

ノート

バナナ繊維/ポリブチレンサクシネート複合体の機械特性

安田 健^{*1)}, 梶山 哲人^{*2)}, 成瀬 雅公^{*3)}, 村田 清^{*4)}, 村上 雅人^{*4)}

Mechanical properties of banana fiber/polybutylene succinate composites

Takeshi Yasuda, Tetsuto Kajiyama, Masahiro Naruse, Kiyoshi Murata, Masato Murakami

キーワード: バナナ繊維, ポリブチレンサクシネート, 複合体, 機械的特性

Keywords: Banana fiber, Polybutylene succinate, Composites, Mechanical properties

1. 緒言

現在, プラスチックは大量消費社会に欠かすことの出来ない材料であり, 様々な分野において利用されている。しかし近年, 地球温暖化の問題解決に向けて, 二酸化炭素(以下 CO₂)排出を伴う石油を代表とする化石資源材料から大気中の CO₂ 量を増加させない, また CO₂ 排出を伴わない環境に低負荷な材料への切り替えが強く望まれている。その対策の一つとして, 天然繊維を利用してプラスチックと複合化することにより, プラスチックの使用量の削減, 高強度化などが期待されている。

本研究では, 数多くある天然繊維から, 利用状況, 生育との関係から大量に廃棄されるバナナの葉から採取されたバナナ繊維を用いて, 樹脂との複合化を行い, 曲げ試験, 衝撃試験を行った。

2. 実験方法

2.1 試料の作製 本研究では, バナナ繊維を長さ 5 mm にカットしたフィラー(以下 BF, 図 1)とバナナ繊維を 10% 水酸化ナトリウム溶液に室温で 2 時間浸漬した後, イオン交換水で中性になるまで洗浄し, 長さ 5 mm にカットしたフィラー(以下 BF-A)の二種類を, ポリブチレンサクシネート(以下 PBS, ビオノーレ#1020, 昭和高分子製)を用いた。複合方法は, ホットプレス機を用いて PBS と BF, BF-A をプレスした後, 粉碎し, 重量比でフィラー:PBS = 10:90(以下 10 wt. %), 20:80(以下 20 wt. %)となるように, 二軸押出機(PCM-30, L/D = 31.5, D = 30 mm, D はスクリュウ径, L はスクリュウ長さ, 池貝製)を用いて, シリンダー温度 140 °C で融融混練した。その後, 射出成形機(ネスタール 150/75, 最大型締力 75 トン, 住友重機械工業製)を用いて, 多目的試験片を成形した。多目的試験片の両端を切り, 長さ 80 mm × 幅 10 mm × 厚さ 4 mm の試験片を作製した。

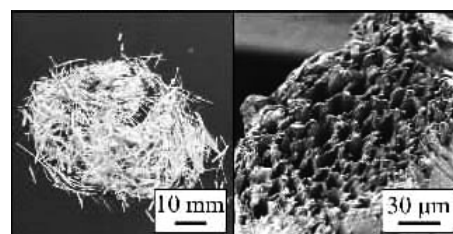


図 1. バナナ繊維

2.2 機械的特性の評価 作製した試料を各試験 5 本ずつ材料試験機(オートグラフ AG-10TD, 島津製作所製)を用いて, 曲げ弾性率, 曲げ強さの測定(支点間距離 64 mm, 試験速度 2 mm/min)と先端半径 0.25 mm, 深さ 2 mm の切欠きを入れ, シャルピー衝撃試験機(DG-UB, 東洋精機製作所製)を用いてシャルピー衝撃試験を行った。

3. 結果と考察

3.1 試料の表面形態 図 2 に BF と BF-A の表面の走査型電子顕微鏡(以下 SEM) 写真を示す。BF の表面形状がほぼ平滑であるのに対して, BF-A の表面には細かい凹凸がみられた。図 1 の断面図, 図 2(a)の側面図に示すようにバナナ繊維は, 数十本からなる数 μm の単繊維がリグニンで覆うような構造になっている⁽¹⁾。水酸化ナトリウム水溶液で

