

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

(3) ウラン-ステンレス鋼系模擬デブリの合成と構造解析

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

(3) Synthesis and structure analysis of simulated fuel debris in the UO_2 -SS system

*秋山 大輔¹, 桐島 陽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, ²京大, ³JAEA

抄録：1F 事故では、構造材と熔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、ウラン-ステンレス鋼系模擬デブリを雰囲気を変えて、高温で合成し、XRD 及び SEM-EDX により構造解析を行う。本発表では、ウラン-ステンレス鋼系模擬デブリに加え、ウランとステンレス鋼の主成分である鉄、クロムを含む模擬デブリの構造について報告する。

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

東京電力福島第一原子力発電所（1F）事故では熔融した燃料がステンレス等の鉄を主成分とした合金と高温で反応し、燃料デブリを生成したと考えられている。今後、取出しや処理、処分に際して、生じた燃料デブリの性状を予測することが重要となる。そこで、本研究ではステンレス鋼の構成元素を含む模擬燃料デブリを調製し、XRD 及び SEM-EDX を用いてその構造解析を行った。

2. 実験方法

UO_2 粉末を SUS304 ステンレス鋼粉末、金属 Fe 粉末、金属 Cr 粉末とそれぞれ混合し、Ar 気流下、もしくは $\text{Ar}+2\%\text{O}_2$ 気流下で 1200-1700℃で加熱して模擬デブリを調製した。得られた試料を XRD 及び SEM-EDX を用いて構造解析及び組成分析を行い、加熱温度、加熱時間、雰囲気依存性を評価した。さらに、調製した模擬デブリの安定性を評価するために、これを純水及び海水に 30 日間浸漬させ、固相分析を行った。

3. 結果と議論

加熱実験の結果、 UO_2 -SUS 系模擬デブリは Ar 雰囲気では加熱前後の相関係に変化は見られなかった。一方、 $\text{Ar}+2\%\text{O}_2$ 雰囲気では UO_2 -SUS 系、 UO_2 -Fe 系、 UO_2 -Cr 系で UO_2 は低温では U_3O_8 に、1600℃以上では UO_{2+x} を生成し、SUS304、Fe、Cr は Fe_3O_4 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 に酸化された。また、 UO_2 -SUS 系(図)及び UO_2 -Cr 系ではそれぞれ UFeO_4 及び UCrO_4 相の生成が確認された。 UO_2 -Fe 系では UFeO_4 相は確認されなかったことから、酸化雰囲気においてはクロムの存在により、ウランと鉄、クロムの複合酸化物が生成すると考えられる[1]。また、30 日間の純水及び海水浸漬後の模擬デブリの XRD パターンは、浸漬前と比較して大きな変化は無く、マクロの固相状態に明確な変化は確認されなかった。

【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。

参考文献： [1] D. Akiyama, H. Akiyama, A. Uehara, A. Kirishima, N. Sato, J. Nucl. Mater., 520 (2019) 27-33.

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

¹Tohoku Univ., ²Kyoto Univ., ³Japan Atomic Energy Agency

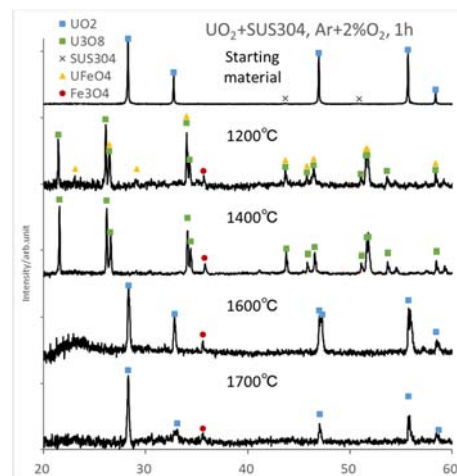


図. UO_2 -SUS 系模擬デブリの XRD 分析結果
(温度：1200-1700℃、時間：1h 雰囲気： $\text{Ar}+2\%\text{O}_2$)