

〔マザック財団研究開発助成〕

酸化被膜を形成したマイクロ CBN エンドミルの切削特性に関する研究

浜口和也, 山田直輝

1 目的

CBN エンドミルは、高い形状精度が求められる高硬度金型の仕上げ加工に用いられるが、直径が小さくなるにつれて摩耗が増大するため、さらなる摩耗低減手法が求められている。超合金エンドミルは PVD による切れ刃表面への高硬度被膜形成により工具寿命を延長できるが、CBN エンドミルでは同手法による被膜形成は困難である。本研究では、CBN エンドミルに高硬度被膜ではなく、摺動性の高い酸化被膜を形成し、切れ刃と被削材との切削抵抗を低減させることにより切削特性の向上を目指す。高硬度金型用鋼に対する切削実験を実施し、工具摩耗や切削抵抗を評価することにより、酸化被膜の有無が切削特性に及ぼす影響について検討する。

2 実験方法

2.1 工具形状

切削実験で使用した工具は、直径 0.5 mm、コーナー半径 0.05 mm、首下長さ 0.5 mm の CBN ラジラス エンドミル（日進工具(株)製 SSR200）である。2 枚刃であり、各切れ刃に酸化被膜を形成して切削実験を実施した。

2.2 酸化被膜の形成

酸化被膜には摺動抵抗の低減に有効である酸化スズ (SnO_2) 被膜を採用した。切れ刃への酸化被膜の形成方法としては、PIP (Powder Impact Plating) 処理¹⁾およびスパッタリング法を採用した。PIP 処理は、スズ微粒子を高速でエンドミル切れ刃表面に衝突させる方法であるが、詳細な照射条件等は公開されていない。スパッタリング法では、純度 99.99% の SnO_2 粉末をスパッタリング装置（キヤノンアネルバ(株)製 E-200S）内で加熱せずに成膜した。エンドミルの切れ刃形状は複雑であり、 SnO_2 被膜を切れ刃全体に均一に形成できないため、底刃の逃げ面が最も厚くなるように成膜した。主なスパッタ条件を表 1 に示す。底刃逃げ面における SnO_2 被膜の厚さは 1.5~1.8 μm であり、PIP 処理で成膜した被膜も同様の厚さである。

2.3 切削条件

被削材には硬さ 52 HRC のステンレス鋼（大同特殊鋼(株)製 STAVAX）を用いた。加工形状は深さ 20 μm 、幅 500 μm の矩形溝である。主な切削条件を表 2 に示す。

表 1 スパッタ条件

ターゲット	SnO_2 パウダー (純度 99.99%)
スパッタガス	Ar / O_2
Ar / O_2	4 : 1
成膜時間	1 hr
スパッタ電圧	70 W

表 2 切削条件

主軸回転数	40000 min^{-1}
送り速度	160 mm/min
切込み深さ	0.02 mm
クーラント	ドライ
切削距離	500 mm

3 結果と考察

3.1 逃げ面摩耗幅

切削加工後の摩耗特性について評価するため、SEM を用いて底刃逃げ面の摩耗幅を測定した。図 1 は、底刃逃げ面における最大摩耗幅を比較したものである。被膜なしのエンドミルに比べて、PIP 処理およびスパッタリングにより SnO_2 を成膜したエンドミルは摩耗が低減されていることがわかる。これは SnO_2 被膜が切れ刃を覆うことによって工具摩耗の進展が抑制されたためと考えられ、被膜成形が摩耗低減に有効となることがわかった。

3.2 切削抵抗

切削加工中の切削抵抗について評価するため、切削動力計（日本キスラー(株)製 9256C1）を用いて送り方向における切削抵抗を測定した。図 2 は、切削距離 5 mm までの最大切削抵抗を比較したものである。被膜なしのエンドミルに比べて、PIP 処理、スパッタリングにより SnO_2 を成膜したエンドミルの切削抵抗が小さいことがわかる。切れ刃に被膜が形成されると刃先は丸味をおびて切削抵抗の増大につながるが、 SnO_2 被膜が摺動抵抗を低減したことにより切削抵抗が減少し、図 1 における逃げ面摩耗の抑制につながったと考えられる。

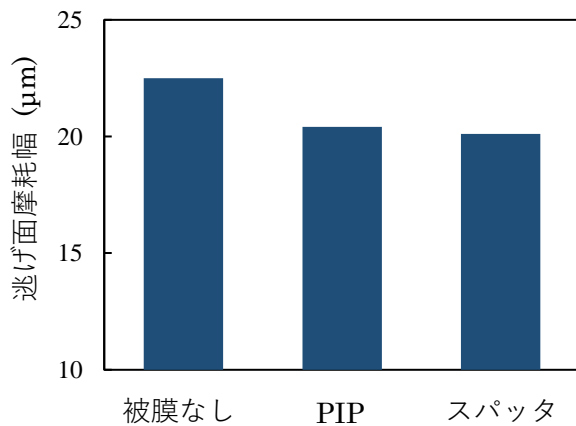


図 1 逃げ面摩耗幅の比較

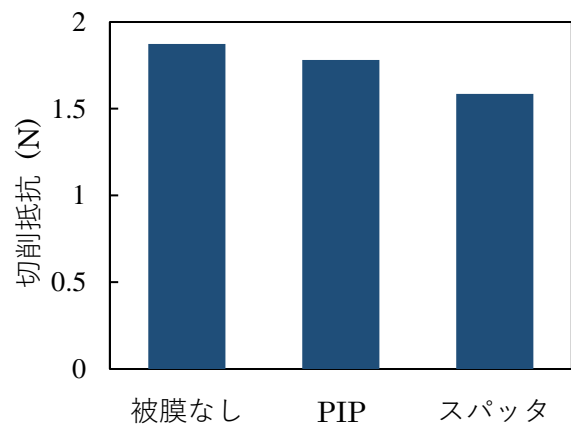


図 2 切削抵抗の比較

4 結論

直径 0.5 mm の CBN ラジラスエンドミルの切れ刃表面に酸化被膜を形成して、金型用鋼に対する切削実験および評価を実施した結果、酸化被膜の形成により切削抵抗が低減され、工具摩耗の抑制につながることがわかった。

謝辞

本研究は、公益財団法人マザック財団の助成を受けたものである。ここに記して、感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 宮坂四志男, Journal of the Vacuum Society of Japan, 51, 30 (2008)

(問合せ先 浜口和也)