

科技部補助產學合作研究計畫成果精簡報告

高分子類型對改質瀝青工程性質之影響

計畫類別：開發型
計畫編號：MOST 105-2622-E-006-031-CC2
執行期間：105年06月01日至106年08月31日
執行單位：國立成功大學土木工程學系（所）

計畫主持人：陳建旭

計畫參與人員：博士班研究生-兼任助理：李政德
博士班研究生-兼任助理：何漢章

處理方式：
公開方式：立即公開

中 華 民 國 106 年 10 月 18 日

中文摘要：添加高分子的改質瀝青存有相容性、儲存穩定性以及拌合溫度過高等議題，本研究於基底瀝青分別添加塑性體包含聚乙烯(polyethylene, PE)與聚丙烯(polypropylene, PP)，進行比較，選出改質效果較佳的塑性體。再與彈性體，也就是苯乙烯-丁二烯-苯乙烯(styrene-butadiene-styrene, SBS)進行摻配，摻配後之改質瀝青除了傳統的黏度、針入度、軟化點等物性試驗外，也加入韌性試驗並透過動態剪切流變儀(Dynamic Shear Rheometer, DSR)來評估改質瀝青的質流行為；另外，本研究也使用光學顯微鏡對改質瀝青進行微觀結構的分析，評估最佳的改質瀝青摻配模式。塑性體改質劑中，PE的改質效果較佳，擁有高軟化點、低黏度，且較無離析的問題，但彈性回復率均較差，需要添加彈性體才能符合規範；添加硫除了有助於降低SBS改質瀝青的離析，亦能提昇改質瀝青的高溫性能；於彈性體改質瀝青中加入塑性體可以降低改質瀝青的黏度，軟化點的增減隨著塑性體改質劑的不同而有所變化。

中文關鍵詞：高分子改質瀝青、苯乙烯-丁二烯-苯乙烯、聚乙烯、聚丙烯

英文摘要：The use of polymer modified asphalt (PMA) faces challenges such as compatibility, storage stability and mixing temperature. Base binders mixed with thermoplastics including polyethylene (PE) and polypropylene (PP) were compared with thermoelastic, i.e. styrene-butadiene-styrene(SBS). Physical properties including viscosity test, penetration test and softening point test were measured. In addition, toughness test and dynamic shear rheometer were to evaluate rheological properties of different PMA. Optical microscope was used to analysis the microstructures of PMA. PE was shown to be the best modifier in the thermoplastics which had the highest softening point, the lowest viscosity and relatively good storage. However the elastic recovery of PE-modified binders was poor; an addition of thermoelastic could help meet specifications; To avoid asphalt segregation and improve high-temperature performance, thermoelastic modified asphalt could reduce viscosity by adding thermoplastics, but softening points changed with different concentrations of thermoplastic.

英文關鍵詞：polymer modified asphalt, styrene-butadiene-styrene, polyethylene, polypropylene

行政院科技部補助專題研究計畫

- ☐ 期中進度報告
☒ 期末報告

高分子類型對改質瀝青工程性質之影響

計畫類別：☒個別型計畫 ☐整合型計畫

計畫編號：MOST 105-2622-E-006-031-CC2

執行期間：2016 年 6 月 1 日至 2017 年 8 月 31 日

執行機構及系所：成功大學土木工程系

計畫主持人：陳建旭 教授

共同主持人：

計畫參與人員：何漢章、李政德、陳俊廷、鄭 偉

本計畫除繳交成果報告外，另含下列出國報告，共 0 份：

- ☐移地研究心得報告
- ☐出席國際學術會議心得報告
- ☐國際合作研究計畫國外研究報告

處理方式：除列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢

☒ 涉及專利或其他智慧財產權，☐一年☐二年後可公開查詢

2017 年 10 月

前言

瀝青是原油提煉後的最終產物之一，主要應用在柔性鋪面做為粒料之間的黏結材料，瀝青性能直接影響道路的績效，包含車轍和疲勞龜裂。瀝青混凝土路面受到高溫後，容易產生變形，隨著交通量和荷載的增加，使用一段時間後之鋪面可能導致疲勞開裂，使用傳統瀝青比較不能滿足現有的重載交通需求。為了提升鋪面績效，於 1950 年代開始在瀝青中加入改質劑，以降低溫感性，改善高溫車轍和裂縫等破壞現象，而基底瀝青與改質劑拌合後之黏結料，稱為改質瀝青。

