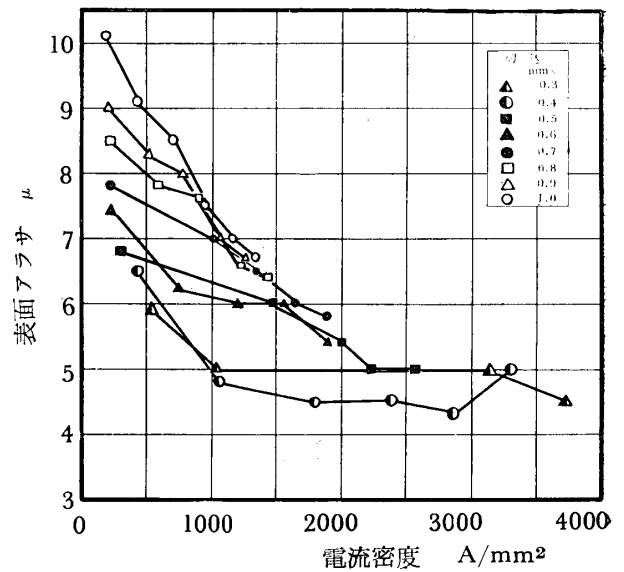


図13 電流密度と表面アラサ 材料: 銅

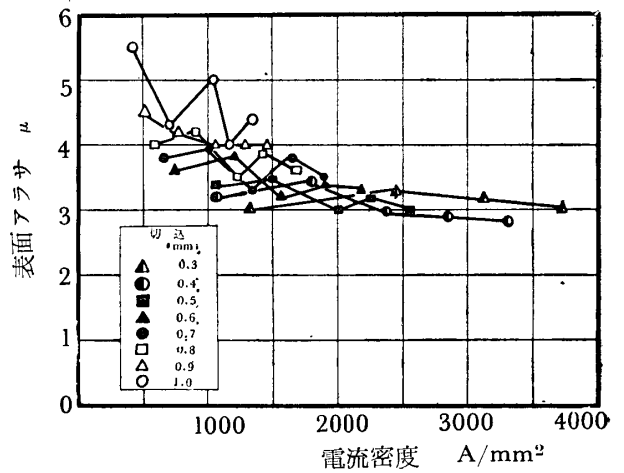


図14 電流密度と表面アラサ 材料: 黄銅

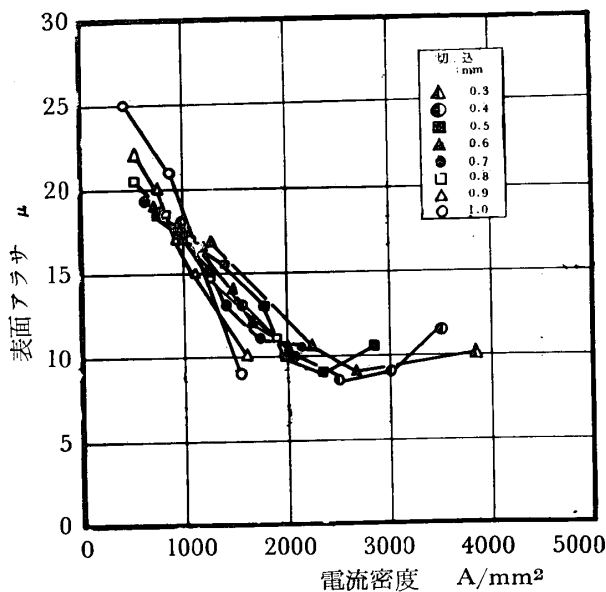


図12 電流密度と表面アラサ 材料: S45C

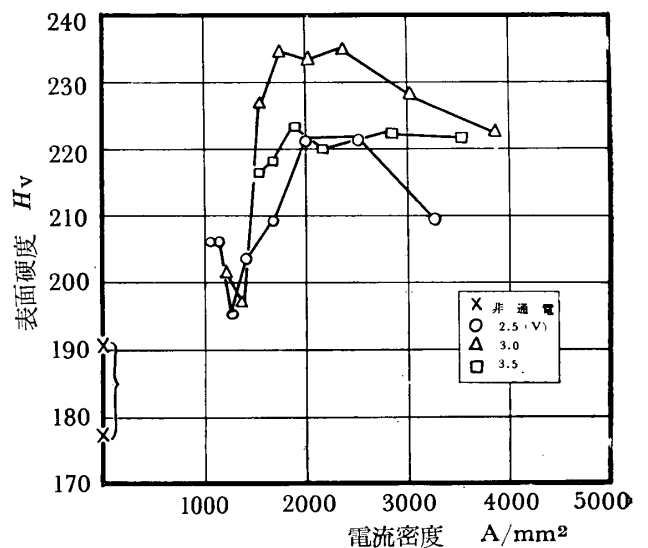


図15 電流密度と切削後の表面硬化

## 5. 結 言

本実験では主として表面アラサについて吟味したが非通電より通電の方が表面アラサは向上し、通電電流が増せば表面アラサはさらによくなっている。同一切削条件でも通電の方は表面アラサがよくなっており、腐食を起しやすいものには適切な加工法といえる。通電によるしま模様や光沢の違いは非通電と比較して肉眼でも判別できるが黄銅ではその差が少ない。

工具寿命については高温になるため刃先が早く摩耗すると考えられるが、刃先と同時に被削材の方も相対的に軟化するので大なる損失はないと考えられる。また通電により切削はせん断型から流れ型へと変わり、さらに加熱すると大きくカールするため切くずの処理が問題となるがこれはチップブレイカーの改善により解決できる。

通電により工作物は短時間で高温になるため、内部組

織にはあまり影響はないといわれているが、今後この点につき詳細な検討を加えるとともにさらに低速と高速との比較や送りを変えた場合の考察を行ないたい。

終わりに本研究に多大の御援助をいただいた宇部工業短期大学足立講師に深甚の謝意を表する次第である。

## 参 考 文 献

- 1) 大越, 上原: 精密機械 **26**, 280 (1960)
- 2) 横山, 荒木田, 若狭: 機械学会第38期総会講演前刷集(東京) No.46 (1961)
- 3) Irving A. Dickter: Tool & Manuf. Engr., **50**, 72 (1963)
- 4) 上原: 機械の研究 **13**, 1397, 1529 (1961)
- 5) 篠崎: 機械学会論文集 **28**, 1067 (1962)
- 6) 砂本, 谷口: 機械学会九州支部 第15期総会講演会前刷集(長崎) (1962)