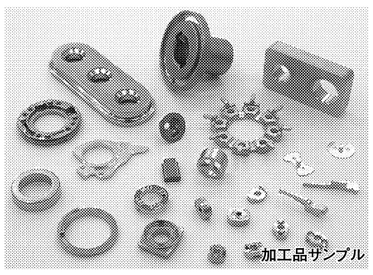
第5回ものづくり日本大賞「優秀賞」受賞(プレス工法)

機械加工品と同じ形状・精度をプレス加工で製品化
独自開発した「精密板鍛造」


加工品サンプル

金型展2014　小間番号：6A-101(25)

- 主要業務はプレス金型製作及びプレス加工
- 3D･CADと超精密工作機械を駆使して高剛性のプレス金型を製作
- 金型部品とプレス製品の形状と寸法を精密測定してCADにて分析
- 測定結果は設計にフィードバックし金型部品を再製作して品質改善

詳細はHPにてご確認ください。

株式会社 寺方工作所　〒689-2103 鳥取県東伯郡北栄町田井175　TEL:0858-36-4311(代)　FAX:0858-36-4268
ISO9001:2008、ISO14001:2004 認証取得　http://www.terakata.jp

金型技術に革新もたらす
楕円振動切削加工システム

山形県工業技術センター
超精密技術部
齊藤　寛史

家電や自動車などのプラスチック成形金型では、鏡面仕上げ加工が多々必要とされるが、通常は作業者の手磨きで行われるため、金型コストの増大や精度の低下につながっている。また意匠性が求められる部品では、微細形状を金型に彫り込むことで光の反射や透過に変化を与え、付加価値を高めることが求められる。楕円振動切削は、金型鋼の鏡面切削や微細な凹凸のテクスチャ加工など、これらの課題を解決する加工技術の一つとして注目されている。ここでは具体的な加工事例を踏まえながら、楕円振動切削の特徴と今後の課題について述べる。

高度な制御技術で振幅安定性を実現

楕円振動切削とは、専用の振動子で工具を円または楕円に振動させながら切削する技術である。振幅は数マイクロメートル、周波数は数十キロヘルツ（1秒間に数万回振動）程度で、すくい面の摩擦を減少させ、かつ利用して切りくずを能動的に引き上げながら切削する（**図1**）。また振動によって工具とワークが瞬間的に離れるため、工具の冷却効果も期待できる。結果として①切りくずが薄くなる②切削抵抗が大幅に小さくなる③工具摩耗が抑制される―といった優れた効果が得られる。

一方で、これらの特性を得るためには断続的に切削することが不可欠であり、振動速度に対して切削速度を十分に遅くする必要がある。また切り込み方向の振幅変動がそのままワークの表面に転写されるため、振動装置には高度な制御技術が求められる。

名古屋大学大学院の社本英二教授・鈴木教和准教授研究室で発案され、多賀電気より市販される楕円振動装置は、この問題を克服しており、超精密加工に適用可能な振幅安定性を実現している。

使用する工具は、単結晶ダイヤモンド工具のほか、超硬のインサートも使用可能である。これまでの研究から、通常では激しい工具摩耗により加工が困難とされる単結晶ダイヤモンド工具による金型鋼の鏡面切削が実現されていることから、金型の磨き工程削減に貢献できる技術といえる。

加工事例として、銅タングステンを楕円振動切削した実験結果を示す（**図2**）。銅タングステンは形彫放電用の電極として利用される材料で、熱や電気を通しやすい上に剛性も高いため、微細な放電加工用電極に適した材料である。半面、硬度の高いタングステンと硬度の低い銅が混在するため、工具摩耗が大きい難削材として認識されている。この材料を刃先が鋭利な単結晶ダイヤモンド工具で加工できれば、精度の高い微細な電極の加工が期待できる。

実験では開き角90度の単結晶ダイヤモンド工具を用い、直線のV溝形状に加工した。V溝の深さは100マイクロメートル、溝の間隔は150マイクロメートルである。楕円振動の効果を確認するため、楕円振動を止めた加工実験も行った。1回当たりの切り込み量は、楕円振動を援用した実験では10マイクロメートル、楕円振動を止めた実験では5マイクロメートルとした。切削速度はいずれも毎分1000ミリメートルである。

