

生産加工技術を支える

# 機械と工具

2016  
10



特集:自動車部品加工を支える機械と工具  
特設記事:微細精密加工の追究



ヤマザキマザックはスムーステクノロジーを通じて無限大の価値を提供します

ヤマザキマザック株式会社

www.mazak.com

**Mazak**  
Your Partner for Innovation



INTEGREX i-200



VARIAXIS i-700T

特集 自動車部品加工を支える機械と工具

## 自動車部品加工に貢献する高圧クーラント技術

関本 昌利\*

### 1. 自動車業界の今

#### 1.1 概況

自動車は日本の生産製品の中でも主力となっているが、近年好業績であった北米・中国市場の先行き不透明感や、国内での増税の影響等で飛躍的活況感はやや薄いとされている。ただ、需要を喚起するための技術革新には停滞感はなく、むしろ加速傾向と言われている。

近年のトレンドとしては自動運転が挙げられる。レーンキープ・緊急停止・自動駐車などの安全運転支援にはじまり、自動回避・追い越しに至る自律運転も実用化目前である。

CO<sub>2</sub>排出低減目的は継続課題であり、すでに多様化の様相を見せている動力源(HV・EV・PHV)からさらに水素と酸素を利用した燃料電池(FCV)での環境廃棄物ゼロを目指す試みもなされている。

上記2点は公共事業性の高いインフラ(センシングの為に環境構築や運用ステーション)整備の需要も生むと想定され、経済効果も期待される。

化石燃料の見直しがされているのも忘れてはならない。希薄燃料での高能率低燃費追及や、過給器等の高機能部品でアシストしたダウンサイジングかつ高出力なエンジン開発がそうである。樹脂部品への材質置換や、コンパクト性を追求する駆動伝達系の軽量化も低燃費に貢献している。

#### 1.2 世界市場を視野に入れた競争力

日本車は量産車も高品質なので海外でも人気と言われるが、その理由は安価に高品位な部品を安定生産する自動化と、生産工程改善(加工工数の短縮)実現によるものである。

国内で確立させた省力化安定生産設備をター

ンキー方式で海外導入することで生産コストを下げ、かつ国内生産並の品質確保をする例も多くみられている。

### 2. 生産性の改善

#### 2.1 金属加工での問題

マルチマテリアル化する自動車であるが、コスト・生産工程・リサイクル性において、金属加工の比重は依然として大きく、前述の自動化においては、切りくずによる問題の低減課題は残っている。

#### 2.2 切りくず改善

切りくず処理改善(分断)手段としては、

- i) 切削条件を変える
  - ii) チッププレーカーの形状を見直す
- が考えられるが、大きな改善効果が得られない場合、外的能動応力の活用が考えられる。

当社は高圧ポンプのメーカーのため、高圧クーラントを活用した自動車部品加工改善事例を2例紹介する。

#### <例1: クラッチドラム内径加工>

クラッチドラムはドリブンプレートとドライブプレートで構成される湿式多板クラッチとピストンを内蔵する底付きの筒状の部品である(図1<sup>2)</sup>)。

プレス技術向上が、低コスト・高生産性を実現させており最終形状に近い形まで成形されているが、仕様状仕上工程は必要なため、材質の延性が高いことが切りくず処理問題となっている。

使用される材質としてSAPH(SはSteel、AはAutomobile、PはPress、HはHotを表す)があり、例として、SAPH440のJIS規格での機械的性質を引用すると、引っ張り強さ440N/mm<sup>2</sup>以上、降伏点(耐力)305N/mm<sup>2</sup>以上(厚さ6mm未満)、伸び33%以上(厚さ2.5以上3.15mm未満)と強度とプレス加工性を持っている。

