

FPの有効利用に関する研究

(1)-照射済み燃料中における白金族合金の模擬体作製及び熱力学的評価-

Study on effective utilization of fission products

(1)-Thermodynamic evaluation and Fabrication of simulated noble metal alloys in irradiated fuels-

*樽見 直樹¹, 新田 旭¹, 増子 元海¹, 佐藤 勇¹

¹東京都市大学

抄録 東京都市大学重点推進研究では、FPの有効利用に着目した研究が行われている。照射済み燃料内で析出する白金族合金の水素吸蔵合金及び触媒材料としての有用性を明らかにするために、白金族合金の模擬体を作製するとともに冶金学的な観察を行った。また、熱力学的観点から、作製した模擬体の構造解析結果と比較し、相の安定性などについて検討を行った。

キーワード：白金族合金、核分裂生成物、水素低減触媒、水素吸蔵合金

1. 緒言

東京都市大学重点推進研究では、FPの有効利用に着目した研究が行われている。照射済み燃料中の核分裂生成物には再処理後不溶解残渣として析出する白金族合金(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、収納容器に密封する必要があるとされる。しかしながら、燃料デブリに含まれる水分が放射線分解されることによって水素が発生し、密閉された収納容器では内圧が上昇すると予測されるため対策が必要である。一つの方法として水素低減用触媒を利用することがあげられるが、その代表例として挙げられる貴金属触媒は高価なため使用は現実的でない。そこで、核分裂生成物である白金族合金を水素低減用触媒として直接利用していくことを目的とする。本研究では、白金族合金の水素吸蔵・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、相の安定性などについて冶金学的な観察及び熱力学的な検討を行った。

2. 実験方法

アーク溶解法を用いて、実際の照射済み燃料熱履歴を考慮した白金族合金の模擬体の作製を行った。その後XRD, SEM-EDS等の分析装置を用いた冶金学的な観察を行い模擬性の評価を行った。また、熱力学平衡計算ソフトFactSage[1]を用いて状態図を作成した。作成した状態図を用いて、作製した白金族合金の模擬体との比較検討を行い、相の安定性等の模擬性評価を行った。

3. 実験・解析結果

合金に対するSEM-EDS観察では配合元素の均一な固溶形成を観察した。一方で、一部合金においてPdリッチ相の析出をXRD及びSEM-EDSで確認した。熱力学平衡計算ソフトFactSageを用いて作成した状態図と比較すると、Pdリッチ相の析出のメカニズムは、アーク溶解時における急冷凝固による相形成の影響であると考えている。実際の燃料中の白金族元素のうちPdにおいて燃料ペレット内の移動挙動の観察が報告されている[2]。以上を踏まえて実用的な白金族合金の模擬体を作製できたと考えられる。

4. 結言

照射済み燃料内で析出する白金族合金の水素吸蔵合金及び触媒材料としての有用性を明らかにするための模擬試料の作製を行った。XRD及びSEM-EDSといった分析装置及び熱力学的観点からの評価により作製した合金の模擬性を評価できた。今後の方針として、水素吸蔵・触媒合金に関する知見・ノウハウを集めるとともに合金の水素吸蔵・触媒性能における放射線の影響を検討する。また、模擬白金族合金に対する粉碎加工を行うことで実際の大きさに近づけ、 γ 線場を用いた水素低減評価を行う。さらに、熱処理での酸化・還元操作による性能の改質を試みる。

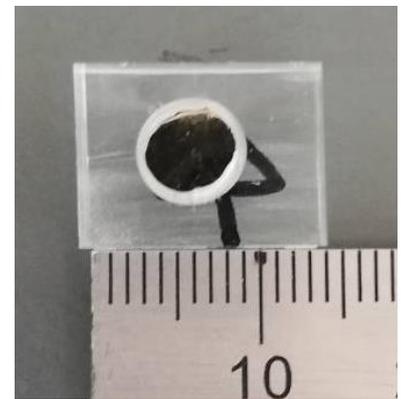


図1 作製した白金族合金模擬体

参考文献

[1] 計算力学研究センター(株)ホームページ <https://www.rccm.co.jp/product/thermodynamics/factsage/>

[2] 「高燃焼度燃料内の固体FPの挙動評価 -先行基礎工学分野に関する平成10年度報告書(最終報告)-」佐藤 勇

謝辞 本試料を作製するにあたってアーク溶解装置を貸して下さった東京工業大学小林能直研究室の方々に感謝申し上げます。

*Naoki Tarumi¹, Asahi Nitta¹, Motomi mashiko¹, and Isamu Sato¹

¹Tokyo City Univ.