

# 淺談瀝青混凝土拌和廠品質管控

朱惕之<sup>1</sup>、林茂盛<sup>2</sup>、廖學志<sup>3</sup>、李永川<sup>4</sup>、呂奇龍<sup>5</sup>

關鍵字:瀝青混凝土拌和廠、超級鋪面

## 一、前言

近年來由於經濟發展的迅速，都會區快速發展，對於民生管線的需求亦增加，也造成管線單位挖掘及施工頻率甚繁，另在每個家庭大部分均有車輛代步，亦增加了道路車流量，相對於在市區道路的便利性、舒適性及安全性要求也跟著提高，使得一般瀝青混凝土路面負荷過重，經常需要維修，不但浪費納稅人的稅金，更造成行車不便，無形的時間損失更高。一個高品質的瀝青混凝土路面不但可有效抵抗荷重老化的破壞，增加瀝青混凝土路面使用年限，節省納稅人的成本，進而可以讓行車更舒適、安全。瀝青混凝土因其本身之特性，對於粒材之級配、瀝青含量、拌和溫度及鋪築滾壓溫度均很敏感〔1〕。故良好且合理之瀝青配合設計為鋪面工程成功重要因素之一，但若無確實的瀝青混凝土拌和廠生產管制，將無法生產出符合配合設計條件之混合料，讓即使有再好之配合設計也是無濟於事。

## 二、瀝青混凝土路面工程品質管制

現行地方政府在既有道路上的養護仍多採用柔性路面(瀝青混凝土路面)，其優點在於其施工及養護容易，行車較平坦、低噪音、舒適，且造價亦較經濟〔2〕，因此它仍是目前路面工程的主流，故良好之瀝青混凝土路面須具有足夠的穩定性、適當的柔性、耐久性、抗疲勞性、抗滑性、工作性和緻密性，就目前地方政府道路主辦機關多沿用公共工程委員會提供施工綱要規範範本作為訂定施工規範或施工說明書依據，因此對於拌和廠的粒料級配管控、運作程序、現場的

---

<sup>1</sup>新北市政府工務局局長

<sup>2</sup>新北市政府養護工程處處長

<sup>3</sup>新北市政府養護工程處科長

<sup>4</sup>前中華工程顧問工程司正工程司

<sup>5</sup>新北市政府養護工程處工程員

施工機具皆有明確指定，再藉由工程主辦機關的駐廠監督指導品質管制計畫之執行，以確保瀝青混凝土拌和廠生產出瀝青混合料能符合配合設計要求，因此對於瀝青混凝土路面而言，鋪面材料的決定、試驗室材料的配合設計、現場施工的成效等，彼此是息息相關而非各自獨立的。而瀝青混凝土路面之良窳，就瀝青混凝土拌和廠而言，使用材料的特性、拌和廠生產管制系統及品質管制計畫和現場施工鋪築計畫，往往是決定往後鋪面成效的重要因子。

畢竟「品質是習慣出來的」，所以唯有讓瀝青混凝土拌和廠業者了解「全面品質經營」的觀念，除了品質可提升外更可降低成本，自我落實品質管制，才能有效提升道路工程品質，因此欲藉由本文簡述近年來新北市政府施作道路刨鋪執行瀝青混凝土拌和廠駐廠品質管制及現場施工鋪築管制之現況。

## 2.1 瀝青混凝土道路工程主要作業項目

影響瀝青混凝土道路工程品質因素極多，例如：路基改善、人手孔降埋，均對路面成敗有決定性的影響，而瀝青混凝土路面工程作業主要包括施工前調查、路基改善、人手孔降埋、驗廠(拌和廠設備檢驗及材料品質檢驗、決定配合設計)、拌和廠試拌、駐廠、工地鋪築、成果檢驗等，所以瀝青混凝土路面工程品質管制，主要係根據上述作業項目擬定品質管制作業程序及要點；目前執行品質管制，依據規範、監造品質計畫書、材料試驗計畫及施工檢驗計畫，提出檢驗流程、設立檢驗點、訂定品質試驗頻率與規範，並將結果記錄於表單。茲以圖 1 說明瀝青混凝土道路工程主要作業項目 [3]。

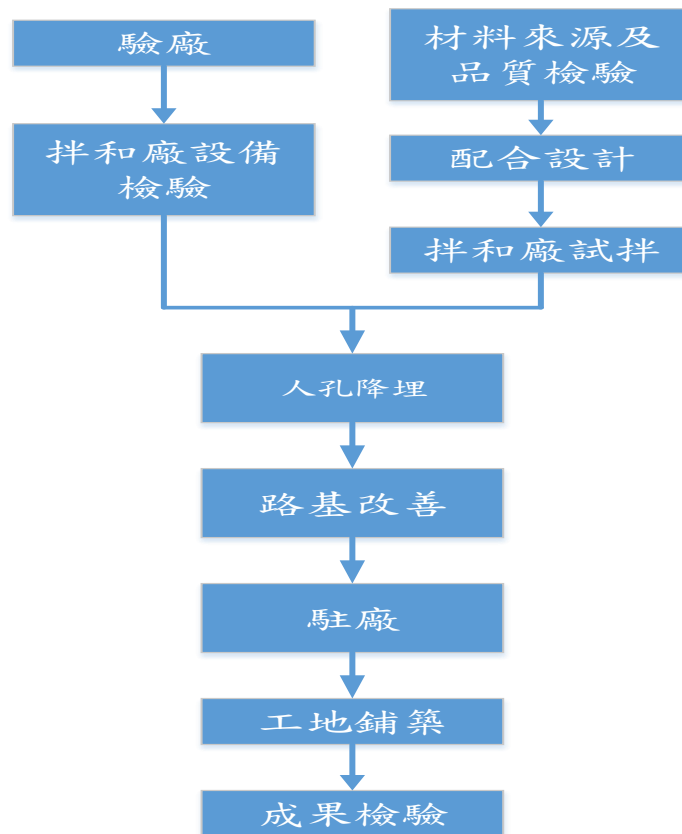


圖 1、瀝青混凝土道路工程主要作業項目流程圖 [3]

## 2.2 瀝青混凝土拌和廠作業項目

而在瀝青混凝土拌和廠主要作業項目包括驗廠、材料品質檢驗、拌和廠設備檢驗、決定配合設計、工廠試拌及駐廠等作業，其中待驗廠、材料品質檢驗、拌和廠設備檢驗、決定配合設計、拌和廠試拌完成後，於每日施工前確認工廠堆置粒料是否與送實驗室配合設計之試驗料源相同，將不同尺寸粒徑之粒料分別運入冷料倉，藉由冷料倉輸送帶運送至乾燥爐內加熱烘乾，再以熱料提升機將熱粒料運送至熱斗料倉上方之震動篩，經篩分後，粒料分別進入不同的熱斗料倉，以配合設計報告比例為基準下料經磅秤計量後，卸入拌和機和瀝青材料及填充料經乾拌及濕拌程序完成後，卸料至運輸車輛上，即完成瀝青混凝土之生產。茲以圖 2 說明拌和廠作業生產程序 [3]。

