

コーゼライト顆粒粉の成形性の向上を目的とした流動パラフィンの効果

日大生産工（院）
日大生産工

内藤 浩和
高橋 清造，勝田 基嗣，山田 正

1. 緒言

セラミックス粉末を成形する場合，乾式金型プレス成形法が広く利用されている．しかし，この方法は，粉末同士あるいは粉末と金型との摩擦が原因で，加えられた圧力を成形体の内部まで均一に伝達できない難点がある．粉末の流動不足は成形体内部に密度分布を生じ，焼結後，部分的な収縮率の違いから変形，ゆがみ，クラックなどの欠陥を発生させる．本研究では，自動車の排ガス触媒などに用いられるコーゼライト顆粒粉に潤滑剤として流動パラフィン（LP:Liquid Paraffin）を添加・混合後，成形することにより，成形時の粉末の流動不足を低減し，成形体の成形性の向上を目的とした．

2. 実験方法

合成コーゼライトは，ポリビニルアルコール（PVA）を 4mass%バインダとし，スプレードライ法によって造粒された顆粒粉（丸ス軸薬：SS-606F，平均粒径：90 μm）を使用する．

成形は角穴カップ形状，2重マス型形状の2種類の形状で行った．

図1に成形から焼結までの工程を示す．両形状ともコーゼライト顆粒粉に潤滑剤として流動パラフィン(LP)を添加・混合し成形を行った．角穴カップ形状は，LPを0～10.0mass%添加・混合後，成形圧30～150MPaにて成形した．2重マス型形状は，LPを0～17.5mass%添加・混合後，成形圧25，50MPa

にて成形した．なお，成形には単軸油圧プレス機を使用し，フローティングダイ法を採用した．

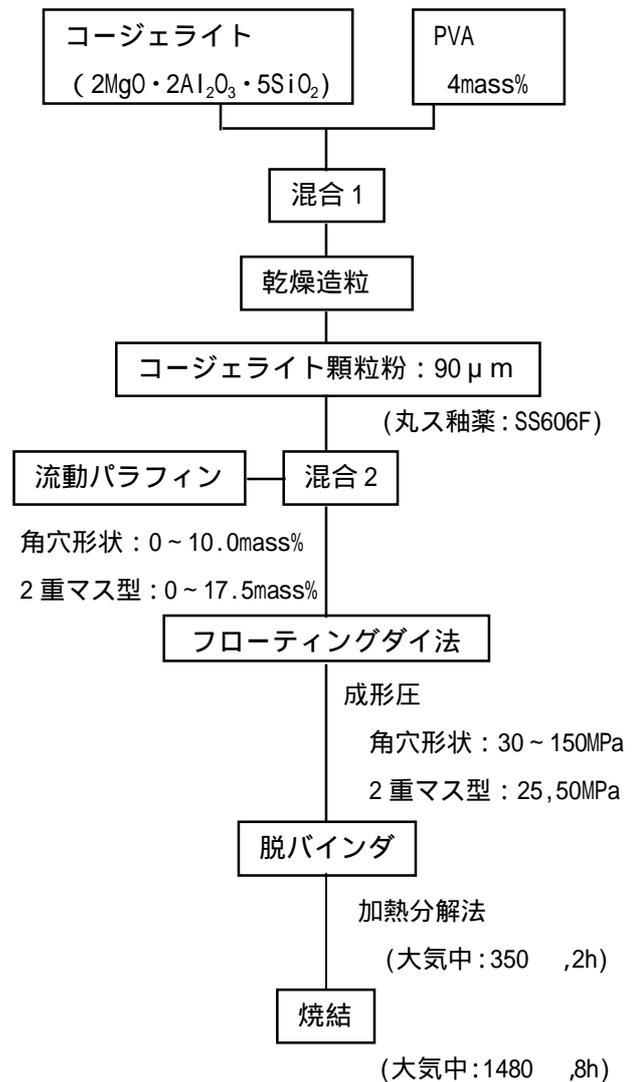


図1 成形から焼結までの工程

The Effect of Liquid Paraffin Aiming at Improvement on Formability of Cordierite Granule

Hirokazu NAITOU ,Seizou TAKAHASHI,Mototsugu KATSUTA,Tadasi YAMADA

脱バインダは、大気中 350 °C・2hr で行い、その後、焼結を大気中 1480 °C・8hr 行った。

角穴カップ形状のプレス成形に用いた金型セットを図2に示す。成形は図2の角穴カップ底部分(平パンチ側)を加圧面とした。同様に、2重マス型形状の時もマス型底部分を加圧面とした。

