

市區道路柔性鋪面管理與維護準則研究¹

MANAGEMENT AND MAINTENANCE CRITERIA FOR THE FLEXIBLE PAVEMENT OF THE CITY STREET NETWORK

周家蓓 Chia-Pei Chou²

林世泰 Shyh-Tai Lin³

郭彥樑 Yann-Liang Guo⁴

(92 年 5 月 15 日初稿，92 年 8 月 28 日第一次修改，93 年 1 月 4 日
第二次修改，93 年 6 月 30 日定稿)

摘 要

市區道路的鋪面養護由於缺乏專責組織及人員，僅能依據都市地區人口及市區道路總面積作為配額計算基準，致道路維護資源不易確實用於急需之路段上，故使全體的市區道路服務水準不一。內政部營建署有鑑於此，為協助地方政府解決市區道路管理及維護問題，目前正積極訂定市區道路管理維護技術規範及建立客觀的鋪面服務能力評估準則，作為每年補助市區道路管理機關維護經費配額的基準。本研究乃依此目標建立市區道路維護之具體內容，並規劃路段劃分及損壞調查方法。本研究考量現階段鋪面檢測能力，故建置之養護決策及養護計畫仍以損壞調查為主，地方政府可依此管理維護技術，建立鋪面管理

-
1. 本文係摘自內政部營建署民國 91 年 4 月之「市區道路管理維護與技術規範手冊研究報告」部分內容，而市區道路柔性鋪面養護決策準則亦以其為基本架構加以發展，在此感謝內政部營建署提供研究經費，並對本研究目標及內容的支持與協助。
 2. 國立臺灣大學土木工程學研究所教授（聯絡地址：106 臺北市羅斯福路四段 1 號臺灣大學土木工程學系；E-Mail：cpchou@ce.ntu.edu.tw）。
 3. 國立臺灣大學土木工程學研究所博士候選人、萬鼎公司專案技術經理（聯絡地址：106 臺北市羅斯福路四段 1 號臺灣大學土木工程館 112 室；E-Mail：paullin@res.com.tw；paullin@res.com.tw）。
 4. 內政部營建署道路工程組課長（聯絡地址：105 臺北市八德路二段 342 號）。

機制及系統化之養護作業，研擬標準化的鋪面服務能力評估程序及提供客觀的養護需求判斷準則，使有限的道路維護資源能作合理之分配，並使所有市區道路皆保持在一定服務水準之上。

關鍵詞：鋪面管理；服務能力；養護；鋪面狀況指標 (PCI)；綜合性評估

ABSTRACT

The budget distribution of city street pavement maintenance is generally based on the total pavement area and the city population currently. This may easily cause the unevenness of resources allocation and non-standardized pavement performance for all cities. The Construction and Planning Administration (CPA) is actively setting up a standardized pavement management and maintenance system for the city street network and allocating the limited sources for pavement maintenance based on the uniform evaluation procedure. The major objective of this study is to identify the main contents that shall be included in the specified pavement management system and develop the pavement network coding methodology as well as the standard procedure for pavement condition survey. The maintenance decision tree based upon the collected pavement condition data is also developed in this paper. The CPA has accepted and planned to use the developed system for trial basis in the coming years for the central evaluation and budget allocation for city street pavement networks.

Key Words: *Pavement management; Serviceability; Maintenance; Pavement condition index; Comprehensive evaluation*

一、前言

中央及地方政府在市區道路的鋪面養護工作為多年之經常業務，然而中央主管機關每年補助地方政府（各直轄市及縣市政府）市區道路維護經費，僅能依據地方政府的都市地區人口，並考量既有市區道路總面積作為配額計算基準，致道路維護資源不易確實用於急需之路段上，故使全體的市區道路服務水準不一。此乃因缺乏客觀及系統化之鋪面服務能力評估，與判斷鋪面結構維護需求及優先養護排序審查機制所致。

內政部營建署有鑑於此，為協助地方政府及解決市區道路管理及維護問題，正大力推動訂定市區道路管理維護技術規範，作為評估鋪面服務現況的基礎，依據客觀的鋪面績效作優先養護排序之依據，供分配年度補助道路維護經費之專業考量。地方政府亦可依此管理維護技術規範，建立鋪面管理機制及系統化之養護作業，研擬標準化的鋪面服務能力評估程序及提供客觀的養護需求判斷準則，使有限的道路維護資源能作合理之分配，並使所有市區道路皆保持在一定服務水準之上。

本文係探討柔性鋪面的管理與維護準則，除現有鋪面管理維護文獻、法規及系統等回

顧外，亦對市區道路的現有管理維護人力及組織、鋪面狀況調查及評估技術等作檢討，冀望建立適於市區道路柔性鋪面管理維護作業之具體內容及流程，合理規劃鋪面服務能力評估機制及養護需求門檻，供地方政府研擬鋪面年度養護計畫及編製年度養護預算額度之參考。

二、鋪面管理現況及發展方向

在市區道路柔性鋪面的管理及維護準則探討前，除對既有鋪面管理維護文獻、管理維護法規、柔性鋪面養護管理系統及手冊等彙整及回顧，作為研擬柔性鋪面的管理及維護準則基礎外，並選擇臺北市、高雄市、臺中市、嘉義市及臺北縣等管理單位作實地訪談，與郵寄問卷給其餘縣市管理單位作調查。經實地訪談及問卷調查等資料整理及分析結果，除臺北市及高雄市兩直轄市管理單位在鋪面管理維護作業較具規模，且對緊急及例行等養護作業技術及機具等皆有基礎外，各縣市政府的市區道路管理單位（包括鄉、鎮及縣轄市公所）在組織、人力、財力及養護技術等均有發展空間^[1]。

鋪面在設計階段所訂定的服務能力若要在整體服務期間都能實現，首重在鋪面鋪築後需呈現該有之初期服務水準，並於開放通車後隨時保持在可接受服務水準之上，其管理重點在於必須對完工或營運的鋪面狀況進行量測及評估，並適時提出適宜的養護作業。所以市區道路管理機關應定期或不定期實施鋪面現況調查，調查完畢後應評定各路段之服務水準，供主管及管理單位據以作為鋪面管理及維護作業之參考。而市區道路柔性鋪面的管理及維護作業，首先是專案層級鋪面管理之例行作業與大型整修等養護活動，再者為路網層級鋪面管理對所管轄道路進行不定期或定期的鋪面服務現況評估，而例行性之鋪面管理活動包括緊急、預防及例行性等養護，其可結合日常道路巡查作業一起執行。

由於地方政府的主管及管理機關普遍呈現缺乏專責組織及缺少人員推動業務，在鋪面管理、養護計畫研擬及經費補助申請等皆缺乏系統化制度，易產生道路服務品質降低等弊病，使預算編製及養護作業之效率易產生偏差及不經濟現象，且未能確實用於急需養護之路段。經訪談及問卷調查資料顯示，地方政府為推動及更新市區道路鋪面管理作業，須由內政部營建署協助提供管理原則及目標之指導及技術支援外，地方政府亦應積極規劃鋪面管理制度，制定鋪面養護作業規範，加強作業人員的鋪面知識及養護技術之教育訓練，以達成「鋪面養護具成本效益的管理目標」。

