

# ウェットブラスト処理をしたワイヤ工具電極を用いた 絶縁性材料 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> セラミックスの放電加工特性

Electrical Discharge Machining Properties of the Insulating Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> Ceramics  
using the Wet Blasted Wire Tool Electrode

山下正英 福澤康 山下健(長岡技大) 小方雅淑 松原亨(マコー)

Masahide YAMASHITA, Yasushi FUKUZAWA, Ken YAMASHITA, Nagaoka University of Technology  
Masayoshi OGATA, Tohru MATUBARA, MACOHO CO.,LTD

As reported before, the removal rate of the insulating ZrO<sub>2</sub> ceramics were improved using the Zn coated wire tool electrode that had the several rugged types cracks. However, it was the difficult problem to evaluate them qualitatively because of the their in homogeneity. In this report, to investigate the effects of rugged surface of the wire tool electrode on the electrical discharged properties, the new wet blast machine was manufactured. The abrasive grain shape and blast pressure were selected as the experimental factors. The sintered insulated Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ceramics was used for the workpiece. The following results were obtained: When the blast pressure increased, the rugged depth also expanded lineally and the removal rate increased. The detected discharge waveforms patterns changed with the variation of the blast pressure.

Key Words: WEDM, Wet blast, insulating Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ceramics, assisting electrode method

## (1) 緒言

絶縁性セラミックスのワイヤ放電加工における加工特性を支配する因子として、ワイヤ工具電極材料の表面状態がある。以前報告したように、き裂状の凹凸を有する亜鉛コーティングワイヤ工具電極を用いることにより、ZrO<sub>2</sub> セラミックスの放電状態は安定し加工速度は向上した<sup>(1)</sup>。しかし、このき裂状の凹凸は、ワイヤ工具電極表面に亜鉛をコーティングする際のプロセスで形成されたもので、その発生位置や形状は不均一であった。このため、ワイヤ工具電極上の凹凸が、放電加工特性に及ぼす影響を定量的に明らかにすることは困難であった。一方、ウェットブラスト法は、砥粒と液体を混合させたスラリーを、高圧の気体で被加工物に噴射して表面加工する方法であり、被加工物の熱的影響が少なく、汚れが被加工物表面に残ることの少ない加工方法である。このことからワイヤ工具電極表面の凹凸付加法としては適切と考え、3本の噴射口を有する新たな装置を開発した。

本研究では、絶縁性セラミックス材料の放電加工において表面に均一な凹凸を有するワイヤ工具電極の、放電加工特性に及ぼす影響を解明することを目的とし、凹凸付加条件を変化させてその効果を調査した。

本報では、ウェットブラストの噴射圧力及び砥粒の種類を変化させた場合の凹凸形状の相違が放電加工特性に及ぼす影響を調査した。凹凸形状の評価は、光学顕微鏡による圧痕の深さ、形状の観察から行った。放電加工特性は、加工速度、被加工物の表面粗さから評価した。

## (2) 実験方法

厚さ 10mm の常圧焼結した絶縁性 Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> を被加工物として、市販のワイヤ放電加工機に一部改造を加えた試作機を用いて実験を行った。また、絶縁性材料の加工法である補助電極法により加工を行った<sup>(2)</sup>。ワイヤ工具電極材には、0.2 の市販の黄銅ワイヤに、ウェットブラストにより凹凸を付加したものと未処理のもので実験を行い、その相違を比較した。用いた砥粒は球形 (ZrO<sub>2</sub>) 及び多角形 (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) を用いた。ウェットブラストの加工条件を Table.1 に示す。

Table.1 Wet blast condition

Pressure/MPa	0.1, 0.2, 0.3, 0.4
Abrasive grain density/%	10
Shape of powder	Spherical ZrO <sub>2</sub> Polygonal Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Abrasive grain size/μm	125 ~ 64
Wire speed/mm/s	250

## (3) 結果および考察

Fig.1 に光学顕微鏡によって観察した圧痕形状を、Fig.2 にワイヤ表面の圧痕深さの測定結果をそれぞれ示す。圧痕の深さは 20 個の平均で求めた。その結果、噴射圧が大きくなると、いずれの砥粒においても圧痕の深さは、直線的に増加する。また、球形の砥粒では、ワイヤ表面に明確な丸い形状の凹凸が認められたのに対して、多角形砥粒では、局部的に深い凹みやき裂が認められ、その凹凸の差は大きくなった。

