

114年度資源循環
科研創新成果分享會

資源回收

以廢輪胎橡膠推動道路 養護資源循環減碳技術

執行單位 社團法人台灣輪胎循環經濟協進會

主持人 邱垂德、許承煜

報告人 邱垂德



簡報大綱



01 計畫執行背景 4

02 執行情形與亮點成果 6

03 未來展望 15

04 結論與建議 17



01



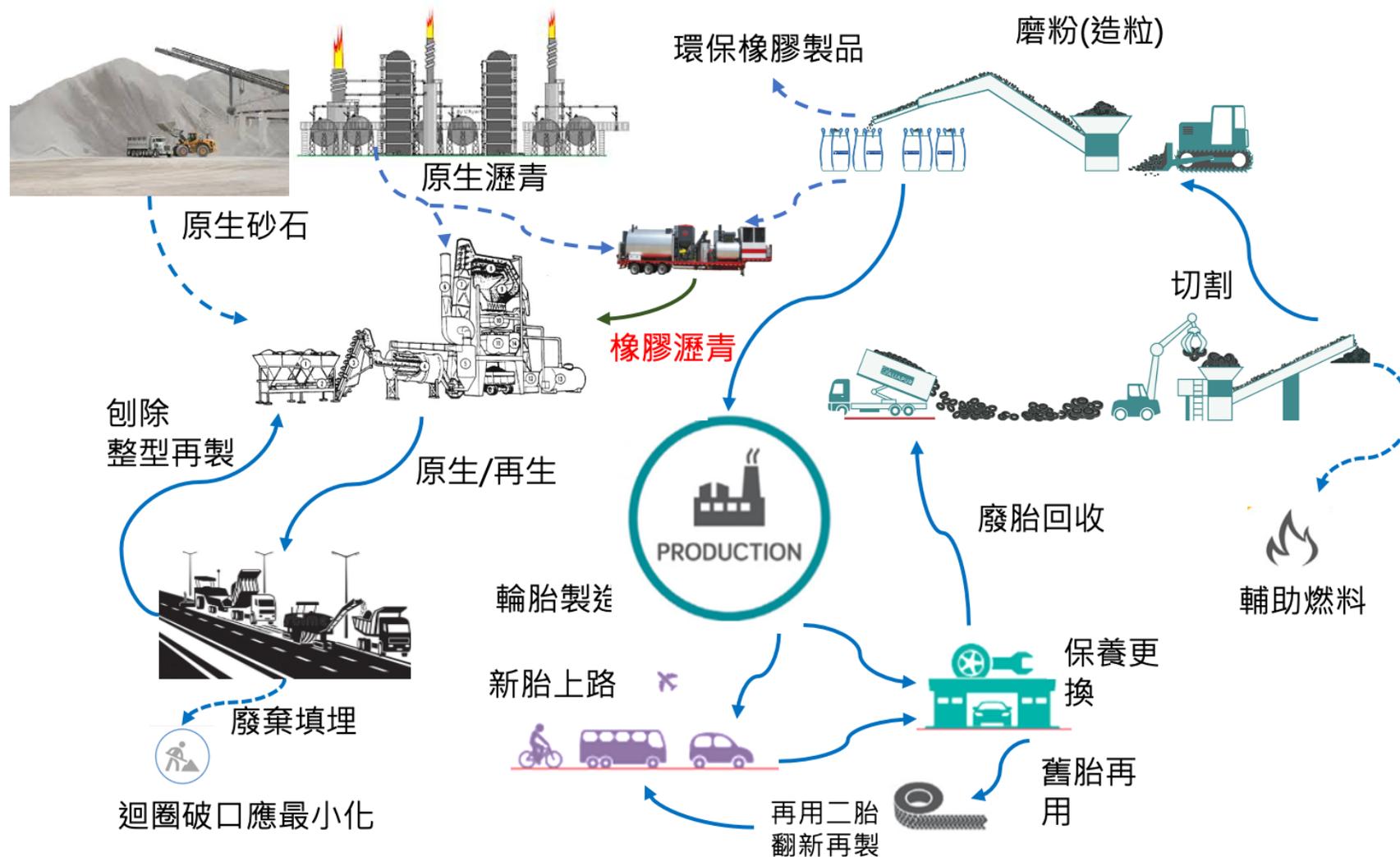
計畫執行背景



面對2050年淨零排放目標，美國聯邦公路總署(FHWA)提出路面工程進入兼顧經濟成長、環境保護、及社會進步的新紀元，具體提出鋪面減碳四策略：

- 在鋪面工程中納入廢棄材料，特別是**塑膠**及**廢輪胎橡膠**。
- 鋪面再生
- 提昇耐久性
- 採用當地材料

廢輪胎橡膠進入瀝青路面循環



資源循環署的「**輪胎循環高值化路面養護低碳排**」是與歐美先進國家同步的正確方向，路面工程產業鏈粗放複雜，產品市場競爭難以**品質/成效/環境**為號召，仍需公部門支持才能推動！



