

## 論文要旨

### 論文題目 バガス繊維を用いた複合材料成形体の機械的性質の評価

バガスとは砂糖キビの絞りかすであり、世界で年間約3億トン程度製糖工場から排出されている。従来、バガスは製糖工場でのボイラー燃料として、また主に肥料・パルプとして使用されていたが、近年、ボイラー性能が向上し、余剰バガスが増加している。

本研究はバガスの有効利用の立場より、バガス繊維の材料特性に着目し付加価値を高めるための方策として、バガス繊維をプラスチック複合材料の強化材としての可能性について検討した。得られた主な研究成果を以下に示す。

#### ① バガス繊維を BMC 材料として用いた複合材料の機械的性質の検討

バガス繊維の形状は針状を呈し、ガラス繊維と形状が類似していることから、バガス繊維は強化材と充填材、さらに改質材としての役割が有効ではないかと考え、不飽和ポリエステル樹脂にガラス繊維とバガス繊維を複合化した BMC 材料を作製し、射出成形と射出圧縮成形に適用し、成形体の機械的性質を検討した。その結果、射出成形体内部でガラス繊維がバガス繊維に突き刺さる現象が見出され、ガラス繊維がバガス繊維に固定化されることにより、引張強さが著しく向上することが明らかになった。

#### ② バガス繊維とポリプロピレンを複合化した射出成形による成形体の曲げ弾性率と成形条件について

バガス繊維と汎用プラスチックであるポリプロピレンの複合材料を作製し、射出成形条件と曲げ弾性率の関係について検討を行った。すなわち、バガス繊維の使用部位、材料の混練時間、シリンダー温度、金型温度、繊維含有量が曲げ弾性率・衝撃値に及ぼす影響について検討した。その結果、バガス繊維含有量、シリンダー温度、金型温度、混練時間、粉碎時間の順に曲げ弾性率への影響が大きいことを明らかにした。

#### ③ バガス繊維と生分解性樹脂によるグリーンコンポジットの作製と曲げ弾性率の予測

近年注目されている生分解性樹脂とバガス繊維を組み合わせたグリーンコンポジットの作製を試み、熱間プレス成型によって複合材料を作製し、成形体の曲げ弾性率の予測を行った。実験の結果、成形前のバガス繊維の断面はハニカム構造になっていることに対して、成形後は圧縮され緻密な状態となっていることを明らかにし、曲げ弾性率予測モデルに繊維の圧縮率をパラメータとして導入し、計算で求めた曲げ弾性率と実験から得られた曲げ弾性率が極めて精度良く一致することを明らかにした。

#### ④ アルカリ処理されたバガス繊維を用いた複合材料の機械的性質の改善効果

バガス繊維にアルカリ処理を行い、生分解性樹脂との複合材料の機械的性質への影響について検討を行った。アルカリ処理によりバガス繊維本体の微小繊維化、ならびに繊維表面の粘着物質が除去されることにより、バガス繊維と樹脂マトリックスの接触表面積が増加し、界面の接着性が改善されることを明らかにした。また、アルカリ処理は1%水酸化ナトリウム溶液中での処理が最も機械的性質向上に効果が大きいことを明らかにした。

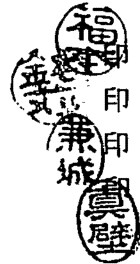
氏名 曹 勇

2006年2月2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 福本 功  
副査 氏名 銘苺 春栄  
副査 氏名 兼城 英夫  
副査 氏名 真壁 朝敏



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 曹 勇 学籍番号 [REDACTED]		
指導教員	福本 功		
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	バガス繊維を用いた複合材料成形体の機械的性質の評価		
審査要旨（2000字以内）			
さとうきびは沖縄県の基幹作物であることから、毎年大量のバガスが排出される。バガスは、現在主に製糖工場における燃料として用いられているが、その他の用途として、肥料、飼料、パルプ等に用いられている。本論文は、バガスの高度有効利用と環境に配慮したやさしい材料の開発の立場から、バガス繊維に着目し、プラスチック材料との複合材料の創製を試み、新たな工業材料の作製と材料特性を生かした加工技術の開発を検討している。			
まず、成形技術として、複雑形状の大量生産が可能である射出成形に着目してBM			

(次頁へ続く)

## 審査要旨

C複合材料を作製して、機械的性質の高まる最適条件について検討している。BMCはプラスチック樹脂に充填材と強化材から構成されるが、バガス繊維は、充填材と強化材の役割を果たす。そこで、BMCを射出成形する際、金型の空洞部において、バガス繊維とガラス繊維のドッキング現象が生じ、その結果、ガラス繊維がバガス繊維に突き刺さる作用が働き、ガラス繊維が固定化される現象を見出している。また不飽和ポリエステル樹脂がバガス繊維の空洞部に含浸し、固化する現象も見出し、機械的性質がさらに向上することも明らかにしている。また、成形体の付加価値を高めるために、圧縮力を利用した射出圧縮成形も適用し、機械的性質を向上させることに成功している。次に、より汎用性をもたせるため、熱可塑性のポリプロピレン樹脂を用いてバガス繊維との複合材料の作製を試み、バガス含有量、成形条件等の因子が曲げ弾性率に与える影響について検討している。その結果、バガス含有量、混練条件、金型温度、シリンダ温度等のそれぞれについて最適条件を見出している。これらの一連の結果からバガス繊維を用いた複合材料は、十分成形が可能であり、かつ品質の安定した高強度の成形体を得られることが明らかになった。

次に、成形体の力学的強度を評価する際、バガス繊維のような空洞部をもつ強化材の場合の力学的な複合則を検討するため、バガス繊維と生分解性樹脂を用いてプレス成形により、グリーンコンポジットを作製した。バガス繊維はハニカムの空洞部が圧縮により緻密な構造になるため、断面変化より圧縮率を算出し、さらにバガス繊維の成形体内部での配向係数、バガス繊維長さ等の因子をパラメータとして導入し、成形体の曲げ弾性率を予測する式を提案し、実験結果とシミュレーションの結果が極めて精度良く一致することを明らかにしている。さらに、バガス繊維と樹脂との密着性を高める方策として、バガス繊維にアルカリ処理を施し、バガス繊維の表面性状を改善することにより、成形体の機械的強度が高まる最適条件を見出している。

以上の得られた知見より、バガス繊維を用いた複合材料は成形条件を最適に制御することにより、成形体は十分な機械的強度と品質が得られることを明らかにしている。

よって、本論文は工学的かつ学術的に十分価値があることから、博士（工学）の学位論文に値すると判断し、また審査委員や公聴会における質疑に対しても、適切で十分であることから、博士の最終試験に合格したものと認める。