

高速対応型快削鋼の被削性に及ぼす微量通電の効果
- BN 添加鋼の微量通電切削 -

金沢大学 田中隆太郎, 細川 晃, 上田 隆司, 山田 啓司, 林 勇伝

Effect of Additional Current on Machinability of Free Machining Steels

-Machining of BN Added Steels with Additional Current-

Ryuraro TANAKA, Akira HOSOKAWA, Takashi UEDA, Keiji YAMADA, Yongchuan LIN

This study deals with the machinability of steels in turning with additional current. Tested work materials were plane carbon steel JIS S45C and BN added steel which has good machinability at high cutting speed. Turning tests were performed by carbide tool P30 in order to investigate the influence of electrical conditions of closed circuit system on the cutting mechanism of BN added steel. The tool life and cutting force was investigated practically and these results were discussed.

1. 緒 論

環境負荷の軽減, 生産コスト削減などのために微量のミストを用いた MQL 切削や油剤を全く用いないドライ切削への移行が強く望まれている。

高能率加工を実現するためには高速切削が不可欠であるが, 特に連続切削である旋削加工では高速になるにつれ切削温度の急激な上昇を引き起こし, 拡散, 酸化など熱的な摩耗が増加する。MQL を用いても高速では切削点にミストが届き難くなり, その効果が減少するなど根本的な解決策は確立されていない。このように高速切削では工具-被削材間の反応に注意する必要がある。

また切削中において異種金属である工具と被削材の接触面で熱起電力が発生し, 形成された閉回路を熱電流が流れ, 電気・化学的作用により工具摩耗に影響を与える¹⁻³⁾とされている。

そこで本研究では, 高速対応型快削鋼としてBN(窒化ホウ素)添加鋼⁴⁾を用い, 超硬工具による旋削加工を行い工具-被削材間に流れる電流量と工具摩耗の関係について調べ微量通電による工具摩耗抑制効果について検討を行った。

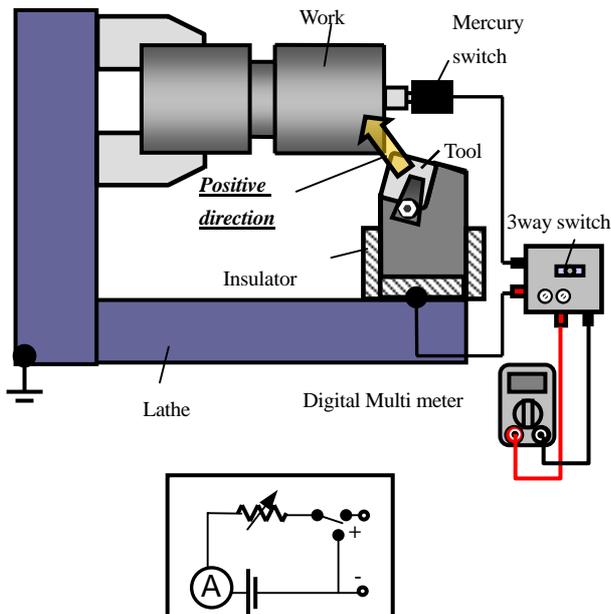


Fig.1 Experimental set up

Table.1 Chemical compositions and hardness of work materials

	Chemical compositions mass%						Hardness HV
	C	Mn	Si	So.Al	N	B	
S45C	0.44	0.75	0.19	0.019	-	66ppm	240
S45C-BN	0.44	0.74	0.21	0.026	63ppm	125ppm	232

Table.2 Cutting conditions

Tool	Carbide tool P30 (SNMN120408)
Tool angle	-5, -5, 5, 5, 15, 15, 0.8
Cutting speed	60-300 m/min
Depth of cut	0.5 mm
Feed rate	0.1 mm/rev
Coolant	Dry

2. 実験装置および実験方法

図1に実験装置の概略図を示す。工具ホルダは絶縁体によって工作機械に対し電氣的に絶縁されている。また被削材端面に水銀接点を取り付け, 工具-被削材間に閉回路を形成した。電源は直流12Vで左側の回路を閉じ可変抵抗を用いて電流量の調整を行う。電流の設定を行った後, スライドスイッチを回路へ切り替え切削を開始した。

表1に被削材の化学成分および硬さを示す。BN添加鋼S45C-BNは63ppmのBと125ppmのNを含有しており, これらは鋼中でh-BNとして析出している。また硬さはどちらもHV240程度でほぼ等しい。

表2に切削条件を示す。実験はNC旋盤を用いて乾式で長手方向に旋削加工を行った。

3. 実験結果

3.1 閉回路を流れる電流と工具摩耗の関係

図2に閉回路中を流れる電流の量および方向が工具摩耗の関係を示す。今回の実験において通電の方向は, 工具から被削材に向かう方向をプラス方向とした。

S45C 切削時において, 逃げ面摩耗では電流が増加するに伴いプラス方向で摩耗が減少した。マイナス方向では5mA程度までは減少したが, それ以上では摩耗が増加した。クレータ摩耗はマイナス方向通電時の摩耗量が小さかった。このようにS45C 切削時には電流の大小, 方向により摩耗量が異なっている。

