

Tool Engineering & モノづくりの現場を伝える機械雑誌

# ツールエンジニア 2020 4

## 新人のためのNC切削加工機「MC」入門

■フライス盤からマシニングセンタへ ◆小型MC「SPEEDIO」 ◆横型MC:ATCとAPCで切削セル構成 ◆レーザ工具計測システム(NC4+Blue) ◆MCで4,5軸切削 ◆タップの基礎/シンクロ・ホルダ ■フライスカッタ, エンドミル ◆CAD/CAMの基本 ■工具刃先チップ(アレーサー社) ◆切削には, 高圧クーラントを ★測定作業の「リアルタイム監視」を行なう計測ネットワーク ◆マシン・シミュレーション入門 ■国産空冷星型航空発動機 of 材料 ◆機械加工関連講習会・情報 ★イベント ショートレポート ★技能検定練習問題 ★実務的実践ノート: 鍛造素材の被削性 ■エンジニアの図面作成 45 製品の幾何特性仕様(GPS)



# MCの切削には、 高圧クーラントを利用して 効率アップ

トクビ製作所 徳永秀夫



機種	メーカー	型番	高圧装置
旋盤	1.TAKIZAWA	TCN-2100L6	14MPa
	2.HITACHI (日立精機)	NR20	14MPa
	3.HITACHI (日立精機)	NR20	14MPa
	4.MORI	FRONTIR-L	14MPa
	5.MORI	SL-25	14MPa
	6.MORI	SL-25	20MPa
	7.MURATA	MT6	14MPa
	8.MORI	NLX-2500	20MPa
MC	1..MITSUBISHI	M-H60C	—
	2.NIGATA	HN50B	15MPa
	3.HITACHI (日立精機)	VK-45	—
	4.OKUMA	MILLAC56V	—
	5.OKUMA	MILLAC56V II	20MPa

図1 当社の社内切削設備への高圧クーラントの装備状況

機械加工における切りくず処理は、切削工程の自動化を妨げる大きな課題になっている。切りくずは、量産加工設備でも悩みの種だが、高圧クーラントの圧力(14MPa以上)を利用して、切りくず分断を可能にした。これまでの7MPa圧力から、さらに14MPa～30MPaとすることによって切削工具の刃先摩耗の抑制にも効果をあげている。

通常の量産設備においては、加工ワークの自動投入装置や、ロボットなどを設置するものの、加工ワークや、加工用ホルダとタレット・治具にいたるまで、切りくず絡みによって設備停止に遭遇する場面も多く、この装置の利用価値は高い。

当社では、生産ラインのわずかな空間に設置できるように、1m<sup>2</sup>対応のSタイプ(20MPa)「S-HIPRECO シリーズ」を追加し、主に旋削作業を支援している。MC用のU-HIPRECOシリーズは、ポンプ圧力、流量の幅を持たせることで、同様にMCを支援する。このHIPRECOの心臓となる「超高压ポンプ」には、最高質パッ

キンを使用し、「圧力調整装置」の併用で、設定圧力を手元で容易に調整可能とした。また、大容量と超高压の流体の切替を瞬時に行なえる「3方切替弁」は、高圧用オペレート式とし、広い用途に応えられるもので、小さな投資で、大きな成果を得られると考える。図1は当社設備と高圧クーラント装置の設置状況だが、最近の設備から、古い設備(改造)まで高圧対応にした。

## ●ユーザーとの相談で検証した結果

その多くは旋削工程で、炭素鋼から最近の難削と呼ぶ材料まで切削試験によって、ほぼ切りくず処理を可能にした(表1)。

多くの被削材の一例だが、表1のSUS316の切削試験でクーラント圧を上げることで、切りくずが細かくなることがわかっている。これには、高圧専用のバイトホルダが必要になるが、各社それぞれの特徴があり、刃先に近い位置から吐出するノズルホルダの方が、理に叶っていて最初からその結果が予測できる。だが内径切

