

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

高密度聚乙烯摻混回收之研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC91-2626-E-041-001-

執行期間：91年08月01日至92年07月31日

執行單位：嘉南藥理科技大學醫藥化學系

計畫主持人：林彰泰

計畫參與人員：劉孟春

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫可公開查詢

中華民國 92 年 10 月 30 日

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，加入 PS 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，電子顯微鏡觀察拉伸斷面之結構。實驗結果顯示，當摻入 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，拉伸斷面之結構發生變化。

關鍵字：高密度聚乙烯(HDPE)、聚苯乙烯(PS)、摻合、拉伸強度、衝擊值、熱變形溫度、電子顯微鏡。

ABSTRACT

In this bottles of milk and yogurt were recycled by mechanical blending. Laboratory mixing extruder was employed to make polymer blends from recycled high density polyethylene (HDPE) / polystyrene (PS). The addition of PS to HDPE may increased the tensile strength and heat distortion temperature, but the elongation at break and impact strength decreased.

Key words : Recycled , Polyethylene , Polystyrene , Blending , Elongation , Tensile strength , Heat distortion temperature , Impact strength

一. 前言

高分子材料係由不同的單體，經由聚合所組成之巨大分子材料。其用途非常廣泛，被應用在日常生活的食、衣、住、行、育、樂以及工、商、醫、農當中。主要是因為它價格便宜，易加工，且性能優越，硬如鋼，軟如綿，且隨著石化工業之發達逐漸大量生產。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。

目前利用摻合法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。^[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，

本研究以回收的高密度聚乙烯(HDPE)瓶，摻入不同比例的(聚)苯乙烯(PS)，利用機械摻合，製成新的增韌性塑膠，並做拉伸試驗，衝擊試，TMA 中，測試 HDPE 摻入不同比例的 PS 下的各項機械性質. 及電子顯微鏡傳結構變化。

二. 實驗步驟

1. 材料：

- (1) 高密度聚乙烯鮮奶瓶 HDPE
- (2) PS 瓶

2. 機械摻合：

將 HDPE 與 PS 依不同比例混合投入混練機中製粒。

3. 射出成型：

取不同比例 HDPE、與 PS 押出粒 以 射出成型機射出成型。

4. 拉伸試驗：

材料拉力試驗機在常溫下進行拉伸試驗。並記錄其最大降伏應力、降伏伸長率、斷裂應力、斷裂伸長率。

5. 衝擊試驗：

衝擊試驗機在常溫下進行衝擊試驗。並記錄其、'、'、'、' 的角度，由這些角度可計算出衝擊值。

6. 熱變形試驗：

利用加熱變形溫度試驗機進行熱變形試驗。記錄其變形溫度。

7. 電子顯微鏡：

利用 SEM 進行結構分析，觀察拉伸後表面變化情形

三. 結果與討論

聚苯乙烯為無色透明的，硬性、熱塑性樹脂，比率 1.03 無味、無臭、無毒性、具高折射率和良好的介電性質、比重低、高模數，另有良好的安定流動特性，易射出成型屬脆性高分子材料，但耐衝擊強度差。本研究選擇 PS 作為摻合成分作為探討。

在 HDPE 中摻入 PS，從實驗得到下列結果：

衝擊強度：

從表 1 得知，在摻混入 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。隨著摻混入 PS 的量愈多時，衝擊強度也隨之減少。

表 1.HDPE 不同比例摻合體之衝擊強度

PS/HDPE	衝擊強度 kg-cm/mm ²
1 / 4	7.95
3 / 7	6.03
2 / 3	3.39
1 / 1	2.74
3 / 2	1.53
7 / 3	1.11

斷裂強度：

從表 2 得知，在摻混入 PS 後，斷裂強度有增強的趨勢，亦即可承受更大的力量。因為 PS 本身材質較硬且脆，因此在摻入 PS 後會增強 HDPE 在拉升時的斷裂強度。

表 2.HDPE 不同比例摻合體之斷裂強度

PS / HDPE	斷裂強度 kgf/mm ²
0 / 1	231.29
1 / 9	267.39
1 / 4	283.96
3 / 7	295.01
2 / 3	347.49
1 / 1	388.81
3 / 2	395.99
7 / 3	416.81

斷裂伸長率：

從表 3 得知，在 HDPE 中摻混入 PS 後，其斷裂伸長率有越小的趨勢，由表 2 與表 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成反比。

熱變形溫度：

在摻混入 PS 後，熱變形溫度有越來越高的趨勢，如表 4，因為 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 PS 時，熱變形溫度為 55.5 (最低)，隨著 PS 的摻入比例增加，熱變形溫度亦有越來越高的趨勢，可推知較硬的塑體，可耐較高的溫度，較韌的塑體，則較不耐高溫的性質。

表 3. HDPE 不同比例摻合體之斷裂伸長率

PS/HDPE (g)	斷裂伸長率 (%)
0 / 1	88.87
1 / 9	53.93
1 / 4	21.15
3 / 7	2.31
2 / 3	1.55
1 / 1	1.41
3 / 2	1.11
7 / 3	1.05

表 4. HDPE 不同比例摻合體之熱變形溫度

PS/HDPE	熱變形溫度()
0 / 1	55.5
1 / 9	75
1 / 4	78
3 / 7	82.5
2 / 3	85.25
1 / 1	86
3 / 2	87

電子顯微鏡：

將經過拉伸測試之 HDPE 摻合體的試片利用 SEM 電子顯微鏡觀查不同拉伸程度試片破壞面,以了解拉伸過程中可能影響強度之原因,並由表面變化得知拉伸強度與破壞表面之關係。圖一為拉伸測試之 HDPE 摻合體的試片所觀察之結果,由圖得知添加不同比例 PS 摻合體試片於 SEM 下所觀察之斷裂面與 HDPE 之試片情形不太相似, HDPE 試片有光滑平整深淺差異不大之 steady 斷裂區域,而添加 PS 比例較多的試片粗糙不平整,並有深淺高低起伏明顯為 stick-slip 斷裂表面之特徵,為截然不同之試片。

四、結論

先前研究¹⁴發現經多次塑膠熱回收使用,對塑膠高密度聚乙烯不會影響原有之機界強度,但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 PS 的摻入,衝擊強度開始下降,耐衝擊性變差。由斷裂強度和斷裂伸長率的結果可看出未摻入任何 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 軟且韌的塑膠,而隨著 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 : 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 ，但在加入硬質的 PS 後，其熱變形溫度大幅的提高，HDPE/PS =4/1 時，熱變形溫已接近 80 ，明顯的提升了聚合物的耐熱性。

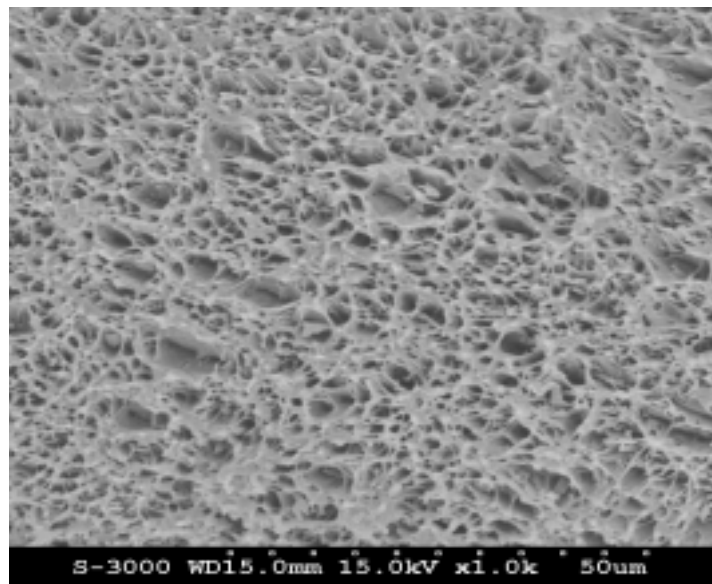
由上述的結果可發現，不管在 HDPE 中摻入 PS，其摻入的量若超過 30%，機械性質及熱性質就會有大幅度的改變，摻混後摻合物的機械性質與原來的性質偏離甚大，從軟而韌變成硬而脆，但也比較能耐高溫。所以在回收摻混再利用時，可視材質的用途選擇不同的摻合比例，以製造出實際耐用的物品。從本研究發現尋找一最佳的摻混比例，可有效的回收再利用高分子廢棄物，期能達到 reduce、recycle、reuse 的目的。

