

BWR 炉心安全性向上のための SiC 材料適用に向けた研究開発

(1) BWR 模擬環境における耐食被覆による SiC からのシリカ溶出抑制

R&D for introducing silicon carbide materials to safety improvement of BWR's core

(1) Suppression of silica dissolution from SiC using corrosion resistant coating in simulated BWR environments

*石橋 良¹, 近藤 貴夫¹, 山下 真一郎²

¹ 日立 GE ニュークリア・エナジー, ² 日本原子力研究開発機構

事故耐性の高い炭化珪素製燃料被覆管を軽水炉に適用する際の課題となっているシリカ溶出を抑制することを目的に、BWR-NWC 模擬環境で被覆炭化珪素の耐食性に及ぼす溶存酸素濃度の影響を評価した。

キーワード：軽水炉，事故耐性，燃料被覆管，炭化珪素，被覆

1. 緒言

従来の 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炭化珪素 (SiC) は事故耐性燃料材料として有望である一方で、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¹⁾。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である。そこで、沸騰水型原子炉通常炉内水質(BWR-NWC)環境での 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てきた²⁾。BWR-NWC 模擬環境での被覆候補の耐食性を確認することを目的に、被覆した SiC 試験片の耐食性に及ぼす溶存酸素濃度の影響を評価した。

2. 検討方法

2-1. 耐食被覆

SiC 複合材料の表面に化学気相蒸着(CVD)により高純度なモノリシック SiC を被覆した試験片(40×10×1.2(mm))を基材とした。この基材の表面に、Cr、Ti 又は Zr を主成分とした厚さ 9~21 μm の被覆を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。

2-2. 高温水腐食試験

溶存酸素濃度を 0.3 mg/l 及び 8.0 mg/l とした 561 K 高純度水環境で最大 1000 h の試験を実施した。外観及び重量の変化、ならびに、被覆の観察及び分析結果から被覆試験片の耐食性を評価した。

3. 結果と考察

高温水腐食試験による試験片の重量変化を図 1 に示す。被覆なし(CVD-SiC 表面)では、溶存酸素濃度が高くなると、溶出による重量減少が大きくなることが確認された。被覆の種類による差異は、溶存酸素濃度 0.3 mg/l では小さいが、溶存酸素濃度 8.0 mg/l では顕著になった。Ti 被覆は最も重量変化が小さく、腐食生成物の形成が被覆の表面部に限定していた。Cr 被覆は CVD-SiC 表面と同程度の重量減少を示し、被覆の表面から内部に腐食生成物が形成していた。Zr 被覆は剥離のため重量減少が大きく、被覆の表面から内部にき裂を伴った腐食生成物が形成していた。被覆内部への腐食の進展が被覆の種類によって異なっており、このことともに腐食生成物の溶解度の違いが被覆試験片の重量変化に影響していると推定している。

謝辞 本件は、経済産業省資源エネルギー庁の平成 28 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。

参考文献

- [1] Y. Katoh, K. A. Terrani and L. L. Snead, ORNL/TM-2014/210, (2014).
[2] 石橋, 岡本, 石田, 近藤, 宮崎, 日本原子力学会 2017 年春の年会予稿集, 2J15, (2017)

Ryo Ishibashi¹, Takao Kondo¹, and Shinichiro Yamashita²

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd., ² Japan Atomic Energy Agency

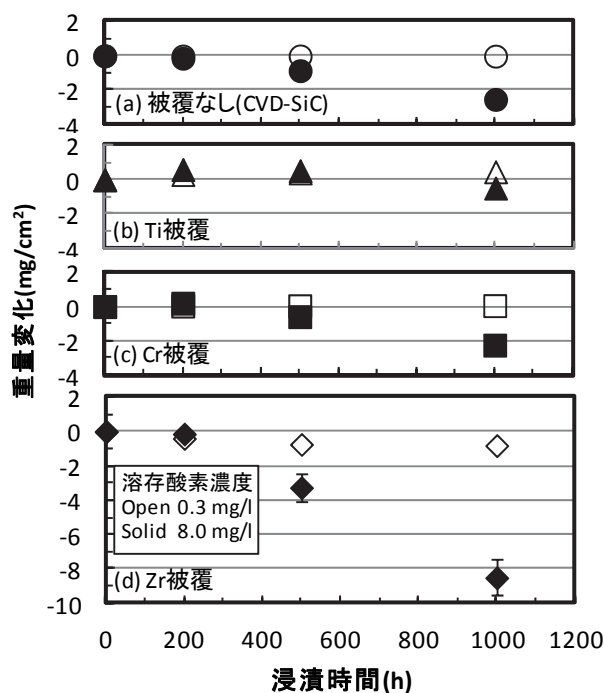


図 1 高温水腐食試験による試験片の重量変化