

**住友電工**  
Connect with Innovation

**SUMITOMO**  
CARBIDE - CBN - DIAMOND  
Global Support, Global Solutions.



航空機部品加工用エンドミル  
CFRP加工用スミダイヤコーティングエンドミル **AVIX** シリーズ

<https://www.sumitool.com>

フリーダイヤル 0120-159110  
[後継相談サービス] 9:00~12:00, 13:00~17:00 (土・日・祝日を除く)

SUMITOMO  
ELECTRIC  
GROUP

この価格でこの性能!

フツール  
普通に使え **FUTOOL** 超硬エンドミル  
■ 不等リード不等ピッチ  
■ 最新 AlCrN コーティング  
■ スーパーバリュー プライス



有限会社曾根田工業  
<https://www.soneda.jp/>  
〒438-0233 静岡県磐田市駒場1-12  
TEL:0538-66-8605 FAX:0538-66-8645

M200-4ES



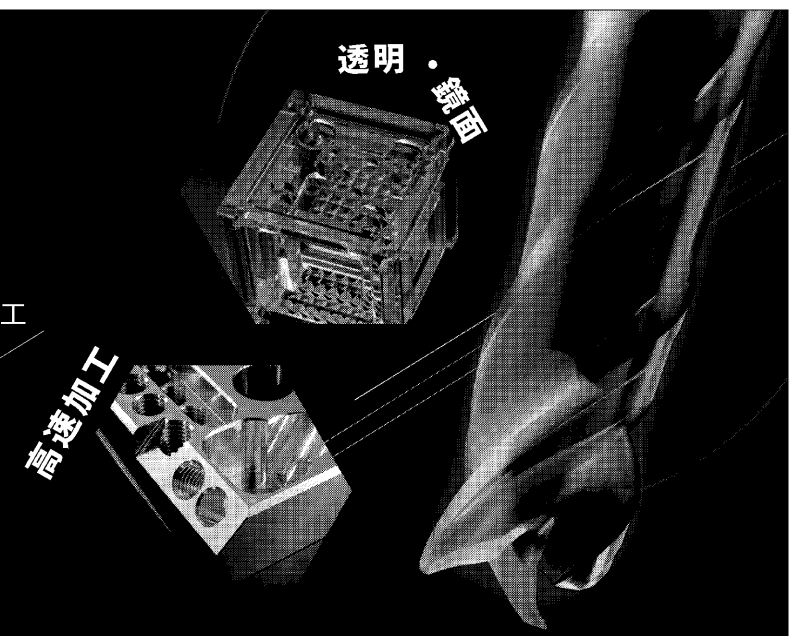
ヘリカル穴加工用エンドミル  
**ドリルミル**



従来のエンドミルの5~15倍の速さで加工

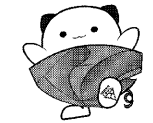
内部給油により切屑トラブルを回避

工具本数を大幅に削減



イワタツール  
〒463-0808 名古屋市守山区花咲台二丁目901番1  
TEL:052-739-1080  
[www.iwatatool.co.jp](http://www.iwatatool.co.jp)

ラインナップ拡充中  
最新情報は こちら



# エンドミル・フライス工具

エンドミル・フライス工具の特徴と最新の技術開発動向

人口減少に伴う人手不足を背景に、生産現場の自動化や省力化、情報化への取り組みは依然かつ急務となっている。新たな自動化として無人搬送車 (AGV) に搭載したロボットが人に代わり、加工対象物 (ワーク) の着脱、供給などを行う。生産設備では工程集約が可能な高効率の5軸制御マシニングセンター (MC) の認識が高まっている。その結果、5軸MCを主とするフライス工具と切削技術の高度化が進み、ここではフライス工具、とりわけエンドミルの新たな方向性を探るとともに、切削技術の最新動向を紹介する。

