

## 重切削における切削液の効果について

日鋼特機(株) 和田候衛 青野文朗 佐藤功一 ○高佐成樹

### 要 旨

切れ刃幅の大きな重切削加工において、切削液を逃げ面側からミスト状に噴射する装置を使用することで、わずかな量で工具刃先まで均一に到達させることが可能となった。ミスト状切削液の潤滑および冷却作用により、工具摩耗の進行が低減され、工具寿命の延長および切削条件の向上の可能性が示唆された。

### 1. 緒 言

ほとんどの切削加工において、切削液を使用することにより工具損傷が抑えられることは周知の通りである。しかし、切削幅の大きな重切削の場合、すくい面側から切削液を供給すると流出する切り屑が障壁となり、熱衝撃による工具損傷を生ずる恐れがある。また、切削液の使用にあたっては、異物混入などによる性能劣化を防止するために、回収装置などの管理が必要となってくる。

そこで、切り屑の影響を受けない逃げ面側から切削液を供給し、かつ回収の必要性がない微量を供給する方法としてミスト状に切削液を噴射する装置を考案した。これを切削抵抗が大きく、工具に高い負荷のかかる重切削加工に適用し、切削液が工具寿命に及ぼす影響と、それによって切削条件の向上が可能かどうかを調査した。

### 2. 実験方法

図1に、加工工具とミスト噴射装置の概略を示す。工具ホルダー内に圧縮空気と切削液の流路を設け、被削材との干渉を避ける構造とした。ミストの噴射は、工具直下まで配管されている圧縮空気が切削液を吸引、混合し、ノズルから拡張する形式であり、圧縮空気吐出量と切削液流量はバルブによって微調整できる。

表1に、切削条件を示す。

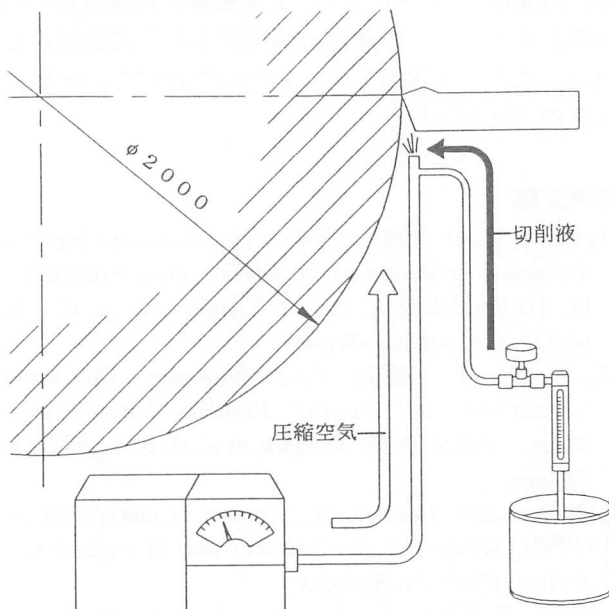


図1. 加工工具およびミスト噴射装置

表1. 切削条件

被削材材質	ニッケルクロムモリブデンバナジウム鋼
被削材硬度	Hs 42, 44, 46
使用工具	P10
切 削 液	JIS W2種1号 (50倍希釈)
切削速度	66, 72, 78, 84 m/min
送 り 量	0.69, 0.76, 0.78 mm/rev
切り込み量	37, 42, 47 mm

### 3. 結果および考察

#### 3-1. ミスト噴射量とその効果

図2に、ミストの有無による工具損傷状態を示す。乾式の場合、逃げ面は正常なこすり摩耗形態を呈するが、ノーズ先端部は高い切削圧力によって塑性変形を生じ、この部分の摩耗進行が著しく早まる。ミスト使用の場合、こすり摩耗は減少するものの、微細な熱亀裂が定期的に発生するため、平均的な逃げ面摩耗幅は乾式の場合と大差ない。しかし、ノーズ先端部においては塑性変形量が低減され、摩耗進行を大幅に抑制することが可能となった。また、すくい面の損傷状態から判断すると、逃げ面側からミストを供給した場合でも、切り屑との摩擦によって高压状態となっているすくい面側において切削液の効果があるものと推測される。