材質の被削性は加工部によって異なるが、内

\*Sekimoto, Masatoshi/株トクビ製作所 営業部



図1 AT車におけるクラッチドラム

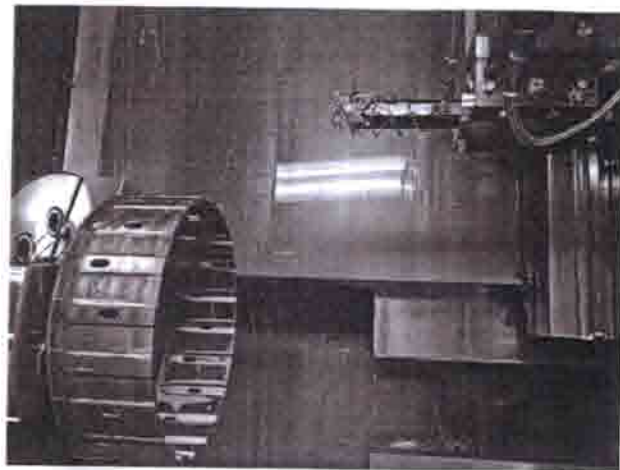


図2 クラッチドラム切りくず巻き付き

径加工でシャフト付きワークでは、切りくず巻き付き、シャフト無しでも切削工具へ巻き付くため、自動化に大きな障害となる(図2)。

高圧クーラントを使用し、切りくず処理性(分断性)は、14MPaで一定の効果を得た(難易度の高い加工部位は残るが、総じて良好であった)(図3)。

#### <例2: ボールスタッド外径加工>

ボールスタッドは、サスペンション・ステアリング間をリンク結合するボールジョイント(図4<sup>3)</sup>)の構成部品であり、金属球と丸棒状部分と一体成型されている。

球面の外径と首部分の溝加工を切削加工、その後転造加工処理となるが、低コスト・高生産性のため、自動化されており、切りくず巻き付きは自動化障害となる。

ここでは、S40C相当の機械炭素鋼にマンガン・ボロン成分が比較的多く入った材質を例とする。

高圧クーラントと高圧クーラント用ノズル付き工具を併用しても、7MPaでは、200個加工中切りくず巻き付き不良が数個発生していたが、14MPaでは、4,000個加工中0個に低減されてい

る(図5)。

そのほか、分断により切りくず容積が減少し、回収回数が約4分の1に減少するといった目に見えるコスト改善も見られている。

#### 2.3 高圧クーラントの分断効果の活用について

高圧クーラント供給が切りくず分断に影響を与えている様子は、可視化が容易でないため、想像となるが、切りくず厚みも関係するようである。

切りくずが適度な厚みがある方が比較的安定した分断効果が見られるというユーザーからの活用事例報告もあるため、切りくず厚みが薄い場合揺動し易く、高圧クーラントが上手く当たらないことも考えられる(こう言った場合、チッププレーカーの形状も重ねて考慮し、切りくず厚みが薄い場合の流れ出し方向と高圧クーラントの向き of 適正判断も今後の課題と言える)。

加えて高圧クーラント自体が切りくずを直接分断するのではなく、切りくずカール半径を小さくする・切りくず流出方向を変化させる働きが作用して分断するという検証もある<sup>1)</sup>。

ここでは、高圧クーラントの圧力とカール半径の関係をシミュレートして、切りくず材質の破断歪みより、切りくず表面に生じる歪みが大きくなることで分断に至る例を挙げているので参考にされたい(図6<sup>4)</sup>)。

#### 2.4 刃先近接ノズル付高圧工具ホルダについて

高圧クーラントの適用には同時に、刃先近傍のノズルからクーラント液の高圧吐出ができるホルダが効果的とされる。加工点に対して、適切な供給方向と距離を考慮している点が特徴であり、工具先端にクーラント吐出ノズルを持ち、工具メーカー数社より市販されている。