## エンドミル・情報化に向けた取り組み

生産現場の自動化には、高度で多量な数値制御 (NC) プログラムデータの生成が求められる。それには自社における体制構築も重要な要素である。報告を参考に、工具選択と切削条件を決定している。つまり、工具選択と切削条件の決定は、ユーザーが自ら行う必要がある。多様な切削が実行されている。今後、エンドミル性能を十分に発揮させる取り組みには、個々のデータ提供が必要と考えられる。その例として、適用可能な被削材の最適な工具軌跡、最適な切削ポイント、③最適な切削速度、④低切削速度域、⑤最適切削速度域を切りくずする。

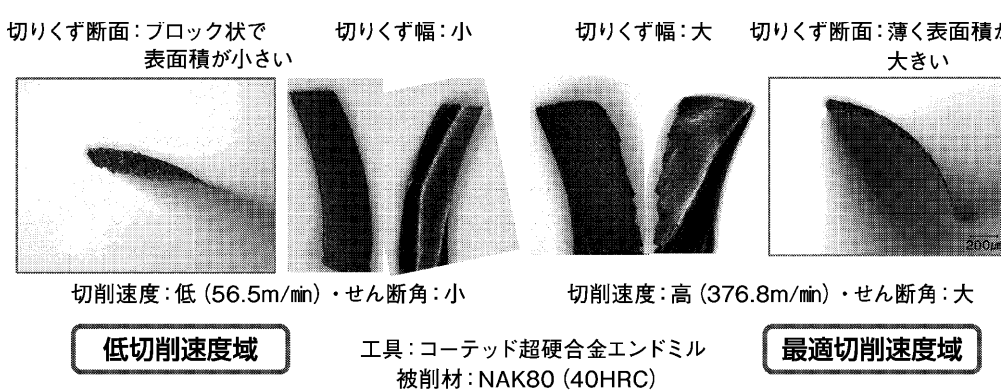


図1 エンドミル切削における切削速度と切りくず形状例

形状で表示⑥最少切り込み量 (送り量) ⑦仕上げ切削 (荒切削) における工具摩耗判定などが挙げられる。項目について解説する。最適切削ポイントとは、ボールエンドミルおよびラジアスエンドミルにおいて、切削機能を最大限発揮できる切れ刃の切削ポイント (1カ所) を指す。低切削速度域は、刃先への切削熱の影響で工具摩耗が急速に進む。この速度域は被削材に応じて変化するため、あらかじめ確認することが重要である。最適速度域は工具寿命の安定と延長が期待できる。理由として、表面面積の大きな切りくず形状が生成される。この結果、切削熱の多くが切りくずに伝導し、刃先への熱影響を抑制できる。低切削速度域を知る簡便法は、切削時に発生する切りくず形状の観察である。

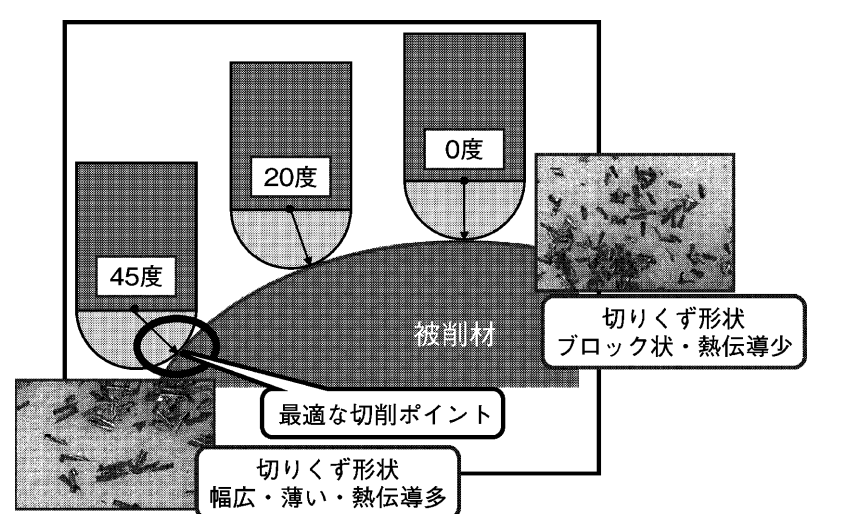


図2 ボールエンドミル切削における切削ポイントと切りくずの変化例

図1は切削速度と切りくず形状の関係例を示している。切りくず形状に変化が生じていることが分かる。最少切り込み量は、仕上げ切削時に、全ての切れ刃が機能する最少の切り込み量である。最少切り込み量は、切れ刃エッジ部形状、複数の切れ刃位置のバラつき精度などで決定する。一方、エンドミルの最適な選択も、現状、ユーザーに任せられている。とりわけ、荒切削におけるエンドミルの選択では、大きな差異が生じている。例えば、荒切削におけるエンドミルの選択は、被削材と加工形状から①素材の上面から切削の素材の外周部から切削③それらの併用の切削に分けられる。