図2の比切削抵抗（切削抵抗を切削断面積で割った値）の結果から、楕円振動を援用することにより、主分力は5分の1以下、背分力は7分の1以下に低減されたことが分かった。加工後の工具を電子顕微鏡で観察した結果を見ると、楕円振動を止めた工具は切削距離6メートルにもかかわらず刃先が不規則に後退していることから、タングステン粒子によりダイヤモンドが摩耗したと考えられる。一方、楕円振動を援用した工具は切削距離が10倍の60メートルでも直線の切れ刃を維持しており、工具摩耗の抑制効果が確認された。

図2の切削抵抗のグラフに示す通り、楕円振動切削では特に背分力が小さくなる。これまでの実験から、加工条件によっては平均的な背分力をゼロに近づけることが可能であることが分かっている。この特性を利用し、背分力による加工中のワークの倒れが問題となる薄肉形状や低剛性な材料の加工にも応用が可能である。

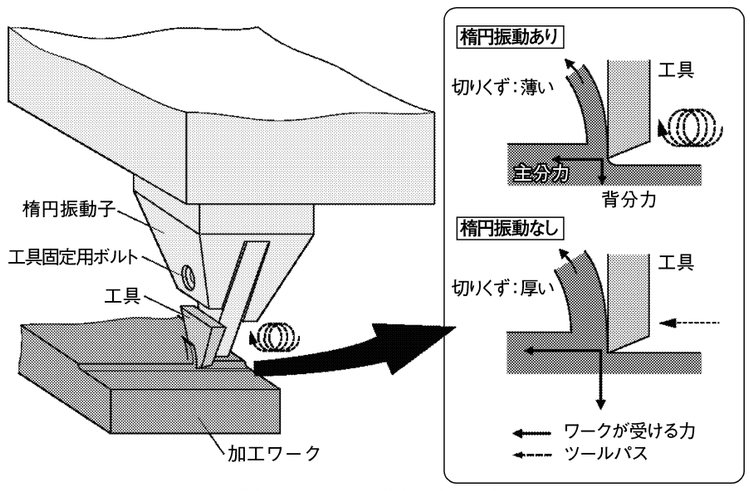


図1　楕円振動切削の概要

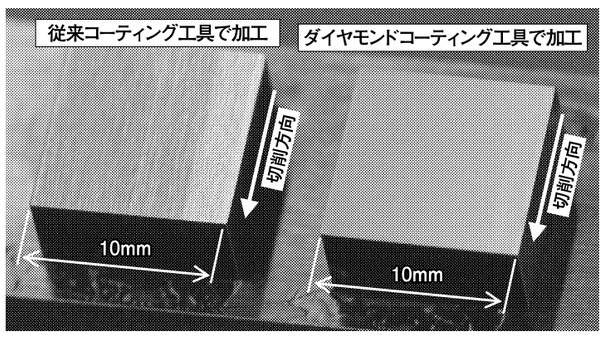


図3　従来コーティング工具とダイヤモンドコーティング工具の比較
「知の拠点あいち」重点研究プロジェクト事業成果品
加工ワーク＝金型用鋼、硬度54HRC

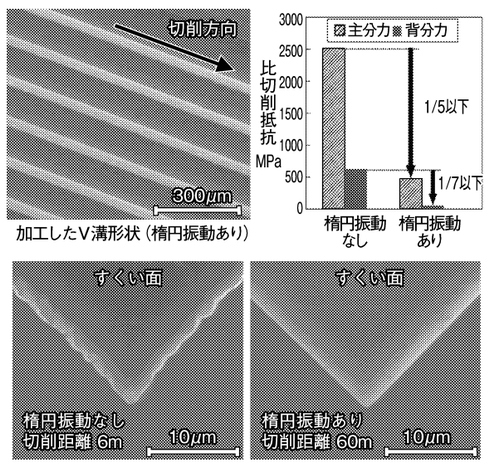


図2　銅タングステンの加工における楕円振動の効果

ダイヤモンドコーティング工具に注目

今後注目される技術として、ダイヤモンドコーティング工具による楕円振動切削が挙げられる。この工具は超硬合金の母材に例えば厚さ数マイクロメートルの微細な多結晶ダイヤモンド被膜を被覆した工具である。単結晶ダイヤモンドに近い硬度を有する上、単結晶ダイヤモンドよりも安価に製造が可能である。現在は、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）などの難削材向けの工具として実用化されている。しかし、素材がダイヤモンドであるため、鉄系材料の加工では激しい工具摩耗を生じるため使用することは困難である。楕円振動切削では前述の通りこの摩耗の問題を克服しているため、鉄系材料を低コストかつ高精度に加工できる工具として期待される。

