

爆砕竹繊維の引張強さとばらつきについて

1. はじめに

プラスチックの強度を高めるために、ガラス繊維や炭素繊維で強化したプラスチック部品が、自動車部品を始め多くの製品に用いられています。しかし、ガラス繊維と複合化したプラスチックは、廃棄時における環境負荷が高く、問題となっています。その解決方法として、麻や竹、ケナフなどの天然繊維を用いた強化プラスチックの開発が活発に行われています。一方で、天然繊維は断面形状や径の変動・ばらつきがあり、複合材料の力学的性質にも影響が現れるため、強化材としての天然繊維の性質も把握する必要があります。

ここでは、爆砕竹繊維の引張強さを調べ、そのばらつきを、脆性破壊する繊維強度分布モデルとしてよく用いられるワイブル統計で評価しましたので、その概略を紹介します。

2. 爆砕竹繊維の引張試験

まず、長さ100mmの竹繊維の両端35mmを、コの字型の台紙に瞬間接着剤で固定し、さらに上から厚紙を貼り合わせました。この試験片を引張試験機に取り付け、台紙を切断した後、引張試験を行いました。竹繊維の断面積は、光学顕微鏡で個々の繊維を2方向から撮影して直径を求め、楕円近似により算出しました。図1に竹繊維の引張強さと断面積の関係を示します。引張強さは、83~612MPaと非常にばらつきが大きい結果となりました。

3. 竹繊維の引張強さのばらつき評価

続いて、竹繊維の引張強さのばらつきの程

度を評価するため、2母数ワイブル分布関数を当てはめ、その母数の算出と分布適合性について検討を行いました。ワイブル分布の累積分布関数 F は次式で表されます。

$$F(\sigma) = 1 - \exp\left\{-\frac{V}{V_0}\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^m\right\} = 1 - \exp\left\{-\frac{A}{A_0}\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^m\right\} \quad (1)$$

ここで、 m は形状母数、 σ_0 は尺度母数を、 σ は引張強さを、 V および V_0 は、繊維の体積および平均体積を、 A および A_0 は、繊維の断面積及び平均断面積を表します。式(1)について、両辺自然対数を2回とると次式が得られます。

$$\ln \ln \frac{1}{1-F(\sigma)} - \ln\left(\frac{A}{A_0}\right) = m \ln \sigma - m \ln \sigma_0 \quad (2)$$

累積破壊確率 $F(\sigma)$ を、メジアンランク法 (n 個の強度データを昇順に並べた時の破壊確率 $F_i = (i-0.3)/(n+0.4)$) により求め、(2)式の左辺を縦軸に、 $\ln \sigma$ を横軸にプロットした結果を図2に示します。竹繊維の引張強さをワイブルプロットにより直線回帰したところ、相関係数は $R=0.887$ となり、ワイブル分布によく適合しているといえました。また、式(2)に基づいて直線回帰式から求めた形状母数は $m=3.1$ となりました。形状母数はばらつきの大きさに依存し、数値が大きいほど、ばらつきが小さいことを示します。竹繊維の形状母数は、ガラス繊維 ($m=4\sim 6$)、炭素繊維 ($m=7$ 程度) 等比べて小さく、天然繊維の特徴をよく表していると言えます。また、求めた値を基に、モデルに基づいた複合材料の強度予測を行うことができます。

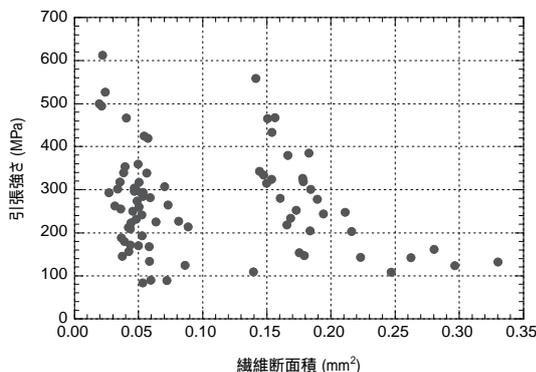


図1 竹繊維の断面積と引張強さ

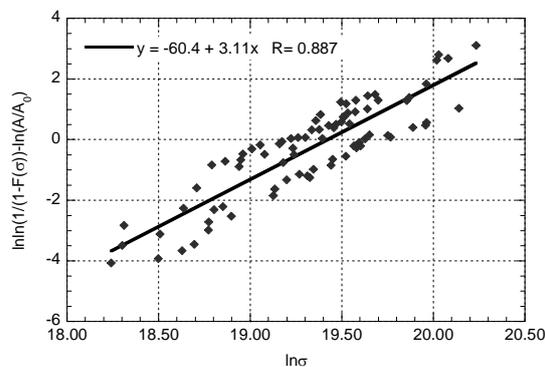


図2 竹繊維引張強さのワイブルプロット



工業技術部 化学材料室 高橋 勤子 (0566-24-1841)

研究テーマ：植物資源を利用した新しい材料開発

担当分野：高分子材料