



WELCOME TO ISCAR'S WORLD

世界をリードする切削工具メーカー
イ斯卡ル社の成長と革新

2017年刊行



Member IMC Group
ISCAR
イ斯卡ルジャパン株式会社
www.iscar.co.jp



CHAM IQ DRILL
700 LINE

[カムIQドリル]
セルフセンタリング機能付
高送り加工対応
大径穴あけ工具
高性能穴あけ加工を実現!
好評発売中!

目次

高性能、賢い機械加工を実現する「イ斯卡ルIQ工具シリーズ」.....	4
進化を続ける「高送り工具」.....	6
飛躍的な技術の向上 継続的な技術の進歩	14
「マルチマスター」レパートリー拡大.....	22
建築用形鋼対応、穴あけ工具	26
タービン加工用工具.....	30
自動車産業対応、イ斯卡ル工具.....	36
「ターンミリング」の切削条件	48
イ斯卡ル顧客セミナー	54
高生産性を実現する工具管理キャビネット.....	56
世界各国で開催される展示会.....	60
限りない技術革新に挑戦、日本での発展	64

イソカルは年間売上の**6%**を
研究開発へ投資しています。

イソカル
マーケティング部門



イソカル
品質保証部門



イソカル
生産部門



イソカル
研究開発部門



高性能、賢い機械加工を実現する 「イスカルIQ工具シリーズ」

技術革新のスピードは早く、新しい工具が日々生み出される切削工具業界において、イスカルは優れた知能指数を持つ工具「IQ工具シリーズ」を開発しました。

設備投資や製造工程全体から見た切削工具費の割合は小さいですが、切削工具が生産性向上や費用削減において与える影響は非常に大きいです。

確かに切削工具自体の費用は、CNCマシニングセンタ等の工作機械にかかる費用とは比較になりません。しかしお客様は、最少の負荷での加工を考え、24Hノンストップの稼働を望みます。効率的な機械の稼働には使用工具の加工性能は非常に重要です。信頼性が高く、工具寿命が予測でき、セットアップタイムを短縮可能な工具の利用が要求されます。

高性能な加工の実現には、加工に適した工具の選定が求められます。適切な工具の選定は、切削速度や生産性を向上させ、優れた切屑排出性は高い金属除去率を達成します。また、高硬度の被削材にも対応した工具の選択は研削等の二次加工を省略することも可能です。



適切な工具の選定は重要ですが、多様な用途に適した工具の開発は非常に困難です。そこで、イ斯卡ルは開発者・設計者・製造者といった、クリエイターの「IQ」を反映させたIQ工具シリーズを開発しました。技術向上・生産コスト削減を実現する新時代の切削工具には、ますます高い知能指数「IQ」が必要とされます。

「賢い機械加工」を実現する最先端のIQ工具は、生産性・品質基準・収益性を大幅に向上させます。イ斯卡ルの製品は今後も進化を続け、お客様の加工改善へ貢献します。





進化を続ける 「高送り工具」

1990年代のミーリング粗加工分野は、高送り・超高送り加工の導入により転換期を迎えました。従来の加工方法に様々なアイデアが加えられ、効率性は高められ、金属加工はより大きな進歩を遂げました。

従来は、切込み量と切込み幅を大きくし、金属除去率を高めていました。新しい高送り加工では、切込み量を小さくし、一切刃あたりの送り量を確実に高めることで金属除去率の向上を実現しました。

軸方向の深い切込み(D.O.C)を有するミーリング加工は高出力の機械による切削力を必要とします。一方、浅い切込みでの高送り粗加工では、切削工具は高速で動く必要がありますが、高出力の機械は必要ありません。つまり、高送りミーリング加工では、適した速度の主軸を備えていれば、低出力の機械でも問題ありません。

消費電力を多く必要とする深切込み加工に対し、省電力で抑えられる浅切込みでの高送り加工は、非常に優れた手法です。省電力下で高金属除去率を達成するだけでなく、浅切込みでの高送り加工は、優れた仕上面を実現し、中仕上げの工程を減らす、もしくは省くことが可能です。

NEW
MILL4FEED



さらに、切込み角の小さい高送りミーリング工具は、切屑が薄く、一刃当たりの送り量(f_z)の大幅な増加が可能です。

これは、ラジアル方向への切削力の影響を最小にし、
工具の磨みを軽減します。
その結果、ミーリング加工の安定性・生産性の向上、
ビビリ・消費電力の低減、長い工具寿命を実現します。

高送り加工用工具は、チップ交換式のミーリング工具から始まり、超硬ソリッドエンドミルへも普及しました。特に、小径加工で複雑な形状やキャビティを加工する際、超硬ソリッドエンドミルは優れた性能を発揮する為、世界中の金型製造業界で多用されるようになりました。

多種多様に变化する作業プログラム、低動力での高速マシニングセンタ、CAD/CAMソフトの発展により、高送り加工の優位性は、金型産業で認められるようになりました。

従来、超硬エンドミルと並び、比較的小径の高送りミーリングカッターも多く利用されていました。次いで、Fast, Feed, Facingといった三つのF(高速・高送り・平面加工)を可能とする工具や、多用途に利用可能なチップ交換式ミーリング工具の開発が行われ、現在ではそれらの工具が主流となっています。

高送りミーリング工具

チップ交換式ミーリング工具の高送り加工では、適したチップの選定が加工性能を高めるカギです。薄い切屑を生成するよう設計された切刃形状は、切削抵抗を分散します。高送りミーリング工具の切刃形状には、丸駒タイプと、標準チップにコーナーRを大きく設けたタイプがあります。どちらの場合も、小さい切刃角(通常 $10\sim 17^\circ$)は、薄い切屑生成と、切削力の要件を満たします。



MIL4FEED

高送り加工用超硬エンドミルでは、特定の切刃形状を必要としますが、チップ交換式ミーリング工具は、加工に適したチップを適切な位置に取り付けることで最適な加工が可能です。チップ材質の改良や、すくい面形状の改善が進められていますが、最も重要となるのは、やはりチップ形状です。

イスカルは、人気シリーズであるヘッド交換式エンドミル、マルチマスターにトロイダル型ヘッドを新たに追加しました。最新型は、トロイダル6枚刃仕様です。MM HT…NCSRはトロイダル2枚刃仕様です。チップスプリッタータイプで、切屑を細分化し、切削抵抗を低減することで高送り加工が可能です。

丸駒カッターの切刃角は0~90°と切込み深さに応じて変化します。切込みを浅くすると、切刃角が小さくなり、切屑は薄くなります。丸駒チップでは、一切刃当たりの送り量はチップの最大径、つまり、最大切込み深さ(=チップの半径)と最大切込み角度とが関係しています。最大の切込み深さで加工を行うと切屑は、送りと同じになる(薄くなる)ため、必要な厚みの切屑排出が可能となるよう、送りのプログラムを調整する必要があります。これは、ボールノーズタイプのミーリング工具でも同様です。イスカルは、チップ交換式工具・ヘッド交換式工具(マルチマスター:ねじ込み締結方式採用)・超硬エンドミルといった多様な高送りミーリング工具をレパートリーしています。

実用性の高い、高送りミーリング工具の代表的な例としてイスカルのヘリドゥ・アップフィードシリーズが挙げられます。発売以来、改良を重ねられてきたシリーズであり、両面6コーナー使い、トリゴンチップが装着可能です。チップは、切削抵抗を低減させる17°リード、ヘリカル切刃を採用しています。斜め沈み込み加工や粗加工において優れた性能を発揮します。



HELIDO

890 LINE

チップのすくい面は綿密にデザインされており、主切刃に隣接する部分は凸状です。副切刃に隣接する部分は凹状であり、効果的な切屑排出性を促進します。この形状はキャビティを加工する際に、切削の追加工を大幅に減らし、長い工具寿命の実現を可能とします。



ヘリカル切刃採用により、切削抵抗の減少を実現します。また、強固なクランプを実現するダブテイル形状です。ヘリドゥ・アップフィードシリーズは、平面加工・3次元加工・溝加工・キャビティ加工等、幅広い加工用途に対応し、高い効果を発揮します。

イスカルの高送りミーリング工具に、FFQ4カッターが新たに追加されました。カッターには片面4コーナー使い、四角形チップが取り付けます。

イスカルは、様々な種類の高送り工具を取り揃えています。Fast、Feed、Facingといった三つのF(高速・高送り・平面加工)を備えたFFQ4は、特に長い突出しでの平面粗加工の生産性を向上させます。

また、小径(φ6-20mm)での高送りミーリング工具が必要な場合、ソリッドエンドミルやマルチマスターを使用すると、良好な結果が得られます。同じ径の高送りミーリングと比較すると、多刃構造カッターの方が、生産性がより高いです。

マルチマスターは2種類の高送りヘッドをレパートリーしています。一つは、高送り対応ソリッドエンドミルに似た多刃構造のヘッドです。もう一つは、2刃列構造で、金型成形により高い強度を誇るタイプのヘッドです。一刃当たりの送りを増加させ、必要な金属除去率(Metal Removal Rate)を実現します。さらにサイドプランジング加工・優れた壁面仕上加工・底面フラット部加工も可能です。お客様は様々な加工用途に合わせ、適した工具を選定する必要があります。

高送りミーリング工具が業界全体に浸透してから、より生産的な加工の実現が望まれるようになりました。イスカルは、標準カッターに取り付け可能な高送り加工対応チップをレパートリーしています。この革新的なアプローチは、従来のカッターの運用範囲を拡大しました。

一方、既存のチップの取り付け向きを変えることで、高送りミーリング加工用カッターの適した位置に取り付ける方法があります。これはFF SOF 8/16シリーズで導入され「三つのF(高速・高送り・平面加工)」が可能となります。



ミーリング加工中、主軸に負荷がかかればテーブル送りが制限されます。ワークの固定が悪い場合も、同様に制限されます。このような場合、高送りミーリング工具の性能は正しく発揮されません。解決策は、高送りを中～高送りへ変更し、切り込み深さを大きくすることです。一刃当たりの送り量は、平均的な値よりも高くする必要がありますが、送り速度(テーブル送り、一分間の送り速度)は、送り駆動に適します。また、消費電力が高すぎるのも良くありません。この中～高送りのミーリング加工において、ミーリングカッターが重要な役割を果たします。



Q & A

中～高送りミーリング工具の刃先角度は約30°で、高送りミーリング工具と比べて角度が大きいです。これは一刃当たりの送り量を減らし、必要な切屑厚みを維持しますが、切削深さをより大きくできるため、金属除去率は高いままです。したがって、適切な工具形状と、適切な送り量の組み合わせが必要となります。

イスカルの中～高送りカッター(MFタイプ)は2種類あります。ヘリドゥ・アップフィード<H600>は、エンドミル、フェースミル等に対応したチップ交換式工具であり、豊富なレパートリーを用意しています。前述の高送りミーリング工具同様に、H600 WXCUチップは MF...、FF...両方のカッターに取付可能です。

ヘリドゥ・アップフィード<H1200>は、イスカルの代表的な中～高送りミーリング工具です。六角形、両面使いチップ採用で12コーナー使用可能です。低動力マシンであっても高送り加工が可能です。

高送りミーリング工具、中～高送りミーリング工具の主な用途は次の通りです。

- 広幅、高金属除去率の平面加工に対応
- キャビティ加工 & ポケット加工に対応
- サイドプランジ加工に対応

多くの場合、高送りミーリング工具を導入することにより、生産性の大幅な向上と生産コストの削減を実現します。



Q:耐熱鋼(特にチタン)の加工時、高送りミーリング工具を使用できますか？

A:ブレード形状・材質といった工具条件や、切削条件を適切に選択した場合、問題なく加工可能です。例えば、チップ交換式のヘリドゥ・アップフィード<H600>であれば、ステンレス鋼・耐熱合金加工用のHPブレードチップを使用し、推奨切削条件に従うことで対応可能です。

Q:フル溝の粗ミーリング加工に、高送りミーリング工具を使用できますか？

A:使用可能ですが、切削速度と一刃当たりの送り量は、従来より少なくする必要があります。

Q:焼入鋼の加工に、高送りミーリング工具を使用できますか？

A:一刃当たりの送り量を、軟鋼加工時と比較し平均3～4倍小さくすることで、使用可能です。

Q:カタログやガイドにて指定されている、高送りミーリング工具の「プログラム用R」とは何ですか？

A:CNCプログラム作成用のR数値です。

高送りミーリング工具は、通常のミーリング工具とは形状が異なるため、お客様はコーナーR付カッターのように、CNCプログラムを作成可能です。

Q:長い突出しでのミーリング加工時、切削速度と一刃当たりの送り量は減らす必要がありますが、高送り加工でも同様ですか？

A:切削速度は減らす必要があります。しかし、送り量に関しては減らすのではなく、切込み深さを減らして送り量を維持する方法が効果的です。これにより、工具の安定性が向上し、切屑排出性が高まるだけでなく、切削の中断も低減されます(多くの場合、切屑排出が困難なキャビティや、ポケットに、長い突出し加工が行われます)。切込み深さを減らすことは、延性材料の高送り加工において優れた性能を発揮します。

