

早期実用化に向けた PWR 向け事故耐性燃料被覆管（コーティング被覆管）の開発 開発状況と通常運転時の腐食挙動

Development of coated zirconium alloy fuel cladding as an accident tolerant fuel for PWR

Updated development road map and corrosion behavior under normal operation

*岡田 裕史¹, 佐藤 大樹¹, 村上 望¹, 篠原 靖周², 小方 宏一², 長嶺 邦孝², 山下 真一郎³

¹MHI, ²MHI 原子力研究開発, ³JAEA

2030 年代の PWR 実機適用を目標に、事故耐性燃料被覆管（コーティング被覆管）の物性・挙動評価のため、炉外試験及び研究炉での照射試験を継続している。

キーワード：軽水炉、事故耐性、燃料被覆管、コーティング、腐食挙動、照射試験

1. 緒言

物理蒸着法により、外表面を約 10 μm の Cr 膜でコーティングした Zr 基合金被覆管の物性・挙動評価を継続している。腐食後サンプルの分析により、コーティング被覆管の腐食量は僅かであるとの評価結果を得た。また、実機 1 サイクル相当の燃焼度到達に向け、米国研究炉での照射試験を継続中である。

2. Cr コーティング被覆管の開発状況

2-1. 腐食挙動

Zr 基合金 (MDA) 被覆管を基材としたコーティング被覆管の腐食試験（温度：360°C、圧力/水質：PWR 模擬）を 335 日まで継続した。腐食後サンプルの断面金相観察により、外面側には Cr 膜及び基材に有意な腐食層は認められていない。また、Cr 膜のない、内表面側に形成された Zr 酸化膜厚さより、外表面の腐食量を算出した結果、純 Cr 板材と同等であった。以上のことから、三菱製コーティング被覆管の腐食量は僅かであるとの評価結果を得た。

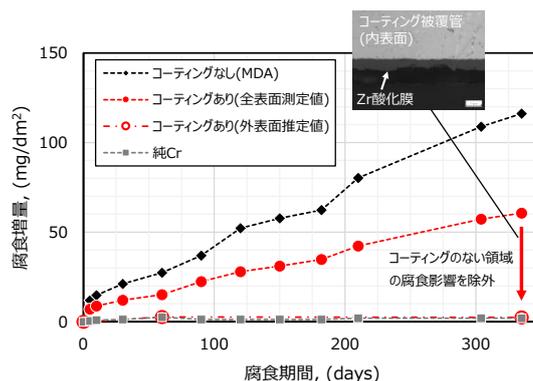


図 1 コーティング被覆管の腐食量

2-2. 照射影響

Cr コーティング被覆管では、耐食性の向上に伴い、水素吸収量が低減する効果が期待される。水素吸収量の低減は、通常運転時の被覆管脆化の抑制だけでなく、事故時等においも、水素起因の被覆管性能劣化^[1]の抑制が期待される。米国研究炉で短尺燃料棒 (UO₂ ペレット入り) は、PWR で 1 サイクル照射後相当の燃焼度 (~20 GWdt/t) 到達後に、照射後試験に供試し、外観詳細観察や Cr 膜による照射環境下での腐食・水素吸収挙動等の確認を 2024~2025 年度にかけて確認する計画である。

3. 結論

Cr コーティング被覆管は、安全性の向上及びプラント運用高度化に資する技術として有望であり、引き続き照射影響を含めデータの拡充等、開発・検討を進めていく。

謝辞 本研究内容は、経済産業省資源エネルギー庁による「原子力の安全性向上に資する技術開発事業」による補助を受け実施された事業の成果である。

[1] F. Nagase and T. Fuketa, "Behavior of Pre-hydrated Zircaloy-4 Cladding under Simulated LOCA Conditions", JNST vol.42 (2005)

*Yuji Okada¹, Daiki Sato¹, Nozomu Murakami¹, Yasunari Shinohara², Koichi Ogata², Kunitaka Nagamine² and Shinichiro Yamashita³

¹MHI, ²MHI Nuclear Development Corporation, ³JAEA