

微細加工専門工場が開発した cBN小径エンドミル

—(有)三井刻印—

彫刻工具からエンドミルへ

機械部品の表面に微細な文字やマークを打刻する刻印の製造・販売を手がける(有)三井刻印(東京都東久留米市前沢3-1-5、TEL 0424-73-2586、URL <http://www.kokuin.co.jp>、代表取締役・三井健一氏)は、2002年からφ1.5以下のcBN小径エンドミルの製造・販売を開始した。

大正元年(1912年)に創業し約100年にわたる微細加工技術の歴史をもつ三井刻印は、ベアリング、時計裏ふたの刻印では圧倒的なシェアをもつ。刻印製造に用いる彫刻工具も自社で製作し、実際に製品を加工して問題があれば改良を加えるので、工具製造についてもノウハウを豊富に蓄積している。同社は1995年から加工関係の展示会に加工品を出品しているが、99年のインターモールドで来場者から、こういう微細加工のできる工具を作ってほしいという依頼を受けたことがきっかけで超硬工具の製造・販売に乗り出した。

三井刻印のcBNとの出会いは2000年の春、理化学研究所の安斎正博氏と高橋一郎氏からcBNのチップを渡され、工具を作ることを勧められた。それまで同社では、cBNという材料の名前すらも知らなかったが、その優れた特性を知り、当初は自社で使う彫刻用工具として使うつもりでcBN工具の製造を考え、安斎、高橋の両氏の協力を得てエンドミルの開発にも乗り出した。

自社で改良を加えた手動研削盤で製作した工具の刃先形状を倍率100~1,000倍と350~3,500倍のモニタ顕微鏡で検査し、主軸回転数32,000rpmの高速MCで切削テストを行い、2年にわたって

試行錯誤を重ねられた。その結果、携帯電話金型6面を1本の仕上げ工具で36時間連続加工しても工具摩耗はわずか0.01mmという磨きレス加工を実現し、2002年の日本国際工作機械見本市に、開発したcBNエンドミルとその加工サンプルを出品した。

かみそりのエンドミルが誕生

三井刻印のcBNエンドミルの大きな特徴は、彫刻工具の性格をもったエンドミルであるということだ。

「彫刻工具は鋭角なかみそり。エンドミルは鈍角な鈍」と三井満・取締役会長は言う。金型加工では最後に磨きを行うが、刻印のような微細加工では磨きはできないので、彫刻工具だけで仕上げなければならぬ。そのため、彫刻工具は鋭利な薄刃である。

cBNは脆いのが欠点であるので、丈夫にするために普通はエンドミルの刃を厚くする。だが、「我々彫刻屋は彫刻工具もエンドミルも使うから両方の特性を知っている。エンドミルは丈夫だけれども切れない。微細な加工をするには、かみそりがいいんだ。」という発想から、従来のエンドミルでは二番幅が0.07~0.15mmに対して0.01~0.02mm、三番角は30°~39°という鋭角な薄刃形状のエンドミルが開発された。

同社のcBNエンドミルの形状の特徴として、小径ボールエンドミルでは1枚刃を推奨している。高速切削では2枚刃のボールエンドミルの方がパフォーマンスはいいが、いくら高速で回転していても刃の最先端は周速がゼロなので、切削していく



(a) 携帯電話金型6面 (NAK80, 150×170)

使用工具:

- φ6市販ボールエンドミル1本
- φ2市販ボールエンドミル2本
- φ1市販ボールエンドミル2本
- φ1cBNボールエンドミル1本
- φ0.6cBNボールエンドミル1本
- (φ0.6cBNボールエンドミルの加工条件)

①6面コーナ底部分加工

- ・切込み量: 0.005mm
- ・切削幅: 0.15mm
- ・送り速度: 100~1,500mm/min
- ・回転数: 32,000min⁻¹
- ・切残し: 0.02mm

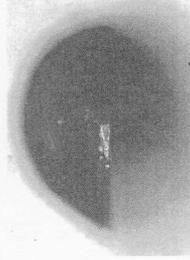
- ②6面輪郭ヘリカル加工
- ・切込み: 0.01mm
- ・送り速度: 100~1,500mm/min
- ・回転数: 32,000min⁻¹
- ・切残し: 0 mm

③6面形状(内部のみ)投影加工

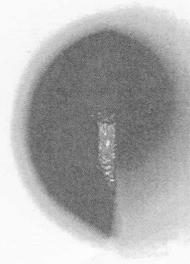
- ・切削幅: 0.02mm
- ・送り速度: 100~1,500mm/min
- ・回転数: 32,000min⁻¹
- ・切残し量: 0 mm(壁のみに0.01mm)