Q:高送りミーリング工具で穴あけ加工は可能ですか？

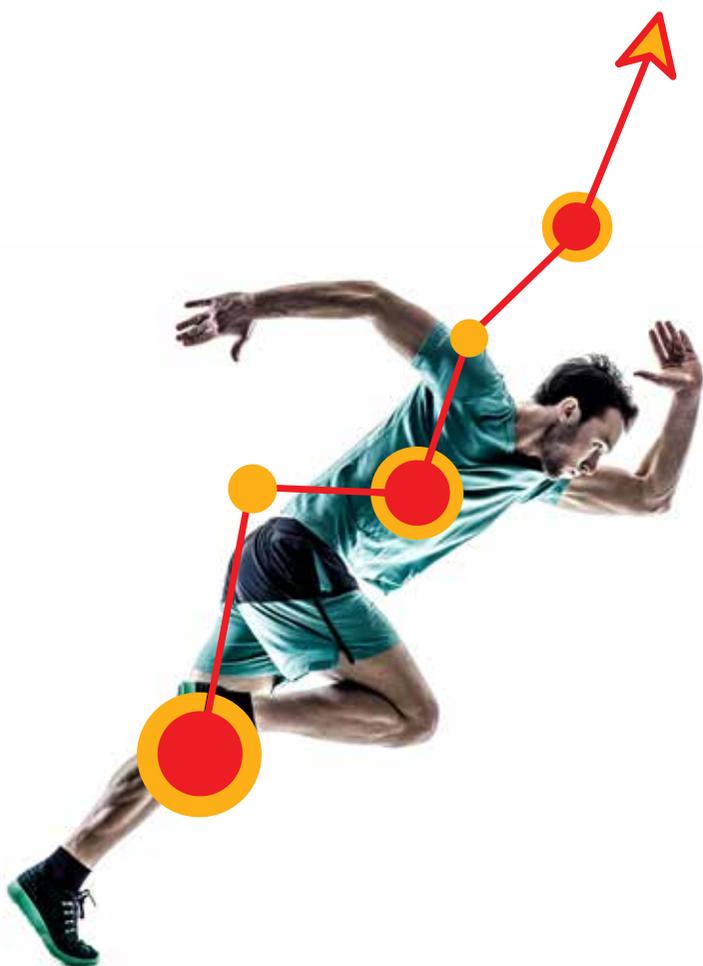
A:要求される穴精度と表面仕上げの程度によりますが、高送りミーリング工具は穴あけ工具より加工が早いのが特長です。さらに、ミーリング工具であれば、同じ高送り工具を使用しながら、様々な径の穴加工が可能です。

HELIDO
1200 UPFEED LINE



HELIDO
600 UPFEED LINE

飛躍的な 技術の向上 継続的な 技術の進歩



超硬チップは技術的な改革と進化により、その性能が高められています。超硬は硬質の金属炭化物の粉末を焼結して作られる、硬度の高い合金であり、切削工具で多く利用される材質です。

産業界では、超硬合金や炭化タングステンは、一般的に超硬複合材料を指します。超硬工具を用いた加工では、高精度で優れた仕上面を実現できることや、HSS(高速度鋼)工具と比較しても高速での加工が可能となることなど、多くの利点が挙げられます。さらに、超硬工具はHSS工具と比較して耐熱性にも優れ、それゆえに熱が発生し易い高速での加工にも対応可能です。

超硬工具は高合金鋼やステンレス鋼といった高靱性材質の加工においても優れた加工性能を発揮し、大量の部品加工を行う場合など、工具に摩耗が生じやすいケースであっても優れた性能を発揮します。超硬合金の導入は、1930年代より始められました。それから瞬間に、超硬工具はその性能を認められ、普及が広まりました。小物加工用に使用される小さいサイズの工具は完全に超硬で製造されていますが、その他の工具は切刃部分のみ超硬を採用しているものもあります。元々、切刃部分はホルダー本体にロー付けされていましたが、1940年代からチップ交換式工具が導入され、その有益性が認められるようになりました。

強固なクランプ構造を伴うこの仕組みは、従来のロー付け工具と比較しても優れた強度を発揮し、工具製造のみでなく、金属加工産業全体を発展させる進歩となりました。

この大きな進化によって、金属加工業界の生産性は大きく向上しました。チップ交換式工具は、金属除去率の向上や工具に掛かる負荷の軽減に大きな影響を与えました。シンプルで経済的な仕組みはコスト面でも大きく貢献しています。また、チップ交換だけでなくブレードやアダプターを交換するタイプの工具の普及も広がっています。



使用されるチップの形状によりますが、チップを回転させてコーナー変更を行うなど、チップ交換は簡単迅速に行うことが可能です。こういった刃先交換式の工具は「スローアウェイ式」や「チップ交換式」など、数通りの名称で示されます。

超硬チップは、粉碎された超硬素材をもとに、型押しや焼結など、複数の工程を経て製造されます。科学技術の進歩は、こういった工具製造の工程にも大きな影響を与えます。従来、チップの製造は手動の機械で行われていた為、超硬パウダーを混合するような複雑な製造工程はほぼ不可能とされてきました。

しかし、ハイテクなコンピューター制御可能な自動製造機の導入により、下記のような工程が可能となりました。

- 超硬粉末の混合
- 混合された超硬粉末のプレス成型
- 成型したチップを焼成
- 焼成後の処理
- コーティング

こうしたチップ製造機の導入によって、チップの品質は均一化し、大量生産にも対応可能となりました。製造精度も技術進歩により向上し、寸法公差も劇的な改善を見せました。今日、チップのプレス成型はコンピューター制御された高技術装置を用いて行われており、複数に工程を分けて型打ちが実施されます。

プレス成型技術の向上は、多様性のあるコーナー高さに対応するなど、複雑形状なチップ製造を可能としました。
(図1)

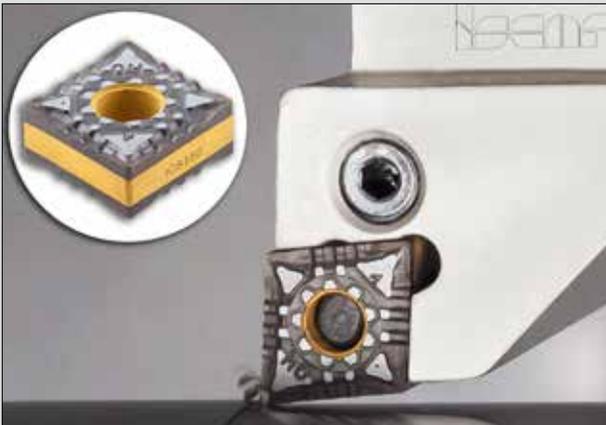
適切なチップ形状の製造が可能となったことで、チップは、スムーズな加工を可能とただけでなく、加工面精度の向上にも大幅な改善を見せました。(図2)



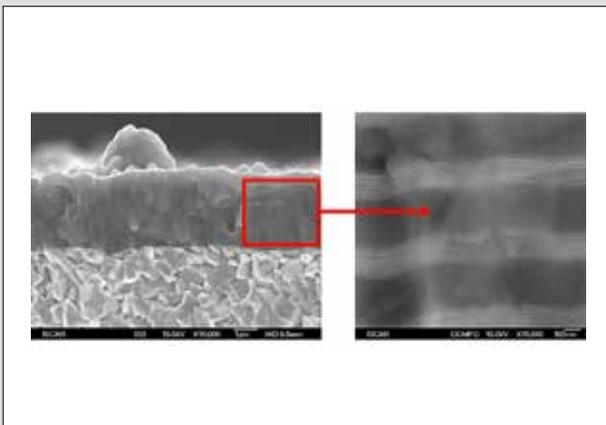
(図1) ヘリカル切刃三角形ミーリングチップ、
H690 TNKX 1005

プレス技術自体が高まったことに加え、CAD/CAMシステムの導入による製造機との連結もまた、チップ製造技術を進化させるものとなりました。またこの技術は、焼成後の製品の形状を整えたり、より精度を高める為にも使用されます。

上記のような最新技術の導入により、チップ焼成に関しても、進歩を遂げてきました。チップの製法は、炭化タングステンに結合材としてコバルト等を混合して、温度を調整しながら焼結処理を行います。上層部にコバルトを多く含んだチップの焼成を可能にします。そしてチップのクラックや、欠けに対する耐久性を高めます。このような特性をもつチップは、旋削工具で多く採用されます。



(図2) 高精度かつスムーズな加工

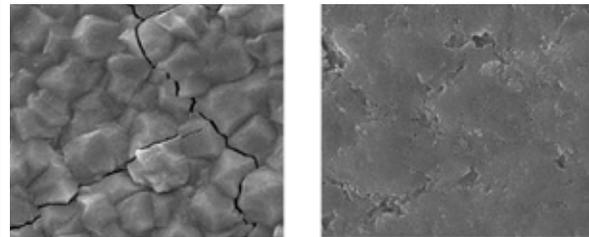


(図3) イスカルのチップ材質、
IC807に見られるナノレイヤー構造

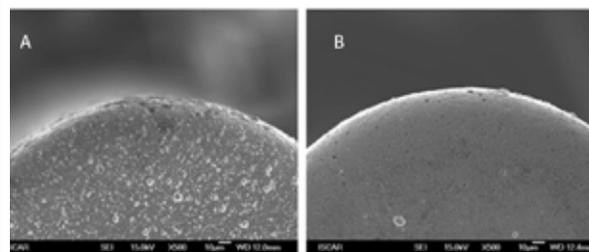


1980年代まで、チップはコーティング処理を施されずに使用されていました。しかし、多様な被削材質に対応させる為、チップに単一ではなく複数の特性を持たせることが検討されるようになりました。コーティング技術の採用は、工具業界全体に大きく影響を与えるものとなりました。今では、ほとんどのチップ材質にコーティング処理を施しています。この技術は、被削材のグループを特定させ、それに最も適切とされるチップ材質の提案を可能としました。母材をシンプル化しコーティングで特性を加えるようになった為、母材の製造はより均一化され、安定するようになり、生産性の向上にも繋がりました。

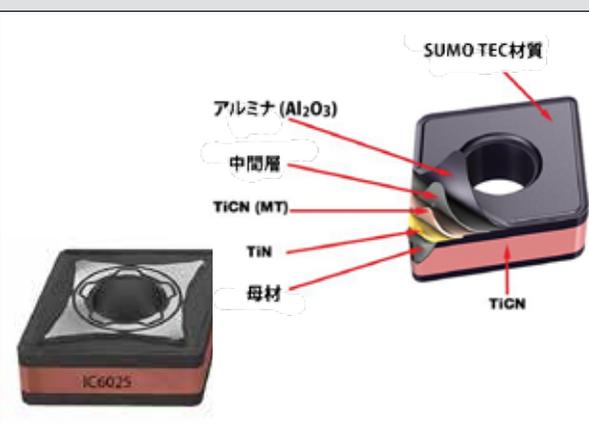
コーティング処理をしたチップ材質と、チップ製造全体に係る技術的進歩により、切削速度においても、これまでにない改善が見られるようになりました。



(図4) イスカルCVDチップ コーティング処理前(左)、SUMO TECコーティング処理後(右)



(図5) PVDチップ材質のSUMO TECコーティング処理
A- コーティング無
B- コーティング有



(図6) イスカルチップ材質IC6025のコーティング ISO M種の旋削加工に適応する。





例えば、30年前は、イスカルの超硬材質IC20を用いたねずみ鋳鉄の加工速度はおよそ100m/minでした。今では、イスカルのCVDチップ材質IC5005は、最大600m/minの加工を可能とします。また、マルテンサイト系ステンレス鋼のミーリング加工においては、従来のイスカル超硬材質IC50Mは80m/minの切削速度でしたが、CVD材質IC5500では、300m/minまで速度を上げることが可能となりました。

加工性能の向上は、コーティング処理によってもたらされる切削速度の改善によって顕著に表されています。

コーティング技術には、CVD(化学蒸着法)とPVD(物理蒸着法)の2つの手法があります。CVDコーティングの技術的進化は、アルミナセラミックコーティング導入の契機となりました。これにより、速度を上げた加工でも、コーティングの剥離を防ぎ、高温に耐久する安定性と硬度を実現しました。

PVDコーティングは、1980年代より導入が開始されました。PVDコーティングは、ナノテクノロジー分野での複雑な課題の解決に大きく貢献しました。PVDコーティングは、ナノレイヤーコーティングの耐摩耗性を高めることに成功しました。50nm(ナノメートル)の厚みのコーティング層の結合を実現し(P16 図3)、従来の手法と比較して強度を大幅に高めました。

現代のコーティング技術は、上記のようにコーティングの特質を調整して2つの手法を可能としました。イスカルの超硬材質DT7150は、高靱性母材にMT CVDコーティングとTiAlN PVDコーティングの両方を施したものであり、高硬度鋳鉄の加工を目的として開発されました。また、コーティング後の処理技術の進歩も大きな前進です。例えば、イスカルのSUMO TECコーティング処理は、強度や耐摩耗性を強化し、生産性を向上させます。

CVDコーティングでは、母材とコーティング層に生じる温度変化により、引張応力が発生します。またPVDコーティングは表面に粒子が見られます。これらの要因はチップの性能にもマイナスに働きかけ、工具寿命を短くしてしまいます。SUMO TECコーティング処理は、上記のようなコーティングの問題を改善し、長い工具寿命と高い生産性を実現します。(P17 図4&図5)

既述した通り、チップ製造は複数の工程に分かれて行われ、その製造技術は継続して進歩し続けています。プレス成型、焼結、コーティング、コーティング後処理、そして最新オプションとしての表面処理の工程があり、加工用途に応じたチップ製造の最適化が進んでいます。

イスカルのSUMO TECチップ材質IC6025は、ISO M種の旋削加工に推奨されます。高韌性母材にマルチレイヤーコーティングを施し、コーティング処理された材質で、航空機産業部品の旋削加工においても高い生産性を実現します。(P17 図6)



イスカルの超硬チップ材質の中で、IC806は旋削と溝入加工に対応します。IC806は最新のSUMO TEC PVDコーティング材質で耐熱合金の加工、特にインコネル718の加工に推奨されます。インコネル718は、オーステナイトから構成されており、引張り強度、疲労強度が高い材質です。インコネル718はニッケルクロム含有の構成要素から、高温強度が大きい事が特徴とされます。これは、チップの摩耗を誘発し、ノッチ摩耗やチップ欠損の原因にもなります。こういった要因は、工具寿命にも直接影響し、加工性能面でも問題を引き起こしやすくなります。

また、性質として加工硬化が生じやすいことも、インコネルの加工が困難とされる原因の一つです。イスカルは研究開発の末、加工困難なインコネルの加工にも高い性能を発揮するチップ材質、IC806の製造に成功しました。

