

超微粒超硬合金のワイヤ放電加工特性

中嶋 快雄, 宮腰 康樹, 相山 英明, 高橋 英徳

The Cemented Fine Carbide Machined by Wire Electric Discharge

Yoshio NAKAJIMA, Yasuki MIYAKOSHI, Hideaki AIYAMA, Hidenori TAKAHASHI

キーワード：超硬合金，ワイヤ放電加工，平面研削加工，クラック

1. はじめに

1.1 研究の背景

高い耐摩耗性が求められる工具や部品に利用される超硬合金は、硬質炭化物(炭化タングステン(WC)など)を焼結させた粉末冶金材料である。平均粒径が0.5 μ m以下の微粒な原料粉末から成る超微粒超硬合金は、通常の超硬合金より耐摩耗性が高く、また加工面粗さを小さくできるため、ICリードフレームをはじめとした電子部品製造用金型・刃等として多用されてきている。

この超微粒超硬合金の加工方法の1つとしてワイヤ放電加工法があるが、加工時に微細なクラックが発生する。超微粒超硬合金は通常の超硬合金に比べクラックが進展し易いため、製品の寿命を著しく縮める結果となっている。そこでクラックを除去するため、放電加工後にクラック深さの数倍と見込まれる深さまで研削除去して対応しているのが現状である。

一方、研削加工によってもクラックが進展する可能性があるため、研削におけるクラックも重要な課題となっている。超微粒超硬合金をワイヤ放電加工した際のクラックについては、材料が新しいこともあり、道内はもとより国内においても研究されていない。そのため精密加工業・焼結品製造業及びユーザから、クラックの存在しない、あるいは極力減らす加工技術が要望されている。

1.2 研究の目的

本研究では、超微粒超硬合金の加工において、ワイヤ放電加工及び平面研削加工の条件を変えた場合に発生するクラックを測定し、最適加工条件の検討を試みる。

事業名：一般試験研究

課題名：超微粒超硬合金のワイヤ放電加工特性

これにより、道内の精密加工業、焼結品製造業における加工技術の高度化、製品の高質化に資することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 試料

試料には結合相(Co)の組成比を変えた3種類の超微粒超硬合金を用いた。表1に試料の組成等を示す。

表1 試料(超微粒超硬合金)

組 成	WCの平均粒径 (μ m)
WC	0.2
WC - 4%Co	0.5
WC - 6%Co	0.5

2.2 ワイヤ放電加工の条件

用意した試料について、加工速度等を変えてワイヤ放電加工を実施し、クラックの形状、大きさ及び個数を観察した。加工条件を表2に示す。

表2 ワイヤ放電加工の条件

ワイヤ	材 質	黄 銅
	径	ϕ 0.2 ~ 0.3 mm
加 工 速 度	0.1 ~ 3.0 mm/min	

2.3 平面研削加工の条件

ワイヤ放電加工した試料に発生するクラックが、平面研削

加工により除去されるかを観察するために、切込量と総研削量を変えて研削した。加工条件を表3に示す。

表3 平面研削加工の条件

切込量	5 ~ 20 μm
総研削量	5 ~ 300 μm

3. 実験結果

3.1 ワイヤ放電加工により発生するクラックの定量評価

クラックは、ワイヤ放電加工面から垂直に進入する方向に発生していた(図1)。そこで、ワイヤ放電加工面からクラックの先端までの距離をクラックの深さとして、評価した。

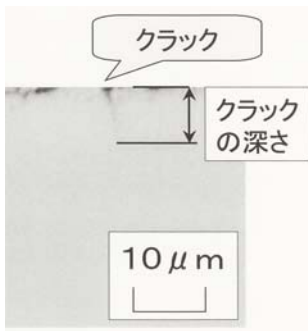


図1 発生したクラック

3.1.1 加工速度とクラックの数

一般に用いられる速度域(加工速度1.0~2.0mm/min)においては、加工速度が速くなる程、クラックが多く発生する。しかし、加工速度を遅くしても、クラックの発生が増大した。最も発生する数が少ないのは、約1.0mm/minであった(図2)。

ワイヤ放電加工は、ワイヤと被加工物(本研究では超微粒超硬合金)との放電を間欠的に繰り返すと同時に、電極ワイヤを加工する方向に進行させるという加工方法である。

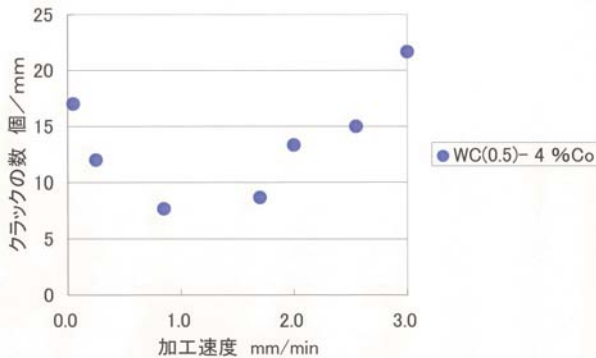


図2 クラックの数と加工速度との関係

加工速度を速くするためには、より強い放電条件が必要となり、当然被加工物に与えられる放電ショックも強いものとなる。加工速度1.0mm/min以上において、加工速度が速いほどクラックの発生が多くなるのは、この原理によると考えられる。

