№ 02 2024

world of tools

特集　スーパーミニ

HORN

はじめに

ヨーロッパで最も重要な展示会のひとつであるAMBが、今年はシュトゥットガルトで開催される。精密工具業界は、この展示会から持続的な景気刺激策になることを期待している。私たちは、ホール1スタンド1I10で、加工アプリケーションのための革新的な生産技術とプロセスを披露する。また、国際的にはシカゴで開催されるIMTSにも出展する予定である。

今回の最も革新的である新製品は焼結チップブレーカー付きスーパーミニである。本号では、大規模生産の限界をいかに押し広げるか、そしてそのスーパーミニの35年の歴史について興味深い事実を紹介する。

アルミ加工の分野では、新しいPCD工具シリーズを紹介するほか、成長し続ける積層造形分野（AM）にも注目したい。この製造法は、従来の製造プロセスとは根本的に異なり、研究や産業界にまったく新しい可能性をもたらす。

本号をお読みいただき、9月にシュトゥットガルトまたはシカゴで直接お会いできることを楽しみにしている。

マーカス・ホーン（Markus Horn）、マティアス・ロメル（Matthias Rommel）

world of tools

№ 02 2024

04 **スーパーミニ**
ツールテクノロジーの象徴
HORN スーパーミニの歴史
切りくず処理 / ミクロン単位
世界市場向けシール
インタービュー　マティアス・ロメル氏

18 **特集**
AMB シュトゥットガルト
IMTS シカゴ

20 **採用事例**
カップリング製造の専門知識
アルミとアルミ合金

26 **製品情報**
アルミ加工用PCDミーリング工具シリーズ
高能率加工用ドリル
DG型ヘッド交換式ミーリングカッター

34 **金属積層造形（AM）**
心に響く職人技術

印刷： HORN社のカスタマーマガジンは年に2回発行され、取引先や利害関係者に配布されます。
発行日：2024年9月。ドイツで印刷。

発行元： Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH • Horn-Straße 1 • D-72072 Tübingen
电话：07071 7004-0 • 传真：07071 72893 • 电子邮件：info@de.horn-group.com
网址：www.horn-group.com

権利： 発行元の書面による許可とテキストおよび画像の参照「Paul Horn-Magazine world of tools®」のみを使用した抜粋を含む転載。その他のテキストと画像のクレジット：Christian Thiele, Nico Sauermann, Paul Horn, Adobe Stock, istock

発行部数： ドイツ語 21,200部、英語 5,700部、フランス語 4,100部、日本語 1,500部

編集/構成： Nico Sauermann、Claudia Stelzer、Christian Thiele

制本： Werbeagentur Beck GmbH & Co. KG • Alte Steige 17 • D-73732 Esslingen

SAVE THE DATE

HORN TECHNOLOGY DAYS 2025 14TH – 16TH MAY

スーパーミニ

ツールテクノロジーの象徴

「これはボーリング工具に革命をもたらすだろう」と、HORN創業者のポール・ホーン氏はスーパーミニの最初の試作品を綿密に精査しながら思った。スーパーミニは1989年に発売され、今日に至るまでHORNの最も実績がある製品の1つである。過去35年間、このシステムは数多くの開発段階を経て、世界中の様々な機械加工の課題を解決してきた。HORNは現在、スーパーミニの歴史に新たなマイルストーン、すなわち重要な節目となる焼結チップブレーカーをスーパーミニ システム105に導入した。「多大な努力により、小径の内径加工時に生じる切りくず詰まりの問題を経済的に解決することができた」と、CEOのマーカス・ホーン社長は述べた。

ボーリング、倣い加工、内径溝入れ、ねじ切り、面取り、端面溝入れ、穴あけ、ブローチング加工など、スーパーミニは、様々な加工に対応する。超硬インサートは、下穴径φ0.2 mm～約φ10 mmまでの内径加工に使用される。HORNは、スーパーミニの超硬ブランクをティアドロップ形状として開発した。（V形状、二面拘束型）これにより、ツールホルダーの接触面が大きくそして高精度になり、システム全体のクランプ剛性が向上する。さらに、ティアドロップ形状はインサートのねじれ・ずれを防ぎ、刃先の芯高を常に正確に位置決めする。工具の突出しが長い場合でも、たわみを減少し、加工時の振動を最小限に抑える。用途と加工径に応じて、HORNでは3種類のサイズ（105、109、110タイプ）を提供している。すべてのタイプが、刃先に確実にクーラントを供給する内部給油式になっている。スーパーミニは2,500種類以上の標準品ラインアップを取り揃えている。さらに、特殊品タイプでユーザーの抱える数々の加工トラブルを解決してきた。

HORNはティアドロップ形状の超硬ブランクを開発した

切りくずトラブルの解決

内径加工における最大の課題の一つは、切りくずが長く伸びてしまうことである。被削材にもよるが、ボーリング加工では、工具に切りくずが巻きついたり、内径で切りくずが詰まってしまったり、最悪の場合、工具の破損につながることがよくある。そこで、役立つのがチップブレーカーだ。切りくずをコントロールし、形状を整え、分断する。以前は、切りくず分断のために特殊品としてレーザー加工ブレーカーや、研磨ブレーカーが使用されていた。しかし、これではインサートのコストが高くなってしまう。そこで、新製品の焼結チップブレーカー付きスーパーミニ システム105 の万能ボーリング工具の開発に成功した。このインサートは、良好な切りくず処理により、安定した加工が可能

新製品スーパーミニ　システム105－HORNは焼結チップブレーカーを持つ万能ボーリング工具の開発に成功した。

になる。このチップブレーカーはコーナーR部でも有効であり、低切込み加工でも、良好な切りくず分断性を実現する。さまざまな被削材に汎用的に使用でき、ボーリング加工、端面加工、倣い加工、バックターニングに適している。

チップブレーカーに加え、HORNはインサートの超硬ブランクを最適化し、より高い剛性と、より安定した刃先形状を実現し、内部給油式のデザインも見直した。新しいインサートは、既存のシステム105ツールホルダーで使用可能。インサート突出し長さ 15.0 mm、20.0 mm、25.0 mmの3種類の展開と、TH35およびIG35のコーティングを標準ラインアップ。コーナーRは0.2 mmで、下穴径φ6.0 mm ～に対応。新型スーパーミニの価格は、チップブレーカーを持たない標準スーパーミニインサートとほぼ同価格であるため、幅広い用途は、費用対効果の高さと密接に関係している。新型スーパーミニは、2024年6月12日からドイツ在庫在庫品である。

ユーザーは、幅広い種類のツールホルダーから、用途に適したツールを選択できる。丸シャンク、角シャンク、正面クランプホルダー、自動盤用ホルダーなど、様々な機械メーカーに対応している。クランプは4種類を提供：一般的なボール埋め込み型ねじ式、正面クランプ式、リフティングエレメント式。狭いスペースには、ナットで締め付け式のコンパクトなシステムも提供。

歴史
HORN スーパーミニ

1989

スーパーミニ誕生

スーパーミニは誕生してすぐにHORNの最も実績のある製品の一つとなった。

1995

ヨーロッパで特許を取得

1995年1月11日ヨーロッパで特許を取得

1998

スーパーミニの製品群を公開

1本のツールホルダーで1,200種類以上のインサートに適用

2007

対応下穴径の拡充

下穴径φ0.2 mm～に対応するインサートを開発し、新たな基準を生み出した

2016

HIPIMSコーティング

スーパーミニにHiPIMSコーティングを採用

2019

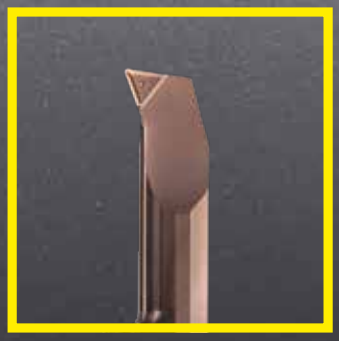
正面クランプツール

新たな正面クランプ部品を用い、ツールホルダーの正面からインサートをクランプする機構を開発

2024

焼結チップブレーカー付き新型スーパーミニの誕生

テクノロジーで限界に挑む：スーパーミニの製品群は、現在約2,500種類以上の標準ラインアップを展開



新型スーパーミニ　焼結チップブレーカー付き

経済的
安定した加工
大規模生産に最適

スーパーミニ

切りくず処理 / ミクロン単位

40年以上にわたり、リッチ兄弟のヴォルフガング氏（兄）とゴットフリート氏（弟）はHORNの精密工具に信頼を寄せてきた。RICH Praezision社（以下RICH社）はHORNのユーザーであり、サプライヤーとして、様々な産業向けに高品質の旋盤加工部品を製造しています。同社はボーリング加工に、焼結チップブレーカーを持つ新世代のHORN スーパーミニを使用している。「新しいインサートのおかげで、ボーリング中の切りくずトラブルはほとんどなくなった」とリッチ氏は言う。新型スーパーミニは、HORN システムSXミーリングヘッドのインターフェースの加工に使用される。