一般的には、工作機械の刃物台に吐出用パイプを固定する方法が良く見られるが、加工中のク

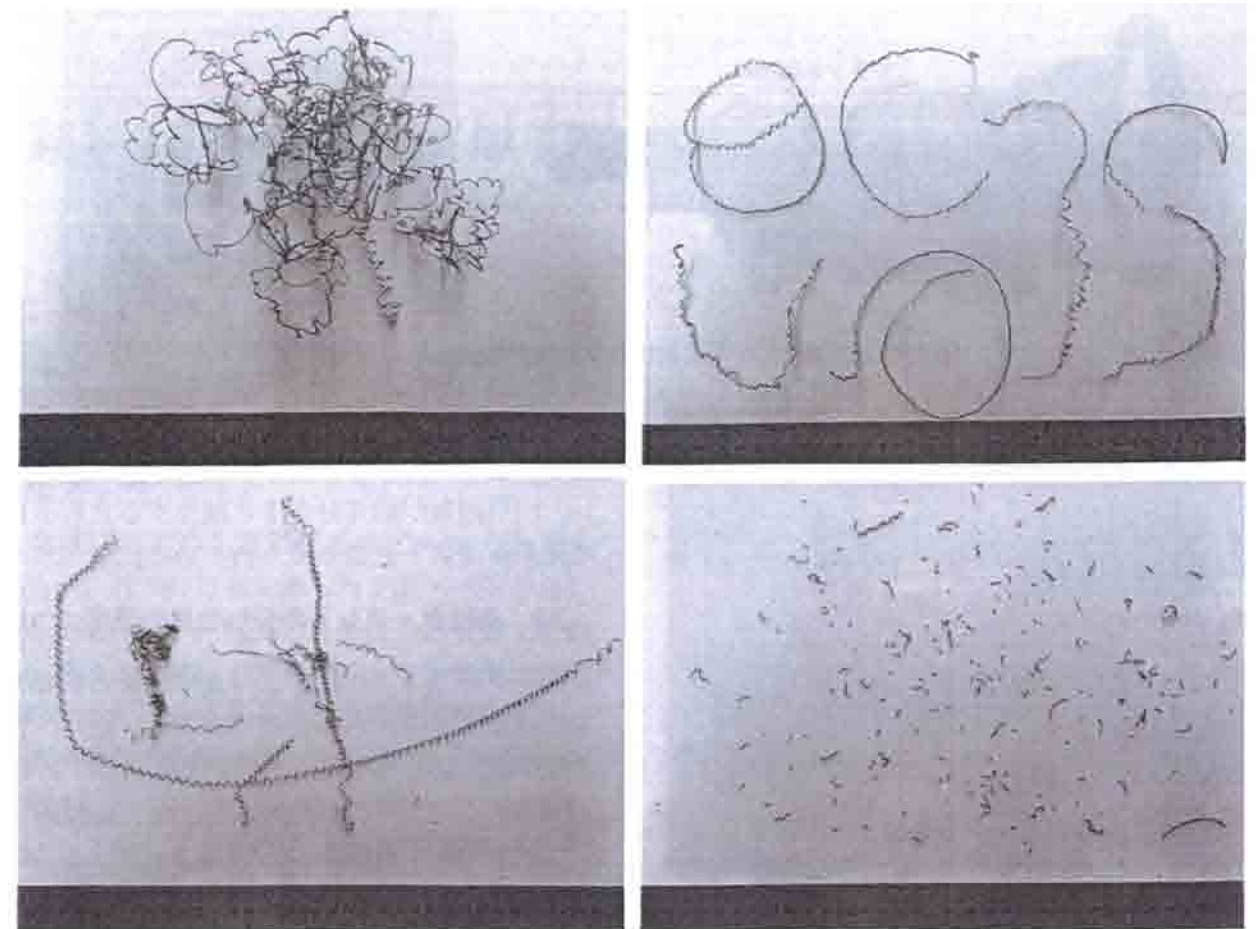


図3 クラッチドラム加工切りくず改善例(上段下段とも、左低圧・右14MPa)

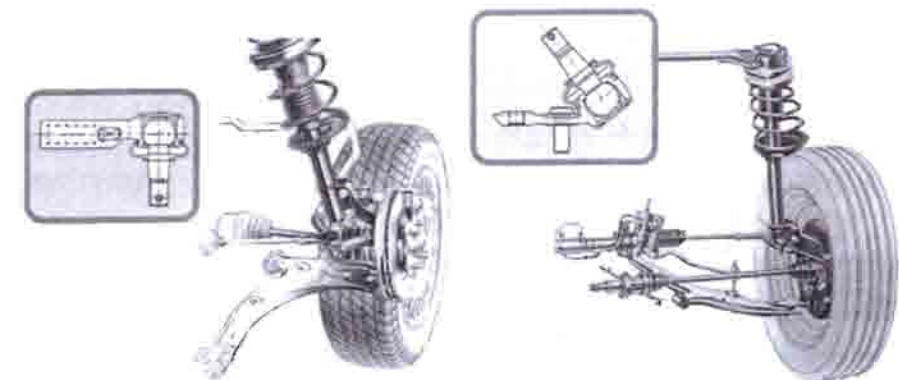


図4 自動車部品としてのボールスタッド使用例

ーラント吐出方向が被削材と干渉したり、作業者の被削材脱着時の接触による方向変化で、脱着ごとに再調整確認が必要であるなど、加工点への確実な供給が難しかったが、吐出ノズルが刃先に近接実装された工具を使用すれば、外部要因に影響されることなく、加工点に正確に、近距離で供給できる利点がある。

