

100-38-2135
MOTC-IOT-98-EDB006

全國鋪面管理系統建置規劃

著者：周家蓓、曾志煌、張昭芸、盧崇仁、蔡鎮宇、
黃君凱、王孝成、黃建邦

交通部運輸研究所

中華民國 100 年 3 月

國家圖書館出版品預行編目(CIP)資料

全國鋪面管理系統建置規劃 / 周家蓓等著. - 初
版. -- 臺北市 : 交通部運研所, 民 100. 03
面 ; 公分

ISBN 978-986-02-7374-8(平裝)

1. 鋪面工程 2. 管理資訊系統

557.33029

100004487

全國鋪面管理系統建置規劃

著 者：周家蓓、曾志煌、張昭芸、盧崇仁、蔡鎮宇、黃君凱、王孝成、
黃建邦

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版品)

電 話：(02)23496789

出版年月：中華民國 100 年 3 月

印 刷 者：普林特印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 95 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定 價：200 元

展 售 處：

交通部運輸研究所運輸資訊組 • 電話：(02)23496880

國家圖書館松江門市:10485 臺北市中山區松江路 209 號 • 電話:(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號 • 電話：(04)22260330

GPN：1010000565 ISBN：978-986-02-7374-8 (平裝)

著作財產權人：中華民國 (代表機關：交通部運輸研究所)

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：全國鋪面管理系統建置規劃			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN 978-986-02-7374-8(平裝)	政府出版品統一編號 1010000565	運輸研究所出版品編號 100-38-2135	計畫編號 98-EDB006
本所主辦單位：運輸工程組 主管：曾志煌 計畫主持人：曾志煌 研究人員：張昭芸 聯絡電話：23496824 傳真號碼：23450427	合作研究/共同研究單位：國立臺灣地學嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心 計畫主持人：周家蓓 研究人員：盧崇仁、蔡鎮宇、黃君凱、王孝成、黃建邦 地址：台北市基隆路三段 130 號 聯絡電話：2362-8136#21		研究期間 自 98 年 2 月 至 98 年 12 月
關鍵詞：鋪面管理系統、鋪面服務績效、查詢平台			
<p>摘要：</p> <p>國內自民國72年開始引進鋪面管理系統（Pavement Management System）之概念；雖然國內已有多套鋪面（養護）管理系統，但因系統未有全面性的鋪面服務績效資料輸入等相關因素，使得鋪面管理系統無法進入實際應用之階段。</p> <p>因此，本研究初期以回顧國內外鋪面管理系統之評估方式與特色為基礎，除配合實際訪談國內鋪面管理單位以了解本系統功能定位、鋪面績效收集與評估、及數據應用情形之現況外，亦透過座談會針對系統架構進行調整，據以建置一套整合型的全國鋪面管理系統。最後則以實測鋪面績效數據進行系統測試，以為功能修正之依據。該系統重點功能在於資料蒐集、查詢、彙整分析、及分享；並將其視為一個容器（container），可容納各公路/道路之鋪面服務績效與基本資料，以符合其作為公路/道路鋪面養護單位進行鋪面管理以及民眾查詢平台之需求，本計畫之完成將期許可滿足各道路主管單位在鋪面管理層面之永續發展需要。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
100 年 3 月	192	200	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/>年 月 日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS
INSTITUTE OF TRANSPORTATION
MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Evaluation and Developing the Nation-Wide Pavement Management System			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-02-7374-8 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1010000565	IOT SERIAL NUMBER 100-38-2135	PROJECT NUMBER 98-EDB006
DIVISION: Engineering Division DIVISION DIRECTOR: James C. H. Tseng PRINCIPAL INVESTIGATOR: James C. H. Tseng PROJECT STAFF: Chao-Yun Chang PHONE: (02)23496824 FAX: (02)25450427			PROJECT PERIOD FROM 2009.2.20 TO 2009.12.31
RESEARCH AGENCY: YEN TJING Industrial Research Institute NATIONAL TAIWAN UNIVERSITY PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chia-pei Chou PROJECT STAFF: Chen-Yu Tsai, Chun-Kai Huang ADDRESS: No.130, Sec.3 ,Keelung Road, Taipei , Taiwan 106 PHONE: 2362-8136#21			
KEY WORDS: Pavement Management System, pavement performance, inquiry platform			
ABSTRACT: <p>The concept of a Pavement Management System (PMS) was introduced to Taiwan in 1983. Although several computer-based PMSs have been developed by different levels of roadway authorities, most of the systems are not practically in use due to insufficient working manpower and equipment for pavement data collection as well as functional inability. To improve the present situation, this study reviewed and surveyed the contents and characteristics of most internal or external PMSs and took them as the foundation, then interviewed some roadway-related agencies to realize the condition of their own PMS, and finally adjusted the functions of the nation-wide pavement management system via the symposium to develop the real system. After that, this study continued to revise it through inputting the real data.</p> <p>The main goal of this research study is to develop a comprehensive nation-wide PMS with a friendly environment for pavement data collection, inquiry, retrieval, analysis, and sharing. Moreover, this system is treated as a container, in which the inventory data and pavement performance data of roadway systems, including freeway, highway, and city streets, are included. Thus, the needs of either pavement management for all levels of roadway authorities or the inquiry platform for the general public can be satisfied. It is highly expected that this system can fulfill the requirements of sustainable development for all levels of roadway authorities in the pavement management system field.</p>			
DATE OF PUBLICATION March 2011	NUMBER OF PAGES 192	PRICE 200	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目錄

目錄	III
表目錄	VI
圖目錄	VII
第一章 緒論	1
1.1 研究緣起	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究執行內容	4
第二章 國外鋪面管理系統介紹	7
2.1 國外鋪面管理系統介紹	7
2.2 國外慣用鋪面績效指標介紹	12
2.2.1 表面損壞指標	13
2.2.2 平坦度指標	16
2.2.3 鋪面抗滑指標	18
2.2.4 鋪面結構強度指標	18
2.3 國外慣用鋪面績效檢測設備	19
2.3.1 鋪面表面損壞狀況及平坦度調查方式及設備	19
2.3.2 其他設備	32
第三章 國內鋪面管理系統介紹	35
3.1 國內鋪面管理系統發展狀況	35
3.2 國道高速公路局鋪面管理系統	40
3.2.1 系統開發背景	40
3.2.2 系統使用現況	40
3.2.3 系統改善建議	43
3.2.4 對本研究所開發鋪面資訊交換平台之期許	44
3.3 桃園縣政府路面維護管理系統	44
3.3.1 系統開發背景	44
3.3.2 系統使用現況	44

3.3.3 系統改善建議	46
3.3.4 對本研究所開發鋪面資訊交換平台之期許.....	46
3.4 台北市政府道路管理系統.....	46
3.4.1 系統開發背景	46
3.4.2 系統使用現況	47
3.4.3 系統改善建議	47
3.4.4 對本案所開發鋪面資訊交換平台之期許.....	47
3.5 公路總局鋪面管理系統.....	48
3.5.1 系統開發背景	48
3.5.2 系統使用現況	48
3.5.3 系統改善建議	48
3.5.4 對本研究所開發鋪面資訊交換平台之期許.....	48
3.6 國內慣用鋪面績效指標介紹.....	49
3.7 國內鋪面績效檢測設備介紹.....	50
第四章 全國鋪面管理系統需求規劃.....	57
4.1 全國鋪面管理系統整合規劃座談會綜合要求與建議.....	57
4.2 鋪面服務績效資料匯入與標準格式之制定.....	59
4.3 鋪面服務績效展示功能規劃.....	60
4.4 鋪面服務績效評量模式.....	61
4.5 鋪面績效預測模式相關欄位之建立.....	67
4.6 標準檢測作業方式擬定.....	68
第五章 系統開發.....	73
5.1 現況說明	73
5.2 系統規劃理念	73
5.3 開發工具及技術	75
5.3.1 系統開發流程	75
5.3.2 資訊安全策略	77
5.3.3 專用工具軟體	78
5.4 道路鋪面管理資料庫.....	80
5.4.1 養護鋪面區塊劃分機制.....	80
5.4.2 資料記錄格式	81
5.5 系統規劃分析	85

5.5.1 系統架構理念	85
5.5.2 系統架構建置規劃.....	86
5.5.3 GIS 圖資規劃	87
5.5.4 系統功能架構	87
第六章 系統測試與教育訓練.....	89
6.1 測試路段選取.....	89
6.2 鋪面績效檢測與數據分布情況說明.....	90
6.3 系統操作與功能確認.....	93
6.3.1 工程資訊運籌管理平台	94
6.3.2 道路鋪面資料維護作業.....	95
6.3.3 道路鋪面綜合評估作業.....	97
6.3.4 道路鋪面評估統計圖表作業.....	98
6.3.5 降雨及溫度資料維護作業.....	99
6.3.6 道路鋪面績效 GIS 展示作業	100
6.3.7 系統維護管理作業.....	101
6.4 教育訓練課程規劃與執行.....	103
第七章 結論與建議.....	107
7.1 結論.....	107
7.2 建議.....	108
參考文獻.....	111
附件 1 全國鋪面管理系統整合規劃座談會會議紀錄	
附件 2 期中報告審查意見處理情形表	
附件 3 期末報告審查意見處理情形表	
附件 4 全國鋪面管理系統教育訓練意見回覆	
附件 5 期末簡報	

表目錄

表 2-1 美國鋪面管理系統.....	7
表 2-2 國外(美國除外)鋪面管理系統.....	11
表 2-3 鋪面狀況指標值與鋪面狀況等級對照表.....	13
表 2-4 現行美國各州驗收指標.....	18
表 3-1 國內高速公路鋪面管理系統.....	35
表 3-2 國內市區道路鋪面管理系統.....	36
表 3-3 國內一般公路鋪面管理系統.....	37
表 3-4 國內機場鋪面管理系統.....	37
表 3-5 國內相關研究彙整.....	38
表 3-6 台大慣性式平坦儀內各檢測裝置功能介紹.....	50
表 4-1 標準數據輸入欄位設定.....	60
表 4-2 鋪面績效標示分級.....	61
表 4-3 各道路等級建議容量.....	64
表 4-4 各等級道路概略性之車道容量建議值.....	65
表 5-1 鋪面績效展示分級表.....	81
表 5-2 道路基本資料表.....	82
表 5-3 道路服務績效明細表.....	84
表 5-4 養護區塊氣候資料表.....	85
表 6-1 測試路段基本資料.....	90
表 6-2 測試路段檢測結果.....	91
表 6-3 道路鋪面資料維護群組功能.....	95
表 6-4 路段基本資料表.....	96
表 6-5 道路鋪面綜合評估群組功能.....	97
表 6-6 道路鋪面綜合評估群組功能.....	98
表 6-7 降雨及溫度資料維護群組功能.....	99
表 6-8 道路鋪面績效 GIS 展示群組功能.....	100
表 6-9 系統維護管理群組功能.....	101
表 6-10 訓練課程時程表.....	104

圖目錄

圖 1.1	研究工作執行流程圖	6
圖 2.1	華盛頓州良好道路比率	9
圖 2.2	統一裂縫指標計算範例圖	14
圖 2.3	CI 基本圖解概念	15
圖 2.4	四分車模型	17
圖 2.5	ARAN 檢測車	21
圖 2.6	ARAN 道路資產管理系統攝影畫面	22
圖 2.7	ARAN 雷射掃瞄橫斷面量測系統	22
圖 2.8	ARAN 鋪面損壞量測系統與 WiseCrax 軟體畫面	23
圖 2.9	Hawkeye 自動檢測車	23
圖 2.10	Hawkeye 數位雷射剖面檢測系統	24
圖 2.11	Hawkeye 資產管理影像擷取系統	24
圖 2.12	Hawkeye 鋪面損壞檢測系統	25
圖 2.13	DHDV 檢測車外觀圖	25
圖 2.14	DHDV 雷射平坦儀	26
圖 2.15	DHDV 道路資產管理攝影系統	26
圖 2.16	DHDV 鋪面損壞檢測系統	27
圖 2.17	Mandli 檢測車	27
圖 2.18	Mandli 鋪面影像擷取系統功能示意圖	28
圖 2.19	Mandli 雷射車輓量測系統功能示意圖	28
圖 2.20	Mandli 鋪面平坦度檢測示意圖	28
圖 2.21	Profilograph 檢測車	29
圖 2.22	Profilograph 剖面檢測示意圖	29
圖 2.23	Profilograph 路權攝影示意圖	30
圖 2.24	Profilograph 鋪面影像擷取系統	30
圖 2.25	Profilograph 光源系統	31
圖 2.26	PPS 檢測設備及原理示意圖	31
圖 2.27	英式擺錘	32
圖 2.28	動態摩擦測試儀	33
圖 2.29	FWD 之脈衝荷重示意圖	34

