

## 審査の結果の要旨

氏名 何 向東

製品のさらなる多機能化と利便性が求められる一方で環境保護性も重要視され、構造用材料においては耐久性・補修性・リサイクル性の一層の向上が求められている。本論文は、その量産性と軽量高強度性から次世代ビークルやロボットなどへの適用が期待されているナイロンを基材とする不連続炭素繊維強化複合材料の剛性、強度、耐候性、劣化表現に対して様々な環境要因による影響を実験的、理論的に検討したものである。

第1章では、CFRPのリサイクルの必要性ならびにこれまでの世界の研究開発動向と、本研究で新たに対象とする幅広い実用化に向けた現在の課題についてまとめ、特に、本論文で検討する手法の理論的背景と限界について詳しく論じた上で、本研究の位置づけとアプローチの新規性を整理している。

第2章では、不連続炭素繊維強化複合材料の力学性能に及ぼす温度と湿度の影響を実験的・理論的に検討している。特に、これまで明らかにされていなかった純水と海水における複合材料の吸水現象の相違を明らかにし、吸水状態を表す方程式を作成している。また、繰り返し吸水実験によって、水が可塑剤として機能し複合材料の性能低下をもたらすことを明らかにしている。

第3章では、長時間の湿熱劣化試験を通して、複合材料の劣化メカニズムを明らかにしている。特に、海水よりも純水での劣化が顕著であり、純水は材料表面の樹脂を剥離させ、材料の硬度、曲げ剛性、曲げ強度を半分以下に減少させることを明らかにしている。またこの原因として、劣化の過程で樹脂の結晶度が15%以上減少し、結晶型が $\alpha$ 型から $\gamma$ 型に変わり、樹脂中のアミド結合が破断することを明らかにしている。

第4章では、災害や火災現場でのレスキュー用途などでの使用も想定し、高温酸化後の性能変化を調べ、酸化の過程と性能低下を引き起こす原因を明らかにすることで、160度という使用温度の上限を明らかにしている。

第5章では、以上の結果を総括し、CFRPの実環境での利用・再利用においての本論文の寄与とさらなる課題などが整理されている。

以上、リサイクルにより不連続となることが避けられない炭素繊維を用いた熱可塑性CFRPの中でも、コスト・量産性・力学特性から自動車構造用に世界中で研究開発が加速されている炭素繊維ペーパー強化ポリアミド6に対して、本論文は各種の環境影響を明らかにしている。特に、スチールボディの錆を加速

する海水の影響が当該材料においては純水よりも小さくなるメカニズムが明らかにされたことは、当該材料の量産車への社会実装を加速させると期待され、また、高温酸化の影響度や使用温度の上限を明らかにした一連の結果はドローンや災害救助用途への適用拡大を後押しするものであり、工学的寄与の非常に高い結果が得られていると言える。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。