

# 嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

整合計畫名稱：廢輪胎回收利用及作業人員危害探討

計畫類別：個別型計畫                      整合型計畫

計畫編號：CNOS-94-02

執行期間：94年1月1日至94年12月31日

總計畫主持人：許錦明

共同主持人：

許錦明：子計畫(1)廢輪胎熱裂解碳黑對瀝青機械性質的影響

蔡百豐：子計畫(2)廢輪胎回收工廠作業人員生物偵測

莊依文：子計畫(3)正己烷危害探討

陳淨修：子計畫(4)廢輪胎回收工廠安全衛生管理探討

計畫參與人員：

執行單位：嘉南藥理科技大學工業安全衛生系

中華民國 95 年 2 月 27 日

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

整合計畫名稱：廢輪胎回收利用及作業人員危害探討  
子計畫(1)廢輪胎熱裂解碳黑對瀝青機械性質的影響

計畫類別：個別型計畫 整合型計畫

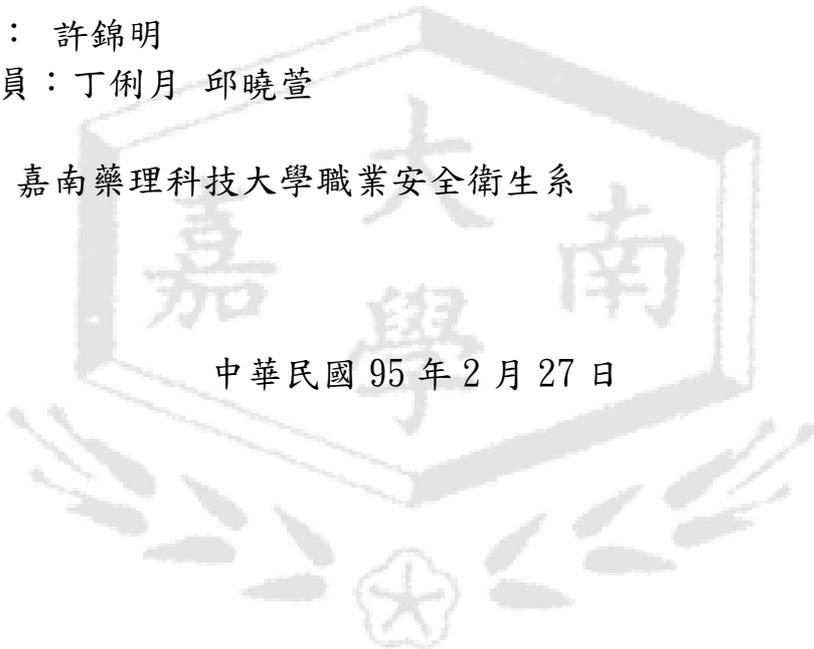
計畫編號：師資改善專研計劃 CNOS 94-02

執行期間：94年1月1日至94年12月31日

計畫主持人：許錦明

計畫參與人員：丁俐月 邱曉萱

執行單位：嘉南藥理科技大學職業安全衛生系



中華民國 95 年 2 月 27 日

嘉南藥理科技大學專題計畫成果報告  
廢輪胎熱裂解碳黑對瀝青機械性質的影響

計畫編號：CNIS 94-02  
執行期限：94年01月01日至94年12月31日  
主持人：許錦明  
共同主持人：  
嘉南藥理科技大學職業安全衛生系

## 一、摘要

純瀝青材料的性質如：黏度、延性與黏結力易受環境溫度影響。使用瀝青鋪設之路面常出現疲勞龜裂、低溫龜裂、老化、車轍和剝離等現象。輪胎經熱裂解後產生之炭質物因具與碳黑相似的結構，因此本研究探討廢輪胎熱裂解碳黑對瀝青機械性質的影響。利用不同粒徑之裂解碳黑與添加量對瀝青針入度、黏度、硬度等性質之影響。

**關鍵詞：**熱裂解、炭質物、碳黑、瀝青、針入度、黏度

### Abstract

The surface acidic functional groups of chars by pyrolysis of used tires, at atmospheric and under reduced pressure, and of commercial blacks were investigated. Char obtained under reduced pressure has the highest amount of acidic groups, while char obtained at atmospheric pressure has similar surface and carboxyl content after extraction with toluene for eight hours. The particle size and content of char obtained at atmospheric pressure used in this study (100、300、500 mesh each with 3、6、9%) shows little or no effect on softening point and viscosity. This suggested that char could be used as filler in asphalt with at least 9% char blends.

