

Additive Manufacturing による核燃料製造技術の開発

Development of nuclear fuel fabrication technology using additive manufacturing

*渡部 雅¹, 加藤 正人¹

¹ 日本原子力研究開発機構

本研究では、ファインセラミックスの革新的な成形技術として研究開発が行われている Additive Manufacturing に着目し、市販型光造形 3D プリンターを用いて模擬核燃料物質の積層造形試験を実施し、当該技術の核燃料製造プロセスへの適用性を評価した。

キーワード : Additive Manufacturing、燃料製造、光造形、3D プリンター

1. 緒言

酸化物燃料のペレット成形工程では、一般的に一軸加圧成形法が採用されているが、成形体内部の不均一な応力分布により焼結時にペレットの変形や割れが生じることや金型充填性の高い原料粉末が必要なことといった課題がある。これらの課題を解決するために、Additive Manufacturing による三次元積層造形技術に着目した[1]。本技術は、金型不要のため成形体内部に不均一な応力分布が発生しないこと、積層により自在に任意形状の造形が可能となること等の特徴を有するが、核燃料製造工程への適用性については先行研究が非常に少ないため、その技術的な成立性を十分に検討・評価することが必要である。そこで本研究では、市販型光造形 3D プリンターを用いて、核燃料模擬物質の積層造形試験を実施し、Additive Manufacturing の核燃料製造プロセスへの適用性を評価することを目的とした。

2. 実験方法

マイクロ波加熱脱硝法により調製した模擬核燃料粉末 (CeO_2 粉末及び $\text{CeO}_2\text{-ZrO}_2$ 固溶体粉末) を光硬化樹脂と所定の重量比率になるように秤量・混合することで原料スラリーを作製し、光造形 3D プリンター (武藤工業株式会社製 ML-48 及び ML-100) を用いて光造形試験を実施した。作製する造形体の形状は直径 10 mm、高さ 10 mm のペレット状とした。

3. 結果及び考察

原料スラリーは、光硬化樹脂の重量比率の増加に伴い徐々に粘性が減少し、50 wt%において最適な流動性を示すことがわかった。しかし、混合直後は最適な流動性を示していても、半日ほど静置するとスラリー中の原料粉末が沈降し、粉末と光硬化樹脂が分離するため、混合後のスラリーは迅速に光造形試験へ供した。図 1 に光造形試験後の CeO_2 造形体の外観を示す。ペレット下部から上部にかけて問題なく積層造形を実施できたが、その最上部において剥離が確認された。これは、積層造形中に原料スラリー中の粉末の沈降が開始し、光硬化領域が不均一になったためと考えられる。上記の結果から、スラリーの均一性が造形体の品質に大きな影響を及ぼすことが判明したが、スラリーの攪拌・混合工程を最適化し、原料粉末と光硬化樹脂の分離を抑制すれば、模擬核燃料粉末の積層造形が可能となることが示唆された。

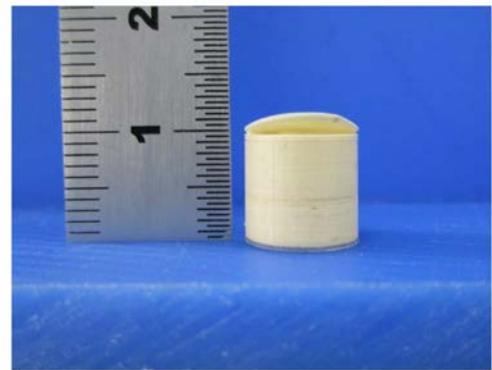


図 1 CeO_2 造形体の外観

参考文献

[1] 経済産業省、平成 25 年度製造基盤技術実態等調査 (ファインセラミックス産業技術戦略策定基盤調査) 報告書

*Masashi Watanabe¹ and Masato Kato¹

¹Japan Atomic Energy Agency