圖 2.30 FWD 感測器位置側視圖	34
圖 3.1 高公局鋪築履歷查詢系統	41
圖 3.2 高公局路面查詢及修復系統	41
圖 3.3 高公局路面抗滑資料查詢系統	42
圖 3.4 高公局路面糙度資料查詢系統	42
圖 3.5 高公局路面撓度資料查詢系統	43
圖 3.6 桃園縣政府路面維護管理系統架構	45
圖 3.7 桃園縣政府路面維護管理系統畫面	45
圖 3.8 UCI 與 APCI 轉換	49
圖 3.9 平坦度量測儀系統架構圖	51
圖 3.10 平坦度感測箱內部構造圖	51
圖 3.11 平坦度儀器外部架構圖	51
圖 3.12 平坦度量測儀器內部構造	52
圖 3.13 輕量型低速雷射平坦儀	52
圖 3.14 台灣大學鋪面損壞檢測設備	53
圖 3.15 公路總局雙輪軌跡雷射縱向平坦度與橫向車轍檢測系統	54
圖 3.16 公路總局雙輪軌跡雷射縱向平坦度與橫向車轍檢測系統程式畫面	54
圖 3.17 公路總局雷射縱向平坦度與橫向車轍檢測系統架構	54
圖 3.18 中央大學平坦度量測系統設備組成	55
圖 3.19 中央大學鋪面狀況檢測系統概念圖	55
圖 4.1 全國鋪面管理系統整合規劃座談會	57
圖 4.2 省縣市區道路檢測數據	62
圖 4.3 國道柔性檢測數據	62
圖 4.4 國道剛性檢測數據	63
圖 4.5 中央氣象局網站統計資料	67
圖 4.6 各區域雨量資料	67
圖 4.7 各區域溫度資料	68
圖 4.8 路段剖面高程	69
圖 4.9 路段經 IRI 濾波結果	70
圖 4.10 路段 slope 微分結果	70
圖 4.11 孔蓋原始高程差圖	71
圖 4.12 孔蓋平順化後之高程差圖	71
圖 5.1 CALS 資訊運籌管理架構圖	73
圖 5.2 PCals 工程資訊運籌管理平台架構圖	74

圖 5.3 RUP 整體結構系統開發技術圖	76
圖 5.4 分散式應用系統概觀圖	76
圖 5.5 養護鋪面區塊作業程序	80
圖 5.6 養護評量區塊標示示意圖	81
圖 5.7 養護系統規劃理念圖	86
圖 5.8 全國鋪面管理系統功能架構圖	86
圖 5.9 全國鋪面管理系統功能架構圖	88
圖 6.1 測試路段鋪面績效檢測與資料分析流程圖	90
圖 6.2 測試路段 IRI 盒鬚圖	92
圖 6.3 測試路段 APCI 盒鬚圖	92
圖 6.4 測試路段 IRI 與 APCI 分佈圖	92
圖 6.5 測試路段內外車道 IRI 累積曲線	93
圖 6.6 測試路段內外車道 APCI 累積曲線	93
圖 6.7 全國鋪面管理系統入口網參考畫面	95
圖 6.8 道路鋪面資料維護作業畫面	96
圖 6.9 道路鋪面綜合評估作業畫面	98
圖 6.10 道路鋪面評估指標圖表	99
圖 6.11 降雨及溫度資料作業畫面	100
圖 6.12 GIS 展繪資訊畫面	101
圖 6.13 鋪面資料展示作業畫面	101
圖 6.14 個人資料建置參考畫面	102
圖 6.15 部門設定參考畫面	102
圖 6.16 工作群組設定參考畫面	103
圖 6.17 權限設定參考畫面	103
圖 6.18 系統公告作業參考畫面	103
圖 6.19 全國鋪面管理系統教育訓練課程實況	104

第一章 緒論

1.1 研究緣起

近年由於公路路網逐漸完善，且早期興建道路/公路逐漸到達使用年限而致產生養護維修（Maintenance and Rehabilitation, 簡稱M&R）工作日增，復以用路人對於行車舒適度之要求亦在自由化的社會風氣下，透過各項管道表達出來；因此如何於有限養護維修經費下維持道路/公路品質即成為相關主管機關之重要課題，亦即如何採用系統方法管理鋪面，使其使用更具經濟效益，鋪面管理系統(Pavement Management System, 簡稱 PMS)之應用推廣即應運而生。

鋪面管理系統為利用既定之決策邏輯與對鋪面現況之調查與評估，以及對鋪面未來績效之預測，決定鋪面維修策略，包括維修路段、方法與材料選擇等，以使維修經費得以應用於可產生最大效益之路段上。相較於傳統鋪面維修決策模式，鋪面管理系統具有下列三項優點：

1. 因鋪面績效之調查、預測與維修皆有一定方法可循，故維修結果具可靠性，可改進目前以人為判斷所可能產生之盲點。
2. 因各項維修決策之制訂皆有完善資料庫為基礎，故透過鋪面管理系統所進行之維修決策可對鋪面績效之提昇有較佳表現。
3. 因所有調查與維修均有資料記錄可供查詢，便於各級管理單位之查核與經費分配，有助於提高整體經費運用效率。

鋪面管理為以高效率及最經濟的系統方法管理各種不同鋪面作業，以期於最小生命週期成本下提供及維持應有之鋪面水準。這些鋪面作業包括永續規劃、預算控管、設計、施工、監測、研究、鋪面養護、整修及重建等九個項目。國外相關研究之濫觴可追溯至1966年，以養護維修路段優選機制與鋪面績效預測模式為主要研究方向，並配合系統開發或更新工作，以美加地區為鋪面管理系統發源地。國內則於民國72年開始引進鋪面管理系統之概念，致力於建置各級公路/道路之鋪面管理系統，並陸續針對鋪面管理系統中單一子系統或整體系統進行研究。

本所過去在鋪面管理系統方面已投入相當多的研究。92年度完成「國內外鋪面管理系統評估比較之研究」^[1]，收集並彙整國內外已發展完成之多套路面管理系統，選定柔性鋪面作為研究與管理對象，針對管理系統層級、環境與制度的挑戰、路況調查與分析系統模組的完整性、管理系統實行策略與方向五大課

題進行研析，並對國內未來發展之系統架構與實行方向提出具體建議。

94年度繼續進行「公路績效監測技術研發-公路鋪面管理系統整合與建置計畫」^[2]及「公路績效監測技術研發-公路養護管理績效監測系統整合計畫」^[3]。在公路鋪面管理系統整合與建置計畫中，以桃園縣鋪面養護管理系統為基礎，加上公路總局進行之公路普查調查資料，建立鋪面管理系統之功能架構與資料庫欄位內容。在公路養護管理績效監測系統整合計畫中，以層級分析法建立公路養護績效評估方法中各評鑑項目之得分權重。

另在97年度進行「鋪面養護資料檢測與管理標準化之研究」^[4]，針對鋪面平坦度與裂縫檢測車功能與規格進行規劃、組裝、以及功能測試。此外，亦在97年度進行「強化公路鋪面品質整合型計畫-道路養護品質知識管理之研究」^[5]，以公路總局之養護作業為主，協助鋪面養護業務之進行及資料管理；並將知識管理的概念納入鋪面管理系統中，針對前述94年之鋪面管理系統架構進行修正。

然而，雖然國內已有多套鋪面（養護）管理系統，但因系統未有全面性的鋪面基本資料或服務績效資料輸入，再加上多數公路/道路養護單位缺乏儀器量測設備及人力，以及資料格式未經統一與養護作業程序未制度化等問題，而使得鋪面管理系統無法進入實際應用之階段。

1.2 研究目的

因此，根據上述背景分析，本研究期望建置一套整合型的全國鋪面管理系統，使鋪面管理之相關經驗可以傳承及推廣，亦可作為鋪面養護決策訂定時之參考依據；而其完整之資料庫，可使得此一系統成為國內各公路/道路鋪面養護機關共用之平台，並滿足一般民眾想了解鋪面狀況之需求。本研究之目的及欲達到之預期效益如下所述：

1. 推廣鋪面管理之概念

雖然各公路/道路鋪面養護單位已自行研發鋪面管理系統，但因缺乏儀器量測設備及人力，無法完整蒐集鋪面服務績效相關資料，使得多數系統未能全面推動，而鋪面管理之概念亦未能完全落實至第一線工程師。因此，期望藉由本研究之進行，實際建置一套人性化且符合實用性之鋪面管理系統，以提供足夠誘因吸引各鋪面養護單位使用。透過長期持續蒐集鋪面服務績效資料，可順利建立鋪面績效預測模式，並進行鋪面養護路段優先排序，期使達成養護資源分配最佳化之目標。經由績效資料蒐集、預測模式建立、及路段優先排序各階段鋪面管理目標之達成，可簡化鋪面養護單位及工程師之工作複雜度，減輕其工作量，並可改善目前部分單位因人力調動頻繁、經驗無法傳承所導致之知識斷

層，長期實施應可藉此落實系統化鋪面養護管理之理念，以達成中央與地方、政府主管與民間施工者、管理者與使用者三向雙贏之效果。

2. 推動鋪面管理朝向制度化及標準化之方向發展

鋪面管理之第一步且最重要之一環為進行鋪面狀況調查，鋪面狀況可分成舒適性、使用性、安全性、及結構強度等四個面向進行探討。目前主要應用在公路/道路之鋪面狀況調查為舒適性以及使用性，意即進行鋪面平坦度調查以反映用路者之舒適性及以鋪面表面損壞調查確認道路鋪面之使用性。在路網型之鋪面平坦度調查中多數採用慣性式平坦儀，並輸出國際糙度指標（International Roughness Index, IRI）；而鋪面表面損壞早期係採用人力調查，並計算鋪面狀況指標（Pavement Condition Index, PCI），近期運研所及營建署各自發展鋪面表面損壞之自動化檢測方式，而營建署亦建立不同鋪面服務績效指標之綜合評估模式，建議路網階層下之養護優先順序。透過本計畫所建立之全國鋪面管理系統，可望完成鋪面服務績效評估指標資料輸入之交換格式，以整合目前已開發之調查設備及系統所輸出之資料格式，藉此達成鋪面檢測指標輸入格式之標準化。而藉由此標準化之資料輸入格式，可望統整各單位所蒐集資料，以擴大資料庫內容，早日完成鋪面績效預測與鋪面管理系統回饋模式。經由資料庫所蒐集而得之資料，進行鋪面服務績效評量，而公路/道路養護單位可據此進行經費預估與鋪面養護路段優先排序，並以此作為預算申請之依據，使得養護資源分配得以最佳化，並促使鋪面管理達到標準化之目標，同時作為吸引公路/道路養護單位使用此系統之誘因。

3. 避免各公路/道路鋪面養護單位自行研發系統所造成之資源浪費

自民國72年以來，國內已發展十套以上之鋪面管理系統，開發單位包括公路/道路各級鋪面養護主管機關。然而，根據現況，多數未進行實際運用。因此，透過本研究案之進行，期望建立一個整合型的全國鋪面管理系統，並在發展完備之後，提供各養護單位使用，以減少其日常工作量及複雜度。藉此，可充分發揮此一鋪面管理系統之效用，並可避免各公路/道路鋪面養護單位自行研發系統所造成之資源浪費。

4. 提供公路/道路鋪面養護單位及民眾查詢之共用平台

此一鋪面管理系統，除包括鋪面服務績效資料外，並將包含道路相關基本資料。而透過服務績效指標評估方法之訂定以及統計分析，此一系統除可提供公路/道路鋪面養護單位使用之外，並可服務一般民眾想了解鋪面狀況之需求。因此，可作為公路/道路鋪面養護單位及民眾查詢之共用平台。

1.3 研究執行內容

本研究之主要目的為建置一全國鋪面管理系統，以作為公路/道路養護單位進行鋪面管理以及民眾查詢之共同平台。工作項目包括：現有研究成果分析與國內外文獻回顧、全國鋪面管理系統功能需求規劃、資料庫架構研擬、養護鋪面區塊劃分機制、系統架構研擬、系統開發建置、系統測試與教育訓練。分項說明如下。

1. 現有研究成果分析與國內外文獻回顧

鋪面管理系統係以經濟角度進行鋪面資產管理之學科，國外相關研究之濫觴可追溯至1966年，國內則於民國72年開始引進鋪面管理系統之概念。國外由於調查方法與評估指標系統多已發展成熟，故以養護維修路段優選機制與鋪面績效預測模式為主要研究方向，並配合系統開發或更新工作。而我國各級公路與機場主管單位有鑑於鋪面管理系統之重要性，亦陸續針對鋪面管理系統中單一子系統或整體系統進行研究。上述相關內容說明於本報告第二章與第三章中。本團隊自民國79年起即著手進行道路（養護）管理系統與各級道路上之研發及應用，已掌握豐碩經驗及實務需求重點，近五年來因執行營建署相關研究，已完成市區道路鋪面管理系統之規範及系統實作工作，並實地走訪全國近百個鄉鎮市，確實了解各地鋪面管理之實際情形。本研究將整合上述研究開發之成果，並在了解公路/道路鋪面養護機關及一般民眾之需求後，建置一套人性化且符合實用性之鋪面管理系統。

