

現場重合型アクリル樹脂を母材とする熱可塑性 GFRP の透明化

日大生産工(院) ○金澤 由宇 日大生産工 平林 明子
日大生産工 平山 紀夫

1. 緒言

ガラス繊維強化プラスチック (以下, GFRP) は軽量, 安価であり比強度・比剛性が優れていることから, 船舶や建築産業などに大型構造部材として利用されている. これらの高強度な GFRP に優れた光透過性が付与されれば, デザイン性や視認性を利用した新たな分野への応用が期待できる. 一般に連続繊維強化 GFRP の母材は不飽和ポリエステル樹脂, エポキシ樹脂, フェノール樹脂¹⁾などが用いられている. 先行研究²⁾として不飽和ポリエステルを母材とする光透過性 GFRP の研究が報告されており, 重合性モノマーをブレンドすることで透明化を図っていた. これらの母材は熱硬化性樹脂であるが, 近年では熱可塑性樹脂を用いた FRTP がマテリアルリサイクルやケミカルリサイクル可能な材料として注目されている.

そこで本研究では, 熱可塑性アクリル樹脂を母材とし, リサイクル性に優れた透明ガラス繊維強化熱可塑性プラスチック (以下, GFRTTP) を開発した.

2. 透明化手法

可視光領域で GFRTTP の透明性を得るためには, 大きく分けて3つの条件を満たす必要がある. ①光透過性のある樹脂を用いる, ②空隙のない GFRTTP を成形する, ③母材と強化材の屈折率を近似することが必要となる. 先行研究³⁾としてジルコニアナノ粒子 (以下, ナノ粒子) での高屈折率化が報告されている. アクリル樹脂の屈折率は約1.42であり, ガラス繊維の屈折率は約1.55と大きく乖離している. そこで母材とガラス繊維の屈折率を近似させるため, 母材に屈折率が1.75~1.8であるナノ粒子分散液を添加し屈折率の調整を行い, 透明 GFRTTP の成形を検討した.

3. 実験方法

3.1 使用材料

母材には MMA, 三菱ガス化学 (株) を用いた. 強化材としてガラス繊維平織, 目付量

215g/m², WEA22F 105 BS N, 日東グラステックス (株) を用いた. 触媒としてジルコスタ一, AX-HR-10-1, 日本触媒 (株) を用いた.

3.2 成形方法

成形方法はハンドレイアップ成形とした. 母材の MMA は揮発性を有する樹脂であるため, ナノ粒子含有率が成形段階で変化する. そこで成形時の揮発量を考慮したうえで, 成形品に対するナノ粒子含有率を算出し成形を行った. 成形時の様子を Fig.1 に示す. また, 含浸後の脱泡方法としてローラーを用いた場合と真空ポンプを併用した場合の比較を行った.

DMA 測定に使用した GFRTTP 試験片はガラス繊維, 4層の平板を成形した. 試験片寸法は 50mm × 10mm × 1mm とした. 硬化温度は 60℃ (室素環境下), 硬化時間は 45min とした.

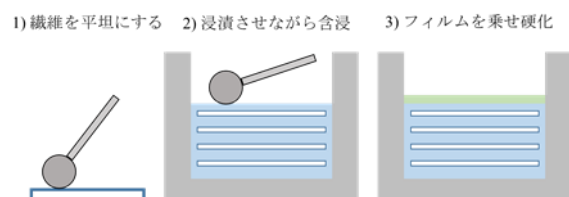


Fig.1 成形方法

4. 実験結果・考察

4.1 透明性評価

透明性を比較するため, 背景の文字の読み取り易さを比較した. 各成形品の外観を Fig.2 に示す. ガラス繊維一層の GFRTTP ではナノ粒子含有率が 35, 40wt% ほどで繊維方向に並ぶ白い線が観察される. 一方ナノ粒子含有率 45wt% では, 観察可能な繊維方向に並ぶ白い線が減少し, 文字を容易に読み取ることが可能となった. またガラス繊維4層の場合でも同様の結果となった. したがって, ナノ粒子含有率が 45wt% 付近で繊維と樹脂の屈折率が近似し, 透明性が得られることが分かった. しかし, 積層枚数の増加に伴い不透明部が増加した. こ