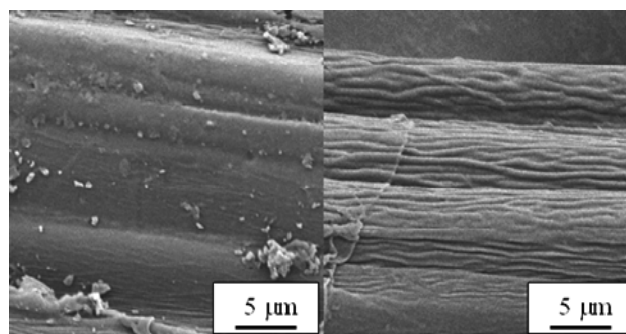


図 2. 二種類のフィラーの電子顕微鏡写真

*1) 繊維・化学グループ
*2) 材料技術グループ
*3) 芝浦工業大学大学院
*4) 芝浦工業大学

処理することによりバナナ繊維の表面にあるリグニンの一部分が除去され、単繊維の一本一本が表面に現れていると考える。

3. 2 三点曲げ試験 図3にPBS/BF複合体の三点曲げ試験における公称応力-公称ひずみ曲線を示す。PBSにBFを複合化させることにより曲げ弾性率、曲げ強さが向上した。BFの含有量が10 wt. %ではPBSと同様に公称ひずみ0.2まで伸びたが、BFの含有量が20 wt. %になると、公称ひずみが0.1未満で破断し、脆くなった。