削になると、工具メーカーに標準品として揃っていないから、特注で注文することになり、必要な部品を入手するまで時間がかかってしまう。

外径旋削のように簡単ではなく、切りくずの逃げ場の確保や、高圧ノズルの吐出位置と切削点との距離に制約があり、絵に描くほど簡単には行かない。特に内径ねじ切りは、

ピッチが大きくなると、クーラントが切削点に当らなくなり、効果が出ず苦戦中である。これには、下穴径を通過するホルダ径が決められることから、現在調整中である(図2)

### ●高圧クーラントにより、切りくずが分断されるのは...

高圧クーラント供給法を併用することにより、クーラントの噴流によって切りくずとインサートの間に流体くさびが形成され、流体くさびにより、切削部における領域が広がるだけでなく、切りくずの曲げ半径が減少し、切りくずがより分断されると考えられる。したがって、切りくず分断を効果的にするには、このくさび作用による切りくず曲げ半径の減少を効果的にするためには、クーラントの供給方向が非常に重要になる。

### ●高圧クーラントにより、切削速度を上げられる理由

切削速度を高速にすると一般的に切削温度の上昇による工具寿命の低下が発生する。そのため、通常の切削では高速切削速度で切削作業を行なうことは非常にむずかしい。

高圧クーラントを併用すると、クーラントノズルの位置を最適化でき、工具寿命が8割以上改善できる。また、工具の接触長が短くなり、

表1 被削材別の切削試験例(高圧クーラントは14MPa~)

設備	被削材 加工形態	低炭素鋼	中炭素鋼	合金鋼	非調質材	SUS材	アルミ合金	焼入れ鋼	銅合金	圧延鋼板	STKM材	ハイト材	インゴット	チタン合金	ハステロイ	FCD	樹脂関係	
		旋削	外径	旋削	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
溝入れ加工	○			○	○	○	○	○			○	○						
ねじ切り																		
内径	旋削		○	○	○	○	○	○			○							
	溝入れ加工		○															
	穴あけ加工			○			○									○		
	ねじ切り																	
MC	TAP加工																	
	リーマ加工																	
	穴あけ加工		○			○												
	エンドミル加工		○															
	フライス加工																	

他の切削条件よりも切削ゾーンの奥深くまで切削油剤が浸透する。

### ●MCで、20MPaの小径深穴切削

この高圧クーラントの利点は、切りくずの分断や刃先の冷却効果とさらには、ドリルの深穴切削時の切りくずの排出能力が最大のポイントになる。ステップ送りが当たり前の加工になっていて、穴あけ工程の切削時間は、すでにNC旋盤では実証済であるが、φ1.5~φ50Dをノンステップで切削する。さらに、立型MC(オークマMILLAC561)に20MPa仕様を取付けφ5×180L(SUS304)をノンステップ10秒で貫通できる(当社がYouTubeで動画を配信している)。

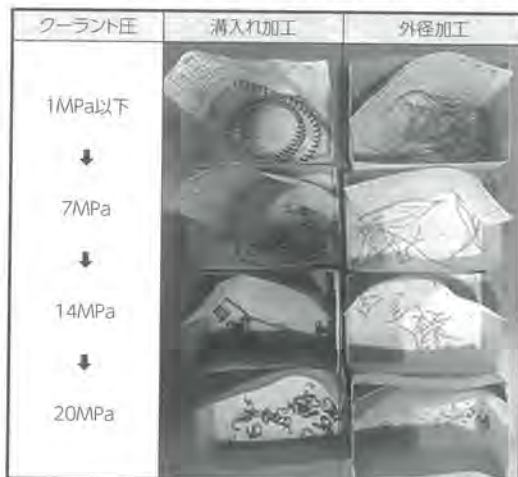


図2 切りくず形状とクーラント圧力(SUS316の切削試験)

表2 立型MCによる深穴あけ(SUS304の切削試験:φ5×180L)

