

空白
(縦横 30mm のスペー
スを必ず空ける)
502-1 原子力材料、環境劣
化、照射効果、評価・分析技術

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

(5) 制御棒反応度価値への影響評価

Development of Highly Microstructure-Controlled Ceramic Neutron Absorbers
for Improving Safety of Fast Reactors
(5) Evaluation of effect on control rod worth

原子力機構
東工大・先導研

○前田 茂貴
Shigetaka MAEDA
牧 涼介
Ryosuke MAKI

板垣 亘
Wataru ITAGAKI
吉田 克己
Katsumi YOSHIDA

前田 宏治
Koji MAEDA

高次構造制御セラミック制御材において、添加物及びそれに伴う組成変化の制御棒反応度価値への影響を評価した。アルミニウム及びカーボンナノチューブ添加の制御棒反応度価値への核的影響はなく、添加物量に応じて B₄C 量、すなわち ¹⁰B が減少することにより反応度価値が低下する影響のみであった。

キーワード： 高速炉、高次構造制御セラミック制御材、制御棒価値、安全性向上

1. 緒言 高速炉の安全性向上のために開発している高次構造制御 B₄C 基セラミック制御材は、アルミナ及びカーボンナノチューブを添加して、気孔径、気孔形状、気孔配向等により熱的及びスエリング特性を改善して長寿命化を図るものである。本報告では、添加物及びそれに伴う組成変化について、制御材の組成をパラメータとした制御棒反応度価値への影響を評価した結果を報告する。

2. 評価条件 高速実験炉「常陽」MK-III 炉心における最大反応度価値を有する制御棒を対象に、表 1 に示す制御材組成をパラメータとして制御棒価値を評価した。解析手法は、高速炉の炉心核特性解析に標準的に用いる JUIETR 標準解析手法と JENDL-3.2 に基づく炉定数 JFS-3-J3.2R を用いた。

3. 結果及び考察 B₄C 制御材の ¹⁰B 充填量をパラメータし、制御棒反応度価値との関係性を評価した結果を図 1 に示す。¹⁰B 充填量と制御棒反応度価値の関係は 2 次の近似曲線（赤線）になることを確認した。¹⁰B 充填量が現行仕様～20%の範囲においては、ほぼ線形相関といえる。B₄C を減少させず異種物質を添加したケースも近似曲線上にあることから、Al、CNT とともに反応度への影響がないことが確認できた。これは核反応断面積の形状からみても妥当な結果である。また、制御棒反応度価値は異種物質添加量に応じて B₄C 量が減少することにより、単純に ¹⁰B が減少することにより低下している。この反応度低下は炉心設計において考慮可能なレベルであり、また、「常陽」実機においても気孔径、外径、濃縮度等により緩和が可能な範囲であった。

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。

表 1 B₄C 制御材の物性値

項目			値
¹⁰ B 濃縮度 [wt%]			90.0
密度 [g/cm ³]	B ₄ C	気孔率 10% (現行仕様)	2.14
		気孔率 0%	2.38
	Al		2.7
	CNT		1.8
異種物質 添加量 [wt%] (B ₄ C/Al/CNT)	基準		100/0.0/0.0
	B ₄ C	Al	100/5.3/0.0
		Al+CNT	100/5.5/17.2
	減少無※	Al	94.7/5.3/0.0
		Al+CNT	77.3/5.5/17.2

※異種物質の添加効果を分離するために使用

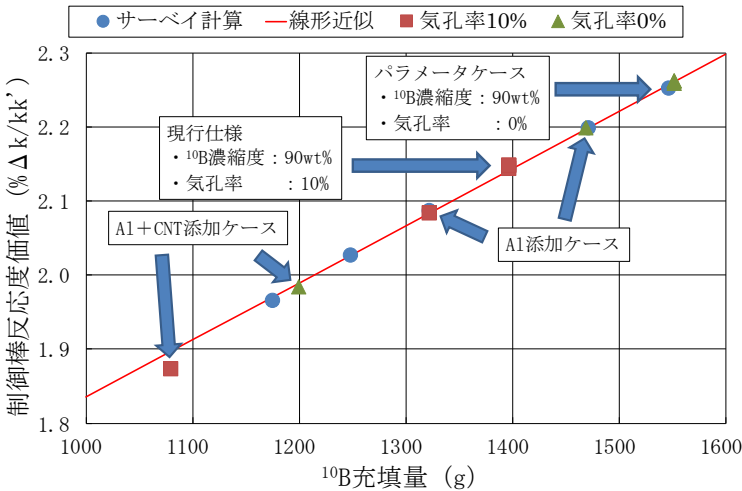


図 1 ¹⁰B 充填量と制御棒反応度価値の関係