

## 核燃料用炭化珪素材料に適用する耐食被覆技術の開発

Development of Corrosion Resistant Coating Technology to Silicon Carbide Fuel Materials

\*石橋 良<sup>1</sup>, 岡本晋哉<sup>1</sup>, 石田一成<sup>1</sup>, 宮崎 克雅<sup>1</sup>, 近藤 貴夫<sup>2</sup>

<sup>1</sup>日立製作所, <sup>2</sup>日立 GE ニュークリア・エナジー

BWR-NWC 模擬環境での SiC の耐食性を向上する耐食被覆技術の確立を目的に、耐食金属を被覆した試験片を作製し、成膜プロセスでの SiC 基材への密着性、及び、高温水中での耐食性の観点で検討した。

**キーワード**：燃料材料，炭化珪素，被覆，密着性，耐食性

### 1. 緒言

沸騰水型原子炉通常炉内水質(BWR-NWC)模擬環境での炭化珪素 (SiC) の耐食性向上を目的に、SiC 基材に対する耐食被覆技術を検討した。従来材である Zr 合金と比べて水素発生速度及び水蒸気酸化の反応熱が低い SiC は事故耐性燃料材料として有望である<sup>[1]</sup>。一方で、SiC を燃料被覆管及びチャンネルボックスに実際に適用するにあたっては多くの課題が存在すると考えられており、その一つが高温水腐食である<sup>[2]</sup>。SiC は化学的に安定であるものの、わずかに溶出するシリカが水質管理上懸念となる可能性があることから、耐食被覆による溶出抑制が必要と考えられる。

### 2. 検討方法

#### 2-1. 耐食被覆

高温水中での酸化物の溶解度が低い Cr、Ti 及び Zr を主成分とする耐食被覆を、SiC 試験片の表面上に物理蒸着とそれに続く熱処理を基本プロセスとして用い施工した。熱処理後剥離が生じない密着性の高い成膜条件を検討した。

#### 2-2. 高温水腐食試験

実炉環境では放射線分解のため酸化剤が生成し、酸化しやすくなること考慮し、炉水環境よりも溶存酸素濃度を 8 ppm と高くした 561 K 高純度水環境で腐食試験を実施した。外観及び重量の変化から被覆試験片の耐食性を評価した。

### 3. 結果と考察

SiC 基材との熱膨張係数差を考慮して被膜の構成を検討した結果、1123~1273 K の熱処理後に剥離を生じず、膜厚 10~20  $\mu\text{m}$  の被覆を施すことができた。図 1 に高温水腐食試験 (1.8 Ms 浸漬) 後の重量変化を示す。重量変化は、主に被覆の酸化、溶出及び剥離によるものであった。Ti 又は Zr 被覆試験片の腐食挙動は成膜時の熱処理条件の影響を受け、適切な熱処理条件では Cr 単独よりも腐食減量が小さくなった。重量変化の小さい被覆には、SiC 基材の溶出抑制が期待される。

#### 参考文献

[1] R. Ishibashi, T. Ikegawa, K. Noshita, K. Kitou and M. Kamoshida, Mechanical Engineering Journal Vol.3 No.2, 15-00215, (2016).

[2] Y. Katoh, K. A. Terrani and L. L. Snead, ORNL/TM-2014/210, (2014).

\*Ryo Ishibashi<sup>1</sup>, Kazushige Ishida<sup>1</sup>, Katsumasa Miyazaki<sup>1</sup> and Takao Kondo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Hitachi, Ltd., <sup>2</sup>Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd..

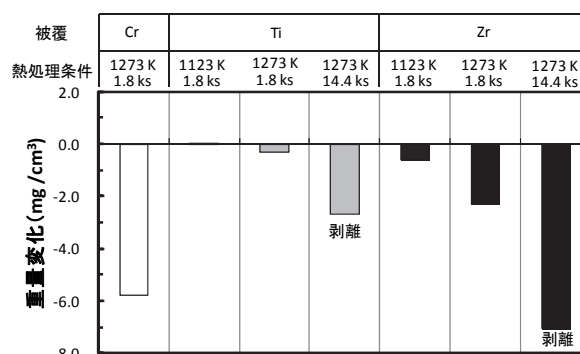


図 1 種々の耐食被覆試験片における高温水腐食試験 (1.8 Ms 浸漬) 後の重量変化