

MA 分離変換技術の有効性向上のための柔軟な廃棄物管理法の実用化開発

(37) 高レベル廃棄物顆粒体の概念仕様

Realization Development of the Flexible Waste Management System for MA P&T Technology

(37) Optimization and Conceptual Specification of the HLW granule

*鈴木晶大¹, 遠藤洋一¹, 稲垣八穂広², 有馬立身², 室屋裕佐³, 松村達郎⁴, 石井克典⁴, 川口浩一⁴

¹NFD, ²九大, ³阪大, ⁴JAEA

現行再処理廃液をか焼・顆粒化して MA 分離変換技術が確立するまで貯蔵して大幅な環境負荷低減を図る柔軟な廃棄物管理システムの実用化開発では、媒体となる HLW 顆粒体について、製造性、貯蔵性、再廃液化性の観点を総合して最適化を行うことにより概念仕様を定めた。

キーワード：柔軟な廃棄物管理、HLW 顆粒体、顆粒体製造、顆粒体貯蔵、顆粒体再溶解

1. 緒言 MA 分離変換技術を現行再処理廃液に適用することができればその有効性を大幅に向上させることができる。このため、現行再処理後の高レベル廃棄物をか焼・顆粒化して HLW 顆粒体とし、MA 分離変換技術が確立するまで貯蔵し、貯蔵後に分離技術に繋げるため再溶解する柔軟な廃棄物管理法の実用化開発を進めている。HLW 顆粒体は柔軟な廃棄物管理システム全体にわたる廃棄物媒体であり、顆粒体の製造性、保管時の化学挙動、再溶解特性を試験してその形態の最適化を図ってきた。実用化開発では各試験検討結果から柔軟な廃棄物管理システムの実用化概念仕様をまとめており[※]、本報告では顆粒体の概念仕様について説明する。

2. 顆粒体の要件と最適化、及び概念仕様

HLW 廃液はアルカリ廃液や残渣等を含んだ現行再処理廃液を想定した。貯蔵期間を 50 年間と考えた場合の HLW 貯蔵形態として、か焼により固体化し、粉体化低減と再溶解性確保のために酸化物/硝酸塩混合体とした顆粒体形状を選定した。顆粒体性状の最適化を図るため、まず製造時温度(低：300℃、中：600℃、高：900℃)に応じて酸化物/硝酸塩比率等を変化させた顆粒体による各種試験を実施し、ロー

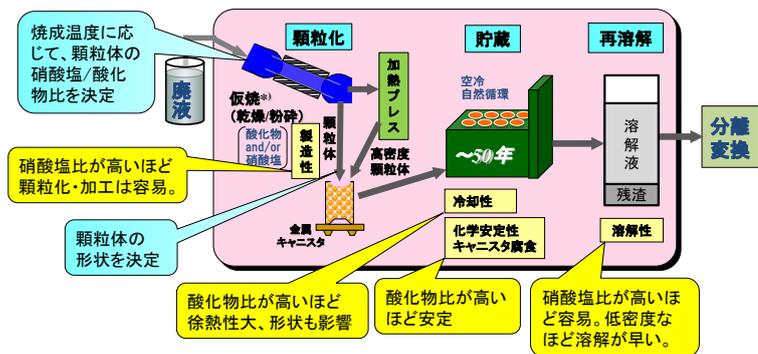


図1 柔軟な廃棄物管理システムにおける顆粒体性状の優劣

ケル法による製造性、γ線照射による長期放射線分解性、キャニスタ材との長期材料共存性、及び硝酸への再溶解性等を総合的に評価した。その結果、いずれの製造時温度の顆粒体でも柔軟な廃棄物管理システムは成立するが、システムの有効性を比較すると製造時温度「中」とした顆粒体を用いたシステムが最も有効であった。その主な理由は、製造時温度「低」の場合、顆粒体に残留する有機物由来炭素の保管中発熱防止のため、廃液からあらかじめ有機物を取り除く装置を追加で開発する期間が必要であり、製造時温度「高」の場合、製造時にニッケル系合金の炉心管材が必要でその性能確認に開発期間を要する。これらの開発期間を確保するとシステム導入遅延が生じ、現行再処理稼働期間に発生する廃液のうち分離変換に繋げられる廃液の割合が低下して、システムの有効性が低くなるためである。従って、製造時温度「中」の顆粒体を用いたシステムが最も有効性が高く、600℃で焼成した顆粒体の硝酸塩割合約 30wt%NO₃⁻を顆粒体の仕様と定めた。また、顆粒体は吸湿性を示し、放射線分解によるキャニスタ内圧上昇やキャニスタ腐食増大に繋がるので、製造からキャニスタ封入まで湿潤空気に触れる時間を想定し、含水量限度を定めた。なお、密度や熱伝導率等は試作模擬顆粒体の測定結果から定めた。

※)原子力学会 2021 年春の年会、3I05~08.

本報告は、特別会計に関する法律(エネルギー対策特別会計)に基づく文部科学省からの受託事業として、日本核燃料開発株式会社が行った 2018 年度及び 2019 年度「MA 分離変換技術の有効性向上のための柔軟な廃棄物管理法の実用化開発」の成果です。

*Akihiro Suzuki¹, Yoichi Endo¹, Yaohiro Inagaki², Tatsumi Arima², Yusa Muroya³, Tatsuro Matsumura⁴, Katsunori Ishii⁴, Koichi Kawaguchi⁴ (¹NFD, ²Kyushu Univ., ³Osaka Univ., ⁴JAEA)

表1 最適化された顆粒体の概念仕様

項目	顆粒体仕様	観点(主に試験で確認した事項)
粒径分布	10 μm以上(99%)	製造・開封時安全確保のため、浮遊性粒子を低減 貯蔵時局所融解防止のため、発熱性元素の一樣分布 → 模擬顆粒体製造試験で確認
組成分布	0.1mm以下	
密度	3.5 g/cm ³	模擬顆粒体を作製して計測、貯蔵時熱除去性解析で確認
熱伝導率	0.8 W/m/K	
残存硝酸塩割合	約30 wt %NO ₃ ⁻	模擬顆粒体の放射線分解試験、キャニスタ腐食試験、 再廃液化試験で確認
含水量限度	0.3 wt %以下	模擬顆粒体の放射線分解試験、キャニスタ腐食試験で確認