123 廃プラスチックによる輸送用パレット製造システム技術の開発

System Technology Development of Manufacturing Palettes from Waste Plastics

○平場智康(大倉工業), 正 江原隆一郎, 正 品川一成(香川大), 武田恵子(香川大学院生)
平井雅人(山本鉄工所), 野々村俊夫, 森本厳(徳島県立工業技術センター)

Tomoyasu HIRABA, Okura Indust. Co. Ltd., 1515, Nakatsu-cho, Marugame-city, Kagawa, 763-8508, Japan

Ryuichiro EBARA, Kazunari SHINAGAWA, Keiko TAKEDA, Kagawa University, Masato HIRAI,

Yamamoto Engineering Works Co. Ltd., Toshio NONOMURA, Iwao MORIMOTO, Tokushima Pref. Indust. Center

Key Words : Waste Plastics, Polypropylene(film), Polypropylene(pellets), Polyethylene, Fly ash-Polyethylene composite, Calcium carbonate-Polyethylene composite, palette

1. 緒言

我国におけるポリプロピレン、ポリエチレン樹脂廃プラスチックの総排出量は、年間約 300 万トンで、再生利用率は 13% 程度である。また、廃プラスチック再生品は、バージン製品に比較し、低品質、高コストという問題を有している。そこで、熱履歴による強度低下率を 10% 以下、成形コストを 50% 程度に抑えることを目標に廃プラスチックリサイクルシステム技術を開発した¹⁾。ここでは、リサイクルシステムの概要及び本リサイクルシステムを用いて成形した輸送用パレットの強度試験結果などについて報告する。

2. システムの概要

従来のマテリアルリサイクルにおいては、回収した廃プラを粉碎した後、樹脂別に選別し、粒状のペレットに熔融加工後、ペレットとバージン原料を混合し成形されていた。従来システムにおいてはペレットに関し、再生工程及び再成形工程の 2 度の熱加工を行うため、樹脂の熱劣化により成形品の強度低下を招いていた。また、製造工程が長く、複雑であるため、コスト押し上げの要因となっていた。

これらの問題を解決すべく、粉碎装置、熔融装置、射出装置、成形装置を一体化させ、同調運転が可能なシステムを開発した。開発した装置の概観を Fig.1 に示す。

Fig.1 Appearance of equipment

本再成形システムの特徴は下記の通りである。

- 1) ペレット化する必要のない直接成形が可能であり、コンパクトかつシンプルな成形ラインを有する。
- 2) 熔融ゾーンが 1 箇所だけであるため、熱履歴が 1 回の

みとなり、強度低下を最小限に留めることが可能である。

- 3) 粉碎部に高速カッターを採用することで、添加剤の混合が可能である。

- 4) 成形部を射出圧縮方式にすることで、流動性の悪い廃プラの成形が可能である。

3. 廃プラスチックの再成形

3.1 供試材料

本システムを用い、廃プラスチックの再成形を行い、輸送用パレットを試作した。供試材料としては、ポリプロピレンのフィルム【PP (film)】、ポリプロピレンのペレット【PP(pellets)】、高密度ポリエチレンのフィルム【PE】、高密度ポリエチレンフィルムにフライアッシュを 20% 添加したもの【PE+FA】、高密度ポリエチレンフィルムに炭酸カルシウムを 20% 添加したもの【PE+CaCO₃】の 5 種類を用いた。

3.2 パレットの成形

各廃プラスチックを粗粉碎した状態で成形機へ投入した。成形機内でまず廃プラを粉碎部で微粉碎し、押出機へ圧入した。その後、押出機で熔融し計量部へ圧送し、熔融樹脂を必要量計量した後、成型金型内へ射出し、圧縮成型を行った。成形された半面パレット野寸法は 1100^φ×1100^φ×75^hmm である。成形された半面パレット同士を熱プレスにて熱溶着し 1100^φ×1100^φ×150^hmm 寸法のパレットを作製した。作製した半面パレットの外観を Fig. 2 に示す。

Fig.2 The produced palette

4. 再成形パレットの特性

4.1 切り出し試験片の引張および疲労試験結果

試作したパレットから JIS K7113 2 号形試験片を切出し、引張速度 0.83mm/sec、室温にて引張試験を行った。5 種類の供試材の応力-ひずみ曲線を Fig. 3 に示す。最大引張強さは、PP(film)、PP(pellets)、PE、PE+FA および PE+CaCO₃ の順に、29.62、29.81、22.81、27.02、18.80MPa を示した。一般に、PP、PE(高密度)の最大引張強さは 21~37 および 18~35MPa 程度²⁾であり、再生された PP、PE の最大引張強さはそれぞれバージン材の 80~141、65~127%と廃プラの強度向上という目的に略適った十分な強度が得られた。PP については film に比較し pellets の引張強さが若干向上しているが大差は無い。FA の添加により PE の引張強さは約 20%向上し、複合化により廃プラの強度特性の向上が可能であることが判明した。しかしながら、CaCO₃ の添加効果は全く見られず引張強さは約 20%低下した。これは CaCO₃ と PE との界面に剥離が生じ CaCO₃ に

