

難削材のエアジェットクーラント・エンドミル切削

北見工業大学 ○松本健司 久保明彦 杉野豪 田牧純一 北川武揚

要旨

スローアウェイ型エンドミル本体にエアジェットホールを加工し、すくい面切りくず排出の後方よりエアを吹付け、空切削中におけるすくい面切りくず付着を防止する加工法を考案した。同法によるチタン合金の加工で切削温度、工具摩耗の測定を行った結果、乾切削と較べ、平均切削温度は低下、逃げ面摩耗も減少する。切削液を用いない、環境に優しい省エネ型のエアジェットクーラント高能率切削について検討する。

1. はじめに

既報¹⁾チタン合金の断続旋削において、実切削、空切削の全期間、常時エアジェットを工具刃先に吹付けて、空切削中のすくい面切りくず付着を防止した実験を行い、その結果として刃先温度を低下させ逃げ面摩耗を大幅に改善できることを示した。本研究では、これをエンドミルに応用し、実切削期間中のみエアジェット吹付けを行い、乾切削との逃げ面摩耗の比較を行った。その結果、断続旋削の場合と同様な結果が認められ、同法により圧縮空気消費量の節減にも有用であることが知られた。

2. 実験

2.1 実験方法

エアジェット吹付けは、すくい面切りくず付着の防止が目的で、工具刃先の熱伝達による直接的冷却を期待するものではない。図1に示すよう、用いたスローアウェイ型エンドミル本体に実切削期間中のみ刃先にエアを供給できる回転式バルブを設け、刃先より切りくず背面の約15mmの位置にφ2mm口径ノズルを加工してある。これにより1回転中約1/10切削期間のみエア供給で、すくい面の切りくず付着を防止できる。使用したエンドミルはφ40mmスローアウェイ型2枚刃用のものを1枚刃として実験を行った。また、切削は全て下向き削りに従っている。なお、摩耗試験では逃げ面ノーズ摩耗 V_c 、平均摩耗 V_B 、平均摩耗幅で生じる最大のものを $V_{B'}$ 、および境界摩耗 V_N の中で最も大きいものを表示して比較した。

