

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

PE 與 HIPS 之摻混回收可行性探討

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：90-Ac-14

執行期間：90 年 1 月 1 日至 90 年 12 月 31 日

計畫主持人：林彰泰

共同主持人：

計畫參與人員：劉孟春

執行單位：醫藥化學系

中華民國 91 年 02 月 25 日

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

PE 與 HIPS 摻混回收可行性探討

The Study of Recovery of High Density Polyethylene and Polystyrene Blend

計畫編號：90-Ac-14

執行期間：90年1月1日至90年12月30日

主持人：林彰泰

一、摘要

本研究目的在於將市售鮮奶瓶等 HDPE 製品，利用機械摻合 (mechanical blending)，加入熱塑性彈性體 PS 或 HIPS 以期回收再利用 HDPE。本文利用拉伸試驗，衝擊試驗探討摻合體的拉伸強度與耐衝擊值，利用熱變形測其受熱變形的溫度。實驗結果顯示，當摻入 HIPS 或 PS 後，斷裂強度有增強，衝擊強度減少，斷裂伸長率減小，熱變形溫度升高的趨勢。

關鍵字：高密度聚乙烯(HDPE)、耐衝擊聚苯乙烯(HIPS)、聚苯乙烯(PS)、摻合(blending)、拉伸強度、衝擊值、熱變形溫度。

二、前言

人工合成的高分子聚合體用途非常廣泛，主要它價格便宜，易加工，且性能優越，硬如鋼，軟如綿，在各種民生物品，機械工具，建築材料及各種工業上均有應用。近年還推廣至人工移植材料，藥物膠囊等醫療方面，飛機，人造衛星等航太材料方面亦採用了部分高分子材料^[1]。

而工業技術的進步，使得更多的高分子結構相繼的被開發，使得聚合體的產量快速提昇。1966年全世界的各種聚合體年產量為 1600 萬噸，並以高於其他任何工業

的成長率快速成長，高分子聚合物似無止盡的被製造出來，而那些老舊的廢棄物又何去何從？面對這日益增加的龐大污染，尋求消解決之道，實為刻不容緩的事情。

自 70 年代以來人們為解決所謂的白色污染而不斷的研究各種方法^[2]，而傳統處理廢棄物的方法（焚化法、掩埋法）對絕大多數的高分子聚合體似乎行不通，焚化法所產生氣體腐蝕裝置，並有黑煙，與激烈刺鼻的惡臭，最大的致命傷是燃燒時所伴隨的有毒氣體（如戴奧辛）的產生，造成空氣污染，嚴重破壞地球生態。相較之下掩埋法似乎較為實際的處理方法，掩埋法改善了焚化法的缺點，不易造成空氣污染，且成本更低，使用過後的土地，可闢成公園綠地，但高分子聚合體不易分解，長期埋在地下會造成土地的不安定，而材料中所含的有害物質（如安定劑、染料或重金屬）亦可能溶出滲到土壤中形成另一波的污染，所以上述兩種方法皆不為理想處理高分子廢棄物的方法^[3-5]。發展可被生物或光分解的聚合體似乎是可行的，近年來也發現聚己內酯（PCL），聚乙二醇（PEG）加入聚合物中可以製成可被光分解又可被生物分解的塑料，因 PEG 的吸水性好，可使滲進入聚合物的水分子可攻擊 PCL 的酯基而使其水解；而 PCL 的酯基易吸收紫外光，來攻擊 PEG 的醚鍵，達到光分解與水分解的目的^[2]。不過此項技術尚未健全，欲

達實用仍有瓶頸需突破。利用新品種的微生物分解聚合體，實屬理想方法，欲使微生物體能達其分解效果，又要有效控制不致發生另一波生物災害，以現今生物科技還有一段很長的路要走。

三、研究動機與目的

利用摻合法(blending)改質泛用塑膠及工程塑膠是近二十年來高分子材料方面的熱門研究課題之一，以現有高分子材料為主，藉由摻入其他成分以期改質得到具有優良的物理性質及機械性質的摻合體 (Polymer Blends, Polyblends)^[6]。若將此法應用於回收資源再利用，在經濟方面應具有極高的競爭力，吾人以回收的高密度聚乙烯(HDPE)瓶，摻入不同比例的聚苯乙烯(PS 或 HIPS)，利用機械摻合 (mechanical blending)，製成新的摻合型聚合體，並做拉伸試驗、衝擊試驗及加熱變形，測試 HDPE 摻入不同比例的 PS 或 HIPS 下的各項機械性質。

