

# 型

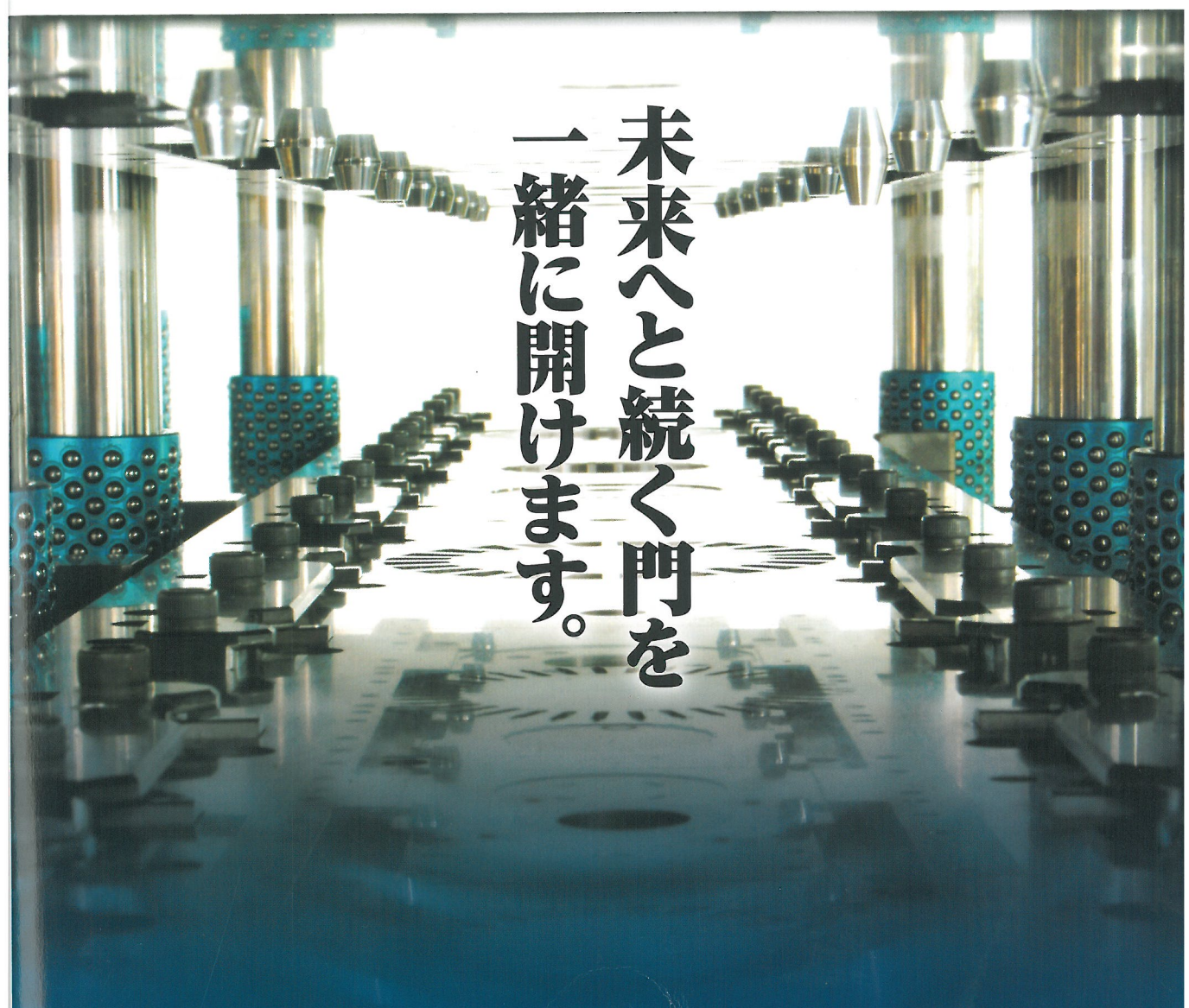
# 技術

# 6

2013 Vol.28 No.6

**特集** ここまで来た! 超硬合金金型の直彫り加工技術

**インタビュー** 「型技術者会議2013」実行委員長 / 本田技研工業(株) 田岡秀樹 氏



未来へと続く門を  
一緒に開けます。

**Renovation**

株式会社 本山合金製作所 株式会社 東海合金製作所

[超硬合金素材] [精密機械加工] [金型製作] どのステージからでも値打ちあるサービスを提供いたします。

<http://motoyama-gokin.co.jp/>

## 〔金型・部品加工 事例 4〕

超硬合金の直彫り加工に向けた  
取組みと現状

(株)フォワード 堀内 岩夫\*

当社は、1988年に長野県諏訪市でパチンコ台のソレノイドの2次加工と、治工具加工の会社として創業した。当時はセイコーエプソンのプリンタの立ち上げ時期であり、またパチンコ台はチュウリップの全盛時代で、1台で7~8本のソレノイドが使われ、月産20万本の生産がしばらく続いていた。仕事はいくらでもあり、知識や技術が未熟であっても、いわば誰がやってもうまくいった時代だった。筆者も若く馬力があり、かなり無理ができた。

しかし、時代の流れの中で量産品加工や単純加工品において諏訪地区だけでの取引だけでは経営が成立しなくなったため、県内から県外へと取引先を拡大させ、加工内容も半導体製造装置部品、液晶製造装置部品、各種専用機部品など、1品物の精度を要求されるものへとシフトしていった。設立20年にしてさまざまな紆余曲折があったが、設備もそれなりに充実し始め、工場も手狭になりだしてきたことで、現在地に本社工場を移転すると同時に、牧野フライス製作所のマシンングセンタ (MC) [V 33 i] ほか、3次元測定機、画像測定器などを導入し、微細精密加工を開始する体制を整えた。

