

氏名	ほうじょう としひこ 北條 俊彦
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第819号
学位授与の日付	平成28年9月26日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
研究科・専攻	工芸科学研究科 先端ファイブ科学専攻
学位論文題目	A Study on the Mechanical Properties of Kenaf Mat Reinforced Composites (ケナフマット複合材の機械的な特性に関する研究)
審査委員	(主査)教授 濱田泰以 教授 西村寛之 教授 横山敦士 マツダ株式会社技術研究所先端材料研究部門統括研究長 藤 和久 東華大学準教授 陽 玉球

論文内容の要旨

天然繊維は、ガラス繊維や炭素繊維、あるいは、アラミド繊維など、現在、複合材料分野において主力となっている合成繊維の代用候補材料として考えられている。その有力候補として、近年、ケナフ繊維強化複合材料に関する研究が盛んに行われてきている。複合材料の実用化のためには、耐久性も含めその力学特性についての評価が非常に重要であり、ケナフ繊維強化複合材料の研究においても、切り欠き強度、疲労特性、熱劣化特性などの力学特性に関する試験評価が求められている。本研究では、強化材料にニードルパンチケナフマット、樹脂には不飽和ポリエステル樹脂(UP)を用い、ハンドレイアップ成形法でケナフ/UP複合材料を製作し、円孔の有無による物性の違い、低サイクル及び高サイクル疲労特性、熱劣化後の物性試験を実施し、その力学特性及び劣化メカニズムについて考察した。

本論文は、第1章の緒論から第7章の結論までの7章構成である。以下に、第2章以降の目的と内容について簡潔に記述する。

第2章では、曲げ試験において静的及び低サイクル疲労試験を実施した。初期設定荷重が静的強度の55%以内では、曲げ強度と弾性率には変化はみられなかった。しかし、初期設定荷重を70%および85%に付加すると曲げ特性は低下することがわかった。

第3章では、静的及び低サイクル、高サイクル疲労特性に及ぼす円孔の影響について試験を実施した。円孔のある試験片の引張強度は平滑材に比べて28%低いことが分かった。また、初期設定荷重70%、85%の低サイクル疲労及び高サイクル試験では、平滑材と同様に残留引張強度の低下が見られた。応力分布より特性長さを求め、破壊の状況のちがいを観察した。その結果、特性長さ内では繊維の破断、特性長さ外では多くの繊維の抜けが見られた。

第4章では、静的及び低サイクル、高サイクル疲労後の試験片から破壊過程を調査した。低サイクル疲労引張試験後、初期設定荷重70%、85%及び高サイクル試験の破断面に繊維束内の破壊である **splitting** 及び母材の亀裂が見られた。また、高サイクル疲労引張試験結果から疲労限界は最大荷重の62%であることが分かった。これは低サイクル疲労引張試験

結果と比べてみると、双方に相関がみられた。

第5章では、京都、上海、ハルピン、ナイジェリアで、一年間の環境暴露試験を行い、環境劣化挙動を調査した。一年間での重量変化率は小さく、1.5%以内であった。経年劣化した試験片について、引張、曲げ試験、IZOD 衝撃試験を実施した。引張、曲げ強度は低下する傾向にあった。6ヶ月以上の経年劣化した試験片に、繊維と樹脂との接着性が劣化した界面破壊が確認できた。

第6章では、熱サイクル及び熱サイクル後の静的及び低サイクル疲労引張試験を実施した。いずれも引張弾性率及び強度は低下したが、熱サイクル30回以降、ケナフ複合材の円孔のありなしによる差がみられなかった。

第7章では、各章で得られた知見をまとめ、今後の展望について述べた。

論文審査の結果の要旨

本研究では、ケナフ繊維強化複合材料を対象に、切り欠き強度、低サイクル、高サイクル疲労試験、環境暴露試験、熱サイクル試験と材料の長期耐久性、環境影響について詳細に調べたことに意義がまず認められる。その中で、疲労特性の変化に大きく影響を与える要因の一つが、繊維束内の界面であることを明らかにした。環境劣化は繊維と樹脂の界面に大きく影響を及ぼすこと、熱サイクル試験は樹脂のクラックを引き起こすことと関係する破壊の開始が試験によって異なることを明らかにしたことは、今後の材料設計に大きな指針をもたらすことになり、学術的に意義が高い。また、低サイクル疲労引張試験と高サイクル試験結果の相関性に気づき、低サイクル疲労引張試験で高サイクル試験の疲労限界を簡易に予想できるとの提案は試験の汎用性と効率向上に大きく寄与するものであり、工学的に有意義である。

本論文の内容は次の6報に報告されている。

1. Tensile Properties of Bamboo, Jute and Kenaf Mat-Reinforced Composite

Toshihiko HOJO, Zhilan XU, Yuqiu YANG, Hiroyuki HAMADA
Energy Procedia, Vol.56, pp.72-79, (2014)

2. FATIGUE PROPERTIES OF CELLULOSIC-FIBER MAT REINFORCED THERMOSETTING PLASTIC COMPOSITES

Bing XIAO, Toshihiko Hojo, Hiroyuki HAMADA, Yuqiu YANG
Proceedings of IMECE2014-37802, ASME 2014, pp. 1-7, (2014)

3. Mechanical Properties of Kenaf Mat Reinforced Composites

Zhilan Xu, Bing Xiao, Toshihiko Hojo, Hiroyuki Hamada, Yuqiu Yang
Journal of Biobased Materials and Bioenergy, Vol. 9, pp.188-195, (2015)

4. ENVIRONMENTAL DURABILITY OF KENAF FIBRE REINFORCED UNSATURATED POLYESTER COMPOSITE

M.Y. Liao, Y.Q. Yang, Z.L Xu, U.S. Ishiaku, Z.A.M Ishak, G.J. Xian, T.Hojo, H.Hamada
Proceeding of 19th international conference on composite materials, pp. 2748-2755, (2013)

5. ENVIRONMENTAL DEGRADATION BEHAVIOR OF KENAF FIBER MAT COMPOSITE

Mengyuan LIAO, Toshihiko HOJO, Zainal Arifin Mohd ISHAK, Guijun XIAN, Yuqiu YANG, Hiroyuki HAMADA
Proceedings of IMECE2014-38248, ASME 2014, pp.1-7, (2014)

6. **Thermal and mechanical low cycle ageing of kenaf fiber mat composites vs. synthetic fiber FRP**

Md. Sohag Miah, Toshihiko Hojo, Yang Yiuqiu, Hiroyuki Hamada
Advance of composite material (査読中)

以上の結果より、本論文の内容は十分な新規性と独創性、さらに工業的な意義があり、博士論文として優秀であると審査員全員が認めた。