四、材料與方法

4.1 材料：

- (1) 將鮮奶瓶(高密度聚乙烯,HDPE)、養樂多瓶(耐衝擊聚苯乙烯, HIPS)，洗淨後風乾，剪成邊長約 5mm 之小碎片，混合均勻，待押出製粒。
- (2) 將鮮奶瓶(高密度聚乙烯,HDPE)、金蘋果瓶(聚苯乙烯,PS)，洗淨後風乾，剪成邊長約 5mm 之小碎片，混合均勻，待押出製粒。

4.2 機械摻合：

將 HDPE(PS or HIPS)投入混練押出機 (Laboratory mixing extruder, Atlas)加料斗中，在 190°C 下押出製粒。

4.3 射出成型：

取 HDPE、HIPS 及 HDPE、PS 押出粒以射出成型機(聯有機器)在 210°C 下射出成型。

4.4 拉伸試驗：(根據 ASTM D638)

材料拉力試驗機(Shimadzu,AGS-100D)在常溫下進行拉伸試驗。每種樣品至少做十五次試驗，並記錄其最大降伏應力、降伏伸長率、斷裂應力、斷裂伸長率。(拉伸速度為 20mm/min)。

4.5 衝擊試驗：(根據 ASTM D256)

衝擊試驗(高鐵 GT-7045)在常溫下進行衝擊試驗 (Izod)。每種樣品至少做十五次試驗，並記錄其 α 、 α' 、 β 、 β' 、 θ 的角度，由這些角度可計算出衝擊值。

4.6 熱變形試驗：(根據 ASTM D648)

利用加熱變形溫度試驗機(高鐵 GT-7047)進行熱變形試驗。每種樣品至少做三組試驗，記錄其變形溫度。

五、結果與討論

5.1 衝擊強度 (Impact Strength)：

從圖 1 得知，在摻混入 HIPS 或 PS 後，衝擊強度有減少的趨勢，即越來越脆，可承受的衝擊力越來越小。隨著摻混 HIPS 或 PS 的量愈多時，衝擊強度也隨之減少。少量的 HIPS 對 HDPE 摻合物衝擊值影響較大，但隨 HIPS 量的增加衝擊值變化率漸小。而少量的 PS 對 HDPE 摻合物衝擊值影響較小，但隨 PS(1200/800)量的提高，摻合物衝擊值的減小效應有明顯的增大現象，這是由於 HIPS 中 SBR(苯乙烯-丁二烯)橡膠成分顯現它吸收衝擊能量所造成，因為在

HDPE/HIPS(1200/800)摻合物中隨著 HIPS 成分比例的提高，摻合體中的 SBR 成分比例亦隨著升高，這些少量的 SBR 成分突顯了吸收衝擊能量的效果。

5.2 斷裂強度 (Fracture Strength) :

從圖 2 得知，在摻混入 HIPS 或 PS 後，斷裂強度有增強的趨勢，亦即可承受更大的力量。因為 HIPS 或 PS 本身材質較硬且脆，因此在摻入 HIPS 或 PS 後會增強 HDPE 在拉伸時的斷裂強度。另外，PS 對 HDPE 摻合物的斷裂強度增強效果比 HIPS 來得大。吾人認為 HIPS 中 SBR 橡膠成分導致 HDPE/HIPS 摻合物之斷裂強度較 HDPE/PS 來得低。

5.3 斷裂伸長率 (Elongation) :

在 HDPE 中摻混入 HIPS 或 PS 後，其斷裂伸長率有越小的趨勢，由圖 2 與圖 3 比較，當斷裂強度越小時，其斷裂伸長率會越大。由此可看出斷裂伸長率與斷裂強度呈反方向的改變。同時由圖 3 可看出與耐衝擊性質有同樣的現象，亦即 PS 在低含量 (1800/200) 時的斷裂伸長率低於 HIPS(1800/200)，但 PS 在高含量 (1400/600) 時卻比 HIPS(1400/600) 差，這再次驗證了 HIPS 中 SBR 橡膠成分顯現它較純的 PS 軟而韌的效果。

5.4 熱變形溫度 :

在摻混入 HIPS 或 PS 後，熱變形溫度有越來越高的趨勢，如圖 4，因為 HIPS 或 PS 的熱變形溫度都比 HDPE 的熱變形溫度來的高，亦即可耐更高的溫度。在沒有摻入任何 HIPS 或 PS 時，熱變形溫度為 55.5°C (最低)，隨著 HIPS 的摻入比例增加，熱變形溫度亦有越來越高的趨勢；而 PS 摻合物的熱變形溫度稍高於 HIPS 摻合物。基於

