

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 (23) 2.5mass%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

(23) Viscosity Measurement of 2.5mass%B₄C-SS Eutectic Molten Material

*西 剛史¹, 佐藤 理花¹, 高塚 祐理子¹, 太田 弘道¹, 山野 秀将²

¹茨城大学, 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不可欠である。本研究では、これまで測定した熔融 SS, 5mass%B₄C-SS, 7mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度データに新たに測定した 2.5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度データと併せてデータの検証を実施したので報告する。

キーワード：炭化ホウ素、ステンレス鋼、るつぼ回転粘度計、2.5mass%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物性値の一つとして 2.5mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度をるつぼ回転粘度計により測定し、熔融 SS や 5.0mass%B₄C-SS, 7.0mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度と併せて、データの検証を実施した。

2. 実験方法

本実験は試料の酸化を防ぐため、ヘリウム雰囲気下で実施した。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ることで、安定した広い均熱帯の確保が可能となった。記録系は、懸垂系に取り付けられた反射鏡にレーザー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

1793 K から 1713 K まで測定した 2.5mass% B₄C-SS 共晶熔融物の粘度の対数値を熔融 SS、5.0mass%、7.0mass%B₄C-SS 共晶熔融物の測定値と共に図 1 に示す。図 1 より、B₄C 濃度が増加するに伴い、粘度の値が増加する傾向にあることが明らかとなった。るつぼ回転粘度計による測定では不均質な融体の場合、対数減衰率が減少するため、粘度の値が見かけ上小さくなることが知られている。しかし、図 1 の結果で、各組成の粘度の対数値の温度依存性は直線関係を示すことから 0~7.0mass% B₄C-SS 共晶熔融物の範囲では融体は均質であることを示している。このデータから温度の逆数と B₄C 濃度をパラメータとした粘度評価式を作成した。粘度式に関しては当日の発表にて発表することとする。

*本報告は、経済産業省からの受託事業である「令和元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。

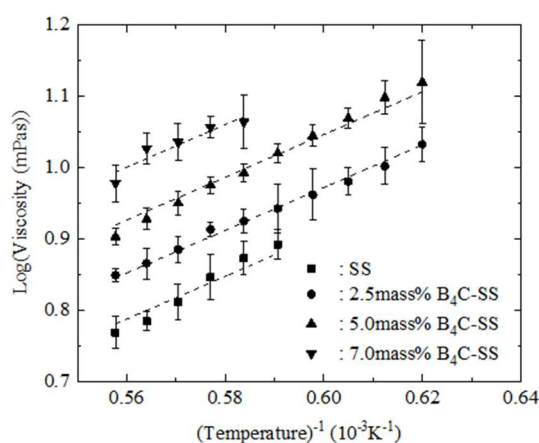


図 1 B₄C-SS 共晶熔融物の粘度の対数値

*Tsuyoshi Nishi¹, Rika Sato¹, Yuriko Takatsuka¹, Hiromichi Ohta¹ and Hidemasa Yamano²

¹Graduate School of Science and Engineering, Ibaraki Univ. ²Japan Atomic Energy Agency.