

X's ミルジオシリーズの特性と切削性能

Cutting performance of X's mill Geo series

キーワード

工具形状, 高能率加工, 高精度加工, ドリリング~溝の連続加工, 立ち壁加工, 磨きレス加工

機械工具事業部 工具技術部
関口 徹

1. はじめに

現在の機械加工では、消費者ニーズの多様化や商品のライフサイクルの短縮による多種少量化、短納期化の動向がある。また、近年の価格破壊により生産コストの削減が求められている。これらを実現するためにはリードタイムの短縮が重大なポイントになる。加工技術では高能率加工や後工程への負荷の低減が要求される。これらに応えた超硬エンドミル「X's ミルジオシリーズ」について紹介する。

2. X's ミルジオシリーズのコンセプト

切削工具には工具材料、コーティング、工具形状の3要素がある。その用途、目標性能によって、それぞれにどのような特性を持たせるかが決定される。エンドミルでは、工具材料は高速度工具鋼から超硬合金へ、そして超硬合金の中でも相反する特性である耐摩耗性と抗折力を両立するため超微粒子系超硬合金が使用されるようになってきている。また、コーテ

ィングは1980年代のTiNコーティングの普及から始まり、TiCN系、TiAlN系が開発されてきた。現在、超硬エンドミルでは使用速度領域に対応して、より耐熱性が求められておりTiAlN系コーティングが主流である。しかし、工具形状は基本的には変化がなく、高速度工具鋼のノンコーティングエンドミルと大差のないものであった。

X's ミルジオの名称は「New Concept Geometry = 新しい思想の形状」から命名したものでその形状を工夫することで加工能率の向上や後工程の負荷の低減を可能にしている。当然ではあるが材料、コーティングもそれぞれの性能が最も発揮できるものを選定している。

3. X's ミルジオシリーズの種類と特長

表1にX's ミルジオシリーズの種類と用途を示す。基本となるX's ミルジオは高能率加工を指向した強力型エンドミルである。X's ミルジオの性能については、前報(不二越技報 VOL56No.1 通巻120号)

表1 X's ミルジオシリーズの種類と用途

名 称	穴あけ	側面加工		溝加工		輪郭加工	用途・特長
		加工深さ ≤1.5D	加工深さ ≤4D	加工深さ ≤1.5D	加工深さ ≤4D		
X's ミルジオ		○		○			強力型、4枚刃で溝、側面の高能率加工が可能
X's ミルジオ ラジアス		○		○		○	
X's ミルジオ ロングシャンク			○		○		立ち壁の高能率、高精度加工
X's ミルジオ ロングシャンク ラジアス			○		○	○	
X's ミルジオ スロット	○	○		○			ドリリングから溝の連続高能率加工
X's ミルジオ ボール						○	磨きレス加工、高能率3次元加工
X's ミルジオ マイクロボール						○	R0.1~2.0の超精密加工 3次元加工
X's ミルジオ シャープコーナ2枚刃		○		○			φ0.2~3.0の超精密加工

で報告したが、本報では追加となったデータ及び他のシリーズについて紹介する。

3.1 X's ミルジオの高硬度材加工

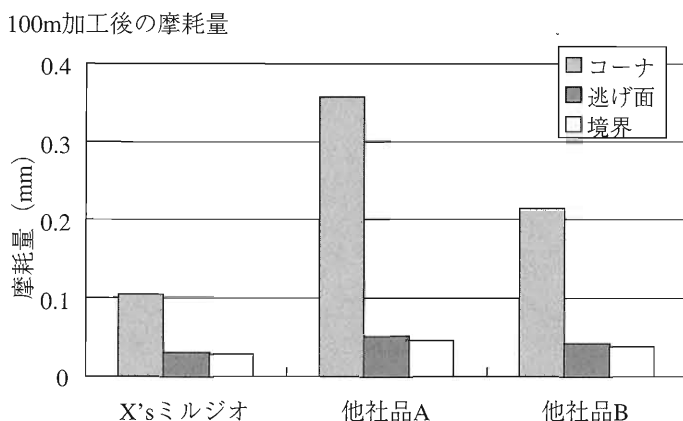
X's ミルジオは前報で紹介したように、4枚刃でありながら溝・側面の高能率加工が可能な強力型エンドミルである。耐熱・耐摩耗性を飛躍的に高めた複合多層の新膜 TiAlN 系コーティングと韌性を高めた超微粒子超硬合金の採用、切りくず排出と高剛性を両立させた断面形状により基本性能を飛躍的に向上している。

