

[工具コーティング技術]

最新コーティング技術による高硬度材加工

三菱マテリアル(株) 橋本 達生 (Tatsuo Hashimoto)

加工事業カンパニー 開発本部ソリッド工具開発センター センター長補佐

〒674-0071 兵庫県明石市魚住町金ヶ崎西大池 179-1 TEL 078-936-1580

1. はじめに

近年、金型加工における高硬度材加工への要望が、ますます高まってきている。その理由としてプレス鋼板の高強度化や、金型の寿命を改善するために、より高硬度な材料を金型材に適用するようになってきていることがあげられる。このような背景のもと、当社では高硬度材加工に適したコーティング、超硬素材、形状を採用したインパクトミラクル®エンドミルシリーズを商品化し、60 HRC クラスの焼入れ鋼の加工において好評をいただいている。

しかしながら、さらなる高硬度材の加工要望に対しては、新たなコーティングの開発が急務となっていた。本稿では、先述の課題をターゲットに、当社が開発した新コーティングであるインパクトミラクル®レポリューションコーティング(以下、VFR コーティング)を適用した高硬度鋼加工用ボールエンドミル VFR 2SB を紹介する。

また、その他の金型加工における要望の1つに、切削加工後の加工面改善があげられる。現状、加工面の面粗さおよび光沢を向上させるために、作業者が手仕上げを実施しているが、その作業に

かかる時間の短縮、究極的にはその削減に対するニーズは根強い。これを解決するツールとして、VFR コーティングと当社のスマートミラクル®エンドミルシリーズに適用している表面改質技術を進化させた新 ZERO- μ サーフェス®を融合させ、切削加工のみで、ほぼ鏡面の加工面を達成した鏡面加工用ボールエンドミル VFR 2SBF についても紹介する。

2. インパクトミラクル®レポリューションコーティング (VFR コーティング)

図1に新開発 VFR コーティングの概略を示す。従来の VF コーティングは母材との密着性に優れ、耐摩耗性が良好な (Al, Ti, Si) N 膜をナノ結晶化した皮膜であった。新コーティングである VFR コーティングは、(Al, Ti, Si) N 膜の優れた硬さ特性に、(Al, Cr, Si) N 系膜が持つ耐酸化性の要素を付加することで、50 HRC から、60 HRC を大幅に超える高硬度材まで、幅広い範囲の被削材において長寿命化を達成することに成功した。なお、新開発の (Al, Cr, Si) N 系膜については、皮膜が持つ特性を最大限に発揮させるために組成比率の最適化を行い、成膜プロセスについても独自技術を用いている点を付け加えておきたい。

図2および図3に、コーティングの違いによる工具寿命の比較をした結果を示す。なお評価にあたっては同一超硬素材、同一形状のエンドミルを用い、境界部の逃げ面摩耗量が 0.1 mm に達した時点をもって寿命と判定した。

ダイス鋼 SKD 61 (52 HRC) はもちろんのこと、高硬度材である粉末ハイス材 ASP 23 (62 HRC) においても、VFR コーティングは従来コーティングの 1.5 倍以上の長寿命を達成していることが分かる。なお被削材硬度による当社のコーティン

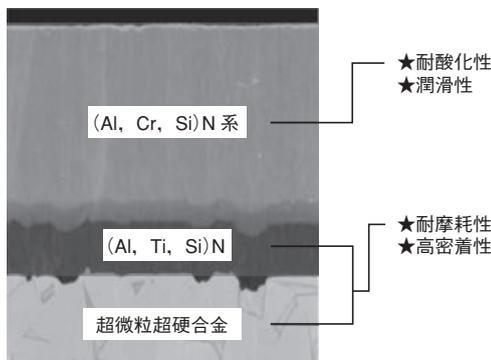
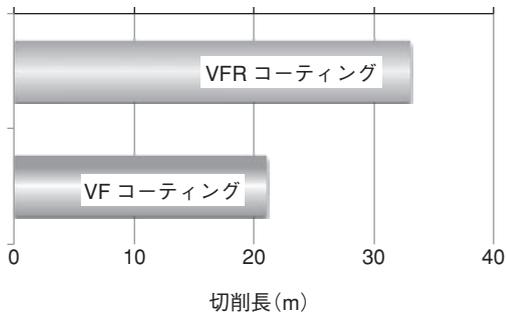


図1 VFR コーティングの概略図



〈切削条件〉

被削材：ASP23 (62HRC)

使用工具：2枚刃ボールエンドミル R3(φ6)

回転速度：5,400min⁻¹

送り速度：540m/min (0.05mm/tooth)

切込み量： $a_p=2\text{mm}$ 、 $a_e=0.2\text{mm}$

突き出し長さ：22mm

使用機械：立形 M/C (HSK63)

