

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 (6) 高燃焼度改良被覆管の高温酸化挙動

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

(6) High temperature oxidation behavior of high-burnup advanced cladding tubes

*垣内 一雄¹, 成川 隆文¹, 小畑 裕希¹, 天谷 政樹¹

¹ 日本原子力研究開発機構（原子力機構）

高燃焼度改良型燃料被覆管に対し冷却材喪失事故を模擬した高温酸化試験を実施した。その結果、燃焼の進展及び被覆管材質の変更に伴う酸化速度の著しい変化は見られなかった。

キーワード：LOCA、高燃焼度燃料被覆管、改良型燃料被覆管、高温酸化

1. 緒言

原子力機構安全研究センターでは、原子力規制庁からの委託事業として、既存炉の安全性向上を目的に事業者により開発された改良型燃料に対する現行の規制基準の適用性確認、及び今後の規制に必要な技術的根拠となる知見取得のための研究を実施している。その一環として、高燃焼度改良型燃料被覆管を用いた冷却材喪失事故（LOCA）を模擬した高温酸化試験を実施し、燃焼の進展及び被覆管材質の変更が高温酸化特性に対する影響を評価した。

2. 試験条件

欧州の加圧水型炉（PWR）及び沸騰水型炉（BWR）において照射された高燃焼度改良型燃料から、燃料ペレットを除去した後、長さ約 8.5mm に切断し酸化試験用試料とした。表 1 に採取した試料の情報を示す。この試料を石英製の試料ポートに載せ、試料温度が目標値になるよう予め加熱した電気炉の反応管内に挿入し、所定の時間保持して酸化させた。ここで、酸化温度は 1173K~1473K、酸化時間は 120sec~4000sec の範囲とした。また、雰囲気中の水蒸気量が試料の酸化速度に影響を及ぼさないよう酸化試験中の反応管には十分な量の水蒸気を供給した。所定の時間酸化後、試料ポートに載せた状態で速やかに試料を加熱炉から取り出し冷却した。酸化試験前後で測定した試料重量から重量増加量を求め、この重量増加量の二乗が酸化時間に対して比例する（重量増加量が二乗則に従う）として、酸化速度定数（ k_w ）を評価した。

3. 結果及び考察

図 1 に高燃焼度改良型燃料被覆管の k_w の温度依存性を示す。同図には比較のため、未照射被覆管の結果及び Baker-Just [1] の評価値も示した。この結果から分かるように、高燃焼度改良型燃料被覆管の酸化速度は、Zry-4 及び各改良型合金の未照射被覆管のそれと比べてほぼ同等もしくはやや低い傾向が見られた。すなわち、改良型燃料被覆管の酸化速度は、燃焼の進展及び被覆管合金の種類によって著しく変化することはないと考えられる。また、改良型燃料被覆管の酸化速度は、Baker-Just 式に基づく評価値よりも低い傾向が見られた。本研究は原子力規制庁の平成 27-29 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）事業として行われたものである。

参考文献

[1] Baker L, Just LC. ANL-6548, Argonne National Laboratory (1962).

*Kazuo Kakiuchi¹, Takafumi Narukawa¹, Hiroki Obata¹ and Masaki Amaya¹

¹Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

表 1 高温酸化試験に供した試料

被覆管材質	局所燃焼度 (GWd/t)	腐食層厚さ (μ m)	初期水素濃度* (wtppm)
M-MDA TM	81	27	253
		28	292
M5 TM	84	10	65
		—	94
低スズ ZIRLO TM	80	18	99
		—	260
Zircaloy-2 (LK3)	85	39	488

*運転中に被覆管に吸収された水素濃度

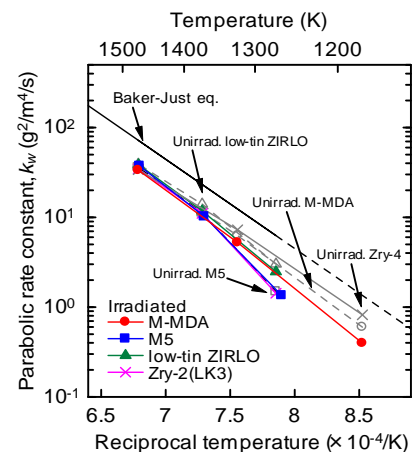


図 1 酸化速度定数の温度依存性