

高速パルス通電加熱による熔融酸化燃料の物性測定手法の開発

Development of physical property measurement technique for molten oxide fuel

by high-speed electrical pulse heating

*渡部 雅¹, 森本 恭一¹, 加藤 正人¹, 小無 健司², 有田 裕二³, 渡辺 博道⁴, 菱沼 行男⁵

¹日本原子力研究開発機構, ²東北大学, ³福井大学, ⁴産業技術総合研究所, ⁵アート科学

本研究では、金属の高温物性値の測定のために開発されたパルス通電加熱法による物性測定技術をもとに熔融酸化燃料の物性測定技術を開発する。新たに開発したパルス通電加熱装置を用いてジルコニア加熱試験を実施すると共に、有限要素法による温度解析を行い、本手法で試料の熱物性値が測定可能か検討した。

キーワード：酸化燃料、物性測定、パルス通電加熱法

1. 緒言

原子炉用核燃料の融点付近の熱物性値は、シビアアクシデントでの事故進展を考える上で不可欠な熱物性値である。従来の測定方法では、試料を超高温で一定温度に長時間保持する必要があるため、「試料容器との反応が生じる」、「蒸発により試料組成が変化する」などの問題が測定を困難にしていた。本研究では、短時間で物性を測定することによりこれらの問題を解決する。本研究の成果により、核燃料の熔融状態の解析が可能になれば、高速炉及び軽水炉の事故時の燃料挙動や安全性評価の精度が向上する。

2. 実験方法

試験試料は、タングステン製容器（外径 4 mm、内径 3 mm、長さ 120 mm）に円柱状のジルコニアを 100 mm 程度挿入したものをを用いた。タングステン製容器との接触熱伝達を改善する目的で、ジルコニアをあらかじめ熔融させた後、ジルコニアの融点近傍までパルス通電加熱を行い、試料温度、電圧及び電流を取得した。また、試料の温度変化を評価するため、COMSOL Multiphysics®を用いて有限要素法による温度解析を実施した。

3. 結果

前回の報告[1]では、試験後の試料の断面金相観察により試料が均一に熔融していることを示した。今回は、有限要素法による測定試料内の温度解析を実施した。図 1 はジルコニア試料をパルス通電加熱した際の軸方向温度分布の推移である。6000 ms が経過し試料の温度が 2000 K に達した時点で、試料中心付近の 40 mm の範囲の試料温度は一定である。投入電力を増減させ、この中心付近の温度を変化させることによって試料の比熱測定が可能であることが示された。

本研究発表は、平成 28 年度及び平成 29 年度文部科学省「英知を結集した原子力科学技術・人材育成推進事業」の研究課題「高速パルス通電加熱による超高温核燃料物性測定技術の開発」の成果の一部を含む。

参考文献

[1] 小無、森本、渡部、加藤、渡辺、有田、菱沼、日本原子力学会 2018 年春の年会予稿集 2D12

*Masashi Watanabe¹, Kyoichi Morimoto¹, Masato Kato¹, Kenji Konashi², Yuji Arita³, Hiromichi Watanabe⁴ and Yukio Hishinuma⁵

¹IAEA, ²Tohoku University, ³University of Fukui, ⁴AIST, ⁵Art Kagaku

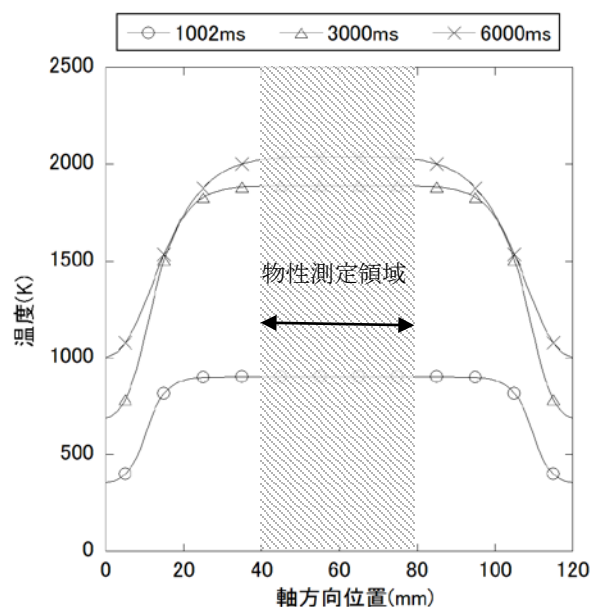


図 1 ジルコニア試料 (r=1.2 mm) 軸方向温度分布