

炭素繊維織物強化ポリプロピレンの開発

— 第1報 マレイン酸含有量とサイジング剤除去の影響 —

奥村航* 長谷部裕之** 木水貢* 石田応輔*** 斉藤博嗣***

緒言

地球環境問題への意識が高まる中、CO₂の削減による温暖化防止が強く求められている。この中で大幅にCO₂を削減する手段の一つとして、自動車等の車両部品を軽量化し、燃費を改善することが有望である。そのため、既存の金属材料をより軽量の炭素繊維複合材料(CFRP)へと代替しようとする研究開発が活発化している。特に熱可塑性樹脂をマトリックス樹脂とする熱可塑性CFRPは、従来、航空機等で用いられてきた熱硬化性CFRPと比較して価格、量産性、リサイクル性に優れており、熱可塑性CFRPを自動車等の汎用製品に適用することが期待されている。熱可塑性樹脂の中でもポリプロピレン(以下、PP)は軽量かつ安価であり、大量に使用されていることから安定的な供給が見込まれる。しかしながら、PPは一般に接着性が悪いことから、炭素繊維表面との接着特性に劣るといふ問題がある。本研究では、炭素繊維織物とPPとの組み合わせによる熱可塑性CFRP(以下、CF/PP)の開発を目的とした。炭素繊維とPPとの接着性を向上させるため、PPへのマレイン酸を添加、および、炭素繊維織物のサイジング剤除去に着目し、これらの処理による接着性の向上がCF/PPの力学的性質に及ぼす影響について評価した。

CF/PP試料の作製

PPペレットと重量分率20%のマレイン酸を含むPPペレットから、(株)プラスチック工学研究所製試験用フィルム成形押出機を使って、種々のマレイン酸重量分率をもつ、厚さ100 μmのPPフィルム試料を作製した。

トヨシマビジネス(株)製レピア織機で炭素繊維(東レT700-SC12K)を製織した。織組織は平織、経糸と緯糸の密度は5.9本/5cm、目付は230 g/m²で炭素繊維織物試料を作製した。

テスター産業(株)製500 kNプレス成形機に18.5 cm角の平板作製用金型を取付け、上述のPPフィルム11枚と炭素繊維織物10枚を交互に積層しプレス成形した。本研究で採用したプレスダイアグラムを図1に示す。圧力1.46MPa、金型温度220°Cで予備加熱した後、融解した状態を保つ範囲で冷却し、圧力14.6MPa、金型温度160°Cでプレスした。プレス圧を保持したまま、5.9 K/minの冷却速度で90°C以下に冷却してから、試料を取り出した。得られた試料(以下、CFRP)の厚みはいずれも約2 mmであった。

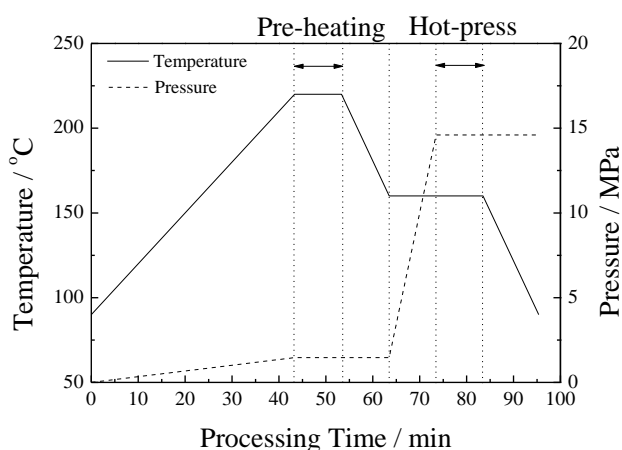


図1 プレスダイアグラム

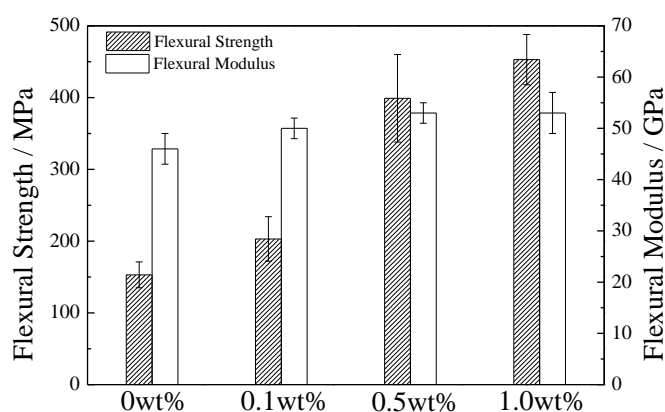


図2 マレイン酸含有量と力学的性質との関係

*企画指導部 **繊維生活部

***金沢工業大学

マレイン酸含有量の効果

無水マレイン酸が0, 0.1, 0.5, 1wt%のPPフィルムから作製した試料の曲げ強度と曲げ弾性率を図2に示す。図2より、曲げ強度、曲げ弾性率ともにマレイン酸含有量が増加するに伴い増加する。無水マレイン酸の1%含有することにより曲げ強度は453 MPaに達した。

