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 (16) B_2O_3-UO_2/Al_2O_3-ZrO_2/SUS316L 共晶混合物の機械的特性

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

(16) Mechanical properties of B_2O_3-UO_2/Al_2O_3-ZrO_2/SUS316L eutectic composites

*吉田 辰太朗[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 B_2O_3-UO_2/Al_2O_3-ZrO_2/SUS316L 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ター硬さを測定した。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、ZrO_2、SUS316L

1. 緒言

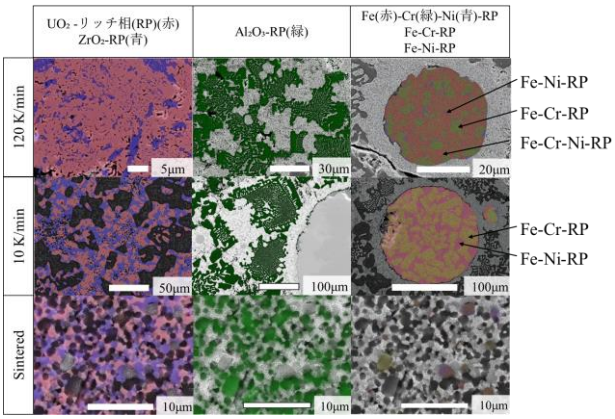
切断や粉砕などの手法で燃料デブリを取り出すには、デブリの各物性を正確に把握する事が必要である。前報では擬似燃料デブリとして B_2O_3-UO_2/Al_2O_3-ZrO_2共晶混合物を作製しその物性について報告した。本報では B_2O_3-UO_2/Al_2O_3-ZrO_2/SUS316L の共晶混合物を作製し、物性を評価した結果について報告する。

2.実験方法

B_2O_3 と UO_2 の粉末をモル比で B_2O_3:UO_2=28.9:71.1、Al_2O_3 と ZrO_2 の粉末をモル比で Al_2O_3:ZrO_2=62.5:37.5 とそれぞれ共晶組成となるように混合し、高温炉を使用して Ar 気流中にてそれぞれ 1740℃、1860℃で 10 分間加熱することにより溶融させた。これらを粉砕し、SUS316L の粉末と B_2O_3-UO_2:Al_2O_3-ZrO_2:SUS316L= 0.242:0.558:0.200 のモル比で混合し、同様に 1860℃、10 分間加熱し溶融させた。冷却過程において 120℃/min 並びに 10℃/min で冷却速度を制御し、異なる空隙率を持つ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 線回折による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、ナノインデンター硬さ試験を行い、機械的性質を評価した。比較のため、放電プラズマ焼結(SPS)装置を用いて焼結材試料を作製し、同様の評価を行った。

3. 結論・考察

冷却速度に関わらず試料は上部がセラミックス相、下部が金属・セラミックス相に分かれた。これは溶融凝固時に成分が偏った為と考えられる。X 線回折並びに SEM 観察の結果より共晶混合物ではラメラ状組織が確認でき、共晶による溶融凝固に成功したことが分かった。EDS 観察によりセラミックス成分と金属成分は互いに交じり合わず、反応物を作らずに分離していたことが確認できた。冷却速度により金属相中の Cr や Ni の濃度が異なることが分かり、相毎の硬さ値はセラミックス相中では Al_2O_3 相が最も硬く、金属相中の相の硬さは Cr 含有率と共に増加した。



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平成 30 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 Yoshida[1], Takashi Onitsuka[2] and Masayoshi Uno[1]　[1]Univ. Fuku