

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 模擬燃料デブリの圧縮破壊強度に対する空隙率依存性

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

Porosities dependence on compressive fracture strength of simulated fuel debris

*吉田 辰太郎¹, 勝山 幸三², 石見 明洋², 宇埜 正美¹

¹福井大学, ²JAEA

抄録

本研究では、 B_2O_3 - UO_2 系、 Al_2O_3 - ZrO_2 系の共晶反応を利用し、種々の空隙率をもつ模擬燃料デブリの凝固試料を作製した。X線CTによる凝固試料の空隙率の評価を行い、空隙率が圧縮破壊強度に及ぼす影響を評価した。

キーワード：模擬燃料デブリ、共晶反応、圧縮破壊強度、X線CT、空隙率

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必要がある。前報では擬似燃料デブリとして① B_2O_3 - UO_2/Al_2O_3 - ZrO_2 共晶混合物を作製しその圧縮強度について報告した。本報では② B_2O_3 - UO_2/Al_2O_3 - ZrO_2/ZrB_2 共晶混合物及び③ B_2O_3 - UO_2/Al_2O_3 - $ZrO_2/SUS316L$ 共晶混合物を作製し、マクロな機械的特性として圧縮破壊強度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 の粉末及び Al_2O_3 と ZrO_2 の粉末をそれぞれが共晶点組成となるように混合し、高温炉を使用しAr気流中にてそれぞれ1740°C、1860°Cで10分間、BNるつぼ内で加熱して溶融した。これら2つを粉砕して ZrB_2 粉末と混合し、同様に1860°Cで10分間加熱し溶融凝固させた。また、別にSUS316L粉末とも混合し、同様に1960°Cで10分間加熱し溶融した。これらを冷却過程において120°C/min並びに10°C/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。作製した試料のバルク密度並びに空隙の3次元形状をX線CTによって測定し、閉気孔を含む全体の密度をアルキメデス法による測定した。その後空隙を含む試料全体の機械的特性を圧縮試験で評価した。比較のため、放電プラズマ焼結(SPS)装置を用いて焼結体試料を作製し、同様の評価を行った。

3. 結果・考察

X線CTの結果、②では冷却速度によらず比較的大きな空隙が均一に存在していた。③ではるつぼ内上部と下部で密度の異なる溶融凝固体が形成した。下部側に密度の高い金属成分が多く見られた。圧縮試験の結果を右図に示す。①は、空隙の多い試料は内部の空隙が潰れることにより空隙の少ない試料より低い応力で破壊が始まった。②では ZrB_2 により全体的に①より高い圧縮破壊強度を示した。圧縮強度と気孔率から気孔率ゼロの高密度体の破壊強度は①0.24GPa、②0.44GPaとなった。

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 Yoshida¹, Kozo Katsuyama², Akihiro Ishimi² and Masayoshi Uno¹

¹University of Fukui, ²Japan Atomic Energy Agency.