02



執行情形與亮點成果

以廢輪胎橡膠推動道路養護資源循環減碳技術

(以利創新減碳材料)

3. 推動道路養護成效式規範

2. 提出成功典範及具體成效數據

1. 低碳橡膠瀝青路面鋪築

D 擴大鋪路實績

成果推廣

輔導扎根

C 推廣橡膠瀝青低碳技術

1. 辦理橡膠瀝青研討會

2. 觀摩溫拌橡膠瀝青養路減碳技術

3. 輔導熱拌廠產品碳足跡認證

4. 研擬橡膠瀝青低碳養路技術指引

化解疑慮

3. 實證含橡膠瀝青刨除料再利用

2. 工廠化免除特殊機具需求

1. 用溫拌技術降低異味

B 化解業界疑慮

研發創新

A 實驗室研發創新材料設計

1. 開發橡膠瀝青混合料的平衡式配比設計

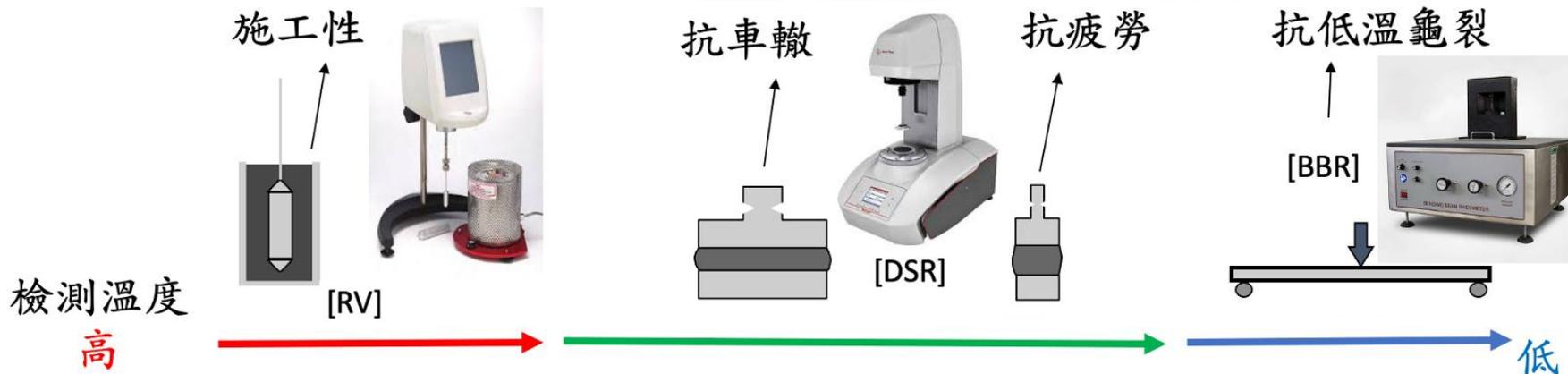
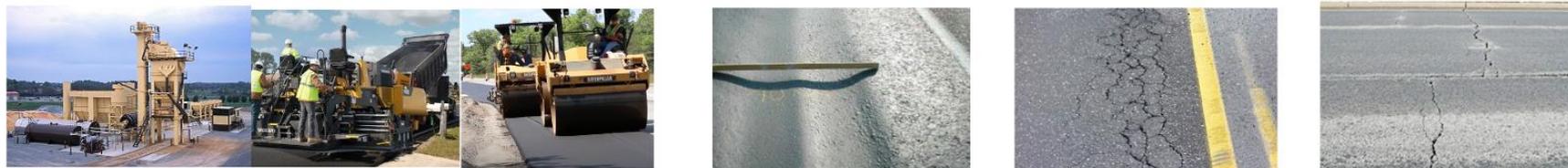
2. 以創新方法檢測橡膠瀝青混凝土成效

3. 實做納入橡膠瀝青的瀝青改質規範

4. 溫拌橡膠瀝青混合料納入路面刨除料

創新引進瀝青成效分級(Performance Graded)規範

現行規範以瀝青的「軟硬(25°C針入度或60°C黏度)」分級，與服務成效(高溫抗變形低溫抗開裂)不直接相關且未能容納環保材料!



國內適用的AC-20

PG 64-22

環境路面最低溫(-22°C)

環境路面最高溫(64°C)

以「最高連續7天的平均氣溫」換算而得

現用的聚合物(SBS)改質瀝青

SBS

重交通長時間輾壓(依溫度時間疊代原理提高檢測溫度)仍能抗車轍變形

PG 76-22

環境路面最低溫(-22°C) 仍能抗開裂

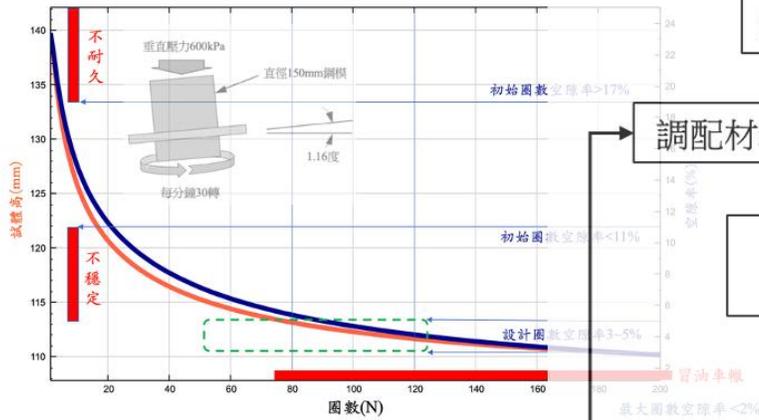
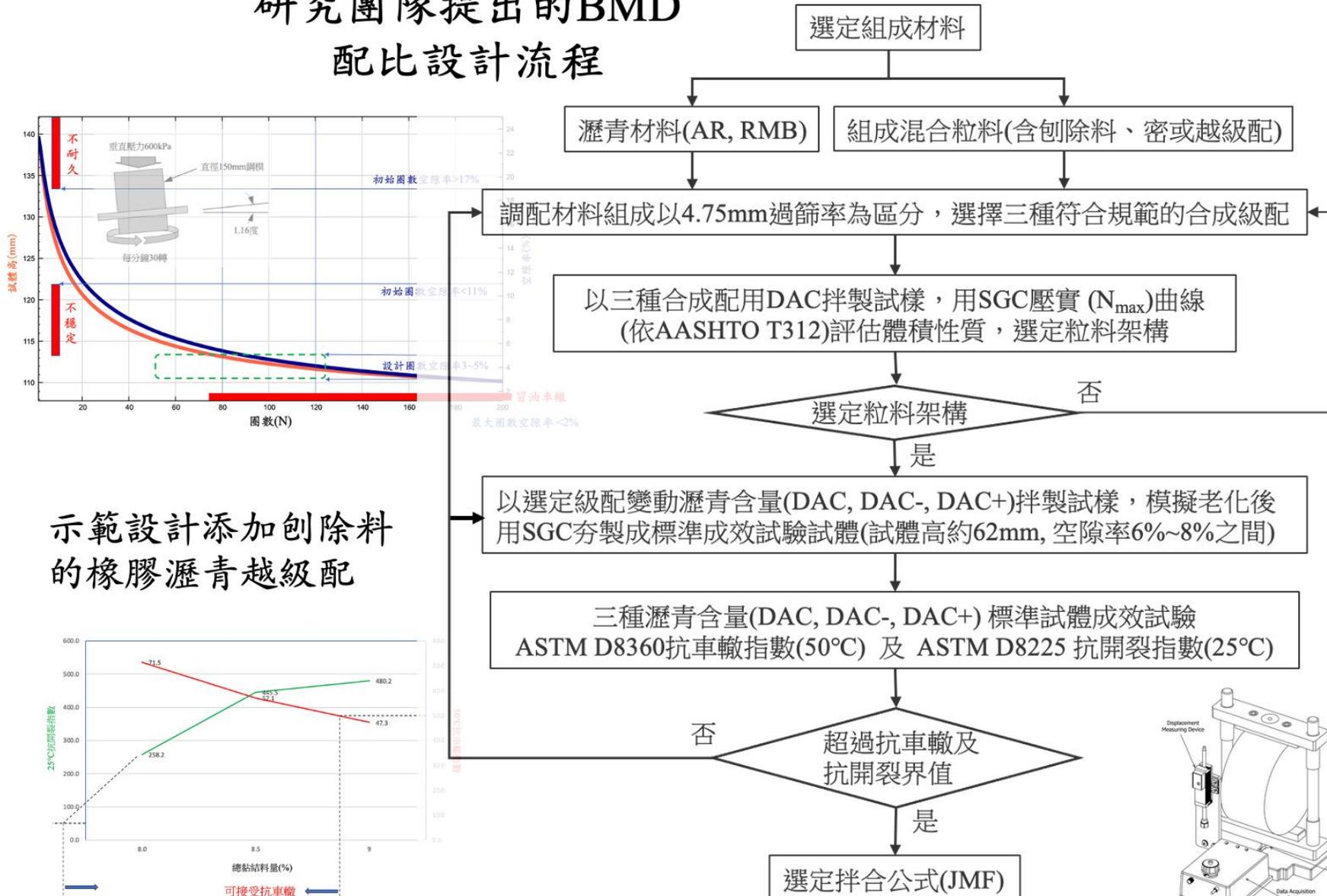
GTR

添加胎磨膠粉(GTR)的橡膠改質瀝青亦

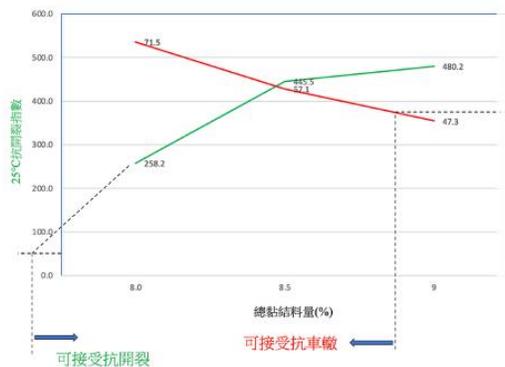
能符合PG76-22成效需求，使橡膠改質瀝青成為**低碳高效黏結料!**

114年6月11日新北市養護工程處「康寧街停車場」實做驗證工廠化橡膠改質密級配面層!