五參考文獻

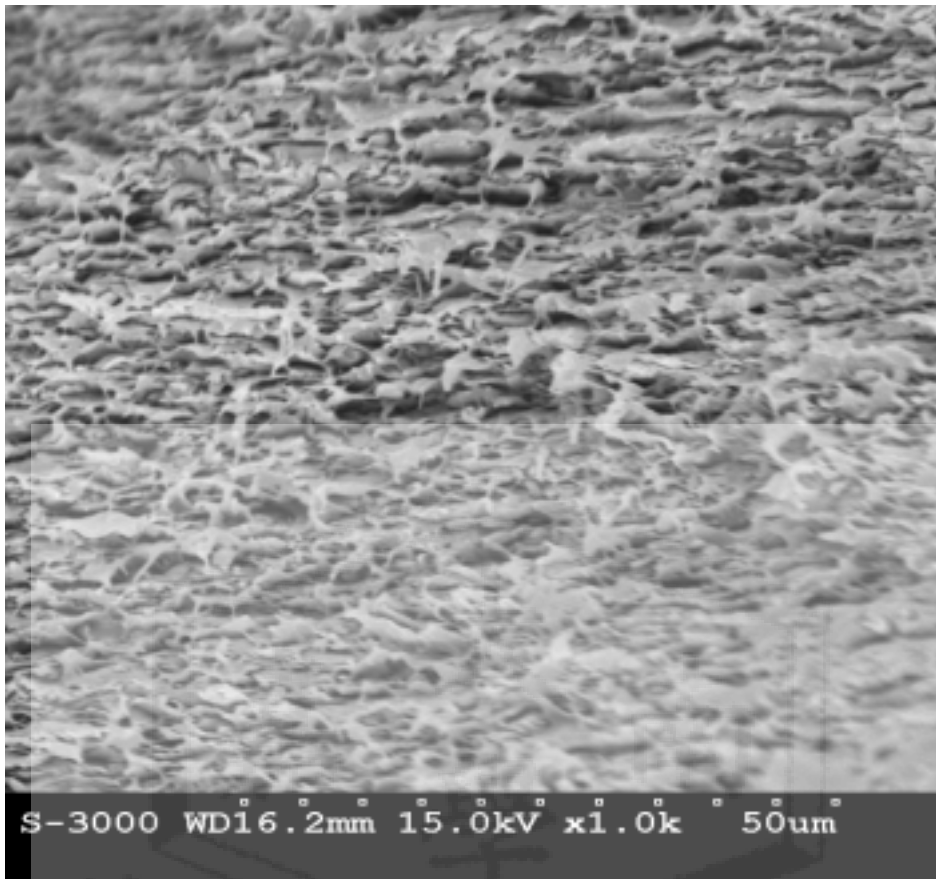
- 1、郁仁貽 (1998)，實用聚合物化學及塑膠之成形與應用。徐氏基金會。
- 2、張俊文 (1977)，化工材料。正文書局。
- 3、塑膠材料(上冊) J.A. BRYDSON，范啟明譯，大中國圖書公司，1989
- 4、塑膠廢料有效利用，山口達明 西崎寬樹 山本真 著，賴耿陽譯，復漢出版社，台南，1989.
- 5、Paul,D.R,Vinson,C.E.and Locke,C.E，Polymer Engineering and Science,，vol . 12, no.3, pp.157-166，1972.
- 6、Mantia,F.P.L, Polymer Degradation and Stability,vol.37,pp145-148，1992.
- 7、謝建華、何國賢 (1995)，聚合物合成與鑑定法。復文書局。
- 8、羅小珍 (1996)，國立成功大學化學工程研究所碩士論文。
- 9、詹芳惠 (1998)，國立成功大學化學工程研究所碩士論文。
- 10、陳柏村 (2000)，國立成功大學化學工程研究所碩士論文。
- 11、張志純 (1997)，塑膠大全。徐氏基金會。
- 12、郁仁貽 (1992)，實用塑膠學。徐氏基金會。
- 13、林建中 (1982)，應用高分子化學。高立圖書有限公司。
14. 林彰泰，塑膠熔融摻混回收可行性探討,嘉南藥理科技大學教師專題研究計畫報告 CNAC88-03,台南

