

放電加工表面における力学的評価に関する基礎検討

Basic Study on Mechanical Evaluation of W-EDMed Surfaces

井草海人¹⁾ 一杉昂樹¹⁾

指導教員 立野昌義²⁾

1) 工学院大学 工学部機械工学科 材料力学研究室

2) 工学院大学 工学部機械工学科

キーワード：導電性セラミックス，放電加工，残留応力

1. 緒言

耐摩耗性や常温・高温強度などの機械的性質が優れているジルコニアは、セラミックスの中でも強靱な部類に属しており、産業分野では金型用の材料としての利用が検討されている。一般のセラミックスの加工に用いられる研削や研磨加工では加工効率が他の金属材料に比較して著しく低いなど、形状の制御や修正が生じる場合はコスト的にも不利になる傾向があると考えられる。近年では、導電性粒子を添加した導電性ジルコニアも開発され、ワイヤカットを含む放電加工によって微細形状加工が可能になってきた。しかし、放電加工では、加工液中の工作物と電極間にアーク放電が生じることに起因する工作物の融解および加工液による冷却の繰り返しにより、材料表面には変質層や微細なき裂が生じ、工作物の強度に著しく影響を与えることが懸念される。その上、高融点の導電性物質が添加された導電性セラミックスでは放電加工効率などの低下も予想される。本研究では、導電性ジルコニアにおける表面の力学的特性の評価を試み、その影響が限定された放電加工条件下でどのように変化するかを明らかにすることを試みた。

2. 実験方法

本実験では、ワイヤカット放電加工機を用いて、導電性ジルコニアの試験片を作製し、作製した試

験片の残留応力を測定することで、力学的特性の評価を行った。以下に実験方法の概略を記述する。

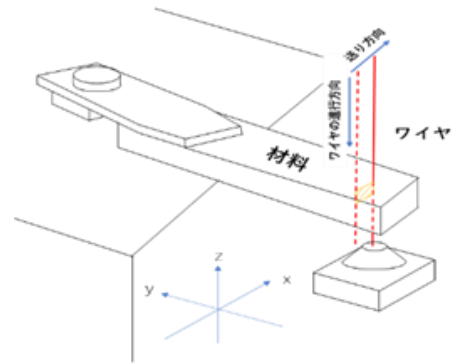


図 1:ワイヤカット放電加工概略図

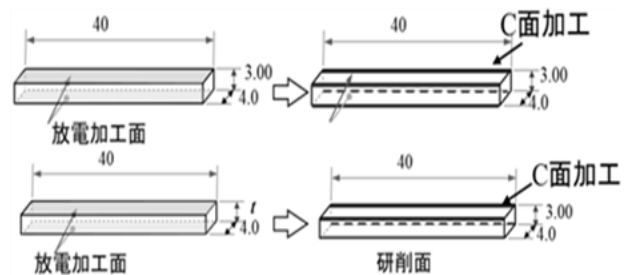


図 2:実験用試験片の形状

2. 1 放電加工条件

本研究では放電加工条件として放電しているパルス幅 τ_{ON} 、放電をしていない休止時間 τ_{OFF} 及び無負荷時の電圧である無負荷電圧 V_0 を組み合わせさせた条件をワイヤ断線などが無い安定放電加工する条件に設定し、ワイヤカット放電加工を行った。

本実験における放電加工条件は、休止時間 τ_{OFF} 、無負荷電圧 V_0 を一定として、パルス幅 $\tau_{ON}=0.5, 0.8, 1.4\mu\text{m}$ ($\tau_{on}=20\mu\text{m}$)と系統的に変化さ

せた加工条件とした。

き裂長さの推定のために、放電加工面を有する試験片の他に、放電加工面を研削加工した試験片を作製した。研削加工は株式会社岡本工作機械製作所製平面研削盤(PSG-52DX),砥石にはダイヤモンド砥石(SDC170,ボンド:BAB50,集中度:100,寸法D200X3T19H50.85)を用いた。

