

研究ノート

焼入鋼の超精密加工における PcBN の工具摩耗

河田圭一*¹、石川和昌*²、児玉英也*¹、島津達哉*¹

Tool Wear of PcBN in Ultra Precision Cutting of Hardened Steel

Keiichi KAWATA*¹, Kazumasa ISHIKAWA*², Hideya KODAMA*¹
and Tatsuya SHIMAZU*¹Industrial Research Center*^{1*2}

PcBN 工具を用いた高硬度材料の超精密切削加工技術を開発することにより、焼入鋼などの部品の仕上げ時間短縮、精度向上を目指している。本年度は、切削チップとして用いる PcBN 材種が加工特性に与える影響について調査した。cBN 含有量の異なる BN2000 および BN7000 の 2 種類について、工具摩耗、仕上げ面粗さ、切削抵抗などの加工特性を調べたところ、BN7000 に比べ BN2000 の方が工具摩耗は小さく、仕上げ面粗さもよくなることが分かった。また、本実験条件ではどちらの材料においても凝着摩耗により摩耗が進展することが明らかとなった。

1. はじめに

半導体製造装置や工作機械などに使用されるサーボモーターは、高精度・高硬度が要求され、構成部品は、通常、研削加工により仕上げられる。しかし、研削加工は、①加工時間が長い、②ドレッシングのためマイクロメートルオーダーの寸法精度が安定しない、③研削粉は産業廃棄物となるなどの課題がある。そこで、本研究では PcBN 工具の刃先形成をレーザにより行い切削性を向上させることで、研削工程を代替できる焼入鋼の超精密切削加工技術の開発を目指している。

昨年度は、PcBN のレーザ加工特性について調べ、レーザにより刃先形成した PcBN 工具による焼入鋼の超精密加工を行った。その結果、レーザで刃先を形成した場合に安定した仕上げ面粗さが得られた。しかし、PcBN による焼入鋼の加工では工具摩耗が大きいことが分かった。工具摩耗は、仕上げ面粗さや寸法精度に大きく影響するため、本年度は cBN 含有量の異なる 2 種類の工具材種による切削加工特性について調べ、工具材種が摩耗に及ぼす影響について調べた結果を報告する。

2. 実験方法

切削実験は、図 1 に示す超精密加工機を用いて行った。切削動力計により加工中の 3 成分 (X、Y、Z 方向) の力を測定した。加工条件を表 1 に示す。被削材は $\phi 30\text{mm}$ とし、切削速度の変化を小さくするため外周 3mm 部分を正面切削した。

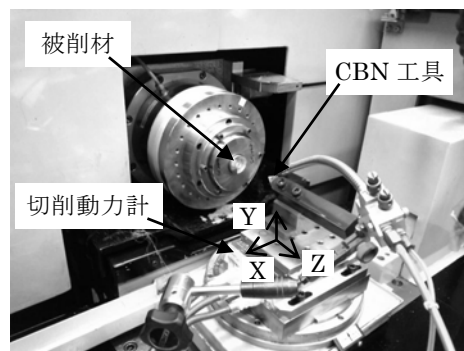


図 1 切削試験の様子

表 1 加工条件

被削材	SUS420J2(HRC53) $\phi 30\text{mm}$
工具材種	住友電工ハードメタル製 BN2000、BN7000
すくい角	ネガ 20°
傾斜角	30°
先端 R	0.8mm
切り込み	10 μm
送り	5 $\mu\text{m}/\text{rev}$
切削速度	188m/min (2000rpm) 94m/min (1000rpm) 47m/min (500rpm)
切削油剤	油膜付水滴 水 1.2L/h 植物油 50mL/h

3. 実験結果及び考察

3.1 工具摩耗

切削速度 188m/min の条件において逃げ面摩耗幅の変化を測定した結果を図 2 に示す。cBN 含有量が高い BN7000 の初期摩耗は BN2000 に比べ 2 倍ほど大きくな

*¹ 産業技術センター 自動車・機械技術室 *² 産業技術センター 自動車・機械技術室 (現産業振興課)

った。また、摩耗の進行速度も BN7000 の方が速いことが分かった。

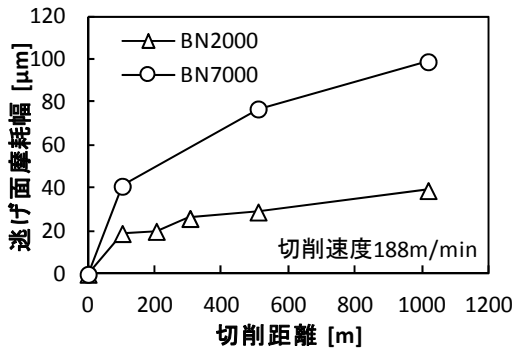
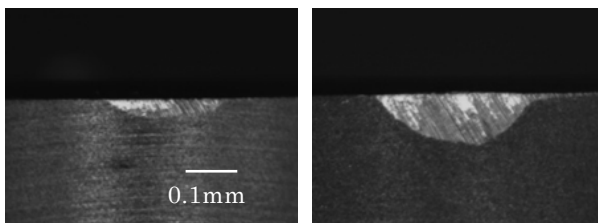


