

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 (2) 5mass%B₄C-SS 共晶物の固相物性測定

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

(2) Thermophysical Properties of 5mass%B₄C-SS Eutectic Materials in the Solid State

*高井 俊秀¹, 古川 智弘¹, 山野 秀将¹

¹原子力機構

第4世代ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故(CDA)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、B₄C-SS 共晶物の固相物性評価を行った結果について報告する。

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, 共晶反応, 固相物性

1. 緒言

第4世代ナトリウム冷却高速炉のCDA解析においてB₄CとSSの共晶反応及び移行挙動を考慮するため、シビアアクシデント解析コードに組み込む熱物性モデルを開発する必要がある。本報では、このための基盤データとしてB₄C-SS 共晶物の固相物性評価を行った結果について報告する。

2. 研究概要

2-1. B₄C-SS 共晶反応試料の合成

固相物性は結晶構造の差異による影響を受けることから、均質かつ緻密な試料形成が期待できるホットプレス法(原料粉末を高温下で加圧・焼結する方法)により試料を合成した。本実験では、原料粉末を所定の重量比(SS:B₄C=95:5)で採取し、ロッキングミキサーで混合した後に焼結型に充填し、これを真空雰囲気下で40MPa-950℃の条件下で3時間加圧・焼結させ、5mass%B₄C-SS 共晶試料を合成した。試料合成後、化学組成分析、組織観察及びX線回折を行い、ほぼ狙い通りのB₄C含有率が得られていること、組織が全体的に均質であること、B₄CとSSの反応生成物が形成されていることを確認した。

2-2. 固相物性測定結果

固相物性測定に先立ち、TG-DTAを用いて合成試料の熔融温度を確認し、固相物性の測定温度範囲を室温から1000℃までと定めた。

続いてこの温度領域におけるB₄C-SS 共晶試料の密度、比熱及び熱伝導率を、それぞれ熱膨張法(アルキメデス法)、断熱熱量計法(DSC法)およびレーザーフラッシュ法により、測定・評価した。熱伝導率の測定結果を図1に示す。この図より、5mass%B₄C-SS 共晶試料は、SSより熱伝導率の高いB₄Cが添加されたにもかかわらず、SSよりも平均で約20%低い熱伝導率を示すことが分かった。一方、密度及び比熱については、B₄CとSSの物性値から予想される通り、B₄C添加によりSSと比べて、それぞれ平均で約5%低く、約10%高くなる傾向にあることが分かった。

3. まとめ

制御棒材と原子炉構造材の反応挙動を確認するため、B₄C含有率5mass%のB₄C-SS 共晶試料を合成し、固相物性測定を実施した。今後、B₄C含有率の異なるB₄C-SS 共晶試料の物性測定を進めるとともに、それぞれの物性値に対するB₄C含有率の影響を評価していく予定である。

*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] Aging and Material Reliability Evaluation Group, JNES-RE-2012-0024, Appendix1-38, (2012).

* Toshihide Takai¹, Tomohiro Furukawa¹, Hidemasa Yamano¹

¹Japan Atomic Energy Agency

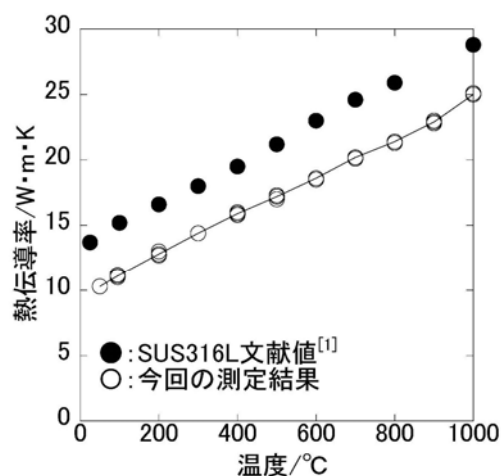


図1 5mass%B₄C-SS共晶試料の熱伝導率