

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

(6)高速炉用 B₄C 制御材の照射後組織評価

Development of Highly Microstructure-Controlled

Neutron Control Ceramics for Improving Safety of Fast Reactors

(6) Evaluation of Microstructure of B₄C Absorber Material for Fast Reactor after Irradiation

*静川 裕太¹, 前田 宏治¹, 井上 利彦¹, 関尾 佳弘¹, 吉田 克己²

¹原子力機構, ²東京工業大学

高次構造セラミック制御材の開発に資するため、「常陽」で照射した B₄C について、核変換 He の蓄積挙動に着目した透過電子顕微鏡 (TEM) 観察を実施した結果、He バブルの粒内での均一形成及び粒界での蓄積が確認され、照射に伴うバブルの成長・凝集・粗大化が認められた。

キーワード : B₄C 制御材、TEM 観察、He 生成

1. 緒言

高速炉で使用されている B₄C ペレット制御材は、中性子照射による ¹⁰B の (n,α) 反応で生成した He の蓄積によってスエリングし、クラック及びリロケーションが生じるため、吸収材-被覆管機械的相互作用 (ACMI) が誘起される。このため、高速炉の安全性向上を目的として、B₄C ペレットのスエリングを抑制するための高次構造制御材の開発を進めている。本研究では、高速実験炉「常陽」で照射した B₄C ペレットの微細組織を観察して、B₄C 照射ペレットにおける He バブルの存在状態を把握した。

2. 試験方法

本試験には ¹⁰B 濃縮度が 90wt%で且つ理論密度が 90%T.D.又は 95%T.D.の B₄C ペレット制御材を組織観察に用いた。それぞれの照射条件を表 1 に示す。照射後のそれぞれの B₄C ペレット制御材について、集束イオンビーム加工観察装置による試料採取後、TEM による粒内及び粒界近傍の微細組織観察を実施し、He バブルの形状、配向性、サイズ及び分布を評価した。

表 1. 照射条件

照射温度 [°C]	照射量 [10 ²⁰ cap/cc]	理論密度 [%]
676	97	90
434	31.4	95
653	33.7	95
800	30	95

3. 結果・考察

図 1 に、代表例として 676°C、97×10²⁰cap/cc 及び 653°C、33.7×10²⁰cap/cc まで中性子照射した B₄C ペレット制御材の微細組織を示す。粒内では配向性を有する長径 10~40nm 程度の平板状バブルが均一に形成され、部分的にバブル同士が凝集し、粗大化していることが確認された。また、粒界では粒内で生成された He バブルが粒界シンクの影響により多量に蓄積し、粗大化していた。これは 90%T.D.よりも 95%T.D.の試料で顕著であり、90%T.D.の試料では粒内の空孔が He バブルのシンクとして働き、粒界での He バブルの粗大化を抑制したためであると考えられる。

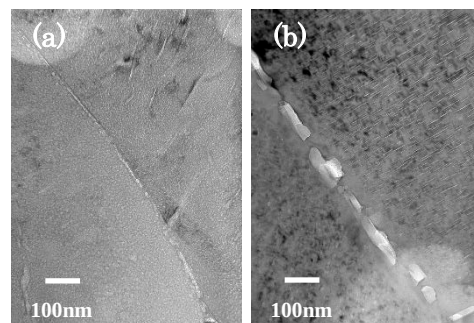


図 1 「常陽」照射 B₄C 試料の微細組織写真
(a)照射温度：676°C，照射量：97×10²⁰cap/cc，90%T.D.
(b)照射温度：653°C，照射量：33.7×10²⁰cap/cc，95%T.D.

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。

*Yuta Shizukawa¹, Maeda Koji¹, Toshihiko Inoue¹, Yoshihiro Sekio¹ and Katsumi Yoshida²

¹JAEA, ²Tokyo Institute of Technology.