

224 ワイヤ放電加工を施したWC-Co合金の曲げ強度と靱性

新光電気(株) 正○中澤 清
長野精工試 正 増田雪也
信州大工 正 杉本公一

新光電気(株) 内田杉雄
信州大院 澤 晋一郎
信州大工 正 小林光征

1. 緒 言

電子機器の小型化軽量化に伴い、半導体の構成材料の1つであり、微細プレス加工の応用製品であるリードフレームは、リード本数の増加とリードピッチの微細化が進められている。このため、これを打ち抜く金型のWC-Co合金パンチとダイは、超薄肉化と加工形状の複雑化の傾向にある¹⁾。また、金型の製作コスト低減と時間短縮も求められ、WC-Co合金パンチとダイの加工は、研削(GR)からワイヤ放電(WED)加工への置き換えが進行している。

一般に、WED加工はWC-Co合金加工面の品質は低下させる²⁾が、最近開発されたパルス電源を用いたWED加工は品質の低下を最小限に抑制できる³⁾。しかし、パルス電源によるWED加工を施されたWC-Co合金パンチとダイの加工面品質と機械的性質を系統的に調査した研究は少ない。

本研究では、加工表面状態と機械的性質を良好とするWED加工用WC-Co合金の設計を目的として、WC-Co合金のWED加工面の粗加工から仕上げ加工過程における加工表面特性(残留応力、き裂の分布)と機械的性質(曲げ強度、破壊靱性値、チップング性)を調査するとともに、これらに対する合金組成と組織因子の影響を検討した。

2. 実験方法

供試材には、Co, Cr, TaCの添加量およびWC粒子径(d_{WC})を変化させた9種類のWC-Co合金を用いた(Table 1)。試験片の形状は、 $28^1 \times 4^W \times 3^t$ とし、Table 2の条件で1面のみ3段階からなるWED加工を施した。また比較のため、GR加工を施した試験片も作製した(加工条件省略)。

加工表面及び表面層のX線残留応力の測定⁴⁾には理学電気製MSP-2M-PSPCを用い、 Ψ_0 一定法により測定した。測定条件は文献4)に準じた。ただし、内部方向の残留応力の測定は、電解研磨により表層を順次除去した後行った。

曲げ強度はインストロン型引張試験機を用い、3点曲げ試験(支点間距離は20mm)により測定した。試験温度は室温、クロスヘッド速度は0.05mm/min

とした。破壊靱性値はJISRI607のIF法により求めた(荷重; 50kg)。

Table 1 Chemical composition and WC size (d_{WC}) of WC-Co alloys.

Alloy	Co	Cr	TaC	WC	d_{wc} (μm)
	(mass%)				
A 1	6.1	0.0	0.0	bal	3.7
A 2	11.5	0.1	0.0	bal	3.1
B 1	5.6	0.0	0.0	bal	2.2
B 2	6.4	0.0	0.3	bal	2.1
B 3	9.2	0.5	0.1	bal	2.2
B 4	10.5	0.5	0.0	bal	2.0
C	9.1	1.0	0.4	bal	1.6
D	11.6	0.0	0.1	bal	1.1
E	6.2	0.1	2.9	bal	2.3

Table 2 Machining conditions of WED.

Wire diameter	0.07mm
Wire speed	12.5m/min
Table speed	3.0-5.0mm/min
Voltage	40.0-65.0V
Working fluid	Water
Wire-cut process	Rough
	Middle
	Precise

3. 実験結果および考察

3.1 WED加工過程中的加工表面特性と機械的性質の変化

B3合金に粗, 中, 仕上げWED加工を施したときの表面層WC相の残留応力分布をFig. 1に示す。加工表面の残留応力は中仕上げWED加工で増加し、仕上げWED加工によって低下すること、及び加工工程を経過するに伴い加工層深さは減少することが認められた。このとき、面粗度(R_a)は $1.2\mu m$ (粗加工)から $0.05\mu m$ (仕上げ加工)まで低下し、GR加工時の R_a (約 $0.10\mu m$)より小さくなった。曲げ強度を測定したところ、約1200MPa(粗WED加工)

から2300MPa (仕上げWED加工)まで上昇した。

3.2 仕上げWED材の機械的性質に及ぼす合金組成と組織因子の影響

Fig. 2に仕上げWED加工を施した各種合金のWC相の表面残留応力($\sigma_{x,wc}$), 曲げ強度(σ_m), 破壊靱性値(K_{IC})を示す。主な結果は以下のようにまとめられる。

(1) A1材以外のWED加工材のWC相には, GR材と異なり, 200~700MPaの引張りの残留応力が生ずる。残留応力はCo量の増加及びWC粒子径の減少に伴い増加する。

(2) WED加工材の曲げ強度と破壊靱性値はともに, GR加工に比較して約30%程度低下する。しかしながら, 本WED材の曲げ強度はこれまでに報告された例²⁾よりかなり高く, これに対してWED加工電源の改良が寄与していることが示唆される。