三、鋪面管理維護之具體內容

市區道路主管機關在中央為內政部，在省為省政府，在直轄市為直轄市政府，在市縣為市縣政府^[2]。臺北市政府依據臺北市市區道路管理規則^[3]按業務職掌授權所屬工務局、建設局、環境保護局及警察局管理；高雄市政府依據高雄市市區道路管理規則^[4]按業務職

掌授權所屬工務局、建設局、警察局及環境保護處分別管理；臺灣省政府依據臺灣省市區道路管理規則^[5]按業務職掌授權所屬住宅及都市發展局（住都局）及交通處；在縣市為縣市政府建設局或工務局；在鄉、鎮、縣轄市為鄉、鎮、縣轄市公所等管理機關。市區道路管理機關對使用的道路需進行下列調查作業：

- (一) 定期實施交通量調查、行車速率及延誤因素，並加以分析及預測。
- (二) 道路現況調查包括幾何設計及路面狀況。
- (三) 調查完畢應評定各路段之服務水準，據以作為規劃及改善之參考。

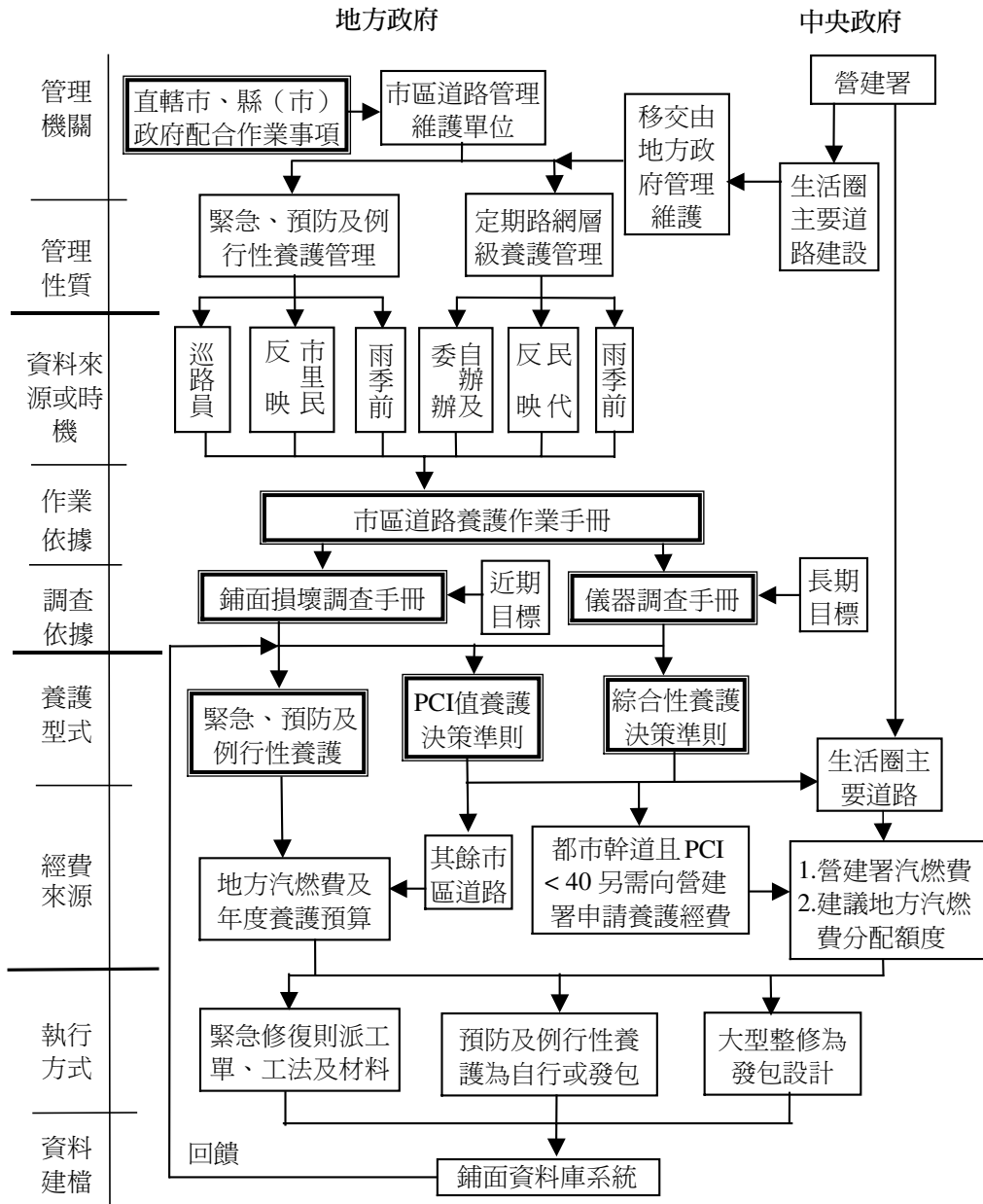
營建署為配合臺灣省虛級化，修訂市區道路條例^[2]之省級主管機關，由各縣(市)政府訂定市區道路管理規則或自治條例^[6,7,8,9]，授予建設局或工務局，以及鄉、鎮、縣轄市公所等各級管理機關管理業務及權責。本研究參照修訂後的市區道路條例及地方政府的市區道路管理規則或自治條例，研擬管理維護作業之具體內容及流程，包含直轄市、縣(市)政府配合事項。如圖 1 為本研究所建議之市區道路鋪面管理維護作業的流程，依據地方政府（直轄市、縣及省轄市、鄉鎮縣轄市）及中央政府等所管業務及權責，規劃每年的鋪面養護工作項目、作業細節及具體內容。本流程內容已通過營建署審查，列入其督導及養護市區道路之作業模式。在圖 1 依機關、道路等級、作業性質等劃分為：管理機關、管理性質、資料來源或時機、作業依據、調查依據、養護型式、經費來源、執行方式及資料建檔等九項列舉及說明之。若將圖 1 的作業簡化為管理層級、鋪面狀況調查及評估、養護需求規劃與維護作業等四部，按地方政府及中央政府等所需的行政作業、鋪面狀況調查、經費來源及養護技術等作業項目及依據列舉如表 1 所示。

3.1 營建署發展技術規範構想

市區道路條例配合臺灣省政府組織調整政策，在民國 91 年將省政府住都局併入中央單位^[2]，即歸併住都局於營建署臺北市第二辦公室，原道路處改為道路工程組，並將原省政府住都局所管理的生活圈道路及市區道路養護工作移交由各縣市政府辦理。現營建署道路工程組掌理市區道路設計規範擬訂及修正，市區道路工程技術研發、管理監督、輔導及資料蒐集統計，以及市區道路及橋梁興建修築等事項，並負責推動十八個生活圈道路系統建設計畫及市區道路各項工程建設，掌理推動生活圈地理資訊管理系統及市區道路管理網路資訊化。

