

嘉南藥理科技大學專題研究計劃成果報告

廢輪胎回收物的再生利用---初探

CNIS-89-12

執行期間:88年9月1日至89年6月30日

計劃類別: 個別型

主持人:蔡百豐、許錦明

摘要

廢胎經熱裂解後可得到有用的產品如燃料氣、燃料油與炭質物。炭質物或裂解碳黑因含灰量高且等級複雜，整體應用不如傳統碳黑。傳統碳黑主要應用於橡膠工作為橡膠補強劑。碳黑的補強效果歸因於其表面結構與表面化學。本研究探討炭質物之表面物性與化性，作為評估炭質物相對於傳統碳黑的應用等級。結果顯示，炭質物的含灰量遠高於傳統碳黑，含水量與傳統碳黑相當，表面積與 pH 值相當於使用在輪胎胎肩之碳黑。整體評估，有改質回收利用的空間。

關鍵字：炭質物、輪胎、結構

一、前言

由於經濟活動的需要，不但快速增加汽車的數量，也連帶增加輪胎的使用量。據估計在美、日、歐盟等工業發達的國家中，每人每年平均約製造一個廢輪胎[1-3]。近年來，隨著台灣經濟的發展，車輛及輪胎之需求量大增，每年所產生之廢胎數量據估計已達1500萬條以上[4]。輪胎基本上是由橡膠材料、化學品(硫化劑、填充劑、抗氧化劑等)、鋼絲及纖維組合成的複合產品，具有強韌、耐磨與耐用特性。這些特性大部分要歸因於橡膠材料與硫化劑反應後產生穩定的化學交聯結構。這些穩定的化學交聯結構，使廢輪胎不容易分解或回收處理。

已知處理廢輪胎的方法包括：堆積、掩埋、燃燒、廢輪胎的直接再利用、粉碎再生利用、固化及熱裂解[5-8]。不當的堆積與掩埋，將使廢胎成為孕育病媒蚊及老鼠的最佳場所，而造成嚴重之衛生問題。若不慎引發火災也將造成嚴重之環境污染[9-11]。燃燒處理除利用廢輪胎的熱能外並無法回收廢胎內有用的化學物質。廢輪胎直接再利用，如舊胎再製，雖已行之有年，但隨著輪胎技術提升及成本降低，市場已逐漸萎縮[12]。廢胎經固化處理後作成之人工魚礁(fish reef)，其成品內容物是否會影響海域生態仍待評估[6, 13]。近年來常用機械粉碎及冷凍粉碎法將廢胎粉碎成不同粒徑之橡膠細粉並供作瀝青柏油改質劑、填充劑或其他用途。粉碎法因需消耗液態氮及較多之電能，成本偏高[2, 12, 14, 15]。

熱裂解方法是在特定溫度下將廢輪胎分解成一些附屬產品，如氣態瓦斯(gas)、燃料油(oil)與炭質物(char)。炭質物因含較高的灰分且其表面化學結構比碳黑差，整體應用目前尚無法取代傳統橡膠用碳黑[16-18]。利用蒸氣法可將之轉化成活性碳[16, 19]。熱裂解所得之燃料油也因含量高之硫而無法直接利用，因此必須作適當脫硫[6]。

碳黑主要由天然氣與石油經不完全燃燒而得。超過90%的碳黑使用在輪胎及其它橡膠工業製造，用來增加橡膠產品之抗拉強度、抗撕裂強度、彈性模數、耐磨耗性等性質。這些補強現象與碳黑之(1)粒徑，表面積與孔隙性大小；(2)表面活性；(3)表面官能基；及(4)集聚結構(aggregate structure)有關[20]。廢輪胎經熱裂解後之炭質物基本上是由不完全分解的彈性體、無機物和數種存在於輪胎用碳黑的混合物，其表面特性及活性一般皆有別於傳統碳黑。補強效果自然遜於碳黑。若能改善表面結構使之活化再生後回用於橡膠產品製造，除可將廢棄物再資源化外亦可節省能源與天然資源。本研究主要目的是藉確認炭質物的表面結構與特性，雜質種類與含量探討廢輪胎經熱裂解後殘餘物的再資源化之可行性。

二、實驗

本研究所須之廢胎熱裂解炭質物是由齊華科技公司提供。炭質物標定前，先用適當溶劑清洗，以除去表面裂解油。炭質物乾燥後，再用研磨罐研磨一小時並用標準篩(ASTM 20, 40, 60, 80, 100, 120, 160)篩選不同粒徑之炭質物。取粒徑 40/60 mesh 之炭質物為分析樣本，分析前，先將樣本置於烘箱中在 105 C 下，乾燥 24 小時。利用分析項目包括炭質物的物理特性如：粒徑大小、表面積、結構(集聚體(aggregate))等。

表面積測定是依據 ASTM D 3765 使用 cetyltrimethyl ammonium bromide (CTAB) 在溶液中被炭質物吸附之量或依據 ASTM D 1510 利用碘在之溶液中被炭質物吸附之量決定之。結構測定是依據 ASTM D2414 測定碳黑在 dibutylphthalate 溶液中的黏度變化得之。化學特性中之 pH 值是依據 ASTM D1512 將碳黑置於純水中測之。

