

断続切削における切りくず排出の挙動が工具損傷に及ぼす影響

北見工業大学 ○松本 健司 杉野 豪 田牧 純一 北川 武揚

要 旨

断続切削における切りくずの排出状態は工具寿命に大きな影響を及ぼす。チタン合金の断続長手旋削及びSUS304のエンドミル切削実験により切りくずの排出を種々に制御し、逃げ面摩耗に及ぼす影響を検討している。その結果、空切削中のすくい面切りくず付着の有無が工具損傷に大きく依存することが知られた。

1. はじめに

断続切削時における空切削期間の工具すくい面切りくず付着の有無は、工具面温度の冷却作用を妨げ工具摩耗を促進させる¹⁾。本研究では溝付棒材の断続旋削及びエンドミルによる切削実験において切りくずの排出状態を制御し、切りくず排出状態の工具摩耗に及ぼす影響を調べた。

2. 供試材及び実験方法

断続旋削実験用被削材には直径120mmのTi-6Al-6V-2Snチタン合金丸棒材を、工具には超硬 K10、工具形状 [0, 5, 11, 6, 45, 45, 0.4]を用いた。切削条件として、切削速度 $V=300\text{m/min}$ 、送り 0.029mm/rev 、切込み 1.0mm 一定の乾、湿、エアジェット（ノズル径2mm、圧力 $5\sim 6\text{kg/cm}^2$ ）及びチップブレーカによる切りくず排出を制御した長手方向断続旋削実験を行なった。また直径40mm一枚刃エンドミルを用いて主軸回転数 856rpm （切削速度 $V=107\text{m/min}$ ）、一刃あたり送り $S_z=0.158\text{mm}$ 、切込み $t=1\text{mm}$ 、切削幅 $b=2\text{mm}$ の条件と超硬P30(A30N)、 $\alpha_r=0^\circ$ 、 $\alpha_s=15^\circ$ 、コーナー半径 0.8mm の工具によるSUS304角材のフライス切削実験も行ない、エアジェットの効果をフライス削りの寿命に支配的な逃げ面摩耗の観察を行なって調べた。

3. チタン合金の断続旋削実験

3.1 エアジェットの効果

図1の実験方法により、溝幅30mm、切削幅6mmの断続旋削で得られた実切削距離 ΣL に対する逃げ面摩耗経過曲線を図2に示す。ただし、摩耗幅は、同図中に示す V_c 、 V_B 、 V_B' 、 V_N の摩耗の中で、総切削距離200mの最終的に最大となるものを比較してある。断続・乾切削に較べ断続・湿切削（水溶性20ℓ/min）では境界摩耗がきわめて大きく現れ、切りくずは空切削中でもすくい面に付着し、連続的に排出される。実測によるすくい面平均温度は 800°C ¹⁾と高く、このような状況下での切削液による冷却は大きな熱サイクルを伴い熱応力による損傷が現れるためと考えられる。断続・乾切削では初期摩耗は連続切削のそれと較べて大きい、最終的にノーズ摩耗 V_c は連続切削時の V_B' より小さくなっている。この場合も切りくずは連続的に