2. 全國鋪面管理系統功能需求規劃

本研究規劃建置之鋪面管理系統除一般的管理功能外，還須具備服務績效評量，以及開放一般民眾查詢之功能。根據上述需求，將此全國鋪面管理系統之重點功能在於資料蒐集、查詢、彙整分析、及分享；並視為一個容器（container），可容納各公路/道路之鋪面服務績效與基本資料，以符合其作為公路/道路鋪面養護單位進行鋪面管理以及民眾查詢平台之需求。本團隊將針對現已使用鋪面管理系統之單位進行訪談，並以上述架構配合座談會之召開，瞭解未來使用者之需求，期使此一系統之開發得以獲得實際之應用。此工作之具體執行細節將詳述於本報告第四章中。

3. 資料庫架構研擬

根據前述對於全國鋪面管理系統功能需求之規劃以及招標文件之需求，此一全國鋪面管理系統之資料庫架構內容以能須至少納入未來10年鋪面服務績效以及道路基本資料。鋪面服務績效資料就現階段著重在道路平坦度以及鋪面表面

損壞資料之蒐集。關於平坦度量測，除了自國外引進之設備外，亦有多套國內研究單位自行研發之慣性平坦度正使用中；而鋪面表面損壞狀況除傳統上以人力進行調查外，目前亦已有國外引進及國內自行開發影像辨識系統。因此，在上述情形下，本團隊將以訪談方式瞭解目前已開發之檢測系統以及鋪面管理系統其資料輸入/輸出格式，藉此訂定鋪面服務績效評估指標資料輸入之交換格式，以整合各設備及調查方式所得之資料。本報告於第五章說明系統開發建置及詳細之資料庫系統架構內容。

4. 養護鋪面區塊劃分機制

本研究原規劃透過「動態虛擬評量區塊」方式以資料庫紀錄各區段實際座標位置及道路系統標示，進而串接起各路段區塊，以提升道路養護的管理效率。惟經由多次養護權責機關之訪談及專家學者會議討論之結論，目前地理資訊座標定位系統尚未完全應用於各養護單位的道路鋪面養護作業上，而僅有小部份於道路檢測時，作為參考輔助之用。緣此，本研究以「養護鋪面區塊」之制訂，取代原「動態虛擬評量區塊」，但仍保留地理座標定位資訊欄位，作為未來系統擴充應用之基礎。

本研究於養護鋪面區塊劃分機制上，規劃制訂養護鋪面區塊之基本單位，並定義養護鋪面區塊績效展示分級，以及相關配合之資料記錄格式，作為路段延伸整合之基本資料記錄單位；可提供各道路養護單位一致的標準資料格式，及全國鋪面管理系統運作所需之基礎核心，並減少資料儲存空間之需求，提升道路鋪面管理績效。此部份之具體作法將於第五章中說明。

5. 系統架構研擬

依據前述對於全國鋪面管理系統之功能需求規劃、資料庫架構之研擬、以及養護鋪面區塊劃分機制之探討，本系統目前規畫包含「鋪面資料維護作業」、「鋪面綜合評估作業」、「鋪面評估統計圖表作業」、「降雨及溫度資料維護作業」、「鋪面績效GIS展示作業」、及「系統維護管理作業」等功能。

「鋪面資料維護作業」係維護各路段之基本資料、鋪面檢測紀錄，及提供交換格式匯入功能；「鋪面綜合評估作業」在於計算各路段之檢測資料後，透過已建立之指標內容及計算邏輯，進行養護優選評估排序；「鋪面評估統計圖表作業」針對各路段產生相關圖表，以視覺化方式呈現道路鋪面服務績效，作為決策與預算編列調整之評估基準；「降雨及溫度資料維護作業」以建立道路基本環境氣候資料之管理介面，可採用人工輸入方式或未來由系統自行擷取氣象局網站資料，保留相關環境氣候因此，以分析影響鋪面績效狀況；「鋪面績效GIS展示作業」應用Google Map的圖資介面，以視覺化方式呈現道路服務品質狀

況，讓使用者可以取得更明確直覺的道路鋪面績效資訊；「系統維護管理作業」以資訊安全、層級管控及流程管理目標，建立單一養護入口網站，提供未來登入使用之權限使用管理。上述內容將詳述於第六章中。

6. 系統開發建置

本研究將依據前述之系統架構進行開發及建置，並運用本所現有之網路架構，建置系統之網路服務環境，並使得公路/道路養護單位及民眾可透過網路使用本系統。

7. 系統測試與教育訓練

本研究將選擇部分道路進行資料庫建置以及鋪面服務績效現況調查，以進行本研究案開發之鋪面管理系統之測試外，本團隊將進行技術移轉及教育訓練，並培訓相關負責人員，期使本研究建立的全國鋪面管理系統成為公路/道路鋪面養護單位工作之利器。

根據以上所述，本研究工作之執行流程如圖1.1所示。首先，進行現有研究成果分析以及國內外文獻回顧，並整合上述研究開發之成果，在了解公路/道路鋪面養護機關及一般民眾之需求後，進行系統功能需求規劃。隨後進行資料庫架構研擬，同時為整合鋪面服務績效量測設備及調查方式所得之資料格式，本團隊則協助訂定鋪面服務績效評估指標輸入之交換格式。而後進行系統架構之研擬，同時探討鋪面服務績效之評量方式，並配合上述評量方式，訂定養護鋪面區塊之劃分方式，以建立後續資料查詢及展示之基礎，並可作為養護作業之參考。在根據上述成果完成系統開發建置之後，選擇部分道路進行資料庫建置以及鋪面服務績效現況調查，以進行鋪面管理系統之測試。待系統測試完成後，本團隊將進行技術移轉及教育訓練，並培訓相關負責人員，期望達成本研究建立的全國鋪面管理系統之長久使用。



圖 1.1 研究工作執行流程圖

第二章 國外鋪面管理系統介紹

鋪面與民眾每日生活息息相關，而道路之服務品質更為眾人所關切；伴隨著交通運輸需求激增與道路數量的增加，鋪面的養護與管理逐漸成為重要之課題。此方面之國外文獻眾多，如 AASHTO 之 Guidelines on Pavement Management^[6]、Guidelines for Pavement Management Systems^[7]、以及近年鋪面理論之相關著作^{[8][9]}等皆可見相關內容，國內文獻^{[1][10]}亦針對各國之鋪面管理系統架構進行彙整。以下將先針對國外鋪面管理系統相關發展進行文獻回顧與整理，以作為本研究系統建構之參考基礎；接著針對國外慣用鋪面績效指標與檢測設備進行介紹。

2.1 國外鋪面管理系統介紹

表2-1為美國鋪面管理系統之整理，由表可知美國各地政府機關與研究單位目前已針對鋪面管理發展出眾多具有不同特色之系統，以多種不同之評估指標，對欲進行分析之路段進行評估，所得之結果可作為路面養護與管理之依據。根據民國92年本所委託研究之內容列表如下^[1]。

表 2-1 美國鋪面管理系統

名稱	評估方法	養護排序	系統特色
德州柔性鋪面管理系統 (Texas Flexible Pavement System, TFPS)	鋪面狀況指標(PCI)	有	
加州鋪面管理系統	鋪面損壞、駕駛舒適性、平均日交通量(ADT)	有	Basic 語言編寫，無考慮預算限制
加州長堤市鋪面管理系統	PCI		著重於路網層級的管理
內華達州卡森市鋪面管理系統	PCI、ADT、加鋪厚度、養護歷史、撓度、鋪面服務能力	有	FORTTRAN語言編寫，採多重門檻值
Case Western Reserve 大學PMSC (Pavement Management System for Shall Communities)	PCI	有	

表 2-1 （續）

名稱	評估方法	養護排序	系統特色
陸軍及空軍M&R (Maintenance and Repair)鋪面管理系統	PCI	有	執行方式與德州TFPS 相似
堪薩斯州鋪面管理系統	路面狀況、粗糙度、ADT		具有單一路及網路最佳化系統
伊利諾州鋪面管理系統 (ILLINET)		有	整合GIS之視窗軟體
華盛頓州鋪面管理系統	鋪面狀況、裂縫資料、國際糙度指標 (IRI)、車轍、整建資料、ADT	有	考量生命週期成本
鹽湖城鋪面管理系統	裂縫		統計報告與GIS結合呈現
MicroPAVER Version 6.0鋪面管理系統	鋪面服務力、抗滑值		使用者遍及美國與加拿大、整合GIS
都會運輸委員會鋪面管理系統 7.0 版 (Metropolitan Transportation Commission Pavement Management System, Version 7.0, MTC PMS)		有	視窗化介面
鋪面表面評估、評級與道路管理軟體 6.0 版 (Pavement Surface Evaluation and Rating and RoadWare, Version 6.0, PASER and RoadWare)			排水、人行道、緣石與邊溝等資料均予清查並記錄
鋪面管理預測模型 (Pavement Management Forecasting Model, PMF)			系統需求較低
PMS-ITRE - Pavement Management Software			視窗系統操作直接且容易瞭解

表 2-1 （續）

名稱	評估方法	養護排序	系統特色
道路表面管理系統 (Road Surface Management System)			視窗系統，於道路破損的調查快速且容易
資產控制技術 (Asset Control Technology, ACT)	多準則評估		包含與橋樑有關的分析
PMIS	表面破損、騎乘品質、撓度、抗滑值		德州DOT所發展，整合GIS
LTPP DataPave Online			GIS顯示，以網路連結，隨時更新資料

以表2-1中華盛頓州鋪面管理系統^[11]為例，華盛頓DOT自1960年著手進行鋪面現況調查，並於1970年代開始發展WSPMS，由FHWA提供資料格式，DOT填入詳細資料，資料包括：鋪面狀況、裂縫資料、IRI、車轍、整建與交通量資料。該系統以Pavement Structural Condition (PSC) 作為養護之依據，上限值100代表完全無損壞之路段，而下限值0則為嚴重損壞之路段。當某路段之PSC預測值降至50即進行養護，並優先養護高交通量道路，每年進行監控以決定路段、時機、並以何種方式養護。目前系統朝向以網路方式運作中發展。

華盛頓州於使用鋪面管理系統之同時，亦進行相關之研究：自1993年起，進行考量生命週期成本或道路狀況最差路段修先養護之兩種養護策略之比較，至2002年認定以生命週期成本為主要評估依據，可達較佳之評估效果。而該州於使用鋪面管理系統之後，如圖2.1所示，以PSC值判定為情況較良好之道路，由1970年之50%提昇至2005年之93.5%。顯示該系統運作狀況良好，並且充分發揮各資源之效用，以維持鋪面在良好績效上。

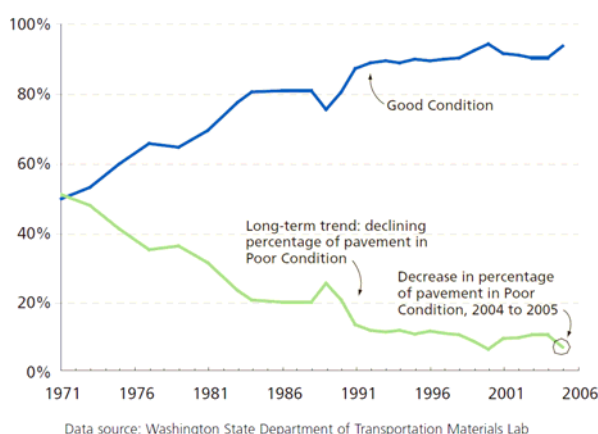


圖 2.1 華盛頓州良好道路比率

國外近年來由於調查方法與評估指標系統多已發展成熟，故以養護維修路段優選機制與鋪面績效預測模式為主要研究方向，並配合系統開發或更新工作。其中美加地區為鋪面管理系統發源地，北美地區為期二十年之長程鋪面績效研究計畫（Long-Term Pavement Performance Program, LTPP），以各種鋪面材料於美國與加拿大進行超過2400個試驗路段之鋪築，期可獲知在不同荷重、氣候環境、路基土壤、養護技術之影響下，鋪面長期績效之變化。此計畫之主要目的包括：