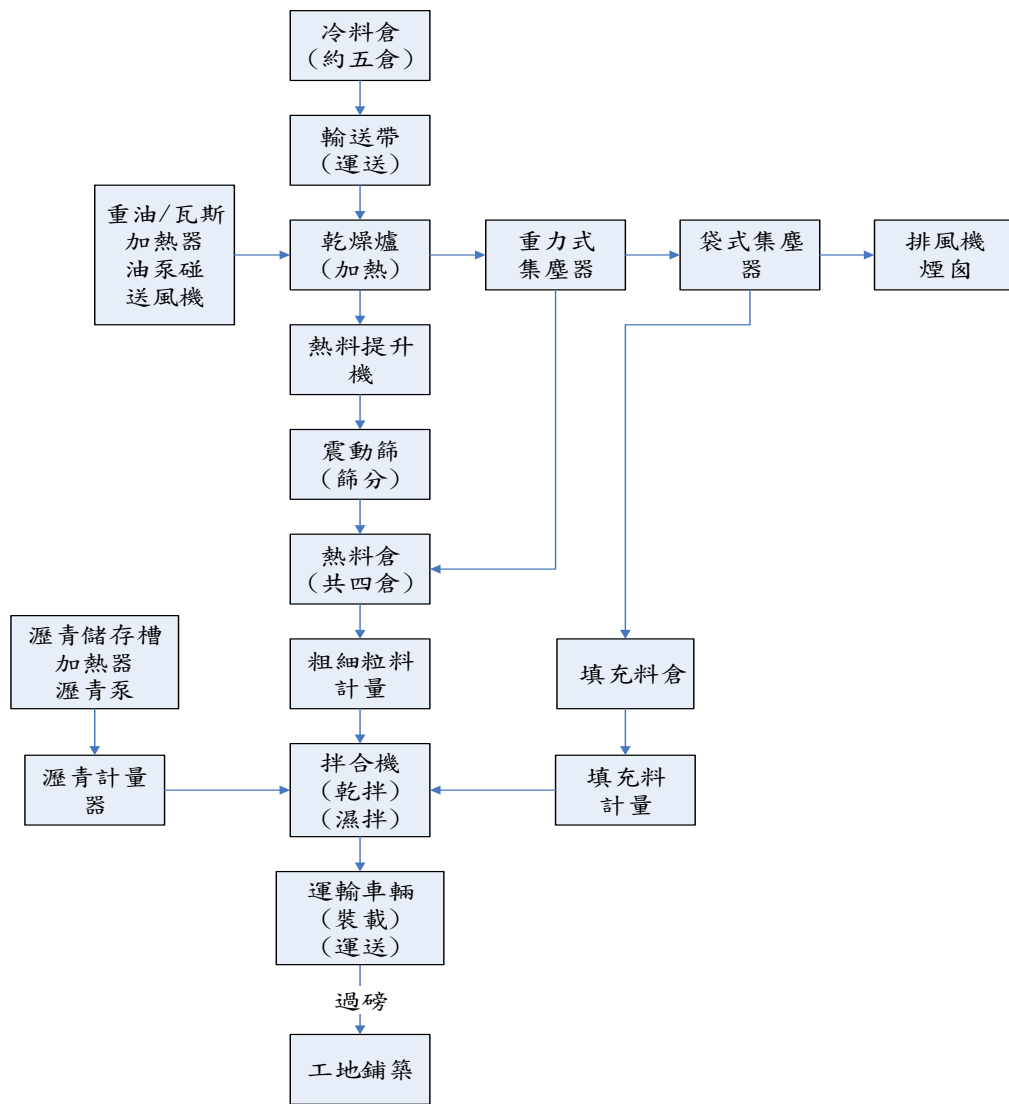


圖 2、瀝青混凝土拌和廠作業程序流程圖 [3]

### 2.3 瀝青混凝土拌和廠驗廠品質管制

優良的瀝青混凝土拌和廠品質管控除從材料進場控管、設備運作流暢及專業技術與經驗，按實際情況分析、判斷，做最佳的選擇及有效的執行，其中任何一環的脫節或疏忽，都將形成路面損壞之原因。

瀝青混凝土是道路工程的主體，其拌和廠作業之良窳是路面成敗之關鍵，也是道路工程施工最重要的一環，如瀝青混合料品質不良，縱使路面一系列的施工再好也不能維持良好的路況，瀝青混凝土拌和廠品質管制包括對各種材料之品質及供需量管制、機具設備與功能之檢驗及操作過程之查核、瀝青混合料之檢驗等，所以為確保所生產之瀝青混合料都能達到配合設計之要求標準，由拌和廠的每日生產品質嚴格管制作為並將每日數據回饋以作為修正評估依據，才是最佳的配合設計，再配合現場嚴謹之鋪築作業，始能相輔相成，始可有效

提高道路工程品質。

### 2.3.1 驗廠

驗廠人員必須充分確認了解拌和廠生產流程、規範要求及各項試驗性質對瀝青混凝土造成之影響，粒料佔瀝青混凝土體積約 85% [3]，故粒料來源之穩定性影響瀝青混凝土甚鉅，驗廠時應先確認粒料的品質及來源是否與提送配合設計報告粒料來源相同，若已變動，應要求承商重新提送新的粒料送實驗室重做配合設計，以符合現況使用的粒料特性。以下分別敘述之：

1. 須確認瀝青混凝土拌和廠係依照施工規範規定程序下執行操作。
2. 應對粒料來源穩定確認、瀝青膠泥、冷料堆、熱斗料、填充料及瀝青混合料作適時的取樣及試驗，以確保良好品質與均勻性。
3. 瀝青混凝土出料生產過程，應檢驗各材料配合使用量、瀝青混合料外觀及溫度。並持續控制生產過程之均勻穩定性，使瀝青瀝青混合料維持合乎工作拌和公式及規範容許控制範圍。
4. 拌和廠試驗資料之統計分析與評估，應隨著工程進行做實質追蹤統計與分析，以便清楚了解拌和廠品質的趨勢而加以控制已達到預防與矯正的效果。

粒料來源若能穩定及均勻性，瀝青混凝土之品質也就成功了一半，故拌和廠應針對冷料級配詳加控制，以了解料源狀況，若能有效統計料源篩分析資料，便可用於回饋於瀝青混凝土配合設計調整。

