

熱可塑性複合材料の自転車部品への適用調査研究

1. はじめに

自転車の軽量化，省資源化が求められている。そこで熱可塑性複合材料の特徴でもある軽量化，耐衝撃性，リサイクル性，また，長期使用時においても錆びないといったメリットを考慮した自転車部品への適用について調査し，今後の基礎資料を得た。熱可塑性複合材料を自転車部品のどろよけ，チェーンケース，サドル等への適用を考え，箱形，半球形の金型を使用し成形実験を行い，曲げ，球状の成形性の確認と成形品の機械的特性評価（強度試験）を行った。その結果，各材料における成形条件が把握できた。ナイロン樹脂においては加圧不足であったが，強度試験では，アルミ材と同程度の数字を得ることができた。その内容を報告する。

2. 実験方法

① 検討材料

- (a) PET/GF-40（ポリエチレンテレフタレート樹脂，ガラス長繊維40%）
- (b) PP/GF-40（ポリプロピレン樹脂，ガラス長繊維40%）
- (c) GFクロス/PA-6（ナイロン樹脂，ガラスクロス）
- (d) CFクロス/PA-6（ナイロン樹脂，カーボンクロス）

② 検討項目

イ) 成形性の評価

箱形，半球形の金型を用いて上記（a）（b）（c）（d）の材料で，一連の成形実験を行い，成形性の評価を行った。

ロ) 成形品（箱型）の機械的特性の評価箱型形状の成形品から切り出した試験片と同じ材料を完全含浸させて，プレス成形した平板材（ブランク）から切り出した試験片の強度データを取り，その比較を行った。

3. 検討結果

① 含浸性

成形条件を変えて，一連の成形実験を行った結果，PP/GF-40，PET/GF-40については，電気炉で材料が十分軟らかくなるまで加熱し，それを金型まで移動させ，チャージし型締め完了するが，材料

の温度状態が不安定であり，成形品の表面に光沢がなく気泡の多いものもあった。

CFクロス/PA-6，GFクロス/PA-6についても若干ボイドが残った成形品となってしまった。半球形成形では，半球の頂点付近に加圧不足気味のようなボイドが見つけられる。箱形成形においても，各コーナー部や底面に同様な現象が発生していた。これはマトリックスであるPA-6樹脂の賦形時に必要な金型の温度設定ができなかったためである。この対策としては，予備加熱した材料をいかに温度低下させずにチャージし，型締めするかがポイントであると考えられる。また実験レベルにおいては金型温度をMax 250℃程度まで確保できるようなハード面の改良も効果的であると思われる。

② 賦形性

CFクロス/PA-6，GFクロス/PA-6は，射出材料，スタンパブルシート材料よりも繊維が長く，しかも織物形態ゆえに，賦形時における強化材の変形の自由度が小さいが，今回の成形モデルとして使用した箱形状，半球状においては外周付近に若干のしわ模様が発生

表1 熱可塑性複合材料成形加工一覧表

材料	金型形状 (ϕ , mm)	材料寸法 (mm)	厚さ (mm)	金型温度 ($^{\circ}$ C)	予熱温度 ($^{\circ}$ C)	予熱時間 (分)	成形圧力 (kgf/cm ²)	ホールド 冷却 (分)
PET GF-40	箱型 200×150	200×150	3.8	150	300	8	180	2
	半球型 100×40	100×100	3.8	140	300	8	140	4
	サドル用板 ばね型	250×100	3.8 積層 2	130	290	7	140	5
PP GF-40	箱型 200×150	200×150	3.8	80	200	8	130	2
	半球型 100×40	100×100	3.8	80	200	8	140	2
	サドル用板 ばね型	250×100	3.8 積層 2	70	200	8	140	2
GFクロス PA-6	箱型	240×200	2.2	160	280	4	80	3
CFクロス PA-6	箱型	240×200	2.2	130	280	4	30	5
ABS	箱型	200×150	3	80	180	5	130	2
PP	箱型	200×150	3	80	200	6	130	2
PE	箱型	200×150	3	80	200	6	130	2
PC	箱型	200×150	3	80	200	6	130	2