(b) φ0.6ボールエンドミルの1面目加工時の摩耗



(c) φ0.6ボールエンドミルの3面目加工時の摩耗

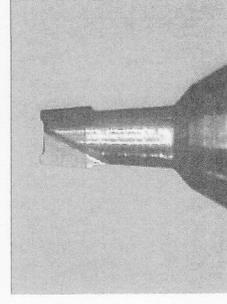


(d) φ0.6ボールエンドミルの6面目加工時の摩耗

写真1 加工事例と使用工具例(1)

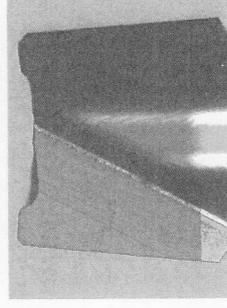


(a) スピーカー金型(NAK80, 100×500, φ0.75の円錐が14,245本)



- (加工条件)
- ・深さ: 1.94mm
 - ・Zピッチ: 0.2mm(深さ1.94~1.985mmまでは0.01mm)
 - ・送り速度: 100~600mm/min
 - ・切残し: 0 mm
 - ・回転数: 32,000min⁻¹
 - ・切削距離: 1,301.6m

(c) 円錐仕上げ用ツノノラジラスエンドミル(テーパー角5°, φ1.0)



(d) スピーカー金型の拡大写真

(e) (c)の先端拡大写真

写真2 加工事例と使用工具例(2)

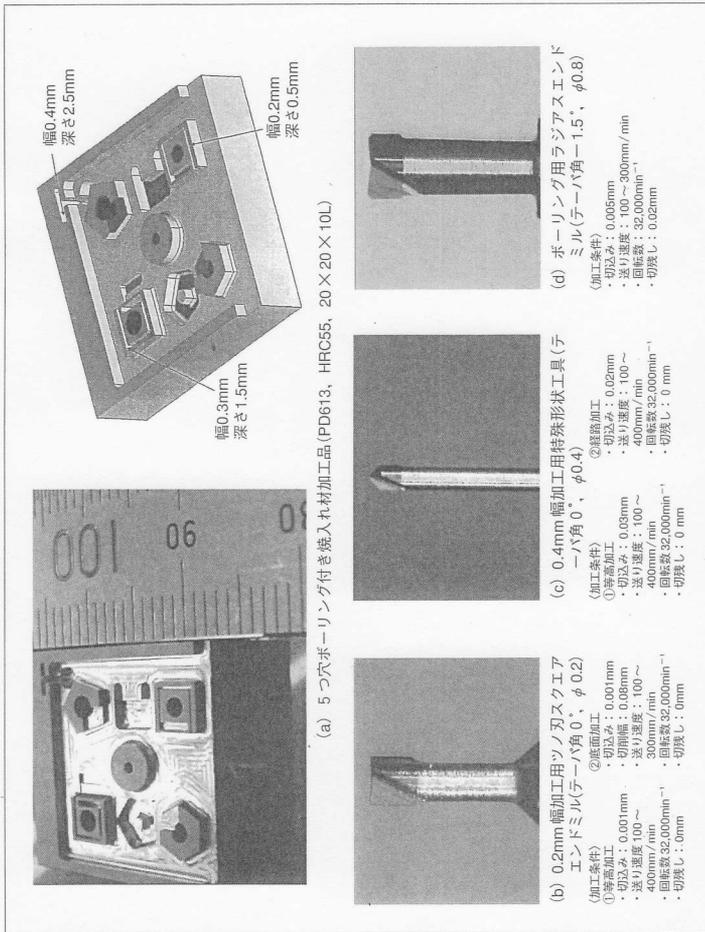


写真3 加工事例と使用工具例(3)

うちにむしれが発生してしまうからである。同社では、1枚刃でセンサーを0.015~0.02mm逃がすことによって、むしれを防いでいる。

また、cBNでは小さな剥離が徐々に成長するたため、これを回避するのが工具を長持ちさせることとなる。cBNの剥離回避の手段の一つとして同社ではツノ刃形状のスクエアエンドミルとラジエースエンドミルを提案している。

cBNを使いこなすには 失敗を恐れてはいけない

cBNは高価なことがネックの一つであるが、三井刻印では、SKSシャンクの採用、コンピュータを使った生産管理の合理化、材料の歩留まり向上などによって今年度から標準品は1本9,000円という低価格を実現した。

同社のcBNエンドミルを購入しているのはメーカーの開発部門がほとんどであるが、実際に使っているユーザーはそのうちの5~10%

同社では、加工データを作成する人間と工具を使用する人間ができれば同じ人間であるか、あるいは互いに情報を共有していること、そして、2回くらい加工を失敗する覚悟が必要であるとアドバイスしている。

三井刻印では、標準品の他に、ユーザーの求める加工に適した寸法と形状の工具のオーダー生産にも応じているが、今後は工具メーカーとの提携も検討しているという。

(編集部)