切削工具とツーリング

エンドミル工具の技術動向

切削工具、なかでもエンドミルはマシニングセンター（MC）や複合加工機で用いられる。複雑形状を加工できるため、金型や自動車部品、航空機部品など幅広い分野で用いられている。いずれの分野でもコストダウンや加工の高能率化は最重要かつ永遠のテーマであるが、エンドミルにおいては、その素材やコーティングに加え、工具剛性、切りくず排出性、耐ビビリ性の向上など、性能向上のための対策が多岐にわたる。また近年では環境負荷低減といった部分も注目されている。ここではエンドミルに適用されているこれらの技術動向について解説する。

三菱マテリアル
超硬製品事業部 加工技術センター
田中　洋光

複雑形状の加工に多岐にわたる性能向上策

材種

エンドミルの性能向上に用いられる技術としては、超硬素材・コーティングなどの材種に関わる技術と、不等リードなどの形状に関わる技術に大別される。

超硬素材について、基本的には硬さと靭性はトレードオフの関係にあり、被削材、用途に合わせた適切な選定が重要となるが、近年はタングステン粒子の微細化などにより、より高硬度で靭性の高い素材の開発が進められている。

コーティングについても、従来、幅広く使用されてきた（Ti＝チタン、Al＝アルミニウム）N系のコーティングに対し、ケイ素（Si）やクロム（Cr）を加えた（Al、Ti、Si）N、（Al、Ti、Cr）、（Ar＝アルゴン、Cr）Nといったコーティングが実用化されており、高硬度材や難削材、一般鋼といった被削材に合わせて、より高い性能を発揮している。当社でもミラクルコーティングで培った技術をベースに、最適な成分選定、成膜技術の高度化による膜組織の最適化により、それぞれの用途に応じた高い耐熱性、耐摩耗性といった特徴を持った各種コーティング技術を開発しており、それら技術を〝MIRACLE SIGMA〟と総称している。

また膜質以外にも、切りくず排出性の重要さが増しているドリルや、難削材用エンドミルのコーティングには、切れ刃の鋭利さを保ちつつ膜表面を平滑化することにより、切りくずの排出性や耐溶着性を向上する〝Zero－μサーフェス〟を開発・適用している。

形状

多刃エンドミルのねじれ角を相互に異なるものとし、周期的な振動の発生を抑えることにより、ビビリ振動を抑制する不等リードエンドミルは従来、主にアルミ加工用エンドミルの一部に適用されていたが、近年の素材技術の向上と、切りくず排出性に優れた溝形状との組み合わせにより、難削材や高硬度材の加工用エンドミルにも展開されている。

さらに、外周刃のねじれ角ではなく、ボールエンドミルのR切れ刃のカーブを隣接するR切れ刃と異ならせることにより、制振効果を発揮するボールエンドミル（**図1**）も実用化されており、幅広い用途での高能率加工が可能となっている。

これらの振動抑制技術により、従来よりも高能率な加工が可能となってきたため、切りくずの排出性についても、以前にも増して重要性が高くなっている。

特に突き出し長のさまざまな工具を使用するMCでは、内部給油を利用して切れ刃付近に直接切削油を供給するクーラントホールが有効である。

従来、工具軸に対し螺旋状の穴を持つエンドミルはあったが、切削油剤の供給が工具先端部からのみとなるため、用途が限定されていた。素材段階から最終形状に合わせて穴付き素材を作ることにより、エンドミルの外周切れ刃やラジアスエンドミルのコーナー部など、加工に合わせたクーラントホールを設けることができるようになっており、特に航空機部品などの大型かつ難削材の加工においては威力を発揮する。

（次ページに続く）

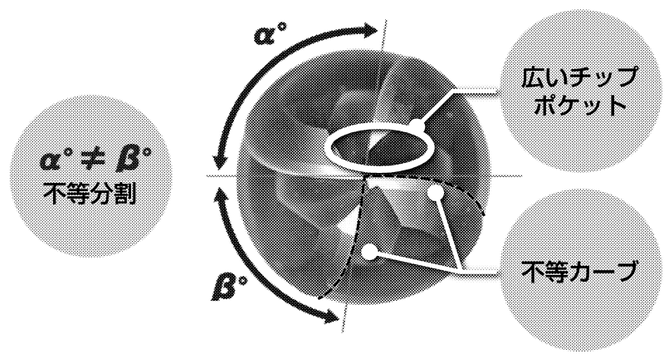

図1　不等R切れ刃を持つボールエンドミル「VQ－4SVB」