

臺北市政府創意提案競賽提案表

提案類別	<input type="checkbox"/> 創新獎 <input checked="" type="checkbox"/> 精進獎 <input type="checkbox"/> 跨域合作獎
提案年度	110年度
提案單位	臺北市政府工務局大地工程處道路步道科
提案人員	主要提案人：韋昇韻，貢獻度：35 % 參與提案人：陳彥成，貢獻度：20 % 潘信元，貢獻度：20 % 王俊仁，貢獻度：25 %
提案範圍	1. 有關本府重要市政計畫、市政白皮書、市長政見及重大政策等之改進革新事項。(響應循環經濟、再生利用政策) 2. 有關各機關民情及輿情反應之改進革新事項。(考量全國各縣市及民間工會、環保團體多次提出瀝青刨除料去處和廢棄輪胎去化等環保議題，全國首創在道路工程啟動橡膠瀝青結合冷拌刨除路基之再生材料工法) 3. 其他對促進機關行政革新有所助益之創新作為。(全國首創結合橡膠瀝青及冷拌刨除路基再生材料於道路工程，達成節能減碳、循環再生成效，推廣環境友善、永續發展之理念)
提案名稱	廢輪胎回收新氣象 化身道路環保鋪面材料
成效屬性 (可複選)	<input checked="" type="checkbox"/> 全國首創、 <input type="checkbox"/> 導入精實管理手法、 <input type="checkbox"/> 小 e 化、 <input checked="" type="checkbox"/> 節省成本(時間、人力、經費)、 <input checked="" type="checkbox"/> 發表期刊論文或專書(後續將與中央大學聯合發表)、 <input type="checkbox"/> 取得專利、 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：推廣環境友善、永續發展之理念。
提案緣起	1. 當前環保重要課題：因應工業發展和民生需求，台灣每年約產生1,000萬公噸的刨除料和14萬公噸的廢輪胎，堆置囤放的問題已經是近年不可忽視的環境污染，也是機關政府和產業工會需積極著手整治的重要議題。 2. 響應循環經濟及再生利用政策：本處結合產、官、學多位專家學者的多次研商會議，選定國外技術成熟之橡膠瀝青及目前國內急需去處之瀝青刨除料做為本次新工法道路材，再檢視研商冷拌再生瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土導入山區道路維護工程之可行性，由產官學各方專家協助指導施工前置作業的規劃安排，到完工後至現場檢視施工成果和檢討精進事項，經由不斷的滾動式修正執行計畫，最終得到良好試辦成果，在再生工程與永續環保間盡一份心力。 3. 試辦成果良好：本案施工過程雖然產生約830噸的刨除料，在使用100%回收料作為冷拌再生瀝青鋪設於道路底層時，循環使用了1,700噸刨除料，瀝青刨除料去化率高達200%；另外橡膠瀝青鋪面再生利用了14.3 噸橡膠粉，等同於1,430顆廢輪胎。經現地試驗證明至今道路品質良好，且經環境試驗監