HORN DSエンドミルでスパナの平面取り加工

RICH 社は数年前からHORNのサプライヤーであり、同社は、HORNシステム42Xシリーズをさらに発展させたHORNシステムSX ミーリングヘッド・ツールホルダーの精密インターフェースを製造している。ヘッドは、安定した堅牢かつ高精度のねじで接続されている。このインターフェースにはいくつかの利点がある。それは、十分な大きさのねじで締め付ける高い安定性、大きな接触面でのクランプ、そして常に公差内の中央値にあるミクロン単位での正確な繰返し精度である。さらに、カッターヘッドの交換は簡単で、ユーザーフレンドリーだ。交換可能なヘッドシステムは、主にホルダーにろう付けされた工具鋼製の締結部を持つシステムで、フライス工具やギヤスカイビング工具システムに使用される。

「ツールホルダーの製造は、当初は大きな挑戦だった。HORN社が要求する精度は非常に高い。」とRICH社の製造部長のシュティーフェル氏は説明する。RICH社は、HORNのために毎年何万個もの部品を製造し

RICH 社は、新世代のスーパーミニに切り替える前は、切りくずが工具に絡みついてしまう問題に悩まされていた。

ている。HORNの部品製造にHORN製工具を使用している。機械加工で重要なのは、一方では相手ねじ、他方では非常に厳しい公差だ。さらに、様々な接触面の同心度と振れ精度も重要である。

切りくず詰まりトラブル

部品の旋削加工には、HORN製工具が使用されており、RICH社は通常、小径のボーリング加工にスーパーミニを使用している。精密ねじ部に加え、SXインターフェースはミクロン精度での芯高調整のために、テーパー部と締結部分を利用している。スーパーミニは、テーパー部と締結部部の旋削加工に使用される。「非常に厳しい公差を求められる加工でも、安定して加工することができる。小径のボーリング加工でいつも問題になるのは、長く伸びた切りくずが工具に巻きつくことだ。工具メーカーに関係なく、誰もがこの問題を抱えていると思う」とヴォルフガング氏は説明する。

新世代のスーパーミニ　システム105により、特殊品としてレーザー加工ブレーカーや、研磨ブレーカーでしか対応できなかった問題を解決できるようになった。「新型スーパーミニで、HORNは小径加工用の焼結チップブレーカーを持つ世界初のボーリング工具の開発に成功した。」とHORNの技術営業のブロッハー氏は言う。この工具は、優れた切りくず処理能力により、高い加工信頼性を提供するこのチップブレーカーはコーナーR部でも有効であり、低切込み加工でも、良好な切りくず処理を実現する。さらに、異なる被削材にも汎用的に使用することができる。

RICH社は内径溝入れ加工にはスーパーミニの製品群に完全に信頼しきっている。

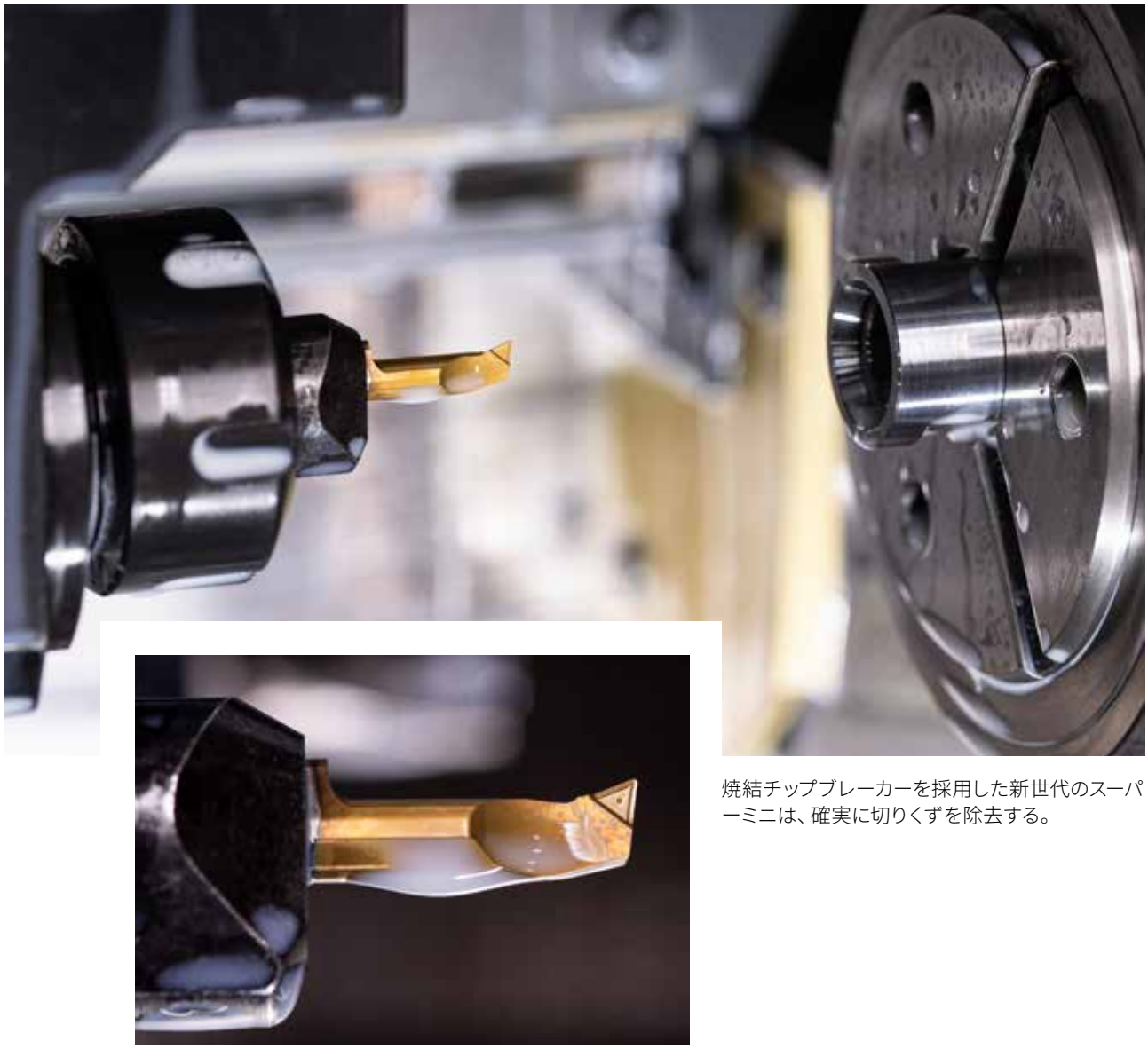
コーナーR部でも有効であり、低切込み加工でも、良好な切りくず処理を実現する

新世代のスーパーミニが活躍

新型スーパーミニの利点は明白だ。「切りくずが絡まる問題はすぐに解決した。旧型のシステムでは、工具から切りくずを手作業で取り除く作業が必要だったが、チップブレーカー付きインサートのおかげで、細かい切りくずになり、それらはほとんど見えなくなった」とヴォルフガング氏は言う。工具寿命は、旧型インサートと同等であり、インサート価格も同様で、旧型とほぼ同等だ。

高精度ねじ切りフライス加工

システムSXツールのボディの径に応じて、HORNサーキュラーミルまたはシステムDC超硬ソリッドカッターがめねじフライス加工に使用される。サーキュラーミルのインサートは特殊品であり、特殊ねじ用に精密研磨されている。ねじは数回の切込みパスで加工する。「ねじ山はHORNから支給されたねじゲージで検査する」とシュティーフェル氏は言う。内径溝入れ加工には、別のシステム306 サーキュラーミルを使用する。長さ対直径比が不利なため、旋盤加工



焼結チップブレーカーを採用した新世代のスーパーミニは、確実に切りくずを除去する。

サーキュラーミル システム306のねじ切りカッターを使用

難しい旋盤加工は、HORNで加工するに限る

よりも安定した加工ができるフライス加工を選択した。「インサート交換式のサーキュラーミルまたはソリッドカッターは、このようなフライス加工に非常に精密に対応できる」とHORNの技術営業のブロッハー氏は説明する。

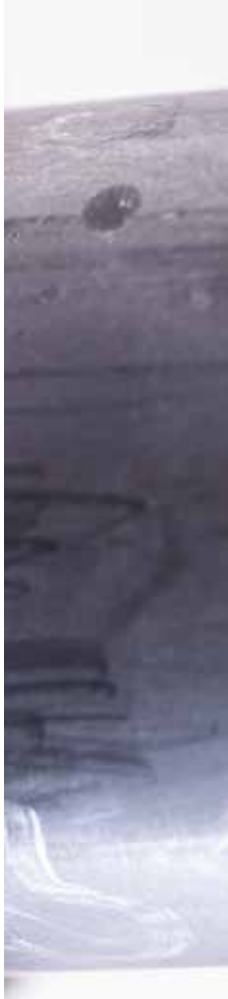
HORNのサーキュラーミルは、ユーザーに多くの利点をもたらす：早い加工条件でも安定した加工が可能で、良好な仕上げ面を実現する。急角度もしくは非常に浅い角度で円弧型にアプローチすることで、例えば高精度なねじ山を幾度も加工することができる。大径用のチップ交換式カッターや小径用の超硬ソリッドカッターによる加工と比較すると、一般的にはサーキュラーミルによるフライス加工の方が経済的だ。サーキュラーミルの用途は多岐にわたり、鋼、特殊鋼、チタン、アルミ、特殊合金を加工することができる。溝入れ加工、ヘリカル加工、ねじ切り加工、Tスロット溝加工、倣い加工、ギヤミーリング加工などにも適している。また、シール溝加工やコンロッドの加工など、特殊な用途にも最適である。

