

Ti-Zr-Cu ロウ材を用いた NITE-SiC/SiC 接合材の中性子照射効果

Neutron Irradiation Effects of NITE-SiC/SiC Joint Brazed by Ti-Zr-Cu System

*中里 直史¹, 岸本 弘立¹, 朴 峻秀¹, 朝倉 勇貴², 香山 晃³

¹室蘭工業大学、²東京農工大学、³株式会社 NITE

本研究では活性金属である Zr や Ti に注目し、Ti-Zr-Cu 系ロウ材を用いた NITE-SiC/SiC 接合材の接合界面部の微細組織及び強度特性に及ぼす中性子照射効果について報告する。

キーワード： SiC/SiC 複合材料, NITE 法, ロウ付け, 中性子照射効果

1. 緒言

SiC/SiC 複合材料は事故耐性燃料や核融合炉ブランケット及びダイバータ等の炉心用構造材料としての適用が期待されている。実用部材作製においては部材同士の接合技術が必要不可欠であるが、炭化物材料である SiC で提示されている接合技術は多くない。SiC などの新素材の実用部材適用において、接合界面部の諸特性が機器運用プロセスにおいて新素材の優れた材料特性をスポイルしないことが重要である。いくつかある接合技術の中で、ロウ付け法は圧力、温度、組成の選択肢が広く、接合界面部の特性制御が可能な利点がある。SiC/SiC 複合材料を対象としたロウ付け研究は多くあるものの、中性子照射までを考慮した研究は少なく、使用するロウ材ごとに照射効果を明らかにする必要がある。本研究では活性金属である Zr や Ti に注目し、Ti-Zr-Cu 系ロウ材を用いた NITE-SiC/SiC 接合材の接合界面部の微細組織及び強度特性に及ぼす中性子照射効果に関する知見を得ることを目的とする。

2. 実験方法

本研究で用いたロウ材の組成は 49Ti-26Zr-25Cu (at%) である。平面研削した 2 枚の NITE-SiC/SiC 板材の間にロウ材を塗布し、温度 860℃、真空雰囲気中にて熱処理を行い、接合材を作製した。接合材の中性子照射は BR-2 の BAMI キャプセルを用いて、温度 290℃、He 雰囲気中にて実施した。SiC の推定損傷量は 0.05, 0.1 dpa である。中性子照射効果と熱効果を分けるために、温度 290℃、He 雰囲気中、中性子照射と同じ期間、熱処理を行った熱処理材も準備した。各接合材の接合界面部評価として、SEM による微細組織観察及び元素分析、マイクロビッカース硬さ試験によりロウ材の硬さ測定を行った。

3. 結果

図 1 に非照射材の接合界面部の反射電子像 (BEI) を示す。SiC/SiC とロウ材間に空隙やクラック等は観察されない。またロウ材内においても目立つ欠陥は観察されないことから、比較的良好に接合が来ていることが伺え、SiC/SiC 複合材料の接合において Ti-Zr-Cu 系ロウ材の適用が可能であると考えられる。ロウ材の組織は BEI 像によるコントラストの違いから大きく 3 つの相 (A, B, C 相) に分かれている。SEM/EDS による元素分析から A 相は Ti-Zr 相、B 相は Ti リッチ-Zr-Cu 相、C 相は Zr リッチ-Ti-Cu 相であると考えられた。また A 相はロウ材中心部に形成している傾向が観察された。発表では照射材及び熱処理材の組織観察結果に加え、各接合材のロウ材の硬さ試験結果も報告し、接合材への熱効果及び中性子照射効果について議論する。

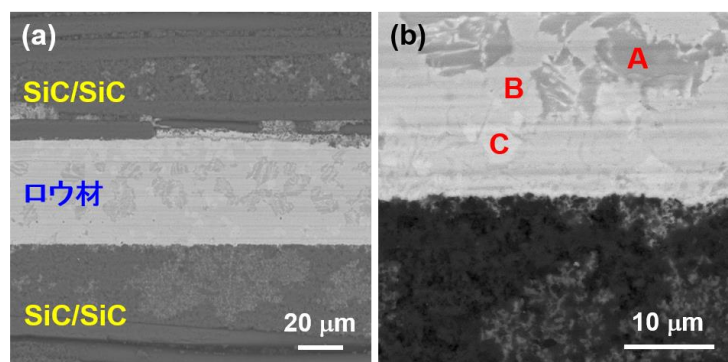


図 1 非照射材の接合界面部の反射電子像：(a) 低倍、(b) 高倍

*Naofumi Nakazato¹, Hirotatsu Kishimoto¹, Joon-Soo Park¹, Yuuki Asakura², and Akira Kohyama³

¹Muroran Institute of Technology, ²Tokyo University of Agriculture and Technology, ³NITE Corporation