

ファイン部材の押出成形技術に関する研究

古田祥知子

粒径の異なるアルミナ原料を用い、調合条件の違いによる坏土の流動特性、成形性の変化を評価した。原料粒径の小さい方が混練のためにより多くのバインダーを必要とし、同一配合で比較すると成形体のベタつきが大きかった。バインダーの量を増加させることによりベタつきは解消され、良好な保形性も得られたが流動性は低くなった。

1. はじめに

押出し成形法は、各種セラミックス製品の製造に多く用いられている。最近では燃料電池関連部材をはじめとして製品の利用分野は多様化・高度化しており、極薄シート、肉薄パイプ、極小パイプなど、製品の形状や性能が高度化するに伴い、より厳密な配合条件・成形条件の制御が必要になっている。県内企業においても、高度な部材に対応した製品開発のスピードを速めるために、成形条件検討の基礎材料となる技術データ、すなわち原料種、粒度・粒子形状などの変化に対応した調合条件の変化、坏土中の原料と添加剤の均一分散性制御、混練条件の制御など系統立てた技術データの集積が要望されている。

本研究では、セラミックス成形の基礎となる、種々の原料特性に対応した配合条件、成形条件と成形体特性の傾向等に関する技術データを集積するとともに、高精度なファイン部材を成形する際の製造条件の制御を確立し、製品製造現場における新製品開発に貢献することを目指す。本年度は、粒径の異なるアルミナ原料を用い、変形の少ない堅い坏土の作製を目指して、調合条件の違いによる坏土特性、成形性の変化を評価した。

2. 実験方法

粒径の異なる 2 種類のアルミナ（昭和電工製 AL-170：平均粒径 2.3 μm 、住友化学製 AES-21：平均粒径 0.4 μm ）を原料に用いた。原料に対し、バインダー（ユケン工業 YB-133C）を 8～12mass%、水を 10～20mass% 添加してミキサーで予備混合を行った後、混練機（宮崎鉄工製 MP-30）に 3 回通して坏

土を調製した。

調製した坏土は、レオメータ（島津製作所製 CFT-100D）でせん断応力とせん断速度の相関から流動特性を評価した。また成形特性として、簡易押出成形機で 5mm のノズルから水平に 20mm 押出した時の垂直方向への変形量によって、（2mm 以下）（2 - 4mm）（4 - 8mm）×（8mm 以上）の 4 段階で保形性の評価を行った（図 1）。

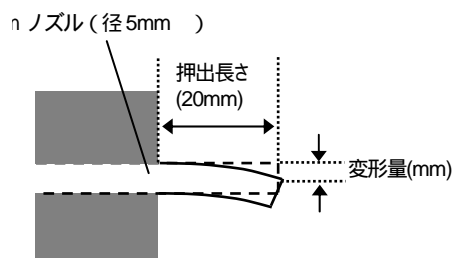


図 1 簡易押出成形による変形量の比較

3. 結果と考察

AL170 を原料に用い、バインダー量を 8mass% として水分量を 10～20mass% まで変化させたときの坏土のせん断応力 - せん断速度の相関を図 2 に、簡易押出成形機で押出した時の成形特性を表 1 に示す。添加する水分量が増加するほど、小さいせん断応力でもせん断速度が大きく高い流動性が得られたが、成形時の変形量は増加した。水分量 17mass% 以上になると、せん断応力 0.15MPa 以下でせん断速度が 100s⁻¹ 以上となり、この領域では変形量が大きく成形体の十分な保形性が得られなかった。なお、水分量 10mass% では水分不足のため混練不可となり坏土が調製できなかった。

