125 セミドライ加工で環境、省エネへの取り組み

Environmental improvement and energy saving with MQL machining method

成澤 保広 ○ 藤原 吏志 (エヌティーツール株式会社)

Yasuhiro NARUSAWA Satoshi FUJIWARA, NT TOOL CORPORATION

1-7-10, Yoshikawa-cho, Takahama-city, Aichi

MQL (Minimum Quantity Lubrication) machining method attracts more and more attentions in production facilities for energy conservation and environmental protection. This innovative way of machining utilizes small amount of lubrication oil and compressed air instead of much water soluble coolant.

Our "MQL Collet System" is most suitable for MQL machining method. Collet has 6 oil-jet spray nozzles in internal diameter for securing sufficient amount of lubrication oil in use of a small diameter tools and high precision aluminum machining.

We introduce MQL collet system based on semi-dry actual cutting examples.

1. はじめに

近年、ISO14000の導入、産業廃棄物の低減、資源のリサイクル化と生産工場における環境対策の改善は確実に歩み始めている。切削加工分野においては、完全に切削油を使用しないドライ加工、加工点に最小限のミスト状切削油をエアとともに供給するMQL(Minimum Quantity Lubrication)加工法が注目されている。一部の大手企業ではすでにMQL加工法による製造ラインが実用化され、環境改善や省エネルギー効果を出しており今後さらに展開されると思われる。

ここでは、実際の加工事例を基にMQL加工に最適なツリーングシステムを紹介する。

2. オイルミスト発生装置とその原理

ミスト発生装置はいくつかのメーカーより発売され、多岐の選択肢があるが、ここでは外部ミキシング型と呼ばれる工作機械の外部でオイルミストを生成する方法について原理に触れる。

Fig 1 : Principle of oil-air mixing

Fig 1 にオイルミスト発生原理を示す。ミスト発生装置の原理は霧吹ききの原理と同じといえる。霧化部(Mixing area)を通過する、エア量が多い場合は吐出するオイルミストが多く、エア量が少ない場合、吐出されるオイルミストは少なくなる。

特に小径のドリル加工の場合オイルホール断面積が極めて小さく、エア流量不足による刃先への油剤供給量不足が懸念される。

3. MQL加工用 コレットシステム

Fig 2 : Structure of MQL collet system

Fig 2 にMQL加工用コレットを示す。このシステムは当社独特のシステムであり、工具のオイルホールより油剤供給するOHコレットと、工具のオイルホールに加え工具外周からも油剤を供給するMSコレットがある。

MSコレットはOHコレットの内径部に噴射ノズルを設けた構造になっている。このノズルは、先に述べたようにオイルホール径の小さい工具を使用する場合に起こる、エア流量不足によって加工に必要な油剤量が確保できないケースにおいてノズルからのエア噴出でエア流量を確保し、必要十分な油剤を加工点に供給する役目をする。

また、工具外周からの油剤供給は、クランクシャフト油穴のような深穴加工や、切りくずが溶着しやすいアルミニウム加工のように油剤を多く必要とする加工で効果を上げることができる。

4. 加工事例

SCM415合金鋼に穴径 $\phi 4$ mm、深さ77mmの深穴加工事例を示す。(Fig3) こうした $L/D \approx 20$ 程度の深穴加工でのセミドライ加工では、工具オイルホールからの油剤供給だけでなく工具外周からも油剤を供給するFDC-MSコレットが効果的である。

Fig 3: MQL cutting example $\phi 4$ Long drill with oil hole

加工条件 (Cutting conditions)	
Workpiece	SCM415 (Alloy steel)
Cutting tool	MITSUBISHI MATERIAL Carbide drill with oil hole $\phi 4 \times 100$
Cutting speed	$V=80\text{m/min}$ (6366/min)
Feed	$f=0.15\text{mm/rev}$ (955mm/min)
Cutting depth	77mm (Non step feed)
MQL device	EBARA Ecomist MBM02 Vegetable oil Air Pressure 0.5MPa
Tool holder	BT50-HDC07-90 (Collet Holder) Collet :FDC-04007-MSAA

この加工例では、OHコレットとMSコレットを用いて加工をしたが、OHコレットでは1回目は402穴でドリルが折損、2回目は548穴でドリルが折損する結果となった。これと比較し工具オイルホールと工具外周から油剤を供給するMSコレットを用いた加工では、2回の加工いずれも1200穴を加工しても工具欠損なく加工継続可能な状態であった。工具寿命は2倍以上向上していることが確認できる。

Fig 4: The result of MQL deep hole drilling

Fig 5 にコレットの違い(OH, MS)による加工した穴の加工面比較を示す。

これから分かるようにMSコレットを用いた加工では加工穴側面に大きなキズはみられず潤滑の効果が確認できた。OHコレットを用いた加工では、切りくずがドリルに巻きついてきたと思われる円周方向のキズが、穴底付近に多く見られた。

Fig 5: Picture for deep hole cross section

さらに、潤滑効果の裏付けを確認するため、OHコレットとMSコレットを用いたときの油剤供給量を比較した。

刃先に供給される全油剤量については、MSコレットを用いた場合、吐出開放断面積がオイルホールに比べ極めて大きく、油剤供給量が20倍以上多い結果となった。

また、MSコレットを用いた時の工具外周からの供給油剤を除去しオイルホールのみから供給される油量を計測したところ、OHコレットを用いた場合の3倍以上の油量が確認された。

MSコレットを使用した場合、工具外周部へ油剤が逃げてしまい肝心のオイルホールからの油剤供給が減少するといったイメージを持たれることが多いが、工具把握部分まで適切なエア流量を確保し、オイルミストをロスなく多く搬送できるMQLコレットシステムにより、結果的にオイルホールからの油剤供給量が増加したものと思われる。

5. まとめ

MQL加工に最適な、コレットシステムFDC-MS型を使用することにより以下の効果を確認できた。

- ①: 工具寿命の向上
- ②: 加工面状態が良い
- ③: 小径オイルホール付きドリル使用時の油剤供給量の増大

また、MQLコレットシステムを使用してアルミニウム部品加工を行っているユーザーからは、溶着による加工不具合が解消されたとの報告もある。

セミドライ加工技術はまだ多くの課題を残しているが、当社製品が今後のセミドライ展開の一助となれば幸いである。