

高速炉の重大事故防止対策有効性評価に関する検討 (8) 運転停止中の燃料損傷防止対策の有効性評価

Study on Effectiveness Evaluations of Countermeasures against Severe Accidents in Fast Reactor
(8) Effectiveness Evaluations of Countermeasures against Severe Accidents during Reactor Shutdown

*西村 正弘¹, 吉村 一夫¹, 谷中 裕¹, 山田 文昭¹, 森 健郎¹, 西野 裕之¹, 深野 義隆¹
¹原子力機構

高速炉における特徴等を踏まえ、前報で設定した原子炉運転停止時の事故シーケンスグループ（「反応度の誤投入」「原子炉容器液位確保機能喪失」「崩壊熱除去機能喪失」「全交流電源喪失」）における重要事故シーケンスについて、本報告では選定された燃料損傷防止対策の有効性評価を実施した。

キーワード：ナトリウム冷却高速炉，安全評価，重大事故，燃料損傷

1. 緒言

前報で高速増殖原型炉を対象として抽出された重要事故シーケンス、及び選定された燃料損傷防止策について、高速炉の特徴を踏まえた評価を実施する。

2. 重要事故シーケンス選定

前報で検討された重要事故シーケンスを基にして、本報では「原子炉容器液位確保機能喪失」(SDLORL)では、ケース 1:「B ループ/メンテナンス冷却系（以下、メ冷系）運転中の原子炉冷却材漏えい」とケース 2:「A/C ループ運転中の原子炉冷却材漏えい」の 2 ケースについて、破損箇所を 1 次主冷却系で最も低所である RV 入口配管とし、破損口面積を配管肉厚の 2 乗相当¹⁾とした検討を実施した。「崩壊熱除去機能喪失」(SDLOHS)と「全交流電源喪失」(SDSBO)では B ループ/メ冷系運転中（A/C ループはメンテナンス中）における強制循環機能の喪失を想定した。「反応度の誤投入」については、運転停止中の試験の際の手順の逸脱、誤操作、故障等により最大反応度を持つ 1 体の制御棒が全引抜きされている状態から 2 体目の制御棒が誤引抜きされ反応度が投入される事故を想定した。

3. 燃料損傷防止対策の有効性評価

原子炉停止時の特徴として、メンテナンス中は原子炉容器液位が低い状態 (SsL) があることから原子炉冷却材流出に対してリスクが高いこと、また運転時に比較して冷却ループ数が限られた状態があること等が挙げられ、これらを踏まえた想定のもと選定された事象の評価を実施した。また、原子炉停止後から燃料交換、または定期検査に移行するまでに必要な作業時間を考慮し、最大崩壊熱からの低温停止（57 時間後）を保守的に対象として運転停止中における燃料損傷防止策の有効性を評価した。

SDLORL のケース 1 では、オーバフロー系点検中等の可能性を考慮し、オーバフロー系によるナトリウム (Na) 汲み上げを期待しないこととした。評価の結果、図 1 に示すように高所 Na が受動的にサイフォンブレイクによって原子炉容器内へ流入することから主冷却系の循環液位 (EsL) を下回るもののメ冷系の循環液位 (内筒フローホールレベル) を確保可能であり継続除熱が可能であることを明らかにした。ケース 2 では、図 2 に示すようにオーバフロー汲み上げにより EsL を確保可能である。SDLOHS と SDSBO では事象の進展、損傷防止対策は結果として同様である。主冷却系の自然循環除熱によって数日で安定した冷却状態に導かれることを明らかにした。「反応度の誤投入」では、2 体目の制御棒が全引抜き状態まで誤引抜きされたとしても炉心は未臨界を維持することができることを確認した。

4. 結言

本研究では、高速炉増殖炉を対象として選定した「反応度の誤投入」、SDLORL、SDLOHS、SDSBO の重要事故シーケンスについて、選定された燃料損傷防止対策の有効性評価を実施し、炉心は大きな損傷に至ることなく、かつ十分な冷却が可能であることを明らかにした。

参考文献：[1]矢田他、日本原子力学会 2017 春の年会 2M21, 平成 29 年 3 月

* Masahiro Nishimura¹, Kazuo Yoshimura¹, Hiroshi Taninaka¹, Hiroyuki Nishino¹, Yoshitaka Fukano¹

¹Japan Atomic Energy Agency

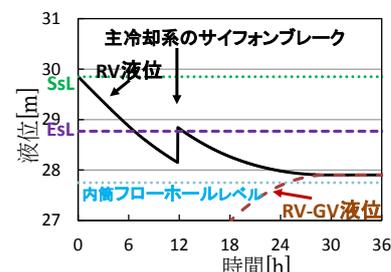


図 1 SDLORL 解析結果

ケース 1: B ループ・メ冷系備運転中

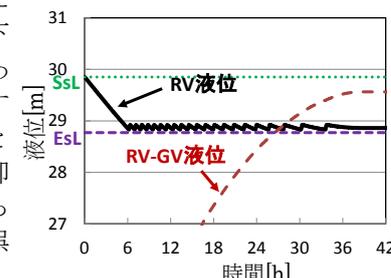


図 2 SDLORL 解析結果

ケース 2: A/C ループ運転中