IC806は高韌性超微粒子超硬母材にPVDコーティングを施し、コーティング処理を行った材質であり、高い安定性と長い工具寿命を実現します。



ヘッド交換式エンドミル 「マルチマスター」 レパートリー拡大

マルチマスターは、経済性の高いヘッド交換式エンドミルシリーズです。豊富なヘッドレパートリーと多種多様なシャンクの組み合わせにより、幅広い加工に対応可能なことから、発売以来、多くのお客様にご好評頂いております。マルチマスターヘッドは、シャンクとの接続部分に特殊形状のねじを採用しており、ヘッドをねじ込み装着できることで機上で簡単迅速にヘッド交換を行え、セットアップ時間をほぼ不要とし、機械稼働率を向上させることで、加工コストを削減します。

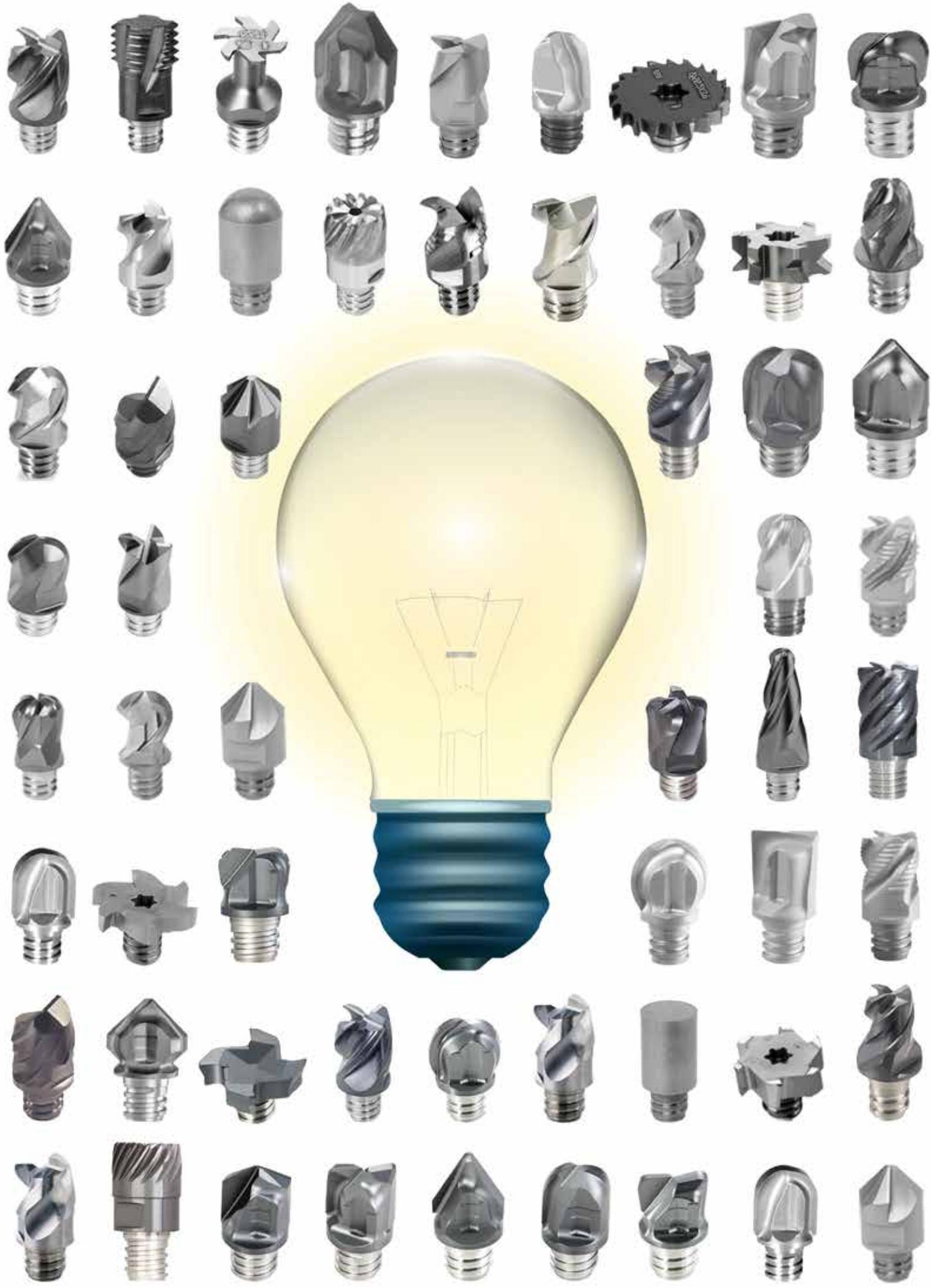
元々、マルチマスターは主に金型産業が対象でしたが、ヘッドレパートリーの拡大により、性能面での優位性、多用途性、利便性が高まり、加工分野はさらに拡大しました。多様な産業での加工において、マルチマスターは必要不可欠な工具です。

肩削り・面取り・倣い・溝入・平面・スロッター・ねじ切り・センター穴あけ・カウンターシンクやプランジ粗加工といった多種多様な加工への対応を実現します。

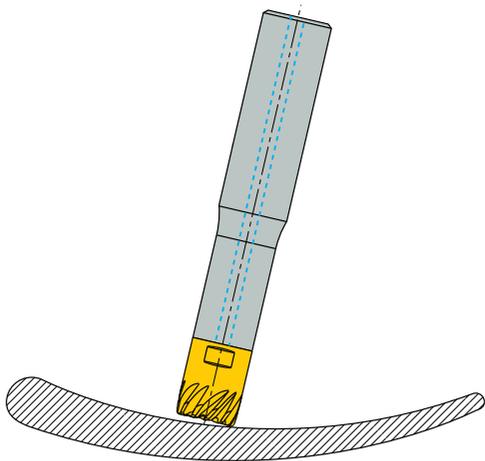
加工用途の拡大のため、マルチマスターは数年に渡り開発されました。最初のシリーズは、歯車産業用ヘッドでした。そして、最新レパートリーとして同産業用のインポリュートスプライン加工対応、MM SS22M (DIN5480規格)が追加されました。

モジュールサイズは1mmもしくは1.5mm、歯数は17~25まで対応可能です。スプラインシャフトの中・小仕切の効率的な加工を可能とします。





マルチマスターの微い加工用ヘッドをターンミリングで使用することで、専用のホブ盤等を使用する必要なく、スプライン加工が可能となります。



マルチマスターシリーズは、チタン、ニッケル基合金、耐熱鋼等の難削材で作られた航空機産業のブレード加工にも対応します。イスカルは新たに不等ピッチ形状でビビリを抑制するMM ETヘッドをレパートリーしました。センタークーラント穴付きで、多刃列テーパ型のヘッドです。エアフォイルは、工具を傾斜させ、小さな切込みで加工することが推奨されます。マルチマスターは彫込み加工にも対応可能です。多様なヘッドが一本のホルダーで使用できるマルチマスターであれば、彫込み加工に関しても、同一ホルダーに彫込み加工用ヘッドを組み合わせて加工することが可能です。

彫込み加工用ヘッドMM EPGは標準レパートリーの先端角60°/90°ヘッドに、30°/45°ヘッドを新たにレパートリー追加しました。





マルチマスターご利用の際の注意点として、過度の締付はねじ部の破損を引き起こす可能性があります。一方、締付が十分ではない場合、ビビリが発生し、工具寿命の低下や加工精度への影響があります。そこで、ねじの締付には、トルクスビット交換式レンチを使用することで適切なトルクで締付を行うことが可能です。

革新的なマルチマスターシリーズは、生産性の飛躍的な向上に挑戦する、効果的で多機能な工具です。



建築用形鋼対応、 穴あけ工具



土木工学、鉄道、海洋、その他の重厚長大産業において、H形鋼、I形鋼、溝形鋼といった形鋼は一般的に使用されています。形鋼は必要方向への剛性が高く、重負荷下のフレーム構造での安全性を高めます。形鋼は組立時にボルト締め、リベット締め、あるいは溶接で固定されます。そのため、形鋼への穴あけ加工が必要とされます。

さらに、形鋼の基盤や、柱脚、箱桁等の組立フレームにも穴をあける必要があります。これらに穴をあける方法として、パンチ穴加工は非常に生産的な方法です。

しかし、パンチ穴はボルト締めやリベット締めにとって不要なバリを生成するデメリットがあります。パンチ穴はテーパ形状であり、円筒形状ではありません。さらにパンチ加工は材料に影響を及ぼし、穴近くで加工硬化を引き起こし、結果として性能が低下する恐れがあります。また、既に組み立てられた形鋼等へパンチ加工するには制限があります。

生産性は低下しますが、穴あけ加工は穴の寸法精度、形状精度、およびワークへの影響に対して大きな利点があります。さらに、穴あけ加工はパンチ加工とは対照的に、穴あけ領域の厚さに制限がありません。

形鋼およびその組み立て部品の穴あけ加工は一般的であり、需要の高い分野であるため、年々進化しています。

金属構造物を製造する場合、形鋼や桁の穴あけ加工用の一般的な機械は、その加工に特化したCNC機械です。通常、多軸加工を行うため、大型の機械が導入されています。この機械は幅と高さの異なるワークを対象としているため、穴あけ加工は長い突出して行われることがよくあります。そのため、形鋼や桁等の穴あけ加工をする場合、不安定な条件でも安定した加工が可能な工具の選定が非常に重要となります。



イスカルのカムIQドリルとスモウカムIQは、ビームとフレームの穴あけ加工において優れた性能を発揮します。湾曲した独創的な切刃形状により、セルフセンタリング機能を搭載し、下穴加工が不要となります。また高精度仕上げが可能のため、バリ取りが不要となります。多くの場合、ビームの穴あけ加工時にはクーラントの供給が問題となり、ドライ加工もしくはそれに準ずる加工が推奨されます。カムIQドリル・スモウカムIQは、MQLでの最小のクーラント供給での加工にも適しています。

イスカルの穴あけ工具は、高い生産性、効率性、経済性の実現に貢献します。

SUMOCHAMIQ
CHAMDRILL LINE

CHAMIQDRILL
700 LINE





タービン 加工用工具

産業現場で活躍するイスカル工具



シーメンス(ベルリン)のガスタービン製造工場は、スクリューのねじ穴の加工において、タップねじ切り加工からミーリングねじ切り加工へと切替えたことで、ガスタービンケーシング加工における生産性を高め、加工時間を短縮しました。

シーメンスのベルリン工場で製造されるガスタービンの性能の高さは、世界的にも広く知られています。これには、シーメンス製の最も大きく、動力の高いガスタービンも含まれます。ガスタービンの容量は、最大400MW(メガワット)、全長は約13m、重量は440tにもなります。これほどの規模のタービンでありながら、公差0.01mmの非常に高い加工精度が要求されます。

ガスタービンの公差の例から、わずかな寸法の違いが、製造においてどれほどの影響を与え得るかを知る事が出来ます。タービンは8000を超える超精密な部品で構成されており、ケーシングやブレード部品はダクタイル鋳鉄(FCD400)、鋼、鋳鋼等の材質から製造されます。そのような加工に対応する為、シーメンスは数年前より、ヨーロッパ最大級のボーリングマシン(Innse Beradi社 FAF 260)と、立体マシニングセンタ(Waldrich Coburg社 PowerTurn 6500 AS)を導入しました。

こういった製造設備・生産システムの導入から、限られたスペース内でも大規模のケーシング部品の製造を効率的に行うことが可能となりました。Pama社やSkoda社のボーリングマシンもWaldrich Coburg社やSchuess社の立体マシニングセンタとともに、製造ラインの一環として利用されています。シーメンスが提供する高精度タービンの生産背景には、工作機械設備の充実が大きく関連します。そしてイスカルのヘリドゥS845シリーズは、これらの機械設備とともに、ガスタービンのケーシングやブレード部分のミーリング加工に採用され、安定した加工性能を発揮しています。



HELIDO
845 LINE

SEM HELIDO



安定した加工精度と切削抵抗の低減は、工具性能を判断する際の基準となります。シーメンスのスタッフは、ケーシング部品に加工されるスクリューの穴精度を確認しており、非常に高い基準の加工精度が求められます。過去にタップを利用して非常に困難な部品の加工を行った際、問題が生じた経緯から、スレッドワーリング加工が試されました。しかし、これは非常に加工時間を要するものでした。その3年後、イスカル社のミハエル・ベンダー氏がミーリングねじ切り加工を提案し、シーメンスのベルリン工場での全面的な工具の切替えが実施されました。





