

ホワイト ペーパー

突切り・溝入れ加工に おけるクーラントの 有効活用

従来から、突切り・溝入れ加工は工場の機械オペレータにとって難しい加工の一つです。チップとホルダ形状は薄くなり、またワークが難削材の場合、非常に神経を使う加工にならざるを得ません。チップが欠けることはないか？切りくずが溝に詰まらないか？その結果、ワークが不良にならないか？などです。これらの潜在的問題により、加工時の緊張度は高くなってしまいます。突切り・溝入れ加工では、チップが被削材に囲まれた状態で加工が行われるため、チップは高熱にさらされることになります。では、どのような解決策があるのでしょうか？多くのケースで、適切なクーラント使用が問題の解決とプロセスの最適化をもたらす可能性があるのですが、このことは見落とされがちです。この技術文書は、効果的なクーラント供給が突切り・溝入れ加工にもたらす重要なメリットを、加工現場において十分に考慮する必要性について説明することを目的とするものです。

高精度クーラント

高精度クーラントが、突切り・溝入れ加工で高い加工信頼性、生産性および加工品質を維持するために非常に有効なのは実証可能なことです。突切りや溝深さが深くなるほど、切削部への高精度クーラント供給の必要性は高くなりますが、従来のクーラント供給方法でそれを実現するのは困難です。

突切り・溝入れ加工の加工性能アップの手段としてクーラントを使用するという取り組みは、今日では多くの技術開発によって実現可能なものとなっています。たとえば、クーラントの高精度内部供給を含むこの分野での新しい工具技術は、正確に切削部(チップとワークの接点)へクーラントが噴射、浸透することで、加工に大きな違いが生まれます。



切りくず処理

良好な切りくず処理は、予期しない機械停止や工具破損を防ぐために、明らかに不可欠なポイントです。長い糸状の切りくずは工具に絡んだり、チップコンベヤ内に詰まったりしやすく、切込みの深い突切り加工では特に顕著です。切りくず生成が適切に行われず、切りくず幅が小さくならないと、加工中の溝に切りくずが詰まり、高い負荷が工具にかかり、加工信頼性の低下と加工面品質不良の原因となります。切りくず処理を改善し、溝壁の側面への給油をより適切に行うことによって、加工面品質が向上し、切りくずによる擦り傷や凹みのリスクが軽減されます。これは、クーラントが溝内から切りくずを洗い流す効果があるためです。

切削油としてのクーラントの役割は、突切り加工において非常に重要です。細長い形状の突切り工具をワーク内へ深く送る場合は、給油を最も必要とする切削ゾーンに(ジェット噴射の形で)十分なクーラントを供給できるよう手段を講じることが重要です。従来のクーラント供給方法では、生成される切りくずによって、クーラントのほとんどは必然的にブロックされてしまいます。したがって、クーラント噴射が成功を左右する鍵となります。

構成刃先 (BUE) の回避

高精度クーラントのもう1つのメリットは、その給油特性によって、構成刃先 (BUE) の発生を回避できることです。しかしながら、構成刃先の根本的な原因は、二相ステンレス鋼など溶着しやすい被削材での過度に低い、または高い切削温度にあります。特にワークの回転中心付近では切削速度が遅くなり切削温度が低下し構成刃先が発生しやすくなりますが、これを防ぐためクーラント供給を止めることが推奨されます。

送りの観点から言うと、送りは、ワーク中心の2 mm手前で最大75%まで下げることが推奨します。送りが低いと切削抵抗が小さくなり工具寿命が飛躍的に向上します。また破損を防止するために、決してワーク中心を超えて工具を送らないようにし、中心の0.5 mm手前で止めます(切断した部品はその自重と長さにより落下します)。サブスピンドルを使用する場合は、中心手前で止めてサブチャックでワークを引き離します。

