

合金相を含む燃料デブリの安定性評価のための基盤研究

(1) 全体概要および模擬デブリの合成

Research on the stability of fuel debris consisting of oxides and alloys

(1) Overview of the project, and synthesis of the simulated debris

*桐島 陽¹, 秋山大輔¹, 佐藤修彰¹, 佐々木隆之², 渡邊雅之³, 熊谷友多³, 日下良二³

¹東北大・多元研, ²京大院・工, ³JAEA

1F 事故では、構造材と溶融した燃料が高温で反応し合金相を含む燃料デブリが形成されたとみられる。本研究では、このような系の模擬デブリを合成し、構造評価、状態分析、核種浸漬試験を行い安定性の評価をおこなう。本発表では研究の全体概要と模擬デブリの合成について報告する。

キーワード：燃料デブリ，福島第一原子力発電所事故，合金デブリ

1. 緒言

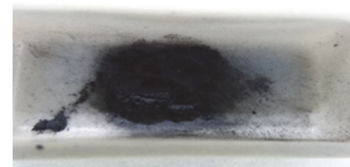
福島第一原発炉内では、SUS 配管や圧力容器等の構造材と溶融した燃料や被覆管成分が高温で反応し、合金相を含む燃料デブリが形成されたとみられる。このデブリは、昨今研究が進展しつつある酸化物主体の燃料被覆管デブリや MCCI デブリとその性状が大きく異なると予想される。そこで本研究プロジェクトでは、 UO_2 -SUS 系や UO_2 -Zr(ZrO_2)-SUS 系の模擬デブリを高温熱処理により合成し、構造解析や状態分析を行い、構造的小および化学的安定性を評価する。また、模擬デブリの熱中性子照射による FP 製造や、MA トレーサの添加を行い、経年変化処理として液性や温度を制御した水相への浸漬試験を行い、放射能毒性の高い核種がデブリ中で安定に存在しうるか、また水相への溶出が経時的に進行するかを調べる。さらに、デブリの酸化・溶出の加速につながる水の放射線分解反応の影響を評価する。これら模擬デブリの酸化物相および合金相の経年変化を分光学的に分析し、合金相を含む燃料デブリの長期安定性を評価する。本発表では 3 か年計画の研究の全体概要と模擬デブリの合成例について報告する。

2. 模擬デブリの合成

UO_2 および SUS304 粉末(ニラコ社製 100 mesh)をそれぞれモル比(U:Fe+Cr+Ni)が 1:1 となるように秤量し、メノウ乳鉢で約 5 分間摩擦混合した。これを電気炉にて 1200°C で 98% Ar + 2% O_2 の酸化性雰囲気中で所定時間(最長 24 時間)加熱した。熱処理後、試料の XRD 測定および SEM-EDX 分析を行った。

3. 結果と考察

UO_2 -SUS 系模擬デブリでは、1 時間の加熱では UO_2 が酸化した U_3O_8 相、SUS が酸化した $(\text{Fe,Cr,Ni})_3\text{O}_4$ 相が確認された。また、微量成分として UFeO_4 相が確認された。本加熱試験条件下において、加熱時間とともに UFeO_4 相の相対ピーク強度が U_3O_8 に対して増大し、12 時間の加熱により UFeO_4 の相対ピーク強度が最大となることが分かった。SEM-EDX による観察および元素組成分析により模擬デブリ中の各粒界の元素組成を調べた結果、U を多く含む U_3O_8 相、U と Fe+Cr の原子数比がほぼ同程度の $(\text{Fe,Cr})\text{UO}_4$ 相、および $(\text{Fe,Cr,Ni})_3\text{O}_4$ 相が存在していることが確認された。



(写真) 24h 加熱処理により合成した UO_2 -SUS 模擬デブリ

【謝辞】 本研究は、日本原子力研究開発機構・廃炉国際共同研究センターの「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の一部として実施した。

*Akira Kirishima¹, Daisuke Akiyama¹, Nobuaki Sato¹, Takayuki Sasaki², Masayuki Watanabe³, Yuta Kumagai³, Ryoji Kusaka³

¹Tohoku Univ., ²Kyoto Univ., ³JAEA,