	<p>測，相關數據皆符合標準，確認使用無虞，爰提出本次提案，以推廣各機關踴躍採用新型瀝青材料。</p>
<p>實 施 方 法、過 程 及 投 入 成 本</p>	<p>1. 計畫緣起</p> <p>(1) 循環經濟再生利用經驗座談會：本府於108年5月2日「研商轉爐石、氧化矽、橡膠瀝青等材料於瀝青混凝土鋪面工程之應用」經驗分享暨討論會。</p> <p>(2) 響應環保政策：當前各縣市政府皆已無多餘掩埋空間可消化難以分解之廢輪胎及瀝青刨除料，為解決目前環保難題並響應循環經濟、再生利用政策，本處與國立中央大學、財團法人台灣營建研究院和設計廠商合作規劃選定本次橡膠瀝青及冷拌再生瀝青混凝土做為新型道路環保材料。</p> <p>2. 設計規劃</p> <p>(1) 觀摩學習：橡膠瀝青混凝土過去曾有生產時的惡臭遭到環保團體的反彈，為解決此項問題，環保署和台灣營建院經多年計畫改良橡膠瀝青拌合設備，已大幅改善過去遭詬病的問題。為借鏡橡膠瀝青混凝土的工程經驗，本處於109年4月10日觀摩交通部高速公路局關西段橡膠瀝青銑鋪工程，經實地現場了解生產時之異味問題已得到改善，並與高工局交流學習橡膠鋪面工程之回寶貴經驗。</p> <p>(2) 凝聚環保共識與產業交流：因全國首創結合橡膠瀝青及冷拌刨除路基再生材料於道路工程，本處於109年5月13日邀集環保局和瀝青廠業者舉辦再生材料推廣研討會，藉此了解業界技術問題和凝聚環保共識。</p> <p>(3) 選定試辦路段：博嘉里長陳情文山區木柵路5段43巷道路破損嚴重，勘查現況常有土資場砂石車和環保局回收車等重型車輛進出，導致道路現況不堪使用，影響用路人安全。</p> <p>(4) 選擇試辦材料：經多次研商和參考相關成果報告，確認選用可快速施工降低交通衝擊的冷拌再生瀝青混凝土試辦「路基改善」，以及耐久性較好的橡膠瀝青混凝土試辦「鋪面更新」，做為本次新型道路環保再生材料。</p> <p>3. 工程執行過程：</p> <p>(1) 施工進度如期如質：因臺北市地形環境條件，在秋冬季常因東東北季風導致連日降雨的狀況，為能於有限的良好天氣下進場施工，本處與監造廠商、施工廠商、瀝青廠、台灣營建院多次沙盤推演，確認施工前置作業完備，整體施工過程順暢，如期完成工程。</p>

- (2) **實施環境檢測和成效調查**：為確認初次使用的冷拌再生瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土使用於山區道路的成果，經會同國立中央大學、台灣營建院、設計廠商多次研商後，規劃配合工程進度執行毒物溶出 TCLP、逕流水監測、異味監測、現地 CIST 試驗、現地 DCP 試驗、瀝青含量及篩分析、浸水殘餘強度試驗 TSR、噪音檢測、抗滑試驗、鋪面巡查等共10項環境檢測和成效調查，除了檢視瀝青材料是否有環境污染之虞，並追蹤工程成效，相關數據也將回饋中央大學和台灣營建院，以利精進和協助更新相關施工規範。
- (3) **完備施工前相關計畫**：為精進冷拌瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土的施工計畫和品質管理檢測項目，本處於109年9月4日、17日邀請專家學者召開審查會議，並依專家學者建議修正相關文書和執行計畫，以完備施工前前置作業。
- (4) **強化橫向機關(單位)合作**：因文山區木柵路5段43巷早期是因應殯葬需求所開闢的道路，原道路現況因長期重車使用下，已有多處不均勻沉陷和排水不良狀況，為能整體改善該段道路品質，需將鄰近道路附屬設施(側溝、護欄等)、人手孔和地形平整度、洩水坡度等納入評估，爰於109年8月11日召開施工前會勘請管線單位配合辦理設施調降作業，以利提升道路平整度，提高用路人的舒適度。
- (5) **妥善交通維持計畫**：因木柵路5段43巷係連接信義、南港、文山和深坑的重要幹道，並無相關鄰近的替代道路可調度使用，爰於109年8月11日邀集當地里長、公運處、交工處和殯葬處召開會勘研商交通維持規劃，考量山區道路狹窄且動線不佳，為避免施工過程發生職業安全危害，採日夜趕工方式封路施工，並依會勘結論於施工前告告相關資訊、發放鄰近住戶施工通知單、張貼公車改道資訊和加強交維人員和相關設施，將交通衝擊降低至最小。
- (6) **邀集專家學者至瀝青廠實地技術輔導**：因參與過冷拌再生瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土的瀝青廠不多，為精進本案品質，本處邀請橡膠瀝青規範推手邱垂德教授於109年7月16日和109年11月4日至瀝青廠確認營業文件、品管人員和相關度量衡設備檢驗是否完備，並提供技術輔導，確保出料程序和供料品質無虞。
- (7) **借調和接引橡膠瀝青拌合設備**：
- A. 因台灣橡膠瀝青技術尚未普及，目前全臺僅有2台改良式橡膠瀝青拌合設備，且須配合拌合設備檔期與瀝青廠生產檔期，經台灣營建院、瀝青廠等多次協調，方達成本案最佳生產時間點。