(3) Co量の増加はWED加工材の曲げ強度と破壊靱性を高める。ただし, 破壊靱性のCo量依存性はGR材に比較してかなり小さくなる。

(4) WED加工材の曲げ強度はWC粒径(d_{wc})が約2 μ mのとき最良となる。一方, WCの粗粒化はWED加工材の破壊靱性を高める。 $d_{wc} \leq 1.6\mu$ m以下では曲げ強度と破壊靱性の低下量はかなり大きくなる。

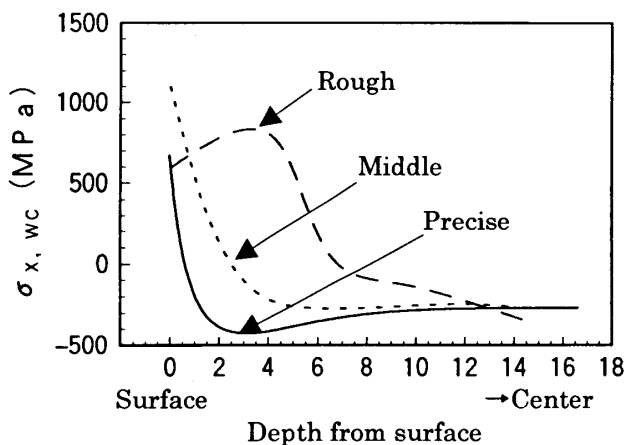


Fig1. X-ray residual stress distribution of WC phase in B3 alloy after WED machining.

4. 結 言

パルス電源を用いてWED加工を施したときのWC-C合金の曲げ強度と靱性は十分に高く, 金型パンチとダイへの適用に対して, 許容できるレベルに近いことが確かめられた。

参考文献

1. 内田ほか2名：型技術, 10, 36(1995)

2. 蒲池ほか3名：日本機械学会誌, 52, 581(1998)
3. 真柄ほか4名：精密工学会誌, 59, 105(1993)
4. 中澤ほか5名：第46期日本材料学会論文集 243(1997).

	WED	GR
A	■	□
B	▲	△
C	▼	▽
D	◆	◇
E	●	○

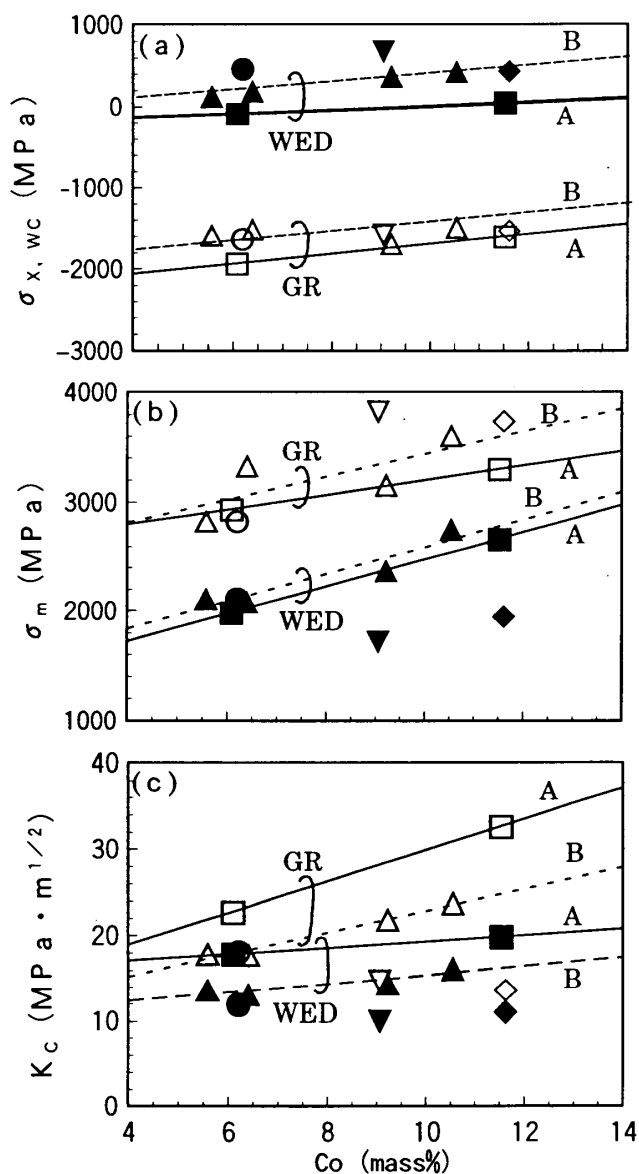


Fig. 2 Variations in (a) residual stress in WC phase ($\sigma_{x,wc}$), (b) bending fracture strength (σ_m) and (c) fracture toughness (K_{IC}) as a function of Co content for WED specimens or GR ones.