

## 高速炉燃料におけるリム組織の形成条件及び健全性への影響に関する検討

Study on forming condition of rim structure and the effect on integrity in a fast reactor fuel

\*永沼 正行<sup>1</sup>, 亀井 美帆<sup>1</sup>, 前田 宏治<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA

高速実験炉「常陽」でリム組織が観測された高燃焼度燃料について燃料挙動解析を行い、高速炉燃料のリム組織形成条件に関する評価を行うとともに、燃料健全性への影響について検討した。

**キーワード**：高速炉，燃料，照射挙動，リム組織，常陽

### 1. 緒言

高燃焼度まで照射された軽水炉燃料のペレット外周部では、リム組織と呼ばれる特異な組織が形成されることが知られている。このリム組織ではサブミクロン程度のポアが多く形成され、燃料のスエリングが拡大するとともに熱伝導度も低下するため、機械・熱設計に影響を与える可能性がある。高速炉燃料でも、一部の照射試験においてリム組織の形成が報告されている<sup>[1]</sup>。そこで、リム組織が形成された照射試験燃料について燃料挙動解析を行い、高速炉燃料のリム組織の形成条件、燃料健全性への影響について検討を行った。

### 2. リム組織が観測された「常陽」照射試験 (C3M 試験)<sup>[1]</sup>

「常陽」で高燃焼度まで照射された C3M 試験の燃料 (最大線出力 340 W/cm、最高燃焼度 130 GWd/t) でリム組織の形成が認められた。金相観察の結果、リム組織は燃料カラムの下端 X/L:0.1 以下の領域で、ペレット表面から 50 μm 程度の幅で形成されていた。この位置より上部の領域では、ペレットと被覆管のギャップ部に JOG と呼ばれるペレットから排出された FP の酸化物 (主に Cs<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>) が存在し、リム組織は形成されていなかった。

### 3. リム組織の形成条件・燃料健全性に関する検討

軽水炉燃料のリム組織について、形成条件として燃焼度・燃料温度にしきい値があり、概ね 70 GWd/t 以上、1,100°C 以下と知られている。C3M 試験燃料について、燃料挙動解析コード CEPTAR を用い照射期間中の燃料温度・燃焼度を評価し、軽水炉燃料条件の領域とリム組織が形成された領域の比較を行った。図 1 より、C3M は軸方向全ての領域で燃焼度は 70 GWd/t を

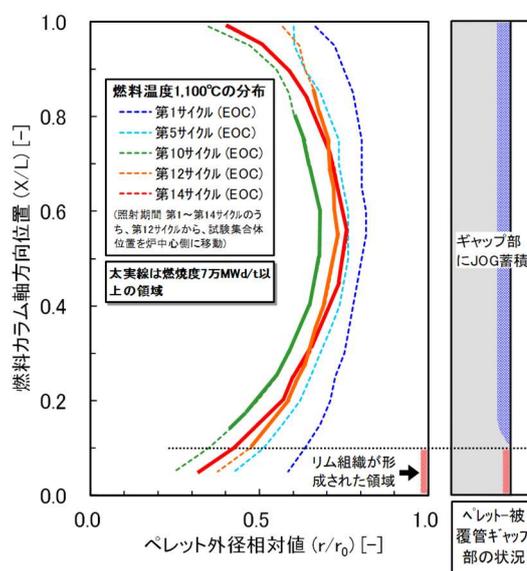


図 1 照射期間中主要サイクルにおける燃料温度 1,100°C の分布 (C3M 試験燃料)

超え、燃料温度 1,100°C 以下となる領域はペレット外径相対値 ( $r/r_0$ ) で最大 0.6~0.7 より外側となり、両者で相違が認められた。その理由として、高速炉燃料では JOG の形成された軸方向領域ではリム組織は生じておらず、上記の条件に加え FP のペレットからの放出挙動も消滅に影響したものと考えられる。FP の燃料ペレットからの放出挙動については燃料温度が関係すると考えられ、解析の結果、リム組織と JOG 領域の軸方向境界温度は 500~530°C 程度と評価された。リム組織の形成は、このような低温の燃料カラム下端側でペレット外周の限られた領域に制限されることから、高速炉燃料の機械的・熱的健全性への影響は限定的であるといえる。

### 4. 結論

高速炉と軽水炉のリム組織形成範囲について、両燃料の照射挙動の差に基づき相違があることが分かった。高速炉燃料では、リム組織が形成される領域は制限され、燃料健全性への影響は小さいことが認められた。

### 参考文献

[1] K.Maeda, T.Asaga, “Change of fuel-to-cladding gap width with the burn-up in FBR MOX fuel irradiated to high burn-up”, J. Nucl. Mater., Vol. 327. pp.1-10 (2004).

\* Masayuki Naganuma<sup>1</sup>, Miho Kamei<sup>1</sup> and Koji Maeda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>JAEA