研究團隊提出的BMD 配比設計流程

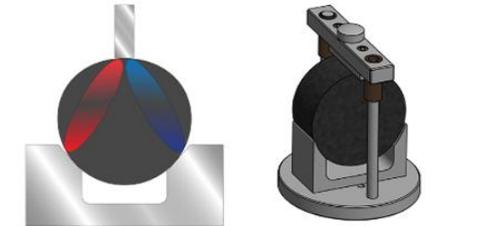


示範設計添加刨除料的 橡膠瀝青越級配

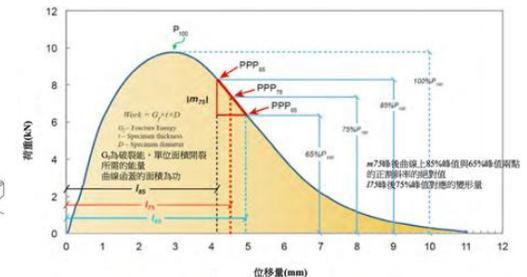


採用源自美國的
創新材料設計法
優化橡膠瀝青、
橡膠改質瀝青、
及含刨除料瀝青
等環保材料的配
比設計。

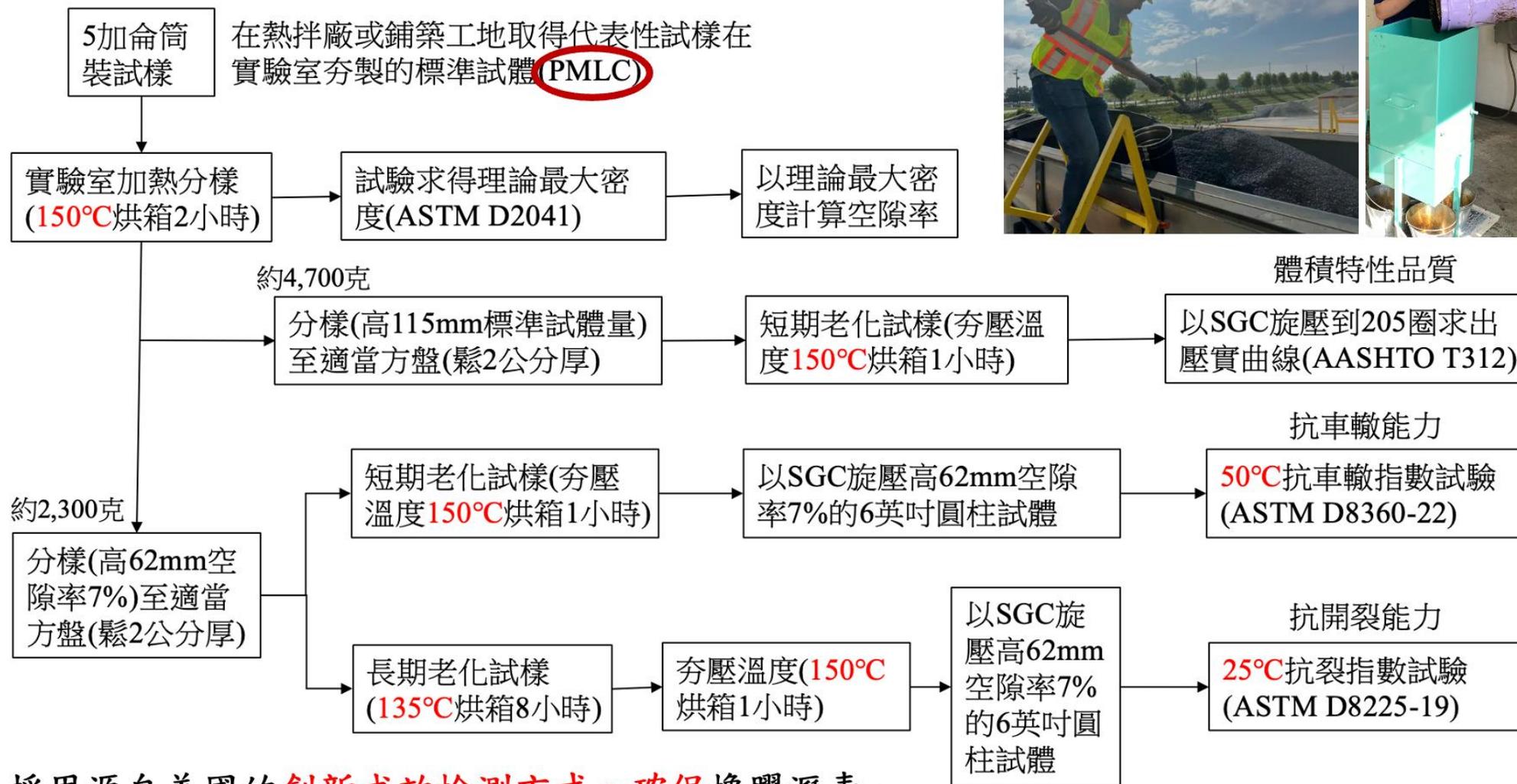
ASTM D8360-22: 在50°C執行



ASTM D8225-19: 在25°C執行



用創新的指數型成效試驗建立的瀝青混凝土品管程序

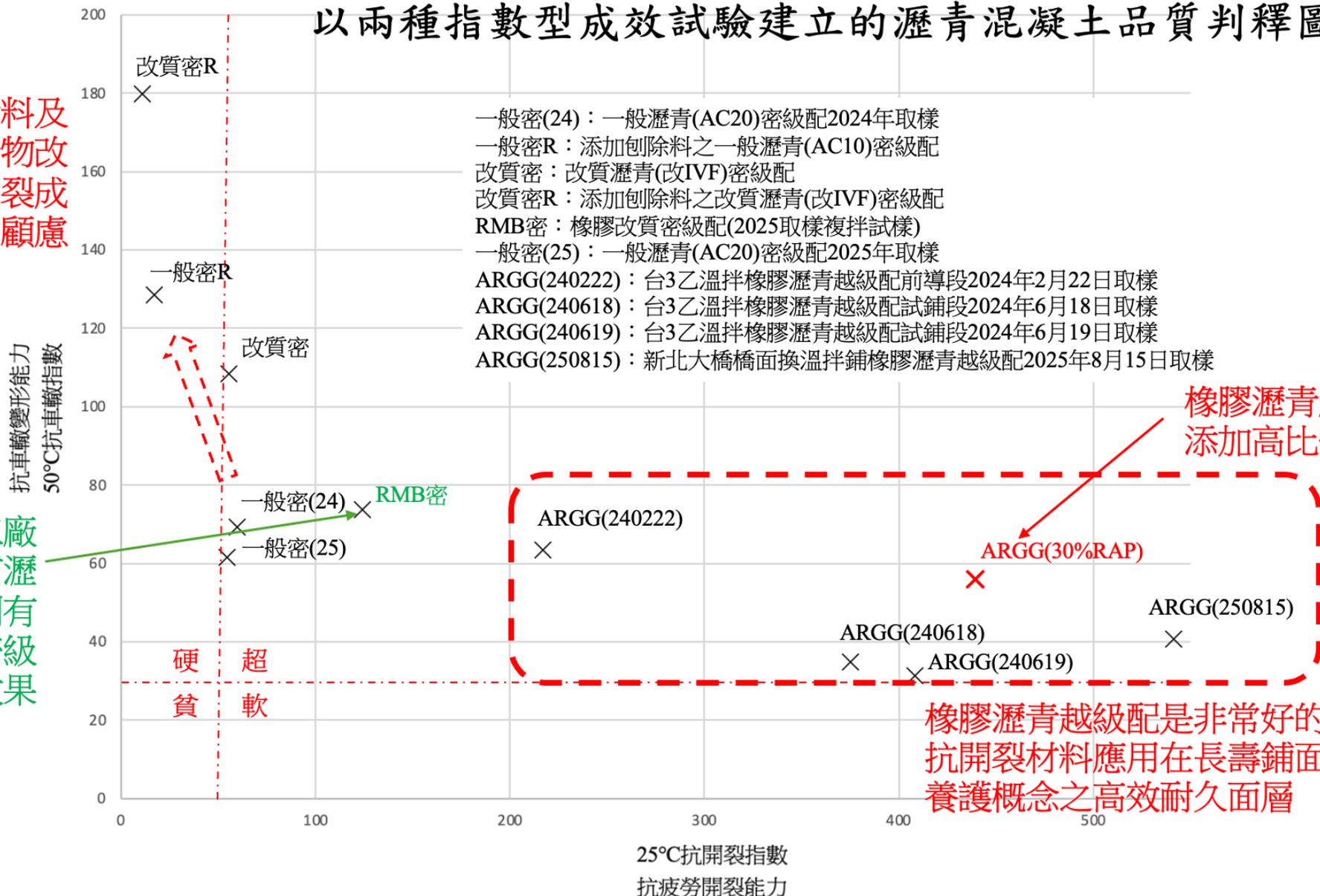


採用源自美國的**創新成效檢測方式**，確保**橡膠瀝青、橡膠改質瀝青、及含刨除料瀝青等環保材料的成效**。

