

新ダイヤモンド切削工具による

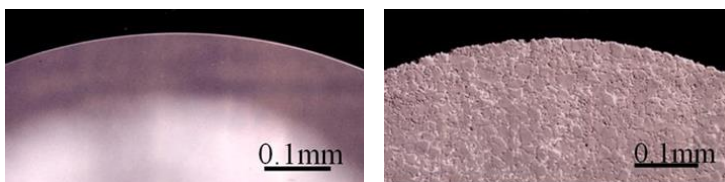
最新のプラスチック加工技術、金型加工技術の紹介

近年、プラスチック成形品もよりデザイン性、機能性を高めるために、複雑で高精度な形状や面品位が求められています。その中で成形のみでは所定の品質が達成できないものは、成形後の追加加工や金型の高精度化が必要になっています。一方、従来からダイヤモンド切削工具によるPMMA（アクリル）の鏡面切削やプラスチックレンズなどの無電解ニッケルめっき金型の鏡面切削は一部で行われていました。しかし、その中でポリカーボネートの鏡面切削は難しく、一般的な金型材料である焼入鋼の直接加工は不可能でした。この度、新しく開発されたダイヤモンド切削工具でポリカーボネートの鏡面切削が可能になり、楕円振動切削法により焼入鋼金型を高能率で鏡面仕上げすることが可能となりました。

本稿ではダイヤモンド切削工具の基本性能と新ダイヤモンド切削工具によるポリカーボネートの鏡面切削、焼入鋼金型の3次元形状を簡単に磨きレスで鏡面加工行える超音波楕円振動切削法についても紹介します。

1. 単結晶ダイヤモンド切削工具の性能

ダイヤモンドは他の切削工具に比べ硬く、切削工具として利用した場合は寿命が大幅に延長し、一般的には超硬工具の20倍以上の寿命を達成しています。また、ダイヤモンドには宝石のダイヤモンドと同じ単結晶ダイヤモンドと、微粒子を焼結した多結晶ダイヤモンド（PCD）があります。図1は単結晶ダイヤモンドバイトと多結晶ダイヤモンドバイトの切れ刃を上側（すくい面）側から見た拡大写真です。単結晶ダイヤモンドバイトは微小な凹凸がなく均一な切れ刃ですが、多結晶ダイヤモンドバイトはダイヤモンド粒子の脱落やバインダー界面が存在し、微小な凹凸のある切れ刃になります。図2は単結晶ダイヤモンドバイトでプラスチックレンズ（PMMA）の上下面に鏡面加工を行ったものです。単結晶ダイヤモンドバイトの凹凸のない均一な切れ刃が転写され、磨きなしでクリアな鏡面が得られています。

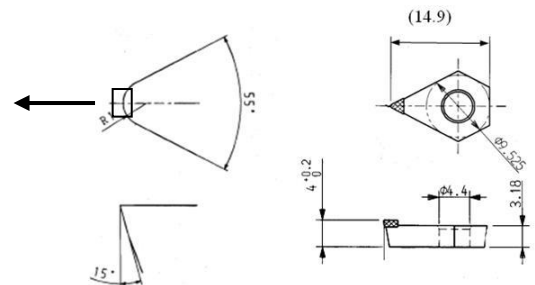


単結晶ダイヤモンドバイト 多結晶ダイヤモンドバイト

図1切れ刃の比較



図2プラスチックレンズの鏡面加工例



<加工条件>

被削材 : プロジェクター用プラスチックレンズ φ80mm

工具仕様 : コーナ半径1mm 逃げ角15°

加工条件 : 回転数1,200min⁻¹

送り速度0.025mm/rev

取り代0.08mm

湿式切削

加工結果 : 形状精度0.8μm以下

表面粗さ0.1μmRa

加工枚数 : 1,000枚以上

2. 使いやすくなった単結晶ダイヤモンド切削工具

単結晶ダイヤモンドは天然ダイヤモンドが素材に使われる高価なイメージがありますが、普及しているものは超高压高温で合成する人造単結晶ダイヤモンドを用いたレンズ金型用バイトです。近年、CVD法による大型の単結晶ダイヤモンドが安定して製造可能となり、より安価に単結晶ダイヤモンドが使用できるようになりました。図3はCVD法による大型の単結晶ダイヤモンドの板を切断し製作した切削チップです。性能は従来と変わらず使い易い工具になっています。

