

E-GFRP 衝撃吸収部材のエネルギー吸収特性に及ぼす tex の影響

Effect of glass fiber tex on energy absorption characteristics of E-GFRP shock absorbing member

○水島優一¹, 金子大輝¹, 青木義男²*Yuichi Mizushima¹, Taiki Kaneko¹, Yoshio Aoki²

Abstract: In automobiles, Fiber Reinforced Plastics (FRP) has a possibility of weight reduction in automotive structures which can contribute to improve mileage and reduce carbon dioxide. However, collision should be examined to apply the FRP to automotive structures. This paper, an GFRP crash-box using glass fiber with excellent productivity and strength were developed, and an impact resistance experiment was conducted on a crush box combining glass fiber tex of different values. As a result, it was found that the combination of tex greatly affects the energy absorption characteristics.

1. 緒言

環境保全を目的とした自動車に対する排気ガス規制は厳しくなる一方であり、ハイブリッドカーや電気自動車の開発が進められている。しかし、それに伴う部品点数の増加によって車両重量が増加してしまう。そのため、車体設計においては燃費向上や航続距離向上に大きく貢献する軽量化が要求されている。軽量化と安全性能向上という車両重量において相反するものを両立させるため、本研究では軽量の FRP 材（繊維強化プラスチック）を衝撃吸収部材として用いるための検討を重ねてきた。

これまでの研究では CFRP（炭素繊維強化プラスチック）の圧壊特性が、フロント・バンパ後部に位置する前面衝突時のエネルギー吸収部材であるクラッシュボックスの目標特性に近いことから CFRP による特性評価を行ってきたが、より安価な E-GFRP（ガラス繊維強化プラスチック）を用いた特性評価を行う。E-GFRP は CFRP の破壊特性に近く、生産性に優れ安価である。また、耐衝撃性は CFRP の方が有利だがクラッシュボックスの目標特性においては過剰な性能だったため、E-GFRP はより適した材料と考えた。本報告では、この E-GFRP 製の試験体の tex（繊維径と収束本数からなる値）を変更して衝撃圧縮実験を行い、エネルギー吸収特性を比較検討した結果について報告する。

2. 衝撃吸収部材の特徴

Figure1 にスチール角管と FRP 角パイプの衝撃圧壊時の典型的な荷重-変位線図を示す。スチール角管では、材料が折りたたまれた Progressive Folding という連続塑性座屈破壊を生じるのに対し FRP では Progressive Crashing と呼ばれる連続脆性破壊挙動を示す。スチール、FRP いずれもほぼ一定の支持荷重値を保ちながら変位が増加するため、エネルギー吸収

(Energy Absorption)量は高いものとなる。特に FRP の比強度はスチールに比べて高いため、単位質量あたりエネルギー吸収量はスチールより高くなり軽量化とエネルギー吸収の設計要件を両立できる。

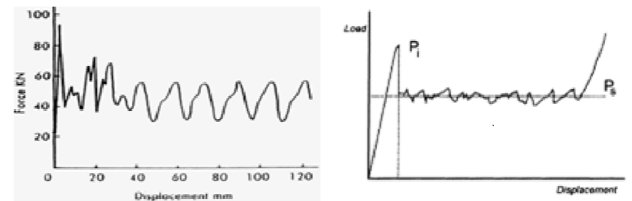


Figure1. Load-displacement diagram of Steel and FRP

3. 落錘衝撃試験

3.1 試験体概要

試験体は円筒軸方向に対して任意に $\pm\theta$ の配向角度で繊維を積層可能なフィラメントワインディング法により薄肉円筒形状に成形した。配向角度は $\pm 75^\circ$ / $\pm 90^\circ$ （内側/外側）とした。tex は 1150tex, 2220tex, 1150/2220tex(内側/外側), 2220/1150tex の 4 種類とし繊維には E ガラス繊維(日東紡績)を用いた。マトリックス樹脂にはエポキシ樹脂 XNR 6805, 硬化剤 XNH 6805, 促進剤 XNA 6805 (ナガセケムテックス)を使用した。

3.2 落錘衝撃試験概要

落錘衝撃試験は日本大学理工学部船橋校舎テクノプレイス 15 内の落錘衝撃試験装置を用い、自動車の前面衝突を模擬して質量 200kg の落錘子を高さ 2.46m(衝突速度:25km/h)より自由落下させることで、FRP 試験体の軸方向に衝撃圧縮荷重を負荷した。そして軸方向圧縮荷重は試験体下部に設置されたロードセルにて計測し、試験体変位は高速度カメラ画像の画像解析により算出した。また、圧壊後の断面を観察し、破壊様相に関して考察した。

4. 落錘衝撃試験の結果及び考察

4. 1 エネルギー吸収量及び変動幅

各 tex で成形した GFRP 試験体のエネルギー吸収量と安定荷重領域(26~80mm)での変動幅を Table 1 に示す. エネルギー吸収量が最大となったのは, 1150/2220tex の試験体であり, 最低となったのは 2220/1150tex の試験体であった. また, 変動幅が大きかったのは 2220/1150tex の試験体であった.

