

流動成形を用いた角筒形状アルミナ焼結体の密度と寸法精度

日大生産工(院)
日大生産工

○ 藤城 大
高橋 清造

1. 緒言

セラミックス顆粒粉の成形方法として、乾式金型プレス成形法が生産性の高さから多用されている。しかし乾式成形では成形時に粉末間および粉末金型間に摩擦が生じ、成型圧力を各部まで均等に伝達できない。そのため、成形体内部に低密度域が残存し、焼結体密度の低下、密度分布による焼結時の収縮の差による寸法精度の低下、ゆがみ、クラック等が発生する。

改善策としてバインダの添加によって成形時の顆粒の流動性を高め、成形圧力を均等に伝達する加圧流動成形を行っている。本研究では強度や耐熱性に優れ工業用セラミックスとして多用されているアルミナの顆粒に流動パラフィン（LP：Liquid paraffin）を添加し流動成形を行い、角筒形状の成形体及び焼結体を作製し、密度と寸法精度の評価を行った。

2. 実験方法および測定方法

実験では3.0mass%ポリビニルアルコール（PVA）を添加されスプレードライ法によって造粒されたアルミナ顆粒（平均粒径：72 μ m，丸ス軸薬製：AES-11，素粉：AES-11E，粒径：0.6 μ m，住友化学工業）を使用した。LPは0，2.5，5.0，7.5，10.0，12.5mass%を添加，混合し単軸油圧プレス機を用いて成形圧75MPa，100MPaにて片押し成形を行った。使用した金型セットの概略をFig.1に示す。成形体の形状・寸法は縦横外形40mm，壁部の厚さ5mm，角端部R2，高さ40mmの正方形の角筒とした。成形体の形状と寸法をFig.2に示す。成形後に密度を測定し，そして加熱分解法により脱バインダ（350 $^{\circ}$ C・4hr）を行った後，焼結（1650 $^{\circ}$ C・10hr）を行った。その後，実験の評価として焼結体密度と外形の寸法を測定した。外形寸法は焼結体の加圧面を上部として，下部との間に測定位置を10mm間隔で1から4まで設け測定を行い，寸法差を最大寸法と

最小寸法の差として求めた。焼結体密度はアルキメデス法を用いて測定した。

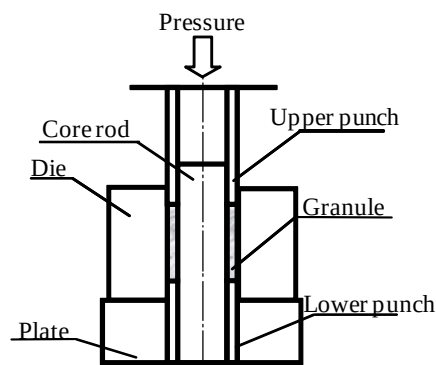


Fig. 1 Apparatus of a single tooling set to corner cylinder green compact

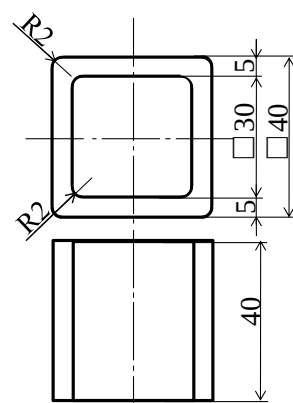


Fig. 2 Shape and dimension of green compact

3. 実験結果および考察

Fig.3に各成形圧におけるLP添加量ごとの成形体の密度を示す。成形圧75MPaではLPの増加に伴い密度が向上した。100MPaではLP添加量10.0mass%まではLPの増加に伴い密度は向上したが，12.5%において10%に対して密度が低下した。これは圧力の高い100MPaでは気孔が75%より少なく，LPが表面にしみだし顆粒の粘性度が高くなったためだと考えられる。

Sintered Density and Dimensional Precision of Square Tube from Alumina Granule by Flow Compaction

Dai FUJISIRO and Seizou TAKAHASIT

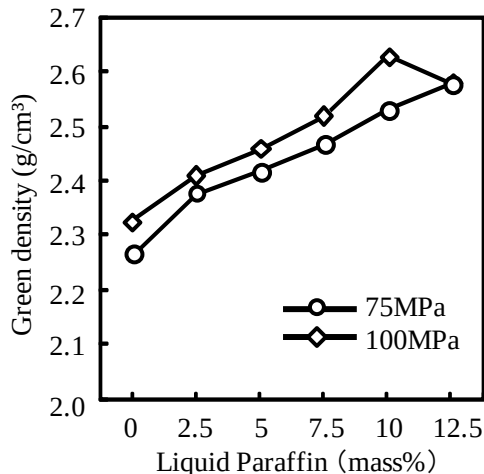


Fig.3 Relation between green density and Liquid Paraffin content by changing pressure