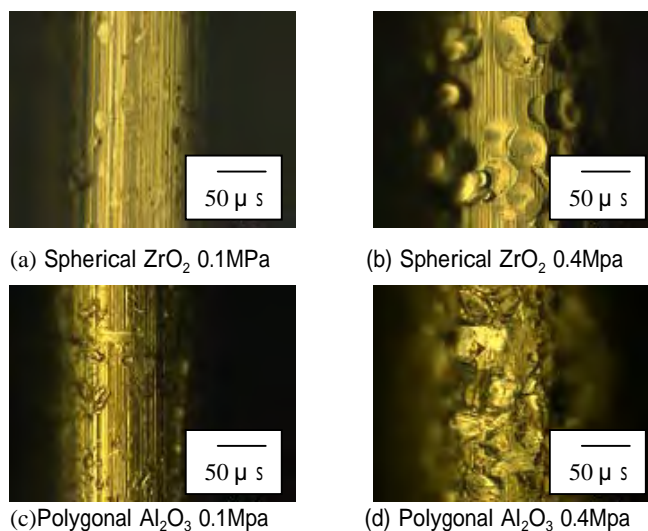


Fig.1 Rugged shape of wire tool electrode surface after wet blast treatment

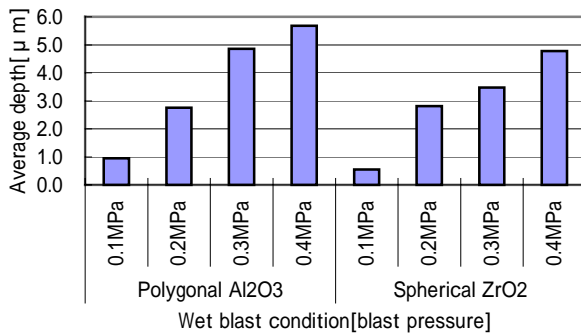


Fig.2 Relation between rugged depth and blast pressure

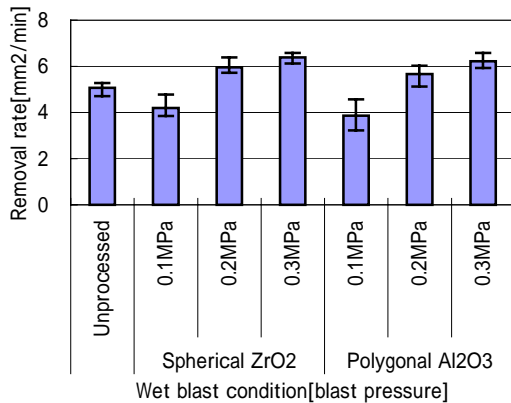


Fig.3 Relation between wet blast pressure and removal rate

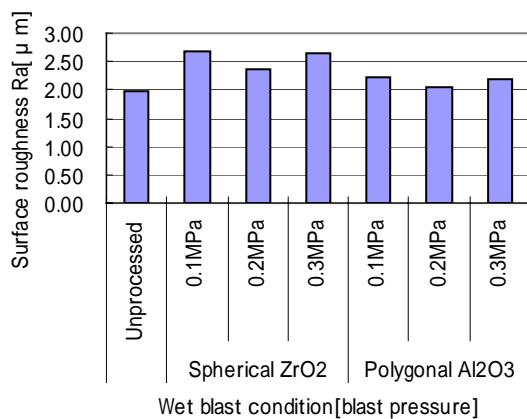


Fig.4 Effect of wet blast pressure on surface roughness of workpiece

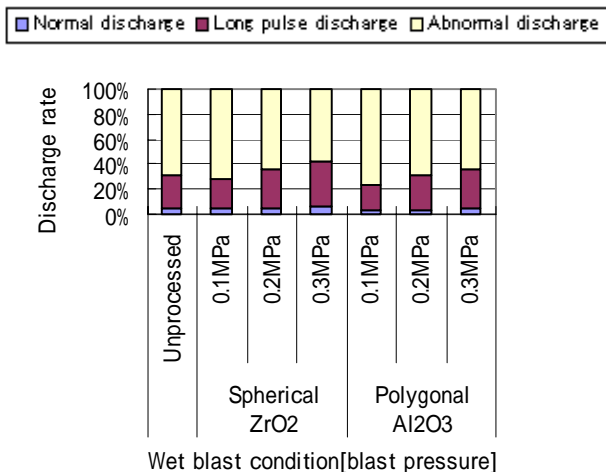


Fig.5 Classification of typical discharge waveforms for each wet blast condition

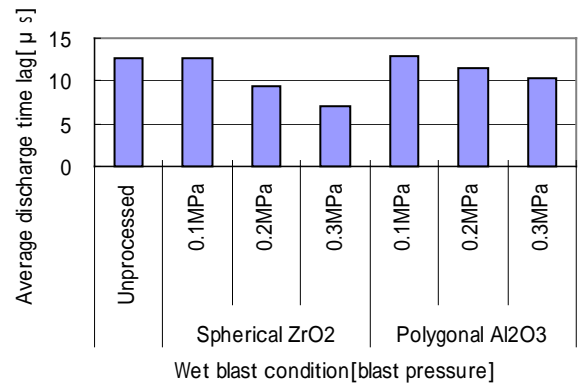


Fig.6 Effect of wet blast condition on discharge time lag

噴射圧力と加工速度、表面粗さの関係をそれぞれ Fig.3、Fig.4 に示す。この時の電気加工条件は、各々のワイヤに対して加工速度が最速になった条件を用いた。また、Fig.5 には、放電加工時の放電波形の分類結果を示した。Fig.6 には、その放電波形で測定した、放電の遅れ時間を示す。なお、放電遅れ時間は、放電 50 個の平均から求めた。