B. 因橡膠瀝青拌合設備需與瀝青廠界接生產作業系統，從廠內動線規畫安排、輸油管改裝到磅秤裝置校正，全程皆由台灣營建院等協助監督和指導，以確保橡膠瀝青混凝土出廠品質良好。

- (8) **檢核橡膠粉來源資格**：因應中央再生材料源頭管制，並確保橡膠粉進貨來源，本處於109年10月15日會同台灣營建院參訪橡膠輪胎處理工廠-保綠公司，確認橡膠粉製作流程、囤放方式和檢視相關環保署合格文件。
- (9) **廠區道路試鋪並邀專家現場研討最佳化橡膠瀝青配比**：道路工程成敗最為關鍵之處為瀝青之配比及生產過程，為精進本案品質於109年11月2日至11月4日期間，除於瀝青廠區內道路試鋪外，並邀請專家學者現場指導配比設計測試事宜，經測試結果建議調整橡膠瀝青含量由9%降至8%，以確保瀝青內部孔隙率充足，避免發生鋪面冒油狀況。
- (10) **橡膠瀝青混凝土出廠追蹤**：考量橡膠瀝青混凝土施工溫度(需大於150度)較一般瀝青混凝土施工溫度要求高(需大於120度)，為精進品質追蹤材料溫度軌跡，廠商引進料車溫度追蹤系統，除可遠端定位料車行經動線，亦可確保熱料保存溫度，加強落實品管要求，確保施工品質良好。

4. 試辦成果：

- (1) **全力以赴，一定成功**：因初次結合冷拌瀝青再生混凝土和橡膠瀝青混凝土，並無工程相關前例可參考，本處經由縝密的施工前規劃作業，並在施工階段加強三級品質管理，執行過程共進行了9次業務科抽查、6次處督導、21次不定期工務會議(共36次，平均4天督1次)，且本府勞檢單位亦有至現地臨時抽查(無缺失)，本案係投入百分百熱情與兢兢業業精神達成如期如質如度之目標。
- (2) **多方監測、品質良好**：本案施工前、中、後皆針對環境及工程品質做多方監測，數據皆符合相關規定，雖完工後現地常有大型拖引車進出，至今工區現況仍屬良好，後續也將持續針對工程成效及環境部分持續監測回饋。
- (3) **工程經驗回饋**：本處結合產、官、學多位專家學者共9次協助指導本次冷拌瀝青和橡膠瀝青的道路試辦工程，除了確認本案施工順暢和成效良好，更能建立完備的工程紀錄，以利後續機關借鏡參考。
- (4) **勇奪本府施工查核佳績**：本案於109年10月12日開工，工期60天，施工期間雖面對多雨且寒冷的東北季風，仍藉由完備的前置作業和團隊的協力合作，如期於109年12月10日完工，除了在109年11月17日本市勞動檢查處突擊檢查