「新世代のスーパーミニは、私たちが40年以上にわたってHORNの精密工具を信頼してきた理由を改めて実感させてくれた。トラブルを解決してくれるHORNのあらゆる工具が、今後も私たちをどのようにサポートしてくれるのか楽しみだ」とゴットフリート氏は語る。

企業情報：RICH Praezision GmbH社
1949年3月3日、現取締役の祖父であるヴィルヘルム・リッチ氏がRICH社を設立。1986年と1990年には、経営パートナーのヴォルフガング・リッチ（兄）とゴットフリート・リッチ（弟）が加わった。今日、RICH社には40人以上の従業員がおりリッチ兄弟は精密旋盤加工部品の製造と複雑な部品の製造を専門としている。部品の組立はますます重要になってきており、「意志あるところに道は開ける！」をモットーに、同社は様々な産業向けの部品を製造している。トランスミッション、精密電気製品、油圧・空気圧製品、冷凍システム用などの部品を得意とする。

スーパーミニ

世界市場向けシール



油圧、ガス、水道。シールは高い圧力がかかる場所や、家庭の蛇口から水滴が垂れるのを防ぐためなどに使用される。目立たない部品だが、多くの機器に取り付けられている。パーカー・ハネフィン・コーポレーション社（以下Parker社）のプレディファ・テクノロジー部門は、シールシステムの開発・製造を担っている。ベルギーのブームにある拠点はPTEE（テフロン）などの切削加工可能な材料で作られたシールを専門としている。それらの加工にはHORNのツールソリューションを採用しており、スーパーミニとミニを使用している。

「様々な種類のシールがあるため、使用工具の9割が特殊工具である。素材や形状に合わせ、特殊な刃先形状を持ち、非常にシャープな刃先が必要だ」とショッカート氏は説明する。彼はヴィレムス氏とともにParker社の製造責任者である。「私たちの要求に応じて刃先形状を設計できるHORNの能力は、私たちにとって非常に重要だ。だからこそ、長年にわたってHORNの工具を頼りにしてきた」とヴィレムス氏は言う。

ポリマーシールのリーディングサプライヤー

Parker社の製品群には、幅広い標準シールとシール システム、カスタマイズされた専用シール、その他の要素部品が含まれている。航空宇宙、自動車、製薬、化学、油圧などの産業分野で使用されている。同社は、様々なシール材料と幅広いサイズ展開で、ポリマーシールの大手サプライヤーとして知られている。充実したラインアップでは、直径数ミリのものから、直径 4 メートルを超える世界記録のシールまで揃えている。

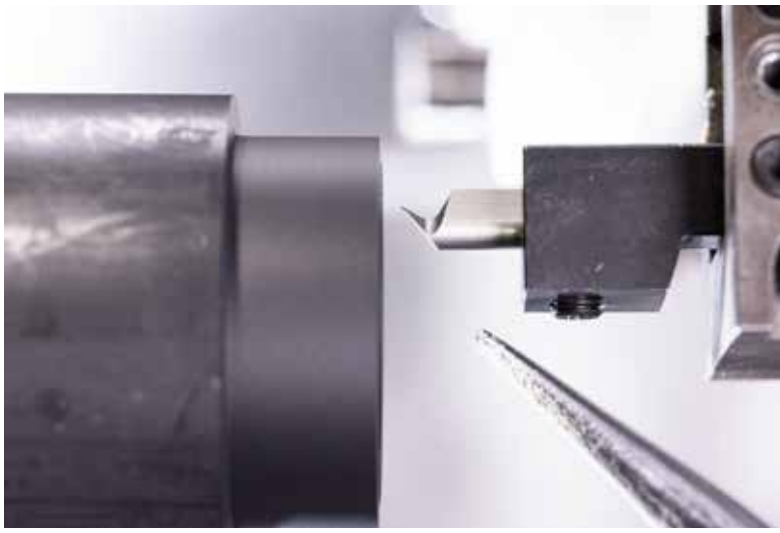
スーパーミニで端面溝入れとボーリング加工を行う

加工中に目立った切りくず排出はなく、ワークにわずかな溝を入れていく

「非常に鋭利な刃先で、かつ精密に研磨されているため、私たちはこの工具を単に剣（ブレード）と呼ぶことが多い」とショッカート氏は言う。カーボンファイバー・テフロン素材のステアリングシャフトシールの端面に溝を加工する際にスーパーミニを使用する。この溝は、Oリングをシャフト端面に装着するために必要だ。これにより、仮組み立て時ニシャフトをスライドさせることができ、ねじ止め後もしっかりと固定される。

鋭い切れ味

最初のテストは社内で手研ぎした工具で行われ、注文に応えた。「試作品や少量の工具は自社で製作し、生産量が増えてきたら、適切な工具を探す」とヴィレムス氏は言う。この場合、HORNは端面加工用の精密研磨仕様の特殊スーパーミニを供給した。加工する溝の深さは0.2 mm。高送りで溝入れ加工を行う。「一見、加工工程は非常に簡単に見えるが、バリが出ないことが要求されるため、非常にシャープな刃先が必須になる」とショッカート氏。加工中に目立った切りくず排出はなく、ワークにわずかな溝を入れていく。



鋭い切れ味：刃先が剣のような形状をしている

高送りで溝入れ加工を行う

それぞれの加工に適したスーパーミニとミニが工具台に取り付けられている

小径精密加工

スーパーミニは、φ4mm弱のプラスチックシールの製造にも使用される。端面溝に加え、φ1mmの穴を開けなければならない。「この加工でも工具の切れ味が非常に重要である。壁が非常に薄いため、切削抵抗が高すぎるとそりが発生してしまう可能性があるからだ」とヴィレムス氏は言う。システム105のスーパーミニで端面溝入れを行った後、別のスーパーミニを使用して、公差の厳しい最終寸法にボーリング加工を行う。

技術コラボレーション：左からショッカート氏（Peter Schockaert）、バース氏（Kees van Bers）、ヴィレムス氏（Johan Willems）の対談

大量生産を行うPARKER社にとって、サイクルタイムの大幅な削減が非常に重要だった。

ミニの活躍
ショッカート氏とヴィレムス氏は、高能率加工のために、2つのシールを同時に加工する特殊な2スピンドル旋盤を採用している。スピンドルは工具の上にあり、上から充填される原材料のバーフィーダーは工具台と一直線上にある。当旋盤加工では、工具の交換は必要ない。工具はスピンドルの下に一直線上に固定されている。加工中、スピンドルはすべての加工が完了するまで、順番に各工具の位置に移動する。

ミニは、スーパーミニと共に使用される。「ミニは、それぞれの加工工程にうまく適合させることができる。」HORNの技術営業のバース氏は言う。各加工に対応する工具が工具台に取り付けられる。「大量生産には、サイクルタイムの大幅な削減が非常に重要だった。ミニとスーパーミニを使えば、外径倣い加工、外径溝入れ、端面溝入れ、穴あけ、突切りのすべてに対応できる」とヴィレムス氏は説明する。

Parker社は、約10年前からHORNを使用している。使用工具の9割が特殊工具である。「最先端のテクノロジーとデザインで、私たちの要求を的確に満たしてくれるHORNをパートナーとして迎えられたことをとても嬉しく思っている」とヴィレムス氏は言う。

端面に2つの溝を持つシールは、ワンチャッキングで加工できる

ミニチュアサイズのシールには非常にシャープな刃先が必要

企業情報：Parker社
Parker社は、駆動・制御技術において世界をリードするメーカーである。同社は、航空宇宙分野だけでなく、自動車および産業用アプリケーションのためのシステムと高精度ソリューションを開発、設計している。今日、動くもののほとんどすべてにParker社の技術が組み込まれている。ユーザーのニーズに応えるため、モーション&コントロール技術分野において、単一サプライヤーとして最も包括的な製品群を提供している。これは、油圧、空圧、エレクトロメカニクス、ろ過、プロセス制御、コネクティビティ、冷凍・空調システム、シールシステム、EMIシールド、航空宇宙分野などの専門知識によって成立している。Parker社の製品とテクノロジーは、ユーザーの要件に特化した製品とシステムを組み合わせてできている。

スーパーミニ

インタビュー マティアス・ロメル氏

1969年9月28日、ドイツ・メッシンゲン生まれのマティアス・ロメル氏は、2018年11月1日に生産技術マネージングディレクターとしてHORNに加わった。ロメル氏はシュトゥットガルトで生産技術を専門とする機械工学の学位を取得しており、工具産業における指導的立場と幹部職で25年以上の専門的経験がある。HORNに入る前は、ドイツのグローバル企業でリニアテクノロジー部門のマネージングディレクターを務めていた。

焼結チップブレーカーを採用した新型スーパーミニの開発目的は？
最も重要な目的は、ボーリング加工中の長い切りくずの発生を、経済的に抑制することだった。もう1つの目的は、当社の主力製品群である内径加工用スーパーミニで、焼結チップブレーカー付きインサートでさらに強化することだった。私たちは、これらの目標を達成することができた。

これまでは具体的にどのような問題があったのか？
切りくずが伸びやすい材質で問題となるのが、切りくずがワークや工具に巻き付き、破損する危険性がある。さらに、ワーク自体に鳥の巣のような切りくずの塊ができてしまうこともある。切りくずの除去に、さらなる労力をかけることになる。人的コストと時間的コストを軽視することはできない。