成形体の形状は、図3に示す 46mm、高さ35mmの円盤に上部16mm、下部15mm、深さ20mmの角穴をもつ角穴カップ形状と図5に示す40mm、壁の厚さ5mmのマス型の中に23mm、壁の厚さ3mmのマス型のある2重マス型形状である。外壁と内壁には、高さ20mmに対し0.5mmの傾斜が付けてある。

成形体は、外観評価、成形体密度の測定を行い、さらに、成形体を底部と壁部に切断分割し部分密度の測定を行った。図4に角穴カップの分割方法を示す。底部分46mm、高さ15mm、側壁部分46mm、高さ20mmに切断分割を行った。図6に2重マス型形状の底部分の分割方法を示す。40mm、高さ10mmを底部分とする。図7に2重マス型形状の[底]+[外壁]部分の分割方法を示す。[底]+[外壁]部分は2重マス型形状の外側の40mm、高さ30mm、壁の厚さ5mmのマス部分

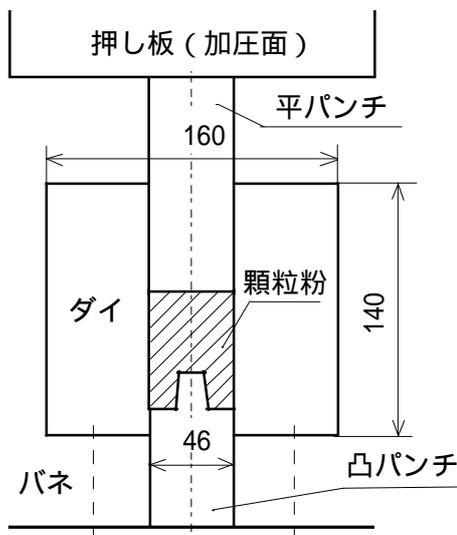


図2 角穴カップ形状のプレス成形に用いた金型セット

である。

3. 実験結果および考察

3.1 角穴カップ形状

表1に角穴カップ形状の外観評価を示す。成形圧30~150MPa, LP:0~7.5mass%添加した時、クラックのない良好な成形体を得られた。しかし、全ての成形圧においてLP:10mass%添加すると底部分に層状のクラックが発生し、LP:12.5mass%添加すると保形力の低下により崩壊し良好な成形体を得ることができない。

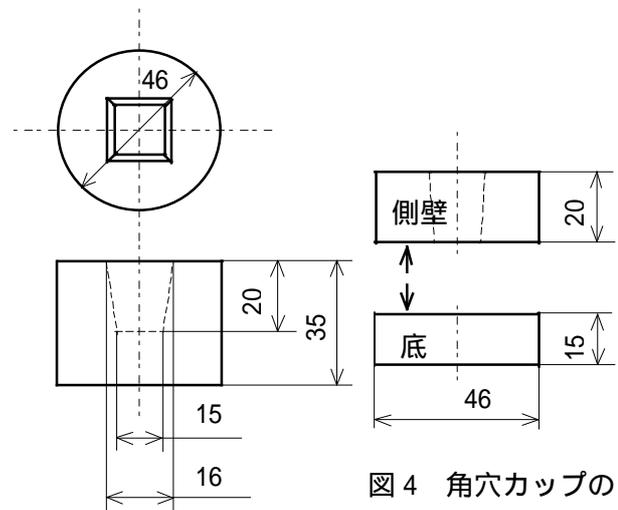


図3 角穴カップ形状

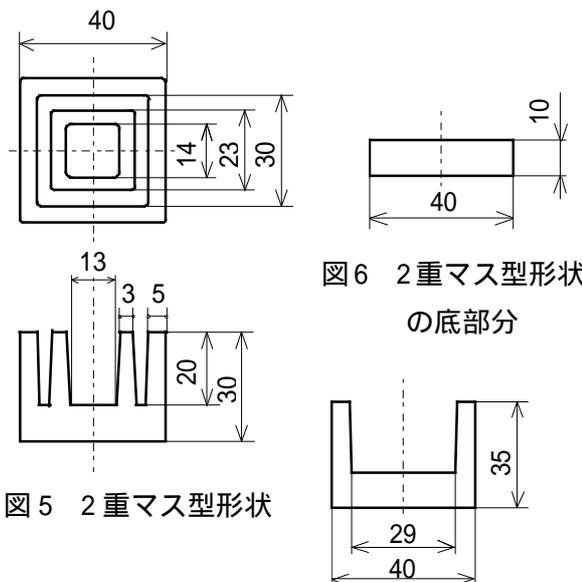


図5 2重マス型形状

図6 2重マス型形状の底部分

図7 2重マス型形状の[底]+[外壁]

