309

ホプキンソン棒法による PLA/PBAT ポリマーアロイの衝撃特性の評価

名工大 〇西田政弘 名工大[院] 市原宏紀 愛産研 福田徳生

Dynamic Property Evaluation of PLA/PBAT Polymer Alloys Using Split Hopkinson Pressure Bar Masahiro NISHIDA, Hiroki ICHIHARA and Norio FUKUDA

1緒 言

植物を原料(バイオマス)とするポリ乳酸(PLA)は 生分解性プラスチックの一種で,温室効果ガスの増加抑 制と石油資源の節約のため,有効利用が注目されている. しかし,ポリ乳酸は脆性的性質を示し,耐衝撃性が低い ことが問題となっている.そこで,著者らのグループは, 耐衝撃性の向上を目的として,ポリ乳酸にポリブチレン アジペートテレフタレート(PBAT)及びジアルキルパ ーオキサイド(PERHEXA)をブレンドした材料に注目 し,研究¹⁻³⁾を行い,Fig.1のようにアイゾット衝撃値が 大きく変化することを示している³⁾.しかし,その理由 など,PLA/PBAT ポリマーアロイの基礎的な力学挙動に ついては,未だ不明な部分が多い.そこで,本研究では, 配合比の異なるPLA/PBAT ポリマーアロイについて,衝 撃引張試験により応力-ひずみ曲線を測定した.



Fig.1 Impact resistance of different PLA alloys.



Fig. 2 Specimen shape of dynamic tensile tests.

2 試 験 片

原料は PLA(トヨタエコプラスチック S-17), PBAT (BASF 製) および PERHEXA 25B(日油製)である. 本実験では, PLA と PBAT および PERHEXA を配合比(重 量比)で 80:20,80:20:1,70:30,70:30:1,60: 40,60:40:1とした.アロイ化は2軸押出機(テクノ ベル製)により 180℃,400 rpm,100 g/min の条件で溶 融混練後得られたストランドを水冷,ペレタイズした後, 乾燥させた.その後,ホットプレスを用いて,190℃,5 MPa,30 min で加熱圧縮成形し,厚さ5 mm の板材を作 製した.さらに,板材より機械加工で,衝撃引張試験用 に,Fig.2に示すような標点間形状が,幅2mm,厚さ2mm, 標点間 4mm の試験片を作製した.

3 衝撃引張試験

Fig. 3 に示すような引張型ホプキンソン棒法を用いた. 入力棒には直径 12 mm,長さ 2000 mm,出力棒には直径 12 mm,長さ 2000 mmのステンレス合金製中実丸棒を用 いた.用いたステンレス合金の物性値を Table 1 に示す. 入力棒には試験片側の端面から 1750 mmの位置に、出力 棒には試験片側の端面から 350 mmの位置にひずみゲー ジを貼付した.試験片内の平均応力と平均ひずみは、

$$\sigma_{av}(t) = \frac{AE}{A_s} \varepsilon_t(t) \tag{1}$$

$$\varepsilon_{av}(t) = \frac{2c_3}{L} \int_0^t [\varepsilon_I(t) - \varepsilon_T(t)] dt$$
⁽²⁾

より求めた⁴⁾. ここで, E は入出力棒の縦弾性係数, C_3 は入出力棒の棒波速度, L は標点間の距離, A は入出力 棒の断面積, A_s は試験片の断面積, ε_I は試験片に入射す る入射ひずみ, ε_T は出力棒に透過する透過ひずみである.





Fig. 3 Experimental set up for dynamic tensile tests.

Table 1 Material constants of input and output bars

Density, p	$8.0 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Velocity of bar wave, c_3	4970 m/s
Young's modulus, E	200 GPa





4 実験結果

Fig. 4(a)に配合比 80:20と80:20:1, Fig. 4(b)に配合 比 70:30と70:30:1, Fig. 4(c)に配合比 60:40と60: 40:1 のポリマーアロイの衝撃引張試験結果を示し, PERHEXA 添加の影響を調べた.配合比 80:20 に PERHEXA を添加すると,破断ひずみは若干増加するもの の,応力-ひずみ線図はほぼ同じであった.配合比 80:20 では PERHEXA を添加しても,最大応力,縦弾性係数,破 断ひずみに大きな影響はみられないことがわかった.

一方,配合比 70:30 および 60:40 の材料に PERHEXA を添加すると,降伏応力,縦弾性係数は変化が見られな いものの,破断ひずみが大きく増加していることがわか る. PERHEXA を添加した場合,PBAT 配合比率の増加 につれて,破断ひずみが明確に増加していくこともわか る. このように,配合比 60:40:1では,応力-ひずみ 線図の面積であらわされる破壊までのエネルギー量が 大きく増加し,アイゾット衝撃試験結果で示したように, 配合比 60:40:1ではアイゾット衝撃値が増加したと考 えられる. Fig. 5 に, 配合比 60:40 および 60:40:1 の破面を示 す. 配合比 60:40 の破面は凹凸が無く, 脆性破壊して いるように思われる. 一方で, 配合比 60:40:1 の破面 は凹凸に富み, 破面が白化しており, PERHEXA 添加に より延性破壊に変化した.



(b) 60:40:1 Fig. 5 Fracture surface after dynamic tensile test.

5 まとめ

配合比の異なる PLA/PBAT ポリマーアロイを作製し, 引張型ホプキンソン棒法により動的応力-ひずみ曲線 を測定した. PERHEXA を添加した場合, PBAT 配合比 率の増加につれて破断ひずみが増加し,延性破壊となっ た.特に,配合比 60:40:1の場合,破断ひずみが大き く,アイゾット衝撃値の結果と関係付けることができた. 衝撃引張試験を行うに際し,スペース・ダイナミクス 研究所 小川 欽也 先生に多くのご助言をいただきまし た.ここに記して,謝意を表します.

参考文献

- 福田徳生,松原秀樹,北川陸太郎,高分子学会予 稿集 56-2, 5657 (2007).
- F. Signori, M.-B. Coltelli, S. Bronco, Polymer Defradation and Stability, 94, 74 (2009).
- M. Nishida, H. Ichihara, N. Fukuda, Proc. Int. Symp. Impact Engineering, 492, (2010).
- 小川欽也,第五回 衝撃工学フォーラムのテキス
 ト,17 (2006).