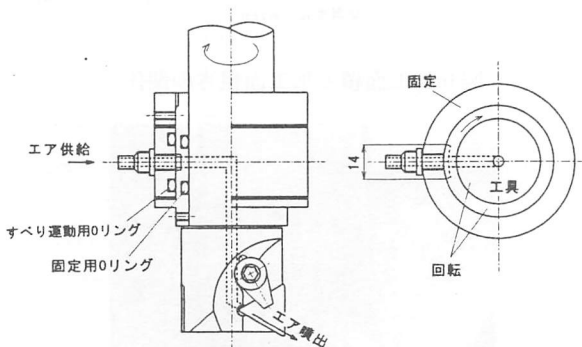


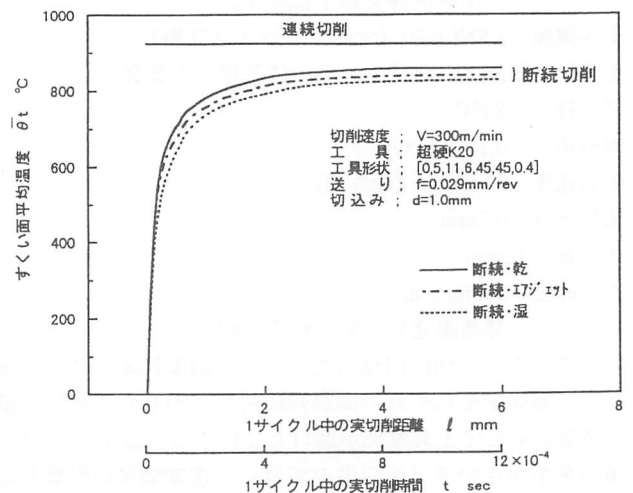
図1 エアジェットクーラント・エンドミル

2.2 共試材と切削条件

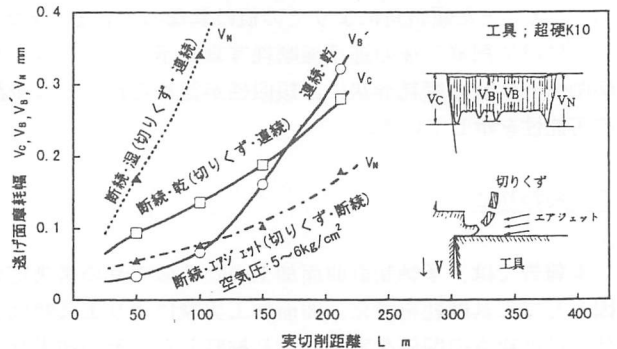
対象とした難削材は、空切削中、すくい面に切りくずが付着しやすいチタン合金Ti-6Al-6V-2Snとステンレス鋼SUS304を用いた。工具材は、チタン合金にK10、ステンレス鋼にP30超硬合金をそれぞれ用い、工具形状を表1に示す。

工具材	すくい角		半径方向逃げ角 γ_r	コーナ角 C	ノーズ半径 R
	半径方向 α_r	軸方向 α_a			
K10	0°	15°	20°	0°	0.8mm
P30	-4°	7°	15°	0°	0.8mm

表1 工具形状



(a) 切削1サイクルの平均温度



(b) 逃げ面摩耗経過曲線
図2 断続旋削実験

3. 実験結果と検討

3.1 チタン合金の断続旋削およびエンドミル切削

図2に、同一切削条件の下で行った断続長手旋削実験（実切削6mm、空切削30mm、切削厚さ0.029mm）で得られた平均温度(a)と摩耗経過曲線(b)を連続旋削と比較して示した。ただし、この場合のエアジェットは、実、空の切削全期間を通して刃先に常時吹付けた状態である。切削温度は連続切削と較べて、明らかに断続切削で低く、乾、エアジェット、湿の順に低下している。摩耗は、連続切削では初期摩耗は小さいものの切削温度が高いため

