

## 安全性・信頼性を高めた小型 SFR の開発 (2) 高い受動的な安全特性を有する金属燃料炉心概念の構築

Development of compact SFR with improved safety and reliability

(2) Concept of metallic fuel core with high passive safety

\*菅 太郎<sup>1</sup>, 森脇 裕之<sup>1</sup>, 久保田 龍三朗<sup>1</sup>, 坂場 弘<sup>2</sup>, 尾形 孝成<sup>3</sup>, 太田 宏一<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MFBR, <sup>2</sup>MHI, <sup>3</sup>電中研

粒子型金属燃料を用いた低 Na ボイド反応度の炉心概念を構築し、核特性評価及び ATWS(Anticipated Transient Without Scram)時安全特性の概略評価により受動的炉停止及び炉心損傷回避達成の見通しを得た。

**キーワード：高速炉，小型炉，金属燃料，受動安全**

### 1. 緒言

電中研等から提案された粒子型金属燃料<sup>[1]</sup>は、Na ボンド材が不要で炉心下部にガスプレナムを設置でき、かつ、製造上のメリットを有する等、有望な革新技術である。この技術を用い、従来の金属燃料炉心以上の信頼性をもって受動的炉停止及び炉心損傷回避が達成される高い受動的な安全特性を指向した炉心概念について検討した。

### 2. 高い受動的な安全特性を有する金属燃料炉心概念の構築

He ボンド型燃料要素の採用による上部 Na プレナムの設置、及び炉心高さが異なる領域を設けることによる内側炉心の扁平化により、中性子の軸方向への漏えいを促進し Na ボイド反応度や冷却材温度係数を負側に低減させる等の特徴を有する炉心概念を構築した (図 1)。

核特性評価の結果、高い炉心性能(運転サイクル長 13 か月以上、炉心部取出平均燃焼度 90GWd/t 程度、増殖比 1.05 以上等)を達成できることを確認した。また、本炉心概念における Na ボイド反応度は、200MWe 級の小型炉で 1\$以下となり、更に、1000MWe 級の大型炉でも比較的 low (~3\$程度) 抑えられることが分かった。

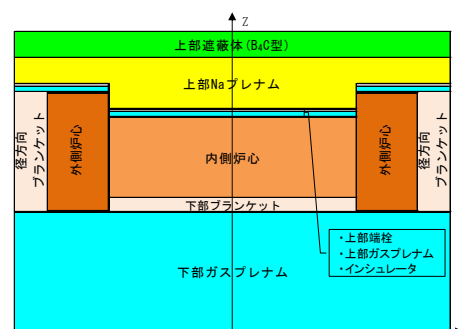


図 1 炉心概念図 (RZ 断面)

### 3. 受動的な安全特性の概略評価

核特性評価で得た冷却材温度係数等を用い、Na 冷却高速炉の代表的な ATWS 事象 (ULOF、UTOP、ULOHS ※1) における受動的炉停止の成立性を静的計算による反応度バランスに基づき概略評価した。

この結果、対象とした全てのケースで受動的炉停止を達成し、炉心損傷を回避できる見通しであることを確認した。特に、ULOF については、小型炉及び大型炉ともに、上部 Na プレナムによる負の反応度効果により、炉心形状変化 (燃料・制御棒相対変位、炉心 (集合体) 湾曲) による反応度※2 に大きな期待をすることなく成立する見通しを得た。

※1 ULOF : 流量喪失時の炉停止失敗事象、UTOP : 出力上昇時の炉停止失敗事象、ULOHS : 除熱源喪失時の炉停止失敗事象

※2 高速炉の安全評価に関する既往の検討では、燃料・制御棒相対変位及び炉心 (集合体) 湾曲により挿入される負の反応度として、それぞれ、数十\$程度期待できるとしている。

### 4. 結言

引き続き、今回構築した炉心概念における受動的炉停止の成立性について過渡解析を行い確認する。なお、本件は、METI 補助事業「社会的要請に応える革新的な原子力技術開発支援事業」で実施したものである。

### 参考文献

[1] 尾形他、1999 年秋の大会 I53

\*Taro Kan<sup>1</sup>, Hiroyuki Moriwaki<sup>1</sup>, Ryuzaburo Kubota<sup>1</sup>, Hiroshi Sakaba<sup>2</sup>, Takanari Ogata<sup>3</sup> and Hirokazu Ohta<sup>3</sup>

<sup>1</sup>MFBR, <sup>2</sup>MHI, <sup>3</sup>CRIEPI