HORN

world of tools

トピックス：

- 医療産業
- スポーツ産業
- 航空機産業
- 製品情報



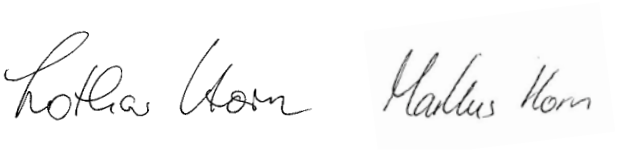
はじめに



お客様各位

当社のJIMTOF（日本国際工作機械見本市）への参加は、今年で3回目になります。切削工具やマシンツールの世界最先端市場の一つである日本において、このような重要イベントに参加できることは非常に光栄です。今年は、業界最高水準の性能を誇る最新型ツールとも言える新製品を多数展示いたします。

当社ツールのご利用により、生産性の向上、機械加工プロセスの安全性確保、さらに、製品の品質保証を実現できます。当社では常に、技術面だけでなく営業面においても、お客様が優れた業績を上げられるよう努めています。本冊子では、当社の新製品と共に、さらに充実した製品ラインナップをご紹介します。どうぞお読みいただき、当社ノウハウの有効なご活用により、生産性の改善を確実に達成できることをご確認ください。当社は、溝入れ／突切り／溝フライス加工／高送りフライス加工といった各種用途のツールや専用ツールを取り揃え、さらにブローチング加工／スカイビング／ワーリング加工といった最新テクノロジーもご提供し、お客様のあらゆるご要望にお応えします。機械加工に関するご用命を心よりお待ちしています。
敬具



Paul Horn GmbH
Lothar Horn & Markus Horn

目次

ph HORN ph world of tools









医療産業

4 フライス加工ー発仕上げ

スポーツ産業

8 コンロッド　両端面ワンクランプ加工

航空機産業

12 高品質が成功への道

16 航空宇宙製品用ツール

製品情報

18 内径溝入れ　209／216システム

19 スイス製旋盤用　32T

20 最新式Supermini

22 ダイヤモンド　Supermini®とMini

23 新コーティング　EG3/EG5

24 軸方向溝入れ　25A

25 モジュラー溝入れ　960

26 精密部品加工用　262

27 ジェットワーリング加工

28 高速ギヤスカイビング

32 ギヤ歯研削　（最大モジュール30）

34 サイドフライスカッター　M610

35 M1～M2.5　ねじ切りフライス　DCG

36 ギヤフライス加工

37 新　フライス加工　DA62

38 内部給油式　溝入れブレード

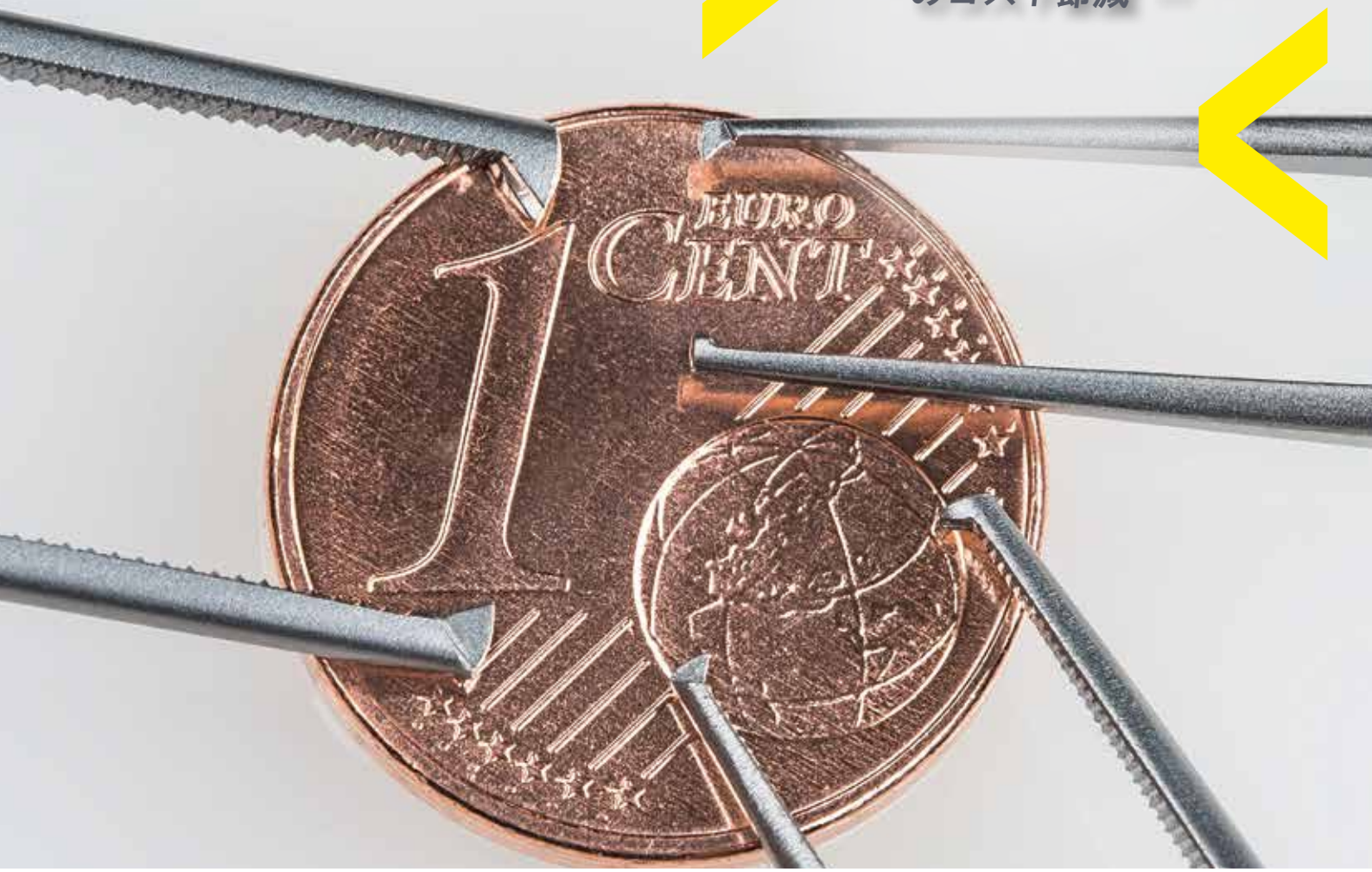
39 Tスロットカッター　406/409

医療産業

フライス加工一発仕上げ

› ドイツのトゥットリンゲン市に所在するAesculap AG社は、手術器具や殺菌技術の分野における世界的な先駆的企業として、「ピンセット」製品だけでも多種多様なサイズを取り揃え、幅広いタスクに特化した約1,000種類ものモデルを生産しています。中でも、手術用ピンセットは、グリップ部分に高精度な「マウス歯形状」と呼ばれる処理が施されている点から他の製品とは大きく異なります。こうした特殊なピンセット器具の機械加工の難易度は高くなりますが、そのような状況下で、HORN社製の特殊フライスカッターはまさにAesculap社にとって理想的な加工ツールであり、現在では、高精度かつ信頼性・費用効果の高い生産体制を実現しています。

… 最大30%
のコスト節減 …



約50種類の手術用ピンセットを生産。グリップ部分に、0.7mm～4mmのマウス歯プロファイルが施された、3種類のサイズで用意されている。



マウス歯のメス形状の切削プロファイルのフランク角は、各プロファイル高さに応じて25°／30°／35° のいずれかに設定可能。

「ピンセット」とは、誰もが知る日常的なアイテムです。例えば、切手収集者や、エンジニアの小型部品の分離作業にもよく利用され、また、指先に刺さった棘をすばやく抜く場合に重宝することもあります。つまり、ピンセットは万能ツールと言えます。現在医療産業では、様々なタイプの多種多様なピンセット製品が利用されています。例えば、グリップ端部がまっすぐな形状をした解剖用ピンセット／マウス歯（最低1本）の施された手術用ピンセット（微細な組織サンプルでも確実に捕捉・分離作業が行える）／柔らかい無外傷性のピンセット／マイクロピンセット／とげ抜き用ピンセットなどが挙げられます。

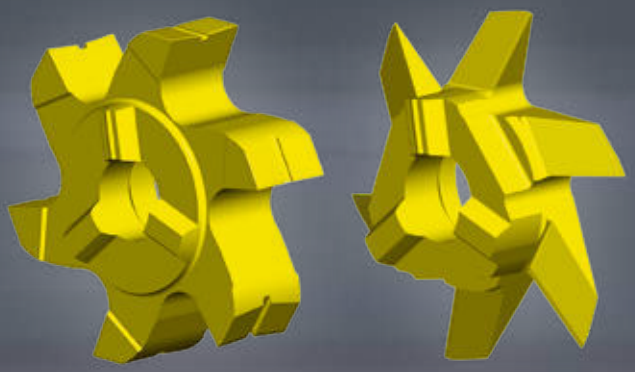
1,000種類を超える各種ピンセット

Aesculap社は、1,000種類以上にも及ぶ様々なピンセット製品を提供しています。主要な手術用ピンセット製品の売上数は、毎月20,000個以上にも達します。一方、特殊な「専門医用」ピンセットの場合、年間需要わずか50個という製品も存在します。一般に、大半のピンセットは共通の素材から製造されています。手術用器具の場合、「1.4021」(JIS SUS420 J1)規格のステンレス素材（品質グレード：「X20Cr13」または「X15Cr13」）が使用されます。通例、優れた機械加工性（クラス5）を有するステンレス鋼は、頑丈であり、加工が困難です。また、バリが形成されたり、旋削時に構成刃先が発生したりする傾向があります。

Aesculap社は、約50種類のマウス歯グリップ形状の手術用ピンセット製品を提供しています。同社基準により、マウス歯プロファイルの「幅」や「高さ」から3タイプの製品に分類されています。プロファイルの「高さ」は、0.7mm～4mm。「形状」については、現場で実証済みの既存デザインを継承し、旧来からの伝統的ピンセットのデザインが採用されています。マウス歯には、歯の角度（25°／30°／35° のいずれか）の3タイプのモデルがあります。歯の角度は、ピンセットのサイズに応じてそれぞれ異なります。ただし、以下のような理由から、「切削加工」や「クランプ」のプロセスはいずれも非常に困難です：マウス歯形状に関する厳格な要件の存在／オス形状とメス形状がお互い正確にかみ合う必要性／先端と根本の角度における厳密な公差／細いピンセットの先端の不安定性。

過去には従来型フライス加工機を用いて、ピンセット特有の形状的要件に基づき、いくつかの工程に分けてマウス歯の生産を行っていました。しかしこの生産方法には、必ず、手間や時間・費用のかかる手作業による修正工程も伴いました。また、この修正作業には、長い業務経験が欠かせませんでした。つまり、これは時計屋の作業形態に近いとも言えます。工程での主な課題は、常に一定精度を維持して加工を行うことであり、特に寸法0.7mmといった微細なマウス歯の加工においては重要なポイントとなりました。

医療産業



フランク角の混同を避けるため、ミリングカッターの「オス」と「メス」は各プロファイル高さとそれぞれ対になっている。6枚の刃のインサートを備えたミリングカッターは直径が3種類あるため（タイプ613／628／632）、見分けがつきやすい。



マウス歯のオス形状の切削には、アンダーカットを含めた5軸プロセスを使用します。歯形状のベース角は0.03mm以内。

複雑なデザイン

近年では、ピンセットを機械加工可能な生爪で保持し、5軸マシンでマウス歯形状の仕上げミルを行う加工法が採用されています。ただし、こうした作業の難易度が高いのは、機械自体に起因するものではありません。このようなケースでは、クランプ配置方法の決定やツールに関して長期間の工程開発を要しました。加工対象となるピンセット端部は、不安定で振動し易い上、小さな切削抵抗ですら不向きといった性質があります。このため、マウス歯形状を施すピンセットの場合、約50モデルに一つの割合で特殊なバイスジョーを作成する必要性がありました。そして次の段階では、オス／メスのピンセットアームを適合させるため一対ツールの開発に着手しました。

マウス歯のサイズは3種類あり、歯の形状および互いの歯間の角度（25°／30°／35°）がそれぞれ異なります。そのため、ツールの混同を避けるため、直径についても3種類設定することになりました。6本のインサートを備えたHORN社製ミリングカッター（タイプ613、628、632）のオス／メス各バージョンは、マウス歯のサイズや関連角度に基づいて開発が進められており、それぞれの対応直径21.7mm／27.7mm／31.7mmと対になっています。

