

NACHI
**TECHNICAL
REPORT**
Machining

Vol. **11** B1
October/2006

マシニング事業

マテリアル
コーティング

■ 新商品・適用事例紹介

Symbio 金型の仕上げ加工に対応したcBN小径ボールエンドミル
「cBNモールドフィニッシュマスター」

The Most Suitable End Mill for Finishing
of Hardened Mold "cBN Mold Finish Master"

〈キーワード〉 高硬度金型材・高精度仕上げ加工・
cBN・ボールエンドミル・耐欠損性

機械工具事業部/ラウンドツール技術部

高林 伸年

Nobutoshi Takabayashi

新ブランド“Symbio/シンビオ”
人、環境と“共生”し、工作機械とコラボレーション。

要 旨

高硬度金型材の工程短縮や高精度仕上げのニーズに対して、断続切削時の耐欠損性が重要であり、新たな^{※1}cBN材種を住友電工ハードメタルと協同開発し、次世代の金型加工を目指したcBNエンドミルである。

また、加工特性を考慮して刃先形状の最適化を行ない、従来超硬コーティングエンドミルの3倍以上の高能率と、4倍以上の長寿命を実現し、金型の磨き工程を50%以上短縮可能となった。

Abstract

cBN Ball End Mill is a new, next-generation ball end mill developed jointly with Sumitomo Electric Hardmetal Corp., and it responds to the need for process shortening of a die with high-degree hardness and high-precision finish-milling as chipping resistance, a crucial factor for continuous milling is much improved.

In addition, its capability is more than three-fold and its life is more than fourfold of the conventional carbide mill. It achieved the shortening of die-polishing process by more than 50% as the mill tip is designed to the optimal form for its special milling characteristics.

1. 高硬度金型材の直彫り加工

金型加工の中でも自動車産業などに使用されている鍛造用などの高硬度な金型は、熱処理前での彫り込み加工→熱処理→仕上げ加工が従来の加工方法であった。工程短縮や高精度化の目的で、熱処理済みの高硬度金型材料をエンドミルだけで直接彫り込む加工方法(直彫り加工)が一般的な加工方法として昨今普及してきている。

^{※2}直彫り加工では従来以上に工具の長寿命化が要求される。そのため工具材料としてはcBNがベストではあるが、欠けやすいためあまり普及せず、代わりに高硬度専用のボールエンドミルが広く使用されている。現状の超硬エンドミルの欠点は耐摩耗性であり、超硬の改良、コーティングの開発によりレベルは高くなってきてはいる。しかしながら、ユーザーの要求はさらに厳しく「欠けない」cBNエンドミルが切望されていた。

今回、cBN開発ではトップにある住友電工ハードメタルと形状技術、測定技術に優れるNACHIの技術を融合し「欠けない高精度」なcBNボールエンドミル「cBNモールドフィニッシュマスター」を開発した。

Symbio

シンビオ

人、環境と“共生”し、工作機械とコラボレーション。



2. モールドフィニッシュマスターの紹介

（欠けにくいcBN材種を開発）

自動車部品などで使用される鍛造型は熱処理により高硬度となるため、従来の超硬コーティングエンドミルでは製品加工の途中で工具交換を行なう場合がある。工具を途中交換すると加工面に段差が残り、最終工程での磨き工程が長くなる。一方、放電加工を行なうと多大な加工時間となり短納期には対応できない。

長寿命が期待できるcBNボールエンドミルは、硬く欠けやすく信頼性の面でほとんどユーザーで採用されていなかった。今回、ユーザーが最も嫌う欠けの問題を解決すべく、欠けにくいcBN材種と形状の開発を行なった。さらに市場の加工機械に合わせてシャンク径を2種類採用し、市場のあらゆる機械に対応できるようにしている。

