

## 安全性を追求した革新的炉心材料利用技術の研究開発 (4) SiC の高温水腐食特性に与えるイオン照射の効果

Research and development of innovative technologies for nuclear reactor core material with enhanced safety

### (4) Irradiation effects on the hydrothermal corrosion of SiC

\*近藤 創介<sup>1</sup>, 兵藤 義浩<sup>2</sup>, 土屋 由美子<sup>2</sup>, 檜木 達也<sup>1</sup>, 鹿野 文寿<sup>2</sup>

<sup>1</sup>京大エネ理工研, <sup>2</sup>株式会社東芝

炉心被覆管用の候補材としての SiC/SiC 複合材の適合性の検討のため, 高純度なモノリシック CVD SiC に対しイオン照射を行った後に高温水腐食を実施し, 腐食特性に及ぼす照射の効果を評価した。

**キーワード:** 照射損傷, 高温水腐食, 事故耐性燃料, SiC/SiC 複合材料

### 1. 緒言

薄肉構造の内部に燃料や核分裂生成物 (FP) を封じ込める機能が求められる燃料被覆管では, 使用環境での腐食による減肉が重要な評価項目である。SiC を炉心材料に適用するためには, SiC の耐食性について把握する必要がある。そこで本研究では, 軽水炉における通常運転時を模擬した高温水環境下での腐食挙動に及ぼす照射の効果の有無と程度を調査している。前回までに照射域では腐食速度が大きいことを報告しており, 本講演では照射条件に伴う材料の物理的性質の変化, および腐食条件に依存する腐食挙動の変化に注目し, 照射による腐食促進のメカニズムに関する考察を行なった。

### 2. 実験

CVD SiC を, 10×10×2.5<sup>±</sup> mm に切断・鏡面研磨した後, イオン照射, 続いてオートクレーブ内高温水腐食試験を行った。照射試験は, 京大 DuET にて 5.1 MeV Si<sup>2+</sup>イオンを, 欠陥残存量を変化させることを目的として 2 種類 (400, 800°C) のいずれかの照射温度で, 表面から 1 μm までの平均損傷量が 1~3 dpa となる条件で実施した。照射後試料は, 20 MPa, 溶存酸素濃度 8 ppm および 20 ppb の条件で 320°C の高温水腐食試験をそれぞれ最大 168 時間実施した。腐食後は原子間力顕微鏡 (AFM), 走査型電子顕微鏡 (SEM), 透過型電子顕微鏡 (TEM) 観察により腐食量・組織を評価した。また, 照射材の物性変化は, 腐食電位測定, ケルビンフォース顕微鏡 (KFM), 分光測定等により実施した。

### 3. 結論

400°C 照射材では腐食試験後に照射域はすべて消失し, 非照射域に比べて著しい腐食速度の加速が認められた。800°C 照射材でも照射域では非照射域に比べて大きな腐食が認められたが, その加速の程度は 400°C 照射材と比べて著しく小さかった。腐食速度は損傷量増加とともに大きくなり, 少なくとも 800°C 照射材では約 1dpa 以降は飽和傾向にあった。照射によって材料中には点欠陥およびその集合体である 2 次欠陥が導入されるが, 上述の腐食速度に対する照射温度の依存, 損傷量増加に伴う飽和傾向は, これら欠陥蓄積傾向と同様であった。このことから, 照射により導入された欠陥組織が腐食速度に影響を及ぼしている可能性を指摘し, 上述した TEM 観察, 電位測定, および分光実験結果を参照しながら議論する。

本研究は, エネルギー対策特別会計に基づく文部科学省から株式会社東芝が受託した平成 25-27 年度「安全性を追求した革新的炉心材料利用技術に関する研究開発」の成果である。

\* Sosuke Kondo<sup>1</sup>, Yoshihiro Hyodo<sup>2</sup>, Yumiko Tsuchiya<sup>2</sup>, Tatsuya Hinoki<sup>1</sup>, Fumihisa Kano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kyoto Univ., <sup>2</sup> Toshiba