

平成 1 1 年度 研究 成果 概要 書

1, 研究テーマ名:

(平成 1 1 年度研究基盤施設活用型先導的基礎研究調査事業に係る委託調査研究)
連続繊維改質セラミックス基複合材料(CFCC)の耐久性と寿命予測に関する研究

2, 目的:

連続繊維改質セラミックス基複合材料(CFCC)は、金属に比べて格段に優れた耐熱性、耐酸化性及び耐腐食性を保有しており、又セラミックス材料に比べて大きな破壊抵抗をも兼ね備えていることから航空・宇宙分野、エネルギー分野及び環境保全分野などの幅広い分野において現状の省エネルギー、地球環境問題を解決するためのキーマテリアルである。本研究は CFCC の実用部材としての信頼性のある設計を可能とするため CFCC の環境劣化のメカニズムを解明し、耐久性と寿命予測法の開発を行い、上記の各種産業分野における CFCC の実用化を促進することを目的とする。

3, 成果概要:

CFCC 供試材料として解析の簡明を図るため、一方向強化のミニコンポジット(チラノ系 ZMI / SiC+ZrSiO₄) を選定し基本的な環境曝露条件後の残留強度の評価を行い、寿命予測法の開発を試みた。またバージン材の高温強度の評価も行った。具体的な内容について以下に示す。

(1) 環境曝露劣化処理: ミニコンポジットに基本的な環境条件(真空及び大気雰囲気にて、それぞれ 700,1200,1400 / 6分、1時間、10時間、100時間)にて曝露処理を施した後、外観観察及び重量変化の測定を行い、CFCC の特徴的な変化を把握した。

(2) 残留強度と破壊形態: 真空曝露と大気曝露においてそれぞれ強度低下の傾向を把握した。

(図 1, 2 参照) また破壊形態の観察より、真空ではいずれも繊維のプリアウトが顕著であるが、大気では高温・長時間ではプリアウトが生じず、脆性的な破壊が生じることが確認できた。

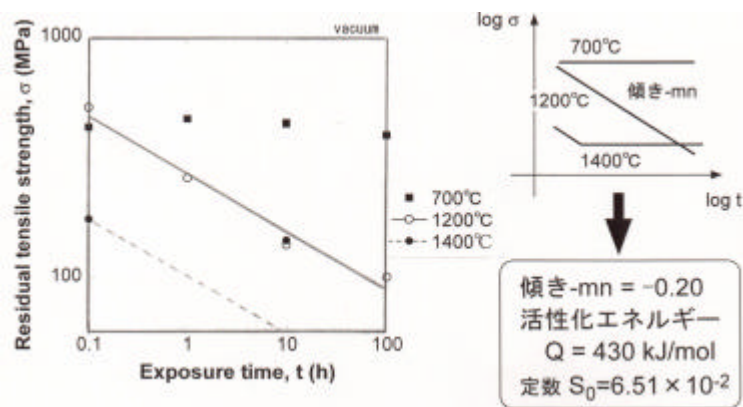


図1 真空曝露での寿命評価

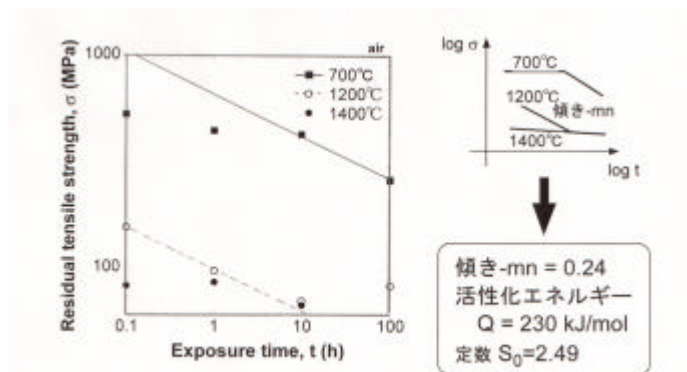


図2 大気曝露での寿命評価

- (3) 耐久性・寿命予測のモデリング: (2)項の結果より耐久性・寿命予測のモデリングを行った。

真空中では破壊はいずれもクラック進展阻止(pull-out)型で生じるが、繊維の分解により繊維自体が変質し、また破壊の起点となるポイドが繊維側面に形成されることで強度低下を生じる。一方、大気中では酸化によりマトリックスの体積膨張、界面接着上昇が生じ、曝露時間により pull-out 型からクラック進展(catastrophic)型へと変化し強度は著しく低下する。以上の実験結果より寿命評価・予測を近似的に行える実験式として

次式の提案を行った。(図1, 2参照)

$$= S_0 t^{-mn} \exp\{m(Q/kT)\}$$

- (4) 高温強度試験: ミニコンポジットのバージン材につき、室温及び高温(700, 1200, 1400)の真空及び大気中にて強度試験を行った。昇温速度を 50 /分で、保持時間を1分とごく短時間の曝露条件にて試験を行った結果、顕著な強度低下は認められないことを確認した。

以上(1)~(4)の結果より、ミニコンポジットの基本的な環境曝露条件が強度に及ぼす影響について、概括的な把握ができたが、なおデータの蓄積と試験条件の拡張により寿命予測技術の精度を向上する必要がある。