

核燃料部会セッション

マイナーアクチノイド (MA) の分離変換のための燃料技術開発
Fuel Technology Development for Partitioning and Transmutation of Minor Actinide (MA)

(2) MA 含有金属燃料の開発の現状と課題

(2) Current Status and Issues in MA-Bearing Metal Fuel Development

太田 宏一¹¹電力中央研究所

1. はじめに

使用済燃料に含まれる長半減期のマイナーアクチノイド (MA) を分離し、高速炉や加速器駆動未臨界炉を用いて核変換することにより、放射性廃棄物の減容と有害度を低減する技術の開発が世界の研究機関で進められている。金属燃料の電解精製に基づく乾式再処理では、原理的にプルトニウム (Pu) とともに MA が同時に回収される。また、湿式再処理で生じた高レベル廃液から乾式分離によって MA を回収することもできる。これらの乾式技術と整合性の高い金属燃料高速炉は、炉内の中性子エネルギーが高いため、回収した MA が効率的に核変換される。

2. MA 含有金属燃料の特徴

再処理される使用済み燃料の組成やアクチノイド回収工程の設計に大きく依存するが、回収された MA には、化学的性質が類似した希土類元素 (RE) の核分裂生成物 (FP) が混入し得る。ウラン-プルトニウム-ジルコニウム (U-Pu-Zr) 合金からなる金属燃料は RE との混和性が低く、均一な合金を製造するには、RE の混入率を 5wt%程度以下に抑える必要がある。一方で、RE を高除染で除去できれば、数 10wt%以上の MA を含む金属燃料も比較的容易に調整できることが確認されている。

3. MA 含有金属燃料の開発状況

3-1. 国際動向

MA 含有金属燃料の開発は、我が国をはじめ、米国や欧州を中心に進められている。電中研ではカールスルーエ共同研究センター (JRC-KA) と協力して、U-19Pu-2MA-2RE-10Zr 合金 (wt%) および U-19Pu-5MA-5RE-10Zr 合金を製造し、高速炉フェニックスで照射を行った^[1]。アイダホ国立研究所 (INL) は、U を含まない TRU 合金など様々な組成の金属燃料を調整し、アメリシウム (Am) の揮発を抑えた重力鋳造法による燃料製造試験や ATR による照射試験を行っている^[2]。さらに INL、JRC-KA、フランス原子力・代替エネルギー庁 (CEA) は、国際共同プログラム FUTURIX-FTA の一環としてフェニックス炉による Pu-12Am-40Zr 合金と U-29Pu-6MA-30Zr 合金の照射試験を行っている^[3]。

3-2. MA 含有金属燃料の照射後試験

燃料製造時には均一に分散していた Pu や MA を含む微細な RE 析出相が、照射によって移動し、凝集することが予想されるため、通常の金属燃料による照射挙動との相違や燃料-被覆管化学的相互作用 (FCCI) への影響を確認する必要がある。特に金属燃料の破損要因となるプレナムガス圧と FCCI による被覆管減肉を評価するため、各種照射後試験によって FP ガスの放出率や MA および RE 相の挙動が調べられている。

4. 今後の課題

上述のように、日・米・欧を中心とする MA 含有金属燃料の開発によって、その挙動が明らかになりつつある。しかしながら、実用化には照射温度の高温化や高燃焼度化を含めた照射実績の蓄積が必要である。

[1] H. Ohta et al., Nucl. Technol., Vol.190 (2015)、[2] S. Hayes et al., GLOBAL2009, 9475、

[3] P. Jaekki, et al., GLOBAL2005, 448.

Hirokazu Ohta¹

¹Central Research Institute of Electric Power Industry