1. 評估鋪面設計方法
2. 改進鋪面維修設計方法與策略
3. 決定荷重、氣候環境、材料性質、營建品質、與養護等級對鋪面績效之影響
4. 建立長期鋪面資料庫

此計畫之完成將可進一步更新各項鋪面設計、預測與管理方式，將1960年代藉由AASHO Road Test所建立之相關概念予以改進，納入更完整之力學理論與現地經驗基礎，以期確切掌握鋪面績效變化情況，提高管理效益^{[12] [13]}。近年鋪面管理系統之發展，多已結合地理資訊系統（Geographic information system, GIS），而LTPP所發展之DataPave Online更可由網路登入其整合資料庫，隨時取得北美地區各試驗地點最新之鋪面資訊，更以圖像化的介面創造對使用者友善之作業環境。

除了美國以外，世界各地亦相當注重鋪面管理之工作，各自建立之系統所蒐集之鋪面資料相當豐富，近來多已朝向圖像化展示發展，表2-2整理美國之外其他國家之鋪面管理系統。

表 2-2 國外(美國除外)鋪面管理系統

名稱	評估方法	養護排序	系統特色
加拿大安大略省EPMS (Existing Pavement Management System) 鋪面管理系統			由數學模式中來找出績效預防模式以決定不同維修措施評估方法
英國Botswana MMS (Maintenance Management System)	PSI	有	
英國CHART路面管理系統	縱斷面平坦度、舒適度		
澳洲RTA-NSW(The Roads and Traffic Authority of New South Wales)鋪面管理系統		有	集合多元模組化的鋪面管理系統
澳洲昆士蘭州MMS (Maintenance Management System)			可排定每年、每月與每週之計畫
荷蘭CWMS路面管理系統	撓度、縱斷面平坦度、舒適性、車轍、裂縫、抗滑值		殘餘壽年推算，擬定長程、中程、進程維修計畫
荷蘭阿姆斯特丹市	縱斷面平坦度、舒適性、1.2 m車轍、目視調查裂縫、抗滑值		
丹麥DMS路面管理系統	撓度、縱斷面平坦度、舒適性、車轍及裂縫之路面破損資料、抗滑值		預測未來路面服務狀況及擬定最佳預算
法國ALIZEIII路面管理系統	車轍修補面積、裂縫		求出遞減指數 D.I. (Degradation Index) 及路面危險度R
北愛爾蘭MARCHII路面管理系統	彭科曼梁撓度、縱斷面平坦度、抗滑值、輪荷重		列出需維修位置及維修工法

表 2-2 （續）

名稱	評估方法	養護排序	系統特色
巴西SAMP路面管理系統	縱斷面平坦度、車轍、裂縫及坑洞		可計算最小總成本之最佳方案
牙買加SIMP（SIMPlified Method for the Economic Evaluation）路面管理系統			用成本法與SIMP 繪圖
科威特HPMS（The Highway Project Management System）路面管理系統			統計圖形分析
沙烏地阿拉伯PMMS（Pavement Maintenance Management System）路面管理系統	PDR（Pavement Distress-Based Rating）	有	
日本Maintaining and Managing the Metropolitan Expressway 之路面管理系統			對高架快速道路之結構、鋪面狀況進行檢查，建立維修之程序系統
新加坡鋪面管理系統	PCI、平坦度、撓度、抗滑值	有	儀器調查鋪面現況為主，省略人工目視調查
中國北京SOGES（第二個衛星所建立之道路資料庫系統）			決定成本最小，效益最大之維修方式
世界銀行（The World Bank）			建立最佳維修方式之時程表
西班牙路面評估系統	IRI、車轍、裂縫、細微表面紋理、巨觀表面紋理		以GIS與不同顏色展現指標評估值

2.2 國外慣用鋪面績效指標介紹

鋪面檢測使用之績效指標有許多種，隨使用目的之不同可概分為表面損壞、平坦度、抗滑與結構強度（安全性）等四大類。而由上小節之列表內容可清楚發現，國外多數鋪面管理系統所收集之鋪面績效數據亦在此範圍內，以下將依序說明之。而由於本研究以表面損壞及平坦度為主要探討對象，因此以下內容將著重在此兩種指標之說明。

2.2.1 表面損壞指標

目前鋪面表面損壞指標種類相當繁多，其計算方式亦各有不同，但其概念皆為根據鋪面表面各種損壞之型式、嚴重程度與密度等進行評估，計算該路段表面損壞指標，以代表其路面破損之嚴重程度。

現階段一般道路鋪面所使用之表面損壞指標為鋪面狀況指標（PCI）為美國陸軍工兵署（U.S. Army Corps of Engineers）所發展，已廣泛地應用於世界各道路主管機關。其計算方式為根據不同的鋪面損壞種類（縱向與橫向裂縫、塊狀裂縫、車轍、龜裂、坑洞、補綻及管線回填、波浪狀路面、推擠、車道與路肩分離、隆起與凹陷、滑溜裂縫、坑洞及人孔高差與薄層剝離、冒油與骨材剝落共計13項）、嚴重程度等級及出現密度與範圍，計算其對應折減點數，再以滿分100分扣減其總折減點數，所得數值及為該路段之PCI值。

PCI之範圍由0至100，PCI值越高，代表鋪面表面破損狀況越輕微，道路品質較佳；PCI值越低，代表道路品質不良，需進行養護作業。舉例來說，美國明尼蘇達州之華盛頓郡以PCI值72為養護門檻^[14]，這表示PCI值低於72之路段，將有可能進行養護作業。PCI詳細之計算流程，可參考營建署之市區道路管理維護與技術規範手冊^[15]。下表2-3顯示PCI值與鋪面狀況等級之對照^[16]。

表 2-3 鋪面狀況指標值與鋪面狀況等級對照表

PCI值	等級（Rating）	圖示（Chart）
85~100	最佳（Excellent）	100
70~85	很好（Very good）	85+
55~70	好（Good）	70+
40~55	尚可（Fair）	55+
25~40	差（Poor）	40+
10~25	很差（Very poor）	25
0~10	不合格（Failed）	10
		0

上述之PCI指標多以人工方式進行，但因檢測過程相當費時、費力且缺乏客

觀評分標準，因此近年來以自動化檢測儀器進行鋪面損壞調查已成必然之趨勢。然而，受限於自動化鋪面損壞檢測所判別之損壞型式數量較人工損壞調查少，無法直接使用上述之鋪面表面損壞指標，因此，必須發展適合自動化鋪面損壞檢測之指標。以下為統一裂縫指標（UCI）與通用裂縫指標（CI）之介紹：

1. 統一裂縫指標（Unified Crack Index, UCI）：

統一裂縫指標係源自於Pavement Management Implementation（ASTM STP 1121）。UCI之範圍為0~100，UCI值越高，代表鋪面狀況良好，反之，UCI值越低，代表鋪面破損越嚴重。分析軟體首先將鋪面影像切割為網格（其網格大小可根據使用者需求進行調整），將具有裂縫及補綻之網格扣除後，其餘之網格數除以鋪面所有網格數，所得之百分比即為該張影像之UCI值，將路段所有影像之UCI值加總後平均即可得路段之UCI值。圖2.2為PicCrack軟體計算UCI之過程，圖片中央深色區域即為判別出損壞網格，而計算出之UCI值為98.37。

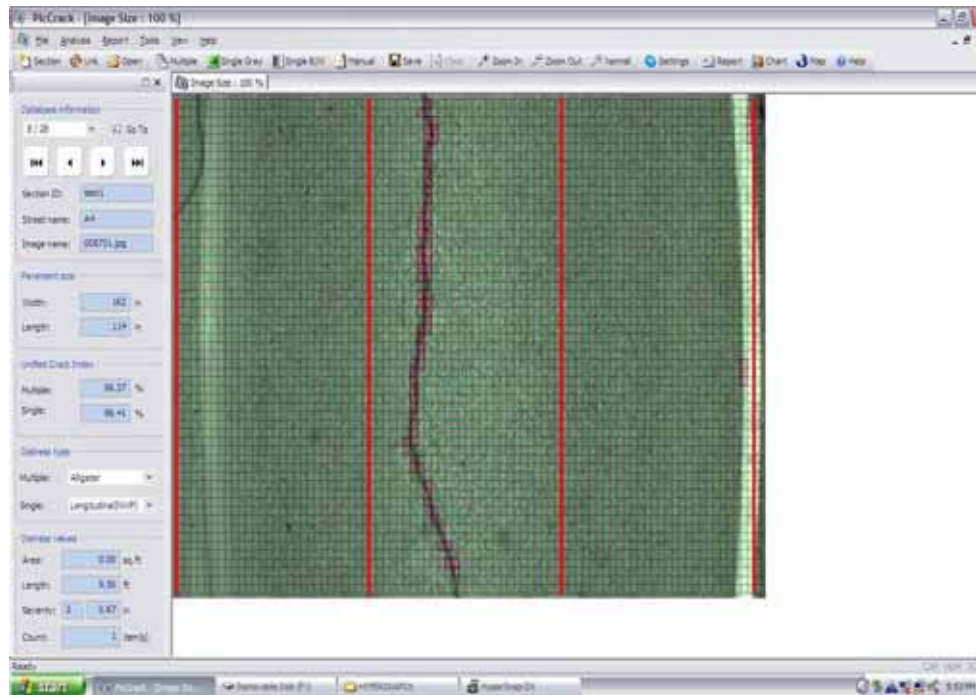


圖 2.2 統一裂縫指標計算範例圖

2. 通用裂縫指標（Universal Crack Indicator, CI）：^[17]

世界銀行（World Bank）所發展之通用裂縫指標CI為裂縫廣度（以總鋪面積中，裂縫所佔之面積百分比表示，m²/m²）、裂縫密度（以裂縫長度除以裂縫所佔之面積表示，m/m²）與裂縫寬度（mm）之乘積。圖2.3說明了CI之基本圖解概念，對於圖中之縱向、橫向與鱷魚裂縫之CI計算如下：

$$\text{縱向裂縫} CI_L = 100 \left[\frac{L}{A} \times (l_L/a) \times w_L \right] = 100 l_L w_L / A \quad (\text{式2-1})$$

如圖2.3(a)，其中a為縱向裂縫所佔之面積，A為路段之總面積， l_L 為縱向裂縫之長度， w_L 則為縱向裂縫之寬度。根據上述定義，將縱向裂縫所占面積a除以路段總面積A即為裂縫廣度（ $\frac{a}{A}$ ）；縱向裂縫長度 l_L 除以裂縫所佔之面積a表示其裂縫密度（ l_L/a ），最後將裂縫廣度、裂縫密度與裂縫寬度相乘，即為縱向裂縫之CI值。

$$\text{鱷魚裂縫 } CI_A = 100 \left[\frac{c}{A} \times (l_A/c) \times w_A \right] = 100 l_A w_A / A \quad (\text{式2-2})$$

如圖2.3(b)，c為鱷魚裂縫所佔之面積，A為路段之總面積， l_A 為縱向鱷魚裂縫之長度， w_A 則為鱷魚裂縫之寬度。根據上述定義，將鱷魚裂縫所占面積c除以路段總面積A即為裂縫廣度（ $\frac{c}{A}$ ）；鱷魚裂縫長度 l_A 除以裂縫所佔之面積c表示其裂縫密度（ l_A/c ），最後將裂縫廣度、裂縫密度與裂縫寬度相乘，即為鱷魚裂縫之CI值。

$$\text{橫向裂縫 } CI_T = 100 \left[\frac{b}{A} \times (l_T/b) \times w_T \right] = 100 l_T w_T / A \quad (\text{式2-3})$$

同樣的，如圖2.3 (b)，b為橫向裂縫所佔之面積，A為路段之總面積， l_T 為橫向裂縫之長度， w_T 則為橫向裂縫之寬度。根據上述定義，將橫向裂縫所占面積b除以路段總面積A即為裂縫廣度（ $\frac{b}{A}$ ）；橫向裂縫長度 l_T 除以裂縫所佔之面積b表示其裂縫密度（ l_T/b ），最後將裂縫廣度、裂縫密度與裂縫寬度相乘，即為橫向裂縫之CI值。

