

FRTP と FRP の高速圧縮試験

日大生産工(院) ○日下部智史 杉本 直 日大生産工 邊 吾一 坂田憲泰

1. 緒言

繊維強化プラスチック(FRP)は、軽量、高強度に優れた特性を持っており、金属代替材料として幅広い分野で使用されている。しかし、FRPのマトリックスである熱硬化性樹脂は、いったん硬化すると分子が架橋構造をとるため、加熱しても再溶融する事が出来ず、リサイクルやリユースが困難である。一方、繊維強化熱可塑性プラスチック(FRTP)は、架橋構造を持たない直鎖状の高分子マトリックスであるため、加熱により再溶融ができ、二次成型が可能のため、リサイクルやリユースが可能であり、環境負荷の少ない材料として注目されている。

本研究では、現場重合型ポリアミド6をマトリックスとしたGFRTTPと、速硬化型エポキシ樹脂をマトリックスとしたGFRPを成形し、高速圧縮試験を行った結果について報告する。

2. 供試体

2.1 マトリックスと強化材

GFRTTPのマトリックスには現場重合型ポリアミド6を使用した。現場重合型ポリアミド6の重合時のモノマー融液の粘度は110℃で3~4mPa・sと低く、ゲル化時間は1分以内である。GFRPのマトリックスには、速硬化型エポキシ樹脂((株)ナガセケムテックス, HICY-11)を用い、主剤と硬化剤を100:20の割合で混合する事により得た。混合後の粘度は40℃で750mPa・s、60℃で130mPa・sとなっており、ゲル化時間は約6分である。GFRTTPとGFRPの強化材にはガラス繊維(日東紡績(株), WEA22F-BX)を使用した。

2.2 成形方法

ε-カプロラクタムのアニオン触媒は、空気中の水分により触媒能が失活し、重合が阻害

される可能性がある。そのため成形には、密閉された型内で行うため、水分管理が可能で、比簡便な真空ポンプシステムにより樹脂が注入出来るVaRTM法^{1,2)}を用いた。

GFRTTP板の成形では、成形を開始する前に、金型を140℃に加熱し、真空ポンプを用いて金型内部を大気圧から-90kPa減圧を行った。次に、乾燥機で原料A(主剤+活性剤)とB(主剤+促進剤)を110℃に加熱し、溶融を行った。溶融後、原料Aと原料Bを素早く混合してモノマー融液とし、140℃に加熱した金型内へ注入した。GFRTTP板の積層構成は平織ガラスクロスを10plyとし、板厚は2mmとなった。GFRP板はGFRTTP板と同じ積層構成とし、金型温度と樹脂温度のみ、それぞれ80℃と50℃に変更した³⁾。

2.3 繊維体積含有率

成形したGFRTTP板とGFRP板の繊維体積含有率(V_f)は式(1)から算出した。試験片の密度(ρ_c)は電子天秤(島津製作所(株), AUW120D)を使用して、アルキメデス法にて測定し、繊維質量含有率(W_f)は、燃焼前後の質量変化から測定した。ガラス繊維の密度(ρ_f)にはカタログ値を用いた。

$$V_f = \frac{W_f}{\rho_f} \times \rho_c \quad (1)$$

以上の方法で算出したGFRTTP板とGFRP板の(V_f)をTable 1に示すが、GFRTTP板の平均値が39.5%、GFRP板の平均値が38.1%となった。

3. 高速圧縮試験

3.1 試験方法

高速圧縮試験には米倉製作所製の空圧式衝撃試験機(Fig.1)を用いた。落錘子を空圧により高速でチャックに衝突させて衝撃荷重を与え、試験片を圧縮破壊させる。衝撃試験治具には、落錘子が正確にチャックに当たるよう上部にガイドが設けられている。落錘

High speed compression test of FRTP and FRP

Satoshi KUSAKABE, Nao SUGIMOTO, Goichi BEN and Kazuhiro SAKATA

子はスチール製(346g)を使用し、衝撃試験時の落錘子の速度(試験速度)は、チャックから上部50mmの位置にガイドに取り付けた速度計で計測した。荷重の計測には高速度カメラ PhantomV7.1 (Vision RESEARCH Inc.)を用いた。チャック上部に貼り付けたマークを0.02msecの間隔で撮影し、マークの変位から落錘子が衝突したときのチャック上部が変位するときの加速度を求め、その加速度と落錘子の質量を乗じて衝撃荷重を求めた⁴⁾。