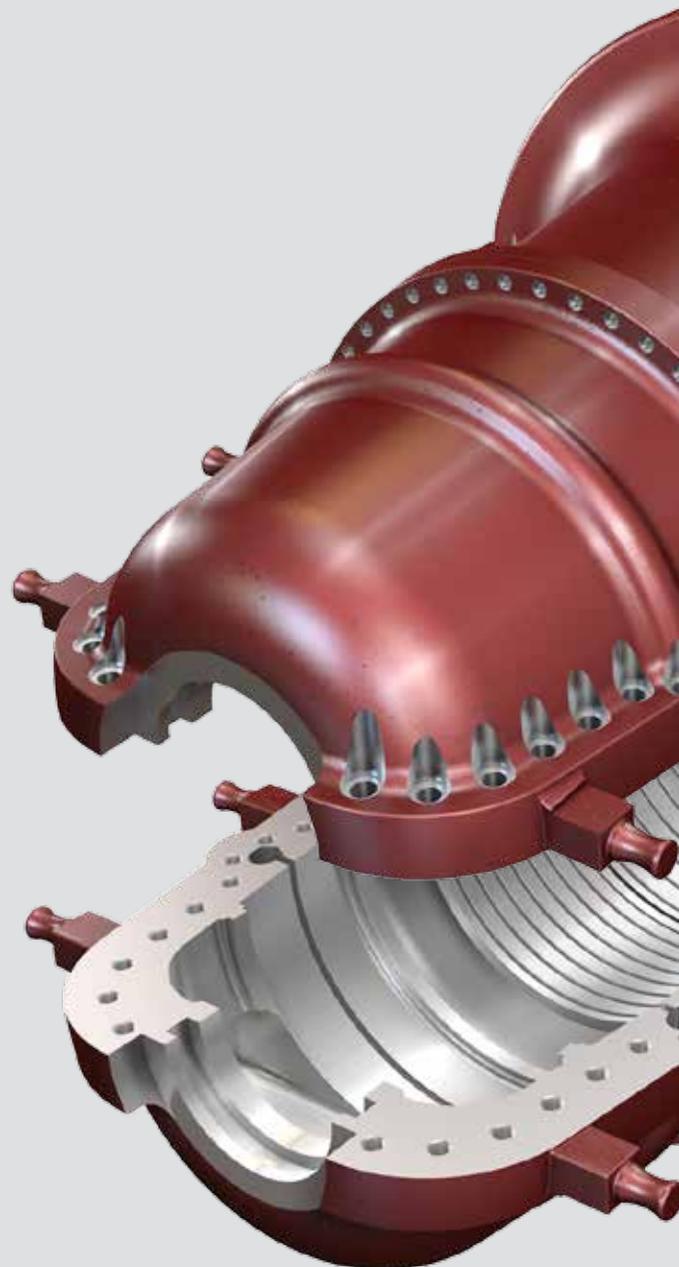
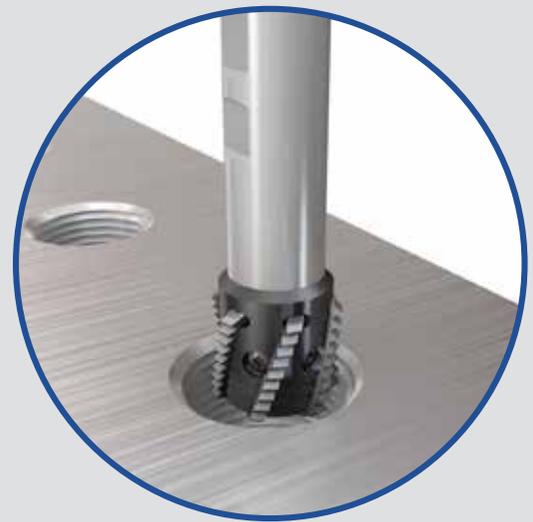
ベンダー氏は「長い突出しが必要とされる、深さのある大径のねじ穴の加工は、ミーリングねじ加工にとって技術的な挑戦である。」と説明しています。例えばM100×6で深さ159mmのねじは一般的によく利用されますが、長い突出しが必要となる為、この加工にはスレッドワーリング加工が採用されることが多いです。スレッドワーリング加工だと、ねじ穴のサイズにかかわらず、1回につき1回転のみ加工がされ、切削抵抗は低いです。しかし、その分ツールパスの距離に応じて、加工時間が長くなります。「イスカルのミルスレッドシリーズは、大幅に加工時間を削減することができる」とベンダー氏は続けます。ミルスレッドは、一度に複数のねじ山の加工を可能としながら、切削抵抗を低減したスムーズな加工を実現することが出来ます。

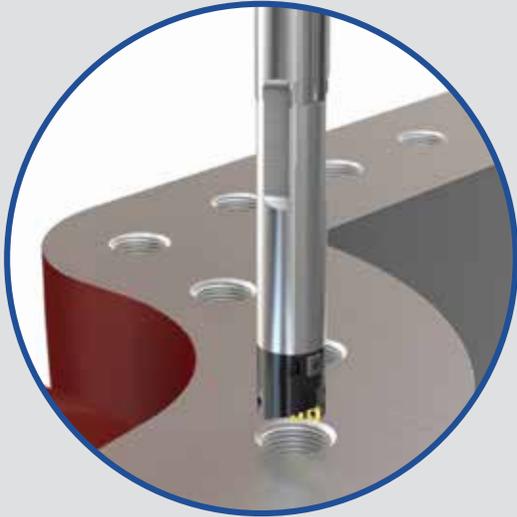
「現在はミーリングねじ切り加工を採用し、M27～M100のねじ加工を行っている」とベンダー氏。ミルスレッドは大径のねじ穴の加工時(ケーシング部分に接続するガスタービンの表面部分やフランジ部分のねじ切り加工)に特に性能が発揮されます。

「従来のワーリング加工と比較し、ミーリングねじ切り加工では、平均して加工時間を削減出来ます。また、タッピングねじ切り加工と比較しても、生産性の向上と共に、安定性も向上しており、加工費用面でも大きな成果を見せています。」導入当初はねじタイプやミーリング工具径などで懸念されていましたが、ミルスレッドの導入はシーメンスの製造現場において大きな成功を収めました。ミルスレッドは、複雑形状のねじ加工においても、イスカルドイツの技術センターで実施された加工テストで、非常に優れた結果を出し、安定した性能が証明されました。ザブケ氏は「刃先交換タイプも実用性に優れる。本体を変えず、異なるチップを装着することで、また新たな加工に対応出来る。」と述べています。

イスカル社は研究開発に重点を置き、製品の提供・改善に努めています。シーメンスへの工具導入でも、サイクルタイムを削減し、生産性を向上させることに成功しました。ミーリングねじ切り工具を提供しているメーカーは他にも存在していますが、イスカル社はレパートリー豊富な製品ラインと熟練した技術サポートで対抗します。

企業で実施される技術変更では、特定の加工内容だけでなく、その他関連範囲にも利用用途がある工具が選定されます。





シーメンスではM6～M100×6のねじタイプを製造しており、イスカルのミルスレッドはその標準範囲の加工を問題無くカバーしています。シーメンスのガスタービン製造工場では、異なる寸法、形状に合わせ5つのヘッドタイプが採用されています。

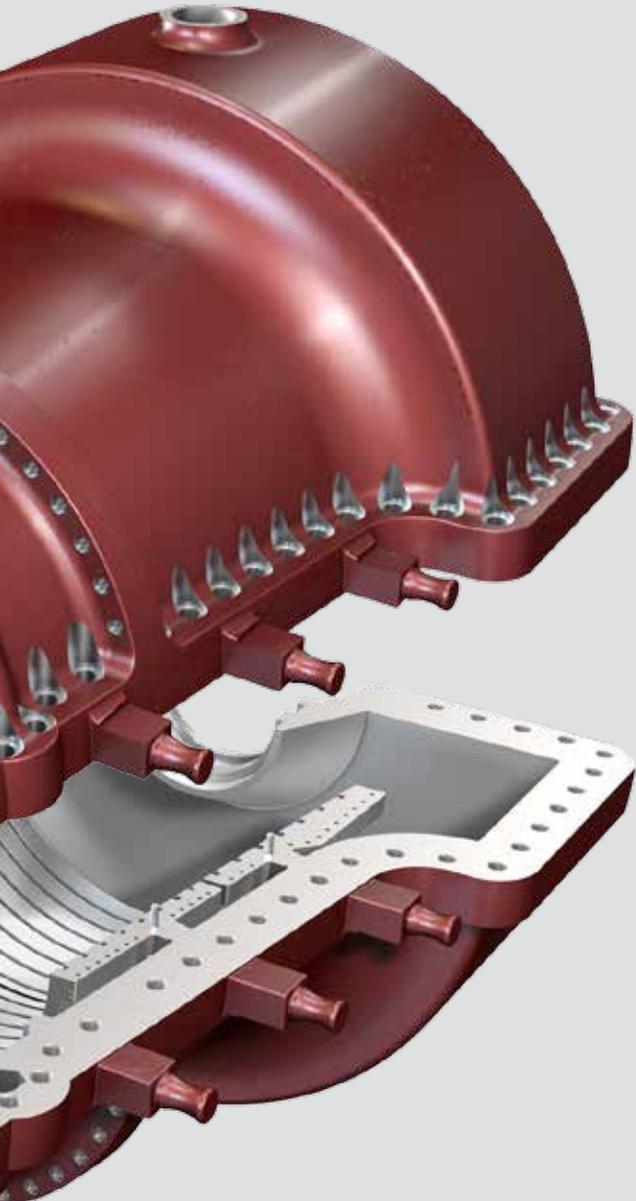
多様なねじサイズの加工ではまた、突き出し長さに応じた適切な工具の選択が必要となります。

ネジ加工径に適した工具径の選択は、安定性の向上とビブリの抑制に繋がります。

また、加工工程の適正化と再構築の検討も重要です。例えば従来ボーリングマシンで実施されていた加工の半分を、立形マシニングセンタでの加工に切替える事で加工工程を省くことが出来るようになります。

イスカルのミーリング工具は、そのような製造工程の最適化にも貢献しています。

製造工程の最適化においては、シーメンスのゲルリッツ蒸気タービン製造工場でもミルスレッドが大きな成果を収めています。「蒸気タービンのケーシング部品で、62ものM90×6、深さ96mmのねじ加工を行っており、従来の3倍の加工速度を可能としている」とベンダー氏は述べています。イスカル工具は今ではシーメンスの工場で日常的に使用されています。



自動車産業対応、 イスカル工具



自動車産業の市場は、変動する原油の価格や、環境保護の規制遵守など、様々な要因によって絶えず影響を受けます。影響を及ぼす要因は、自動車メーカー間や部品メーカーの競争、また自動車産業における製造面での傾向等、多岐に渡ります。

ここでは、内燃機関(ICE)最適化/エンジン軽量化に焦点を当てて叙述していきます。

近年、エンジンは小型化/軽量化し、環境基準も厳しくなっています。エンジンは改良され、音も静かになりなおかつ従来品と比較して25-30%も動力を上げる事に成功しています。

ターボチャージャーは内燃機関の最適化において重要なカギとなります。ターボチャージャーは排気の流れを利用してコンプレッサを駆動させる、主要な自動車構成部品です。燃焼室に送り込まれた空気と燃料の混合気はエンジン性能を著しく向上させ、効率を上げます。

ターボチャージャーで問題となるのは、温度上昇についてです。ディーゼルエンジンの場合、タービンハウジングの温度は約900℃となり、ガソリンエンジンでは1100℃にも上昇します。このような高温の環境下でも高い性能を保つ為、タービンハウジングの素材にはクリープ強度、耐熱性、鋳造性に優れるオーステナイト系耐熱鋳鋼が採用されます。

この材質の採用で、タービンハウジングの加工も容易になれば何の問題ありませんが、多くの場合、標準工具を使用してタービンハウジングの加工を実施することは困難とされています。標準超硬チップでは、わずかな数量の部品加工で破損してしまうこともあり、そういった工具の破損は機械や関連装置にまで影響を及ぼすこともあります。





イスカル社の工具は、そうした自動車産業部品加工における問題解決に貢献します。自動車部品加工には、2つの大きな課題が挙げられます。工具の切刃の寿命を延長させることと、複雑形状の部品に対応する特殊工具の提案により、加工時間を短縮することです。

イスカルは、お客様のご要望に応じた特殊工具の提供にも対応可能です。



加工時間を削減するフェースミル

イスカルの<ヘリドゥシリーズ>φ100mmのフェースミル、SOF45 8/16-D100-10-32Rは適合チップ S845 SNHU 1305 ..MS32を装着して使用し、オーステナイト系耐熱鋳鋼において[切込み:6mm、切削速度(Vc): 150m/min、送り(f): 3mm/rev]の加工条件を実現します。工具寿命も良好で、他社メーカーの工具では切刃あたり12部品の加工を行うところ、イスカル工具では25-30部品の加工に対応可能です。また、多機能工具の採用でも加工時間を削減する事が出来ます。例えば、イスカル社の多機能工具は5つの異なる加工[粗ボーリング/フレットング/仕上ボーリング/面取り/カウンターボーリング]を1つの工具で対応可能です。1工程でおよそ5秒の短縮ができるとすると、イスカル工具を採用した場合、サイクル毎に20秒もの時間を節減することが出来るのです。





多機能工具の採用は工具交換時間も省くことが出来、一つの工具を交換するのにおよそ5秒要するとすれば、さらに20秒の時間短縮が可能になります。つまりイスカル社の多機能工具の導入により、合計で約40秒ものサイクルタイム削減が可能となります。イスカルは工具の切替により、その他の要因<動力の軽減、セットアップタイムの短縮、設備稼働費>にも効果的に働きかけるのです。

シリンダーブロック加工

およそ10～15年前、それまで一般的に使用されていた鑄鉄製のシリンダーブロックが、バイメタル製シリンダーブロック(アルミ製の母材に鑄鉄をライニングしたもの)に大幅に切替えられました。さらに近年では、多くの自動車メーカーで溶射式コーティング加工(CBCコーティング)を施したワーク材質への切替えが実施されています。(例:アルミ製シリンダーウォールへの特殊加工等)溶射式コーティング加工には、ガスフレーム溶射・アーク溶射・プラズマ溶射等、複数の加工方法があります。この溶射式コーティング加工の採用により、重量面では鑄鉄を利用した従来の材質と比較して軽量化され、シリンダーとピストンの間の摩擦も軽減します。

溶射式コーティング加工においての問題は、範囲によりコーティングの厚みにバラつきが生じてしまうことです。それゆえに、シリンダーのホーニング加工の最終工程は時間を要する複雑なプロセスが要求されます。イスカルの研究開発部門は、ホーニング加工の時間短縮に焦点をあてました。

まず、ホーニング粗加工では、加工径に合わせたイスカル社のPCBNチップを採用し、超高速ボーリング加工を実施しました。

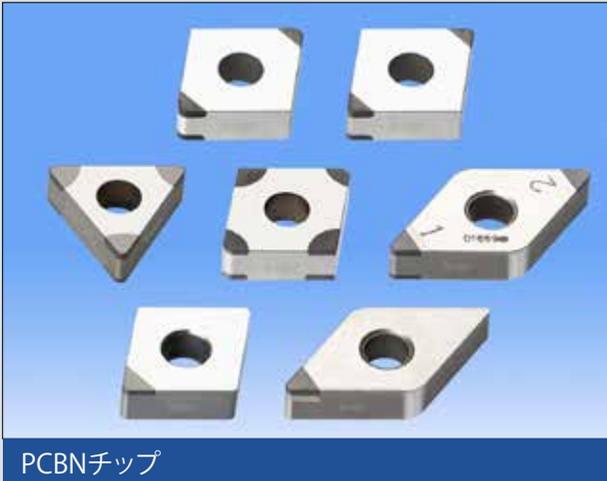
PCBNチップは、φ100mmのシリンダー加工において
切削速度(Vc):400-700m/min、送り(f):1-1.2mm/revと、
高速加工を実現しました。また、PCBNチップは専用のチップ
ブレーカーを採用し、良好な切屑排出性が期待出来ます。