最後，將該路段之縱向、鱷魚與橫向裂縫之CI值加總，即為該路段之CI值：

$$CI = 100 [l_L w_L + l_A w_A + l_T w_T] / A \quad (\text{式2-4})$$

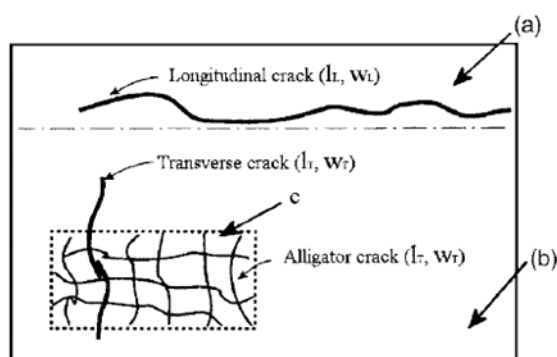


圖 2.3 CI基本圖解概念

2.2.2 平坦度指標

依據ASTM E867-92b將鋪面平坦度定義為「道路表面脫離純粹平面之偏差量，具有影響車輛動態狀況、行駛品質、動態鋪面荷重及鋪面排水之特徵尺度」^[18]。由於道路表面之波浪曲折，會對於車輛會乘坐人員造成額外之垂直加速度及作用力，導致不安全、不經濟與不舒適之行駛感受^[19]，由此可知平坦度與駕駛行駛之舒適程度息息相關。為維持道路所提供之舒適性，平坦度自然而然成為道路養護之標準。

平坦度指標發展甚早，常見之指標如國際糙度指標（IRI）、梅氏指標（Maysmeter Index, MI）、縱剖面指標（Profiler Index, PI）、ASTM行駛指數（Ride Number, RN）、均方垂直加速度指標（Root Mean Square Vertical Acceleration, RMSVA）等，詳細發展過程與計算方式可參考營建署於民國92年6月完成之「鋪面平坦度檢測與調查」報告^[20]。目前國際間最廣泛使用之平坦度指標為國際糙度指標IRI及縱剖面指標PI，因此以下僅針對國際糙度指標與縱剖面指標進行介紹：

1. 國際糙度指標（International Roughness Index, IRI）：

由於各國發展出之平坦度檢測儀器之指標皆不相同，同時各自對於不同波長之剖面敏感，轉換不易，為了將各式平坦儀檢測儀器結果統一，世界銀行（World Bank）於1982年進行大量之路面平坦度試驗，發展出國際糙度指標，經過分析，推導出國際糙度指標符合「在時間軸上具穩定性的」（time-stable）、「在空間中可移轉的」（transportable）、「顯著且代表性的」（relevant）與「有效的」（valid）四項準則^[21]，因此廣泛地應用於道路評估與驗收。

國際糙度指標係以電腦模擬時速80公里之四分車（其構造如圖2.4）^[16]，利用車輛於行駛時之車體運動量與加速度，分析其動態反應懸吊系統之累積豎向位移，以反映道路路面之變化情形，IRI值越高，代表道路越不平坦，常見使用單位為m/km，而一般檢測結果為0m/km至20m/km。若IRI值高於8m/km，代表車輛需以低速行駛，否則車輛震動將過大，致使駕駛人員感到不舒適^[22]。

2. 縱剖面指標（Profiler Index, PI）：

縱剖面指標係以剖面式平坦儀量測道路雙輪軌跡，檢測其路段之兩側車輪軌跡平均之平坦度，其量測單位為in./mi.。縱剖面指標雖提供IRI缺乏之異常凹凸點判斷優點，但PI值會因計算時之平坦儀器型態、中央覆蓋帶寬度、計算區段長度與比例尺大小等因素影響，除非將上述變因固定，否則PI指標可能存在明顯差異，而檢測儀器以美國加州所研發之加州平坦儀最具代表性。目前已發

展出新型儀器與自動化PI分析程式，不僅減少人為判斷誤差，檢測與計算效率也可以大幅提升^[22]。

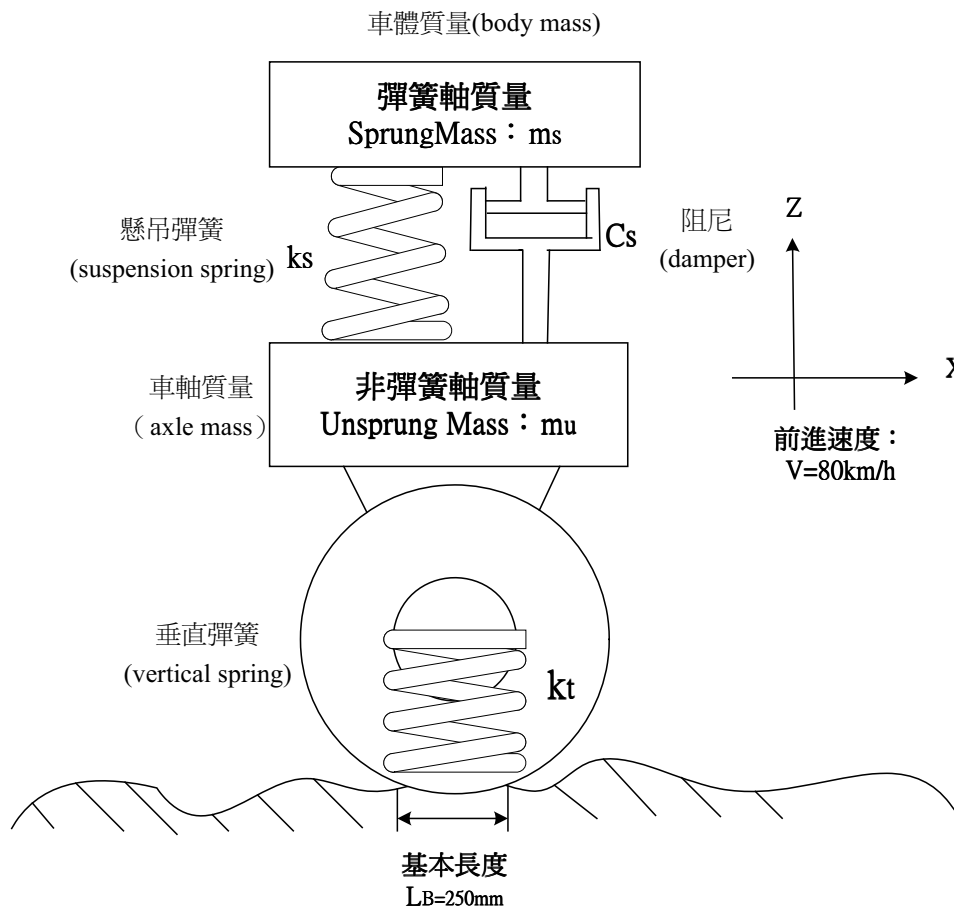


圖 2.4 四分車模型

國際間有許多國家/區域目前使用縱剖面指標做為平坦度檢測標準，尤其集中於美加地區，一般而言多用於新建道路之平坦度水準檢測，但近年來有逐漸採用國際糙度指標之趨勢。表2-4為目前（2009年）美國各州於道路完工時所採用之平坦度檢驗指標，由表中可清楚發現目前美國有高達30個州政府已使用IRI作為鋪面平坦度驗收指標，其主要原因除檢測設備、技術與數據準確性大幅提升外，也因IRI指標具有代表用路人真實感受之功能。研究單位於過去數年中持續瞭解美國各州平坦度驗收指標之演變，發現其採用IRI之比例正快速增加中，然因指標之轉換並非一蹴即成，公共工程之驗收標準尤其需經審慎規劃方可確立其執行成效。

表 2-4 現行美國各州驗收指標

州名	IRI	PI	數量
阿拉巴馬州、阿拉斯加州、阿肯色州、加州、佛羅里達州、伊利諾州、印第安納州、愛荷華州、堪薩斯州、密西西比州、內布拉斯加州、內華達州、北卡羅來納州、北達科他州、奧克拉荷馬州、奧勒岡州、猶他州		◎	17
肯塔基州、緬因州、馬里蘭州、麻州、密西根州、密蘇里州、紐澤西州、新墨西哥州、俄亥俄州、賓州、南卡羅來納州、德州、佛蒙特州、維吉尼亞州、西維吉尼亞州、威斯康辛州	◎		16
科羅拉多州、康乃狄克州、德拉瓦州、喬治亞州、夏威夷、愛達華州、路易斯安那州、明尼蘇達州、蒙大拿州、紐約州、南達科他州、田納西州、華盛頓州、懷俄明州	◎	◎	14

2.2.3 鋪面抗滑指標

雖然抗滑能力之檢測在國內的大多數道路養護管理單位而言均尚未納入考慮，但其確實為道路安全把關之重要檢測項目之一，故仍簡要列於本研究中敘述如下。

鋪面抗滑能力係指車輪被制動（不轉動）滑行於鋪面時，鋪面所提供之安全阻力。抗滑除為鋪面表面特性外，亦為雨天鋪面潮濕時行車安全之重要因素。主要藉由鋪面抗滑值(Skid Number)之量測，了解鋪面是否能提供足夠摩擦力，防止車輛於鋪面表面出現水膜時產生打滑或行車操控困難等現象。抗滑指標因使用之儀器不同而異，一般最常見的為摩擦係數 μ 及抗滑數Skid Number (SN)；兩值各有其要求最低門檻，但也依道路主管機關之規定而設。

2.2.4 鋪面結構強度指標

如同抗滑能力之檢測不普及性，鋪面結構強度之檢測也因需仰賴大型設備方可完成，而難以被廣為採納，然其重要性並不亞於鋪面表面損壞及平坦度之檢測，鋪面之結構在開始啟用後會隨著使用時間、交通量與相關環境因素之影響，減低其結構強度，早期為得知使用中鋪面之結構狀況與損害程度，常需透過鑽心等破壞性檢測進行，不僅對鋪面造成一定程度之傷害，且耗費時間與人、

物力；近年來由於非破壞性檢測NDT技術之成熟，此法已成為國內外工程界常用之檢測方法，相較於傳統之破壞性檢測，其優點為不會損壞鋪面結構、取樣測試樣本數量可較高且速度快，對交通之干擾亦較低。

鋪面在荷重下之垂直變形量即稱之為撓度，而非損壞性試驗則主要利用鋪面之撓度值來反應鋪面整體或各層間之結構強度情形，因其具有維持鋪面完整及量測迅速之優點，遂成目前調查之主流。在已知鋪面各層厚度以及荷重等參數情況下，利用落重撓度儀所測得之鋪面撓度，透過反算程式之計算邏輯，即可獲得鋪面各層之彈性模數或土壤反力模數值。

2.3 國外慣用鋪面績效檢測設備

鋪面狀況檢測與分析在鋪面管理系統中扮演了相當重要的角色。藉由表面損壞、平坦（糙）度、抗滑值與結構強度等資訊，提供工程師評估鋪面服務績效之指標。傳統鋪面狀況資料調查都採用人工搭配簡易儀器之方式進行調查，然而以人工方式檢測鋪面狀況是相當費時、危險、耗費人力、不符合成本、過於主觀且重現性低的，無法滿足公路機關之路網鋪面管理所需。因此以自動化調查技術進行鋪面狀況檢測為近年發展之重點。而運用自動化檢測技術具有量測速度快、節省人力、減低交通衝擊、操作方便及資料重現性高等優點。世界各國之道路機關、學術研究機關及公司團體皆致力於鋪面狀況檢測儀器之開發與應用。以下將針對國外鋪面管理系統中普遍使用之績效檢測設備進行介紹，並同樣以鋪面表面損壞調查以及平坦度調查為主要探討對象。

2.3.1 鋪面表面損壞狀況及平坦度調查方式及設備

傳統鋪面損壞檢測均使用人力進行現地考察並記錄，隨後再以室內作業處理進行鋪面狀態評分。以鋪面狀況指標PCI為例，其傳統方法須針對各項損壞類型逐一查圖，再依所得數值計算損壞比例，該方法耗時費力，且亦受多項因素影響而導致較高誤差，例如天候、照明、輸入錯誤或調查人員對損壞類型與嚴重程度之熟悉程度與主觀判斷等。同時，傳統方法所得原始紀錄資料並不易保存與比對，對於發展鋪面績效模式之應用較為有限。因此，近年來逐漸將電腦與數位攝影等科技引進鋪面表面損壞檢測流程中，以改進原有調查方式之缺點。

採用新科技以改進鋪面表面損壞檢測之方式主要可區分為兩大類，第一類為使用人力目視進行調查，但使用儀器（如PDA）做為輔助紀錄儀器，減少室內作業時之重複輸入；於進行室內作業時則利用電腦之處理功能將所得紀錄轉換為對應之指標數值，並可使用資料庫功能將歷次現場紀錄與鋪面損壞指標數

值進行儲存，後續亦可做為發展績效模式之用。此類方法主要目的為配合調查者進行紀錄與計算，減少部分後處理作業，並減少輸入錯誤情形。

第二類為自動化檢測辨識方式，係配合數位攝影技術之發展，利用檢測車進行鋪面影像資料攝影收集，並直接將輸出之數位檔案以電腦軟體進行鋪面損壞類型與嚴重程度等之評等。由於此類儀器採全自動化檢測，因此檢測速度較傳統方式或第一種方式快速，亦可大幅降低人力需求，唯目前限於數位攝影與對應電腦軟體之發展程度，於軟體可判斷之鋪面損壞項目仍十分有限，無法判斷所有目視辨別項目，故應用時應確實了解此項限制，並考量應用目的後方予以採用。近年來為改進本類型儀器之數位攝影與影像辨識能力，儀器研發者致力於鋪面影像擷取之硬體與設備之改進，期能改進拍攝影像之清晰度與解析度；同時亦針對影像自動辨識軟體進行改善，以提升可辨識鋪面損壞種類與辨識率。