クーラント供給はすくい面側から？逃げ面側から？ 両側から？

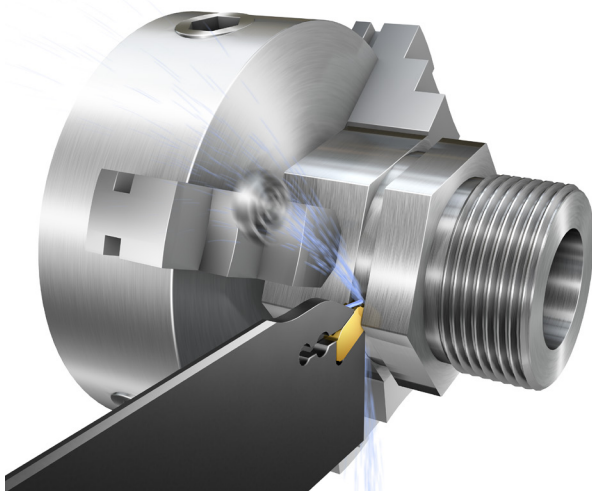
加工条件によって、内部給油仕様のすくい面(刃先の上面)側と逃げ面(刃先の下面)側のどちらを使用するかを選定できます。多くの場合、両者を組み合わせて使用するのが理想的です。すくい面側クーラントは、切りくずとチップの摩擦を低減して、構成刃先の発生を防ぎ、切りくず処理を改善します。これは、工具寿命の延長と機械停止の低減の鍵となります。しかし、構成刃先は温度によっても左右され、優れたクーラント供給により、構成刃先が発生する範囲まで温度が低下することがあります。したがって、すくい面/逃げ面クーラントを使用する場合は、切削速度を30～50%高くすることを推奨します。

下側から(逃げ面)のクーラント供給は、刃先温度を低下させ、同時に逃げ面摩耗を低減します。また、切りくず排出も改善されます。逃げ面側クーラントは、チップの逃げ面への給油で摩擦を低減し、コスリ逃げ面摩耗を減らします。この効果は、鋳鉄などコスリ摩耗を発生させやすい被削材で最も大きくなりますが、鋼、ステンレス鋼や耐熱合金でも工具寿命の大幅な向上が得られます。逃げ面クーラントは、温度が制限要因となることが多い長時間切削(深溝加工)において、特に大きなメリットをもたらします。

要約すると、すくい面/逃げ面クーラントの使用で切削ゾーンの温度が低下することによって、刃先およびコーナRが高温になり高い抵抗をうけることによるチップの変形、いわゆる塑性変形のリスクがなくなり、より柔らかく、じん性の高いチップ材種の使用が可能となります。これにより、さらに工具寿命と加工の安定化が実現できます。

突切り加工では、切りくずの強度が高いため、クーラント圧だけで切りくずを細かく切断することは困難です。しかしながら、より切りくずが伸びやすい被削材の場合、すくい面クーラントは切りくず処理の改善により大きな効果があります。逃げ面クーラントは切りくず排出性は改善されますが、切りくず分断の効果はありません。

高精度クーラントのさまざまな効果は、ワークの被削材によって左右されると言えます。その効果は、ステンレス鋼、チタン合金や耐熱合金など熱伝導率が低い被削材の加工で使用する場合に最も発揮されます。高圧クーラントは、低炭素鋼、アルミ合金や二相ステンレス鋼などの溶着しやすい被削材の加工で、切りくず処理が重要な問題となる場合にも効果的です。



るでは4倍にも向上したお客様も少なくありません。特に、チタン合金やニッケルベースの耐熱合金など特殊な被削材の場合に、高い効果が得られます。

クーラント供給の基準

重要なのは、チップには、クーラントや切削油を切削ゾーンの適切な場所に供給するために、形状の一部として特別に開発されたクーラントの通り道が備わっている必要があることです。さらに、機械、ホルダおよび工具インターフェースに行き渡る十分な量と圧力のクーラントが最小限の段取り作業で供給できなくてはなりません。工具交換やクーラント接続に時間がかかってはいけません。結果として、クーラントチューブやホースが不要な、使いやすいシステムにするためには、専用アダプタの使用が重要となります。

接続が簡単な「プラグ・アンド・プレイ」アダプタに対応した最新の内部給油システムでは特別な配管が不要なため、迅速な工具交換が可能です。実際、最新のノズル技術の採用により、適切に使用すれば、クーラント圧が10 barの場合でもいくつかの改善が期待できます。

クーラントタイプ

突切り・溝入れ加工では、クーラントは刃先の摩擦や工具およびワークの発熱を最低限に抑えるために使用されますが、クーラントには、機械を清潔な潤滑状態に保ち、さびや切りくずが付くのを防ぐ目的もあります。使用するクーラントのタイプを選定する際は、これらの要素すべてを考慮する必要があります。エマルジョンや油性オイルなど、さまざまなクーラント剤によって、加工結果は異なります。たとえば、油性オイルにはより高い潤滑効果がありますが、冷却効果はエマルジョンよりも低くなります。