1) 寸法範囲

R0.2×首下長さ1.2mm～R1×首下長さ5.5mmまでシャンク径はφ4、φ6の2種類の合計10寸法を取り揃えた。

cBNモールドフィニッシュマスターの外観写真を図1に示す。



図1 cBNモールドフィニッシュマスター

2) 高い抗折力を持つ高強度cBNを採用

cBNモールドフィニッシュマスターの材料には、硬度と抗折力を高め、断続加工に特化したcBN350を新たに採用した。エンドミル加工は、旋盤などの連続加工と異なり断続加工となる。そのため、断続時の衝撃により欠損が発生しやすかった。cBN350はこの欠点を補うため断続加工を重視した結果、欠けにくさの指標である抗折力は、従来の1.2倍に高めることができた。cBNモールドフィニッシュマスターの材料特性を図2に示す。

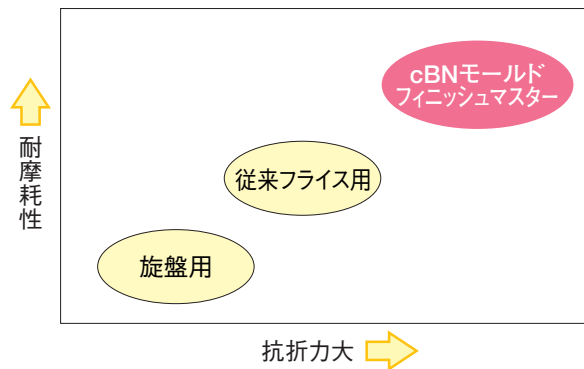


図2 cBNモールドフィニッシュマスターの材料特性

3) 刃先強度を上げるネガ切れ刃

cBNモールドフィニッシュマスターは、刃先の逃げ角、すくい角の見直しにより刃先強度の向上および切れ味の向上を両立させた。その結果耐チップング性に優れ、むしれ面の発生しない刃先形状となった。また、ボールR精度は $\pm 5\mu\text{m}$ とし製品1本ずつに実測値を添付することにより、高精度な仕上げ加工が可能となった。

従来のcBNボールエンドミルは、超硬エンドミルの切れ刃設計と同様に「切削」を基本に設計されてきている。しかしながら、cBNの切削はネガ切れ刃による研削に類似した切削であり、cBNの切削原理に基づいた切れ刃形状となっている。

cBNの旋削・フライス工具などで培った技術を活かし、ネガ切れ刃の形状、つくり込みを行なった概念図を図3に示す。

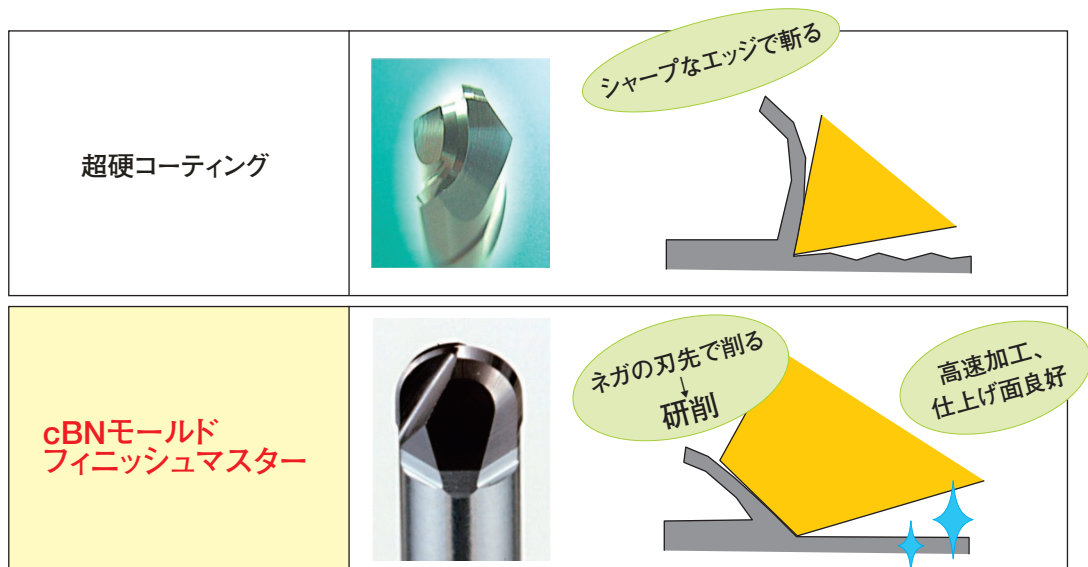
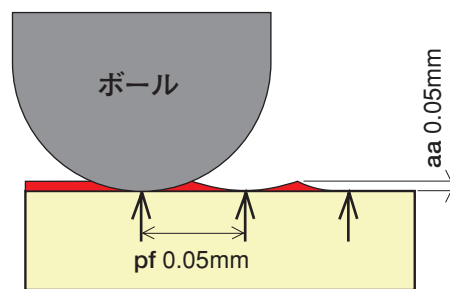


