

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時における
溶融炉心物質の再配置挙動に関する研究
(9) ナトリウム中水平構造物に衝突する炉心溶融物質の微細化・冷却挙動に対する解析モデルの検証

Studies on Relocation Behavior of Molten Core Materials
in the Core Disruptive Accident of Sodium-cooled Fast Reactors
(9) Validation of Analysis Models for the Fragmentation and Cooling Behavior of Melt Impinging onto a Horizontal Structure in Sodium

*五十嵐 魁¹, 堺 公明¹, 加藤 慎也², 松場 賢一², 神山 健司²

¹東海大学, ²日本原子力研究開発機構

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時にナトリウム中水平構造物に衝突する炉心溶融物質の微細化・冷却挙動を解明することを目的とした EAGLE-3 炉外試験を対象に SIMMER-IIIコードを用いた解析を実施し、解析値と実験値の比較により解析体系モデルの妥当性を検証した。

キーワード: 高速炉、炉心崩壊事故、溶融炉心物質再配置、SIMMER-III

1. 緒言

ナトリウム冷却高速炉の炉心崩壊事故時に水平構造物上に衝突する溶融炉心物質の微細化と冷却は、炉心崩壊事故の事象推移を明確にし、安全評価の不確かさを低減するために解明すべき重要な現象の一つである。そこで、日本原子力研究開発機構では、ナトリウム中水平構造物に衝突する炉心溶融物質の微細化・冷却挙動の解明を目的の一つとして、カザフスタン共和国国立原子力センターの試験施設を利用した EAGLE-3 計画が実施されている。本研究では本計画で実施された模擬実験[1]を対象とした高速炉安全解析コード SIMMER-IIIによる解析を実施し、実験値と解析値の比較により解析体系モデルの妥当性を検証することを目的とする。

2. 解析方法

本研究で解析対象とした模擬実験は、溶融炉心物質の模擬物質として加熱炉で溶融したアルミナ（以下、「融体」と呼ぶ）をナトリウム中に設置した水平平板上に衝突させ、この時の現象を熱電対及び圧力計にて測定するものである。解析体系を図1に示す。解析体系は融体放出ダクトを中心軸とした円筒座標系とし、縦軸を 57cell, 横軸を 13cell とし体系を作成した。また、融体放出ダクト内壁は壁面摩擦損失を考慮する設定とした。

3. 解析結果

表1に実験及び解析における事象進展の数値を示す。表1の実験値と解析値の比較より、放出ダクト壁の破損時刻、平板衝突までの時間、注入終了時刻が実験値と解析値でほぼ一致しており、SIMMER-IIIによる解析において実験時の事象進展を概ね再現できていることから解析体系モデルの妥当性について確認した。また、図2に解析における融体注入時の様子を示す。図2より融体は平板に衝突した後、平板に沿って拡散していき、その過程で固化している様子が確認できた。これにより模擬実験において融体とナトリウムとの接触面積が拡大することにより、融体が冷却され固化していることが示唆された。

4. 結言

融体の噴流がナトリウム中の水平平板に衝突する際の挙動について、SIMMERコードを用いて解析を実施し、解析値と実験値の比較等を実施した。その結果、実験時の事象進展を概ね再現しており解析体系モデルの妥当性について確認した。また、解析結果から融体は平板上に拡散しながら固化していることが示唆された。

謝辞 解析実施にあたり (株)NESI 細野正剛氏、菅谷正昭氏、金岩潤一郎氏及び日本原子力研究開発機構 田上浩孝氏にご助力、ご助言を頂きました。ここに感謝致します。

参考文献

[1] Matsuba, K. *et al.* NTHAS11, No. N11P0111 (2018)

* Kai Igarashi¹, Takaaki Sakai¹, Shinya Kato², Ken-ichi Matsuba², Kenji Kamiyama²

¹Tokai Univ., ²Japan Atomic Energy Agency

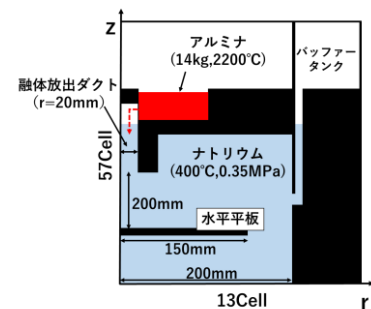


図1 解析体系

表1 実験及び解析の事象進展

	実験	解析
放出ダクト壁破損時刻	1.41s	1.37s
壁破損～平板衝突までの時刻	0.2-0.4s	0.16s
注入終了時刻	2.91s	3.0s

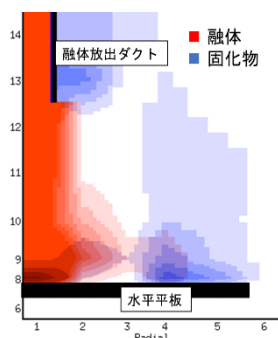


図2 融体注入中の融体/固化物の挙動 (平板衝突後 0.3秒)