

安全性を追求した革新的炉心材料利用技術の研究開発

(6) 総合評価・炉心過渡安全特性解析

Research and development of innovative technologies

for nuclear reactor core material with enhanced safety

(6) Plant feasibility evaluation, transient and safety analysis

*瀬部 芙美絵¹, 木村 礼¹, 武内 豊¹, 垣内 一雄¹, 小此木 一成¹

¹株式会社東芝

福島第一原子力発電所の事故を踏まえ、事故耐性の高い燃料を目指し、Zry（ジルカロイ）に替えて SiC（炭化ケイ素）を軽水炉の炉心材料に適用する研究を進めている。本稿では、SiC を適用した際の炉心過渡事象、シビアアクシデント事象に与える影響を評価した。

キーワード：SiC 被覆管，SiC チャンネルボックス，高温蒸気酸化反応，燃料熔融温度

1. 緒言

炉心材料に SiC を適用した場合、Zry との物性値や高温蒸気による酸化反応モデルの相違によりプラント挙動が変化することが考えられる。そこで本研究では、SiC 特性を考慮した炉心過渡解析、シビアアクシデント事象の安全解析を実施し、Zry とのプラント挙動の相違を評価した。

2. 過渡解析

BT（沸騰遷移）が発生する保守的な過渡事象である外部電源喪失による全 RIP トリップを対象に、SiC 被覆管を適用した場合の影響を評価した。解析は、SiC 物性値を適用した核熱水力過渡安全最適評価コードを用いた。図 1 に BOC 条件における被覆管内面温度の応答を示す。SiC と Zry の熱伝導度差により、SiC では初期温度が若干高いが、ヒートアップ挙動に顕著な違いは認められなかった。

3. 過酷事故解析

高圧炉心損傷事象である TQUX 事象を対象に、高温蒸気による SiC 酸化反応モデルを適用したシビアアクシデント解析を実施した。本コードでは、被覆管及びチャンネルボックスの材質を SiC、Zry から個別に選択できる。図 2 に燃料最高温度の応答を示す。Zry では、1400K より急激に温度上昇するのに対して、SiC の温度上昇は緩慢であった。被覆管もしくはチャンネルのいずれかに SiC を適用すれば Zry 炉心に比べ効果があることを期待できる可能性がある。

4. 結論

SiC の物性値及び酸化反応モデルを適用した安全解析より、プラント挙動を評価し、SiC が安全性向上に大きく寄与することを確認した。今後、SiC の高温条件での物性値及び酸化反応モデルの反応係数については不確実性が大きいとため、更なる特性の詳細データを収集し、燃料設計の進展に応じて評価精度を向上させていく。

本研究は、エネルギー対策特別会計に基づく文部科学省からの受託事業として株式会社東芝が実施した平成 26 年度～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。

*Fumie Sebe¹, Rei Kimura¹, Yutaka Takeuchi¹, Kazuo Kakiuchi¹ and Kazunari Okonogi¹

¹ TOSHIBA Corporation

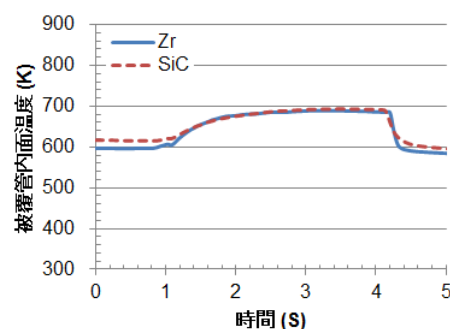


図 1. 過渡解析結果

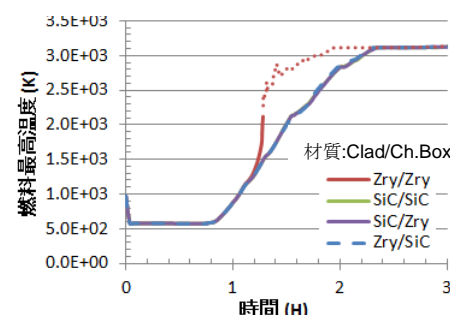


図 2. 安全解析結果