非常に厳格な仕様

オスマウス歯の円形ベース輪郭の作成に求められる仕様は極めて厳格であり、メス輪郭と適合させるにはわずか0.03mm～0.05mm精度の測定を行う必要があり、HORN社ツール研磨機の開発において大きな課題でもありました。特に本体を研磨する場合、コーティング厚さも考慮する必要があるため、上記要件に対してさらに厳格な精度が要求されました。そればかりでなく、「1.4021」(JIS SUS420 J1)素材の加工を行う場合、形状精度／長いツール寿命／優れた信頼性を確保するため、切れ刃の輪郭を極めて鋭利に成形する必要性もありました。これは非常に難易度が高く、特に中程度のすくい角では、切削抵抗やバリ形成を最小限に抑えるため、非常に鋭角なデザインが求められました。最適化を行った結果、現在では、ピンセット先端方向にマウス歯形状を成形する手法を採っています。この際、少量のバリも必然的に発生するため、後続の「ピンセット先端の丸め作業工程」でバリ除去を行っています。機械加工の最適化プロセスである「クランプとツールの設計」には、合計で6ヶ月間かかりました。そのうち3ヶ月は、Aesculap AG社（ドイツ・トゥットリンゲン）でテュービンゲンの機械加工エキスパートとの二人三脚で作業を進めました。これにより素晴らしいパートナーシップが築かれ、2社は既に何十年間も良好な関係を続けてきました。その結果、Aesculap AG社の様々な器具・製品の加工要件の判断で培った、幅広い経験を積むことができました。

ソリューションに向けて一歩ずつ

ツール設計プロセスでは、まず、ツールシステム、フライスカッターの種類、インサートの個数などを決定します。

プロセスの第二段階では最適な切削形状の開発を行い、さらに、基板となる超微細粒を決定しました。最終的に最適なコーティングを



（写真左から）Aesculap AG社の機械管理担当のDaniel Abert氏、Gisbert Voss氏（本件では、HORN社の現場営業担当として参加）、Aesculap AG社のR&D生産責任者のHeiko Martinic氏。プロジェクト進展に向け、週3回会議を行うことも多々ある。

選定する際には、1.4021(JIS SUS420 J1)素材の加工から得た様々な経験が役立ちました。卓越した精度のインサート輪郭を考慮した上、非常に滑らかで薄めのコーティング処理を採用しました。これにより、切り屑の形成や排出が促進され、また同時に、摩擦抵抗を最低限に抑えることもできます。摩擦抵抗が下がると発生熱量も低下するため、必然的にツールへの伝導熱が最小限に抑えられます。この結果、ツール寿命が延長し、切削抵抗が最小限になります。また、選定した素材グレードである、TiCNコーティングを施したTi25は、マルテンサイト系ステンレス鋼の機械加工には最適な性質を有しています。

最大30%のコスト節減

Aesculap社による世界標準確立に向け、機械加工／工程開発を担当するHeiko Martinic氏は次のように述べています：「HORN社との緊密な協力関係で開発したプロセス全体は、まずCAD／CAMから始動し、DMG 森精機のタレット型フライス盤MILLTAP 700の導入が決定され、さらにクランプ／ツール／クーラントの選定まで行われました。当社の国内外の生産設備において、このプロセス全体を完全かつ高い透明性で維持していく必要があります。このため、パラメータベースのプロセスを使って20の形状値を決定することで、当社のピンセット製品全体の見直しも行いました。実際、マウス歯の標準加工法の開発は最大30%のコスト削減に繋がりました。新たなピンセットのマウス歯プロファイルのフライス加工は、現在、わずか1分強で完了します（ワークとツールの交換工程も含む）。一対のミリングカッターには、ピンセットのオス／メス各1,400本の加工能力があるため、投資した分の価値があると言えます。そのため、現在は既に次のプロジェクトに取り掛かり、様々なマウス歯形状の加工戦略の開発を進めています。」

ただし、この話にはまだ続きがあります：「もう一つ付け加えたいことがあります。パートナー2社が協働するには、単なるテクノロジーそのものを超えた領域の価値も不可欠となります。長年に渡るHORN社との実り多いパートナーシップや、HORN社の現場営業担当のGisbert Voss氏（週3回も当社のコンサルタント的役割を果たしてくれる）を通じて、当社は既に数多くのプロジェクトを達成し、幅広い問題を解決することができました。つまり当社は、相応の理由があってこそ、あらゆるHORN社製の膨大なツールを利用しています。当社では、HORN社の卓越したコンサルティングスキルや迅速な納品対応について高く評価しています。例えば、HORN社のGreenlineサービスにより、特殊品やイレギュラーな要望（50個未満の発注など）にも即時納品の対応をしていただけるため、非常に満足しています。これにより、当社の手間や保管期間を削減・簡素化することで、優れた費用対効果を見出せることができるのです。」

スポーツ産業

コンロッドの両端面ワンクランプ加工

サイドフライスカッターで、
呼吸器用コンプレッサーのコンロッドを円滑に加工

› ダイバーにとって、アマチュア/プロを問わず、呼吸装置は不可欠な装備でしょう。そのためコンプレッサーメーカーでは、通例、呼吸装置部品や適用する製造工程に非常に厳格な要件を課しています。HORN社のサイドフライスカッターは、「コンロッド供給」生産ラインにおいて重要な役割を果たしています。



年々、人気の高まるダイビングには、安全性が最優先。



コンロッドは5段階で加工され、まず、右側ロッドの穴の表面の旋削加工を行います。

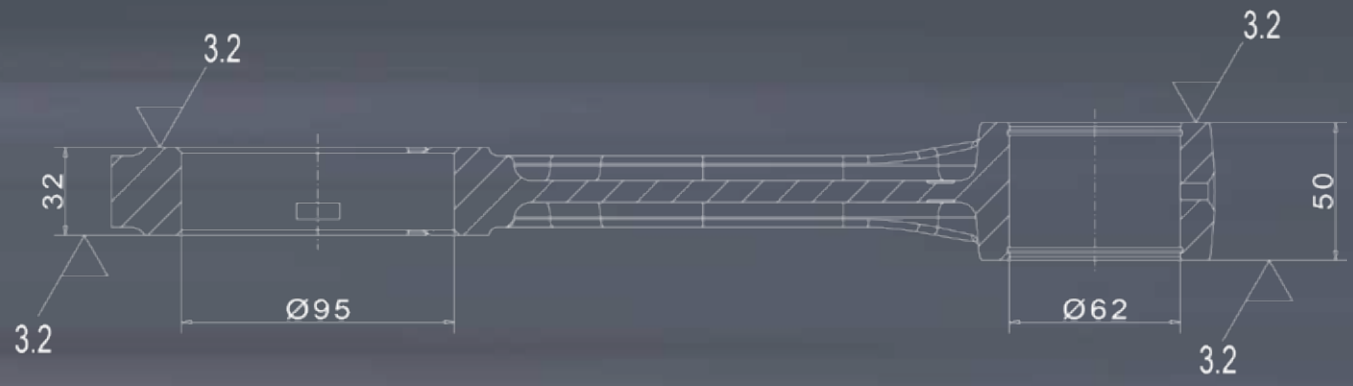
一般に、空気／呼気／ガスなどの媒体の圧縮の際には、BAUERグループの製品が利用されています。1946年以来、同社は、独自の高圧スクリュー型コンプレッサーシステム（圧力90～500バール、毎分100～10,400リットルの空気を供給）により、圧縮システムにおける世界的名声を築き上げてきました。そして2002年以降は、UNICCOMP GmbH社（所在地：ドイツ・ミュンヘン近郊のゲーレッツリート市）が同グループ内でのブロックや部品の製造を担当しています。同社施設では、約250人の従業員により、高中圧ピストンブロックの生産や、低圧スクリュー型コンプレッサー用ブロックやコンパクトモジュールの生産が行われています。個人向けの携帯呼吸器用コンプレッサーから、ダイビングセンターに設置されるプロ用システム設備に至るまで、多種多様な製品が生産されています。こうした製品は常に、「クリーンで信頼性の高い」アイテムが最優先事項とされています。

様々な需要に対応する、高い製造柔軟性

各種コンプレッサーの主要部品は全て、BAUERグループに代わり、UNICCOMP GmbH社のゲーレッツリート工場で製造が行われています。生産担当の従業員は、バッチサイズ（品目数は1～30で変動する）に関わらず、常に、「可能な限りの最短納品と最高品質」といった共通目標を掲げています。こうした目標の結果としての機械加工は、EN-GJS-600-3(JIS FCD600-3)材質のピストン式コンプレッサー用コンロッドの加工において優れた実績が立証済みです。コンプレッサーは通常、個別アイテムとして受注生産されています。営業部門では、これまでの業務経験から各四半期に平均35個のコンロッドを注文しています。あらゆるリソース（加工センター、ツーリング、ワーク保持装置など）を常に準備しており、万が一急な発注のあった際にも、コンプレッサーブロックの最終組付け段階にコンロッドを予定通り納入できるようになるのです。

この作業の目的は、連結ロッド両端の側面の荒加工／仕上げ品質を向上させることです。過去には、世界的ツールメーカーにより、直径50mm／63mmの切れ刃の両面ミリングカッターを用いて実施されたこともありました。しかし、切削深さが浅く振動も発生しやすかったことから、特に「ツール寿命」や「表面品質」といった観点からは成功には及びませんでした。 そこで生産チームは、別の手法を模索する過程でHORN社のアプリケーションエンジニアのKorbinian Niedermeier氏に接触しました。Korbinian氏には、こうした加工作業でツール寿命やプロセス信頼性を大幅に向上できるような、将来性の高いソリューションの提案が求められました。

スポーツ産業



コンロッド断面図とフライス加工用データ。

円筒シャンクのM310側面フライスカッター

ツールのプランニングにおいて、アプリケーションの主要条件を次のように定義しました：Heller CP6000フライス盤／ターニングセンターでHSK100ツールホルダーを用いてコンロッド大小端部の側面を1度のクランプでフライス加工する。そして、小端部の内径は62mm、表面品質Rz ≤ 3.2μm、表面の平行度0.01mmとし、さらに、ツール寿命は従来の3倍とする。

鋳造部品の水平クランプ位置と62mmという小端部の直径により、ツールの最大直径は60mmと規定されました。この寸法であれば、ツールを小端部に差し込み、下から加工することも可能です。UNICCOMP社のコンプレッサーブロックに使用するコンロッド（全てのモジュールに対してゼロ点が一貫して共通する特性がある）について、Korbinian Niedermeier氏は、次のような加工サイクルを提案しました：最初に上から、次に下から『大端部』の粗削り・仕上げの作業を行う。その後、006組み合わせフライスツールを使用して、『小端部』にも同様の順序で作業を行う。ここでカギとなる部品は、DIN 1835 A-25円筒シャンク（長さ56mm、25h6適合）と、その端面にねじ止めされるM310溝フライス（刃径60mmです。側面フライスカッターのツール本体には、両端にS310タイプの3枚刃使用の割り出し可能インサートが3本付いています。インサートは右勝手／左勝手の各バージョンがあり、切削幅は2.2mmとなります。

標準タイプから専用タイプへ

標準タイプとして、M310シリーズの溝フライスは、溝幅3mm、加工径80/100/125/160mmの加工に対応します。またサイドフライスカッタータイプでは、深さ18～50mmのフライス加工が可能です。さらに、アーバーカッタータイプでは、深さ25～44mmの溝フライス加工が行えます。8～20タイプ（加工径に応じてそれぞれ異なる）のS310刃先交換式インサートが本体にボルト止めされます。3コーナー使いインサートには右勝手／左勝手の各バージョンがあり、様



006組み合わせフライスツールにより、コンロッドの上下穴の荒加工／仕上げ加工。

々な超硬コーティングを選択できます。溜まった切りくずが分散され、切りくず排出に優れていることから、あらゆる素材の加工に最適なソリューションであると言えます。UNICCOMP社製品には、右勝手／左勝手の各バージョンの標準S310刃先交換式インサートが使用されており、いずれも超硬コーティングTN35が施され、高性能になっています。突出し長さ110mmと、コンロッド素材の加工条件を考慮して、フライスシャンクのみを専用タイプとして設計しました。

