

氏名(本籍)	益子誉一(宮城県)		
学位の種類	博士(工学)		
学位記番号	博甲第3704号		
学位授与年月日	平成17年3月25日		
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当		
審査研究科	システム情報工学研究科		
学位論文題目	CFRP積層板の高温における時間依存挙動と粘塑性モデルの適用性に関する基礎的研究		
主査	筑波大学教授	工学博士	河井昌道
副査	筑波大学教授	工学博士	齊藤正克
副査	筑波大学教授	工学博士	渡部修
副査	筑波大学教授	工学博士	寺本徳郎
副査	産業技術総合研究所グループ長	工学博士	平野一美

論文の内容の要旨

本論文は、T800H/3631を用いた一方向積層板と対称アングルプライ積層板の高温・高応力／高ひずみ条件下におけるクリープ挙動および応力緩和挙動を実験によって体系的に明らかにしている。さらに、それらを記述するための粘塑性モデルを定式化し、時間依存挙動の解析に用いることの有効性を評価している。

まず、時間依存挙動を議論するための基礎となる静的引張挙動を明らかにするため、一方向積層板と対称アングルプライ積層板の平滑試験片を用いて100℃で静的引張試験を行い、応力-ひずみ関係、弾性特性、静的強度およびこれらに与える繊維配向とひずみ速度の違いによる影響を調べている。弾性特性に関しては、直交異方性弾性理論あるいは古典積層理論を用いて、また一方向積層板の静的強度に関してはTsai-Hill則を用いて予測し、これらの適用性を評価している。

次に、一方向積層板と対称アングルプライ積層板について、100℃におけるクリープ挙動および応力緩和挙動を実験的に詳しく検討している。クリープ挙動についてはクリープ曲線の繊維配向角依存性と応力依存性を、応力緩和挙動については応力緩和曲線の繊維配向角依存性と全ひずみ依存性をそれぞれ明らかにしている。

最後に、CFRPの時間依存挙動に対する予測方法を整備するための基礎的な試みとして、現象論的な粘塑性モデルと古典積層理論を組み合わせた工学的な解析法の妥当性を実験に対応する時間依存挙動解析に基づいて評価している。シミュレーションにおいては、プライに対する粘塑性モデルの材料定数を一方向積層板の非主軸クリープ挙動に基づいて同定し、見かけ上異なる応力緩和挙動がクリープ挙動と同程度の精度で予測されることを示している。また、対称アングルプライ積層板の解析に対しては、変形に伴うプライ回転の影響を考慮することによって良好な予測の得られることを明らかにしている。

以上の研究において、CFRP積層板の高温・高応力／高ひずみ条件下におけるクリープ挙動および応力緩和挙動を実験的に明らかにしたことは、CFRPの時間依存挙動を深く理解することに大きく寄与するものである。また、巨視力学的な観点からプライベースの粘塑性モデルを定式化し、それと古典積層理論を組み合

わせた解析法の妥当性を対応する実験結果に基づいて評価したことは、CFRP 積層板の時間依存応力解析に対する合理的なアプローチと複合材料構造の信頼性の高い設計解析技術を確立する上で有益な知見を提供するものである。

審 査 の 結 果 の 要 旨

相対的に大きな応力／ひずみ条件下において、CFRP の時間に依存する変形挙動（クリープ、応力緩和）が高分子マトリックスの粘塑性的な性質に強く支配されていることを世界に先駆けて体系的に明らかにしており、この成果は CFRP の時間依存非弾性変形をより深く理解することに大きく寄与する。また、粘塑性モデルを用いることによって一方向 CFRP とアングルプライ CFRP の時間に依存する非弾性変形挙動を良好に記述できることを明らかにしたことは、高応力／高ひずみを受ける CFRP 構造の精密な応力解析法とそれに基づく信頼性の高い耐久性評価法の整備に貢献するものである。したがって、これらの実験的および理論的な成果は、工学的に極めて有意義なものであり、高く評価することができる。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。