図3 cBNモールドフィニッシュマスターの切削機構

4) cBNモールドフィニッシュマスターの切削性能

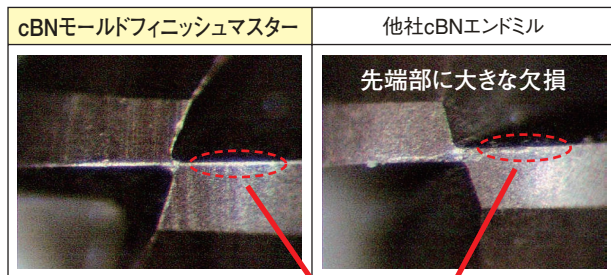
cBNモールドフィニッシュマスターによるSKD11 (60HRC)の底面切削における刃先先端部の損傷状態および加工精度比較を図4に示す。ボール半径R1mm、首下長さ5.5mmのエンドミルで回転数20,000min⁻¹、送り速度2,000mm/min、切り込み量aa0.05mm、pf0.05mmで切削長100mの底面切削を行なった時の、刃先損傷および加工面精度を比較した事例である。他社cBNエンドミルは刃先に大きな欠損が見られるが、cBNモールドフィニッシュマスターは正常摩耗である。摩耗量も他社cBNエン

ドミルの約1/2である。加工面は他社cBNエンドミルはむしれの発生が見られるが、cBNモールドフィニッシュマスターは均一な送りマークであり、切れ刃の状態が安定していることが分かる。

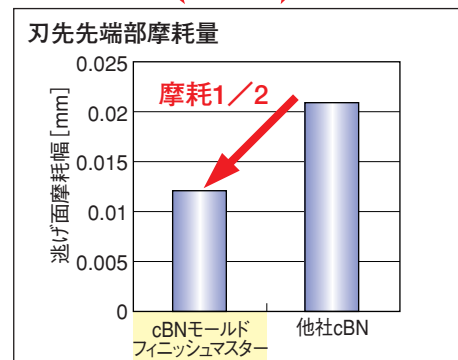
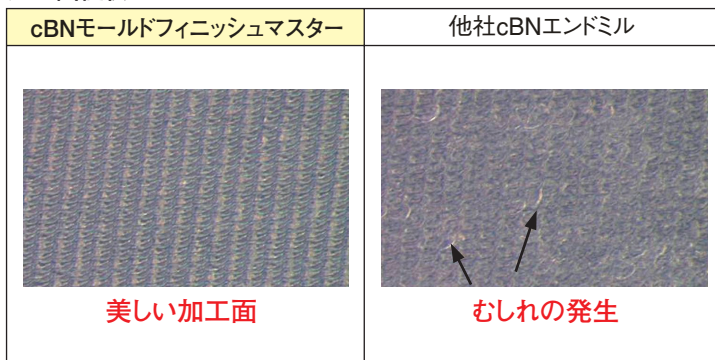


切削条件

被削材：SKD11 (HRC60)
 平面加工
 エンドミル：R1.0
 エアブロー
 切削長：100m
 N20,000min⁻¹, pf0.05mm/刃
 aa0.05mm, pf0.05mm



