

事故耐性燃料としての SiC 複合材被覆管の既設 PWR への適用性に関する評価
(1)炉心核特性への影響評価

The evaluation on the applicability of SiC composite fuel cladding
for the Accident Tolerant Fuel to the existing PWR plants
(1) Evaluations of influence on core neutronics characteristics

*山路和也¹，桐村一生¹，小坂進矢¹，山下真一郎²
¹三菱重工業，²日本原子力研究開発機構

事故耐性燃料（ATF：Accident Tolerant Fuel）の被覆管材として SiC 複合材を使用した場合の PWR 炉心核特性への影響を評価した。SiC 被覆管は従来被覆管材に比べて熱伝導率が低く、燃料温度が高くなることから、反応度停止余裕が低下する影響が確認されたが、制御棒増設により既設炉心と同等の反応度停止余裕を確保でき、炉心が成立する見込みを得た。

キーワード：事故耐性燃料、SiC 複合材、被覆管、PWR、炉心核特性

1. 緒言

事故耐性燃料の被覆管材として SiC 複合材を使用した場合の炉心核特性への影響を評価した。

2. 解析条件

既設 PWR での被覆管材質ジルカロイ 4 を SiC に変更することによる炉心核特性への影響を確認するため、主要な炉心核特性である臨界ほう素濃度、出力ピーキング係数、反応度停止余裕、反応度係数（減速材、ドップラ）等への影響に着目して評価を実施した。炉心は国内既設 4 ループ相当、燃料のウラン濃縮度は 4.8wt%、サイクル長は国内既設炉心を踏襲した 13 ヶ月を仮定した。炉心計算には MHI の炉心解析コードシステム GalaxyCosmo-S を用いた。

3. 解析結果

SiC 被覆管は従来被覆管材に比べて熱伝導率が低く、燃料温度が高くなるため、表 1 に示すように反応度停止余裕が低下（出力欠損が増加）する影響が確認されたが、制御棒を国内既設 4 ループ炉心から増設することにより、SiC 被覆管を採用しても、既設炉心と同等の停止余裕となる見込みが得られた。その他、出力ピーキング係数や反応度係数等の主要な炉心核特性は大きな変化はないことを確認した。

表 1 反応度停止余裕の比較（サイクル末期） 単位[% Δ k/k]

被覆管材質	制御棒価値	出力欠損 (ボイド効果込)	反応度 停止余裕*	制御棒価値 (制御棒増設)	反応度停止余裕 (制御棒増設)
ジルカロイ 4(既設)	4.56	2.61	1.95	-	-
SiC	4.65	3.59	1.06	5.34	1.75

*反応度停止余裕＝制御棒価値－出力欠損

4. 結論

SiC 被覆管採用により燃料温度が増加しても、制御棒増設による制御棒価値の増加により既設炉心と同等の反応度停止余裕が得られ、炉心が成立する見込みが得られたが、制御棒増設に依らない場合は、燃料温度を低下させる等の対策が必要である。今後、燃料棒の細径化等の燃料設計変更による燃料温度低下策の検討を進めることが望まれる。

本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 28 年度 発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業（安全性向上に資する新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた技術基盤整備）の成果である。

*Kazuya Yamaji¹, Kazuki Kirimura¹, Shinya Kosaka¹, and Shinichiro Yamashita² ¹Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. ²Japan Atomic Energy Agency