図1にX's ミルジオによる高硬度材の加工事例を示す。SKD61 (53HR) の高硬度材を外径 10mm のエンドミルで切り込み量 aa=15mm, ar=0.2mm, 切

削速度 314mm/min, 送り速度 2800mm/min の高速高能率加工を行った。X's ミルジオは他社品に比べ、コーナ摩耗量が 1/3 と優れている。耐熱・耐摩耗性の高さが高剛性設計による切削振動の軽減効果により高硬度材の高速加工でも優れた性能を発揮する。

3.2 X's ミルジオスロット

従来のエンドミルではドリリング時に切りくずつまりが発生しやすく送り速度を低くする、ステップ加工や傾斜切削をするなど加工能率を低下せざるをえなかった。X's ミルジオスロットは、特にドリリング性能を向上することで、ポケット加工などのドリリングから始まる加工の高能率化に対応したエンドミルである。X's ミルジオスロットの外観を図2



エンドミル：φ10 4枚刃

切削速度：314m/min (10,000min⁻¹) 送り：2,800mm/min (0.07mm/刃)

切り込み：aa15mm ar0.2mm 側面加工 ドライ

被削材：SKD61 (53HRC) 切削長 100m

図1 X's ミルジオによる高硬度材加工

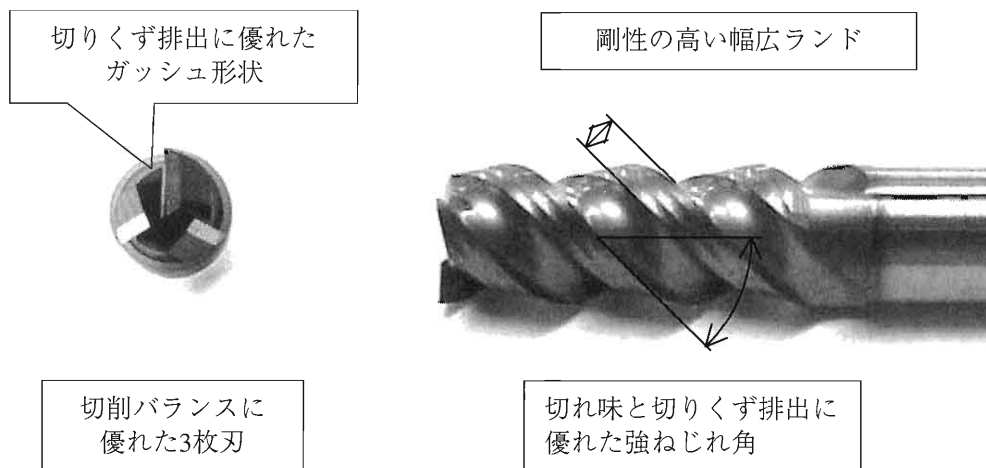


図2 X's ミルジオスロットの外観

に示す。X's ミルジオの断面形状を踏襲し、刃数を切削バランスに優れた3枚刃にし、底刃形状は大きなチップポケットを確保することでドリリング性能を向上している。

図3にドリリング時の切削抵抗を示す。X's ミルジオスロットは切削抵抗が他社3枚刃の半分と小さく、急激な切削力の変動もなく、切りくずの排出性の良さを示している。

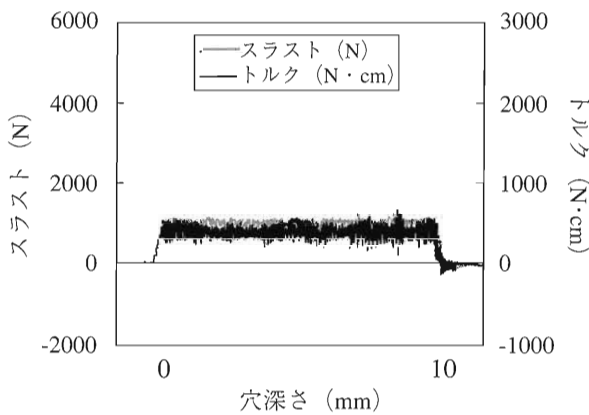
