

気孔形成材を用いた(Pu,Zr)Nの焼結密度制御

Application of Pore Former for Density Control in (Pu,Zr)N sintering process

*高木 聖也¹, 高野 公秀¹, 音部 治幹¹

¹原子力機構

Dy_{0.3}Zr_{0.7}N 模擬窒化物燃料を用いて選定した気孔形成材(ポアフォーマ)を、TRU 含有窒化物燃料に添加し、焼結試験を行うことで、ポアフォーマを用いた焼結密度制御技術開発の技術的成立性を評価した。

キーワード: マイナーアクチノイド, 窒化物燃料, 焼結密度制御, プルトニウム, ポアフォーマ

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、燃焼中のスエリング緩和を目的とした気孔率制御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)として燃料粉末に添加し焼結を行うことで、緻密な組織を有しつつ、燃料中に気孔を形成させたペレットを得る。本研究では、Dy_{0.3}Zr_{0.7}N 模擬窒化物燃料を用いて PF 候補材を選定し、Pu 含有窒化物燃料に添加して焼結試験を行うことで、TRU 含有窒化物燃料への PF 適用性を検討した。また既報の Np 含有窒化物燃料を用いた焼結密度制御試験結果と比較し、その焼結性の違いについても報告する。

2. 実験方法 MA 核変換用燃料において、TRU の中でも添加割合の大きい Pu を用い、Pu_xZr_{1-x}N (x=0.3, 0.4) 固溶体粉末を調製した。固溶体粉末に対して PF を最大 1.8 wt% まで添加し、窒化ケイ素製乳鉢中でスパチュラ及び乳棒で強く圧迫しないように混合した。添加した PF はポリエステル (B、平均粒径: 11 μm)、低密度ポリエチレン (C、平均粒径: 20 μm) の 2 種類である。混合粉末をペレット状に成型し、N₂ 気流中で PF を熱分解により除去し、1973 K で 6 時間焼結した後、ペレットの寸法及び重量測定と組織観察を行った。なお、参照試料として PF を添加していない (Pu,Zr)N ペレットのみの焼結試験も行った。種々のペレットの理論密度に対する相対密度を算出するための格子定数は、PF 無添加ペレット焼結後の X 線回折測定から解析した結果を用いた。

3. 結果と考察 PF(B)添加濃度をモルあたり重量に換算した Dy_{0.3}Zr_{0.7}N、Np_{0.3}Zr_{0.7}N、(Pu,Zr)N の焼結体相対密度の添加濃度依存性の比較を図 1 に示す。添加濃度依存性(直線の傾き)は、概ね同程度であり、PF 無添加ペレット焼結体密度の値から目標の焼結体密度(85%TD)のペレットを調製することが可能であることを確認した。また、組織の健全性といった観点からも、断面 SEM 観察像を図 2 に示すように気孔周辺にクラック等が無く PF による気孔形成は良好であることから、PF による焼結密度制御技術は MA 含有窒化物燃料に十分適用可能であると結論づけた。一方、図 1 から (Np,Zr)N と (Pu,Zr)N の焼結体相対密度が大きく異なることが確認できる。それぞれのペレット作製における遊星ボールミルの粉碎条件はほぼ同一であり、焼結時の条件も同じであるため、この結果は TRU 組成による焼結性の変化を示唆する結果である。今後、TRU 組成ごとに適切な粉碎条件を明らかにすることを課題とした。

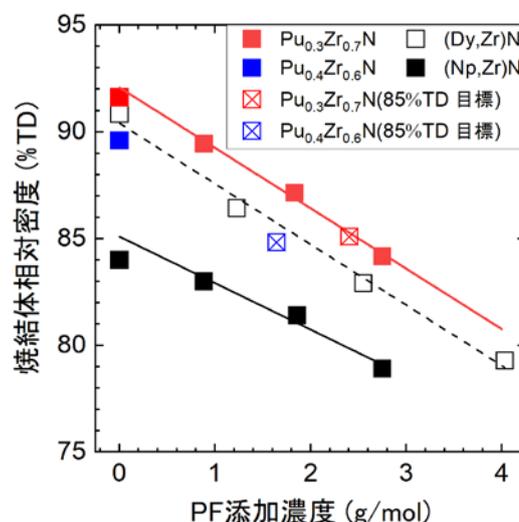


図1 焼結体相対密度のPF(B)添加濃度依存性

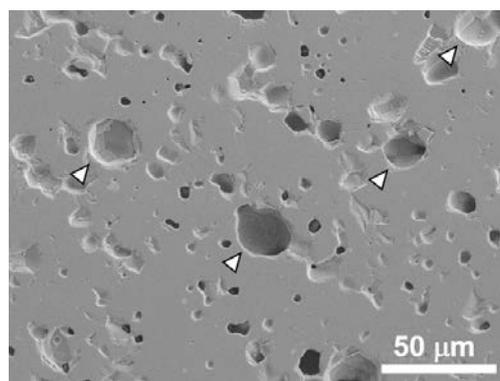


図2 Cを1.2 wt%添加して焼結したペレットの研磨面SEM観察像(三角矢印: PFにより形成された気孔)

*Seiya Takaki¹, Masahide Takano¹ and Haruyoshi Otobe¹, ¹JAEA.