

超音波振動を援用したチタン合金のMQLエンドミル加工に関する研究

担当部所 : 栃木県産業技術センター 機械電子技術部

背景

新型航空機はチタン合金が多用されるが、切削工具の寿命が短いため、工具の長寿命化によるコスト低減が求められている。そこで、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)を適用したところ、従来の高圧クーラントに比べて10倍以上の工具寿命が得られた。

一方、現場の作業性向上や更なる大型部品への適用のため、工具寿命延長効果が得られるエンドミルとノズルの距離(ノズル距離)の延長が求められている。

そこで本研究では、工具刃先と被削材切削面の摩擦抵抗を低減できる超音波振動に着目し、超音波振動がチタン合金のMQLエンドミル加工における切削力や凝着の除去に与える影響を調査し、ノズル距離延長の可能性を検討した。



図 オイルミスト装置

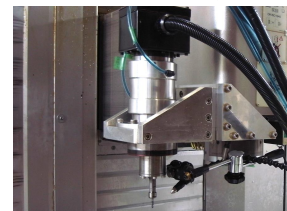


図 超音波スピンドル

研究目標と結果

研究目標

- 超音波振動が切削力や凝着の除去に与える影響を明らかにする。

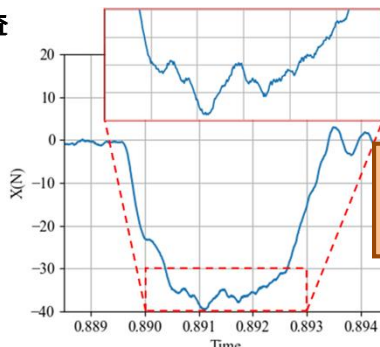
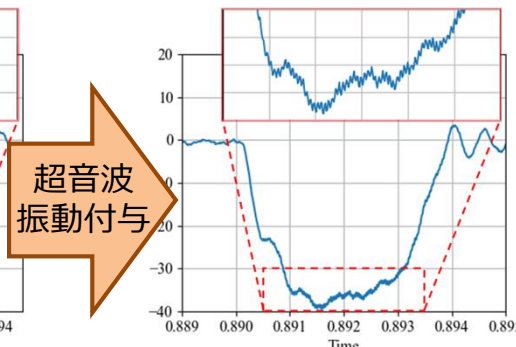
実施内容

① 超音波振動条件が側面切削に与える影響の調査

レーザードップラー振動計で超音波スピンドルのZ方向振動振幅を測定した結果、約 $0.68\ \mu\text{m}$ と小さく切削速度が $6.7\ \text{m/min}$ より大きい場合、工具刃先は加工物と連続接触する。

切削速度 $50\ \text{m/min}$ 、1刃送り $0.1\ \text{mm/tooth}$ 、軸方向切込み $3.2\ \text{mm}$ 、半径方向切込み $0.1\ \text{mm}$ の切削条件で64チタン圧延材を側面切削した結果

- ・超音波振動ありは、切削力に微振動が見られるものの、主分力の1切込み毎のピーク平均は振動なし $39.55\ \text{N}$ 、振動あり $39.46\ \text{N}$ であり顕著な差は見られなかった。
- ・被削材の表面粗さは、振動なし $R_z\ 1.84\ \mu\text{m}$ 、 $R_a\ 0.25\ \mu\text{m}$ 、振動あり $R_z\ 1.87\ \mu\text{m}$ 、 $R_a\ 0.25\ \mu\text{m}$ でありほぼ同程度の結果であった。

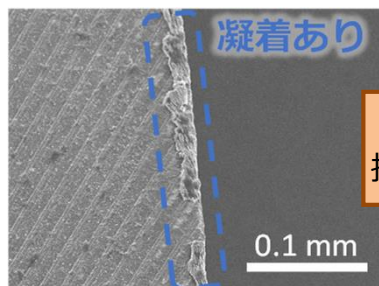
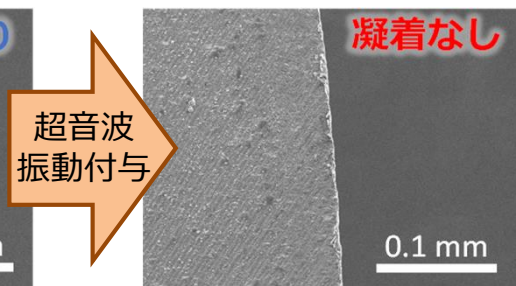
図 1切込みの切削力主分力
MQL(超音波なし)図 1切込みの切削力主分力
MQL(超音波あり)

② ノズル距離が凝着に与える影響の調査

チタン合金のMQL加工は刃先に発生する凝着をエアブローで除去することで工具の長寿命化を実現していると考えられる。そのため、刃先の摩擦係数を低減し凝着の結合を抑制することで、ノズル距離が大きくエアブロー衝撃力の小さい条件においても凝着を除去し、工具寿命延長効果を得ることが期待できる。

そこで、過去の研究から工具寿命延長効果が損なわれる条件であるノズル距離 $150\ \text{mm}$ で①と同様の切削条件で条件毎に新品工具を用い、繰り返し5回側面切削を実施した後、走査型電子顕微鏡(日立ハイテック SU3800)を用いて工具のすくい面における凝着の観察を行った。

その結果、超音波振動の付与で凝着が低減した。

図 エンドミルすくい面のSEM観察像
MQL(超音波なし) ノズル距離 $150\ \text{mm}$ 図 エンドミルすくい面のSEM観察像
MQL(超音波あり) ノズル距離 $150\ \text{mm}$

まとめ

- 工具と被削材が連続接触する条件では、超音波の有無で切削力や表面粗さに大きな差は見られない。
- 一方、工具寿命延長効果が損なわれるノズル距離において、超音波振動の付与で凝着が低減した。

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と超音波振動を組み合わせることで、工具の長寿命化が期待できます。