### 2.3.2 粒料及設備檢驗

1. 確認粒料來源並不定期辦理粗細粒料試驗

於粒料料源確認與配合設計時，將粗細粒料樣本留於樣品罐，以供平時粒料進場時之比對，並定期執行篩分析、比重、健度、含砂當量、磨損率、長扁片含量、碎石顆量含量等試驗。

2. 確認瀝青膠泥等級並依規範頻率辦理委外試驗

於每次油罐車進場時核對出場證明書及材質檢驗證明書以確認瀝青膠泥等級。

### 3.檢查拌和廠設備

對於拌和廠設備定期辦理檢驗，例如：熱斗料倉壁、熱斗料震動篩網、回收集塵器效率、檢驗拌和機內之拌和葉片或拌和機內壁清潔等。

### 4.對於槽秤與地磅辦理校磅檢驗

對於槽秤與地磅須確認是否依規定每一年接受經認證之試驗單位辦理校驗檢定結果合格，並取得校驗檢定合格報告。

### 5.拌和廠內試驗室設備辦理校驗

試驗室內使用之儀器如電子磅秤、溫度計、游標卡尺與馬歇爾試驗儀之壓力環須依規定每一年接受經認證之試驗單位辦理校驗，並將校驗結果追溯於平時之試驗結果。

## 2.3.3 冷料斗（堆）篩分析

目前瀝青拌和廠砂石來源較少管控，於正式出料時往往料堆已與原配合設計報告提送砂石來源已完全不符或砂石場改變料源提供，拌和廠完全不知，故砂石進拌和廠時，拌和廠試驗室品管人員除目視檢驗砂石含泥情形及定期檢驗粒料級配篩分析外，更應不定時抽驗粒料級配篩分析結果是否有差異過大情形<sup>[4]</sup>，如差異過大應立即通知砂石供應商退貨，並要求提供清潔且穩定、均勻之砂石。

1.執行各冷料斗（堆）篩分析並檢核配合後之級配與拌和公式是否差異過大。

2.級配與工作拌和公式差異過大之處理:

(1) 檢討是否取樣不當，再重新取樣確認。

(2) 檢查料源是否改變。

## 2.3.4 各項系統之設定及控制

1.確認熱料斗溫度及瀝青膠泥儲存槽控制溫度並開溫度自動記錄器

檢視各熱料斗溫度，溫度控制範圍為 $135^{\circ}\text{C}\sim 163^{\circ}\text{C}$ ，且熱料斗之溫度應稍高於瀝青膠泥儲存槽控制溫度，惟以不高於 $10^{\circ}\text{C}$ 為宜。若超過溫度時，應立即通知操作人員調整，瀝青膠泥加熱溫度控制範圍為 $120^{\circ}\text{C}\sim 163^{\circ}\text{C}$ 。

一般工程實務上多將瀝青膠泥儲存槽控制約在 $145^{\circ}\text{C}$ ，熱料斗砂倉溫度控制約在 $153^{\circ}\text{C}$ ，以確保瀝青混合料生產溫度能符合規範要求，另於出料過程中並應

將溫度自動記錄器開啟，並全程確認出料加熱溫度是否不當。

## 2.確認各熱料斗及瀝青膠泥與填充料配合用量設定是否正確

依熱料級配配合比例轉換設定成各熱料斗及填充料之配合實際用量及設定瀝青膠泥配合設計使用量，例假設拌和廠DGAC 3/4in配合設計最佳含油量為4.8%，又拌和廠產量為80公噸/小時（每盤2公噸），經熱料斗篩分析及配合後，熱料級配配合比例為熱斗1(2公分):熱斗2(1公分):熱斗3(0.5公分):熱斗4(砂)=19.5% : 21.5% : 18.0% : 40.2%，填充料為0.8%，則熱斗1、熱斗2、熱斗3、熱斗4、填充料、瀝青膠泥之每盤使用量分別為372kg、410kg、342kg、764kg、16kg、96kg。

## 3.確認拌和時間設定是否正確

各種大小不同之粒料、填充料及瀝青材料，應依工地拌和公式所規定之比例，分別以重量比準確配合之，現在瀝青混凝土拌和廠均多屬在分盤式拌和機，其拌和時，無論如何，在濕拌時間不得超過50秒。因為拌和時間過久會加速瀝青混合料瀝青油膜之過度氧化及老化。

### 2.3.5 配合設計

拌和廠往往是一次性取冷料堆的粒料，送實驗室作配合設計，忽略粒料進場的料源均勻性是否差異過大，也可能因為取樣問題造成差異過大，故配合設計報告的結果也無法實際運用於真正的出料;建議瀝青混凝土拌和廠依實際冷料進場分別5次取樣，並分別作粒料級配篩分析及留樣品，再彙整5次篩分析結果確認進場的料源均勻性，再送實驗室作配合設計。

### 2.3.6 拌和廠試拌

依配合設計報告，將熱料級配合成後比例轉換設定成各熱料斗及填充料之配合實際用量及瀝青膠泥配合設計使用量，依設定拌和時間，在拌和廠實際拌和瀝青混凝土成品，並確認瀝青混合料是否符合需求，並取樣由拌和廠實驗室施作抽油後試驗取得瀝青含量及粒料級配篩分析數據，用以確認瀝青混合料含油量及粒料級配結果是否符合規範及配合設計報告要求，並作為日後正式出料依據。

## 2.4 駐廠人員之品管作業

駐廠品管作業係在瀝青混凝土生產過程中，降低瀝青混合料之不良率，遂次達到確保瀝青混合料之品質能符合規定，盡力防範不良之瀝青混合料之產生與誤用，因此對於瀝青混凝土拌和廠生產作業各點加以檢驗。茲以圖 3 說明駐廠檢驗品管作業要點〔3〕。

