

複合型廢棄毯毛回收處理之製程評估 Complicated Abandon Carpets recycling process assessment

張正杰、龔健璋

Cheng-Chieh Chang, Jian-Wei Kung

財團法人塑膠工業技術發展中心

Green Energy Technology Group, Materials Technology Department

Plastics Industry Development Center

E-mail : coopercc@pidc.org.tw

摘要

本文主要研究來自於廢棄地毯的複合型廢棄物，若在無法完全分離其組份時，回收處理之方式。首先利用 FTIR 進行定性分析，源自於廢棄地毯之廢棄物，其主要成分為 PP 及 PET 水解後的產物。再由 DSC 可進一步確認其組份，再進一步利用 FTIR 定量分析，發現 PP 含量為 92.4%。另外，由於所回收之物品為複合型廢棄毯毛，因為質輕又互相纏繞(entanglement)的關係，故無法直接進行造粒，需使用錐形異向雙螺桿進行強迫進料。由於所回收之 PP 粒子其物性相較於市售之回收料仍稍不佳，故未來須加以改質才具有實用價值。

關鍵字詞：廢棄毯毛、纏繞、強迫進料

Abstract

This study shows a recycle process about complicated abandon carpets, if can not separate each components completely. First we use FTIR to qualitative analysis, found that the main component is PP and PET hydrolysis product. Then can be further confirmed by the DSC its components, and using FTIR quantitative analysis, found that the PP content is 92.4%. In addition, because the weight of abandon carpets is too light and it's entanglement, so need to use a cone-rotating twin screw to forced feeding. Because the physical properties of recycled waste carpets is less than commercially recycled material, so we need to be modified in the future.

Keywords: abandon carpets, entanglement, forced feeding

1. 前言

在一般的廢棄物中，其材料組成幾乎都是複合的材質，但在回收廠處理的過程中，僅能用大項來分類，故在回收材料體系中皆含有其他的材料(約 5-10%)，如此，就會造成回收材料的物性下降、成型性不佳等缺點，故複合型廢棄物回收回收處理成本過高，使用率偏低。[1]

國內由於缺乏產業循環性之連結、回收再利用之成本、技術與污染控制等因素限制，使得可循環再利用之資源物無法妥善再利用，反而進入廢棄物處理體系，如此不僅造成資源物的浪費，且增加大量的處理設施需求及處理費，進而造成多重經濟損失，也不符國家永續發展。爰此，再利用之工作更是刻不容緩，如果可以藉由回收再製造的過程，使原本是廢棄物的材料，重新變成

可以使用的材料，不僅僅可以減輕地球的負擔，也可以創造不同的資源。[2]

故本文主要研究來自於廢棄地毯的複合型廢棄物，若在無法完全分離其組份時，回收處理之方式。

2. 實驗

2.1 實驗材料

本研究所使用之原料如下：

- 1.複合型廢棄物，新澧企業有限公司提供。
- 2.回收聚丙烯(r-PP)，大豐環保科技股份有限公司提供。

2.2 實驗儀器及設備

本研究所使用之設備如下：

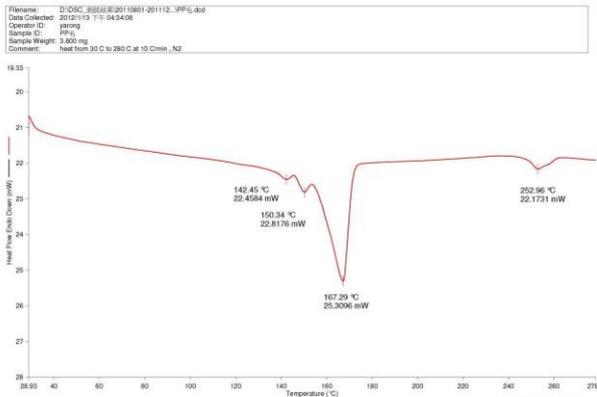
PP#2-表.sp / W.idx Euclidean Search Hit List

0.924 W01973 NOVA-PAC POLYPROPYLENE VALUE BAG REINFORCED WITH POLYOLEFIN FIBERS
0.920 W01974 NOVA-THERM VP-210 WOVEN POLY-OLEFIN FABRIC 12 X 10 POLY-PROPYLENE COATED, 1.5 MIL 1 SIDE
0.919 W0145 FORTILENE 5401 POLYPROPYLENE
0.908 W01395 NFF-8420-BK
0.906 W01972 NOVA-PAC POLYPROPYLENE SEED BAG REINFORCED WITH POLYOLEFIN FIBERS
0.904 W01162 REZENE PPT332
0.904 W01161 REZENE PPT155
0.899 W02667 FORTILENE 4141F POLYPROPYLENE COPOLYMER
0.898 W02404 AMCO 4018 POLYPROPYLENE
0.897 W02669 FORTILENE 9665 POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER
0.897 W01446 FORTILENE 2240 POLYPROPYLENE
0.895 W01448 FORTILENE 3251 POLYPROPYLENE
0.895 W01449 FORTILENE 4141 POLYPROPYLENE
0.894 W02666 FORTILENE 3907 POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER
0.893 W02668 FORTILENE 9205 POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER
0.892 W01452 FORTILENE 8141 POLYPROPYLENE
0.891 W02664 FORTILENE 3230 POLYPROPYLENE HOMOPOLYMER
0.891 W01894 POLYPROPYLENE, TINTED TO FULL SHADE WITH TRANS-OXIDE RED 0.5 PARTS COLOR, 100.0 PARTS RESIN
0.891 W02405 AMCO 4036 POLYPROPYLENE
0.890 W01394 NOVAMONT D-007-W

Copyright 1980, 1981-1993 Sadtler. All Rights Reserved.

