学位論文の審査結果の要旨

繊維強化プラスチック(FRP)は軽量・高強度で，低エネルギー消費時代的要求に合致し，航空機，スポーツ用品などの身近なものまで広い分野で用いられている．一方，FRP が熱硬化性樹脂を使用しているためリサイクルが困難などの問題があり，更なる応用の拡大のために新型の複合材料や新の特性の発見が求められている．本論文は，先進繊維強化プラスチックの新型成形法の開発とその新たな力学特性の発見に関する研究である．

第一章では，研究の背景と目的を述べ，今までの繊維強化プラスチックの問題点を明確にしている．

第二章では，FRP が熱硬化性樹脂を使用しているためリサイクルが困難で，成形時間が長い問題点があり，ここで優れたリサイクル性を持つ熱可塑性樹脂を使用した FRTP(連続繊維強化熱可塑性プラスチック)を注目した．しかし熱可塑性樹脂を溶融時，粘度が高く，繊維間に含浸するのは困難であるから，今までの成形法では高い繊維体積含有率が得られず，FRP の強度の 1/3 しかないであったため，現在構造材料として使用されていない現状である．ここでは繊維間に含浸しやすいことを検討し，高い繊維体積含有率ができる FRTP の成形法を開発した．試作した結果，FRP なみの繊維含有率 FRTP が成功し，世界で初めて FRP と同様な力学特性をもつ FRTP が可能になった．新型成形法が簡易で，適した樹脂種類が多く，産業界では大きく評価された．

第三章では，CFRP(カーボン繊維)などが成形後再加工(プレス)が不可能で，加工性がよくないに対して，プレス加工できる FRP を提案した．スーパ繊維を強化繊維とした FRP は，CFRP と同程度力学特性を持ちながら，塑性変形できることが発見した．試作した純曲げ試験機でその特性を確認した．また，CFRP に対してもスーパ繊維を利用した特殊なハイブリット化をして，塑性変形が可能で，成形後再加工できることが分かり，重要な知見を得た．

第四章では，某社が世界で初めて開発した薄型スーパ繊維シート（開繊織物）を利用して，AFRP を試作し，その引張り特性，曲げ特性，圧縮特性，CAI 特性(衝撃)を測定し，新型の FRP の力学特性を把握し，FRP 材料設計によい参考になった．

第五章では，FRP の層間剥離進展により材料の寿命が低くなることから，FRP の層間にナノカーボンチューブ(CNT)を挿入し，亀裂進展を阻止し，材料の寿命を延長することを提案した．CNT をマトリックスに混ぜて，繊維シートに含浸し，成形した FRP を曲げ試験とグリープ試験を行い，材料の寿命が大幅に向上したことを確認し，方法の有効性が示している．

第六章では，本研究成果を纏めている．

以上の研究成果については審査委員会において審査を行い，本論文の内容は雑誌 4 報の論文内容を基づいて作成されており，当分野において学術的に高く評価されていることから，博士(工学)の学位論文として十分に価値のものと判断し，学位論文審査において「合格」と判断した．

公 表 主 要 論 文 名

1. Anchang Xu, Hiroshi Nozaki, Limin Bao, Kiyoshi Kemmochi. Determination of Creep Life of Glass Fiber/Phenol Composite Filled with Carbon Nanotubes by Four-Point Flexural Creep Test. Japanese Journal of Applied Physics, 51(1), 01AK03-1-5 (2012)
2. Anchang Xu, Limin Bao, Mitsuo Nishida, Atsuhiko Yamanaka. Molding of PBO Fabric Reinforced Thermoplastic Composite to Achieve High Fiber Volume Fraction. Polymer Composites, 34, 953–958 (2013)
3. Anchang Xu, Limin Bao. Manufacture of Fabric Reinforced Thermoplastic Composites with High Fiber Volume Fraction. Advanced Materials Research, 796, 301-305(2013)
4. Limin Bao, Anchang Xu, Takuro Fujii, Kiyoshi Kemmochi, Mitsuo Nishida. Development of the Molding Methods of FRTP to Achieve a High Fiber Volume Fraction. Reinforced Plastics, 59, 6-9(2013)