**Keywords:** Pyrolysis, Char, Carbon black, Asphalt Softening point, Viscosity, Ductility

## 二、前言

碳黑是由天然氣與石油經不完全燃燒而得。全球碳黑年產量約720萬噸，超過90%的碳黑都應用在輪胎及其它橡膠工業製造[1]。碳黑主要用來增加橡膠產品之抗拉強度、抗撕裂強度、彈性模數和耐磨耗等性質。這些補強現象與碳黑之(1)粒徑，表面積；(2)集聚結構(aggregate structure)及(3)表面特性(表面活性與表面官能基)有關[2-5]。補強的效應與橡膠分子在碳黑表面上形成物理與化學作用有關，即所謂之橡膠-碳黑作用(rubber-filler interaction)。碳黑表面活性與表面官能基是主宰此作用的重要因素[6-8]。

輪胎基本上添加數種不同碳黑，其佔輪胎總重量約30%。每噸廢胎在裂解後可得375公斤的炭質物[9]。廢輪胎在熱裂解過程中經過複雜的物理與化學變化後所得之炭質物是一種由不同碳黑、無機灰份與橡膠分子裂解殘餘物之混合物；炭質物的粒徑及粒徑分佈和灰份都比碳黑高，其表面結構與原來碳黑不同，補強效果受到限制，因此整體應用上仍無法取代傳統碳黑[10, 11-13]。由於熱裂解法的利基深受炭質物的品質影響，在橡膠產品的應用上，要利用炭質物來取代碳黑則必須使炭質物具有與碳黑相近的基本特性特別是表面特性。根據研究[14]炭質物表面酸性官能機數量比傳統碳黑高。炭質物在物性及其表面活性的劣勢下若

要取代傳統碳黑則需利用其表面官能基來改善品質以提升炭質物之應用。

瀝青是一組成複雜的碳氫化合物膠體，其主要的化學組成爲瀝青本質(asphaltene)、瀝青脂(resins)與油質(oil)[15]。純瀝青材料的性質如：黏度、延性與黏結力易受環境溫度影響且使用純瀝青鋪設的路面常會出現疲勞龜裂、低溫龜裂、老化、車轍和剝離等現象[16-18]。未了改善這些缺點，一般常用高分子聚合物如彈性體材料或塑料來改善瀝青的性能[16, 19, 20]。用來補強橡膠的碳黑因具有疏水性本質，與瀝青中的瀝青本質緊密結合後有補強作用也被用來當瀝青改質劑[21, 22]。炭質物與瀝青本質都具有多苯環結構，理論上可因相容性高而緊密結合因此改善瀝青之物性。改質後的炭質物在作為瀝青填縫料的同時，又可利用其表面官能基提高瀝青與粒料結合力。

### 三、實驗方法

#### 材料

由廢輪胎在大氣壓下和熱裂解後之炭質物由齊華科技公司與榮積公司所提供。傳統碳黑 N330, N660 和 N774 屬中國合成橡膠產品，作為對照組。

#### 樣品處理

炭質物先以丙酮粗洗、乾燥後研磨。炭質物研磨後被置於篩選機上分篩。為了取樣與分析測定方便，所有分析用之樣本均使用粒徑為 60 號篩炭質物。最適研磨時間(45 分鐘)和最適分篩時間(60 分鐘)的決定是為取得最適量的 60 號篩炭質物。為了減少炭質物表面油份影響表面活

性之測定，表面測定用之炭質物都先用甲苯萃取。炭質物 pH 值依據 ASTM-D1512 測定。表面羧酸量測定依據 Rivin 方法[17]；總酸量測定依據 Lyon 等人方法[18]。總酸量與羧酸量間之差為表面含酚量。

pH 值；總酸量與羧酸量之滴定曲線由 Corning pH Meter 測之。瀝青採用中國石油化學公司產品其針入度為 85/100；軟化點 40-60°C；延展性(25°C) 高於 100 公分。

### 四、結果與討論

不同粒徑炭質物對瀝青針入度影響如圖(1)所示，隨著不同粒徑之炭質物量增加，針入度下降而顯示瀝青硬度增加。不同粒徑對針入度的影響不大。

不同粒徑炭質物在不同粒徑含量下對瀝青比重影響如圖(2)~圖(5)所示，不同含量之炭質物之量增加，而使瀝青之比重增加。粒徑差異對瀝青比重之影響遠比添加量小。

炭質物粒徑與添加量對瀝青黏滯度影響如圖(6)~圖(7)所示，由圖得知不論瀝青使用 8g 或 13g，炭質物對瀝青添加量在不同溫度下對瀝青黏度的影響不大。有添加或無添加炭質物之瀝青，其黏滯度隨溫度增加而下降。

