

高燃焼度改良型燃料の反応度事故 (RIA) 及び 冷却材喪失事故 (LOCA) 条件下における挙動 (3) 高燃焼度添加物入り UO₂ 燃料の RIA 時挙動

Behavior of high-burnup advanced fuels under reactivity-initiated accident (RIA) and
loss-of-coolant accident (LOCA)

(3) Behavior of high-burnup UO₂ fuels with additives under RIA conditions

*三原 武¹, 宇田川 豊¹, 鈴木 寿之¹, 吉田 拓矢¹, 天谷 政樹¹

¹ 日本原子力研究開発機構 (原子力機構)

高燃焼度添加物入り UO₂ 燃料を対象とした RIA 模擬実験 OS-1 及び LS-4 を実施した。実験においては、OS-1 の試験燃料棒は破損し、LS-4 の試験燃料棒は破損しなかった。OS-1 の破損時燃料エンタルピー増分は、過去に実施した同等の被覆管水素吸収量を有する燃料実験の中で最も低かった。

キーワード：反応度事故, BWR, 高燃焼度燃料, 添加物入り UO₂ 燃料, PCMI 破損

1. 緒言

原子力機構は、規制判断を行う上で必要とされる軽水炉燃料の事故時挙動に関するデータ及び知見を取得するため、高燃焼度まで照射された改良型燃料を対象とした研究を進めている。改良型燃料の一つとして、FP ガスの放出を抑制するために結晶粒を大粒径化した添加物入り燃料ペレットが開発されている。そこで、添加物入り燃料ペレットを使用した高燃焼度 BWR 改良型燃料の反応度事故時の挙動を RIA 模擬実験により調べた。

2. 実験方法

短尺加工した実験燃料棒を実験カプセルに冷却水とともに封入し、そのカプセルを原子炉安全性研究炉 (NSRR) 炉心に配置し、パルス照射した。表 1 に実験対象燃料及び実験条件を示す。実験対象燃料のペレット材料は、オスカーシャム炉で照射された ADOPTTM燃料及びライブシュタット炉で照射されたクロミア添加燃料である。この実験前後に照射後試験を燃料試験施設で実施した。

3. 結果及び考察

OS-1 の試験燃料棒は燃料エンタルピー増分約 160 J/g で破損し、LS-4 の試験燃料棒は燃料エンタルピー増分のピーク値約 559 J/g で破損しなかった。図 1 に破損時燃料エンタルピー増分と被覆管水素吸収量の関係を示す。OS-1 (水素吸収量約 245 ppm) の破損時燃料エンタルピー増分は、同等の水素吸収量 200-300 ppm の範囲で過去に実施した実験の中で最も低かった。実験後の外観観察結果から、OS-1 の試験燃料棒はペレット被覆管機械的相互作用 (PCMI) により破損したと判断された。実験前の被覆管断面観察では、水素化物の径方向への配向度合が周方向位置により異なる傾向が見られている。この内、径方向配向度合の大きい領域が、実験後に観察された貫通欠陥の位置に概ね対応したことから、径方向に配向した水素化物が破損挙動に影響を与えたと考えられる。今後、さらに RIA 模擬試験及び照射後試験を実施し、被覆管の他、添加物入り燃料ペレット自身の挙動やベース照射条件の影響についても解明を進める。

本研究は原子力規制庁の平成 29 年度原子力施設等防災対策等委託費 (燃料等安全高度化対策) 事業及び平成 30 年度原子力施設等防災対策等委託費 (燃料設計審査分野の規制研究) 事業として行われたものである。

*Takeshi Mihara¹, Yutaka Udagawa¹, Toshiyuki Suzuki¹, Takuya Yoshida¹ and Masaki Amaya¹

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

表 1 実験対象燃料及び実験条件

実験 ID	OS-1	LS-4
燃料	BWR 10×10 型 UO ₂	
ペレット材料	ADOPT TM 燃料 (クロミア、 アルミナ添加)	クロミア添加 燃料
被覆管材料	Zry-2, LK-3/L	Zry-2, LTP
燃焼度(GWd/tU)	64	49
被覆管水素吸収量(wtppm)	245	未測定
冷却水温度	室温	
冷却水圧力(MPa)	約 0.1	
燃料エンタルピー増分の ピーク値(J/g)	287	559

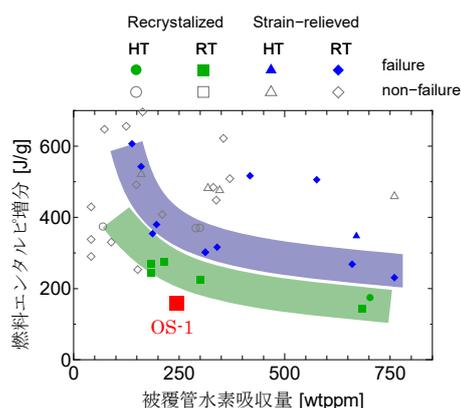


図 1 破損時燃料エンタルピー増分と被覆管水素吸収量の関係