

高速増殖炉の炉心溶融事故後冷却挙動の研究

(32) 二相系格子ボルツマン法によるジェットブレイクアップの数値解析

Study on quench behavior at a core-disruptive accident for fast breeder reactors

(32) Numerical simulations of jet breakup with the two-phase lattice Boltzmann method

*齋藤 慎平¹, 阿部 豊¹, 金子 暁子¹, 岩澤 譲¹, 小山 和也², 成合 英樹¹

¹筑波大学, ²三菱 FBR システムズ

高速増殖炉の炉心溶融事故時には、ジェット状に放出された溶融燃料挙動の把握が重要となる。本報では、二相系格子ボルツマン法を用いた液中ジェットの数値解析を実施し、実験結果の再現を試みた。

キーワード：高速増殖炉, 炉心溶融事象, 炉容器内収束, ジェットブレイクアップ, 格子ボルツマン法

1. 緒言

高速増殖炉の炉心溶融事故に対する事故後冷却性評価に向けて、冷却材中にジェット状に流出した溶融燃料のブレイクアップ挙動の把握が望まれている。本数値解析の目的は、極めて複雑な熱流動挙動である溶融ジェットブレイクアップ過程における流体的相互作用を弁別して詳細に観察し、その影響を明らかにすることにある。本報告では、実験結果を再現可能な数値計算手法を構築し、液中ジェットの計算を実施した。

2. 数値解析手法

本研究では、二成分に対する二相系格子ボルツマン法を用いて数値解析を実施した。本手法において解くべき式は、 k 相の粒子分布関数 f_i^k に関する時間発展方程式(格子ボルツマン方程式)である。Fig. 1 に示す 3 次元 27 速度格子を用いて定式化し、計算を実施した。

3. 結果・考察

本研究で構築した数値モデルを用いて実施した数値解析結果の一例を Fig. 2 に示す。Fig. 2(b)を基準ケースとして、Fig. 2(a) は速度のみを小さく、Fig. 2(c) は界面張力のみを小さくした結果である。Fig. 2 に示すように、ジェット先端で液滴が生成するモードから、ジェット側部での液滴生成が卓越するモードへの遷移が見られた。このような傾向は、既報で報告した実験結果^[1]と定性的に一致するものである。

謝辞 本研究は三菱重工業株式会社の坂場弘氏、佐藤裕之氏の支援を受けて実施しました。ここに謝意を表します。

参考文献

[1] 齋藤ほか, 日本原子力学会 2016 年春の年会, 1D12.

*Shimpei Saito¹, Yutaka Abe¹, Akiko Kaneko¹, Yuzuru Iwasawa¹, Kazuya Koyama² and Hideki Nariiai¹

¹University of Tsukuba, ²Mitsubishi FBR Systems, Inc.

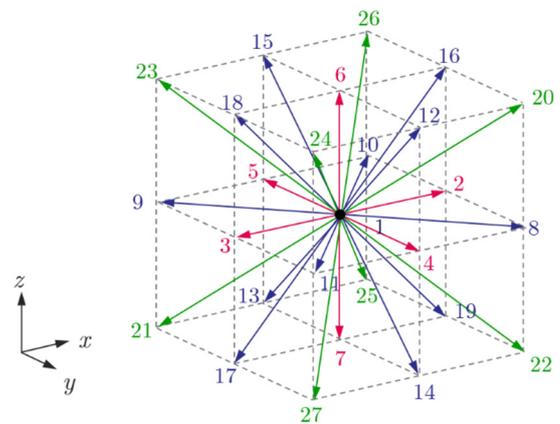


Fig. 1. Three-dimensional 27-velocity lattice.

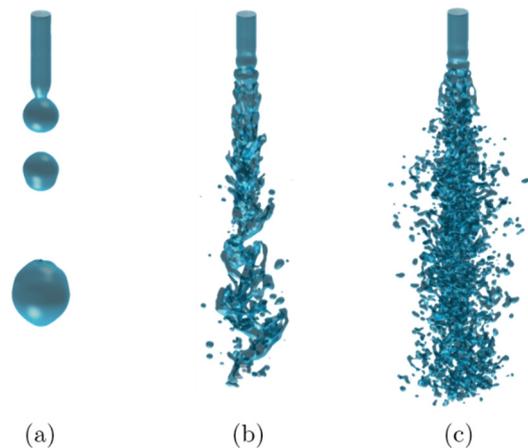


Fig. 2. Simulation results of jet breakup.