鋪面損壞檢測儀之基本性能包含攝影系統、距離量測系統、定位系統（GPS/GIS）以及自動辨識系統等。以下分別針對現有鋪面損壞檢測儀器之分項性能進行介紹。

1. 攝影系統：

路面攝影系統中攝影機之類型主要可分為全景式攝影機、線掃描攝影機、3D掃描雷射系統等，其中線掃描攝影機一次僅擷取一個映像點寬之影像，適合擷取移動中之影像。路面攝影系統中攝影機之優劣取決於它的解析度、快門速度、可覆蓋之寬度、可擷取影像之最高車速及每個樣本中之映像點數目等。另使用自動化辨識系統進行鋪面損壞型式辨識時，擷取之影像中光源是否均勻將影響到辨識結果之精確度，因此，是否具有良好之照明系統亦為路面攝影系統之考量依據。

現有鋪面損壞檢測儀器之影像擷取範圍多為3.2公尺至5公尺寬不等，以期檢測影像足以涵蓋整個車道之路面。大部分鋪面損壞檢測儀器之影像解析能力均可達1mm，同時部分車輛亦設有燈具，如雷射照明或閃光燈等裝置，以減少自然光源不均勻導致自動化辨識系統產生損壞誤判之情形。檢測速度方面，現有鋪面損壞檢測儀器皆可於70公里/小時之速度進行檢測，最高速度甚至可達100公里/小時，不僅不足以影響正常車流，亦可達到快速檢測之目的。

2. 距離量測系統與GPS/GIS定位系統：

一般而言，鋪面損壞檢測儀器皆需備有距離量測系統，用以量測行駛里程或路線距離，做為鋪面影像擷取之依據，現有鋪面損壞檢測儀器量測精度最佳可達0.02%。部分鋪面損壞檢測儀器亦設有GPS/GIS系統，可增加定位之功能，

而GIS系統則可配製成電子地圖使用，有利於後續鋪面管理應用。

3. 自動辨識系統：

受限於所擷取之鋪面影像為二維畫面，高程類型之損壞辨識不易，因此自動化辨識軟體所辨識之損壞項目不若人工調查完善，而各家廠商研發之辨識系統可辨識之損壞項目亦有所不同。現有之自動辨識系統所能辨識之項目主要包含：縱向裂縫、橫向裂縫、塊狀裂縫以及龜裂等損壞，而部分自動辨識系統亦可辨識突起與凹陷、補綻及冒油等損壞項目。

以下將針對國際上數種可進行鋪面影像檢測之自動化檢測車進行介紹。

1. 加拿大Roadware公司多功能道路檢測車ARAN^[23]

ARAN為國內首度引進之多功能道路檢測車，早於民國88年間即由省公路局（現交通部公路總局）評估引進，主要以平坦度、車轍及道路資產管理等三項功能為主；目前該儀器設備已停止使用。加拿大Roadware公司在鋪面管理技術和數據收集服務方面擁有35年的專業經驗，其所生產的ARAN檢測車可收集鋪面資訊及道路資產管理，並可進行裂縫、抗滑值、車轍、平坦（糙）度、鋪面紋理等測量。以下針對其子系統功能進行介紹：



圖 2.5 ARAN檢測車

(1) 雷射慣性式平坦儀及紋理量測系統

透過雷射位移感測器與加速度規進行鋪面剖面高程檢測，取樣間距為12.5mm，並經計算輸出IRI值以量化鋪面行駛舒適度，符合ASTM E950 Class 1剖面儀之要求。亦可透過此系統進行鋪面紋理深度量測，以量化鋪面排水與抗滑能力，平均紋理深度測量結果符合ISO13473-1。

(2) 道路資產管理系統

可同時裝置多達六台數位攝影機，像素範圍1380×1030至1920×1080，透過Jpeg格式儲存並以距離方式定義檔名(圖2.6)。



圖 2.6 ARAN道路資產管理系統攝影畫面

(3) GPS 全球定位系統

為因應市區道路中高樓之影響，本系統整合其他相關子系統，當接收器無法追蹤足夠的衛星以確定其位置，或是與衛星失去聯繫時，其距離感測器和慣性參考系統（SmartGeometrics或POS/LV）將填補這些空白。

上述之SmartGeometrics由多組陀螺儀整合而成，可計算彎道位置、半徑、坡度位置與坡度百分比；POS/LV整合陀螺儀、加速度規、GPS與DMI數據，使其能精確測定車輛現有位置及姿態。

(4) 距離感測器

用於里程量測，車輪每轉動一圈可產生2000個脈衝，距離量測誤差小於0.02%。

(5) 雷射掃描橫斷面量測系統

使用兩個同步的Laser scanning sensor量測鋪面橫斷面並計算車轍深度(寬度可達四米)。橫斷面數據點可多達1280個，取樣頻率為20Hz，車轍精度可達1mm，可全天候進行量測(圖2.7)。



圖 2.7 ARAN雷射掃描橫斷面量測系統

(6) 鋪面損壞量測系統

使用兩台單色數位相機(Area Scan)並安裝於可伸縮的懸臂上，可涵蓋整個

車道寬(4.27米)。左右兩台相機同步拍攝，並透過軟體將其疊合(長度為1.6米)。檢測時透過與相機同步的閃光燈提供充足且適當的照明，高亮度的閃光設備可使該系統可在全天24小時及各種光照條件下進行鋪面拍攝。最後透過WiseCrax軟體進行鋪面損壞辨識及相關應用分析，可全自動辨識裂縫類型、嚴重程度、範圍與位置，裂縫辨識率可達1mm(圖2.8)。

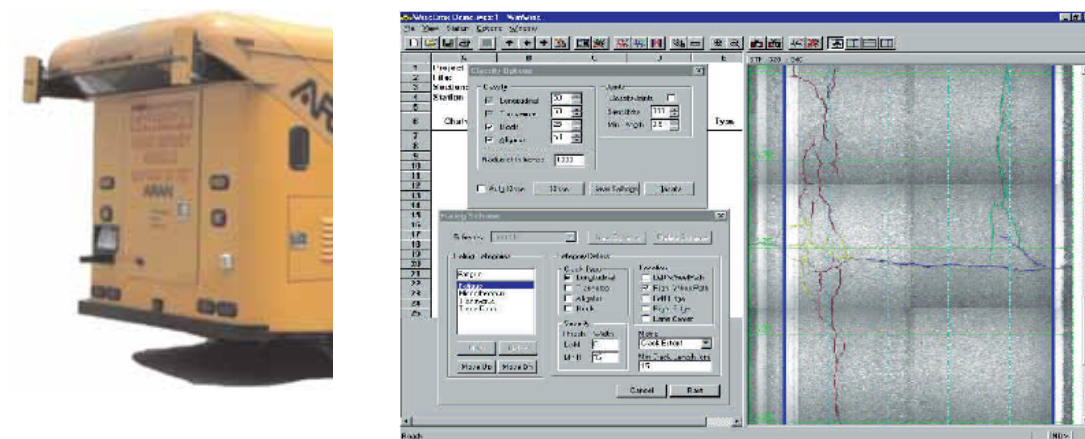


圖 2.8 ARAN鋪面損壞量測系統與WiseCrax軟體畫面

2. 澳洲ARRB公司Hawkeye自動檢測車^[24]

ARRB公司在道路及運輸研究方面有超過40年的歷史，具有道路資產管理、道路量測及資料收集、軟體及硬體的開發銷售等多項能力。圖2.9為其所開發之Hawkeye 2000檢測車外觀圖。其各子系統功能說明如下：



圖 2.9 Hawkeye自動檢測車

(1) 數位雷射剖面檢測系統

裝設有13組雷射（最多可裝設30組）及兩個加速度規，其中兩處可檢測平坦度，其他11組雷射可檢測出橫向剖面並計算車轍深度、量測粗質紋理並反應段差，如圖2.10所示。其剖面取樣頻率為25mm以下，檢測速度可達110km/h，精密度達 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

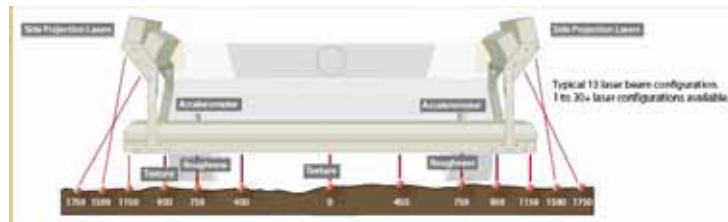


圖 2.10 Hawkeye數位雷射剖面檢測系統

(2) 資產管理影像擷取系統

透過高解析度全彩數位攝影機(最多可裝8台)可於各種檢測速度下應用於道路資產管理，如圖2.11。

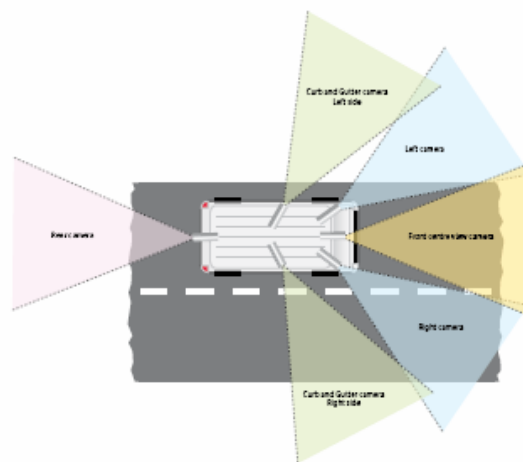


圖 2.11 Hawkeye資產管理影像擷取系統

(3) 鋪面損壞檢測系統

利用一或二台高解析度的數位相機進行連續式的影像擷取，可於各種速度下進行檢測(圖2.12)，所蒐集之鋪面損壞影像透過人工辨識方式或自行開發之影像辨識軟體進行後續應用，包括鋪面損壞量測（包括縱段橫向斷面、平坦度、車轍、粗質紋理與板塊段差）、路面標線辨識與鋪面管理系統。

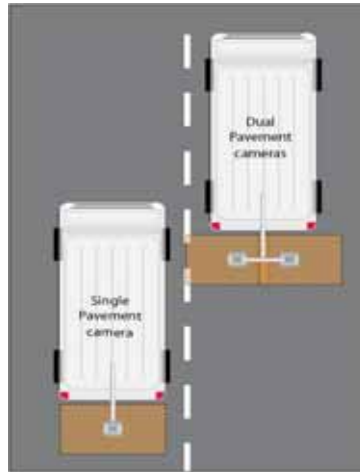


圖 2.12 Hawkeye鋪面損壞檢測系統

(4) GIPSI 地理系統

擷取里程、參考速度、坡度、垂直線型與水平線型等道路幾何資訊。

(5) DGPS 系統

可即時提供檢測位置與移動速度。

3. 美國Waylink公司DHDV檢測車^[25]

美國Waylink公司是專門研究路面資料收集技術與分析之公司，其所生產之DHDV(Digital Highway Data Vehicle)檢測車提供了以下數種功能：即時量測鋪面的損壞並分析資料之自動化鋪面攝影系統（APSI）、距離量測系統、路面損壞分類評估軟體－自動化損壞分析儀（ADA）、路權攝影系統（PRIS）、雷射車轍量測系統（LRMS）、用以檢測平坦度之雷射縱斷面量測系統（LRD）、定位定向系統（PSA）及可動態呈現結果之多媒體高速公路資訊系統（MHIS）。圖2.13為DHDV檢測車之外觀圖。以下針對其三個主要子系統進行功能介紹：



圖 2.13 DHDV檢測車外觀圖

(1) 雷射平坦儀

藉由裝置於車前保險桿上高頻率的雷射位移感測器進行鋪面縱向與橫向剖面量測(如圖2.14)，藉由鋪面縱向剖面數據蒐集可計算IRI、RN及Macrotexture，橫向剖面數據(可涵蓋寬度為四米)則可計算車轍寬度與長度(檢測速度可達100kph)。

