

月刊 トライボロジー

THE TRIBOLOGY

2014 **10** No.326



出光

環境対応、海外進出、生産性向上をサポートします。
お客様のルブパートナー、出光の潤滑油。



潤滑油・グリースに関するお問い合わせ・ご相談に
経験豊富な潤滑油エンジニアがお応えします。

ルブカスタマーサポートグループ
<http://www.idemitsu.co.jp/lube>

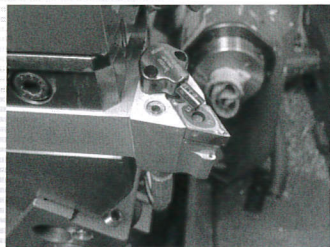
出光興産株式会社

F100-8321 東京都千代田区丸の内三丁目1番1号
TEL-03-3213-3141 <http://www.idemitsu.co.jp/lube>

特集

自動車のトライボロジー
工作機械・加工技術

▶インタビュー 高圧クーラントの切り屑処理性能



(株)トクピ製作所 代表取締役社長

森合主税氏に聞く

一般的に切削加工に用いられるクーラントは、冷却性能、切り屑排出性能、潤滑性能が求められる。

人工衛星や航空機など新たな産業に多く用いられる難削材や、自動車部品の加工などでは、冷却効果や切り屑の排出性などに対する要望が多い。

本稿では、冷却や切り屑の課題に対応する高圧クーラント技術を紹介する。

高圧クーラントでの加工

従来の加工法では、場合によっては切り屑が邪魔をして、インサートチップにクーラントがほとんどかからず、冷却効果や切り屑排出効果が十分に発揮できないことがあった。

そこで、工具と被削材が接触して切り屑を生成している箇所に、ピンポイントで高圧クーラントを噴射する方法が採用されてきている。

国内での高圧クーラントと言えば、7MPa程度の圧でクーラントを吐出するものを見たが、近年では7~30MPaの圧で吐出している。

また、吐出用のノズルを刃先の近くに設置したものが出現したことにより、その効果はさらに高まった(図1)。

従来の工作機械の構造に高耐圧のクーラントの吐出用パイプを固定させる方法では、吐出する地点と実際にクーラントを供給したい地点の距離を近づけることが難しかった。

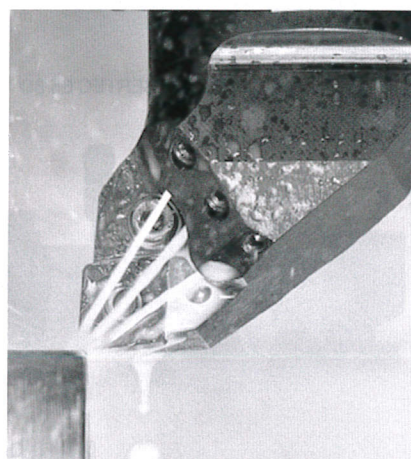


図1 高圧クーラントの事例(サンドビック社)

そこで、工具に直接ノズルを実装することにより、加工方向などに影響されずに、工具先端と切り屑の生成箇所の高精度でクーラントを供給できるようになった(図2)。

従来の供給法と、刃先近くから高圧クーラントを供給した場合の工具の刃先温度を計測すると、刃先近くから高圧クーラントを供給した方が刃先温度が低くなることがわかった。その理由は、刃先へのクーラントの到達率が高いということで、それによって効果的に加工熱が取り除かれていた結果を表している。また、クーラントが刃物と切り屑の間でくさびのような効果を発揮し、接触を低減することでも摩擦による熱の発生を低下させていると見られる。

また、吐出地点と供給地点の距離が縮

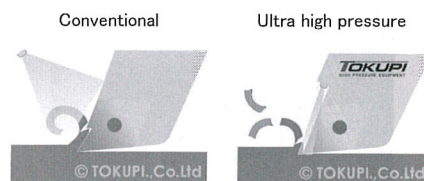


図2 高圧クーラントの加工イメージ

まったことにより、正確な位置にクーラントを吹き付けられるだけでなく、高速クーラントの流速・流量も確保できるようになった。このことから、高圧クーラントの場合、クーラントを打ち付けるように加工個所に供給するため、切り屑の生成に影響を与えていることがわかる。実際に、高圧クーラントによる加工で生成された切り屑は、細かく分断された状態となる。これは、高圧で吐出するため、切り屑をすくい上げる効果(ウェッジ効果)が作用した結果である。

高圧クーラント装置の技術を紹介する。7~30MPaの高圧クーラントの噴射を実現するトクピ製作所の装置(U-HIPRECO)では、高圧クーラント装置の核となる、プランジャーポンプを搭載している。

同ポンプでは、プランジャー(ピストン)部にセラミックを使用した。これによって摩擦を低減し、グランドパッキンの長寿命化を図った。また、パッキン部も高圧に対応したものを使用し、長寿命化に貢献している。

