

旋削加工におけるオイルミストの工具摩耗抑制効果

An Effect of Oil-Mist on Tool Wear in Turning

○野崎隆太郎(金沢大学) Mahfudz Al Huda(金沢大学) 上田隆司(金沢大学)
加藤賢一(荏原製作所) 山田啓司(金沢大学) 細川晃(金沢大学)

1. 緒言

旋削加工中の工具刃先付近は、主にせん断面でのせん断変形とすくい面での摩擦により非常に高温となり、これが加工精度の低下や工具の摩耗、すなわち工具寿命と密接な関係にあることはよく知られている。従来、上述のような問題への対応として切削油剤が用いられてきたが、加工コストの削減、廃油処理の問題などから切削油剤の使用量を減量化できる加工法が求められている。なかでも切削油剤を微細な液滴(ミスト)にして圧縮空気とともに供給する方法は、油剤を極微量(数ml/h)の使用量に抑えることができるとともに、乾式切削に比べ油剤の冷却・潤滑作用も期待できるため大きな注目を集めている。しかしながら、エンドミル加工のような断続切削ではその効果について比較的多くの報告がなされているものの¹⁾、切削領域への油剤の供給が困難である連続切削においては、その効果や作用機構についてあまり明らかにされていないのが現状である。

そこで本研究では、オイルミストを供給して旋削加工を行い、切削後の逃げ面摩耗幅を測定し、その摩耗抑制効果を検討する。

2. オイルミストの工具刃先温度への影響

旋削加工においてオイルミストを供給することによって工具刃先温度が低下するという報告がされている²⁾。Fig.1にその温度測定結果を示す。工具材はアルミナ (Al_2O_3) 工具、被削材はS45Cを使用している。工具刃先には $\phi 0.6\text{mm}$ の穴が工具底面からすくい面上へ向けて開けられおり、そこに温度計測用の光ファイバを挿入し光カプラー型2色温度計³⁾を用いて測定している。いずれの切削速度においてもオイルミストの供給効果が現れ、刃先付近の温度低下が確認できる。切削速度 $V=300\text{m/min}$ のときに最大で約 50°C の温度低下が見られた。オイルミストの供給効果は切削速度が大きくなるにつれその効果も大きくなっている。そこでその温度低下が工具摩耗にどのように影響するのかを明らかにする。

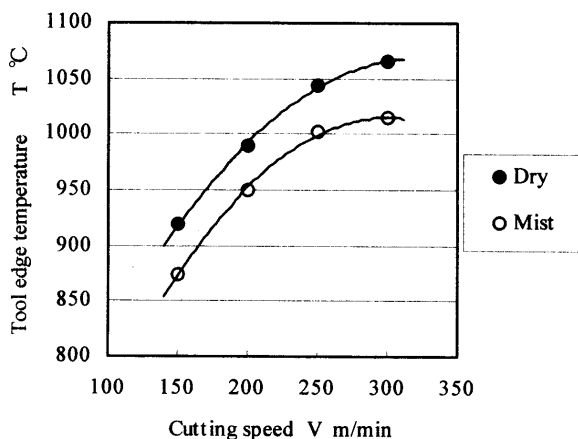


Fig.1 Effect of Oil-Mist on Tool edge temperature

3. 実験装置および実験方法

実験装置概略を Fig.2 に、実験条件を Table.1 に示す。コンプレッサから送られた圧縮空気はエアドライヤを経た後、ミスト発生装置 ((株) 荏原製作所, ZELS MBM02) 内で植物性油剤と混合されオイルミストとなり切削領域に噴霧される。不要なミストは集塵機によって捕集される。オイルミストは直径 $1\sim 2\ \mu\text{m}$ と非常に微細な油滴であり、一時間に約 20ml を噴霧する。

工具材には CBN (BN250) 工具を用いた。CBN 工具は熱伝導率に優れ、超硬合金工具の約 2 倍の硬度をもつ。難削材の切削に優れた性能を示し、高速切削においても適している。ダイヤモンド工具に比べると硬度は半分程度であるが、高温での鉄鋼材との反応が少なく焼き入れ鋼の切削に有効である。この CBN 工具には強度を保つために 0.1mm のランドがついている。被削材には軸受鋼である SUJ2 (700Hv) を用い、工具すくい面上に供給しながら旋削を行った。