加工はどのように変わったか？
焼結チップブレーカー付き新型スーパーミニは、非常に優れた切りくず排出を保証するだけでなく、切りくず分断性にも優れていて、内部給油デザインも最適化している。その結果、毎回感動させられるのだが、鳥の巣がない。筋状の長い切りくずもない。工具に切りくずが絡まって加工が中断することもない。これにより、サイクルタイムを節約し、手作業による切りくず除去の無駄な労力を削減することができる。

HORN
マネージングディレクター
マティアス・ロメル氏
（Matthias Rommel）

開発にはどのくらい時間がかかったのか？
私たちは焼結チップブレーカー付きスーパーミニの開発という重要な節目に到達するために、しばらく前に関連技術に投資を行いました。そして、必要な専門知識を持つことも非常に重要である。適切なインフラがあったが、最適な結果を得るまでに4年以上かかった。

レーザー加工と焼結を比較して、どのような利点があるか？
工具メーカーからすると、チップブレーカーの製造にレーザーカットをするは比較的コストがかかるため、大量に工具を提供するには限られた範囲でしか適していない。そのため、主にニッチな用途にのみ使用されることになる。一方で新型スーパーミニでは、幅広い用途の工具を大量に、しかも経済的に提供することができる。

次のステップは？
現在、汎用インサートタイプを3種類のサイズで展開している。今後、さらなる形状や寸法が追加される予定だ。私たちは、技術的なリードを広げ、シンプルで経済的な方法で、現場の問題を解決するツールリューションを提供し続けていく。

スーパーミニはあらゆる加工で性能を発揮する

特集
AMB

AMBは世界の金属加工見本市のトップ5に入る

2024年9月、シュトゥットガルトで開催されるAMBには、40年以上にわたって、金属加工業界の国際的で、とっておきのメーカーが2年ごとに集まっている。

AMBは、最先端の新製品、技術、イノベーション、サービス、コンセプトなど、あらゆる面を目の当たりにできる展示会だ。業界専門家の間では、AMBは偶数年にヨーロッパを代表する見本市としての地位を確立していると言われている。そのため、金属加工見本市の中でもリーダー的地位を有しており、世界でもトップ5に入る。

2024年9月10日から14日まで、シュトゥットガルトの展示会場が再び金属加工業界の焦点となる： AMBが開幕する。工作機械や精密工具の世界的な大手メーカーをはじめ、製造プロセスチェーンに関わる多くの企業が出展する。機械工学、自動車産業、医療分野、工具・金型製作、航空宇宙、あるいは一般産業など、金属加工ユーザーは、満員の展示会場で、魅力的なイノベーションとテクノロジーの数々を目にすることだろう。最新の工作機械や生産システム、制御装置、駆動装置、CAD/CAM、包括的なオートメーション・ソリューション、関連する測定技術やインダストリー4.0ソリューション、協働ロボット、さらには人工知能までが展示される。

AMB：国際的な業界のハイライト
AMB 2024では、金属加工業界の様々な分野から幅広い出展メーカーが集まる。国際的な大企業から中小企業、隠れたチャンピオン企業、スタートアップ企業まで、来場者は業界の現状と業績を包括的に把握することができるだろう。

HORNは、約500m^{2}のブースに精密工具、ソリューション、イノベーションを展示する。「AMBの絶対的なハイライトのひとつは、ボーリング加工用焼結チップブレーカー付きの新型スーパーミニだ。理想的な切りくず処理と切りくず分断を可能にする。ミーリング工具では、アルミ加工用の豊富なラインアップを展示する。ホール1スタンド1I10では、4台の機械で多くの実演加工を行う。ぜひブースにお越しいただき、当社の専門技術に納得していただけるだろう。」と、HORNのマーカス・ホーン社長は語る。

特集

IMTS

IMTS（国際工作機械展示会）では、製造技術の開発者、メーカー、ベンダー、推進者が一堂に会し、アイデアとビジョンを交換する。来場者は、CNC加工、オートメーション、ロボット、積層造形（AM）、ソフトウェア、メンテナンス、変革的なデジタル技術などのイノベーションを含む高度な製造ソリューションを発見することができる。IMTSはAMT（The Association for Manufacturing Technology：米国製造技術協会）の支援を受けており、西半球最大の製造業のための見本市である。展示面積は120,000m²を超え、110カ国以上から来場者を集めている。IMTS2022は、登録来場者数86,307人、出展企業数1,816社、教育セッションへの参加者数7,600人以上、そして次世代の製造業を紹介する学生サミットを開催した。IMTS2024は、2024年9月9日から14日まで米国シカゴで開催される。

IMTSは、西半球最大の製造技術の見本市である

展示会場（McCormick Place）の約120,000m²以上（130万平方フィート）の展示スペースに、1,200社以上の製造メーカーが自社の製品やソリューションを出展する。効率的に見て回れるように、展示エリアは産業、技術、ソリューションでエリア分けされている。

IMTSでの工具とクランプ技術

どんな産業も工具なしでは機能しない。来場者は、最新の工具やクランプ装置技術に投資することで、機械やシステムを顕著かつ容易に最適化することができる。生産性とコスト効率を最優先する来場者は、IMTSに訪れるべきである。HORN USAのマーケティング＆営業部長、マイク・シズマール氏：「シカゴにぜひお越しいただき、焼結チップブレーカー付き新型スーパーミニや、アルミ加工に焦点を当てた新しいPCD工具シリーズなど、画期的な技術を見てほしい。」

採用事例

カップリング製造の専門知識

動力伝達機構においてトルクを伝達し、遮断したり繋ぎなおしたりする。こういったことはクラッチやブレーキ抜きでは考えられないことだろう。目立たない存在だが不可欠、クラッチは日常的に機械の動作を支えている存在だ。Maschinenfabrik Mönninghoff GmbH社（以下、MM社）のような会社がそれを可能にしている。この会社は様々な産業で使用されるクラッチやブレーキシステムの開発と製造を行っている。同社の製造部長であるルーベック氏に率いられた開発チームは個々の部品の製作にHORNの精密加工工具を信頼して使っている。旋削工具に加え、同社ではHORNのスカイビング工具が高精度の歯車を加工するために日々役立っている。

様々な使用用途と状況に対応する数えきれないほど豊富なクラッチの種類が存在する。基本的に、クラッチは2つのタイプに分けられる。噛み合って動作するタイプとそうではないタイプだ。クラッチの基本的機能は2本の軸間のトルクを伝達することである。ほかの機能には軸間の位置のずれを補正する、不規則な速度で接続した場合の急激なトルク変動を減衰する、さらに過入力に対して機械を保護するための切断機能等がある。またトルク伝達のタイプに応じてクラッチのデザインは異なる。例えば車で使用される摩擦クラッチのような摩擦を利用し接続するタイプの場合は油圧やスプリングの作用で2枚以上の押し板が押しつけあって動作する。あるいはかみあいタイプのクラッチは動力の伝達をギヤや、指型突起ディスクや、他のかみ合い板で行う。

スキーリフトで使われるクラッチ・ブレーキの組み合わせ

MM社は広範囲な種類の製品を提供するがその中には精密なトルクコントロールを行う歯形式電磁クラッチや過酷な状況で使用されるディスク型クラッチがある。また、同社は、安全かつ迅速に停止するための電磁ブレーキや、機械コンポーネントを損傷から保護するために規定のトルクを超えると作動する過負荷クラッチも開発している。

MM社は有名なメーカー製のスキーリフトとゴンドラ設備で使用されているクラッチ・ブレーキセットも製造している。彼らの部品の働きでそれぞれのゴンドラが上と下の駅で自動的に係合および解除され、相互に同じ距離を保ってきちんと移動している。これによりケーブルの速度が速い場合でも人々が乗り降りするときの安全が確保されている。ここではMM社の製作したディスクキャリアー等の歯型式の部品が使用されている。

クラッチとブレーキの組み合わせに使用されるディスクキャリアー

MM社はDMG森精機の専用テクノロジーサイクルを搭載した複合加工機を信頼して使用する

MM社はこれらディスクキャリアーの製造にスカイビングカッターを使用しているがそれらはHORNで作られたものだ。「工具そのものの性能に加え、HORNの技術サポートの良さにも感銘を受けた。数年前、HORNはスカイビングツールの3番目のサプライヤーとして我々の仲間入りをしたが、その時我々は工具の設計時にHORNの設計者たちが出した様々な技術的な質問に驚いた。以前に他の会社からそのようなハイレベルな質問が出たことはなかったからである。」と、ルーベック氏はHORNの技術レベルの高さに気づいた時のことを振り返る。「HORNでは工具設計部の中にギヤ加工用工具の開発に特化したグループを設けている」とHORNの担当営業のミハエルエイマン氏は付け加える。

「HORNはスカイビング加工の高い工具品質と技術サポートで我々のお気に入りのメーカーだ」

使用工具

現在、20種類を超えるスカイビング工具がMM社で使われている。加工される歯車のモジュールはm 0.5〜m 2.5の範囲である。前述のスキーリフトのクラッチの部品であるディスクキャリアーはm2.0の歯車であるが、ヘッド交換式のスカイビング工具で加工されている。このWSR型スカイビング工具はディスクタイプの一体型超硬刃先をスチール製のホルダーに高精度に取り付ける構造になっている。加工では7回のパスを用いるが6回のパスで粗加工、そして最後に仕上げパス１回で完成させる。各パスの径方向の切り込み深さは一様ではないが、ほぼ0.45㎜前後となっている。「HORNのスカイビング工具のおかげで、我々が加工するギヤは非常に高品質だ。性能と技術サポートの高さは我々がスカイビング工具に関してHORNを指定する理由となっている」とルベック氏は言う。

