CATEGORY

地球環境

個人研究

研究者紹介

片柳研究所CMCセンター

特別研究教授

曽我部智浩

主な学会発表
論文・著書・社会活動

【1】ECI Conference; Ceramic Matrix Composites II; Measurement of exothermic reaction temperature during Reactive Melt Infiltration process, Nov. 2022

【2】CMCシンポジウム：RMI法によるSiC/SiCにおけるマイクロ波を用いた化学的劣化の検出, Oct. 2023

CMCの信頼性保証技術の開発

KEYWORDS　二酸化炭素削減、省エネルギー、高温構造材料

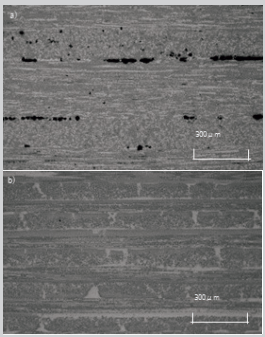
CMCの信頼性保証はCMCを安全安心に使うために非常に重要です。信頼性を保証するために必要な非破壊検査技術、複数の検査手法を併用し、統計処理やAI等を利用して最終的なCMCの要求性能を満足する保証方法、将来の必要になる新たな検査手法の研究を行なっています。

01 非破壊検査の選択技術

CMCの課題	非破壊検査対象(関既点)	解決すべき課題と解決方法	課題に対する物理量の検出(既存検査手法)
① CMC特有の複合化組織	複合化組織(組織/界面/マトリックス)	評価面(組織) 2D SEM 2D、X線CT 2D	SEM 2D X線CT 3D
② 材料特有の変形・破壊	CMC特有の応力ーひずみ挙動及び異方性(混合モード)	応力ーひずみ挙動上の重要な特性の決定 ⇒理論/実験結果をもとに決定	X線タルボ・ロー干渉計 小角散乱画像 ひずみ量、クラック密度・長さ
③ CMCの設計基準の取り扱い(OEM)	混合モード下での変形・破壊挙動 σ_{ult}に対する検討 (複合化組織を含む)	σ_{ult}：モードⅠ単独とするとモードⅠとモードⅡの混合モード下では経験式あり 理論が複雑⇒シミュレーションの必要性あり	X線タルボ・ロー干渉計 小角散乱画像 損傷評価性の導入 マトリックスクラック貫通応力
④ 特性のばらつき	特性のばらつきの確率論的取り扱い	ばらつきを実現するための方法、適用確率変数 ⇒ワイブル統計を適用し検討(確率を含む取り扱い)	各種力学特性のばらつき ワイブル確率密度関数 $f(z) = \frac{m}{\alpha} z^{m-1} e^{-(z/\alpha)^m}$ α:尺度パラメータ β:尺度パラメータ
⑤ 損傷評価性の取り扱い	損傷の定義と検討すべき物理量	損傷力学に基づく検査基準の設定 ⇒損傷力学パラメータDの導入	損傷パラメータ $D_{ij}(\sigma_{ij}) = \left(1 - \frac{E_{ij}(\sigma_{ij})}{E_{ij}^0}\right)$ 損傷確率、損傷と各種力学特性

CMCは、今後利用が拡大する材料ですが、信頼性を保証する検査技術が確立されていません。様々な材料を対象として行われている非破壊検査技術をCMCへ適用する方法並びにCMC 用の新たな非破壊検査技術の構築を目指しています。

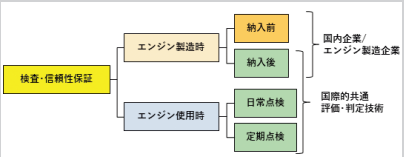
02 CMCの新しい原理に基づく検査手法



CMC基板の断面SEM像

a) 欠陥あり

b) 欠陥なし



既存の検査手法では得ることのできない損傷の検出方法の構築を目指しています。特に、高温下での過酷な環境で使用される航空機エンジン用CMCでは使用時に物理的な損傷と化学的な損傷が同時に生じます。
この損傷過程は極めて複雑であり、損傷機構の解明と損傷により発生するCMC自体の劣化現象及びその力学特性に及ぼす影響を調べています。また、マイクロ波を用いて、これらの損傷を容易に判定するための検出原理と検出原理の実際の検査方法への適用を検討しています。

想定される活用例、相談可能な分野

■ 航空機エンジンに搭載されたSiC/SiC CMCは長年使用している間に化学的劣化が生じます。その劣化度合をマイクロ波を用いて非破壊で検出する方法を提供します。

東京工科大学　実践研究推進課　https://www.teu.ac.jp/karl/〒192-0982　東京都八王子市片倉町1404-1

Copyright 2024 Katayanagi Advanced Research Institute All rights reserved.