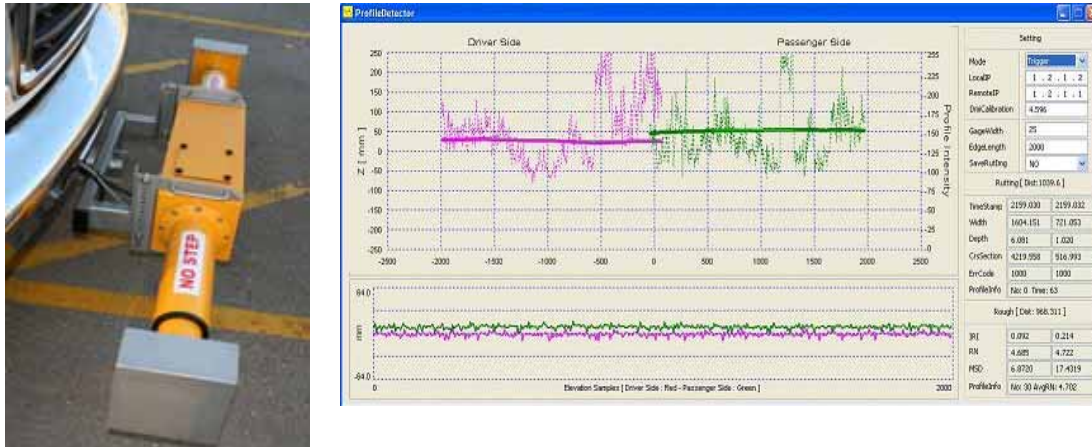


圖 2.14 DHDV雷射平坦儀

(2) 道路資產管理攝影系統

包含數個彩色面掃描攝影機，解析度為1300×1024。



圖 2.15 DHDV道路資產管理攝影系統

(3) Automated Pavement Surface Imaging Model 4096

配有INO LRIS line scan camera針對鋪面影像進行擷取(可全天候檢測)，縱向解析度可達4096pixels，裂縫辨識(縱橫向裂縫、塊狀及鱷魚裂縫)可達1mm(檢測速度可達100kph)；另配有Automated Distress Analyzer針對鋪面損壞進行辨識與定位，並可利用Universal Cracking Index(CI)量化之。

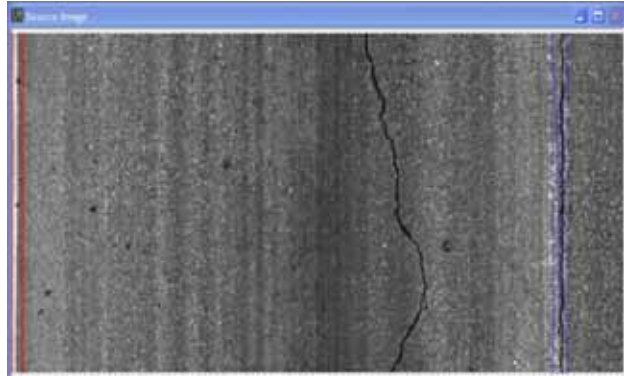


圖 2.16 DHDV鋪面損壞檢測系統

4. 美國Mandli communications公司之Mandli檢測車^[26]

Mandli communications公司具有專業道路資訊檢測儀器之設計與研發能力。自1983年起Mandli communications公司即完成了完整的攝影、定位系統。其所研發之Mandli檢測車具有下列之功能：路面攝影系統（PIS）、路表平坦儀（RSP）、GPS定位系統、雷射車轍量測系統（LRMS）及距離量測系統（DMI）。圖2.17為Mandli檢測車之外觀圖，其主要子系統功能如下：



圖 2.17 Mandli檢測車

(1) 鋪面影像擷取系統

與前述DHDV檢測車相同，配有INO LRIS line scan camera，以無縫接合方式蒐集連續完整的鋪面影像，配合路權攝影資訊或使用者自行定義將各街廓之鋪面影像進行切分，如圖2.18。裂縫辨識率可達1mm，解析度為4096pixels，可涵蓋四米車道，最高檢測速度為62mph。



圖 2.18 Mandli鋪面影像擷取系統功能示意圖

(2) 雷射車轍量測系統

使用INO Laser Rut Measurement System，透過整合式的3D雷射檢測技術，精確檢測出車轍位置及狀態。取樣頻率最高可達30Hz，寬度可達5米，縱向解析度1280points/profile，車轍深度解析度0.05mm，車轍深度精確度0.1mm(圖2.19)。



圖 2.19 Mandli雷射車轍量測系統功能示意圖

(3) 鋪面平坦儀

以南達科塔剖面儀原理進行連續性的鋪面縱向剖面數據蒐集，並應用於IRI值計算、段差與紋理檢測(如圖2.20)。配有兩組雷射位移感測器，解析度達0.05mm。



圖 2.20 Mandli鋪面平坦度檢測示意圖

5. 丹麥GREENWOOD公司之Profilograph檢測車^[27]

丹麥GREENWOOD公司自1992年成立後，即投入大量人力開發鋪面績效檢測設備。其Profilograph原型機係由17組雷射位移感測器與加速度規所組成，為

擴大其檢測服務範圍，該公司於2006年在北京成立辦公室以提供亞洲地區鋪面績效量測設備與檢測服務。圖2.21為其最新版之Profilograph檢測車外觀圖。以下亦針對其子系統功能進行說明：



圖 2.21 Profilograph檢測車

(1) 剖面檢測儀

包含加速度規(慣性系統)、雷射感測器(超過40個)、陀螺儀、GPS以及距離感測器(外接里程計)。其數據輸出項目包括縱向剖面、橫向剖面、IRI、RN、車轍、縱向坡度與縱剖面斜率，並可透過內建的圖像產生工具以2D或3D形式呈現檢測數據，最高檢測速度可達150kph，符合ASTM E950 Class 1之要求(圖2.22)。

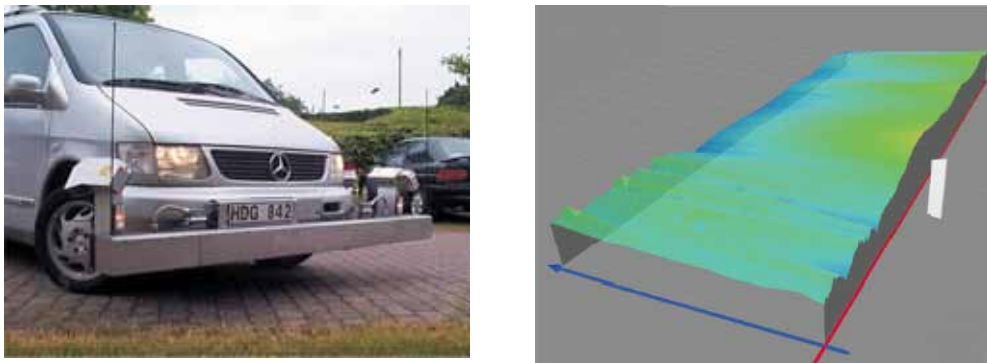


圖 2.22 Profilograph剖面檢測示意圖

(2) 路權攝影

攝影機以可調整托架裝至於車內，操作人員可任意調整角度。GPS數據及路段位置可連同影像輸出，並配合鋪面檢測數據顯示(圖2.23)。



圖 2.23 Profilograph路權攝影示意圖

(3) 鋪面影像擷取系統

線掃描攝影機架設於車輛後方，以穩定支架支撐方式防止攝影機的晃動。每一次擷取的圖像與前次圖像連結以連續呈現鋪面狀況，並可以時間或距離參數截取分割畫面(圖2.24)。影像截取寬度為4m，解析度為1或2mm。



圖 2.24 Profilograph鋪面影像擷取系統

(4) 光源系統

光源系統與攝影機同步化並產生十倍太陽光強度的單色光以排除車輛本身或路樹倒影(如圖2.25)，控制每組LED燈強度使其在拍攝範圍內之亮度均勻以利後續鋪面損壞辨識與分析作業之進行。

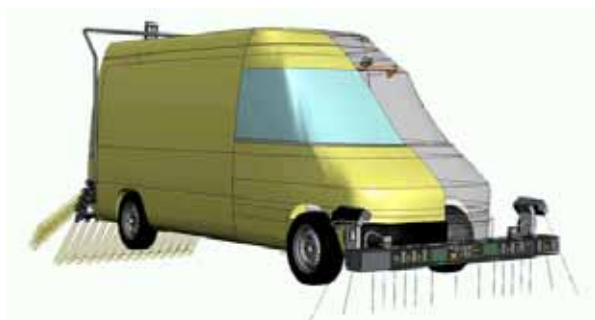
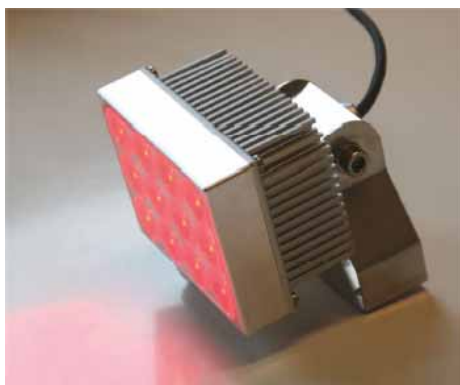


圖 2.25 Profilograph光源系統

6. 美國Phoenix Scientific公司之PPS2005檢測系統^[28]

美國Phoenix Scientific所開發之道路輪廓掃描儀(Pavement Profile Scanner)為目前最先進之鋪面績效檢測設備(圖2.26)。其透過雷射檢測雷達可滿足高速檢測之需求，其上之旋轉多面體每週期可掃描路面六次。在多面體轉速達10000rpm及車速為80kph之情況下，可以每秒掃描路面1000次，亦即取樣間距為2.5cm。該系統與傳統鋪面損壞檢測設備最大不同在於其並非透過影像方式進行後續損壞辨識與分析，而是獲取各掃描點之X、Y與Z三維之點雲座標並加以整合，以數值方式進行剖面輪廓之重建與損壞型態和等級之辨識。



圖 2.26 PPS檢測設備及原理示意圖

本研究團隊於研究期間爭取到臺灣大學研發經費約六百餘萬元，並於民國九十八年八月至十二月間向美國Phoenix Scientific公司採購此先進設備一套，期於未來研究中對於鋪面損壞現象之辨識有更佳之研究成果。

以上所介紹之鋪面表面損壞檢測車均為專業檢測公司投入大量技術資源所開發之多功能綜合檢測設備，因此其售價均所費不貲。以丹麥GREENWOOD公司之Profilograph檢測車為例，其各型設備價格範圍約為新台幣460萬至660萬元

不等；而美國Phoenix Scientific公司之PPS2005檢測系統售價也高達600萬元。但本團隊針對其餘檢測設備進行訪價時，因非有實際採購需求，因此難以獲得明確之報價，日後若各單位有此採購需求，建議自行聯繫廠商以取得明確價格，但以目前檢測設備市場而言，此類型儀器之價格大多介於500至800萬之間。另一方面，有鑒於上述設備價格動輒百萬，其設備具高度技術性與專業性，亦建議國內鋪面管理單位於引進前，除考量其價格外，亦應針對該設備之使用、管理、維護與零件替換等項目進行全面性之評估，以免造成資金之浪費與儀器之閒置。然根據國內過去少數道路主管機關採購檢測設備之經驗觀之，若能以勞務採購之方式進行委外檢測，除可交由專業檢測單位以較新設備進行資料收集及分析外，也無需負擔儀器之維護及操作等經費及責任，其效率可能較自行採購儀器並執行檢測為高。

2.3.2 其他設備

國際間常用之抗滑檢測儀器包含英式擺錘(British Pendulum tester)、拖車式抗滑測定儀及日本動態摩擦測試儀等三種。

1. 英式擺錘

儀器量測原理為利用擺錘提升至某一高度使之具有位能後令其自由落下，當擺錘於最低點時動能最大與鋪面接觸後，摩擦力將對擺錘做負功使總能降低，由此可藉由摩擦係數之大小判斷鋪面抗滑力。試驗結果利用英式擺錘(British Pendulum (Tester) Number, BPN)作為輸出，BPN值越大則表示該鋪面之抗滑性質較佳，此儀器為實驗室與現地皆適用之試驗儀器，儀器外觀如2.27所示。



圖 2.27 英式擺錘

2. 拖車式抗滑測定儀

本儀器以小型車拖行達規定速度行駛於鋪面上，在煞車前瞬間噴水使路面潮濕以模擬下雨時之行車狀況，儀器裝置包括1.能連續控制及自動顯示結果之電

子測定儀器，2.列表記錄器，3.供水給兩輪拖車測試使用之自動控壓水泵，4.水箱5.空氣壓縮機等。

此類型儀器除拖車式外，亦有與小汽車結合者，計有鎖輪式(locked-wheel mode)、滑溜式(slip mode)及偏搖式(yaw mode)等三者，藉由儀器測試的輸出結果之摩擦力或彎矩求出鋪面抗滑值。鎖輪式以抗滑數(Skid Number簡稱SN)表示；滑溜式以滑動數(Slip簡稱S)表示；偏搖式以側向摩擦力(Side friction factor)表示。

3. 日本動態摩擦測試儀(Dynamic Friction Tester, DFT)