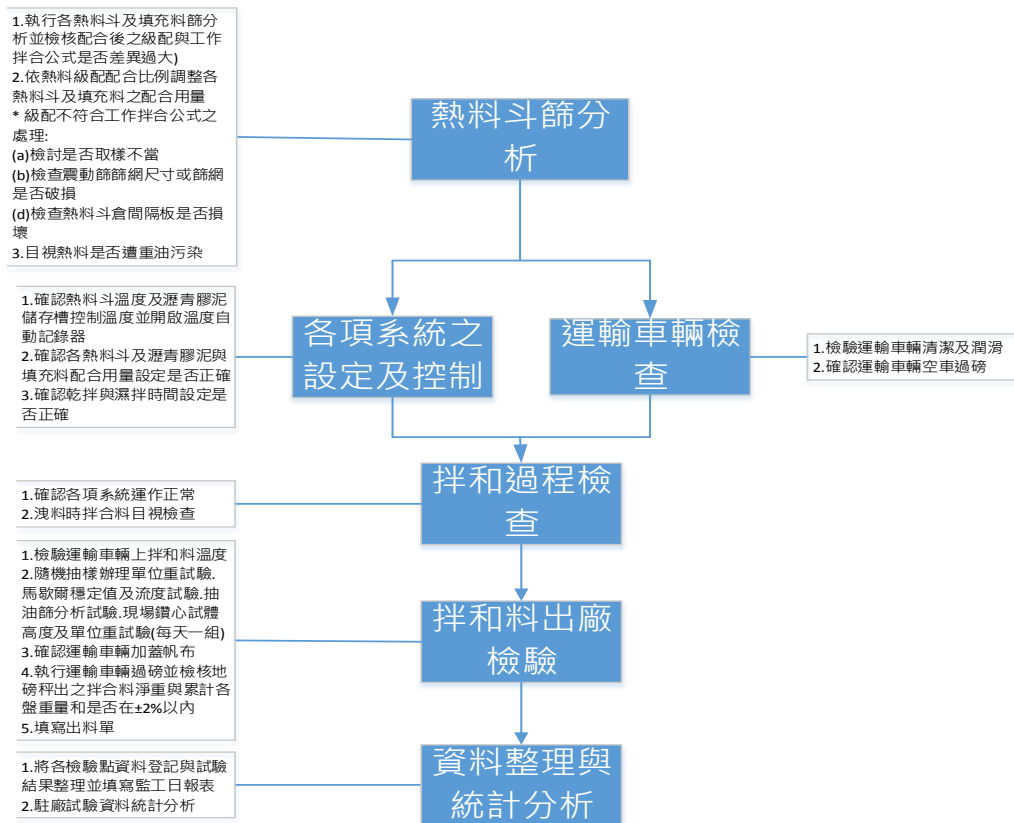


圖 3、駐廠檢驗品管作業要點圖〔3〕

### 2.4.1 熱料斗篩分析

- 1.現行監造人員係要求瀝青混凝土拌和廠每天出料前執行檢核各熱料合成級配是否超出規範值，卻無大量出料後的實質管制，經檢討後，應要求瀝青混凝土拌和廠於點火後約20分鐘後再取熱料級配篩分析及合成比例檢核與原工作拌和公式比較是否有超出規範情形及差異過大變動情形。如圖4熱料斗取樣合成級配篩分析圖。



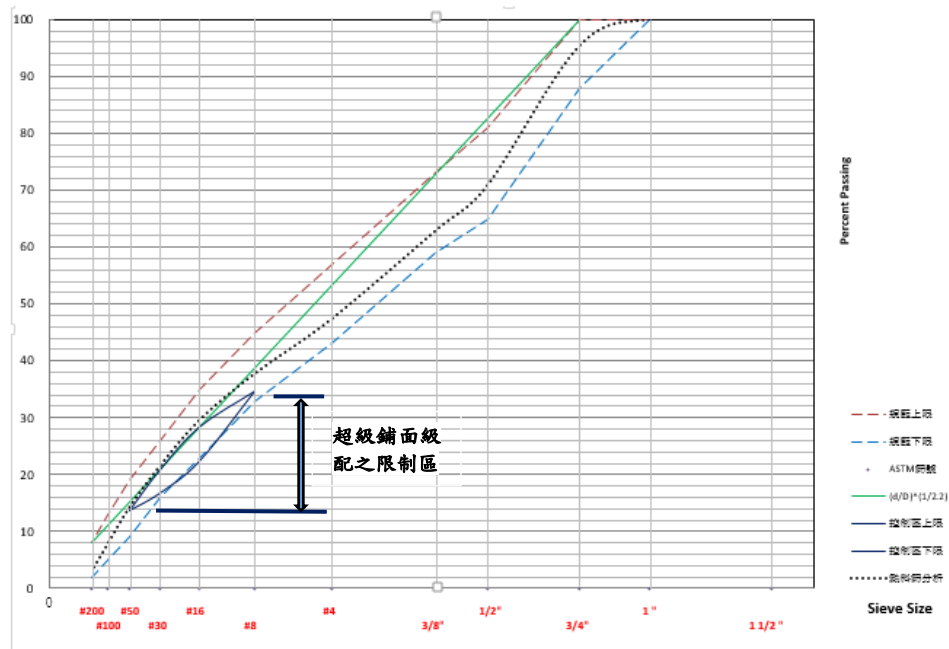


圖 4、熱料斗取樣合成級配篩分析圖

2. 依熱料級配配合比例微調各熱料斗及填充料之配合用量。

3. 目視熱料是否遭重油污染

為使乾燥爐有效作業，必須使空氣與餵入燃燒器之燃料油達成平衡而燃燒。當空氣不夠充分或過量燃料油時，造成不完全燃燒，導致燃燒油殘留在粒料上及影響到後續拌和。因此在粒料從乾燥爐出來時，可目視粒料是否遭燃料油污染，或取一鏟粒料進入水桶中，觀察是否有浮油現象 [3]，因目前有些拌和廠位於都會區內因空氣汙染防制問題，已改成以瓦斯加熱乾燥粒料，此種乾燥加熱方式則不會產生不完全燃燒，導致為燃燒油殘留在粒料上情形。

4. 級配不符合工作拌和公式之處理:

- (1) 檢討是否取樣不當，再重新取樣確認。
- (2) 檢查熱料斗倉間隔板是否破損。
- (3) 檢查料源是否改變。

5. 熱料遭重油污染（乾燥爐燃燒不完全）之處理:

- (1) 調整油氣比
- (2) 檢查是否噴油嘴霧化不完全
- (3) 檢查是否重油品質不佳

## 2.4.2 運輸車輛檢查

### 1. 檢驗運輸車輛清潔及潤滑

其目的為清除粘結於車身內壁之瀝青混合料，並使車身內壁潤滑，防止瀝青混合料粘附於車身。因此建議採用煤焦油作為清潔及潤滑材料，材料的塗刷量以可潤濕即可，不可有溢流現象，並於完成塗刷後，將車斗舉起，以排除過量之塗刷材料及殘留於卡車底盤凹陷處之塗刷材料。

若卡車為當天第一次裝載瀝青混合料，務須確實執行清潔及潤滑工作。若為連續鋪築作業中，該卡車已裝載過一次瀝青混合料，在裝載瀝青混合料時，則可視車身情況作必要之清潔及潤滑。

