

## 低コスト炭素繊維を用いた CFRP の力学特性評価

日大生産工(院) ○青木 隼人  
日大生産工 坂田 憲泰

## 1. 緒言

近年、自動車の燃費性能の向上のために、車両の軽量化が求められている。そのため、構造部材に炭素繊維を強化繊維として用いたプラスチック系複合材料である炭素繊維強化プラスチック (CFRP) の適用が検討されている。CFRPの強化繊維である炭素繊維は比強度、比剛性に優れるが、自動車への適用に向けては価格が課題となっている。炭素繊維は航空機や高压容器に使用され、力学特性に優れるレギュラートウと、レギュラートウより力学特性は劣るが低価格なラージトウがあり、ラージトウは風車ブレードや土木分野での使用が拡大している。また、ラージトウを圧縮天然ガス自動車の高圧容器に適用する研究も行われている。

今後も様々な分野で炭素繊維の使用拡大が進むと予想されている中、レギュラートウより低価格で、レギュラートウとラージトウの中間の物性を有する新たな炭素繊維が開発された。本研究では、この炭素繊維を用いたCFRPを成形し、従来のレギュラートウで成形したCFRPと力学特性の比較を行った。

## 2. 使用材料及び供試体

炭素繊維には東レが開発した新たなレギュラートウZ600-24K-A3とZ600-24K-D3を用いた。Z600が糸種、24K (24000) がフィラメント数を示し、A3がサイジング剤の種類と量を示している。Z600との比較には、一般的に使用されているレギュラートウ T700SC-24K-50C と T700SC-24K-60Eを用いた。Z600とT700SCの引張強度と弾性率のカタログ値を表1に示す。なお、Z600の価格はT700SCの約半分となっている。炭素繊維からサイジング剤を抽出し、フーリエ変換赤外分光光度計 (FT-IR) で分析した結果、A3と50C、D3と60Eの主成分が概ね同じとなっていた。また、サイジング剤濃度をアセトンでの溶解の前後の質量差から求めた結果、Z600はT700SCより高濃度で、最も濃度が低いのは60Eであった。以降、Z600-24K-A3、Z600-24K-D3、T700SC-24K-50C、T700SC-24K-60EをそれぞれZ-A、Z-B、T-A、T-Bと呼ぶ。マトリックスにはエポキシ樹脂 (XNR/H/A6805, ナガセケムテックス) を用いた。

供試体である一方向CFRPの成形にはFW (フィラメントワインディング) 装置とホットプレス装置を用いた。はじめに、縦400mm、横400mm、厚さ4mm のアルミニウム合金製の板にエポキシ樹脂を含浸させた炭素繊維ロービングを張力15Nで巻き付けた。その後、ホットプレス装置に入れて、15MPaの圧力を負荷して、85°C、4時間の条件で硬化させた。硬化後、脱型し繊維方向に対して0°と90°で切り出し、両端にアルミニウム合金製タブを接着した。供試体の詳細を図1と表2に示す。

表1 Z600とT700の比較

	引張強度 (MPa)	引張弾性率 (GPa)
Z600	4100~4400	235~245
T700SC	4900	230

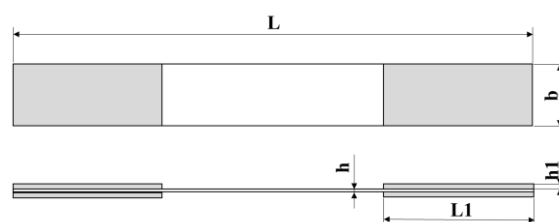


図1 供試体の概要

表2 供試体の寸法

	0°材	90°材
L (mm)	260	260
L <sub>1</sub> (mm)	80	50
h (mm)	0.5	2
h <sub>1</sub> (mm)	1	2
b (mm)	15	25

## 3. 実験方法

引張試験は JIS K7165 に基づいて行った。試験機にはサーボパルサ (島津製作所) を使用した。試験速度は0°方向 (L方向) 材が2mm/min、90°方向 (T方向) 材が1mm/min とし、応力はロードセルから出力した荷重を供試体の平均断面積で除することで算出し、ひずみは供試体中央部に貼ったひずみゲージで計測した。試験

