

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・高強度の材料で産業界への応用拡大の一方で、FRPの高強度かつ耐腐食性がよいから、リサイクルが困難で、大きな社会問題になっている。本論文では、FRPのリサイクル問題を注目して、持続可能な社会を構築するために、国の補助なしでもFRPのリサイクル可能な方法を提案し、その方法有効性の確認を行った研究である。

第一章では、研究の背景と目的を述べ、今までのFRPリサイクルに関する論文と研究を纏めて、FRPが持続できない理由を追求した。それらを踏まえて、国の補助金なしでFRPがリサイクル可能な方法として、高価な強化繊維を損傷なしで回収することが重要であることから、有効な回収する方法(過熱水蒸気法)を提案した。

第二章では、FRPのリサイクル際、強化繊維を損傷なし回収するために、FRPが無酸素環境で加熱し、樹脂部分を気化する際、繊維の強度が低下した原因を一連の測定と観察でそのメカニズムを把握した。それで、強化繊維の損傷が少ない方法と回収の最適条件を一連の実験と解析で突き止め、強化繊維が損傷なし回収できることが世界で初めて実現した。

第三章では、FRPのリサイクル際、気化した樹脂を回収し、燃料として再利用の方法を提案し、回収装置を試作し、樹脂の回収が成功した。回収した樹脂を分析した結果、高い熱量を持っていて燃料として十分使えることが確認された。

第四章と第五章では、回収された、損傷が少ない強化繊維に対して、再度高付加価値があるFRPを成形することを試みた。回収された強化繊維を今までの成形法で利用できないことが判明した。ここで、繊維の表面処理方法とFRP成形法を開発し、試作したリサイクルFRPに対して静的な力学実験と衝撃実験でその力学特性を測定し、バージンなFRPの力学特性が80%以上のリサイクルFRPを成功したことが分かり、提案したリサイクル方法の有効性を確認した。

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3報の論文内容に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. Jian Shi, Limin Bao. Optimum decomposition conditions for glass fiber reinforced plastic recycling by superheated steam. Japanese Journal of Applied Physics, 50 (2011): 01AJ01-1-01AJ01-5
2. Jian Shi, Limin Bao, Ryouhei Kobayashi, Jun Kato and Kiyoshi Kemmochi. Reusing recycled fibers in high-value fiber-reinforced polymer composites: Improving bending strength by surface cleaning. Composites Science and Technology, 72(2012):1298-1303
3. Jian Shi, Limin Bao, Kiyoshi Kemmochi. Low-Velocity Impact Response and Compression after Impact Assessment of Recycled Carbon Fiber-Reinforced Polymer Composites for Future Applications. Polymer Composites (published online DOI: 10.1002/pc.22803)