本実験において工具寿命の延長を図るには、ノーズ先端部の摩耗進行を低減させるように切削液を活用することが重要である。図3は、ミストの噴射条件を変化させたものと乾式によるものの、ノーズ先端部の摩耗経過曲線である。圧縮空気の吐出量を増加させると、切れ刃幅の大きな工具のノーズ先端部まで十分にミストが拡がる。当然のごとく、切削液流量の増加に伴いノーズ先端部に到達する切削液の量は多くなるが、ミストの水滴が大粒となるため、切れ刃部分で熱亀裂や割損などの異常損傷をきたす原因となってしまう。これから、本加工工具を使用するにあたり、正常な切れ刃摩耗状態を維持できる最大のミスト噴射条件を選定し(表2)、以後この条件にて加工を行った。この噴射条件でミストを使用することにより、ノーズ先端部の摩耗量を約半減させることができた。また、噴射条件がわずかに低ければ、ノーズ先端部へのミスト噴射が有効に行われず、切削液の効果が現れないことがわかる。

表2. ミスト噴射条件

圧縮空気吐出量	2.5 kgf/cm <sup>2</sup>
切削液流量	50 ml/min

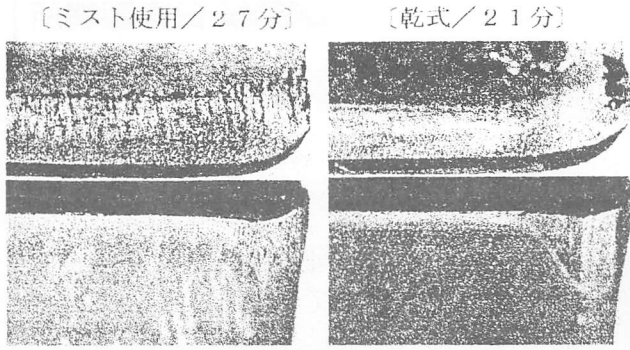


図2. 工具損傷状態  
( $V=66\text{m/min}$ ,  $f=0.78\text{mm/rev}$ ,  $d=47\text{mm}$ ,  $H_s=46$ )

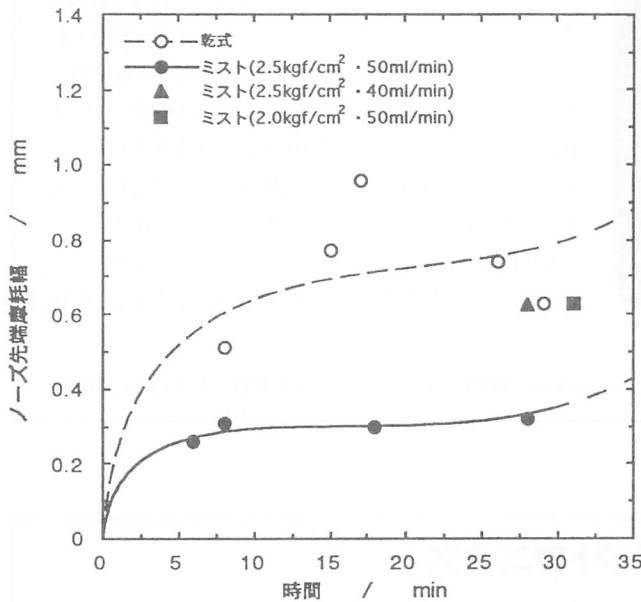


図3. ノーズ先端部摩耗経過曲線  
( $V=72\text{m/min}$ ,  $f=0.69\text{mm/rev}$ ,  $d=42\text{mm}$ ,  $H_s=42$ )

### 3-2. 切削速度に及ぼす切削液の影響

図4に、切削速度を3段階に変化させた場合のノーズ先端部摩耗状況を示す。ミストを使用することによって、どの速度領域でも50%以上の摩耗量減少が確認でき、切削液が有効に作用していることがわかる。