結果與討論

粒徑分佈表與圖如表一與圖一。增加研磨時間可得較細之粒徑直到研磨時間為 60 分鐘。炭質物之 pH 值為 7.5，含灰量為 12.8%，含蒸發物 3.8%，含水量 0.2%，每克炭質物表面所含之 COOH 量約為 47.2 μ eq (如圖 2)。總綜合結果，回收之炭質物相當於使用在輪胎胎肩之碳黑。整體評估，有改質回收利用的空間。

Reference:

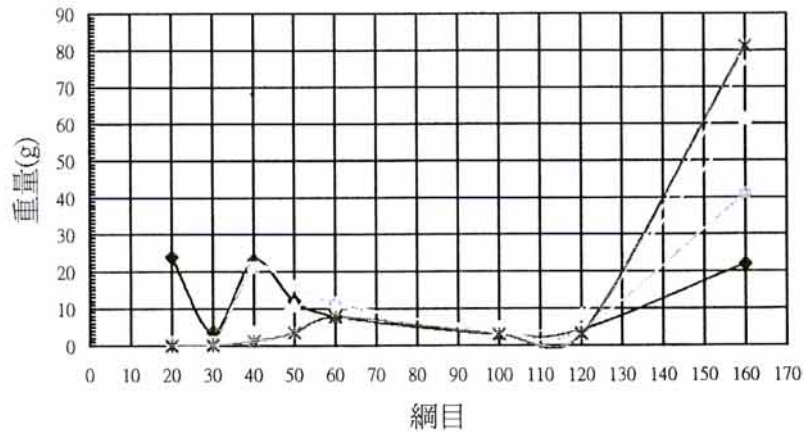
1. K. Nishimura, Kautschuk Gummi Kunststoffe, 46, 989 (1993) ◦
2. H.Schnecko, Kautschuk Gummi Kunststoffe, 47, 885 (1994) ◦
3. B. Klinggensmish and K. Baranwal, Rubber Technology International, 216, (1997) ◦
4. Yu-Ming Chang, Resources, Conservation and Recycling, 17, 125 (1996) ◦
5. T.Komatsu, Inter. Poly. Sci., 20, T/56 (1993) ◦
6. W.Klingensmith & K. Baranwal, Rubber World, 41, (1998) ◦
7. G.Crane, R.Elefritz, E.L.Kay, and R.Laman, R.C.T. 51, 577 (1978) ◦
8. J.R. Duun, ACS, Rubber Division, No.1 (1993) ◦
9. S.Camfield, European Rubber J., April, 18 (1990) ◦
10. D.J. Steer, C.H.M Tashiro, W.D. McIllveen, and R.E. Clement, Water Air Soil Pollut, 82, 659 (1995) ◦
11. R. Lampman, S. Hansonand, R. Nwak, J. Am. Mosquito Control Assoc., 13, 193 (1997) ◦
12. P. Jumpasut, Rubber Technology, International, 11 (1999) ◦
13. M.Orsen, Rubber Tech. International, 253 (1996) ◦
14. Jim Anderson, ibis, 226 (1996) ◦
15. E. Payne, Rubber World, May, 22 (1994) ◦
16. J.A. Beckman, G. Grane, E.L. Kay, and J.R. Laman, Rubber Age, April, 43 (1973) ◦
17. J.A. Beckman, G. Grane, E.L. Kay, and J.R. Laman, Rubber Chem. & Tecn., 47, 597 (1974) ◦
18. G. Grane, R.A. Elefritz, E.L. Kay, and J.R. Laman, Rubber Chem. & Tecn., 51, 597 (1974) ◦
19. R.W.Soffel in M. Grayson, ed., Encyclopedia of Chemical Technology, 3rd., 4, Wiley Interscience, N.Y., 561, (1978) ◦
20. A.M.Gassler, W.Hess, and A.Z. Medalia, Plastics & Rubber: Processing, March, 1, (1978) ◦

表一
粒徑分佈

	15min	30min	45min	60min	90min
20	24.00878	1.092896	0.103842	0.100402	0
30	3.827686	0.983607	0.207684	0.301205	0.100503
40	23.04843	20.98361	3.530633	4.919679	1.20603
50	12.07299	16.17486	10.90343	3.915663	3.517588
60	7.820003	11.69399	10.48806	7.730924	7.839196
100	3.018247	3.606557	4.880582	3.313253	3.015075
120	4.252984	4.371585	8.515057	3.11245	3.115578
160	21.95088	41.0929	61.37072	76.60643	81.20603

圖一

粒徑分佈圖



COOH 測定

HCl	0	5	10	11	11.1	11.2	11.3	11.5	12.1	13	15	20	0	5	10	11	11.1	11.2	11.3	11.5
PH	2.26	2.54	3.63	6.99	7.82	8.62	9.13	9.45	10.04	10.42	10.81	11.18	2.26	2.54	3.63	6.99	7.82	8.62	9.13	9.45

图二

