

氏名	あふめつど えるさいど あぶでるふあつた えるぼどり AHMED ELSAYED ABDEL FATTAH ELBADRY
学位(専攻分野)	博士(学術)
学位記番号	博甲第686号
学位授与の日付	平成25年9月25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 先端ファイバ科学専攻
学位論文題目	DESIGN, PROCESSING AND CHARACTERIZATION OF JUTE AND PALM NATURAL FIBERS SANDWICH COMPOSITE PANELS (植物天然繊維サンドイッチ複合材料の設計と成形過程及び特性)
審査委員	(主査)教授 濱田泰以 教授 西村寛之 准教授 横山敦士

論文内容の要旨

現在、環境問題の高まりから、従来の複合材料に代わって環境にやさしい複合材料を作製するために新しい強化材の利用を促進する必要がある。天然繊維は、そのために有用な候補材料である。そこで、本研究では、数ある天然繊維の中からジュート、パーム(やし)繊維を選び、それら繊維のマットを用いて複合材料を成形し、その引張特性、曲げ特性、耐衝撃性および切り欠き感度を測定した。さらにジュート繊維、ガラス繊維織物とのハイブリッド複合材料の検討も行った。以下に各章の目的、結果を要約する。

天然繊維マットは、嵩が大きく複合材料成形の際の樹脂の含浸が問題となる。すなわち通常の成形方法では、繊維束内部にボイドが多く残存する。そこで、繊維を予め真空状態に置き、樹脂を注入した後に、ハンドレイアップで成形していく方法を考案した。これにより複合材料内部のボイドの量が大きく低下した。本研究を通してこの方法を採用して複合材料を成形した。

第2章および3章の目的は、引張、曲げ、耐衝撃性および切り欠き感度を含む機械的特性に対するジュートマット複合材料(JMC)のジュート繊維重量含有量の効果を調べることである。その結果、ジュート繊維重量含有量が増加するにつれて、ジュートマット複合材料の機械的特性及び耐衝撃性が増加することが分かった。スクラッチを挿入した衝撃試験後のジュートマット複合材料の破断面に、放射状の母材き裂の進展が阻止されていることが観察された。これにより、耐衝撃性が改善されることが明らかになった。さらに、ジュートマット複合材料の円孔を有する試験片の引張試験より、切り欠き感度は繊維重量含有量の増加により減少し、脆性破壊が生じ始める孔の境界からの距離、すなわち特性長さが大きくなることを示した。また、この特性長さが破壊靱性値の代わりに用いることができるパラメータとして有効であると示している。

第4章および5章は、ジュートおよびガラス織物を用いたハイブリッド複合材料の機械的特性及び切り欠き感度について検討を行った。スキン層としてジュートとガラスクロス繊維を加えることによって、ハイブリッド複合材料の引張及び曲げ特性は樹脂単体やジュートマット複合材料に比べて大幅に改善されることを示した。さらにハイブリッド複合材料の切り欠き感度は大きいこと、アイゾッド衝撃強さと全衝撃エネルギーは大きく改善されたことを示した。

第6章では、パームマット複合材料(PMC)の機械的特性とパームマット複合材料の機械的および衝撃特性に対するスキン織物(ジュートとガラス織物)の効果について検討を行った。その結果、パームマット複合材料の機械的特性は、樹脂単体に比べて非常に低くなることを示した。これは、異なる繊維重量含有量において、パーム繊維がSBRバインダーにより濡れを防止されるために、パーム繊維と母材間の界面特性が非常に弱くなるためだと考えられる。スキン層にジュートとガラスクロスを加えることにより、機械的特性が改善された。同様にハイブリッド複合材料は衝撃特性改善に大きく貢献することを明らかにした。

論文審査の結果の要旨

本論文は、ジュート繊維、パーム（やし）繊維の不織布、マットを用いて複合材料を作製し、その物性を総合的に評価している。また、ジュート繊維、ガラス繊維の織物を表面材に用いたハイブリッド複合材料の効果についても明らかにしている。衝撃試験片の詳細な破壊様相の観察により、様々な知見を得ていることは、評価できる。また、円孔の試験片を用いて、脆性破壊が起こり始める穴の境界からの距離、特性長さを各材料について求めており、それが破壊靱性値と等価であることを明らかにしている。これは工業的に貢献するものである。これらの複合材料は、内部にボイドを極端に少なくする方法によって成形されているために、得られたデータは信頼性が高いと思われる。

パームは、申請者の母国では人々から非常に愛されている植物である。それから得られる繊維を用いて複合材料化を行い、表面処理に難点は残るものの工業材料としての有用性の一端が見いだせたことは、非常に意義深いものがある。したがってパーム複合材料は自動車部材、断熱材や遮音壁といった室内建築部材、家具や電気器具ハウジングのための軽量パネル等へ利用を考えると申請者は期待している。パーム繊維はたいへん安価であり、パーム繊維の利用に大きく貢献し、さらに言うなら、本研究は、日本とアラブ首長国連邦、サウジアラビア、エジプトといったアラブ諸国との研究の架け橋となることも期待できる。

本論文の内容は次の5報に報告されている。

- 1. Impact Properties of Natural Jute Fabric/Jute Mat Fiber Reinforced Polymer Matrix Hybrid Composites**
Elsayed Elbadry, and Hiroyuki Hamada
Journal of Mechanics Engineering and Automation (JMEA), Vol.2, No. 6, pp.381-388, 2012.
- 2. Mechanical Properties of Natural Jute Fabric/Jute Mat Fiber Reinforced Polymer Matrix Hybrid Composites**
Elsayed A. Elbadry, Mohamed S. Aly-Hassan, and Hiroyuki Hamada
Advances in Mechanical Engineering, Vol. 2012, 2012, doi:10.1155/2012/354547
- 3. Fracture toughness and notch sensitivity of jute fiber mats reinforced unsaturated polyester matrix composites based on the characteristic distance**
Elsayed Elbadry, Zhiyuan Zhang, Yuqiu Yang and Hiroyuki Hamada
Studies in Science and Technology, Volume 2, Number 1, 2013.
- 4. TENSILE AND BENDING PROPERTIES OF JUTE FIBER MAT REINFORCED UNSATURATED POLYESTER MATRIX COMPOSITES**
E. A. Elbadry, M. S. Aly-Hassan, and H. Hamada
Proceedings of the ASME 2011 International Mechanical Engineering Congress & Exposition (IMECE2011), No. 62409, pp.1-9, Colorado, USA, November 11-17, 2011.
- 5. Tensile and Bending Properties of Jute Fabric/Mat Reinforced Unsaturated Polyester Matrix Composites**
Elsayed A. Elbadry, Mohamed S. Aly-Hassan, and Hiroyuki Hamada
12th Japan International SAMPE Symposium & Exhibition (JISSE 12), I.D. GRN-4, pp.1-6, Tokyo, Japan, November 9-11, 2011.

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。