

21 世紀後半に向けた廃棄物管理の選択肢：Pu 利用推進と環境負荷低減型地層処分にに関する研究

(18) UO_2 -MOX 混合ガラス固化体による処分負荷低減に関する研究

Technical options of radioactive waste management for the second half of the 21st Century, in consideration of Pu utilization and less environmentally impacted geological disposal

(18) Effects of UO_2 -MOX blended vitrified waste disposal on reduction of environmental impact

*三成映理子¹ 岡村知拓¹ 中瀬正彦¹ 桜木智史² 浜田涼² 朝野英一^{1,2} 竹下健二¹

¹ 東京工業大学, ² 原子力環境整備促進・資金管理センター

使用済 UO_2 燃料によって使用済 MOX 燃料を希釈して処理（ガラス固化）した場合を想定し、 UO_2 -MOX 混合ガラス固化体の地層処分における、①再処理前の使用済燃料冷却期間、② UO_2 -MOX 混合割合、③廃棄物含有率といったガラス固化体の発熱量および処分場の設計に及ぼす影響が大きい因子と処分場面積への影響を評価した。その結果、使用済 MOX 燃料の処理処分においては、使用済 UO_2 燃料を混合させることは、効果的にガラス固化体の発熱量を低減させることができることから、処分システム最適化における技術オプションの一つとなり得ることが明らかとなった。

キーワード：プルサーマル発電、放射性廃棄物管理、核燃料サイクル、ガラス固化、地層処分

1. 緒言 プルサーマル発電によって発生した使用済 MOX 燃料は、発生量を鑑みれば放射性廃棄物量全体に与える影響は僅かだと考えられているが ^{241}Am による発熱の影響が大きい。成立性が十分に見込める処理・処分方法を検討し、処分場面積や環境への影響評価を実施する必要がある。フランスにおいては、使用済 UO_2 燃料と混合させて使用済 MOX 燃料を再処理した実績があることを踏まえ^[1]、本報告では使用済 MOX 燃料の再処理シナリオを想定し、MOX 燃料単独処理ではなく、 UO_2 廃液によって MOX 廃液を希釈して処理した場合における UO_2 -MOX 混合ガラス固化体の処分場負荷評価を実施した。

2. 計算条件 使用済 UO_2 燃料、使用済 MOX 燃料中の核種生成、崩壊計算、再処理計算に ORIGEN2.2-UPJ^[2] を用い、実効断面積ライブラリには ORLIBJ40^[3] を用いた、いずれの燃料も燃焼度は 45 GWd/THM、再処理前の使用済燃料冷却期間は UO_2 燃料が 15 年、MOX 燃料は 4~50 年とした。ガラス固化体の廃棄物含有率は 20wt%，ガラス固化体初期発熱量 2.3 kW/本以下となるよう混合割合を設定し、ガラス固化後 50 年の貯蔵後に処分するものとした。熱計算には、COMSOL Multiphysics code^[4] を用い、計算モデルは第 2 次取りまとめ^[5] の硬岩系岩盤（深度 1,000 m）の縦置き方式とし、緩衝材最高温度と処分後の経過時間の関係を求めた。

3. 結果および考察 使用済 MOX 燃料冷却期間 4 年、 UO_2 :MOX 混合割合を 60:40 から 95:5 に変化した場合におけるガラス固化体の貯蔵期間中の発熱量変化を図 1 に示す。 UO_2 燃料の混合割合増加に伴って、ガラス固化体 1 本あたりのマイナーアクチノイドが減少するため、ガラス固化体の発熱量が減少していくことが分かった。これまでのシリーズ報告中^[6]で述べたように、 UO_2 、MOX いずれの使用済燃料であっても、冷却期間の長期化によって、使用済燃料中の ^{241}Am ($T_{1/2}=432.2$ 年) が ^{241}Pu ($T_{1/2}=14.29$ 年) の β 崩壊により増加し、処分場の設計に影響を及ぼすことが分かっている。そこで次に、使用済 MOX 燃料冷却期間 50 年、廃棄体専有面積 44.4~200 m^2 と変化した場合における処分場の緩衝材最高温度の時間推移を評価した。評価結果(図 2)が示す通り、最小専有面積 44.4 m^2 に着目すると、混合割合を 95:5 で処理することにより緩衝材制限温度の 100°C を下回った。一方、60:40~90:10 の条件においては、緩衝材最高温度を緩和するために、廃棄体専有面積を広げる必要がある。以上の結果より、使用済 MOX 燃料の処理・処分においては、使用済 UO_2 燃料と混合させることで効果的に発熱量を低減させることが出来、 UO_2 -MOX 混合ガラス固化体が処分システム最適化における技術オプションの一つとなり得ることが明らかとなった。

参考文献

- [1] J.L. Emin, et al., "AREVA NC Experience of Industrial Scale MOX Treatment in UP2-800", Global2009, p.9024 (2009) [2] Transmittal memo of CCC-371/17, 2002, [3] JAEA-Data/Code 2012-032, [4] COMSOL, COMSOL Multiphysics 5.5, 2019, [5] JNC, TN1400 99-022 [6] 三成他, AESJ 2019 春の年会 1C19 (茨城大学)

*Eriko Minari¹, Tomohiro Okamura¹, Masahiko Nakase¹, Tomofumi Sakuragi², Ryo Hamada², Hidekazu Asano^{1,2}, Kenji Takeshita¹ ¹Tokyo Tech., ²RWMC

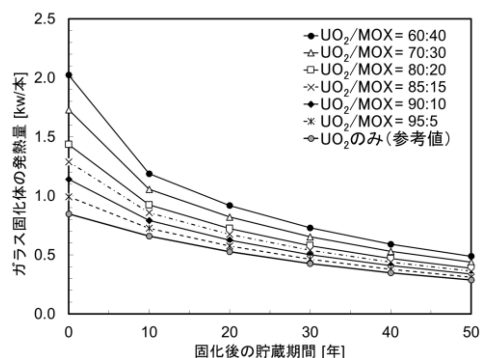


図 1 UO_2 /MOX 混合割合がガラス固化体の発熱量に及ぼす影響

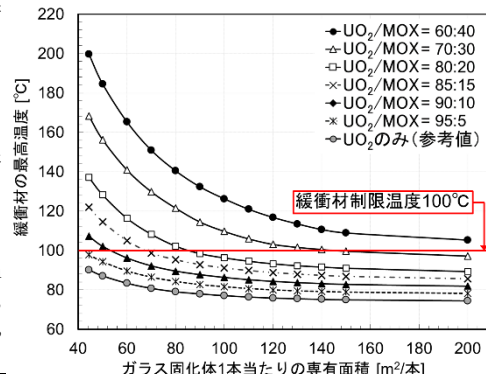


図 2 UO_2 /MOX 混合割合が緩衝材最高温度に及ぼす影響