

(四) 儀器調查

在本次的訪談中，幾乎各訪談的工務段均未進行儀器調查工作，僅有第四區第一工務段提到曾使用彭克曼樑測量結構強度一項，但其使用的頻率很低，也很少做結果的分析。

肆、養護作業

各工務段較常維修的破壞種類及維護方法整理於表 3-4。由此表可得知各工務段甚少使用預防式之養護方法，僅針對某些破壞項目進行改善式之養護工作；對於某些對行車舒適性影響較微之破壞項目，如縱、橫向裂縫，則不積極採取維修行動。而工程的發包方式主要是以工程的總預算額度加以區分：30 萬元以下的工程發包採用比價的方式發包，30 ~ 100 萬元的工程發包採用公開招標的方式進行，且上述兩項均由各工務段自行發包。若工程的預算額度超過 100 萬元，則需由公路局工程處公開招標。至於工程發包的程序大致為由各工務段編列工程預算後送至公路局審核，若工程的總預算超過 5000 萬，尚須送審計處審核，迨核可完畢後由公路局辦理招標，整個發包的工作在每年的 12 月以前必須完成，而對於所發包的工程均依據公路局所頒發的施工說明書內標準予以驗收。

表 3-4 各工務段針對不同破壞之養護策略

破壞種類	破壞編號	破壞名稱	請打勾	養護方法
裂縫	I-1	縱向裂縫		
	I-2	橫向裂縫		
	I-3	龜裂	✓	以前—AC加封 現在—刨除重鋪
變形	II-1	車轍	✓	刨除重鋪
	II-2	波浪形路面	✓	
	II-3	隆起與凹陷	✓	刨平或加封
	II-4	面層表面滑動	✓	底層穩定工作
	II-5	車道與邊緣高差		
表面破壞	III-1	坑洞	✓	刨除切割機切割後回填粒料（理論上）
	III-2	鬆散		
	III-3	剝落		
	III-4	冒油		
其他	IV-1	修補面破壞	✓	刨除重鋪
	IV-2	薄層剝離		
	IV-3	人孔高差	✓	由負責管線挖掘單位進行維修

資料來源：[本研究訪談整理]

對於如何決定該採取大型或實施經常性養護，各工務段均認為並無一客觀的標準，主要是根據工程師的經驗及當時視經費多寡而定，且每年的大型整修亦非定時進行。就現況而言，感覺到養護人力不足的工務段通常覺得養護的里程數及範圍較不合理。整體而言，各工務段認為每位巡路員理想之負責調查里程數約在 20 ~ 60 公里之間。

(一) 大型養護優先順序排定方面[15]

當鋪面破壞發生時，養護作業乃維持鋪面壽命之必要作業，當破壞情形並不嚴重時，一般小型養護常由於其機動性高、施工成本低廉而被採用，但其效果則不及大型養護來的徹底。由於在有限之養護經費預算下，目前各工務段於採取大型養護時（即進行鋪面結構之改善工程），難以全面俱到，因此在排定養護優先順序時，各工務段皆由其資深工程人員根據經驗及感觀認知以決定維修路段及其維修方法。目前最常用之大型養護方法為「加封瀝青混凝土面層」，加鋪多以 5cm、7.5cm 為主，或必要時提高至 10cm 之厚度。市區部份則因為考慮道路兩側緣石及住家，往往採用刨除加鋪之方式以防止鋪面過高造成不便甚至發生危險；至於郊區之省、縣道路段較少實施刨除加鋪作業。當鋪面損壞相當嚴重時，則考慮將鋪面完全翻修重建，但由於造價較高且工程浩大，故較少實施。

一般在選定大型維修路段時，首先以該路段之破壞狀況為基本決定因素，其次再將交通量納入考量，最後在前二者情況相近時，再考慮道路等級，將等級較高之省道列為優先維修之路段。此外，特殊環境因子如降雨量較多、地下水位較高，以及路基較弱之路段，也常常列為優先考慮之決定因素之一。由於現階段之交通量資料取得僅大致將車型初步分類後，進行車輛數之調查，並無法掌握路段間乃至於雙向車道間軸重、軸次之分佈差異情形，因此不能確實反應各路段鋪面服務力下滑之趨勢，自然更難以客觀地作為排定之考慮因素。

(二) 小型養護作業[15]

小型養護作業為鋪面損壞之暫時性修復策略，故多配合平時之路調及民眾反應等經常性實施。其依施工方法之不同再分為「坑洞修補」、「裂縫／接縫填補」、「加薄封層」、「刨平」、「刮抗滑小槽

」、「冒油改善」等數項維修策略；其中部份維修策略，由於其所針對之破壞情形於省公路網已較少發現，故亦已停止採行該項維修策略。

(三) 各養護策略實施現況

由各工務段訪談的結果顯示，對於同類型之鋪面損壞發生時，各地區所採行之養護策略大致皆相同，實施現況則逐項敘述如下 [15]，其中有關各項養護策略之定義及修復方式，本研究整理於第六章中說明。

1. 小型養護作業

小型養護作業係以應急之方法修復鋪面，以維持鋪面之服務性。其各項作業方式於交通部頒之「公路養護手冊」[42]中均有說明，茲將訪談及問卷整理結果中，得知之各工務段使用現況說明如下。

(1) 坑洞修補

由於局部破壞，尤其是坑洞，為最常見之鋪面破壞型式，因而「坑洞修補」為各工務段最常使用之暫時性修復養護策略。在大部份的情形，段內都儘可能使用熱拌 AC 料將坑洞填平；少數如瀝青拌合廠停工之情況下，則採用冷拌瀝青混凝土進行修復工作，但此種方式除單位價格高之外，效果亦不及熱拌料，在重車頻繁的路段，常常一、二天又被掀起。因為「坑洞修補」屬於較零碎且機動性較高之修復策略，大部份的工務段儘可能自行派工養護以爭取時效性。然而在今日道工嚴重缺乏的情況下，鋪面坑洞頻繁而養工單位補不勝補，以致坑洞往往仍成為用路人詬病的最大主因。除自行養護外，少數工務段亦採取發包或部份發包之方式以完成「坑洞修補」之作業。

(2) 裂縫／接縫填補

目前各工務段多未採用此策略，其原因包括：

1. 需要專門之技術人員負責施工。

???

2. 材料價格相當昂貴。

3. 效果未必良好。

因此改採「局部翻修」或「加封瀝青混凝土面層」以取代本維修方式。

(3) 加薄封層 (2.5cm 以下之 AC 封層)

由於現今經費較充裕，在考量施工效果後，各工務段多改採「加封瀝青混凝土面層」。

(4) 加封瀝青混凝土面層

常取代加薄封層作業進行。

(5) 局部翻修

「局部翻修」亦為較常使用之養護策略，針對稍嚴重之「龜裂」、「坑洞」、「隆起」、「凹陷」乃至於「修補面破壞」，各工務段較傾向於使用本策略。幾乎所有的工務段皆將「局部翻修」發包，僅少數工務段採取小範圍自行養護而大範圍發包之方式完成此項工作。

(6) 刨平

對於部份鋪面不平整時，「刨平」可作為暫時修復之養護策略之一。唯不平整之起因相當複雜，往往涉及底、基層之因素，加上「刨平」本屬於發包作業，程序繁瑣，故各段較少採用本維修策略，而改採「局部翻修」，或必要時配合「加封瀝青混凝土面層」以取代「刨平」作業。

(7) 刮抗滑小槽

由於台灣地區一般公路之柔性鋪面已採用熱拌式瀝青混凝土為主要材料，瀝青含油量控制相當穩定，故鮮少有舊式「貫入式瀝青」常發生冒油打滑之情形，因此「刮抗滑小槽」之需要性已

大為減低，故本策略目前已未使用。

(8) 冒油改善

同(6)之說明，根據訪談結果顯示，冒油僅偶爾發生於南部地區(如高雄之三區一段)之極少數路段，情況不嚴重；若於鋪築鋪面時，針對AC針入度嚴格之控制，便可大為降低冒油發生之機率。

2. 改善性養護作業(大型養護作業)

改善工程係因鋪面損壞嚴重、範圍甚大，無法以應急修護方法施工，必須整段改善，以延長鋪面之壽命。

(1) 加封瀝青混凝土面層

當發生之破壞嚴重至某種程度時，本策略可有效地改善破壞之情況，唯由於工程較浩大，故皆採發包之方式，但並未有一套計算方法以決定合理之加鋪厚度。

(2) 刨除加鋪

本策略之採用時機大致同上，但多使用於接近市區或其他鋪面厚度不宜過厚之情況，目前並無一套客觀且科學性之方法決定適當之刨除厚度，於採用此法時亦多未對鋪面現存結構強度進行評估。

(3) 大型翻修

當路段鋪面之破壞相當嚴重，而前述之二項養護方法亦無法完全徹底解決；或是在經費許可之情況下，針對少數破壞非常嚴重之路段，則考慮以大型翻修及重建之方式達成養護之工作。因為本策略之單位面積成本相當高，且對交通之影響衝擊亦較為嚴重，故本維修策略非必要時，多不輕易採用。此外，在各工務段皆採以發包之方式達成本項任務。

第六章 養護次系統

養護次系統包括建立一套維修與養護的決策和執行制度，以及訂定處理各種鋪面惡化的技術方法。養護次系統需靠資料檔案之建立，訂定養護計畫，才能發揮其功能。此外，從事養護決策行動之前，應有一套適當的鋪面評估準則及制度，並以評估結果作為養護活動之依據。

6-1 柔性鋪面養護策略之探討

由於台灣地區一般公路現況，仍以採用柔性鋪面為主，因此，本節乃針對柔性鋪面破壞項目，探討其相關的養護策略。所謂鋪面養護策略，依其一般性之定義為：一旦鋪面的現況破壞型式已確定且明瞭其肇因，即應適時建立維修養護計畫，據以付諸實施，事後並檢討執行成果，以供鋪面績效反應之參考。事實上，明顯的破壞固然必須即時修護以維持鋪面使用之耐久性，而未來可預期之破壞也應事先加以研討並防範，使由小破壞隨時間或其他因素衍生成大破壞之比例減至最低。

有關柔性鋪面之養護策略，大致可分為預防性養護（Preventive Maintenance）、即時性養護（Responsive Maintenance）及大型整修三類。至於有效養護策略之制定，一般應包含兩種以上的相容措施，以供決策之比較評選。

一、預防性養護

預防性養護策略乃是在鋪面整體結構仍保持完整，而即將發生惡化時，所採用的養護措施。通常此類養護策略所對應之鋪面破壞狀況，大都必須藉助儀器調查（結構性破壞）或經由有經驗的養護工程師（功能性破壞），才能加以認知，一般道路使用者則不易察覺。此類破壞型式大致包含以下九項：輕型裂縫、輕微車道與邊緣高差、輕型車轍、輕型薄層剝離、輕微之波浪形路面、輕微冒油、糙度增加、撓度增加及抗滑值降低等。

其中最後三項，必須藉用儀器之量測方能得知。至於預防性養護策略所涵蓋之項目，則敘述如下[20]：

1. 裂縫／接縫填補 (Crack Filling)

以瀝青砂漿、乳化瀝青膠泥、接縫用材料或吹氣瀝青填補裂縫或接縫。當裂縫／接縫的寬度較大，且明顯影響到行車舒適／安全時，此項方法亦可作為即時性之養護措施。

2. 加薄封層 (Thin Overlay)

鋪面如有輕微裂縫、磨損或不平時，可加鋪一層厚2.5公分以下薄封層，以保持路面平坦，並防止雨水滲入鋪面下層，增加鋪面之承載能力。惟施工前仍應先將鋪面上之損壞較重部分予以修補。當上述之破壞較明顯時，此項方法亦可作為即時性之養護措施。

3. 改善排水設施

鋪面狀況之進一步惡化常與鋪面積水有關，可利用鋪面下層排水設施或路拱改善方式加以排除。

4. 刮抗滑小槽

於鋪面上之橫向或縱向以相等間隔削刮小槽來增加鋪面抗滑性能。

預防性養護策略之執行應屬於經常性之養護措施，若能適當地加以落實，則對於鋪面壽命之維持，可達到極佳之功效。

二、即時性養護

即時性養護為以應急之方去修護鋪面，不僅能暫時性地改善現有破壞，且能適時地維持鋪面之服務性。通常即時性養護之採用時機，大都基於民眾抱怨、行政作業能力考量、行車安全或舒適影響明顯，結構破壞明顯等現象發生時採用。由於沒有妥善的長期計畫執行，故一般執行成效較難以控制；此外，通常若無良好的鋪面定期監測或調查資料以了解鋪面之早期惡化狀況，則即時性的養護需求勢將隨鋪面使用時間之增加而有增無減。基本的即時性養護策略，有下列四種：

1. 修補 (Patch)

對坑洞、高差窪陷及局部龜裂，均可以採用修補方法應急。惟修補後，可能再發生損壞，應及時再予修復，以確保安全及舒適。施工方法可詳見「公路養護手冊」[42]。

2. 刨平

鋪面有連續或斷續的凹凸或平坦性欠佳時，應以刨平機械刨平，以維持鋪面之平坦性及抗滑性。凡車轍、隆起、波浪等之鋪面變形、冒油或抗滑部分均可採用刨平。由於刨平並無法增加鋪面結構的承載能力，故屬於應急措施。

3. 冒油改善

冒油情形較嚴重時，可於炎熱氣候將乾淨之碎石（2.5 ~ 12mm）撒佈於鋪面上，再以鐵輪壓路機車輾壓，使碎石嵌入鋪面內，可增加鋪面抗滑性能，吸收多餘瀝青料；或重覆應用熱砂、熱熔岩篩屑或熱岩石篩餘物等材料吸收多餘瀝青。

4. 局部翻修

鋪面損壞嚴重深及基層時，應局部翻修，惟其所需費用一般較高，故應先對鋪面損壞之情況及原因詳加研究。局部翻修工法在國外則屬於深修補方法（Deep Patches）[43]，其施工之詳細方法亦可參考「公路養護手冊」[42]。茲將重要步驟以圖6-1列示如下。

三、大型整修

大型整修係當鋪面破壞嚴重、範圍較大，無法以應急修護方法施工，必須整個路段改善，方能延長鋪面壽命的整修方法。其基本方法有下列三種：

1. 加封瀝青混凝土面層

鋪面之裂縫嚴重，如僅以應急修護法作局部修補，將難獲徹底改善之效果，或因交通量之增加超出預估量，致使鋪面設計厚度不足時，可加封瀝青混凝土面層，此項亦可屬於預防性養護策

略之一，執行目的為增加鋪面承載能力，避免產生結構性破壞。有關加封瀝青混凝土面層之設計及施工方法，可詳見「公路養護手冊」[42]。然於該手冊中，對於加鋪所需之厚度並未依現有之結構強度而設計，此乃需再研究加強之處。

2. 刨除加鋪

將表面之不平、龜裂、車轍等部分以刨平機刨平，再加封至重新設計之厚度。加鋪前應先針對原鋪面厚度，路基強度或撓度予以檢測，以求得其應加封之厚度。本法基本上為結合刨平與加封瀝青混凝土面層兩種養護策略之應用。

3. 大型翻修

柔性鋪面之破壞情況嚴重且範圍較大，而以一般刨除修補及加鋪等方法均無法修復時，應考慮大型翻修。因所需經費較多，且施工時常會影響行車暢流，故對於翻修及其施工之時機、方法均應加以慎重考量。

表6-1 為本研究所整理之柔性鋪面常見破壞型式、原因及相關的養護策略對應表。

表 6-1 柔性鋪面破壞及維修養護表

破壞型式	種類	現象解釋	原因	養護
裂	縱向裂縫 (Longitudinal Cracking)	裂縫走向與行車方向平行，分叉情況尚未達全面龜裂，一般發生位置約在車行輪跡處或車道中央。	<ul style="list-style-type: none"> · 車輛載重之影響 · 瀝青面層疲乏 · 基、底層原有裂縫之反射裂縫 	<ul style="list-style-type: none"> · 填縫 · 封層處理
	橫向裂縫 (Transverse Cracking)	裂縫走向與行車方向垂直，分叉未達全面龜裂，位置可發生於道路中任何一處。	<ul style="list-style-type: none"> · 瀝青材料對溫差變化過大之自然反應 · 反射裂縫之一 · 基底層承载力不均 	<ul style="list-style-type: none"> · 填縫 · 封層處理
縫	龜裂 (Alligator Cracking or Fatigue Cracking)	面層間之裂縫互相連接成大多邊形或一連串之小多邊形。	<ul style="list-style-type: none"> · 由於含水飽和之礫石基層或路床導致支持力不足所致 · 交通荷重之影響 · 撓度沈陷過度 · 瀝青混合料品質不良，滾壓溫度不符，引起初期龜裂 	<ul style="list-style-type: none"> · 移去濕材料 · 安裝排水設施 · 全深補綻 · 加鋪設計

資料來源：[31,33,42,43,本研究整理]

表 6-1 柔性鋪面破壞及維修養護表 (續)

破壞 型式	種 類	現 象 解 釋	原 因	養 護
變 形	車轍 (Rutting)	鋪面在車輪反覆輾壓下所產生的縱向凹陷，發生位置以輪跡處為主。	<ul style="list-style-type: none"> · 面層材料穩定性或壓實不足 · 路基材料不穩定 · 路肩不穩定無法提供足夠之側向支持 · 道路結構強度不足 · 正孔隙水壓力造成近水份飽和之骨材在輪荷重下被壓成細粉 	<ul style="list-style-type: none"> · 廠拌熱拌瀝青填平車轍，再鋪上薄加鋪層
	波浪形路面 (Corrugation)	鋪面在行車方向發生高低起伏，成波浪狀之變形。	<ul style="list-style-type: none"> · 瀝青材料穩定性不足 · 交叉路口之煞車 · 上、下坡處荷重太高 · 粘層、透層之施工不良 	<ul style="list-style-type: none"> · 直接進行表面處理或加鋪 · 刨除凸起鋪面、封層處理或加鋪

資料來源：[31,33,42,43,本研究整理]

表 6-1 柔性鋪面破壞及維修養護表 (續)

破壞型式	種類	現象解釋	原因	養護
變形	隆起與凹陷 (Heave and Depression)	鋪面局部表面高於或低於周圍鋪面者	<ul style="list-style-type: none"> · 隆起乃由於鋪面下層材料膨脹 · 凹陷則多由鋪面下層材料流失或施工夯實不均所致 	<ul style="list-style-type: none"> · 改善排水設施 · 補平 · 局部翻修
	面層表層滑動 (Slippage)	鋪面面層在輪胎之摩擦力作用下，前後滑動，可由道路之橫向標線前後扭曲看出	<ul style="list-style-type: none"> · 瀝青材料穩定性不足 · 面層與黏結層缺乏膠結 · 骨材不穩定 · 交叉路口煞車 	<ul style="list-style-type: none"> · 填滑溜裂縫 · 刨除重鋪
	車道與邊緣高差 (Lane/Shoulder Drop off or Heave)	車道高度與路緣邊溝間具有不同的高度或車道與車道間因為加鋪施工而產生之邊緣高差	<ul style="list-style-type: none"> · 基礎下陷或唧水現象 · 路肩骨材受重車輾壓後粉碎 · 土壤膨脹 · 施工設計不當 	<ul style="list-style-type: none"> · 刨除重鋪

資料來源：[31, 33, 42, 43, 本研究整理]

表 6-1 柔性鋪面破壞及維修養護表 (續)

破壞型式	種類	現象解釋	原因	養護
表 面 破 壞	坑洞 (Potholes)	鋪面局部發生不規則之深洞	<ul style="list-style-type: none"> · 局部龜裂鋪面沒有及時修補 · 人為破壞後回填不實 · 瀝青混合料品質不佳，滾壓不足或路基欠佳 	<ul style="list-style-type: none"> · 修補 · 局部翻修
	剝落 (Stripping) 或鬆散 (Revalling)	鋪面摩擦層之瀝青料流失，使粒料暴露於空氣空氣之中，或由鋪面剝離	<ul style="list-style-type: none"> · 骨材表面有黏土或水份 · 瀝青量不足 · 面層瀝青變質脫落 · 受柴油、溶劑侵蝕，使瀝青被溶化 · 壓實不足 	<ul style="list-style-type: none"> · 表面層處理
	冒油 (Bleeding)	面層瀝青膠結料上移，在鋪面上產生一層柏油薄膜，使鋪面有反光、附黏性及易滑現象，在夏季或高溫時之輪跡下，會有胎痕印在上面	<ul style="list-style-type: none"> · 瀝青用量太多 · 加鋪面層之透層太厚 · 在原冒油之鋪面上加鋪 	<ul style="list-style-type: none"> · 可經由重覆應用熱砂、熱溶岩篩屑或熱岩石篩餘物吸乾多餘瀝青 · 用吸收性粒料拌合加鋪

資料來源：[31, 33, 42, 43, 本研究整理]

表 6-1 柔性鋪面破壞及維修養護表 (續)

破壞型式	種類	現象解釋	原因	養護
其他	修補面破壞 (Patching Deterioration)	鋪面局部或全面修補所產生之位於修補面上或附近之破壞，破壞型態可能上列各項破壞不同組合而成	· 修補設計、施工不當	· 修補 · 局部翻修 · 大型翻修
	薄層剝離 (Thin Overlay Separation)	在原有鋪面上加鋪一薄封層(1cm-2cm)，因施工不當而引起薄封層呈荷葉狀剝落	· 施工時，未考慮先去除下層之水份，而逕行加鋪	· 填入熱拌拌瀝青並壓實，確保路面平整
	人孔高差 (Man Hole Drop off or Heave)	在人孔、手孔周圍所發生之破壞，包括高差、周圍瀝青或水泥修補面之不平整等	· 施工不當 · 相關之管線單位施工改善時，協調不良	· 坑洞修補 · 通知管線單位

資料來源：[31,33,42,43,本研究整理]

6-2 現況養護策略執行檢討及養護策略之擬定

6-2-1 現況養護策略執行檢討

在本研究進行第二次公路局訪談時，曾針對上節所述之各項養護策略（除改善排水設施外），詢問各工務段目前之執行狀況，經歸納整理（詳見第三章所述），發現目前公路局之養護作業執行，仍以臨時性之養護策略及大型整修策略為主，對於預防性之養護策略或作業

，則因執行能力之限制，無法對龐大的路網作長期性的檢測規劃，因此有關現況相容性養護策略之擬定，本研究為配合系統之落實執行，乃以即時性之養護策略及大型整修策略為範疇，作為改善各項破壞對應措施之評選；惟就系統之長期發展而言，預防性之養護作業仍應考慮納入。

6-2-2 養護策略之擬定

鑑於現況中，有部分破壞項目可在施工時，由材料或技術之改善，而加以避免。因此，本研究在臨時性養護策略及大型整修策略之篩選上，乃依據工務段訪談資料中，所整理出之各養護策略採用之比例，加以評選。各養護策略使用比例如表 6-2 所示，其中可明顯看出「刮抗滑小槽」、「裂縫／填縫填補」及「冒油改善」等三項為工務段較少使用之策略，部分原因是因為該項策略之執行需要專門之技術人員，且材料成本與其他效能較佳之養護策略相當（如「裂縫／填縫填補」之施工價格約相當於加鋪 2.5 公分瀝青封層之價格）；或該策略之相對應破壞在現況施工材料、技術改良下，已較少發生（如「冒油改善」、「刮抗滑小槽」之對應「冒油」養護）；至於「刨平」一項則因發包單價較高，故現多配合「加封瀝青混凝土作業」，以「刨平加鋪」處理，惟其在時間緊迫下，作為臨時性養護仍具有相當之效果，使用該法的工務段數仍不少。

綜合上述之分析，將表 6-2 之「使用該策略之工務段數」一欄中大於或等於百分之四十的養護策略選出，則現況可行之養護策略分類擬定如下：

一、即時性養護策略 — 臨時修護之小型養護作業或措施

1. 坑洞修補；
2. 加薄封層；
3. 局部翻修；
4. 刨平；

二、正式改善策略