

高充填ガラス固化体による地層処分効率向上法の検討

Study of Method to Improve Site Disposal Efficiency by High Waste Content Glass

*山下淳一¹，深澤哲生²，鈴木晶大³

¹ 泰榮エンジ，² 日立 GE，³ NFD

高レベル廃棄物の含有率を高めた高充填ガラス固化体は地層処分効率の向上に有効であるが発熱密度が増大するため対策が必要である。本研究は現在開発が進められている高充填ガラス固化体[1]が実用化された場合の処分場面積及び経済性に及ぼす効果を評価し、発熱対策の在り方を提案する。

キーワード：高充填ガラス固化体、高レベル廃棄物、再処理前冷却期間、処分場面積、経済性評価

1. 研究目的

既存の軽水炉使用済燃料の再処理前冷却期間は 5～40 年に広く分布しており、発熱性の核分裂生成物 (⁹⁰Sr, ¹³⁷Cs) やマイナーアクチニド (²⁴¹Am 他) は多様な濃度分布となっている。このため高充填ガラス固化体の発熱対策効果は再処理前冷却期間により異なり、コスト上昇を伴うため最適な組合せが重要である。本研究は、高充填ガラス固化体の地層処分効率を一層向上するための発熱対策の在り方を検討した。

2. 高充填ガラス固化体有効性評価条件

ガラス固化体の廃棄物含有率を現行の 30%増大した高充填ガラス固化体の地層処分場所所要面積及び廃棄物処理処分に係わる経済性を評価した。再処理前冷却期間は長期間の代表として 30 年を、短期間の代表点として 10 年を選定した。高充填化に伴う発熱増加の抜本的対策として MA 分離変換効果を評価した。MA 非分離の場合の発熱対策としては処分孔間隔の増加と地層処分前貯蔵期間の延長があるが、前者は処分場面積を増大させるため採用せず、現行ガラス固化体と同等(6d)以下とした。また、地層処分前貯蔵期間の延長期間をパラメータに発熱低減効果を評価した。処分場面積は各ケースの発熱対策を基にガラス固化体発熱量の時間変化を入力データとして処分場 3 次元熱伝導解析により緩衝材最高温度を現行ガラス固化体と同等とする条件で評価した。地層処分は硬岩盤、横置方式とした。経済性は既存再処理設備のコスト見積及び公開データ[2]を用いてガラス固化体数、貯蔵期間等を考慮して評価した。

3. 地層処分効率評価結果

表 1 に高充填ガラス固化体の地層処分効率評価結果まとめを示す。表 1 より再処理前冷却期間が 30 年で MA 非分離の場合(①)は処分貯蔵期間を 200 年程度必要であり貯蔵コストが増加する。これに対し、MA 分離の場合(②)は熱的余裕が大きいいためガラス固化体充填率を 20%高め、処分孔間隔も 20%削減可能であり処分場面積は 40%低減し、経済性も向上する。これは、長半減期(約 432 年)の ²⁴¹Am 蓄積量が多いため、地層処分前貯蔵期間延長による発熱量低減効果は小さいのに対し、MA 分離の効果が大きいためである。

一方、再処理前冷却期間が 10 年の場合、MA 非分離(③)は MA 分離(④)に比べ処分場面積は同等であるがコスト低減効果が大きい。これは FP 発熱が支配的で処分前貯蔵延長が有効に効くためである。

以上より、高充填ガラス固化体の MA 分離は ²⁴¹Am 蓄積量に応じ最適組合せとすることが望ましいことが明らかになった。

参考文献 [1]資源エネルギー庁他，次世代再処理ガラス固化技術基盤研究事業中間評価検討会資料 5-1(平成 28 年 11 月)
[2]電気事業連合会，原子燃料サイクルのバックエンド事業コストの見積について(平成 16 年 1 月)

表 1 高充填ガラス固化体の地層処分効率評価結果 d: 処分孔径

No	項 目	現行ガラス 固化体	高充填ガラス固化体			
			①	②	③	④
1	再処理前冷却期間	30年/10年	30年	30年	10年	10年
2	廃棄物充填率 (Na ₂ O 10%含)	22%	30%	36%	30%	30%
3	MA分離	非分離	非分離	分離	非分離	分離
4	発熱対策 処分孔間隔 (d=2.2m)	6d	6d	5d	6d	6d
5	処分前貯蔵期間	50年	~200年	50年	~70年	55年
6	処分場面積	ベース	-30%	-50%	-30%	-30%
7	コスト減 (★: ~3k億円)	ベース	★	★★	★★★	★
8	課題 (▲: 困難 △: リスク有)	—	社会的受容性 (▲)	MA核変換 (△)	—	MA核変換 (△)

* Junichi Yamashita¹, Tetsuo Fukasawa², Akihiro Suzuki³ (¹ Taiei-Eng., ² Hitachi-GE, ³ NFD)