

MA 入り Pu 金属燃料高速炉サイクルによる革新的核廃棄物燃焼システムの開発 (17) 炉心検討と燃料健全性評価

Development of Innovative Nuclear Waste Burning System by Fast Reactor Cycle Using Pu Metallic Fuel
with MA (17) Core Design and Fuel Integrity Evaluation

*坪井靖¹、有江和夫¹、原昭浩¹、山岡光明¹、太田宏一²、有田裕二³

¹東芝エネルギーシステムズ、²電中研、³福井大学、

U を含まない MA 入り Pu 金属燃料高速炉サイクルにおいて、TRU 金属燃料炉心の炉心を設計し、本炉心の燃料の健全性評価を行い成立の見通しを得た。

キーワード：TRU 燃焼、ウラン無し TRU 金属燃料高速炉サイクル、炉心設計、燃料挙動

1. 目的

U を含まない MA 入り Pu 金属燃料 (TRU 金属燃料) の炉心を設計し、本炉心での燃料健全性を評価し、成立性を確認する。

2. 炉心設計

炉出力 714MWth の TRU 金属燃料炉心を設計した。燃料組成は融点が U 有燃料(U-TRU-10wt%Zr)と同程度となる、TRU-40wt%Zr 燃料を用い、それに伴う燃料熱伝導の低下⁽¹⁾に対応し線出力を制限した。U 無しに伴うドップラー係数の低下、ボイド反応度の増加に対しては、炉心高さを 55cm と低くし、減速材ピンと燃料ピンを混合し装荷した。また燃料組成では軽水炉取出し組成と、マルチリサイクルの Pu 組成に対して設計し、マルチリサイクルによりフィッサイルが低下した燃料を扱う場合は、集合体中の減速材(BeO)ピン／燃料ピンの比率を変えて臨界性及び出力分布を調整した。設定した炉心配置と燃料集合体構成を図 1 に示す。

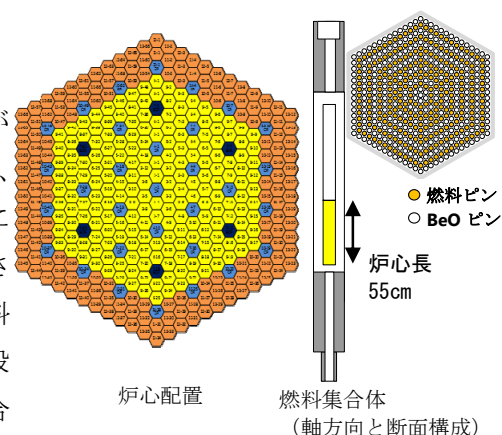


図 1 炉心配置、燃料集合体構成

3. 燃料健全性評価

TRU 金属燃料の照射挙動の特徴を踏まえて調整をした金属燃料照射挙動解析コード ALFUS⁽²⁾により、燃料照射条件と被覆管内面腐食防止のバリア材装荷を考慮した燃料仕様により燃料健全性評価を行った。図 2 に定格時のクリープ破断に関する累積損傷和 (CDF) の燃焼度依存性を示す。寿命末期においても CDF は十分に 1 を下回っており、照射期間を通じて燃料は健全である見通しである。

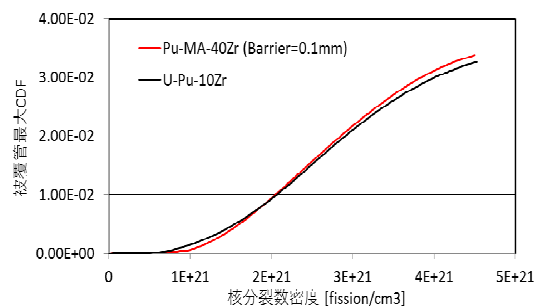


図 2 燃料健全性解析評価結果

4. まとめ

U を含まない TRU 金属燃料について、軽水炉取出し燃料とマルチリサイクル燃料を用いた炉心を設計し、本炉心の燃料健全性評価を評価し成立の見通しを得た。

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として実施した。

参考文献

[1] Y. Arita et al., “Innovative TRU burning Fast Reactor Cycle Using U-free TRU Metallic Fuel –Estimation of Thermal properties of Pu-Zr Metal Fuel” Asian Nuclear prospect 2016 Nuclear Fuel Cycle for Sustainable Energy Supply and Human Properties Tohoku-Univ., Sendai ,Japan. [2] T. Ogata and T. Yokoo, “Development and validation of ALFUS: An irradiation behavior analysis code for metallic fast reactor fuels”, Nucl. Tech., 128, 1999.

*Yasushi Tsuboi¹, Kazuo Arie¹, Akihiro Hara¹, Mitsuaki Yamaoka¹, Hirokazu Ohta² and Yuji Arita³

¹Toshiba Energy Systems & Solutions Corporation, ²CRIEPI, ³Univ. of Fukui