

氏 名 (本 籍)	はちのへあつし 八 戸 敦 司 (青 森 県)		
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)		
学 位 記 番 号	博 甲 第 2894 号		
学位授与年月日	平成 14 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	工学研究科		
学 位 論 文 題 目	高強度アルミ合金とガラス繊維強化複合材料を用いたハイブリッド積層板の疲労強度に関する基礎的研究		
主 査	筑波大学教授	工学博士	山 本 泰 彦
副 査	筑波大学教授	工学博士	山 田 恭 央
副 査	筑波大学教授	工学博士	渡 部 修
副 査	筑波大学助教授	工学博士	河 井 昌 道
副 査	信州大学教授	工学博士	劔 持 潔

論 文 の 内 容 の 要 旨

本研究は、高強度アルミニウム合金シートと一方向ガラス繊維強化複合材料 (GFRP) を交互に積層した形態を有する新しい航空機構造用 A1-GFRP ハイブリッド積層板について、定常疲労強度特性と変動疲労強度特性を実験的に明らかにし、併せてこれらに関する解析手法を検討している。

まず、疲労強度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、A1-GFRP ハイブリッド積層板の一方向材とクロスプライ材の平滑試験片を用いて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積層様式の違いによる影響を調べている。また、GFRP 層内の損傷を考慮した修正古典積層理論を提案し、実験結果との比較に基づいてその有効性を示している。

次に、A1-GFRP ハイブリッド積層板の一方向材とクロスプライ材のそれぞれについて一定応力振幅による定常疲労試験を行い、定常疲労強度特性に与える繊維配向と積層様式の違いによる影響を明らかにしている。疲労データを整理するための疲労強度パラメータについても検討し、古典的な静的破壊則が暗示する無次元相当応力を疲労強度パラメータとして用いることの有効性をはじめて指摘している。また、損傷力学的な手法と無次元相当応力を応用して A1-GFRP ハイブリッド積層板の疲労損傷挙動に対する新しい定式化を与え、その合理性を立証している。さらに、古典的な疲労破壊モデルの代表として Sims-Brogdon モデルと Hashin-Rotem モデルを取り上げ、A1-GFRP ハイブリッド積層板の非主軸疲労寿命予測に関する適用性を評価している。

最後に、A1-GFRP ハイブリッド積層板の一方向材とクロスプライ材の疲労強度特性に与える応力変動の影響を調べている。疲労試験中に応力振幅の変動が一度だけ生じる 2 段変動疲労試験を行い、変動疲労寿命と定常疲労寿命を比較することによって応力変動、変動順序、および積層様式の違いが疲労強度特性に与える影響をはじめて明らかにしている。また、一方向材とクロスプライ材のいずれかにおいても、代表的な累積疲労損傷則である Palmgren-Miner 則と Hashin-Rotem 則が変動疲労強度特性を全く予測できないほどハイブリッド効果の著しいことを見出している。併せて、A1-GFRP ハイブリッド積層板の変動疲労強度特性を支配する物理機構についても深い考察を加え、信頼性の高い疲労寿命解析法の今後の整備に向けて考慮すべき重要事項を整理している。

この研究の成果は、構造用 A1-GFRP ハイブリッド積層板の改良、実用化ならびに設計解析技術の確立など、今後の発展に有益な知見を提供するものである。

審 査 の 結 果 の 要 旨

新しいA1-GFRPハイブリッド積層板の定常疲労強度特性と変動疲労強度特性を系統的に明らかにした。定常疲労強度特性について、従来の疲労強度則の適用性を示すとともに、新しい疲労寿命予測モデルを提案してその有効性を示した。変動疲労強度特性については、従来の疲労強度則が精度よく適用できない原因をハイブリッド効果に基づいてはじめて解明した。これらの成果は、A1-GFRPハイブリッド積層板の実用化と設計解析技術の確立に向けて基礎的で有益な知見を提供するものであり、工学的に極めて有意義なものと判断できる。したがって、この論文の成果は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。