工具寿命を5倍に延ばす、新たなコンセプト

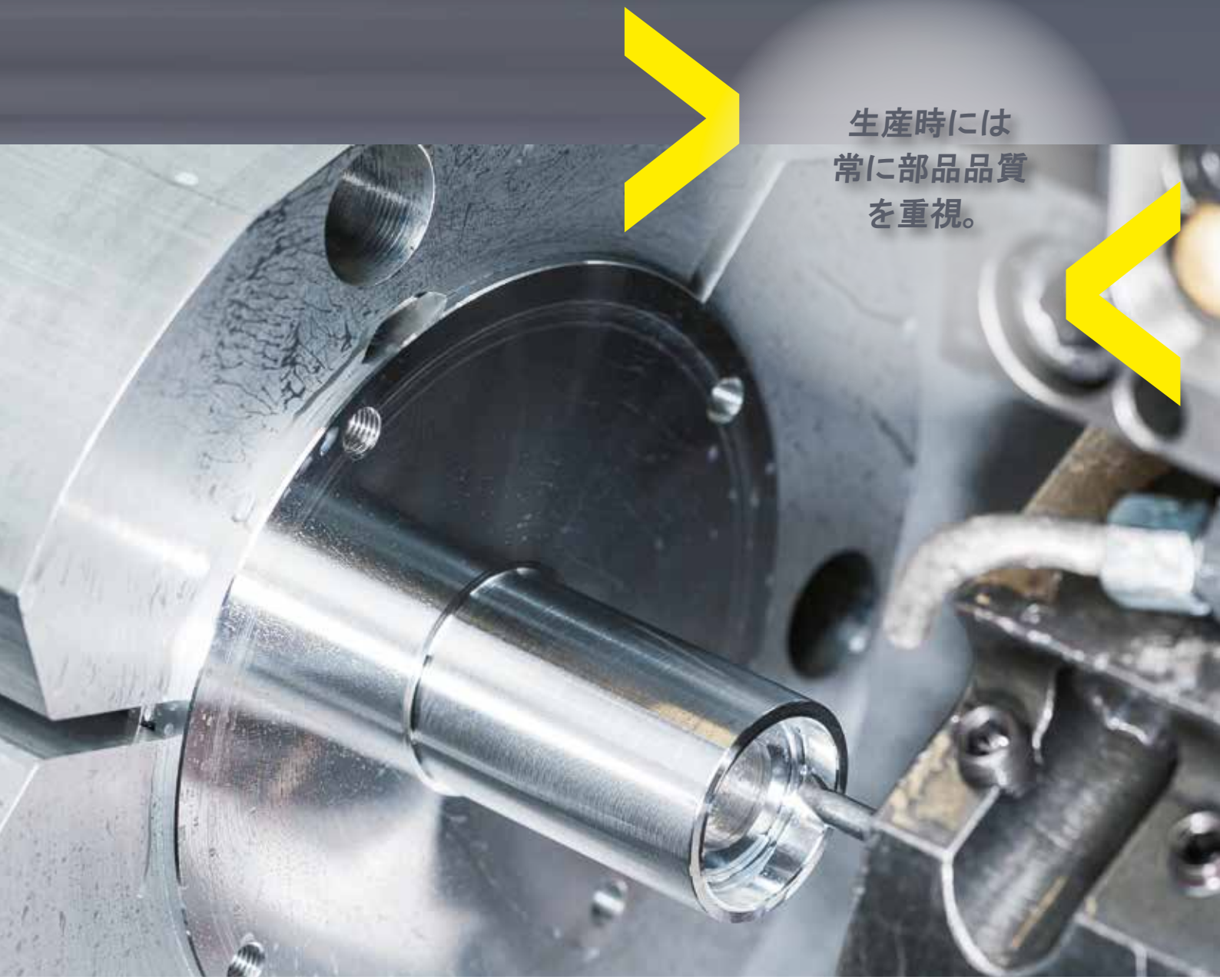
組み合わせフライスツールは、使用開始時点から即座に想定通りの性能を発揮しました。4つのコンロッドの穴の粗削り（カット部の半径方向幅ae=16mm)について、機械加工専門担当者により以下のような条件が適用されました：切削速度vc=150m/分、1刃当たりの送りfz=0.1mm、回転速度n=796rpm、切り込み ap=5mm。球状黒鉛鋳鉄製のワークについては、0.3mmのゆとりを残して1回のパスで、最初に上部、次に下部の荒加工を行いました。仕上げ加工は、同じ切削条件を適用しました。

この条件下では、フライスカッターの工具寿命60分（競合他社ツールの5倍に相当）を達成することができました。さらに、「面の平行度」（コンロッド機能性を左右する）など、面粗度の向上といったメリットも得られました。各種の幾何学的に類似したコンロッドの加工サイクルが極めて厳格に実行されるため、Hellerのラックタイプのマガジン（265のツールを保持可能）により、柔軟性が大幅に高まっています。また、新たな刃先交換式インサートが緊急で必要となった場合も、HORN社の柔軟な対応により標準／特殊ツールが迅速に納品されます。

航空機産業

推奨サプライヤー 高品質が成功への道

Herrmann CNC-Drehtechnik社の社長Gerhard Herrmann氏は、次のように述べています：「強い企業とは、いわば、強力な絆で結ばれた家族のようなものです。」同社は、航空宇宙産業用の高品質部品の生産においてこの原則を常に守っています。そしてこの言葉は、同族企業であるHORN社も自社のものとするモットーになっています。この2つの企業は、1990年より密接な協業関係を維持してきました。この間、両社は非常に厳格な品質の求められる部品に関して、数多くの機械加工上の課題を解決してきました。



Supermini システム（タイプ105）による内径穴加工の様子。



約30年間にも及ぶパートナーシップを通して、Goetze氏（HORN社）、Wetterich氏（Herrmann社）、直長のMaximed`Arexy氏（Herrmann社）は共に、機械加工関連の課題を数多く解決してきた。

1986年、Herrmann CNC-Drehtechnik GmbH社は極めて大規模な修理工場として始動し、現在では、ミュンヘン近郊のホーエンリンデンに生産設備・オフィスを備えた7,000㎡（75,347平方フィート）の施設を有しています。バイエルンに所在するこの企業は、従業員100人を擁し、航空宇宙部品の製造を専門的に行っています。Gerhard Herrmann氏と同氏チームは、主要部品や難削材の機械加工に関するノウハウを駆使し、数多くの大手航空宇宙グループから高い評価を確立し、「推奨サプライヤー」としてのステータスを獲得しています。

契約メーカーであるHerrmann社は、あらゆる素材（アルミニウムやステンレス鋼からチタンまで）の加工に加えて、インコネルやハステロイといった難削性ニッケルベース合金も取り扱います。同社では、生産時には常に「部品品質」が重視されています。DIN EN 9100規格による航空宇宙認定の厳格な要件を満たすには、クリーンで整然とした作業環境、高い技術を持つ作業者、ハイテク測定器に依拠した品質保証形態の確保が何よりも不可欠です。さらに、公式の認定検査以外にも、Herrmann社の顧客が直接現場施設を訪れて定期監査を行うこともあります。Herrmann社の副生産部長のKlaus Wetterich氏は、次のように述べています：「清潔さ、精度、恒常的な品質管理は、当社の日常業務において必須事項です。」同社は、航空機産業のあらゆるクラスの部品（クラス3～クラス1）を生産しています。中でもクラス1部品は最も重要であり、万が一、不具合が発生すれば人命が危険にさらされます。一方、クラス2部品は、不具合が発生した場合には航空機機能に甚大な損傷をもたらしますが、それでも着陸はまだ十分可能です。またクラス3部品は、故障しても機能性には全く影響がありません。

安定した旋削プロセス

高強度アルミニウム合金AlZn5.5MgCu（EN AW 7075(JIS A7075)）製のハウジングカバーの生産において、副生産部長はHORN製ツールに大きな信頼を寄せています。クラス2のハウジングカバーは、エアバスA350の着陸装置に使われています。Herrmann社では、この部品を年間約100個生産しています。Wetterich氏は、次のように説明しています：「当社では、当初からHORN社製溝入れ工具を使用してきました。旋削プロセスは非常に円滑に機能し、安定しています。さらに、HORN社の特殊インサートを標準ホルダーにクランプすることも可能です。」

航空機産業



Mini R114軸の溝入れツールによる、小型の外径／凹面の仕上げ加工の様子。

Supermini／Miniツールシステムを使用して、ハウジングカバーの旋削・溝入れ作業を行います。アルミニウム加工を行うため、Michael Goetze氏（HORN社の営業担当者、かつ技術コンサルタント）はTH35グレードを選択しました。このコーティングは摩擦係数が低いことからアルミニウム材の機械加工に非常に適しており、構成刃先の形成を防ぐことができます。

ハウジングカバーの旋削に関しては、厳密な歯振れ／同心度の公差／求められる面品質レベル／薄肉部品の設計といった、解決すべきそれ特有の課題点がいくつかありました。Wetterich氏は、次のように述べています：「航空宇宙部品の『軽量化』は不可欠な要素です。こうした薄肉ワークピースには、その都度新たな部品クランプ法の開発を要するため、『軽量化』は機械加工の専門担当者の大きな課題となることも多いのです。」ハウジングカバーは、穴を開けたアルミニウムのセグメントの付いた3爪チャックを用いてクランプします。

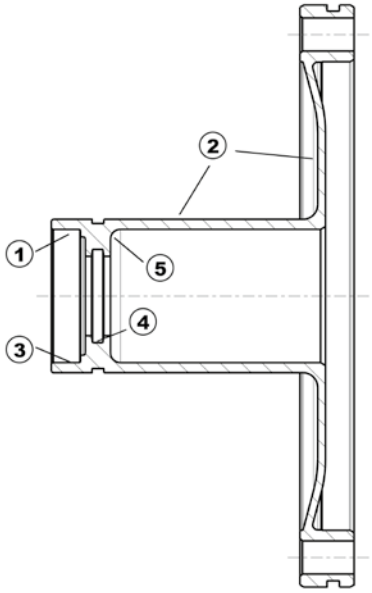
ワークのクランプに向けて

厚さ1mmの凹形内径プロファイルであるため、大径の部品に対応するには、3爪スクロールチャックのクランプ圧を調整する必要があります。そこで担当者は、DMG森精機のNL1500 CNC旋盤を使用して加工を行いました。



Supermini タイプ105を用いた、幅1mm の内径溝入れの様子。

ハウジングカバーの加工は、以下のプロセスで行います：最初のステップで、内径(1)をSupermini R105で仮旋削します。次に、ピンの外径と端面の凹形プロファイル(2)を、Mini R114軸方向溝入れ工具を使って1回の操作で仕上げます。Miniシステムでは、インサートは超硬シャンクにクランプされています。超硬材が高密度なため、爪の長さが長い場合でも振動を抑えられ、びびり跡が発生しなくなります。次のステップでは、Supermini R105を使って内径(3)を仕上げ、さらに再び105を使って1mm幅の内径の溝入れ(4)を行う。最後のステップでは、R111インサートを使用して、へこんでいる部分(5)を作成する。使用するツールは全て内部給油式です。



作業が順調に進み、明らかにWetterich氏とGoetze氏は大変満足しています。Wetterich氏は、熱を込めて次のように述べています：「当社パートナーとして、HORN社を高く賞賛します。同社は非常に信頼性の高い企業であり、コンサルタントのMichael Goetze氏の支援により、当社は機械加工のあらゆる問題について適切なソリューションを見いだしてきました」。

› HORN社には、航空宇宙産業メーカーの技術パートナーとして、ハイテク／従来素材の機械加工の最適なソリューションの提供能力があります。特に、チタン／GFR／CFRP複合材料や高温材料などの高強度素材を扱う場合、同社の巧みな加工戦略は生産性・競争力を向上させる上で不可欠です。HORN社ツールの本髄は、効率性の改善を達成し、さらにプロセスの信頼性・品質を高く維持したまま加工時間の大幅な削減を実現することにあります。例えば、HORN社の多結晶ダイヤモンド（PCD）ツールは、鋭く硬い耐摩耗性に優れた切れ刃を備えており、非鉄材料の加工に高い耐久性を示します。高精度レーザー加工の切れ刃を備えたCVD厚膜ダイヤモンドツールであれば、CFRP／CFR複合材料の加工用途でも、効率性の大幅な改善が見込めます。これは最高純度99.9%のダイヤモンドであり、あらゆる切削素材に最高レベルの熱伝導率を持ち、刃の鋭利度が従来型PCD切れ刃の最大10倍にも達します。