HORNのギヤスカイビング工具にはインボリュート歯車、スプライン、特殊歯形他の様々な内歯車用工具だけでなく干渉がない外歯車の加工用工具も含まれ、いずれも高い生産能率を実現する。ブローチやピニオンカッター等、他の加工法に対するギヤスカイビングの優れた点は際立って短い加工時間、同加工に最適化された５軸加工機や複合加工機で使える点、旋削等の他の加工に歯切り加工も含めてワンチャッキングで対応できる点、歯底部のアンダーカットの発生を抑えることができる点等である。さらに、ギヤシェーパーやブローチ加工に比べて生産性が高く、費用対効果の高い加工法であること、特にギャッシュミルに比べてサイクルタイムが4〜5倍短いことも魅力的である。硬化処理を行ったブランク材への歯切りも可能であり、特に向いているのは中程度から大規模数量のギヤ生産である。工具は加工状況や被削材の種類に合わせて最適設計されており、歯数やモジュールによってさまざまな工具取り付け方法を選択できる。

大モジュールの加工

特に内歯車の場合、大モジュール歯車の加工時間が短縮できるメリットをHORNは強調している。これらの大きなサイズのギヤスカイビングにはワークと工具主軸の高精度な同期回転が可能な大きく剛性の高い複合加工機が必要である。モジュールが大きくなるほど、主軸側の剛性が重要になってくる。この問題は少なくとも工具に関しては、左右の歯面の加工を分割することによってある程度は軽減できる。小型の超硬ソリッドスカイビング工具で積んだ経験を活かしてHORNはより大きなモジュールの加工にも対応している。設計者たちは各案件の実現可能性を確認した上で工具の設計方針と推奨事項に関してユーザーと打ち合わせを行う。

このシステムはモジュールm 0.5からm2.0までの円筒型、またはテーパー型の工具を含む。ソリッド超硬の一体型タイプは工具径φ20㎜までのスリムなデザインで入手可能である。特に小さなモジュールの部品や小径歯車の場合、干渉のリスクが大きいため、スリムな工具軸が必要とされる場合に好ましいデザインである。加工される材質に合わせてカスタマイズされた超硬グレードやコーティングは高い加工品質を生み出す。インサート交換タイプのスカイビング工具は工具外径φ20㎜より大きいサイズのもので設計可能である。インサートは取り付け部の高精度設計により、ホルダーを主軸に付けたままで容易に交換することが可能である。超硬ツールホルダーは高い剛性、耐摩耗性、精度を保証する。より大きなモジュールの場合、HORNは刃先交換可能なチップを使用した工具の使用を推奨している。特にWSRシリーズの場合、HORNは装着されたインサートの前後から内部クーラントを噴射できる構造の工具をオプションで製作しているが、このタイプは加工

HORNの設計者たちは各スカイビング案件の実現可能性を確認し、工具の設計方針と加工での推奨事項をユーザーと議論する

HORNのギヤスカイビング工具にはインボリュート歯車、スプライン、特殊歯形他の様々な内歯車用工具だけでなく干渉がない外歯車の加工用工具も含まれる

良好なコラボレーション：HORNの技術者Michael Ehmann氏、MM社のYavuz Kol氏と打ち合わせ中のTimon Lubek氏

歯車の形状が貫通タイプか否か、加工部分に段があるか等歯車形状にかかわらず加工中の刃先に適切にクーラントを供給できる。

MM社はリングギヤのスカイビング加工にDMG森精機の複合加工機を使用している。「gearSKIVING 2.0のような使いやすい加工支援プログラムを備えたCTX beta 1250TCを使うことで我々もスカイビング加工を確実に行うことができる。」とルーベック氏は説明する。スカイビング加工の導入前、MM社は歯切り加工をブローチングとミーリングで行っていた。スカイビングに変更したことで彼らにも多くの利益があった。それは加工時間の短縮、高精度加工に伴う歯車等級の改善、そして1台の工作機上でその部品に必要な全加工を行う事での工程集約効果である。加工中のクランピング替えの回数が増えるにつれ精度に悪影響が出るため、ワンチャッキングで全ての加工ができることは加工された部品の精度を上げることに直接つながるのだ。これはクラッチとブレーキが一体となっている部品を加工するときに特に重要な点である。

取り付け部の高精度設計によりホルダーを主軸に付けたままでヘッドを交換することが容易である

技術的なコラボレーション

MM社がHORNの切削工具を使い始めてから25年になる。「最初のうち、我々はHORNの小さいやつと呼んでいた工具を旋削に使うだけだったんだ」とルーベック氏は冗談半分でHORNのスーパーミニシリーズの事を話し、さらに「今や我々はとても広い範囲でHORNの切削工具に頼っている。彼らの切削工具に関する専門知識と迅速な納品のおかげで、納得して使っている。」と続ける。

企業情報：Maschinenfabrik Mönninghoff社

航空機から船舶用途まで、繊細なハイテクロボットや包装機械からポンプや押し出し機までの全てで、力を伝達する必要があるときには信頼性の高い駆動技術が必要である。そうした製品が満たさなくてはならない要求事項はそれら製品の適用される分野や領域と同様多種多様である。MM社は信頼性の高い、革新的なクラッチメーカーであり、技術パートナーであり、顧客固有の要求に正確に応えることができる。同社の切り替え式カップリング、接続シャフト、過負荷探知システム、リニアテクノロジー、統合された駆動システム等は世界中のあらゆる産業で様々な機械に使われている。

採用事例

アルミとアルミ合金

アルミ（Al）は地球の地殻から鉱石の状態で産出する。アルミを抽出する上で最も重要な原材料はボーキサイトである。純粋な酸化アルミは複雑で大量にエネルギーを消費する工程を得てボーキサイトから抽出される。この酸化物はこの後溶融物に溶解され電気分解される。

アルミの特性

- スチールの1/3の密度
  （軽量、建設、省エネルギー、省コスト）
- 化学薬品への耐性
  （食品、飲料産業、オフショア産業（海底油田・ガス））
- 成形性、溶接性、鋳造性が高い
  （エンジン、自動車、航空機部品）
- 装飾的で耐摩耗性ある表面（産業、住宅、オフィス）
- 高い導電性（ケーブル、送電線）
- 非磁性

成功事例

アルミに対する需要は年々増加している。使用用途の増加と技術発展の結果、軽量で安定した素材に対する需要はますます増加しているがそれに対してまさにアルミは最適である。さらにアルミは極めて多用途で、梱包、建築材料、輸送から機械加工、プラントエンジニアリングまで多くの分野で使用されている。ロスがほとんど発生しないリサイクルが可能であるアルミ製品のライフサイクルを通じた利益は長期的に増加する。原材料の抽出作業に始まり、アルミ缶や車部品の加工に至るまでのアルミの製造、加工、そして最終製品までの流れは一つの国際的なプロセスと言える。アルミ製造業者達は世界中の専門技術者を集めて持続可能性の極めて優れた多機能材料を生み出そうとしている。

（出典: aluminiumdeutschland.de）

アルミの加工

アルミの抗張力、伸長力、硬度、降伏強度は合金添加物であるシリコン、マグネシウム、銅、亜鉛、マンガン等の影響を受ける。また、加工中に発生する熱で柔らかくなり工具に溶着した結果、切りくずの流れが悪くなり工具を破損することさえある。そのため材料に合わせた適切な加工条件を守ることが重要である。それはアルミ合金の種類、切削工具のタイプ、加工速度と送り、さらにクーラントの種類と使用量等に左右される。

HORNアルミ加工用工具

HORNがアルミ加工用に準備した幅広い品揃えの標準工具と特殊工具の最も重要な特徴は、切れ刃に対する高い溶着性をもつアルミに対抗するための、優れた摩擦減少性を持つコーティングを備え、高い切りくず分断力を備えたデザインで、鋭利で研磨されたすくい面を持つ切れ刃である。溝入れ用の超硬インサートは非常に鋭いインサート切れ刃を実現

アルミ多用途な材料で経済のあらゆる分野で使用される

するため全周を研磨されている。シリコン含有量の高いアルミ合金を加工するためのインサートは、コーティングされている。ラインアップの中には、コーティングタイプとノンコーティングタイプのサーキュラーミル、ソリッド超硬タイプのミーリングカッターが含まれる。高い切削条件に基づく大量の切りくずを排出するために大きな切りくずポケットを持った単刃タイプのミーリングカッターもそろっている。PCDやCVD - D等の超高硬度の切削工具材料に精密レーザーで切れ刃を付けた工具は長寿命でより複雑な加工に対応可能である。例えばMCDチップの工具は反射面やアルミブロー成型等に必要な鏡面仕上げを可能にする。