## 超硬材加工の開始

リーマン・ショックの年、コマツ NTC より「Z $\mu$  3500」の無償貸与を受け、リニア駆動 MC での微細精密高精度加工の技術蓄積を行い、現在の基礎を築い

た。V 33 i で高精度 3次元加工の実践を積み上げ、2011年に牧野フライス製作所の「iQ 300」、と安田工業の「YMC 430」、2台のリニア駆動 MC を導入した。微細精密高精度 3次元形状を加工するにあたって、ボールねじ駆動の MC とリニア駆動の MC の形状に対しての追従性の違いと主軸に対する考え方の重要性を実感した。それと同時に加工パスの出し方が非常に重要であることがわかり、CAM の選定と勉強を開始した。

2012年、牧野フライス製作所よりユニオンツールのエンドミルで超硬が削れるという連絡があり、ユニオンツールの見附工場加工実演を見学し、長野県テクノ財団でシーズ育成事業の採択を受けていた資金により、超硬の加工を開始した。2012年の JIMTOF では、ユニオンツールのブースに加工事例を展示させてもらった。

今までの加工経験の中でも、超硬の切削加工は、あらゆる面において条件を突き詰めていかなければ加工は成り立たなく、非常に難易度の高い分野である。「何とか切削できた」程度が現状ではないかと思う。ようやくスタートラインについたところであり、金型形状、製品形状切削にまで踏み込んだ取組みは本当にわずかだと思う。どのような条件の組み合わせがよいのか、各方面の協力やご意見・ご指導を受け、今後の取り組む過程で1つでも多くの加工実績をつくり、技術データの蓄積をしながら超硬切削加工の分野の確立をしなければならぬ。

