

放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究 (79) 高燃焼度 UO_2 燃料から発生する廃棄物の減容及び地層処分の負荷影響に関するシナリオ評価

Basic research programs of vitrification technology for waste volume reduction
(79) Scenario study on the volume reduction and disposal impact of waste generated from high-burnup UO_2 fuel

*桜木智史¹, 朝野英一^{1,2}, 岡村知拓², 三成映理子², 中瀬正彦², 竹下健二², 鬼木俊郎³

¹原環セ, ²東工大, ³IHI

核燃料サイクルの推進により高燃焼度燃料の再処理によるガラス固化体の発生が予測される。高燃焼度化によるガラス固化体の核種インベントリ、発熱率、発生本数、地層処分等、サイクル諸条件への影響について検討した。特に、ガラス固化体の高充填化による減容と処分場面積の合理化について評価した。

キーワード：核燃料サイクル、再処理、ガラス固化体、地層処分、高燃焼度化、発熱率、処分場面積

1. 緒言 我が国の軽水炉発電は経済性等の観点から高燃焼度化が進んでおり、将来、現行より2割程度高い燃焼度燃料の再処理が必要となる可能性がある。高燃焼度化により使用済み燃料中の廃棄物（核分裂生成物（FP）やマイナーアクチニド（MA））が増加するため、ガラス固化体中の廃棄物含有率を高めることで発生量の抑制が期待できる。一方、高充填化により発熱率等が増加し、ガラス固化体の製造や地層処分システムに影響する可能性があるため、燃焼から処分までを俯瞰した評価および最適化が求められる。本研究では、核燃料サイクルの諸条件（燃焼度、冷却期間等）をエネルギー基本計画に基づいた原子力利用シナリオを検討することで抽出し、ガラス固化体の発熱率や処分場への熱影響を解析評価することで、高燃焼度化による廃棄物減容と処分場面積の合理化について検討した。

2. 解析方法 使用済みPWR燃料を想定し、核種インベントリ及び発熱率はORIGEN 2.2-UPJ及び実効断面積ライブラリORLIBJ40¹⁾を用いて計算した。処分場の面積は地層処分第2次取りまとめの処分場モデル（硬岩系岩盤、深度1,000 m、堅置き方式）²⁾を用い、ガラス固化体の発熱率からCOMSOL Multiphysics コード³⁾を用いた伝熱計算により評価した。熱物性等の詳細は文献⁴⁾に従った。

3. 結果と考察 ガラス固化体の発生本数は、高燃焼度化（56 GWd/THM）により第2次取りまとめの標準燃焼度45 GWd/THMにおける1.25本/THM²⁾から1.55本/THMと増加するが、廃棄物含有率（10wt%の Na_2O を含む）を25wt%と増加させることで1.12本/THM（800 THM再処理した場合に900本相当）に減容できる。次に、燃焼度56 GWd/THMにおけるガラス固化体中の廃棄物含有率と処分場面積の関係を図に示す。ここで、処分場面積は、緩衝材の最高温度が 100°C となる場合の燃料1トンあたりの面積である（ただし、最小面積は 44.4 m^2 とした）。使用済み燃料の冷却期間が長期化していることを考慮すると、処分場面積は廃棄物含有率25wt%において最小となり、高充填化による廃棄物減容と処分場の合理化が両立可能であることが示唆される。

謝辞 本報告は、経済産業省資源エネルギー庁「平成31年度放射性廃棄物の減容化に向けたガラス固化技術の基盤研究事業」の成果の一部である。

参考文献 [1] 奥村ら、JENDL-4.0に基づくORIGEN2用断面積ライブラリセット:ORLIBJ40、JAEA-Data/Code (2011)。[2] 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、平成11年。[3] COMSOL. COMSOL Multiphysics 5.2a, Heat Transfer Module. Stockholm: COMSOL AB (2016)。[4] Kawai K. et al., J. Nucl. Sci. Technol. 55, 1130-1140 (2018)。

*Tomofumi Sakuragi¹, Hidekazu Asano^{1,2}, Tomohiro Okamura², Eriko Minari², Masahiko Nakase², Kenji Takeshita², Toshiro Oniki³. ¹RWMC, ²Tokyo Tech., ³IHI

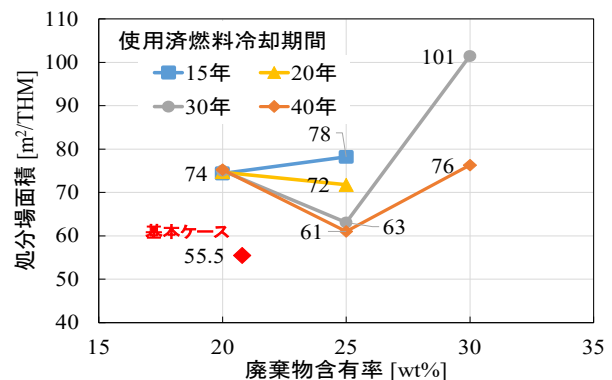


図 ガラス固化体中の廃棄物含有率と処分場面積の関係（燃焼度56 GWd/THM）。基本ケースとは、第2次取りまとめにおける廃棄物1体あたりの面積が 44.4 m^2 のケース²⁾。