在瀝青改質劑中，高分子(polymers)是最常使用的材料之一，高分子材料分為塑性體(thermoplastics)和彈性體(thermoelastics)。塑性體包含聚乙烯 (polyethylene, PE)，聚丙烯 (polypropylene, PP)，乙烯-乙酸乙酯 (ethylene-vinyl acetate, EVA)，乙烯-丙酸丁酯 (ethylene-butyl acrylate, EBA)；彈性體種類如苯乙烯-丁二烯-苯乙烯 (styrene-butadiene-styrene, SBS)，苯乙烯-異戊二烯-苯乙烯 (styrene-isoprene-styrene, SIS) 和苯乙烯-乙烯-丁二烯-苯乙烯 (styrene-ethylene-butadiene-styrene, SEBS)，經過上述改質劑改善後之黏結料，稱為高分子改質瀝青 (polymer-modified asphalt, PMA)。其中，塑性體具有低成本、較高的剛度和良好的抗車轍性能，但存在儲存穩定性以及提升彈性效果有限等問題；而彈性體可增加瀝青彈性恢復力以及抵抗低溫開裂能力，但對於熱、氧化和紫外線(UV) 抵抗力較差。除了上述的缺點，改質瀝青存在其共同的缺點，也就是相容性不佳以及拌合溫度過高，以至於改質瀝青在生產的過程中存有離析、過度老化和額外的加熱成本等問題產生。

本研究藉由添加不同種類與不同比例的改質劑與基底瀝青進行摻配，針對摻配後的改質瀝青進行試驗，探討改質瀝青的抗車轍、彈性回復力、

相容性與儲存穩定性等問題；並透過光學顯微鏡來觀察改質瀝青的微觀結構變化。

研究動機

添加高分子的改質瀝青存有挑戰性，例如相容性、儲存穩定性以及拌和溫度過高等議題，為了探討不同改質劑的缺點及增加改質效果，本研究透過實驗，對不同類型的改質劑進行摻配，隨後將不同摻配而得的改質瀝青，進行相關試驗並評估其改質效果，提出建議與改善方法。

結論

- 塑性體改質劑的改質效果較佳，擁有高軟化點、低黏度，且較無離析的問題，但彈性回復率無法符合規範。
- 添加彈性體的改質瀝青韌性較佳，韌性與彈性回復率皆隨著彈性體含量的增加而增加，兩者具有良好的相關性。
- 添加硫除了有助於降低彈性體改質瀝青的離析，亦能提昇改質瀝青的性能，增加高溫抗車轍的能力。
- 於彈性體改質瀝青中加入塑性體可以降低改質瀝青的黏度，進而降低拌和溫度，減少生產成本；軟化點的增減隨著塑性體改質劑的不同而有所變化。
- 根據質流試驗的結果，塑性體與彈性體對於基底瀝青的低溫改質效果有限，彼此之間沒有顯著差異。

- 於顯微鏡下改質劑的粒徑大小與改質瀝青的離析有關，顆粒越大越容易離析；彈性體與塑性體的微觀結構不相容，彼此獨立存在於瀝青相中。

105年度專題研究計畫成果彙整表

計畫主持人：陳建旭				計畫編號：105-2622-E-006-031-CC2				
計畫名稱：高分子類型對改質瀝青工程性質之影響								
成果項目				量化	單位	質化 (說明：各成果項目請附佐證資料或細項說明，如期刊名稱、年份、卷期、起訖頁數、證號...等)		
國內	學術性論文	期刊論文		0	篇			
		研討會論文		1		陳建旭、陳俊廷、鄭偉、黃正強、侯清元(2016)「儲存溫度和時間對高分子改質瀝青工程性質之影響」，第13屆鋪面工程材料再生及再利用學術研討會暨2016世界華人鋪面專學術研討會論文集，10/20-10/21，宜蘭。		
		專書		0		本		
		專書論文		0		章		
		技術報告		0		篇		
		其他		0		篇		
		智慧財產權及成果	專利權	發明專利		申請中	0	件
	已獲得				0			
	新型/設計專利			0				
	商標權		0					
	營業秘密		0					
	積體電路電路布局權		0					
	著作權		0					
	品種權		0					
	其他		0					
	技術移轉		件數		0	件		
		收入		0	千元			
	國外	學術性論文	期刊論文		1	篇	Chen, J.S., C.T. Lee, and Y.S. Chen (2017). "Storage Stability Evaluation of Polymer Modified Bitumens," Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.256-268.	
			研討會論文		0			
專書			0	本				
專書論文			0	章				
技術報告			0	篇				
其他			0	篇				
智慧財產權及成果		專利權	發明專利	申請中	0	件		