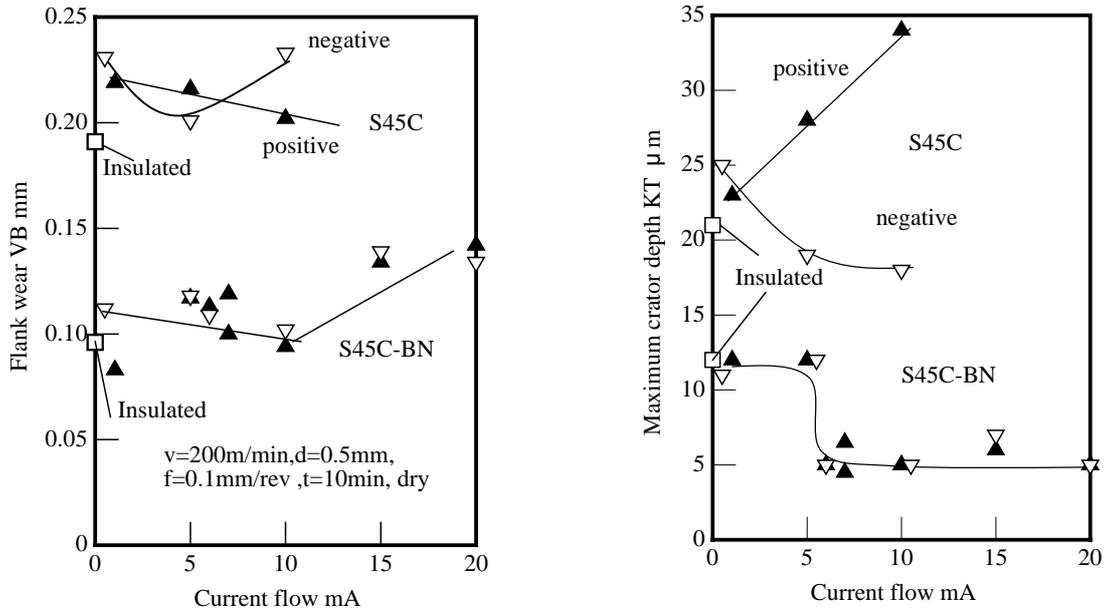


Fig.2 Influence of electrical conditions on tool wears

S45C-BN では、逃げ面摩耗は電流量が大きくなるに伴い摩耗量がわずかに減少する傾向を示した。さらに電流量が増加し 15, 20mA になると逃げ面摩耗に増加の傾向が見られた。最大クレータ深さは電流量が 5mA を超えたあたりで急激な減少がみられ電流が 5mA 以下の場合と比べ約半分の摩耗量となった。さらに電流量が増加してもさらなる摩耗の減少は見られず収束した値を示した。また電流の方向の影響については、どちらの方向においても摩耗量に大きな違いが見られなかった。

3.2 切削抵抗の測定

図 3 に切削抵抗を示す。S45C 切削時は絶縁時の抵抗が最も小さくことが特徴である。BN 添加鋼は主分力は電流が非常に小さいとき絶縁時より抵抗が大きい、電流が大きくなると抵抗が減少し絶縁時より小さい値を示した。

4. 考 察

切削温度は工具摩耗に大きく影響する。電流の影響によって切削温度が変化した可能性も考えられるが、今回の実験の通電時において切削点で消費される電力は非常に小さく (mV, mA オーダー)、また、すくい面摩耗が急激に変化する前後で切削抵抗に大きな変動が見られなかったことから、切削温度が大きく変化するほどの影響を及ぼしたとは考え難い。したがって工具摩耗面に生成されるベラークの特性が微量通電により変化し熱的な摩耗が大幅に抑制されたことも考えられる。しかしその詳細なメカニズムについては、本報において明らかにするには至らねばならず現在も調査中である。

5. 結 論

超硬工具を用いて BN 添加鋼の旋削加工を行い、切削系への微量通電が被削性に及ぼす影響について検討を行った結果、以下の結論が得られた。

- (1) 電流量が 5mA を超えるとそれ以下の場合と比べすくい面摩耗が減少した。
- (2) 逃げ面摩耗は 10mA 程度で摩耗が最小となり、電流量が増加すると増加した。
- (3) 通電により切削抵抗の低下が見られた。

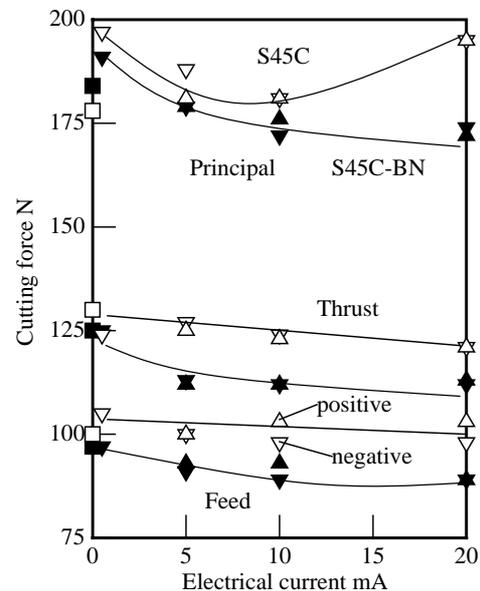


Fig.3 Effect of electrical conditions on cutting force

謝 辞

本研究を遂行するにあたり多大なご支援をいただきましたエヌケー条鋼に対し記して感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) H. S. Shan, P. C. Pandey: Thermoelectric compensation in metal cutting, *Microtecnic*, 24, 1, (1970) 30.
- 2) V. ŠOLAJA AND H. L. HUGHES: SOME ELECTRICAL PHENOMENA IN METAL CUTTING, WEAR, VOL. 2 (1959) 311.
- 3) 工藤邦男, 日吉博, 岡田繁, 赤澤正久: 鋼切削における工具摩耗の電気化学的作用について, *トライボロジスト*, 第 39 巻, 第 3 号, (1994) 248.
- 4) 山根八洲男, 田中隆太郎, 鳴瀧則彦: BN 添加鋼の被削性, *精密工学会誌*, 64 巻, 9 号 (1998) 1370.