

研究ノート

コーティング PcBN 工具を用いた焼入れ鋼の切削加工

河田圭一*1、児玉英也*1、島津達哉*1

Cutting of Hardened Steel by Using Coated PcBN Tool

Keiichi KAWATA*1, Hideya KODAMA*1 and Tatsuya SHIMADZU*1

Industrial Research Center*1

研削加工により仕上げられている高硬度部品の製造工程では、加工時間の短縮やコストの低減のため、研削工程を代替できる切削加工技術の開発が求められている。そこで、本研究ではレーザによる工具刃先成形技術を用いた焼入れ鋼の超精密切削加工技術の開発を行っている。レーザで成形されたコーティング PcBN 工具の摩耗特性について調べた結果、①コーティングが施された BNC200 の方が、コーティングのない BN2000 に比べ、逃げ面摩耗幅および仕上げ面粗さともに小さくなる傾向を示し、②逃げ面摩耗幅は BNC500 が最も小さくなり、BNC100 および BNC200 は同程度であることが分かった。

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高精度な高硬度部品は、通常研削加工により仕上げられている。しかし、研削加工は加工時間が長かつコストが高いため、研削工程を代替できる切削加工技術の開発が求められている。そこで、本研究では、レーザによる工具刃先成形技術を用いた焼入れ鋼の超精密切削加工技術の開発を行った。

これまでの研究では、レーザにより刃先形成した PcBN 工具が、研削で刃先を形成した工具よりも焼入れ鋼の超精密加工において高品位な仕上げ面を得られることを確認した¹⁾。さらに、PcBN の材種により工具摩耗が大きく異なることを明らかにしてきた。しかし、サブマイクロメートルの形状精度が求められる高精度部品の加工では、工具摩耗が形状精度に大きく影響するため、より摩耗の小さい工具や加工方法が要求されている。そこで、本年度はより摩耗の低減が期待できるコーティング PcBN 工具の摩耗特性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 $\phi 45\text{mm}$ とし、切削速度の変化を小さくするため外周 4mm 部分を正面切削した。

コーティングが施された PcBN 工具は BNC100、BNC200、BNC500 の 3 種類を用意した。BNC100 は TiCN 系、BNC200 と BNC500 は TiAlN 系のコーティ

ングである。また、比較としてコーティングを施していない BN2000 による実験も行った。それぞれの工具はナノ秒レーザを用いて**図 2** に示すように刃先を形成した。本実験では、すくい面のみをレーザで加工したためコーティング工具では母材の cBN が露出していることが分かる。どの工具においても刃先に欠けは見られず、シャープなエッジが形成されていることを確認した。

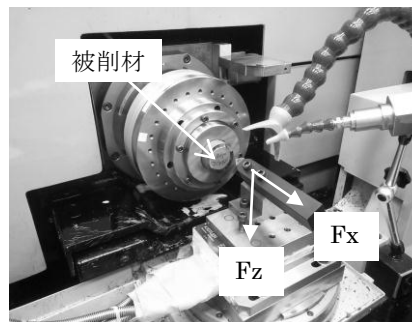


図 1 加工実験の様子

表 1 加工条件

被削材	SUS420J2(HRC53) $\phi 45\text{mm}$
工具	住友電工ハードメタル製 BN2000、BNC100、BNC200、BNC500
すくい角	ネガ 12°
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	283m/min (2000rpm)
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 コーティングの影響

*1 産業技術センター 自動車・機械技術室

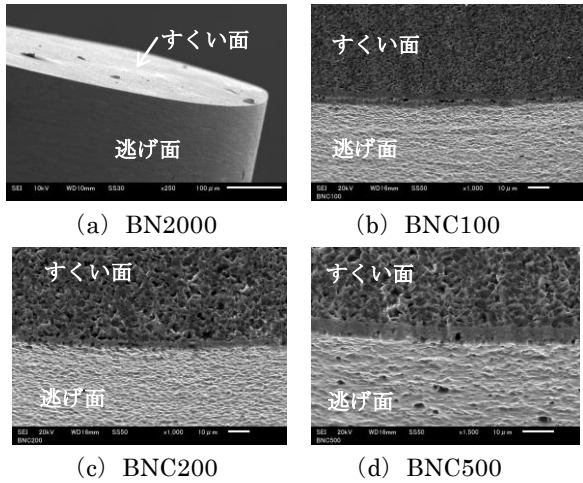


図2 SEMによる刃先の観察

コーティングの有無が逃げ面摩耗幅と仕上げ面粗さに与える影響について調べた結果を、図3と図4に示す。逃げ面摩耗幅はマイクロスコープ、仕上げ面粗さは干渉式非接触三次元粗さ計により測定した。コーティングが施されたBNC200の方が、コーティングのないBN2000に比べ、逃げ面摩耗幅および仕上げ面粗さともに小さくなる傾向を示した。このことから、コーティング工具は焼入れ鋼の超精密加工において部品の加工品質を向上させるうえで有効であることが分かった。