図8に成形圧30MPaにおける成形体の密度と密度分布を示す。成形体の全体の密度および底部分、側壁部分の密度はLPを添加すると高密度化されていることがわかる。これは、LPが粉末間を満たすことで空孔なしの状態に近づいていると考えられる。側壁部分の密度はLP:0mas%の条件で1.64g/cm³、LP:7.5mass%の条件で1.75g/cm³となった。全体の密度はLP:0mass%の条件で1.57g/cm³、LP:7.5mass%の条件で1.68g/cm³となった。底部分の密度はLP:0mass%の条件で1.49g/cm³、LP7.5mass%の条件で1.60g/cm³となった。また、底部分の密度が側壁部分より低くなっていることがわかる。片押しプレス成形は加圧面側の方が固定面側より高密度になることが考えられる。

本研究ではフローティングダイ法を採用し、両押し効果をねらった。理論では加圧面側である底部分の密度が側壁部分よりも高密度になることが予測できるが、実験では理論と異なる結果となった。図8に示すように底部分の密度は側壁部分の密度よりも低くなった。これは、底部分と側壁部分の圧縮比の違いが要因であると考えられる。

図9に成形圧30MPaにおける角穴カップのパンチの進入量を示す。バネ側の凸パンチの進入量が加圧面側の平パンチよりも大きくなっている。この現象は、側壁部分の圧縮比が底部分の圧縮比よりも大きいことを示している。その結果、側壁部分が底部分よりも高密度になったと考えられる。

3.2 2重マス型形状

表2に2重マス型形状の外観評価を示す。良好な成形体が作成できた条件は、成形圧25MPa, LP:17.5mass%添加した場合である。成形圧25MPa, LP:7.5~15.0mass%および、成形圧50MPa, LP:12.5, 15.0mass%添加した条件では、内壁部分を完全に離型できなかった。また、成形圧25MPa, LP:0~

5.0mass%および成形圧50MPa, LP:0~10.0mass%添加した条件では内壁部分を離型することは不可能であり、[底]と[外壁]を合

表1 角穴カップ形状の成形体の外観評価

		流動パラフィン添加量 [mass%]					
		0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5
成形圧 [MPa]	30						×
	60						×
	90						×
	120						×
	150						×

○ : 外観良好な成形体
 □ : クラック発生
 × : 成形不可

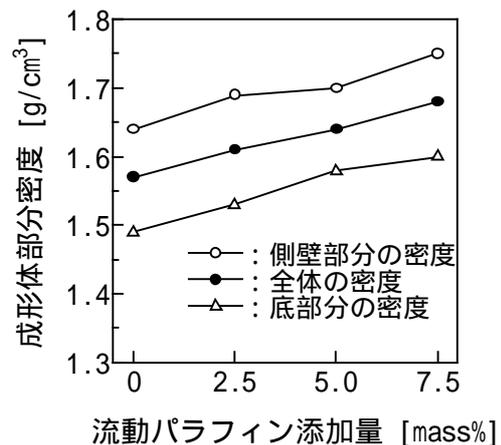


図8 成形圧30MPaにおける成形体の密度と密度分布

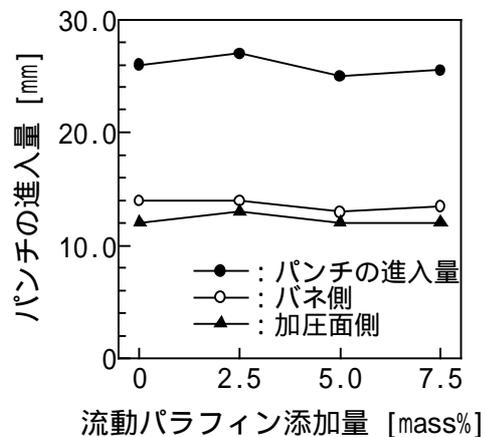


図9 成形圧30MPaにおける角穴カップのパンチの進入量

わせたマス型形状となった。

図 10 に成形圧 25MPa における全体の密度を示す。LP を添加すると高密度になることがわかる。良好な成形体が作成できた条件は成形圧 25MPa，LP:17.5mass%添加した条件で密度 1.70g/cm³，相対密度 69.1%となった。成形圧 25MPa，LP:0mass%添加した条件では密度 1.38g/cm³，相対密度 56.1%となった。