#### 4. 当社の高圧クーラント装置について

##### 4.1 高圧クーラント装置の装置構成

当社は、ポンプメーカーであると同時に装置

メーカーでもあるため、加工機に取り付けるインターフェースを持った加圧装置として提供している。装置概略は、加工機のタンク(通常はダートイタンク)から供給ポンプにて圧送されたクーラント液を、内蔵のサイクロンセパレータでスラッジ分離し、クリーンタンクへ貯留ののち、高圧プランジャポンプで高圧供給している。

##### 4.2 特徴

自社製高圧プランジャポンプを使用し、最大30MPaの超高圧吐出仕様もある。

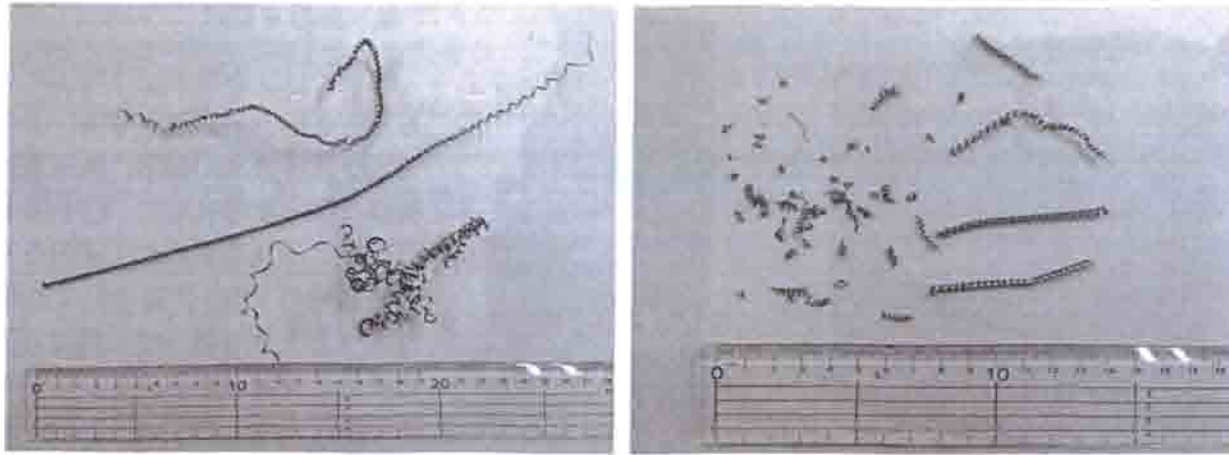


図5 ボールスタッド加工切りくず改善例 (左低圧、右14MPa)

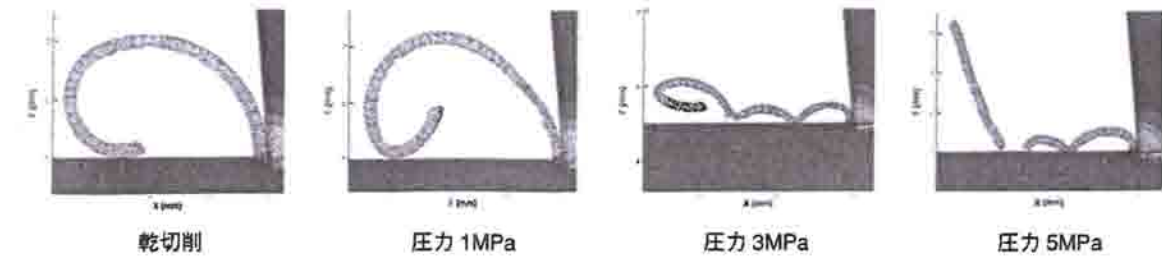
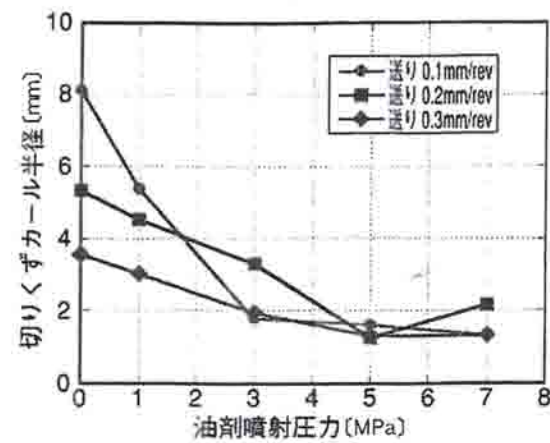
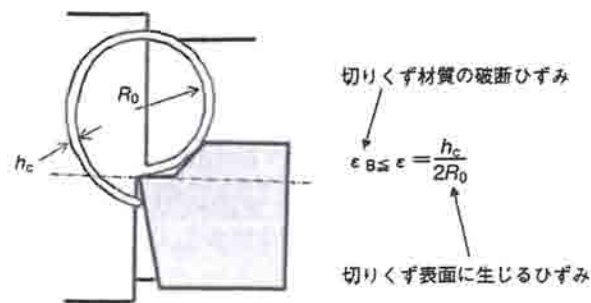