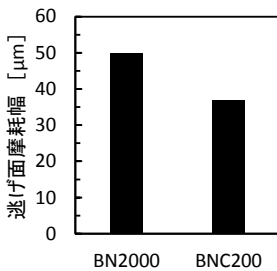


図3 逃げ面摩耗幅

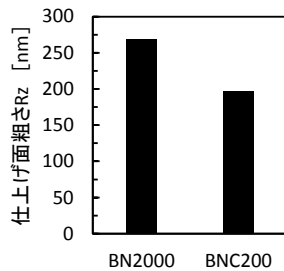


図4 仕上げ面粗さ

3.2 コーティング種類の影響

それぞれのコーティング工具による切削抵抗の変化を図5に示す。切削抵抗は図1に示す方向を測定した。切削距離とともに工具が摩耗するため、切削抵抗は増加した。加工初期はどのコーティングも同様な増加傾向であったが、切削距離300m以降ではBNC500、BNC100、BNC200の順に切削抵抗は小さかった。

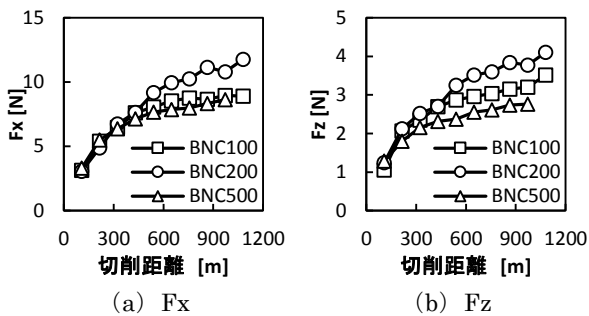


図5 切削抵抗の測定結果

約1000m加工後の逃げ面摩耗幅を測定した結果を図6に示す。逃げ面摩耗幅はBNC500が最も小さくなり、BNC100とBNC200は同程度であった。その時の刃先をSEMにより観察した結果を図7に示す。逃げ面摩耗部に付着している凝着物がBNC100やBNC200に比べBNC500では少ないことから、摩耗が抑えられたと考えられる。図8に各工具における1000m加工後の仕上げ面粗さの測定結果を示す。粗さはBNC500、BNC200、BNC100の順に小さかった。

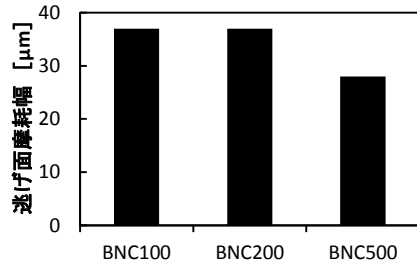


図6 逃げ面摩耗幅の測定結果

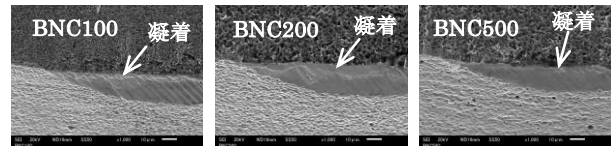


図7 SEMによる加工後の刃先観察結果

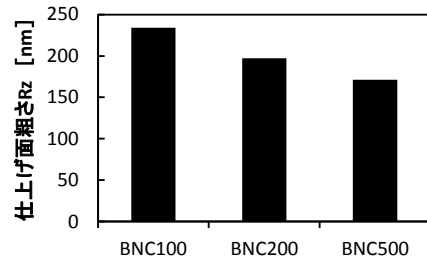


図8 仕上げ面粗さの測定結果

4. 結び

レーザ成形されたコーティングPcBN工具の摩耗特性について調べた結果、以下のことが分かった。

- (1) 逃げ面摩耗幅および仕上げ面粗さは、コーティングの施されたBNC200の方が小さくなる傾向を示した。
- (2) 逃げ面摩耗幅はBNC500が最も小さくなり、BNC100とBNC200は同程度であった。

付記

本研究は、平成25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。

文献

- 1) 河田, 石川, 児玉, 島津: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 2, 32(2013)