



Title	Studies on Fatigue and Fracture behavior of C/C Composites( Review_審査要旨 )
Author(s)	Setyabudi, Sofyan Arief
Citation	
Issue Date	2014-03
URL	<a href="http://hdl.handle.net/20.500.12000/28639">http://hdl.handle.net/20.500.12000/28639</a>
Rights	

2014年 2月 10日

琉球大学大学院  
理工学研究科長 殿

論文審査委員

主査 氏 名 真壁 朝敏

副査 氏 名 柴田 信一

副査 氏 名 宮崎 達二郎



### 学位（博士）論文審査及び最終試験の終了報告書

学位（博士）の申請に対し、学位論文の審査及び最終試験を終了したので、下記のとおり報告します。

#### 記

申請者	専攻名 生産エネルギー工学	氏名 Sofyan Arief Setyabudi	学籍番号 118654A
指導教員名	真壁 朝敏		
成績評価	学位論文 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	最終試験 <input checked="" type="radio"/> 合格 <input type="radio"/> 不合格	
論文題目	Studies on Fatigue and Fracture Behavior of C/C Composites (C/Cコンポジットの疲労と破壊に関して)		
審査要旨（2000字以内）  環境保全とエネルギー確保という問題等から、軽量で強度の高いカーボン素材が機器に用いられてきている。特に、航空機や自動車においてC/Cコンポジットが用いられて注目されている。また、洋上に風車を設置する計画等もあり、その風車を支える構造体にカーボン素材を用いる計画がある。そのようなことから、カーボン素材の強度特性を追求する必要がある。本研究では、機械加工が可能なC/Cコンポジットに関する検討を行っている。			

(次頁へ続く)

## 審査要旨

本論文は5章からなっている。1章は緒言であり、複合材料に関する概要や本研究の目的が述べられている。2章から4章において実験結果に基づいたC/Cコンポジット板材の静的な引張強度と疲労強度に関する実験的な検討がなされていて、特に4章においては破壊力学等に基づいた解析的検討もなされている。5章は本研究のまとめを述べている。

複合材料の多くは製品の最終形状として製作されることが多く、機械加工によって形状を整えた後に使用するものは少ない。しかしながら、締結用の要素として機械加工を施す事例が生じており、複合材料同士を接合するために穴等の切欠きを加工する事例も生じている。第2章と3章においては、機械加工で切欠きを加工した場合のC/Cコンポジットの強度特性を検討している。特にスリットを加工した場合の静的引張強さと疲労限度に関して検討しているが、用いた材料の特性は金属材料の場合と異なっていることを明らかにした。金属材料においては、スリット等の切欠きを加工すると正味応力で評価した強度は明らかに低下する。それに対してC/Cコンポジットでは、切欠き加工の効果が強度の低下にほとんど関係しないことがわかった。そして、C/Cコンポジットの破壊過程においては、母材であるフェノール樹脂がせん断変形することが炭素繊維の破断原因となり、それが素材全体の強度に影響していることを明らかにした。また、独自に開発した繰返し曲げ装置による疲労試験によって、圧縮による材料損傷が、複合材料では強度低下に影響することを調べた。面外曲げで試験片に負荷をかけると、片端面には引張りのみ、他方の端面には圧縮のみの応力を繰返すことができる。その結果、複合材料の破壊は圧縮側での繊維の剥離と座屈によって進展し、場合によっては引張りよりも圧縮荷重が有害になることを明らかにしている。このことも金属材料の結果からは予想できないことである。

4章においては、C/Cコンポジット板材の疲労強度における応力集中の効果とき裂進展に関して定性的な解析と実験結果を対応させて検討している。一般に金属材料では、応力集中の値が高いとき疲労き裂が発生し易くなる。本実験で用いた材料でも、同様に応力集中が高いとき裂が発生し易いという結果になった。しかしながら、切欠先端の高い値から応力が次第に低下していく応力分布の状態に疲労強度が関係し、切欠先端で応力の値が高くても、その応力こう配の状態によって、発生したき裂が進展し難いという状態になり、それが強度の問題と関係していることを調べている。その結果から、切欠先端からある程度離れた範囲での応力状態を考慮することが複合材の強度評価には必要であることを考察している。そして、単独のき裂が進展する場合と複数のき裂が同時に進展する場合のき裂進展速度の状況を検討している。その結果、実験結果のき裂進展挙動の傾向が数値解析結果によって求めた破壊力学パラメータである応力拡大係数の傾向に良く一致することを明らかにしている。このような比較検討によって、本実験材料のC/Cコンポジットの破壊機構が効果的に説明されている。

したがって、本研究成果は工学的に有用であり、提出された学位論文は博士の学位論文に相当するものと判断し学位論文の審査を合格とする。また、論文発表会における発表ならびに質疑応答において、申請者は専門分野および関連分野の十分な知識ならびに十分な研究能力を有していることが確認できたので最終試験を合格とする。