## 超硬材加工の現状と課題

超硬は切削するもの (刃物) であり、切削されるも

\*Iwao Horiuchi : 代表取締役社長

〒392-0015 長野県諏訪市大字中州字砂田 2900-3  
TEL (0266) 54-1150

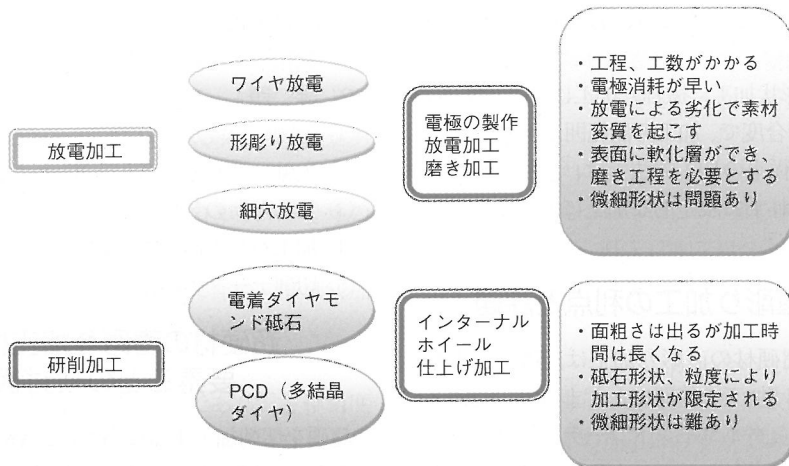


図1 従来の加工方法と課題

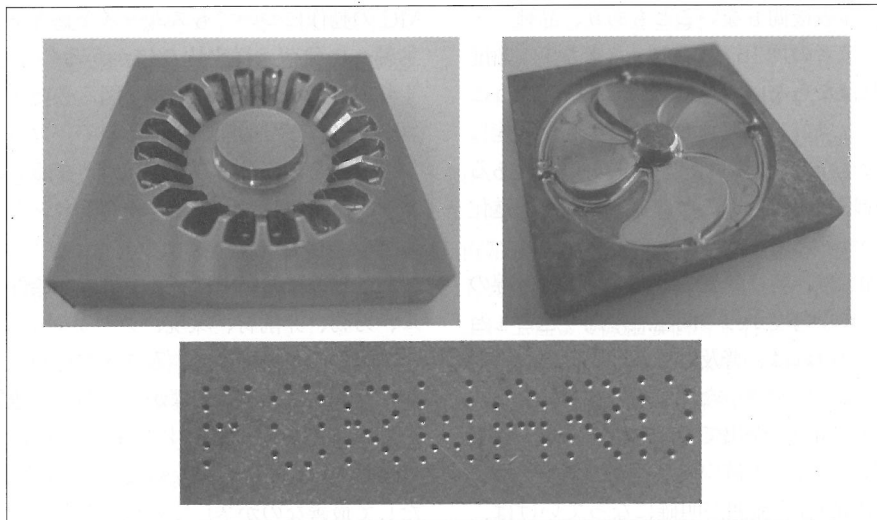


図2 実際の加工サンプル

の（被削材）ではないという概念が大方の見方である。近年、切削工具においてはハイスから超硬へと移行が進んでおり、そのほかの分野においても進展している。今後、加工技術、刃物、機械、CAMなどの開発の本格化により大きく状況は変化するのではないかと思われる。

図1に従来の加工方法と課題、図2に実際の加工サンプルを示す。

放電加工における課題は、次のようなものがあげられる。

- ① 電極を製作する必要がある。超硬への放電は電極の消耗が早い。

- ② 放電による劣化で素材変質を起こし、クラックが入ったりもろくなったりする。
- ③ 表面に軟化層が残り、磨き工程を追加しなければならない。
- ④ 電極が微細形状になると、加工不可となる。
- ⑤ 微細穴加工は、サイズが問題となる。
- ⑥ 微細形状、微細穴では、磨き工程ができない状況が起こる。
- ⑦ 磨き工程には高度な熟練技能が必要とされる。
- ⑧ 工程が最低でも3工程かかり、工数が非常に長くなる。