図6 切りくず分断と切りくず表面歪み・切りくずカール半径

設置場所を重視されるユーザー向けに占有1m四方のスマート機種と、大型のタンクを搭載したインバータ装備機種との大きく2種に大別している(図7)。

インバータ装備機種は、クーラントホール径がツールにより変化しても、設定圧力に応じて最適化されたポンプ流量を自動制御する仕組みとなっている。この制御を行うことで、非制御の場合と比較した場合、無駄な運転を抑制するだけでなく、装置内のクリーンタンクの液温上昇防止に作用し、加工精度改善に貢献する。

クリーンタンクは本機単独で上限下限の液面管理制御となっており、下限時に先の工作機械側

の供給ポンプを稼働させる仕様としている(常時運転での電力をカット)。高圧で吐出されるクーラント液は、微細な切りくずの混在しない状態が理想であり、クリーンタンク液の濾過度合によるが、遠心分離15 $\mu$ m90%濾過精度のサイクロンセパレータを採用し、ユーザーのフィルタ管理状態に依存しない、安定濾過を保っている。

なお、サイクロンセパレータは、供給ポンプ圧送開始・停止時の流速不安定時は、濾過精度が不安定となるが、バルブ切り替えを行い、安定時の濾過液のみクリーンタンクに供給されるように制御していることも付け加えておく。



図7 超高压クーラント装置 (左、標準インバータ仕様・右、スマート仕様)

### 4.3 高圧ポンプのメンテナンスについて

低圧・流量ポンプはモーター直結にて高回転するスクリー状の羽根・ギヤ状の部品とケース間の隙間で圧送することから、磨耗メンテナンス部位としては流体が接する双方となるため、基本的に本体を入れ替えることが多い。

対して当社の高圧ポンプはプランジャポンプのため、シリンダー内を前後に運動するプランジャピストンで、水鉄砲のように流体は圧送される構造であり、プランジャに摺動するシールパッキンが消耗品となる。シールパッキンは脱着できるカートリッジ構造の本体に収められているため、交換自体は容易である。興味のある方はぜひお問い合わせいただきたい。

### 5. おわりに

本稿では、自動車部品加工における高圧クーラント適用事例、より効果的な活用方法の提案、高圧装置の概要について述べた。

高圧クーラントの加工適用を生産性改善への1アイテムとして活用されようとするユーザーに対して周辺環境の整備の必要性など誌面で説明不足の点については、ご質問をいただけると幸いです。

#### 参考文献

- 1) 奥田孝一：(総論) 切削加工における切りくず処理の最適技術、機械技術 62 (2014) 11、18-23、3 (2013)
- 2) 自動車用クラッチ部品のFB加工、プレス技術52 (2014) 12、29・クラッチドラム、ロータークリップ社HP (<http://jp.rotorclip.com/news/detail.html?id=27>) より
- 3) ボールジョイント、ソミック石川HPより (<http://www.somic.co.jp/product/balljoint/>)
- 4) 奥田孝一：(総論) 切削加工における切りくず処理の最適技術、機械技術62 (2014) 11、18-23

□ □ □ □

## 切削加工におけるツーリングの基礎と応用 —正しい選び方・使い方—

切削加工の最前線で活躍する著者が、自身の知識・経験・実験で得られた知見などを総動員し、豊富な写真や図面で“ツーリング”のすべてを基礎から最新情報まで網羅した、現場で活用できる初の解説書。

#### ■主な内容

- ツーリングの生い立ち
- ツーリングの役割と新たな動向
- ツーリングの条件、種類と選定 (13種類のツーリング方式について)
- CNC複合加工機向けツーリング
- 保持方式と保持特性比較例

日本工業出版(株) 0120-974-250

<http://www.nikko-pb.co.jp/> [netsale@nikko-pb.co.jp](mailto:netsale@nikko-pb.co.jp)



■著者：松岡甫筆  
■体裁：A5判 170頁  
■定価：2,700円