これらの加工の成功のカギとなるのが、被削材に適した
PCBNチップ材質の選定です。硬度と靱性のバランスをよく
見極めなければなりません。PCBN材質にはクーラントの
利用は推奨されませんが、自動車産業のいくつかの部品
加工には、湿式が推奨されるものもあります。これらの
加工では、適切な加工環境(エマルジョン/オイルクーラント/
MQL/乾式)の選択が必要です。また、切刃形状は、被削材や
切削条件、切込み深さ等も考慮して選択する必要があります。

バルブ加工

ガス交換バルブ、特に排気バルブは熱影響を受けやすい
部品です。先述したように、タービンハウジングの排ガスの
温度は900℃以上になり、バルブに使用される材質には
耐熱性ととも、耐摩耗性と高い耐久性が求められます。
この問題を解決する技術提案が行われ、そのうちの 하나가
ナトリウム封入中空排気バルブです。これはバルブステム
にガンドリルで穴加工を行い、その穴部分にナトリウムを
入れ込む方法です。

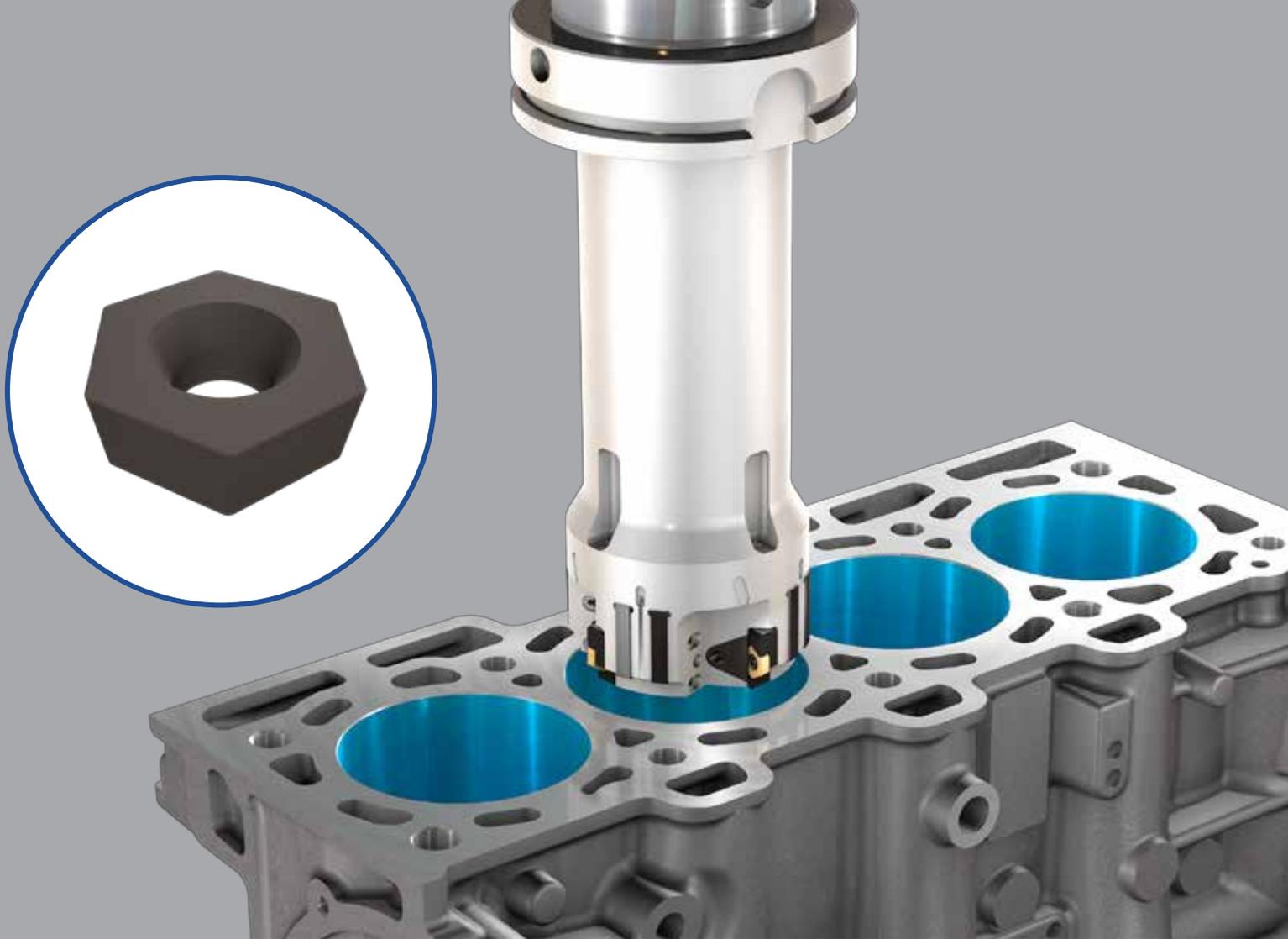
エンジンの稼働熱により、ナトリウムが液体化し、
熱を吸収し、溶着を防ぐのです。



PCBNチップ

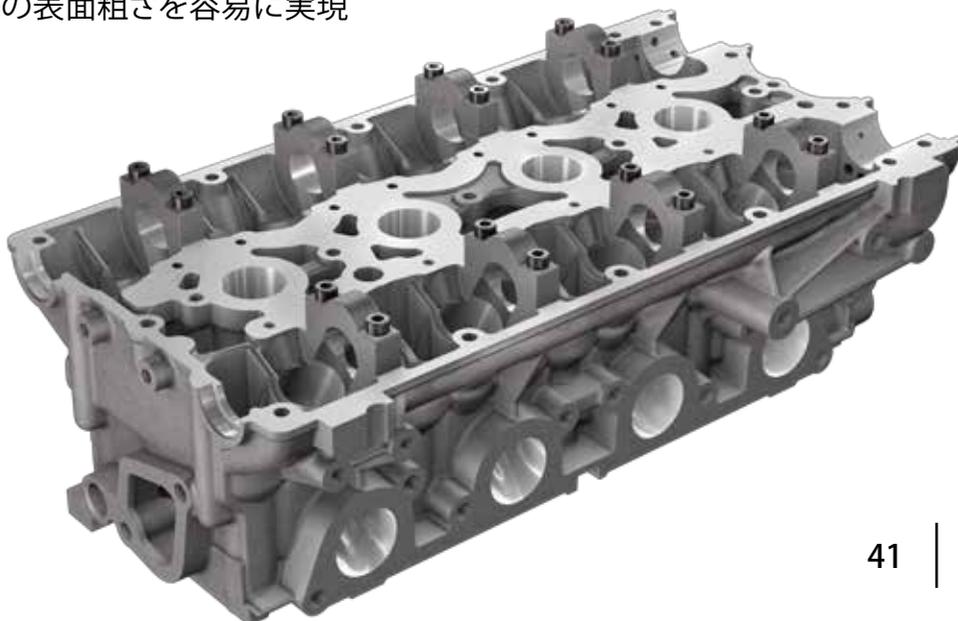


ガンドリル



イスカルの超硬ソリッドガンドリル(加工径:φ0.9~φ16mm)は、中空バルブの加工において重要とされる、極めて優れた表面仕上加工を実現します。

- 穴公差:IT7~IT9
- 優れた真直度と同心性
- 高精度穴加工
- Ra0.4~R1.6 μmの表面粗さを容易に実現



ナトリウム封入中空排気バルブの金属ナトリウムは、溶点が高い為、エンジンを始動しバルブが温まると液状化し、バルブの上下動とともに内部で流動することで熱を放出します。結果として、バルブヘッドの温度は低く保つことができ、加熱により生じる問題を防ぎます。この冷却効果を均一に、効果的に得る為、バルブ内の穴加工には可能な限りの高精度加工が求められます。イスカルは超硬製チップとシャンク(鋼、または超硬素材)が一体型となったガンドリルを推奨します。イスカルのガンドリルは、ガンドリル専用機でも、標準マシン(マシニングセンタ/旋盤)でも使用可能です。加工径はφ0.9mm~で、良好な切屑排出を実現し、優れた加工精度を可能とします。イスカルの超硬ソリッドガンドリルは、従来のロー付けガンドリルと比較して、送りと切削速度を大幅に向上させます。

イスカルは多様な形状のガンドリルをレパートリーしており、穴精度や表面仕上げに合わせて選択可能です。また、ドリル形状と被削材との相性も非常に重要です。実際、技術者はこれを基準にドリルを選択します。しかし、適切なガンドリル形状の選択は重要な項目ではありますが、高性能加工実現には、他にも重要視すべき項目があります。

切刃処理(すくい面の研磨や、刃先ホーニング等)は、表面仕上げの精度に大きな影響を与え、工具寿命にも影響します。さらに、ガンドリルのボディの研磨によって切屑の排出性も変わってくるのです。

ガンドリルを採用した中空バルブの加工で、極めて優れた加工性能を見せたのが、イスカル社製のチップ(超微粒子超硬母材IC08+AlTiN PVDコーティング)でした。

カムシャフト加工

従来の鋳鉄製、もしくは鍛造丸棒から作られていたカムシャフトと比較して、近年の組立式カムシャフトは重量が最大45%も軽量化され、価格も大幅に安く設定されています。このカムシャフトの組立てには熱膨張を利用します。加熱前のカムを、冷却前の精密鋼に装着して組立てを行う場合もあり、個々の部品の組立てを行ってから、熱加工が行われることもあります。

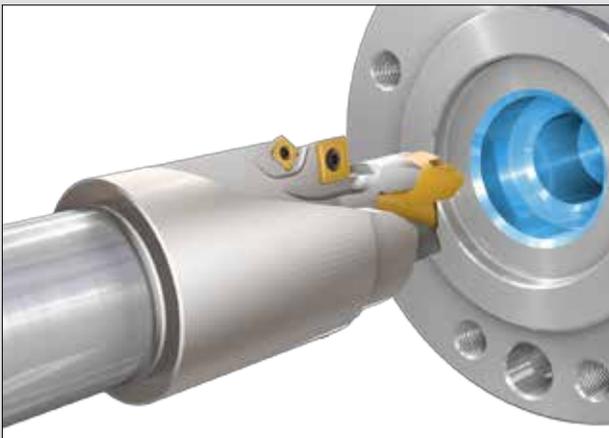
どちらの場合も、精密に計算して作られた接続部分が、カムシャフトの形状に応じて装着されます。







トライディーブドリル



特殊スモウカム(ステップドリル)

個々のカムは、燃結金属や焼入鋼をプレス、または焼結して製造されます。毎年数百万個ものカムが製造されており、製造メーカーはその加工時間の削減に着目しています。部品メーカーには柔軟性が求められる為、市場の変動に合わせ対応を都度変えていく必要があります。イ斯卡ルはカムシャフトの全工程において、加工時間を短縮し、優れた加工性能を発揮するチップを提案します。剛性の高い縦置きチップでは[端面加工/内径粗旋削/内径仕上旋削/面取り]の4種類の加工に対応します。

鍛造カムシャフトの深穴加工において、イ斯卡ルはチップ交換式深穴ドリルを提案し、優位性を見せました。

イスカルが提案する高性能工具シリーズへの切替えにより、自動車産業部品加工は、さらに経済性・効率性を向上させることが出来ます。

深穴加工用ドリルに装着される3コーナー使いチップは、標準品として提供されています。チップは、ポジ形状と、セレーション切刃を採用し、切屑の細分化を可能にします。これによりトルクを抑え、より高い送りでの加工が可能となり、さらに切屑排出性も良好になります。またチップのワイパー部により、精度の高い穴加工が可能となります。

イスカル社のトライディーブ(GD-DH...)は、高精度穴加工で加工径： $\phi 16-28\text{mm}$ に対応します。3コーナー使い、セレーション切刃採用の標準TOGTチップは、切屑を細かく分断し、滑らかな切屑排出を実現し、旋盤でもガンドリルマシンでも使用する事が出来ます。カムシャフトの深穴加工においても、トライディーブはコスト面でも性能面でも優れた効果を発揮します。GD-DHドリルは加工深さ： $10/15/25 \times D$ をレパートリーし、最大2400mmまでの特注品対応も可能です。



ピストン加工

従来のものと比べ、より短く、厚みの少ないスチール製のピストンは、アルミ製のピストンより耐久性にも優れます。T型のピストン形状は、より複雑で、加工も難しいものとなっています。

ピストン外周のピストンリング用溝の加工には、特殊グリップ工具が推奨されます。下記画像は、イスカルの溝入チップを採用して高精度削り加工を行い、加工難易度が高い複雑な加工が要されるピストンの燃烧ボウルを加工したものです。

スチール製のピストン加工において、イスカル社はサイクルタイムの削減に焦点を置いています。つまり、複雑で加工が困難な範囲に対応可能な、高レベルの加工技術の提案が必要となります。