加工の現場においてはアルミ合金は最も加工しやすい材質に含まれる。それでもなおこの柔らかい材料の加工はすぐに困難なものとなる。溶着、構成刃先、切りくず詰まりはすべて工具の破損につながる。適切な工具タイプ、超硬グレード、加工条件、そして正しいクーラントを適量使用することでアルミ合金の加工は信頼できる結果をもたらす。ドリル加工、リーマー加工、溝入れ加工、ミーリング加工、それらすべてにHORNはアルミの経済的な加工に最適な工具ラインアップを提供する。多結晶ダイヤモンド（PCD）はその滑らかな表面、溶着のしにくさ、耐摩耗性の高さからアルミ合金の加工にも非常に適している。さらに、そのシャープな切れ刃のおかげで加工面の品質が高い。旋削だけでなく、この材質はドリルにも使用される。高い加工条件が可能なため、PCDチップのドリルは超硬ソリッドタイプと比較してサイクルタイムを短縮し、工具寿命を延ばすことができる。PCDのドリルはアルミホイールリム部の穴あけ加工など、連続生産でよく使用される。ミーリングにおいても同様な状況である。AMBでHORNはアルミ加工用に特別に設計された全く新しいPCDミーリング工具を展示する。

HORNは軽合金の経済的な加工に最適な工具ラインアップを提供している

製品情報

アルミ加工用 PCDミーリング工具

超高硬度切削材料から作られた精密工具の開発と製造における30年以上の経験に基づき、HORNはアルミの高能率加工のための広範囲なPCDミーリング工具シリーズを提供する。この間、HORNは様々な産業で実績を積み、PCD工具の分野で重要なサプライヤーとなった。市場経験と顧客からの要求に基づき、HORNはアルミ用ミーリング工具の標準品ラインアップを完璧に揃えた。標準シリーズのDM20からDM90はアルミ、非鉄金属、工業用プラスチックの信頼性高い加工を可能にする。これらの工具は資源節約や、カスタム化された切刃長やデザインに重点を置き設計され、ドイツ標準在庫品である。

この製品プログラムにより、HORNは幅広い標準工具と特殊工具を提供している。それらは単純なPCDエンドミルから複雑なモジュラー式組み合わせ式まで多岐にわたる。そういった工具を生み出すためにHORNが最も力を入れたのは、経済的で高い生産性をもたらすよう考え抜かれた設計とHORNのテクノロジー、柔軟性、そして信頼性を組み合わせ、工具を製作するということだ。HORNの高性能PCDグレードは様々な大きさのダイヤモンド粒子を考え抜かれた配合率で混合したものだ。素材中のダイヤモンドの重量比が増えると有効硬度、靭性、また刃先品質も向上する。厳格な品質基準とその管理は当然の事であり工具の強力な性能を保証する。

製品情報

DM20
DM20シリーズのPCDエンドミルは広い範囲の加工用途に使用できる万能用途工具である。底刃のついた2枚刃タイプのPCDチップミーリングカッターはほぼすべての加工用途をカバーし、非鉄金属やエンジニアリングプラスチックなどの非金属材料に手広く使用できる。このシリーズはドライ加工あるいはウェット加工の両方で使用できる設計となっている。異なったPCD材質の種類、近代的でカスタマイズされた切れ刃処理で、生産性の高い加工プロセスを保証する。このシリーズではセミスタンダードとしてユーザーの要求に応じて特殊工具を短納期で製作することも可能である。

DM25
刃先の長さが8 ㎜から18 ㎜のDM25シリーズは、高い送り速度が必要な場合に外部および内部輪郭加工と仕上げフライス加工に最適である。多刃デザインは加工時間を大幅に削減する。内部給油対応のRシリーズは非鉄金属の加工に適し、ポジのすくい角を追加したCシリーズは研磨剤からグラファイト、繊維強化プラスチックまでのざらざらしたやすりのような表面の素材の加工に適している。

HORNはPCD切削工具の分野で重要なサプライヤーに成熟した

DM27
現代の炭素繊維強化複合材は、より軽く、より強く、より安定しているため工業向けの様々な用途用としてますます重要になっている。こうしたざらざらした材料を加工する際に注意すべきところは、加工された切断面の品質だ。繊維のほつれ、層間剥離、チッピング等の発生を防止するためには被削材の詳細や工具の摩耗状態の管理が関連しているため切れ刃の形状と材質に対する厳しい要求となる。さらに薄肉部品の加工やパネルをトリミングする際には振動発生のリスク等、ダウンカットとアップカットのどちらを選択するか等も含め、安定したミーリング加工を実現するための他の要素も考慮しなくてはいけない。インサート切れ刃をポジ・ネガに配置、内部クーラントや底刃を組み合わせたDM27シリーズは一般的なミーリング加工を行うためにまとめられた工具シリーズである。

DM30
DM30シリーズのミーリング工具は背の高い部品の加工用に特別に設計されている。本工具はPCDチップを捩じれ刃デザインにした工具で壁面削り加工をスムーズに行う。セグメント状の切れ刃は切削時の負荷と騒音を低減する。PCDインサートの正確な位置決めと配置によりバリ等の無い、高い加工表面の品質を保証する。この工具は特に外周ミーリング加工、トリミング加工、円弧加工に適しており、小から中程度の切込み深さで使用できるだけでなく、切れ刃長さを最大限に活用した仕上げ加工にも活用できる。切れ刃は高品質でバリが出にくいようになっている。

DM33
高強度の鍛造アルミの部品は加工が難しく、切削工具にも厳しい要求が課される。従来のアルミダイカストとは対照的に、押出成形や鍛造されたアルミはシリコン含有率の低さと圧縮された組織構造が原因で、加工中は切りくずが伸びやすくなる。工具には構成刃先が出やすくなるとともに、加工中にかかる応力の高さも問題となる。DM33シリーズでHORNは特別に考えられたミーリング加工の手法を提供する。この工具は正面削りでもランピングでも、穴部やポケットを加工する際、前加工無しに高い送りのらせん状パスでワークに切り込むために設計されている。この方法で穴、切り欠き部、ポケットや輪郭形状はφ12〜16、そして20㎜径の工具を駆使して信頼性高く、経済的に加工できる。この工具には中心部に内部クーラント穴がついており、深いポケット加工でも安定した切りくずの排出を実現する。DG-Vシリーズではより大きな穴加工のためにより大径のスクリューインタイプの工具ヘッドが提供され様々な長さのホルダーと組み合わせて使用可能である。

DM50
HORNのDM50シリーズは一般的な加工タイプでかつ最短の加工時間が必要とされる場合に向け設計され、工具摩耗、柔軟な運用、費用対効果の観点から考え抜かれた工具である。最も摩耗が激しくなるヘッド部とインサートは交換できる。さらに中間スリーブ部分も交換することで加工長さを変更することができる。本シリーズはこのようにして加工内容に応じて工具をカスタマイズでき、同時に工具コストの低減も実現するのである。この工具の高い柔軟性のおかげで切れ刃長さ、コーナーR、またコーナー面取り等を必要に応じて変更することができる。また底刃部と外周部のインサートは2:1の比率の組み合わせとなっており、様々な加工要求と使い方に合わせた設計となっている。入れ替え時に各パーツ間のずれが出ない正確な位置決め構造のため、精度の高い加工結果が保証される。この工具デザインは軸の角度の精度を重視しており、スムーズな加工と高い加工面品質を可能にする。

HORNの高性能PCDグレードは様々な大きさのダイヤモンド粒子を考え抜かれた配合率で混合したものだ

製品情報

厳しい品質基準と品質管理は高い性能を保証する上で当然の事である。

DM70
HORNは正面フライス加工用にDM70シリーズを開発した。このシリーズは高能率のミーリング加工と高い加工仕上げ品質を可能にする小径工具だ。接合部分のボス面とテーパー面は非常に精密にできており、軸方向振れはミクロン台に保たれている。PCDチップを装着したミーリングカッター部を超硬ボディ上で簡単かつ迅速に交換できるので、効率化生産システムや自動生産システムでの使用に適している。超硬ボディは高い安定性を提供し、PCD切れ刃部分の再貼り付け後でも、長い耐用年数を保証する。このシリーズは一般的な正面フライス加工に対応するだけでなく工具径のバリエーションの広さと突き出し長に長短のバリエーションがあるHSK63-Aタイプのアダプターとの組み合わせにより、深さのある構造部品の底部の安定した加工も可能である。さらにこの工具は正面側からねじ込み式のクーラント吹き出しヘッドを装着することで効果の高い内部クーラント加工が可能である。

DM90
ダイカスト部品の正面フライス加工やショルダー加工から、エンジンやハウジング部品の加工に至るまで、さらに様々な非鉄金属の正面フライス加工であっても、バリの無い加工は非常に重要である。したがってPCDチップのインサートでは、バリが発生するか否かが選択の基準である。DM90シリーズは特にこの問題を解決するために設計され、高い性能を発揮する。φ50〜125㎜径で刃溝の長いタイプと短いタイプを展開している。HORNの工具はこれらの加工に最適であり、さらに時間のかかるインサート調整作業の必要が無い設計になっている。極めてスムーズな加工をみせるこの工具は、ミクロン台の軸方向振れ精度である。軸方向切り込み深さ4㎜の荒加工または仕上げ加工であっても、この工具はRz 4 µm 以上の表面仕上げを実現する。

製品情報

高能率加工用ドリル

HORNのD1122超硬ソリッドドリルシリーズは鋼および鋳造材の加工に最適で生産的で経済的なドリル加工を行う新世代の工具である。直線的な切れ刃は非常に安定した加工を行い構成刃先の形成を抑える。さらにコーナー部の面取り処理で刃先の耐摩耗性を高め工具寿命を延ばす。特別に開発され自社で行われるHiPIMSコーティングはさらに高いレベルの刃先保護を行う。精密に研磨された刃溝で、安定した切りくず除去を行う。