図2 逃げ面摩耗幅の測定結果

切削距離 1018m 時におけるマイクロスコープによる逃げ面摩耗部の観察結果を図3に示す。いずれの工具材種においても逃げ面には被削材が凝着し、すじ状に摩耗しており凝着摩耗であることがわかる。このことから、BN7000 は BN2000 に比べ粒子の脱落が激しく、速く摩耗が進行していると考えられる。



(a) BN2000 (b) BN7000

図3 逃げ面摩耗の観察結果
(切削距離 1018m)

3.2 仕上げ面粗さ

図4に仕上げ面粗さを測定した結果を示す。初期摩耗幅の大きかった BN7000 の仕上げ面粗さは約 80nmRa と非常に大きくなった。一方、BN2000 では半分以下の 30nmRa の仕上げ面粗さであった。仕上げ面粗さは切削距離の増加に伴い悪化するが、切削距離が 300m を超えると若干減少傾向となる。これは、工具が摩耗することにより見かけ上、工具先端径が大きくなるために、仕上げ面粗さは小さくなったと考えられる。

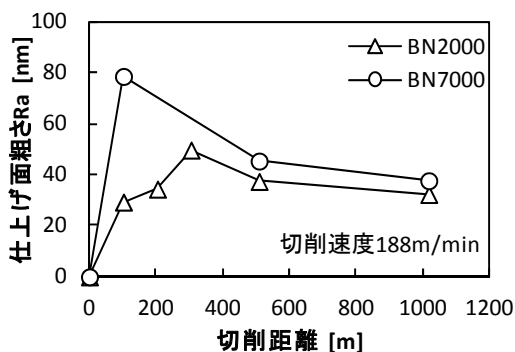


図4 仕上げ面粗さの測定結果

3.3 切削抵抗

切削抵抗の測定結果を図5に示す。工具摩耗の大きい BN7000 の方が BN2000 に比べ、いずれの切削抵抗も大きくなった。切削抵抗は、工具摩耗と同様、切削距離の増加とともに大きくなった。

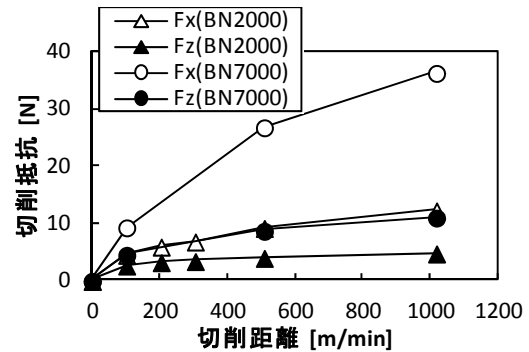


図5 切削抵抗の測定結果

3.4 切削速度の影響

BN2000 の切削工具を用いて、切削速度が工具摩耗に与える影響について調べた。切削距離 509m 時における結果を図6に示す。本実験範囲において、切削速度が速くなるほど摩耗は減少することが分かった。これは、逃げ面摩耗の観察結果から分かるとおり、本実験条件下では凝着摩耗が主体であることから、切削速度が速くなることにより加工点の温度が上昇し、凝着が抑制され摩耗量が減少したためであると考えられる。

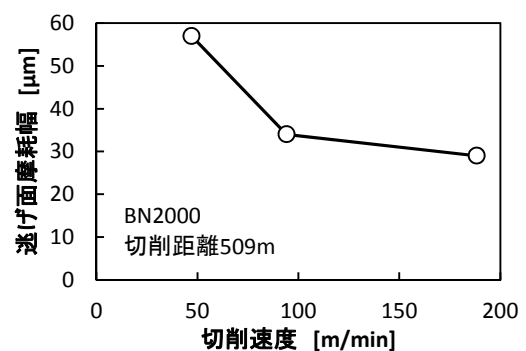


図6 切削速度の影響

4. まとめ

cBN 含有量の異なる BN2000 および BN7000 の2種類の工具材種について、工具摩耗、仕上げ面粗さ、切削抵抗などの加工特性を調べたところ、BN7000 に比べ BN2000 の方が工具摩耗が小さく、仕上げ面粗さも良いことが分かった。

付記

本研究は、平成 24 年度戦略的基盤技術高度化支援事業(経済産業省)において実施した。