同樣的理由 HIPS 中 SBR 橡膠成分使得 HDPE/HIPS 熱變形溫度比 HDPE / PS 來得低。

摻合體的衝擊強度方面，主要決定於 HDPE 的含量多寡，因 HDPE 是一種較具韌性的塑膠可吸收較大的衝擊能量，在衝擊試驗時並無法打斷；但隨著 HIPS 或 PS 的摻入，衝擊強度開始下降，耐衝擊性變差。而 PS 的摻入使摻合物的衝擊強度下降的程度更甚於 HIPS，這乃是 HIPS 中 SBR 橡膠成分吸收了部分的衝擊能量所致。由斷裂強度和斷裂伸長率的結果可看出未摻入任何 HIPS 或 PS 的 HDPE 的斷裂強度較低，斷裂伸長率較高。因為 HDPE 是一種較 PS 或 HIPS 軟且韌的塑膠，而隨著 HIPS 及 PS 的摻入使摻合物的剛性增強，斷裂強度增加，但斷裂伸長率卻急遽降低，在到達 HDPE : HIPS (或 PS) 為 7 : 3 時趨近於零，摻合體變得堅硬且脆，而失去彈性。在熱變形溫度實驗中，HDPE 的熱變形溫度為 55.5°C，但在加入硬質的 PS 或 HIPS 後，其熱變形溫度大幅的提高，HDPE/PS (or HIPS) =4/1 時，熱變形溫已接近 80°C，明顯的提升了聚合物的耐熱性。

由上述的結果可發現，不管在 HDPE 中摻入 HIPS 或 PS，其摻入的量若超過 30%，機械性質及熱性質就會有大幅度的改變，摻混後摻合物的機械性質與原來的性質偏離甚大，從軟而韌變成硬而脆，但也比較能耐高溫。所以在回收摻混再利用時，可視材質的用途選擇不同的摻合比例，以製造出實際耐用的物品。從本研究發現尋找一最佳的摻混比例，可有效的回收再利用高分子廢棄物，期能達到 reduce、recycle、reuse 的目的。

六、致謝

本研究承蒙校長王昭雄博士之鼓勵及技合處經費(90-AC-14)之補助得以順利完成，在此特表謝意。

七、參考文獻

1. 林建中 (1998)，高分子化學原理。歐亞書局有限公司。
2. 聚乙烯/聚己內酯-聚乙二醇共聚物共混物組分相容性極光水雙降解的研究，柯毓才等，高分子學報，2001。
3. 郁仁貽 (1998)，實用聚合物化學及塑膠之成形與應用。徐氏基金會。
4. 張俊文 (1977)，化工材料。正文書局。
5. 塑膠材料(上冊) J.A. BRYDSON，范啓明譯，大中國圖書公司，1989。
6. 羅小珍 (1996)，國立成功大學化學工程研究所碩士論文。
7. Paul,D.R,Vinson,C.E.and Locke,C.E ， Polymer Engineering and Science, , vol . 12, no.3, pp.157-166 , 1972

圖 1 HIPS/HDPE 和 PS/HDPE 的斷裂強度 圖 2 HIPS/HDPE 和 PS/HDPE 的衝擊強度

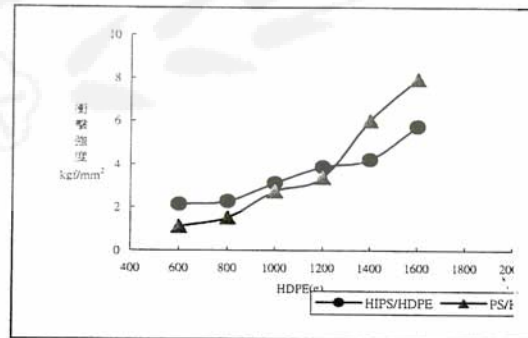
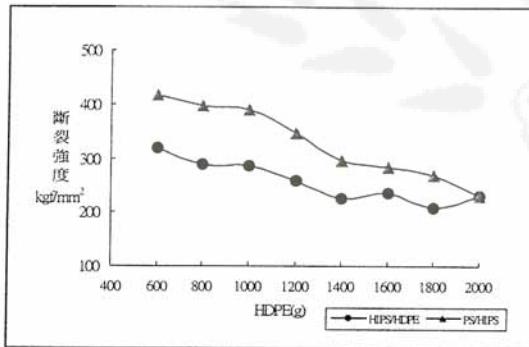


圖 3 HIPS/HDPE 和 PS/HDPE 的斷裂伸長率 圖 4 HIPS/HDPE 和 PS/HDPE 的熱變形溫度