航空機産業

S224内部給油式溝入れシステム
DAH62高送りフライス加工





› インサートに内部冷却機能を備えた溝入れツールは、チタンやニッケルベース材料を扱うあらゆるプロファイルの旋削・溝入れ作業に最適です。

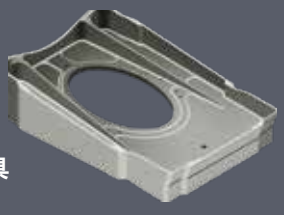
ターゲットシステムテクノロジーにより、切れ刃やチップブレーカーに直接クーラントが噴射されるため、切削ゾーンに優良な加工条件が確保されます。クーラント噴射により切り屑の形成が促進されながら、切れ刃上での切り屑の蓄積や、構成刃の形成・飛散が抑えられます。本システムでは、従来の冷却法よりも高度な切削パラメーターを実現できます。内部冷却機能を備えたS224は、安全性・効率性の高い手法で低コストなチタン／インコネルの加工を実現します。



ステンレス鋼製のタービン部品

› DAH62は、切削形状・基材・コーティング処理のまさに最適な組み合わせを備えており、粗削り加工用高速送りフライス加工ツールとして卓越した効率性を誇ります。

本モデルは、インサートとツールホルダーの設計により、チタンやステンレス鋼の機械加工に使用できます。特殊な切削形状により、高速プランジ加工やソフト加工が可能です。大量の切り屑を瞬時に除去することができ、優れた安定性とツール長寿命化を実現します。DAH62を種々用途に活用することで、加工時間を大幅に短縮し、生産性の改善を達成できます。



ステンレス鋼製のタービン取付具

航空機産業

S117ブローチ加工・プロファイリング
932サーキュラーフライス加工





› S117システムは、多種多様な標準ツールを提供し、旋盤やフライス盤でのブローチ加工／プロファイリングの作業時間を短縮することができます。

HORN社製の本ツールは、コンタリングや角の加工について完璧な精度を有しており、費用効果の高いワークピースのプロファイリングが実現します。各顧客仕様の様々なプロファイルや逃げ角に応じて、プロファイルインサートをオーダーメードで製作します。逃げ角が小さな形状であれば、仕上げ研磨も可能です。また各顧客の依頼に応じて、PCD／CBNチップのインサートも提供が可能です。ツールホルダーやインサートプロファイルを幅広く選択できるため、専用のブローチ加工／プロファイリング機械を購入する必要性がなく、ワークピースのコスト削減を実現できます。



チタン製のタービン部品

› フライス加工用サーキュラー932インサートに加え、HORN社の3枚刃／6枚刃タイプの製品シリーズが拡充し、さらに進化した新たなツールの数々が登場しました。

9コーナー使いインサート923は、加工能力を約50%向上します。直径21.7mmのTスロット工具はコンパクトな設計となっており、柔軟性が高く取り扱いも簡単です。本ツールでは、溝幅2～4mmかつ溝深さ8.3mmのフライス加工が行えます。仕上げや前仕上げ加工時には、9コーナーにより一定の切削速度で高送りが促進されます。これにより生産性を向上させ、さらに工具の長寿命化や加工の信頼性も確保できます。



インコネル製のタービン部品

製品情報

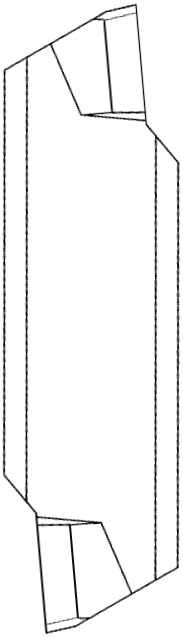
内径溝入れ　209／216システム



› 209／216システムは内部給油式で良好な切りくず処理を実現します。

最大溝深さ7.5mm、溝幅2～6mm対応可能

この新たな溝入れシステムでは、直径16mm以上（システム209）、直径20mm以上（システム216）の穴の内径加工が行えます。穴深さ50mm以下であれば、最大深さ7.5mmの溝入れが可能です。209／216いずれのシステムでも重要な部位となる、内部給油と「両刃」刃先交換式インサート（溝幅2～6mm）を備えたホルダーを使用します。ボーリングバー首部分を楕円形にし、高剛性なシャンクで、優れた防振性を実現しました。「G6公差」のシャンクについては、左勝手／右勝手のいずれのモデルも提供可能です。



クランプ部分のノズルとツールホルダーの横の2か所からクーラントを給油します。この2か所のクーラント給油により、効果的に切削ゾーンを冷却し、切りくずを的確に排出します。高精度焼結の2コーナー使いのインサート（刃幅2mm～6mm、材質　AS45）は、中強度素材用の「.5」、「.1A」、「.KF」の3種類のブレーカー形状ラインナップがあります。3種類の形状のインサートはいずれも、長い切りくずが発生する素材の場合も、切りくず形状をコントロールできる利点があります。

209システムホルダーはシャンク径が16mmで、穴深さが30mm 以下であれば、最大深さ3.5mmの溝入れが可能です。さらに、下穴径が直径18mmまたは、より安定しやすいシャンク（20mm）、そして穴深さ30mmの場合であれば、最大溝深さ5mmの溝入れ加工も可能です。一方で、216システムは下穴径20mm以上の内径溝入れ加工に使用できます。その為、シャンク径20mmも使用可能になります。これらの寸法から、最大溝深さは7mmまで加工でき、径の2倍までの突出し長さが対応可能です。

製品情報

32Tシステム



› スイス型旋盤や小型の主軸固定型旋盤用の新型32Tシステム。

スイス型旋盤やスペースの限られた場所に最適な溝入れシステム

スイス製旋盤や小型の主軸固定型旋盤での溝入れ・突切り用として、新たな32Tシステムをご紹介いたします。本ツールシステムは精密焼結の溝入れインサートを中央クランプねじで締め付け、インサートの交換を高精度に行ったり、インサートシートへ直接インサートを挿入したりすることが可能です。さらに、切りくず排出の阻害要因ともなり得る要因は一切必要ありません。クランプボルトのねじ頭の出っ張り部分などに妨害されないため、直接主軸で溝入れ／突切りを行えます。溝入れインサートはニュートラルインサートとして使用でき、また左勝手／右勝手いずれのインサートとしても使用が可能です。比較的小型な部品の加工用途に向けたソリューションとなる32Tシステムの登場により、HORN の3コーナー使いインサートの製品シリーズが充実しました。この新たなシステムによりHORN 製品ラインナップはさらに強化され、3コーナー使いインサートシステムの幅広いご要望にお応えいたします。スイスタイプ旋盤や小型の旋盤、特にスペースの限られた加工に向け、最適なソリューションをご提供いたします。

システムの最大溝深さは4mm、溝幅は2mmまたは2.5mmとなります。インサートは、ストレート／フルラジアスのいずれの切れ刃も溝入れ作業用として使用できます。HORNの提供する刃先交換式インサートは、面取り角度15° で突切り前面取り加工を行います。チップブレーカーは円筒形に研磨された形状であるため、切りくずを確実に除去します。ホルダーは角シャンクで、寸法は10×10mmまたは12×12mmです。いずれのバージョンにも内部給油式で、左勝手／右勝手いずれの仕様モデルも取り揃えています。

製品情報

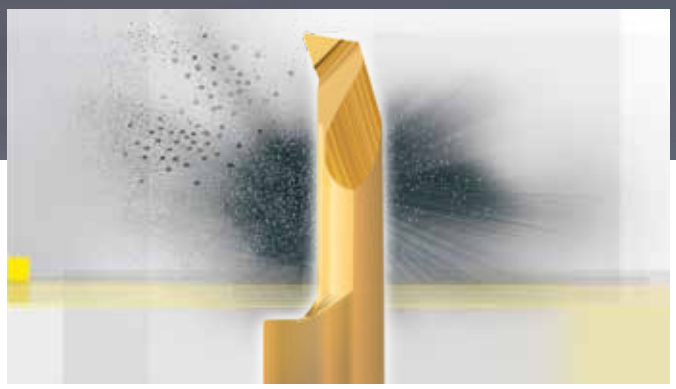
最新式SUPERMINI

数ある類似製品とは一線を画する高性能

› AMB 2016において、HORNの105 Superminiの最新型高性能バージョンが公開となりました。本新製品は、コーティング処理・基材・ミクロ形状などが全て新たに改良されており、下穴直径0.2mm～6.8mmのボーリング加工のこれまでの常識を覆すことになるでしょう。近年では、ステンレス／高合金／不均質鋼の加工頻度が高まっています。こうした状況に的確に対処し、作業効率の改善を図るため、105 Superminiはまさに最適なソリューションと言えます。



小径加工用のSupermini。



徹底的な改良：基材・ミクロ形状・コーティング処理の改善。

105 Superminiシステムは、下穴直径0.2mm～6.8mmのボーリング加工に最適であり、様々な機械加工タスクに向けて1,500バージョン以上ものインサートが取り揃えられています。最小径による穴あけ／溝入れ／面取り／ねじ切り／軸方向溝入れ／穴あけの仕上げ加工／端面溝入れ／ブローチ加工など、あらゆる用途で優れた性能を発揮します。高性能バージョンの導入により、ステンレス鋼や高合金鋼、また様々な混合率の素材などを高速に加工できるようになったため、既存用途の範囲（スチール、鋳鉄、非鉄金属、硬質合金や新種合金の加工、特殊なミクロ形状の小型細密部品の加工）が現在広がりつつあります。

高均質かつ頑丈な基材

105システムの超高性能をさらに向上させるため、様々な調整を一つずつ論理的な順序で行う必要がありました（まず「基材」、次に「ミクロ形状」、最後に「コーティング」といった順序で実施）。最初の一連の試験では、基材のみ変更し、それ以外のパラメーターは一切変更しませんでした。最適化プロセスの一部として、基材の変更だけでも平均30%の性能改善が達成できました。しかし処理可能な範囲が限られているため、高均質な基材の製作は非常に困難であることも判明しました。

切削抵抗の低減化も取り入れ、切削能力をさらに向上

さらに当社は、層の密着性や残留応力に関して、「ミクロ形状」と「コーティング」の関連性を調査しました。試験の結果、ミクロ形状を修正すると切れ刃にかかる応力が高まるが、強力な基材であれば応力を吸収できることが判明しました。切れ刃の形状が鋭利であるほど切削能力が向上し、切削抵抗が低下しました（刃先にかかる応力が増加した場合も同様）。

超高密度コーティング

こうした高い応力を緩和するため、HORNのコーティング専門担当者は特殊調合の基材を用いて、新たな頑丈な基材で高強度の刃先を製作するのに最適となるコーティングシステムの開発を行いました。



Superminiは、HORN社の「コア製品」かつ「中核となる強み」でもあります。

その結果、高均質構造の高密度な層を沈殿させるという、画期的なテクノロジーが開発されました。この新たな滑面性の高い層により、耐摩耗性が大幅に向上しました。摩擦が少なければ工具への伝導熱も低いため、必然的に刃先にかかる熱応力も抑えられます。層上部に金メッキのトップコート層を施したことで、摩耗の検知能力が向上しました。こうした複雑な最適化プロセスにより、「基材上の層の密着性」、「層構造」、「残留応力」の互いの関係性が明らかとなりました。「層の密着性」と「残留応力」のバランスを適切に取るには、最初の層を機械的結合法で基材へ密着させることが不可欠であると判明しました。

劇的な工具長寿命化

既存基材やコーティングとの幅広い比較試験が行われた結果、新たなソリューションは既存データに基づいた設計よりも工具寿命を向上させることが実証されました。HORNはこの情報の確証を受けて、試験的利用として高性能Superminiを顧客に展開しました。顧客の試験結果報告書により、新たなEG35コーティングが改善されていることが分かります：特に、強度1000 N/mm²でCo28Cr6Mo0,2C上で使用した場合、ツール寿命が60%向上しました。11SMN30+Cの場合、ツール寿命は100%以上伸び、また40CrMoV13-9で使用した場合、競合他社のインサート製品よりも工具寿命が大幅に改善されました。

シュツットガルトのAMBにて発表

基材・ミクロ形状・コーティングの全てが改良された、ボーリング加工ツールSuperminiの新型高性能バージョンは、AMB 2016にて発表されました。新型105タイプは、摩耗検知用の金メッキのトップ層を配した画期的なTiAlNコーティング／卓越した硬度／超高密度の層構造／優れた層密着性という点から、他製品とは一線を画しています。自社でコーティング処理を行うことで納期を短縮でき、さらに「グリーンライン」加工も可能になります。Superminiの標準型は、直径0.2mm～6mmのタイプとなります。標準寸法については、直径0.2mmで5×D、直径6mm（で最大35mmです。他のSuperminiシリーズと同様に、この高性能切削インサート（右勝手／左勝手の各バージョンを用意）は試験実証済みのホルダーに適合します（ホルダーシステムは、「内部冷却機能」付き／無しの各バージョンがあります）。