	<p>(5)無缺失外，並在109年12月10日本府施工查核小組無預先通知查核勇奪86分的佳績(本府前1%優良工程)。</p>
<p>實際執行 (未來預期)成效</p>	<p>1.完工後環境檢測與工程成效良好：本案除了針對本市文山區木柵路5段43巷進行改善維護，並規劃安排數項環境影響和工程成效的實驗檢測，檢測成果如下述說明。</p> <p>(1)冷拌再生瀝青混擬土：</p> <p>A.路基強度足夠：CIST衝擊試驗和DCP貫入試驗結果冷拌再生瀝青混凝土在24小時內路基乘載比平均為125%，遠超過一般級配路基強度要求(CBR>85%)，顯示冷拌再生瀝青混凝土承载力成效顯著，確可有效去化瀝青刨除料，並達到快速開放通車的目標。</p> <p>B.抗水侵害強：浸水殘餘強度試驗(TSR)結果冷拌再生瀝青混凝土張力強度比平均為87.3%，達到一般瀝青鋪面滯留強度指數要求(>75%)，顯示冷拌再生瀝青混凝土抗水侵害的能力較強。</p> <p>C.通過環境檢測：毒物溶出檢驗結果並無重金屬超標狀況，符合規範要求。</p> <p>(2)橡膠瀝青混擬土：</p> <p>A.通過環境檢測：</p> <p>a.無空氣污染超標：異味監測結果瀝青廠生產橡膠瀝青混凝土時，空氣污染並無超標狀況，符合規範。</p> <p>b.無造成環境水質異常：逕流水檢測結果施工前後水質異常或者超標狀況，符合規範要求。</p> <p>c.無重金屬溶出超標：毒物溶出檢驗結果並無重金屬超標狀況，符合規範要求。</p> <p>B.具降噪功能：噪音檢測結果現況鋪面由施工前58.1分貝下降到施工後56.9分貝，顯示橡膠瀝青鋪面具降噪成效。</p> <p>C.抗車轍能力及耐久性提升：經試驗顯示橡膠瀝青流度值(抗剪力)和粒料填充率(抗水侵害性較)一般瀝青數值高，有抗車轍能力和耐久性能提升的趨勢，且開放通車至今尚無發生車轍或破損等狀況發生。</p> <p>D.道路平整度媲美市區道路水準：慣性剖面儀檢測道路平坦度IRI順逆樁平均由施工前6.42 m/km下降到施工後4.66 m/km，高低平坦儀檢測平整度標準差小於2.6公厘，雖本路段位於山區，但成效媲美市區新闢道路水準，且完工至今並無道路品質不良狀況發生。</p> <p>2.有效減輕環境負擔：</p> <p>(1)冷拌再生瀝青混擬土：本案施工過程雖然產生刨除舊料約830噸，在使用100%回收料作為冷拌再生瀝青鋪設於道路底層時，循環使用了1,700噸刨除料，刨除料去化率高達</p>

200%。

(2) **橡膠瀝青混凝土**：橡膠瀝青鋪面再生利用了14.3噸橡膠粉，等同於1,430顆廢輪胎。

3. **未來3年預計執行計畫(109年~111年)**：後續將持續觀察和滾動式修正循環再生利用執行計畫，預計三年內可循環使用約6,000公噸的刨除料，換算體積約等同1.6座標準泳池大小；每年約可再生利用7萬9,300公噸的橡膠粉，等同於8,000顆廢輪胎，堆疊約可達到3座101的高度。

4. **建議後續推廣措施**：為能推廣使用冷拌再生瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土，後續仍須就政策推動、資訊公開和市場信心等三個層面逐項推動，相關措施簡要說明如下。

(1) **政策推動**：

- A. 由中央單位到地方政府統籌合作循環經濟再生利用計畫，並補助和獎勵採用冷拌再生瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土的工程單位。
- B. 建立企業環境管理體制，針對輪胎和瀝青產業落實管制生產和回收數量，並加強企業環境社會責任。
- C. 因目前冷拌再生瀝青混凝土施工規範仍為暫行版，檢測項目和檢測標準尚待營建署完成審核程序，若能正式公告提供查閱，更能讓工程單位由觀望心態轉變成嘗試敢用。
- D. 明訂工程契約採用冷拌再生瀝青混凝土和橡膠瀝青混凝土的條件，納入年度計劃使用。

(2) **資訊公開**：

- A. 定期召開年度招標公告和成果說明會，公開每年冷拌再生瀝青混凝土及橡膠瀝青混凝土預計使用量並建立溝通平台與循環經濟產業密切合作。
- B. 設置循環經濟專區網站，提供循環經濟材料相關施工規範和會議紀錄查閱，統整歷年工程項目使用數量和施作成果，並公告年度維護計畫和循環經濟再生材料需求，以提高產業精進轉型的意願。