摩耗進行の評価は工具刃先部分を CCD カメラ (倍率 175 倍) で観察し、平均逃げ面摩耗幅を測定することで行った。切削抵抗はシャンクに貼り付けたストレインゲージにより検出し、主分力 F_p および送り分力 F_f を測定した。

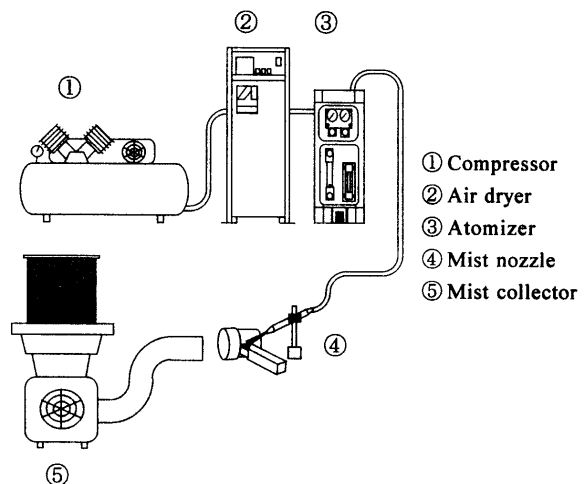


Fig.2 Experimental device outline

Table.1 Experiment Conditions

Tool material	CBN(BN250)
Work material	SUJ2(700Hv)
Cutting speed (m/min)	150
Depth of cut (mm)	0.1
Feed (mm/rev)	0.1
Mist pressure (MPa)	0.6
Carrier pressure (MPa)	0.55
Nozzle diameter (mm)	2
Nozzle angle (°)	45

4. 実験結果および考察

Fig.3に今回使用した工具の刃先写真を示す。(a)は使用前の工具で、(b)、(c)はそれぞれオイルミスト供給と乾式で3000mの切削を行った工具である。刃先から逃げ面にこすれたように摩耗が進行していくのがわかる。

Fig.4,5に切削速度 $V=150\text{m/min}$ での切削距離と逃げ面摩耗幅の関係、切削距離と切削抵抗の関係をそれぞれ示す。逃げ面摩耗幅は切削距離と共に増加していき、乾式の場合切削距離 $L=3000\text{m}$ で約 $200\ \mu\text{m}$ に達している。それに対しオイルミスト供給を行った場合は、約 $180\ \mu\text{m}$ となっている。逃げ面摩耗幅の差は、切削距離を延ばすにつれ次第に大きくなっている。主分力、送り分力は共に切削距離が延びると大きくなる。これは摩耗が進行することにより増大するものである。オイルミストの供給により、主分力は乾式切削に比べ低下しているが、送り分力はほぼ同じ値となっている。オイルミストの供給による主分力の低下は、逃げ面摩耗幅の抑制によるものと考えられる。

Fig.6に今回の切削で得られた切りくず写真を示す。(a)はオイルミストの供給を行ったものであり、切りくずは茶褐色である。それに対し(b)の乾式切削で得られた切りくずは青く焼けている。これは酸化膜の厚さの違いによるものと考えられ、オイルミストの供給により切りくず排出時の温度が乾式に比べ低くなっていると考えられる。