この新しいドリルシリーズは、厳しい加工上の要求に対応するドリルを設計できるHORNの技術レベルの高さをユーザーに示す。この超硬ソリッドドリルは魅力的なコストパフォーマンスを提供する。
カスタマイズされた刃先形状は高レベルのプロセス信頼性を示す。このドリルは先端角135°と140°の2タイプとなる。2段階のマージン部で安定した、摩擦抵抗が低い加工が可能になる。135°タイプは有効加工深さ8 x Dタイプで、4段階のマージンが付く。これによって最適な加工穴の品質と高い位置精度が得られる。先端角140°タイプはDIN6537規格に沿った仕様となり、有効加工深さ3 x Dと5 x Dの2タイプとなる。最適化された食いつき部デザインによりどちらの先端角のタイプでも良好な切りくず排出とクーラント供給が可能となる。全タイプが内部給油式となっている。ユーザーは被削材種ごとに最適なドリルタイプを容易に選択できる。

2段階のマージン部が安定かつ摩擦の少ない加工を実現する

製品情報

DG型 ヘッド交換式 ミーリング カッター

1,000点を優に超える特殊品対応例と、幅広い標準品ベースのカスタマイズ品で、HORNはDGヘッド交換シリーズで経済的で省資源の工具システムを提唱している。この新世代の工具シリーズにより、HORNは交換式ヘッドとシャンクの接続部分の設計を最適化し、高い汎用性、安定性、そして交換精度を実現した。これは新設計の超硬ソリッド一体式交換式ヘッドよって可能になった。接合部分とヘッドの切れ刃部分が材料である超硬シャフトから精密研磨で製作される。新設計の取り付けシステムは、ガイドピン、精密台形ねじ、接合部のテーパー/フラット形状により高精度の交換精度を実現する。繰返し精度はミクロン単位である。これにより交換時間を大幅に減らし、全体的な生産コストを削減する。モジュラーデザインで異なったヘッドやインサート、またはユーザー向け特殊設計ヘッドなどに柔軟に対応する。

カッターシャンクは超硬製と鋼製で提供

HORNはφ10、12、16、20、25㎜のヘッドをドイツ標準在庫品としている。それに加え、一般的な加工に対応する様々なカッターヘッドを在庫している。ユーザーが選べる交換ヘッドの有効加工長さは工具径の半分、または工具径と同じ長さの2種類から選択できる。アダプターの材質は超硬と鋼タイプがある。すべてのアダプターは内部給油に対応している。特にP種とK種の被削材の経済的で高能率の加工のため、新型超硬グレードのRC4Pコーティングで展開している。

金属積層造形（AM）

心に響く職人技術

ロックンロール、ブルース、そしてヘビーメタル。エレキギターほど聴衆の間に様々な感情をかきたてる楽器は存在しない。エレキギターはほとんどの音楽ジャンルで中心的役割を担い、1930年以後、何世代にも渡って特徴的なミュージシャン達を輩出してきた。大量生産されるギターに加えて、小さなディテールにこだわって1本ずつ手作業でギターを作り上げる手工業的なメーカーも存在する。マーク・ロッカー氏が経営する会社もそういったメーカーの一つだ。EBG-Instruments社では、ギター製作の新しい境地を開拓しているが、一方古き伝統にこだわりも持っている。現在のプロジェクトでは、単板のテレキャスターに3Dプリンター技術で製作したチタン製の部品をCVDダイヤモンド工具で加工して組み込もうとしている。そのプロジェクトをサポートしているのがHORNだ。

ロッカー氏（Marc Locher）は最新技術と職人技術を融合させる

批評好きな人はのこぎりやねじ回し、それにはんだごてがあれば誰でもエレキギターぐらい作れると言うだろう。確かにそれは本当かもしれないが、そのような楽器が奏でる音楽を聴きたい人は多くないだろう。アコースティックタイプのギターとは異なり、ほとんどのエレキギターには弦の振動を増幅する共鳴部分がない。ホローボディを持ったエレキギターもあるにはあるが、基本的にはエレキギターの音はその形状、使われる木の種類、ハードウエア、ピックアップ（弦の振動を電気に変える装置で、弦の真下のボディに埋め込まれている）、そして何よりそれを組み立てる職人の腕によって決まる。ピックアップは磁石に巻き付けられたコイルであり、それぞれの弦の振動を電気的信号に変換する。エレキギターが演奏されると、これらの電気信号はエフェクターを通り、アンプによって増幅され、スピーカーから音として出てくるのだ。演奏者のテクニック、そしてエフェクターとアンプが組み合わさり、みんながよく知っているエレキギターの音となるのだ。

すべての楽器は細部にわたってユーザーの希望に応じて作り上げられるカスタムメイド品である

職人技術

ロッカー氏は楽器製作を通して、伝統的な職人技と新しいアイデアやテクノロジーをうまく組み合わせる手法を印象的に実現してみせる。例えば、彼のギターはCNCマシンで削り出したアルミのボディに、高品質の木やカーボンファイバー製のネックを組み合わせたものだ。彼が1年のうちに製作するギターやベースギターは6本ほどだ。それらすべてが細部にわたってユーザーの希望に応じたカスタムメイド品だ。日常生活ではCNC技術を教える専門学校の教師である一方、仕事以外の時間に彼を見ることができるのは、自宅の地下室で様々な機材で作業をしているときだ。自宅の地下室に、技術者もうらやましがるようなギター製作に必要なものをすべて備えたエリアを作り上げた。2つの部屋にまたがるワークショップにはCNCフライス盤、多数の木工機械、塗装ブース、そして最終組み立て室がある。倉庫にはまるで貴重な銘木の販売店とでもいうべきギター用木材のコレクションがある。コクタン、カーリーメイプル、マホガニー等の美しく珍しい銘木がここに保管されている。

「普段街中で50年代から60年代にかけて作られた木の階段を探している。その時代の階段の多くは、単板のマホガニーでできていたからだ。」ロッカー氏が説明する。彼は古い階段の木材を使ってギターのボディとネックを作っているのだ。「そんな木がギターの材料に最適だ。長い間家の中で乾燥状態にあった古い木は、あまり内部応力が残っていないので変形しにくい。」彼は今作っているテレキャスターの材料にもこの貴重な木を使おうとしている。その形はこれまでで最も人気のあるエレキギターのデザインの一つだ。世界的に有名なギタービルダーであるレオ・フェンダー氏によって作り上げられた。しかし、ロッカー氏の作るテレキャスタ

3Dプリントされたチタン部品にM3のめねじの加工をする

ギターボディの加工にロッカー氏は高速回転スピンドルを付けた３軸のCNCフライス盤にHORNの4枚刃のダイヤモンドミーリングカッターを組み合わせて使用する

ーはフェンダー氏製の単なるコピーではない。すっきりとした外見で特別な材料と部品が使われ、そして正面側にはたくさんの接続用のねじが隠されたユニークな楽器で、特殊な製造技術はもちろん、多くの時間と作業、職人技が使われた一品である。

金属3Dプリンター

「特別な楽器を作るには、材料にも特別なものを使わなくてはいけない」とロッカー氏は言う。彼がブリッジを含むギターの部品を、チタンで作ることにしたのはそういう理由だ。ブリッジはギターの中央に取り付けられ、弦を支持する部品だ。ブリッジはギターにとって非常に重要な部品である。なぜならギターの音を決定するアタック（音の立ち上がり）やサステイン（弦の振動の持続時間）に大きな影響を持つ部分であるからだ。ロッカー氏はこれらの部品をチタンから作るために、自分で設計した3Dモデルを持ってHORNの3Dプリンティングの専門家たちに自らアプローチした。部品の形状、特に薄壁を持つ形状のため、フライス加工で成形することは時間とコストの面で不可能だった。

ロッカー氏にとって幸運だった事に、HORNはすでに2018年の春には独自の金属積層造形（AM）に関するプロジェクトを開始していた。現在は積層造形専用の製造エリアを設けている。

HORNは自社の工具製造、特に試作品、特殊品、ツールホルダー等の製作および工具内部のクーラント穴を最適化するための製造技術として積層造形を使用している。HORNは積層造形による製造手法で得られる設計上のさらなる可能性を、ロッカー氏のようなユーザーやパートナーが利用できるようにしている。積層造形法を使って製作された製品が技術的な優位性をもたらすのであれば、その使用は理にかなっている。しかし多くの場合、従来の手法で製造されていた部品を積層造形で製造することに経済的なメリットはない。例えば、素早く部品を製造できる自動盤等からの切り替えは難しい。さらに、積層造形法は、仕上げのための手直しに使うのもコストがかかりすぎるやり方だ。