図 11 に成形圧 25MPa における部分密度を示す。底部分の密度が外壁部分の密度より高密度になっている。2重マス型形状の場合，角穴カップ形状と比較し，加圧面側のパンチの進入量がバネ側のパンチの進入量より大きくなることからわかっている。この現象により底部分の圧縮比が外壁部分の圧縮比よりも大きくなり底部分の方が外壁部分よりも高密度になったと考えられる。また，外観良好な成形体が作製できた LP:17.5mass%に着目すると，底部分と外壁部分の密度の差が LP:0～15.0mass%と比較すると著しく減少していることがわかる。これは LP の添加により成形時の粉末の流動性が向上し，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

4.1 角穴カップ形状

1)成形圧 30MPa，LP7.5mass%添加した成形体は，全体密度 1.68g/cm³，側壁部分の密度 1.75g/cm³，底部分の密度 1.60g/cm³となり最も高密度となった。

2)側壁部分の圧縮比が底部分の圧縮比よりも大きくなり，その結果，成形体の部分密度は，側壁部分が底部分より高密度となった。

4.2 2重マス型形状

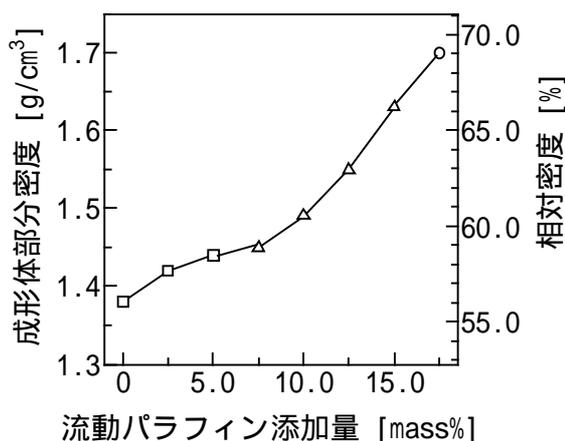
1)成形圧 25MPa，LP17.5mass%の条件で唯一，外観良好な成形体ができ全体密度 1.70g/cm³，相対密度 69.1%を得た。

2)LP17.5mass%添加した成形体は底部分と側壁部分の密度差が減少し良好な成形体を得ることができる。

表 2 2重マス型形状の成形体の外観評価

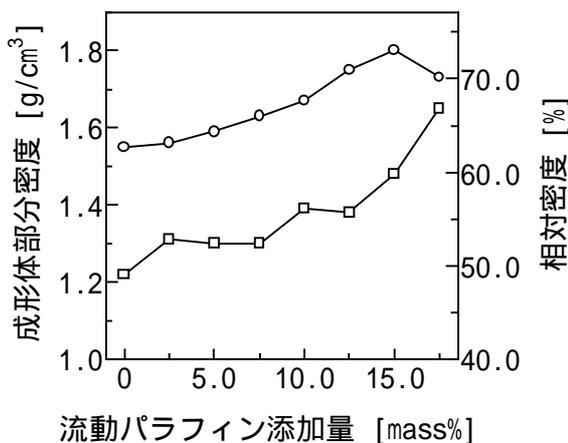
		流動パラフィン添加量 [mass%]							
		0	2.5	5.0	7.5	10.0	12.5	15.0	17.5
成形圧 [MPa]	25	×	×	×					
	50	×	×	×	×	×			

○ : 外観良好な成形体
 △ : [底]+[外壁]+[内壁不完全]
 □ : [底]+[外壁]



○ : 外観良好な成形体の密度
 △ : [底]+[外壁]+[内壁不完全]の密度
 □ : [底]+[外壁]の密度

図 10 成形圧 25MPa における全体の密度



○ : 底の密度
 □ : 外壁の密度

図 11 成形圧 25MPa における部分密度