

ふりがな さかもと まさお
氏名 坂本 正雄
学位 博士(工学)
学位記番号 新大院博(工)第194号
学位授与の日付 平成17年3月23日
学位授与の要件 学位規則第4条第1項該当
博士論文名

SiC粒子分散アルミニウム合金基複合材料のクリープにおける強度と損傷評価に関する研究

論文審査委員

主査	教授	田邊	裕治
副査	教授	大橋	修
副査	教授	坂本	信
副査	教授	新田	勇
副査	助教授	田村	武夫

博士論文の要旨

セラミックス粒子分散アルミニウム合金基複合材料は、耐熱性のある高比強度材料として未複合化金属に代わり、輸送機器や電子部材などへ利用され始めている。これにともなって信頼性を確保し、安全な利用を図るために強度および損傷評価技術の確立が急務である。しかしながら、これまでのセラミックス粒子分散アルミニウム合金基複合材料の研究は、主として材料開発を中心としたものである。そのためクリープに関する研究も 350°C (623K 、 $T/T_m \approx 0.67$) 以上の高温領域のクリープ強化メカニズムからのアプローチが多く、実用温度領域である 170°C (450K 、 $T/T_m < 0.48$) 以下における、クリープ強度およびクリープ損傷特性については明らかではない。

この様な状況を考慮して本論文では、SiC粒子分散アルミニウム合金複合材料の信頼性および安全性向上を目的として、クリープ強度評価を試みるとともに、クリープ破壊に最も関連のあると考えられる3次クリープ域を中心にクリープ損傷の形態を観察し、粒子複合材料のクリープ損傷の特徴を明らかにしている。さらに SiC 粒子分散アルミニウム合金基複合材料に特有のクリープ損傷過程を反映したクリープ損傷評価手法として、除荷弾性率法を新たに導入しクリープ損傷の評価を行っている。この手法を用いて、粒子体積率の異なる複合材料のクリープ損傷を評価できることを確認している。さらに、クリープ損傷と3次クリープ変形挙動との関係を明らかにし、余寿命評価のための手法を示している。

本論文は「SiC粒子分散アルミニウム合金基複合材料のクリープにおける強

度と損傷評価に関する研究」と題して全6章から構成される。

第1章「緒論」では、本論文の研究対象である、SiC粒子分散アルミニウム合金基複合材料におけるクリープに関する最近の現状を説明するとともに、現状での問題点を明らかにし、本研究の目的を明確にする。

第2章ではSiC粒子分散6061アルミニウム合金複合材料（以下、SiCp/A6061という）のクリープ試験を行い、クリープ変形強度および破断強度特性におよぼす温度、応力および粒子体積率依存性について明らかにしている。また、SiC/A6061のクリープ破壊は523Kを境に延性破壊から粒子界面破壊へと破壊形態が大きく異なることを述べている。第3章では、クリープ破壊に最も関連のあると考えられる3次クリープ域を中心にクリープ損傷の観察を行いその損傷形態を明らかにしている。SiCp/A6061のクリープ損傷の特徴として、粒子とマトリックスとの界面にボイドが形成されることを述べている。また、クリープ試験を中断してクリープ中の密度変化を測定した結果からクリープ損傷の定量化を試み、3次クリープ領域はボイドの形成・成長過程であることを述べている。

第4章では、クリープ損傷の評価手法について検討している。3章で観察されたSiCp/A6061特有の損傷形態を反映した損傷評価手法として、新たに除荷弾性率法を導入し、本手法の有用性を検討している。SiC/A6061のクリープ損傷に対して、除荷弾性率法を用いて解析および評価を試みている。異なった粒子体積率を有する複合材料のクリープ損傷は一つの式で定式化されることを述べている。

第5章では、3次クリープ域におけるクリープ変形挙動とクリープ損傷との関連を検討し、余寿命評価への指針を示している。SiCp/A6061の3次クリープ域における変形挙動はクリープ速度の対数とクリープひずみとの間に線形関係が認められることを明らかにした。3次クリープ構成式である Ω 法はSiCp/A6061の3次クリープ域の変形挙動をよく表現できることを明らかにした。さらに、除荷弾性率を用いた損傷パラメータと Ω 値との関連を明らかにし、損傷パラメータから余寿命の推定が可能であること論述している。

第6章「結論」では、本論文で得られた成果総括している。

審査結果の要旨

本論文では、粒子分散金属基複合材料の余寿命に関する詳細かつ定量的な評価方法を提案するとともに、従来明示されていない種々の知見、根拠、メカニズムを損傷力学的に明示している。本論文で展開している手法は、粒子複合材料のクリープ余寿命を評価する上で大変機能的であり、応用性が高く、実用的にも利用可能な手法である点でも優れている。さらに、強化粒子がクリープ強度特性におよぼす影響および損傷過程についても様々な観点から解明している。

本研究は、輸送機器の軽量化の課題における実用的な強度特性の検討や余寿命評価技術の向上に対して基礎的知見を与えるものである。すなわち、粒子複合材料のクリープ強度特性を提供するとともに、粒子分散金属基複合材料の高温における余寿命評価手法を明確に示しており、大変意義深いといえる。

よって、本論文は、博士（工学）の学位を授与するに十分であると認定した。