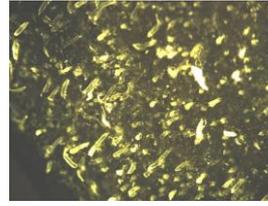
圖二 FTIR 定量分析結果

進一步進行 DSC 分析，如圖三所示，從熔融峰值來判斷，認為 252.96°C 應當為樣品中殘留的 PET 部分，而 167.29°C 應為 PP 部份，但 142.45°C 及 150.34°C 兩支熔融峰無法判定為何種物質。但從加工的角度來看，一般的 PP 押出造粒溫度通常在 200°C 以內，由 DSC 圖可知，只有 252.96°C 的殘留 PET 不會熔融，其他的部份則會熔於 PP 內，倘若對加工製程及物形影響不大，則暫時毋須考慮，僅需解決 PET 殘留之問題即可。



圖三 複合型廢棄物之 DSC 圖譜

另外，針對本批次樣品，亦進行了光學顯微鏡之觀察，如圖四及圖五，在 40 倍放大倍率下可清楚觀察到透明纖維狀的物質，再一步證實了此為殘留之 PET。



圖四 光學照片(1)



圖五 光學照片(2)

3.2 複合型廢棄毯毛造粒技術

本計畫所回收之物品為複合型廢棄毯毛，因為本身質輕，因互相纏繞(entanglement)的關係，導致體積鬆散，假比重大，如果要直接與其他塑料或粉體進行混合，會有混合不均之問題。倘若要直接造粒，於造粒的過程中也會因為假比重的問題，造成下料階段的架橋作用，製程不能順暢的生產，所以在造粒初期也遇到相當大的困難，需要不時以人工方式破壞毯毛間的架橋才能順利下料，但考慮此種方法於日後並無量產的可能性，所以在下料方面，以錐形異向雙螺桿進行強迫進料，如圖七所示，由於錐形異向雙螺桿擠出力大，故可順利解決下料不順之問題。

另外，由於所回收之廢棄毯毛數量相當大，以量產角度而言，最適化製程為利用單螺桿押出機直接押出，並佐以自然冷卻再行造粒，如圖八及圖九所示；相關之單螺桿造粒製程參數如表一。



圖六 單螺桿造粒機



圖七 錐形迫近螺桿



圖八 模頭部份



圖九 造粒製程

表一 造粒製程參數

迫近螺桿轉速	900rpm		
押出螺桿轉速	1200rpm		
Die(模頭)	III	II	I(下料)
180°C	180°C	180°C	170°C
切粒機轉速	300rpm		

3.3 複合型廢棄毯毛射出技術

射出成型用的膠粒最好在儲存時能給予密封，以避免吸收水氣，使用前必須把膠粒的含水率降至 0.15%以下；建議的烘料溫度及時間為 80°C，4 小時，以一般標準的射出機即可成型加工。套筒的溫度設定最好介於 160°C-180°C，設定溫度不可超過 220°C。膠料於料管滯留的時間亦不可過長，以免塑料的裂化致使物性降低。

射出加工時，背壓以較原材料未加回收 PP 毯毛時高為宜，射出速度以中速較佳，保壓約為射壓的 10%，由於 PP 材料縮水率較大，所以保壓時間需較長，同時需注意到鎖模力的大小。[3] 本計畫相關之 ASTM 試片射出成型製程參數如表二。

表二 射出成型參數(震雄射出機 SM-50)

參數	PP 系列(10%、20%、30%、40%)
鎖模力	50Ton(SM-50)

套筒	IV(射嘴)	III	II	I(下料)
溫度	180°C	180°C	170°C	160°C
計量	82mm			
射出速度	I	II	III	IV
	50%	40%	30%	20%
射出位置	I	II	III	IV
	70mm	35mm	25mm	-
射出時間	1.8sec			
保持壓力	I	II		
	12%	-		
保壓時間	I	II		
	8sec	-		
保壓切換點	25mm			
冷卻時間	12sec			
背壓	20bar	模溫	25°C	

4. 結論

根據 FTIR、DSC 及 OM 分析可知，源自地毯之複合型廢棄物其組成為聚丙烯(PP)及聚酯(PET)。又因為質輕，會互相纏繞(entanglement)，故無法直接進行造粒，需使用錐形異向雙螺桿進行強迫進料。

根據本中心先前之經驗，若此複合型廢棄物測試出來之物性與一般市售 PP 回收料差異不大時，仍有其使用價值，可符合經濟效益。所以將本批次所回收之複合型廢棄物以雙螺桿押出機搭配造粒設備進行造粒，再利用射出成型機進行 ASTM 標準試片製作，測得一系列之機械性質，如表三所示。

表三 市售 PP 回收料與本計畫複合型廢棄物機械性質比較

項目	單位	市售 PP	複合型
----	----	-------	-----

		回收料	廢棄物
抗拉強度	Kg/cm ²	326	229
彈性係數	%	125	24
抗彎強度	Kgf/cm ²	14114	13239
衝擊強度	Joule/m	44.5	49.5

由於所回收之 PP 粒子其物性相較於市售之回收料仍稍不佳，故未來須加以改質才具有實用

價值。

5. 參考文獻

- 1.孫志強，塑膠廢棄物回收與再利用，台北：塑膠世界雜誌社，2000
- 2.經濟部工業局，工業廢棄物資源化發展年鑑，台北：財團法人台灣綠色生產力基金會，2006
- 3.胡雲宏，射出成形寶典：現場實務運用工具書，台中：財團法人塑膠工業技術發展中心，2008