

# 多層SiCコーティングの等2軸引張強度評価 Evaluation of equi-biaxial strength of multi ceramics coating system by ring-on-ring testing

岩本空 1)、近藤創介 1)、薄川隆太郎 2)、且井宏和 2)、Lyu Shaofan 1)、  
笠田竜太 1)

IWAMOTO Sola 1)、KONDO Sosuke 1)、KATSUI Hirokazu 2)、LYU Shaofan 1)、  
USUKAWA Ryutaro 2)、KASADA Ryuta 1)

1) 東北大、2) 産総研  
1) Tohoku Univ., 2) AIST

## 1. 緒言

炭化ケイ素 (SiC) 繊維強化 SiC マトリックス複合材料 (SiC/SiC) は核融合炉用ブランケット構造材として有望な候補である。課題は、高温高压水や熔融塩などの冷媒環境下での腐食であり、特に中性子照射下ではこれが加速されるとの報告もある<sup>[1]</sup>。当グループでは、緻密なセラミックスコーティングによる防食技術の開発を行っているが、膜厚 15  $\mu\text{m}$  程度の薄いセラミックス被膜の強度健全性を評価する適切な手法がまだない。本研究では被膜単体の強度測定を目指して、セラミックス被膜の多軸引張強度評価法を開発し、得られた結果の妥当性を議論する。

## 2. 被膜の強度評価方法

供試材はレーザー援用 CVD 法によって黒鉛基板 ( $\phi 10 \times 1 \text{ mm}$ ) に製膜した厚さ約 15  $\mu\text{m}$  のセラミックス (SiC, SiC/Mullite) 被覆である。強度測定には、多軸引張応力を負荷できる Ring-on-ring 試験デザインを採用した。基板ごと Ring-on-ring 試験に供することで、黒鉛基板を介して被膜に多軸引張応力を負荷する設計である。試験中は被膜をデジタルマイクロスコップで継続して観察し、デジタル画像相関法 (DIC) により破断に至るまでの被膜平均ひずみを測定した。破断時の膜面全体の平均多軸応力値は、本研究の Ring-on-ring 試験と同型の要素モデルを対象にした有限要素解析 (FEA) 結果から導出した。

## 3. 結果

Ring-on-ring 試験のその場観察の結果から、黒鉛基板が破断する前に SiC 被膜の破断強度まで多軸応力を負荷可能であることが分かった。DIC および FEA により、SiC が破断するまでは低弾性率の黒鉛基板には応力がほとんど負荷されず、主として応力を負担する SiC 被膜表面に微小な亀裂が蓄積された結果、被膜の破断、続いて基板の破壊に至ることが確認できた。Fig.2 は被膜に初期クラックが導入された瞬間の平均ひずみを用いて、FEA により導出した各層に

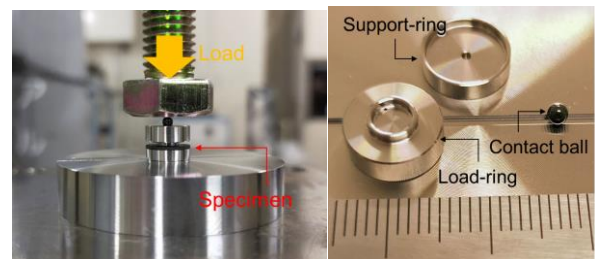


Fig.1 Ring-on-ring 試験概要図.

負荷される平均多軸応力である。SiC 単層被覆では、被膜に初期クラックが導入される平均ひずみは  $8.6 \times 10^{-4}$  であり、この時 SiC 層の多軸引張面に負荷される応力は 284 MPa であり、SiC/Mullite 二層被覆では強度がやや低下していることが分かる。得られた値の妥当性は当日議論する。

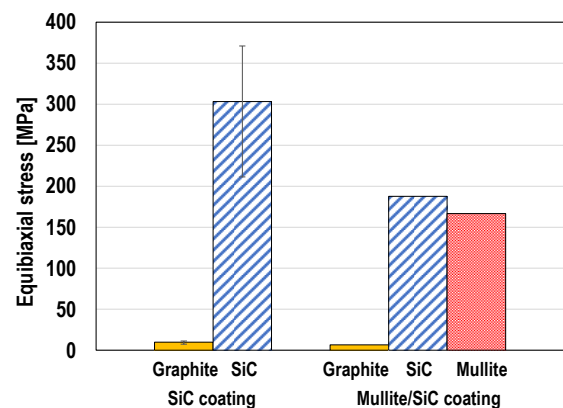


Fig.2 被膜破断時の各層表面に負荷される多軸応力

## 参考文献

[1] Kondo, S. et al., J. Nucl. Mater., 464, 36-42 (2015).