一方、加工速度を遅くすると、ワイヤの進行に比べて、放電の回数が増えることになり、被加工物の同じ場所において受ける放電ショックの数が増える。加工速度1.0mm/min以下において、クラックの数が著しく多くなったのはそのためであると考えられる。

3.1.2 加工速度とクラックの最大深さ

WC - 4%CoとWC - 6%Coの2試料について、加工速度と発生したクラックの最大深さの関係を図3に示す。WC - 4%Coの方がより深いクラックが発生し、また、加工速度が遅くなるほど深いクラックが発生する傾向が認められた。

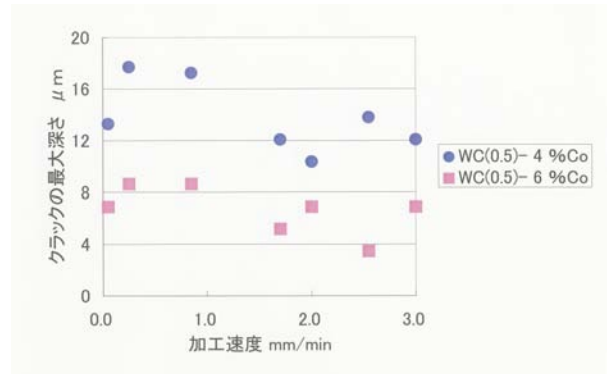


図3 クラックの最大深さと加工速度との関係

3.1.3 材質(結合相量)とクラックの最大深さ

超微粒超硬合金の結合相量とクラックの最大深さとの関係を図4に示す。結合相量の少ない材質ほど(WC, WC - 4%Co, WC - 6%Coの順に)、深いクラックが発生した。クラックの最大深さは、通常用いられる加工速度(1.7mm/min)の場合、WCが15~20μm程度、WC - 4%Coが約10μm、WC - 6%Coが5~10μm程度であった。

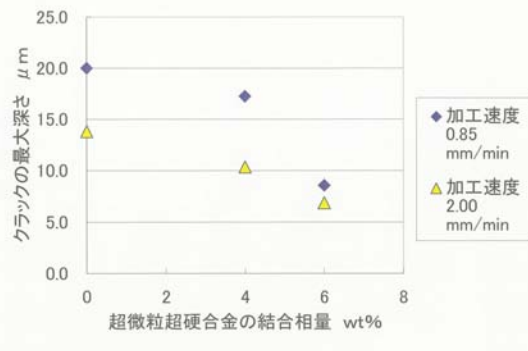


図4 クラックの最大深さと材質との関係

一般に超硬合金は、結合相量が少ない程じん性が低いことがわかっており、WC - 4%Coの方が大きな(深い)クラックが発生しているのは、そのためと考えられる。

3.2 平面研削加工条件とクラックとの関係

ワイヤ放電加工面を平面研削加工した場合の、クラックの残留について検討をおこなった。

3.2.1 切込量

1回の切込量を3, 5, 10, 15 μm と変え、300 μm まで研削した場合のクラック残留について検討した結果を表4に示す。切込量が5 μm 以下の場合、いずれの材料についてもクラックを除去できた。

表4 切込量とクラック

材 質	総研削量 = 300 μm			
	1回の切込量 (μm)			
	3	5	10	15
WC	○	○	×	×
WC - 4% Co	○	○	○	×
WC - 6% Co	○	○	○	○

3.2.2 総研削量

前述の3.1.3及び3.2.1の結果を踏まえて、切込量を5 μm に固定して、クラックの最大深さからその倍程度の深さまで研削し、クラックの残留について検討した結果を表5に示す。WC - 4%CoとWC - 6%Coについては、この研削により、クラックを除去することができた。しかしながら、結合相の無い超微粒超硬合金(WC)だけは、この程度の総研削量ではクラックを除去できなかった。

表5 総研削量とクラック

材 質	1回の切込量 = 5 μm		
	総研削量 (μm)		
	クラックの有無		
WC	20	40	60
	×	×	×
WC - 4% Co	10	20	30
	×	○	○
WC - 6% Co	5	10	15
	○	○	○

○ = クラック除去 × = クラック残留

超硬合金は、結合相量が少ないほどじん性が低く、クラックが進展しやすい。結合相の無い超微粒超硬合金(WC)のクラックを除去できなかった結果は、このためであると考えられる。WCのクラック除去に必要な最低の研削量については、さらに検討する必要がある。

4. おわりに

本研究により、次の結論が得られた。

- (1) ワイヤ放電加工により発生するクラックの大きさは、材料に依存するところが大きく、その深さは、10 μm のオーダーであった。また、加工速度の影響について、約1.0 mm/minが、最もクラックの発生が少なかった。
- (2) クラック除去のための平面研削加工では、1回の切込量を5 μm 以下とする必要がある。

また、ワイヤ放電加工した超微粒超硬合金について、発生したクラックを除去するため数百 μm も研削加工していた例があるが、加工条件の最適化により、総研削量を抑えられる可能性があることがわかった。

謝 辞

本研究で使用したワイヤ放電加工機は、日本自転車振興会の補助により整備されました。記して感謝いたします。