

高速パルス通電加熱による熔融酸化物燃料の物性測定手法の開発— 2

Development of physical property measurement technique for molten oxide fuel by high-speed electrical pulse heating-2

*新納 圭亮¹, 有田 裕二¹, 小無 健司², 渡辺 博道³, 森本 恭一⁴, 渡部 雅⁴

¹福井大学,²東北大学,³産業技術総合研究所,⁴日本原子力研究開発機構

高速パルス通電加熱法を用い、熔融酸化物燃料の物性測定を試みた。多段階パルス通電加熱測定法の導入によりYSZ(Y_2O_3 添加 ZrO_2)の測定を実施するとともに($U_{0.7}, Ce_{0.3}$) O_2 の加熱熔融試験を実施した。その結果、加熱方法の改良によって高温でのセラミックス融体試料測定の可能性が示された。

キーワード：酸化物燃料、物性測定、パルス通電加熱法

1. 緒言

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ことのできる高速パルス通電加熱法を、酸化物セラミックス試料の測定に応用するための研究を行ってきた[1]。今回、熔融酸化物燃料の物性測定を試みた。

2. 実験概要

試験試料は、タングステン製容器（外径 4mm、内径 3mm、長さ 120mm）に円柱状の ZrO_2 、ペレット状の($U_{0.7}, Ce_{0.3}$) O_2 を詰めパルス通電加熱により試料に熱を加えた。試料の温度変化、電圧、電流を測定し、試料の熱容量を算出した。温度は 2900K から 3200K で 100K ごと、1000ms で昇温・保持を繰り返す。多段階ステップにすることで温度毎の急激な昇降温を低減させ、試料の温度勾配を減らすようにした。

3. 結果および考察

図 1 にパルス通電加熱を用いて($U_{0.7}, Ce_{0.3}$) O_2 試料を加熱した時の試料の温度変化と加えた電力を示す。この結果から試料の温度上昇に要した熱量(dH)を計算し、通電によって上昇した温度(dT)で割ったもの(dH/dT)を物質質量で割ると熱容量が求められる。 $(C_p = dH/ndT)$ どちらの試料の熱容量も文献値よりも小さい値となったが、断面観察を行ったところ、試料中に空洞ができており密度が小さくなっていると考えられる。この要因として、測定範囲の試料重量の把握が明確とならないこと、測定範囲の試料配置や温度分布の均一性の条件が満たされていないことがあげられる。このことから、熱容量が実際の値よりも小さく算出されたのではないかと考えられる。

今後はより高密度の試料を作製するとともに試料全体に熱が伝わるように加熱時間、ステップの数などに変更を加え、測定技術の向上を図る。

参考文献

[1] 小無、森本、渡部、加藤、渡辺、有田、新関 日本原子力学会 2019 春の年会 3M07

* Keisuke Niino, Yuji Arita, Kenji Konashi, Hiromichi Watanabe, Kyoichi Morimoto, Masashi Watanabe

¹University of Fukui, ²Tohoku University, ³AIST, ⁴JAEA

平成 28 年度—平成 30 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。

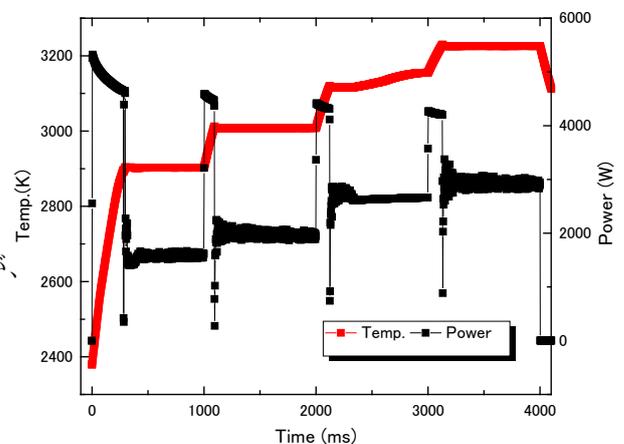


図 1. 試料の温度および印加電力(Power)