

安全性を追求した革新的炉心材料利用技術の研究開発

(1) 炉心用 SiC の作製と特性評価

Research and Development of Innovative Technologies
for Nuclear Reactor Core Material with Enhanced Safety

(1) Development and Evaluation of SiC Material for Nuclear Reactor Core Application

*檜木 達也¹, 鹿野 文寿², 兵藤 義浩²

¹京都大学, ²株式会社 東芝

SiC 複合材料は、作製方法により結晶粒サイズや不純物が異なる。本研究では、耐高温水特性や耐高温水蒸気特性に及ぼす不純物等の影響を考慮し、炉心用 SiC 材料の開発を行った。

キーワード：事故耐性燃料、微細組織、不純物、粒界、SiC/SiC 複合材料

1. 緒言

SiC の優れた耐酸化特性から、SiC 複合材料は軽水炉における事故耐性燃料として応用が期待されている。SiC 複合材料は、作製方法により結晶粒サイズや不純物が異なり、通常時の耐高温水特性や事故時の耐高温水蒸気特性は、これらの材料特性に大きく依存する。液相焼結材においては、アルミナやイットリア等の残存不純物が腐食を促進することがこれまでに明らかになっている。また、SiC 複合材料においては繊維/マトリックスに C 相が存在する場合は、高温酸化雰囲気で大強度特性は劣化してしまう。本研究では、高温水特性や高温水蒸気特性に及ぼす材料特性の影響を考慮した、炉心用 SiC 材料の開発を目的とする。

2. 材料開発方針

中性子照射環境下では、結晶性の高い SiC が優れた寸法や強度の安定性を示すことが明らかになっており、CVD 法と液相焼結法を中心に検討を行った。マトリックス参照材として、高純度 CVD SiC (The Dow Chemical Company 製) と焼結助剤量(～12wt%) や助剤成分、助剤の分散方法の異なる液相焼結材を作製して用いた。高温水腐食は粒界や三重点から進展するため、これらに存在する腐食に弱い不純物の軽減を目指した。SiC 複合材料は、耐高温水、耐高温水蒸気特性に優れた SiC マトリックスと組み合わせ、C 等の繊維/マトリックス界面相を用いない材料開発を進めた。

3. 結論

液相焼結材は、基本的に焼結助剤量を減らすと密度や強度が低下する傾向にある。耐腐食特性を考えた場合に、アルミナやイットリアの焼結助剤量を減らす必要があるが、強力な分散が可能なスパイクミルを用いても、3wt%程度が密度を極端に下げない限界であった。特に耐高温水特性に優れた焼結助剤成分の検討を行い、Al 成分を低減することで、耐高温水特性に非常に優れていることが明らかになり、焼結助剤の調整を行い、気孔率を 3%以内に制御した材料を開発し、耐高温水特性を飛躍的に向上させた SiC 材料の開発に成功した。SiC 複合材料に関しては、粒子分散マトリックス複合材料の開発を行い、耐高温水、耐高温水蒸気特性に優れた SiC 複合材料を開発した。

本研究内容はエネルギー対策特別会計に基づき、文部科学省から株式会社東芝が受託した平成 27 年度「安全性を追求した革新的炉心材料利用技術に関する研究開発」の成果である。

*Tatsuya Hinoki¹, Fumihisa Kano² and Yoshihiro Hyodo²

¹Kyoto Univ., ²TOSHIBA Corporation