また研削加工では、次のようなものがあげられる。

① 砥石形状に影響されるため、加工形状が制限される。

② 同じく微細形状加工、微細穴加工は不可である。

③ 砥石粒度と結合度で、加工可能範囲が制限される。

以上のように、従来の加工方法では、加工形状や寸法、特性が活かされずに限定的な加工にとどまっているのが現状である。

## 超硬材の直彫り加工の利点と課題

2012年まで、超硬材の直彫り加工は、PCD、単結晶ダイヤモンドでの仕上げ加工の範囲にとどまっていたが、ユニオンツールからダイヤモンドコーティングエンドミル(UDCB)が発表され、エンドミル形状での荒取りから仕上げ加工までの一気通貫が可能となった。ただし現状では、発表後間もないこともあり、品種、データは少ない。筆者の加工経験から、さまざまな角度で解決しなければならない問題点が多くあるということが判明した。とはいえ、超硬の直彫り加工が可能になったことは大きな前進であり、革命的なことである。今後、本格的な取組みが進むことにより、飛躍的進化を遂げると思われる。

超硬直彫り加工は、特に筆者のような加工者目線のもの、さまざまな角度からの問題点の掘り起こしと提起をしていかなければ、普及は難しいのではないと思われる。今まさに始まったばかりの状態であり、さまざまな課題、問題点が出てくるとは思うが、実際に切削してみるとかなりの確率で形状が切削できる。1本の刃物での切削可能範囲が明確になっていけば、工数では確実に1/3以下になる。刃物の値段が下がり、コーティング技術がより進化すれば価格的にも十二分に対応できるものとなり、より広範囲な対応ができるようになる。

ここで、超硬直彫り加工の利点と課題を示す。

### 1. 利点

- ① 工数・加工時間の短縮が図れる。
- ② 荒～仕上げまで1台1回で完結。
- ③ かなりの複雑形状まで加工が可能。
- ④ 磨き工程が不要。
- ⑤ 寸法精度が出せる。
- ⑥ 微細形状の加工が可能。
- ⑦ 微細穴加工が可能(単結晶ダイヤモンド)。
- ⑧ 耐摩耗性向上。

⑨ 材質劣化がない。

⑩ 軟化層がない。

### 2. 課題

- ① 刃物の値段が高い。
- ② 主軸にかかる負荷が大きい。
- ③ 刃物寿命の見極めが難しい。
- ④ 加工パスの出し方が難しい。
- ⑤ 切削データの蓄積が必要。

## 超硬材の直彫り加工による要素ごとの検討状況

超硬を切削加工するにあたり、MCならば何でもよいかといえば、不可ではないが、主軸により大きく差が出る。振れ、伸び、振動などが従来比何倍にもなり、MCの動作についてもスムーズな動きを要求される。主軸への負荷は従来比3倍かかるので加工パスのつくり方も形状ごとに最適化を図る必要がある。また、コーティングで切削しているの、コーティング層にダメージを与えないことが必要となる。いかにコーティングをもたせるかが最大のターニングポイントとなる。

切削加工においては、さまざまな条件(機械、ツール、刃物、非削材、環境、クーラント、作業員など)におのおのが味付けをすることが行われている。超硬の切削加工は始まったばかりであり、難易度の高い加工領域であるが、その中で問題点を1つひとつクリアにしていかなければならない。わずかな技術蓄積(果たして最善なのか?)で見えてきたことは、今まで以上に要素ごとで条件を極めていかなければならず、機械特性、ツール選定、刃物、条件設定、CAM(特に形状に合わせた加工パスの出し方)、何か1つだけの対処では成り立たないということである。あらゆる組み合わせを実証していくことで技術の蓄積がなされ、超硬切削加工の基礎が出来上がっていく。

以下に、現在の要素ごとの検討状況を示す。

### 1. 刃物

現在、刃物については、ユニオンツールのUDCBが基本データによる超硬直彫り加工が可能であるが、加工形状、使用刃物、径により加工条件を決める必要がある。データどおりでの加工は単純形状であればコーティング寿命も長持ちするが、微細複雑形状になるにつれ変える必要がある。現段階ではっきりとわかっ

たわけではないし、さまざまな条件もあるとは思いますが、コーティングの寿命は切削の容積によるのではないかと思います。いかなる刃物であっても、最適条件と寿命の判断は非常に見極めが難しく、数多くの実証があるわけではないが、超硬切削加工ではよりシビアな設定で最適値を確立し、コーティングのよりいっそうの長寿命を模索することで加工時間のかなりの短縮が図られていく。刃物の種類形状の開発に伴い、微細穴加工、微細形状加工へとよりいっそう広がっていく。