図3は焼き入れした成形用金型材（硬度54HRC＝ロックウェル硬さ）を従来のコーティング工具とダイヤモンドコーティング工具（OSG提供）で楕円振動切削した例である。従来のコーティング工具による加工面は、不規則なカッターマークが見られるが、ダイヤモンドコーティング工具による加工面はカッターマークが均一であり、工具形状が安定してワークに転写されていると言える。マイクロメートルオーダーの均一な溝形状に光が当たると、光の回折により七色に輝くため、このような加工面は意匠性が求められる金型への応用も期待できる。

この楕円振動切削を金型産業に広く普及させるためには、専用の工具軌跡を生成するソフト（CAM）の開発が望まれる。楕円振動切削は1枚刃の非回転工具であるため、工具がワークに切り込む動作や3次元曲面を加工する際に、エンドミルなどの回転工具とは異なったツールパスが求められる。

具体的には①切り込み時は工具の逃げ面がワークと接触しないアプローチを行うこと②すくい面が工具の進行方向と垂直になるように工具またはワークの回転位置制御を行うこと―などが必要である。これらを満足するツールパスを手作業で作成することは困難であり、CAMに頼らざるを得ない。

普及を加速するための技術として、自動工具交換装置も挙げられる。工作機械がエンドミルやドリルを自動で交換するのと同様に、楕円振動切削装置の自動交換も可能となれば、それぞれの工具の特徴を生かした効率的な加工が実現する。今後はこれらの開発動向に注目するとともに、楕円振動切削がより多くの企業の競争力向上に貢献できることを期待する。

お役に立てる新製品登場!!
ハイプロスのワイヤーカット機メンテナンス製品　HYPROS ハイプロス
総発売元 極東貿易株式会社 基幹材料システム部
お問合せ 株式会社NMC(総販売元)

ワイヤー放電加工機用ガイド洗浄
「ダイスガイドクリーナー」
ガイド部分を装着したままダイスガイド内部のスラッジ洗浄ができます。
中性タイプの為、機械内部にも安心です。
(容量：300mℓポリ容器)
細かい所の洗浄に便利な50cmのホースノズル付き
分解せずに洗えます！

除錆剤
「HYP-R2S」
拭取りタイプの徐錆剤。ワイヤー放電加工機のスラッジ汚れの除去、大きなワークの錆落としに最適です。
(容量：6L･20L)

ワイヤー放電加工機用スラッジ除去剤
「スラッジフォームクリーン」
ダイスガイド周辺や加工槽のスラッジ洗浄に最適です。シェービングクリームのような泡が複雑な形状に食いつきスラッジを分解します。
(容量：420mℓエアソール)

株式会社NMC　URL http://www.kk-nmc.jp
東京本社：東京都小平市小川西町4－14－27　TEL 042(345)1356　FAX 042(345)1527
神戸営業所：兵庫県神戸市東灘区住吉宮町2－19－20　TEL 078(842)6096　FAX 078(842)6196
福岡営業所：福岡県福岡市博多区西春町3－2－21　TEL 092(585)6360　FAX 092(585)6369

KITAMURA® The Premier Machining Center
KITAMURA® Mycenter　従来機
刃物が折れにくいマシニングセンタ
■KITAMURAは工具コストを削減
■多品種多工程加工でも、限られたATCマガジンポットを最大限に利用できる。
■工具が折れないため最小コストで、より速く、より多く生産できる。
Mycenter Serles
INTERMOLD 2014　小間番号 6A-915
キタムラ機械株式会社
http://www.kitamura-machinery.co.jp
E-mail:mycenter@kitamura-machinery.co.jp
●本社・工場　〒939-1192 富山県高岡市戸出町1870番地　TEL(0766)63-1100(代)　FAX(0766)63-1128
●東京営業所　TEL(03)5619-1250　FAX(03)5619-1245
●名古屋テクニカルセンター　TEL(052)795-3655　FAX(052)795-3657
●大阪営業所　TEL(06)6310-8270　FAX(06)6310-8271
●九州営業所　TEL(092)921-3009　FAX(092)921-3029

高精度・高剛性
フェニックス
仕上げ用ラジアス
エンドミル登場！
NEW
PFR
INTERMOLD 2014 第25回金型加工技術展 6A-403
OSG PHOENIX®
ツール コミュニケーション オーエスジー
http://www.osg.co.jp/