

福島原子力発電所事故由来の難固定核種の新規ハイブリッド固化への挑戦と合理的な処分概念の構築・安全評価

(3) 金属マトリクスを用いたヨウ素閉じ込めハイブリッド HIP 固化体の作製

Challenge of Novel Hybrid-waste-solidification of Mobile Nuclei Generated in Fukushima Nuclear Power Station and Establishment of Rational Disposal Concept and its Safety Assessment

(3) Composite Waste Form to Immobilize Iodine with Metal Matrix by Hot Isostatic Pressing

*桜木智史¹, 浜田涼¹, 朝野英一¹, 中瀬正彦², 針貝美樹², 渡邊真太²,
牧涼介³, 菊永英寿⁴, 小林 徹⁵

¹原環セ, ²東工大, ³岡理大, ⁴東北大, ⁵JAEA

福島原発事故由来の難固定核種の処理・処分の実装に向けて、放射性ヨウ素の安定化と安全評価のモデル化に適した金属マトリクスによるハイブリッド HIP 固化体を試作した。予備的な分析から安定固化の実現可能性に見込みを得た。

キーワード：福島第一原子力発電所事故、放射性廃棄物、ヨウ素 129、ハイブリッド固化体、HIP

1. 緒言

福島第一原子力発電所の事故では様々な放射性廃棄物が発生しており、そのなかには、安定固化が難しい核種や潜在的有害度が高いアルファ核種が含まれる。特に、放射性ヨウ素 (I-129) は揮発性のため高温固化処理が難しく、長半減期で低収着性のため処分後の安全評価 (被ばく線量) に大きな影響を与える可能性がある。これまでに提案された廃棄体は、一定のヨウ素閉じ込め性は認められるものの、ホウケイ酸ガラスや放射化金属の溶解 (腐食) のような安全評価に実装できるソースタームのモデル化に課題がある^[1]。そこで本研究では、ヨウ素を直接含む廃棄物を 1 次固化体とし、それを処分環境で安定かつ腐食モデルに実績^[2]のある金属マトリクス (ステンレス鋼やジルコニウム合金) で取り囲んだハイブリッド固化体に着目した。粉末冶金で実績のある熱間等方圧加圧法 (HIP) で固化することで、金属マトリクスは緻密化・インゴット化され、さらに揮発性核種の飛散・散逸を防止することができる。今回は、代表的な 1 次固化体であるヨウ化銀 (AgI) を用いてハイブリッド HIP 固化体を作製し、固化技術としてのポテンシャルを検討した。

2. HIP 固化体の作製方法

AgI は富士フィルム和光純薬製 (純度 98.9%) を、金属粉末は大同特殊鋼製 (粒度分布 100–350 メッシュ) のステンレス鋼粉末 (SUS304L) と Rockwood Lithium 社製 (粒径 45 μm 以下、平均 5.5 μm) のジルコニウム粉末を用いた。AgI と金属粉末を所定の割合で混合し、HIP 用のカプセル (容積 40 mL) に充填した。カプセルは真空加熱脱気後 (450 °C、 3.6×10^{-4} – 1.8×10^{-3} Pa) 溶封し、小型 HIP 装置 (神戸製鋼所製 Dr. HIP) にて 1000 °C、175 MPa、3 時間で HIP 固化した。

3. 結果と考察

図に SUS と AgI を混合したハイブリッド HIP 固化体の断面写真を示す。外観観察からマトリクスは金属粉末の焼結により稠密にインゴット化しており、また、詳細分析によりヨウ素 (AgI) は健全な SUS マトリクスに閉じ込められていることが確認できることから、ハイブリッド固化の技術適用性に見込みを得た。発表ではジルコニウムを用いた結果と合わせて詳細を報告する。

謝辞 本研究は、JAEA 英知を結集した原子力科学技術・人材育成事業 JPJA21P21460873 の助成を受けたものです。

参考文献 [1] K. Idemitsu and T. Sakuragi, Mater. Res. Soc. Symp.

Proc. 1744, 3–13 (2015). [2] 原子力発電環境整備機構、包括的技術報告書、NUMO-TR-20-03 (2021).

*Tomofumi Sakuragi¹, Ryo Hamada¹, Hidekazu Asano¹, Masahiko Nakase², Miki Harigai², Shinta Watanabe², Ryosuke Maki³, Hidetoshi Kikunaga⁴, Tohru Kobayashi⁵. ¹RWMC, ²Tokyo Tech, ³Okayama Univ. of Sci., ⁴Tohoku Univ., ⁵JAEA

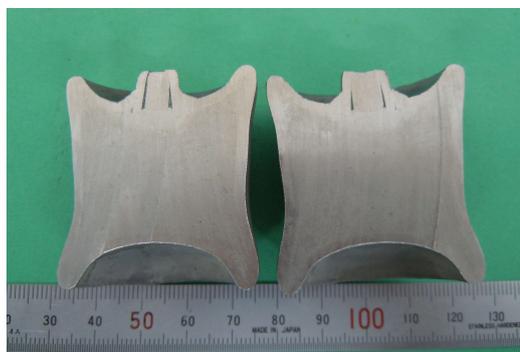


図 ハイブリッド HIP 固化体 (SUS+AgI) の断面の外観