

審査の結果の要旨

氏名 李 漢哲

炭素繊維テープ強化熱可塑性プラスチック（以下 CTT）は、自動車や航空機の複雑形状部材向けに開発されている不連続熱可塑性 CFRP（炭素繊維強化プラスチック）の一つであるが、成形時の基材の流動挙動の予測手法が未確立である。本研究は、成形時の基材流動挙動のシミュレーションを可能とすべく、その影響因子と支配方程式を検討したものであり、その結果により基材形態（テープ厚さ、テープ長さ、テープ幅）、金型形状、成形条件の最適化についての知見を得ることを目的とするものである。例えば、最終部品形状に対して成形圧力や成形後の端材が最小となる基材配置が明らかとなればプレス機の小型化や基材の歩留まり向上から大幅なコストダウンが期待でき、リブ付き部材などではリブの金型根元角度の最適化により成形圧力のみならずリブ部の異方性を制御するなどの力学特性向上の面からの効果も期待される。

第 1 章では、まず CTT 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ている。特に、不連続熱可塑性 CFRP に関しては、樹脂流動解析ソフトウェアの拡張として炭素繊維含有量数%の射出成形部材の流動成形シミュレーションが行われて一定の実績があるが、本研究で対象とする構造部材用の炭素繊維含有量 50%前後の CFRP に対しては適用できないことを示すなど、本論文での検討内容の位置づけを明らかにしている。

第 2 章では、まず、閉鎖系で圧縮成形されたリブ付き部材を対象として、基材形態（テープ長）と成形圧力が基材の流動特性に及ぼす影響を系統的に調査し、流動シミュレーションを支配するパラメータを絞り込んでいる。

第 3 章では、開放形での圧縮成形プロセスを可視化する実験を考案して、成形圧力と成形時間が基材流動特性に及ぼす影響を観察することで、支配パラメータを考察すると共に、開放形と閉鎖系の相違点など新たな知見を見いだしている。

第 4 章では、本論文で対象とする CTT に対して系統的なせん断粘性試験を行い、従来から提案されているせん断粘性の予測式の適合度を調査している。その結果、理論的な考察から、多くの予測式の中でも Herschel-Buckely モデルによって良く説明できることを導出するとともに、その適用限界、特に中間基材の形態や流動距離が長く複雑となり基材形態が成形後に保たれないようなケー

スでは予測精度に問題が生じる可能性など実用上重要な知見を導いている。

第5章では、以上の結果を総括し、CTTの流動成形シミュレーションの成果と課題などが整理されている。

以上、本研究で明らかにされたCTTの流動成形シミュレーションにおける影響パラメータやシミュレーションの限界に関する詳細な知見は基材形態（テープ厚さ、テープ長さ、テープ幅）、金型形状、成形条件の最適化についての多くの示唆があり、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。