製品情報

ダイヤモンド刃先 SUPERMINI®／MINI

› 機能的なインサート形状と内部給油式
HORNダイヤモンドシリーズ。



ダイヤモンドチップのSupermini®／Miniツールにより、HORNの提供する穴あけ工具シリーズがさらに強化されました。本ツールは穴あけだけでなく、アルミ／焼結カーバイド／セラミックス／プラスチックなどの倣い加工・溝入れにも使用できます。また、シリコン含有量が高いため非常に摩耗しやすい非鉄素材や、構成刃先を形成しやすい非鉄素材の加工にも使用できます。チップブレーカーはこうした用途に向けて特別開発された形状であるため、線状の削りくずを制御できななどの加工上のあらゆる問題をほぼ全て解決することができます。

HORNのCVD-DチップやPCDチップのSupermini／Miniシリーズは、有能なチップブレーカー形状や刃先へ直接供給する内部冷却機能など、現在のダイヤモンドツール市場の中でも、多くの独自の優れた魅力を誇っています。HORNは、ダイヤモンドツール製品シリーズをさらに強化し、様々な加工上の問題解決に向けてご支援いたします。

標準型ダイヤモンドチップのSupermini／Miniツールシステムは、100種類以上ものモデルを取り揃えています。

CVD-D／PCD切れ刃付きSuperminiは、直径1.5mmから、各用途に応じて3種類の形状の各種モデルが市販されています。すくい角0° の「H0」形状は、カーバイド／予備焼結のセラミックス／グラファイト／切りくずの短い真鍮などの硬質で脆い素材の加工に使用します。すくい角5° の「H5」形状は、研磨材や柔素材の加工に使用します。これらの素材としては、シリコン含有量の高いアルミ合金／繊維強化プラスチック／研磨剤を含有したプラスチックなどが挙げられます。

またダイヤモンドは、貴金属や非鉄重金属（プラチナ／イリジウム／金／タンタル／チタン／タングステン銅などの焼結金属）の加工に使用してもチッピングの問題はありません。「HF」形状は、以下のような切り屑の長い非鉄金属に使用します：あらゆるアルミニウム鍛造合金／銅や銅合金（青銅など）／無鉛・低鉛の（切り屑の長い）真鍮など。「HF」形状は、制御されたチップブレーカー機能により、線状の切りくずに起因する加工上の問題を効果的に防ぐことができます。

製品情報

EGコーティング



› 新たなコーティング処理により、工具寿命を最大100%アップ。

新たなコーティング処理により、工具寿命を改善

通常、切削工具での難作材の取扱い（特に小型・微細部品の場合）は、製造・経費の両面から大きな課題を伴います。こうした用途、つまり、Supermini製品シリーズによる最小直径0.2mmの穴あけ加工の用途などに応えるため、HORNはEG3とEG5を開発しました。

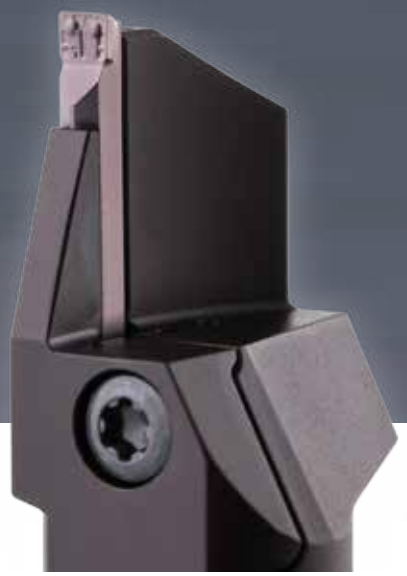
この2タイプは「基材」と「層の厚さ」がそれぞれ異なり、いずれのタイプも極めて滑らかな層を作成することができます。摩擦が非常に少ないため、工具（特に刃先自体）への熱伝導量が低減します。金メッキの摩耗層コーティング処理により、摩耗の検知能力が向上しています。

数多くの実証試験により、また、精度・信頼の高い手順を踏んだ顧客の実地経験により、新製品EG3／EG5のコーティング処理は優れた性能を有することが実証されています。EG3／EG5では、従来のコーティング処理よりも（素材によっては）工具寿命が100%も向上します。

新型コーティング処理は、Supermini／Mini／312システム用として新規開発されたものです。Superminiは主に、直径0.2mm以上のボーリング・溝入れに使用します。Miniツールシステムは、穴直径6.0mm以上のボーリング・溝入れに使用します。また312システムの3枚刃タイプのインサートは溝入れや突切りに使用され、さらに外径加工や穴径46mm以上のボーリング・溝入れ加工にも使用できます。

製品情報

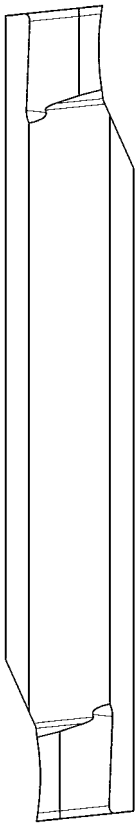
加工範囲拡大　25A軸方向溝入れシステム



› 25Aシステムは製品シリーズの拡充に伴い、より深い軸の溝入れにも対応します。

加工可能な直径範囲の拡張により、新たな用途に対応

新製品の登場により、カートリッジ設計や円形シャンクを備えた実績高い25A軸溝入れシステムはさらに多用途に対応します。片刃または両刃の刃先交換式インサートを用いる従来システムでは、外径15mm以上の場合、加工可能な溝幅は2～4mm、溝深さは最大18mmでした。しかし、カートリッジや円形シャンクの進化した本モデルでは、溝幅3mmまたは4mmで、溝直径50～65mmおよび65～80mmに対応します。



カートリッジは、HORNのK220標準型カートリッジ用に適合するため、本システムのあらゆる基本ホルダーで使用することができます。内部給油式により、切りくず排出を一切阻害することなく、効率的に冷却が行えます。ホルダーには、超硬材種TH35、TiAlNコーティング処理の15A／25Aの超硬インサート（片刃／両刃いずれか）を取り付けることが可能です。「.10」ブレーカーは、切りくずの長い素材用であり、深い溝の加工時でも切りくずが安全に排出します。

また片刃のインサートも、カラー部位などの「干渉輪郭」沿いの溝入れ加工が可能であり、幅広い用途に適しています。インサートは片刃／両刃共に設計寸法が共通しているため、「片刃」のインサートも25Aシステムのあらゆるホルダーに取り付けが可能です。

製品情報

960モジュラー溝入れシステム



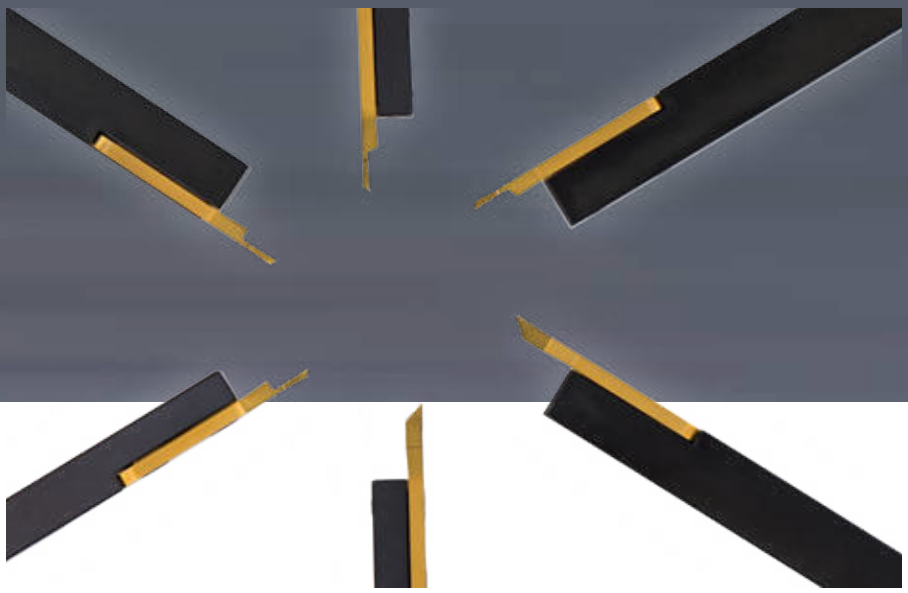
› S229切削インサートを備えたモジュラーシステム用の新たな溝入れカートリッジ。

S229切削インサートを保持する新たな溝入れカートリッジの追加により、HORN社の845用モジュラーシステムがさらに強化されました。両刃インサートは、溝入れ／突切り／横引き旋削／倣い加工などに使用でき、様々なチップブレーカー形状・基材のタイプが取り揃えられています。カートリッジの最大溝入れ深さは25mm、最大加工直径は68mmです。また、溝幅は3～6mmとなります。全ての溝入れカートリッジには、内部給油式です。フィンガーチャックを通して冷却を行います。

モジュラーシステムには、標準機械タイプに基づき、BMT接続のタレット用として各種の基本ホルダーが取り揃えられています。また、旋削・フライス盤用ホルダーと同様に、各種サイズのVDIホルダーを代わりに利用することも可能です。適合する溝入れホルダー（内部給油式）は、カートリッジの高さ調節が行え、左側／右側、正面／背面のいずれにも取り付けが可能です。様々な爪長さと溝入れ深さの組み合わせにより、機械ツールのあらゆる加工要件に対応します。

製品情報

精密部品加工用の262システム



› スイス型旋盤での使用に最適。研磨接触面により、優れた精度と割り出し能力を確保。

HORNの262システムは、μmレベル精度の快削性とピンポイント精度を備え、鋭刃ツール用途の高い要求にも確実に応えます。2本のねじで、刃先交換式インサートを確実にクランプします。研磨・焼結された接触面により、インサート交換時にツール再調整の手間がかからないため、セットアップ時間やダウンタイムを抑えることができます。

「横向き」型のインサートシートの場合、刃先設計の自由度が非常に高くなります。また本ツールは、刃先に大きな突出し部位が組み合わされているため、ホルダー付きスイスタイプ旋盤で（再調整の手間をかけずに）45°で使用することができます。

精密研磨の刃先については、標準タイプで21種類のバージョンが用意されています。また、各顧客の仕様に応じて、特殊品の製作も行います。具体的には、溝幅2mm、最大溝入れ深さ7.5mmの仕様まで対応可能です。鋭い摩耗性の割り出し可能インサートは、高精度の求められる極小部品（時計部品や補聴器用の微細なネジなど）の製造に最適です。硬度や層密着性の高い新型EG35コーティングは、鋼／ステンレス鋼／非鉄重金属などの加工に最適な特性を備えています。金メッキの表面コーティング層により、摩耗検知が円滑に行えます。

ホルダーは接触面が研磨されているため、高精度に割り出しを行えます。インサートを保持するハード加工のインサートシートにより、優れた精度が確保され、割り出しや交換を頻繁に行っても摩耗しにくくなります。ホルダーには、断面：6×6mm／7mm×7mm／8×8mmの３タイプがあります。

製品情報

ジェットワーリング



› ジェットワーリングにより、工具長寿命化を図り、スムーズな切りくず排出が可能です。

ジェットワーリングプロセスには、ねじワーリングに関するHORNの専門知識が結集されています。W&F Werkzeugtechnik社（所在地：ドイツ・グロースベットリンゲン）との協業プロジェクトの一環として、両社の専門技術者により内部給油式ワーリングシステムが共同開発されました。このシステムでは刃先を直接冷却し、工具の長寿命化が可能になります。また、高安定性のワーリングユニットに使用した場合、ワークの表面品質が向上します。テーパー型の接触システムのW&Fインターフェース（特許取得済み）により、ワーリングヘッドは高い交換精度を誇り、わずか3本のねじだけで簡単に交換作業を行えます。内部給油機能により、切りくずを蓄積するといったリスクを低減します。

ワーリングユニットのインターフェースのワーリングヘッド交換作業はわずか1分足らずで完了します。これによる半径方向と軸方向の歯振れは、0.003mmです。最大速度は、8,000rpmとなります。ワーリングヘッドについては、3コーナー使い刃先交換式インサートを備えたS302タイプ、両刃インサートを備えた271タイプの各モデルが用意されています。刃先については、直径6mm／9mm／12mmの3種類があります。ワーリングユニットの調整用インターフェースは、あらゆる標準型スイスタイプ旋盤で使用することができます。