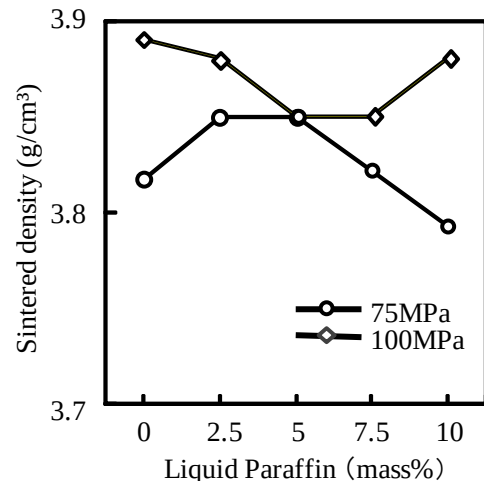


Fig.4 Relation between sintered density and Liquid Paraffin content by changing height

Fig.4に各成形圧力における焼結体の密度を示す。成形圧75MPaでは、LP添加量2.5, 5.0mass%において密度が最大になり、アルミナ真密度 3.95g/cm^3 に対し相対密度97%が得られた。100MPaではLPを添加した中では2.5, 10.0mass%で密度が高かったが、0%を上回らなかった。100MPaでは成形体上部での顆粒間の摩擦が大きく顆粒の流動性が著しく低下しLPの効果が阻害されたと考えられる。

Fig. 5に75MPaの、Fig. 6に100MPaの焼結体の外形の測定結果を示す。75MPaではLP添加量2.5, 5.0mass%で寸法差が0mass%に対して減少し、2.5mass%において最小寸法差0.1mmを得た。100MPaでは0mass%に対して、他の全ての添加量で寸法差は減少し、5.0mass%において最小寸法差0.15mmを得た。これはLPの流動効果により成形体内部の密度差が減少したことを示している。

4. 結言

アルミナ顆粒にLPを添加する流動成形を行い角筒焼結体を作成し、密度と寸法精度を評価し、以下の結論を得た。

- (1)成形体密度は成形圧100MPaの12.5mass%を除いて、LP添加量を増加させるほど高密度になった。
- (2)焼結体の密度は、成形圧75MPaではLP2.5, 5.0mass%において0mass%の密度を上回りアルミナ真密度に対して相対密度97%が得られた。成形圧100MPaではLPの添加による密度の向上は確認できなかった。
- (3)焼結体の寸法精度は、LP添加量0mass%に対して、密度分布が均一になり、成形圧75MPaではLP2.5mass%において最小寸法差0.1mmが得られた。100MPaで5.0mass%において最小寸法差0.15mmが得られた。

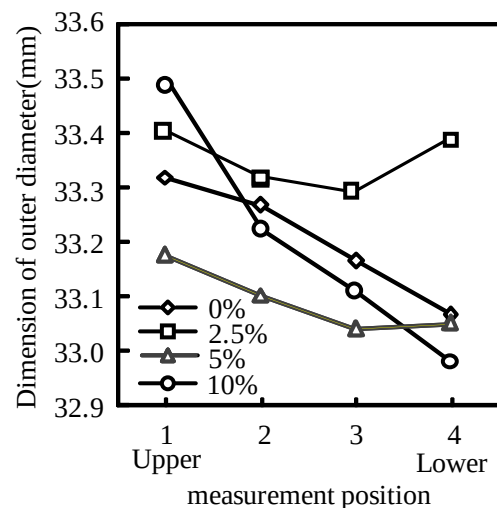


Fig.5 Relation between dimension of outer and measurement position by changing Liquid Paraffin (75MPa)

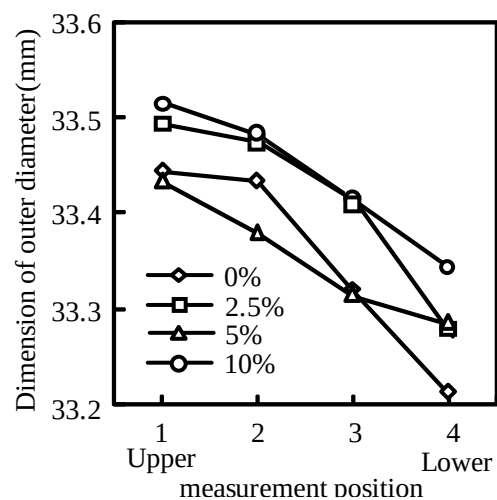


Fig.6 Relation between dimension of outer and measurement position by changing Liquid Paraffin (100MPa)