### 2. MC

MCについて、主軸は絶対的条件であり、主軸精度で刃物寿命が左右される。主軸構造でもはっきりと差が出る。駆動方法も然りである。高速主軸回転が望ましく、相反するものもあるが、HSK 焼ばめホルダ対応機種で、なおかつリニア駆動タイプがベストではないかと思われる。完成度の高いMCでのトライが望ましい。

### 3. ツール

ツールについては、振れ精度のよい HSK 焼ばめホルダが望ましい。コレット式、直づけ方式では振れ、刃物が限定されるなど、加工範囲が狭められてしまう。刃物寿命にも影響が出る。

### 4. CAM

CAM については、ソリッドとサーフェスの違いで加工パスの出方がどのように変わるのか、また加工形状によっても違いが出るのかを実証していかなければならない。CAM ごとの特性を考慮しつつ、加工形状

に対する刃物の動かし方を1つひとつ比較検討しながら実績を積み上げるしかなく、MCの制御といかにベストマッチングさせていくか一番頭を悩ませる問題点である。

### 5. クーラント

クーラントについては、今の時点で荒加工はエアブローでの冷却、仕上げ加工はミストがいいが、見極めはできていない。さまざまな取組みをしていく必要がある。

各要素について述べたが、今のところサンプル形状の切削にとどまっており、金型形状、製品形状の切削まで踏み込んでの加工はわずかである。まだ、はっきりと何がよいのか、どこまでできるのか不明な点ばかりであり、何一つ確実に正解が出ていない。ただ1つわかっていることは、ユニオンツールのUDCBで超硬が切削できるということである。1つでも多くの取組みの中で、実績を積み上げていきながら、技術データの蓄積を図りつつ、超硬の切削加工の分野を立ち上げ、確実なものとしていかなければならない。

現時点での判断として、とりあえず加工した超硬の直彫りは、従来の超硬加工と比較しても十二分に対抗しえるものであり、1回のセッティングで荒工程～仕上げ工程まで微細な個所も磨きなして終わる意義は非常に大きい。切削加工は超硬の特性を最大限に引き出せる加工方法であると確信する。今後の各分野の開発の進展に伴い、超硬の特性を活かした製品開発が進むものと思われる。

『機械技術』5月号 ★好評発売中!!

定価1380円(税込)

## 特集 機械加工における「びびり振動」と抑制技術

■総論	●加工振動抑制工具の紹介
●切削加工におけるびびり振動の現象理解と安定性解析	●びびり振動と工具から見たびびり軽減対策
●切削加工における再生びびり振動の各種回避・抑制技術	●GSXMILL防振タイプによる高効率加工
●ここまでできる切削加工の効率向上—安定ポケットの理解と実用	●フライス加工におけるびびり振動と工具選定のポイント
●研削加工におけるびびり振動とその抑制技術	●びびり振動を抑制する「AVアーバ」
●「加工ナビ」をはじめとした加工効率向上の取り組み	●ミーリング工具から見たびびり対策
●円筒研削加工におけるびびりとその抑制技術	●ソーリング編
●高効率加工のためのびびり振動抑制機能「Cut Tuner」	●スマートダンパーによるびびり対策
●工具編	●高効率・高剛性な治具によるびびり振動対策
●びびり振動と旋削・フライス・ソーリング工具での対策	●減衰ホルダシリーズ
	●高速・重切削加工用ソーリングホルダ「グリーンG1チャック」

伊藤 誠	伊藤 誠
鈴木 教和	山田 洋一
社本 英二	村上大介
星 鐵太郎	古屋 孝一
李 和樹	高橋 善人
安藤 知浩	平川 善朗
山本 優	緒方 達也
柴原 豪紀	高御堂 享
秋山 忠弘	三角 進
	関 智和

日刊工業新聞社 出版局販売・管理部 ☎03(5644)7410