

高速炉の炉停止失敗事象における炉容器内終息（IVR）に関する検討
(10) ULOF 遷移過程における炉心燃料流出量の評価

Study on In-Vessel retention (IVR) of Unprotected Accident for Fast Reactor

(10) Evaluation of discharge amount of core fuel for Transition Phase in ULOF

*田上 浩孝¹, 飛田 吉春¹

¹ 日本原子力研究開発機構

高速炉の代表的な炉停止失敗事象である流量喪失時炉停止失敗事象（ULOF: Unprotected Loss Of Flow）の遷移過程では、炉心からの燃料流出量の評価を通じて後続過程である再配置・冷却過程の初期状態を定義する必要がある。本稿では燃料流出に対する不確かさを検討し、評価した結果について報告する。

キーワード： 高速炉, ATWS, ULOF, 遷移過程, SIMMER コード

1. 緒言 これまでに実施してきたナトリウム冷却高速炉(SFR)の炉心損傷事故の事象推移評価のうち、ULOF による炉心損傷事故における遷移過程解析について報告する。遷移過程解析の主な評価対象は、①バウンダリ破損に至るような機械的エネルギー発生の可能性と②遷移過程終了時の炉心物質の炉容器内の配置状況である。ここでは②について不確かさを検討し、残留量及び流出量の幅を明らかにした。

2. 解析手法 解析には系統的な検証研究が続けられてきた3次元安全解析コードSIMMER-IV[1]を用いる。遷移過程解析の初期条件は SAS4A コードによる起因過程解析の結果を引き継いで実施する。

3. 燃料流出に対する不確かさ 炉心からの燃料流出量に影響を与える支配因子として、流出経路の形成、流出開始時点での炉心燃料平均温度と炉心圧力が考えられる。炉心残留量と流出量の不確かさ幅を評価するために、支配因子の不確かさを考慮する。支配因子に直接関与する現象を抽出し（表 1）、既存の CABRI 及び EAGLE 試験による知見や影響度の調査解析により、現象の不確かさの範囲を定めた。

表 1: 選択した現象と果たす効果

現象	効果
炉心上部の閉塞形成	炉心上部の固化閉塞による炉心物質の流出の抑制
被覆管破損	破損に必要な燃料からの熱移行量と破損後のスチールの流動性
炉心融体から構造材への熱移行	制御棒案内管(CRGT)破損時刻に影響
UAB 落下	炉心燃料の希釈

4. 結果・考察 現象の不確かさを考慮した解析を行った結果の一部を以下に記す。被覆管破損に燃料から多くの熱移行を要する場合には破損して生じるスチールの流動性が高く、その再固化時には下部軸ブランケットで強固な閉塞を形成し、炉心圧力を増加させて燃料流出量が増加する。加えて、外側炉心の未破損燃料の溶融が遅れるために、径ブランケット領域への流出量が減少する。炉心融体から構造材への熱移行が小さい場合、CRGT 破損が遅れて燃料の流動性が増加し、低圧プレナムへの流出量が増える。なお、遷移過程の事象進展には初期状態である起因過程の終状態にも強く依存すると考えられるため、初期条件に対する感度解析も実施し、その影響を評価する必要がある。

5. 結論 燃料流出に対する不確かさを考慮した結果、炉心残留燃料の最大値は初期インベントリの 7 割、最小値は 4 割であった。炉心からの流出場所は主に低圧プレナムであり、その量は最大で 3 割であった。

謝辞： 本研究の実施にご協力いただいた、株式会社 NESI の菅谷正昭氏に感謝いたします。

[参考文献] [1] Y. Tobita, et al., Nuclear Technology, Vol. 153, No. 3, pp. 245-255 (March 2006).

* Hirotaka Tagami, Yoshiharu Tobita¹

¹ Japan Atomic Energy Agency