圖 1.HDPE 與不同比例 PS 摻合體之 SEM 電子顯微鏡圖

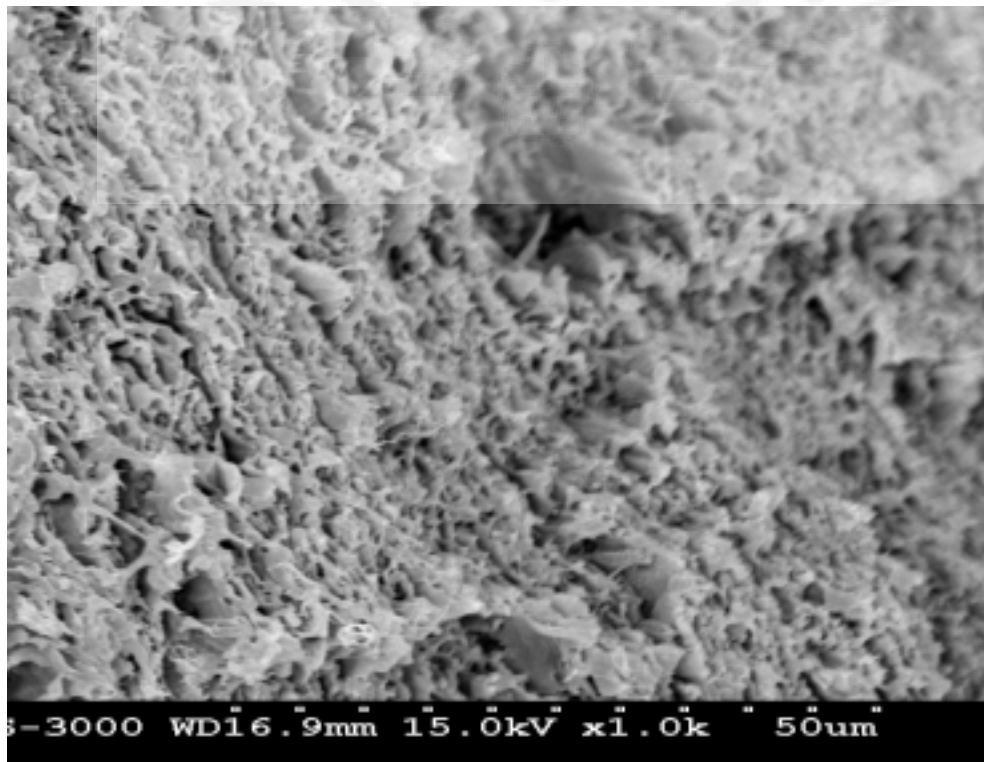
PS / HDPE 4/1