Fig. 3 Stress-strain curves

による複合効果が十分でなかったためと考えられる。再生廃プラの複合化にあたっては添加物の形状を考慮し、添加物と母材の界面の強化法に留意することが肝要である。疲労試験には引張試験片と同一試験片を用い周波数 20Hz、応力比 0.5 の試験条件下で軸荷重疲労試験を行った。10⁷ 回疲労限度は PP(film)、PP(Pellets)、PE、PE+FA および PE+CaCO₃ の順に 3.75、4.00、2.25、2.25、2.00MPa となり、最大引き張り強さの約 13、13、10、8、11%を示し最大引張強さの大きさに比例する値を示した。

4.2 パレットの強度試験結果

試作した 5 種類の輸送用パレットについて JIS Z0606-1988 「平パレット試験方法」に基づき強度試験を行った。強度試験は、脚部圧縮試験、曲げ試験、下面デッキボード試験、落下試験の 4 項目について実施した。脚部圧縮試験ではパレット脚部へ荷重を 2450N から 10790N まで増加させた際の圧縮ひずみ増加量を測定した。曲げ試験方法を Fig. 4 に示す。曲げ試験ではパレット中央部へ荷重を 980N から 12250N まで増加させた際のたわみ率、および荷重を 980N まで減少させた際の残留たわみ率を測定した。下面デッキボード試験ではパレット開口部の上面へ荷重を 980N から 11280N まで増加させた際のひずみ増加量を測定した。落下試験では、パレットの対角線が鉛直となるよう吊り上げ、高さ 500mm から同一角を 3 回落下させ、対角線長さの変化率を測定した。これらの試験結果および JIS Z0606-1993 「プラスチック製平パレット」の強度基準値を Table. 1 に示す。

本試験の結果、PP(film)及びPP(pellets)については、JIS A 種の基準たわみ率以下であったが、PE、PE+FA および

PE+CaCO₃ については A 種基準を若干超える結果であった。一般に PP、PE の曲げ弾性率は 1200~1800 および 500~1000MPa 程度と元来 PP の方が高剛性であるため、PP 系に対して PE 系のたわみ率が低くなったものと推察されるが、FA や CaCO₃ の添加による曲げ剛性向上効果は見られなかった。残留ひずみについても PP 系に比べ PE 系が 2~3 倍程大きくになっているが、何れも A 種の基準残留ひずみ以下であった。他の脚部圧縮試験、下面デッキボード試験、落下強度でも全て A 種基準以下であった。従って、PP 系では JIS A 種、PE 系では JIS B 種に適合する強度のパレットが得られることが判明した。

Fig. 4 Bending test method

Table.1 Results of the bending test

Material	Compressive deformation	Deflection rate	Residual deflection rate	Deck deflection rate	Diagn. change in Drop test
	mm	%	%	%	%
PP-Film	0.53	1.45	0.08	1.54	0.00
PP-Pellets	0.42	1.42	0.08	1.55	0.00
PE	0.59	1.51	0.21	1.59	0.00
PE+FA	1.01	1.52	0.31	1.60	0.07
PE+CaCO ₃	0.54	1.52	0.20	1.51	-0.07
JIS-A	≤4.0	≤1.5	≤0.5	≤2.5	≤1.0
JIS-B	≤4.0	≤5.0	≤0.5	≤8.0	≤1.0

5. 結言

- 1) 廃プラスチックの再成形にあたって、ペレット化を行わず、直接成形するリサイクルシステムを開発した。
- 2) 再生廃プラの PP および PE の最大引張強さはそれぞれ 29.62(film)および 22.81MPa で、バージン材と比較し、十分な最大引張強さを有する。
- 3) PE に FA を添加することにより最大引張強さが約 20%向上し 27.02MPa を示した。一方、CaCO₃ の添加により PE の最大引張強さは 18.80MPa となり約 20%低下した。
- 4) 試作パレットの曲げたわみ率は PP 系で 1.42~1.45%、PE 系で 1.51~1.52%を示したが、PE への FA 及び CaCO₃ 添加によるたわみ率の変化は見られなかった。
- 5) 再生廃プラを原料として作製した輸送用パレットは PP 系で JIS A 種、PE 系でも JIS B 種に適合する。

参考文献: 省略