

ファインセラミックスの超塑性加工に関する研究

富山大学 工学部 機械システム工学科

助教授 松木賢司

(昭和63年度研究開発助成 AF-88009)

1. 研究の背景

ファインセラミックスは、種々の優れた特性を有するため、その実用化の促進が期待されている。しかし、その製造成形法が焼結による場合、内部空洞の残存による強度、あるいは仕上がり寸法の不均一性が避けられない。さらに一般に、所望精密部品形状への機械加工工程では極めて難加工材である点も実利用上の大きな妨げとなっている。

しかし、最近、超塑性を示すセラミックスが見出され、その合理的利用によっては難加工性を解決できる現象として注目される。

本研究では、特に顕著な超塑性を示す事が明らかにされているジルコニアセラミックス(3Y-TZP)の冷間圧粉体の高温焼結中に圧縮応力を付加し、その超塑性を利用した焼結の促進と鍛造成形を同時に行う超塑性焼結鍛造に関する基礎的な検討を行った。

2. 実験方法

本実験で使用した試験片は、直径が約25mm、高さ約20mmの $ZrO_2-3mol\%Y_2O_3$ 冷間圧粉成形体である。この冷間圧粉体を、一定加重保持制御可能なインストロン型試験機にSiC発熱体電気炉を組み込んだ焼結鍛造装置を用いて、1450℃で、a) 定速度焼結鍛造、(初期ひずみ速度 $\dot{\epsilon}_1: 5 \times 10^{-5} - 1 \times 10^{-3}s^{-1}$ 、圧縮真ひずみ $\epsilon = 0.5$)、b) 定荷重焼結鍛造、(初期圧縮応力 $\sigma_1: 5 - 50MPa$ 、焼結時間: 2時間)を行い、自由焼結材と焼結特性を比較した。

3. 研究成果の概要

本実験で用いた試験片の初期状態は冷間圧粉体

であるが、 $\dot{\epsilon}_1$ が 5×10^{-5} 、 1×10^{-4} 、 5×10^{-4} および $1 \times 10^{-3}s^{-1}$ で、 $\epsilon = 0.5$ まで焼結鍛造した結果、いずれのひずみ速度に於いても相対密度比が99.0%以上に達し、表面割れを発生する事なく成形が可能であった。これら焼結鍛造後の試験片の内部空洞の数、と空洞面積率に及ぼすひずみ速度の影響を、コンピュータ画像処理して測定した結果、高ひずみ速度に於ける方が空洞数、空洞面積率共に減少し、焼結が促進されることが明らかとなった。焼結鍛造中に測定した、超塑性特性の指標となる m 値が、ひずみ速度の増大にともない、0.3から0.4に増大したことから、各試験片の焼結鍛造に於いて超塑性変形の寄与、すなわち結晶粒界すべりの寄与が初期段階から関与し、高ひずみ速度に於けるほど、ミクロ的には試験片内部の空洞の埋め込み除去、マクロ的には圧縮変形を促進したと考えられる。 $\dot{\epsilon}_1 = 1 \times 10^{-3}s^{-1}$ で $\epsilon = 0.5$ の成形に要する時間は約7minであり、かなり短時間での焼結鍛造が可能である事がわかった。

次に、定荷重焼結鍛造した試験片の3点曲げ強度を測定した結果、 $\epsilon = 0.6$ までひずみを増加した場合、自由焼結の約1.7倍にまで曲げ強度は向上し、また $\epsilon = 1.44$ では曲げ強度の最大値は約170MPaとなり、同材料をHIPして得られた値に匹敵した。

4. おわりに

本研究結果の一部は、日本金属学会第105回大会、及び第53回超塑性研究会(1990)に於いて講演発表致しました。また、近日中に日本塑性加工学会誌に投稿予定であります。

本研究に対するご援助を心より御礼申し上げます。