

安全性向上に資する新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた研究開発(2)

(2) BWR 用 FeCrAl-ODS 鋼

R&D for introducing advanced fuels contributing to safety improvement of current LWRs (2)

(2) FeCrAl-ODS steels for BWR fuel claddings

*坂本 寛¹, 鵜飼重治², 木村晃彦³, 山路哲史⁴, 草ヶ谷和幸⁵, 近藤貴夫⁶,
山下真一郎⁷, 深堀智生⁷

¹NFD, ²北大, ³京大, ⁴早大, ⁵GNF-J, ⁶日立 GE, ⁷JAEA

BWR 装荷を目標とした事故耐性の高い改良ステンレス鋼 (FeCrAl-ODS 鋼) 燃料被覆管の実用化開発を進めている。本発表では平成 29 年度に得られた成果の全体概要を紹介する。

キーワード: 軽水炉、安全性向上、事故耐性、燃料被覆管

1. 緒言

平成 28 年度までに各種解析に必要な材料物性データを取得すると共に、現行材(Zry 材)を FeCrAl-ODS 鋼等に置換した各種解析により炉心の成立性、設計成立性の確保、事故及び過酷事故時における事故進展緩和効果を確認している⁽¹⁾。本発表では、平成 29 年度に継続実施した照射後試験を含む取り組みにより得られた成果の概要を紹介する (詳細は別途、本学会にてシリーズ発表する)。

2. 成果概要

2-1. 既存軽水炉に装荷した場合の影響評価

平成 28 年度までに、現行の Zry 製 9×9 UO₂ 燃料の燃料被覆管を FeCrAl-ODS 鋼に置換した場合を想定し、被覆管肉厚を約半分(0.30 - 0.35 mm)にすることで現行材と同程度の炉心の成立性、設計成立性が確保できる見通しを得ていた。平成 29 年度は、MOX 燃料でも同様に現行の Zry 製 MOX 燃料と同程度の成立性が維持できることを確認した。安全解析では、アクシデントマネジメントを考慮した場合の導入効果を定量評価して、炉心損傷を防止するための減圧時間、必要注水量の裕度が拡大することを確認した。

2-2. 解析・評価に必要な材料物性データ等、欠落データ取得

現行の約半分の肉厚で 1 m 超の燃料被覆管 (9×9 燃料、10×10 燃料) を製作し、製造性に問題がないことを確認した。また、海外試験炉で損傷量 2.6 dpa まで中性子照射した板材引張試験片を国内に輸送し、照射後試験を実施して、ふるまい解析に必要となる機械的特性データを取得した。さらにヨウ素 SCC 耐性試験、摩耗試験、LOCA 模擬試験等の通常運転時から事故時までの適用性評価に必要となる各種物性データを取得し、軽水炉への適用性に問題がないことを確認した。

2-3. 照射試験計画の検討

燃料のふるまい解析に必要となる照射材の物性データを取得するため、最大損傷量が 13 dpa までの材料照射試験を継続して、一部照射試験を完了した。また、ふるまい解析の妥当性評価に必要となる模擬燃料棒照射試験の照射条件を解析により具体的に検討した。

(1) 坂本ら、3M02、3M05～3M10、原子力学会 2017 年秋の大会予稿集

備考: 本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 29 年度原子力の安全性向上に資する共通基盤整備のための技術開発事業 (安全性向上に資する新型燃料の既存軽水炉への導入に向けた技術基盤整備) の成果である。

*Kan Sakamoto¹, Shigeharu Ukai², Akihiko Kimura³, Akifumi Yamaji⁴, Kazuyuki Kusagaya⁵, Takao Kondo⁶, Shinichiro Yamashita⁷, Tokio Fukahori⁷, ¹NFD, ²Hokkaido U, ³Kyoto U, ⁴Waseda U, ⁵GNF-J, ⁶Hitachi GE, ⁷JAEA