事故耐性燃料としての SiC 複合材被覆管の既設 PWR への適応性に関する評価 （2）シビアアクシデント耐性評価

The evaluation on the applicability of SiC composite fuel cladding for the Accident Tolerant Fuel to the existing PWR plants

(2) Evaluations of severe accident tolerance for SiC

*山越義規[1]，宮田学[1]，桐村一生[1]，溝上優次[1]，小坂進矢[1]，山下真一郎[2]，永瀬文久[2]

[1]三菱重工業，[2]日本原子力研究開発機構

事故耐性燃料の被覆管として SiC を使用した場合のシビアアクシデント時の耐性について、暫定モデルを用いて、SA 解析コードによる評価を実施した。今後、試験により得られる物性データを用いて、事故耐性の有効性を確認する予定である。

キーワード：事故耐性燃料，SiC 複合材，被覆管，PWR，シビアアクシデント

1. 緒言

事故耐性燃料の被覆管として SiC を使用した場合のシビアアクシデント時の耐性について評価した。

2. SiC 被覆管のシビアアクシデント耐性評価

2-1. 解析条件

対象プラントは既設 PWR、対象事故シーケンスは「大破断 LOCA＋ECCS 注入失敗＋格納容器スプレイ注入失敗」及び「全交流動力電源喪失（SBO）＋補助給水失敗」を選定し、解析コードとしては MAAP4 コードを使用する。MAAP4 コードにおいて SiC 被覆管の特性を模擬するために、酸化反応について従来燃料被覆管の反応面積を調整することにより、SiC 被覆管相当の事象進展解析を実施する。

2-2. 評価（解析結果）

事故発生後の炉心最高温度の推移を図 1 および図 2 に示す。SiC は Zr 合金に比べて酸化反応が進まないため、従来の燃料被覆管に比べて酸化反応熱による燃料温度の上昇が抑制され、何れの事故シーケンスにおいても炉心溶融進展が遅くなることが確認された。特に、SBO の場合、従来の燃料被覆管では急激に炉心温度が最高点近くにまで到達するのに対し、SiC 被覆管では炉心温度上昇速度が緩やかであり、最高点に到達するまでの時間は数時間オーダーで延びることが確認された。また、水素発生量も大幅に低減されることが確認された。

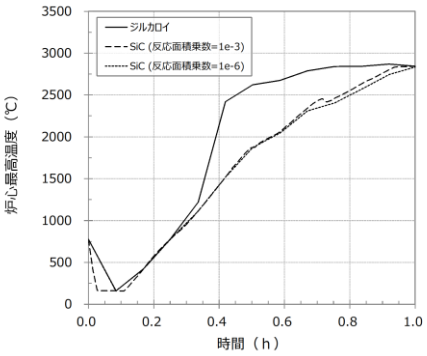


図 1 炉心最高温度（大破断 LOCA）

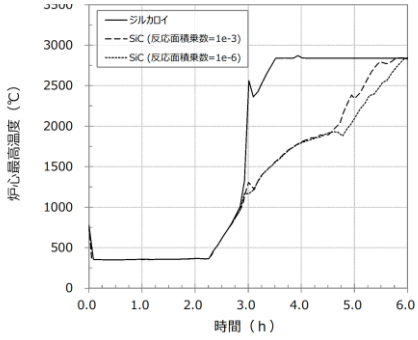


図 2 炉心最高温度（SBO）

3. 結論

SiC 被覆管を適用した場合、従来燃料の場合に比べて、炉心溶融までの時間余裕が確保でき、かつ発生水素量を抑制できるというメリットがあることを確認した。今後は、試験によって SiC の物性データを取得することで SiC モデルの精度を向上しつつ、他の事故シーケンスについても解析を実施し、SiC 被覆管の事故進展抑制効果を定量的に評価する予定である。本研究発表は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 27 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。

---

*Yoshinori Yamakoshi[1], Manabu Miyata[1], Kazuki Kirimura[1], Masatsugu Mizokami[1], Shinya Kosaka[1], Shinichiro Yamashita[2], and Fumihisa Nagase[2] [1]Mitsubishi Heavy Industries, ltd. [2]Japan Atomic Energy Agency