パウダーベッド方式のレーザー金属積層造形

ロッカー氏のエレキギターのようなプロジェクトの場合、HORNは粉末床溶融結合法（パウダーベッド方式）として知られるレーザーによる溶融法を使っている。金属粉末を塗布した層でプラットフォームを作り、溶融する部分にレーザーをあてる。プラットフォームは金属が溶融し固まるにつれ段階的に下げられ、必要な部品の高さに達するまでこの工程が繰り返される。HORNは3Dプリントにアルミ（AlSi10Mg）、ステンレス（1.4404）、マルエージング鋼（1.2709）そしてチタンを使用している。その他の材料は現在テスト中である。造形サイズは直径300mm、高さ400mm。HORNはすべての積層造形プロセスを自社で行っているため、製造部門の専門家達がユーザーの要件に直接対応できる。部品は使用目的に応じて様々なデザインで製作される。HORNは部品のデザインと粉末を溶かすための適切な条件の設定に関してもユーザーをサポートする。製作はユーザーの要求が荒成形のみの場合や、仕上げまで完了する場合かにかかわらずそれに従って行われる。部品をHORNで社内製作する利点は、HORNの社内の様々な工作機や計測器をそのまま利用できる点である。これは時間が節約できるとともに全ての生産工程に直接影響する。

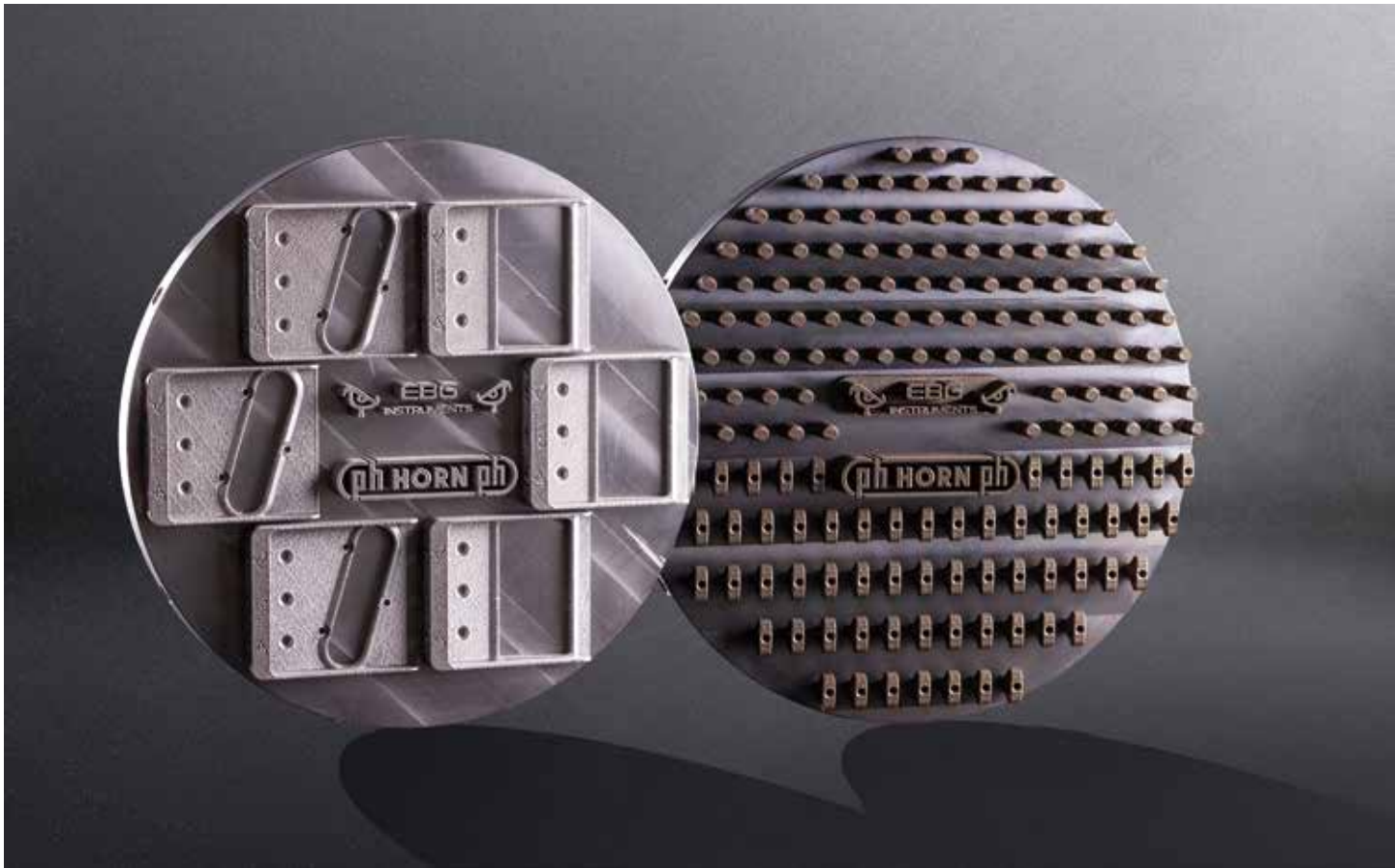
こうして積層プリントされたギターの部品はプラットフォームからワイヤーカットで切断される。しかし薄肉部品には高い応力がかかるため剥離前に熱処理が必要で、そうしないと分離後にそりが発生する。熱処理は650°Cで2時間必要だ。ロッカー氏は、部品の仕上げにガラスビードを吹き付けて光学仕上げを施した。ブリッジに加え、HORNはこの楽器の他の部品も3Dプリンティングで製作した。

CVD - Dミーリングカッター

ロッカー氏はギターのボディを材料から削り出して作る。この原材料となるのはマホガニーでできた階段の踏み板だ。ロッカー氏はこれを長手方向に切断し、2枚の板の真ん中を合わせて鏡像のように接着し一つにする。「このやり方は材料の安定性を高めるだけでなく、見た目の美しさからも使われている。」とロッカー氏は言う。特別な楽器製作用の接着剤が使われ、乾燥後はまるでガラスのように固くなる。これは非常に重要で、硬度が低い接着材であれば振動を吸収してしまい、楽器の音に影響がでる。ボディを削るのにロッカー氏は3軸のCNCフライス盤の高速スピンドルに4枚刃のロウ付けダイヤモンドチップ付きのフライスカッターをつけて加工するが、このカッターもHORN製だ。

この工具の切れ刃長さは約45㎜だ。これはボディ部分の削り出しのほとんどを行うに十分な長さである。切れ味がいいため、後工程である研磨の時間を短縮することが可能になっている。「加工

3Dプリンティングが終了した状態ではパーツはまだプラットフォームに強固につながった状態であり、分離する際はワイヤー放電加工機を用いる



HORNは粉末床溶融結合法（パウダーベッド）として知られるレーザーによる溶融法を使っている

後の木材の表面の素晴らしさに本当に驚いた。工具側面の切れ刃はまるで精密研磨されたようで、加工面にはバリ等が一切ない。このため、この後の木材表面の研磨に必要な時間が大幅に削減した。」この工具はボディ表面からランピングでポケット部の加工も問題なくできる。電気部品の収納部だけでなく、ギターの重量を減らすための六角形のポケットもいくつかボディに設けた。その後、これらのポケットや電気部品やケーブルを収めたダクト類の上から5㎜厚のマホガニーのトップパネルを接着する。

積層造形法が技術的優位性をもたらす場合、その使用は理にかなっている

ガラスのようなラッカー塗装面

これほど高品質なギター製作にはいくつもの技術を組み合わせることが要求される。CNCマシンの技術、木工職人、建具師、さらに塗装職人等の技術である。個々の部品の製作が終わり、細かい研磨作業が完了したところで、塗装が行われる。ロッカー氏はギターのボディに真珠色の白のメタリック塗装を選択した。カーリーメイプルとエボニーで作られたネックには、ダークブラウンのステインとクリアラッカーのコートのみが施され、美しい木目が見える。「ボディには下塗りと色付きと透明のラッカーを使って極薄の塗装を9層にわたって行う」とロッカー氏は説明する。それぞれの層は乾燥後次の塗装に備えて研磨される。塗装によって頻繁にゆず肌効果が生じる（塗面がゆず皮のように凹凸になる現象）。特徴的なわずかに波打ったような表面だ。クリアラッカーを使った最終塗装には特別な処理が施される。それは乾燥後、研磨剤の番手を都度細かくしながら何度も磨くことで、最終的には極めて美しい光沢をもった表面になる。「こういった時間のかかる作業でクリアコートはガラスの層のような光沢が出る」とロッカー氏は言う。最終工程はこのギターにパーツ類を組付け、弦を張って調整するのだが、それは彼にとって常に特別な瞬間である。「完成した楽器で出す最初の音は、同時にその楽器との別れの始まりでもある。2〜4か月の間、手を掛けて作り上げてきたものと別れるのは難しい。」彼はしばしば自分の作ったギターを新しい所有者となる人々にヨーロッパ中を旅して自ら送り届ける。

ロッカー氏はHORNとのコレボレーションを肯定的に評価している。「チタンから部品をプリントするという最初のアイデアから技術設計、目標の的確なアドバイス、部品の製作に至るまでHORNとの共同作業は非常にプロフェッショナルでスムーズだった。次のプロジェクトも楽しみにしている。ありがとうと言いたい。」

輸入総代理店

—

株式会社IZUSHI
中部支店／刈谷テクニカルセンター
〒448-0807
愛知県刈谷市東刈谷町2-2-2

Tel. 0566-62-8075
Fax 0566-62-8084

horn@ztec-izushi.co.jp
www.phhorn.jp

DEUTSCHLAND, STAMMSITZ
GERMANY, HEADQUARTERS
—
Hartmetall-Werkzeugfabrik
Paul Horn GmbH
Horn-Straße 1
72072 Tübingen

Tel. +49 7071 7004-0
Fax +49 7071 72893

info@de.horn-group.com
horn-group.com