

TPFIT による 4×4 模擬燃料集合体内二相流動解析

Numerical simulation of two-phase flow in 4×4 simulated fuel bundle using TPFIT

*小野 綾子¹, 永武 拓¹, 鈴木 貴行¹, 吉田 啓之¹

¹ 日本原子力研究開発機構

軽水炉燃料集合体における機構論的限界熱流束予測評価手法への詳細二相流動解析コード TPFIT の適用を目的とし、原子力機構で実施している 4×4 模擬燃料集合体二相流試験対象とした数値シミュレーションを実施した。

キーワード： 界面追跡法、詳細二相流解析、軽水炉、ボイド率分布

1. 緒言 軽水炉燃料の最適設計及び安全性評価では、機構論的限界熱流束 (Critical Heat Flux: CHF) 予測評価手法の確立が望まれる。原子力機構では、機構論的 CHF 予測に必要となる燃料集合体内の沸騰気泡流動挙動を予測するための詳細二相流解析手法の構築を目指している。本研究では、界面追跡法による詳細二相流解析コード TPFIT を用いたバンドル内二相流挙動に関する解析手法を整備するために、原子力機構で実施している 4×4 バンドル試験体 (以下「試験体」という) 内の気泡流を対象とした数値解析を実施した。

2. 解析条件 図 1 に、試験体と本研究における計算領域を赤点線で示す。 $56\text{mm} \times 56\text{mm}$ の矩形流路内に、直径 10mm の模擬燃料ロッド径が 13mm ピッチで 4×4 に正方配列されている。模擬ロッドは非発熱であり、断熱条件で試験が実施された。入口から 1500mm 、 2000mm の位置にワイヤメッシュセンサ (WMS) が配置されており、サブチャンネル内の空間平均ボイド率を計測した。入口から1段目の WMS までの間の 3 箇所にスパーサグリッドが設置されている。

試験では、圧力、温度、液相および気相流速を変化させた。本研究では、スパーサグリッドから1段目の WMS までの 345mm を含む高さ方向 400mm を解析対象とする。メッシュ幅は 0.5mm 、総格子数は約 1200 万である。図2に示すように入口においてバフファを設置し、複数のノズルから蒸気を注入することにより実験条件を模擬した。

3. 解析結果 図 3 に、大気圧下、蒸気流量 10L/min および液相流量 186L/min における解析結果を示す。バンドル部の入口において気泡流となるように、ノズルの数、径や各ノズルでの気相流速を調整した。サブチャンネル内を上昇する気泡流がシミュレーションされていることが確認できる。

4. 結言 4×4 バンドル内の気泡流挙動について TPFIT により詳細二相流動解析を実施した。今後は、解析結果を詳細に分析するとともに、バンドル内のボイド率分布などについて実験データと比較し妥当性を確認する。

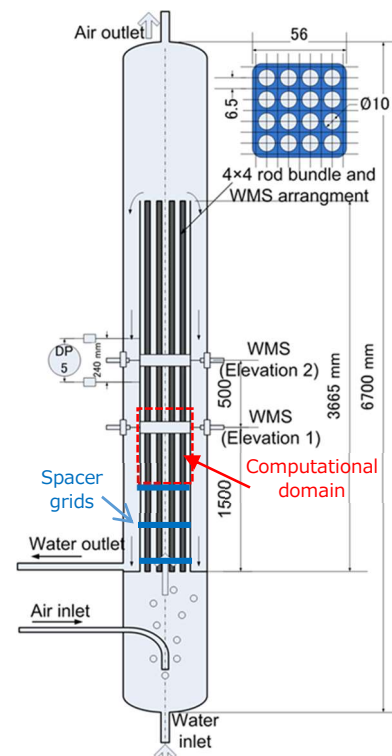


図 1 試験体と計算領域

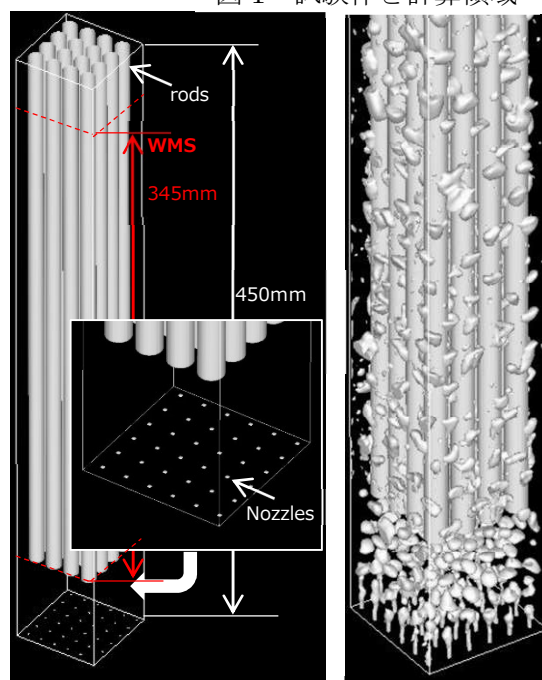


図 2 解析体系

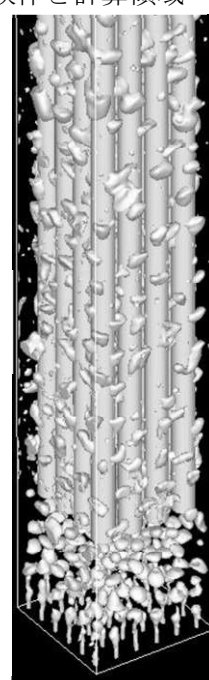


図 3 解析結果

*Ayako Ono¹, Taku Nagatake¹, Takayuki Suzuki¹ and Hiroyuki Yoshida¹

¹Japan Atomic Energy Agency