

連続炭素繊維強化ポリカーボネートの 表面改質による力学特性向上

日大生産工(院) ○小熊広之 日大生産工 邊吾一

1 まえがき

近年、航空機、自動車等の軽量化を目的として炭素繊維強化樹脂(CFRP)の適用事例が増えているが、量産自動車にCFRPを使用する際、炭素繊維(CF)の強度を十分に活かすには連続繊維が望まれ、マトリックスにはリサイクル性や生産性に優れた熱可塑性樹脂の使用が求められている。しかし、熔融粘度の高い熱可塑性樹脂を連続CF繊維の繊維束内に含浸させることは難しく、未含浸部分が強度低下の原因となる可能性がある。また、CFと熱可塑性樹脂は界面での接着性が低いという問題もある。

本研究では、連続強化繊維として一般的な平織のCF繊維、熱可塑性樹脂は耐衝撃性が高く、透明性、耐候性、寸法安定性、自己消火性に優れたポリカーボネート(PC)を用いて炭素繊維強化熱可塑性樹脂複合材料(CFRTP)を作製した。この際、成形条件や表面処理がCFRTPの力学特性に与える影響を検証した。

2 実験方法

2.1 CFRTP試験片の作製

PCシート9枚とCF繊維8枚を交互に積層し型に入れ、熱プレス機で300℃、無圧で10分間保持して樹脂を熔融させた後、成形圧力2,6,8,10,12MPaで20分間加圧し、板状のCFRTPを成形し、ファインカッターで曲げ試験片形状に切り出した。それぞれの試験片について曲げ強さ、繊維体積含有率(Vf)、空洞率(Vv)を求めた。VfとVvはJIS-K7075に規定されている燃焼法により求めた。

2.2 CF繊維、PCシートへのオゾン酸化処理

容積5Lのデシケータ中にCF繊維又はPCシートを設置し、デシケータ内を攪拌しながら、オゾン-酸素混合ガスを通気した。オゾンは酸素ガスを原料として無声放電式オゾン発生器により発生させた。酸化処理後、CF束の引張強度試験、PCシートの接触角計による親水性

の評価、フーリエ変換赤外分光光度計(FT-IR)による表面の酸素含有官能基の分析を行った。

2.3 オゾン酸化処理が強度に与える影響

未処理のCF繊維、CF表面に塗布されたサイジング剤を除去するためアセトン洗浄処理したCF繊維、オゾン酸化処理したCF繊維と、未処理及びオゾン酸化処理したPCシートを用いて曲げ試験片を作製し強度試験を行った。併せてVf、Vvを測定した。

3 実験結果および考察

3.1 成形圧力の影響

成形圧力と曲げ強さ、Vf、Vvとの関係をFig.1に示した。成形圧力が高くなるにつれてVfが上昇した。これは、成形時の圧力により金型から樹脂が若干流失したためとVvが低下したことによる影響と考察した。Vfの上昇とVvの低下により、曲げ強さが33%向上した。また、成形圧力を10MPaから12MPaに上げてても、曲げ強さ、Vf、Vvの値に変化がないことから、以降の実験では成形圧力を10MPaとした。

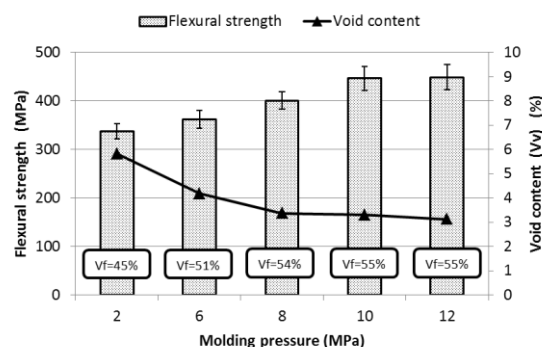


Fig.1 Relation of flexural strength, Vf and Vv to change of molding pressure

3.2 CF繊維へのオゾン酸化処理の影響

CF繊維からCF束を1束(3000本)抜き取り、両端にポリプロピレン製の板を融着させて掴

Mechanical Properties Improvement of Continuous Carbon Fiber Reinforced Polycarbonate due to Surface Improvement

Hiroyuki OGUMA, Goichi BEN

み部（タブ）を作り，引張試験治具に固定し引張強度試験を行った．オゾン酸化処理時間と最大引張荷重との関係をFig.2に示した．また，このときX線光電子分光分析装置(XPS)により測定したCF束表面の酸化の度合いを示すO/C値（炭素に対する酸素の割合）を併せて示した．この図からオゾン酸化処理が2時間までは最大引張荷重は変化せずO/C値は上昇するが，処理時間が4時間以上ではCF束の耐荷重が低下することがわかった．一方で，Fig.3に示したPCとの界面接着性を向上させる働きをする酸素含有官能基(C-O, C=O, O-C=O)の成分構成比は，2時間以上オゾン酸化処理してもほとんど変化が見られなかった．この結果より以降の実験ではCF織物に対するオゾン酸化処理時間を2時間とした．