松岡技術研究所  
代表取締役  
**松岡 甫篁**

**BIG DAISHOWA**

MC、5軸加工機、複合加工機、自動旋盤用まで、精度・操作性にこだわった高精度切削加工を実現する「BIG ハイドロチャック」。

**HYDRAULIC CHUCK** PAT.  
ハイドロチャック  
把握径: φ3~φ42

精度に差が出る  
BIG ハイドロチャック

BBT30/40/50 HSK-A40/50/63/100 HSK-E25/32/40/50 F63 BIG CAPTO C4/5/6 ST20/32 SL19.05/20/22/25/25.4

PCD強ねじれエンドミル  
**SFエンドミル**

長刃長かつ強ねじれの形状をPCDで実現!

壁面・溝仕上用  
●加工面粗度・形状精度の大幅改善  
●長寿命化による生産のダウンタイム削減効果

幅広い素材に! スーパーエンブラにも!

PCD刃のねじれ形状

アルミ加工  
グラファイト加工

【ねじれ角10°】  
刃径: φ3~  
刃長: ~40mm (φ16の場合)

【ねじれ角20°】  
刃径: φ3~  
刃長: ~20mm (φ16の場合)

SFエンドミル 製品情報

**BIG DAISHOWA Japan 株式会社**  
販売元  
東京本社 / 東京都豊島区駒込3-23-1 BIG DAISHOWAビル TEL.03-5961-1323 FAX.03-3576-2586  
大阪本社 / 東大阪市西石切町3-6-20 TEL.072-986-5800 FAX.072-986-6600  
支店 / 東北・北関東・東京・神奈川・長野・静岡・名古屋・北陸・大阪・岡山・広島・九州  
物流センター  
海外拠点 / タイオクス (タイランド) 大昭和精機貿易 (上海) 有限公司 (上海、広東、瀋陽、成都、武漢、天津、合肥)  
BIG DAISHOWA (ドイツ、スイス、アメリカ)

**大昭和精機株式会社**  
本社 / 東大阪市西石切町3-3-39  
TEL.072-982-2312 FAX.072-980-2231  
工場 / 大阪工場、淡路第1~9工場  
[www.big-daishowa.co.jp](http://www.big-daishowa.co.jp)

**KANEFUS A**

兼房株式会社  
本社・工場 愛知県丹羽郡大口町中小一丁目1 電話:0192-480-0192  
TEL.(0587)95-2821 FAX.(0587)95-7225  
支社・営業所 中部・関東・関西・札幌・仙台・広島・高松・福岡

[www.kanefusa.co.jp](http://www.kanefusa.co.jp)

### 住友電気工業

住友電気工業は炭素繊維強化プラスチック(CFRP)加工用Sミタヤコーテッドエンドミル「AVIタイプ」を開発した。航空機産業で多く使用されるCFRP部品の加工において、切削工具の長寿命化やコスト削減、高効率化と高品位化のニーズに応える。独自の大小複合ニツク形状により低抵抗で高効率かつ安定した加工を実現した。

またシャープな切れ刃と均一な膜厚分布で耐摩耗性に優れた先端ダイヤモンドコーティングとの組み合わせにより、高品位と長寿命化を両立。生産性向上と加工コスト削減に貢献する。

