

# 嘉南藥理學院專題研究計畫成果報告

## 計畫名稱:塑膠熔融攪混回收可行性探討

計畫編號:CNAC-88-03

執行期間:87年9月1日至88年6月30日

計畫類別: ⑧ 個別型

▽ 整合型

主持人:林彰泰

計畫總主持人:

協同研究:

協同研究:

### 摘要

本文收集市售 2 公升之鮮乳瓶(高密度聚乙烯, HDPE)。先剪碎後熱壓鑄成型, 利用萬能材料及落球衝擊試驗機, 測其機械性質。由熱重量分析測試可回收次數。

關鍵字: 高密度聚乙烯, 機械性質, 熱重量分析, 回收

### Abstract

The plastic industry has significantly increased in these years. Plastics are used in everyday life. The waste of plastics becomes an urgent problem. In this study, we estimate the mechanical and thermal properties of high density polyethylene (HDPE), which is recycled from bottles of milk.

Keywords: HDPE, Mechanical Behavior, Thermogravimetry Analysis, Recycle.

### 前言

高分子材料係由成百成千的原子, 經由連續重覆排列單位(mer)所組成之巨大分子材料。此觀念在 1920 年開始萌芽, 1930 年隨著石化工業之發達逐漸大量生產, 1970 年以後, 它已經廣泛地被運用在日常生活的食、衣、住、行、育、樂以及工、商、醫、農當中。在工業工程上使用的高分子材料可分為二種: 熱可塑性及熱固性, 此二種材料性質互異, 其加工方法各有不同, 但均被大量的使用在各式各樣的產品上, 且大量的消費。從近如手邊的原子筆, 到遠在地球軌道的人造衛星, 每一樣產品都顯示出高分子材料的重要。然而有了製造, 隨之而來的就是廢棄物的產生。塑膠具有耐蝕性、耐燃性, 使其廢棄物的處理更加困難。在加工製造過程中, 所產生的廢棄物若不加以處理, 將會造成嚴重的環境污染問題, 成為人類的負擔。廢棄物處理常用的方法有掩埋與焚化[1]。掩埋成本低, 不易造成空氣污染, 且掩埋後之土地甚至可以成為新生地。但是其缺點不能有效利用資源, 且現行高分子材料廢棄物長期在土壤中不易分解、還原, 使土地不安定, 所以掩埋地不易再利用。

塑膠所含的有害物質(安定劑、染料或重金屬)也可能溶出，造成二次公害。而焚化法雖然最為實際，但是其燃燒時所產生的高熱量，不只會損傷焚化爐的爐材，亦可能產生有毒氣體如戴奧辛等，還會增加焚化的困難，同時造成嚴重的空氣汙染。所以這二種方式均不是最理想而有效的方法。而目前廢棄物的處理對策有三點[2]：

1. 降低廢棄物的產生
2. 使用容易處理的製品
3. 廢棄物的再利用

其中又以廢棄物的回收再利用最為實際[3, 4]。塑膠廢棄物再資源化的方法有：減少容積化的熔融、粒化等，繼以氣化、油化的熱分解回收。也有將塑膠改質製造再生製品，但此方法仍有待研究開發。發展易分解型塑膠，例如：用微生物分解、光化學分解，雖有減少容積效果，但與有效利用資源回收亦無直接關係且成本高，未能完全解決廢塑膠處理問題。所以在有效利用及二次公害的觀點下，如何在最有效、最簡單及成本較低的情況下，研究出最好的回收技術，便成為目前最大的課題。

本實驗收集超級市場上所販賣的 2 公升牛奶瓶，將其剪碎後，用熱壓鑄試驗機壓片成型，以萬能材料試驗機測拉伸強度、落球式衝擊試驗機測其耐衝擊強度及熱重量分析儀分析其熱性質。

### 實驗部分：

#### 1. 材料

將 2 公升鮮牛奶瓶(高密度聚乙烯，HDPE)清洗後風乾，再剪成約 5×5mm 之小碎片，待加工。

#### 2. 熱壓鑄成型

取 50 克 HDPE 小碎片以熱壓鑄成型機(臺灣高鐵，GT-7014)在 180°C、40Kg/cm<sup>2</sup> 下熱壓鑄成型。成型模片尺寸為 200×200×1 mm。

#### 3. 拉伸試驗[5]

(1). 將成型模片以中國國家標準(CNS 6391、K6423)製作成啞鈴型拉伸試片，至少十片。

(2). 萬能材料試驗(Shimadzu, AGS-100D)衝頭速度(crosshead speed) 50mm/min。

#### 4. 落球式衝擊試驗(臺灣高鐵，GT-7037)[6]

根據 JIS K6745 的標準，將成型模片剪成 150×100 mm 夾於衝擊球正下方。落下距離為 1000 mm，球重 1042g，衝擊能量為 1.042kg×1.0m=1.042kg·m ≈10.2Joule。

