

アルミナ顆粒を用いた段付き円柱の五段成形と評価

日大生産工 (院) ○小田倉 研史
日大生産工 高橋 清造

1. 諸言

アルミナは融点が 2050[°C]と耐熱性に優れ、ビッカース硬度が 18~23[GPa]と非常に硬い。また、電気絶縁性も抵抗率 $10^{14}\sim 10^{16}[\Omega\text{cm}]$ と高く、他にも多様な性質をもち、セラミックスの代表ともいえるべき優れた材料である。

応用の実例として炉材、軸受、切削工具、研磨、研削材、電力輸送用絶縁碍子、IC 回路基板、MHD 発電用絶縁壁、スパークプラグ用絶縁体、レーザ発振材料、レーザ用窓材料、人工宝石、高圧ナトリウム灯用管材、人工骨、人口歯根、人口関節、ウラン濃縮用ガス拡散多孔質分離膜など様々である¹⁾。

しかし、硬度と電気絶縁性が高いが故、焼結後の機械加工や電気加工などの除去加工が困難となる為、焼結体は最終製品に近い形状を得る必要があり、成形体の密度が製品の性能に直結するので高密度である必要もある。

また、粉末冶金の欠点として考えられるのは金型のコストである。量産によって製品一つあたりのコストは削減できるが、通常は一つの金型で同じ形状のものしか得られなく、多品種少量生産には向いていない。

そこで本研究は、金型の中に金型と同素材のリングを組み込んで積層させることで、一つの金型で複数の形状を得ることを狙った段付き円柱の五段成形を試みる。成形の潤滑剤として流動パラフィンを用い、その添加量が与える密度への効果と、成形体の評価を行い、最適条件を調べ、高密度の成型体を得ることを目的とする。

2. 実験方法及び計測方法

アルミナ顆粒に流動パラフィン (Liquid Paraffin : LP) を 0mass% から 3mass% 刻みで 12mass% まで添加及び混合させた 5 種類の粉末を、それぞれ成形圧力 50[MPa], 100[MPa] で成形し、密度への効果と外観の評価を行った。本実験で成形した段付き円柱の概略図を Fig.1 に示す。

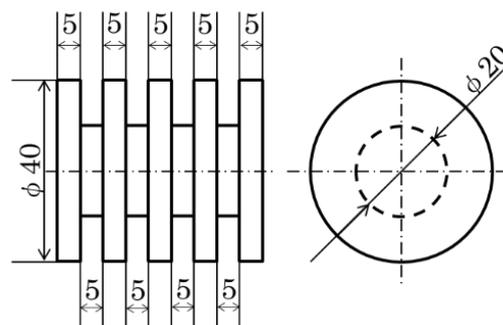


Fig.1 Shape and dimension of green compact.

金型一式と成形時の組み立て図を Fig.2 に示す。

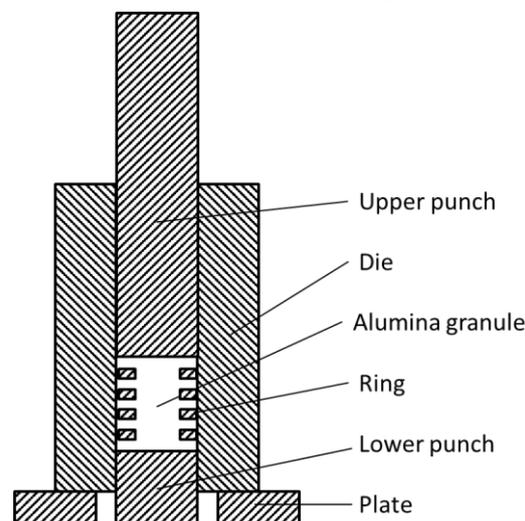


Fig.2 Apparatus of a single tooling set to step cylinder green compact.