清潔劑不得使用溶劑（甲苯、汽油、柴油）材料，因殘留在車身內壁之溶劑，將與車身內壁接觸之瀝青混合料產生剝脫現象。潤滑材料除煤焦油外，亦可採用石臘油、1%之肥皂水或以肥皂水稀釋重油或其他認可油料〔3〕。

### 2. 確認運輸車輛空車過磅

每次運輸車輛裝料前皆須辦理空車過磅，其目的為確認空車之重量，以避免因運輸車輛油箱及水箱裝載之重量造成計算瀝青混合料淨重時之偏差，而造成誤判之情事發生。

## 2.4.3 拌和過程檢查

### 1. 確認各項系統運作正常

各項系統之持續監控包括：冷料斗是否持續穩定供料、各熱料斗與瀝青膠泥之用量及熱料斗存量指示是否正常、槽秤之落差應予調整、熱料斗及瀝青膠泥之溫度與乾拌及濕拌時間應符合規範要求，並要求拌和廠須足整盤數進行拌和，禁止半盤方式進行拌和。

### 2. 洩料時瀝青混合料目視檢查

生產中應隨時注意瀝青混合料之外觀情況，以目視法判別是否有不良現象，以即時做處理。而瀝青混合料不良現象可能形成原因及處理方法如表一〔3〕。

表一、瀝青混合料不良可能形成原因及處理方法〔3〕

項次	不良現象	可能形成原因	處理方法
1	有流動現象	瀝青含量過多	檢查瀝青膠泥配合用量設定是否正確 檢查瀝青槽秤是否有誤差
2	表面乾澀，無光澤	瀝青含量不足	檢查瀝青膠泥配合用量設定是否正確 檢查瀝青槽秤是否有誤差
		細粒料或填充料過多	檢查熱料與填充料配合用量設定是否正確 檢查熱料斗與填充料斗槽秤是否有誤差 檢查熱料與填充料料篩分析配合比例
3	表面碳化情形	拌和溫度太高	檢查乾燥爐溫度設定是否太高 檢查乾燥爐進料量是否太少 檢查乾燥爐與熱料斗溫度計是否損壞
4	不尋常的堆積且有僵硬狀	拌和溫度不足	檢查乾燥爐溫度設定是否太低 檢查乾燥爐進料量是否太多 檢查乾燥爐與熱料斗溫度計是否損壞
5		拌和效果不佳	檢查濕拌秒數是否不足 檢查拌和葉片是否須更換
6	冒白煙	殘餘含水量過高	檢查乾拌秒數是否不足 檢查乾燥爐溫度設定是否太低 檢查乾燥爐進料量是否太多
7	有瀝青未包裹粒料（白料）	拌和效果不佳	檢查卸料閘門是否無法完整閉合 檢查濕拌秒數是否不足 檢查拌和葉片是否須更換
8	級配明顯變異	熱料級配異常	檢查震動篩網是否破損 檢查熱料倉隔板是否破洞 檢查熱料倉是否滿溢

#### 2.4.4 瀝青混合料出廠檢驗

##### 1. 檢驗運輸車輛上瀝青混合料溫度

因若瀝青混合料溫度過高，易造成瀝青膠泥老化，而降低瀝青混凝土之耐久性，故產生龜裂減少路面使用壽命，且若至現場滾壓時溫度過高，壓實時易生轍痕，往往造成波浪形之路拱；而瀝青混合料溫度過低於現場滾壓時，則會造成不易壓實，路面鬆散且孔隙率過高，日後形成路面粒料剝脫(跳料情形)。經由了解上述種種不利之影響，故可了解瀝青混合料溫度之重要性，因此須每車出廠前檢驗瀝青混合料之溫度且予以記錄，並回報瀝青混合料溫度予操作手，以提供其作為拌和控制之操考。如圖5所示〔3〕。

因此規範另對於現場鋪築作業，亦有鋪築DGAC時之氣溫不得低於10°C，瀝青混合料卸入鋪裝機前溫度應大於130°C，且應於90°C前完成續壓工作之規定。



圖 5、檢驗運輸車輛上瀝青混合料溫度 [3]

2.於每天隨機抽樣瀝青混合料辦理瀝青含量試驗、抽油篩分析試驗、馬歇爾穩定值及流度試驗並將試驗數據回饋於隔日出料的修正依據；對於前一日已壓實完成路面鑽心取樣，辦理單位重試驗（並求出壓實度、孔隙率）及厚度試驗，一併回饋相關數據給現場施工單位前一日滾壓或鋪設厚度不足是否需要修正情形。

### 3.確認運輸車輛加蓋帆布

運輸車輛上之瀝青混合料應即以帆布加蓋，以減少瀝青混合料溫度降低及瀝青混合料的氧化作用。

4.執行運輸車輛過磅並檢核地磅秤出之瀝青混合料淨重與累計各盤重量和是否在 $\pm 2\%$ 以內，因地磅車輛過磅可知瀝青混合料之淨重，亦可由拌和盤數總量得之，將兩種方法所得之瀝青混合料重加以核對，可以檢核拌和機的計量設備與地磅之精度是否偏差，其精度誤差須在 $\pm 2\%$ 範圍內，否則應立即尋找原因予以改善。

### 5.填寫出料單

出廠單為每一運輸車輛裝載瀝青混合料之出廠證明，由駐廠監工檢驗核可後簽發，填寫項目包括鋪築地點、瀝青混合料種類、車次、車號、出廠數量、瀝青混合料之出廠量測溫度及出廠時間等。工地現場監工依出廠單簽收，如工地現場監工經檢查認為該瀝青混合料品質不合格，須拒絕使用，並將品質不合格原因回報告知駐廠監工，以要求拌和廠改進。

## 2.4.5 資料整理與統計分析

拌和廠品管人員應彙整試驗資料之統計分析與評估，應隨著工程進行作實質追蹤統計與分析並適時回饋拌和廠控制室作修正，以便清楚控制拌和廠產品品質的趨勢與水準。

就瀝青混凝土拌和廠而言，因粒料佔瀝青混凝土體積約 85% [3]，故粒料來源之穩定、均勻性影響瀝青混凝土甚鉅，所以冷料若控制的好、粒料來源不改變，瀝青混凝土之品質也就成功了一半，故拌和廠應針對冷料級配詳加控制，了解料源特性。例如拌和廠應於做冷料及熱料級配管制圖，作為製程管制依據。

就主辦機關及監造單位而言是作驗收管制，因此主要針對規範要求之驗收項目往往施工完成後才得知結果，對施工過程中工程的品質提升無濟於事，故拌和廠試驗室應對於瀝青混合料的品質作嚴格管控，將每日試驗結果數據回饋給控制室微調及施工單位修正之依據。拌和廠試驗室至少應管控項目如下：

