

フルセラミックス炉心実現のための防食技術開発 (1) プロジェクト概要

R&D of anti-corrosion technology for full-ceramics reactor core

(1) Project overview

*近藤 創介¹, 且井 宏和², 下田 一哉³, 薄川 隆太郎², 関 航太郎¹, Lyu Shaofan¹, 岩本 空¹

¹東北大学, ²産業技術総合研究所, ³物質・材料研究機構

R2 年度原シス事業として採択された本課題では、セラミックス炉心構造体の表面改質と構造体へのセラミックス被覆による多重防食技術の開発を目指している。セラミックス同士の被覆は極めて困難であるが、SiC 複合材へのアルミナ被覆を産総研の CVD 技術を用いて実施し被覆層の緻密化技術基盤を形成する。

キーワード: 炭化ケイ素、アルミナ、ムライト、ATF、CVD、コーティング、腐食、照射損傷、界面強度

1. 緒言

これからの原子炉には電源喪失時においても炉心溶融を免れるような高温材料を炉心構造体に適用することによって原子炉の事故耐性を高め、放射性物質放出リスクを低減する社会要請がある。そのため、次世代軽水炉や、小型モジュール炉（SMR）などの新型炉では高温強度が優れた耐熱セラミックスである炭化ケイ素（SiC）複合材が炉心構造材料の選択肢となっている。セラミックスにおいても、これまでと同様に通常運転寿命の間には高温高压水に対する耐食性能が重要になる。しかし、SiC の腐食は中性子照射により加速することが報告されている。セラミックスの防食技術はほとんどなく、一方で金属被覆などによってこれに対応することは高温運転による高効率化や事故耐性などの「耐熱セラミックスを利用している利点」が損なわれてしまう。これを受けて、東北大学が文部科学省の原子力システム研究開発事業による委託業務として実施している「次世代フルセラミックス炉心設計を見据えた多重防食技術の基礎基盤研究」の成果について報告する。本研究では、セラミックスのみを用いた多重の防食技術として SiC 自体の改質による防食機能付与技術、及びセラミックス被覆技術を開発することを目的としている。

2. 実施内容

本研究では SiC 繊維強化型 SiC 基複合材料（SiC/SiC）の表面に 3C-SiC 下地層/ムライト中間層/アルミナトップ層の多層構造を製膜するための技術開発を産総研が実施し、SiC 表面自体への耐食機能付与を東北大が、またそれら膜構造・強度・耐食・耐照射に関しての性能評価を東北大および物材機構が実施し、それぞれ開発ヘフィードバックを行うというチーム編成となっている。

3. 結論

本課題は、SiC/SiC と緻密結晶相アルミナという接合が極めて困難な材料について、SiC 上にセラミックスを気相反応で成長させる手法（CVD 法）により実現したことがまずは特徴的である。本課題は令和 2 年度 1 1 月より令和 3 年 3 月まで（予定）と極めて短い実施期間であったが、成膜パラメータ自由度の大きな CVD と、界面や被膜層を対象とした微小試験などの迅速な評価技術という各機関の特徴を生かしたトライ＆エラーによって、当初予定としていたセラミックス被覆の開発に成功した。本発表で全体計画を述べた後、続くシリーズ発表で各研究項目についてのこれまでに得られた成果を最新のデータを中心に報告する。

*Sosuke Kondo¹, Hirokazu Katsui², Kazuya Shimoda³, Ryutaro Usukawa², Kotaro Seki¹, Lyu Shaofan¹, Sola Iwamoto¹

¹Tohoku Univ., ²AIST, ³NIMS