# 高速炉燃料ピン内の Cs 軸方向移動・蓄積挙動

## (2) Cs の局所的な蓄積による燃料ペレット外径変化の評価

Axial Migration and Accumulation Behavior of Cesium in Fast Reactor Fuel Pins

(2) Evaluation of Diameter Change of Fuel Pellet by Cesium Local Accumulation

\*丹野 敬嗣<sup>1</sup>, 岡 弘<sup>1</sup>, 生澤 佳久<sup>1</sup>, 上羽 智之<sup>1</sup>, 皆藤 威二<sup>1</sup> 「原子力機構

照射後燃料ピンのガンマスキャンデータから Cs の局所的な蓄積量と燃料ペレットの外径変化を評価し、被覆管外径の実測値と比較することで、Cs の軸方向移動・蓄積挙動が FCMI に及ぼす影響を評価した。

### キーワード: 高速炉、Cs、高燃焼度、FCMI、MOX、燃料ペレット外径変化

### 1. 緒言

高速炉 MOX 燃料ピン内では、燃焼度の増加とともに生成した FP の Cs が軸方向移動し、局所的に蓄積する。蓄積した Cs は Cs-U-O 化合物を形成して局所的な燃料ペレットの体積膨張、および FCMI(燃料-被覆管機械的相互作用)を引き起こし得ることから、Cs の蓄積量と燃料ペレットの外径変化を評価した。

#### 2. Cs 蓄積量と燃料ペレット外径変化

#### 2-1. 評価方法

EBR-II で照射された燃料ピン(~120GWd/t)について評価を実施した。ガンマスキャンプロファイルから 軸方向の Cs 量分布を、ORIGEN コード計算結果から燃料ピン内で生成した Cs 量を評価し、これらを組み 合わせて軸方向の Cs 蓄積量を定量評価した。Cs は燃料ピン内で  $Cs_2UO_4$  として存在していると仮定し、Cs

と UO<sub>2</sub>が反応して Cs<sub>2</sub>UO<sub>4</sub>を形成する際の体積増加、およびそれに伴う燃料ペレットの外径変化を求めた。評価した外径変化を考慮した推定残留ギャップ幅と被覆管の製造時内径、実際に測定された試験燃料ピンの被覆管外径増加を比較し、Cs蓄積と FCMI の関係を検討した。

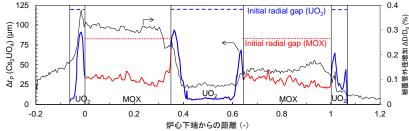


図 1 燃料ペレット半径増加評価値(Δrp)と被覆管外径増加実測値(ΔD/D<sub>0</sub>)

#### 2-2. 結果

Cs は  $UO_2$ -MOX ペレット境界部の  $UO_2$  側に蓄積しており、そこでは局所的に燃料ペレット半径が数  $10\sim100\mu m$  増加していると評価され、その位置では被覆管外径増加ピークが認められた (図 1)。燃料カラム内部に  $UO_2$ ペレットを配した軸方向非均質燃料ピンでは、内部の  $UO_2$ -MOX ペレット境界部にも Cs の局所的な蓄積に伴う燃料ペレット半径増加が生じていると評価された。しかし、Cs による燃料ペレット半径増加量はいずれも製造時ギャップ幅(点線)を超えておらず、Cs 蓄積の影響単独では FCMIを生じていないと考えられる。

一方、実際の被覆管外径測定では、ガンマスキャンの Cs ピークに対応する位置に局所的なピークが認められ、Cs の蓄積に伴

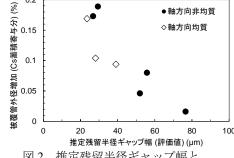


図2 推定残留半径ギャップ幅と 被覆管外径増加(Cs 蓄積寄与分)

う FCMI および被覆管外径増加が生じたと推定される。Cs ピークに対応する位置ごとに、初期半径ギャップ幅から Cs 蓄積による燃料ペレット半径増加分を差し引いた推定残留半径ギャップ幅と局所的な燃料ピン外径増加から Cs 蓄積が寄与したと考えられる分を抽出して比較した結果を図 2 に示す。今回評価した試験燃料ピンでは、この推定残留半径ギャップ幅が  $80\mu$ m を下回ると他の要因との重畳によって局所的に大きな FCMI が発生したと考えられ、さらに Cs が蓄積して推定残留半径ギャップ幅が減少するとともに、より顕著になっていったと考えられる。

#### 3. 結論

局所的な Cs の蓄積が FCMI に有意な影響をもたらすことを定量的に示すことができた。この影響を軽減するためには、Cs 蓄積も考慮した初期ギャップ幅設定が有効と考えられる。その最適値を検討するためには、より多くの試験燃料ピンの評価に加え、被覆管破損寿命への影響を検討する必要がある。

<sup>&</sup>lt;sup>\*</sup>Takashi Tanno<sup>1</sup>, Hiroshi Oka<sup>1</sup>, Yoshihisa Ikusawa<sup>1</sup>, Tomoyuki Uwaba<sup>1</sup>, Takeji Kaito<sup>1</sup> <sup>1</sup>JAEA