高硬度鋼直彫り化を実現する切削工具の新技術

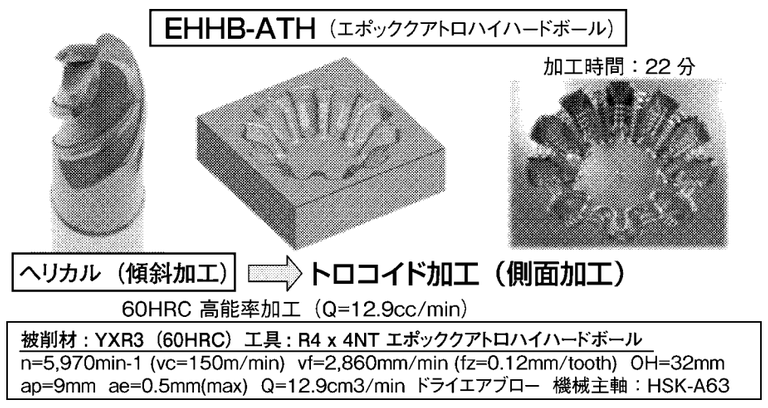


図３　ギア形状キャビティー金型の加工事例

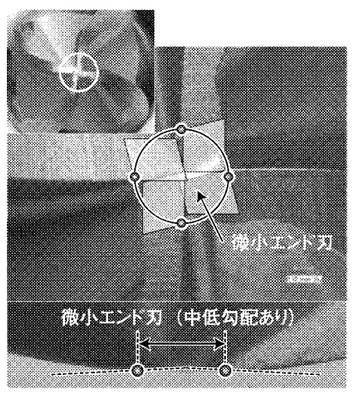


図２　エポッククアトロハイハードボールの中心部形状

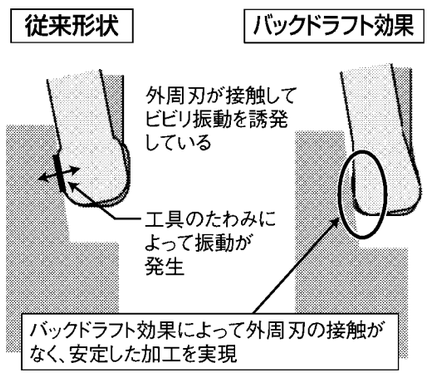


図４　バックドラフト効果

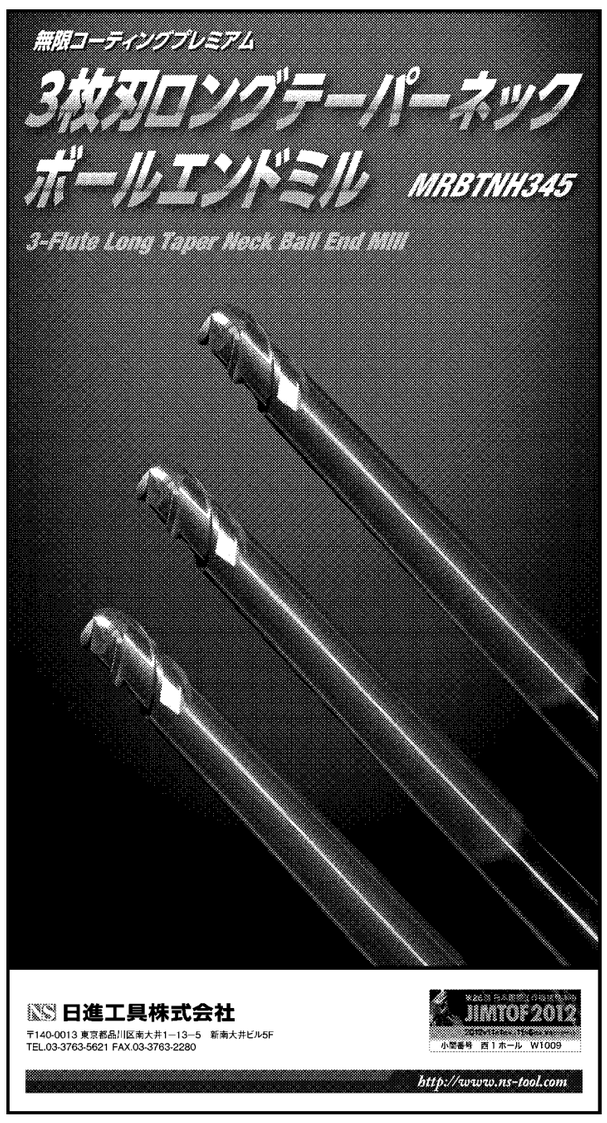
■４枚刃ボールエンドミルによる形状部の高能率加工―エポッククアトロハイハードボール

形状部の加工は一般に切削ボリュームが大きく、工具の負担が掛かる工程である。よく使用されるのが超硬ボールエンドミルである。高硬度鋼加工用のボールエンドミルは近年数多く存在するが、さらなる能率化と長寿命化を達成するために、４枚刃の超硬コーティングボールエンドミル「エポッククアトロハイハードボール」を開発した。

単純に言えば４枚刃としたことで、２枚刃のボール刃と比べ送り速度２倍を狙っている。切れ刃はボール先端部まで４枚刃としている。しかし、ボール刃先端の中心部は切削速度が理論上ゼロであり、チップポケットも非常に小さくなるため、一般に切りくず排出性で問題が生じる。従来の４枚刃のボール中心部は、送り速度を上げると欠損しやすく、刃数を増やしても刃数分の能率向上は難しかった。

そこで、クアトロボールではボール中心部に中低こう配を有する微小エンド刃を設けた。この形状を**図２**に示す。中心部の回転中心では切削速度０であるが、この切削速度ゼロ点がワーク側に接触しないことにより、４枚刃であっても切削性を確保することができる。また、クアトロボールの中心部エンド刃は極めて微細であり、特別な工具形状定義は必要なく、通常のボールエンドミルとして使用できる。ボール刃としてのＲ精度は、一般的な仕上げ加工にも十分対応可能な高い精度となっている。

また、ボールエンドミルでありながら、外周刃での加工も想定した刃形設計をしており、Ｚ方向の切り込みを大きく取って駆け上がり加工やトロコイド加工のような使用方法にも適用でき、４枚刃の効果を最大限に発揮することができる。さらに切れ刃を不等分割刃としたことで、切削中に制振効果が得られる。この加工事例としてクアトロボール、刃先半径Ｒ４における冷間工具鋼ＹＸＲ３（60ＨＲＣ）のギア形状キャビティー金型の加工事例を**図３**に示す。ヘリカル切削で深さ９ミリメートルまで穴を形成した後に、繰り広げ加工とトロコイド加工にて駆け上がり、荒加工を22分で完了することができる。これは従来２枚刃ボールエンドミルの４倍以上の加工能率である。この時の切削条件については回転速度（ｎ）は毎分５９７０回転、送り速度（ｖｆ）毎分２８６０ミリメートル、ａｐは９ミリメートル、ａｅは０・５ミリメートル、工具突き出し量（ＯＨ）は32ミリメートルで、最大切りくず排出量（Ｑ）は毎分12・９立方センチメートルにも達する。

■微細形状部の加工―エポックディープボールエボリューションハード

微細形状部の加工で用いられるボールエンドミルは、当然ながら小さな工具径となる。特にリブ溝など深い部分ではＬ／Ｄと呼ばれる工具径に対する突き出し量の比率が大きくなり、60ＨＲＣクラスの被削材を加工すると、工具寿命や加工能率が下がってしまう。そこで50ＨＲＣ以上の高硬度鋼をターゲットにした「エポックディープボールエボリューションハード」を商品化した。高硬度鋼切削に特化しボール部の刃先強度を高めた二段刃付け、工具の撓みによるビビリ振動対策に外周刃には強バックテーパ刃であるバックドラフトを採用（**図４**）。また高硬度鋼専用の超微粒子超硬母材に最新チタンシリコン（ＴｉＳｉＮ）系コーティングを施すことで、高硬度鋼に対して高能率・長寿命を実現できる。（**次ページに続く**）