

絹糸強化 FRP の成形および機械特性

知能材料学研究室

田中 晶久

1. 緒言

壊れにくく腐らないなどという FRP の大きな利点は、廃棄処理の点で考えると環境に大きな負荷をかけてしまう。そこで近年の環境問題に対する意識の高まりに応じて注目を集め始めているのが、材料に天然資源を使い、その材料が持つ生分解性（土中などの微生物分解）を利用した環境調和性の高い FRP である。本研究では、環境調和性が高く柔軟性の優れた FRP の創生を目的として、繊維に強度が高く優れた柔軟性を持つ絹繊維を使い、樹脂には生分解性と柔軟性を持つ PBS（ポリブチレンサクシネート）を採用した。そして制作した FRP の機械特性を調べた。

2. 実験材料および方法

2.1 生分解性 FRP の成形方法

繊維には 150T の絹の撚り糸を使用し、樹脂には PBS(ビオノーレ #1050)を使用した。成形方法の手順は、まず 15g の粒状 PBS を金型（縦 17cm, 横 17cm）に入れて、ホットプレスにて加熱・加圧成形（135℃, 0.2MPa, 10min）を行い、薄いシート状に成形する。次に、金型に絹糸を 100 回巻きつけ（200 本）、先ほど作ったシート状樹脂を金型に合わせて切り取り、糸束を挟むようにして設置する。そして、0.5mm のスペーサーを置いてホットプレスにて加熱・加圧成形（135℃, 0.6MPa, 10min）を行う。

2.2 引張試験

機械特性を調べるために FRP(繊維+樹脂)、樹脂のみ、繊維のみの引張り試験を行った。FRP と樹脂の試験片は縦 110mm, 横 15mm, 厚さ 0.5mm で Vf は 0.51 であった。また引張り試験では荷重と伸びを取得し、応力とひずみを算出した。一方繊維の引張り試験にはロ型に切り取った厚紙に絹繊維 20 本を接着し、試験機に取り付けた後に、厚紙の両端を切り引張試験を行った。

3. 実験結果および考察

図 1 に撚り糸 1 本あたりの荷重—ひずみ曲線を示す。グラフよりひずみが 0.04 付近までは線形を示し、それ以降から非線形になっている事が分かる。ひずみが 0.04 までの線形部分の傾きを剛性として評価すると、繊維の平均剛性は 86.1N となった。またグラフを見ると分かる通り最大荷重は 5.24N~5.89N で平均最大荷重は 5.45N, 最大ひずみがおよそ 0.15~0.18 となっており、絹糸が高い伸度を持っている事が分かる。

図 2 には FRP と樹脂の応力—ひずみ曲線を示す。FRP の場合は初期滑りを抜いて考えるとひずみ 0.02~0.04 の間で線形であり、0.04 を超えた値から非線形になっている。そのため 0.02~0.04 付近の傾きからヤング率を算出した。また PBS の場合は線形になっているひずみ 0.02~0.06 の傾きからヤング率を求めた。FRP 試験片の平均ヤング率は 1.79GPa, 樹脂の平均ヤング率は 0.25GPa となり、強化繊維により 7 倍以上

剛性が大きくなる事が分かる。また FRP の最大平均応力は 112.7MPa, 樹脂の平均最大応力は 23.8MPa となり、強化繊維を入れる事でおおよそ 5 倍近く強度が大きくなる事が分かった。しかし今回の引張試験では、つかみ部の応力集中で破壊が起こっているため実際の強度はさらに高いと思われる。複合則を用いて、FRP のヤング率を算出すると、理論値 1.89GPa となり実験値 1.79GPa に非常に近い値となった。よってひずみ 0.04 までの範囲では、FRP の特性が複合則に従っている事が分かる。

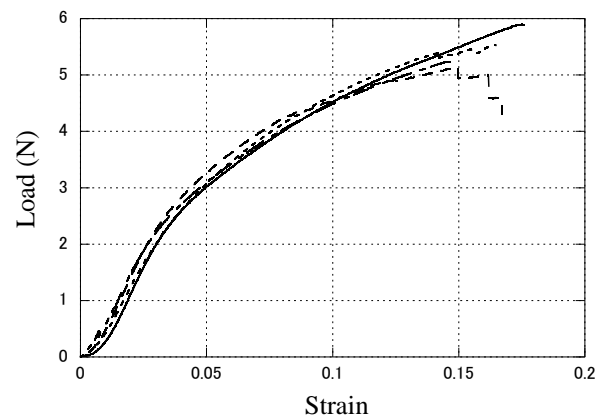


図 1. 撚り糸 1 本あたりの荷重—ひずみ曲線

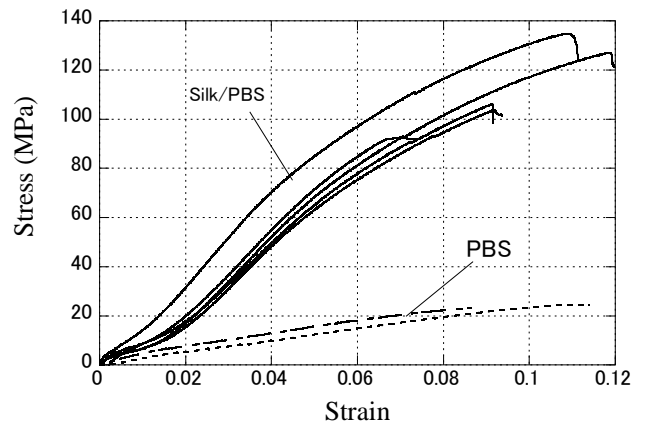


図 2. PBS 樹脂と Silk/PBS の応力—ひずみ曲線

4. 結言

今回の FRP では一方向のみで繊維を入れているため強度と剛性どちらの値も大きくなっている。その事を考え、繊維を直線に入れるのではなく角度をつけて繊維を入れていく事で剛性を低くすることが可能になる。また FRP の引張試験の結果を見ると樹脂の方で先に破壊が起きているため絹繊維の伸度を最大限に活かしていない。そのため PBS 以外の樹脂を使うことでさらに高い柔軟性を持った FRP の成形が行えると考えられる。