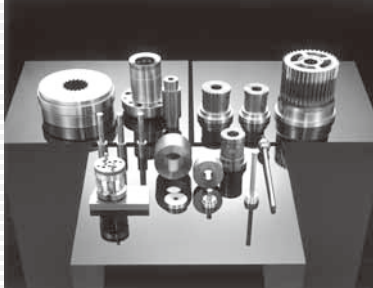


# 超硬合金への切削加工技術



前場 宣

富士ダイス(株)技術開発本部 開発センター 製品開発部 主査

## 1. はじめに

超硬合金は耐摩耗性に優れる合金であり切削工具および耐摩耗工具の素材として多用されている。たとえば、引抜き加工用のダイス・プラグ、圧延加工などで使用する熱間ロール、製缶工具に用いられる絞り金型、電子部品の成形に用いるダイなどの素材に用いられている。

耐摩耗工具は、使用用途によって環境や条件(温度、圧力、被加工素材など)が異なり、それぞれ、求められる合金特性も異なる。そのため、超硬合金は異なる特性を持つ材種が多数開発されており、用途に応じて選択することが重要になる<sup>1)</sup>。

## 2. 超硬合金の特徴

超硬合金は、炭化タングステン粉末(WC)とバインダーとなるコバルト(Co)やニッケル(Ni)粉末を圧粉成形後、1300~1500℃の真空および不活性ガス中で焼結して得る焼結合金である。前述したように超硬合金に異なる特性を持つ材種があるのは、WC粒度やバインダーの配合量を変化させ、場合によっては他の炭化物を複合化し、チタンカーバイド(TiC)やバナジウムカーバイド(VC)を添加す

表1 試料のWC粒度とCo量

No.	試料記号	WC粒度	Co量
1	F1	超微粒 微粒	少 ↓ 多
2	F2		
3	F3		
4	F4		
5	F5		
6	F6		
7	M1	細粒 中粒	少 ↓ 多
8	M2		
9	M3		
10	C1	中粒 粗粒	少 ↓ 多
11	C2		
12	S1	超微粒特殊	極少

るなど、組成を変化させることで機械的性質を種々変化させることが可能であるからである。機械的性質には硬さ、抗折力、引張り強さ、圧縮強さ、ヤング率があり、熱的性質として、熱伝導率や熱膨張係数などがある。

一般的には微粒系超硬合金は高い強度と耐摩耗性に優れ、「抜きパンチ」や「刃物」に用いられる。中粒系超硬合金は耐摩耗性と靱性に優れ「鍛造金型」に用いられ、粗粒系超硬合金は耐衝撃性や耐熱衝撃性に優れ「圧延ロール」など使い分けされている。

## 3. 耐摩耗工具の特徴

次に、耐摩耗工具とする場合は、超硬合金の各材種の特性を失わない加工方法と加工条件を選択し、所定の寸法精度、表面粗さに仕上げることになる。

表2 加工条件

主軸回転数(min <sup>-1</sup> )	20000
送り速度(mm/min)	100
切込み(軸方向)(mm)	0.1
切込み(径方向)(mm)	0.3
冷却方法	ドライエア

さらに、品質と同等に大事なこととして、顧客に満足してもらえよう短納期かつ安価に提供することも忘れてはならない。

超硬合金を図面指示通りの形状・精度に加工する方法は大別すると以下の三つからなる。

- ①研削加工(ダイヤモンド砥石を用いて加工する)
- ②放電加工(アーク放電現象を用いて加工する)
- ③切削加工(単結晶ダイヤモンド、PCD(Poly Crystalline Diamond)、ダイヤモンドコーティングなどで削る)
- ④ラップ加工(機械加工が完了した面を鏡面に磨く)

特に③の切削加工は、ほかの①②と比べて、品質向上やコスト削減、納期短縮を達成するための一つの手段として期待されている。しかし、2013年頃より専門誌で盛んに取り上げられようになった比較的新しい加工方法であり、材種との関係で「切削加工」した詳しい結果は見られないので、今回、当社が取り組んだ結果の一部を、紹介させて頂く。

### 【著者問合せ先】

〒146-0092 東京都大田区下丸子2-17-10  
Tel.03-3759-7196 Fax.03-3759-7396  
E-mail maeba.2127@fujidie.co.jp

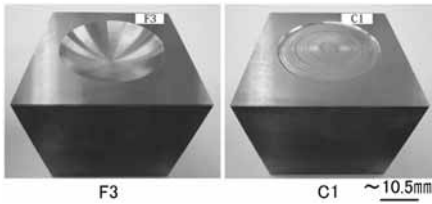


写真1 試験後の外観

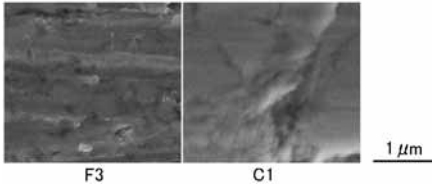


写真2 加工表面のSEMによる拡大観察結果

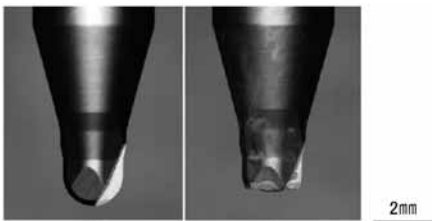


写真3 用いたエンドミルの刃先観察結果

#### 4. 各種超硬合金の切削加工

超硬合金の材種(特性)が変わると加工工具に与える影響、すなわち加工性にも影響すると考える。そこで、特性の異なる12材種の超硬合金への切削加工性の確認を行った。用いた超硬合金のWC粒度とCo量を表1に示す。