			已獲得	0		
			新型/設計專利	0		
		商標權		0		
		營業秘密		0		
		積體電路電路布局權		0		
		著作權		0		
		品種權		0		
		其他		0		
	技術移轉	件數		0	件	
		收入		0	千元	
參與計畫人力	本國籍	大專生		0	人次	
		碩士生		2		陳俊廷、鄭偉
		博士生		2		何漢章、李政德
		博士後研究員		0		
		專任助理		0		
	非本國籍	大專生		0		
		碩士生		0		
		博士生		0		
		博士後研究員		0		
		專任助理		0		
其他成果 (無法以量化表達之成果如辦理學術活動、獲得獎項、重要國際合作、研究成果國際影響力及其他協助產業技術發展之具體效益事項等，請以文字敘述填列。)			獲得國際交通基礎設施和材料會議 (International Conference on Transportation Infrastructure and Materials) 最佳論文獎 Chen, J.S., C.T. Lee and Y. Lin (2016) “Laboratory and Field Evaluation of Porous Asphalt Mixes,” International Conference on Transportation Infrastructure and Materials, 16-18 July, Xian, China.			

本產學合作計畫研發成果及績效達成情形自評表

成果項目		本產學合作計畫預估研究成果及績效指標 (作為本計畫後續管考之參據)	計畫達成情形
技術移轉		預計技轉授權 0 項	完成技轉授權 0 項
專利	國內	預估 0 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
	國外	預估 0 件	提出申請 0 件，獲得 0 件
人才培育		博士 0 人，畢業任職於業界 0 人	博士 0 人，畢業任職於業界 0 人
		碩士 1 人，畢業任職於業界 1 人	碩士 1 人，畢業任職於業界 1 人
		其他 0 人，畢業任職於業界 0 人	其他 0 人，畢業任職於業界 0 人
論文著作	國內	期刊論文 0 件	發表期刊論文 0 件
		研討會論文 1 件	發表研討會論文 1 件
		SCI論文 0 件	發表SCI論文 0 件
		專書 0 件	完成專書 0 件
		技術報告 1 件	完成技術報告 1 件
	國外	期刊論文 1 件	發表期刊論文 1 件
		學術論文 1 件	發表學術論文 1 件
		研討會論文 0 件	發表研討會論文 0 件
		SCI/SSCI論文 0 件	發表SCI/SSCI論文 0 件
		專書 0 件	完成專書 0 件
		技術報告 0 件	完成技術報告 0 件
	其他協助產業發展之具體績效		新公司或衍生公司 0 家
計畫產出成果簡述： 請以文字敘述計畫非量化產出之技術應用具體效益。 (限600字以內)		本研究成果建立高分子改質瀝青其工程性質，說明塑性體(thermoplastics)和彈性體(thermoelastics)等添加技術基礎，有助於道路養護單位了解添加不同改質劑的瀝青物理特性，並管控混合後之高分子改質瀝青所需的特性。	
請就研究內容與原計畫相符程度、達成預期目標情況作一綜合評估		<input checked="" type="checkbox"/> 達成目標 <input type="checkbox"/> 未達成目標 (請說明，以100字為限) <input type="checkbox"/> 實驗失敗 <input type="checkbox"/> 因故實驗中斷 <input type="checkbox"/> 其他原因 說明：	
本研究具有政策應用參考價值		<input type="checkbox"/> 否 <input checked="" type="checkbox"/> 是，建議提供機關 <u>交通部</u> ，	

	(勾選「是」者，請列舉建議可提供施政參考之業務主管機關)
本研究具影響公共利益之重大發現	<div><input type="checkbox"/> 否</div> <div><input checked="" type="checkbox"/> 是</div> <div>說明：(以150字為限)</div> <div>傳統改質瀝青以單一改質劑為主，本研究說明不同塑性體(thermoplastics)和彈性體(thermoelastics)等添加功能和用量，有助於提升國內改質瀝青技術。</div>