

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 (15) 7mass%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

(15) Viscosity Measurement of 7mass%B₄C-SS Eutectic Molten Material

*西 剛史¹, 小久保 宏紀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、H29, 30 年度に報告した 5mass%, 10mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度測定に続き、7mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度測定を実施し、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、7mass%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 7mass%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 5mass%, 10mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度と比較し、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。この各検出子を通過す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

1823 K から 20 K 刻みで 1683 K まで測定した 7mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度の測定結果を熔融 SS、5mass%, 10mass%B₄C-SS 共晶熔融物の測定値ならびに Fe-2.7mass%B の文献値[1]と共に図 1 に示す。図 1 より、1823 K の粘度のデータのみ温度の減少に伴い減少する傾向が得られた。これは液相線温度が 1683-1703K の間にあり、固相が 1683 K での測定中に析出したことが原因であると考えられる。一方、7mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度は熔融 SS、5mass%, 10mass%B₄C-SS 共晶熔融物および Fe-2.7mass%B の文献値よりも高い値を示した。この原因については今後明らかにしたいと考えている。

*本報告は、経済産業省からの受託事業である「平成 30 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] O. Takeda et al., ISIJ Int., 55 (2015) 500.

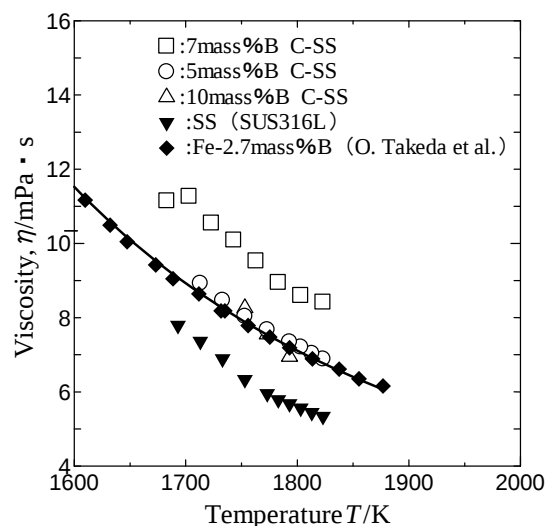


図 1 7mass%B₄C-SS 共晶熔融物の粘度

*Tsuyoshi Nishi¹, Hiroki Kokubo¹, Yuriko Takatsuka¹, Hiromichi Ohta¹ and Hidemasa Yamano²

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