- (1) 粒料部分：熱料、瀝青混合料抽油後試驗得瀝青含油量及級配篩分析管控。
- (2) 瀝青混合料部分：馬歇爾穩定值、流度、空隙率等控管。
- (3) 已壓實完成路面鑽心取樣部份：單位重、厚度及壓實度、現場空隙率的控管。

### 三、瀝青混凝土拌和廠常發生缺失之可能原因

瀝青混凝土拌和廠於生產過程中，可能發生缺失，駐廠人員應督促拌和廠對於其可能造成的原因追蹤改善，使拌和廠能正常運作生產，不致發生斷料情形，以確保工程品質。故整理拌和廠出料過程中最常產生不符合要求之原因，茲以圖 6 簡述出料前配合級配與工作拌和公式不符之產生原因 [3] 與圖 7 簡述瀝青混合料溫度異常之產生原因 [3]。

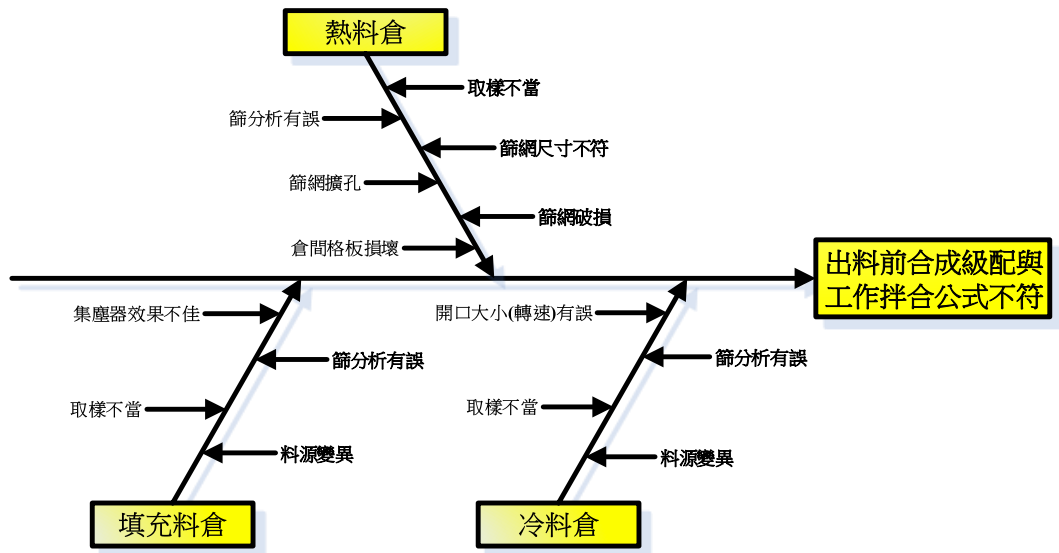


圖 6、出料前合成級配與工作拌和公式不符特性要因圖 [3]

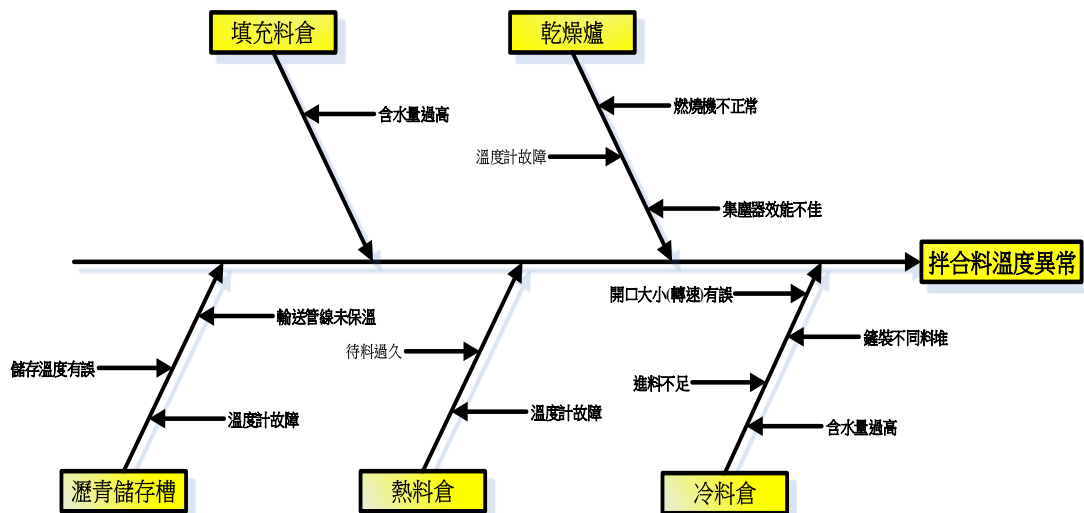


圖 7、瀝青混合料溫度異常特性要因圖 [3]

## 四、工程實例

### 4.1 工程簡介

以新北市政府養護工程處 105 年度施作新莊區中正路、樹林區中華路，其中中正路平均路寬約 9m，中華路平均路寬約 6.5m，全長均約 1.7 公里，採全面刨鋪施工方式，在瀝青混凝土配合設計配比係採用密級配且以馬歇爾法作配合設計〔8〕，標稱最大粒徑採 3/4in(19mm)。

在市區道路上習慣採用標稱最大粒徑 3/8in(9.5mm)作瀝青混凝土配合設計依據並以刨除 5cm 重鋪 5cm 面層施工方式，且均未施作路基改善及人孔降埋，鋪築後強度、耐久性及道路平整度均不佳，後續待路面有龜裂產生後再由施工單位修修補補，造成民眾觀感不佳。故本工程改變傳統的施工方式，在市區道路上採用標稱最大粒徑採 3/4in(19mm)作瀝青混凝土配合設計依據，用以提高瀝青混凝土強度、耐久性，但採用粗粒料瀝青混凝土民眾最常詬病的就是鋪築完成後面層粗顆粒很多，常質疑偷工減料情形；因此以本工程為例，除採用馬歇爾法配合設計，亦利用超級鋪面(Superpave)〔4〕粒料級配要求概念將粒料級配的調整控制避開禁區範圍〔5〕，藉由調整改變瀝青混凝土面層粗粒料很多及民眾觀感不佳情形，又不失原採用粗粒料可提高瀝青混凝土強度、耐久性原意，主要目的使粗粒料瀝青混凝土材料鋪築後完成面能達到細粒料瀝青混凝土鋪築的效果，而超級鋪面粒料級配要求概念係調整熱料合成級配篩分析結果(篩號:NO.8、NO.16、NO.30、NO.50)控制避開禁區範圍內，如圖 8 所示。