3.3 X's ミルジオロングシャンク

X's ミルジオロングシャンクは深彫加工用のネック付きエンドミルである。従来の加工法では、ロン

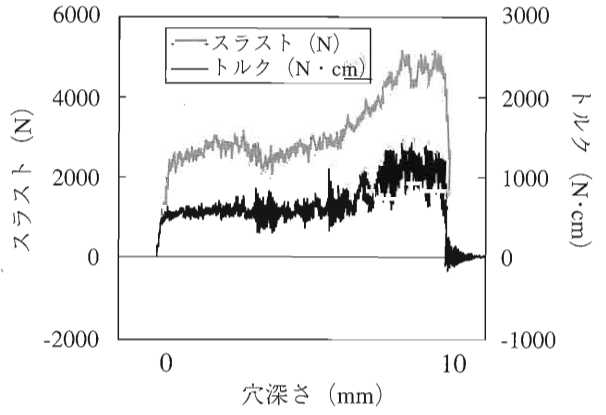
グ刃長のエンドミルで加工するような立ち壁の加工などに用い、従来ロング刃で加工した加工幅を数回に分けて加工するものである。

図4にロング刃での加工との比較を示す。X's ミルジオロングシャンクは同じ加工幅を3回に分けて加工するが、加工能率を同じにするため、送り速度を3倍にしている。このときの加工面の倒れとうねりはX's ミルジオロングシャンクが小さく優れている。さらに、ロング刃の送り速度を1/2にしてもX's ミルジオロングシャンクでの3回加工の方が優れている。

しかし、数回に分けて加工する場合オーバーラッ



X's ミルジオスロット



他社3枚刃

エンドミル：φ10 4枚刃

切削速度：V80m/min (2,550min⁻¹) 送り：200mm/min

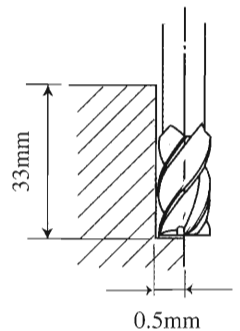
穴深さ：10mm

切削油剤：ドライ

被削材：SKD11 (210HB)

図3 X's ミルジオスロットの切削抵抗

	X's ミルジオ ロングシャンク	ロングエンドミル	
送り速度	210 mm/min (0.03mm/刃)	70mm/min (0.01mm/刃)	35mm/min (0.005mm/刃)
切り込み	aa=11+11+11=33mm (3回切り)	aa=33mm (1回切り)	
加工面精度			



切削条件
 エンドミル：10mm
 切削速度：57m/min (1800min⁻¹)
 被削材：NAK80 (40HRC)
 切削油剤：エアブロー
 切削長さ：0.4m