Table 1. Experimental result

tex	エネルギー吸収量[J]	変動幅 [kN]
1150	3389	16.2
2220	3139	15.7
1150/2220	3891	17.4
2220/1150	2921	21.0

4. 2 荷重-変位線図

荷重-変位線図の一例として, 実験結果を Figure2 に示す.

1150tex と 2220tex を比較すると, 2220tex よりも 1150tex のほうがエネルギー吸収量は多少高くなった. このことから, 本実験の条件においては tex が低い方がエネルギー吸収量が高くなった.

次に 2 つの tex を組み合わせた試験体に注目すると, 内側と外側の tex を入れ替えると結果が大きく異なった. 1150/2220tex は tex が単体の場合よりもエネルギー吸収量が大きくなったが, 2220/1150tex はエネルギー吸収量が一番小さくなった. また, tex を組み合わせた場合, tex が単体の場合よりも変動幅が若干大きくなってしまふという結果が得られた. 以上より組み合わせる tex の値, 積層構成はエネルギー吸収特性に影響するものと考えられる.

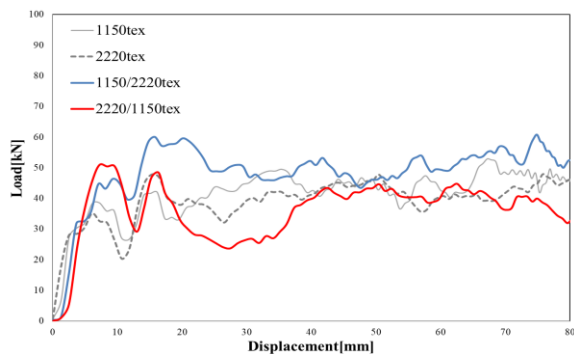


Figure2. Load-displacement diagram

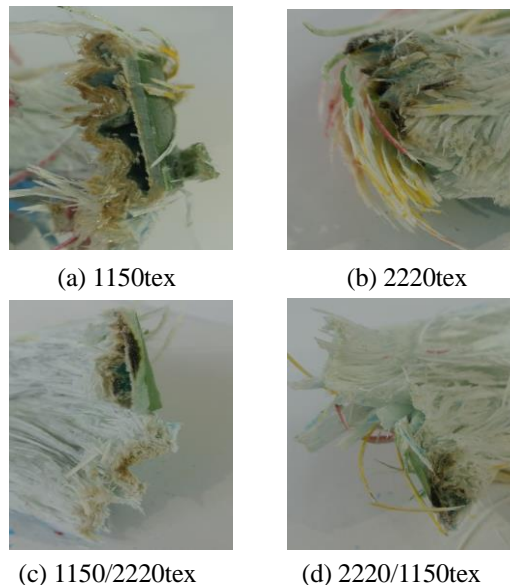


Figure 3. Destructive aspect

6. 結言

E-GFRP において, 異なる tex を組み合わせるとエネルギー吸収量に変化し, 平均圧壊加重からの変動幅が大きくなることが判明した. エネルギー吸収量の変化は tex の積層構成に影響されると考えられる. 本実験では, 低 tex を内側にする事でエネルギー吸収量が高くなる結果が得られた. 今後は tex の値を変更し, 様々な組み合わせの試験体のデータをとることでより良いエネルギー吸収特性になるような組み合わせ方を検討する. また, 組み合わせ方による破壊様相の変化について考察し, エネルギー吸収特性に与える影響を詳細に調べる.

5. 参考文献

[1] 金, 邊, 青木:「自動車フロントサイド用 CFRP 角柱の衝撃実験と解析」, 日本複合材料学会誌, 34, 2(2008), 51-59.
 [2] 邊, 杉本, 金, 飯塚, 青木:「衝撃曲げ荷重を受けるアルミ合金/CFRP ハイブリッドビームの応答挙動」, 日本複合材料学会誌, 34, 6(2008), 211-218. -