

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 (1) 安全性への影響評価の現状と今後の開発計画

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

(1) Intermediate review on a reactor safety evaluation and updated development road map

*村上 望¹, 大和 正明¹, 佐藤 大樹², 岡田 裕史²

¹三菱重工業, ²三菱原子燃料

2030 年代の PWR 実機適用を目標に事故耐性燃料被覆管（Cr コーティング被覆管）の開発を実施しており、これまでの試験結果を踏まえた性能見通しや実機適用に向けた今後の開発計画を報告する。

キーワード：軽水炉、事故耐性、燃料被覆管、コーティング、LOCA

1. 緒言

表面に Cr 膜（約 10 μ m）をコーティングした Zr 基合金被覆管について、これまでの試験結果から事故時（LOCA 時）の耐クエンチ性能や Zr-水反応の抑制、並びに通常運転時耐食性向上が確認され、安全性向上に繋がる技術と評価している。ここでは現状の性能見通しをまとめ、今後の実機適用に向けた計画を報告する。

2. 性能見通し

2-1. 事故時性能

i) 耐クエンチ性能：LOCA 模擬試験から「非常用炉心冷却系の性能評価指針」での現行被覆管に対する制限値 1200 $^{\circ}$ C・15%ECR を超える 1350 $^{\circ}$ C・30%超 ECR（Baker-Just 式換算）の熱負荷を経験した後にも非折損の結果が得られており[1]、制限値見直しや評価余裕の拡大が期待できる。

ii) 高温酸化（Zr-水反応）性能：1200 $^{\circ}$ Cまでの高温酸化（片面酸化）試験結果より、Cr コーティング被覆管表面の酸化速度は Zr より 1 桁小さく Zr 反応熱や水素発生量が低減する効果が期待される。

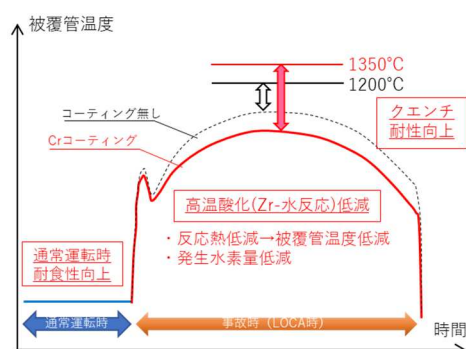


図 1 性能見通し（模式図）

2-2. 通常運転時性能：耐食性

PWR 冷却材模擬条件(360 $^{\circ}$ C)腐食試験より、コーティング被覆管の表面腐食が大幅に低減する結果を得ている。炉心運用高度化（長サイクル運転、高燃焼度化等）における通常運転時の課題である被覆管表面腐食量抑制への対策として大きな効果が見込まれる。

3. 実機適用に向けた計画

Cr 膜の照射による影響確認に向け米国研究炉照射試験について 2022 年度中に開始を予定している。またプラント安全性への影響評価も進めており 2020 年代中頃の実機での試験照射に向けた検討を進めている。

4. 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。なお、本研究内容は、経済産業省資源エネルギー庁令和 3 年度「原子力の安全性向上に資する技術開発事業」の成果である。

[1] 村上他、日本原子力学会 2021 年秋の大会 2D07

*Nozomu Murakami¹, Masaaki Yamato¹, Daiki sato² and Yuji Okada²

¹Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., ²Mitsubishi Nuclear Fuel, Co. Ltd.