

# 750MWe JSFR 金属燃料炉心の設計

## (1) 燃料照射挙動評価

Core design study on 750MWe JSFR with metal fuel

(1) Evaluation of fuel irradiation behavior

\*太田 宏一<sup>1</sup>, 大釜 和也<sup>2</sup>, 尾形 孝成<sup>1</sup>, 生澤 佳久<sup>2</sup>, 大木 繁夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>電力中央研究所, <sup>2</sup>日本原子力研究開発機構

照射による金属燃料の軸方向スエリング率やボンドナトリウムの排出率を定量的に評価した。これらを反映させた核特性解析の結果、ドル単位の反応度効果があることが明らかとなった。

**キーワード**：金属燃料、高速炉、燃料設計、軸方向スエリング、ボンドナトリウム

### 1. 緒言

電力中央研究所と日本原子力研究開発機構では、Pu 需給や MA リサイクルの要求仕様など、将来の変化に柔軟に対応し得る金属燃料高速炉を対象に、実証炉を想定した 750MWe 級炉心の設計検討を行っている。この設計検討では、金属燃料に特有の照射挙動や最新手法を反映した解析評価により燃料および炉心性態を定量的に示すことを目的としている。

### 2. 金属燃料の照射挙動

金属燃料は、フィッションガスの蓄積によって照射初期に比較的大きくスエリングすることが知られている。燃料合金が軸方向に伸びると炉心体積が増大し燃料密度が低下する。また、径方向に膨張することによって、燃料と被覆管のギャップ部に充填されていたボンドナトリウム (Na) がプレナム部に押し出される (図 1)。この様な金属燃料に特有の照射挙動による炉心設計への影響を検討するため、金属燃料用挙動解析コード ALFUS<sup>[1]</sup>によって燃料の照射挙動を解析した。

#### 2-1. 軸方向スエリング率

750MWe 級の JSFR 金属燃料炉心で想定されるピン径=7.5mm、燃料スミヤ密度=75%、最大線出力 $\leq 350\text{W/cm}$ の金属燃料では、照射による軸方向スエリング率が $\sim 8\%$ に達すると評価された。

#### 2-2. ボンドナトリウム排出率

フィッションガスの蓄積によって燃料合金内に形成されるオープンポアの 15-20vol.%にボンド Na が浸入し、残りが燃料領域から排出される<sup>[2]</sup>とした場合、ボンド Na の 80-90%が上部プレナム部に蓄積する結果となった。

### 3. 炉心反応度への影響

照射による燃料の寸法変化やボンド Na の移動が炉心核特性に与える影響を探るため、連続エネルギーモンテカルロコード MVP によって、図 2 のような燃料集合体形状をピン単位で模擬した径方向無限体系の解析を行った。未照射燃料の形状を基準に、ボンド Na が上部プレナムに移動することによって遮蔽効果が増大するため  $1.28\% \Delta k/kk'$  ( $\sim 3.5\%$ ) の正の反応度効果が生じる一方で、燃料が軸方向に伸び、密度が低下することによって  $0.86\% \Delta k/kk'$  ( $\sim 2.5\%$ ) の反応度低下が生じる結果となった (図 3)。

### 4. 結論

金属燃料炉心では、燃料の照射変形によってドル単位の反応度変化が生じるため、炉心設計時の臨界性予測や制御棒反応度収支、冷却材ボイド反応度の評価等において、適切に考慮する必要がある。

#### 参考文献

[1] T. Ogata et al., Nucl. Technol. 128, 113 (1999).

[2] G.L. Hofman et al., Metallic Fast Reactor Fuels, Nucl. Mater. Part 1, 10A (1994).

\*Hirokazu Ohta<sup>1</sup>, Kazuya Ohgama<sup>2</sup>, Takanari Ogata<sup>1</sup>, Yoshihisa Ikusawa<sup>2</sup> and Shigeo Ohki<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Central Research Institute of Electric Power Industry, <sup>2</sup>Japan Atomic Energy Agency.

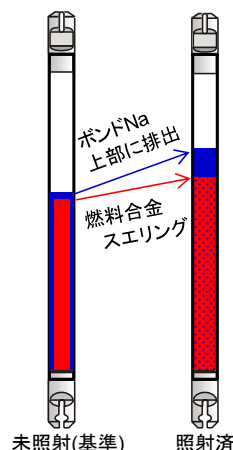


図 1 金属燃料特有の照射による軸伸びとボンド Na の排出挙動

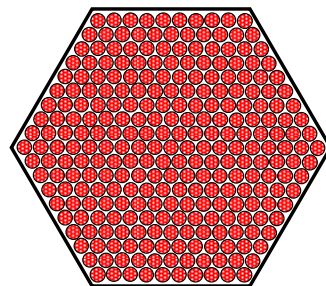


図 2 JSFR 金属燃料炉心の集合体図

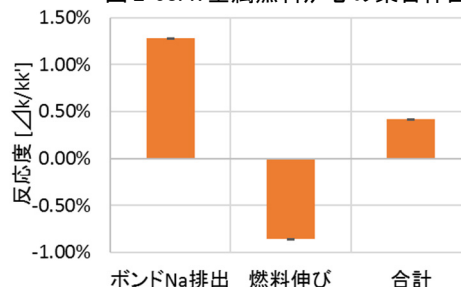


図 3 燃料照射挙動による反応度効果