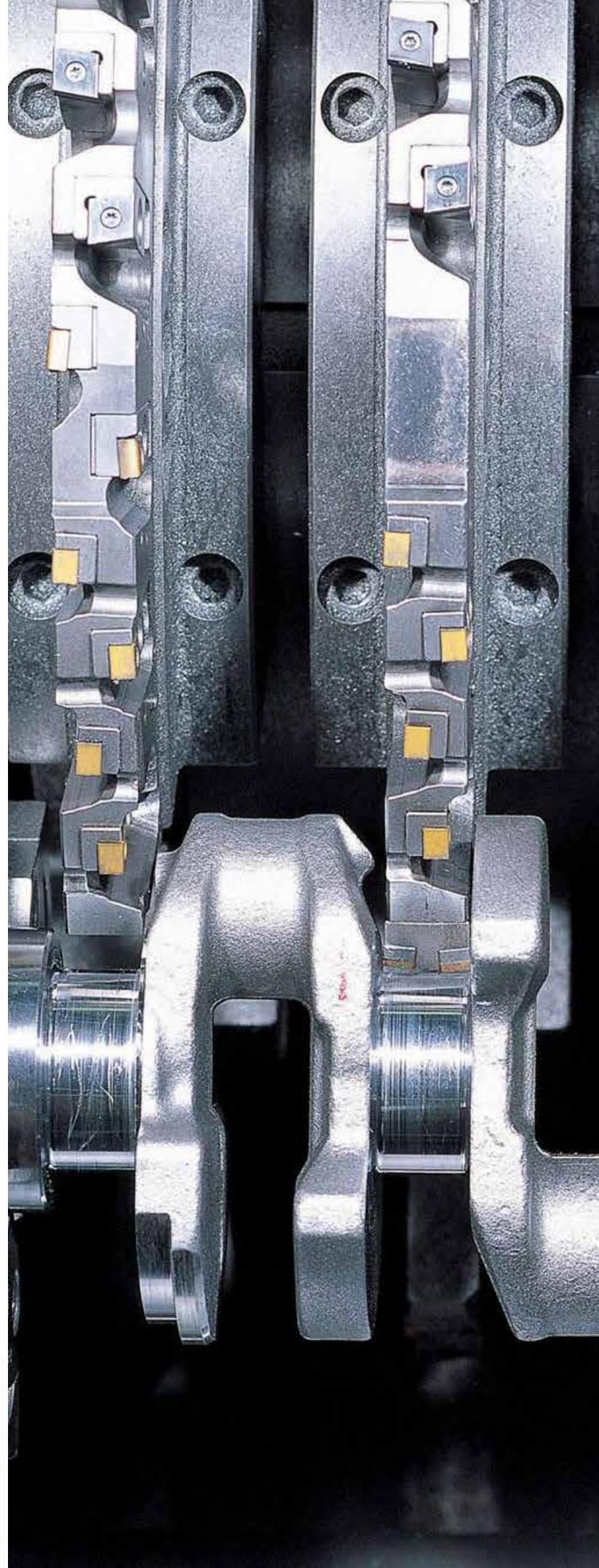
ピストン加工に使用される工具は、周辺の面と工具の干渉を防ぐ為、コンパクト且つ高い剛性が要求されます。

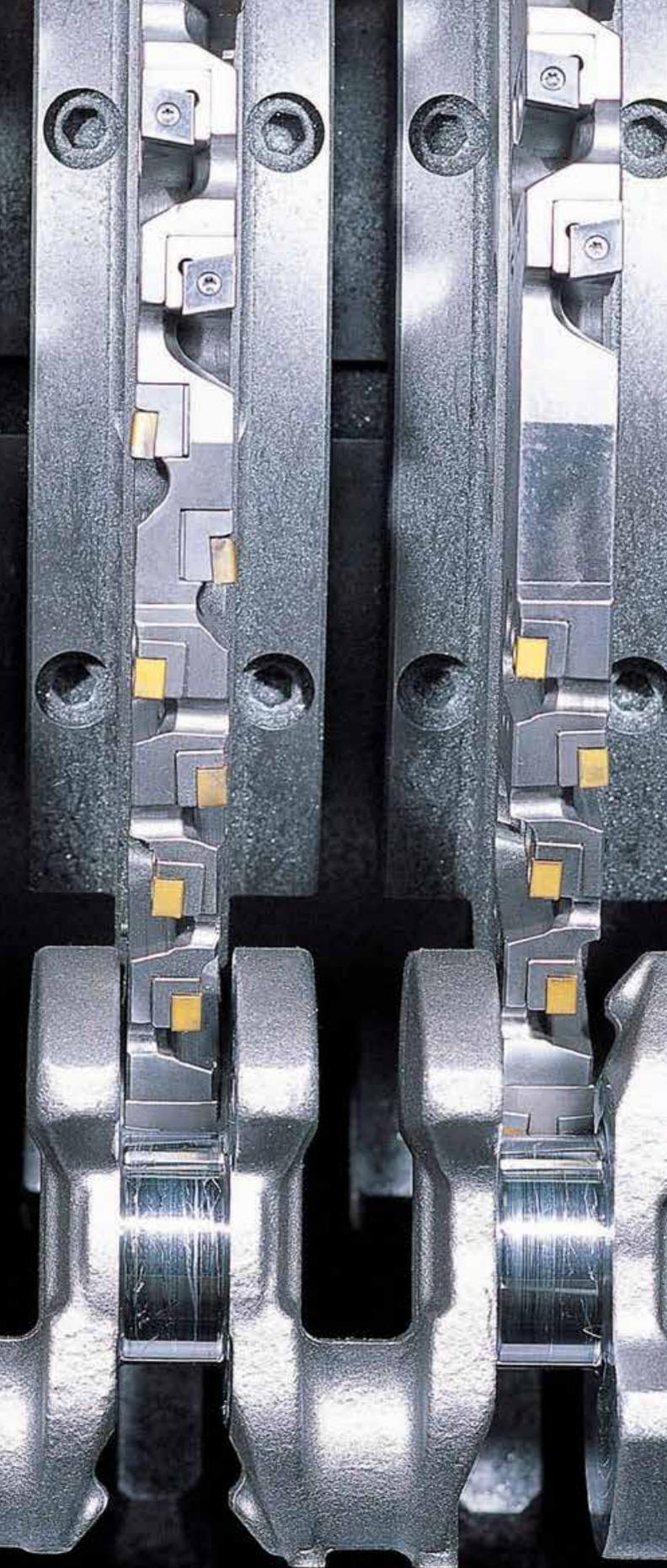


イスカル社の溝加工用工具は、幅広いレパートリーを揃え、剛性と多様性に優れた加工を実現します。部品を使用しない容易な取付方法で、なおかつ切削方向の変化にも耐久性のある強固なチップクランプは、端面溝加工や左方向からの旋削加工・倣い加工にもビビリ無く対応することができ、滑らかで良好な仕上面を実現します。さらに、多様なチップブレイカーを取り揃えており、用途に応じて使い分けることができます。

寿命の短い工具を使用すると、工具交換の度にマシンを停止しなければならず、マシン稼働率も低下します。このような非効率的な加工に、イスカルは高圧クーラント工具のJETCUTシリーズを提案します。JETCUTシリーズでは、切刃に非常に近い距離から直接高圧のクーラントを供給し、長い工具寿命と良好な切屑排出性を実現します。使用される工具・マシンの性能の向上により、自動車産業部品の加工時間は年々短縮され、納期もどんどん短くなっています。しかし、イスカルでは自動車部品加工用工具の設計は、そのほとんどがイスラエル本社で行われています。イスラエル本社で製造まで実施することになると、各拠点の物流担当者は、お客様からの希望納期と、取り寄せ納期を踏まえた上での製造日程確認が必要となります。イスカルは世界各国に製造工場を構え、お客様が必要とする特殊工具の製造を、もっとも近い拠点で行うことによって、納期短縮に努める対策をとっています。

納期と物流面に加え、このコンセプトは費用面（関税、運送料等）でも効果的です。





クランクシャフトのフランジ加工

イスカルの熟練した技術者は、世界各国で地域に密着しており、工具の導入から、加工、プロジェクトの採用まで、一連のサポートを行っています。

近年、環境基準は益々高まり、その重要性が問われています。イスカルもまた、超硬のリサイクルを実施するなど、環境保護基準の順守に努めています。工具寿命の向上、マシン動力の低減、MQL加工対応の工具の提供なども、環境保護に繋がる項目として挙げられます。



「ターンミリング」 の切削条件



ターンミリングは、回転している加工対象物にミーリングカッターを用いて加工を行う、ミーリング+旋削の特性を合わせたものです。ターンミリングはその有益さゆえに、普及を拡げています。

断続切削や、回転する加工物の不安定な加工、重量の大きな部品の加工や、延性のある切屑が形成されてしまう被削材の加工。これらのような加工において、ターンミリングは優れた加工性能を発揮し、それぞれの加工の問題解決に貢献します。ターンミリング加工を行うにあたり「適切な切削条件の求め方」について記述します。

1. 工具、ワーク、そしてピッチの関連性

ターンミリングでは、工具は規定のピッチで、らせん状の軌道を辿り、加工を行います。ピッチは、切削幅(ae)により設定され、高性能が求められる場合の切削幅(ae)は0.7…0.8を設定します。ピッチは、カッター径を超えないよう設定します。

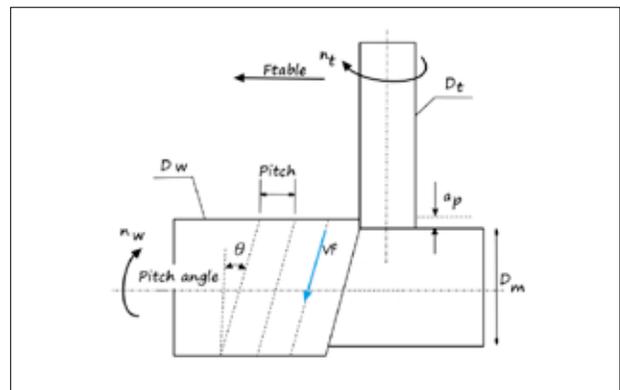
ワークの1回転の間に、工具はワーク軸に沿ったピッチ距離をテーブル送り速度に変換します。

ワークが一回転するのに必要な時間を $t = \frac{1}{n_w}$ [min]
また、下記の数式も覚えておく必要があります。

- 1: ピッチ=テーブル送り(F)×時間(t)
- 2: テーブル送り(F)=z×fz×nt.



ターンミリング



ターンミリングの加工案

したがって

$$(1) n_w [rpm] = \frac{z \cdot f_z \left[\frac{mm}{tooth} \right] \cdot n_t [rpm]}{Pitch [mm]}$$

n_w が被削材のRPMの場合、
Fはテーブル送り、zは、チップ数を示します。
 f_z は、アキシャル方向への一刃あたりの送り、
mm/tooth(刃)、そして n_t は工具の主軸回転速度(RPM)を
示します。

2 ピッチ角

ピッチ角 θ は容易に計算することが出来ます。
ワーク径が下記の場合…

$$D_m = D_w - 2 * a_p$$

(a_p は切込み深さを示します)、つまりピッチ角の
計算は次のように求められます。

$$(2) \theta = \tan^{-1} \left(\frac{Pitch [mm]}{\pi \cdot D_m [mm]} \right)$$

3 有効送り量 - f'_z と主軸回転速度 - V_f

ワークの回転運動はカッター本体に向かって回転し、
カッターの送りを高めます。 V_f は主軸回転速度を
示します。ワークの1回転の間に、工具はワーク軸に
沿ったピッチ距離を、Fテーブル送りに変換します。

$$\frac{\pi \cdot D_m}{\cos(\theta)} [mm] \text{ in } \frac{1}{n_w} \text{ min}$$

その為、主軸方向のカッター速度は…

$$(3) V_f = \frac{\frac{\pi \cdot D_m}{\cos(\theta)}}{\frac{1}{n_w}} = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n_w}{\cos(\theta)} \left[\frac{mm}{min} \right]$$

V_f は、下記のようにも記されます：

$$(4) V_f = z * n_t * f'_z \left[\frac{mm}{min} \right]$$

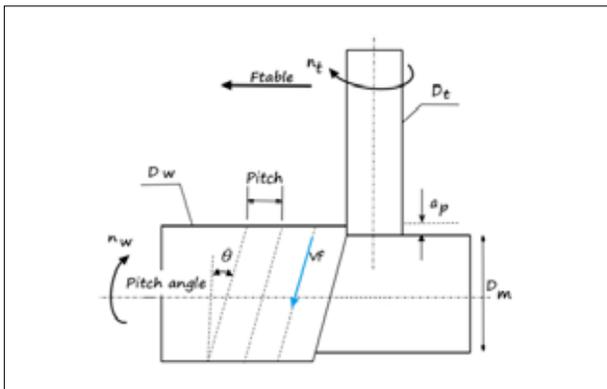


主軸方向の有効送り量(f'_z)とアキシャル方向送り(f_z)の関係性は下記のように求められます。

$$(5) f'_z = \frac{\pi \cdot D_m \cdot n_w}{z + \cos(\theta) \cdot n_t} [mm]$$

もしくは

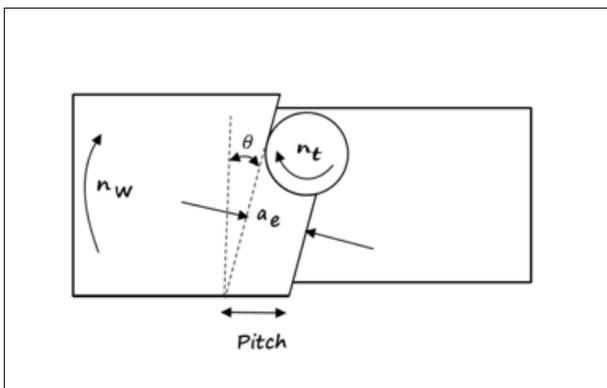
$$(6) f_z = \frac{f'_z \cdot \text{Pitch} \cdot \cos(\theta)}{\pi \cdot D_m} \left[\frac{mm}{min} \right]$$



