

研究ノート

生分解性プラスチックと古紙材の複合化の検討

伊藤誠晃^{*1}、山田圭二^{*1}、高橋勤子^{*1}

Research on Composites of Biodegradable Plastics and Used Paper

Masaaki ITO^{*1}, Keiji YAMADA^{*1} and Isoko TAKAHASHI^{*1}Industrial Research Center^{*1}

生分解性プラスチックは環境負荷が小さい材料として着目されている。シュレッダー紙片は現状大部分が焼却処分されるため、廃棄物削減のために有効活用することが望ましい。本研究では、これらを原料とした低環境負荷複合材の作製を検討した。ラボプラストミルによる混練と熱プレス成形の結果、シュレッダー紙片の添加率が最大 30wt%の複合材が得られた。複合材の曲げ物性から、印刷物を細断したものに特別な処理をしていないシュレッダー紙片は強化繊維としての可能性が示唆された。

1. はじめに

近年、パリ協定やSDGsをはじめ持続可能な社会を構築するための取り組みがますます重要になっている。また、マイクロプラスチックのように環境に大きな負荷を与えるプラスチックの使用を控える動きも活発になりつつある。生分解性プラスチックは、環境に与える負荷が小さく、注目されている。しかしながら、コストの高さから普及が進んでいないのが現状である¹⁾。そこで、本研究ではポリブチレンサクシネート(PBS)系の生分解性プラスチックと古紙材の複合化を検討した。重量当たりのPBS系材料の使用量を抑えることで製品コストを下げ、生分解性プラスチックの利用促進を図る。同時に、古紙として再利用がほとんどされていないシュレッダー紙片を複合材料の原材料とすることで廃棄物の有効活用も目指した。

2. 実験方法

2.1 試料

生分解性プラスチックとしてポリブチレンサクシネートアジペート(ビオノーレ#3002、昭和高分子(株)、以下PBSA)を用いた。シュレッダー紙片は産業技術センター内で使用済みの再生紙(リサイクル PPC、大王製紙(株))をシュレッダー機(CRC33460、フェローズジャパン(株))で裁断し用いた。また、シュレッダー紙片の状態による複合化の影響を確認するため、印刷していない再生紙を細断したものとメッシュ径 1mm の粉碎機でシュレッダー紙片を粉碎したもの 2種類についても用意した。以降、シュレッダー紙片の区別については表1のとおりに区別する。

表1 紙片状態の区別

紙片の状態	呼称
① 印刷済みの紙を裁断	シュレッダー紙片
② 未使用の紙を裁断	未印刷紙片
③ ①を粉碎	粉碎紙片

2.2 実験

2.2.1 複合材の作製

PBSA にシュレッダー紙片を重量比で 0、10、20、30wt%となるよう二軸混練機(ラボプラストミル 4M150、東洋製作所(株))を使用して混練した。混練は 110°C の温度下で、回転速度は、全量投入までは 5rpm で、全量投入後は 10rpm で 10 分間混練を続けた。得られた複合材を長さ 80mm、幅 70mm、厚さ 4mm の型を用いてホットプレス成形した。成形は 130°C の熱板間で、5 分間放置後に 5MPa で 5 分間加圧、次いで圧力を解除し 4 分間冷却することにより行った。

2.2.2 複合材の曲げ試験

作製した板状複合材を長さ 80mm、幅 10mm に切断し、曲げ試験に用いた。曲げ試験は万能試験機(オートグラフ AG-50kNXplus、(株)島津製作所)により試験速度 2mm/min で 3 本ずつ行った。

3. 実験結果及び考察

3.1 複合材の作製

シュレッダー紙片を用いて板状に成形した複合材の様子(外観)を図 1 に示す。PBSA は乳白色の樹脂であるが、複合材は黒く濁っていることを確認した。また、すべての複合材に濃淡のムラが確認されたことから、混練もし

*1 産業技術センター 化学材料室

くは板への成形時に紙片が凝集し、均一に分散していないと考えられる。

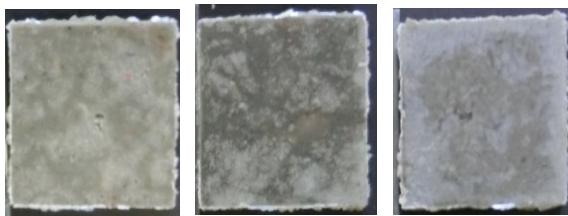


図 1 各種添加率のシュレッダー紙片複合材の外観
(左から添加率 10wt%、20wt%、30wt%)

3.2 複合材の曲げ物性

図 2 に曲げ試験の結果を示す。図中のエラーバーは標準偏差を示す(以下同じ)。シュレッダー紙片の添加量の増加に伴い曲げ強さと曲げ弾性率の向上が確認され、30wt%添加時で非添加に比べて曲げ強さは約 1.6 倍、曲げ弾性率は約 2 倍にまで向上した。

