

極小径ボールエンドミルの製作とその高速ミールリング特性

Fabrication of small diameter ball end mill and characteristics of high speed milling

[MITSUBISHI INDUSTRIAL ENGRAVING CO., LTD.] (南三井研印) 三井 健一*
高橋 一郎**
[The Institute of Physical and Chemical Research (RIKEN)] 理化学研究所 安斎 正博***

1. はじめに

型加工分野では、高速ミールリングによる直彫り加工が注目を集め、加工機械、工具や周辺技術の進展に伴い、随分と実用化が進んできている。高速ミールリング技術は、特に小径ボールエンドミル工具を用いる小物の金型加工に適している。このような考えから、筆者らは15万回転空気静圧主軸と相對運動を利用する高速駆動系を有した超高速ミールリング機と、小形軽量な高速回転主軸とX-Yテーブリングを組み合わせた小形高速ミールリング機を開発してきた。いずれも小径工具の使用に限定した高速加工機である。

一方、携帯電話やPCなどのIT関連製品のみならず、身の回りの工業製品の小型化・高性能化には目を見張るものがある。当然、これらの製造において、小型化・高精度化への対応、頻繁なモデルチェンジへの迅速な対応などが求められている。そしてこれらはそのまま金型づくりに直結した要求になっている。複雑かつ小形な部品の成形用金型では、直径1mm以下の極小径のエンドミル

*Koichi Mitsui : 代表取締役

〒203-0032 東京都東久留米市南沢3-1-5, TEL(0424)73-2586

**Ichiro Takahashi : ラビッドファブリケーション開発チーム 主任技

師, ***Masahiro Anzai : 同チームリーダー

〒351-0198 埼玉県熊谷市広沢2-1, TEL(048)467-9582

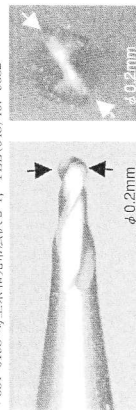


図1 市販のR0.1mmボールエンドミルの外観
工具径φ0.2 (R0.1) mm, 刃長0.2mm, シャンク径φ4mm
(Ti, Al) N2-ティンが超硬、ねじれ角30°, 2枚刃

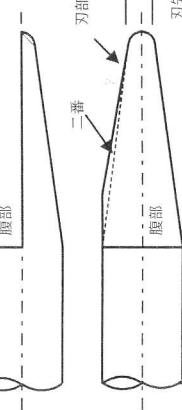


図2 製作した極小径エンドミルの刃先形状

工具の使用頻度は当然高くなってきている。本研究では、直径が0.2mm以下の極小径ボールエンドミルの製作と、これを用いた金型直彫り加工のための基礎的切削特性について検討した。

2. 極小径ボールエンドミルの製作

工具メーカーから標準在庫品として供給されている最小径のボールエンドミルの例を写真1に示す。ねじれ角30°の2枚刃コーテッド超硬ボールエンドミルであり、その刃先形状は汎用の(標準的なサイズの)工具と同様で、そのままスケールダウンして製作されていると思われる。このような複雑かつミニマムサイズの工具研削はきわめて難しく、より小径な工具の製作は困難であると予想される。そこで、刃先形状が単純な半月断面の1枚刃ボールエンドミルを製作した。図1にその形状と各部の名称を示す。製作にはNC研削盤は使用せず、投影機を使用しながらのマニュアル操作による。したがって、工具仕様(R寸法、R精度など)は仕上がり後の寸法測定から決定される。製作した超硬合金製ボールエンドミル(R0.1mm, コーティング処理後)の一例を写真2に示す。

3. 極小径ボールエンドミルの切削条件

本実験では、最大主軸回転数N=100,000min⁻¹の加工機を使用する。このような超高速回転を用いても、R=0.1mmのボールエンドミルの切削速度Vは工具最外周で63m/min、軸方向切込みAd=0.05mmのときで54m/minである。超硬合金を工具材とした場合でも、最適な切削速度はより高い範囲であり、さらに高速回転で使用するべ

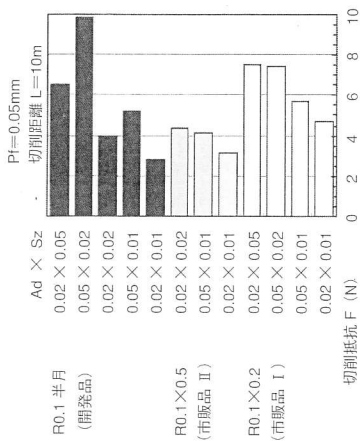


図3 切削抵抗の測定結果

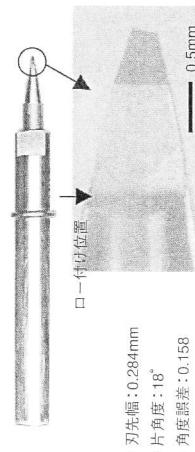


写真3 試作した極小径PeBNエンドミルの外観
刃先幅: 0.284mm
片角度: 18°
角度調整: 0.158

5. 極小径cBNエンドミルの試作と予備切削実験
高硬度材加工への適用と工具寿命の延長を目的として、極小径cBNエンドミルを試作した。超硬合金製のベース上に焼結されたcBN素材(φ50×t3.2mm, cBN層の厚さ約0.7mm)から、WEDMにより切り出し出した直径φ1.0×長さ3.2mmの円柱を、別途準備した工具シャンク材の先端にロー付けしたあと、刃付けを行った。

本試作では、写真3に示すような平バイ形状の製作にとどめた。また、ロー付け温度とシャンク部材質(鋼)が工具ホルダ(焼ばめ)に適用できなかつたため、10万回転での実験は見送った。しかし、3.2万回転での予備実験では、焼入れ鋼(58HRC)材が低工具摩耗で切削可能であることを確認した。

6. おわりに

市販および試作した極小径のボールエンドミルを10万回転超高速ミールリングに適用した。最小限の刃長とテーパ角が大きくとれる工具形状であれば、比較的大きな切込みで実用的な加工が可能であった。また、極小径のcBNエンドミルの製作が可能である見通しを得られた。