図4 ロング刃エンドミルとの比較

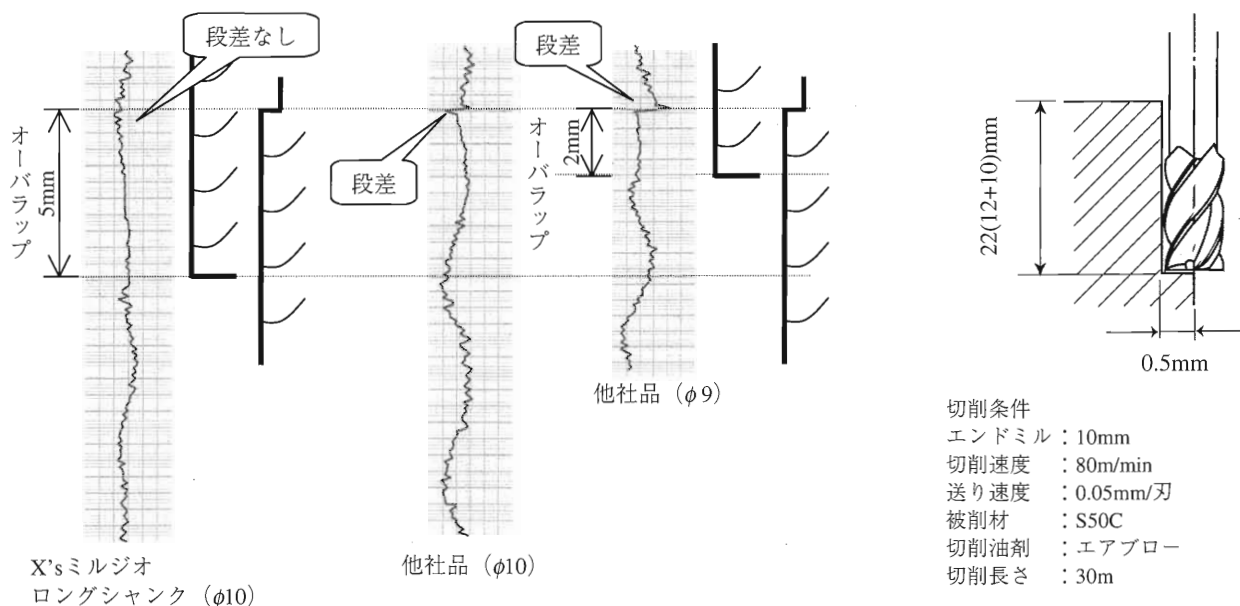


図5 X's ミルジオロングシャングの加工精度

部に段差ができるようでは品質が低下する。図5に他社品との比較を示す。X's ミルジオロングシャングは段差が無く優れた性能を示している。これは形状がX's ミルジオを踏襲し高剛性であり、さらに高心厚にしねじれ角を強ねじれにすることで切削抵抗の変動を低減した効果である。また、他社品は直径10mmでシャング径8mmのアンダーシャング形状なのに対し、X's ミルジオロングシャングは首逃がし形状を採用している。これは直径10mmでシャングも同径の10mmにし、外周刃後部の径を細くした、いわゆる首逃がしを付けた形状である。X's ミルジオロングシャングの首径は直径10mmで9.7mmと干渉のでない最小限の逃がし量になっており、曲げ剛性の向上、加工段差の有無に大きな効果がある。

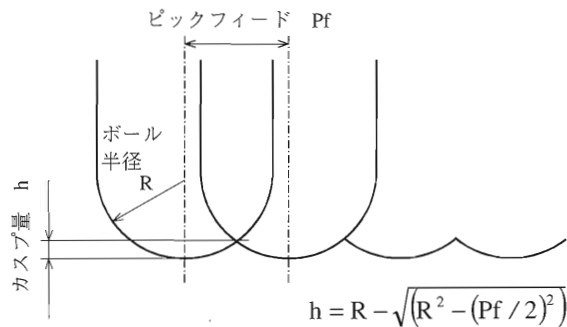


図6 ピックフィードと理論カスプ量

3.4 X's ミルジオボール

ボールエンドミルは金型の3次元加工に多用される。金型加工では金型製作のリードタイム短縮を目的に焼き入れ鋼からの直彫り加工と磨きレス加工が普及している。磨きレス加工は図6に示すように微小ピックフィードで加工することでエンドミルのボール半径とピックフィードで決定するカスプ量を最小にし高精度に加工することで、後工程である磨き作業の時間を短縮するものである。磨きレス加工に要求されるボールエンドミルの特性は、ボール精度の高さとボール部全体の切れ味の均一化、特にボール先端部の切れ味の向上が重要になる。

