

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

（4）高燃焼度 MOX 燃料の RIA 時挙動

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

（4）Behavior of high-burnup MOX fuel under reactivity-initiated accident (RIA)

*谷口 良徳¹, 宇田川 豊¹, 村松 靖之¹, 蛭田 健太¹, 天谷 政樹¹

¹ 日本原子力研究開発機構（原子力機構）

燃焼度 64 GWd/t の M5TM 被覆 MOX 燃料を対象とした反応度事故模擬実験を原子炉安全性研究炉で実施した。その結果、同実験に供した実験燃料棒の破損形態は、これまで高燃焼度軽水炉燃料で見られた PCMI 破損とは異なる高温破裂型であった可能性が大きい。

キーワード：RIA, 高燃焼度 MOX 燃料, 軽水炉燃料, M5 被覆管, 高温破裂型

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。その一環として、原子力機構の原子炉安全性研究炉（NSRR）において高燃焼度 M5TM 被覆 MOX 燃料を対象とし反応度事故（RIA）模擬実験（CN-1 実験）を実施した。また、同実験中得られた実験データと比較するため、燃料挙動解析コード RANNS[1]を用いて同実験燃料棒の挙動を評価した。

2. RIA 模擬実験及び実験解析

仏国の PWR（Chinon 炉）において高燃焼度まで照射された M5TM 被覆 MOX 燃料（燃焼度 64GWd/t、被覆管水素吸収量未測定）を短尺加工し実験燃料棒とした。この実験燃料棒を冷却水入りの実験カプセルに装荷し、室温大気圧条件下、実験燃料ピークエンタルピ増分 665 J/g の炉出力条件で、NSRR のパルス照射運転による RIA 模擬実験を実施した。実験後、実験カプセルより取出した実験燃料棒の外観撮影を行った。また、原子力機構が有する燃料挙動解析コード RANNS[1]を用いて同実験中の燃料棒の挙動を解析した。

3. 結果及び考察

実験中に取得された燃料棒内圧計、カプセル内圧計及び水塊速度計の出力データ上、高燃焼度 PWR 及び BWR 燃料実験において過去観察されているような、ペレット - 被覆管機械的相互作用（PCMI）破損の発生を示唆する信号パターンは観測されなかった。一方、実験後の燃料棒の外観撮影を行ったところ、図 1 に示すような局所的な被覆管の膨れ及び軸方向の小さな開口部が認められた。開口部の様子には、ロシアの B1GR 炉において高燃焼度 VVER 燃料を対象に行われた RIA 模擬実験（RT-9 実験[2]）で観察された被覆管破損形態への類似が見られる。この RT-9 実験燃料の破損は高温破裂型であったと考えられていること、過渡計測において PCMI 破損が検出されなかったこと、更に、解析によれば、CN-1 実験燃料は腐食に伴って被覆管に吸収された水素量が少なく今回の実験条件の下で PCMI 破損を生じる可能性は極めて小さかったこと、等を総合すると、CN-1 実験で生じた燃料破損は、高燃焼度 PWR 及び BWR 燃料実験では過去に報告例の無い、高温破裂型であった可能性が大きい。

本研究は原子力規制庁の平成 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。

参考文献

[1] Y. Udagawa, et al. JAEA-Data/Code 2014-025, 2015

[2] L. Yegorova, et al. NUREG/IA-0213, Vol.2, 2006

*Yoshinori Taniguchi¹, Yutaka Udagawa¹, Yasuyuki Muramatsu¹, Kenta Hiruta¹, Masaki Amaya¹

¹ Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

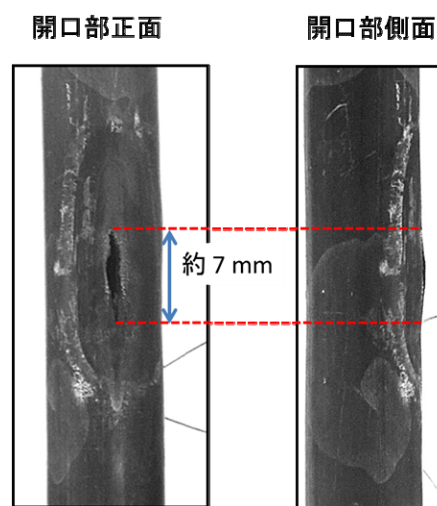


図 1：CN-1 実験後燃料棒被覆管の開口部正面及び側面の外観