(3) **市場信心**：

- A. 提高市場需求循環經濟再生材料需求，促進業者嘗試轉型和升級設備。
- B. 建立完備的技術輔導機制，協助業者導入環境企業環境社會責任，以加強重視環境保護意識。
- C. 改善市場機制，落實執行精進措施，建立互信機制。

相關附件

詳附件1。

聯絡窗口

姓名：韋昇韻

電話：02-2759-3001#3214

Email：ge-10244@mail.taipei.gov.tw



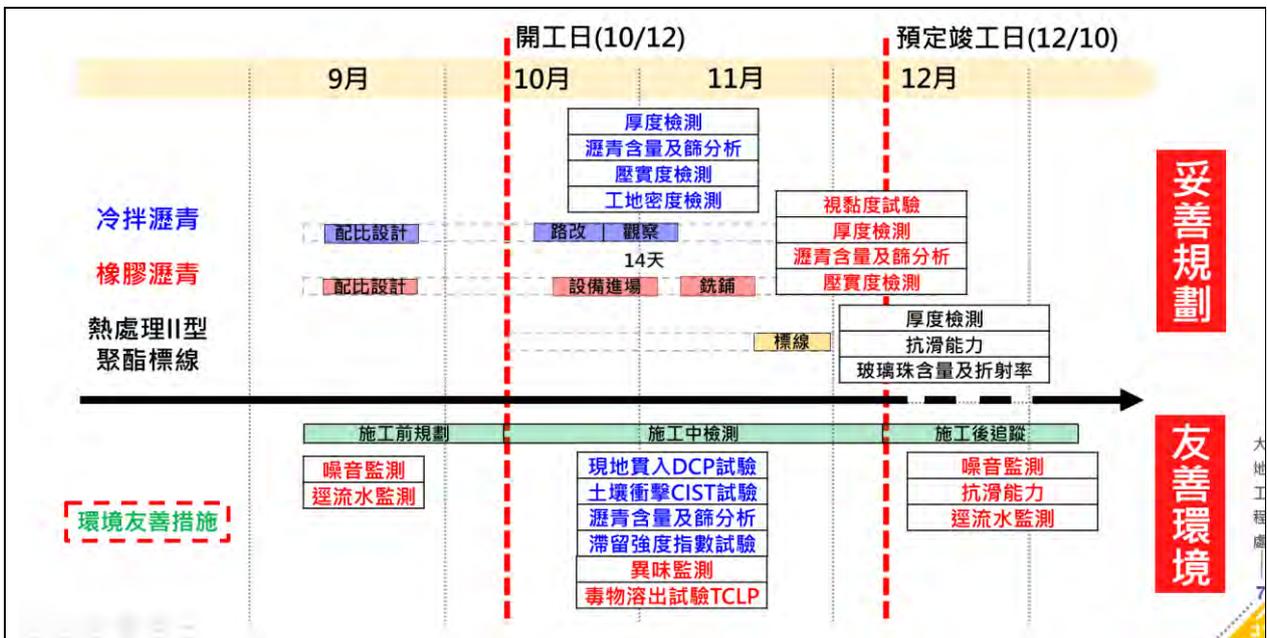
試辦工程位置-文山區木柵路5段43巷-3



冷拌瀝青和橡膠瀝青設計規劃



冷拌瀝青和橡膠瀝青 SWOT 設計原則



規劃施工進度



山區道路試辦鋪築冷拌瀝青路基&橡膠瀝青鋪面



山區道路試辦鋪築冷拌瀝青路基&橡膠瀝青鋪面

成效調查項目	級配粒料 底層第3類		控制性低強度 混凝土CLSM		冷拌再生 瀝青混凝土		
	文獻數據	完工時間	文獻數據	完工時間	CIST試驗 (淺層)	DCP試驗 (整體)	
加州乘載比 C.B.R.(%)	80	1天	26.75	30分	102	47.9	
		7天	60.8	4小時	118	71	
		28天	94.9	24小時	292	126.5	
浸水殘餘 強度試驗 TSR	無	無			87.3		
循環經濟	無	無			100%回收料		
備註	易產生較大的 塑性變形	需長時間養護			可快速達到 加州乘載比要求		
環境檢測項目	檢測單位		檢測數據				
毒物溶出TCLP	台旭環境科技中心股份有限公司		八大金屬溶出皆未超標				

