学位論文の審査結果の要旨

繊維強化複合材料は，炭素繊維や PBO 繊維などのスーパー繊維の登場によって骨材となる繊維の力学的物性が向上し，現在では自動車，航空機，宇宙開発分野，産業機械分野等への応用研究が活発に進められており，世界的に関心が高い．一方で繊維強化複合材料は，従来から母材として使われている熱硬化性樹脂の特性から生産プロセスのリードタイムが長いことや，使用済み FRP 材料のリサイクルが将来的な社会問題・技術的課題として認識されている．

本学位論文は，繊維強化複合材料に関する上述の諸課題を背景に，熱可塑性樹脂を母材とした FRTP（Fiber Reinforced ThermoPlastics）における新たな加工技術と創製した材料の構造・力学物性，および微粒子衝突に対する浸食耐性，さらに FRTP のリサイクル性に関する検討を行っている．本論文は５つの章で構成されている．第１章では FRP の特性について概説し，さらに既存の熱硬化性樹脂を母材とした FRP が有する問題点と熱可塑性樹脂を母材とする FRTP の特徴について記述されている．第２章では，熱可塑性樹脂を用いた連続繊維強化プラスチックの作成方法について述べている．ここでは稠密に織られた繊維骨材に対して，母材を溶剤で調製し含浸させ成形法について検討を行っている．また Epoxy（熱硬化性樹脂）母材の CFRP を対照区として，PA66，PEI（熱可塑性樹脂）母材による CFRTP との力学物性（引っ張り試験，三点曲げ試験，熱劣化特性）の比較検討を行い，CFRTP の位置づけを明らかにしている．第３章および第４章では，航空機や風力発電機の翼などで問題となる微粒子衝突に対する浸食性（erosion）について検討を行っている．FRTP に対する微粒子衝突の実験を行うと共に，erosion 現象の力学モデルを設定し理論計算による結果と実データの比較検証を行っている．理論式の当てはめ精度は高く，微粒子衝突の角度や織物の繊維方向等との関係性についても明らかにした．また骨材を炭素繊維とした場合と PBO 繊維とした場合の比較，さらに骨材の構造（織物構造・層構造）による変化についても言及をしている．さらに炭素繊維と PBO 繊維の複合材料を試作し，構造の分析および微粒子衝突実験を行い，得られた erosion resistance（侵食抵抗性）について考察を行っている．骨材の層構造についてもいくつかの組み合わせで引っ張り試験，曲げ試験を行い，FRTP の構造による差異を明らかにした．これらの実験結果は，今後 FRTP を応用分野・部材に応じた諸物性に最適設計するために重要な知見といえる．第５章では，溶媒を用いた FRTP のより効率的なリサイクル技術について検討を行い，再生し成形された FRTP の力学的特性を評価し，強度劣化が抑えられていることを明らかにしている．

以上のように，本学位論文は，今後重要となる熱可塑性樹脂を母材とする繊維強化複合材料（FRTP）において，効率的な成形技術，繊維骨材の構造と力学物性の関係，炭素繊維・PBO 繊維などを多様に配置した複合繊維骨材による FRTP の力学特性・微粒子衝突に対する浸食性，および FRTP の新しいリサイクル技術について検討しており，得られた複数の技法・プロセス，および試験結果は学術的価値が高く有用な知見を得ており，博士（工学）の学位論文として十分な価値を有するものと認められる．なおこれらの結果は５報の学術論文として既に公表・掲載されており，公表論文数，筆頭著者等の状況は申請者が所属する博士課程教育リーディングプログラム「ファイバールネッサンスを先導するグローバルリーダーの養成」の早期修了要件（審査基準）を満たしていることを付記する．

公　表　主　要　論　文　名

1. Liu Bing, Bao Limin, Xu Anchang. Effect of fabric orientation and impact angle on the erosion behavior of high performance thermoplastic composites reinforced with ductile fabric. *Wear*, 352-353, pp. 24-30, 2016.
2. Liu Bing, Xu Anchang, Bao Limin. Erosion characteristics and mechanical behavior of new structural hybrid fabric reinforced polyetherimide composites. *Wear*, 368-369, pp. 335-343, 2016.
3. Liu Bing, Xu Anchang, Bao Limin. Preparation of carbon fiber-reinforced thermoplastics with high fiber volume fraction and high heat-resistant properties, *J. Thermoplast Compos. Mater.*, 30, pp. 724-737, 2017.
4. Liu Bing, Zhu Peng, Xu Anchang, Bao Limin. Investigation of the recycling of continuous-fiber-reinforced thermoplastics. *J. Thermoplast Compos. Mater.*, https://doi.org/10.1177/0892705718759388, 2018.