加工面性状

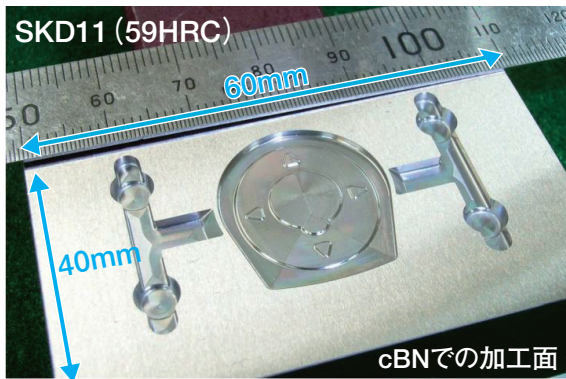


cBNモールドフィニッシュマスターの優れた耐欠損性と耐摩耗性により、高精度加工が可能に!

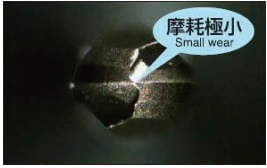
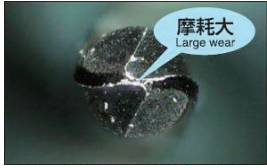
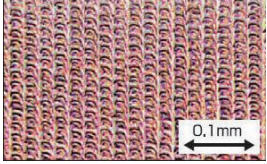
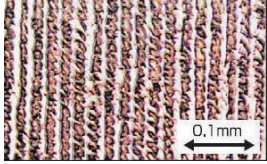
図4 cBNモールドフィニッシュマスター切削性能

cBNモールドフィニッシュマスターと従来超硬コーティングエンドミルとの性能比較を図5に示す。ボール半径R0.3mm、首下長さ1.5mmのエンドミルでSKD11(59HRC)を回転数36,000min⁻¹、送り速度500mm/min、切り込み量aa0.03mm、pf0.02mmで切削長さ42.5m(切削時間1時間25分)の底面切削を行なっ

た時の比較事例である。従来超硬エンドミルでは先端部分が白くなり摩耗が大きくなっている。その結果加工面の送りピッチも不規則となっている。一方、cBNモールドフィニッシュマスターは先端部分の摩耗がほとんど見られず、加工面の送りピッチも非常に均一になっている。



- cBNで長寿命を実現!
- cBNで優れた加工面品位を達成!

	cBNモールド フィニッシュマスター	超硬コーティング
損傷状態		
加工面		

R0.3エンドミル、被削材:SKD11(59HRC)、N=36,000min⁻¹、
 pf=0.007mm/刃(F=500m/min)、
 aa=0.03mm、pf=0.02mm、オイルミスト、1時間25分加工後

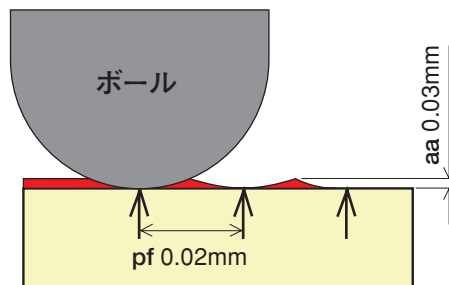


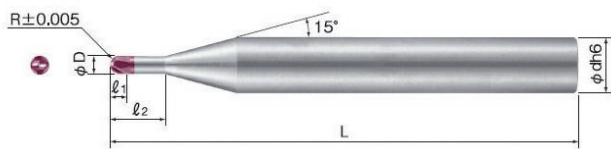
図5 cBNモールドフィニッシュマスター切削性能

表1 cBNモールドフィニッシュマスター寸法表

(単位:mm)

型番	在庫	R	ϕD	l_1	l_2	L	ϕd
BNBP2R020-0124	○	0.2	0.4	0.3	1.2	50	4
BNBP2R020-0126	○	0.2	0.4	0.3	1.2	50	6
BNBP2R030-0154	●	0.3	0.6	0.4	1.5	50	4
BNBP2R030-0156	●	0.3	0.6	0.4	1.5	50	6
BNBP2R050-0254	●	0.5	1.0	0.6	2.5	50	4
BNBP2R050-0256	●	0.5	1.0	0.6	2.5	50	6
BNBP2R075-0404	●	0.75	1.5	0.9	4.0	50	4
BNBP2R075-0406	●	0.75	1.5	0.9	4.0	50	6
BNBP2R100-0554	●	1.0	2.0	1.4	5.5	50	4
BNBP2R100-0556	●	1.0	2.0	1.4	5.5	50	6