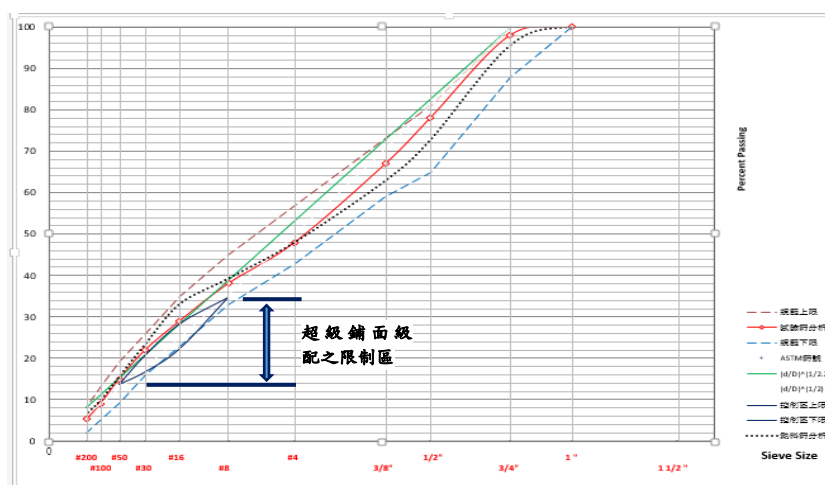


圖 8、利用超級鋪面級配之控制點與限制區(3/4in(19mm))

## 4.2 瀝青混凝土拌和廠品質控管

本次輔導瀝青混凝土拌和廠在施作本工程前，本機關首先要求拌和廠管控協力廠商(粒料材料商)提供穩定的粒料，再由拌和廠試驗室抽驗 5 次粒料進廠時的粒料級配篩分析狀況，用以了解進廠時的粒料的均勻性是否差異過大，再輔導拌和廠試驗室品管人員在冷斗料混和料合成級配除要符合「工作拌和公式」及應在容許範圍之外，更能符合超級鋪面粒料級配要求概念，再送 TAF 認證之試驗單位作馬歇爾配合設計用以決定粒料是否符合馬歇配合設計法之標準，待配合設計報告結果出爐後，再請瀝青混凝土拌和廠依配合設計報告比例轉換設定成各熱料斗及填充料之配合實際用量辦理試拌並由拌和廠試驗室品管人員取樣作相關試驗結果驗證，除要能達到配合設計報告結果外，更能符合施工規範及超級鋪面級配之控制點與限制區的要求，以確認瀝青混合料品質。

後續正式出料利用拌和廠試驗室確實針對瀝青混合料每日生產管制控管，於每日瀝青混凝土混合料取樣辦理抽油後試驗，取得瀝青含量及粒料級配數據，驗證各料斗設定之配比例，以及檢核其合成級配與「工作拌和公式」之差異，並確認是否符合規範之容許範圍，同時確保符合超級鋪面級配之控制點與限制區要求(如圖 8)，並取每日瀝青混凝土混合料製作馬歇爾標準試體求出馬歇爾試驗相關數據控制瀝青混凝土混合料品質。

因此本工程連續施作 9 天，於夜間施工，本路段瀝青混凝土配合設計配比如表二，另整理本工程瀝青混凝土拌和廠連續 9 組試驗數據資料如表二~五，進而管控瀝青混凝土拌和廠每日出料穩定度並作為隔日出料熱料修正比例及回饋相關數據於現場施工調整依據，因本工程在市區道路上除面層以原路面進行刨除 5 公分重鋪 5 公分施工方式外，並於施工前針對原路面已先行施作人孔降埋及路基改善工程，並施以測量道路高程，重新設計一併改善原路段橫向坡度不足會積水情形及調整縱向線形提升道路平整度。

表二、瀝青混凝土配合設計配比表

### DGAC 3/4in(19mm)

篩號	1in (25mm)	3/4in (19mm)	1/2in (12.5mm)	3/8in (9.5mm)	NO.4 (4.75mm)	NO.8 (2.36mm)	NO.16 (1.18mm)	NO.30 (0.6mm)	NO.50 (0.3mm)	NO.100 (0.15mm)	NO.200 (0.075mm)	瀝青含量(%)
A 廠	100	96	73	66	50	39	29	21	14	9	5.0	4.8

備註：瀝青含量(%)係以瀝青混合料之總重量計算。



表三、瀝青混凝土拌和廠熱斗料合成級配試驗資料表

試驗篩	1in (25mm)	3/4in (19mm)	1/2in (12.5mm)	3/8in (9.5mm)	NO.4 (4.75mm)	NO.8 (2.36mm)	NO.16 (1.18mm)	NO.30 (0.6mm)	NO.50 (0.3mm)	NO.100 (0.15mm)	NO.200 (0.075mm)	瀝青含量(%)
施工規範 (通過試驗篩之重量百分率%)	100	90~100	—	56~80	35~65	23~49	—	5~19	—	—	2~8	—
容許控制範圍(%)	—	±8	±8	±7	±7	±6	±6	±5	±5	±4	±3	±0.5
工作拌和公式 (通過試驗篩之重量百分率%)	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>5.0</b>	<b>4.8</b>
超級鋪面粒料級配 要求範圍 (通過試驗篩之重量百分率%)						34.6	22.3~28.3	16.7~20.7	13.7			
施作日期												
105.11.24	100	94	70	62	49	38	29	22	14	8	3.7	4.8
105.11.25	100	97	72	64	50	38	28	19	13	8	4.9	4.8
105.11.27	100	95	71	64	47	37	28	21	14	8	3.9	4.8
105.11.28	100	96	71	64	50	39	30	21	14	8	3.7	4.8
105.12.01	100	95	71	63	47	38	30	21	14	8	3.2	4.8
105.12.02	100	96	70	62	48	38	30	22	15	8	3.3	4.8
105.12.03	100	95	73	64	47	38	29	21	14	7	2.5	4.8
105.12.04	100	95	73	64	47	38	30	22	15	8	3.5	4.8
105.12.05	100	96	75	64	49	37	31	23	16	8	2.1	4.8
105.12.06	100	96	73	63	48	39	33	23	16	10	6.0	4.8

