

審査の結果の要旨

氏名 朴 浩

本論文は、高速成形による低コスト化と優れた複雑形状部材成形性を有する不連続炭素繊維強化熱可塑性樹脂 (DCF RTP) の力学特性に及ぼす使用環境の影響メカニズムを検討したものである。本論文で主として対象としたポリアミド (PA) は他の熱可塑性樹脂と比較して炭素繊維との接着性とコストパフォーマンスに優位性があるが、繊維端部が多く存在する DCF RTP においては特に、自動車の構造部材への適用のためには温度と吸水の影響メカニズムを明らかにして、適切な対策を講じる必要がある。

第 1 章では、不連続 CF RTP および類似の材料に関して、これまでの世界の研究開発動向と、幅広い実用化に向けた現在の課題についてまとめ、特に、理論的研究とそれらの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、はじめに DCF RTP の代表的形態である CTT (炭素繊維テープ強化熱可塑性樹脂) と CPT (炭素繊維ペーパー強化熱可塑性樹脂) に対して、吸水性および吸水後の力学特性を詳細に評価し、強化材のモルフォロジー (繊維体積含有率、繊維分散形態) からこれらの実験結果を説明できる数理モデルを提案し、例えば CTT の耐水性の高さや破壊形態が吸水後に脆性から延性に遷移する現象を説明している。

第 3 章では、吸水前後の静的・動的力学特性の温度依存性を評価した後、現象論的に数理モデルを進化させ、母材劣化が CF RTP の力学特性に及ぼす影響を論じている。具体的には、環境温度の上昇に伴い DCF RTP の破壊挙動は脆性から延性に遷移し、破断歪が大きくなり、このことは吸水によりさらに顕著となること、また、吸水後の乾燥により力学特性が回復することなどの興味深い現象に対して、樹脂特性と界面特性の観点からメカニズムが考察されている。

第 4 章では、以上の結果を踏まえ、CF RTP の吸水性と耐熱性の向上を目的として CF/PPS を表皮に用いたサンドイッチ構造 CF RTP を提案し、数理モデルによる性能予測結果を検証している。具体的には、まず樹脂の融点差を利用した簡便な成形方法を提案し、表皮とコア材の十分な接着を得る条件を見いだしている。次に、数理モデルから適切な検証条件を設定して効率的な検証実験を行うことで、CF/PPS の表皮が防水ならびに耐熱効果を発現する条件を見いだしている。

第 5 章では、以上の結果を総括し、不連続 CF RTP の実用化に際しての本論文

の寄与とさらなる課題などが整理されている。

以上、安価な樹脂を用いた DCFRTP は低コスト性・複雑形状部材成形性・リサイクル性に優れている反面、吸水性と耐熱性が実用上の問題点であったが、本研究によりそのメカニズムが具体的に究明され、数値予測可能となっている。また、CF/PPS は耐熱性・耐水性・耐薬品性に優れている一方で非常に高価であることから単独での一般産業用途への展開は困難であったが、本研究で示された手法により、安価な樹脂を用いた DCFRTP の耐水・耐熱性が、少量の CF/PPS 表皮材により著しく向上しているなど、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。