

# 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 (12) 7mass%B<sub>4</sub>C-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

(12) Thermophysical Properties of 7mass%B<sub>4</sub>C-SS Eutectic in the Solid State

\*高井 俊秀<sup>1</sup>, 古川 智弘<sup>1</sup>, 山野 秀将<sup>1</sup>

<sup>1</sup>原子力機構

ナトリウム冷却高速炉の炉心損傷事故評価において、制御棒材（炭化ホウ素：B<sub>4</sub>C）と原子炉構造材（ステンレス鋼：SS）の共晶熔融反応及びその移行挙動を模擬するのに必要な物理モデル構築に資するため、B<sub>4</sub>C-SS 共晶物の固相物性測定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. はじめに

B<sub>4</sub>C-SS 共晶熔融物の炉心内再配置は反応度低減に大きな影響を及ぼす[1]。この B<sub>4</sub>C-SS 共晶熔融反応及び移行挙動をシビアアクシデント解析コードで模擬できるようにするには、物理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 B<sub>4</sub>C-SS 共晶物の固相物性測定を行った結果について報告する。

## 2. 実験

質量比 B<sub>4</sub>C : SS = 7 : 93 で分取した原料を誘導加熱炉に入れ、不活性ガス雰囲気下で約 1550°C まで加熱・溶解させ、その溶湯を石英管で吸引し急冷することにより 7mass%B<sub>4</sub>C-SS 共晶試料を合成した。合成した試料について、化学組成分析、顕微鏡観察及び X 線回折を行い、所望の B<sub>4</sub>C 含有率の試料が得られていること、組織が全体的に均質であること、及び B<sub>4</sub>C と SS の反応生成物（合成試料の主たる結晶相は Fe<sub>2</sub>B）が形成されていることを確認した。本研究課題である固相物性測定では、密度、比熱及び熱伝導率を、それぞれアルキメデス法+熱膨張法、DSC 法（断熱熱量計法）及びレーザーフラッシュ法により実施した。

## 3. 結果

7mass%B<sub>4</sub>C-SS 共晶物の室温における密度、比熱及び熱伝導率は、SS に比べてそれぞれ約 7%低下、約 17%上昇及び約 39%低下する結果を示した（表 1）。B<sub>4</sub>C-SS 共晶物の物性値は B<sub>4</sub>C と SS 各々の物性値の間に位置すると考えれば、密度と比熱は合致するが、熱伝導率は矛盾する結果となる。この要因を検討するために、7mass%B<sub>4</sub>C-SS 共晶物の電気伝導率を測定した結果、電気伝導率の低下も確認された。このことから、熱伝導率が SS に比べて低下した要因は、SS のマトリックス中に金属間化合物である Fe<sub>2</sub>B が混在することにより、自由電子の動きが阻害されるためと推定された。

表1 密度、比熱、熱伝導率の測定結果(室温、平均値)

	7%B <sub>4</sub> C-SS [A]	316L SS [B]	[A]/[B]
密度 kg/m <sup>3</sup>	7390	7980	0.93
比熱 J/kg/K	560	480	1.17
熱伝導率 W/m/K	8.8	14.4	0.61

## 4. まとめ

今回、B<sub>4</sub>C 含有率 7mass% の B<sub>4</sub>C-SS 共晶試料を合成し、固相物性として密度、比熱及び熱伝導率を測定した。今後、B<sub>4</sub>C 含有率の異なる B<sub>4</sub>C-SS 共晶試料の物性測定を実施し、熱物性データベースとして整備するとともに、それぞれの物性値に及ぼす B<sub>4</sub>C 含有率の影響を評価していく。

\*本報告は、経済産業省からの受託事業である「平成 30 年度高速炉の国際協力等に関する技術開発」の一環として実施した成果である。

## 参考文献

[1] 山野ら, 第 21 回動力・エネルギー技術シンポジウム, B242, 2016.

\* Toshihide Takai<sup>1</sup>, Tomohiro Furukawa<sup>1</sup>, Hidemasa Yamano<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency