



4 工作心得及研究報告

AC供料生產品質管控

一、前言

瀝青混凝土在市面上雖有專書可供參考，惟這門學程的基本課程在國內大專院校課開的並不多，實務課程則更少，國內工程研討會相關實務經驗論文或心得發表的前輩專家也不多，導致各家瀝青混凝土拌合廠在瀝青混凝土生產品質控制實務上，除了師父帶徒弟的方式傳承外，碰到問題或瓶頸，只能以瞎子摸象揣測及碰碰運氣來渡過難關。

柔性路面被設計的基本要求理念，就是要提供舒適的行車條件，就拌合廠供料品質而言，提供施工者符合規範及配比設計的成果是一個可供直接評估的指標，也是後續生產控制的主要依據。為因應日漸增加的道路荷載，配比設計及供料時空隙率、穩定值及流度值的管控，應予注意，尤其是空隙率及穩定值更顯重要；這樣的改變可以從高速公路局施工技術規範版次的更新中看出端倪，在民國76年3月修正版中，對4吋模而言，瀝青處理底層（B.T.B.）穩定值的要求最小為1000磅，空隙率為3~10，密級配（D.G.）則為1500磅，空隙率為3~5；到了91年9月修正時，對4吋模而言，B.T.B.穩定值的要求最小為1800磅，空隙率為3~





10，D.G.則為1800磅，空隙率為3~5，對6吋模而言，B.T.B.穩定值的要求最小為4500磅，空隙率則為3~5，穩定值的改變對4吋模而言雖僅300~800磅，但其象徵意義值得深思。

瀝青混凝土另一應注意的問題是流度值，馬歇爾試驗所得的穩定值代表的意義是在此一配比下其抗張能力有多少，而瀝青混凝土的抗張能力正是路面抵抗破裂的能力；流度值則為瀝青混凝土抵抗塑性變形的指標，也就是路面抗剪的能力，流度值太低表示瀝青混凝土缺乏柔性，太高則表示路面容易產生永久變形，配比設計者均不可忽略。

二、瀝青混凝土配合設計注意事項

為因應臺灣多雨、超載及交通量大的環境需求，規範中不管穩定值是1000磅、1500磅或是1800磅（6吋模4500磅），事實上並不能滿足需求，就實際施工時B.T.B.對於壓實度的要求是達試驗室以馬歇爾試驗夯壓試體所得密度之97±3%，D.G.則為97±2%而言；以4吋模試體為例，根據試驗數據顯示，如果依規定兩邊各打75下的馬歇爾試驗夯壓試體所得密度為100%，那麼當兩邊各打35下時可得密度為97.7%，約可得穩定值為62%，兩邊各打15下時則可得密度為95.0%，惟其穩定值僅餘約38%，詳表一所示；1800磅的穩定值此時剩不到700磅，就高速公路如此高的交通量，是否足夠？值得深思。

以高速公路現有使用之AC-20膠泥及臺灣現有河川粗細粒料而言，4吋模的穩定值要達到3500磅以上，並非難事。只是取樣、配比設計試驗從業人員的觀念是否正確及技術是否足夠，願不願意做此煩瑣的工作而已，以下是就提昇穩定值及路面結構供料品質的實務提供後續作業人員的參考。

1. 取樣：應於冷料斗取出具代表性的粒料樣品，所決定出來的工作拌合公式，才能維持生產過程中冷熱進出料平衡，為能使拌合廠產能充分發揮的要件之一；在粒源穩定正常情況下，一般在有8至10次（約需兩週的時間）的取樣過程，應可取到具代表性的樣品。



2. 備料：應一次備足，經 150°C 乾燥，注意各袋次的權重，且所有粉料皆要配用；再者需精篩到#8篩，#8篩以下須再取樣作一次精確水洗篩分析，據以作為調整填充料之依據。
3. 粒料之比重試驗，建議依工作拌合公式級配從#4篩分開粗細分別試驗。
4. 粒料配料應由粗料依累計留篩重依序稱重，後置於烘箱達 150°C ，計3小時以上再取用。
5. 工作拌合公式：應避開超級舖面骨材級配之建議控制區，控制區中值約接近富勒曲線0.5次方的位置，如表二所示；#4篩以下應控制於0.45次方，#30篩不得隆起3%以上，#200篩儘量控制與用油量一致，減低油泥對氣溫之敏感度，整條曲線最好平順不可轉折（可利用半對數曲線表及0.45次方曲線表核對）。
6. 儀器、設備及溫度計要經校核；拌合過程溫度應控制均勻且快速，若溫度過高，待其溫度降回後再行夯打，雖可得到試體與密度有關之數據不受影響，但穩定值會失真。
7. 膠泥的養治規定雖為 90°C ，但都會殘留水氣，建議 110°C 養治隔夜，少量取用，加熱至所需溫度超過半小時者，應丟棄換新膠泥。
8. 穩定值與空隙率雖為決定用油量的重點，但仍應以試驗整體數據的趨勢為考量，如VMA規範雖未規定，但仍應併入考慮再行決定用油量。

三、瀝青混凝土拌合廠駐廠注意事項

當瀝青混凝土拌合廠完成驗廠程序及相關設備調整後，操作手與駐廠人員是瀝青混凝土供料品質管控的靈魂，控制室之操作手為拌合廠人員，師徒傳承且依作業程序辦理各項投料、計量、溫控及其他相關控制操作；駐廠人員由監造及承包商共同擔任，分別辦理下列應辦事項。

