

プラント動特性解析コード Super-COPD を用いた自然循環時炉心内熱流動解析

— (2) 燃料集合体間熱移行モデルの適用性評価 —

Analysis of core thermal hydraulics under natural circulation condition with plant dynamics analysis code Super-COPD

- (2) Applicability evaluation of the inter-subassembly heat transfer model -

* 浜瀬 枝里菜, 堂田 哲広, 鍋島 邦彦, 小野 綾子, 大島 宏之

原子力機構

高速炉における自然循環崩壊熱除去時の炉心内熱流動現象に対するプラント動特性解析コードの適用性評価の一環として、ナトリウム試験装置を用いた自然循環試験解析を実施し、燃料集合体間熱移行現象に対する適用性を確認した。

キーワード： ナトリウム冷却高速炉, 自然循環崩壊熱除去, プラント動特性解析, ナトリウム試験

1. 緒言 ナトリウム冷却高速炉の炉心では、自然循環時において浮力による燃料集合体間/内の流量再配分や集合体間の径方向熱移行など特有の現象が生じる。前報^[1]では集合体内流量再配分現象に対するプラント動特性解析コード Super-COPD の適用性を確認した。本報では集合体間熱移行現象に対する解析モデルの適用性を確認するべく、ナトリウム試験装置 (PLANDTL) での自然循環相当流量の定常試験を対象として実施した解析結果を報告する。

2. 試験概要 PLANDTLの模擬炉心は、約1mの発熱長を有する全長約3mの模擬燃料集合体7体 (A~F) で構成される (図1)。解析対象には集合体間熱移行現象が顕著に現れる試験ケースとして、出力対流量比が中心集合体：周辺集合体=2.5：2.1で、中心集合体が周辺集合体から冷却されるケース (ST072) と出力対流量比が中心集合体：周辺集合体=2.6：3.7で、中心集合体が周辺集合体から加熱されるケース (ST080) の2ケースを選択した。

3. 解析モデル 集合体間熱移行量の評価では、集合体内冷却材のラップ管近傍温度が重要であるため、集合体内冷却材温度を中心領域 (図1の赤色領域) とその外側の周辺6領域 (青色領域) に分割して評価する^[2]。集合体内の中心および周辺6領域への流量配分は、各領域におけるワイヤースペーサー型燃料ピンバンドルの流動抵抗^[3]と浮力を考慮した運動量保存の7方程式を集合体出入口差圧一致の条件で解き、各領域の温度は得られた流量配分を用いたエネルギー保存式を解いて得られる。集合体間熱移行量については、隣接する集合体の周辺領域冷却材温度、ラップ管温度、集合体間ギャップ部冷却材温度を用いて、熱伝導方程式を解いて求める。境界条件としては、各集合体の冷却材入口温度および流量、ヒーターピン出力を与え、炉心槽壁面は断熱を仮定した。

4. 解析結果 図2に炉心発熱部上端/中間/下端の 270° - 90° 方向水平断面における冷却材温度の解析結果と試験結果の比較を示す。発熱部下端から上端までの集合体内中心および周辺領域温度上昇幅の相対誤差は ST072 が最大で 4.3%、ST080 が最大で 2.5%となり、集合体内温度分布をよく再現している。前報の集合体内流量配分による集合体内温度分布の形成についての解析と試験結果が一致することと本結果より、本解析モデルが集合体間熱移行現象を評価できることを確認した。

5. まとめ 集合体間熱移行現象が顕著に現れる2ケースの自然循環相当流量試験の解析を実施し、両ケースともに集合体内冷却材温度分布が試験結果とよく一致したことにより、この現象に対する Super-COPD の適用性を確認した。

参考文献：[1] 浜瀬他, 2015年秋の大会 C12, [2] 渡辺他, J. Nucl. Sci. Technol., vol.52, (2015), [3] Cheng *et al.*, Nucl. Eng. and Design, 92, (1986)

* Erina HAMASE, Norihiro DODA, Kunihiko NABESHIMA, Ayako ONO, Hiroyuki OHSHIMA
Japan Atomic Energy Agency

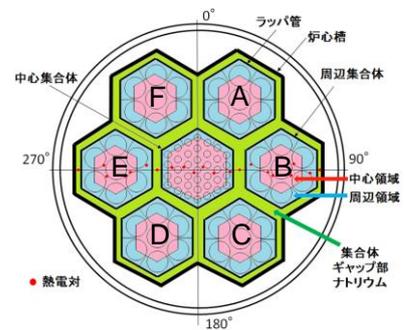


図1 模擬炉心径方向断面および熱電対位置

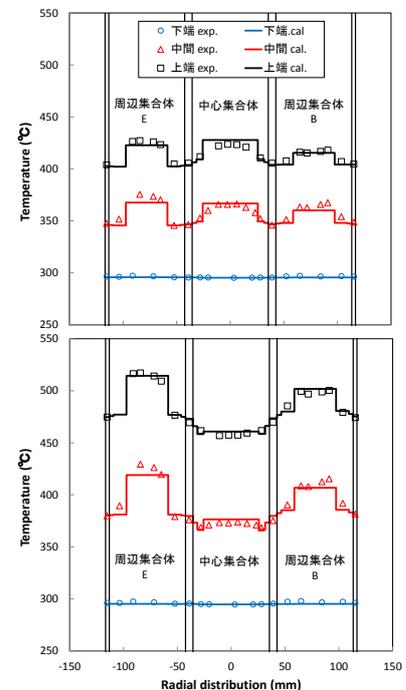


図2 発熱部冷却材温度 (上:ST072、下:ST080)