不同炭質物粒徑與添加量對瀝青軟化點的影響如同圖(8)~圖(10)所示，炭質物粒徑與添加量均對瀝青軟化點的影響不大。

綜合以上討論得知不同粒徑的炭質物與不同添加量對瀝青物性影響並不大。因此可再繼續加以不同的試驗，給予較粗粒徑或添加量較多等試驗計劃執行，加以觀察，以

得到最有利於廢輪胎再利用的目的。

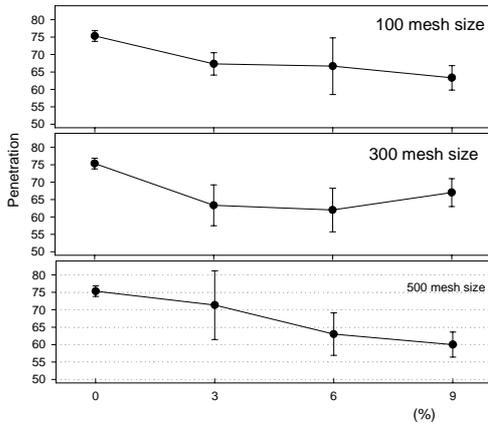


圖 (1) 不同粒徑炭質物添加量對瀝青針入度影響

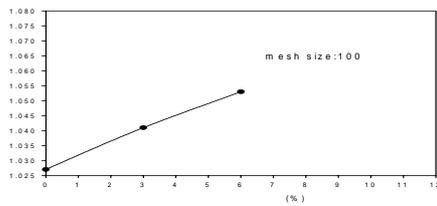


圖 (2) 100 篩炭質物在不同添加量下對瀝青比重的影響

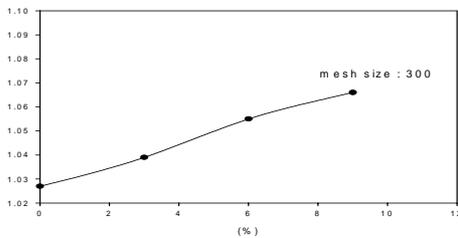


圖 (3) 300 篩炭質物在不同添加量下對瀝青比重的影響

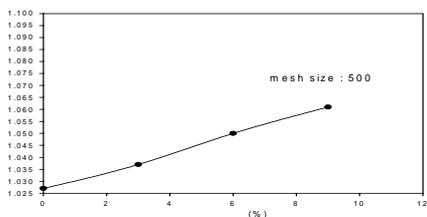


圖 (4) 500 篩炭質物在不同添加量下對瀝青比重的影響

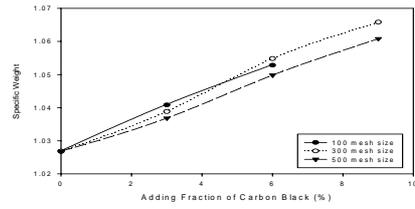


圖 (5) 不同粒徑炭質物在不同添加量下對瀝青比重的影響

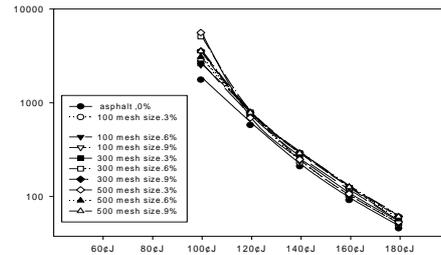


圖 (6) 不同粒徑之炭質物與不同添加量對 8g 瀝青量之黏度影響

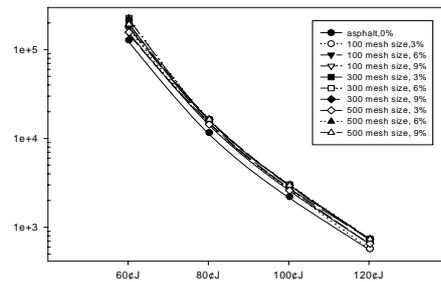


圖 (7) 不同粒徑之炭質物與不同添加量對 13g 瀝青量之黏滯度影響

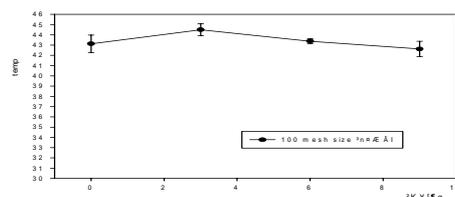


圖 (8) 100 篩粒徑之炭質物與不同添加量對瀝青軟化點影響

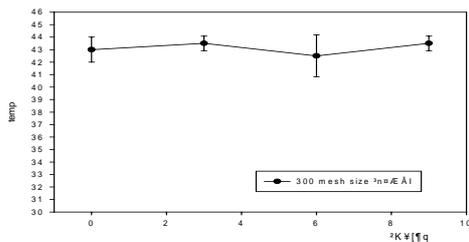


圖 (9) 300 篩粒徑之炭質物與不同添加量對瀝青軟化點影響

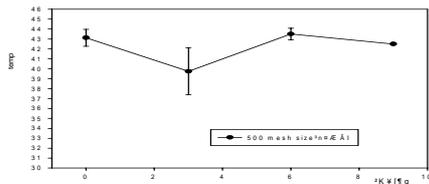


圖 (10) 500 篩粒徑之炭質物與不同添加量對瀝青軟化點的影響

## 五、參考文獻

[1] G. Kuhner and M. Voll, "Manufacture of Carbon Black", in Carbon Black, 2<sup>nd</sup> Ed., (1993)。

[2] A.M.Gassler, W.Hess, and A.Z. Medalia, *Plastics & Rubber: Processing*, March, 1 (1978)。

[3] W.F. Watson, *Ind. Eng. Chem.*, 47, p1281 (1955)。

[4] G. Kraus, *Rubber Chem. & Tech.*, 51, p297 (1978)。

[5] A.M. Gessler, W.M. Hess, and A.I. Medalia, *Plastics & Rubber: Processing, Part IV*, p141 (1978)。

[6] G. Kraus, "Reinforcement of Elastomer", Ed., Hohn Wiley, N.Y. (1972)。