高速ワーリング加工

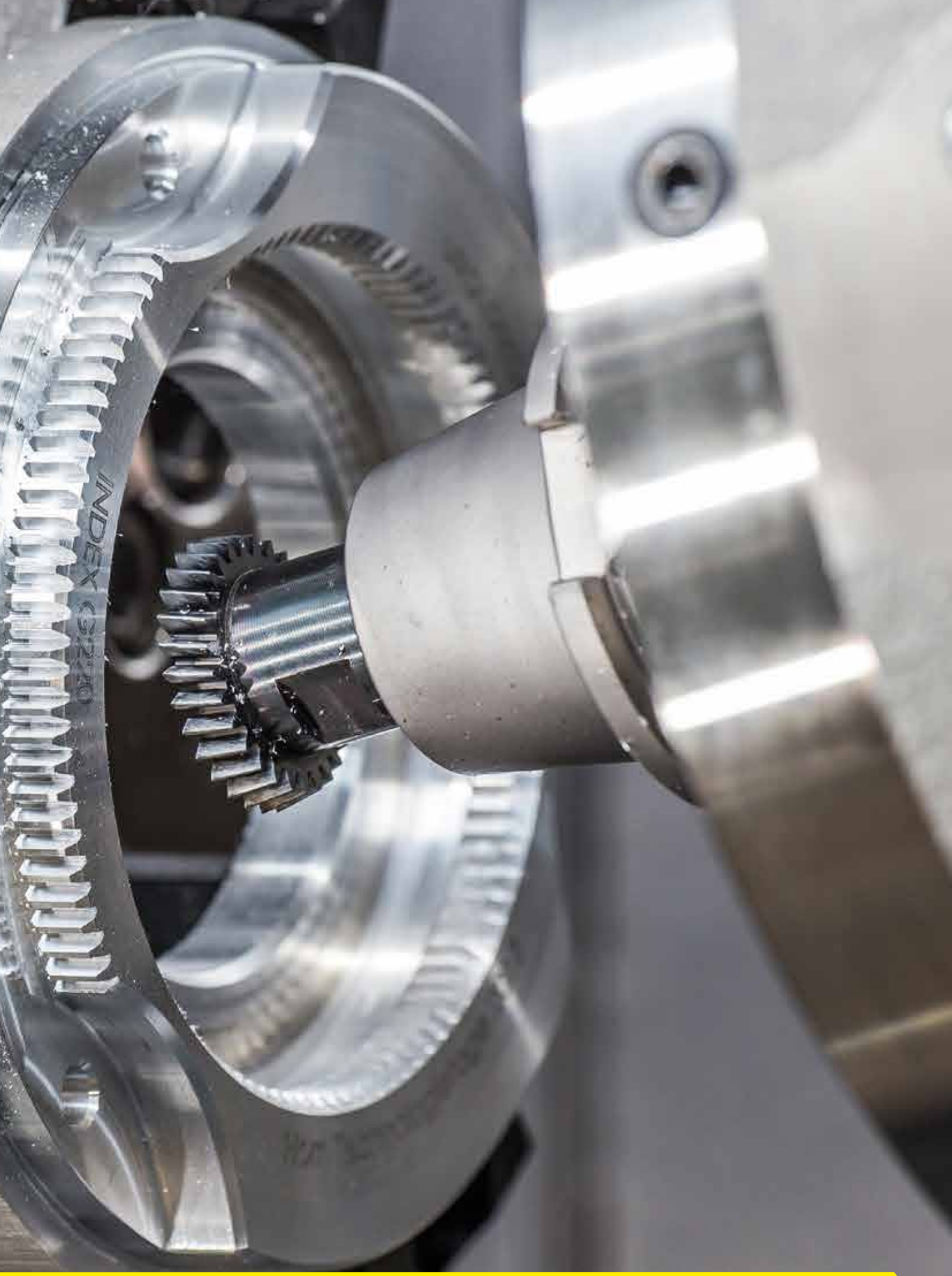
HORNの高速ワーリング加工の新技術をもう一つご紹介いたします。今回、機械メーカーのIndex-Traub社との協働プロジェクトにより、この新ワーリング技術が確立されました。高速ワーリングでは、旋削加工とワーリング加工を並行して実行することにより、生産性を大幅に向上できます。この技術では十分な加工速度が確保できるため、ワーリング前に旋削加工を行えるようになります。旋削工具は、ワーリングツールの上流製造工程で使用され、本来はワーリングツールで除去すべき量を削減することができます。これにより工具が長寿命され、表面品質が向上します。本ワーリングヘッドは従来型ヘッドと基本的に同じですが、唯一、インサートの形状だけはそれぞれ異なります。たった一つのカッターユニットで単条／多条ねじの生産が行えます。

ギヤスカイビング：高速かつ生産的

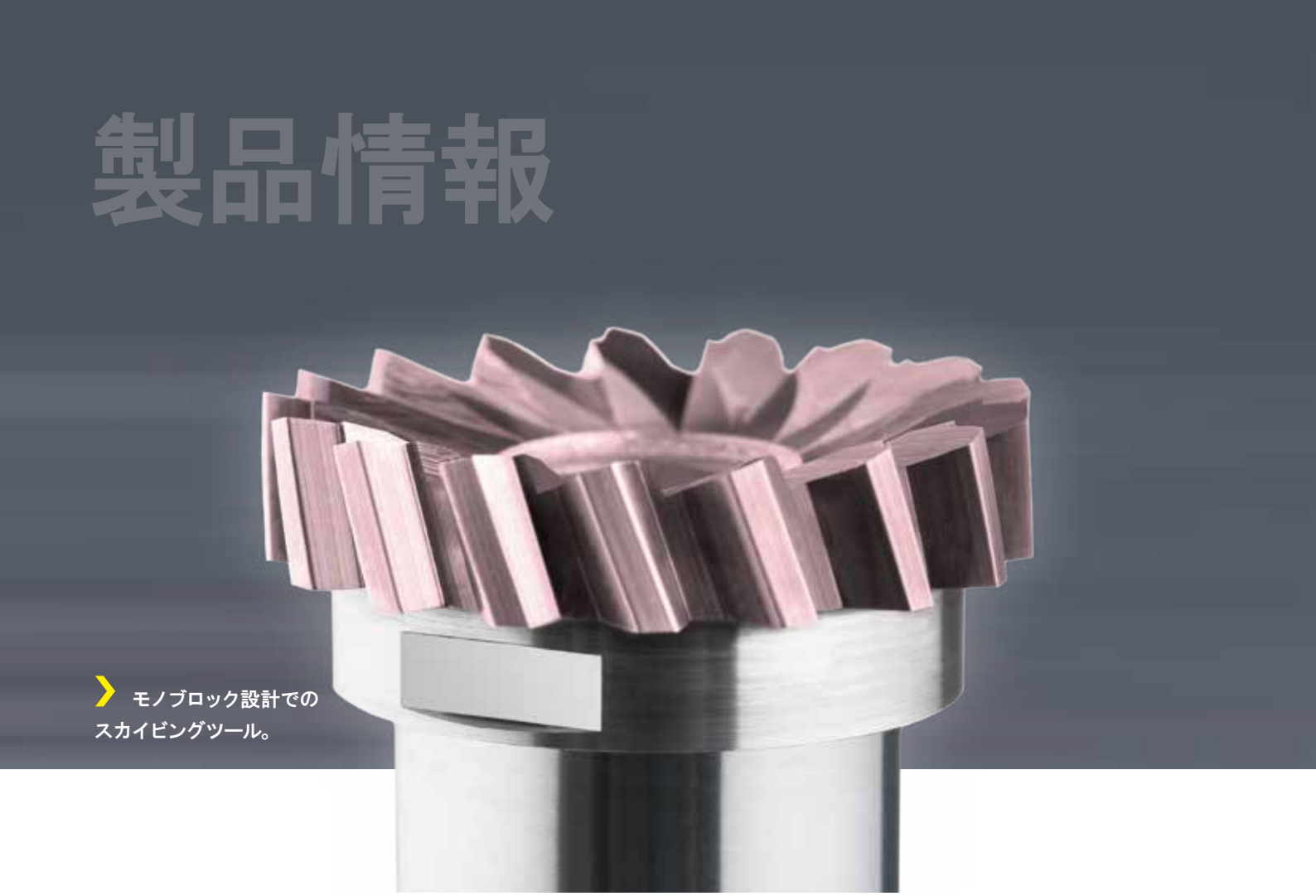
新たなギヤ加工ツール

› HORNのラインナップでは、モジュール0.5～30まで様々なギヤ歯形状の生産用として幅広いツールを取り揃えています。フライス／ブローチング加工ツールによる、あらゆるギヤ歯プロファイル（平歯車、シャフト／ハブの連結、ウォーム軸、傘歯車、小歯車、特別仕様歯車など、様々なプロファイルの歯切り加工）の費用対効果の高い加工体制が実現します。そして、この新型スカイビングツール製品には、ギヤ切削に関するHORNのあらゆる専門知識が結集されています。実際、このプロセス自体は既に一世紀以上前から実践されていました。ただし、完全同期軸やプロセスに最適化したソフトウェアの登場により、マシニングセンターや汎用機で非常に複雑な技術を処理できるようになって、初めて、現在のように多様な用途への組み込みが実現したのです。HORNは、本プロセスに必要なツールをハノーバーのEMOで発表しました。

旋削／フライス盤用のタイプSXギヤスカイビングツール


INDEX C220

製品情報



› モノブロック設計での
スカイビングツール。

優れた生産性と費用対効果

新製品シリーズの各種ツールは、内歯車／スプライン／内径プロファイル／干渉する外歯車などの高収率な生産体制を実現できます。こうした用途でのスカイビングは、主に、以下のようなメリットがあります：ブローチングよりも加工時間が大幅に短縮される／最適化された旋盤・フライス盤で加工技法を活用できる／たった1度の設定で旋削・歯切り加工を行える／ギヤ歯先端の切下げ加工が不要／通例、歯車形削りやブローチング加工よりも製造工程での生産性・費用効果が高い／ブローチング加工よりもサイクルタイムが4〜5倍短くなっています。

スカイビングツールは、中〜大型バッチサイズの歯切り加工に適しています。各ツールはそれぞれ用途や加工素材に特化しており、多種多様な歯／モジュールサイズに基づく各種ツールインターフェースが備えられています。

超硬刃先交換式工具

本製品シリーズには、0.5mm〜2mmのモジュール用として、円筒形／円錐形の各種ツールが取り揃えられています。超硬材製ツールは、直径20mm以下のコンパクトな設計となっています。これらは小型モジュールや小型部品用であり、基本的に衝突リスクを避けるためシャンク幅を狭める必要のある状況で利用します。各用途に適した素材とコーティング処理により、ワークの面品質が大幅に向上します。



中～大サイズのバッチでの歯切り加工用。

刃先交換式ギヤスカイビングツールは、直径20mm以上で使用されます。高精度のインターフェースにより、刃先を機械内で簡単に交換することができ、ホルダーを一旦取り外すといった手間も一切かかりません。超硬ホルダーは剛性が高く、耐摩耗性や精度が優れています。

標準型／特別仕様の歯プロファイルを用いた、フライス／ブローチング／ギヤスカイビング用HORNツールシステム

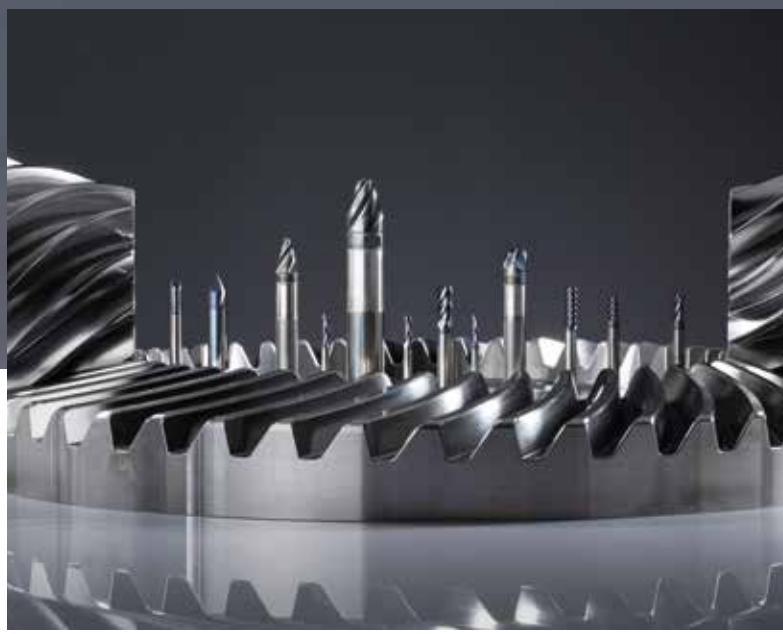
加工プロセス	HORN社ツールシステム	刃径Φ Ds （mm）	モジュール用
フライス加工	タイプ606～636の6個インサート（または3個インサート）	11.7 – 35.7	1 – 1.5
	切削ヘッド／サイドフライスカッター、「1列型」または「2列型」の各バージョン、M274	≥ 63	≤ 4
	切削ヘッド／サイドフライスカッター、「1列型」または「2列型」の各バージョン、M279	≥ 100	≤ 4
	M121フライス加工システム	≥ 63	≤ 6
	特殊ツール	≥ 100	≤ 30
旋盤やフライス盤でのブローチング加工	Supermini 105	6	0.2
	Supermini 110	8	0.2
	S117インサート	14	0.3
スカイビング	**スカイビングツールVHM**	≤ 20	0.45 – 1
	スカイビングツールSX	≥ 20	0.45 – 2

