

長寿命中小型ナトリウム冷却金属燃料高速炉の固有安全性と原子炉輸送上の課題

Passive safety of long-life small-medium sized transportable sodium cooled metal fuel fast reactors and challenges in its transportation

*岡崎 陽香¹, 川島 正俊¹, 相楽 洋¹
¹東京工業大学

現在、Na 冷却大型高速炉の炉停止機能喪失事象時の炉心損傷を防止するために、負の反応度を挿入する受動的安全デバイスが提案されている。本研究では、中小型高速炉へ本デバイスが導入された場合の効果を示すことを目的とする。本発表では、金属燃料を用いた炉心の長寿命化、デバイスの効果、可搬型原子炉の輸送時の課題について報告する。

キーワード： 中小型炉,可搬型原子炉, ナトリウム冷却高速炉, 長寿命炉心, 受動的炉停止デバイス,金属燃料

1. 緒言

近年、中小型炉は、高い固有安全性と経済性、導入の容易さから、社会的受容性の高い技術オプションとして期待されている。また、高速炉は超ウラン元素燃料を効率的に使用することができ、燃料として重金属密度の高い金属燃料を使用することで、炉心の長寿命化が期待される。さらに、大型 Na 冷却高速炉スクラム失敗事象(ATWS)時のための、新しい集合体型の受動的炉停止デバイス（デバイス）の研究開発が進められている[1]。本研究では、金属燃料を装荷した Na 冷却高速炉を対象とし、燃料交換なしで運転可能な期間、ATWS 時にデバイスによって挿入される反応度を報告する。

2. 研究手法

中小型 Na 冷却金属燃料高速炉炉心(500MWth)モデルを図 1 に示す。SLAROM-UF コードを用いて実効断面積を作成し、CITATION コードを用いて拡散燃焼計算を行った。二次元 R-Z 体系を構築し、定常運転時、ならびにデバイス動作前後の反応度変化を評価した。

3. 結果

炉心直径 330 cm、高さ 185cm の U-Pu 金属燃料炉心において、1 バッチ燃焼期間を 10 年以上にできる長寿命炉心仕様を見出した。また、運転期間中の ATWS 事象として、ULOF(Unprotected Loss of Flow)および UTOP(Unprotected Transient Over Power)を想定し、反応度変化を評価し、デバイスに求められる反応度価値の要件を求めたうえで、デバイス動作前後の評価を行った。結果を表 1 に示す。図 1 に示すようにデバイス 12 体を装荷した場合、BOC(燃焼初期)から EOC(燃焼末期)まで ATWS 時に炉心を停止させることが可能であることを明らかにした。また、可搬型原子炉の輸送時の課題として、輸送時の輸送容器としての課題、水没に対する臨界管理・安全管理、原子炉の炉径等があることがわかった。

4. 結論

金属燃料を用いた炉心の長寿命化、デバイスの効果を明らかにし、可搬型原子炉の輸送時の課題を指摘した。

参考文献

[1] Koji Morita et al., ICONE28, 2021

*Haruka Okazaki¹, Masatoshi Kawashima¹ and Hiroshi Sagara¹

¹ Tokyo Institute of Technology

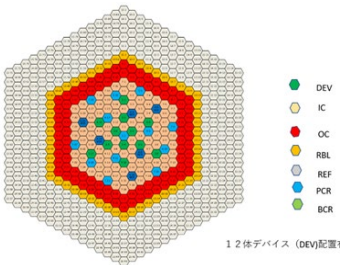


図 1 炉心モデル

表 1 ATWS 時のデバイス反応度要件/評価結果 (上:BOC, 下:EOC)

Φ	要件	結果
ULOF	-23	-45
UTOP	-40	-45

Φ	要件	結果
ULOF	-20	-45
UTOP	-35	-45