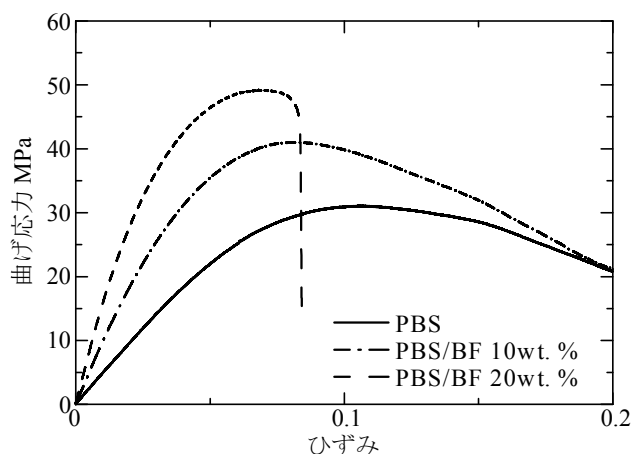


図3. BF/PBS複合体の三点曲げ試験における公称応力-公称ひずみ曲線

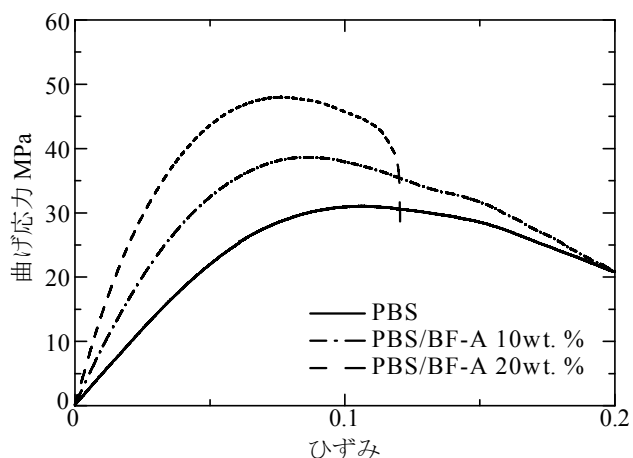


図4. BF-A/PBS複合体の三点曲げ試験における公称応力-公称ひずみ曲線

図4にBF-A/PBSの複合体の三点曲げ試験における公称応力-公称ひずみ曲線を示す。BF/PBS複合体と同じようにBF-A/PBS複合体も、BF-Aの含有量が増加すると、曲げ弾性率、曲げ強さが大きくなり、小さなひずみで破断した。バナナ繊維の含有量が同量の場合、BF/PBS複合体に比べ、BF-A/PBS複合体は、最大応力が小さくなった。20 wt. %では、BF/PBSと比較して最大応力は小さくなったが、破断ひずみが大きくなった。複合体が破断する場合、マトリックスとフィラーの界面から破断すると考えられるが、破断ひずみの向上したことから、マトリックス(樹脂)とフィラー(バナナ繊維)の界面密着性の向上が示唆されるため、

BFとBF-Aでは、BF-Aの方がPBSとの界面密着性が高いと考える。

3. 3 シャルピー衝撃試験 図5にシャルピー衝撃試験の結果を示す。結果は5回の平均値である。PBSとバナナ繊維を複合化することにより、PBS単体より衝撃値が下がった。しかし、BF、BF-Aともに含有量を増やすことにより、衝撃値は向上する傾向を示した。また、BF-A/PBS複合体のほうが、BF/PBS複合体よりも衝撃値が高かった。

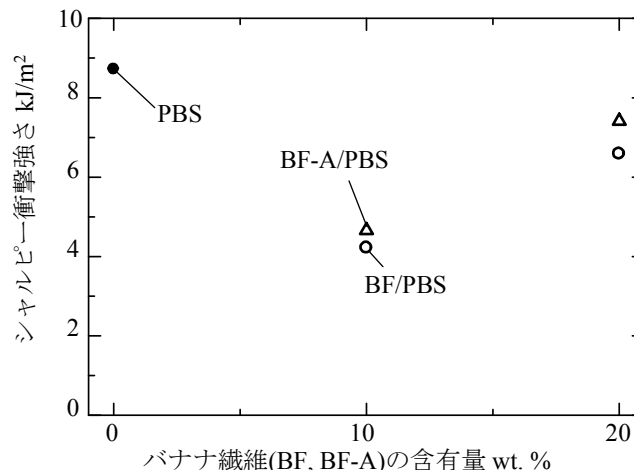


図5. PBS, BF/PBS複合体とBF-A/PBS複合体のシャルピー衝撃強さ

図6にシャルピー衝撃試験後の破断面にあるバナナ繊維のSEM写真を示す。BF(図6(a))は、図2(a)と同じように表面が平滑であることから、バナナ繊維がPBSから引き抜が生じているために、抜けた部分がボイドとなり、破断しているものと考えられる。BF-A(図6(b))は、バナナ繊維の表面に樹脂が付着しているような状態になっている。

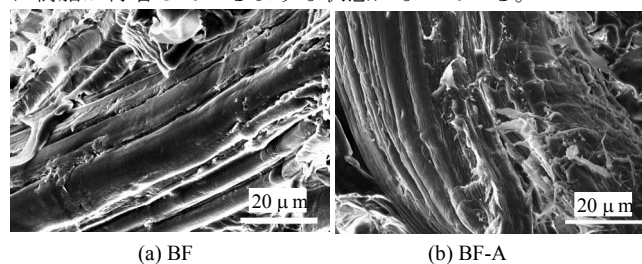


図6. BF/PBSとBF-A/PBS複合体の破断面におけるバナナ繊維のSEM写真

4. 結言

- (1) バナナ繊維を水酸化ナトリウム水溶液(アルカリ溶液)で処理することにより、処理しない場合に比べて、曲げ試験において破断伸びが大きくなるが、最大応力および弾性率は小さくなる。また、衝撃強さは大きくなる。
 - (2) アルカリ処理することにより、バナナ繊維と樹脂との界面の密着性が向上する。
- (平成23年5月19日受付, 平成23年7月5日再受付)

文献

- (1) 島地謙, 須藤彰司: 木材の組織, 47 (1976) 森北出版