これらのことより、オイルミストの供給を行うことによりCBN工具の摩耗を抑制することが可能であると考えられる。

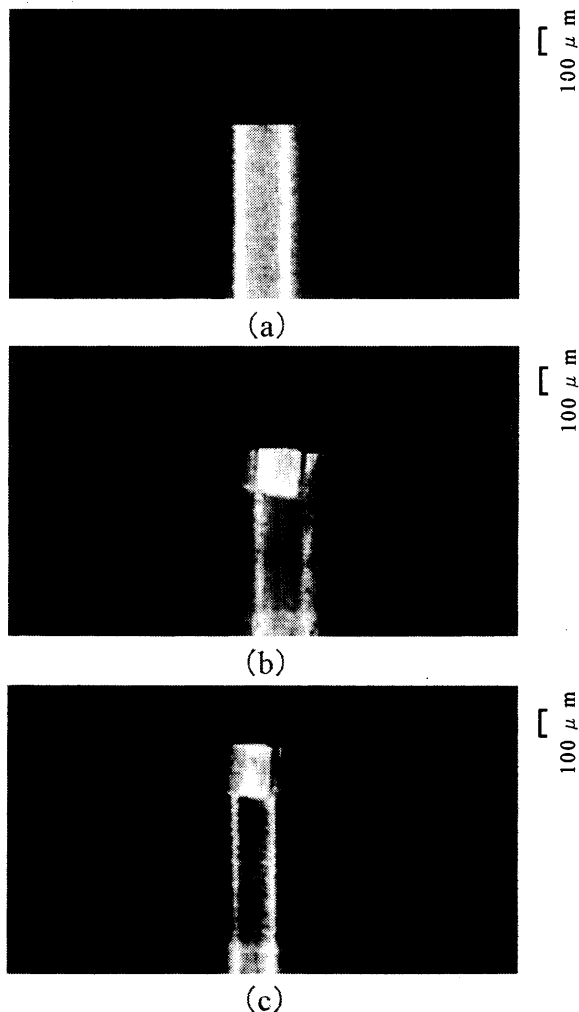


Fig.3 Picture of Tool edge

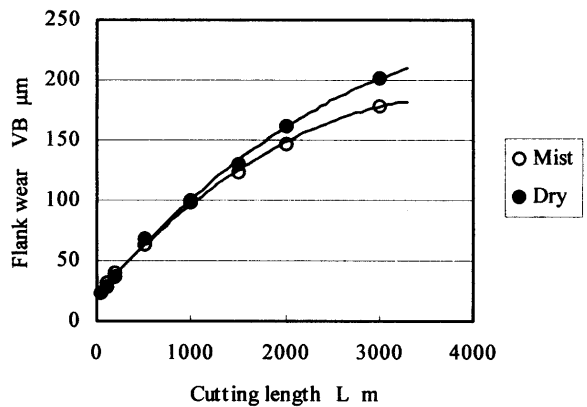


Fig.4 Relation between Cutting length and Flank wear

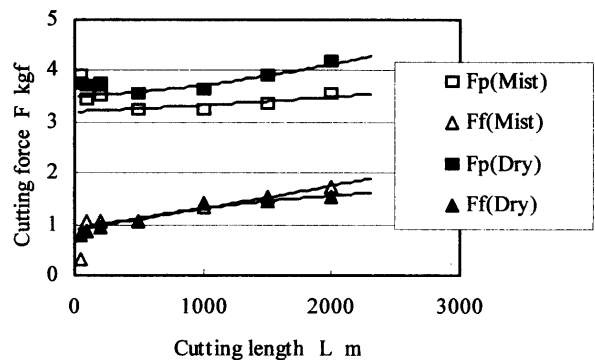


Fig.5 Relation between Cutting length and Cutting force

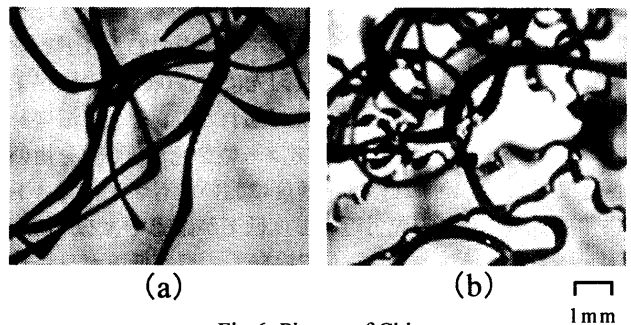


Fig.6 Picture of Chip

5. 結言

オイルミストの供給による工具摩耗への影響として以下のような結果が得られた。

1. オイルミストには工具摩耗抑制効果があり、最大で($V=150\text{m/min}$, $L=3000\text{m}$) 約 $20\ \mu\text{m}$ の逃げ面摩耗幅の低減という結果が得られた。
2. オイルミストの供給効果は切削速度および切削距離の増大に伴って大きくなる。

参考文献

- 1) 例えば, 笹原弘之, 水谷文則, 堤正臣: オイルミスト供給による高速エンドミル加工時の工具摩耗への影響, 精密工学会誌Vol.66, No. 1, 2000
- 2) 渡辺幸樹, Mahfudz Al huda, 上田隆司, 細川晃, 山田啓司: 旋削におけるオイルミストの供給効果に関する研究, 精密工学会秋季大会講演論文集, 2001
- 3) Mahfudz Al Huda, 山田啓司, 上田隆司: 旋削加工における工具一切りくず接触面温度の測定, 日本機工学会論文集(C編)65巻633号(1999-5)