NITE 法 SiC/SiC 複合材料のマトリックス形成のための焼結助剤の検討

Investigation of sintering additives for SiC matrix formation of NITE-SiC / SiC composites

*杉本 凌一[1], 中里 直史[1], 岸本 弘立[1]
[1]室蘭工業大学

本研究では様々な化合物について、SiC 焼結における焼結助剤としての可能性を検討し、作製した SiC セラミックスの基本特性及び熱伝導率の評価を行う。

キーワード：SiC/SiC **複合材料** 1,**ダイバータ** 2, **焼結助剤** 3,

1. 緒言

核融合炉における先進ダイバータ概念の 1 つとして、構造材料に SiC/SiC 複合材料、プラズマ対向壁にタングステン（W）を用いる概念が考えられている。この概念を成立させるためには、SiC/SiC 複合材料自体と、W と SiC/SiC 複合材料の接合界面部の熱伝導率の向上が重要となる。本研究で用いる NITE 法での液相焼結には酸化物系焼結助剤を用いているが、酸化物は概ね熱伝導度が小さいことから、SiC マトリックス中に助剤が残存することで熱伝導率が低下する懸念がある。熱特性に優れる SiC マトリックスの作製方針として、現段階では酸化物相形成の抑制を狙って酸化物系助剤の添加量を低減する方法と、熱特性に優れた化合物を焼結助剤に用いる方法を考えている。本研究では W/SiC/SiC 接合材の熱特性の向上を最終目的とし、まずは酸化物系助剤の添加量の低減を狙い、様々な化合物を対象とした SiC 焼結における焼結助剤としての可能性を検討し、作製した SiC セラミックスの基本特性及び熱伝導率の評価を行う。

2. 実験

SiC ナノ粉末 6.0g に対し、焼結助剤として用いる化合物（$ZrSi_2$,$MoSi_2$,$TiSi_2$,$TaSi_2$,$CrSi_2$）を 10 wt%混合し、有機溶媒を加えてスラリーを作製した。スラリーを乾燥させ顆粒状にし、粉砕後、ホットプレスによる焼結を行った。焼結条件は温度 1870℃、圧力 20 MPa、保持時間 1.5h、Ar 雰囲気である。焼結体の評価として、アルキメデス法による密度測定、走査型電子顕微鏡(SEM) による微細組織観察、レーザーフラッシュ法による室温での熱伝導率測定を行った。

3. 結果

本稿では焼結助剤として $ZrSi_2$ を用いた結果について述べる。$ZrSi_2$ においては単独添加と酸化物系焼結助剤である Al_2O_3 との複合添加を検討した。アルキメデス法による密度測定の結果、$ZrSi_2$ を単独添加した試料の相対密度は 50%程度であり、緻密性が低い。一方で、Al_2O_3 と $ZrSi_2$ を複合添加した試料（Al_2O_3: $ZrSi_2$ = 6 : 4）の相対密度は 90%程度と高い緻密性が得られた。

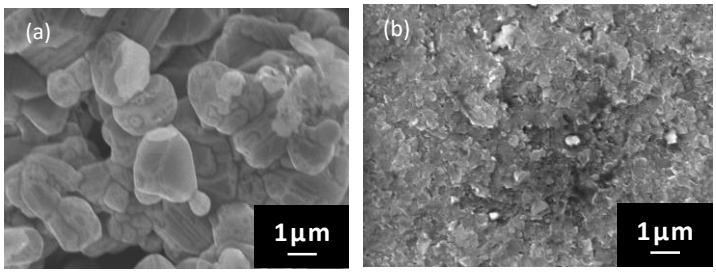

図 1.SiC セラミックス破断面の SEM 観察結果
(a) $ZrSi_2$-10wt%　(b) Al_2O_3-6wt%+$ZrSi_2$-4wt%

図 1 に SEM による単独添加及び複合添加試料の破断面の微細組織観察結果を示す。単独添加試料では所々で SiC 粒子同士の結合が観察されるものの、空隙が多く、組織観察からも緻密性が低いことが伺える。一方、複合添加試料では単独添加試料で観察されたサイズの空隙は見られず、緻密な組織を有している。また、SiC 結晶粒径は単独添加試料と比較して微細である。これまでに用いてきた NITE 法の焼結助剤は Al_2O_3-Y_2O_3 系であるが、Y_2O_3 を珪化物である $ZrSi_2$ に置き換えても、相対密度 90%程度の焼結体を作製可能なことから、焼結助剤中の酸化物量を低減できる可能性が示唆された。発表では $ZrSi_2$ 以外の化合物を添加して作製した SiC セラミックスの基本特性に加え、レーザーフラッシュ法による熱伝導率の評価についても報告する。

*Ryoichi Sugimoto[1], Naofumi Nakazato[1], Hirotatsu Kishimoto[1]
[1]Muroran Institute of Technology.,