

高速炉炉心損傷挙動解析コード ASTERIA-FBR の開発

(9) CABRI-BI3 試験の解析

Development of Integrated Core Disruptive Accident Analysis Code, ASTERIA-FBR

(9) Analysis of CABRI-BI3 Experiment

*渡辺 大貴¹, 石津 朋子¹

¹原子力規制庁長官官房技術基盤グループ

高速炉炉心損傷挙動解析コード ASTERIA-FBR による CABRI-BI3 試験を対象とした解析を実施し、試験結果との比較に基づき、反応度変化に関する主要なモデルの妥当性を確認した。

キーワード：高速増殖炉、ULOF 事象、ASTERIA-FBR、CABRI-BI3 試験

1. はじめに

高速炉の新規制基準において、重大事故に至る代表事象である流量低下型スクラム失敗(以下「ULOF」という)事象への対策が要件化された。ULOF 事象の評価では、高速炉が最大反応度体系でないこと及びボイド反応度が正であるという特徴を踏まえて、炉心の反応度変化に大きな影響を与える冷却材沸騰、燃料と冷却材の熱的相互作用(以下「FCI」という)、燃料の破損挙動とそれに伴う燃料の分散挙動を精度良く解析することが重要である。本研究では、高速炉炉心損傷挙動解析コード ASTERIA-FBR^[1] (以下「ASTERIA」という)の冷却材沸騰挙動モデル、燃料破損モデル及び燃料分散挙動モデルの妥当性確認のため、CABRI-BI3 試験^[2] (以下「BI3 試験」という)の解析を実施した。

2. 解析条件

BI3 試験は、ナトリウムループ内の燃料ピン(1at.%)1本とそれを囲む流路を有する体系の下で流量減少と過出力投入の外乱により燃料ピンを破損させることで、冷却材の沸騰挙動、沸騰チャンネルにおける燃料破損挙動及び燃料分散挙動を測定した試験である。本解析では、試験体を鉛直方向 1 次元体系で模擬し、冷却材出入口のセルを圧力境界条件として設定した。BI3 試験を再現するように、図 1 に示す冷却材流量の減少(以下「LOF」という)履歴及び過出力パルス(LOF 開始後 27.1 秒)の投入を設定した。ここで、冷却材流速の振動は、冷却材の沸騰及び燃料破損に伴う FCI 圧力の発生によるものである。

3. 結果

表 1 に、BI3 試験の事象推移、ASTERIA の解析結果を示す。ここで、表中の時刻は LOF 開始時点からの時間を示す。冷却材の沸騰開始時刻及び沸騰の拡大進展が試験と良く一致していることから、冷却材沸騰挙動モデルの妥当性を確認した。また、燃料の破損時刻及び破損開始位置も試験結果と良く一致していることから、燃料破損挙動モデルの妥当性を確認した。図 2 に、燃料分散挙動の試験結果と ASTERIA の解析結果の比較を示す。ASTERIA の解析結果は燃料ピンの破損開始から 50ms 時点の分布、試験結果は 30~70ms の時間平均の分布を示す。ASTERIA による燃料再配置分布は試験結果と概ね一致しており、燃料分散挙動モデルの妥当性を確認した。ただし、下部の燃料破損に伴う分散については過大評価しており、ナトリウム入口境界条件等について検討の余地があることが示唆された。

4. まとめ

BI3 試験の条件で ASTERIA による解析を実施し、冷却材沸騰モデル、燃料破損モデル及び燃料分散挙動モデルの妥当性を確認した。今後は、他の CABRI 試験を対象に広範な過渡条件における妥当性確認を行い、解析精度の向上を検討する。

謝辞 MHIR 北村修氏、溝内秀男氏、杉山佐保氏、鈴木広一氏、IRI 白川典幸氏、斎藤裕明氏、JS 山本雄一氏、S&E 井上英明氏の本研究での解析作業協力に対し謝意を表します。

参考文献

[1] 2014 年春の年会 N01~07

[2] Nissen, K.L. et. al., "Interpretation of selected CABRI loss-of-flow experiments", BNES, 1986

¹Hiroki Watanabe¹, Tomoko Ishizu¹

¹Regulatory Standard and Research Department, Secretariat of Nuclear Regulation Authority(S/NRA/R)

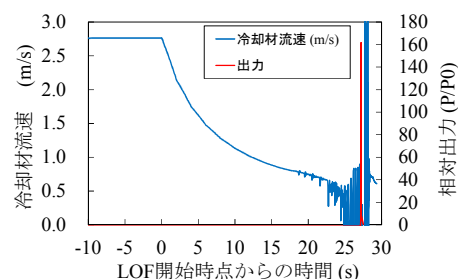


図 1 出力履歴及び流量減少曲線

表 1 BI3試験の事象進展

	試験結果 ^[2]	ASTERIA-FBR
沸騰開始 (sec)	22.0	20.3~22.4
燃料溶融開始 (sec)	—	26.1
過出力投入開始 (sec)	27.1	
燃料破損 (sec)	~27.2	27.2
破損開始位置 (m)	0.6~0.74	0.53~0.66

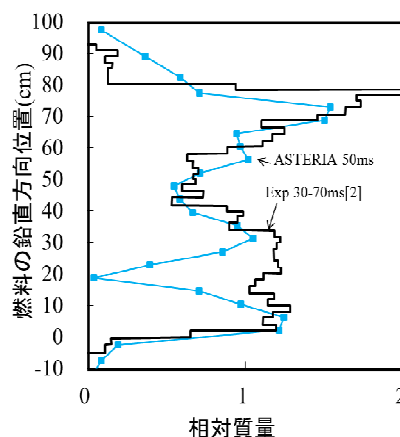


図 2 軸方向燃料再配置分布の比較