

MA 入り Pu 金属燃料高速炉サイクルによる革新的核廃棄物燃焼システムの開発
(5) TRU 金属燃料への希土類 FP 混入量制限値の検討

Development of Innovative Nuclear Waste Burning System by Fast Reactor Cycle Using Pu Metallic Fuel with MA (5) Limit of Rare Earth Fission Products Inclusion for TRU Metallic Fuel Fabrication

*坪井 靖¹, 中村等¹, 有江 和夫¹, 有田 裕二², 太田 宏一³
¹東芝、²福井大学、³電力中央研究所

平成 26 年度文科省・原子力システム研究開発事業公募研究に採択された表題研究において、ウラン無し TRU 金属燃料の製造及び健全性確保の観点から希土類 FP 混入量制限値を検討した。

キーワード：金属燃料高速炉サイクル、TRU 燃焼、ウラン無し TRU 金属燃料、希土類元素

1. 研究の背景と目的

軽水炉等で発生するプルトニウム(Pu)とマイナーアクチノイド(MA)を高効率で燃焼できる、ウラン(U)を含まない MA 入り Pu 燃料 (TRU 燃料) を用いた金属燃料高速炉サイクル[1]の研究を実施中である。その一環として、本検討では TRU 燃料としての熱・化学的安定性を向上させるため、ジルコニウム (Zr) 金属を添加した TRU-Zr 合金を想定し、再処理時に MA との分離性が比較的悪い希土類元素(RE)に着目し、金属燃料製造の射出成型時に均一に溶解できる RE 混入量制限値を評価した。

2. RE の溶融金属燃料への溶解試験

本研究では、RE 元素群の代表核種として電解精製で分離性能が低いセリウム (Ce)、ネオジム (Nd) を、また TRU-Zr の模擬物質として U-Zr を用い、射出成型時の溶湯を想定して U-Zr 溶融金

表 1 Ce、Nd の添加量と溶解量測定結果

Ce 添加量*	1%	1.90%	3.80%	
溶解量測定結果*	添加量のほぼ全量	添加量のほぼ全量	3%	
	U への Ce 溶解量 (2 元系状態図より) : ~3%			
Nd 添加量*	0.50%	1.80%	3.20%	6.80%
溶解量測定結果*	0.15%	0.50%	1.50%	2.50%
	U への Nd 溶解量 (2 元系状態図より) ~0.1%			
	*) U-Zr 量を 100% としたときの量			

属中への Ce、Nd の溶解量について Zr の与える影響も含めて、U-Zr 合金に対する溶解挙動を評価した。その結果、Ce は Zr の影響は小さく、表 1 に示す様に U-Ce の 2 元系状態図[2]から推定される溶解量となることが示された。Nd の場合には、U-Nd の 2 元系状態図から推定される溶解量[2]を上回ることが確認できた。但し、Nd の添加量が少ない条件では溶解量が低下傾向を示し、Nd の U-Zr への飽和溶解量が明確にはできなかった。このメカニズムについては更なる検討が必要である。

3. RE 混入量制限値の評価

上記の結果から TRU-Zr 金属燃料への Ce と Nd の溶解量は Zr による溶解量増加効果を考慮しないで、燃料主成分である Pu に対する溶解度に基づき制限値を評価することで保守側に設定可能であると考えられる。尚、この結果は別途検討中の当システムの再処理プロセスへの要求条件としても活用する。

謝辞

本研究は文部科学省原子力システム研究開発事業の一環として実施している。

参考文献

[1] 有江他、原子力学会 2015 春の年会 J48, [2] J. F. Haefling et al. Trans. AIME, 215, 336-338 (1992),

*Yasushi Tsuboi¹, Hitoshi Nakamura¹, Kazuo Arie¹, Yuji Arita², Hirokazu Ohta³

¹Toshiba Corporation, ²Fukui University, ³Central Research Institute of Electric Power Industry