また、曲げ強さは添加率を 0wt%から 10wt%へと増加する際に大きく上昇したが、10wt%から 20wt%へと増加する際には大きな変化が確認できず、紙片ムラが物性に影響したと考えられる。一方で、曲げ弾性率は曲げ強度のように特定の割合へ変化する際に大きく変化せず、添加率の増加に伴い弾性率が増加したことから、紙片が強化繊維の働きをしていることが示唆された。

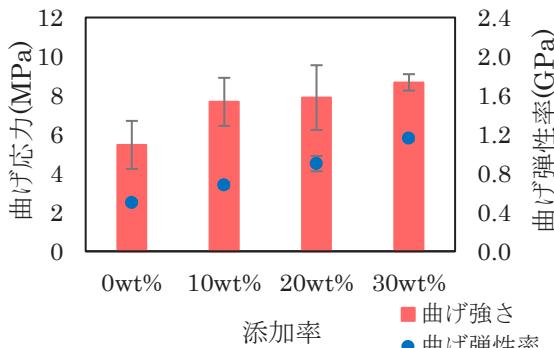


図 2 シュレッダー紙片複合材の曲げ物性

3.3 シュレッダー紙片の印刷の有無による影響

未印刷紙片についても同様に複合化し、曲げ試験を行った。その結果を図 3 に示す。

添加率 20wt%までの段階では印刷の有無による大きな差異を確認できないが、30wt%では曲げ強さ・曲げ弾性率ともに印刷ありの方が大きくなつた。インクが高温により溶け出し相溶化剤のような役割を果たした結果、シュレッダー紙片では未印刷紙片より強度・弾性率が向上したと考えられる。

3.4 シュレッダー紙片の大きさによる影響

粉碎紙片についても同様に複合化し、曲げ試験を行つた。結果を図 4 に示す。

30wt%添加で曲げ弾性率に大きな差が出た他、粉碎紙片を添加した複合材の曲げ強さが 20wt%添加より大き

く減少していることから、シュレッダー紙片を粉碎する必要性はないと考えられる。

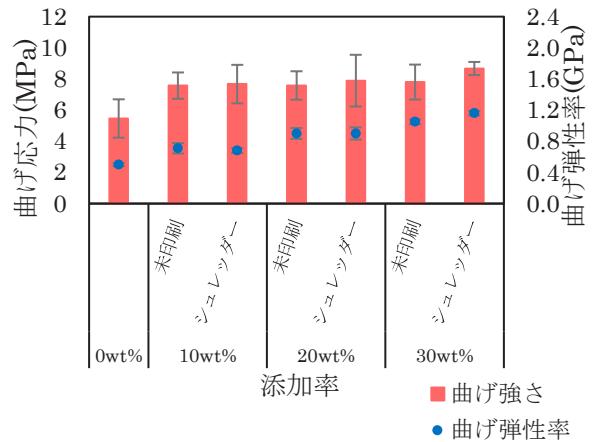


図 3 紙片の印刷の有無による複合材への影響

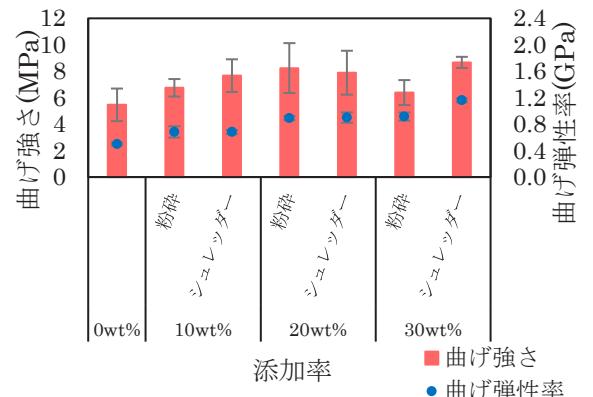


図 4 紙片の大きさによる複合材への影響

4. 結び

本研究では PBSA とシュレッダー紙片の複合化を検討し、その曲げ物性を測定した。結果は、以下のとおりである。

- (1) PBSA とシュレッダー紙片を混練した結果、30wt% 程度までの複合化が可能であった。
- (2) 複合材の曲げ試験から、複合材中のシュレッダー紙片に強化繊維としての働きが示唆された。
- (3) シュレッダー紙片は未印刷紙片や粉末紙片に比べて曲げ特性に優位性があることが判明した。

本研究ではラボプラストミルによる混練と熱プレス成形により複合化したが、複合材の外観から混練・成形時のシュレッダー紙片の凝集が示唆された。今後、二軸混練機により複合化し、射出成形した試験片でより詳細な物性評価を行っていく予定である。また、複合材中のシュレッダー紙片の様態の確認も検討する。

文献

- 1) 小松道男: 脱炭素時代のクリーン材料バイオマスプラスチックの教科書, 268(2021), 日経 BP