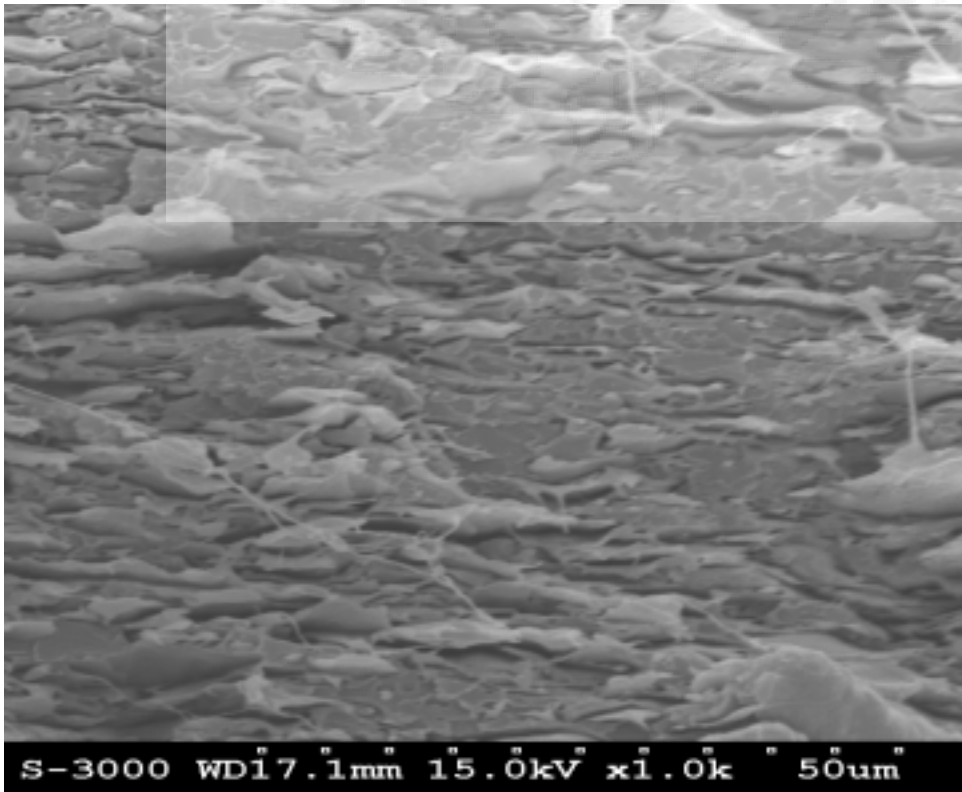
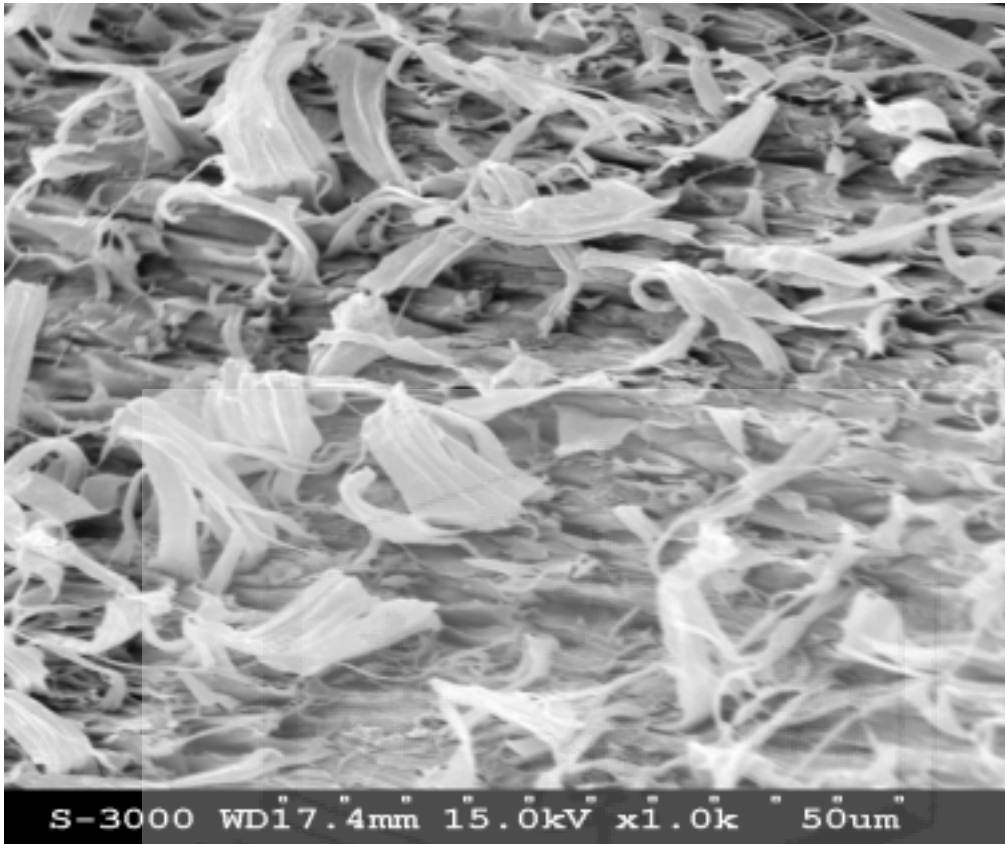


