

環境負荷低減軽水炉を用いた核燃料サイクル概念の構築

(8)FORSETI™概念適用による超ウラン元素生成低減と崩壊熱低減効果に関する検討

Concept of a Nuclear Fuel Cycle Using an Environmental Load-Reducing Light-Water Reactor

(8) Reduction of TRU Generation and Decay Heat Obtained by FORSETI™ Fuel Design Concept

*平岩 宏司¹, 木村 礼¹, 和田 伶志¹, 山岡 光明¹, 吉岡 研一¹

¹東芝エネルギーシステムズ(株)

FORSETI™型ウラン使用済み燃料では通常の燃料より核分裂性プルトニウム割合が大きく増加する。このプルトニウムを用いた MOX 燃料では環境負荷低減効果とともに Pu 消費量時間効率が增大する効果がある。

キーワード：潜在的放射性毒性,超ウラン元素,崩壊熱,プルトニウム,環境負荷低減

1. 緒言

潜在的放射性毒性（以下、有害度）の発生元の軽水炉に注目し有害度等低減が可能な環境負荷低減軽水炉と核燃料サイクル概念の構築を行っている。FORSETI™ 型ウラン(以下、U)燃料から得られるプルトニウム（以下、Pu）を用いた FORSETI™ 型 MOX 燃料により環境負荷が低減されるとともに Pu 消費量が倍増する。

2. FORSETI™ 型 MOX 燃料の超ウラン元素生成特性と再処理冷却期間短縮による Pu 消費量増大効果

図 1 に FORSETI™ 型 MOX 燃料の燃焼後の主要超ウラン元素（以下、TRU）の重量割合を示す。初期の ²³⁹Pu/Pu 比が向上することで中性子毒物となる ²⁴⁰Pu 重量割合が減少し核分裂性 Pu（以下、Puf）富化度が低下する。さらに初期に存在する高次 Pu が少ないことによって ²³⁸Pu、²⁴¹Pu、²⁴¹Am、²⁴⁴Cm 生成が従来型の標準 MOX に比べて概ね半減する。このように MOX 型においても有害度や発熱に影響が大きい TRU が低減する。図 2 に崩壊熱増加に伴う冷却必要年数と MOX 燃料の Pu 消費量を冷却期間で除した Pu 消費量時間効率の関係を示す。ここで横軸は燃焼度一定のもとで MOX 燃料の Pu を ²³⁵U に連続的に置換していったことを示している。必要冷却期間は使用済みウラン燃料 15 年冷却後と同じ崩壊熱になる年数を求めた。冷却期間は標準 MOX 燃料で 136 年に対し FORSETI™ 型 MOX 燃料では 50 年と短縮される。Pu 消費量時間効率は標準 MOX では Put/²³⁵U が 1 以上の範囲では変化が少なく 2.5 付近で極大になるのに対し、FORSETI™ 型 MOX 燃料では 3.3 で極大となる。極大値で比較すると FORSETI™ 型は標準型に比べ Pu 消費量時間効率は倍増となる。

本研究は令和元年度文部科学省原子力システム研究開発事業の一環として東芝エネルギーシステムズ(株)、大阪大学、東京工業大学が実施した成果の一部である。

本研究は令和元年度文部科学省原子力システム研究開発事業の一環として東芝エネルギーシステムズ(株)、大阪大学、東京工業大学が実施した成果の一部である。

参考文献

[1] 環境負荷低減型軽水炉を使った核燃料サイクル概念の構築、平成 30 年度「原子力システム研究開発事業」、「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」、「廃止措置研究・人材育成推進事業」成果報告会

*Kouji Hiraiwa¹, Rei Kimura¹, Satoshi Wada¹, Mitsuaki Yamaoka¹, Kenichi Yoshioka¹

¹Toshiba Energy Systems and Solutions Corporation

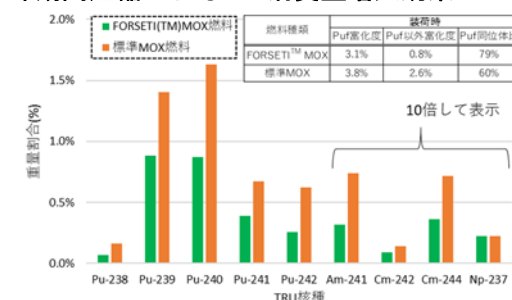


図 1 取出時の主要超ウラン元素重量割合

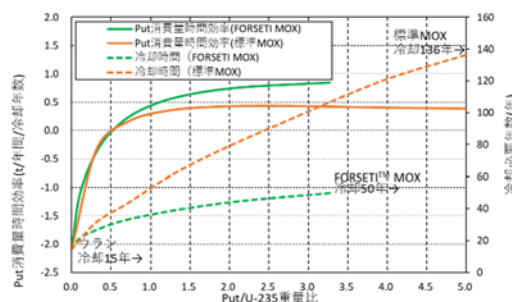


図 2 再処理までの必要冷却期間とPut消費量利用効率