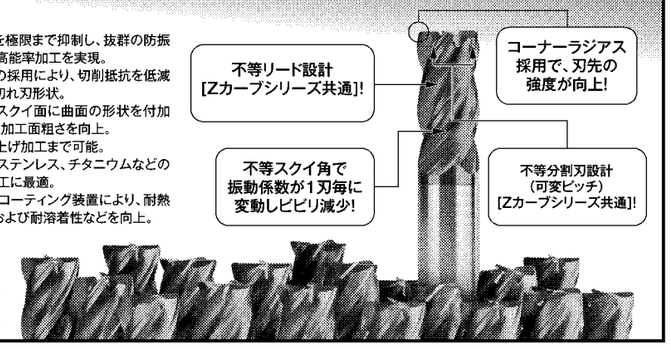
MULTI-MASTER
ヘッド交換式エンドミル（マルチマスター）
15,000 種の加工を実現する，
輝かしいミーリング工具シリーズ
メカトロテックジャパン2011 ●9月29日(木)～10月2日(日) ●ポートメッセなごや ブースNo：2C11（2号館）
http://www.iscar.co.jp
Member IMC Group
イスカルジャパン株式会社
本　社　〒560-0082 大阪府豊中市新千里東町1-5-3 千里朝日阪急ビル15F Tel. 06-6835-5471（代） Fax. 06-6835-5472
東京支店　〒143-0016 東京都大田区大森北1-17-2 大森センタービル7F Tel. 03-5764-1181（代） Fax. 03-5764-1182
名古屋支店　〒464-0850 愛知県名古屋市千種区今池5-1-5 名古屋センタープラザビル9F Tel. 052-735-3981（代） Fax. 052-735-3982
仙台営業所 Tel. 022-304-2291　安城営業所 Tel. 0566-71-3471
郡山営業所 Tel. 024-933-6921　四日市営業所 Tel. 059-350-0151
長岡営業所 Tel. 0258-23-3701　草津営業所 Tel. 077-566-7071
上田営業所 Tel. 0268-28-5231　神戸営業所 Tel. 078-304-6871
太田営業所 Tel. 0276-38-5801　姫路営業所 Tel. 079-286-8651
水戸営業所 Tel. 029-257-0321　岡山営業所 Tel. 086-242-0251
厚木営業所 Tel. 046-226-6681　広島営業所 Tel. 082-831-1871
金沢営業所 Tel. 076-258-7931　福岡営業所 Tel. 092-895-1481
浜松営業所 Tel. 053-482-0091

SGS Solid Carbide Tools
従来の常識を超えた究極の切れ刃形状で国際特許取得。
不等リード＋不等スクイ角
Zカーブ AP CARB-AP
(ZAPC)
●ビビリの発生を極限まで抑制し、抜群の防振効果で静かな高能率加工を実現。
●不等スクイ角の採用により、切削抵抗を低減させる独自の切れ刃形状。
●コーナーRのスクイ角に曲面の形状を付加し、工具寿命と加工面粗さを向上。
●粗加工から仕上げ加工まで可能。
●一般鋼材からステンレス、チタニウムなどの難削材料の加工に最適。
●最新の高性能コーティング装置により、耐熱性、耐摩耗性および耐溶着性などを向上。


Cominix
大阪工機株式会社
[本社]〒542-0061 大阪市中央区安堂寺町1-6-7TEL(06)6765-8201FAX(06)6762-3138
[支社]東京 [支店]名古屋・広島・福岡 [営業所]郡山・水戸・北関東・奈良・京都・東大阪・和歌山・姫路・福山
[出張所]長岡・浜松東・金沢 [物流拠点]北関東ロジスティックスセンター・大阪ロジスティックスセンター
[HPアドレス]http://www.osk-k.co.jp/ [E-mail]accweb@osk-k.co.jp

高硬度材から超高硬度材の切削へ

エンドミル

ユニオンツール
執行役員　技術統括部長
佐藤　彰

かつて世界一の生産高を誇った日本の金型産業は、今世紀に入り一貫して生産数量が減少している。ただし、生産金額は2006年から07年頃まで上がり続けていた。海外では、まだ製造が難しい複雑・高精度・大型・短納期の金型が国内に残り、その単価が比較的高かったためである。しかし、リーマンショック以降は数量減に加えて単価も下がってきており、厳しい状況が続いている。一方で、ガラス高含有樹脂のモールドなど過酷な条件で使われる金型、すなわち、高硬度材を使った金型の需要が徐々に増えてきており、短納期で複雑・高精度の高硬度金型が製造できる業者にはさばき切れないほどの仕事を抱えているところもある。ここでは、高硬度金型を直彫り製造するための工具、すなわち、超硬エンドミルの最新技術動向を、特にコーティング技術の観点から紹介する。