PS / HDPE 7/3

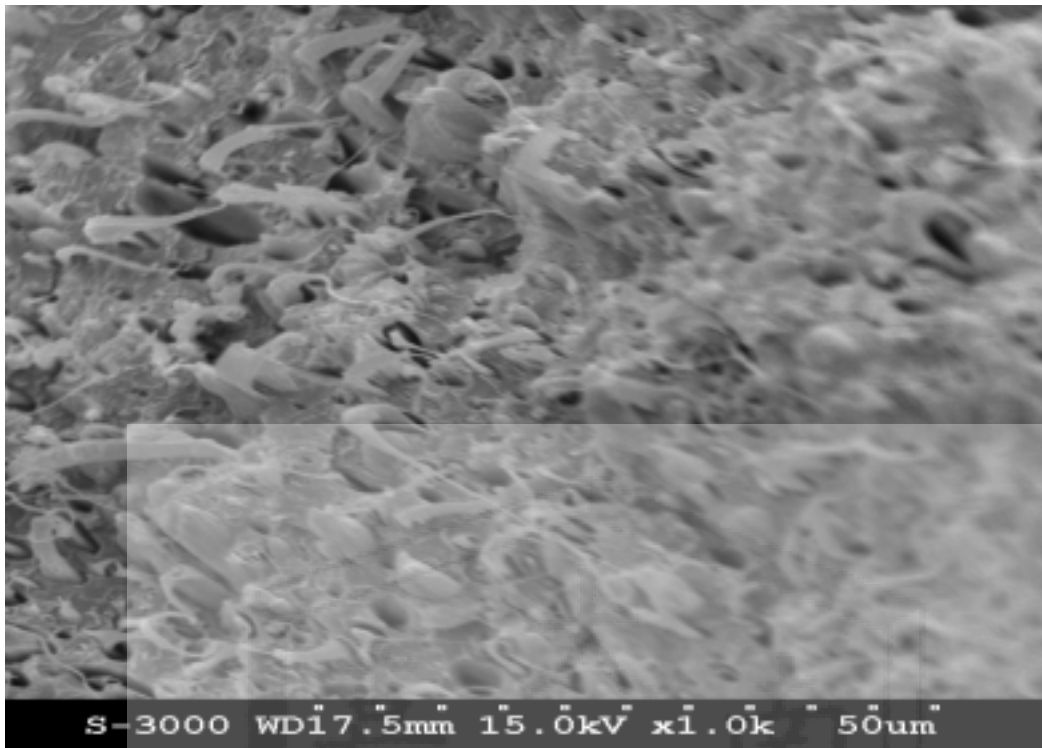


PS / HDPE 3/2

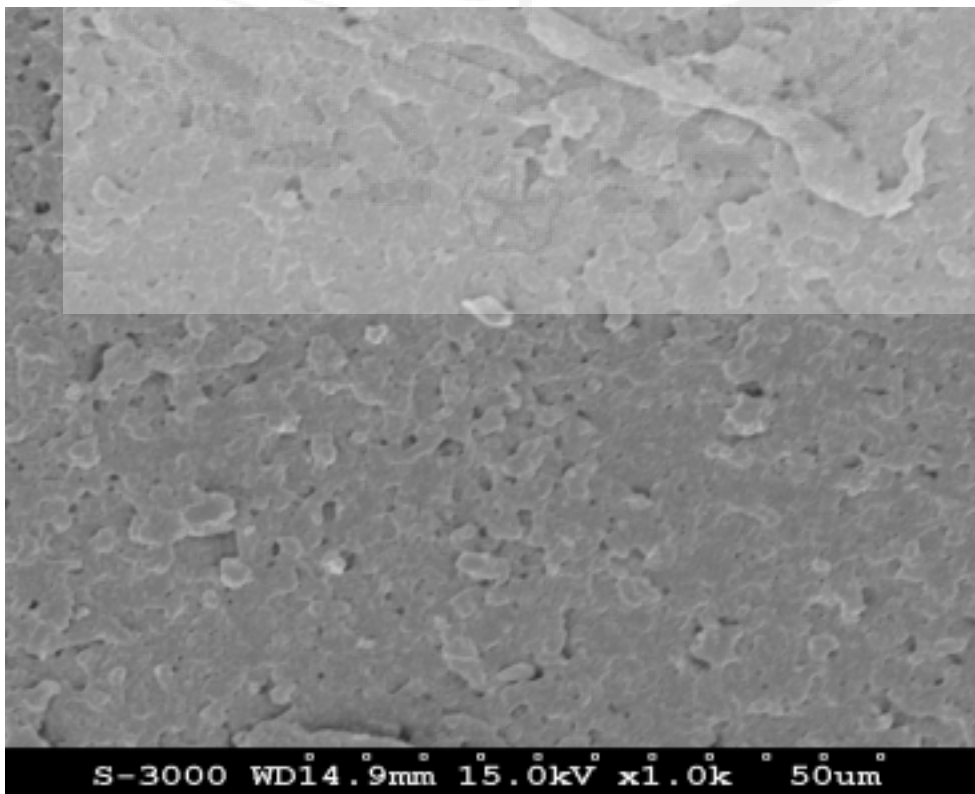




PS / HIPE 3 / 7



HDPE



六. 致謝

本研究承蒙校長王昭雄教授與國科會(計畫 NSC91-2626-E041-001)鼓勵支持,本研究得以順利完成,在此特表謝意。

七. 計畫成果自評

本研究內容與計畫相符,且達成預期目標,研究成果發現最佳的摻混比例,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。可供回收業者參考應用。