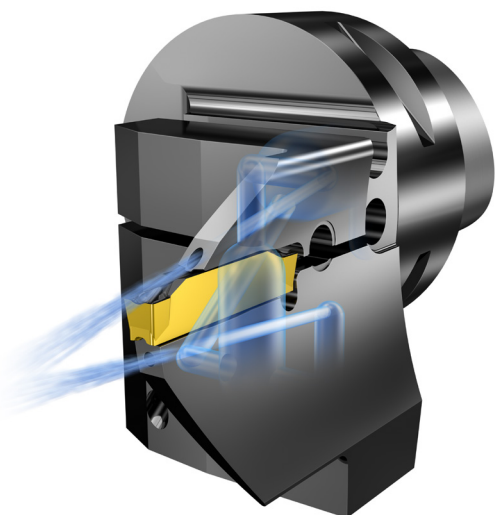
取扱いや処理も合わせてクーラントの購入コストはかなりの金額になるため、クーラントの適切な選定と使用はきわめて重要です。多くのケースでは、クーラントに関するコストは、加工部品当たりの機械コストの約15%になると算出されています。したがって、クーラントは機械コストで工具よりも高い割合を占め、平均で3%に及びます。このことを念頭に置くと、クーラントの使用は厳しい目で見ると、もし使用が必要な場合は、最適利用を確保し、ただ受動的、日常的に使用することは避けなくてはなりません。このような思考の流れによって状況が転換し、今では、生産エンジニアは、クーラントを、突切り・溝入れ加工において、生産性アップの鍵を握る重要な要因と認識されています。

深溝加工

深溝の突切り・溝入れ加工で最高の加工性能を得るためには、強度の高い工具およびチップ、高剛性クランプと「プラグ・アンド・プレイ」クーラントアダプタから成るシステムが必須条件です。コロカットQDのようなシステムは、このようなプロセスの要求事項をすべて満たすだけでなく、すくい面と逃げ面クーラントの組み合わせ(中～小径用のコロカット1・2シリーズに適応可能)により切りくず処理も向上させます。これによって、刃先の温度上昇が制限され、工具摩耗が低減し、安定した加工性能が維持できます。また、切りくず排出性も向上します。

重要なのは、コロカットQDのようなシステムでは、切削速度を通常、30～50%高くできることです。これは、同じ送りでチップとワークの接触時間が短縮することによって、刃当たり加工数が増加することを意味します。内部クーラント使用時は、目安として以下の割合で切削速度を上げることができます。クーラント圧:10barの場合、周速Vc 10%アップ、クーラント圧:30barの場合、周速Vc 30%アップ、クーラント圧:70barの場合、周速Vc 50%アップ。

しかし、注意しなくてはならないのは、いくつかのケースでは、クーラント圧が100 barを超えると工具寿命が低減し始めることで、これは、16の他社品と比較した91回の加工テストで平均工具寿命の増加率が85%に達した、コロカットQDなどのシステムで高精度クーラントを使用するメリットを反対に弱めてしまいます。実際、従来使用していたシステムと比較して、工具寿命が2～3倍、高いとこ



小型自動旋盤による加工

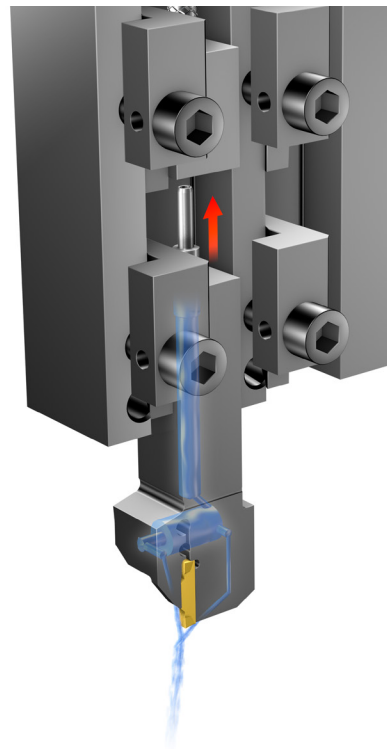
QSシャンクは、VDIなどのアダプタ取付けやコロマントキャプトなど、さまざまな方法でクーラントに簡単に接続でき、QSアダプタと工具は最大150 barのクーラント圧での使用が可能です。シャンクタレット、VDIスターおよび正面タレット、コロマントキャプト、HSK-Tなどの一般的なマシンインターフェースに対応した接続があります。

