

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

(1) B₄C 基セラミック制御材の中性子及びヘリウム照射実験

Development of Highly Microstructure-Controlled Ceramic Neutron Absorbers for Improving Safety of Fast Reactors

(1) Neutron and Helium Implantation Test for B₄C-based Ceramics

*牧 涼介¹, Muhammad Fajar², Maletaskic Jelena¹, Gubarevich Anna¹,
片渕 竜也¹, 矢野 豊彦¹, 吉田 克己¹, 鈴木 達², 打越 哲郎²

¹東京工業大学, ²物質・材料研究機構

これまでに我々は微構造（粒子，添加物，気孔等）を同時に制御（高次構造制御）することで熱的特性に優れ、ヘリウム放出機能を有する高速炉用 B₄C 基セラミック制御材の作製に取り組んできた。本発表では、得られた高次構造制御 B₄C 基セラミック制御材の中性子照射効果及びヘリウム放出挙動について報告する。
キーワード：炭化ホウ素(B₄C)，カーボンナノチューブ(CNT)，熱的・機械的特性評価，中性子照射，高速ヘリウムイオンビーム照射，ヘリウム放出挙動評価

1. 緒言

高速炉で用いられている炭化ホウ素 (B₄C) セラミック制御材は、中性子吸収反応に伴うヘリウムの生成や、不均一な温度分布による熱応力割れなどが問題となっている。これまでに我々はカーボンナノチューブ (CNT) を添加することで熱的特性に優れた B₄C 基セラミック制御材を作製してきた。そこで本研究では、得られた B₄C 基セラミック制御材に中性子を照射することで中性子照射効果およびその回復挙動を評価した。さらに、ヘリウム放出機能を付与するために貫通型気孔を導入した高次構造制御 B₄C 基セラミック制御材にヘリウムイオンを照射することで中性子吸収反応に伴う B₄C 中のヘリウム生成を模擬し、加熱によるヘリウムガス放出挙動評価を実施した。

2. 実験方法

所定の組成となるように B₄C, CNT 及び Al₂O₃ 焼結助剤を秤量・混合し、ホットプレス法により焼結することで B₄C 基セラミック制御材を作製した。中性子照射は軽水炉条件(BAMI)で室温, 2×10²⁴ n/m² (≥1 MeV) 及び加圧水型条件(CALLISTO)で 290°C, 1×10²⁴ n/m² (≥1 MeV)でそれぞれ行った。照射試料のスウェリング評価、電子顕微鏡による微構造観察及び熱的特性評価を行い、中性子照射効果および加熱に伴う回復挙動を検討した。また、貫通型気孔を導入した高次構造制御 B₄C 基セラミック制御材に高速イオンビーム照射装置により 30MeV でヘリウムイオンを照射し、質量分析計付属示差熱分析装置(TG-MS)を用いて加熱することでヘリウムガスの放出挙動を評価した。

3. 結果及び考察

Figure 1 にヘリウムイオンを照射した(a)貫通型気孔を有する高次構造制御 B₄C 基セラミック制御材及び(b)緻密な制御材の加熱に伴うヘリウム放出挙動を示す。試料(a)において 300-400°C でヘリウム放出挙動が見られ、貫通型気孔の導入が B₄C 制御材中のヘリウム放出に有効であることが明らかとなった。研究結果の詳細については、当日発表する。

【謝辞】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。

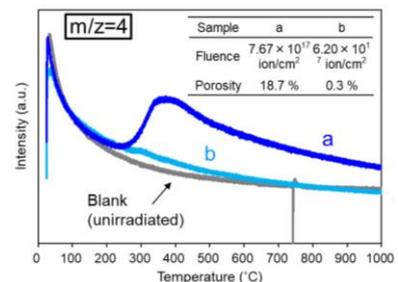


Fig. 1 Helium release behavior of He-implanted highly microstructure-controlled B₄C-based ceramics

*Ryosuke S. S. Maki¹, Fajar Muhammad¹, Jelena Maletaskic¹, Anna Gubarevich¹, Tatsuya Katabuchi¹, Toyohiko Yano¹, Katsumi Yoshida¹, Tohru. S. Suzuki² and Tetsuo Uchikoshi²

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