Evaluation Of A Five Stepped Cylinder Formed On Alumina Granule

Kenji ODAKURA and Seizou TAKAHASHI

成形はダイ、上パンチ、下パンチ、段差用リング、ダイ受けの五つから成る金型一式を使用し、段差用リングは成形後に取り外しが可能で二つに割れた仕様になっている。

成形手順は、顆粒を金型に充填した後、段差用リングをその上に乗せて成形し、それを四段目まで繰り返し積層させ、最後の五段目はリングを入れずに顆粒のみ充填させて成形した。なお、成形には単軸油圧プレス機を用いた。

計測方法は、天秤とノギスを用いて質量と体積を求め、密度を計算した。また、評価の方法は成形体を分割して密度分布を調べて行った。上パンチ側の直径 40[mm]の円柱部分を1番とし、順々に9番まで分割した。分割を定義した図を Fig.3 に示す。

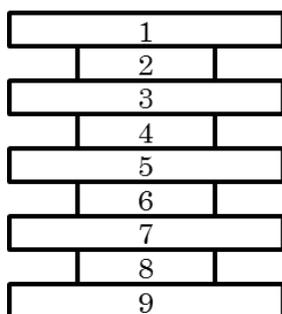


Fig.3 Local part of green compact.

3. 実験結果及び考察

成形圧力 50[MPa]の密度分布を Fig. 4 に示す。

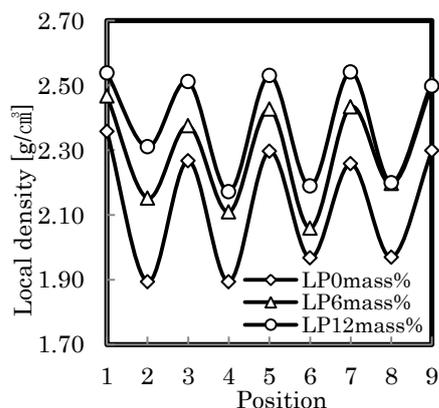


Fig. 4 Relation between local density and Liquid Paraffin. (50MPa)

続いて、成形圧力 100[MPa]の密度分布を Fig.5 に示す。

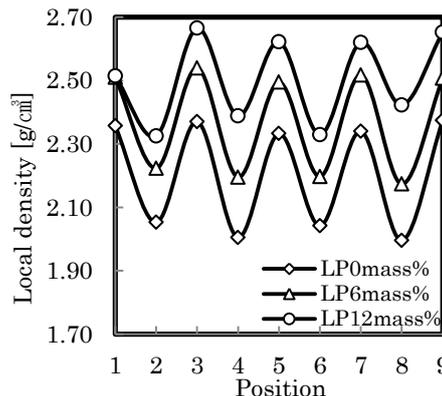


Fig.5 Relation between local density and Liquid Paraffin. (100MPa)

成形体の外観評価を Table 1 に示す。

Table 1 Evaluation to appearance of green compact.(LP:0mass% - 12mass%)

	LP0mass%	LP3mass%	LP6mass%	LP9mass%	LP12mass%
50MPa	○	○	×	○	×
100MPa	×	○	×	×	×

○ : Good appearance

× : Failure of compact

100[MPa]の方が密度は高いが、成形の失敗が目立った。それは段差用リングの成形時に発生するひずみに原因があると考えられる。高い成形圧力だとよりリングが弾性変形するので、除荷した時に僅かながら成形体を押し返して破壊してしまうのである。つまり、低圧力で成形し、密度の低下は流動パラフィンで補うという成形方法が最適である。

外観良好かつ最高密度は 50MPa の LP9mass% で平均密度 2.42[g/cm³]を得た。

4. 結言

- (1) 金型の中にリング等を組み込んで成形を行う場合は低圧力成形が有効である。
- (2) 外観良好かつ最高密度は LP9mass% で平均密度 2.42[g/cm³]を得た。

参考文献

- 1) 水田 進, 河本邦仁「セラミックス材料科学」東京大学出版会, (1996) p.19-23.