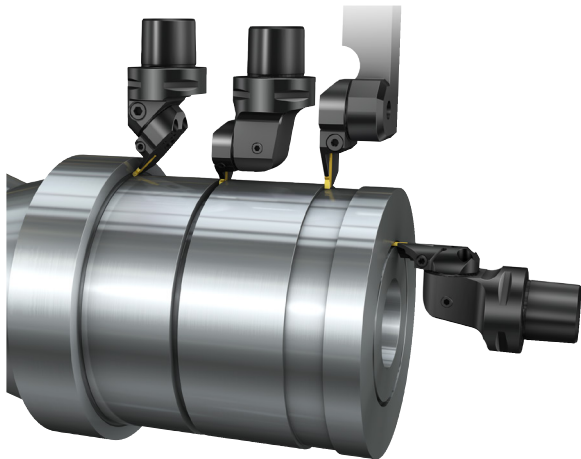
小型自動旋盤での精密な突切り・溝入れ加工には、コロカットXSなど、接線方向に取り付けるシステムが望ましいです。高精度クーラントに対応したこのシステムは、旋削加工、後引き加工、ねじ切り加工にも使用でき、極めてシャープな刃先により、低送りで最高の性能を発揮します。高精度で簡単なチップ交換と広範なチップ幅も、このシステムのメリットで、きわめて小径の内径溝入れ加工に最適です。しかしながら、第一推奨はコロカット1・2で、この材種およびチップブレードの製品ラインナップは、あらゆる加工と被削材グループをカバーします。ツールホルダとチップ間の高剛性のレールインターフェースにより、高い加工精度と効率的な加工が得られます。

機械の要求事項

高精度クーラント (HPC) の適用ではいくつか考慮すべき点が存在する場合がありますが、最新の機械では、通常、クーラント圧 70 barが標準、または選択可能で、クーラントを重要な性能向上要因としてより有効に活用するための基盤となります。しかしながら、クーラント圧 10 barから70 barまでの範囲のクーラントには、明らかな利点があるにもかかわらず、クーラント圧が70 barから100 barになると、このメリットが低減されてしまいます。このことを念頭に置くと、クーラントの供給能力が70 bar以上の機械仕様にはあまり意味がないと言えます。注意すべき点として、ツーリングのクーラントノズル穴はもともと小さいため、機械のクーラントフィルタは目の細かい5 ~25 μ mのものを推奨します。

その他の機械の要求事項には、安定性、動力とトルク、収納可能な工具数および毎分回転数の制限値などが含まれます。





最新の内部給油システムの主なメリットとして、より高い切削条件への対応やじん性の高いチップ材種の使用、切りくず処理の向上、一定した加工面品質などが挙げられます。その他のメリットには、長い工具寿命や迅速で簡単な工具交換およびセットアップが含まれます。

オンラインサポートツール

オンラインで提供しているツールビルダー (www.tool-builder.com) では、モジュラーツーリングシステムと「プラグ・アンド・プレイ」クーラントの迅速かつ簡単な選定が可能で、ユーザは手間をかけずに突切り・溝入れ加工用の工具とアダプタの適切な組み合わせを見つけることができます。使いやすいインターフェースを介して、ユーザが必要な加工方法、マシンインターフェースやその他のバリエーションを選定すると、加工に最適な工具とアダプタが画面に表示されます。ユーザがセットアップの3D画像を見て、使用アイテムに直接リンクし、サンドビック・コロマントのウェブサイトで見文することも可能です。(一部販売店様のみ)このアプリケーションはスマートフォン、タブレット端末、MAC、その他のPCで利用でき、選定プロセスを大幅に簡略化します。

サンドビック・コロマントのウェブサイトでは、その他の詳細な情報も提供しています。サンドビック・コロマントの突切り・溝入れ工具のリンクサイト、www.sandvik.coromant.com/en-gb/tools/parting-and-groovingでは、工具の推奨事項、加工に関する技術情報やその他の役に立つさまざまな情報を、オンラインで簡単に収集していただけます。お客様が必要な工具をクリックするだけで、製品情報、加工事例や製品一覧にアクセスできます。

まとめ

突切り・溝入れ加工では、高圧および高精度クーラントの使用が性能と加工安定性に大きく影響します。適切な給油により、刃先温度を低下させ、良好な切りくず排出が得られます。従来では、突切り・溝入れ加工で外部給油を使用すると、わずかなクーラントしか溝に入らず、結果、特に深溝加工において、クーラントの効果が最小限に低下することがあります。しかし、適切な高精度、高圧クーラントの使用により、深溝加工でも、刃先への正確なジェット噴射が可能となります。

サンドビック・コロマント

サンドビック・コロマントは、切削工具、ツーリングソリューション、切削加工のノウハウを提供する金属切削加工業界のグローバルリーディングカンパニーです。研究開発分野に大きな投資を行い、独自のイノベーションを開発、日々お客さまとともに加工の生産性向上に取り組んでいます。お客さまは、世界的な自動車・航空宇宙産業・エネルギー産業の企業をはじめ、多岐にわたります。従業員8,000人、世界130か国に拠点を構える サンドビック・コロマントは、サンドビックグループのサンドビック・マシニングソリューションズに属するブランドの1つです。

本記事に関するお問い合わせはこちら

お問い合わせ先: Nikki Stokes - PR & Advertising, EMEA

電話: +44 (0) 121 504 5422

Eメール: nikki.stokes@sandvik.com

www.sandvik.coromant.com