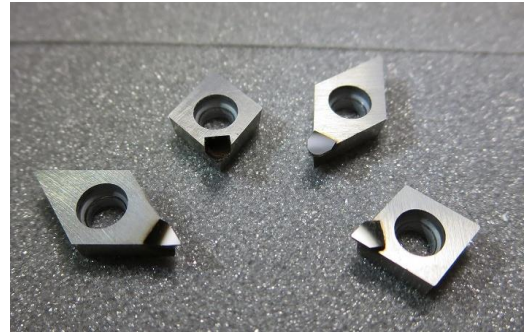


図3 CVD単結晶ダイヤモンドバイト

3. ポリカーボネートの鏡面切削

単結晶ダイヤモンドバイトによるプラスチック加工においてアクリル (PMMA) は容易に鏡面が出せますが、耐酸性、耐熱性に優れるポリカーボネートは鏡面切削が難しい材料です。原因としてポリカーボネートは粘り気が強くアクリルの様に簡単に切れないため、切削初期に鋭利な刃先に大きな力が加わることで刃先が欠損し、良好な鏡面が得られません。当社ではその初期の刃先の耐欠損を高めることに成功し、図5の様に初期に欠損せず安定した加工面が得られるようになりました。

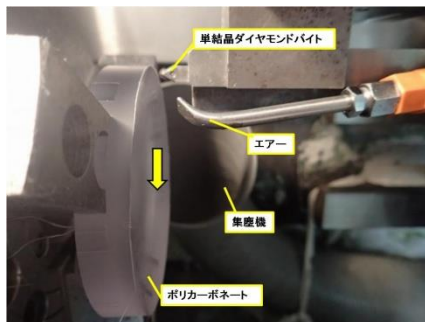


図4 加工風景

<加工条件>

被削材 : ポリカーボネート
 工具仕様 : コーナ半径 0.8mm 逃げ角18°
 加工条件 : 切削速度 380m/min
 送り速度 0.04mm/rev
 切り込み 0.4mm
 湿式切削
 切削距離 : 15km

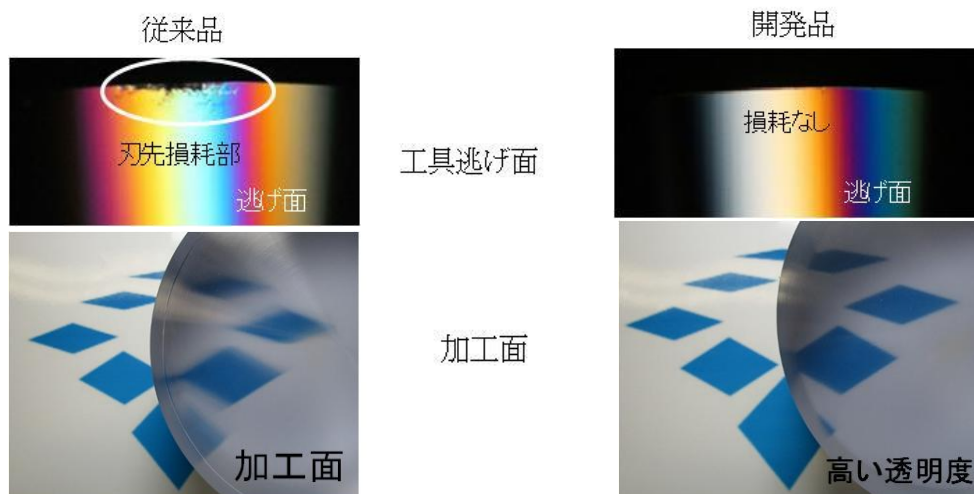


図5 加工結果の比較 (15km加工後)

4. 焼入鋼金型の磨きレス鏡面加工

ダイヤモンドは鉄と化学的に反応するため、加工すると激しく摩耗したり、溶着が発生したりすることから良好な鏡面が得られません。そのため、スマートフォンカメラの非球面プラスチックレンズなどは焼入鋼の表面にダイヤモンドとの反応が比較的少ない無電解ニッケル・リンめっきを施し、そのめっき面を超精密ダイヤモンドバイトで鏡面切削します。しかし、焼入鋼金型に比べ型寿命が短く、めっきを施す時間や超精密加工機が必要となります。そこで、開発されたのが超音波楕円振動切削装置です。これは図6の様に刃先が楕円の動きをする超音波振動切削装置で、切り屑を引き上げる様な動きで切り屑による摩擦熱を低減し、切り屑やワークから離れる瞬間に冷却され、隙間に切削液などが供給されることにより、焼入鋼とダイヤモンド上面（すくい面）が直接接触せず化学反応を抑制するため鏡面加工が可能とされています。この超音波楕円振動切削装置（多賀電気製）は汎用のマシニングセンターの主軸ヘッドに取り付けることが可能で、先端には専用の単結晶ダイヤモンドバイト（図7）を取り付けて使用することにより図8に示す様な焼入鋼（HRC52）の鏡面加工が容易になります。