切削方式：エアブロー

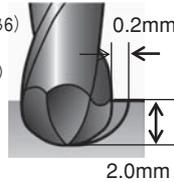
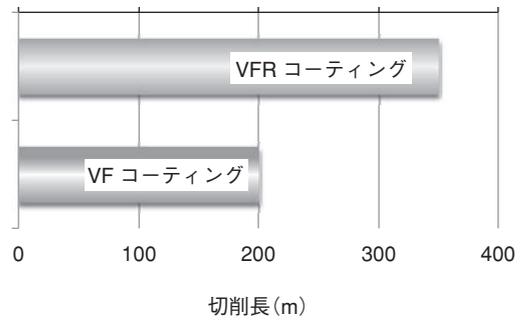


図2 ASP 23 (62 HRC) での工具寿命比較



〈切削条件〉

被削材：SKD61 (52HRC)

使用工具：2枚刃ボールエンドミル R3(φ6)

回転速度：17,000min⁻¹

送り速度：1,700m/min (0.05mm/tooth)

切込み量： $a_p=2\text{mm}$ 、 $a_e=0.3\text{mm}$

突き出し長さ：22mm

使用機械：立形 M/C (HSK63)

切削方式：エアブロー

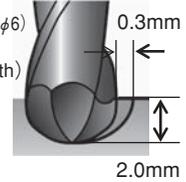


図3 SKD 61 (52 HRC) での工具寿命比較



図4 被削材硬度によるコーティングの使い分け

グの使い分けを図4に示す。

3. 高硬度鋼加工用ボールエンドミル VFR 2 SB

高硬度材の加工用に開発されたVFR 2 SBは、新コーティングだけではなく、形状についても従来のVF 2 SBからの刷新を図っている。図5にその切れ刃形状を示す。切れ刃カーブを強S字にし、ねじれ角とすくい角を最適化することでボール刃全域の切れ刃強度を向上し、高硬度材を加工してもチッピングしにくい切れ刃形状を採用した。

図6にダイス鋼SKD 11 (60 HRC)におけるVFR 2 SBと従来品の工具寿命を比較した結果を示す。従来品は切削長24mで境界部に異常摩耗が発生しているのに対して、新コーティングと新切れ刃形状を適用したVFR 2 SBは、従来品の約3倍の71mという長寿命を達成することができた。

続いて図7に粉末ハイス材HAP 72 (68 HRC)における評価結果を示す。VFR 2 SBは、従来品の約3倍の工具寿命を示している。ま

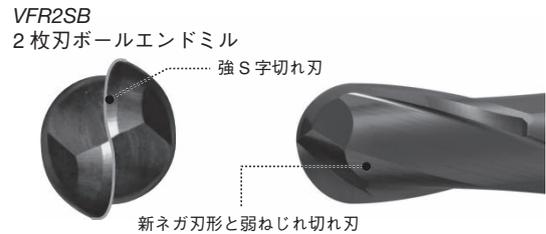
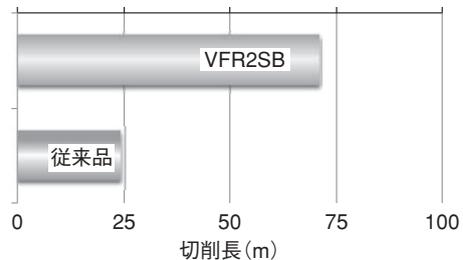


図5 VFR 2 SBの切れ刃形状



〈切削条件〉

被削材：SKD11 (60HRC)

使用工具：2枚刃ボールエンドミル R3(φ6)

回転速度：5,400min⁻¹

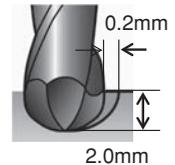
送り速度：540m/min (0.05mm/tooth)

切込み量： $a_p=2\text{mm}$ 、 $a_e=0.2\text{mm}$

突き出し長さ：22mm

使用機械：立形 M/C (HSK63)

切削方式：エアブロー



VFR2SB
(切削長 71m)

従来品
(切削長 24m)

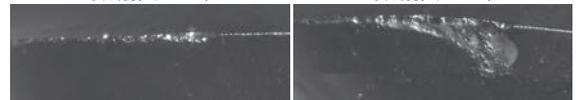
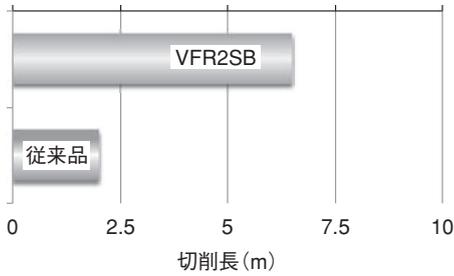


