

ファインセラミックスの成形

まえがき

ファインセラミックスは、耐熱性、耐食性、耐摩耗性などが非常に優れており、熱交換器、エンジン部品、化学装置、電子部品から刃物、はさみなどの日用品まで多くの産業分野で幅広く使用されている。しかし、自転車部品には靱性値の低さからほとんど使用されていない。そこで、自転車部品にファインセラミックスの適用を図るため調査、実験を行ったので、その概要について報告する。

1. 実験方法

ファインセラミックスの成形法には、鑄込成形、CIP成形、プレス成形、射出成形などがある。今回の実験ではプレス成形などに比べて安価で、作業性が良く、複雑形状品ができる鑄込成形¹⁾を行った。なお、この実験では、アルミナ、ジルコニアの原料粉末を用い、その混合割合を変えて行ったものである。

1・1 石膏型

石膏型は、セラミックス成形体の乾燥収縮、焼結収縮代だけ大きくしたものを作製し、成形体の離型が容易なように二つ割型とした。

1. 2 成形体の作製

使用したアルミナおよびジルコニア原料粉末の特性値を表1に示す。この実験では、平均曲げ強度を大きくするため、ジルコニアの混合量を0, 10, 12.5, 20, 30, 100%として、分散剤、バインダとともに水中に分散し、アルミナ製ボールミルで30時間混合、拡散させた。次に、得られた泥漿を石膏型へ流し込み、75×65×6 mmの板状成形体試料を作製した。

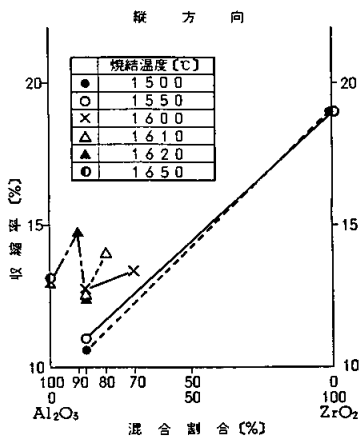


図1 焼結体の収縮率

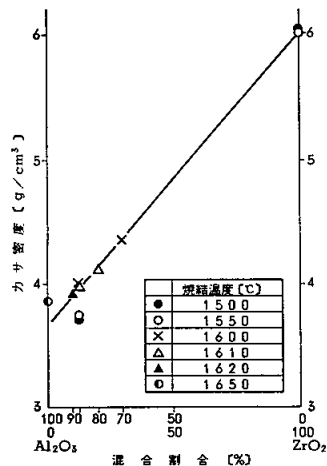


図2 焼結体のかさ密度

表1 アルミナおよびジルコニア原料粉末の諸特性

品 質 項 目	アルミナ	ジルコニア
	AL-160SG-4	HSY-3.0
化		
L.O.I (%)	0.25	0.08
Fe ₂ O ₃ (%)	0.01	—
SiO ₂ (%)	0.01	—
Na ₂ O (%)	0.03	0.03
組		
Al ₂ O ₃ (%)	99.7	—
Y ₂ O ₃ (%)	—	5.3
成		
CaO (%)	—	0.02
ZrO ₂ (%)	—	94.21
真 比 重	3.95	6.1
平均粒子径 (μm)	0.6	0.41
pH (30wt%スラリー)	8.5	8.0

1. 3 焼結

常温で乾燥させた成形体を30°C/hの温度勾配で500°Cまで加熱し、脱バインダ処理を行った後、1500~1650°Cで焼結した。

1. 4 焼結体の諸特性値および評価試験

諸特性値として収縮率、かさ密度および見掛気孔率を求め、評価試験として曲げ強度試験を行った。

収縮率は、成形体焼結前後の大きさの変化から、また、かさ密度および見掛気孔率はアルキメデス法によりそれぞれ求めた。曲げ強度は、板状試料より55×4×3 mmの試料を切り出し、0.8 s以下の表面あらしになるように研摩加工を行ったものを JIS-R-1601に規定されているファインセラミックスの曲げ強さ試験方法により3点曲げ強さを求めた。また、曲げ強度と破壊確率から、フ

