

次世代革新炉のための MOX 燃料技術
(2) 照射試験データを用いた熱伝導率の検討及び挙動解析

MOX fuel technologies for next-generation nuclear reactors

(2) Study of thermal conductivity and irradiation behavior for MOX fuel

*沖 拓海¹, 加藤 正人¹, 生澤 佳久¹, 廣岡 瞬¹

¹ 日本原子力研究開発機構

ブレディック転移を考慮した高温領域での熱伝導率を照射試験データに基づき検討するとともに、照射挙動について解析コードを用いて評価した。熱伝導率は、ブレディック転移を考慮することで 1500 K 付近から上昇し、2200 K 付近でピークを示した。この熱伝導率を用いて照射挙動を評価すると、低温から融点直下までの燃料中心温度は実測値を再現することを確認した。

キーワード：高速炉、MOX、熱伝導率、照射挙動

1. 緒言

MOX 燃料の熱伝導率は、高温において、電気伝導の上昇に伴って上昇し、また、ブレディック転移を考慮することで降下すると予想される^[1]。しかし、高温領域、特に融点近傍の熱伝導率の変化については実験によって直接測定することは困難である。そこで、本報告では高温領域の熱伝導率を高速実験炉常陽で照射された燃料溶融試験結果に基づき検討すると共に、この熱伝導率を用いて照射挙動解析コード「CEPTAR」^[2]の燃料中心温度及び組織変化（中心空孔径）の再現性を評価した。

2. 熱伝導率の検討、照射挙動の解析

表 1 に示す高速実験炉常陽で行われた照射試験を用いて、燃料熱伝導率、燃料中心温度及び組織変化（中心空孔径）の再現性を評価した。溶融限界線出力試験 B5D-2 の結果に基づき、燃料中心温度の実測値と計算値が一致するように熱伝導率を設定した。この熱伝導率を用いて計装線付照射試験 INTA-1、2 の解析を行った。これらの結果を図 1 に示すが、低温から高温（融点）の温度領域で、燃料中心温度を精度良く解析できることが分かった。

一方で、Am 含有 MOX 燃料照射試験 B14 の中心空孔径は過大評価となった。この原因として、組織変化は高温の温度勾配下で、製造時気孔の蒸発凝縮による中心方向への移動によって生じるが、今回設定した熱伝導率と燃料温度や組織変化の評価に関連する各照射挙動モデルに不整合がある事が考えられる。

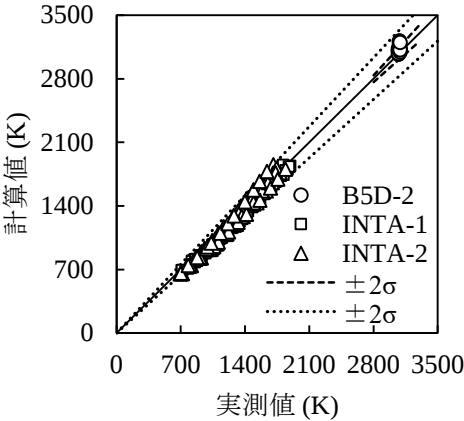


図 1. 燃料中心温度の実測値と計算値

表 1. 照射試験データの概要

照射試験名	Pu含有率 (wt%)	ピン外径 (mm)	最大線出力 (W/cm)	検証データ
溶融限界線出力試験B5D-2	20	7.5	700	燃料中心温度（融点）
計装線付照射試験INTA-1, 2	30	6.5	360	燃料中心温度
	20	7.5	400	（熱電対による実測）
Am含有MOX燃料照射試験B14	31	6.5	470	組織変化（中心空孔径）

3. 結論

ブレディック転移を考慮した熱伝導率を用いて照射挙動を評価すると、低温から融点直下までの燃料中心温度は実測値を再現することを確認した。一方で組織変化は再現できておらず、解析の精度向上のためには、熱伝導率やそれに関連する物性モデル及び照射挙動モデルの見直しが今後の課題である。

参考文献

[1] M. Kato & M. Machida (2022). *Materials Science and Fuel Technologies of Uranium and Plutonium Mixed Oxide*. CRC Press.
[2] T. Ozawa & T. Abe (2006). *Nuclear Technology*, 156(1), 39–55.

*Takumi Oki¹, Masato Kato¹, Yoshihisa Ikusawa¹ and Shun Hirooka¹

¹Japan Atomic Energy Agency