

ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故時の制御棒材の共晶熔融挙動に関する研究 (3) 5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の密度および表面張力測定

Study on Eutectic Melting Behavior of Control Rod Materials in Core Disruptive Accidents of Sodium-Cooled Fast Reactors

(3) Density and Surface Tension of 5mass%B₄C-SS Eutectic Molten Material

*福山 博之¹, 東 英生¹, 山野 秀将²

¹東北大学多元物質科学研究所, ²日本原子力研究開発機構

ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故における制御棒材（炭化ホウ素：B₄C）と原子炉構造材（ステンレス鋼：SS）の共晶反応挙動を模擬するのに必要な熱物性モデル構築のため、超高温熱物性計測システム（PROSPECT）により、5mass%B₄C-SS 系融体の密度および表面張力の測定を行った結果について報告する。また、連報(4)では、PROSPECT による同融体の放射率、熱容量、熱伝導率について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉，炭化ホウ素，ステンレス鋼，密度，表面張力

1. 緒言

ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故時には、制御棒材（B₄C）と原子炉構造材（ステンレス鋼：SS）との共晶反応による複雑な炉心損傷の様相を呈する。この共晶反応挙動を模擬するためには熔融した B₄C-SS 系融体の熱物性値が必要であるが、高温における融体の熱物性計測は極めて困難であり、信頼できるデータはほとんど存在しない。当研究室では、超高温熱物性計測システム（PROSPECT）[1]を開発している。PROSPECT（図 1）では、電磁浮遊装置に静磁場（超伝導磁石）を組み合わせ、表面振動、並進運動や内部の対流が抑制された金属液滴の浮遊状態が得られる。PROSPECT はさらに高速度カメラ、レーザー、真空ポンプ、ガス導入系、放射温度計、酸素センサーを備えたマルチ熱物性計測システムであり、高温融体の密度、表面張力、放射率、熱容量、熱伝導率を測定可能である。本研究では、PROSPECT を適用し、5mass%B₄C-SS 系融体の密度および表面張力を測定したので、その結果について報告する。

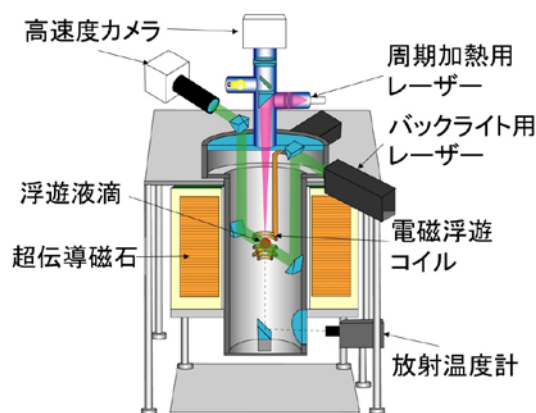


図 1 超高温熱物性計測システム（PROSPECT）

2. 実験および結果

試料には、誘導加熱・急冷法で作製した SS (SUS316L) および 5mass%B₄C-SS を用いた。密度測定では、レーザー光を試料に照射し、高速度カメラを用いて液滴の形状を正確に測定する液滴投影法を採用した。表面張力測定では、静磁場を印加せず、液滴の表面振動を高速度カメラで観察し、その振動数から表面張力を求めた（液滴振動法）。5mass%B₄C-SS 系融体の密度と表面張力は、液相線温度近傍で、それぞれ、6882 kg・m⁻³、1600 mN・m⁻¹であった。

*本報告は、経済産業省からの受託事業である「平成 28 年度高速炉国際協力等技術開発」の一環として実施した成果である。

参考文献

[1] 福山博之, 計測と制御, vol. 54, no. 5 (2015), 303-308.

* Hiroyuki Fukuyama¹, Hideo Higashi¹ and Hidemasa Yamano²

¹Tohoku University, Institute of Multidisciplinary Research for Advanced Materials, ²Japan Atomic Energy Agency.