

高硬度脆性材料に最適な独SCHOTT社製電鍍ダイヤモンド工具

ターヴァイネン さゆり*

1. はじめに

複合材料、セラミックス、光学ガラスが多く産業に浸透している現在では、ダイヤモンド工具の重要性は一目瞭然である。特に一昔前のセラミックス加工技術と現在では、その重要性が大きく異なる。機械および工具、CAD/CAMシステムの飛躍的な進歩により、硬脆材料の加工においても、金属材料と同様に同時5軸加工が標準になりつつある。セラミックスの3次元自由形状加工は、ヨーロッパでは目新しいものではなく、その技術が新産業を生み出している。太陽光発電が一般家庭に浸透しているヨーロッパでは、多くの人がガラスをはじめセラミックス材料に高い関心を持っていることがその背景にある。

ドイツをはじめスイスには多くのダイヤモンド工具メーカーが存在しているが、当社は2010年3月1日付でドイツのダイヤモンド工具メーカーである、SCHOTT Diamantwerkzeuge社(以後ショットダイヤモンド工具とする)と正式に代理店契約を締結し、日本国内の総代理店として販売を開始した。

当社は、セラミックスをはじめ高硬度脆性材料の試作加工を主体に展開しており、長年ショットダイヤモンド工具社の工具を愛用してきた経験と試作加工の実績を活かし、顧客の加工内容に最適な工具の提案・販売を行っている。

脆性材料加工では、材料特有の欠けやクラック、仕上げ時の面粗さを考慮しながら粗加工を行う必要があるため、ダイヤモンド工具選択は非常に重要なファクタである。

ショットダイヤモンド工具社は、ガラス業界を背景に発展した社風から、特にこの業界への工



図1 超音波加工事例

具開発に力を入れている。光学ガラス、セラミックス、貴石、鉱物、複合材料に特化した超音波加工用工具製造の実績は、ドイツ国内でもトップクラスに位置付けされる(図1)。

また、自動車、鉄鋼、ベアリング業界を中心に使用される研削砥石、軸付き砥石、cBN・ダイヤモンド砥石工具のメーカーとして35年以上にわたり各種工業に製品を供給している。

歯科産業や宝飾品(高級時計など)業界の顧客も多く、近年では、ヨーロッパの高級時計メーカーによる、ジルコニアセラミックスを用いた製品の開発が盛んであり、その研削、研磨用砥石として使用されている(図2)。



図2 歯科業界における用途

*TARVAINEN, Sayuri/㈱アリューズ 技術部

2. 会社沿革

ゼロデュア（超低膨張ガラスセラミックス）で有名な、光ファイバや平面ディスプレイなどの産業ガラスメーカーであり、カール・ツァイスやシュナイダー・クロイツナッハにレンズ用ガラスを提供していることでも知られているSchott Glaswerke AG（以後ショットAG社）の創設者であるオッター・ショットを祖父に持つクラウス・ショットが、1975年にショットダイヤモンド工具社を設立した。

オッター・ショットは、ガラスの科学と技術に革命を起こし、「近代ガラス技術の創始者」と呼ばれる人物である。

ショットAG社とえば、8メートルのゼロデュア製反射鏡基板は世界一の大きさである。太陽系の外に出た最初のガラスはショット社製であり、惑星パイオニアとボイジャーの光学系に使用されている。最薄板ガラスの厚さは0.02mmで、医療技術やエレクトロニクスの分野に使用されている。

クラウス氏は、父や兄弟とともに光学ガラス材料の開発や加工技術に携わってきた。それが会社設立の背景にある。当初は、ガラス業界へダイヤモンド工具の販売を行っていたが、工具とアプリケーションがガラス産業に深く密接していることを痛感し、それぞれの顧客が必要とする最適なダイヤモンド工具の開発に着手し、アプリケーションに特化した工具の製造販売を行っている。

3. ダイヤモンド砥石

光学ガラス、セラミックス、鈹物、結晶材、複合材などの素材加工に用いられ、切る、削る、磨くといった用途に合わせて、顧客の要求に対応し最適な工具設計を行い、満足いただける製品を開発している。

cBN・ダイヤモンド砥石においては、ビトリファイド、レジノイド、メタルボンドをはじめ、特殊な結合剤を用い、おのおのの材料に適したボンドを提供している特徴が挙げられる。

材料は炭化ケイ素、窒化ケイ素、ジルコニア、サーメット、窒化アルミ、ゼロデュアガラス、石英ガラス、サファイア、YAGなど多種にわたるため、ボンドの最適な選定のため加工素

材を、見積依頼時に聞くことが通常である。

多種多様なボンドの種類は、すべての加工実績に基づいて開発されているため、砥石の選定で加工時間、工具寿命、面粗さなどが大幅に変わってくる。また、複合材に関しても加工データは豊富であり、適した工具を提供することが可能である。

