

廃棄物処分の環境影響を基点とした原子力システム研究
(10) 高速炉使用済 MOX 燃料由来のガラス固化体の処分場面積および被ばく線量の検討

Study on advanced nuclear energy system based on the environmental impact of radioactive waste disposal
(10) Repository footprint and exposure dose for vitrified waste from spent MOX fuel on fast reactor

*浜田涼¹，朝野英一¹，桜木智史¹，針貝美樹¹
¹ 原環セ

高速炉使用済 MOX 燃料由来のガラス固化体に対して、地層処分の環境負荷低減を基点として設定した MA 分離目標(簡素化 MA 分離)の効果について、処分場面積および被ばく線量の観点で評価した。

キーワード：原子力システム，核燃料サイクル，地層処分，核種移行，人間侵入，MOX 燃料

1. 緒言

原子力システムの全体合理化を目的として、地層処分の環境負荷低減を基点として MA 分離目標 70~90% (簡素化 MA 分離) を設定し、分離した MA は高速炉での燃焼を前提とした核燃料サイクル全体(燃焼，再処理，簡素化 MA 分離，廃棄物処分)の個々の成立性及び各プロセスの結節について分野横断的に研究を進めている^[1]。廃棄物処分に関して、既報では軽水炉使用済 UO₂ 燃料及び MOX 燃料由来のガラス固化体を処分した際の簡素化 MA 分離の効果を廃棄物量 (処分場面積) と処分後の放射線影響 (核種移行及び人間侵入による被ばく線量) の観点で評価した^[1,2]。本稿では、高速炉使用済 MOX 燃料由来のガラス固化体を処分した際の簡素化 MA(Am, Cm, Np)分離の影響を評価した。

2. 解析方法

代表的な高速炉として 147GWd/t の JSFR^[3]を想定し、高速炉使用済 MOX 燃料由来のガラス固化体の核種インベントリを ORIGEN 2.2-UPJ 及び実効断面積ライブラリ ORLIBJ40 を用いて計算した。ガラス固化体の廃棄物含有率は、第 2 次取りまとめ^[4]のレファレンスケースの処分場モデルを用いた伝熱解析(COMSOL Multiphysics)により緩衝材温度制限温度 100℃を下回るように設定し、その際の処分場面積を評価した。核種移行及び人間侵入による被ばく線量は別報^[1]に示す方法で評価した。

3. 結果と考察

評価結果を表に示す。高速炉 MOX 由来のガラス固化体は、MA70%分離で第 2 次取りまとめ^[4]のレファレンスケースの処分場面積を下回ることが分かった。核種移行による被ばく線量は増加するが、目安線量(10 μSv/y)以下の値であり影響は小さい。人間侵入による被ばく線量は、処分場面積低減を優先させるように廃棄物含有率を設定したことにより、レファレンスケースよりも増加したが、簡素化 MA 分離の適用により低減が見込める。以上の結果から高速炉利用への簡素化 MA 分離の適用による廃棄物処分の環境負荷低減効果を確認した。処分場面積に関しては、軽水炉 MOX の場合でも MA90%分離でレファレンスケースよりも低減できることを確認している^[2]。ただし、炉型を含めた核燃料サイクル条件の組合せとそこでの簡素化 MA 分離の有効性については、廃棄物処分以外の評価項目も含めた統合的な検討が必要である。

表 処分場面積，被ばく線量評価結果(標準条件に対する比)

条件	冷却期間 [y]	廃棄物含有率 (Na ₂ O 10wt%含む) [wt%]	発電電力量当たり		人間侵入 被ばく線量 (300 年後) [-]
			処分場 面積 [-]	核種移行 最大 被ばく線量 [-]	
軽水炉(45GWd/t) 標準 UO ₂ ^[4]	4	20.8	1.0	1.0	1.0
軽水炉(45GWd/t) MOX MA 分離なし	15	12.8	4.5	2.3	4.5
高速炉(147GWd/t) MA 分離なし	15	16.0	1.8	3.5	4.3
高速炉(147GWd/t) MA70%分離	15	23.6	0.8	3.5	3.1
高速炉(147GWd/t) MA90%分離	15	28.2	0.5	3.5	1.6

謝辞 本報告は、文部科学省原子力システム研究開発事業 JPMXD02 19209423 の助成を受けたものです。

参考文献 [1]朝野英一他，日本原子力学会 2021 年春の年会，3J01-3J02 . [2] 浜田涼他，日本原子力学会 2022 年春の年会，予稿 1H06 . [3] 日本原子力研究開発機構，高速増殖炉サイクルの実用化戦略調査研究フェーズⅡ技術検討書 JAEA-Research 2006-042. [4] 核燃料サイクル開発機構，地層処分研究開発第 2 次取りまとめ(1999).

*Ryo Hamada¹, Tomofumi Sakuragi¹, Hidekazu Asano¹, Miki Harigai¹ ¹RWMC