[7] J. B. Donnet and A. Voet, "Carbon Black", Marcel Dekker, N.Y. (1993)。

[8] D. Rivin, *Rubber Chem. & Tech.*, 44, p307 (1978)。

[9] N. Ross, *Tire Technology International*, Dec. p37 (2000)。

[10] G.Crane, R.Elefritz, E.L.Kay, and R.Laman, *R.C.T.* 51, 577 (1978)。

[11] J.A. Beckman, G. Grane, E.L. Kay, and J.R. Laman, *Rubber Age*, April, p43 (1973)。

[12] J.A. Beckman, G. Grane, E.L. Kay, and J.R. Laman, *Rubber Chem. & Tecn.*, 47, 597 (1974)。

[13] R.W.Soffel in M. Grayson, ed., *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3<sup>rd</sup> Ed., 4, Wiley Interscience, N.Y., 561, (1978)。

[14] 許錦明, 蔡百豐 國科會計劃 報告【廢輪胎熱裂解後炭質回收物之再生利用】, NSC 89-2626-E-041

[15] J.C. Peterson, *Trans. Res. Rec.*, 999, 13 (1984)。

[16] L.H. Lewandowski, *Rubber Chem. & Tech.*, 67, 447 (1994)。

[17] R. Robertson, J. Branthaver, J.T. Duval, P.M. Harnsbarger, H. Plancher, & T. C. Peterson, *Asphalt Paving Tech.*, 60, 243 (1991)。

[18] J.H Collins, M.G. Bouldin, R. Gelles, & B. Berker, *Asphalt Paving Tech.*, 60, 541 (1991)。

[19] M.G. Bouldin & J.H. Collins, *Rubber Chem. & Tech.*, 64, 577 (1991)。

[20] J.H. Collins & W. J. Mikols, *Proc. Ass. Asphalt Paving Tech.*, 54, 1 (1985)

[21] Z. Yao and C.L. Monismith, *Proc. Ass. Asphalt Paving Tech.*, 55, 564 (1986)。

[22] H. U. Bahia, Paper to "Carbon Black World 94", Houston, TX., Feb., (1994)。

## 六、致謝

本文作者感謝嘉南藥理科技大學給予經費補助，使本研究得以順利進行。感謝齊華科技公司提供炭質物，特別是齊華科技公司的參與與援助。