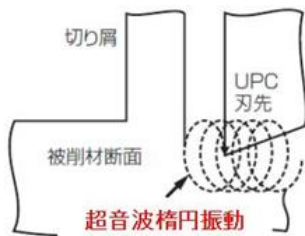


図6 楕円振動切削イメージ



図7 専用単結晶ダイヤモンド工具



図8 焼入鋼の鏡面加工例

5. SKD11（HRC 60）の角隅凹部の磨きレス鏡面加工

もう一つ、新しいダイヤモンドとしてダイヤモンド粒子径が80nm以下（従来は200nm以上）のバインダレスPCD（多結晶ダイヤモンド）があります。この材料によるバイトは単結晶ダイヤモンドと同様に鋭利で均一な切れ刃に出来、多結晶体であるため単結晶ダイヤモンドの特徴である耐摩特性の異方性や割れ易い方向が存在しない、耐久損の高いバイトを作ることができる材料です。図9, 10, 11はこのバインダレスPCDバイトと楕円振動装置を用いてSKD 11（HRC 60）の角隅加工を行った事例です。比較のため超硬のボールエンドミルによる加工面も示します。HRC 60と高硬度な焼入鋼でもバイトは欠けず良好な鏡面加工が超硬エンドミルよりも早い送りで可能で、角隅の凹の部分も超硬エンドミルの加工によるものと比べ丸みがなく鋭利（ $R2\mu\text{m}$ ）に仕上がっています。角隅の部分は形状を崩さず鏡面に磨き上げることは、熟練者にとっても困難なところです。

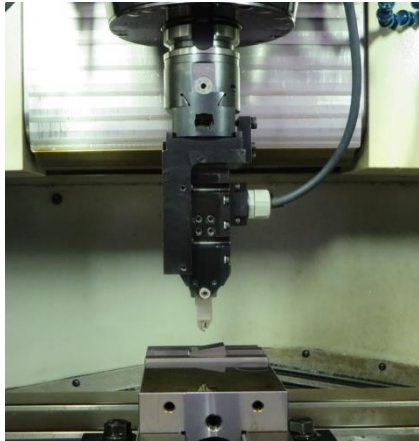


図9 楕円振動装置（多賀電気EL-50Σ）の
マシニングセンターへの取り付け例

<加工条件>

被削材 : DCMX (大同, SKD11) HRC60 20×30mm

工具仕様 : ①超硬ボールエンドミル R1.0

②バインドレスPCD工具 R1.0

切削速度 : ①210mm/min ②1000mm/min

切り込み : 50μm (荒)、20μm (仕上げ)

送りピッチ : 20μm (送り方向の理論粗さ : 50nm)

回転数 : 10000rpm ①のみ

加工時間 : ①52min/pass、②26min/pass

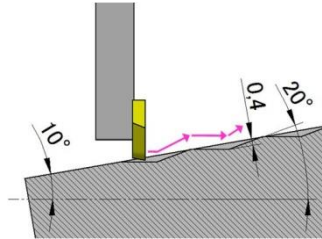
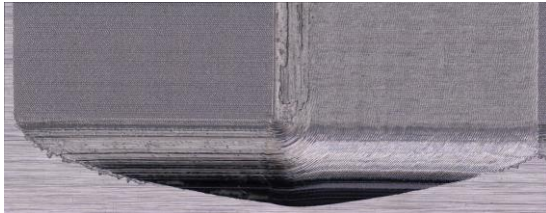
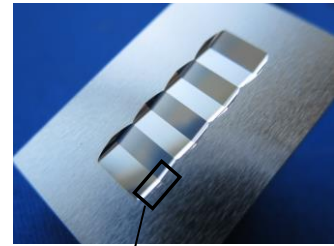
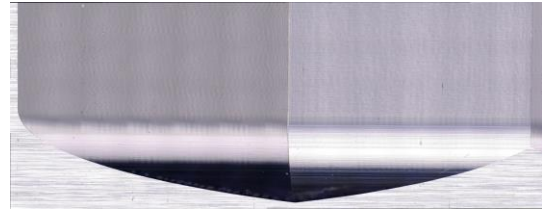


図10 加工イメージ



超硬ボールエンドミル



バインドレスPCDバイト（楕円振動切削）

図11 角隅凹部の加工面の比較

このように、ダイヤモンド工具も新しい素材や新しい加工法の出現により、従来よりも使い易くなってきました。単結晶ダイヤモンド切削工具で直接鏡面切削ができるだけでなく、一般のマシニングセンターで焼入鋼金型を直接加工して鏡面や角隅加工を磨きレスで達成できるようになっています。今後の増加が見込まれる車載照明の光学部品だけでなく、様々なプラスチック製品の仕上げ加工や金型加工に新ダイヤモンド切削工具がお役に立てると考えています。

2016.08.29 (株)アライドマテリアル 大阪支店 大会議室にてセミナーを実施)

株式会社アライドマテリアル

ダイヤ営業統括部 セールス・エンジニアリング部 小島一志氏

〒530-0005 大阪市北区中之島3-3-3 中之島三井ビルディング12F

TEL:06-4803-8753 FAX:06-4803-8757 Email:kazushi-obata@allied-material.co.jp