

ナトリウム冷却高速炉におけるマルチレベル・シナリオシミュレーション技術開発 (20) 水平・垂直に接続された多区画実験装置における エアロゾル移行挙動に関する数値解析

Development of multi-level, multi-scenario simulation systems for sodium cooled fast reactor

(20) Numerical simulation of experiment on aerosol transport behavior
in multi-cell facility connected with horizontal or vertical pipe

*菊地 紀宏¹, 梅田 良太¹, 菊地 晋¹, 栗原 成計¹, 高田 孝¹, 大島 宏之¹

¹JAEA

ナトリウム(Na)冷却高速炉の安全基盤技術としてマルチレベル・シナリオシミュレーションシステムの開発を進めている。本報告では、Na 燃焼解析コードの V&V に重要な Na 漏えい時のエアロゾル移行挙動を把握するため、水平・垂直体系で実施した、模擬粒子の移行挙動実験に関する数値解析の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，ナトリウム漏えい，エアロゾル移行挙動，数値解析

1. 緒言 ナトリウム (Na) 冷却高速炉において高温の液体 Na が漏えいした場合、燃焼により生成したエアロゾルが空調用ダクト等を介して隣接する区画 (セル) へ移行し、制御機器等の故障や人体への悪影響を招く恐れがある。本報告では、Na 燃焼解析コードの V&V に重要な Na 漏えい時のエアロゾル移行挙動を把握するため、水平及び垂直体系で実施した模擬粒子の移行挙動実験に関する数値解析の結果について報告する。

2. 数値解析 前述の実験^[1]で得られた結果を補完し、模擬粒子の移行挙動に関する現象理解を深めるために、多次元 Na 燃焼解析コード AQUA-SF^[2]を用いて、実験と同様にノズルから模擬粒子を噴出させた 3 次元解析を実施した。2 つのセルとそれらを接続する連通管は実験装置と寸法が等しくなるように設定した。模擬粒子の混入速度は一定と仮定して実験時の模擬粒子の噴出量を噴出時間で除した値とし、その他の境界条件は水平及び垂直 2 セル体系の実験条件に基づき設定した。水平 2 セル体系の解析では、実験と同様に、基準セルの床面に設置されたノズルから模擬粒子が円錐状に噴出した後、連通管を介して隣接セルに一樣に移行する傾向となった。また、噴出終了後しばらくすると、連通管上部は基準セル側に逆流し、下部は隣接セル側に移行する、実験と同様な傾向となった (図 1)。また、図 2 に示す各メッシュの面積で除した単位面積当たりの模擬粒子の沈降量は、基準セルでは噴出ノズル近傍が多い傾向に、隣接セルでは連通管接続側が多い傾向となり、実験のアルミ皿に沈降した模擬粒子を皿の面積で除した値との比較では定性的な傾向が同様であることを確認した。なお、垂直 2 セル体系の解析も実験と同様に、噴出時の気流によって模擬粒子が基準セルの上部に接続した連通管を介して隣接セルへ移行する傾向となり、模擬粒子の沈降量も定性的に実験と同様な傾向を確認した。

3. 結言 模擬粒子の移行挙動実験に関する数値解析を行い、前述の実験との比較から定性的な傾向を再現できることを確認した。*本報告は、エネルギー対策特別会計に基づく文部科学省からの受託事業として、JAEA が平成 28~令和元年度までに実施した「革新的ナトリウム冷却高速炉におけるマルチレベル・マルチシナリオプラントシミュレーションシステム技術の研究開発」の成果です。

参考文献 [1] 梅田他, 原学会 2020 年秋の大会, シリーズ発表(19). [2] T. Takata, et al, Nucl. Eng. Des., Vol. 220, 37 50 (2003).

*Norihito Kikuchi¹, Ryota Umeda¹, Shin Kikuchi¹, Akikazu Kurihara¹, Takashi Takata¹ and Hiroyuki Ohshima¹

¹Japan Atomic Energy Agency

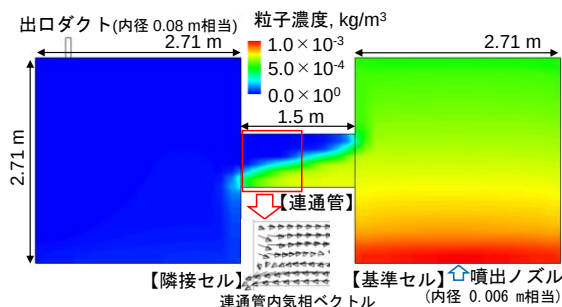


図 1 水平 2 セル体系における模擬粒子の垂直断面 濃度分布 (噴出終了から 1315 秒後)

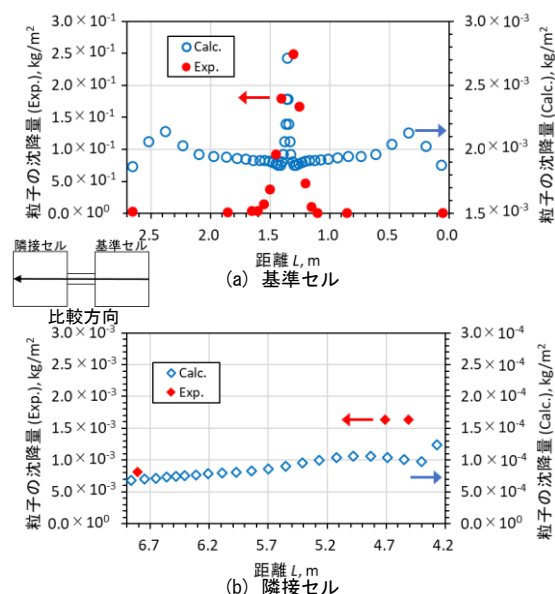


図 2 水平 2 セル体系における模擬粒子の沈降量