インセラミックスの信頼性の目安となるワイブル係数を求めた。

2. 実験結果

焼結体の縦方向収縮率を図1に、カサ密度および見掛気孔率を図2, 図3に示す。

収縮率は12~20%であり、ジルコニアの混合割合が増えるに従って収縮率も大きくなる傾向を示したが、縦、横方向に比較して厚き方向が2~3%大きい。これは焼結の条件にもよるが、成形体の歪みを小さくするため、厚き方向に荷重を加えたことが影響したものと思われる。

また、焼結温度については1,500~1,650℃で行ったが、若干ではあるが焼結温度が上がれば収縮率も大きくなる。

次に、焼結体のカサ密度であるが、アルミナの焼結温度を1,500~1,550℃とした場合、カサ密度が3.71g/cm³となり、表1に示した真比重より小さな値となった。これは焼結温度が低いため焼結体がち密化されず、成形体に含まれるポアが大きいまま残り、カサ密度が小さくなったものと思われる。また、焼結温度が低いと見掛気孔率が増える傾向にある。カサ密度、見掛気孔率とも焼結温度を1,600~1,620℃に上げるにより良くなるものと思われる。しかし、ジルコニア100%の成形体については、1,550℃の焼結温度でカサ密度、見掛気孔率とも良好な値が得られた。

曲げ強度については、図4に示すように、ジルコニアの混合割合が多くなるに従って、大きくなる傾向にあり、

ジルコニア100%ではアルミナ100%より平均曲げ強度は約3倍となった。これはジルコニアが粒成長を抑制する作用と靱性値が高いという特徴があり、HIP焼結すると200kgf/mm²にもなるといわれている。しかし、ジルコニアの混合割合を多くすると曲げ強度のバラツキは大きくなり、ワイブル係数が小さくなった。強度、ワイブル係数、価格などを考慮してジルコニアの混合割合は15~20%が良いと思われる。

まとめ

ファインセラミックスを自転車部品に適用するための基礎的なデータとして、諸特性値を求めた結果、次のことがわかった。

- ① 収縮率はジルコニアの混合割合が増えることにより、また、焼結温度が上がることにより大きくなる。
- ② アルミナ、ジルコニアとも、カサ密度および見掛気孔率は焼結温度が高くなるに従って良好な値を示した。
- ③ 曲げ強度はジルコニアの混合割合が増えることにより高くなる。
- ④ ワイブル係数は、ジルコニア100%の場合を除きジルコニアの混合割合が増えれば小さくなる傾向を示した。

(大阪支所 機械加工課)

参考文献

- 1) 技研ニュース No.114

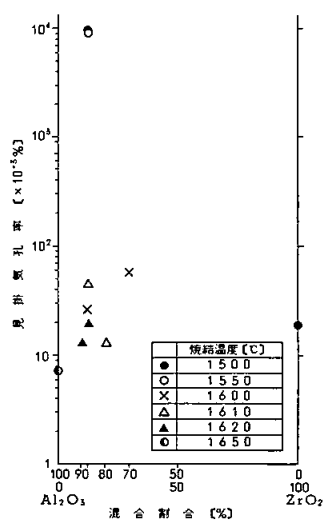


図3 焼結体の見掛密度

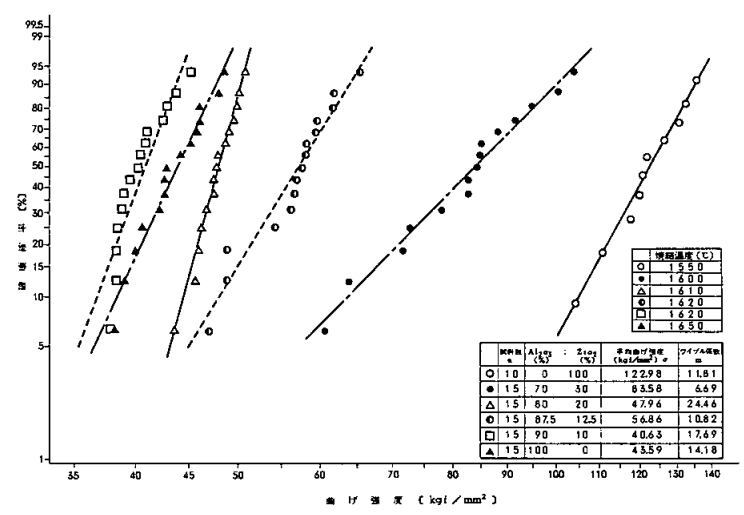


図4 曲げ強度およびワイブル係数