

難削材のエンドミル加工へのMQLの適用

担当部所 : 栃木県産業技術センター 機械電子技術部
共同研究者 : 東都工業株式会社

背景

ボーイング787等の新型航空機では、CFRPの利用増に伴い、熱膨張率や電蝕の問題からチタン合金が多用されている。チタン合金等の難削材の切削加工では工具寿命が著しく短くなるため、工具の長寿命化によるコスト低減が求められている。

長寿命化の手法として、微量の切削油剤を圧縮空気とともにオイルミストとして供給するMQL(Minimal Quantity Lubrication)加工が着目されているが、高圧クーラントとMQLを比較した報告やオイルミストノズルの設置位置と工具寿命の関係を調査した報告は少ない。

そこで本研究では、ノズルとエンドミルの距離、ノズル方向等が工具寿命に与える影響を明らかにすることで、MQLの現場適用方法を開発し、工具の長寿命化を目指した。



図 オイルミスト装置外観
フジBC技研機製 Bluebe Model FK
※同社 外部給油装置カタログから抜粋

研究目標と結果

研究目標

- 難削材(チタン合金)におけるオイルミスト吐出条件と工具摩耗の関係を明らかにする。
- MQL適用によって、高圧クーラントに比べて1.5倍以上の工具寿命を目指す。

実施内容

① オイルミスト吐出条件と工具摩耗の関係の調査

ノズルとエンドミルの距離およびノズル方向を変えた際の工具寿命を把握するため、φ10mm2枚刃TiAlNコーティング超硬ラジラスエンドミル(R1.0)を用いて、切削条件 $V_c=100\text{m/min}$ 、 $f_z=0.1\text{mm/tooth}$ 、 $a_p=3.0\text{mm}$ 、 $a_e=1.0\text{mm}$ で64チタン圧延材(AMS4911)の摩耗試験を実施し、摩耗幅を評価した。

(1) ノズル距離(ノズル方向 180°)

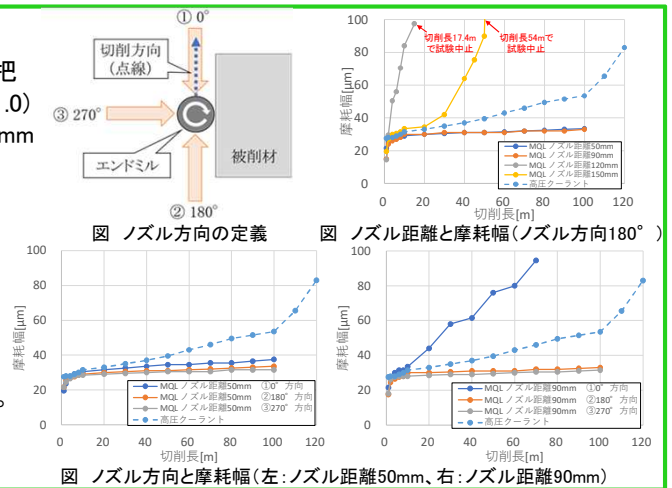
ノズル距離50mm・90mmは切削長10m以降、摩耗の進行が抑制され、高圧クーラントに比べて摩耗幅が小さい傾向を示した。

一方、ノズル距離120mm・150mmは早期に摩耗が進行した。

(2) ノズル方向

ノズル距離50mmの場合、すべての方向で切削長10m以降、摩耗の進行が抑制され、高圧クーラントに比べて摩耗幅が小さい傾向を示した。

一方、ノズル距離90mmの場合、ノズル方向 180° 、 270° は摩耗の進行が抑制されたが、 0° は早期に摩耗が進行する結果となった。



② MQLの現場適用方法の開発

航空機部品の実加工を想定した加工モデルに対して、ノズル設置条件(ノズル方向・距離)を検討した。

ダウンカットの加工パスに対して、ノズル1本でオイルミストを供給する場合、モデルの立壁によりオイルミストが遮られる可能性を考慮し、モデルの左側にノズルを設置した。

また①の結果から、ノズル距離を50mmにすることで、従来手法である高圧クーラントよりも大幅に寿命を延ばすことが期待できる。

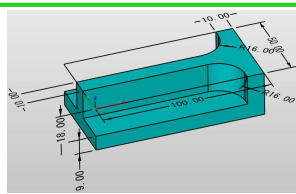


図 MQL適用対象の加工モデル

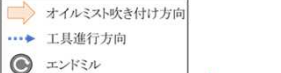


図 工具進行方向とノズル方向

③ 実証試験

②で示したノズル設置条件を実証するため、2つの加工機でモデルを多数個切削し、摩耗幅を測定した。

その結果、MQLは高圧クーラントに比べて摩耗の進行が緩やかであった。

摩耗幅の直線部データから近似直線を作成し、近似直線が $50\mu\text{m}$ を超えた切削長を推定工具寿命とした結果、加工機の差異に関係なく高圧クーラントに比べ10倍以上の長寿命を実現した。

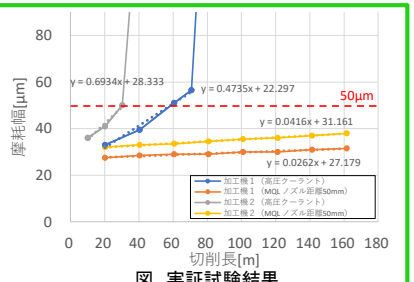


図 実証試験結果

表 推定工具寿命比較

		給油方法	推定工具寿命[m]
加工機 1		高圧クーラント	58.5
		MQL ノズル距離50mm	871.0 (14.9倍)
加工機 2		高圧クーラント	31.2
		MQL ノズル距離50mm	452.9 (14.5倍)

まとめ

- チタン合金におけるオイルミスト吐出条件と工具摩耗の関係を明らかにした。
- 製品を模擬したモデルにMQLを適用し、高圧クーラントに比べて10倍以上の工具寿命を実現した。

ご来場の皆様へ

問い合わせ先: 栃木県産業技術センター 機械電子技術部 TEL 028(670)3396

- チタン合金のエンドミル加工にMQLを適用することで、工具の長寿命化が期待できます。