図3に曲げ試験で破壊した試料の側面写真を示す。マレイン酸を添加していない試料(0wt%)は、炭素繊維と樹脂が剥離しているのに対し、マレイン酸を添加した0.1wt%~1.0wt%は斜めに破壊している。これは、炭素繊維と樹脂の接着性が向上し、破壊形態が層間剥離からせん断破壊に移行したためと考えられる。以上のことから、PP樹脂にマレイン酸を添加することで炭素繊維の接着性が向上し、力学的性質が向上したと推察できる。

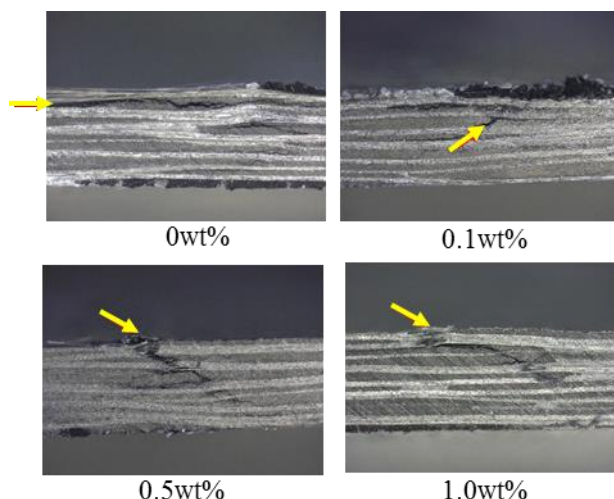


図3 曲げ試験後の試料側面観察

サイジング剤を除去する効果

サイジング剤は樹脂の含浸を阻害するとの報告があるため、本研究では、炭素繊維織物を400°Cで10 min処理してサイジング剤を除去した。除去した炭素繊維織物に対し、マレイン酸をそれぞれ0および1wt%含有したPPフィルムを用いCF/PP試料を作製した。図4に曲げ強度および曲げ弾性率を示す。マレイン酸を添加していない試料でサイジング剤除去の影響を比較すると(図中の0wt%None, 0wt%Done), サイジング剤を除去した方が曲げ強度、曲げ弾性率ともに向上している。一方、マレイン酸を添加した試料でサイジング剤除去の影響を比較すると(図中の1wt%None, 1wt%Done), サイジング剤除去した試料の方が曲げ弾性率は大きく、58.2 GPaに達した。一方で、曲げ強度はほとんど変わらなかった。

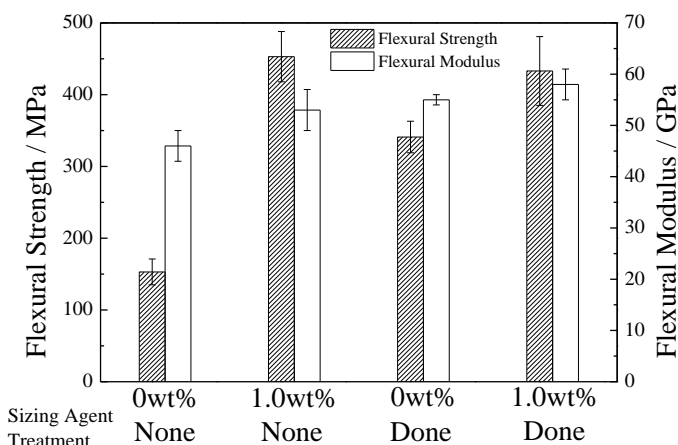


図4 サイジング剤除去と力学的性質との関係

結言

- (1) マレイン酸含有量が増加に伴い、樹脂と炭素繊維の接着性が増加し、曲げ強度、曲げ弾性率が増加した。
- (2) 炭素繊維のサイジング剤を除去することにより、曲げ強度、曲げ弾性率の向上を図ることができる。
- (3) 本研究で得られたCF/PPの最大曲げ強度は453MPa、最大曲げ弾性率は58.2GPaであった。

論文投稿

繊維学会誌. 2013, vol.69, no.9, p.177-182.