れは繊維体積含有率の増加に伴い、含浸不良部が増加したことが原因だと考えられる。

4.2 動的粘弾性 (DMA) 測定

MMAを母材とするGF RTP (以下、neat) ナノ粒子含有率45wt%を添加したGF RTP (以下、GF-Z) についてDMA測定を実施した。試験条件は昇温1℃/min, 測定周波数1Hzとした。貯蔵弾性率 E' , 及び損失正接 $\tan \delta$ をFig.3に示す。GF-Zでは、ガラス転移温度が低下し、約70℃で E' の急激な低下が起こった。ジルコスターの主成分である二酸化ジルコニウムは熱伝導率が3~4W/m・kであり、一般的なアクリル樹脂の約15倍以上である。このことから樹脂の熱伝導率の上昇により、 E' が急激に低下したと考える。一方、室温におけるGF-Zの E' はneatに比べ50%向上した。これはヤング率の高い二酸化ジルコニウムを添加したためと考えられる。

4.3 断面観察

成形品断面を観察し、ナノ粒子含有率が同量の場合の成形条件の違いが透明性に及ぼす影響を検証した。Fig.4に含浸・脱泡の有無による透明性の違いを示す。脱泡を行わない場合、多くの空隙が観察された。対して含浸・脱泡を行った場合、含浸・脱泡行程の増加に伴い内部の空隙が減少、透明性が向上した。したがって含浸・脱泡行程が透明性に与える影響が大きいと考えられる。

5. 結言

成形品に対するナノ粒子含有率が約45wt%で繊維方向の白い線が減少し透明性が向上した。しかし、ガラス繊維の積層枚数の増加に伴い、含浸不良部、不透明部が増加した。DMA測定結果ではナノ粒子の添加により貯蔵弾性率 E' がneatに比べ50%向上した。

また、ナノ粒子含有率が同様の成形品であっても、含浸・脱泡工程をローラー脱泡、真空脱泡を行うことで、透明性が向上したことから、含浸・脱泡行程が透明性に及ぼす影響が大きいことを明らかにした。今後は含浸方法、材料物性の評価について検討する。

謝辞

ジルコニアナノ粒子をご提供していただいた株式会社日本触媒様に謝意を申し上げます。

繊維 1 層
(ナノ粒子含有率 0wt%)
繊維 1 層
(ナノ粒子含有率 35wt%)
繊維 1 層
(ナノ粒子含有率 40wt%)
繊維 1 層
(ナノ粒子含有率 45wt%)
繊維 4 層
(ナノ粒子含有率 0wt%)
繊維 4 層
(ナノ粒子含有率 45wt%)



Fig.2 GF RTP の透明性比較

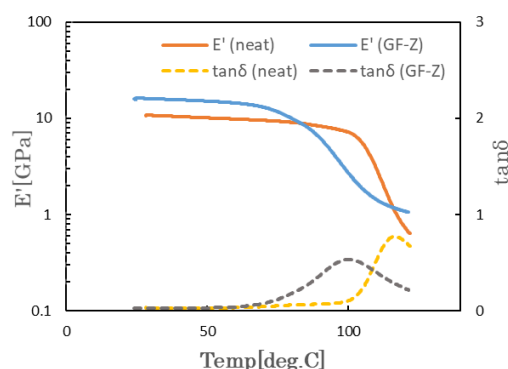


Fig.3 neatとGF-ZのDMA測定結果

ローラー脱泡	無し	無し	有り
真空ポンプ脱泡	無し	有り	有り
成形品外観	GF RTP GF RTP GF RTP		
断面写真			

Fig.4 含浸・脱泡の有無による透明性の違い

参考文献

- 1) 藤井善通, GFRPの耐食性(耐久性), 日本接着学会誌, Vol.44, No.2, (2008) pp.67-71.
- 2) 早苗徳光, 金丸亮二, 光透過性GFRPの開発, 富山県工業技術センター研究報告, No.24, (2010) pp.46-47.
- 3) 南有紀, 村田一紀, 渡瀬星児, 松川公洋, ジルコニアナノ粒子含有ポリアクリレート薄膜の生成とその光学特性, 高分子論文集, Vol.67, No.7, (2010) pp.397-402.