### 兼房

兼房は国内トップシェアを誇る工業用機械刃物メーカー。鉄鋼・非鉄金属・樹脂・木質など多様な材料に対応した各種切削工具を開発、製造し総合的な切削加工技術を提供する。

「SFエンドミル」は、独自設計で長刃長かつ強靱な形状を多結晶ダイヤモンド(PCD)刃で実現した仕上げ用エンドミル。強靱な形状により切れ味を改善。加工面粗度・形状精度を向上し、長寿命化した。生産のダウンタイム削減に貢献する。壁面・溝仕上げ加工でアルミ合金、グラファイト、スーパーインプラなどさまざまな被削材に対応する。

### 大昭和精機

大昭和精機のハイドロチャックは4D先端で繰り返し精度が3μm以下(繰り返し芯ズレ精度は1.5μm)の高精度。仕上げ面の向上、工具寿命の延長が期待できる。

標準タイプに加え、高剛性タイプ、5軸加工機におけるチャック干渉を避けるスーパースリムタイプ、口元先端から高圧クランプを吐出するジェットスルータイプを用意。このほか、小型マニングセンターに最適なHSK-E25、32、40、50タイプや、狭い機内でも操作性の良い自動旋盤用レースタイプなど、各種機械主軸に応じたインターフェースを取りそろえる。

### 曾根田工業

曾根田工業の「FUTOOL(フツール)シリーズ」は普通刃型で再研磨しやすい自社製品。長径シャック(柄)でコレットチャックホルダーへの装着も容易だ。

超硬ラジラスエンドミル「M1000-4R」は標準的なねじれで薄物を彫りやすく加工可能。5タイプの刃径や、コーナー部のサイズ違いで計21種類を用意する。「M200-4RS」はAICrN(窒化アルミニウムクロム)コーティングで振動が起きにくい構造の刃を採用。18種類をそろえる。さらに2024年、R付きエンドミル「M200-4RS」をラインアップに追加した。

### 日研工作所

日研工作所の「黒のホルダ」は、ホルダ表面に四酸化三鉄を浸透・被膜化させることで強力な防錆効果を発揮する。「黒錆で赤錆を制する」という独自の発想により生み出された。焼き入れ硬度や精度に大きな影響を及ぼさず、めっきのように剥げ落ちる心配もない。

各種コレットチャックやミリングチャック、フェースミルアーバーからボーリングバーまで、多様なラインアップから選択が可能。メンテナンスフリーという特徴を強みに、自動化に貢献する。

### イワタツール

イワタツールの「ドリルミル」は、ヘリカル加工の性能を大幅に向上させたエンドミル。ヘリカル加工で課題とされてきた加工時間の長さを改善し、従来のエンドミルの5〜15倍の高速加工を可能にした。さらに特徴的な底刃形状によりフラット抵抗を大幅に削減。超硬工具でアクリル材を透明な状態のまま加工可能。面粗さ(Ra)0.038を達成した。

現在はアルミニウムおよび樹脂向け製品を標準ラインアップとして展開。今後、鉄・ステンレス向けの製品や、極小径工具の追加を予定している。

## エンドミル フライス工具

有力企業の製品・技術 願不同

### 日進工具

日進工具の高効率レンズ形3枚刃仕様の「MLFH330」は、異形工具の一種であるレンズ形のエンドミル。ボールエンドミルのようなR形状の底刃部を持つが、Rサイズが外径以上となる設計により、ボールエンドミルよりピックフィードを大きく取ることができる。

コーティングは高硬度材の直彫り加工に適した無限コーティングプレミアムを採用。さらに3枚刃形状と切りくずの排出性を高めたチップポケットで、調質鋼から高硬度鋼まで3軸加工・5軸加工ともに高効率加工を実現する。

## 超高速切削を実現

この結果、底刃機能重視のスクエアエンドミル、ラジラスエンドミル、または外周刃機能重視のスクエアエンドミルなど最適な工具を選択する。

さらに、エンドミルと切削条件の選択は、単位時間当たりの切削量で判断することが合理的である。

### 5軸MCCの工具と切削技術

ここ数年、大幅な切削時間削減と、首下長は最短かつテーパで高剛性を高めた5軸MCCの注目度は高まっている。生産現場に5軸MCCを導入するには、工具と切削技術について十分に理解することが重要だ。

