



# 微細精密加工に最適な セミドライ加工技術

フジBC技研 太田 昭夫  
ツールエンジニア 2009年12月号より転載

## ■ 序論

リーマンショックに始まる世界的な経済危機も回復基調との報告もあるが、まだまだ金属加工の製造現場では仕事不足からの脱却には至っていない。また、アメリカ経済の弱体化により大幅なドル安・円高が続いている。

外需に依存せざるを得ない日本の製造業はものづくり体制、構造の抜本的变化によるコストダウンや微細精密加工など新規分野への参入が求められている。

一方、京都議定書の発効や新政権の二酸化炭素大幅削減目標の設定、東京では排出量削減の義務化が行われ、環境に優しく、高能率なものづくりが求められている。

## ■ 金属切削加工業の状況

### (1) 各種部品・金型生産の減少

自動車産業では貿易の規制や労賃の安い消費地近傍への生産拠点の移転、技術の流出が続いている。新興国では、今までは日本で開発した自動車の生産が続いていたが、今後は現地開発となり、金型などを含め部品はすべて現地生産となっていく。

このように、生産構造・拠点の変更に伴って国内の金型、部品製造の比率は大きく減少していくと思われる。

### (2) 部品形状の変化

医療関連検査機器、携帯電話などの電子機器に見られるように部品形状は微細化、多機能化、複雑化している。一方では風力発電、発電所の更新需要などエネルギー産業は活況であり、部品形状の超大型化も進んでいる。

### (3) 機械、工具の進化

部品形状の微細・多機能化に伴いさまざまな微細精密加工に特化したドリル、エンドミルなどの切削工具が開発販売されている。最小形状では10 $\mu$ mの微細ドリル、エンドミルがある。

機械では小型でエアモータなどの超高速主軸を搭載し、最小入力単位が10nm、リニアモータや静圧ガイドを持つ微細精密加工用MC(マシニングセンタ)の開発販売が行われている。微細精密形状に伴う厳しい加工公差の要求に答える工程集約が可能な5軸仕様の微細加工機も増加している(表1)。

## ■ セミドライ加工とは

セミドライ加工とは加工点に的確に極微量(mL/h)の油剤を圧縮エアにより供給し切削加工を行う技術である。

表1 微細精密 マシニングセンタ 仕様一覧(順不同)

	メーカー	機種	ストローク X/Y/Z	主軸		その他
				主軸端	最高回転数 (min <sup>-1</sup> )	
1	安田工業	YMC430	400/300/250	HSK-E32	40,000	全軸リニア、50,000主軸OP
2	松浦機械製作所	LX-0	330/300/250	BBT-30	43,000	全軸リニア 6,000主軸 特BT20 OP
3	碌々産業	MEGA-S	410/330/200	HSK-E25	40,000	エアタービン 120,000主軸 OP
4	碌々産業	Android	450/350/200	HSK-E25	50,000	全軸リニア、60,000主軸OP
5	スギノマシン	Xion-2	300/300/200	BT-20	40,000	
6	牧野フライス製作所	IQ300	400/350/200	HSK-E32	45,000	全軸リニア、軸心・リニア冷却
7	東芝機械	F-MACH443	400/400/250	ダイレクト保持	60,000	空気静圧主軸、全軸リニア、最小移動単位10nm
8	OKK	VD300	340/300/200	HSK-E32	40,000	
9	ソディック	HS430L	420/350/200	HSK-E25	40,000	全軸リニア
10	森精機製作所	NVD1500	150/150/200	HSK-E32	24,000	重心駆動(ツインモータ) 4,000主軸OP
11	三菱重工業	$\mu$ V1	460/350/300	HSK-E32	40,000	軸芯冷却
12	コマツNTC	Z $\mu$ 3500	350/300/300	HSK-E32	30,000	油静圧ガイド・主軸
13	ソディック	AZ250	250/150/100	ダイレクト焼ばめ	120,000	エネルギー相殺ツインリニアモータ、エア静圧タービン 10nm
14	キラコーポレーション	SuperMill-2m	270/200/170	コレット	160,000	エア静圧タービン HSK-32 5万回転主軸付き 10nm 10nm=最小入力単位0.01 $\mu$ m 記載なきは0.2 $\mu$ m

## 微細精密加工に最適なセミドライ加工技術

弊社では各種の給油機、専用切削工具とともに安全性・高潤滑性・生分解性の高い植物油ベースの油剤を販売している。セミドライと従来のウェット加工の特性比較を表2に示す。

表2 ウェット・セミドライ特性比較

	ウェット	セミドライ
吐出単位	L/min	mL/h (ウェットの1/60,000)
供給方法	循環使用(スラッジ有)	新油供給(スラッジ無)
消費電力	クーラントポンプ	圧縮エア
廃油・廃液	あり	なし
切りくず	濡れている	乾いている
作業環境	悪い	良い

セミドライ加工は廃油・廃液レス、省電力で環境に優しく、高能率加工が可能な技術として各産業で使用されている。使用状況は次の通りである。

- ・アルミの切断工程…高能率、工具寿命、作業環境
- ・高硬度鋼の金型直彫り加工…高能率、工具寿命、磨きレス高品位
- ・クランクシャフト小径深穴加工…高能率、省電力

## 加工の特徴と最適な給油機

### (1) 微細精密加工の特徴

この加工で使用される切削工具は微小径で剛性が低い。加工条件は低切削速度、低切込み量、低送り量となり、加工による発熱はほとんどなく、加工点に供給される油剤には冷却性は不要であり潤滑性のみが求められる。

このことから冷却性は低いが高い潤滑性を持つセミドライは微細精密加工に最適な加工技術である。

前述の微細精密加工に特化したマシニングセンタの9割以上で当社のセミドライ給油機が採用されている。

### (2) BK型セミドライ給油機

弊社で販売している給油機は各種あるが、微細精密加工用としてはBK型が最適である(写真1)。

ポンプレスのシンプルな構成で小型(114×141×



写真1 BK型セミドライ給油機

202mm)・廉価、1～10 mL/hの極微量油剤を安定して吐出でき、簡単取付け、簡単操作などの特徴がある。このことから微細精密加工に特化したMCや微細精密加工機で広く採用されている。

## 採用事例

### (1) セミドライ給油機の比較試験

エア駆動の超高速主轴を持つ高精度微細加工機でSUS404系のプリハードン鋼をR0.1のボールエンドミルにて約30分の試験加工を行った。

BK型では工具長の摩耗が $0.4\mu\text{m}$ となり、ほかのメーカーのセミドライ給油機の $0.8\sim 1.2\mu\text{m}$ と比べて大幅な工具摩耗の減少となった。これはBK型セミドライ給油機は油剤のボタ落ちや吐出ムラによる工具切れ刃の上滑りがなく、均一な油剤粒径の安定吐出が可能なためである。

### (2) 大学研究室の採用

微細精密加工機などによる振動切削研究の「名古屋大学 社本・鈴木研究室」やPノズル(セルフカットによる総型ノズル)を使用し各種冷却媒体による鏡面研削を研究の「ものづくり大学東江研究室」などでもBK型セミドライ給油機が使用されている。

## まとめ

国内の産業構造の変換から、微細精密加工技術の構築は今後進んでくる。

また、金属加工業界では環境に優しく高能率な加工技術が求められ、これらからセミドライ加工への期待は高まっている。

当社もさらに微細精密加工分野への加工技術開発についての研鑽を進めていきたい。