

高速炉燃料ピン内の Cs 軸方向移動・蓄積挙動

(1) 常陽および海外炉での Cs 軸方向移動・蓄積現象

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

(1) Axial Migration and Accumulation Behavior of Cesium Observed in Irradiation Test of Joyo and Foreign Reactors

*岡 弘¹, 丹野 敬嗣¹, 生澤 佳久¹, 上羽 智之¹, 皆藤 威二¹

¹原子力機構

高速炉 MOX 燃料ピンにおける Cs の移動・蓄積挙動を国内外の照射試験結果を用いて評価した。

キーワード：高速炉, Cs, 高燃焼度, FCMI, MOX, 照射後試験

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の Cs が熱拡散や蒸発・凝縮などにより燃料ピン内を移動し、 UO_2 -MOX ペレット境界部に蓄積する場合がある。このような Cs の挙動について国内外の照射試験結果を用いて評価した。

2. 評価

2-1. 燃料ピン照射試験

「常陽」および米国 EBR-II で照射した軸方向均質燃料ピンおよび軸方向非均質燃料ピンを評価対象とした。軸方向非均質燃料は、MOX 炉心燃料の一部をブランケット (UO_2) に置き換えることにより、炉心の中性子束分布や燃焼度分布の平坦化による高燃焼度化および Na ボイド反応度の抑制が期待できる燃料概念である。これらの燃料ピンの照射後試験結果（ガンマスキャン測定（Cs 軸方向分布）、被覆管外径測定）を基に燃料ピン内の Cs 挙動を評価した。各照射試験の照射条件を表 1 に示す。

表 1 各照射試験の照射条件

照射炉/照射試験名	最大燃焼度 (GWd/t)	最大線出力 (W/cm)	最大照射量 ($\times 10^{26}\text{n/m}^2$)	備考
「常陽」/AHC 照射試験	72	450	9.7	軸非均質
EBR-II/SPA 照射試験	50~120	420~490	3.7~11.6	軸均質/軸非均質

2-2. 評価結果

(1) 「常陽」/AHC 照射試験：Cs の大きな移動や局所的な蓄積等は認められなかったが、内部ブランケット部で Cs の勾配がみられ、上下の炉心燃料から Cs が移動・蓄積したと考えられる。

(2) EBR-II/SPA 照射試験：燃焼が進んだ燃料ピンでは、 UO_2 -MOX ペレット境界部（MOX 部上下端および MOX/内部ブランケット境界部）に Cs のピークが観察された（図 1）。また、MOX 部上下端で局所的な被覆管外径増加が認められた。外径増加部では Cs が UO_2 ペレットと反応して Cs-U-O 系化合物を生成し、燃料-被覆管機械的相互作用（FCMI）が生じたと考えられる。

(3) 各照射試験燃料ピンの UO_2 -MOX ペレット境界部における Cs の蓄積挙動と被覆管外径増加の有無を燃焼度で整理した。Cs の蓄積および被覆管外径増加の両者が観察されるのは、燃焼度 115GWd/t 程度の燃料ピンであり、70GWd/t 程度の燃料ピンではどちらも観察されなかった。これより、Cs 蓄積に起因した FCMI による被覆管外径増加は燃焼度 70~115GWd/t の間で生じ始める現象と考えられる。

3. 結論

高速炉燃料ピンの照射後試験結果を基に Cs 挙動を評価した。燃焼度が 70GWd/t を超えると、 UO_2 -MOX ペレット境界部への Cs の移動・蓄積の影響により FCMI が発生し、被覆管外径増加をもたらすと考えられる。

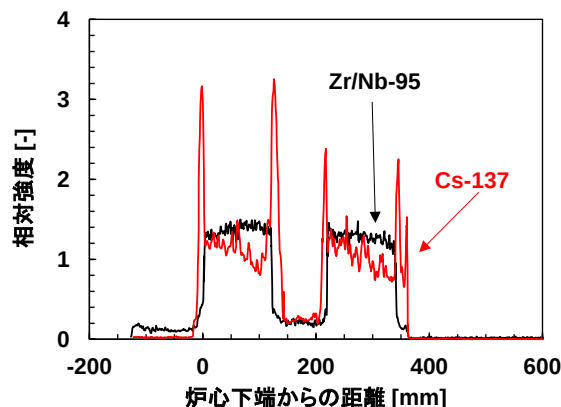


図 1 SPA 照射試験燃料ピンのガンマスキャン測定結果

*Hiroshi Oka¹, Takashi Tanno¹, Yoshihisa Ikusawa¹, Tomoyuki Uwaba¹, Takeji Kaito¹

¹JAEA