

# 高速超塑性ジルコニア-30vol%スピネル複合材料

独立行政法人物質・材料研究機構 ナノセラミックスセンター 高融点微結晶グループ  
主任研究員 森田孝治  
(平成 19 年度国際会議等参加助成 AF-2007043)

**キーワード:** 超塑性、セラミックス、塑性加工

## 1. 開催日時

2008 年 1 月 3 日～1 月 8 日

## 2. 開催場所

米国 ハワイ コナ市 シェラトンホテル

## 3. 国際会議報告

The 14<sup>th</sup> International Symposium on Plasticity and its Current Applications (Plasticity 2008) に出席し、ジルコニア-スピネル複合材料における高速超塑性の変形機構について研究発表を行った。

### 3・1. 会議概要

当該会議は“International Journal of Plasticity”を基盤としており、編集長の Khan 教授 (USA) が実行委員長を務め、ほぼ年 1 回の頻度で開催されている。今回が 14 回目の開催となる当該会議は、「塑性」に関しては最も大規模かつ国際的に権威ある会議の 1 つである。今回の会議には、米国やロシア、イギリス、フランス、ドイツ等の欧米、および日本や韓国、中国などのアジア諸国を中心に約 25 カ国の大学、国立および企業等の研究機関から約 250 名 (日本から 15 名程度) の出席があった。

当該会議では、金属材料に加えセラミックスからポリマーにいたる構造材料およびナノ、薄膜、生体に関する先端材料について、塑性に関する基礎基盤の研究から塑性加工に繋がる応用技術までを含めた塑性現象に関する研究全般を包括的に議論することを目的としている。そのため、塑性変形のみならず塑性現象が関連して起こる損傷の発生・成長および破壊現象等の問題に至る研究全般について広範囲な発表・討論が行われた。

### 3・2. 研究発表の概要

セラミックスは、金属に比べ優れた耐熱・耐摩耗・耐食性を有し、過酷な条件下での使用が期待されているものの、難加工性が実用上ネックとなっている。超塑性変形を利用すれば、その形状を金属のように目的形状・寸法に自由に成形することが可能となり、精密塑性加工の実現が期待できる。しかし、既存のセラミックス材料は、超塑性発現の歪み速度が金属に比べ 2-3 桁遅く、実用化の大きな障害となっている。そのため、金属同様に  $10^{-2} \text{s}^{-1}$  以上の極めて速い歪み速度条件でも超塑性 (いわゆる高速超塑性) を発現する新規セラミックス材料の開発が望まれてきた。

我々のグループでは、これまでに種々の酸化セラミックスにおいて高速超塑性の発現を確認した。本研究では、このうちジルコニアに 30vol%スピネルを分散させた 2 相複合酸化物<sup>1),2)</sup>を対象に、その変形機構の解明により、高速超塑性発現のための組織制御指針の構築を目的とした。

種々の条件で変形応力  $\sigma$  と歪み速度  $\dot{\epsilon}$  の関係を評価した結果、2 相材料の応力指数は  $n = 2$  となることが確認された。この値は超塑性変形に特徴的な値であり、粒界すべり機構で説明されている。よって、高速超塑性域でも粒界すべりが支配的に起こっていると考えられる。

ジルコニアおよびスピネル単相材のデータから、複合側モデル<sup>3)</sup>で 2 相材料の変形速度を予測すると、図 1 に示すように isostrain モデルで上手く説明できることが分かった。これは、変形中のジルコニアとスピネル相の歪みおよび歪み速度が同等であることを意味している。この場合、低い変形速度の相が複合材料の変形速度を決めていることになる。変形組織および図 1 の結果を合わせて考えると、複合材料の変形速度は変形しにくい母相のジルコニア相に律速されていると説明出来る。つまり、比較的変形しやすいスピネルが緩和相として機能し、高速化の実現に寄与していることを示唆している。

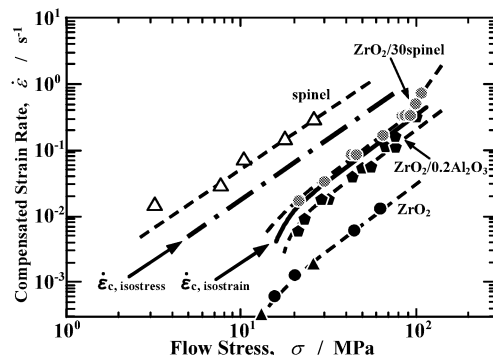


図1 歪み速度  $\dot{\epsilon}$  と変形応力  $\sigma$  の関係: 歪み速度を温度 1823K と粒径  $0.3 \mu\text{m}$  で規格化<sup>2)</sup>

### (1) 謝辞

この度、本国際会議への参加に当たり、財団法人天田金属加工機械技術振興財団より、国際会議参加助成を賜りました。ここに厚く御礼申し上げます。

### (2) 参考文献

- 1) K. Morita, K. Hiraga, B.-N. Kim, Y. Sakka, J. Mater. Res., **22**(2007) 801.
- 2) K. Morita, K. Hiraga and B.-N. Kim, Acta Mater., **55**(2007), 4517.
- 3) J.D. French, J. Zhao, M.P. Harmer, H.M. Chan, G.A. Miller, J. Am. Ceram. Soc., **77**(1994) 2857.