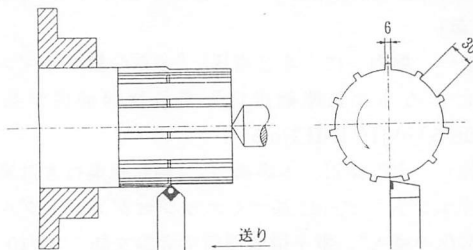


図1 断続旋削実験

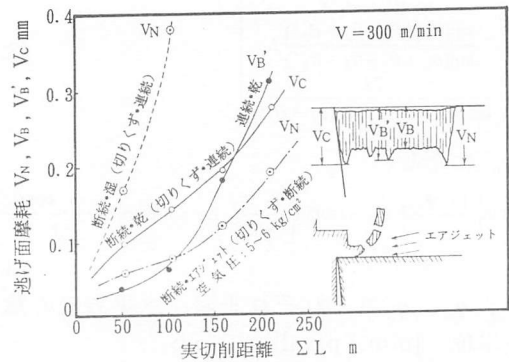


図2 逃げ面摩耗経過曲線

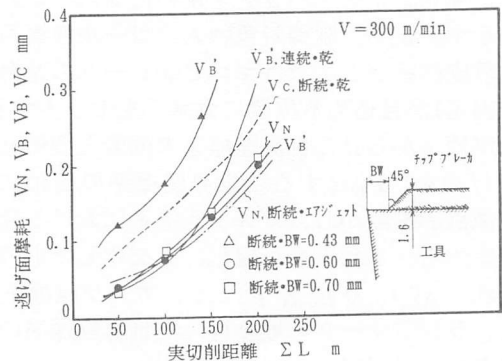


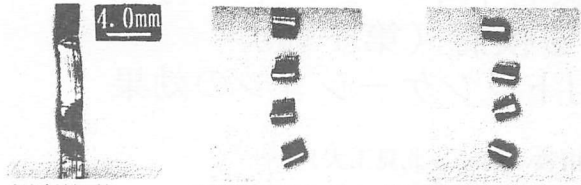
図3 逃げ面摩耗経過曲線(ブレーカ使用)

に排出され実測の切削温度が連続切削時より低目¹⁾であることから摩耗が温度に大きく依存していると考えられる。さらに断続切削におけるエアジェットの使用では、切りくずはすくい面に付着せず空切削中つねに分断して排出され、境界摩耗 V_N は連続及び断続・乾切削時より明らかに減少している。ただし、エアジェットは切りくず排出の背面より与えているため、切りくず接触長さの縮小とすくい面に切りくず付着がないことによる冷却作用の相乗効果としての温度低下が影響した結果と考えられる。また反面、高い圧力でのエアジェットでは切れ刃部の損傷を促進し逆効果となった。

3.2 チップブレーカの効果

種々のブレーカ幅BWの付与による同様の断続旋削実験を試み、その結果を図2と比較して図3に示す。いずれの場合も切りくずは分断する。極端に小さいブレーカ幅では切りくずの排出が抑制されるためブレーカなしの連続・乾切削および断続・乾切削より摩耗は増大するが、適当なブレーカ幅(BW=0.6, 0.7mm)に対しては断続・エアジェット切削と同様な効果が現れ摩耗は減少する。

写真1に排出切りくず状態を示す。



(1)断続・乾 (2)断続・エアジェット (3)プレート使用BW=0.6mm
写真1 チタン合金断続切削時の排出切りくず

4. SUS304のエンドミル切削実験

図4に示す方法で、一枚刃エンドミルによる通常切削実験でも、空切削中切りくずはすくい面に付着し、連続的に排出する(写真2)。図5(a), (b)は、下向き削りとエアジェット(7kg/cm²)の使用による逃げ面摩耗の経過曲線を示し、図6にこれらの最も大きいものを比較して示した。明らかにエアジェットによる切りくずの分断で逃げ面摩耗は減少している。図7は、上向き削りの結果であるが、下向き削りに較べて切りくず排出は連続的となりやすく、かつエアジェットの効果も摩耗に大きな影響は見られず、いずれの場合もきわめて大きく現れている。

下向き、上向き削りによる逃げ面摩耗の大きな差違は上向き削りの時に、一般にいわれている食付き時の“すべり”だけでなく、切りくず排出の状態、食付き角、ばりの状態等にも依存すると見られ、今後さらなる検討が必要と思われる。

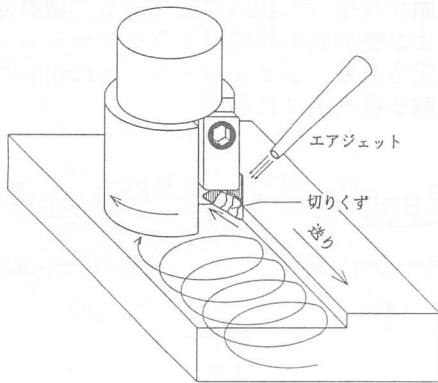
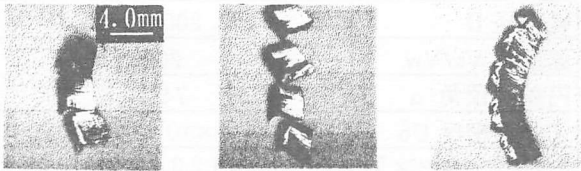


