

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 (6) ウラン-ジルコニウム-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

(6) Synthesis and structure analysis of simulated fuel debris in the $\text{UO}_2\text{-Zr-SS}$ 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-ジルコニウム-ステンレス鋼系模擬デブリを高温で合成し、XRD 及び SEM-EDX により構造解析を行う。本発表では、ウラン-ジルコニウム-ステンレス鋼系に加え、ウラン、ジルコニウムとステンレス鋼の主成分である鉄系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被覆管のジルカロイや、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 Zr と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 粉末を金属 Zr 粉末、SUS304 ステンレス鋼粉末をそれぞれ混合し、Ar 気流下、もしくは $\text{Ar}+2\%\text{O}_2$ 気流下で 1200-1700°C 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。

3. 結果と議論

加熱実験の結果、Ar 雰囲気 1200°C では $\text{UO}_2\text{-Zr-SUS}$ 系模擬デブリは加熱前後の相関係に変化は見られなかったが、1600°C で加熱後 UO_2 は UO_{2+x} に酸化し、さらに Zr が酸化して ZrO 及び ZrO_2 相が確認された。一方、 $\text{Ar}+2\%\text{O}_2$ 雰囲気では UO_2 は 1200°C では U_3O_8 に、1600°C では UO_{2+x} を生成し、Zr は ZrO 及び ZrO_2 相に酸化された。また、2020 年春の年会で報告した $\text{UO}_2\text{-SUS}$ 系^[1]と比較すると、1200°C 酸化雰囲気中で複合酸化物相の UFeO_4 相の生成が確認されたが、本研究の $\text{UO}_2\text{-Zr-SUS}$ 系では確認されなかった。これは UO_2 が、Zr が酸化して生成した ZrO_2 と反応し安定化したために、 UFeO_4 相は確認されなかったと考えられる^[2]。

【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] 秋山大輔 他、日本原子力学会 2020 年春の年会（福島大学）、2B12

[2] 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