

MOX 燃料基礎特性の機構論的統合モデル

(3) 比熱及び熱伝導率

Science-based Integrated Models for MOX Properties

(3) Heat capacity and thermal conductivity

*加藤正人¹、森本恭一¹、中村博樹¹、町田昌彦¹¹ 日本原子力研究開発機構

MOX 燃料の音速、格子定数、熱膨張率及び酸素ポテンシャルを用いて、比熱と熱伝導率を評価するモデルを導出した。本モデルは、様々な物性データ間の関連性を記述することによって、温度、Pu 含有率及び O/M 比をパラメータとして MOX の基礎特性を評価することを可能とした。

キーワード : MOX, 比熱, 熱伝導率

1. 緒言

これまで、高速炉用 MOX 燃料の様々な基礎特性について幅広いパラメータで取得してきた。燃料の熱的評価において重要な特性である熱伝導率は、レーザフラッシュ法によって測定された熱拡散率[1]と、密度及び比熱によって得ることができる。本報告では、密度と比熱について、シリーズ発表(1)及び(2)で報告した関係式を用いて再評価し、得られた熱伝導率を用いて組成依存性を表す式を導出した。

2. 比熱の評価

MOX 燃料の比熱は、定積比熱(C_v)と熱膨張項(C_d)に加えて、f 電子の寄与であるショットキー項(C_{sch})と高温励起項(C_{exe})を考える必要がある。 (C_v+C_d) は、音速及び熱膨張率から算出でき、シリーズ発表(1)で報告する。 C_{sch} は、第一原理計算により PuO_2 及び UO_2 の値を評価し、さらに実験データを用いてパラメータの調整を行った。 C_{exe} としては、フレンケル欠陥生成項(C_f)と電気伝導項(C_e)を考え、それぞれの欠陥生成エンタルピとエントロピについて、シリーズ発表(2)で報告する欠陥生成エネルギーを用いた。その結果、高温領域までの広範囲において比熱の組成依存性を評価することを可能とした。

3. 熱伝導率の評価

これまでに報告した熱拡散率[1]と、熱膨張率の関係式[2]及び上述の比熱を用いて熱伝導率を再評価した結果を図 1 に示す。図中の線で示した計算結果は、Slack の式を用いて得られた結果(λ_s)を (1) 式により C_{sch} 、 C_f 、 C_e の効果を考慮することによって得た。計算結果は、実験結果を O/M 比及び Pu をパラメータとしてよく再現できた。

$$\lambda = \lambda_s \cdot \frac{(C_v + C_d + C_{sch} + C_f + C_e)}{(C_v + C_d)} \quad (1)$$

4. まとめ

本モデルは、MOX の各基礎データ間の関連性を記述し、機械的、熱的特性について組成、温度、密度に対して精度良く評価可能であることを確認した。

参考文献

[1] Morimoto et al., J. Nucl. Mater. 443 (2013) 286-290, [2] Kato et al., J. Nucl. Mater. 469(2016)223-227

*Masato Kato¹, Kyoichi Morimoto¹, Hiroki Nakamura¹ and Masahiko Machida¹, ¹Japan Atomic Energy Agency

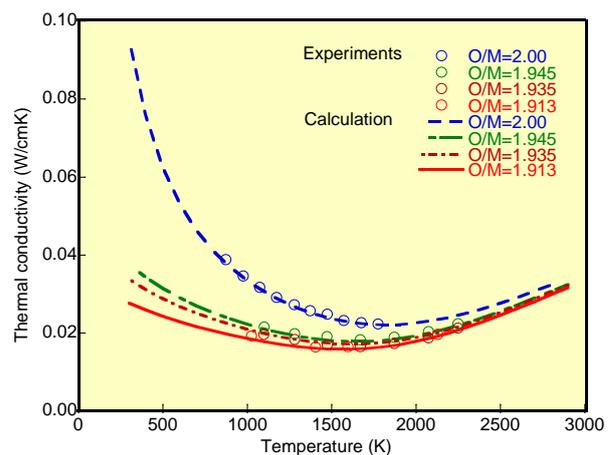


図 1 MOX の熱伝導率 (29.4%Pu, 93%TD)