

## 軽水炉における放射性毒性量最小化の検討

### 4) : MOX 燃料母材濃縮度等の放射性毒性への影響評価

Study on Minimization of Radiotoxicity of LWR Spent Nuclear Fuel

#### 4) Study on effects to the radioactive toxicity of the enrichment of MOX fuel

\*櫻井 俊吾<sup>1</sup>, 木村 礼<sup>1</sup>, 吉岡 研一<sup>1</sup>, 平岩 宏司<sup>1</sup>

<sup>1</sup> (株) 東芝

原子力の環境負荷低減を目指し、軽水炉における放射性毒性低減について検討を行っている。本報では、MOX 燃料とウラン燃料を混在させると両者の干渉効果により放射性毒性が変化すること及び MOX 燃料母材のウラン濃縮度の放射性毒性に対する影響を報告する。

**キーワード：**超ウラン元素 軽水炉 核変換 放射性毒性 MOX 燃料

#### 1. 緒言

TRU 等の発生元となっている軽水炉での使用済み燃料中の長期的な有害度低減の可能性について、既設炉も含め検討する。具体的には炉や燃料の仕様等、燃焼度を最適化することで軽水炉使用済み燃料に含まれる有害度をどこまで低減することができるか検討している<sup>[1]</sup>。2015 年秋の大会にて、ウラン燃料の放射性毒性 (Sv/GWd) 低減法<sup>[2]</sup>、MOX 燃料の形状を最適化することによる放射性毒性低減法<sup>[3]</sup>を示した。本報では、MOX 燃料とウラン燃料を混在装荷した場合の放射性毒性への影響及び MOX 燃料母材濃縮度が放射性毒性に与える影響を報告する。

#### 2. 評価方法

9×9 燃料を対象に核計算コードを用い、サイクル燃焼度を 10GWd/t に固定して評価した。MOX 燃料と UO<sub>2</sub> 燃料の装荷比を変えて両者の干渉が放射性毒性への影響を評価した。MOX 燃料母材濃縮度をパラメータとし、サイクル末期燃焼度での無限増倍率が一致するように Pu 富化度を調整している。

#### 3. 結果と考察

##### 3.1 MOX 燃料と UO<sub>2</sub> 燃料の混在装荷

図 1 に示すように全ピン MOX 棒集合体 (以後、全 MOX) と UO<sub>2</sub> 燃料を混在装荷すると単独で装荷した場合に比べ使用済み燃料の放射性毒性は低下する。全 MOX と UO<sub>2</sub> 燃料の混合装荷比が 1 対 3 と 1 対 1 では低下量に差はほとんどない。これは、放射性毒性の低減が UO<sub>2</sub> 燃料は熱中性子が多く、UO<sub>2</sub> 燃料から MOX 燃料に熱中性子が流れ込むことによるためである。さらに、全 MOX に比べ、MOX 燃料棒とウラン燃料棒を集合体内で混在させる部分 MOX は、より放射性毒性を低減出来ることが分かる。これは、ウラン燃料棒から熱中性子が MOX 燃料に効率よく供給されることによる。

##### 3.2 MOX 燃料母材濃縮度

MOX 燃料母材濃縮度を高めると発生エネルギー当りの放射性毒性 (Sv/GWd) は図 2 に示すように低下する。これは、母材濃縮度を高めることにより、Pu の装荷量が減り、中性子束スペクトルが軟らかくなることにより放射性毒性への寄与が大きい <sup>241</sup>Pu が燃焼により減少することと Pu 由来の放射性毒性が減少することによる。

#### 4. 結言

MOX 燃料、燃料棒の配置や母材中の Pu 量を工夫することなどでスペクトルを柔らかくして放射性毒性の減衰速度を有意に加速できることが分かった。ただし、MOX 燃料の装荷ができるプラント基数を増やすなどが必要。

#### 参考文献

- [1] 平岩 他、軽水炉における放射性毒性量最小の検討；1) 研究概要、2015 秋の大会 A01  
 [2] 櫻井 他、軽水炉における放射性毒性量最小の検討；2) 高減速と高燃焼度の組合せの最適化検討、2015 秋の大会 A02  
 [3] 木村 他、軽水炉における放射性毒性量最小の検討；3) 自己遮蔽効果低減燃料と核特性評価、2015 秋の大会 A03

\*Shungo Sakurai<sup>1</sup>, Rei Kimura<sup>1</sup>, Kenichi Yoshioka<sup>1</sup> and Kouji Hiraiwa<sup>1</sup>

<sup>1</sup>TOSHIBA Corporation

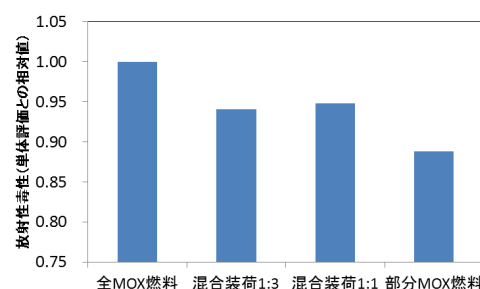


図 1 混在装荷の干渉効果

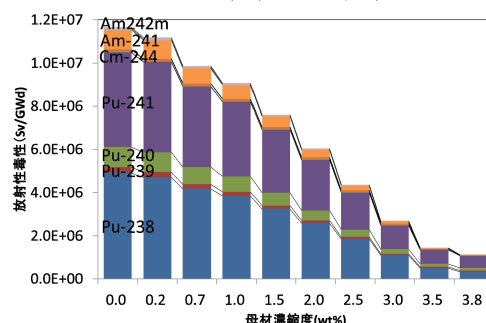


図 2 放射性毒性 (Sv/GWd) の母材濃縮度依存性 (MOX 燃料)