3.2 試験片

試験片はGF RTP板とGFRP板を0°/90°となるように切り出し、タブには試験片と同質材料を使用し、接着剤(住友スリーエフ(株), DP-460)にて試験片とタブを接着させた。試験片の寸法をFig.2に示す。

3.3 実験結果

GF RTPとGFRPの実験結果をFig.3に示すが、縦軸は圧縮強度、横軸は試験速度である。GF RTPとGFRPの静的圧縮強度の平均値が299MPaと298MPaに対し、動的圧縮強度の平均値は725MPaと750MPaとなり、両者とも動的圧縮強度の方が大きくなった。また、静的試験、動的試験共に破壊は試験片の標点間部で発生し、き裂は45°方向に発生した。

4. 結言

GF RTPとGFRP共に、動的圧縮強度の方が静的圧縮強度よりも大きな値となった。一方、GF RTPとGFRPの静的圧縮強度及び動的圧縮強度に大きな差は見られなかった。

参考文献

- 1) G. BEN, A. HIRABAYASHI, K. SAKATA et al., Science and engineering of composite materials, DOI : 10.1515/secm-2014-0013.
- 2) 邊吾一, 大関輝, 他 5 名, 日本複合材料学会誌, 39, 4 (2013), 127-134.
- 3) 坂田憲泰, 邊吾一, 西田裕文, 第55回構造強度に関する講演会講演集, pp.284-286.
- 4) 邊吾一, 江口雄太, 第33回複合材料シンポジウム講演集, pp.65-66.

Table 1 Measurement results of V_f

Specimen number	V_f [%]	
	GF RTP	GFRP
1	39.8	38.3
2	39.3	37.9
3	39.5	38.0
Average	39.5	38.1

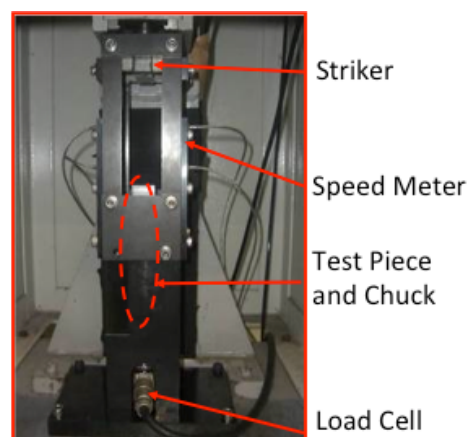


Fig.1 Impact compression test apparatus

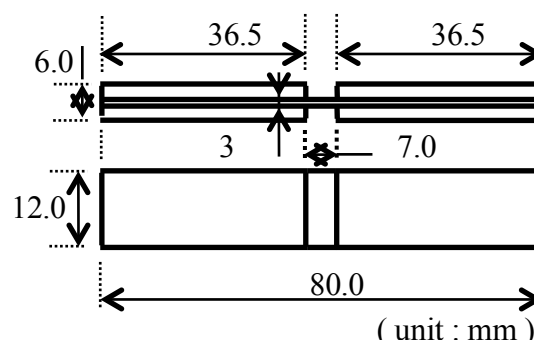


Fig.2 Dimensions of specimen

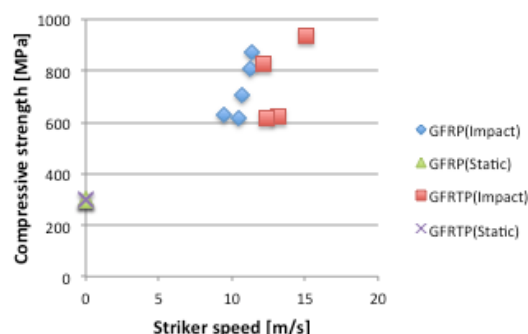


Fig.3 Test results of GF RTP and GFRP