低コスト繊維強化セラミックス材の中温度域での宇宙輸送系機体構造への適用性検討

株式会社湘南先端材料研究所・宇宙航空研究開発機構(JAXA)

実施期間： 2021.11 – 2022.11 & 2023.02 – 2024.02(その 2)

研究の背景と目的

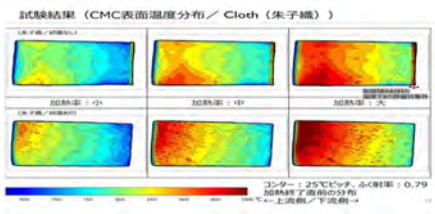
宇宙輸送機体用の本熱防護技術は、セラミックススラリーへ特別に成分調整した SiO_2–B_2O_3 系ガラス(SB)を添加することにより、繊維の耐熱温度以下で低温焼成した SB–CMC である。焼成プロセスにおける繊維の酸化・熱劣化を防止し、600～1000℃の温度域で競合材料と比し優れた比強度を実現する。

本成形法の独自性

本成形法のキーとなる技術は、セラミックススラリーに特別に成分調整した SiO_2–B_2O_3 系ガラスを添加することにより繊維の耐熱温度(約1,000℃)まで CMC の焼成温度を低下させ、低温焼成を可能としたことである。このことにより、焼成プロセスにおける強化繊維の酸化・熱劣化を防止し、繊維/マトリックス界面の状態が良好でポアーレスな CMC を創出することができた。また、強度、破壊靭性及び耐熱温度域の設計要求に対応して、成分構成と含有比率が数種類に異なるパターンの SiO_2–B_2O_3 系ガラスを開発した。

JAXA750キロワットアーク風洞試験

(表面温度計測結結果： 朱子織)



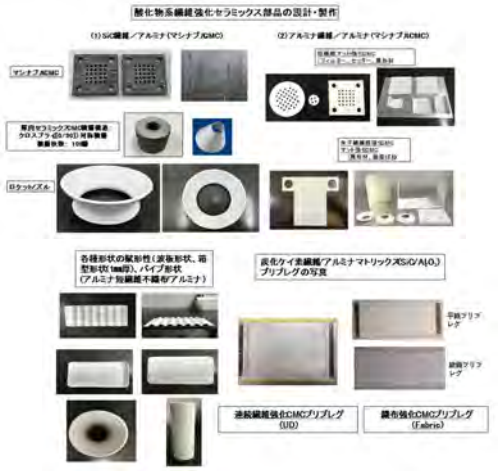
SB–CMC の長所

1. 独創的プリプレグ積層成形法
2. 他の成形法、たとえばCVIのような高価な設備を要しない
3. 繊維表面処理が不要
4. 自由な機械加工性
5. 軽量・高強度、高破壊靭性
6. FRPと同様に、強度・剛性、熱膨張係数のテイラリングが可能

- 優れた機械加工性(切削、研磨、穴あけ、溝掘り等、各種加工)
- 耐熱(断熱)応用： Engine, Rocket Nozzle, Exhaust Pipe, etc.
- 高温での寸法安定性(線膨張係数が小さい)
- 破壊靭性が高い ⟹ 耐衝撃応用： Automotive, Body Armor, Marin
- もろくないセラミックス(K_{IC} = 20MPa・$m^{1/2}$以上)
- 軽量・高強度(密度: 1.7-2.8、曲げ強度: 550MPa (Vf=20%)
- 耐摩耗応用
- 電気絶縁性

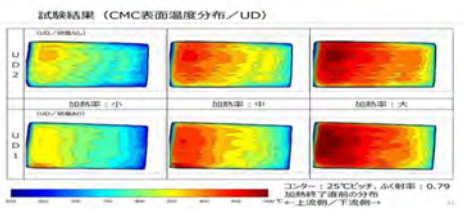
問い合わせ先： tanimoto@shonan-aml.com
株式会社湘南先端材料研究所　谷本　敏夫
(湘南工科大学名誉教授)

酸化物 CMC 部品の設計・製作



JAXA750キロワットアーク風洞試験

(表面温度計測結結果： UD)



マシナブル CMC の機械加工性



制作：株式会社湘南先端材料研究所