

核燃料用炭化珪素材料に適用する耐食被覆技術の開発(3)

Development of Corrosion Resistant Coating Technology to Silicon Carbide Fuel Materials (3)

*石橋 良¹, 石田 一成¹, 柴田 昌利², 近藤 貴夫²

¹日立製作所, ²日立 GE ニュークリア・エナジー

BWR 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、耐食被覆を施した SiC 管の端部に端栓を接合し、その接合部に耐食溶射被覆を施工した試験片を試作して評価した。

キーワード: 燃料材料, 炭化珪素, 耐食性, 被覆, 接合部

1. 緒言

沸騰水型原子炉 (BWR) の炉内水質模擬環境での炭化珪素 (SiC) の耐食性向上を目的に、SiC 接合部に対する耐食被覆技術を開発している。事故耐性燃料材料として有望な SiC を燃料被覆管およびチャンネルボックスに適用する際の課題の一つが高温水腐食である^[1]。高温水腐食によって SiC から炉水にシリカが溶出すると炉水内シリカ濃度を管理値内に抑えるため、浄化系の負荷が増加する可能性がある。密着性および高温水腐食の観点から、物理蒸着とそれに続く熱処理を基本プロセスとした Ti を主成分とする被覆 (以下、蒸着 Ti 被覆) が SiC 基材に対する被膜として、減圧プラズマ溶射法を用いた Ti を主成分とする被覆 (以下、溶射 Ti 被覆) が接合部に対する被覆として有望である^[2-4]。そこで、SiC 管に SiC 端栓を接合した試験片に耐食被覆を施すための手順、および、蒸着 Ti 被覆に及ぼす溶射による熱影響を検討した。

2. 検討方法

2-1. 耐食被覆接合管の作製手順

SiC 基材に予め蒸着 Ti 被覆を施した管 ($\phi 10 \times 100$ (mm)、厚さ約 1.2 mm) の端部に端栓 ($\phi 10 \times 50$ (mm)) を接合した。この接合は、グラファイトヒータ加熱を用いて Si ロウ付け法により不活性ガス雰囲気中で実施した。この接合方法では接合部近傍の蒸着 Ti 被覆が熱影響を受けることから^[4]、本検討では蒸着 Ti 被覆の施工領域を接合面から熱影響が小さくなる距離まで離れた。

管および端栓の接合部に対する溶射 Ti 被覆は、蒸着 Ti 被覆未施工領域を覆い、膜厚約 200 μm となるように施した。溶射の際に、溶射によるスパッタが蒸着 Ti 被覆に付着するのを避けるため、金属製治具により該当領域をマスキングした。溶射時の施工面周辺温度は概ね 873~973 K と推定される。

2-2. 評価

管の蒸着 Ti 被覆部を対象に、X 線回折法により溶射前後の蒸着 Ti 被覆の構成相と構成比を分析し、溶射による熱影響に伴う変化を調べた。溶存酸素濃度 8 ppm の 561 K 高純度水環境に浸漬し、試験片の耐食被覆の外観変化を調べた。

3. 結果

管の蒸着 Ti 被覆は、溶射施工によって炭化物および金属間化合物の顕著な増加はみられず、主に Ti 相により構成されていた。561 K 高純度水環境において、詳細な調査が必要であるものの、蒸着 Ti 被覆には腐食による顕著な破損はみられなかった。

参考文献

- [1] Y. Katoh, et al., ORNL/TM-2014/210, (2014). [2] 石橋ほか, 日本原子力学会 2017 年春の年会予稿集, 2J15, (2017).
[3] 石橋ほか, 日本原子力学会 2017 年秋の大会予稿集, 2I08, (2017).
[4] 石橋ほか, 日本原子力学会 2018 年春の年会予稿集, 3D10, (2018).

*Ryo Ishibashi¹, Kazushige Ishida¹, Masatoshi Shibata² and Takao Kondo²

¹Hitachi, Ltd., ²Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd..