

安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用 窒化物燃料サイクルに関する研究開発 (10) 気孔形成剤を用いた模擬燃料ペレットの焼結密度制御

R&D on Nitride Fuel Cycle for MA Transmutation to Enhance Safety and Economy

(10) Application of Pore Former for Density Control in Surrogate Fuel Sintering Process

*高木 聖也, 高野 公秀

原子力機構

MA 核変換用窒化物燃料に関して、ポアフォーマ添加による焼結密度制御のための基礎的な知見を得るために、様々な材質の熱分解性ポリマー微粒子を $Dy_{0.3}Zr_{0.7}N$ 模擬窒化物燃料に添加して焼結試験を行った。

キーワード：マイナーアクチノイド，核変換，窒化物燃料，ポアフォーマ，焼結

1. 緒言

マイナーアクチノイド (MA) 核変換用窒化物燃料では、燃焼時のスエリング緩和を目的とした低密度燃料の技術開発が必要である。適切なポリマー微粒子をポアフォーマ (PF) として添加し、窒化物ペレットの焼結を行うことで、緻密な組織を有しつつ、燃料中に気孔を形成させ低密度窒化物燃料を得る。本研究では、MA を希土類の Dy で模擬した $Dy_{0.3}Zr_{0.7}N$ 模擬窒化物燃料に様々な材質のポリマー微粒子を添加して焼結試験及び分析を行うことで、適切な PF 材質の選定を行うことを目的とした。

2. 実験方法

$Dy_{0.3}Zr_{0.7}N$ 固溶体微粉末に対してポリマー微粒子を最大 3 wt% まで添加し、 ZrO_2 乳鉢中でスパチエラ及び乳棒で強く圧迫しないように正味 10 分間混合した。ポリマー微粒子は燃料への PF としての適用に対して必要 (十分) な条件のもと、ステアリン酸 (A)、ポリエステル (B)、低密度ポリエチレン (C) の 3 種類を選定し、試験に供した。混合粉末をペレット状に成型し、窒素気流中で PF を熱分解により除去する加熱工程の後昇温し、 $1700^{\circ}C$ で 5 時間焼結加熱を行った。焼結したペレットの寸法及び重量測定と、各種分析を行った。なお、参照試料として PF を添加していない $Dy_{0.3}Zr_{0.7}N$ ペレットのみの焼結試験も行った。

3. 結果と考察

A, B, C の PF をそれぞれ 1 wt% 添加し焼結したペレットについて、参照試料に対し有意な焼結密度減少を示した。焼結ペレットの破面観察あるいは研磨面の観察を行った結果、A を添加したペレット中に、成型時の圧縮方向に対して垂直方向にクラックが生じていることがわかった。このクラックはペレット成型時に形成されており、成型圧力を除荷した際の窒化物と PF のスプリングバック率の差に起因していると考えられる。B, C ではペレット重量に対して 3 wt% まで添加しても、ポア周辺にマイクロクラックがわずかに形成されるのみで、燃料組織としては健全な状態を保っていることがわかった。不純物炭素及び酸素濃度の PF 添加濃度依存性も小さく、窒化物燃料への PF としての適用が十分に見込まれることが確認できた。得られた試験データから、B, C の添加濃度と焼結体相対密度の相関データ (図 1) を取得し、再現性良く目標通りの相対密度を有する焼結体の作製が可能となった。

*本報告は、原子力機構が委託先機関として実施した平成 30 年度文部科学省原子力システム研究開発事業「安全性・経済性向上を目指した MA 核変換用窒化物燃料サイクルに関する研究開発」の成果の一部です。

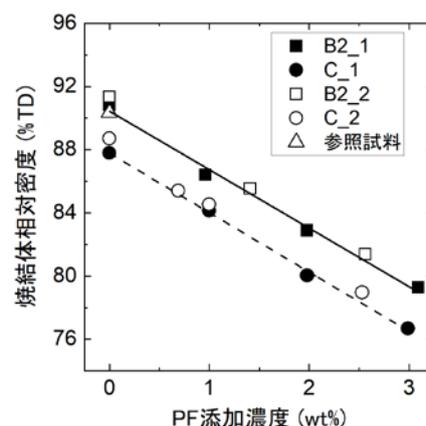


図 1 焼結体相対密度の PF 添加濃度依存性 (■□ : B 添加試験、●○ : C 添加試験)

*Seiya Takaki and Masahide Takano, Japan Atomic Energy Agency (JAEA)