1 可快速開放通車

備註：施工後4小時即可通車

2 承載力高

備註：施工後4小時整體強度達規範需求

3 有效去化刨除料

檢測通過

4 通過環境檢測

地工

冷拌再生瀝青混凝土成果差異比較

成效調查項目	3/4"密級配 一般瀝青混凝土		1/2"超級配 橡膠瀝青混凝土	
	配比	規範值	配比	規範值
流度值	11	8~14	37	20~40
粒料填充率 (V.M.A) %	14.0%	≥13	21.9%	≥17
配比設計瀝青含量	瀝青4.9%	4~10	橡膠瀝青8%	5~9
耐久性	差		優	
循環使用	無		廢棄輪胎	

1 抗車轍能力高

2 耐久性高

備註：由平均3年提升到平均6年

3 再生利用廢輪胎

檢測通過

4 通過環境檢測

地工

環境檢測項目	檢測單位	檢測數據
逕流水監測	台旭環境科技中心股份有限公司	施工前-無毒物驗出 施工後-無毒物驗出
異味監測	台旭環境科技中心股份有限公司	空氣汙染實測<10
毒物溶出TCLP	台旭環境科技中心股份有限公司	八大金屬溶出皆未超標

橡膠瀝青混凝土成果差異比較

◆ 材料穩定通過檢測

經10項試驗檢測，並無重金屬超標，亦無道路品質不良狀況發生。

◆ 道路平整度提升

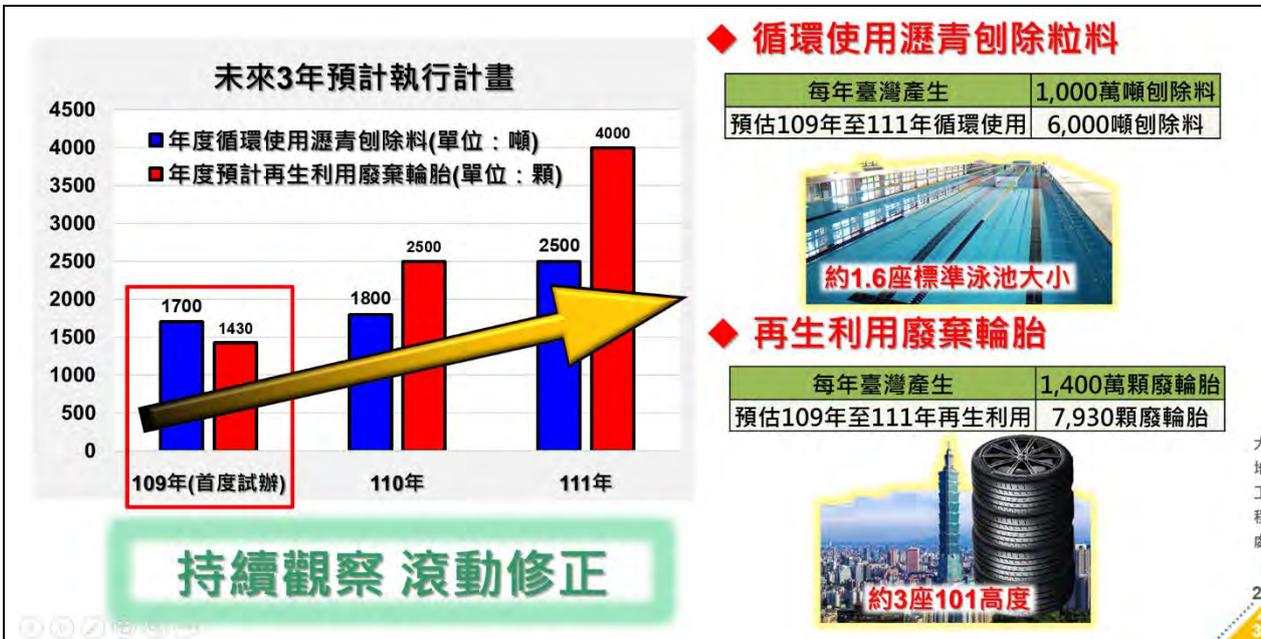
慣性剖面儀(IRI)(單位: m/km)		
檢測位置	施工前	施工後
0K+000~1K+000(順槽)	7.03	5.00
1K+000~0K+000(逆槽)	5.80	4.31