表四、瀝青混凝土拌和廠抽油後瀝青含量及粒料級配試驗資料表

試驗篩	1in (25mm)	3/4in (19mm)	1/2in (12.5mm)	3/8in (9.5mm)	NO.4 (4.75mm)	NO.8 (2.36mm)	NO.16 (1.18mm)	NO.30 (0.6mm)	NO.50 (0.3mm)	NO.100 (0.15mm)	NO.200 (0.075mm)	瀝青含量(%)
施工規範 (通過試驗篩之重量百分率%)	100	90~100	—	56~80	35~65	23~49	—	5~19	—	—	2~8	—
容許控制範圍(%)	—	±7	±7	±7	±4	±4	±4	±3	±3	±3	±2	±0.5
工作拌和公式 (通過試驗篩之重量百分率%)	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>50</b>	<b>39</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>5.0</b>	<b>4.8</b>
超級鋪面粒料級配 要求範圍 (通過試驗篩之重量百分率%)						34.6	22.3~28.3	16.7~20.7	13.7			
施作日期												
105.11.24	100	95	73	62	47	38	29	21	14	9	5.7	4.8
105.11.25	100	96	74	66	49	41	34	25	17	14	8.6	4.8
105.11.27	100	95	71	59	45	35	26	18	11	6	3.2	4.8
105.11.28	100	95	71	64	49	37	28	20	13	8	4.5	4.9
105.12.01	100	95	75	68	50	37	28	20	13	8	5.0	4.8
105.12.02	100	95	72	62	48	37	27	19	13	8	4.9	4.9
105.12.03	100	95	71	63	46	34	26	18	12	8	4.7	4.9
105.12.04	100	97	79	69	50	37	28	21	14	9	5.0	4.9
105.12.05	100	98	73	69	50	37	27	20	13	9	4.2	4.8
105.12.06	100	98	78	67	48	38	29	22	15	9	5.3	4.8

表五、瀝青混凝土拌和廠馬歇爾試驗資料表

試驗項目	最大理論 密度 (25°C/25°C)	單位重	穩定值 (lbf)	流度 (0.01in)	孔隙率 (%)	平均壓實 度(%)	備註
規範	—	—	<b>1800 以上</b>	<b>8~14</b>	—	<b>95 以上</b>	
105.11.24	2.463	2.394	3722	12.0	2.80	97	
105.11.25	2.463	2.433	3447	15.0	1.20	97	
105.11.27	2.463	2.359	3083	12.0	4.24	98	
105.11.28	2.463	2.351	3184	12.0	4.51	98	
105.12.01	2.463	2.362	2878	11.0	4.12	97	
105.12.02	2.463	2.377	3579	8.0	3.50	96	
105.12.03	2.463	2.365	3118	10.0	4.00	96	
105.12.04	2.463	2.369	2759	12.0	3.83	98	
105.12.05	2.463	2.375	3399	13.0	3.56	99	
105.12.06	2.463	2.387	3101	14.0	3.09	96	

#### 4.3 瀝青混凝土拌和廠效益

就主辦機關及監造單位而言主要是在作驗收管制，往往等現場驗收需待試驗報告結果出爐後才得知瀝青混合料有問題，依照工程契約驗收規定辦理減價驗收或刨除重鋪，瀝青混凝土拌和廠對於每日出料並無法針對瀝青混合料品質管控確實作自主品管，主辦機關及監造單位亦無法得知每日瀝青混合料品質管控相關資料，需待試驗報告結果出爐後才得知瀝青混合料是否有問題，對於不合格瀝青混合料於已鋪築完成再刨除重鋪，除擾民外更是間接造成社會成本的損失，於是本工程就輔導瀝青混凝土拌和廠利用廠內試驗室確實作每日生產管制管外並回饋給控制室作出料修正依據，於驗收管制就可避免瀝青混合料不合格而刨除重鋪等問題，亦可提升拌和廠每日生產效能。

### 五、結論與建議

1.就瀝青混凝土拌和廠而言，應屬三級品管第一級品質管制，目前多數瀝青混凝土拌和廠多流於形式，提供熱料篩分析資料確認符合規範就開始出料，對於冷料進場的管制及瀝青混合料的成品管制幾乎沒有作用，造成完工後待試驗報告結果出爐有問題才去刨除重鋪改善，似乎已失去品質管制的目的，另粒料佔瀝青混凝土體積約 85%，故粒料來源之穩定性影響瀝青混凝土甚鉅，所以冷料若控制的好、粒料來源不改變，瀝青混凝土之品質也就成功了一半，故拌和廠應針對冷料級配詳加控制，了解料源特性，再依照瀝青混凝土配合設計時，讓試驗者能考慮日後生產級配是否能相配合，以避免所做配比之工作

拌和公式拌和廠無法生產之窘境。

- 2.政府機關對於瀝青混凝土生產管制與施工技術的要求，及為了確保瀝青混凝土能符合規定，因此一直沿用工程會提供的施工規範作依據，雖施工規範對於拌和廠的運作程序、現場的施工機具皆有明確指定，但道路工程包商人員及監造人員對於瀝青混凝土廠從生產管制至現場施工技術並不重視，主要都是在作驗收管制(瀝青混合料油量及篩分析數據，及現場厚度及壓實度)，形成拌和廠品管試驗室也未能真正發揮瀝青混凝土拌和廠品質管制的功能，多流於應付主辦機關使用。為確保瀝青混凝土能符合要求，應從拌和廠的生產管制就開始，而非僅作驗收管制，可讓承包商自我要求品管提升。
- 3.民眾常詬病市區道路服務水準不如高速公路，尤其以市區道路品質不佳最遭民眾詬病，但隨著科技之進步、工法之創新，品管工程師人數越來越多，理應對瀝青混凝土的品質提升應有所幫助，然而所顯現的並非如此;就目前瀝青混凝土材料驗收管制機制內，對於瀝青混凝土強度部分均無相關規定，然而在水泥混凝土有抗壓強度有驗收標準，而目前施工規範卻對於瀝青混凝土無相關強度之驗收標準，這值得國內工程界與決策者再探討。

## 六、參考文獻

- 1.徐慧治，「瀝青拌合廠生產管制程序之重要性」台灣環境管理學會期刊第一卷第1期，2005。
- 2.陳茂雄、陳順興、林志棟，鋪面工程「國道高速公路高性能瀝青混凝土品質管制之探討」第五卷第2期，2007。
- 3.國立中央大學「再生瀝青混凝土配合設計講義」，2004。
- 4.陳偉全、劉文宗、陳世梵，鋪面工程「廠拌密級配瀝青混凝土粒料級配管控技術之研究」第十一卷第4期，2013。
- 5.陳世晃，國立中央大學博士論文「台灣鋪面(Taipave)配比設計法之初擬」，2003。
- 6.夏明勝，台灣公路工程「瀝青混凝土級配設計粒料架構形成特性」第三十三卷第5期，2007。
- 7.林志棟，「瀝青混凝土配合設計與其原理」，科技圖書公司，1983。
- 8.AI MS-2，「Asphalt Mix Design Methods」7th Edition，2014。