營建署將臺灣地區之都市及人口集聚區劃分為 18 個生活圈，而生活圈內的主要道路係居民經常生活聯絡及交通的主要通道，此類道路的建設業務由營建署道路工程組負責，在道路開放通車使用後移交由該地方政府管理。因此，營建署道路工程組鑑於執掌及業務需求，積極規劃中央與地方之市區道路管理維護權責，本研究針對直轄市及縣市政府的例行業務與工作項目，參照營建署道路工程組發展技術規範構想，將鋪面管理劃分為緊急、預防及例行性養護管理與定期路網層級養護管理等兩部分，並研擬市區道路管理維護需求之技術規範。

(一) 首先係市區道路的鋪面作業及調查依據，本研究研提市區道路養護作業手冊、鋪面損壞調查手冊及儀器調查手冊等項，以供直轄市及縣市政府的管理者及工程師在執行管理業務及鋪面狀況調查之參考。



註： 中為本研究完成事項。

圖 1 市區道路鋪面維護作業的具體內容及流程

表 1 市區道路鋪面管理維護作業具體內容說明

作業項目		地方政府	中央政府
管理層級	管理機關	1.直轄市工務局的養護工程處 2.省轄市工務局的土木課或建設局的養護課 3.縣政府工務局的土木課或建設局的養護課 4.鄉鎮市公所工務課或建設課	1.內政部營建署的道路工程組
	管理性質	1.都市計畫區域內所有道路 2.直轄市及市行政區域以內，都市計畫區域以外所有道路 3.中央主管機關核定人口集居區域內所有道路等鋪面的專案管理及路網管理	1.生活圈主要道路 2.都市道路等業務督導
鋪面狀況調查及評估	資料來源或時機	1.緊急、預防及例行性等養護作業的鋪面狀況由巡視員或市里民電話反映等獲得 2.大型整修的鋪面狀況由自辦或委外辦理獲得 3.年度預算編製及整體鋪面之服務現況評估等鋪面狀況由定期自辦或委外辦理獲得	1.生活圈主要道路鋪面狀況 2.都市幹道的鋪面狀況等由地方政府提供營建署的道路工程組
	作業依據	1.緊急、預防及例行性等養護依據 a.既有鋪面維護作業規定及 b.市區道路養護作業手冊 2.大型整修依據市區道路養護作業手冊或其他規定 3.年度預算編製及整體鋪面服務現況評估等依據市區道路養護作業手冊	1.生活圈主要道路依據市區道路條例、直轄市及縣市政府之市區道路管理規則或自治條例 2.都市幹道依據營建署道路工程組業務規定
	調查依據	1.地方政府既有鋪面損壞調查作業規定 2.鋪面損壞調查手冊 3.儀器調查手冊	1.鋪面損壞調查手冊 2.儀器調查手冊
養護需求規劃	養護型式	1.緊急、預防及例行性等養護 2.大型整修	1.大型整修
	經費來源	1.地方政府的年度養護預算 2.地方政府的年度汽燃費配額 3.都市幹道另需向營建署申請補助養護經費	1.營建署年度養護預算 2.營建署年度汽燃費配額
維護作業	執行方式	1.緊急修復分為 a.養路隊的派工單及 b.委外開口合約辦理 2.預防及例行性等養護分為 a.養路隊自行養護及 b.發包廠商辦理 3.大型整修發包顧問公司設計及營造廠施工	1.大型整修發包顧問公司設計及營造廠施工
	資料建檔	1.鋪面狀況及服務現況等建檔 2.緊急、預防及例行性等養護內容建檔 3.大型整修內容建檔 4.執行問題及缺失等建檔	1.鋪面狀況及服務現況等建檔 2.大型整修內容建檔 3.執行問題及缺失等建檔

(二) 第二為鋪面養護型式選擇的決策準則係考量地方政府的人力、技術及財務，其鋪面養護判定作業程序如圖 1 所示。近期目標以開發人工的鋪面損壞調查為主，鋪面養護決策以 PCI 值為評估準則；長期目標以開發儀器調查作業為標的，鋪面養護決策以撓度

值、PCI 值、IRI 值及抗滑值等四項的綜合性評估準則。

- (三) 第三為鋪面養護經費來源係依據市區道路條例規定，市區道路之修築及經費預算，應提經各該級議會之同意。故管理單位在議會審查隔年預算時，應積極爭取應有的鋪面養護預算及中央的汽燃費分配額度。但當其縣市政府所管轄之都市幹道鋪面 PCI 指標小於 40 且需要向營建署申請養護預算補助時，應提出該路段之鋪面服務現況資訊，由營建署作綜合評估及優先需求確認，並由營建署所分得的汽燃費支付養護經費，若營建署並不具有該項經費可資利用時，則可由其向中央財務分配單位提出地方汽燃費分配額度之建議。
- (四) 第四為鋪面養護執行方式，依據直轄市及縣(市)政府的工程隊人力及機具，研提鋪面養護作業方式為：1. 緊急修復作業採派工單、指定工法及材料，由養路隊或委外開口合約辦理。2. 預防及例行性等養護分為養路隊自行養護及發包廠商辦理。3. 大型整修需更深入了解鋪面狀況，則發包顧問公司設計及營造廠施工。

3.2 直轄市及縣市政府之管理及維護內容

依據市區道路條例規定，直轄市、縣(市)政府得經上級市區道路主管機關核准，設立工程機構，經常辦理道路修築、改善及養護事項。市區道路之修築、改善及養護，其在縣轄區內者，得由各有關鄉(鎮、市)公所辦理之。因此，直轄市及縣(市)政府在管理業務方面，目前除每日例行的道路巡查外，其較重要工作為執行緊急、例行性養護及大型整修等作業的實現，此作業在圖 1 的作業流程係屬鋪面管理維護下游業務。再者，重要的上游管理維護工作為鋪面狀況監視及評估作業，係定期或不定期評估對所管道路之鋪面績效，所以整體鋪面服務現況評估亦屬於地方政府管理業務之一。

直轄市及縣市政府係身兼主管及管理市區道路等角色，除例行的市區道路管理維護業務外，具有企畫及督導市區道路的年度管理及養護等作業的主管角色，故亦應拿出部分人力規劃鋪面管理制度，制定鋪面養護作業規範，以供市區道路管理者及工程師作為執行第一線作業依據。故直轄市及縣市政府主管機關在規劃任何鋪面維護活動之前，須蒐集道路現況及作鋪面狀況調查，以此了解及評估所管轄道路的鋪面服務情況，並確認路段之緊急修復及例行性養護等實際需求，研擬適宜且具成本效益的養護計畫，並規劃下年度所需大型整修之路段及編列養護預算需求。

四、鋪面績效評估項目及目的

鋪面情況的好壞須經服務現況評估，而鋪面績效的具體表現可依據面層之損壞、糙度、撓度及抗滑值等加以衡量，所需的鋪面狀況資料為表面狀況 (surface condition)、行車品質 (ride quality)、結構評估 (structure evaluation) 及行車安全 (ride safety) 等四項^[10]。在研究期間由營建署召開訂定管理維護技術規範討論會，針對前述四項鋪面狀況調查技術

及作業的優先使用順序，以及管理單位對鋪面狀況調查之現況與能力等加以溝通，與會的地方政府代表皆一致希望優先選擇鋪面損壞調查作為評估鋪面服務現況的最基本項目，後續的調查項目則首重推動平坦度調查作業。

鋪面表面狀況採用目視或儀器影像調查面層的破裂 (fracture)、變形 (distortion) 及粒料分離 (disintegration) 等項，參照 ASTM D6433 道路及停車場鋪面狀況指標調查方法^[11]執行現場調查作業，將路段最小調查單元 (樣本單位) 的鋪面損壞型式、數量與嚴重程度，經鋪面狀況計算程序及公式求得該樣本單位的 PCI 指標值。道路及停車場的 PCI 指標是由美國陸軍工兵團所發展，並經美國國防部 (DOD) 及公共工程協會 (APWA) 採用及進一步證實。鋪面狀況指標係提供簡易評估道路服務水準之參考基準，為評定鋪面是否需要養護或整修之概略判斷。依據直轄市及縣市政府的年度及例行鋪面管理維護作業，鋪面狀況調查按作業時間及目的等可分為：例行養護 (緊急修復及例行性養護)、大型整修、年度預算編製及整體鋪面等四者。

- (一) 例行養護之鋪面損壞調查－為以每日例行的道路巡查蒐集或由其他管道傳遞鋪面損壞資訊，作為緊急修復及例行性養護等依據，此為道路日常巡查作業的一部分。
- (二) 大型整修之鋪面績效評估－當某道路在排定其鋪面須大型整修後，在鋪面結構改善工程進行前所進行之鋪面狀況調查，包括鋪面結構及功能等專業技術評估，在資料蒐集時用較嚴謹的調查方法。
- (三) 年度預算編製之鋪面狀況調查－在地方議會審查下年度總預算前約 4 個月，管理機關為編製隔年鋪面養護經費所作鋪面狀況調查，其可依據現場調查結果、短期內的鋪面績效變化及歷年養護經費等估計次年度所需經費。
- (四) 整體鋪面之服務現況評估－民意機關、道路主管及管理單位為了解所管轄道路的鋪面服務現況，在固定時間或固定間隔所作鋪面狀況調查，並依據現場調查結果評估鋪面現況。

五、路段劃分及鋪面損壞調查

柔性鋪面損壞資料蒐集在於提供道路管理者即時性之資訊，判斷鋪面所需的維護等級及優先養護排序之基準，為達此目的本研究乃建立一套較為嚴謹的鋪面損壞調查手冊^[1]，供作柔性鋪面損壞調查之依據。為使鋪面管理維護作業推動順利，在鋪面損壞量測及記錄能有客觀且一致的標準，須規定各市區道路轄區內之路段劃分及鋪面狀況取樣標準，供損壞調查及服務能力評估統計之依據。

5.1 路段的劃分

市區道路在鋪面管理維護所做的路段劃分及編碼目的，在使鋪面資料的更新、補充及維護更加容易，建置系統化且符合鋪面養護管理之資料庫，讓道路機關的管理者在鋪面現

況蒐集、養護策略及方案評估、研擬年度養護計畫等作業搜尋快速，管理者對鋪面損壞資料、服務現況及養護實施等作有效管理。路段的劃分係依據 ASTM D6433 道路及停車場鋪面狀況指標調查方法^[11]之路段劃分及編碼原則，將路段依據行政區、道路等級、鋪面管理及養護等需求劃分為：路網系統 (network)、區域 (branch)、段 (section) 及樣本單位 (sample unit) 等四階層如表 2 所示，各階層的性質及項目：第一階層為都市計畫區，第二階層為道路、街道及巷道，第三階層之「段」階層為鋪面大型整修維護活動之最小執行單位，第四階層之「樣本單位」階層為鋪面狀況資料調查及例行性養護作業之最小執行單位。

表 2 市區道路的路段劃分與編碼

階層	名稱	項目	範例
第一階層	路網系統 (network)	都市計畫區	桃園縣龍潭、新竹市
第二階層	區域 (branch)	道路、街道及巷道	東龍路、光復路
第三階層	段 (section)	維修作業單位	段別
第四階層	樣本單位 (sample unit)	最小調查及例行性養護單位	街廓

市區道路管理單位依據路段劃分階層、市行政區及都市計畫區，將市區道路全數納入單一「路網系統」階層內，如桃園縣龍潭都市計畫或新竹市都市計畫。然後依據都市計畫的道路計畫與市區道路工程設計規則之快速道路、主次幹道、集散道路及巷道等項建立區域階層，為減少編碼作業、居民反映鋪面狀況及簡化管理作業等需求，建議「區域」階層的劃分及編碼以現有道路名稱命名，如龍潭鄉的東龍路或新竹市的光復路。為使鋪面的大型整修系統化及標準化，則每一區域再依路段別、施工及維修紀錄等劃分為若干段，與「區域」階層同樣理由建議「段」階層的劃分及編碼以現有道路段界命名，如新竹市的光復路一段、二段。為使鋪面的例行性養護及鋪面狀況調查系統化及標準化，每一段依據相交路口位置 (街廓) 劃分為若干「樣本單位」，而「段」階層可由數個至十數個「樣本單位」組成。另道路有設置中央分隔帶時，可依據左向及右向車道細分「樣本單位」。

現以新竹市光復路為路段劃分及編碼實例說明之，「區域」階層為光復路，其一段及二段是以中山高速公路為分界如圖 2 所示，「段」階層則有往竹東方向為一段，而往市區方向為二段。在「段」階層劃分及編碼完成後，「樣本單位」階層劃分及編碼如圖 2 所示，在一段尾端係在中山高速公路側，其「樣本單位」係由一段頭之編碼為 1 開始，依序往竹東方向增加 1 編碼至「樣本單位」之編碼為 40 止；而二段起端係在中山高速公路側，其「樣本單位」之編碼為 1，則依序往市區方向加 1 編碼至「樣本單位」之編碼至竹東鎮的中華路止。

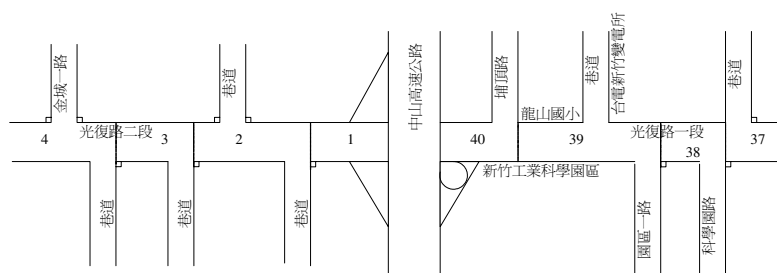


圖 2 新竹市之路段劃分及編碼實例

5.2 鋪面損壞調查

鋪面損壞調查在於了解鋪面損壞種類及嚴重程度，以研擬鋪面養護策略及反映維修需要程度。本研究對柔性鋪面損壞種類及型式的確定及調查手冊製作，係參照 ASTM D6433 道路及停車場鋪面狀況指標調查方法^[11]，同時配合柔性鋪面常見損壞型式，並參考我國道路現況之損壞調查加以調整。而柔性鋪面損壞調查手冊可供調查員在現場調查時參考，亦可供市區道路管理機關作為調查技術訓練教材之用，在柔性鋪面損壞調查手冊規定鋪面損壞種類及損壞型式，如下所列分為面層裂縫、面層變形、面層損壞及其他等四類，合計 13 個損壞型式。

- (一) 面層裂縫：龜裂、縱向橫向裂縫與塊狀裂縫等 3 者。
- (二) 面層變形：車轍、波浪狀鋪面、隆起與凹陷、推擠與車道及路肩分離等 5 者。
- (三) 面層損壞：坑洞及人孔高差、骨材剝落及薄層剝離、滑溜裂縫等 3 者。
- (四) 其他：補綻及管線回填與冒油等 2 者。

鋪面損壞之嚴重程度分為輕級、中級及重級等三級，分別以 L、M、H 等字母表示之；至於損壞數量定義大致依據損壞型式區分為個數、長度及面積等三類估算。為使道路巡視員或調查員能夠完全認識鋪面損壞型式及嚴重程度，在鋪面損壞型式及嚴重程度說明部分，以鋪面損壞型式、現象描述、主要導因、嚴重程度及量測準則等項，將 13 個損壞型式附照片範例加以說明。

在市區道路作鋪面損壞調查時，一張柔性鋪面損壞調查表為一個「樣本單位」，而鋪面損壞情形填寫方式，為先將看到之破壞類型依輕、中、重級等，由上而下逐列填寫於調查表內之相關欄位內，若損壞類型及等級未出現則略過。當完成一個之鋪面損壞調查單元後，應先檢查調查表內之損壞類型及嚴重程度、數量與總數等欄位是否填寫完全及正確無誤後，即可進入另一個「樣本單位」作鋪面損壞調查。

在完成該「樣本單位」之鋪面損壞調查作業後，調查表內剩下密度(%)及折減值等欄內數據未完成，調查員須依據調查表內所列之損壞型式、密度(%)及損壞程度(輕、中、重)等逐一查各別損壞折減值圖，或依本研究逐圖數值化之公式計算之，並將所得之各損

壞型式扣減點數依序填入調查表內的折減值欄內，待所有損壞型態折減值填寫完成後，柔性鋪面損壞調查表才告完成。鋪面狀況現場調查分為普查及隨機取樣等方式，管理機關為減少調查份量及成本大多採隨機取樣調查，現場調查所需的「樣本單位」數量、調查表格式、填寫檢查與查折減值圖等詳細內容不在本文贅敘。

5.3 鋪面狀況指標等級及計算

經損壞調查後之「樣本單位」鋪面狀況指標 (PCI) 等級，係依據面層損壞數量、損壞程度、損壞型式對鋪面績效影響而定，其為 ASTM D6433 道路及停車場鋪面狀況指標調查方法^[11]之規定。「樣本單位」之 PCI 值計算，係依 ASTM D6433^[11]鋪面狀況指標調查方法之計算程序。PCI 指標為美國陸軍工兵團研究試驗室為 PAVER 鋪面管理系統所發展^[12]，係由鋪面結構的整體性及使用情況等所組成的指標，PCI 指標範圍是由 100 至 0，如表 3 所示，鋪面狀況指標為 100 時，表示鋪面整體為最好狀況；鋪面狀況指標為 0 時，表示鋪面整體為最差狀況。市區道路在鋪面服務現況等級的顯示如採地理資訊系統 (GIS) 時，則各「區域」、「段」及「樣本單位」等階層之鋪面狀況等級可藉表 3 之圖例表現，能將路網系統內各等級鋪面服務現況之分布清楚顯示。

表 3 鋪面狀況指標及狀況等級

狀況等級	PCI 指標	指標差距	圖例
特優 (excellent)	85 ~ 100	15	紅色
很好 (very good)	70 ~ 85	15	粉紅色
好 (good)	55 ~ 70	15	橘黃色
一般 (fair)	40 ~ 55	15	綠色
差 (poor)	25 ~ 40	15	水藍色
很差 (very poor)	10 ~ 25	15	藍色
失敗 (failed)	0 ~ 10	10	灰黑色

道路及停車場 PCI 指標的損壞型態折減值圖^[12]由八個市及郡等道路單位，依據鋪面種類、道路等級、鋪面狀況歷史、鋪面層材料性質及交通紀錄等迴歸構建，並將鋪面狀況劃分為七個等級，如表 3 所示，每個等級的 PCI 值皆相差 15，最後等級差為 10。而 PCI 指標被廣泛用於軍事設施，且被美國公共工程協會 (APWA) 使用於市及郡等政府的鋪面管理系統。美國陸軍工兵團研究試驗室依據 PCI 指標劃分的養護策略^[13]，PCI 值大於 70 時為預防性養護，PCI 值介於 70 與 40 間為例行性養護，當 PCI 值小於 40 時，則鋪面結構需重建 (大型整修)，能使鋪面管理單位發揮有限養護經費效益。本研究考量 PCI 值之應用廣為國際所認同，且有些國家直接以 PAVER 程式作為市區道路管理之用，故建議引用作為我國市區道路損壞評分之標準。

在完成「樣本單位」鋪面 PCI 指標計算後，對「段」階層之 PCI 指標加以計算，鋪面損壞調查採普查方式時，將「段」階層所有調查之「樣本單位」PCI 指標加總平均；鋪面損壞調查採取樣方式時，當調查「樣本單位」無額外數量時，「段」階層之 PCI 指標計算比照普查方式；如調查數量包括額外之樣本單位時，「段」階層之 PCI 指標計算依公式 (1) 所示。有關鋪面 PCI 指標的計算表格、步驟、細節及內容等請參閱研究報告[1]及 ASTM D6433 道路及停車場鋪面狀況指標調查方法^[11]。

$$PCI_S = \frac{(N - A) \times (PCI_R)}{N} + \frac{A \times (PCI_A)}{N} \quad (1)$$

式中之 PCI_S = 「段」階層為權重之 PCI 指標；

N = 「段」階層之總「樣本單位」數；

A = 調查時之額外「樣本單位」數；

PCI_R = 隨機選擇之「樣本單位」平均 PCI 值；

PCI_A = 額外之「樣本單位」數平均 PCI 值。

5.4 鋪面服務現況之統計與呈現

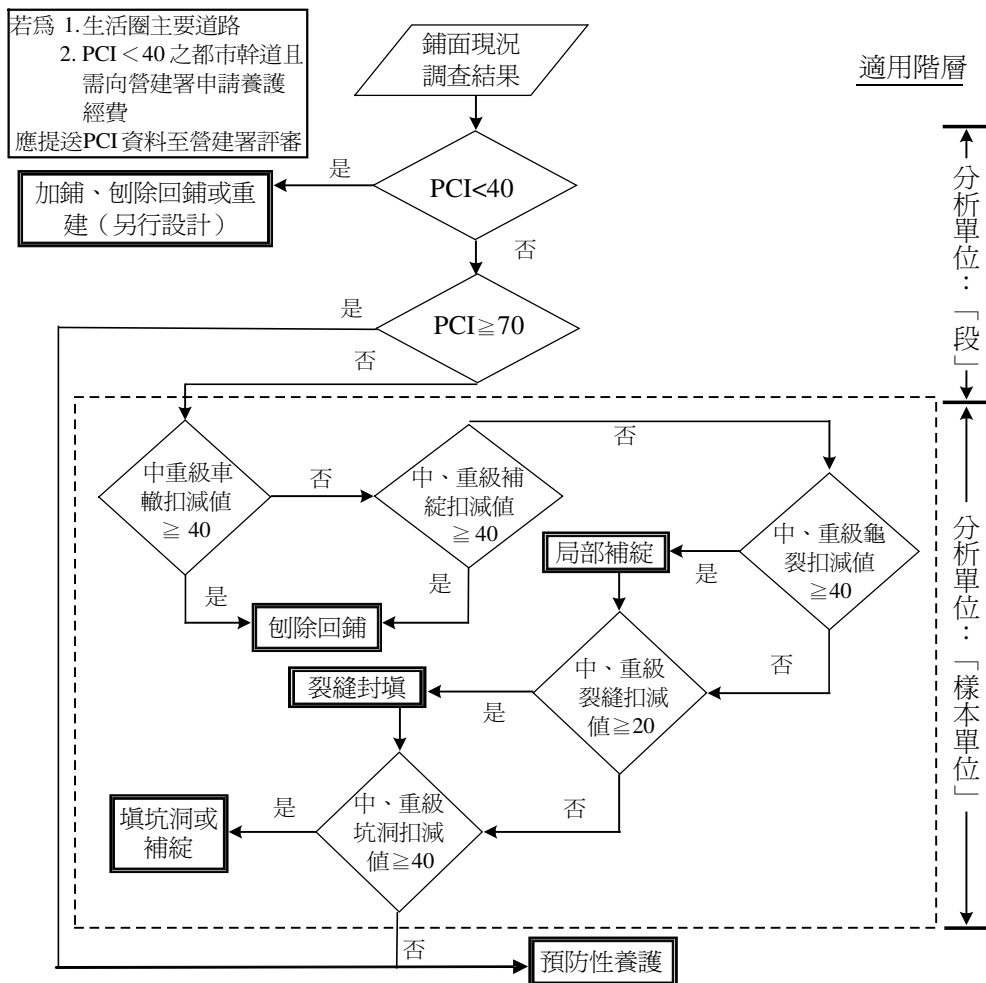
在「段」及「樣本單位」等階層之 PCI 指標計算完成後，在「區域」階層之 PCI 指標計算，係將該「區域」階層所有段之 PCI 指標加總平均，在「路網系統」階層之鋪面 PCI 指標係比照「區域」階層之 PCI 指標計算方式。市區道路管理單位在鋪面之 PCI 值計算完成後，對「路網系統」、「區域」、「段」及「樣本單位」等階層之鋪面損壞數量及服務現況等級等統計分析^[14]，此結果可以表列、柱方圖及地理資訊系統的道路圖等方式呈現所管轄道路服務水準。現在的鋪面管理維護作業以電腦為基礎，在進行同一路網系統內之整體鋪面服務現況評估時，可依據「區域」、「段」及「樣本單位」等階層之鋪面狀況等級與數量加以比較分析，然後用地理資訊系統的道路圖顯示鋪面狀況；在多個路網系統間（地方及中央政府）之整體鋪面服務現況評估時，亦可依據「路網系統」、「區域」、「段」及「樣本單位」等階層之鋪面狀況等級與數量加以比較分析，最後用地理資訊系統的道路圖顯示鋪面狀況。

六、鋪面養護決策準則及養護計畫

鋪面養護作業係由預防性養護 (preventive maintenance) 減低及延緩鋪面損壞，會同修正式養護 (corrective maintenance) 恢復鋪面服務能力近似新鋪面^[14]，將道路維持至一定服務水準以上，有效地預防及維護鋪面服務品質，如此作業結果可延伸及增加鋪面構造使用壽命。

6.1 鋪面狀況指標 (PCI) 之養護決策準則

本研究考量直轄市及縣市政府等管理機關現況，為發揮鋪面管理應有功能及效用，以及降低各市區道路管理機關在短期發展鋪面儀器調查之限制，故建議鋪面服務現況評估先以鋪面損壞調查及 PCI 值評估鋪面能力為主。以 PCI 指標評估之養護決策準則，係依據鋪面 PCI 值計算結果加以評審，在例行養護、大型整修及年度預算編製等選擇的養護策略，分別依據「段」及「樣本單位」等階層之鋪面狀況指標選擇適當的養護型式。圖 3 為 PCI 值結果評審及判斷養護需求之調查流程，其判讀作業內容、細節及程序等如下所述。