1. 駐廠人員到廠應先查看瀝青儲存桶溫度，雖然施工技術規範規定值為 $120\sim 163^{\circ}\text{C}$ 間，但仍應保持在 $145\sim 150^{\circ}\text{C}$ 為宜，不得太高，以免老化過



- 劇；另尚需查看冷料堆存量、來源、級配及粒型是否有異常，若有應及時作適當處置。
- 核對欲出料配比、前回冷斗開口及熱斗比例紀錄，依此輸入控制室電腦，據以生產供料。
 - 較舊式的拌合廠，其爐頭燃燒效率較不佳者，點火後約30~40秒（視各廠冷料輸送距離及氣溫調整）油門調整至手動，開度為0，打開冷斗，由最遠一斗起始，依序每隔3秒鐘開一斗，待冷料同步進入乾燥爐，油門漸次再開大，當料已到乾燥爐出口（可由聲音判斷），油門開度應已開到前一日之中值，當乾燥爐溫度升到所設定值附近時，調為自動控溫。
 - 排放2~3盤乾料，因為前端級配偏粗且粒料溫度不穩，利用這些材料來熱機。
 - 開始拌合後，隨時檢視拌合料溫度、外觀及計量落差等。
 - 至少運轉20分鐘後取熱斗篩分析（此時第一道集塵才會到達砂倉），取樣器應含蓋開口，注意避免三明治現象，取樣應具代表性。
 - 篩分析完成，視需要調整配合比，調整時應參考前日空隙率、穩定值、流度及工地修面等特性，且須了解控制室出料狀況，整體評估後冷熱斗一併考量調整。
 - 當料濕溫度偏低需降產能時，應了解熱斗篩分析能力，一般級配會變粗，嚴重時應適度調整熱斗比例。
 - 取拌合料試驗，確認試驗結果是否正確。
 - 查驗空車殘料之清除，是否有不當溶劑（如柴油）殘留，如有應確實清除後方能再接料。
 - 核對空車重、計量重與地磅重誤差值是否在2%以內、拌合料溫度是否符合規定及有無白料等情形。
 - 全車覆蓋帆布（砂網式帆布不可使用），簽單後再放行。



四、量產控制

瀝青混凝土駐廠人員除前節所述應辦事項外，與工地監工人員應隨時保持聯繫，了解混合料送達工地之時間、溫度及修面性等，在量產控制時尚需作適度的判斷及辦理下列應注意事項。

1. 每天生產時，冷、熱斗比例如頻繁改變，則表示供料品質不穩定，原因可能是在作生產調整時冷、熱斗沒有一併考慮或料源混雜改變。
2. 熱斗比例變動，控制室操作手為求進出料平衡，定會作出改變冷斗流量的反應，結果各倉的量改變，級配也跟著改變，所以駐廠品管人員一定要了解熱斗各倉之量及級配結構與冷斗各倉間相互關係，參考出料狀況整體一併考量後，才可作適度調整。
3. 控制級配在供料品質上是手段並非目的，可以視需要在容許控制範圍內微調，以獲得其他瀝青混凝土特性才是目的。
4. 一般 # 200 篩粒料增加 0.45%，空隙率約可減少 1%；瀝青膠泥增加 0.3%，空隙率約可增加 1%。
5. 若欲得到較勻稱的鋪築面，可以由 # 4~ # 16 篩間的粒料用量作適度的調整，一般偏粗的粒料，可得較好的修面效果。
6. 穩定值的控制篩號介於 1/2 吋~ # 4 篩間的粒料用量作適度的調整；一般偏粗的調整，對穩定值有提昇的效果，惟不應一味尋求穩定值，而忽略修面性及其他性質的改變。
7. 抽油試驗油量數據會受殘餘水量的影響，亦會受級配粗細影響，駐廠人員應作適切判斷及調整。
8. 級配經拌合機拌合後會有降級現象，使抽油結果較拌合公式偏細是正常現象，故熱斗配料應較工作拌合公式適度偏粗，如此方能使試拌與量產狀況一致。



五、結語

瀝青混凝土與水泥混凝土在固結反應及應力承受傳遞行為上有很大的差異，水泥混凝土以水泥為主要膠結材，藉由水化作用產生水化產物將整體固結，使其自身能發揮強大的抗壓能力；瀝青混凝土則藉由瀝青膠泥加熱後作為膠結料與級配拌合，經由滾壓定型冷卻後，使其達到所需的性質，將應力以分佈傳導方式，傳導到路基，從混合到鋪面完成並沒有像水泥會起化學反應，也沒有類似水化作用產生水化產物將整體固結的材料參與其中，所以級配的組成、用油量的控制、生產設備及鋪裝過程的管控，便成為決定瀝青混凝土路面結構好壞及使用壽命的必要條件，文本以自身實務為說明主體，沒有太多的理論，期能提供從業人員有價值的參考，共同為提昇公共工程品質盡一分心力。

- 李永川：中華工程（台灣世曦）顧問股分有限公司退休資深工程師
- 李明通：進典瀝青混凝土拌合廠品管負責人
- 方水連：高速公路局拓建工程處斗南工務所主任