図4 エンドミル切削実験



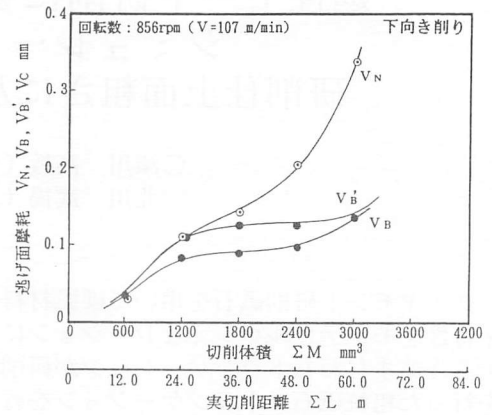
(1)下向き削り (2)エアジェット下向き削り (3)上向き削り
写真2 SUS304 エンドミル切削時の排出切りくず

5. まとめ

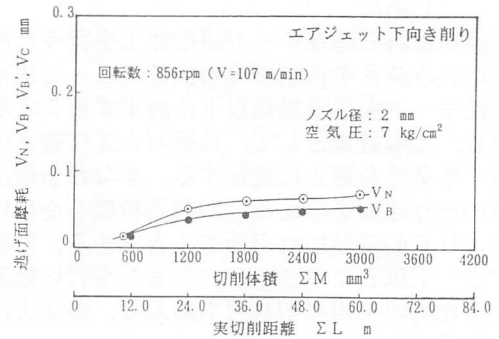
- (1) チタン合金の断続旋削実験で、エアジェット、チッププレートの使用は切りくずを分断し工具逃げ面摩耗低減に効果がある。
- (2) SUS304の下向きエンドミル切削でもエアジェットによる切りくずの分断は摩耗低減に効果が見られるが、上向き削りに顕著な効果は現れなかった。

参考文献

- 1) 松本ほか: 日本機械学会北海道学生会第26回卒研発表講演前刷集, 1997, p279.



(a) 下向き削り



(b) エアジェット下向き削り

図5 逃げ面摩耗経過曲線(エンドミル)

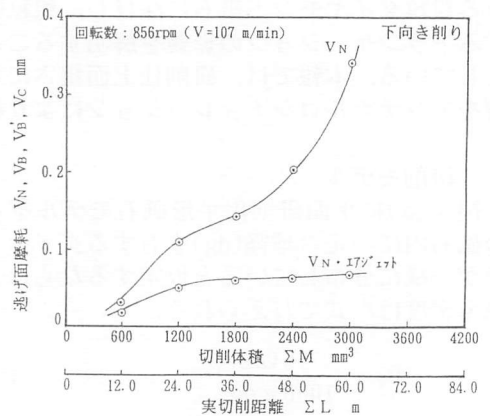


図6 逃げ面摩耗経過曲線(下向き削り)

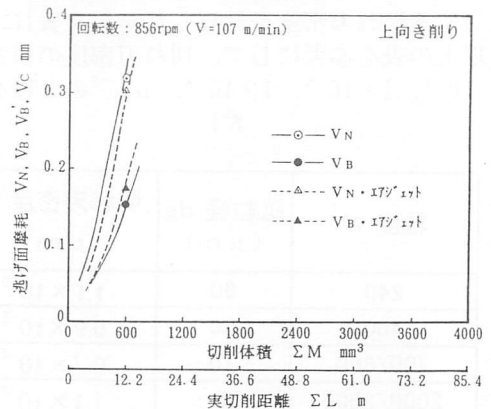


図7 逃げ面摩耗経過曲線(上向き削り)