

大型高速炉における CMR 概念の適用による安全強化方策の考察 ー液体金属燃料デバイス概念による炉心反応度評価事例ー

Consideration of Enhanced Safety Based on CMR-concept for Large Fast Reactor

- Evaluation of Reactivity Effects by Liquid-Metal Leading-Channels-

*川島 正俊¹, 原 昭浩², 坪井 靖², 守田 幸路³, 遠藤 寛⁴, 相楽 洋⁵

¹TNES, ²東芝, ³九大, ⁴電中研, ⁵東工大

大型高速炉を対象に ATWS 事象の UTOP および ULOF 事象時の双方に負の反応度効果が期待できる方策を検討した。液体金属燃料デバイスを炉内に配置し、負のフィードバック反応度効果を検討した。

キーワード：大型高速炉, 炉心安全特性, CMR (Controlled material Relocation), 液体燃料集合体型デバイス, 軸方向燃料膨張反応度係数

1. 緒言

大型高速炉の ATWS 事象において先行リードチャンネルとして機能する液体金属燃料デバイスを炉内に配置する安全性の強化方策を提案する。

2. 大型高速炉炉心への液体金属燃料集合体による反応度特性への影響

2-1. 安全性向上への追加要求

大型高速炉を対象にした炉心損傷防止対策として、これまで ATWS 事象の UTOP や ULOF の事象別の機器・デバイス (SASS、ETEM、GEM、液体吸収体熱膨張 LIM など) が開発検討されてきた。一方、UTOP および ULOF 事象時の双方に有効な負の反応度効果を持つデバイスの検討は少ない。

2-2. CMR 効果を有する集合体型デバイスの採用

炉心物質の再配置を制御する CMR (Controlled material Relocation) 概念は、異常な過渡変化が生ずるときに体系の持つ余剰反応度を下げ、未臨界状態として維持するための機能を予め組みこむことである。大型高速炉を対象にした炉心損傷緩和対策を CMR 概念として見たとき、これまでの考え方の位置づけ・進展・特徴を分析した。この調査分析に基づき、本研究では、ATWS においても機能する熱的即応性を有するデバイスとして、液体金属 Pu-Fe 合金など[1]をピン内に封入した集合体型概念 (先行リードチャンネル) を採用した。炉心温度上昇時に予め組み込んだ物理現象が機能し、液体燃料を炉心燃料集合体とは別の当該デバイス集合体内で再配置することで固体燃料損傷前に未臨界状態に低下させる方策を検討した。この集合体デバイスは、燃料交換時に装荷し、液体燃料は回収・リサイクル可能としている。

2-3. 炉心構成

750MWe 級の酸化燃料炉心を対象に、設定した液体燃料デバイス配置と、軸方向燃料膨張反応度フィードバックの強化・CRM 反応度量を核的に評価した。その設定の有効性を先行研究[2]などにより検討した。

3. 結論

大型高速炉に、液体金属燃料集合体デバイスを固体燃料集合体数のおよそ 10%を炉内に配置することにより深層防護概念における第3層の負フィードバックを強化すると同時に、第4層の炉心損傷を防止する能力の強化の可能性を示した。

参考文献

[1] H. Endo et. al., Proc. of the Int. Mtg. SR/TIT, Tokyo, Japan, 23-25 Oct.,1991,(Elsevier,1992, ISBN:0444894322

[2] T. Sawada et. el., Progress in Nuclear Energy, Vol37, No.1-4, pp157-162,2000[2]

*Masatoshi Kawashima¹, Akihiro Hara², Yasushi Tsuboi², Koji Morita³, Hiroshi Endo⁴, Hiroshi Sagara⁵

¹TNES, ²Toshiba Corporation, ³Kyushu University, ⁴CRIEPI, ⁵TI-tech