

# 高速炉燃料ピンの照射挙動

## (1) 計算コードの連成による Cs 挙動評価

Irradiation Behavior of Fast Reactor Fuel Pins

(1) Evaluation of Cesium Behavior by Coupling Computer Codes

\*上羽 智之<sup>1</sup>, 横山 佳祐<sup>1</sup>, 生澤 佳久<sup>1</sup>, 根本 潤一<sup>2</sup>, 石谷 行生<sup>2</sup>, 伊藤 昌弘<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日本原子力研究開発機構, <sup>2</sup>株式会社 NESI

燃料ピン挙動解析コードと Cs 挙動解析コードを連成し、高速炉で照射した MOX 燃料ピン内の Cs の軸方向移動や Cs-U-O 化合物による FCMI 挙動を評価した。

**キーワード**: 高速炉, MOX 燃料ピン, セシウム, セシウムウラネート, 燃料スエリング, 燃料-被覆管機械的相互作用, 計算コードの連成

### 1. 緒言

高速炉で照射した MOX 燃料ピンでは、燃焼が進むと核分裂生成物 (FP) の Cs が燃料ピン内を移動し、燃料や他の FP と化合物を生成する。燃料ピンの照射挙動に及ぼす Cs の影響を評価するため、照射中の燃料ピンの熱・機械的挙動を解析する計算コードと Cs 挙動の解析に特化した計算コードを連成して解析した。

### 2. 評価

#### 2-1. 計算コードの連成解析の整備

燃料ピンの温度や変形を計算するコード「CEDAR」<sup>[1]</sup>と燃料内の Cs 挙動を計算するコード「MINERVA」<sup>[2]</sup>を以下の方法で連成し、Cs 挙動と燃料ピンの熱・機械挙動を互いに関連付けて解析できるようにした。

(1) MINERVA は、CEDAR の燃料内温度分布計算を基に、燃料ピンの Cs 移動と燃料と Cs を含む FP との化学反応を計算する。

(2) CEDAR は、MINERVA が計算した Cs-Mo-O 化合物と Cs-U-O 化合物 (Cs ウラネート) を、それぞれ CEDAR 燃料温度と燃料スエリングの計算で考慮する。Cs ウラネートによる燃料スエリングは燃料-被覆管機械的相互作用 (FCMI) の計算でも考慮する。

#### 2-2. 評価対象の燃料ピン

高速炉 Phenix でピーク燃焼度 108GWd/t まで定常照射した中実 MOX ペレットの燃料ピン<sup>[1]</sup>の照射挙動を、連成した計算コードで解析し、Cs 軸方向移動や Cs ウラネートによる FCMI を評価した。

#### 2-3. 評価結果

(1) Cs 移動: 照射後試験 (PIE) では、MOX 燃料カラムとブランケット (UO<sub>2</sub>) の上下境界部に Cs 強度ピークが確認されている。コード解析でも、Cs が軸方向移動して同境界部に蓄積する結果となった (図 1)。

(2) FCMI: PIE では Cs 関与の FCMI による被覆管の外径増加は認められない。コード解析では、Cs ウラネートによる燃料スエリングで FCMI が発生したが、これによる被覆管外径増加への影響は僅かであった。

### 3. 結論

燃料ピンの照射挙動に対して Cs の影響を考慮できるように計算コードを連成し、高燃焼度燃料ピンの挙動解析を実施した。解析結果と PIE 結果の比較から、計算コードは燃料ピンの Cs 挙動について妥当な予測評価ができると考えられる。

#### 参考文献

[1] T. Uwaba et al., Nuclear Engineering and Design 280 (2014) 27-36.

[2] H. Furuya et al., Journal of Nuclear Materials 201 (1993) 46-53.

\*Tomoyuki Uwaba<sup>1</sup>, Keisuke Yokoyama<sup>1</sup>, Yoshihisa Ikusawa<sup>1</sup>, Junichi Nemoto<sup>2</sup>, Ikuo Ishitani<sup>2</sup> and Masahiro Ito<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Japan Atomic Energy Agency, <sup>2</sup>NESI

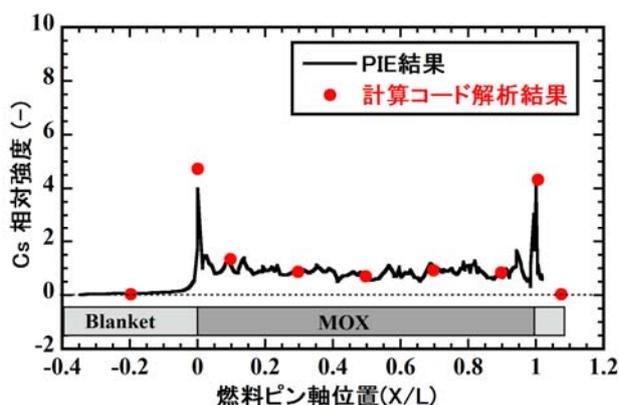


図1. Cs強度軸方向分布の比較