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
（4）ULOF 遷移過程における評価

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

(4) Assessment of Transition Phase in ULOF

*飛田 吉春[1]、鈴木 徹[1]、田上 浩孝[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）の遷移過程における事象推移を評価・検討した。事象推移を支配する現象に関して試験的知見を反映した標準的な条件では、炉心からの燃料流出によって反応度が低下し、即発臨界を超過することなく事象終息に至る。また、支配現象の不確かさを考慮すると即発臨界に至るが、有意な機械的エネルギは発生しない。

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

1. 緒言 高速炉の ULOF の遷移過程では、炉心損傷が集合体規模から全炉心規模に拡大していく。本過程の事象推移に対して影響を与える現象に関する不確かさの幅を物理的に合理的な範囲で考慮し、即発臨界による機械的エネルギ放出の有無及び原子炉容器内での安定冷却の保持に与える影響を評価した。

2. 遷移過程における評価

2-1. 評価手法 制御棒案内管（CRGT）を通した燃料流出挙動等の溶融炉心物質の挙動を現実的に評価できるように 3 次元遷移過程解析コード SIMMER-IV を用いて解析を行った。

2-2. 評価条件 本評価では、溶融炉心物質から CRGT 等の構造材壁面への熱流束、CRGT が破損する際のナトリウムと溶融炉心物質の相互作用（FCI）による圧力発生挙動など、遷移過程の事象推移に影響を与える重要な現象に関して、EAGLE 試験等の知見を反映した標準的な解析条件を採用して事象進展を評価した。遷移過程における機械的エネルギは炉心領域の溶融燃料の集中により発生する。このため、炉心領域からの燃料流出挙動、及び上述の重要現象の不確かさを考慮して遷移過程におけるエネルギ発生挙動を評価する解析も実施した。

2-3. 評価結果 SAS4A による起因過程解析結果を引き継いで実施した標準的解析結果を図 1 に示す。初期の炉心上部の分散燃料の落下等による炉出力の変動後、遷移過程開始後約 2.5 秒で CRGT を通した溶融燃料の流出により深い未臨界状態となって機械的エネルギが発生することなく事象は終息する。また図 2 に示す重要現象の不確かさを考慮した評価では、CRGT 破損に伴う FCI による圧力発生に駆動された燃料の移動により約 2.5 秒の時点で即発臨界をわずかに超過し、炉出力も定格の約 1000 倍に達するが、これは機械的エネルギの発生を伴うような過大な出力バーストではない。

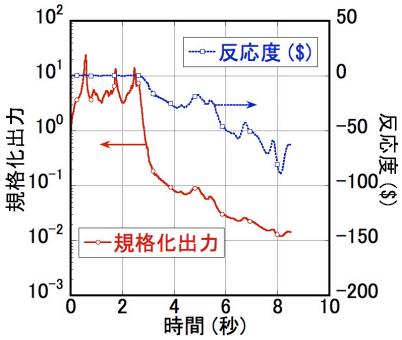


図 1　標準的条件による評価

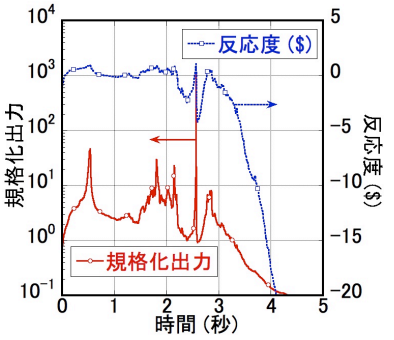


図 2　不確かさを考慮した評価

3. 結論　事象推移を支配する重要な現象に関する試験的知見に基づく評価条件を用いた ULOF 遷移過程の標準的な事象推移では CRGT を通した燃料流出等により即発臨界を超過することなく事象終息に至る。また重要現象の不確かさを考慮すると即発臨界をわずかに超過するが、有意な機械的エネルギは発生しない。これらの評価結果に基づいて後続の再配置／冷却過程、炉心膨張過程における IVR 成立性評価を行う。

*Yoshiharu Tobita[1], Tohru Suzuki[1] and Hirotaka Tagami[1]

[1]Japan Atomic Energy Agency