

CABRI 試験解析を通じた高速炉安全解析コード SAS4A の照射挙動モデルの検討

Investigation of irradiation model in fast reactor safety analysis code SAS4A

through CABRI experimental analyses

*石田 真也¹, 岡野 靖¹

¹JAEA

高速炉の炉心損傷事故における起因過程評価のための安全解析コード SAS4A の高度化や信頼性の向上を図るため、ANL と JAEA の SAS4A の解析結果の比較に必要な環境を整備し、CABRI 試験解析を通じて両者の解析コードの比較を行い、SAS4A の照射挙動に係るモデルの検討を行った。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉，シビアアクシデント，炉心損傷事故，起因過程，SAS4A コード

1. 緒言 日米民生用原子力研究開発ワーキンググループ（CNWG）のもとでアルゴンヌ国立研究所（ANL）と原子力機構（JAEA）が協力し、高速炉の炉心損傷事故における起因過程評価のための安全解析コード SAS4A のモデルの開発及び検証を実施してきた。これまで SAS4A は ANL では金属燃料に関するモデル改良を進めるとともに、2 次系や蒸気系を含む冷却系の模擬に力点を置いた計算コードである SASSYS-1 コードとの統合を行っている。一方、JAEA では独国や仏国とも協力して CABRI 試験等の炉内／炉外試験を通じて得られたデータや知見等を基に大型高速炉への適用を目標に酸化燃料版のモデル改良及び検証を行っている。このように ANL と JA EA はそれぞれ独自に SAS4A の開発を進めていたが、両機関のこれまでの開発に係る成果を集約し、SAS4A の高度化や信頼性の向上を図るため、CABRI 試験解析を通じて両者の解析コードの比較を行い、SAS4A の照射挙動に係るモデルの検討を行った。

2. CABRI 試験解析による照射挙動モデルの検討 原子炉内での燃料要素の照射挙動としては、燃料の再組織化に伴う燃料密度の変化、核分裂生成物（FP）ガスの生成と移動、燃料及び被覆管の幾何形状変化と熱的条件の推移が主な現象として挙げられる。SAS4A の照射挙動モデルではこれらの現象をモデル化しており、照射解析では照射履歴に応じた照射挙動を解析し、燃料ピンの温度分布や幾何形状、燃料ペレット中の FP ガスの保持分布等といった過渡解析の初期条件を計算する。照射挙動モデルの検討では、これまで SAS4A の検証等に多く用いられてきた CABRI プログラムの過渡試験に用いられている RIG1 ピンの照射解析を行った。RIG1 ピンは Phénix 炉で燃焼度が約 1at% となるまで照射された中実の燃料要素であり、RIG1 ピンを用いた過渡試験の初期条件を確認するために、過渡試験に用いる燃料要素と同等の特性を有する燃料要素に対して各種照射後試験を実施し、変形挙動や FP ガス挙動といった燃料要素の照射挙動について確認している。この RIG1 ピンについて JA EA 版と ANL 版の SAS4A を用いた照射解析を実施し、両者の結果を比較することで 2 つの SAS4A の違いを確認した。解析結果の比較に際しては、両解析コードに共通の解析結果の描画ツールを作成するとともに、解析モデルの違いを明確にするため、物性値等の各機関で独自に設定していた解析条件を共通化した。このような条件の下で解析を行った結果、変形挙動に差異があることが分かったが、FP ガスの保持分布等の照射挙動に関する解析結果に関しては両解析コードともに概ね実験データを模擬していることが確認できた。

3. 結言 ANL と JA EA の SAS4A の照射挙動モデルの比較に必要な環境を整備するとともに、両解析コードを用いて RIG1 ピンの照射解析を行うことで両解析コードの差異について整理した。加えて、実験データとの比較により両解析コードともに概ね実験データを模擬していることを確認した。

*Shinya Ishida¹ and Yasushi Okano¹

¹JA EA