

軽水冷却高速炉の開発

(3) Pu 利用に適用する四角格子炉心の核・熱水力特性

Development of Light Water Cooled Fast Reactor

(3) Neutronics and thermal-hydraulics characteristics in square lattice core for Pu utilization

*三輪 順一¹, 日野 哲士¹, 石井 一弥², 成島 勇気¹, 浜田 紀昭¹, 曾根田 秀夫¹

¹日立 GE、²日立

プルトニウム利用促進を目的として、ABWR の燃料集合体、制御棒など、取替や追加が容易なコンポーネントの変更のみで実現する軽水冷却高速炉四角格子炉心の核・熱水力特性について評価した。

キーワード：沸騰水型軽水炉，稠密配置燃料，低減速炉，Pu 利用

1. 緒言

ABWR と同じ正方チャンネルボックス内に燃料棒を稠密配置した四角格子炉心の開発を進めている[1]。熱水力特性を考慮した燃料集合体設計を行い(図 1)、設計した燃料集合体を装荷した炉心の炉心特性を評価した。

2. 熱水力特性評価

正方チャンネルボックス内に三角格子配列で燃料棒を配置した場合、チャンネルボックス—最外層燃料棒間と燃料棒間でのサブチャンネル流路の非均一性が大きくなる。この非均一性の最小限界出力比(MCPR)への影響をサブチャンネル解析プログラム SILFEED[2]を用いて評価した。MCPR は液膜モデルにより評価した。その結果、燃料棒径、燃料棒間隙、燃料棒配列の調整で MCPR を改善することができる見通しを得た。

3. 炉心特性評価

表 1 に軽水冷却高速炉の燃料仕様と炉心特性を示す。表 1 の燃料を装荷した炉心を三次元炉心解析で評価した結果、炉停止余裕及び MCPR や最大線出力密度といった熱的余裕を確保できる見通しを得た。Pu 装荷量は 2.5 t/GWe/年で、取出燃焼度 33 GWd/t のプルサーマル[3]の約 2 倍の Pu を装荷できることを確認した。

表 1 燃料仕様と炉心特性

	項目	軽水冷却高速炉
燃料仕様	燃料棒径[mm]	8.1
	燃料棒間隙[mm]	2.1
	燃料棒本数/集合体	187
	燃料有効長[m]	1.85
	最高Pu富化度[wt%]	18
炉心特性	取出燃焼度[GWd/t]	52.5
	運転期間[月]	15.5
	炉停止余裕[%Δk]	1.8
	MCPR	1.3以上
	最大線出力密度[kW/m]	32.3
	Pu装荷量[t/GWe/年]*	2.5

* 定期点検 2 ヶ月を想定

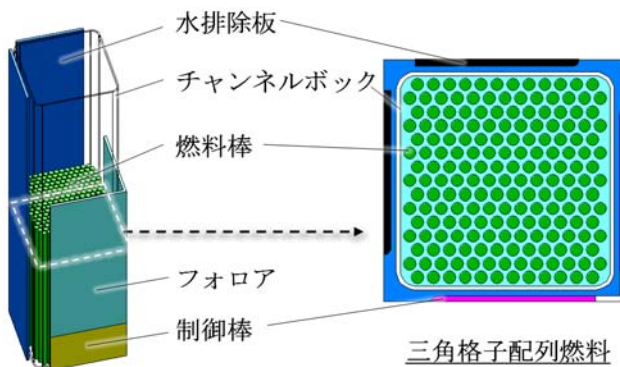


図 1 燃料集合体構成

4. 結論

ABWR の正方チャンネルボックス内に燃料棒を三角格子状に稠密配列した軽水冷却高速炉四角格子炉心は、炉停止余裕及び熱的余裕を確保しつつ、Pu 装荷量を増大して Pu 利用促進に寄与できることを確認した。

参考文献

- [1] 三輪他、日本原子力学会 2018 年秋の大会 2L03 「(17) ABWR にバックフィットする RBWR 炉心概念」
- [2] A.Tomiyama, et al., Journal of Nuclear Science and Technology, Vol.25, 914 (1988)
- [3] 安藤良平他、使用済軽水炉燃料の核種組成評価、JAERI-Research 99-004 (1999)

*Junichi Miwa¹, Tetsushi Hino¹, Kazuya Ishii², Yuki Narushima¹, Noriaki Hamada¹, Hideo Soneda¹

¹Hitachi-GE, ²Hitachi