窒化物系コーティング皮膜の進歩がハイス材の直彫りを可能に

刃物の方が硬くないと被削材を削れないのは当然で、ビッカース硬度値で3倍以上が必要と言われている。これを超硬工具に当てはめると、ロックウェルCスケール硬度40程度の被削材が限界ということになる。そこで、より硬い被削材を切削するために、超硬材の表面に硬質皮膜をコーティングして工具の硬度を高めている。鉄鋼材向けの硬質皮膜には窒化物系と酸化物系があるが、焼き入れ鋼向けには窒化物系が主に採用されている。窒化チタン（TiN）膜やこれにアルミニウム（Al）を固溶させた窒化アルミニウムチタン（TiAlN）膜が長く使われていたが、1990年代半ばにドイツで窒化チタンシリコン（TiSiN）膜が開発され、現在ではこの系統の皮膜が主流になっている。TiSiN膜をベースに第四・第五元素を入れたり、積層の仕方を工夫したりして、皮膜の硬度をより高めるための開発が活発に行われている。しかし、皮膜の硬化メカニズムについては、90年代にいくつかのモデルが提案されていたものの詳細は良くわかっていなかった。最近、当社と大学との共同研究でこのメカニズムが明らかになり、これを踏まえて改良した結果、当社従来皮膜（HMコート）に比べて大幅に硬度を高めた新HMコートが開発された。ビッカース硬度値が4000HV以上に達している。

被削材を安定して切削するためには、コーティング皮膜だけでなく刃形状の工夫が重要であることは言うまでもない。最近、当社から発売した2枚刃ボールエンドミルHSB・HSLBシリーズは高硬度被削材向けに新規設計した刃形状に新HMコートを搭載したものであり、焼き入れ鋼全般に幅広く対応することができる。特にロックウェルCスケール硬さ60を超える高硬度被削材に威力を発揮し、ハイス材もザクザクと切削することができる。

図1はHSB・HSLBシリーズを使ってハイス材DRM2（ロックウェルCスケール硬さ62）を直彫りし、ベベルギア金型を作成した例である。被削面にはむしれもなく光沢のある面性状が得られている。工具の摩耗も極めて少なく、安定した切削がなされている。

ダイヤモンドコーティングの進歩で超硬金型の直彫りも

ダイヤモンドは高温下で鉄と固相反応を起こすため鉄鋼材料の切削には使えないが、非鉄材料に対しては最も優れたポテンシャルを持つ工具材料である。単結晶ダイヤバイトでアルミ材を超精密・鏡面に切削したり、焼結ダイヤドリルでシリコンやセラミックスに穴あけ加工するなど、いくつかの場面で使用されているものの、ダイヤモンド砥石が幅広く使われているのに比べて切削工具ではさほど用途が広がらなかった。これは、ダイヤモンドは硬いものの欠けやすく、十分にその性能を引き出して使いこなすことが難しかったことと、非常に高価であったことが理由である。

これらの課題を解決すべく登場してきたのがダイヤモンドコーティングである。日米露で80年代初期から活発に研究されてきたが、ダイヤコートエンドミルとして実用化され出したのは90年代中頃からである。しかし、初めの頃は超硬母材と皮膜との密着性が必ずしも十分でなく、切削時に膜が剥離してしまうこともあった。その後の地道な改善で、現在では密着性が大幅に改良され、ハイシリコンアルミ材やグラファイトなどを安定して切削できるようになっている。一般に硬度と欠けにくさ（靭性）とは相反する関係にあり、それはダイヤモンドでも同じである。そこで、比較的靭性の高い超硬を母材にして、それにダイヤ皮膜を密着性良く搭載することで硬度と靭性の両立を図ったのがダイヤコートエンドミルである。

実はダイヤモンド皮膜自体にも硬度と靭性にトレードオフの関係があり、靭性を確保しながら皮膜の硬度を高めることは非常に難しかった。最近、当社が開発した特殊ダイヤモンド皮膜（特許取得済）は、皮膜の微細組織を制御して硬度と靭性を飛躍的に高めたものであり、この特殊開発膜を搭載したエンドミルは超硬材を直彫りすることが可能である。**図2**にRO・2ボールエンドミルで超硬材を直彫りした事例を示す。これまでは、放電加工と研削でしか超硬材を加工することができなかったが、近く、超硬金型を直彫り製造するためのエンドミルが提供できるものと考えている。

以上、コーティング技術を中心に超硬エンドミルの最新技術動向について述べた。良い製品は良い金型から、良い金型は良い工具から生まれる。良い工具を提供することで、東アジア地域に負けない高付加価値のモノづくりに貢献していきたいと考えている。