舒適有感

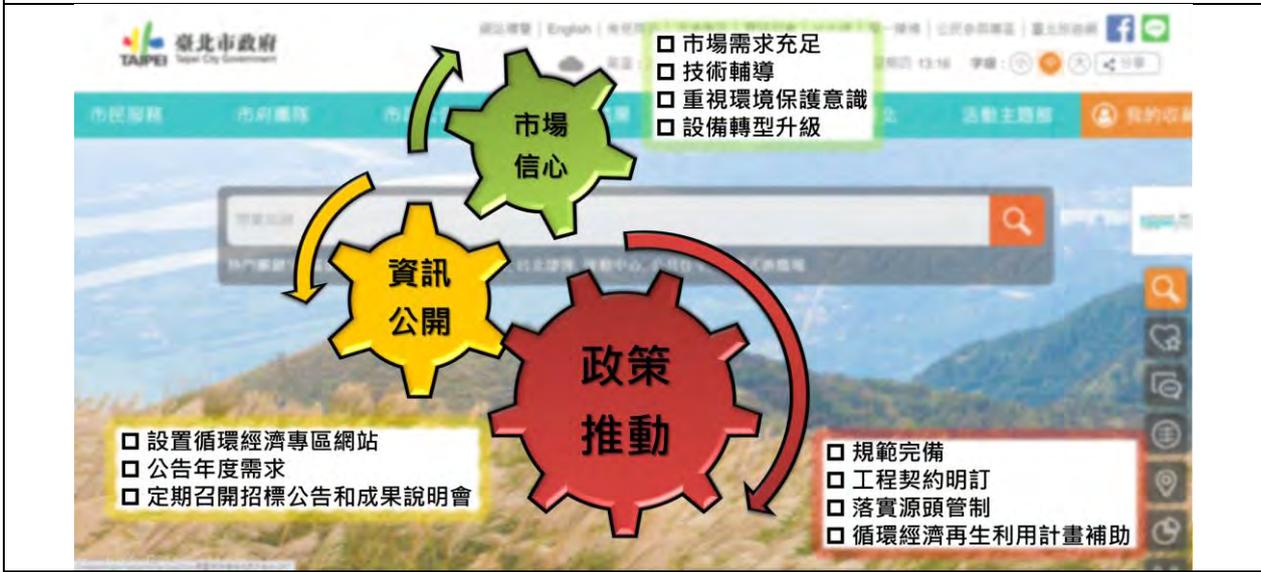
高低平坦儀(全距標準差)(單位: mm)		
檢測位置	施工前	施工後
1K+000~0K+750	2.4	2.3
0K+750~0K+568	2.3	2.6
0K+568~0K+344	2.6	2.6
0K+344~0K+000	2.6	2.6

平整度媲美市區道路要求(≤2.6)

山區道路循環再生材料試辦成果



環境減輕成果說明和未來3年預計執行計畫



山區道路循環經濟再生材料後續推廣措施(冷拌瀝青&橡膠瀝青)





2020/11/16

刨除既有路面鋪面



2020/11/17

橡膠瀝青施工現況



2020/11/17

處長督導橡膠瀝青施工現況



2020/11/17

總工程司督導橡膠瀝青施工現況



2020/12/10

本府施工查核小組現地稽查



2021/02/03

橡膠瀝青完工後邀請專家學者現場指導



邀集專家學者召開計畫書審查會議



環境檢測調查之逕流水檢測



專家學者現場指導配比測試和廠區道路試鋪



專家學者指導橡膠瀝青拌合設備運轉測試



料車溫度追蹤計



料車溫度追蹤系統-遠端監控行車軌跡