上記の砥石以外に電着砥石（GVB）、さらには一番の特徴的なものとして電鑄工具（GVD）がある（図3）。

高硬度脆性材料、なかでも超音波加工機による高アスペクト比の穴あけ加工は有名なアプリケーションの一つであるが、内部給水は必要不可欠であり、多くの工具は中空タイプの構造を用いている。

GVD工具を使用した加工では、肉厚の寸法も加工効率に直結するゆえ、小数点以下2桁まで指定することが可能であり、高アスペクト工具の製作例は、外径φ2mm、肉厚0.4mm、刃長90mmである。また、中空タイプでは、最小径φ0.3mmに対して、肉厚は0.08~0.1mmであるが、目詰まり防止のため、高圧センタ給水タイプのスピンドルで加工することを推奨している。

GVD工具の場合は、中空タイプを基本とし、肉厚指定に制限は無いが、メタルやレジノイドなどの軸付き砥石も製作可能である。最小径はφ3mmで肉厚は1mm以上からとしている。国内では、小径電鑄工具製作を行っているメーカーが希少なため、電着のコアドリルが主だが、この場合粒子が脱落してしまうため、電鑄工具のほうが工具寿命は長く、費用対効果も高い。



図3 GVDタイプコアドリル例



図4 異形状工具例

4. 工具形状

主な工具形状としては、穴あけ用のコアドリル、ミーリング工具、研削用のカップ砥石、切断用のブレード、ボール形状、ブルノーズ、タップ用工具、そのほか溝加工用などの特殊工具（図4）があり、タップ用工具の標準品はM3からで、電着ではなく焼結体である。

ミーリング用（図5）とドリル用では肉厚の寸法が異なり、ドリル用はミーリングと比較して薄く製作している。外径と粒度の関係上、推奨値はあるが、あくまでも加工内容によって変更している。

カップ砥石の形状も多種多様で、超音波加工機では、ワンチャックで外形研削、形状加工、研磨まで行う場合が多いため、仕上げにこのタイプの工具を使用する（図6）。砥石形状は世界標準FEPA規格であるため国内でオーダーする方法と



図5 ミーリング工具例



図6 研削用砥石例

変わらない。

ショットダイヤモンド工具社は、顧客からの図面を基に工具設計することが多い半面、在庫品が少ないが特徴である。

5. 仕様詳細

外径または内径、ダイヤモンド砥石部とそれを含まない部分、肉厚、粒度（#2,000～#80）、粒子のグレード、集中度、ボンドの種類およびグレード、ホルダタイプを見積時に指定するが、ホルダは超音波加工機用（Kシステム）、ERタイプ、軸付きタイプ（シャンク径/長さ指定）など、顧客仕様の工具を製作する上で必要な項目である。

当社では、工具以外にも超音波加工機の販売、ジグを含めた加工相談、3次元データ作製も行っているため、加工者として視点で推奨工具を提案することが、ほかの工具メーカーにない点である（図7）。



図7 Ultrasonic Actuating-system HSK63タイプと工具

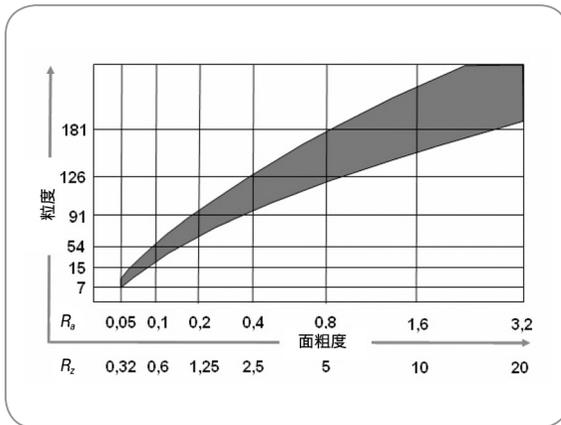


図8 粒度と面粗度

6. 面粗度と粒度の関係

脆性材の加工における仕上りの面粗度を決定する重要な要因の一つが粒度であるが、超音波加工においては、毎秒20,000~30,000回の振動による破碎加工のため、切れ味を重視する大きめの粒度は用いず、粗加工は#200~#240からスタートし、中仕上げを#400~#600、仕上げは

#800~#1,000が主流である（加工内容により異なる）。チップングやクラックを極力抑制しながら加工しなければならない材料ゆえに、粒度と粒子の選定が決め手である。粒子の選定では、材料や加工工程により異なるため見極めが困難である。図8は粒度と面粗度の関係を示している。石英ガラスの例を挙げると、#1,500の砥石で $R_a \approx 0.05$ が一般的である。

7. 納期について

納期は、在庫品や形状により前後するが、通常正式発注から営業日12~14日が一般的である。見積依頼時から見積書を返信する時間は24時間以内と決めている（特殊形状や、祝日などの暦は例外）。

今後も加工現場のニーズに応えられるよう工具の開発・提案を続けていくとともに、従来の超音波加工機ユーザーをはじめ、ユーザーでないお客様にも知っていただけるよう、さまざまなサービスの実現を目指して努力していく所存である。