以兩種指數型成效試驗建立的瀝青混凝土品質判釋圖

添加刨除料及既有聚合物改質有抗開裂成效不足的顧慮

新開發的工廠化橡膠改質瀝青密級配則有優於一般密級配的改質效果



- 一般密(24)：一般瀝青(AC20)密級配2024年取樣
- 一般密R：添加刨除料之一般瀝青(AC10)密級配
- 改質密：改質瀝青(改IVF)密級配
- 改質密R：添加刨除料之改質瀝青(改IVF)密級配
- RMB密：橡膠改質密級配(2025取樣複拌試樣)
- 一般密(25)：一般瀝青(AC20)密級配2025年取樣
- ARGG(240222)：台3乙溫拌橡膠瀝青越級配前導段2024年2月22日取樣
- ARGG(240618)：台3乙溫拌橡膠瀝青越級配試鋪段2024年6月18日取樣
- ARGG(240619)：台3乙溫拌橡膠瀝青越級配試鋪段2024年6月19日取樣
- ARGG(250815)：新北大橋橋面換溫拌鋪橡膠瀝青越級配2025年8月15日取樣

台三乙線9~10k溫拌橡膠瀝青試鋪段異味檢測空氣採樣及檢測數據

引進歐洲機械發泡工法將拌合溫度從160°C降至140 °C，鋪築現場不冒煙



2024年5月29日鋪築工地
異味檢測採樣



檢測位置		檢測值	標準值
拌合廠	第 1 點	<10	一般： <10 工業區： <20
	第 2 點	<10	
	第 3 點	<10	
鋪築工地	鋪裝機前	<10	
	鋪裝機後	<10	

據聞北部地區已裝設近10套機械發泡設備，可以生產溫拌瀝青。

橡膠瀝青刨除料再利用追蹤案例說明

台61線33K+150~34K+000橋面南下兩車道(104年鋪橋面段) (新編里程號27K)

台61線27K南下橋面橡膠瀝青越級配(2015年鋪)刨除前，經**9年又3個月**的車行磨耗，表面露出石粒的包覆瀝青已磨光，石料表面亦有磨光現象，鋪成時的油斑沒有惡化的情形。2024年9月12日夜間刨除。