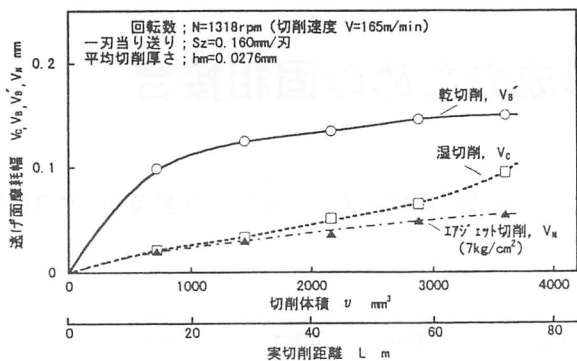


図3 エンドミル乾切削とエアジェット切削との比較

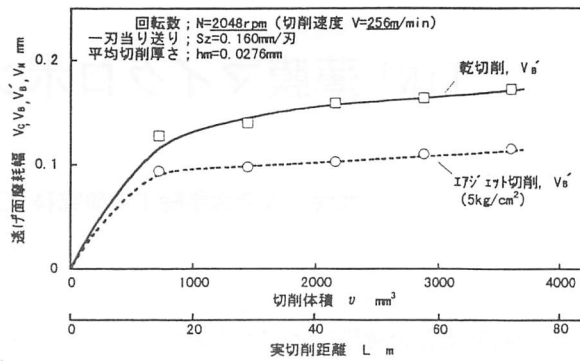


図5 高速エンドミル切削

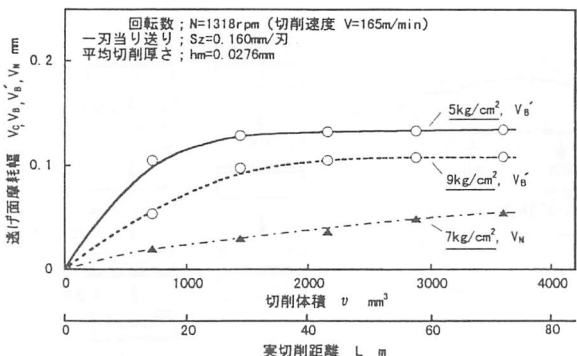


図4 エアジェット空気圧との関係

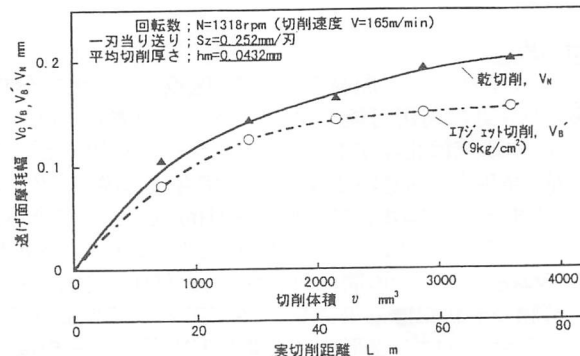


図6 高送りエンドミル切削

実切削距離に対する摩耗率は大きく、断続・エアジェット切削で最も小さい。最も温度が低い断続・湿切削で大きな摩耗を示すのは急加熱、急冷の熱応力による損傷が現れたものと考えられる。図3は、エンドミル切削の空気圧7kg/cm²場合における結果で、縦軸に逃げ面摩耗幅、横軸に切削体積をとって示した。乾、エアジェット、湿切削の3条件中、エアジェットが最も摩耗が少ない。図4は、図3と同一切削条件で空気圧の異なる3条件について結果を示す。これより摩耗低減に効果のある最適圧力の存在がわかる。過大な圧力はチップブレーカの場合と同様に、実切削中の切りくず接触長さが過小となり刃先垂直応力が大きくなるためと考えられる。しかし図5、図6に示すよう、高速切削では低い圧力で、高送り切削では高い圧力でエアジェットの効果が現れ、切削条件による切りくず接触長さの大小、あるいは切りくずと工具すくい面の凝着の強弱が関係していると思われる。

3.2 SUS304ステンレス鋼のエンドミル切削

試作したエアジェットクーラント・エンドミルによる切削温度低下を調べるため工具-切りくず熱電対法により、すくい面平均温度を測定し、結果を図7に示した。同工具による温度低下の効果は明瞭に現れ、図8に示すよう摩耗試験結果にも同様な効果が現れている。

4. 結論

実切削期間中にのみ作動するエアジェットクーラント・エンドミルを試作して、難削材に適用した結果、エアジェットの吹付けは切削温度を低下させ、逃げ面摩耗の低減と圧縮空気の節減に効果があることを実験的に示した。

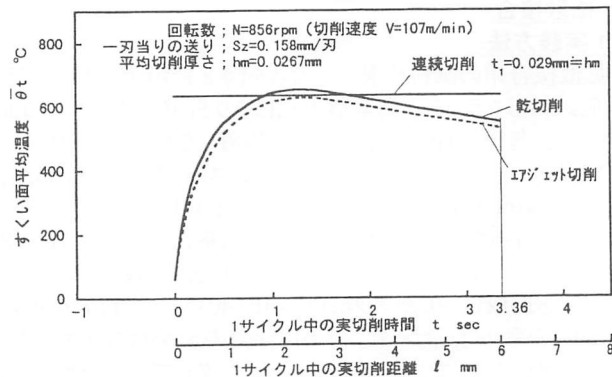


図7 SUS304エンドミル切削の平均温度

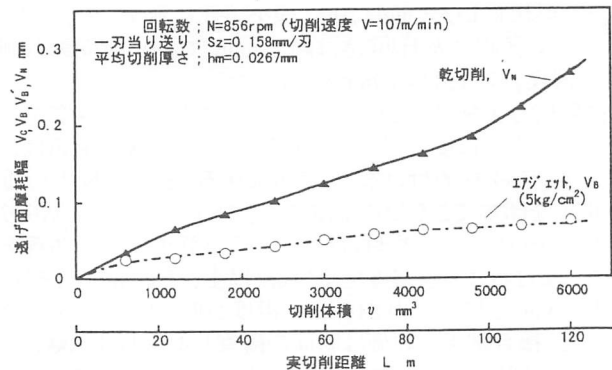


図8 SUS304エンドミル切削摩耗経過曲線

参考文献

- 1) 松本ほか；日本機械学会北海道学生会学生員卒業研究発表講演会前刷集 1998. 3, P279