2. 2 残留応力測定

残留応力の測定には株式会社リガク製 X 線回折装置(RINT2200/PC)を用いた。ワイヤカット放電加工面および研削加工面における加工面表層部に生ずる加工方向およびそれに直交する方向の残留応力 X 線応力測定装置(株式会社リガク RINT2200/PC)を使用し、回折面法線角 ψ 一定法($\sin 2\psi$ 法)に基づき測定した。20mm×20mm の放電加工面を試験片としてそのまま用い、その表面の残留応力を測定した。このときの残留応力算出に用いる応力定数 K は $K=-294\text{MPa/deg}$ とし、回折条件を特性 X 線; Cr-K α , 回折面 (211), 管電圧: 40kV, 管電流: 50mA とした。 ψ の設定は -50° から 50° までの範囲を均等に 9 分割し設定間隔とした。Scanning Speed は 2 degrees/min とした。ワイヤの進行方向または研削方向を X 方向, ワイヤの送り方向または研削の送り方向(ワイヤに対して平行)を Y 方向とし評価する。

3 実験結果

結果の一例を示す。ワイヤカット放電加工にて作製した試験片の残留応力を、放電加工条件ごとに測定した値を図 3 に示す。実験結果から、放電加工面を有する試験片からは、引張方向の残留応力が、研削加工面には圧縮残留応力が確認できた。この結果は、放電加工面の強度評価では表面に形成される表面き裂の他に引張りの残留応力の影響を受けることが推測される。したがって、表面き裂をセラミックスの破壊強度から推定する場合に、表面の残留応力の影響を考慮して推定する必要があり、これらの検討についても考察した。

4. 結論

本研究では導電性ジルコニアを対象として、ワイヤカット放電加工表面層における残留応力を測定することで、力学的特性の評価を試みた。

謝辞

実験用供試材および加工および強度評価など研究全般に対して日本タングステン株式会社様には多大なる支援を受けました。ここに記述して感謝の意を表します。

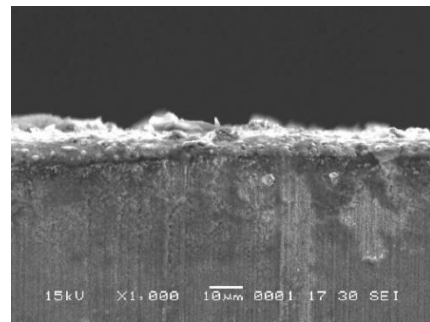


図 2:放電加工による変質層

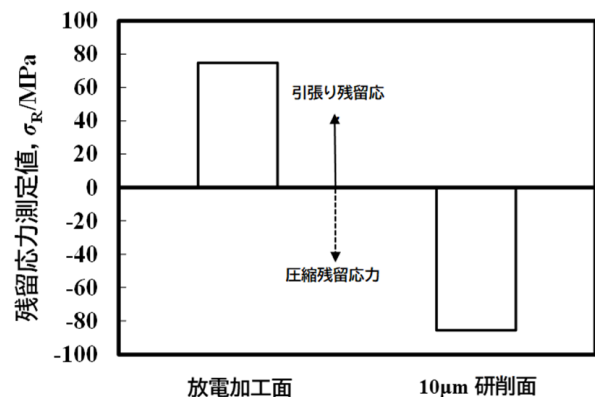


図 3:放電加工条件ごとの残留応力値

5. 参考文献

- 1) 大勝 啓資ほか, 導電性ジルコニアにおけるワイヤカット放電加工面き裂寸法評価, 材料, Vol. 68, No. 9, (2019), pp. 686-692
- 2) T. L. Anderson 著 粟飯原周二, 金田重裕, 吉成仁志 破壊力学 (第 3 版) 基礎と応用 森北出版株式会社 pp. 2-51, (2011) .
- 3) JIS R 1601:2008, ファインセラミックスの室温曲げ強さ試験方法