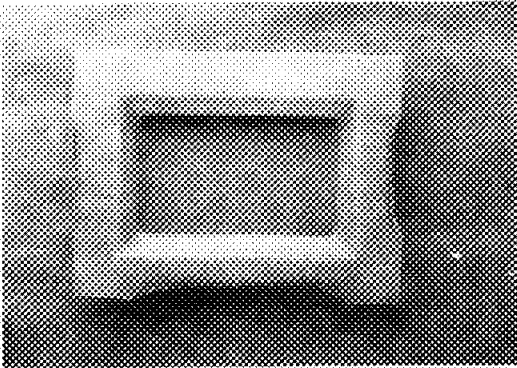


写真1 箱形成成品 (GFクロス/PA-6)

する程度であったので、材料のチャージおよび金型を改良することで、問題なく賦形することが可能であると考えられる。

4. まとめ

CFクロス/PA-6, GFクロス/PA-6の曲げ強度、曲げ弾性率がPP/GF-40, PET/GF-40よりも非常に高い値であることが理解できる。これは強化繊維の残存長さ、直線性、含有量(Vf)および界面の接着性の違いによるところが大きい。またCFクロス/PA-6, GFクロス/PA-6の成形品とプラックにおいては、その強度に差が見られ、成形品の方が若干低い値となっている。これは、成形時にボイドが残った状態になってしまっており、その影響であると考えられる。しかし、実測比重データから判断すると水中比重が変動するほど大量なボイドは存在していないと考えられる。

熱可塑性複合材料において、材料コスト、生産性に優れ、最も汎用化されている材料は射出成形材料であるがこの材料で自転車部品を成形する場合、既存の板金プレスが使えない、強度特性が低い、金型費用がかさむといった問題が懸念されるため、本研究では、主にスタンパールシート材料、長繊維クロス含浸シート材料を中心に検討した。

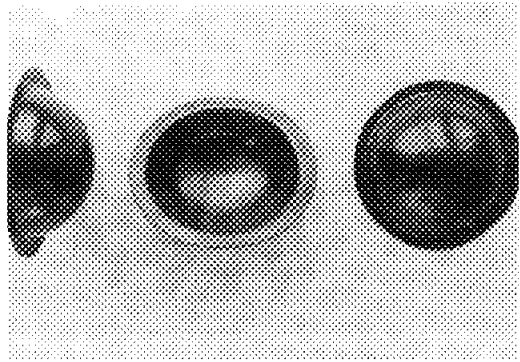


写真2 半球形成成品 (PET/GF-40)

その結果、既存の板金プレスを利用し、温度制御システム、型締め速度等を改良することで熱可塑性材料の成形が可能となることがわかった。しかし、部品製作のコストについては、現状のスチール、アルミ材よりも高くなると思われる。したがって、熱可塑性複合材料の自転車部品への適用を考える場合、この材料の特徴である比強度、比弾性を十分に生かした設計、また、熱可塑性樹脂の特徴である加熱、接着、また、加熱二次賦形を利用した部品の統合化等、総合的な商品設計を行なうことで適性価格化することが重要であると考えられる。

5. おわりに

今回の衝撃試験データは、米国の試験規格であるASTMに準じた長スパンの試験であったため、参考値としたい。各種材料で成形実験を行った結果、予熱温度、金型温度、成形圧力等は、同じ条件で成形しても、同じ製品ができない場合がある。これは予備加熱した材料を保温できないのと、また、手作業であり、成形時間が一定しないからと思われる。したがって、良い条件で成形加工を行うには、自動化が望ましい。

この研究を行うにあたって、日東紡備電材研究所、サカイ産業㈱のご協力を頂いた。この場をかりて厚く感謝の意を表する次第である。

(熱可塑性研究グループ)