製品情報

モジュール30まで対応ギヤ歯研削

HORNのラインナップがさらに拡充

› 現在、歯車産業は「多品種少量生産」が主流です。HORNは、汎用加工ツールに向けて、高性能かつ費用対効果の優れたギヤフライスのソリューションを多種多様に取り揃え、様々な需要にお応えします。HORNは、モジュール0.5～30のあらゆる歯車形状について最適なソリューションをご用意しています。当社のソリューションを活用すれば、標準工具を用いて、モジュール30までのあらゆるタイプの歯車形状（個別部品／プロトタイプ／小中型シリーズなど様々な歯車）を最高の品質、優れたコスト効率で生産することができます。



HORNは、多種多様な歯車形状の機械加工用標準ツールを多数開発してきました。

以下のギヤのフライス加工が可能です：

- **› ストレート／らせん／二重らせん型の歯車の付いた「平歯車」のフライス加工**
- **› シャフト／ハブ連結のフライス加工**
- **› 外歯車や内歯車のブローチング加工**
- **› ウォーム軸のフライス加工**
- **› 傘歯車や小歯車のフライス加工**
- **› 顧客独自の歯車プロファイルのフライス加工**

フライス加工システムは、モジュールサイズ（DIN3972、基準プロファイル1）によりモジュール6までのあらゆる用途に対応します：モジュール0.5～3に関しては、スプールカットの6コーナー使いフライス加工用インサート（タイプ606～636）により1本のパスでギヤプロファイルのフライス加工が行えます。インサートには、標準的な歯車サイズが採用されています。プロファイルの幅や深さに応じて、使用するインサートはそれぞれ異なります

特定モジュール用のソリューション

例えば、タイプ613の設計は、モジュール1や1.5に使用した場合に以下のようなメリットがあります：スペースの限られた場合でも、刃先直径21.7mmの6コーナーの刃先により、シャフト上の歯車加工を短時間で達成できる。AS45コーティングにより多様な加工用途が可能になり、ツール寿命が大幅に改善します。

両刃のインサートを軸にねじ止めするタイプM279のフライス加工システムは、モジュール3～4の加工に最適なソリューションです。各プロファイルタイプに応じて、「単列型」または「複列型」のフライスカッターがそれぞれ使用されます。本体については、各顧客の要望に応じてそれぞれ製作されます。また、モジュール2.5～6の場合、タイプM121形プロファイルのフライスカッター（プロファイルを自由に作成できる「片刃」刃先交換式インサート付き）の使用も可能です。各顧客の要望を取り入れたフライス加工本体では、歯プロファイルを1本のパスで作成することができます。

HORNのモジュール4～30は、以下のような標準型ツールを用いた、汎用マシニングセンターのプロトタイプ・小中型シリーズ用のギヤフライスソリューションです：エンドミル／ボールノーズエンドミル／トロイダルフライスカッター／側面フライスカッター／カップホイールフライスカッター／円錐形フライスカッターなど。DMG 森精機の「gearMILL」などソフトウェアモジュールがこの機械加工のベースとなります。



613ギヤフライスカッター（モジュール0.5～3）は、端面にねじ止めします。



内歯車のブローチング加工時には、S117ツールが「12時」の位置にきます。

標準工具の長所

ソフトウェアのサポートにより、標準工具では以下のような様々な歯車のプロファイルを作成することができます：ストレート／らせん／二重らせん型の歯車の付いた「平歯車」；ウォームホイール；様々な傘歯車や小歯車（「Klingelnberg」サイクロパロイドギヤや、各種「Gleason」系ギヤなど）。DGM／DSDS／DAH37タイプの高速フィードフライスカッターや側面フライスカッターでは荒加工が可能です。DSMシステムのエンド／トーラス／ラジアス型の超硬材フライスカッターは、歯形の側面や底部のプロファイルを加工します。DGFFタイプのフライスカッターは、バリ取りやフライス加工を行います。また、DGシステムの交換可能ヘッドのフライスカッター（特にDGVZフライスカッター）も使用可能です。硬化加工の後、CBN切れ刃付き／特殊超硬材製の標準フライスカッターで最終加工を行います。これらの標準型フライスカッターはいずれも費用対効果に優れ、またご注文後には迅速に納品されます。

汎用マシニングセンターでのギヤ歯研削

こうしたツールの導入により、汎用タイプの5軸旋盤やフライス盤で複雑性の高い歯車の生産が可能になります。これらのツールを効果的に活用すれば、高額な歯車加工機を用いた生産方式よりも、時間や経費上のメリットがはるかに大きくなります。つまり例えば、ある1つの部品（プロトタイプ部位や小中型サイズの部品群など）を生産する場合、それぞれの原材料の部品形状、歯車、それとは全く別種の部品等を全て「同じクランプ内」で製造できるのです。

ギヤのブローチング加工

汎用旋盤やフライス盤の標準ツールシステムでギヤ歯のブローチング加工を行えば、（小中型バッチサイズの様々な歯プロファイルやモジュールサイズの）ストレート／らせん型の外歯車や内歯車の生産において、常に、優れた費用対効果を実現できます。内歯車のフライス加工能力に優れ、特に、特殊ブローチング加工機による高額な内面加工作業が一切必要ありません。さらに、既存の機械を柔軟に活用できるため、時間・経費節減の見込みがはるかに高まります。ワークピースが「原材料」の状態でも歯車加工済みの「完成品」の状態でも、一貫して、「同じ」クランプ・機械で加工できるため、加工精度の向上にも繋がります。

HORNの何十年もの開発経験から、歯車ブローチング加工に関する新たなソリューションを豊富に提供することもできます。また、Supermini105／110／S117各タイプなど試験実証済みのツールシステムの提供も可能です。ブローチング加工の準備・最終段階において、たった1本の切削インサートしか使用しないため、サイクルタイムを大幅に削減できます。

製品情報

M610　サイドフライスカッター



› HORN独自の6コーナー使いのタンジェンシャルねじ止め式刃先交換式インサート、HORNのM610システム。

6コーナー使い刃先交換式インサート付サイドフライスカッター

HORN開発のM610タンジェンシャルのフライス加工システムは、サイドフライスカッター用としては世界初となる、6コーナー使いタンジェンシャル用インサートです。本システム（特許取得済み）は、良好な加工や軸のすくい角を保証できます。精密に研磨された刃先交換式インサートにより、高精度が確保され、優れた表面品質が得られます。刃先上に面取りが追加されているため、安定したくさび形状を作成することができます。その結果、滑らかなフライス加工が可能となり、工具寿命化が可能になります。フライスカッター本体に施された特殊な表面処理により、硬度が飛躍的に高まり、切りくずによる摩耗から保護することができます。AMB 2018においてHORNは、M610システムの世界初となるサイドフライスカッターバージョンを発表しました。さらにHORN社は、刃先1コーナーあたりのツールコスト削減を進めており、お客様が生産性の高いフライス加工を実現できるようサポートいたします。

HORNの提供するツールシステムには、以下のバージョンがあります：一つ目のバージョンは、加工径100mm、切削時には5コーナーのインサートが稼働します。610タイプの10個のインサートが、左勝手と右勝手の両側にねじ止めされます。二つ目のバージョンは、加工径125mm、切削時には6個のインサートが稼働します。つまり、左勝手・右勝手の両側合わせて12本のインサートがねじ止めされます。いずれのバージョンでも、溝幅は16mm、最大溝入れ深さは34.5mmとなります。刃先交換式インサートは、コーナー半径0.4mmと0.8mmの2タイプがあります。基材については、HORNは実績が高いAS4Bを採用しました。本体タイプについては、サイドフライスカッターまたはアーバー付フライスカッターの2バージョンがあります。

製品情報

M1～M2.5のDCGねじフライスカッター

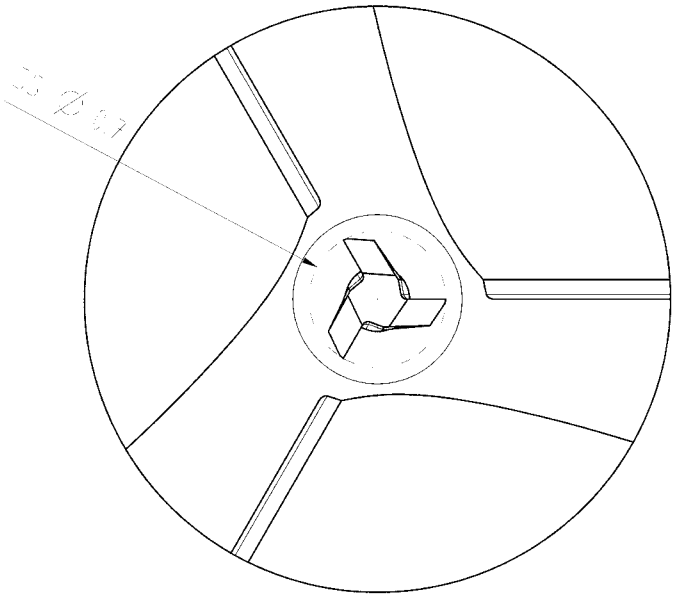
› 様々なねじピッチに適合するDCGシステムの単列フライスカッター。



難削材のねじ切り加工

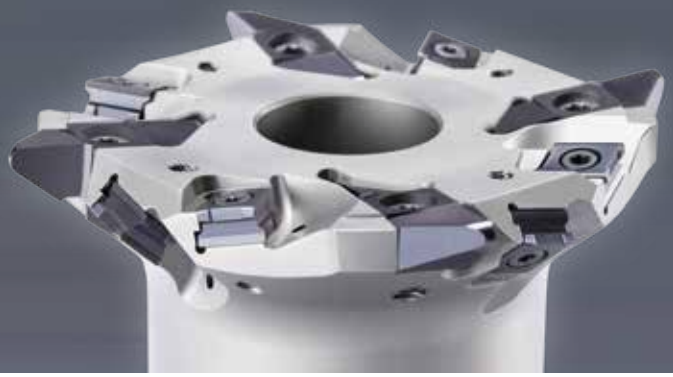
HORNの新開発製品として、ねじフライス用DCGフライス加工システムをご紹介いたします。加工可能範囲はM1～M2.5（メートルISOネジ規格、DIN13～20）となり、これらの新製品では、DCGシリーズを用いる様々な用途で信頼性の高い小型ねじのフライス加工が行えます。刃先がきわめて鋭く、コーティング処理されていることから、汎用的な用途に利用できます。超硬フライスカッターの標準タイプでは、ネジ長2×Dまでの加工が可能です。本製品は、鋼／ステンレス鋼／鋳鉄／非鉄金属の加工、また特に医療技術分野で求められる難削材の加工において、独自の優れた能力と効率性を発揮します。

DCGシリーズの超硬フライスカッターは、長年に渡り、M3～M12サイズのねじ製造において確かな能力を発揮してきました。単列フライスカッターは様々なピッチに対応するため、幅広い用途に柔軟に活用できます。



製品情報

革新的なギヤフライス加工用フライスシステム



› 各刃先のオーバーラップにより、さらに深い溝入れ加工が可能になります。HORNのM279システムは、5軸の同時稼働で凹凸両方の歯のフランク加工を行えます。

Paul Horn GmbH社では、Klingelnberg設計に基づき、サイクロパロイドギヤ製造用のフライス加工ツールを新たに開発しました。M279フライス加工システムは、小バッチや個別の部品生産用として設計されています。12枚刃タイプツールの切削分散により、少ない切削抵抗で大量の切り屑を発生させることができます。