註： 中為建議執行之養護策略。

圖 3 鋪面 PCI 指標評估與選擇養護型式流程圖

6.1.1 鋪面表面狀況評估

- (一) 對鋪面「段」階層之 PCI 值作判讀，若其 PCI 值小於 40 時，則該「段」之鋪面皆須作加鋪養護作業，建議依鋪面服務之現況及破壞性（鑽心試驗）或非破壞性（撓度檢測）之實驗結果，分析鋪面須進行之加鋪、刨除回鋪或重建等之最適工法後再發包施作。PCI 指標門檻值設為 40 的考量，一方面參酌 ASTM 標準實務之評估準則，另一方面依據本研究對市區道路服務水準而訂於「差」與「一般」之門檻上，而國內之市區道路鋪面服務現況評估剛開始，故暫先建議 PCI 等於 40 為大型整修之維護基準，以使維護資源確實用於急需之路段上；此值可於使用一段時間後，再依國內之各縣市維護水準可再向上提升一級。
- (二) 倘「段」階層之值高於 40 則依該「段」階層下之各「樣本單位」的損壞型式扣減值作養護需求判斷。本研究考量鋪面的結構完整性、行車品質及安全等需求，選擇中級或重級之車轍、補綻、龜裂、裂縫及坑洞等損壞型式之扣減值，建立例行性養護需求判斷的門檻值如圖 3 的「樣本單位」判斷程序。鋪面養護基本上，以刨除回鋪為最具包容之維護方法，其次為局部補綻，故採刨除回鋪及局部補綻養護涵蓋裂縫封填、填坑洞或補綻等養護，因此「樣本單位」在選擇養護作業的審閱流程，在龜裂、裂縫及坑洞等損壞型式與車轍及補綻等損壞型式是不同的。
1. 中、重級車轍扣減值大於 40，該「樣本單位」有車轍損壞的鋪面須作刨除回鋪養護。此扣減值約等於中級車轍（平均深度介於 1.25 至 2.5 公分）之損壞密度達 7.5%，或重級車轍（平均深度大於 2.5 公分）之損壞密度達 2.5%。若假設兩車輪軌跡車轍寬度各為 0.5 公尺，則兩車轍線加總之寬度占全車道約 28%（車道寬以 3.6 公尺計）；7.5% 之破壞密度即等於沿車道縱向約有 27% 之長度中級車轍，2.5% 亦可換算為近 9% 之長度有重級車轍；此個別等級之平均深度配以其損壞面積對行車安全有相當負面影響，建議可進行刨除回鋪作業。
 2. 中、重級補綻扣減值大於 40，該「樣本單位」有補綻損壞的鋪面須作刨除回鋪養護。此扣減值約等於中級補綻之損壞密度達 6.0%，或重級補綻之損壞密度達 3.0%，此損壞面積對結構完整有較重之負面影響，且因是補綻之再次損壞，故其應受特別之重視，當此一單項扣減分數達 40 分或以上時，建議需進行刨除回鋪作業。
 3. 中、重級龜裂扣減值大於 40，該「樣本單位」有龜裂損壞的鋪面須作局部補綻養護。此扣減值大約是中級龜裂之損壞密度達 6.0%，或重級龜裂之損壞密度達 2.0%，此損壞面積不僅對結構完整有負面影響，且極易迅速惡化導致坑洞之產生，在雨後積水更會快速增加鋪面損壞率，建議需進行局部補綻作業。
 4. 中、重級裂縫扣減值大於 20，該「樣本單位」有裂縫損壞的鋪面須作裂縫封填養護。此扣減值約等於中級裂縫（平均寬度介於 0.3 至 0.5 公分）之損壞密度達 10.5%，亦有十分之一路段長度出現中級裂縫綿延其上；若為重級裂縫（平均寬度大於 0.5 公分以上）則其損壞密度達 4.0%，而在此損壞密度及寬度之裂縫情形下，表面水極易滲入

鋪面結構內，在水滲入底層後會增加鋪面損壞率，需進行裂縫封填養護作業。

5. 中、重級坑洞扣減值大於 40，坑洞損壞之嚴重程度如表 4 所示，該「樣本單位」有坑洞損壞的鋪面須作填坑洞或補綻養護。

此扣減值約等於中級坑洞（深度介於 3.0cm 至 5.0cm）之損壞密度達 4.0%，或重級坑洞（深度大於 5.0cm 以上）之損壞密度達 1.0%，此損壞面積及平均深度對行車安全已有深度影響，且會加速鋪面之後續損壞速度，尤其雨後坑洞積水會增加鋪面損壞率，需進行填坑洞或補綻養護作業。

表 4 坑洞損壞之嚴重程度

直徑 深度	小於 15cm	介於 15cm 至 30cm	大於 30cm
小於 3.0cm	輕級	輕級	中級
介於 3.0cm 至 5.0cm	輕級	中級	重級
大於 5.0cm	中級	中級	重級

6. 「樣本單位」經過上述的養護需求判斷後，在鋪面養護作業過程已經周密之養護檢核考慮，若鋪面 PCI 指標經評估均無需特別針對任一損壞進行養護，則依據圖 3 流程進入最後之預防性養護建議，使鋪面達到永續服務之功效。

6.1.2 鋪面養護計畫

地方政府的市區道路管理機關依據圖 3 之決策流程選擇養護型式，當道路管理單位完成所管道路的鋪面養護需求評估後，為安排及規劃年度的預防性養護、例行性養護及大型整修等養護活動，可依據「段」及「樣本單位」等鋪面 PCI 指標由小到大之排序結果，評估需鋪面養護之「段」及「樣本單位」等路段優先順序，作為管理單位需要年度預算編製之實際活動，若經評估無須進行大型整修及例行性養護之「段」及「樣本單位」等路段，但仍須持續鋪面狀況調查及服務現況評估作業，亦可依據「段」及「樣本單位」等鋪面 PCI 指標規劃預防性養護。

6.2 鋪面狀況綜合性之養護決策準則

上節中之鋪面養護型式評選僅考量現階段各縣市政府有能力執行之鋪面表面損壞調查結果執行之，但鋪面狀況實應包括表面損壞、平整度、撓度及抗滑等四個指標，係代表鋪面服務能力之四項品質情況；為提供鋪面管理維護所需的完整資訊，應綜合此四項指標且組合成合理的指標，並藉此指標判斷鋪面服務品質。故市區道路鋪面管理維護之例行性養護、大型整修、年度預算編製及整體鋪面現況評估等活動，需採一致性且易於評量之評估方式，本研究對鋪面綜合評估作業流程建議如圖 4 所示。其中以結構承载力之剩餘壽命

市區道路鋪面綜合評估之養護決策準則，係依據鋪面的結構強度、表面損壞、平整度及抗滑性能等分量資料集合而成，亦同時對鋪面結構績效、功能績效及安全等項的評估。道路管理機關在進行 PCI 之表面損壞調查一段時間後，對鋪面損壞調查、PCI 指標養護決策評估及道路服務維持在一定水準以上，為使例行性養護、大型整修及年度預算編製等選擇的養護策略更精確，可改採撓度、PCI 值、平坦度及抗滑值等綜合考量標準，依圖 4 之決策流程作為市區道路之適當養護型式選擇依據，亦是本研究對市區道路管理維護所期待之長期目標。

6.3 養護策略及評估門檻

鋪面管理與養護作業在增進鋪面安全、減少及延緩鋪面損壞與恢復鋪面績效近似新鋪面^[14]，鋪面養護策略依性質分為預防性養護、例行性養護、大型整修及緊急修復等四類，前三者可依 PCI 值規範之^[13]，而後者則為鋪面發生緊急狀況，如鋪面發生下陷所採用之搶救工程。預防性養護乃是在鋪面結構仍保持完整，其 PCI 值介於 100 與 70 之間所作的養護措施，使其由小損壞隨時間或其他因素衍生成大損壞之機率降低，此種預防性養護觀念在國內一直較少有工程人員理解其重要性，在市區道路確實應大力宣導並執行之。例行性養護即如同修正式養護，已於圖 3 中說明，基本上為 PCI 值介於 70 至 40 間之維修策略；當「段」及「樣本單位」之 $PCI < 40$ 時，在「段」採加鋪或重建等大型整修工法，在「樣本單位」採刨除回鋪工法。當鋪面採加鋪或重建等大型整修時，係指鋪面結構承載能力需提高及更新；而鋪面採刨除回鋪時，係指鋪面結構完整性尚稱良好，但已有部分損壞項目可藉由回鋪與刨除同等厚度的方法維護之。