2024年9月12日約320噸**橡膠瀝青刨除料**運至拌合廠經軋碎篩分後暫存



2024年9月13日泡沫瀝青冷拌廠拌製成R60



2024年9月13日泡沫瀝青冷拌廠拌製成的R60做為桃園航空城新闢道路的基層



胎磨膠粉只占瀝青混凝土重量比1.2%且為瀝青改質劑，老舊橡膠瀝青混凝土可正常回收再用回路面工程應無疑慮。

橡膠瀝青鋪路成果(113-114年三案合計24.1車道公里)

113年6月鋪設-台三乙線9~10k段，長1km含彎道加寬及路肩計約6.5車道公里，鋪溫拌橡膠瀝青越級配約2,150公噸，膠粉使用量約28公噸。



113年11月臺北市大安區仁愛路三段(新生南路至復興南路)，總鋪築面積38,973m²，厚5cm，計約13.6車道公里，鋪橡膠瀝青越級配約4,491公噸。



114年度8月新北大橋6個車道及部份引道總鋪築面積12,291m²，厚4cm，鋪溫拌橡膠瀝青越級配1,110公噸；使用15公噸橡膠粉，計約4車道公里。



03



未來展望

- 本研究於實驗室及實做專案示範的創新材料設計與檢測技術和規範，可促進舊瀝青鋪面刨除料、胎磨橡膠、濻拌劑、再生劑、及其它環保改質劑等永續創新材料在國內瀝青鋪面的優化應用。
- 國內既有聚合物(SBS)改質瀝青用量每年約5萬公噸，基於氣候變遷產生的鋪面工程韌性需求，未來將提高至10萬公噸(占鋪路瀝青市場約20%)；若能改用成效相當的橡膠改質瀝青，則依組成原料單價估算，每公噸省0.27萬元，則每年節省的鋪路預算達2.74億元，
- 依美國文獻列出的碳排係數計算，以橡膠改質瀝青取代SBS改質瀝青，每公噸碳排量減少142.54 kgCO₂e，則每年減碳達1.4萬公噸。
- 註1：以國內市場組成原料單價估算，一般瀝青2.00萬元/公噸，SBS改質瀝青2.21萬元/公噸，橡膠改質瀝青1.94萬元/公噸
- 註2：以依美國文獻三種瀝青的碳排係數，一般瀝青631.15 kgCO₂e/公噸，SBS改質瀝青758.71 kgCO₂e/公噸，橡膠改質瀝青616.17 kgCO₂e/公噸



04



結論與建議

- 採用橡膠瀝青，也就是以胎磨膠粉做為瀝青改質劑，不僅提昇鋪面永續、回復力(韌性)、路面養護績效等多項指標，亦為瀝青拌合業淨零轉型的策略重點。
- 本研究引進歐美鋪面工程的創新技術，在實驗室及試鋪工地示範實做，實踐以廢輪胎橡膠鋪築高效低碳路面之材料設計、生產、及施工品管等程序，克服國內鋪面工程技術規範更新緩慢而無法順暢容納低碳環保材料的問題。
- 本研究擬定的「橡膠瀝青低碳養路技術指引」，將可協助國內鋪面工程人員擺脫老舊規範的束縛，積極參照先進技術規範，據以執行高效低碳的道路鋪面養護工作，邁向道路養護低碳排的目標。
- 國內都會區橋面、省道、及高快速公路系統，瀝青路面破壞型態以表層的開裂及車轍為主，可類比近年美國長壽鋪面概念，選用高績效的瀝青混合料做為面層，達成「在少量的表面層維修下可無限期使用的路面」目標。

參考文獻

環境部資源循環署114年度補助資源循環創新及研究發展計畫，計畫編號RECA-114-021, 以廢輪胎橡膠推動道路養護循環減碳技術(第二年)，成果報告定稿，社團法人台灣輪胎循環經濟協進會執行，中華民國114年11月30日。

報告結束感謝聆聽

114 年度資源循環科研創新成果分享會

主辦單位  環境部
Ministry of Environment

協辦單位  台灣經濟研究院
Taiwan Institute of Economic Research