

SiC 高温水腐食へ及ぼす照射欠陥の影響

Role of irradiation defects in SiC on hydrothermal corrosion

*近藤 創介¹, 前田 有輝², 深見 一弘², 檜木 達也¹

¹京大エネ理工研, ²京大工

高温高圧水中での高純度 SiC の腐食に及ぼす照射欠陥の影響を, イオン照射した高純度 SiC を対象とした電気化学挙動および材料中の欠陥準位の相関評価により検討した

キーワード: 照射損傷, 高温水腐食, 事故耐性燃料, 電気化学, 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. これまでに, 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きた[1, 2]. 前回までにイオン照射域では腐食速度が大きいことを報告しており, 今回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とその電気化学挙動に注目し, 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

化学気相蒸着で作製した多結晶および単結晶 3C-SiC を, 10×10×2.5¹ mm に切断・研磨した後, イオン照射, 続いて高温水腐食試験, ならびに室温での電気化学試験を行った. 照射試験は, 京大 DuET にて 5.1 MeV Si²⁺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最大 1 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. また, 0.1M のフッ化水素 (HF) 水溶液中での電気化学試験にて酸化還元挙動を評価した. 照射材の物性および欠陥評価は, ケルビンフォース顕微鏡 (KFM), 深い準位過渡分光 (DLTS) 測定等により実施した.

3. 結論

400°C 照射材では, 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比較的大きな腐食が認められたが, 加速の程度は 400°C 照射材と比べて小さかった. 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, 腐食速度に対する照射温度, 損傷量増加に対する腐食速度の応答は, これら欠陥蓄積の傾向と類似していた. すなわち, 定性的には欠陥の数が多くなると腐食速度も大きくなっていった. また, いずれの条件で観測された腐食速度も溶存酸素濃度に強く正の依存を示した. このことは, 溶存酸素が欠陥組織と反応し腐食速度に影響を及ぼしている可能性を指摘し, 電気化学試験の結果からも酸素還元を対極とした SiC のアノード溶解反応傾向が観察された. 発表では, 上述した各種測定結果を参照しながら, 照射による SiC 腐食の促進メカニズムを議論する.

参考文献

- [1] S. Kondo, M.H. Lee, T. Hinoki, Y. Hyodo, F. Kano, Journal of Nuclear Materials 464 36-42 (2015).
- [2] S. Kondo, S. Mouri, Y. Hyodo, T. Hinoki, F. Kano, Corrosion Science 112 402-407 (2016).

* Sosuke Kondo¹, Yuki Maeda², Kazuhiro Fukami², Tatsuya Hinoki¹

¹ Kyoto Univ. Inst. Adv. Energy, ² Kyoto Univ., D. of Engineering.