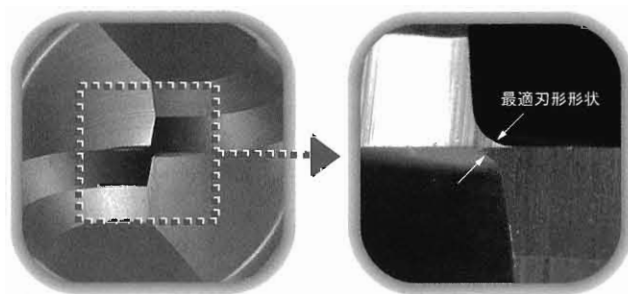
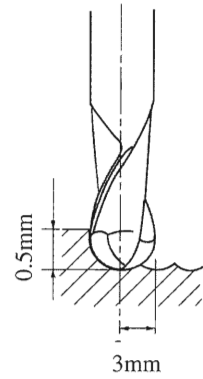
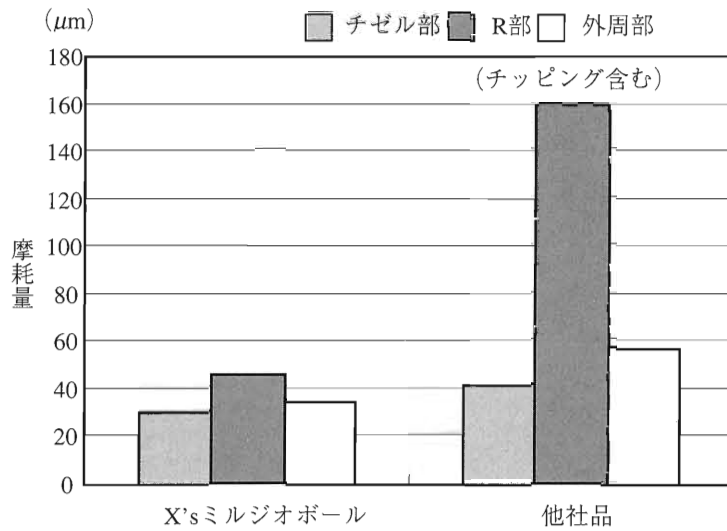


図7 X's ミルジオボールのチゼル部

X's ミルジオボールは図7に示すように左右の切れ刃を一直線にし、チゼル部分を最小に、この部分のすくい面は従来中凸曲面であったものを平面にすることでボール部全体の切れ味を均一にしている。また、X's ミルジオボールは、耐久性にも優れている。図8にX's ミルジオボールの加工事例を示す。SKD61を51HRCに焼き入れした材料を、切削速度314mm/minの高速加工したときの摩耗比較である。X's ミルジオボールは他社品に比べてチッピングの発生



切削条件
 エンドミル : R5mm
 切削速度 : 314m/min (10,000min⁻¹)
 送り速度 : 2,000mm/min (0.1mm/刃)
 被削材 : SKD61 (51HRC)
 切削油剤 : エアブロー
 切削長さ : 44m

図8 X's ミルジオボールの加工事例

が無く、耐摩耗性にも優れている。

4. おわりに

今回紹介した X's ミルジオシリーズは、特に形状に特長を持たせることで加工方法そのものを変え、高能率化、高精度化を実現した画期的な超硬エンドミルである。既成概念にとらわれない加工方法をお試しいただきたい。