

改良ステンレス鋼燃料被覆管の BWR 装荷に向けた研究開発(3)

(1) アクシデントマネジメントを考慮した過酷事故時性能評価

R&D of advanced stainless steels for BWR fuel claddings (3)

(1) Fuel performance during severe accidents with accident management

*池側 智彦¹, 石橋 良¹, 坂本 寛², 山下 真一郎³

¹ 日立 GE, ² NFD, ³ JAEA

BWR への装荷を目標として、事故耐性燃料（改良ステンレス鋼（FeCrAl-ODS 鋼）及び SiC 燃料）の研究開発を推進している。本発表では、燃料破損を防止するための減圧時間余裕や必要注水量に係る、アクシデントマネジメント（AM）を考慮したシビアアクシデント（SA）解析結果を紹介する。

キーワード：事故耐性燃料、シビアアクシデント、BWR、アクシデントマネジメント

1. 緒言

軽水炉材料として一般にジルカロイ（Zry）が用いられているが、高温環境下では水蒸気とジルコニウムが反応して水素及び反応熱が発生し、発生した反応熱は事故時の炉心損傷発生の有無に影響を及ぼす。昨年度は、AM を考慮しない SA 解析結果^[1]を報告したが、今年度は、AM（減圧及び消防ポンプ車による外部からの低圧注水）を考慮した場合の事故耐性燃料の性能を定量的に評価した。

2. アクシデントマネジメントを考慮したシビアアクシデント解析

2-1. 解析条件

ABWR 相当の大型 BWR を対象プラントとし、9×9 燃料（A 型）の燃料被覆管、水ロッド、及びチャンネルボックスに Zry を用いるケースと事故耐性材（FeCrAl-ODS 鋼もしくは SiC）を用いるケースとを比較した。BWR の代表的な事象進展シーケンスの中から AM 実施の時間余裕を有する長期 TB（全交流電源喪失）を選定し、減圧タイミング及び低圧注水量をパラメータとした感度解析を実施した。AM の低圧注水量は、日本の消防法を参考に消防ポンプ車 1 台あたりの注水量（90～168m³/h）を包絡するように設定し、解析コードは事故耐性材をモデル化している最新の MAAP5.05（但しβ版）を用いた。

2-2. 解析結果

一例として、炉心損傷を防止するための必要注水量の評価結果を Zry 燃料と比較して右図に示す。水面上に長時間露出することで 1000℃以上の高温に達した後の燃料を注水によって除熱する場合、Zry 燃料では高温 Zry と燃料除熱時に発生する蒸気との反応（水蒸気酸化反応）によって Zry 燃料が発熱するため、炉心損傷を防止するには崩壊熱と反応熱を超える熱容量の注水量が必要になる。対して、事故耐性燃料は、水蒸気酸化反応速度及び発生熱量が小さく、Zry 燃料の約半分の注水量で炉心損傷を防止できる可能性が示唆された。

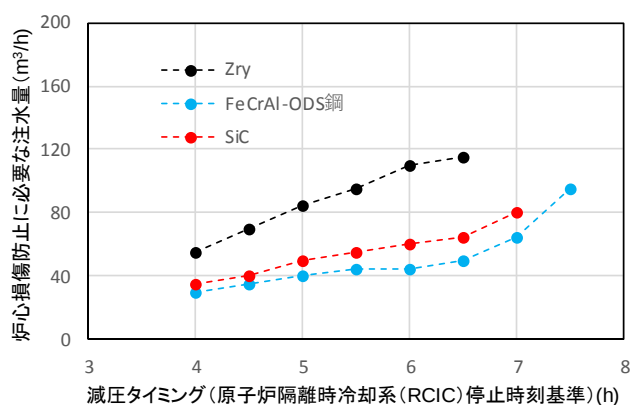


図 必要注水量評価結果（RCIC注水継続時間：72時間）

3. 結論

BWR の代表的な事象進展シーケンスの一つである長期 TB（全交流電源喪失）において、事故耐性燃料（FeCrAl-ODS 鋼及び SiC）が Zry より高い事故耐性を持つことを解析で確認した。事故耐性燃料を適用することで、同一注水量の設備を用いる場合は減圧時間余裕を 1.5～3 時間（本予稿では図示せず）、同一減圧タイミングを仮定する場合は必要注水量を半減できる効果が期待できる。

参考文献

[1] 池側他, 「改良ステンレス鋼燃料被覆管の BWR 装荷に向けた研究開発(2) (2)シビアアクシデント時の性能評価」, 日本原子力学会 2017 年秋の大会, 3M06

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。

*Tomohiko Ikegawa¹, Ryo Ishibashi¹, Kan Sakamoto² and Shinichiro Yamashita³

¹ Hitachi GE, ² NFD, ³ JAEA