

## 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

R&D of advanced stainless steels for BWR fuel claddings (2)

(2) Material performance during severe accidents

\*池側 智彦<sup>1</sup>, 石橋 良<sup>1</sup>, 坂本 寛<sup>2</sup>, 平井 睦<sup>2</sup>, 山下 真一郎<sup>3</sup>

<sup>1</sup>日立 GE, <sup>2</sup>NFD, <sup>3</sup>JAEA

BWR への装荷を目標として、事故耐性の高い改良ステンレス鋼燃料被覆管の研究開発を実施している。本発表では、改良ステンレス鋼のシビアアクシデント時の炉心損傷開始時刻及び水素発生量の現状の評価結果を紹介する。

**キーワード**：事故耐性，燃料被覆管，シビアアクシデント，BWR，炉心損傷，水素発生

#### 1. 緒言

軽水炉材料として一般にジルカロイが用いられているが、高温水蒸気雰囲気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、発生した反応熱は炉心損傷開始時刻に影響を及ぼす。水素発生量や炉心損傷開始時刻に対する改良ステンレス鋼燃料の事故耐性を定量的に評価するために、MELCOR コードを用いて、BWR の代表的な 2 つの事象進展シーケンスを対象にシビアアクシデント解析を実施した。

#### 2. 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) の燃料被覆管及びチャンネルボックスにジルカロイを用いるケースと改良ステンレス鋼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として、TQUV (高圧注水失敗, 減圧成功, 低圧注水失敗), 及び TB (全交流電源喪失) の 2 ケースを選定した。解析コードは MELCOR1.8.5 を使用し、改良ステンレス鋼の物性値 (密度や熱伝導率等), 及び水蒸気酸化反応速度式を入力して炉心損傷開始時刻まで解析を実施した。

##### 2-2. 解析結果

一例として、TB シーケンスに対する被覆管最高温度と炉心部での水素発生量を現行ジルカロイ燃料と比較して右図に示す。改良ステンレス鋼は、事象進展時に材料表面に形成されるアルミナ皮膜が水蒸気酸化反応を抑制するため、水素発生量及び反応熱量が小さく、被覆管温度上昇速度がジルカロイより緩やかとなる。これにより、炉心損傷開始時刻をジルカロイより約 1 時間遅らせることができる結果が得られた。また、改良ステンレス鋼由来の水素発生量は約 16kg (残りは他の構造材からの水素発生) となった。これらの事故耐性向上傾向は TQUV シーケンスにおいても同様に確認され、炉心損傷発生までにおける改良ステンレス鋼の事故耐性を解析で確認できた。

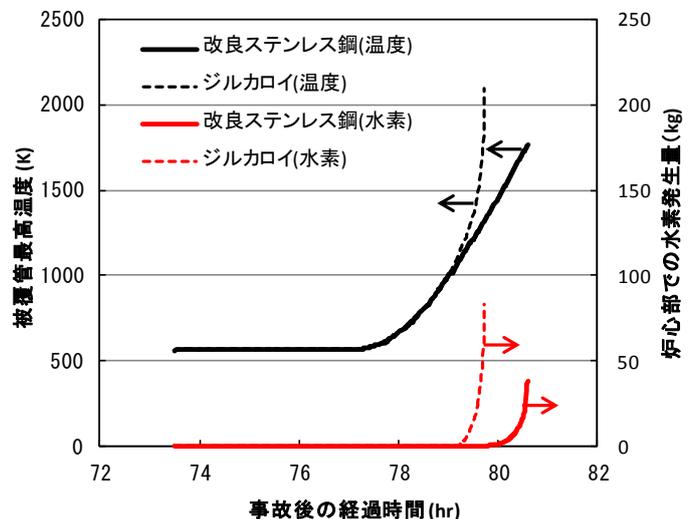


図 TBシーケンスのシビアアクシデント解析結果

#### 3. 結論

BWR の代表的な 2 つの事象進展シーケンスにおいて、改良ステンレス鋼がジルカロイより高い事故耐性を持つことを解析で確認した。炉心損傷開始時刻が遅れることによるアクシデントマネジメントを行うための時間余裕の増加、及び水素発生量の減少による水素燃焼リスクの低減が期待できる。

本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 28 年度発電用原子炉等安全対策高度化技術基盤整備事業 (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 Ikegawa<sup>1</sup>, Ryo Ishibashi<sup>1</sup>, Kan Sakamoto<sup>2</sup>, Mutsumi Hirai<sup>2</sup>, and Shinichiro Yamashita<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hitachi GE, <sup>2</sup>NFD, <sup>3</sup>JAEA