

高速炉の安全性向上のための高次構造制御セラミック制御材の開発

(4) 細孔方位および結晶方位を同時制御した B_4C 制御材の創製

Development of Highly Microstructure-Controlled Ceramic Neutron

Absorbers for Improving Safety of Fast Reactors

(4) Fabrication of Highly Controlled Microstructure in B_4C Control rods by Magnetic Field-Assisted Colloidal Processing

*東 翔太¹, 打越 哲郎¹, 吉田 克己², 鈴木 達¹

¹物質・材料研究機構, ²東京工業大学

抄録: B_4C 、ナイロン 66(N66, $\phi 10 \times 300 \mu\text{m}$)、 Al_2O_3 、CNT からなる 4 成分系スラリーを 12T の回転磁場中においてスリップキャストすることで配向成形体を作製し、続いて放電プラズマ焼結法により焼結体とした。回転磁場中で得た成形体中において N66 が鉛直方向に配向しており、その N66 を加熱除去して形成された柱状気孔は放電プラズマ焼結 (SPS) 後においても保持されており、配向気孔を有する B_4C 焼結体の創製を可能としたことを X 線 CT 法および電子顕微鏡観察像から示した。

キーワード: B_4C 、配向気孔、高次構造制御、スリップキャスト、強磁場配向

1. 緒言

高速炉用 B_4C 制御材の更なる信頼性向上には、中性子照射時の制御材内部に生じる不均一な熱応力の緩和と B_4C 結晶内部に発生・蓄積していく He ガスによる制御材膨張・破損の抑制が重要である。強磁場配向プロセスにより B_4C 母材と繊維系造孔材を同時に配向制御することで、材料の熱的・機械的特性向上だけでなく、中性子吸収能や機械特性等を損なわない最小限の気孔率で効率的な He ガス排気が期待される。本発表では、この He ガス排気孔を有した c 軸配向 B_4C セラミックス作製のため、母材粒子および造孔材の分散スラリーの強磁場印加鋳込み成形から得られる配向成形体を基に高次構造制御焼結体を作製し、得られた配向焼結体の構造評価等を行った結果を報告する。

2. 実験

ポリエチレンイミン (M_w : 10,000) を添加した純水に B_4C 、ナイロン 66(N66, $\phi 10 \times 300 \mu\text{m}$)、 Al_2O_3 、CNT を加えて、自転公転攪拌と超音波照射処理により分散スラリーとした。得られたスラリーは 12T の回転磁場中でスリップキャストすることにより成形体とし、続けて冷間静水等方圧処理 (392MPa, 10min)、400°C 2 時間の加熱処理、SPS 法 (1700 °C × 3 分、Ar 雰囲気) を用いて細孔を有する焼結体とした。

3. 結果

図 1 は回転磁場中でのスリップキャストにより得られた 4 成分系の成形体の断面観察像を示している。成形体中に均一に N66 が鉛直方向に配向していることが確認された。N66 は造孔材として添加しており、400°C × 2 時間の大気中での熱処理により容易に除去可能であり、成形体中に柱状気孔を導入した。その熱処理した成形体を SPS 法により焼結体とし、その断面を観察したところ、図 2 のように鉛直方向に配向した柱状気孔を有する多孔質 B_4C 焼結体の作製に成功した。母材 B_4C 及び、柱状気孔の配向度評価については当日報告する。

参考文献

[1] S. Grasso et al., *Scripta Materialia*, **64**, 256-259 (2011).

本研究は、文部科学省原子力システム研究開発事業の一環で実施している「高速炉の安全性向上のための高次構造制御セラミック制御材」の成果である。

*Shota Azuma¹, Tetsuo Uchikoshi¹, Katsumi Yoshida² and Tohru S. Suzuki¹.

¹National Institute for Materials Science, ²Tokyo Institute of Technology.

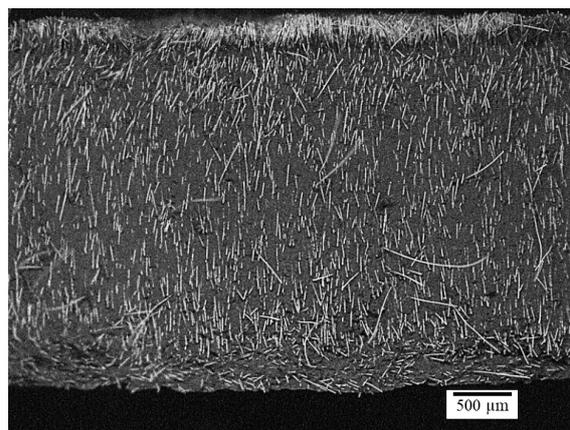


図 1 回転磁場(12T, 1rpm)での 4 成分系スラリーのスリップキャストにより得られた成形体の断面観察像

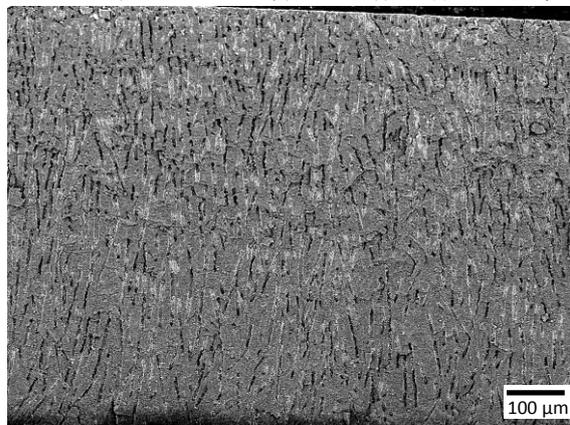


図 2 配向 N66 を含む成形体から得られた配向気孔を有する多孔質 B_4C 焼結体の断面観察像