本システムは作業時間の短縮を目標に、既存の超硬工具よりも少なくとも20%作業速度を上げることが求められました。つまり、「刃先交換式インサートの堅牢なツール」として、旋削やフライス盤で加工を行うことができ、またDMG MORI gearMILL®を用いた5軸同時フライス加工にも適したモデルが求められました。この条件は、工作機械の世界最先端マシンメーカーであるDMG 森精機による規定要件でもありました。

目標とする共生関係

HORNはこの難題に対処するため、新たに画期的なコンセプトを開発しました。その結果、端面にねじ止めした4本のS279刃先交換式インサート（コーナー径2mmと、接線方向に固定された8個の409インサートにより、安定性の高いインサートシートで目標とする共生関係が生み出されました。何列もの刃がオーバーラップすることで、このシステムを使用して深い溝入れ加工が可能になります。HORN社は、DIN8030Aに準拠したアーバーフライスカッター（直径100mm）として、内部給油式カッターを設計しました。DMG 森精機のプフロテン施設で行われた試運転や切削データ修正により、5軸同時稼働のフライス加工ツールによる歯フランクの凹凸加工が実現できました。モジュールについては、ある程度自由に選択できます。試作ワークピースとしては、冠歯車（モジュール7.6による17CrNiMo6製）が使用されました。Klingelnbergサイクロパロイドギヤは、完全なカッター噛み合い・歯フランクvf=2000mm/分の「vc=250m/分」、「vf=650mm/分」で生産されました。

精度と作業時間の節約

M279フライス加工システムは、「ツールシステムをさらに強化できるモジュールサイズ」といった原則の下に設計されています。革新的フライス加工ツールは、実績高いS279・R/L409切削インサートや高安定性シートよりもはるかに優れた性能を示します。さらに、非常に精度が高く、また、特に個別部品や小バッチ生産において作業時間を大幅に削減できるため、大きなメリットがあります。M279フライス加工ツールの開発により、ギヤ製造用（0.5～30モジュール）のHORN製品シリーズがさらに強化されました。またHORNは、DS超硬フライスカッターや、歯フランク仕上げ用のDG交換可能ヘッドシステムの他に、DAH高速フィードフライス加工カッターシステム用の粗削り加工用製品も取り揃えています。さらに、各用途に応じて、内歯車・外歯車のブローチング加工用ツールソリューションの活用も可能です。

製品情報

新製品DA62フライス加工

› 大径断面と最大切削径。6コーナー使いのDA62切インサート。



HORNは、コーナー／正面／プランジのフライス加工用として新たなDA62フライス加工システムを開発しました。精密ツールメーカーが提供するこのシステムでは、新たな6コーナー使い刃先交換式インサートを使用します。インサートの両サイドが使用可能であり、各サイドに軸・R部分の３コーナーが備えられています。精密に研磨された「三角形」のインサートは、コア断面が大きく、最大限の切削径を誇ります。刃先の特殊な設計により、ポジティブ・ネガティブいずれのインサート角度でも切削形状を作成することができます。6コーナー使い刃先交換式インサートは、1コーナーあたりの費用対効果にも優れています。

DA62システムは、荒加工／仕上げ加工にも使用できます。本フライス加工システムは、試験段階で卓越した表面仕上げを達成しました。軸やR角度を的確に選択することで、旧システムよりも、軸のひねりモーメントやトラバース方向の負荷を低く抑えることができます。この機能により、DA62は負荷の弱い機械での使用も可能です。また、軸角度を選択できることから特に、らせんプランジフライス加工での切りくず排出力が高いといったメリットもあります。

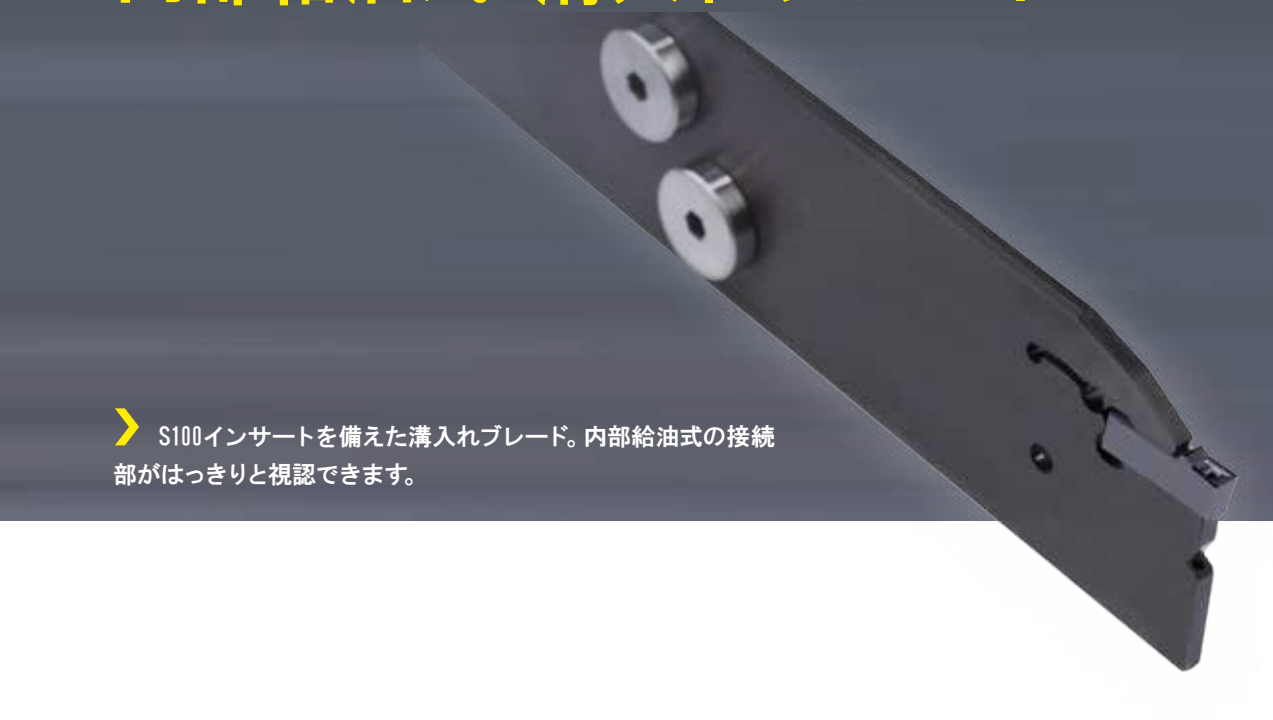
刃先の特殊な形状により、最大溝深さ4.5mmで正確な90° のコーナー角度を作成することができます。インサートについては、現在、コーナー半径0.4mmと0.8mmの2タイプが販売されています。このインサートには、頑丈な試験実証済みの超硬基材「SA4B」が使用されています。このSA4B基材は、鋼／ステンレス鋼／鋳鉄／アルミニ等のフライス加工にオールラウンドに対応します。また、SD6A製のインサートモデルは特に鋳鉄の加工に最適です。SA4B／SD6Aいずれの超硬材種も常時、在庫製品として取り揃えております。

フライス加工ツール本体は、直径20／25／32mmの3タイプがあり、「Weldonツールホルダー（DIN 1835B）を備えたモデル」と「ねじ止めフライスカッターのモデル」の2種類が用意されています。本シリーズには、それぞれ2／3／4個のインサートを取り付ける各種フライス加工ツールがあります。本ツールは、40／50／63／80mmの刃先を備えたアーバーフライスカッター（DIN 8030A）として、それぞれ5／6／8／10個のインサートを備えた4モデルが用意されています。全ての本体モデルには、切削ゾーンに直接噴射する内部給油式となっています。

DA62フライス加工システムのご利用により、幅広い用途において優れたプロセス信頼性を確保でき、さらに、パフォーマンスや経費上の最大限のメリットが得られます。

製品情報

内部給油式 溝入れブレード



› S100インサートを備えた溝入れブレード。内部給油式の接続部がはっきりと視認できます。

溝入れ／溝深さは、最大55mm。

新たな溝入れブレードは、小バッチ生産の多様な用途に向けた設計となっています。こうした用途には、溝幅2.5／3mmと4mmの6枚ブレードが用意されており、ブレード3枚で一組の各ペアの長さは、高さ26mmと32mmとなります。突出し部分の長さについては、各種用途に応じて調整が可能です。

溝入れブレードには、鏡面対称に配置された2個のインサートが備えられています。クランプするインサートシートは簡単で精度の高い交換が可能です。チャックキーで開くため、インサートを簡単に取り外し、新しいインサートを挿入することができます。インサートの角柱と溝入れブレードによってしっかりと接続されます。インサートについては、チップブレーカー形状に応じて各種の溝幅タイプを取り揃えています。

クーラントは、ホルダーベース（各使用機械により異なる）からブレードへと送達されます。2箇所のクーラント接続がインターフェースとしての機能を果たすため、通常のスパナを用いて溝入れブレードを左から右方向へ移動させて簡単に交換することがでます。クーラントはいずれの溝深さでも、常に、S100インサートのフランクまで送達されます。内部給油式S100インサートを使用した場合、クーラントは切削ゾーンに直接噴射します。ノズルからクーラントが噴射され、切りくずを作業エリアから洗い流すことで、切りくずの堆積を抑えます。さらに、構成刃先の形成や刃先上での飛散といったリスクも大幅に低減されます。つまり、標準的な冷却システムよりも高い切削パラメーター設定が可能となり、工具長寿命に繋がります。

製品情報

406／409システム用のTスロットタイプカッター



› 溝幅は、11～22mmです。刃先交換式インサートを取り付けるTスロットタイプのカッターの登場により、HORN社のタンジェンシャルフライス加工システムがさらに強化されました。

タンジェンシャルフライス加工製品シリーズ（特許取得済み）の進化版。タイプ406／409の「菱形」刃先交換式インサートを備えたTスロットタイプカッターには、DIN 1835 Bに準拠するシャンクが装備されています。Tスロットの加工に最適となる設計が採用されており、カッター本体の安定性が非常に優れています。また、内部給油機能により、高効率に冷却処理を行い、切りくずの排出を最適に実行します。特殊処理を施したフライスカッター本体は、強度が非常に高く、切りくずによる摩耗からも保護します。

精密に研磨された406／409インサートは、溝の底部やフランクにおいて卓越した加工品質を誇ります。正角形状や面取りにより、安定したくさび角、また特にスムーズなフライス加工プロセスが実現します。本体は、各直径（25mm～50mmの範囲内）に応じて、溝幅11～22mm範囲で利用可能です。フライスカッターは「2列型」または「3列型」インサートの設計となっているため、切削応力が最適に分散され、円滑に加工を行えます。

「world of tools©」：HORNの顧客用冊子として年2回発行され、お客様や取引先に送付しています。最新版発行日：2018年8月。ドイツにて発行。

出版元：Hartmetall-Werkzeugfabrik Paul Horn GmbH 社 • Unter dem Holz 33-35 • 72072 Tuebingen, Germany

電話：+49 (0) 7071 7004-0 • FAX：+49 (0) 7071 72893 • Eメール：info@phorn.de • ホームページ：www.phorn.de/en

版権：本冊子の転載（全体または一部に関わらず）を行う場合、必ず、事前に発行元の書面許可を得るものとします。その際、テキストや画像には「Paul Horn Magazine world of tools©」のクレジットを入れてください。 その他のテキストや画像のクレジット：Nico Sauermann、カバー写真およびリード画像は「The atmosphere's electric」：Nadine Krause & fotolia 4、5、31ページ

発行部数：ドイツ語版24,500部、英語版5,000部、フランス語版4,900部

編集／記事作成者：Christian Thiele、Nico Sauermann

全著作権：Werbeagentur Beck GmbH & Co. KG社 • Alte Steige 17 • 73732 Esslingen, Germany

溝入れ • 突切り • 溝フライス加工 • ブローチング加工 • プロファイル加工 • 穴あけ加工 • リーミング

HORN社は世界70ヶ国以上でグローバルに展開。



世界各地のHORN社の拠点

Hartmetall-Werkzeugfabrik
Paul Horn GmbH
Postfach 17 20
72007 Tübingen
Tel.: +49 7071 7004-0
Fax: +49 7071 72893
info@phorn.de
www.phorn.de

株式会社 出石
〒578-0965
東大阪市本庄西2丁目3番12号
TEL: 06-6747-6184
FAX: 06-6744-1150
call@ztec-izushi.co.jp
www.ztec-izushi.co.jp