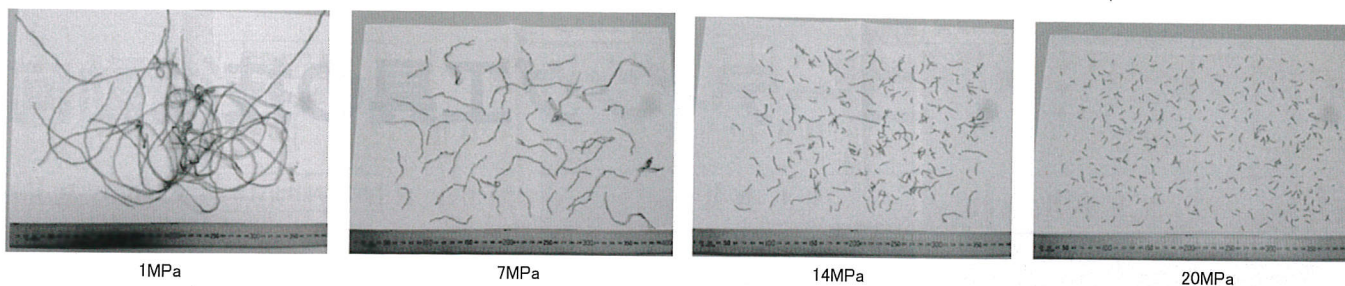


図3 SUS304の切り屑の変化

難削材加工における高圧クーラント

近年注目されている航空機産業では、燃費向上を目的とした、機体形状の検討、構造材の軽量化、出力装置の高効率化などが採り入れられている。そうした技術の実現に欠かせない各種の難削材料の加工技術の発展が、航空機の生産性向上に寄与することになる。航空機に用いられる難削材料として、チタンやチタン合金、ニッケル基超耐熱鋼、CFRP(炭素強化プラスチック)などの複合材料などが挙げられる。

航空機の燃費向上について機体の軽量化が求められ、構造材料として採用が増えているのは、複合材料やチタン合金である。また、高効率を実現するエンジン材料には、高温・高圧力への対応や軽量化などが求められる。高温化では、タービンの材料としてニッケル基超耐熱鋼、低温部の金属の軽量化には、チタンが用いられている。

こうした難削材金属は、熱伝導率が低い。そのため、切削加工で生じた熱が切り屑へと伝わりにくく、発生した熱は工具へと伝わり、刃先付近が高温となり、工具寿命の低下につながる。超硬工具を使用した場合にも高温となり、溶着、構成刃先を生じやすく、加工面の仕上がりの悪化を招く。高速加工を行った場合には、熱伝導性の悪さから表面層の加工硬化を起こす。

また、ニッケル基の超耐熱鋼では、900~1000℃の温度領域で、超硬工具による加工を行うと、激しい摩耗が起こる。そこで、高温域での加工に適したセラミック刃物は、チップブレーカ形状に限

界があることから、処理しやすい切り屑が生成しにくく、工具への切り屑の巻き付きのおそれがあるというデメリットがある。

そこで、高圧クーラントを使用することにより、刃先への確実なクーラントの供給が可能となるため、刃先の温度低下が見込め、高温による工具寿命の低下を防止できる。

また、切り屑の排出性が向上するため、巻き付きなどの防止にも貢献する。

さらに超高压域(30~40MPa)で加工を行うと、切り屑が一層速やかに刃先から離れるため、切り屑が接触することによる工具の摩耗や切削温度の上昇を抑制する効果が期待できる。

自動車分野での採用

自動車部品の加工では、SCM材(クロムモリブデン鋼材)やSUS316ステンレス材などが使用されている。

たとえばSCM415材などは、加工特性はよいものの、従来の7MPa以下では切り屑が分断されず長くカールして生成されるため、ワークに巻き付く症状が発生する時があり、この切り屑が要因で自動脱着(オートローダー)ができない現状があった。また、切り屑が長く、途切れずかさばるため、作業の邪魔になりやすい。

そこで、高圧クーラントの強い圧に

よって切りくず分断処理実験を行った結果を示す(図3)。SUS304を、高圧クーラントを使って切削した切り屑を撮影したものだが、圧力が増すほど切り屑が細かく分断されていることが明確となった。

また、切り屑のカールにも、クーラントが影響することがわかっている(図4)。

SUS304を使った実験によると、クーラントが高圧になるほど、カール半径が小さくなる傾向にある。クーラント圧が1~5MPaの間で変化が大きく、緩やかな大きな曲線を描いていた切り屑が、次第に小さいカール半径になっていった。

この理由として、切り屑とすくい面との間にクーラントが入り込み、切り屑が持ち上げられるため、切り屑が小さくなると考えられる。クーラント圧が高くなると、クーラントが切り屑を持ち上げる効果が高まり、カール半径が小さくなっていく。

こうした効果から、航空機に用いられる難削材や自動車などの粘りけの強い金属材料などの、生産性の向上や工具の長寿命化によるコスト低減や、品質安定性、省エネルギー化に高圧クーラントが貢献すると考えられる。

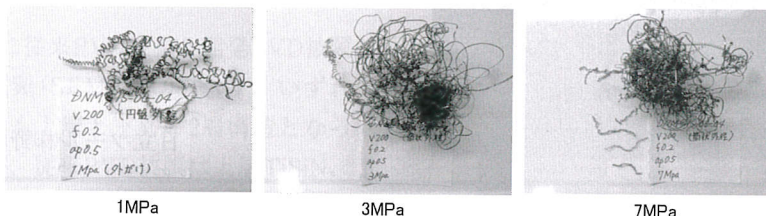


図4 自動車低炭素鋼の切り屑