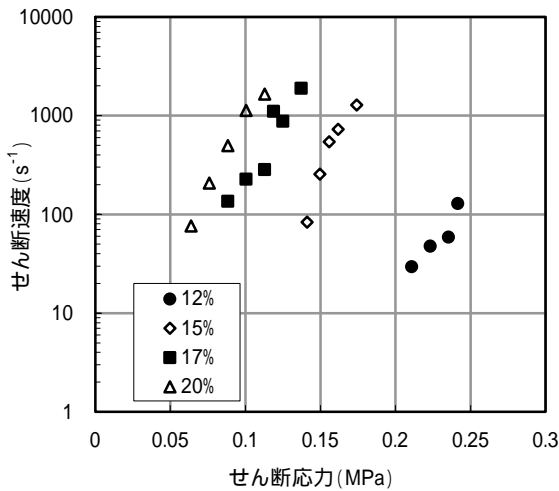


図2 AL-170 (粒径2.3 μ m) にバインダーを8mass%添加して調製した坯土の流動特性に及ぼす水分量の影響

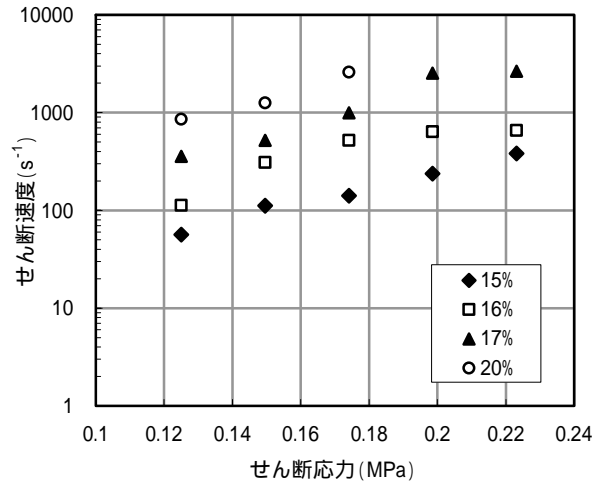


図3 AES-21 (粒径0.4 μ m) にバインダーを8mass%添加して調製した坯土の流動特性に及ぼす水分量の影響

表1 AL-170 (粒径2.3 μ m) で作製した坯土の成形特性

バインダ添加量 (mass%)	水分添加量 (mass%)	保形性	備考
8	10	-	混練不可
8	12		
8	15		
8	17		
8	20	×	

表2 AES-21 (粒径0.4 μ m) で作製した坯土の成形特性

バインダ添加量 (mass%)	水分添加量 (mass%)	保形性	備考
8	12	-	混練不可
8	15		成形体のべたつき大
8	16		成形体のべたつき大
8	17		成形体のべたつき大
8	20	×	成形体のべたつき大

AES-21 を原料に用い、バインダー量を8mass%として水分量を12~17mass%まで変化させたときの坯土のせん断応力 - せん断速度の相関を図3に、簡易押出成形機で押し出した時の成形特性を表2に示す。AL-170と比較しAES-21は粒径が小さいため、混練のためには水分量12mass%でも不足しており、坯土が調製できなかった。また、AES-21においても、添加する水分量が増加するほど、小さいせん断応力で高い流動性が得られたが、図4に示すように、AL-170と比較するとせん断応力の変化量に対してせん断速度の変化が少ない傾向が認められた。成形性・保形性に関しては、水分添加量16mass%までは成形体の変形は小さかったが、AL-170と比べて成形体が全体的にべたつき、成形後にカッティングなどの後加工を施す場合、刃に成形体が粘着しやすく、ハンドリング性が悪い傾向があった。

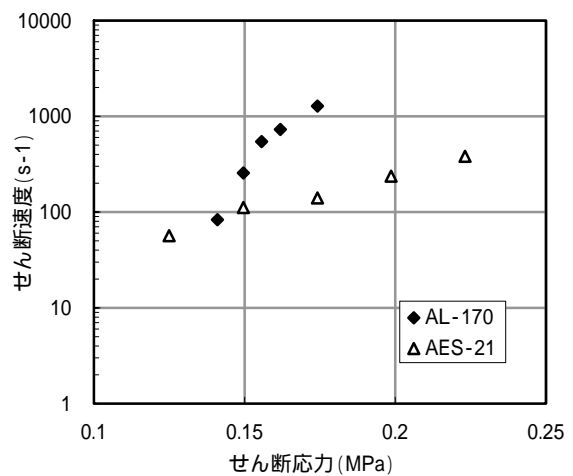


図4 AL-170 (粒径2.3 μ m) 及び AES-21 (粒径0.4 μ m) を用いて同一配合 (バインダー8mass%、水分15mass%) で調製した坯土の流動特性

そこで、バインダーの添加量を 10~12mass%まで増加させて坯土を調製したところ、成形体のベタつきは無くなり、保形性も良好であった(表3)。しかしながらこのときの坯土は、せん断応力 0.25MPa以下の領域でせん断速度がすべて 100s^{-1} と、流動性が低くなった(図5)。

安定して押出成形を行うためには、高い流動性を保ったまま保形性も維持する必要がある。そのため今後は、原料粒径に対応したバインダーと水分量の適正化を図るとともに、潤滑性を増大させ、堅い坯土であっても高い流動性を得られるような添加剤(潤滑剤)についても検討していく予定である。

表3 AES-21(粒径 $0.4\mu\text{m}$)で作製した坯土の成形特性

バインダ 添加量 (mass%)	水分 添加量 (mass%)	保形性	備考
10	14		成形体の ベタつき無し
12	14		成形体の ベタつき無し

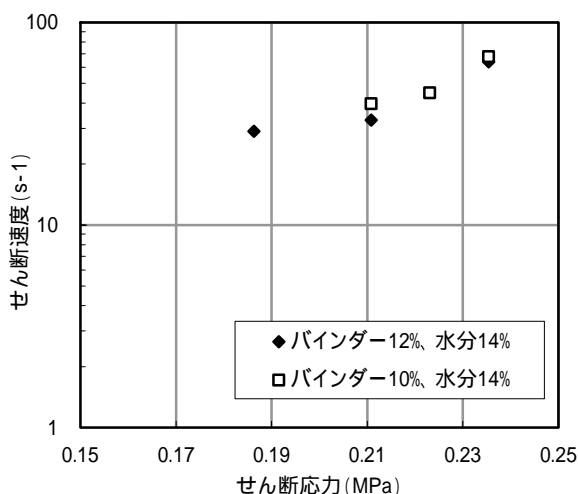


図5 AES-21(粒径 $0.4\mu\text{m}$)を用いて調製した坯土の流動特性

4. まとめ

セラミックス成形の基礎となる、種々の原料特性に対応した配合条件、成形条件と成形体特性の傾向等に関する技術データを集積するとともに、高精度なファイン部材を成形する際の製造条件の制御を確立するため、粒径の異なるアルミナ原料を用い、調合条件の違いによる坯土特性、成形性の変化を評価した。原料粒径の小さい方が混練のためにより多くのバインダーを必要とし、同一配合で比較すると成形体のベタつきが大きかった。バインダーの量を増加させることによりベタつきは解消され、良好な保形性も得られたが流動性は低くなった。今後は坯土の最適な成形条件を得るため、バインダーと水分量の適正化を図るとともに、潤滑性を増大させるための添加剤についても検討する予定である。