

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関する研究 (15) MOX 使用済燃料由来ガラス固化体処分における MA 分離効果と発熱特性を考慮した標準ケースの検討

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 (15) Study on setting a standard case of the MOX vitrified waste disposal and the effect of MA separation to the thermal property

* 三成映理子¹ 岡村知拓¹ 中瀬正彦¹ 朝野英一^{1,2} 竹下健二¹

¹東京工業大学科学技術創成研究院先端原子力研究所 ²原子力環境整備促進・資金管理センター

軽水炉/MOX 使用済燃料由来ガラス固化体の地層処分を想定し、処分時における標準ケースを設定することを目的として、燃焼度、使用済燃料の冷却期間、核種分離割合およびガラス固化体廃棄物含有率といったサイクル条件を変えて感度解析を行うことによる発熱量低減効果を検討した。

キーワード：放射性廃棄物管理、核燃料サイクル、核種分離、ガラス固化、MOX 燃料、地層処分、MA 分離

1. 緒言 MOX 燃料由来のガラス固化体 (MOX ガラス固化体) における MA 核種、その中でも ²⁴¹Am による発熱への寄与が顕著であることから、処分場負荷の削減には MA 分離が有効である^[1]。一方、負荷評価を定量化するためには、発熱特性に関連する MA 分離を含むサイクル条件と処分場の設計条件を組合せた検討・評価が必要となる。本研究では MOX ガラス固化体について、廃棄物含有率、ガラス固化体 1 本当りの処分場専有面積、使用済燃料冷却期間、及び MA 分離割合に着目し、MOX 燃料特有の負荷傾向を発熱量の観点から分析し、評価における標準ケースを検討した。

2. 計算条件 MOX 燃料の中の核種生成、崩壊計算、再処理計算に ORIGEN2.2-UPJ^[2]を用い、断面積ライブラリは JENDL4.0 を用いた。燃焼度は 45GWD/tHM として、①ガラス固化体の廃棄物含有率を 11~25wt% 程度まで変化させ、②ガラス固化体 1 体当りの処分場専有面積を 44.4m² から 150m² 程度まで拡大、③MOX 使用済燃料の冷却期間を 4 年から 100 年程度まで延長、④MA 分離割合の変化 0~99%、の様々な条件設定下で、埋設時の緩衝材の温度上昇の時間変化を比較検討した。熱計算には、COMSOL Multiphysics code^[3]を用い、計算モデルは UO₂ 燃料由来ガラス固化体と同様に硬岩系岩盤 (深度 1,000 m) の縦置き方式とした。

3. 結果および考察 図 1 は使用済燃料冷却期間 4~100 年の場合における CAERA 指標 (処分場単位面積当りの酸化物換算廃棄物重量)^[4]による MA 分離の効果を示したものであり、緩衝材の温度と廃棄物含有率、MA 分離割合の関係を整理したものである。MA 分離割合を増加するほど、発熱量が低減され、CAERA 値が増加傾向にあることがわかる。MA70%分離の場合、100℃を下回る最大の CAERA 値は 0.36 kg/m² だが、MA90%分離では 0.99 kg/m²、MA99%分離では、1.35 kg/m² という結果となった。このように、MA 分離により効果的に発熱量を低減できること、また廃棄物の高充填化により、処分場負荷が低減されることが示された。しかし、こうした効果を定量的に比較、評価するためには、MOX ガラス固化体の負荷特性の検討・評価を可能とする標準ケースを持つことが重要である。そこで本研究では、使用済燃料の冷却期間が長期化したとしても、MA 分離を適用せずに緩衝材温度を所定の値に維持できる含有率 12wt%、専有面積 60m² をひとつの標準ケースとして設定することで、処分負荷の傾向を分析し、MA 分離や廃棄物含有率の変化といった負荷特性と対応する技術オプションの影響検討が可能となることを提示した。

参考文献 [1] 三成映理子等, 日本原子力学会 2019 春の大会, 放射性廃棄物処分と環境, 1C19

[2] K. Suyama, J. Katakura, M. Ishikawa and Y. Ohkawachi, JAERI-Conf 98-003, 1998

[3] COMSOL 2016. COMSOL Multiphysics 5.2a, Heat Transfer Module. COMSOL AB, Stockholm

[4] 日本原子力学会 2018 年春の大会, 放射性廃棄物処理, 3O13~16

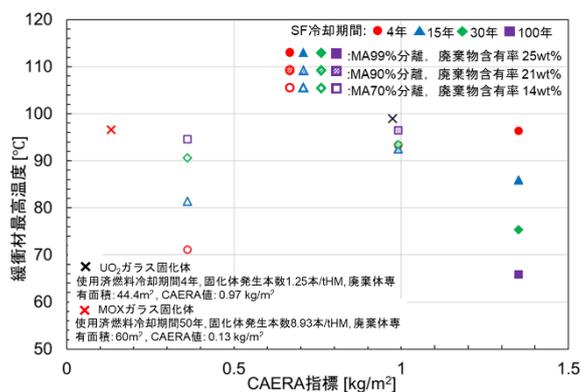


図 1 MOX ガラス固化体の地層処分における MA 分離効果：CAERA 指標の値と緩衝材最高温度の関係

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