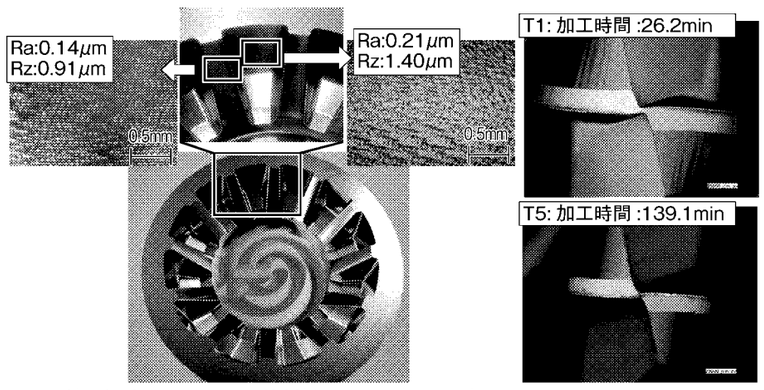


図1　HSB／HSLBによるハイス材の直彫り事例（ベベルギア金型）

ベベルギア金型φ90× 深さ 19 被削材 :DRM2（62HRC）

工程	工具No.	工具	回転速度	送り速度	ae	ap	加工時間
荒加工	T1	HSB2100－1500	3800	1000	－	1	0:01:48
	T2	HMS6100－2200	4000	2400	0.2	0.2	0:14:34
荒中仕上げ	T1	HSB2100－1500	3600	700	3	0.5	0:24:23
中仕上げ	T3	HSLB2040－080－4	9000	1000	1	0.2	1:08:15
仕上げ	T4	HSLB2020－060	22000	2000	0.11	0.12	0:37:20
	T5	HSLB2020－060	20000	1800	0.04	0.03	2:19:04
	T6	HMS6100－2200	1000	100	8	0.02	0:03:50
						Total	4:49:14

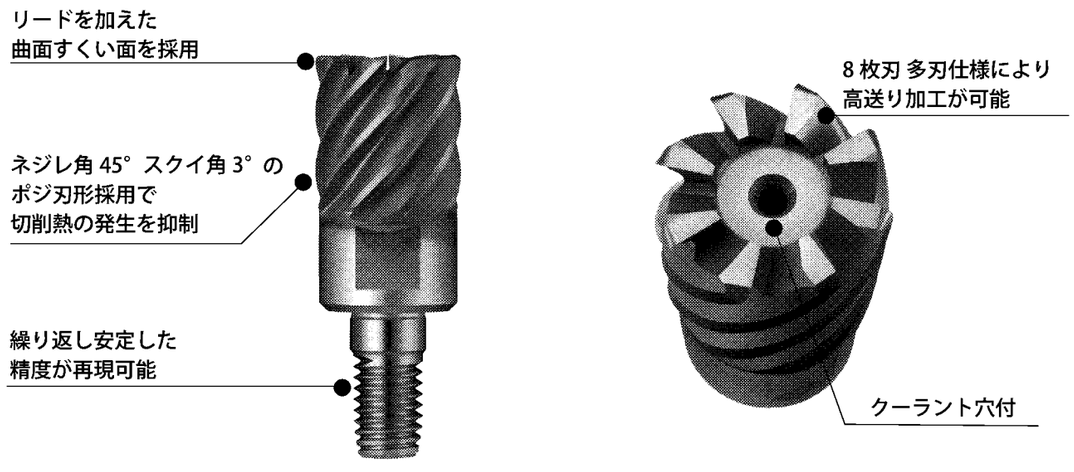
※クーラント：オイルミスト

図2　ダイヤコートボールエンドミル（特殊開発膜）**による超硬材の直彫り事例**

【加工条件】
使用工具：DCB 2004（R0.2）特殊開発膜
被削材：G3（V30 相当） 90HRA
回転数：n=10000 min－1
送り速度：Vf=10 mm/min
切り込み量：荒加工 ap=0.008mm
ae=0.004mm
仕上げ加工 ap=0.010mm
クーラント：水溶性切削油
加工時間：1 時間 22 分

【使用工具外観】

ツール コミュニケーション
オーエスジー
http://www.osg.co.jp/

DIJET
ヘッドもシャンクもオール超硬
Sヘッド
耐熱・チタン合金の高速・高能率加工に最適
SMSA形
特許出願中
φ16～φ32をラインナップ


頑固一徹との組み合わせ時 振れ精度は 15 ミクロン
ISO9001 JQA-2089　ISO14001 JQA-EM1580
ダイジェット工業株式会社
本　社 〒547-0002 大阪市平野区加美東2-1-18 Tel.(06)6791-6781 Fax.(06)6793-1221
東京支店／Tel.(048)949-7720 Fax.(048)949-7730 名古屋支店／Tel.(052)851-5500 Fax.(052)851-8311
大阪支店／Tel.(06)6794-0216 Fax.(06)6794-0217
仙台・北関東・南関東・浜松・豊田・三重・富山・広島・九州
●インターネットホームページ
www.dijet.co.jp
●技術相談フリーダイヤル
0120-39-81-39（サンキュー ハイ サンキュー）