図6 SKD 11 (60 HRC) の工具寿命比較



〈切削条件〉

被削材：HAP72(68HRC)
 使用工具：2枚刃ボールエンドミル R3($\phi 6$)
 回転速度：5,400 min^{-1}
 送り速度：540 m/min (0.05 mm/tooth)
 切込み量： $a_p=2\text{mm}$ 、 $a_e=0.1\text{mm}$
 突き出し長さ：22 mm
 使用機械：立形 M/C(HSK63)
 切削方式：エアブロー

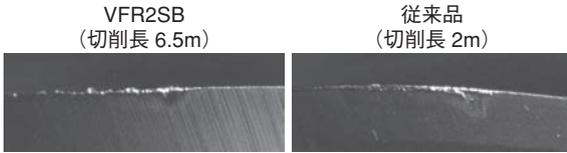
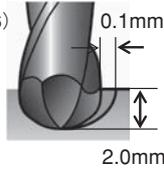


図7 HAP 72 (68 HRC) の工具寿命比較

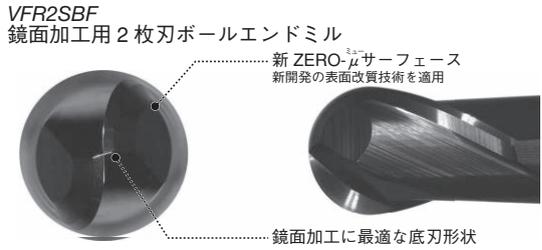


図8 VFR 2 SBF の切れ刃形状

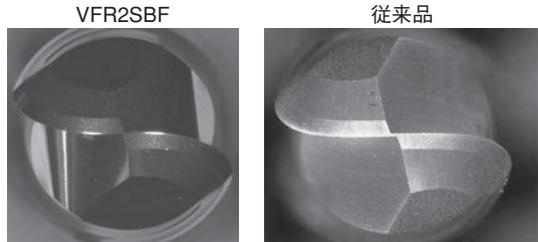
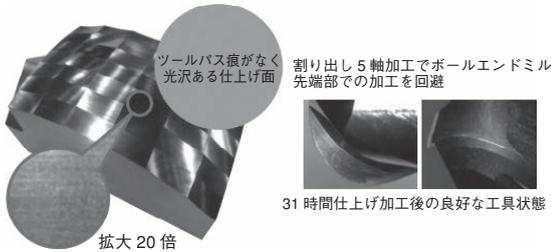


図9 VFR 2 SBF と従来品の外観比較

被削材：プリハードン鋼



31時間仕上げ加工後の良好な工具状態

切削条件

加工工程	呼び記号	クーラント	回転速度 (min^{-1})	切削速度 (min^{-1})	送り速度 (mm/min)	送り量 (mm/L)	切込み量 a_p	切込み量 a_e	残し代	実加工時間 (h:m)
全体荒 機軸仕上げ	VQMHVABD1600R500	エアブロー	3,000 2,000	150 100	1,800 240	0.15 0.03	32 —	1 —	0.2 0	0:24
上面中仕上げ 面取り	MP2SBR0300	エアブロー	13,000	245	2,600	0.1	面沿い	p0.1	0.03	0:46
上面仕上げ	VFR2SBFR0300	MQL	20,000	375	600	0.015	面沿い	p0.015	0	31:10

図10 VFR 2 SBF を用いた仕上げ加工事例

た、溶解ハイス材 SKH 51 (64 HRC) においても評価を行ったが、良好な結果であった。

4. 鏡面加工用ボールエンドミル VFR 2 SBF

鏡面加工用に開発された VFR 2 SBF は、VFR コーティングの適用により 50 HRC 以上の金型材における安定した切削加工に加え、最適な切れ刃形状、新開発の工具表面改質技術「新 ZERO- μ サーフェース[®]」の適用により、切削による鏡面加工を実現したエンドミルである。図8および図9にその特徴と外観を示す。

図10に VFR 2 SBF を仕上げ加工に用いた加工事例を示す。31時間の仕上げ加工後も良好な

工具状態を保ち、 $R_z 0.8\mu\text{m}$ 以下の加工面粗さを実現し、光沢のある仕上面となっている。

5. おわりに

本稿では、高硬度材の加工用に開発したインパクトミラクル[®]レボリユーションコーティングの特徴と、そのコーティングを適用した高硬度鋼加工用ボールエンドミル VFR 2 SB および鏡面加工用ボールエンドミル VFR 2 SBF の切削性能を紹介した。本コーティングの適用品種はロングネックボールエンドミル、ラジラスエンドミルなどへ順次拡大予定である。これらの製品が、皆様の加工現場で革新的な加工の実現にお役に立てば幸いである。