

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 (1) プロジェクト全体概要

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

(1) Project Overview

*山野 秀将¹, 高井 俊秀¹, 古川 智弘¹, 江村 優軌¹, 倉田 正輝¹,
東 英生², 福山 博之², 西 剛史³, 太田 弘道³, 劉 曉星⁴, 守田 幸路⁴, 古谷 正裕⁵

¹日本原子力研究開発機構, ²東北大学, ³茨城大学, ⁴九州大学, ⁵電中研

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の炭化ホウ素とステンレス鋼の共晶熔融反応及び移動挙動を模擬できるようにするため、共晶熔融物の熱物性評価、共晶熔融反応実験及び材料分析、共晶熔融反応に関する物理モデル開発及び実機適用解析を実施する研究プロジェクトを立ち上げた。ここでは、プロジェクト全体概要及び初年度（平成 28 年度）の進捗概要について報告する。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉, 炉心損傷事故, 炭化ホウ素, ステンレス鋼, 共晶熔融反応

1. 緒言

ナトリウム冷却高速炉の設計コンセプトの一つに、仮に炉心損傷事故(CDA)が起きたとしても設計対策により熔融燃料を原子炉容器内に格納する炉容器内事象終息(IVR)の達成が挙げられている。その IVR を達成するための要件を同定し、設計対策の有効性を評価した結果、制御棒材（中性子吸収材）である炭化ホウ素(B_4C)とステンレス鋼(SS)の共晶熔融反応及び移動挙動が将来の研究課題として抽出された[1]。そこで、これまでの CDA 評価では考慮されていなかった B_4C -SS 共晶熔融反応及び移動挙動を実機解析の中で模擬することを目的として、研究プロジェクトを立ち上げた。本報では、プロジェクト概要として4年間の全体計画を述べるとともに、初年度（平成 28 年度）の進捗概要について報告する。

2. 全体計画

B_4C -SS 熔融物の炉心内の再配置は反応度低減に大きな影響を及ぼす[2]。図 1 に着目すべき現象を示すが、本プロジェクトでは、 B_4C -SS 共晶熔融反応及び混合・移行挙動を調べることにした。熱物性評価として、 B_4C 含有率をパラメータとして年度毎にデータの拡充を図る計画であり、固相（密度、比熱、熱伝導率等）、液相（密度、比熱、熱伝導率、表面張力、粘度等）の物性データを取得する計画である。次に、共晶熔融反応の可視化実験を行い、物理モデル検証のための実験データを得る計画である。また、共晶熔融反応速度を求めるため、 B_4C -SS 共晶熔融反応のみならず、 B_4C と共晶熔融物、SS と共晶熔融物の反応速度データも取得する計画である。これらの実験データ等を基に、物理モデルを開発して、CDA 解析コード SIMMER-III(SIMMER-IV)にモデルを組み込み、最終的には実機適用解析を行う計画である。

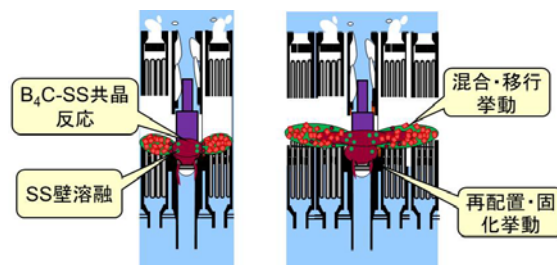


図 1 着目すべき重要現象

3. 平成 28 年度進捗概要

B_4C 含有率 5-mass%を対象に、固相及び液相の熱物性データを取得した（第 2 報以降）。共晶熔融反応実験を行い、熔融挙動の可視化及び固化物から移動範囲の同定、並びに材料分析を行った。また、物理モデルの開発及び解析コードへの組み込みを行い、動作確認を実施した。

4. 結言

本研究プロジェクトを概説するとともに、初年度進捗概要を報告した。

*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。

参考文献

[1] T. Suzuki, et al., JNST, 51,493-513 (2014), [2] 山野ら, 動エネシンポ 2016.

*Hidemasa Yamano¹, Toshihide Takai¹, Tomohiro Furukawa¹, Yuki Emura¹, Masaki Kurata¹, Hideo Higashi², Hiroyuki Fukuyama², Tsuyoshi Nishi³, Hiromichi Ohta³, Xiaoxing Liu⁴, Koji Morita⁴, Masahiro Furuya⁵

¹ Japan Atomic Energy Agency, ² Tohoku Univ., ³ Ibaraki Univ., ⁴ Kyushu Univ., ⁵ CRIEPI