(図1) 側面からの加工イメージ

4 実質的な切削幅 a_e

$$(7) a_e = \text{Pitch} \cdot \cos(\theta) [mm]$$



(図2) 上からの加工イメージ



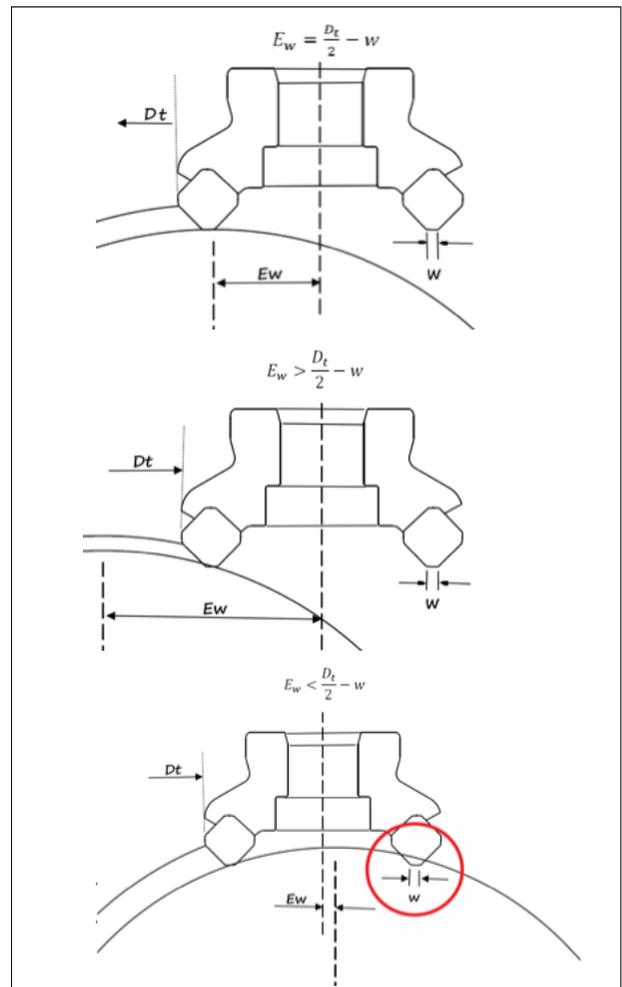


5 カッターの位置決め

工具(またはチップの内刃)と被削材の干渉を防ぐため、工具の主軸と被削材の主軸の距離(E_w)は次のように計算されます。 $E_w \geq \left(\frac{D_t}{2} - w\right)$
 w はチップのワイパーフラット部の幅を示します。

この推奨条件により、適切なカッター位置が求められます(図3)。(図1)で確認出来るように(被削材径と工具形状により設定は異なりますが)、干渉を防ぐことが出来ます。 $E_w = \left(\frac{D_t}{2} - w\right)$

カッターと被削材の干渉を解消する、チップ内刃を採用する加工(例:斜め沈み込み加工)の場合、 $E_w=0$ の条件が適応されます。



(図3) カッターの位置決め

6 金属除去率

$\frac{cm^3}{min}$ 単位での金属除去率(Q)は
下記のように求められます。

$$(8) Q = \frac{\pi}{4000} * (D_w^2 - D_m^2) * Pitch * n_w \left[\frac{cm^3}{min} \right]$$

加工例:

イ斯卡ル社のチップ交換式ミーリングカッター
(SOF 8/16-D050-04-22R)と適合チップ
(ONMU050505-TN-MM IC830)を使用し、中空鋼の
回転被削材($\varphi D=250mm$)のターンミリング加工
(粗加工)が実施されました。

被削材:低合金鋼(SNCM 447)、硬度:HB260-280

切削代:3mm

加工を行う際は、切削条件、CNCプログラミング用の
数値、金属除去率を求める必要があります。

カッターデータ:

直径 D=50mm

刃数:4

切削状況:

1パスで切削代を全て取り除き、さらに、適正な加工
を行う為に、直径Dの70%の切削幅でミーリング加工
を行いました。
その為、切込み(a_p)は3mm、ピッチは35mmです。

イ斯卡ルの推奨加工条件に基づき、
切削速度(V_c)=170 m/min
(したがって工具回転速度(n_t)=1082.3rpm)
そして主軸回転速度(f_z)の一刃あたりの送り
は0.2 mm/刃となります。

計算方法まとめ:

1. ワーク径

$$D_m = D_w - 2 * a_p = 250 - 2 * 3 = 244 [mm]$$

2 ピッチ角

$$\theta = \arctan \left(\frac{Pitch [mm]}{\pi * D_m [mm]} \right) = \arctan \left(\frac{35}{(\pi * 244)} \right) = 2.614^\circ$$

3. アキシャル方向への送り

$$f_z = \frac{f_z' * Pitch * \cos(\theta)}{\pi * D_m} [mm] = \frac{0.2 * 35 * \cos(2.614)}{\pi * 244} = 0.009 [mm]$$

4. ワークピースのRPM

$$n_w [rpm] = \frac{z * f_z \left[\frac{mm}{tooth} \right] * n_t [rpm]}{Pitch [mm]} = \frac{4 * 0.009 * 1082.25}{35} = 1.128 [rpm]$$

5. スパイラル方向へのカッター速度

$$V_f = \frac{\pi * D_m}{\cos(\theta)} * \frac{1}{n_w} = \frac{\pi * D_m * n_w}{\cos(\theta)} \left[\frac{mm}{min} \right] = \frac{\pi * 244 * 1.128}{\cos(2.614)} = 865.8 \left[\frac{mm}{min} \right]$$

6. 切削幅

$$ae = pitch * \cos(\theta) [mm] = 35 * \cos(2.614) = 34.96 [mm]$$

7. 金属除去率

$$Q = \frac{\pi}{4000} * (D_w^2 - D_m^2) * Pitch * n_w = \frac{\pi}{4000} * (250^2 - 244^2) * 35 * 1.128 = 92.9 \left[\frac{cm^3}{min} \right]$$



ターンミリングの切削条件

ターンミリングは、ミーリング工具で回転する被削材を加工する、ミーリングと旋削の技術を組み合わせた加工方法で、多くの利点を生み出します。ターンミリング用工具はその利点を広く普及させ、メーカーにとっても可能性を広げるものとなりました。断続的な加工面や、奇抜な形状の加工、重量の大きい部品加工や、延性の高い切屑を生み出す加工、このような加工で、ターンミリングは問題の解決に貢献し、生産性を高めることを可能とします。

ターンミリング加工における適切な切削条件の求め方は、下記のようにまとめられます。

まとめ:

- カッターの位置と、ワークの相対位置には注意が必要となります。適切なチップが使われ、カッター本体とワークに距離がある場合、調整は不要です。そして、カッター位置は $E_w = 0$ で示されます。もし不明瞭な数値な場合、安全性を高める為、下記のような式を用いることを推奨します。

$$E_w \geq \left(\frac{D_t}{2} - w \right).$$

- 送りが被削材の主軸(f_z)に与えられる場合、被削材回転速度は下記のように求められます。

$$n_w [rpm] = \frac{z * f_z * n_t}{Pitch}$$

- 送りが主軸回転方向(f'_z)に与えられる場合、被削材回転速度は下記のように求められます。

$$n_w [rpm] = \frac{z * n_t * f'_z * \cos(\theta)}{\pi * D_m}$$



イスカル 顧客セミナー

イスカルでは毎年、イスラエル本社でイスカル顧客セミナーを開催します。セミナーでは、数日に渡り一連の講演を実施しています。テクニカルセンターでは工具のデモンストレーションを公開し、製造工場の見学ツアーを行います。イスカルはイスカル顧客セミナーを通し、イスカル製品の情報を公開するだけでなく、進んだ製造技術、品質管理、技術スタッフのレベルの高さを感じて頂くことで、会社理念や文化に対し、より深い知識と親しみを持って頂ける機会の提供を目的とします。

セミナーのメインの目的となる「イスカル製品への知識」は、イスカルC.E.O兼IMCグループ社長のジェイコブ・ハルパズ氏がその魅力をプレゼンテーションします。

セミナーにご参加頂くお客様には、加工の生産性および収益性に関する切削工具の影響を学んで頂き、IQ工具およびSUMOTECコーティングの特長についても理解して頂く良好な機会となります。プレゼンテーション中の友好的な会場の雰囲気も好評で、ジェイコブ・ハルパズ氏へ質問を投げかけたり、意見交換などの交流も見られます。



イスラエル本社では、各国のお客様を対象としたイスカル顧客セミナーが定期的に行われています。



イスカルC.E.O兼IMCグループ社長のハルパズ氏が、数千名の参加者を対象に、イスカル工具の魅力を伝えるプレゼンを行います。



テクニカルセンターでは、直接参加者にデモ加工を見学して頂き、切削条件や加工工程についてご確認頂きます。また、実際に切屑を手にとって確認し、加工性能を確認して頂くことも可能です。デモ加工で用いられる材質への加工案や、工具の特長に応じた適切な加工についても、技術スタッフの意見を直接聞くことが出来ます。イスカルの製造工場見学では、高い技術力や、優れた設備を公開しています。百聞は一見に如かず。実際に参加者の目で確認して頂くことで、より深く理解をして頂けるのです。

セミナーでは、参加者にイスカル工具への関心を持って頂き、学んで頂いた情報をより有益に現場で活用して頂くことを目的としています。こうしたセミナーの実施こそが世界的なイスカル社のネットワークをさらに広げるのであり、お客様との直接的な信頼関係を深めるのです。

高生産性を 実現する 工具管理 キャビネット

工具管理キャビネットの普及は、20年以上前、アメリカで最初に導入されたことから始まりました。それを幕開けに世界各国で普及が広まり、このシステムの収益性は、利用者の中で広く周知されるようになりました。

産業用工具管理キャビネットの利用は切削工具の代理店や販売者、及びエンドユーザー様への相互利益に繋がります。

お客様からの繰り返しの注文に対応する為、売り手は簡易かつ継続的で信頼性の高い販売システムを構築する必要があります。工具管理キャビネットを利用した販売戦略は、売り手と買い手の信頼性を高め、競合他社との差別化を進めるものとなります。工具管理キャビネットには在庫管理機能も搭載されている為、必要な製品の在庫切れを事前に防ぐことも出来ます。さらに在庫超過を防ぐ在庫の適正化を可能とする為、余分なコストを削減する事も可能です。ここ数年の間に工具管理キャビネットは、新規設備投資として導入される割合を伸ばしています。





ROI(投資した資本に対し、回収できる利益)は平均して6~18か月であり、工具管理キャビネットを利用した工具販売は、それまでの工具販売と比べて収益率が二倍になると予測されます。工具管理キャビネットは、単純な供給や補充タスク用に設計された旧設備から、ユニット内に数百もの製品を格納し、管理ソフトを利用した在庫の統計データ等、管理機能面でも優れた新設備、MATRIXへの切替えが行われています。新タイプでは、より高度な機能が搭載されており、ユニットの拡張性もあることから、大型顧客やお客様を対象としたサービス供給も可能です。工具管理キャビネットでは、引き出しや拡張ユニット、引き出しや棚ごとの個別トレイをベースにして在庫管理は調整されます。それぞれのトレイは、内容の異なる製品を収納でき、無駄なく必要な数量だけ、多くの種類の異なる工具を格納することができます。

工具管理キャビネットでは、より包括的な管理を可能にし、より多くの製品を安全に保管可能です。在庫面での問題を効果的に回避し、厳密に管理することが出来ます。

また、工具管理キャビネットの利用により、工具収納場所の明確化、不要な設備の削減が可能となり、総合的に費用を削減することが出来ます。またMATRIXと共に提供されるソフトウェアの統計機能を使用することにより、保有在庫を適正化し、工具の活用率を向上させることが可能となります。

製品供給環境において、工具管理の有効性は控えめに表現されるべきではなく、重要な項目です。供給者にとって、工具の納期をどれだけ短縮出来るかは非常に重要です。

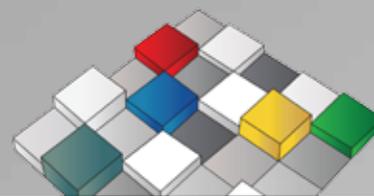
もし必要な工具の在庫が欠品となった場合、現場の製造工程は停止してしまうからです。工具管理は、それほど現場に直接的な影響を与え得る重要なものなのです。

統計データをもとに在庫予測をつけることが出来るのもソフトウェアの大きな特長の一つです。例えば、使用頻度の低い製品に在庫制限を設け、在庫を調整させることも可能です。

最小ロット数から過剰分を知らせるように設定させ、使用頻度とリードタイムを入力し、それを元に自動的に在庫変動を計算して目安を知らせるように設定する方法があります。

これにより、過剰在庫を防ぐことが出来ます。また、在庫データは各週や各月ではなく、毎日更新されます。

新タイプの工具管理キャビネット[MATRIX]には、実際に必要とされる工具のみを適切に在庫管理するという設定を行う優れた機能があります。管理ソフトウェア上で加工部品数に応じた工具制限数を予め設定しておく、余分な工具購入・管理の手間を省くことが出来ます。



MATRIX



MATRIX MI



世界各国で 開催される展示会

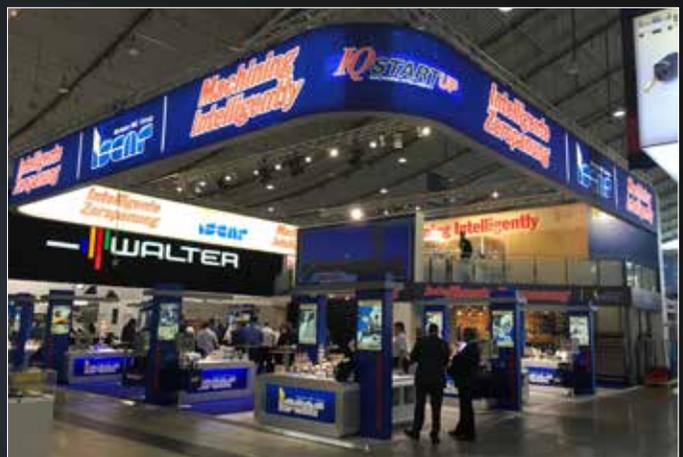
情報の電子化が進む現代社会の中、お客様との繋がりを築くには様々な方法があります。そのような中でも、イスカルの展示会を通じた直接的なお客様との交流は、いまだに大きな効果を生み出すものであると考えます。展示会が縮小傾向に捉えられる場合もありますが、それでもなお産業別展示会は、意義のあるものとして各地で開催されます。展示会から得られるROI(投資した資本に対し回収される利益)を測るのは難しいことですが、ドイツのAMB、アメリカIMTS、そして日本のJIMTOFといった代表的な展示会では、直接大勢のお客様と顔を合わせて商談の機会を持つことで、電子的な交流よりも一層、お客様との深い繋がりを築くことが出来るのです。

イスカルブースはいつでもオープンに、お客様を笑顔で温かく歓迎します。そして、展示会を通じて、新たに築いた繋がりから、新しいビジネスを展開させていきます。またイスカルブースでは、工具展示だけでなく、人員配置についても、見学経路を考え、見渡しを考え、お客様と交流を持ちやすいよう配慮して構成しています。ブース内のラウンジスペースはビジネスチャンスを生み出す為の重要な場所となります。このような要素を踏まえ、再度展示会の重要性を問われるなら、自信を持って"Yes!!"と答えます。電子化が進む現代だからこそ、形に捕らわれずにネットワークを広げ、お客様へ働き掛ける事が重要なのです。



世界5大展示会に挙げられる AMB

ドイツで開催されるAMB(国際金属加工展)は、全世界で開催される金属加工業界の展示会の中でも、トップ5に挙げられる大規模な展示会です。2016年には33カ国、1,450を超える出展企業が参加し、約90,000もの来場者が、ドイツを代表する工業都市、シュトゥットガルトの展示会場を訪れました。連日多くの参加者で賑わい、出展企業の最先端の技術力が見られる、盛大で活気溢れる開催となりました。イスカルは2階建てのブースを構えて多くのお客様を迎え入れました。カメレオンボディペイントのショーで注目を集め、ブース内は大盛況を収めました。



AMB (ドイツ、シュトゥットガルト)



来場者数

90,000名

4%



[2014年
との比較]

過去最大の動員数を見せた IMTS

アメリカで最大規模を誇る、IMTS(シカゴ国際製造技術展覧会)もまた、国際的に規模の大きな展示会の一つとして挙げられます。

2016年の開催時は、過去最大の出展規模となり、2,407もの企業が参加しました。来場者数は115,612名にもなり、6日の開催期間で行われる展示会では、史上3番目に動員数の多いものとなりました。



来場者数

115,612名

5%



[2014年
との比較]



IMTS (アメリカ、シカゴ)





JIMTOF (日本、東京)

日本最大の工作機械見本市 JIMTOF

2016年に東京で開催されたJIMTOF(日本国際工作機械見本市)は、80カ国以上から147,602名もの来場者数を記録し、大盛況となりました。JIMTOFはアジアを代表する展示会ですが、海外からの来場者数が10,000名を超えている点も興味深いです。イ斯卡ルは競合の工具メーカーが集まるエリアでもひと際目立つ位置にブースを構え、高い集客効果を見せました。



限りない技術革新に挑戦 日本での発展

History 創業～現在まで

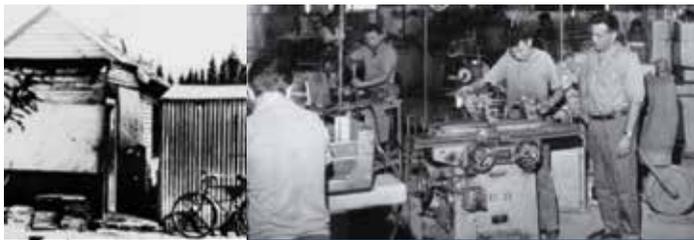
■創業からの歩み

イスカル社の歴史は、1952年に創業者であるステフ・ベルトハイマー (Stef Wertheimer) が、イスラエルのナハリヤにある自宅のガレージで、「ロー付け工具」を製造したことから始まります。

1958年には、海外市場を開拓する為、輸出を開始。

1960年代には、ロー付け工具に加え、刃先交換式の超硬チップの製造を開始。

1976年には、世界初自己拘束式の突切工具「セルフグリップ」を開発。生産性を大幅に向上できる製品として、瞬間にトップシェアを確保し、事業拡大への道を切り開くこととなりました。



イスカル社 創業当時の様子

■イスカルブランドの発展

1982年に、現在本社のあるイスラエル北部のテフェンに拠点を移し、大規模な製造工場が完成。

最先端の技術を駆使し、生産から物流までをコンピュータで統合管理するCIM (Computer Integrated Manufacturing) 化された工場で、良質な商品を効率的に製造し、それらの安定した供給により、世界市場での競争力向上を実現しました。また、緑豊かな美しい丘「テフェン」の広大かつ良好な環境のもとで、日々革新的な開発が進められていくこととなります。

1994年には、コストダウンに貢献する2コーナー使いのねじれ刃構造突切工具「ドゥーグリップ」、1996年には、8種類の旋削加工に適用できる「ヘリグリップ」、1998年には機上にてワンタッチで簡単迅速に刃先交換でき、生産性を大幅に向上させる「カムドリル」、2000年には多用途工具「マルチマスター」他、独創的な商品を次々に発表。揺るぎない「イスカルブランド」を確立させていきます。



テフェンにある本社



本社オフィス

創業当初から基本に据えてきたのが、「ユーザーの生産コスト低減に役立つ工具の開発」というユーザーの視点に即した思想です。その実現に向けた努力が実り、今日では、全世界の自動車、航空機、金型、IT関連等の様々な製造現場でイスカル社の製品が使用されています。他社より一歩先んじた製品開発を継続的に行い、革新的な独自製品の追求を続けることで、売上高世界第2位を誇る超硬切削工具メーカーへと発展致しました。今後も「Innovation never stops (限りない技術革新に挑戦)」をスローガンに世界の機械工業の発展に貢献し続けていきます。

■IMCについて

IMCグループ (International Metalworking Companies B.V.) は、イスカル社を中核とする超硬切削工具メーカーグループです。世界各国の有力工具メーカー (韓国のテグテック社、アメリカ/ドイツのインガソル社、日本のタンガロイ社他) を傘下に治め、現在、15社以上から構成されるグローバルな企業グループへと成長しました。2006年に、米国の著名な投資家、ウォーレン・バフェット (Warren E. Buffett) 氏が率いる投資会社「バークシャー・ハサウェイ (Berkshire Hathaway Inc.)」に認められ、80%の株式 (約4,400億円) が取得されました。また、2013年には残り20%の株式も取得され、100%の株主となり、完全子会社化されています。この大型投資により、業界の枠を超え、将来性のある優良企業としての評価を獲得し、安定的な成長が見込める分野であると注目されています。



超硬切削工具のリーディングカンパニーとして、 技術革新を通して社会の明日を担っています。 —イスカルジャパン—

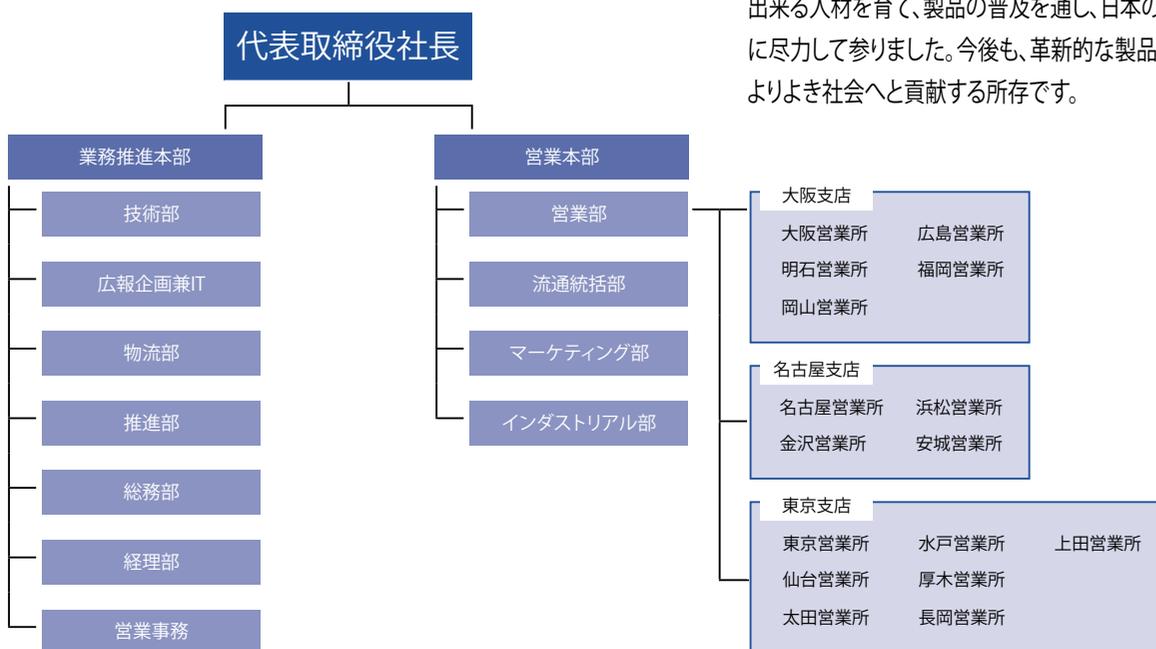


代表取締役社長 小宮 信幸

イスカルジャパンは、平成6年にイスカル社の日本における販売拠点として設立されました。世界第2位の売上高を誇る超硬切削工具メーカーであるイスカル社は、世界中に拠点を置くグローバル企業として、「限りない技術革新に挑戦」をスローガンに機械工業の発展に寄与して参りました。超硬切削工具は、金属加工において無くてはならない存在です。スマートフォンや自動車などの身近な物から航空機や重工業の産業まで、現代社会を支えるあらゆる金属加工物を造り出しています。なかでもイスカル社は、世界初の自己拘束式突切工具「セルフグリップ」を開発し、世界のトップメーカーに衝撃を与えました。以来、多機能工具「カットグリップ」、ねじれ刃方式ミーリング工具「ヘリミル/ヘリクアッド」等の常に「独創的な商品」、「他社を圧倒する金型技術」、「高品質の製品を供給する品質保証体制」を3本の柱とし、世界中の企業から信頼のおけるパートナーとして認められています。

イスカルジャパンは、発足以来イスカル社の先進的な製品を最適にご提案出来る人材を育て、製品の普及を通し、日本の金属加工業界の効率化と発展に尽力して参りました。今後も、革新的な製品と飽くなき向上心を持って、よりよき社会へと貢献する所存です。

〈イスカルジャパン組織図〉



IMCグループの一翼として、 日本全国の様々な企業のパートナーを務めています。

イスカルジャパンは、平成6年4月に日本市場における技術サービスの向上と、新製品情報を迅速にご紹介する為に設立されました。

イスカル社の独創的でユニークな製品開発力は業界でも屈指であり、特に突切工具は、世界で40%以上のシェアを持っています。その他ミーリング工具を始め、各種パートナーを拡大し、売上急伸中の企業でもあります。最先端の技術を有する日本企業の強力なパートナーであるイスカルジャパンは、自社の持つ革新的な製品を提供し、超硬切削工具を通して機械工業の発展に貢献しています。

(大阪本社オフィス)



神戸テクニカルセンター

神戸テクニカルセンターではお客様の様々なご要望にお応えします!

① お客様を集めたセミナー及びデモ加工

神戸テクニカルセンターは約100名収容可能で、お客様のご要望に合わせた各種セミナーを開催可能です。
また、セミナーでご覧頂いた製品のデモ加工を、実際に間近でご覧頂けます。



② お客様のご要望に合わせたテスト加工

所有する5台の工作機械は、様々なジャンルのお客様のご要望に対応可能です。実際にお客様のワーク、工具を使用したテスト加工も致します。



③ 加工改善調査

お客様から使用する工具、加工プログラム、ワーク図面等のデータを頂ければ、現状の問題点を解消する加工改善案を検討し、書面にて提出致します。



④ 刃先摩耗量調査及び寿命予測

お客様からお預かりした工具の、刃先摩耗量の測定、刃先拡大写真の撮影を行い、資料として提出可能です。また、加工データから寿命予測も行えます。



⑤ 各所寸法測定及び硬度測定

自動画像寸法測定機にて、様々なアイテムの各所寸法を素早く、正確に測定する事が可能です。また、超硬チップの硬度も測定可能です。



⑥ 図面作成

CADを使用して、お客様のフォームに合わせた工具の登録図面を作成可能です。また、干渉確認用などの3Dモデルも作図、ご提供可能です。



⑦ 工具の追加工及び調整

所有する工作機械を使用して、工具の追加工が可能です。また、刃振れ・刃幅調整式工具、バランス調整式工具等の各種調整も可能です。



ソーシャルメディア/アプリ

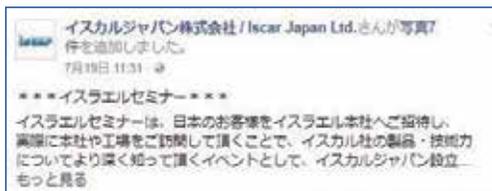
Find us on Facebook

Find us on 

イスカルジャパンFacebookページでは、新製品情報や展示会/セミナー情報など旬な話題を随時ご案内致します。みなさまの「いいね!」お待ちしております!!



Facebookページで「イスカルジャパン」を検索
<https://www.facebook.com/IsicarJapan>



総合テクニカルサポートアプリ(アイバックス)



IBAQUS (アイバックス) は、イスカルの便利なITツールを集約!
 iPad/iPhone、Androidタブレットやスマートフォンで利用可能

- ITA (イスカル工具選定プログラム)
- 電子カタログ (英語)
- インサートコンバータ
- 他社類似形状 (チップブレード) 検索
- 製品ID
- 加工条件計算
- YouTube技術動画



電子カタログ



イスカル製品情報を簡単に検索可能! イスカルジャパンページより「E-CAT」をクリック
<http://www.iscar.co.jp/>

YouTube



各種加工動画などを配信中!
<https://www.youtube.com/user/ISCARJAPAN>

