

教育研究報告

第20回 久留米高専産学民連携フォーラム 切削・研削工具

米倉 将 隆*

The 20th forum of Regional Collaboration Center in Kurume National College of Technology – Cutting & Grinding Tool –

Masataka YONEKURA*

1. はじめに

国外への技術移転に伴い産業空洞化が叫ばれる中で、地域で元気に活躍されている製造業は多数ある。今後とも地域で「ものづくり」を進めていくには、より一層の技術レベルの向上が求められる。加えて現場では環境問題へ真剣に取り組まねば生き残りなくなりつつある。

依然として、機械加工の基本は切削加工である。この10数年コンピュータによるNC(数値制御)の進展により切削加工形態も変化してきた。切削工具はコーティング技術が進歩、工具寿命が一段と増したが、切削条件の選定はより難しくなっている。

また、精密加工への要求は一段と増してきている。研削工具に使用される砥粒は、スーパーアブレイシブ(超砥粒)が主流になってきた。特に、ダイヤモンドの利用の拡大は目を見張るものがある。従来は鋼加工に加えて、電子関連の超精密加工にも大いに利用されている。

そこで、機械加工の基礎として最も重要な一つである工具に注目して、工具に関する基礎とあわせて世界最先端の技術の紹介を行うフォーラムを開催することにした。

2. フォーラム開催要項

- (1) テーマ：切削・研削工具
- (2) 日時：平成14年9月20日(金)13:30～16:40
- (3) 会場：久留米工業高等専門学校ニューメディアホール
- (4) 主催：久留米工業高等専門学校産学民連携推進

センター

- (5) 共催：久留米工業高等専門学校産学民連携推進協会

- (6) 参加者：一般社会人、本校教職員、学生

- (7) プログラム

13:30～13:40

開会挨拶

久留米工業高等専門学校長 柳 謙一

13:40～14:40

講演 ダイヤモンド・CBN工具による先端加工

講師 ノリタケスーパーアブレイシブ(株)

第1技術部長 早坂 謙司

14:50～15:50

講演 ドライ加工

最新の切削工具と高能率加工について

講師 (株)ナチ九州 工機グループ長

坂本 敏雄

15:50～16:00

閉会挨拶

久留米工業高等専門学校

産学民連携推進センター長 藤 道治

16:10～16:40

セミナー

3. 講演概要

3.1 ダイヤモンド・CBN工具による先端加工

3.1.1 ノリタケスーパーアブレイシブ(株)の概要

ノリタケスーパーアブレイシブ(株)は、食器製造を主体としたノリタケカンパニーのグループ企業として、昭和48年にノリタケダイヤ(株)名で設立された。ダイヤモンド・CBN工具を取り扱い、主要生産品目



写真1 講演中の早坂謙司氏

はメタル/レジン製のグライディングホイール、セグメント工具、カッティングソー、電着製のダイヤモンド・CBN 工具、ビトリファイド CBN 砥石である。社名を 2002 年 4 月に現在の社名に変更し、ダイヤモンド・CBN 工具の生産・販売部門を集約し、専門性の強化を図り、製品・サービスの向上を目指している。

3.1.2 ダイヤモンド工具

ダイヤモンドは粒状として、産出されたままで利用するドレッサーなどの工具とパイトなどの成形加工して利用する工具がある。また粉状として、ホイール、電着、ドリルなどの工具として利用する。

ダイヤモンド工具の需要分野は、鋳業・土木、石材・建築、窯業、機器要素、光学・精密機器、電子・電気機器、輸送機械などの多岐にわたる。生産額の推移をみると、1997 年度まで右肩上がり、800 億円強であった。それ以降停滞し、2001 年度には 600 億円を僅かに上回る状態である。

3.1.3 ダイヤモンド、CBN 砥粒

ダイヤモンドの主成分は炭素で、最も硬いヌーブ硬さは $7,000 \text{ kgf/mm}^2$ 、CBN は次に硬いヌーブ硬さ $4,700 \text{ kgf/mm}^2$ である。合成ダイヤモンドの焼結温度は一般に $1,500^\circ\text{C}$ 、圧力は 60 kbar の製作される。

1955 年 3 月に米国の GE 社はダイヤモンド合成に成功したと発表した。実際の製造方法は溶媒金属を用いて高温、超高压のもとで生成したと言われている。現在では、米国のほか日本を始め世界各国で合成ダイヤモンドの生成が行われている。ダイヤモンド砥粒はラッピング用、研削用、切断用に分けられる。粒度は 16 番から 32000 番までである。結合剤としては主にメタルボンド、レジンボンドを使用する。

CBN 砥粒は C1, C2, C3, C4 グループに分けられる。ダイヤモンドは非鉄金属、石・コンクリート、セラミックス・半導体、超硬・サ-メット、鋳鉄に、

CBN は焼入鋼、軟鋼、鋳鉄の研削あるいは切削に使われる。ダイヤモンドが燃え始める温度は 750°C であるから鋼に適していない。

合成ダイヤモンドの主な製造方法は

- ・溶けた溶剤触媒から成長させる方法
- ・人工衝撃波による方法
- ・溶媒を用いない直接変換法などがある。

一般に加工がスムーズにいくための工具と工作物の硬度の比は 2.5 といわれているからダイヤモンド工具は多くの材料の加工に利用できる。精密加工と深く係わりがあり、最近では特に電子機器分野における超精密加工では欠かせない工具となっている。

