

福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析・廃炉技術に関わる研究・人材育成 (22)共晶反応により作成した $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ZrB}_2$ の物性

Research and human resource development for analysis of fuel debris and decommissioning technology of
Fukushima Daiichi nuclear power plants

(22) Physical properties of $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ZrB}_2$ made by eutectic reaction

*吉田 辰太郎¹, 鬼塚 貴志¹, 宇埜 正美¹

¹福井大学

抄録

共晶反応を利用し $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ZrB}_2$ 共晶混合物を作製した。X 線回折で混合物の同定を行い、SEM-EDS 観察に基づき成分濃度の高い相毎に分類し、マイクロビッカース硬さ及びナノインデント硬さを測定した。また、溶融体試料と比較するために焼結体試料を作製し、同様の評価を行った。

キーワード：燃料デブリ、共晶反応、 UO_2 、機械的特性

1. 緒言

切断や粉碎などの手法で燃料デブリを取り出すには、デブリの各物性を正確に把握する必要がある。前報では模擬燃料デブリとして $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ 及び SUS316L を加えた共晶混合物を作製しその物性について報告した。本報では $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ZrB}_2$ の共晶混合物を作製し、物性を評価した結果について報告する。

2. 実験方法

UO_2 と B_2O_3 の粉末及び ZrO_2 と Al_2O_3 の粉末をそれぞれが共晶点組成（モル比）となるように混合し、コールドプレスで成形した。試料を BN りつぽ内に入れ、Ar 気流中にて $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3$: 1740°C 、 $\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$: 1860°C でそれぞれ 10 分間加熱して共晶生成物を作成した。その後これら 2 つを粉碎し、これら 2 つの共晶生成物と ZrB_2 粉末をモル比 1 : 1 : 1 で混合し、 1960°C で 10 分間加熱した。冷却過程において、 $120^\circ\text{C}/\text{min}$ 並びに $10^\circ\text{C}/\text{min}$ で冷却速度を制御し、異なる空隙率を持つ $\text{UO}_2\text{-B}_2\text{O}_3/\text{ZrO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3/\text{ZrB}_2$ 共晶混合物試料を作製した。作製した試料を切断、研磨し、アルキメデス法による密度測定、SEM-EDS 観察及び X 線回折測定による共晶混合物の同定を行った。SEM-EDS 観察の結果、判明した成分相毎にビッカース硬さ試験、ナノインデント硬さ試験を行い、機械的性質を評価した。比較のため、放電プラズマ焼結(SPS)装置を用いて高密度な焼結体試料を作製し、同様の評価を行った。

3. 結果・考察

X 線回折測定では、熱処理によるアモルファス化した B_2O_3 を除き、出発物質と正方晶 ZrO_2 が確認された。また、新たな化合物は確認されなかった。SEM-EDS 観察では各試料で ZrO_2 と Al_2O_3 のラメラ状組織が確認できた。 ZrB_2 は $120^\circ\text{C}/\text{min}$ では柱状に、 $10^\circ\text{C}/\text{min}$ 及び焼結体では球状で確認された（図 1）。ビッカース硬さ、ナノ硬さは冷却速度による違いは殆ど無かった。

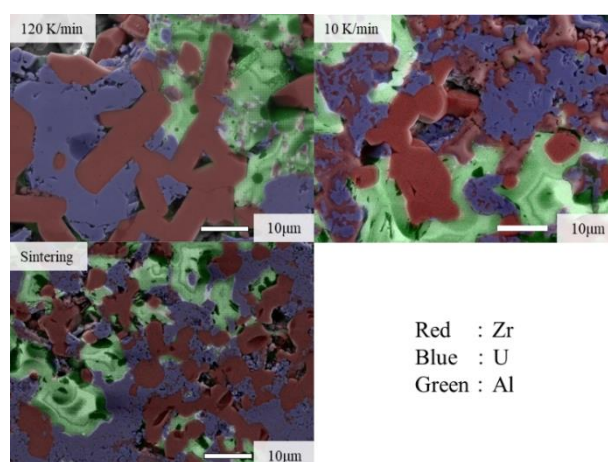


Fig.1 SEM-EDS image of each cooling rate sample

謝辞

本研究は、文部科学省の英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業による委託業務として、国立法人 福井大学が実施した令和元年度「福島第一原子力発電所の燃料デブリ分析・廃炉技術に関わる研究・人材育成」の成果である。

*Shintaro Yoshida¹, Takashi Onitsuka¹ and Masayoshi Uno¹

¹University of Fukui