

核燃料サイクル健全性のための核分裂生成物の有効利用と 燃料デブリ取扱いに関する研究

(2) 照射済燃料中における白色金属析出物の模擬体作製

Study on Effective Utilization of Fission Products and Fuel Debris Handling for Nuclear Fuel Cycle

(2) Synthetic Tests on Simulated White Metal Inclusion in Irradiated Fuels

*新田 旭¹ 服部 亮平¹ 佐藤 勇¹ 松浦 治明¹

¹ 東京都市大学

核分裂生成物の有効利用にかかる研究では、照射済燃料中における白色金属析出物の水素吸蔵能力や触媒としての有用性を明らかにする前段階として、白色金属析出物模擬体を作製し、水素吸蔵性能に大きく関わると考えられる結晶構造等の知見を得るために冶金学的観察を行った。

キーワード：核分裂生成物、金属析出物、直接利用

1. 緒言

東京都市大学重点推進研究では、核分裂生成物の有効利用に関する研究を行う事で、核燃料サイクルにおける放射性廃棄物マネジメントに資する事を目的としている。核分裂生成物中には再処理後不溶解残渣として析出する白色金属析出物(Mo, Ru, Rh, Pd 及び Tc で構成される)が存在する。そのうち Ru, Rh 及び Pd という元素は酸素と水素の再反応のための触媒や、水素吸蔵合金として利用されている。一方で、福島第一原子力発電所の燃料デブリは、再臨界や放射性物質の飛散等から危険性を持つため、取り出し収納容器に密封する必要があるとされるが、内在する水分の放射線分解によって水素が発生するため対策が必要である。一つの方法として白色金属析出物を水素吸蔵・触媒材料として直接利用することがあげられる。そこで、本研究では、白色金属析出物の水素吸蔵・触媒材料としての機能を調べることを目的とし、模擬体の作製を行い、詳しく冶金学的な観察を行った。

2. 実験方法

Mo, Ru, Rh 及び Pd の粉末を防湿容器にて、実際の核分裂収率を考慮した割合や 2、3 元系に限定した割合で混合させ、ダイス (Φ6.9) を用いてプレス成型にて 200MPa で圧粉体を作製した。次に、圧粉体をカーボンにつぼに入れ、高周波加熱炉を用いて、Ar 雰囲気中で 2200℃まで昇温することで熔融させた。引き続き、実際の照射済燃料中温度を考慮した 1000℃まで徐冷し、相の固定化を行った。その後、作製した合金試料に対し、X線回折と EPMA による冶金学的観察を行った。

3. 結果と考察

作製した試料 (Ru-Rh-Pd) に対する XRD の測定結果では、同組成の参考データ^[1]との一致を確認した (図 1)。また、作製した白色金属析出物模擬体が、照射済燃料中の白色金属析出物と同様かつ、水素吸蔵に適するとされる HCP (六方細密構造) であることが分かり、試料作成方法の妥当性を確認できた。しかし、カーボンにつぼ由来と思われる、カーボンのコンタミネーションが確認されたため、今後の試料作製では無るつぼによる試料作製としてアーク溶解装置等を用いた作製方法も検討していく。

図 2 に作製した模擬体の EPMA による元素マッピングを示す。Rh は比較的均一に分布しているが、特に Ru と Pd に関しては複数の相に分離した状態であることが分かる。これは、Ru-Pd 状態図から溶解度間隙が広く混ざりにくい金属同士であるためであると考えられる。

今後は、より実際の照射済燃料の白色金属析出物に近づけていくために、温度履歴や炉内環境を考慮した模擬体を作製することや、より細かな冶金学的データを得るために、TEM による微細構造観察や、EBSD による結晶方位の観察を行うことを考えている。更に、実際に作製した合金に対し水素吸蔵をさせ、作製した模擬体が水素吸蔵合金としての役割をもてるかを評価していくことを考えている。

参考文献

[1] paschoal J.O.A, kleykamp H., Thummler F., Z.metallkd., 1983,74,,652-664.

*Asahi Nitta¹, Ryohei Hattori¹, Isamu Sato¹, Haruaki Matsuura¹

¹Tokyo City University

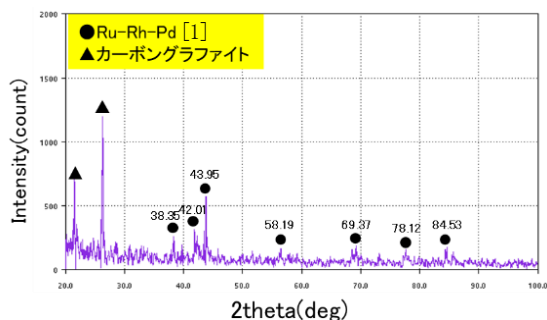


図 1 Ru-Rh-Pd 合金における XRD パターン

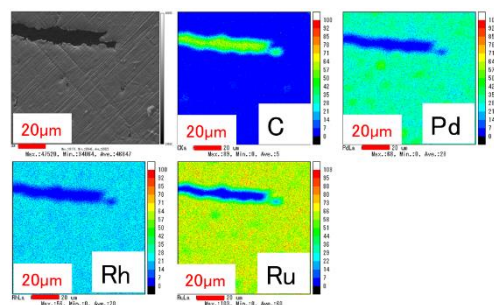


図 2 Ru-Rh-Pd 合金における EPMA マッピング