

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

（2）高燃焼度改良型燃料の RIA 時挙動

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

(2) Behavior of high-burnup advanced fuels under reactivity-initiated accident (RIA) conditions

*宇田川 豊¹, 村尾 浩之¹, 鈴木 美穂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を対象とした反応度事故（RIA）模擬実験を行い、燃料被覆管機械的相互作用（PCMI）による燃料破損限界等のデータ及び知見を取得すると共に、これらに基づく燃料破損しきい値を検討した。

キーワード：軽水炉燃料，反応度事故，被覆管，改良合金，PCMI 破損，水素脆化

1. 緒言

日本原子力研究開発機構（JAEA）は、導入が見込まれる改良型燃料に対する現行規制基準の適用性確認、及び今後の規制判断の根拠となるデータ及び知見の取得を目的として、高燃焼度改良型燃料の事故時挙動研究に取り組んできた。この内、原子炉安全性研究炉（NSRR）で実施した RIA 模擬実験及び燃料試験施設で実施した照射後試験の成果を報告する。RIA 時の燃料破損限界、核分裂生成物ガス放出量（FGR）等主要な結果について整理、考察を加えると共に、これらを踏まえ、安全審査時の判断基準の一つとなる PCMI 破損しきい値のより合理的な考え方を検討した。

2. 実験

欧州の商用炉で高燃焼度まで照射された 17x17 型 PWR/UO₂ 燃料（表 1）を対象として、VA-7,8,9 については高温（約 280℃）条件、他については室温条件の下、NSRR のパルス照射運転による RIA 模擬実験を実施した。

3. 結果及び考察

実験により得られた燃料の破損時燃料エンタルピー増分を従来データと共に図 1 に示す。本研究で実験に供した改良合金被覆燃料については、商用利用の予定の無い M-MDATM(RX)被覆燃料を除き、破損限界は現行 PCMI 破損しきい値における対応燃焼度の値 40 cal/g（約 167 J/g）を上回った。破損限界は燃料初期温度に対し正の、被覆管水素吸収量に対し負の相関を示すなど、温度上昇に伴う被覆管の延性増大や水素脆化の影響に関する従来の理解を裏付けている。これに加えて焼鈍条件と水素化物配向特性及び破損挙動との相関も踏まえ、より合理的な PCMI 破損しきい値を検討した（同図‘threshold’）。同じきい値は、最も重要なパラメータとなる水素吸収量を横軸とし、温度と焼鈍条件の影響を考慮するため 4 通りの関数として定義している。また燃料ペレット側の挙動に関する重要な知見として、供試燃料からの過渡 FGR は約 20 から 30%と、従来データにおける燃焼度と発熱量の相関に照らして平均的に高い水準であり、全体として、RIA 時 FGR が燃焼の進行に伴い増大する傾向が明らかとなっている。

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、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。

*Yutaka Udagawa¹, Hiroyuki Murao¹, Miho Suzuki¹ and Masaki Amaya¹

¹ Japan Atomic Energy Agency (JAEA)

表 1 RIA 模擬実験供試 PWR/UO₂ 燃料

試験 ID	燃焼度 GWd/tU	被覆管材料	水素吸収量 wtpm
VA-5,7	81	M-MDA TM (SR)	312,318
VA-6,8	78	M-MDA TM (RX)	683,703
GR-1	84	M5 TM	95
VA-9	80	低スズ ZIRLO TM	346

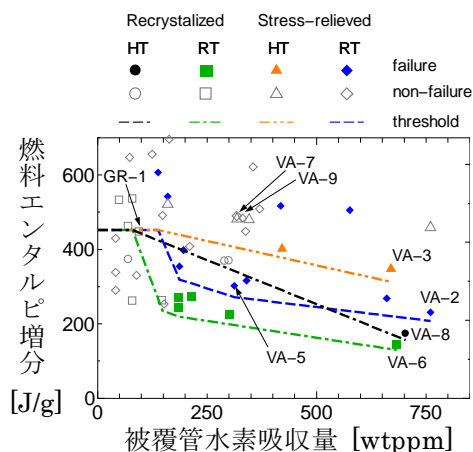


図 1 PCMI 破損限界と破損しきい値