3.1.4 シリコンウェハの加工

IC チップ製造工程におけるダイヤモンド工具はホイールを主に多く利用されている。シリコンウェハが 8 インチから 12 インチへ移行している。円柱状のシリコン単結晶をダイヤモンド刃で円板に切断してつくる。ウェファーの口径が大きくなればなるほど製造技術は、難しくなり IC 関連機器の製造技術の中でも、とりわけ高度な分野に属すると言われる。以下に幾つかの特徴ある製品を紹介する。

内周刃ブレード：シリコンインゴットの精密切断加工に使用、スライス率の向上を可能とする薄刃

ベベリングホイール：端面加工(ベベリング)工程における高精度・高面粗度

CMP ドレッサー：ポリッシングパッドのドレッシング工具、砥粒を厳選し均一に配列

裏面研削ホイール：鏡面加工用、デバイス後のウエハ裏面研削

タイパーカットパンチ：樹脂バリの除去やリードフレームの切断用パンチ・ダイを PCD 化

3.1.5 新タイプ ホイールの紹介

最近開発した製品に ABS ホイールがある。このホイールは画期的なもので、砥粒を規則的に配列し考えとしては切削に近い。一般のホイールは不規則に配置され、それぞれの切削負担量が異なり面粗さも予知できない。それに対して、研削後の面粗さもある程度予測できる。

3.2 ドライ加工 最新の切削工具と高能率加工について

3.2.1 ドライ加工への要求

加工技術の進展につれて、将来的な機械設備の向かう方向は超高速、高精度、フレキシブルそして高環境対応複合機であろう。そして切りくずを出さない加工法であろう。前者は主にドライカット、後者



写真2 講演中の坂本敏雄氏

は素形材の採用が考えられる。環境を見据えた生産現場における ISO14000S の取得要求は必須である。

そこで問題となるのは切削油の使用であり塩素ガスの発生である。機械加工における切削油関連のコストについては、ドイツアーヘン工科大学 WZL の発表がある。旋削において水溶性切削油を用いたとき 7~17%としている。ドライカットの採用は環境面以外に高コストである油関連の削減にも役立つ。環境から切削油を意識するとき、CO₂ 削減及び大気・水質汚染の公害防止がある。これまで油性から水溶性へ、更にはミスト(セミドライ)へと展開されてきた。切削油の効果は潤滑、冷却、切りくず排出などである。被削材別工具別のドライ化の現状は、ドリル、エンドミルについてはほぼ満足している。しかし、鋼及びアルミのリーマ、アルミのタップ、鋼のシェーピングについては極めて難しい。その他については一部で採用されている。現在、環境対策と経済性の両方を追求した工具を提供している。以下に工具を紹介する。

3.2.2 ドリル加工

ドリル加工ではチップング、磨耗による短寿命、切りくずの排出性に劣ることなどが問題として挙げられる。これらの欠点に対処するために耐熱性に優れ、被削材との潤滑性に優れた新しいコーティングを採用しドリルを開発した。欠けを防止するために切れ刃形状を工夫してドリルの外周コーナ部をネガ形状にしている。切削抵抗の変動が少なく、切りくず排出性にも優れた結果を得ている。ドライ加工及び高速ウエット加工に適用できる。また、3枚刃を採用したドリルはバランスに優れ、切削抵抗が小さく、穴の拡大しる 0.01mm を維持し 2,500 個の高精度な穴あけができる。

3.2.3 アルミニウム合金のドライ加工

アルミは活性金属のために凝着が激しいことと高熱伝導によりウエットカットが一般的である。ドラ

イ加工を可能にするために形状、コーティングの検討を行い凝着が少なく、切りくず詰まりが発生しにくい新しいドリルを開発した。無処理ドリルで 26 個の穴あけだったのを 3,500 個まで寿命を伸ばすことができた。

3.2.4 エンドミル加工

従来のエンドミル加工は、低速回転で切込み深さを厚くして送り小である。加工法のトレンドは高速高能率加工を目指して、高速回転で切込み深さを薄くして送り大とする。それを受けて独自の溝形状と広いランド幅を有する X's ミル Geo を開発した。本エンドミルは一般鋼から焼入れ鋼までの溝や側面加工に真価を発揮する。また、切りくず処理性にも優れている。ボールエンドミルにもこの思想を生かして最適ネジレ角によりボール部と直線部を滑らかにつないだことにより、従来品の刃先部が凸であるのに対して直線状であるために、全周に渡って優れた切れ味を有している。

3.2.5 楕円エンドミルによる高能率加工

ボールエンドミルの刃先を円弧から楕円にしたものを開発した。先が平らなタイプは仕上げ面積が大きく加工時間を短縮することができる。

3.2.6 ホブ加工

ハイスホブを用いて切削速度を上昇させてドライカットができるようになった。耐熱衝撃性(耐クレータ性)、耐磨耗性に優れた材料の開発及び新膜コーティングの採用による。新材料の V 量は従来の溶解材と粉末ハイスの中間値を示し両者の長を兼備している。自動車のリングギヤのドライ加工では、従来のウエット加工に比べて 3 倍の性能を発揮することができた。歯車素材硬さ及びモジュールによる推奨切削速度、並びにホブ条数・加工条件の違いによる磨耗比較も合わせて示した。なお、この材料はウエット及びドライの両方で高い切削性能が可能である。

4. おわりに

今回のフォーラムは定期試験最終日となり聴講者数に不安があった。しかしながらも、学生諸君及び教職員の方々にも多数参加頂いた。特に、テーマが生産現場に直結した話題のために地域企業からの参加者が多く、関心の高さをうかがわせた。

最後に、講師の方々には御多忙の中、開発途上の研究を含めて最新の内容をお話頂きました。また、フォーラム運営に御尽力頂いた関係者の方々にもあわせて感謝いたします。

(2002年11月25日 受理)