例えば、3軸MCCと5軸MCCの工具と切削技術は別物という認識が必要になる。このことを理解するために、参考として型部品の切削で多く用いられるボールエンドミルを例に解説する。

図2は3軸MCCにおけるボールエンドミル切削であり、加工形状で切れ刃の切削ポイントが移動する。実切削速度の変化に応じて、異なる形状の切りくずが生成されるため、切削面粗さと工具摩耗の進行状況が異なる。一方、5軸MCCはエンドミルの最適な切削ポイント(実切削速度の高いポイント)を固定した工具軌跡で切削が可能である。図3に、3軸MCCと5軸MCCの違いを示した。前述した通り、5軸MCCは切削ポイント固定に加え、旋回軸による加減速特性を避けた切削が可能である。

図4は5軸MCC向けの専用エンドミルを用いた工具軌跡を傾斜させる(切り込み量、送り量)を高めた高効率切削を指向している。例えば、アスペクト比が大きな加工形状の放電用電極で、実切削時間を3分の1に短縮した。同時に、切削痕のないスムーズな切削面も得られている。

今や5軸MCCは高効率、高精度な切削時間を、大幅に短縮できる生産設備として普及が進んでいる。

### 超高速・超工具寿命切削の実用化

生産現場の自動化を実現するには、安定した切削が必要条件である。とりわけ精密微細形状の仕上げ切削では、切削途中の工具交換は、複雑な作業が必要になる。そのため、切削時間を半減し、さらに超工具寿命を実現した。

微小径cBN焼結体エンドミルの開発は進み、新たな提案が行われている。多数の切削ポイントを持つ高剛性を高めた切れ刃形状を持ち、超高速回転時の振れ精度を高めた高性能なエンドミル開発である。

今後、人とコンピュータの合理的な分業が求められ、新たな生産システムへの移行が予測される。同時に、耐久性と高性能なエンドミル、超高速主軸に加え、精密微細向け5軸MCCの開発も期待されている。最後に、本稿の執筆に際し、快く工具・技術資料をご提供いただいた切削工具メーカーおよび関係者各位に、御礼申し上げます。