●:標準在庫
材種 Grade:cBN350



型番の呼び方

BNBP 2 R030-015 4

マスター
モールドフィニッシュ
刃数
ボール半径 (R)
首下長さ (l2)
シャンク径 (φd)

3. 高硬度金型材の高精度仕上げ

昨今、高硬度金型材の高精度仕上げ加工の普及にともない、摩耗しにくく、チップングしにくい高精度長寿命エンドミルの要望に応えるため、強じん性なcBN材種の開発、高強度・高精度な刃先形状を有する「cBNモールドフィニッシュマスター」を開発した。

今回開発したモールドフィニッシュマスターは、高硬度金型材の直彫り加工において、超硬コーティング品の4倍以上の長寿命を実現し、さらに、高精度な仕上げ加工を可能にした。また、優れた加工面粗

さの実現により、後工程となる磨き作業工程を大幅に短縮した。

従来のGS MILLハードボールやモールドマイスターボールなどで培ったサブミクロンの測定技術を継承することにより高精度な刃先形状を保証している。ファミリーブランド“Symbio (シンビオ=共生)”に、切れ味がよく欠けないcBNボールエンドミル「cBNモールドフィニッシュマスター」を加えた。

用語解説

※1 cBN

cBN (cubic boron nitride) 立方晶窒化ホウ素は、ダイヤモンドに次ぐ高硬度で、熱伝導に優れる。研削加工用砥粒や切削工具として用いられる。自然界には存在せず人工的に製造される。

学術的に、hBN (hexagonal boron nitride) 六方晶窒化ホウ素と区別されている。

※2 直彫り加工

一般に金型は耐久性のため熱処理により50～65HRC程度まで硬さが上げられる。従来は熱処理後の加工負荷低減のため熱処理前に粗加工～中仕上げ加工までを行っていた。しかし、前加工を行なうと製品完成までのリードタイムが長くなっていた。最近では製品のリードタイムを短縮するため熱処理前の粗加工～中仕上げ加工を省略し熱処理後に直接仕上げ加工を行なう工程が増えつつある。このような熱処理後に直接仕上げ加工を行なうことが直彫り加工である。

※3 鍛造型

金型の種類の一つであり丸材や角材を一次成型させるための金型。自動車部品の歯車(ミッションギヤ)やエンジン(クランクシャフト、コネクティングロッド)などが代表的な製品である。

関連記事

- 1) 関口 徹：精密金型仕上げ加工用「モールドマイスターボール」
NACHI-BUSINESS news Vol.2 B1、February/2004
- 2) 五島 康：金型加工をリードする「高精度エンドミル加工技術」
NACHI-BUSINESS news Vol.3 A2、May/2004
- 3) 若林 俊嘉：高硬度難削材・焼結合金・鋳鉄加工用
「c-BN焼結体工具の動向」
NACHI-BUSINESS news Vol.5 A2、November/2004
- 4) 五島 康：Symbio 高精度加工に対応したGS MILLシリーズ
「GS MILLロングネックボール&GS MILLハードボール」
NACHI-BUSINESS news Vol.9 B1、November/2005



切削工具の新ブランドSymbioシリーズ

NACHI独自の材料・コーティング・機械加工技術を活かした、高機能ラウンドツール群を“Symbio (シンビオ:共生)”と位置づけ、人と環境との“共生”をめざしている。そして、多様化するニーズと、進化する加工技術とのコラボレーションを実現する。

Symbioシリーズは、「AQUADリル」、「X'sミルGEO」、「GSミル」、「DLCドリル・エンドミル」、「モールドマイスターボール」、「AGミル」という優位性の高い6つの商品群で構成する。

幅広い分野で最適な工具を提供して、高精度、高能率、高いコストパフォーマンスを実現する。