

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 (5) 5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度測定

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

(5) Viscosity Measurement of 5mass%B₄C-SS Eutectic Molten Material

*西 剛史¹, 太田 弘道¹, 山野 秀将²

¹茨城大学工学部, ²日本原子力研究開発機構

炭化ホウ素 (B₄C) とステンレス鋼 (SS) の熔融混合物の粘度データはシビアアクシデント解析に必要な不可欠である。本研究では、るつぼ回転粘度計による 5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度測定に着手した。

キーワード：炭化ホウ素、ステンレス鋼、るつぼ回転粘度計、5mass%B₄C-SS 共晶熔融物、粘度

1. 緒言

ナトリウム冷却高速炉のシビアアクシデント時には、制御棒材 (B₄C) と原子炉構造材 (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 B₄C-SS 熔融混合物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。本研究では、高速炉のシビアアクシデント解析で最も重要なパラメータの一つである粘度を実測するため、るつぼ回転粘度計を導入し、5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度測定に着手した。

2. 実験方法

本実験はヘリウム雰囲気下で実施し、懸垂ワイヤーは直径 0.4 mm、長さ 450mm の Pt-13%Rh 線を用いた。粘度測定においては高温にて熱対流の影響を防ぎ、安定した広い均熱帯を必要とするため、本研究では内径 60mm のアルミナチューブを炉心管とし、三段からなるカンタルスーパー発熱体による電気抵抗炉を用いた。記録系は、懸垂系に取り付けられた反射鏡にレーザ光を一定方向から入射し、その反射光をフォト・ディテクターで検出した。この各検出子を通る反射光の時間間隔を測定し、実測で得た振動曲線から周期と対数減衰率を決定し、粘度を算出した。

3. 結論

室温、1200℃、1300℃にて空るつぼ検定を実施後、5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の 1390℃にて粘度測定を実施した。粘度の測定結果を図 1 に示す。1390℃における 5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度は熔融 Fe[1]および熔融 12.5mol%B-Fe 混合物[2]の文献値より B₄C の添加量の影響からかなり高い値を示すことが明らかとなった。

*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。

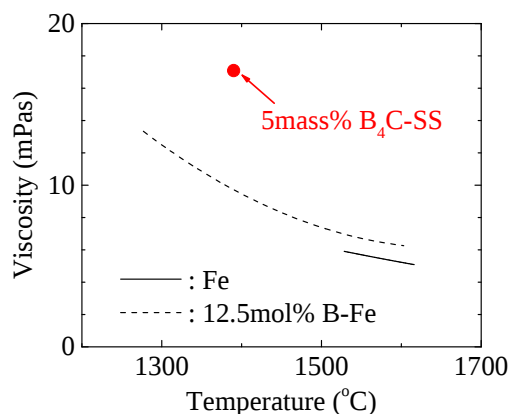


図 1 5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度

参考文献

- [1] M. J. Assael et al., J. Phys. Chem. Ref. Eng. Data, 35 (2006) 285.
- [2] O. Takeda et al., ISIJ Int., 55 (2015) 500.

*Tsuyoshi Nishi¹, Hiromichi Ohta² and Hidemasa Yamano^{1,2}

¹College of Engineering, Ibaraki Univ. ²Japan Atomic Energy Agency.