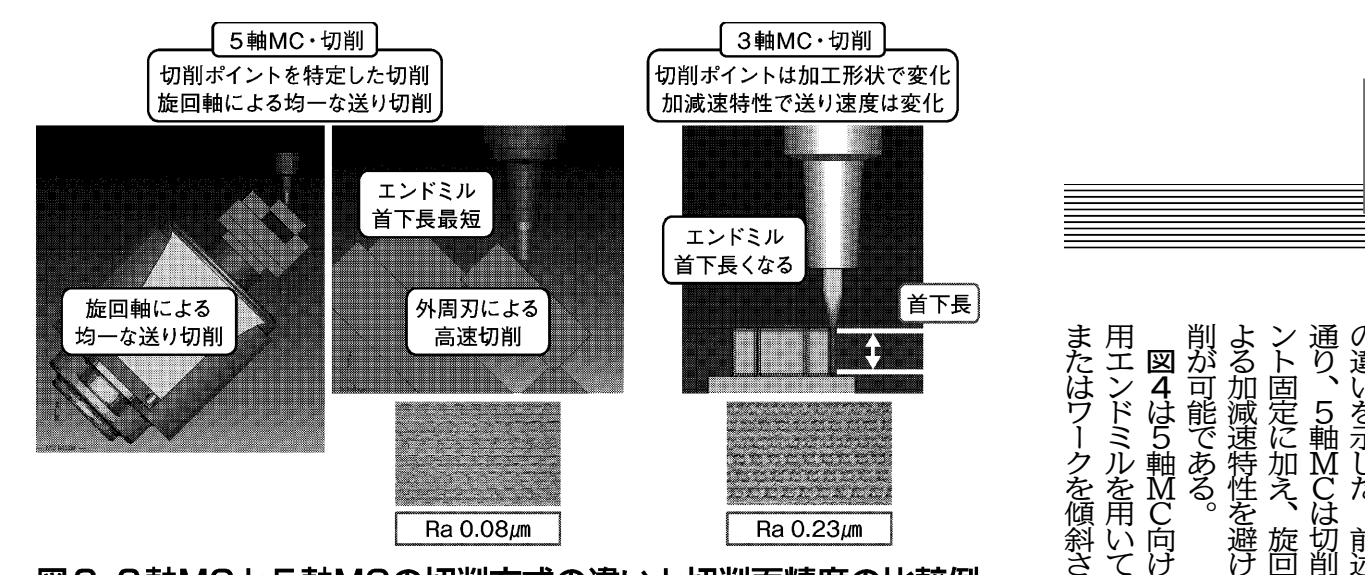


図3 3軸MCと5軸MCの切削方式の違いと切削面精度の比較例

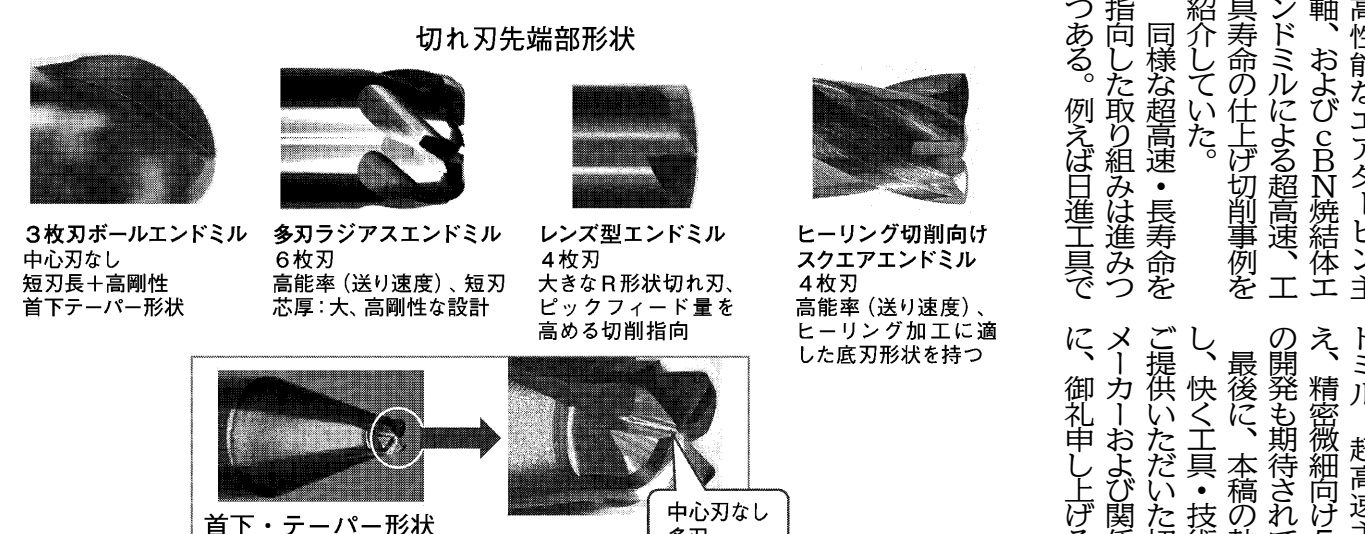


図4 5軸MC向けに開発したエンドミル例(日進工具)

「つくる」の先をつくる  
日進工具株式会社

NS TOOL  
無限コーティングプレミアム  
高能率レンズ形3枚刃エンドミル  
MLFH330

レンズ形で、時間を削る。

高効率加工を実現するレンズ形新刃形状を採用。従来のボールエンドミルと比較して、同じカスプハイでもピックフィードを大きくとることが可能となりました。

資料請求はこちら

MLFH330

Machining ECO  
ECO Black Tooling

「入れっぱなし」工具をサビから守る  
自動化時代のNEWスタンダード

横形MCに最適  
黒のホルダ

★「黒のホルダ」及び「ECO BLACK」は、株式会社日研工作所の登録商標です。

NIKKEN 株式会社日研工作所

〒574-0023 大阪府大東市南新田1丁目5番1号  
TEL(072)869-5810 FAX(072)869-6210  
https://www.nikken-kosakusho.co.jp