試験片形状は6面を#140のレジソ砥石で研削仕上げした四角形状(42mm×42mm×42mm)のブロックとした。

切削形状のモデルはSR20mmで、深さ6mmの凹の半球形状を削り込み、深さから除去体積を算出した(切削が継続できなくなった時点で完了とし、最後まで加工できても、それで完了とした。よって、最大除去体積2013mm<sup>3</sup>となる)。

加工条件は表2とした。この加工条件は、工具メーカーの切削条件表を基に設定している。

加工工具は、ダイヤモンド被覆エンドミル(φ2.0×R1.0ボール型)を使用した。本工具を選定した理由は、超硬合金に対し切削加工を可能とする各種工具の中で比較的安価で、かつ一般的なマシニングセンターで高切り込みを可能にする工具

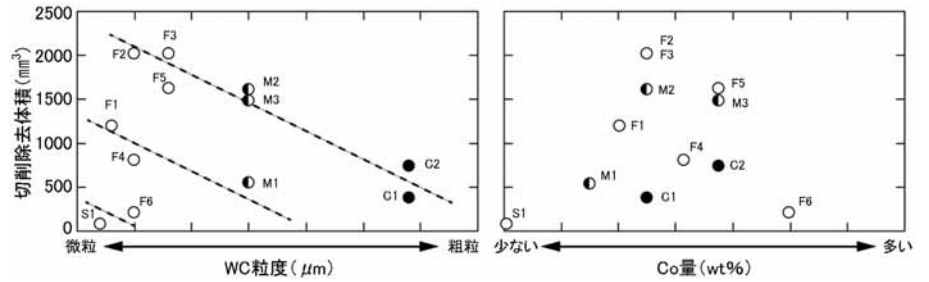


図 切削除去体積に及ぼすWC粒度とCo量の影響

と判断したためである。

各材種に対し同一条件で3回実施し、その平均値を用いた。

#### 5. 切削加工した結果

##### ①加工除去体積におよぼす諸特性について

所定の形状まで加工できた試料は、試料記号F2およびF3で、それ以外の材種については工具先端部の摩耗によって切削能力がなくなり、加工途中で中断した。

写真1に、所定の形状まで加工できたF3と、途中で中断したC1を示す。

図は、切削除去体積に及ぼすWC粒度、結合相量の影響を示す。白丸は超微粒～微粒、半白丸は細粒～中粒、黒丸は中粒～粗粒を示す。

図によって、切削除去体積はWC粒度およびCo量と明瞭な関係がほとんどないことが分かる。この結果は、かなり意外な結果である。超硬合金の場合、WC粒度とCo量の関係でほとんどの特性との相関関係を知ることができるからである。データは略したが、試料の硬さ、抗折力、破壊靱性値、熱伝導率についても切削除去体積との相関関係は認められなかった。点線については後述する。

##### ②加工表面の観察結果

各被加工材の加工表面を確認するためSEMによる拡大観察を行い、写真2を得た。写真2は写真1に対応し、F3およびC1について示す。いずれの場合も、WC粒子の脱落もあったが、主として、WCおよびCoをせん断することで切削加工されていた。そして、C1よりF3の方が容易にせん断されていると思われた。

##### ③加工したエンドミルの外観観察結果

写真3は、写真2に用いた使用後のエン

ドミルの刃先を観察した結果で、F3に用いた場合は、刃先のダイヤモンド被膜が一部脱落した程度であったが、C1は摩耗が大となった結果、刃先が大きく折損していた。

##### ④考察

やや無理があるが、図に示した点線のように、粗粒ほど切削し難い傾向が読み取れ、写真2はそのことを裏付けると思われる。

しかし、同一粒度で、あまりにも切削除去体積に違いがあるので、試料のほかの機械的性質および熱的性質との関係を詳しく調べたが、点線間の相違原因を見出せなかった。

しかしながら、切削試験を3度繰り返しても再現性があり、よく切削できる材種とそうでない材種のあることが分かった。

そうすると、よく切削できる材種とそうでない材種の違いを明確にすることで、被切削加工特性を改良できることはもちろん、工具設計も変わるものと思われる。

#### 6. まとめ

試料を種々変化し、切削試験を行った結果、違いの原因を明確にすることはできなかったが、よく切削できる材種とそうでない材種のあることが示された。これは、切削加工を対象とした工具設計が可能とするものである。また、今後、「点線間の相違原因」を検討することで、新しい材種および工具設計が可能になると思われた。

##### 参考文献

- 1) 超硬工具協会規格 CIS019D-2005.