加工環境	トライ4	加工設備	OKUMA MILLAC561V II	
		工具4	MVS-40/D (MVS0500X40S050 DP1020)	
		ガイド穴	ADO-5D 5-5 (パイロットドリル)	
条件項目		トライ4 (工具回転)		
		工具4	ガイド穴	
$V_c$	切削速度(m/min)	80.1	80.1	
$n$	主軸回転数( $\text{min}^{-1}$ )	5100	5100	
$V_f$	主軸送り速度(mm/min)	1224	1224	
$f_r$	回転当たり送り(mm/rev)	0.24	0.24	
$l_d$	穴加工長さ(mm)	180	10	
TC	加工時間(min)	0.1	0.01	
	(s)	8.8	0.5	
	正味加工時間(s)	9.3		
Dc	加工径(φ)	5	5	
i	穴数	1	1	
	クーラント圧力	20MPa	20MPa	
	工具交換値(本)			

この結果を踏まえ、小径深穴切削を行なっている企業に切削作業時間短縮の提案を行なっている。表2における加工条件が特別速いわけではない。ノンステップで切削が行なえることが、生産性引上げの最大の売りになる。写真1に工具メーカーによる高圧クーラント対応工具の例を示す。

\* \* \*

クーラントの圧力だけで、切りくずがすべて

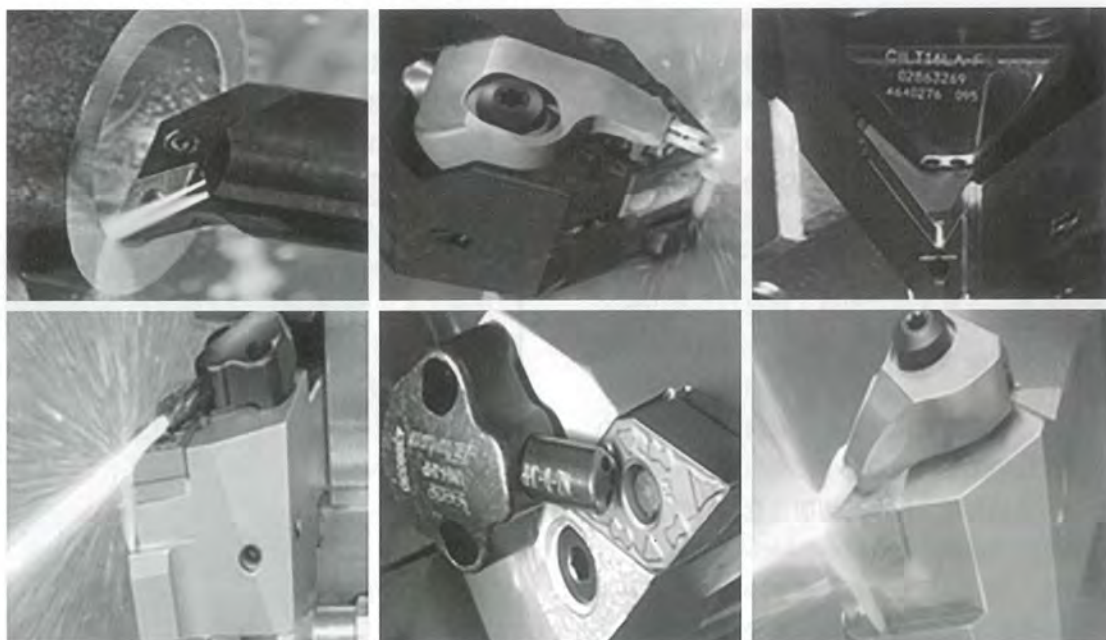


写真1 工具メーカー各社の高圧クーラント対応工具

解決できるというものではない。あくまでも、切削工具が主役で、プレーカの種類によって分断の形状も変わる。さらに、ドリルなどの再研削工具は、再研削精度によって切りくずの排出性や、工具寿命に大きく影響を与えている。そのために、クーラントを刃先へ供給する機械側の対応や、工具メーカーとの協力体制で成し遂げることができる。

三位一体となった切削技術だから、当社でMCに20MPaの装置を取付け、深

穴ノンステップ切削を実践した。どこもやっていないから面白い。どこよりも早く導入することで、儲かる現場になると確信している。

<参考文献・引用資料> (敬称略, 順不同)

- 1) 鉄鋼材料と切削の基礎知識 横山明宣著
- 2) 帯川利之: 東京大学帯川研究室
- 3) 奈良高専・和田教授研究室
- 4) 当社の切削試験データ: 森合勇介