本研究建議市區道路之鋪面養護管理於近期採鋪面 PCI 值及所擬之配合維修策略進行作業，後續則加入舒適性（平坦度）、結構性（撓度）及安全性（抗滑值）等指標作綜合評估，以判定預防性養護、例行性養護、大型整修及年度預算編製等養護需求之「段」及「樣本單位」等路段。此鋪面養護判斷門檻值並非絕對，需配合社會大眾的期待及經濟發展水準，以及道路服務標準及運輸安全等加以提高。當中央及地方政府對鋪面狀況調查、養護決策評估及道路服務維持在一定水準以上，且維持市區道路服務已達一致標準時，需對道路等級、服務交通量、服務品質及重要性等加以區分，且對鋪面使用壽命及服務水準之維持要更動時，道路管理單位應集合歷年鋪面維護作業經驗、鋪面服務現況及養護經費，針對例行性養護、大型整修及年度預算編製等鋪面活動之需求作修正，依據鋪面管理維護目標及標準^[15]研擬新的鋪面狀況評估之門檻值。

七、結論及建議

鋪面管理維護雖為各級道路主管機關長久以來所執行工作，但其進行內容及方法在國內一直有相當之改進空間。本研究已於 91 年 4 月完成第一階段研究報告，配合內政部營

建署為協助地方政府解決市區道路管理及維護問題，對完成的鋪面管理維護技術規範作技術轉移，在研究期間於營建署北、中、南等辦公室辦理三次教育訓練，將管理維護作業及流程、鋪面養護作業手冊、鋪面服務能力評估、養護排序及決策等向縣市政府的管理者及工程師作介紹，供地方政府在市區道路之鋪面管理及維護參考。本研究所得的具體結論如下。

7.1 結論

道路管理單位在道路開放通車後應定期進行鋪面狀況調查及檢測，以掌握鋪面服務現況並適時進行適當的養護作業，不僅可維持道路在一定服務水準之上，且可持續延長鋪面使用壽命。

因各縣市政府對鋪面服務現況評估與養護需求判斷，並沒有系統化及標準化之作業方法，皆仰賴管理者的學養及經驗而定，使道路服務水準不一。本研究著眼於制度推動初期能維持市區道路服務達某標準以上，希望道路維護資源確實用於急需之路段上，故建立例行性養護、大型整修及年度預算編製等養護需求之門檻值。在鋪面狀況評估之養護決策準則，本研究依據交通量組成特性、鋪面的結構完整性、行車品質及安全等需求，建議「段」階層之 PCI 值小於 40 時，則該段之鋪面皆須作加鋪養護作業；再對未列入養護「段」下之各「樣本單位」選擇中級或重級之車轍、補綻、龜裂、裂縫及坑洞等損壞型式之扣減值，建立預防養護需求判斷的門檻值。

地方政府在維持市區道路服務已達某標準且一致時，而管理單位及工程隊已具備養護作業技術及機具等基礎時，為健全鋪面管理維護作業及提供鋪面管理維護所需的完整資訊，在使用鋪面 PCI 指標評估之養護決策準則一段時間後，在例行養護、大型整修及年度預算編製等養護需求之門檻值，可改採撓度、PCI 值、平坦度及抗滑值等綜合考量之標準，作為「段」及「樣本單位」等路段選擇適當的養護型式依據，亦是本研究對市區道路管理維護所期待之長期目標。

地方政府向中央政府爭取汽燃費及申請養護補助經費時，因營建署為市區道路中央主管機關，在年度汽燃費分配額度及補助經費等有建議權，以前係依據都市地區人口及市區道路總面積作為配額計算基準，現已完成市區道路柔性鋪面養護決策準則，可做鋪面養護需求判斷的專業考量。故地方政府管理單位首要工作為擬妥鋪面管理維護推動計畫，完成鋪面損壞調查作業系統化及服務現況評估標準化，作為向中央政府爭取汽燃費分配額度及申請養護補助經費之基準，提供營建署在審核各市區道路管理單位養護經費之參考，使道路維護資源確實用於急需之路段上。

7.2 建議

由於地方政府的主管及管理機關普遍呈現缺乏專責組織及缺少人員推動業務，現有各縣(市)政府配置之道路管理員額內，對於鋪面管理維護等專業知識需要多加強。建議營建

署在近期定期舉行鋪面管理養護之在職教育與訓練，以提升管理人員及工程師的專業程度，並經由研討會方式交換工作心得經驗，增加相互支援之可行性。

少數市區道路管理單位有鋪面養護手冊、養護策略及方法等規定，但執行層面仍待加強，而大多數縣市政府則尚未有明確方法可循。建議營建署仍以本計畫發展之初步成果為基礎，經教育訓練過程落實各縣(市)政府進行試辦計畫，方可回饋調查方法及評估指標之設定標準。

臺灣地區高度的經濟發展及國民生活品質提升，對運輸基礎設施質與量的要求不斷提升，當在道路服務已達某標準且一致時，中央及地方政府對道路等級、服務交通量、服務品質及重要性等加以區分時，市區道路管理單位應集合歷年鋪面維護作業經驗、鋪面服務現況及養護經費，針對例行性養護、大型整修及年度預算編製等鋪面活動之實際需求作修正，依據鋪面管理維護目標及標準研擬新的鋪面狀況評估之門檻值。

參考文獻

1. 市區道路管理維護與技術規範手冊研究報告，內政部營建署，民國九十一年四月。
2. 市區道路條例，內政部營建署，民國五十四年元月二十八日原訂、民國九十一年四月二十四日第一次修正。
3. 臺北市市區道路管理規則，臺北市政府，民國八十二年九月。
4. 高雄巿市區道路管理規則，高雄巿政府，民國七十年八月。
5. 臺灣省市區道路管理規則，臺灣省政府，民國七十四年二月。
6. 臺中市市區道路管理規則，臺中巿政府，民國九十年。
7. 嘉義巿市區道路管理自治條例草案，嘉義巿政府，民國九十年。
8. 花蓮縣道路管理自治條例，花蓮縣政府，民國九十年。
9. 澎湖縣市區道路管理自治條例，澎湖縣政府，民國八十九年三月四日。
10. Ackerman, N. A., Copas, T. L., and Pennock, H. A., "Collection and Use of Pavement Condition Data", *NCHRP Synthesis*, 76, TRB, 1981.
11. "D6433 Standard Test Method for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys", *ASTM*, Vol. 04.03, 1999.
12. Nunez, M. M. and Shahin, M. Y., "Pavement Condition Data Analysis and Modeling", *TRR*, 1070, 1986, pp. 125-132.
13. O'Brien, D. E., Kohn, S. D., and Shahin, M. Y., "Prediction of Pavement Performance by Using Nondestructive Test Result", *TRR*, 943, 1983, pp. 13-17.
14. Haas, R., Hudson, W. R., and Zanewski, J., *Modern Pavement Management*, Second Edition, Krieger Publishing Company, 1994.

15. Sayers, M. W., Gillespie, T. D., and Paterson, W. D. O., *Guidelines for Conducting and Calibrating Road Roughness Measurements*, World Bank Technical Paper No. 46, 1986.