#### 5. 熱重量分析(TGA) (TA Instruments Inc. 2010)取 10 mg HDPE，在 0~550°C，10°C/min 的條件下，做熱重量分析。

### 結果與討論

由表(1)之拉伸試驗結果顯示，HDPE 於 180°C、40kg/cm<sup>2</sup> 下，經五次回收加工，其拉伸強度無顯著變化。而試片經衝擊試驗後其表面並無裂痕出現，同時凹痕大小及凹痕深度亦無變化。此結果與拉伸試驗數據相符合，亦即經五次熱壓鑄回收之熱履歷(heat history)並不影響其既有之機械強度。TGA 試驗之結果如圖 1，由圖可知隨著回收加工次數的增加，曲線有往低溫區域移動的現象，但其幅度並不大，其原因可能是部分分子量較低的 HDPE 所引起。

表(1)

回收次數 / 物性	拉伸強度 kgf/mm <sup>2</sup>	耐衝擊強度
0	3.896	良好
1	3.935	良好
2	4.062	良好
3	4.006	良好
4	4.046	良好
5	3.958	良好

### 結論

從以上的結果得知，HDPE 可在 180°C、40kg/cm<sup>2</sup> 之條件下，經五次回收加工，並不影響其既有的機械行為與熱性質。由此可知，HDPE 有非常好的回收條件及有效再利用之價值。

### 誌謝

本研究承蒙校長王昭雄教授與技術合作處(計劃 CNAC88-03)鼓勵支持，本研究得以順利完成，在此特表謝意。

### 參考文獻

1. 賴耿陽，廢棄物處理工學，復文書局，台南，pp. 19, 1996.
2. 賴耿陽，塑膠廢料有效利用，復漢出版社，台南，pp. 2, 1989.
3. Paul, D. R., Vinson, C. E. and Locke, C. E., "The Potential for Reuse of Plastics Recovered from Solid Waste", Polyme Engineering And Science, vol. 12, no. 3, pp. 157-166, 1972.
4. Mantia, F. P. L., "Recycling of Heterogeneous Plastics Wastes", Polymer Degradation and Stability, vol. 37, pp. 145-148, 1992.
5. 謝建華、王宗櫛、何國賢，聚合物合成與鑑定法，復文書局，pp. 97, 1995.
6. 范樂陽，塑膠檢驗法，高立圖書，台北，pp. 103, 1987.

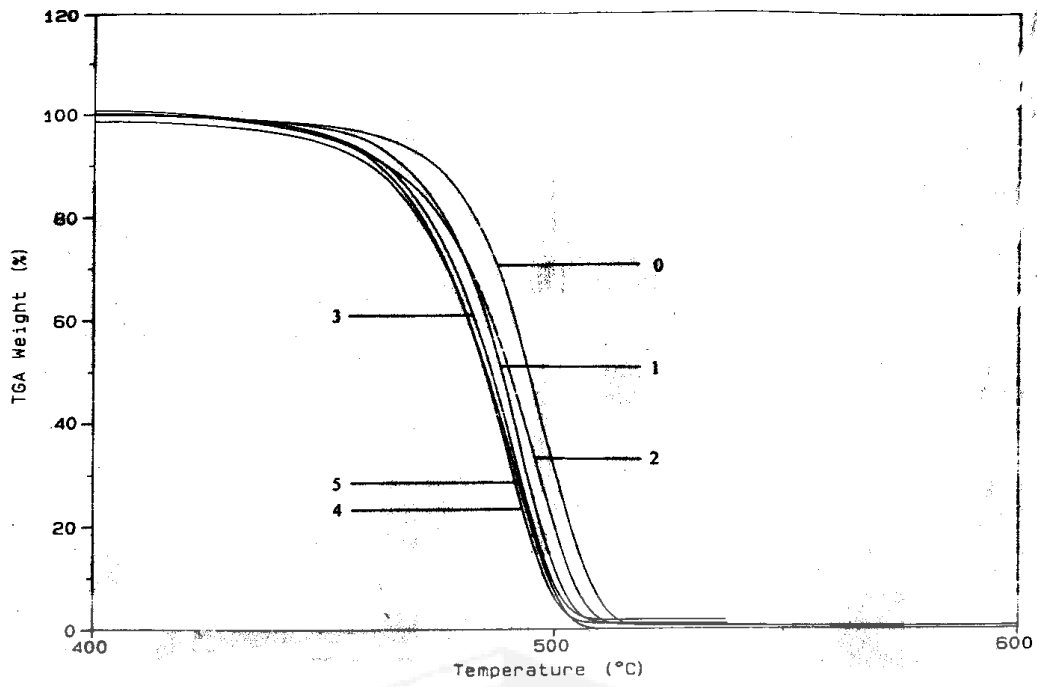


圖 1. HDPE 之 TGA, 數字 0-5 為回收次數



