

# ワイヤカット放電加工表面におけるき裂評価に関する基礎検討

## Basic Study on Evaluation of Cracks on W-EDM Surface

井草海人<sup>1)</sup>

指導教員 立野昌義<sup>2)</sup>

1) 工学院大学大学院 工学研究科機械工学専攻

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<sup>1)</sup>。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<sup>2),3)</sup>。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<sup>4),5)</sup>。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。

#### 2.1 放電加工面のき裂長さの評価方法

強度評価には島津オートグラフAG-50kNIによる抗折力試験<sup>6)</sup>を行い、式(1)を用いてき裂長さを推定した。

$$K_{IC} = 1.12\sigma\sqrt{\pi a} \quad (1)$$

破壊靱性値 $K_{IC}$ にはジルコニアの $8.5\text{MPa}\cdot\text{m}^{0.5}$ を適用し、破壊強度 $\sigma$ には抗折力試験で得られた値を用いることでき裂長さ $a$ を算出した。

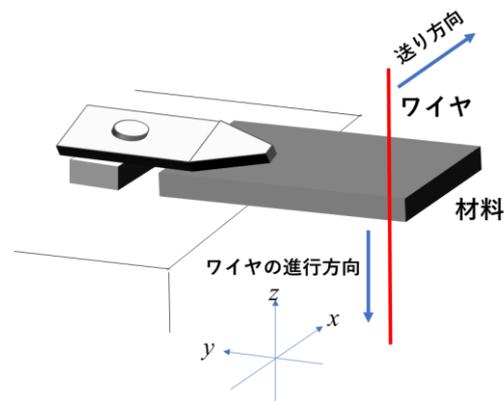


図1:ワイヤカット放電加工概略図

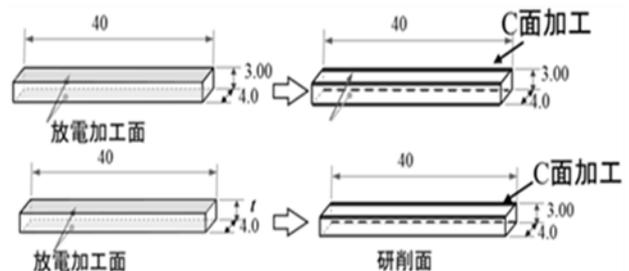


図2:実験用試験片の形状

## 2.2 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 $\tau_{ON}$ 、放電をしていない休止時間 $\tau_{OFF}$ 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。

本実験の放電加工条件は、 $\tau_{OFF}=20\mu\text{s}$ 、 $V_0=80\text{V}$ 一定のパルス幅 $\tau_{ON}=0.2, 0.5, 0.8, 1.4\mu\text{s}$ 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。

## 3 実験結果

加工条件ごとのワイヤカット放電加工表面き裂長さ推定値を図3に示す。図3は、本実験結果の代表例として、パルス幅条件の最大値 $\tau_{ON}=1.4\mu\text{s}$ と最小値 $\tau_{ON}=0.2\mu\text{s}$ である条件で加工した放電加工面を有する試験片の抗折力結果から求めた表面き裂長さの推定値を示している。

この結果より、パルス幅 $\tau_{ON}=0.2, 1.4\mu\text{s}$ で得られた表面き裂長さは、それぞれ $53.1\mu\text{m}$ および $75.3\mu\text{m}$ となり、き裂長さ推定値は放電加工条件のパルス幅に依存することが確認できた。これらの結果と研削加工面から得られた表面き裂長さの推定値を比較した。放電加工面には、放電加工時における熱的条件により生じる残留応力の影響も無視できない可能性もあるため、放電加工面の残留応力などの影響を考慮し、表面き裂長さの影響について明確にする必要がある。したがって、今回の評価では必要に応じてX線回折装置株式会社リガク製X線回折装置(RINT2200/PC)を用いて表面残留応力の評価を実施し、これらの結果と上記結果の対応を確認し、表面き裂の放電加工依存性を考察した。

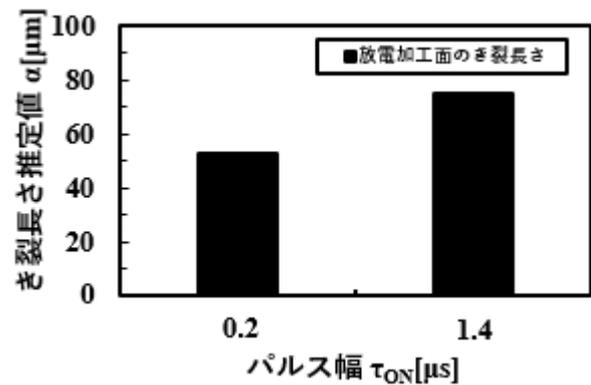


図3:放電加工面のき裂長さ推定値

## 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き裂長さの推定と残留応力を測定することで、表面き裂長さの放電加工条件依存性を明確にすることを試みた。

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。ここに記述して謝意を表します。

## 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) 皆本, 永野, 桐生, 向江: ニツタン技法, 37, pp. 6-9 (2006).
- 3) 松尾 哲夫, 大島 栄一, 富重 定三, 早川 一, 北尾 秀昭: 導電性ジルコニア系セラミックスのワイヤ放電加工特性について, 精密工学会誌 58(3), 477-482, (1992-03-05)
- 4) 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).
- 5) 齋藤長男, 毛利尚武, 佐伯秀樹, 石黒輝男: 導電性ファインセラミックスの放電加工による強度変化とその回復に関する研究, 精密工学会誌, Vol. 59, No. 2, pp. 293-298, (1993).
- 6) 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