片本数はZ-A, Z-B, T-A が各 5 本で, T-B が各 3 本となっている。

繊維体積含有率は燃焼法で求め、破断面は電子走査顕微鏡 (SEM) を用いて観察を行った。

#### 4. 実験結果および考察

##### 4.1 L 方向

L 方向の引張強度 ( $F_L$ ) の比較を図 2 に示すが、引張強度は繊維体積含有率を 60% に換算した値である。Z-A と Z-B の引張強度は概ね同じ値となった。表 1 の Z600 の引張強度と繊維体積含有率から求めた Z-A と Z-B の引張強度の理論値は 2460MPa~2640MPa となるため、引張強度の発現率は 83%~92% 程度となった。一方、T-A と T-B では T-B の方が 18% 程度高い値となった。表 1 の T700SC の引張強度と繊維体積含有率から求めた T-A と T-B の引張強度の理論値は 2940MPa となるため、引張強度の発現率は T-A が 83%、T-B が 97% となった。

##### 4.2 T 方向

T 方向の引張強度 ( $F_T$ ) の比較を図 3 に示す。繊維体積含有率は Z-A と Z-B が 62%、T-A が 58%、T-B が 60% となっている。Z-A と Z-B、T-A と T-B の比較では、B の方が T 方向の引張強度が高く、これは B の方が繊維と樹脂の接着性が高いことを示している。また、SEM による Z-A と Z-B の破断面の観察結果を図 4 に示す。Z-B の方が繊維のまわりに樹脂が多く付着していることが確認できる。

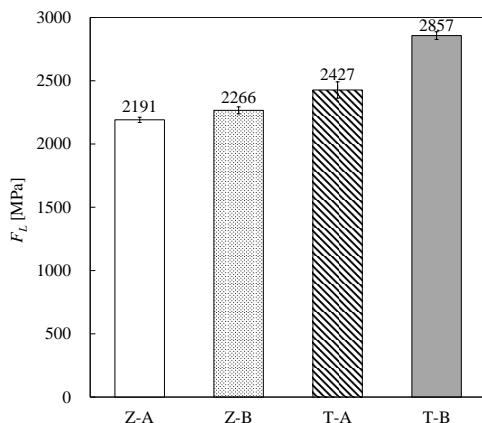


図 2 L 方向の引張強度

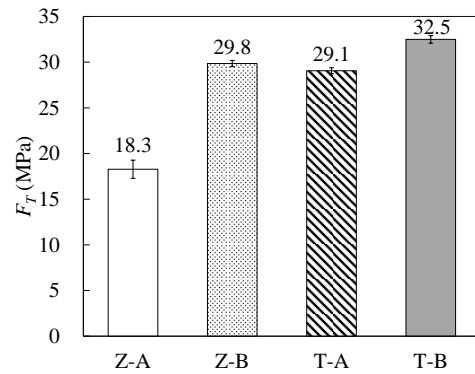
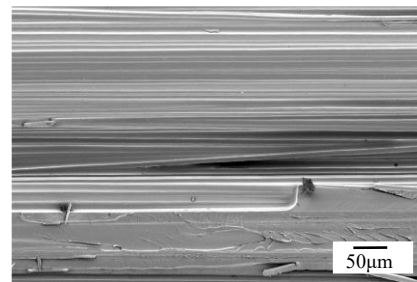
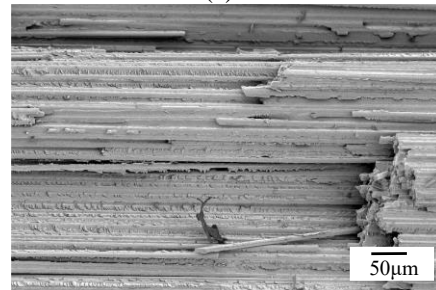


図 3 T 方向の引張強度



(a) Z-A



(b) Z-B

図 4 SEMによる破断面の観察結果

#### 5. 結言

- 1) Z-AとZ-BのL方向の引張強度の発現率はT-Aと同程度となった。
- 2) Z600, T700SC共にサイジング剤の種類でT方向の引張強度は大きく変化することが確認できた。

#### 参考文献

- 1) J.M Starbuck, LB. Cataquiz, Evaluation of Large Tow-Size Carbon Fiber for Reducing the Cost of CNG Storage Tanks, SAE Transactions Vol. 109, Section5: JOURNAL OF MATERIALS & MANUFACTURING (2000), pp. 793-798