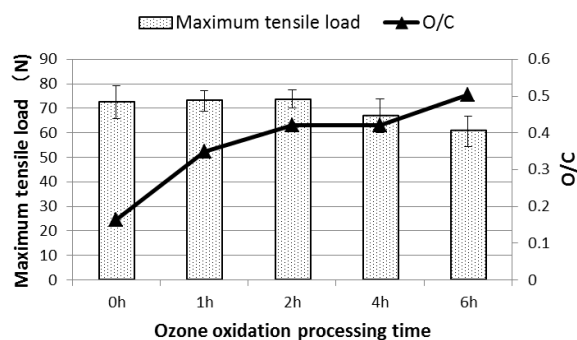


Fig.2 Relationship between the changes maximum tensile load and O/C of the ozone oxidation treatment time

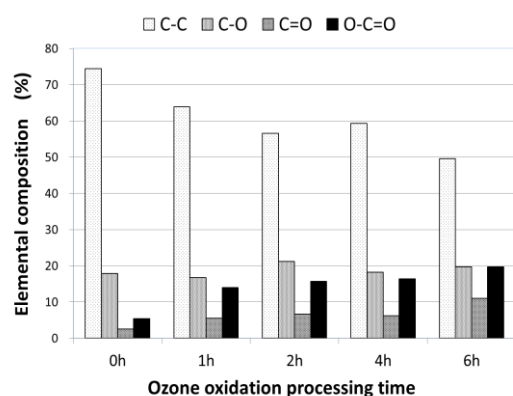


Fig.3 Relationship of ozone oxidation processing time to elemental composition of oxygen functional groups

3.3 PCシートへのオゾン酸化処理の影響

オゾン酸化処理を2時間行くと，蒸留水に対する接触角が89.4° から41.5° となり親水性が大幅に向上した．これはFig.4に示したFT-IRの測定結果から，オゾン酸化処理により

親水性を示す官能基であるヒドロキシ基（-OH）が新たに生成されたためと考察した．

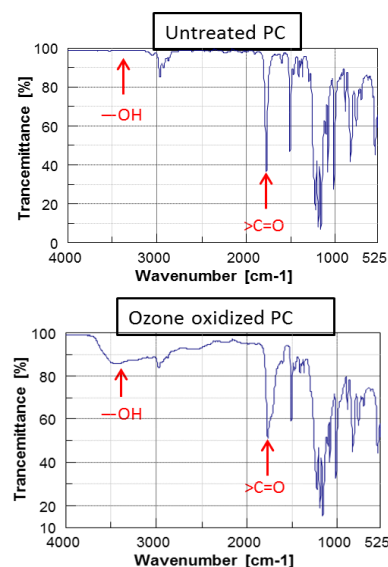


Fig.4 Infrared spectra of PC sheet surfaces before and after ozone oxidation treatment

3.4 オゾン酸化処理が強度に与える影響

曲げ強さ，Vf, Vvとの関係をFig.5に示した．未処理と比較してオゾン酸化処理したCFとPCを用いると曲げ強さが49%向上した．これは，オゾン酸化処理の効果によりCFとPC界面での接着性が向上したためと考察した．

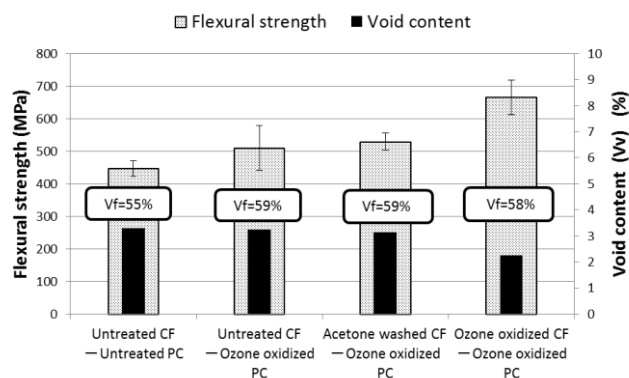


Fig.5 Flexural strength and void content vs. difference of surface treatment

4. まとめ

CF 織物と PC シートにオゾン酸化処理を行ったところ，未処理と比較して曲げ強さが49%向上した．これは，オゾン酸化処理の効果により CF と PC 界面での接着性が向上したためと考察した．

参考文献

- (1) (社)プラスチック成形加工学会編，図解プラスチック成形材料，工業調査会，(2006)，p.92.