

## 次世代ナトリウム冷却高速炉の炉心設計 (2) 基準炉心の構築

Core design for the next generation sodium-cooled fast reactor

### (2) Reference core design

\*坪井 亨<sup>1</sup>, 森脇 裕之<sup>2</sup>, 小倉 理志<sup>2</sup>, 日比 宏基<sup>2</sup>,  
前田 誠一郎<sup>3</sup>, 大釜 和也<sup>3</sup>, 近澤 佳隆<sup>3</sup>, 大木 繁夫<sup>3</sup>

<sup>1</sup>三菱重工, <sup>2</sup>MFBR, <sup>3</sup>原子力機構

次世代ナトリウム冷却高速炉の性能要求・設計条件を達成しつつ、炉心核熱特性に対する他設計からの制約条件を満足する実証段階の高速炉の基準炉心を構築した。

**キーワード**：次世代炉、ナトリウム冷却高速炉、炉心核設計、炉心熱設計、炉心特性

**1. 緒言** シリーズ発表(1)で報告した性能要求等を達成し、実証段階の 75 万 kWe 級高速炉の主要な検討条件として、①被覆管材は ODS 鋼・ラップ管材は PNC-FMS、②炉心熱出力 1765 MWt、③運転サイクル長さ 13 か月以上、④原子炉入口／出口温度 395／550℃、⑤1 次冷却材必要流量 9000 kg/s 以下、⑥高速中中性子<sup>(註)</sup>照射量  $5.0 \times 10^{23}$  n/cm<sup>2</sup> 程度以下、⑦最大線出力 430 W/cm 程度以下、⑧主炉停止系及び後備炉停止系の炉停止余裕を満足する基準炉心を構築する。(注) 中性子エネルギー 0.1 MeV 以上

**2. 検討条件** 核特性評価は、JENDL-4.0 から作成された炉定数 JFS-3-J4.0 を用い、3 次元三角メッシュ 7 群拡散・燃焼計算を基準として、輸送・メッシュ効果など基準計算に対する補正、種々の不確かさ、プラント運転余裕を考慮して評価する。このとき、燃料の組成変動(6 組成)を包絡して運転可能な炉心とするため、異なる組成の混載(燃料混載)により想定される反応度低下分を補償するように、プルトニウム富化度及び制御棒挿入位置を設定する。熱特性評価は、核特性評価で得られた出力分布履歴を用い、被覆管の温度及び累積損傷和が制限値以下となるよう燃料集合体及び制御棒等の炉心構成要素に対する 1 次冷却材必要流量(無効流量及び燃料混載による影響など設計余裕を加算)を考慮する。

**3. 検討結果** 図 1 に示す炉心を基準炉心として構成した。この炉心において、運転サイクル長さを 18 か月(燃料集合体の炉内滞在期間 6 サイクル)とすることで、増殖比約 1.1、全炉心取出平均燃焼度約 83 GWd/t(炉心取出平均燃焼度約 150 GWd/t)、最大線出力約 400 W/cm、ナトリウムボイド反応度約 6 \$、1 次冷却材必要流量は約 9000 kg/s 等となり、性能要求、制限条件を満足した。このとき、出力分布、制御棒価値に内部ダクトによる中性子束分布歪みの影響<sup>[1, 2]</sup>を考慮しても設計が成立することを確認している。

**4. 結言** 実証段階の 75 万 kWe 級高速炉に対し、次世代ナトリウム冷却高速炉の性能要求等を満足する基準炉心を設定し、炉心核熱特性の観点からの成立性を確認できた。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。

**参考文献** [1]大釜 他：日本原子力学会 2014 年春の年会 K15

(2014) [2]森脇 他：日本原子力学会 2015 年秋の大会 B23(2015)

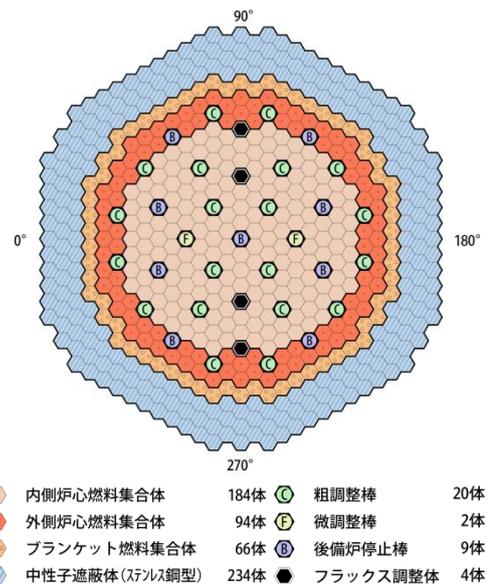


図 1 基準炉心の構成  
(シリーズ発表(3)を参照)

\*Toru Tsuboi<sup>1</sup>, Hiroyuki Moriwaki<sup>2</sup>, Masashi Ogura<sup>2</sup>, Koki Hibi<sup>2</sup>, Seiichiro Maeda<sup>3</sup>, Kazuya Ohgama<sup>3</sup>, Yoshitaka Chikazawa<sup>3</sup> and Shigeo Ohki<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mitsubishi Heavy Industries, <sup>2</sup>Mitsubishi FBR Systems, <sup>3</sup>Japan Atomic Energy Agency