

次世代ナトリウム冷却高速炉の部分負荷運転状態における 受動的炉停止機構の有効性評価

Availability evaluation of passive reactor shut-down system in partial load operating conditions of the next generation sodium-cooled fast reactor

*斎藤 裕幸¹, 山田 由美¹, 大山 一弘¹, 松永 尚子¹, 久保 重信², 山野 秀将²

¹MFBR, ²原子力機構

自己作動型炉停止機構(SASS)の応答特性の改善を目的に構造変更等を実施し、3次元熱流動解析にて応答時間を設定するとともに、部分負荷時の代表的な LOF 型事象 ATWS を対象に SASS の有効性を確認した。

キーワード：安全評価、自己作動型炉停止機構、次世代炉、ナトリウム冷却高速炉

1. 緒言

我が国で設計されている次世代ナトリウム冷却高速炉では、能動的炉停止機構の作動が失敗した場合に備え、異常な過渡時スクラム失敗事象(ATWS)対策に受動的炉停止系として自己作動型炉停止機構(SASS: Self-Actuated Shutdown System)を採用している。定格出力運転状態における SASS の有効性については、1次元動特性解析により確認されている^[1]が、部分負荷運転状態の SASS の有効性については評価されていない。部分負荷運転状態では隣接集合体の冷却材流速及び冷却材温度が低く、SASS の有効性評価上厳しくなると考えられる。そこで、本研究では、部分負荷運転状態(30%電気出力)の代表的な LOF 型事象 ATWS を対象に、SASS 有効性について評価した。また、SASS 有効性評価上の重要パラメータである温度応答遅れ時間の改善を目的に構造変更等を実施し、3次元熱流動解析により遅れ時間を設定した。

2. 検討内容

SASS の有効性は、1次元動特性解析により得られる冷却材最高温度が安全性の判断基準(沸騰防止の観点から沸点 1020℃以下)を満足するか否かによって評価する。なお、評価に際しては、3次元熱流動解析に基づく温度応答遅れ時間及び温度応答時定数を用いた。SASS の有効性評価結果を図に示す。基準ケースでは、SASS 作動時点において冷却材最高温度(1093℃)が安全性の判断基準を満足しなかった。一方で、SASS の応答性改善方策として「炉心中心 BCR へのフローコレクタ設置」及び「SASS 作動温度の変更」を考案して、それらを反映した有効性向上ケースでは、SASS 作動時間が早まり、冷却材最高温度が基準ケースから 87℃低下し、1006℃となり、安全性の判断基準を満足した。

3. 結論

次世代ナトリウム冷却高速炉の部分負荷運転状態における LOF 型事象 ATWS を対象に SASS の有効性評価を実施し、SASS の応答性改善を目的とした「炉心中心 BCR へのフローコレクタ設置」及び「SASS 作動温度の変更」を反映した有効性向上ケースにおいて当該事象における SASS の有効性を確認した。

参考文献

[1] Hagiwara, H. et al., “Thermal-hydraulic studies on self actuated

shutdown system for Japan sodium-cooled fast reactor” Proc. The Eighth Japan-Korea Symposium on Nuclear Thermal Hydraulics and Safety, Beppu, Japan, Dec. 9-12, N8P1007 (2012).

◇本報告は、経済産業省からの受託事業である「高速炉等技術開発」の一環として実施した成果を含む。

*Hiroyuki Saito¹, Yumi Yamada, Kazuhiro Oyama¹, Shoko Matsunaga¹, Shigenobu Kubo², Hidemasa Yamano²

¹Mitsubishi FBR Systems, ²Japan Atomic Energy Agency

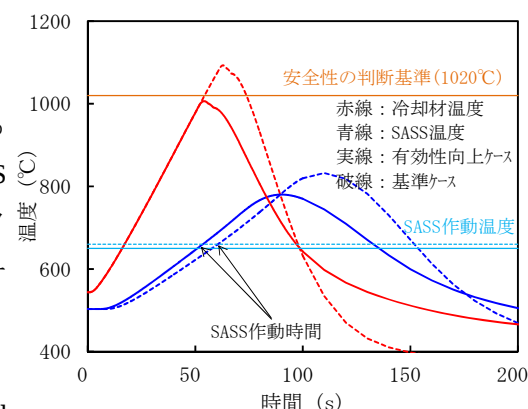


図 SASS の有効性評価結果