この結果、噴射圧力 0.2MPa 以上では、砥粒形状にかかわらず凹凸を付加したワイヤ工具電極を用いることで、加工速度は向上しその凹凸が深いほど速くなったが、表面粗さは無加工材よりもむしろ劣化する傾向が認められた。また、噴射圧力が 0.4MPa と高くなるとワイヤ工具電極の断線が多発し、加工がほとんど継続できなかった。これに対して 0.1MPa と小さい場合には加工速度は無加工材よりも遅くなった。球形砥粒を用いた場合と多角形砥粒を用いた場合とでは、前者の方が加工速度のばらつきが小さい。これは、Fig.1 に示したように、球形砥粒を用いた場合の方が、凹凸が均一であるため放電状態が安定するためと推測した。そこで、次に放電状態の相違を調査した。Fig.5 に示した噴射圧力と放電波形の分類結果から、噴射圧力が高く、凹凸が大きくなるにつれて長パルスの占める割合が増加して、短絡・集中からなる異常放電の割合が減少することがわかる。また Fig.6 から放電遅れ時間の長さは、噴射圧力の増加とともに減少している。すなわち、陰極側の電極表面の凹凸が放電遅れ時間を短くして<sup>(3)</sup>、長パルスの発生割合を大きく、短絡や集中放電などの異常放電発生を抑制したことがわかる。

#### (4) 結言

ウェットブラスト処理したワイヤ工具電極を用いて Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> に対しワイヤ放電加工を行い、ワイヤ工具電極に付加した凹凸の効果を調査した。得られた主な結果を以下に要約する。噴射圧力を高め凹凸を大きくしたワイヤ工具電極を用いることで、Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> の加工速度は向上する。凹凸が大きいくほど放電遅れ時間は減少して、長パルスの占める割合が増加し異常放電発生率は減少する。

#### (5) 参考文献

- (1) 大堀鉄太郎, 絶縁性 ZrO<sub>2</sub> セラミックスのワイヤ放電加工特性, 修士論文 (2003)
- (2) GOTHO Hiromitsu, THE AUSTRALASIAN CERAMIC SOCIETY, J.AUST.CERAM.SOC., 2005, Vol.41, 1
- (3) 新家一郎, 佐野定男, 国枝正典, 電気加工学会全国大会(2005)講演論文集, pp85-88