切削液の効果として、潤滑、冷却、浸潤などの作用があげられる。本研究で用いたソリューション型切削液は、不水溶性切削油やエマルジョン型切削液と比較して潤滑性に劣るため、切削速度の増加による潤滑性の低下が懸念された。しかし、この速度領域では問題なく効果が持続している。これは、被削材との接触面積が少ない逃げ面側から供給していることと、工具の微小振動によるポンプ作用によって、十分に浸透が行われたことによるものと考えられる。

また、切削液の冷却作用を確認するため、切削中のノーズ先端部近傍の温度および切削終了直後の工具温度を放射温度計によって計測し、ミストの有無で比較を行った。その結果を図5に示す。切削速度の増加によりこれらの温度はわずかに上昇する傾向にあり、切削液の使用

によっていずれの切削速度においても工具自体は約130°C、加工点であるノーズ先端部近傍では100°C以上低下することがわかった。

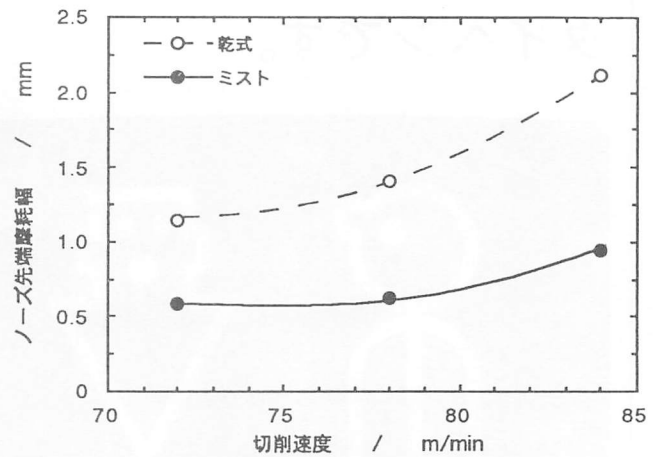


図4. ノーズ先端摩耗における切削速度の影響  
( $t=20\text{min}$ ,  $f=0.76\text{mm/rev}$ ,  $d=37\text{mm}$ ,  $H_s=44$ )

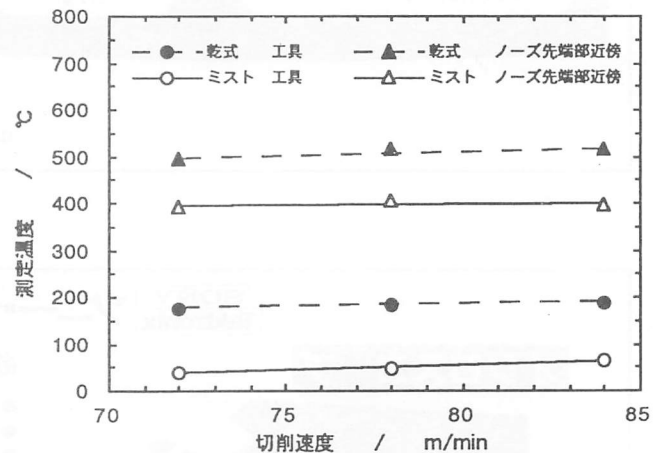


図5. 各切削速度におけるミストの冷却効果  
( $t=20\text{min}$ ,  $f=0.76\text{mm/rev}$ ,  $d=37\text{mm}$ ,  $H_s=44$ )

## 4. 結言

切削液の使用が困難な重切削加工において、逃げ面側からミスト状の切削液を供給することで、以下の結論が得られた。

- (1) 工具の異常損傷を引き起こさず、かつ最大の効果が期待できるミストの噴射条件（圧縮空気吐出量および切削液流量）を把握した。
- (2) 圧縮空気による効果も相まって、微少な切削液量でも冷却効果があることを確認した。
- (3) ミストを適正量噴射することによって、ノーズ先端部の塑性変形を抑え、摩耗進行を低減することが可能となり、工具寿命の延長が図れる。
- (4) 切削速度を増加させても、ミストの潤滑効果は持続されることから、切削速度の増加による効率化が可能となる。