除英式擺錘外，由日本所開發之動態摩擦測試儀(如圖2.28)，亦可進行局部之鋪面抗滑性質檢測。儀器試驗特性是採角速度代替直線速度，以轉動方式加速轉輪，並在轉輪置放三塊橡膠以模擬車輪。測試時先將轉輪離地加速，當轉輪加速至預定速度後，將轉輪降至與鋪面面層接觸，由摩擦力作用將轉輪漸減速至零，此測試所得面層抗滑數據，可模擬滑溜式抗滑儀所測試之連續動摩擦係數。



圖 2.28 動態摩擦測試儀

至於鋪面結構強度則多透過非破壞性檢測中之落重撓度儀(Fall Weight Deflectometer, FWD)進行檢測^[29]，其操作原理為將一重錘抬昇至一定高度，然後落在一置於鋪面之落重盤，如圖2.29，產生的脈衝力以近似半正弦波的形狀傳遞至鋪面，再由七至九個感測器讀取距落重盤不同距離下之鋪面撓度值，如圖2.30，再經由軟體反算求得鋪面彈性模數(E值)、路基反力模數(K值)或鋪面各層厚度。

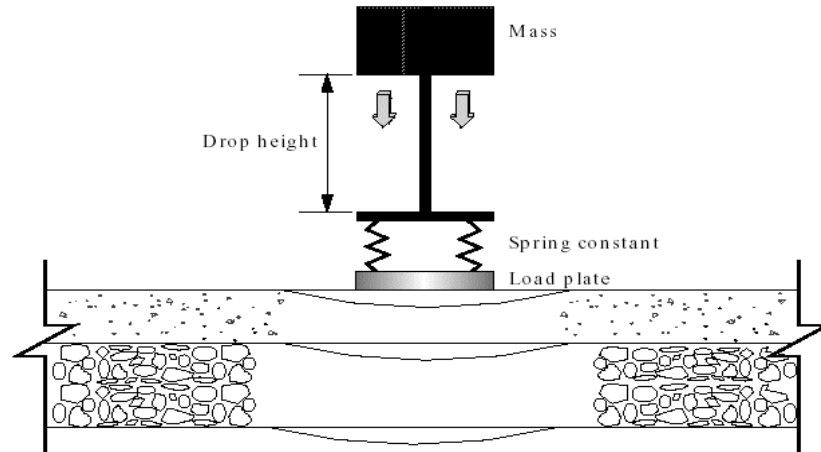


圖 2.29 FWD之脈衝荷重示意圖

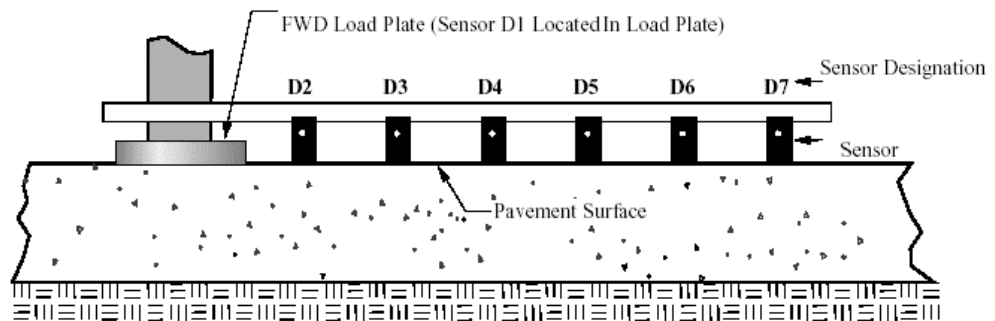


圖 2.30 FWD感測器位置側視圖

FWD可施力2000至34000lb(8.9至151.2kN)，且FWD自重較小(數百到數千磅)，可避免因為自重過大，預施於鋪面的力對應力敏感之鋪面材料所造成的影響。此外，為符合某些環境或交通量因素之需求，而必須使用施力較大之HWD，HWD之原理與FWD相近，但其施力可達50000lb(222.4kN)之上，可隨檢測之需求選用。

第三章 國內鋪面管理系統介紹

鋪面管理系統係以經濟進行鋪面資產管理之學科，國內自民國72年起即開始引進鋪面管理系統之概念，經二十多年來之發展，其基本內涵大致已趨一致，唯因應各項新材料、工法或分析方法之開發應用，以及電腦系統之演進，而對系統應用工具與資料庫內容有所更新。以下將先統整國內各單位過去所進行之研究，接著說明針對國內已使用鋪面管理系統之數個單位訪談內容及國內慣用鋪面績效指標與檢測設備。

3.1 國內鋪面管理系統發展狀況

國內過去之鋪面管理系統開發與建置，主要由各主管機關分別針對其管轄之道路與鋪面建構管理系統，且主題在於系統架構之確立與電腦化程式之開發。鋪面管理系統之應用對象大致可分為高速公路、市區道路、一般公路與機場鋪面四類，以下將其分別整理如表3-1至表3-4所示。

表 3-1 國內高速公路鋪面管理系統

名稱	年度	委託單位	執行單位	系統特性
高速公路路面管理系統之研究 ^{[1][2][30]}	72-77	交通部國道高速公路局	台大慶齡工業研究中心	1. 國內第一套鋪面管理系統 2. 以決策樹建立養護準則
中山高速公路路面養護管理系統電腦實務運用 ^[31]	84-86	交通部國道高速公路局	臺灣營建研究院	1. 圖形化展示
道路路面檢測技術與評估決策管理系統之研究 ^[1]	87-88	交通部科技顧問室	中華民國道路協會	1. 建立儀器採購準則 2. 系統功能包含資料庫、服務績效評估、養護策略及方案研擬、編列年度養護預算等 3. 服務績效評估包含交通量及軸重軸次分析、表面損壞、糙度、撓度及抗滑等

表 3-2 國內市區道路鋪面管理系統

名稱	年度	委託單位	執行單位	系統特性
市區道路鋪面養護管理系統建立之研究 ^[32]	80-81	交通部運輸研究所	台大土木系	1. 圖形化查詢系統 2. 建立鋪面損壞調查手冊 3. 訪談彙整各地養護現況
臺北市道路系統養護管理策略之研究 ^[33]	81-82	臺北市政府養工處	台大土木系	1. 檢測儀器資料整理 2. 考慮資產管理係數 3. 生命週期成本分析
道路工程養護管理系統 ^[2]	88-89	臺北市政府工務局	公共工程資訊學會	1. 以地址定位，處理市區道路無里程問題
市區道路養護技術規範手冊研究計畫 ^[15]	90-91	內政部營建署	生產力中心、台大土木系	1. 以PCI做為評估指標 2. 建立維修流程 3. 評估IRI與PI適用性
市區道路管理養護系統之推廣維護 ^[34]	91-93	內政部營建署	生產力中心、台大慶齡中心(台大土木系)	1. 將平坦度納入評估指標 2. 建立維修門檻值
市區道路鋪面養護制度推廣維護 ^[35]	93-94	內政部營建署	生產力中心	1. 研擬市區道路鋪面管理規範 2. 建構道路養護共享平台 3. 建立市區道路現況調查維護機制 4. 制定圖資維護機制
宜蘭縣公共道路及管線資訊系統 ^[36]	94	宜蘭縣政府	生產力中心	1. 道路挖掘管理系統建置 2. 道路養護管理系統
建立市區道路補助作業評比機制 ^[37]	93-94	內政部營建署	台大慶齡中心(台大土木系)	1. 市區道路養護經費使用成效調查 2. 研擬評比項目、內容、標準與計算方式 3. 進行21縣市評比作業確認可行性
市區道路平坦度檢測實施計畫之研究 ^[38]	94-95	內政部營建署	台大慶齡中心(台大土木系)	1. 統籌辦理各縣市路段平坦度調查 2. 篩選各縣市養護候選路段 3. 經驗回饋落實知識管理
市區道路養護管理績效考評制度之建立 ^[39]	96-97	內政部營建署	台大慶齡中心(台大土木系)	1. 以前期成果為基礎，檢討修正考評作業執行方式、考評項目內容及考評執行要點 2. 考量各縣市發展形態與規模之差異，依都會型、城鎮型與偏遠及離島型進行縣市比較分析
道路鋪面管理系統建置計畫工程 ^[40]	97-98	南投縣政府	生產力中心	1. 道路養護管理系統 2. 提案/計畫/工程管理作業 3. 建構G2G交換平台 4. 道路設施管理系統 5. 道路實景及現況調查作業 6. 災害復建管理作業

表 3-3 國內一般公路鋪面管理系統

名稱	年度	委託單位	執行單位	系統特性
臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究 ^[41]	81-82	交通部運輸研究所	台大土木系	1. 建立撓度指標門檻值 2. 排序法決策
路面管理系統建立之研究 ^[42]	86-88	交通部公路總局	台大、中大、交大	1. 分析各項損壞成因與維修成效
鋪面養護管理系統之建立 ^[2]	93-94	桃園縣政府交通局	中大土木系	1. 建立養護門檻 2. 發展中文化Web-GIS系統
公路績效監測技術研發-公路鋪面管理系統整合與建置計畫 ^[2]	94-95	交通部運輸研究所	中大土木系	1. 建立鋪面管理系統之功能架構與資料庫欄位內容
公路績效監測技術研發-公路養護管理績效監測系統整合計畫 ^[3]	94-95	交通部運輸研究所	中大土木系	1. 以層級分析法建立公路養護績效評估方法中各評鑑項目之得分權重
強化公路鋪面品質整合型計畫-道路養護品質知識管理之研究 ^[43]	97	交通部運輸研究所	中央大學鋪面工程學會	1. 將知識管理的概念納入鋪面管理系統中

表 3-4 國內機場鋪面管理系統

名稱	年度	委託單位	執行單位	系統特性
建置中正機場跑、滑道及停機坪版塊專家系統 ^{[44][45]}	89-90	民用航空局中正航空站	台大土木系	1. 以PCI為評估指標 2. 建構專家系統判斷維修方式
機場鋪面專家維修系統建立之研究 ^[46]	90-91	交通部科技顧問室	中央土木系	1. 建立損壞原因診斷專家系統模糊推理模式 2. 應用類神經網路學習理論 3. 具有診斷鋪面損壞原因、建議維修策略及儲存展示維修記錄

上述各項研究計畫大部分為學術機關為各級道路主管機關所做的研發，已對臺灣地區道路鋪面管理系統之構建建立良好基礎，唯於實際執行方面因各單位之人力儀器限制，各單位應用狀況不一。除由道路/公路主管部門所推動之研究外，於學界亦從事多項相關研究^[47-51]，研究重點多為電腦化程式之開發，並配合鋪面管理系統整體架構，就鋪面狀況調查與評估、維修工法之選擇、養護路段優選機制、與地理資訊系統之相互配合、以及資料庫管理系統之建置等活動進行深入研究。

此外，國內其他研究可區分為「鋪面狀況調查」、「評估指標發展」、「養

護維修路段優選機制」、「鋪面績效預測模式」等四個主要方向，並將相關重點彙整如表3-5所示。

於鋪面狀況調查方面，國內主要研究方向為發展出適用於我國鋪面主要損壞型式之損壞調查方法，並由實際個案中瞭解其可行性。於評估指標發展方面，國內曾使用之評估指標眾多，且多採用損壞指標或綜合性指標，將數種損壞或鋪面狀況指標整合為單一指標或指標體系。養護維修路段之優選機制向為國內鋪面管理系統之熱門課題，除傳統排序機制之精進外，近年發展重點為電腦化之應用，將各種評估過程轉換為口語化敘述之電腦操作介面，以供工程師應用作為養護路段排序選擇之用。鋪面績效預測模式亦為鋪面管理系統中相當關鍵之一環，其預測正確性將影響鋪面管理系統中各項活動之選擇結果，近年發展方向為應用各項具有不確定性（機率性）預測方法，例如類神經網路、模糊理論、灰色系統理論等，期可於資料不確定性高、歷史資料缺乏、調查資料數量不足情況下獲得較佳之預測效果。

表 3-5 國內相關研究彙整

研究主題分類	研究大綱
鋪面狀況調查	針對國內各項常見之鋪面損壞形式、嚴重程度及損壞範圍影響行車安全性和舒適性的程度繪整成一致性的指標，定名為鋪面表面損壞指標(PSDI)，並藉由專家問卷及層級分析法決定各種損壞項目、類型與範圍之權重。 ^[52]
	由國外鋪面損壞調查方法，嘗試進行國內個案之損壞原因調查，並提出維修建議。 ^[53]
	應用高雄市區道路損壞調查結果（平坦度變異數）發展鋪面狀況指標（PCI）之迴歸式。 ^[54]
	開發電腦化鋪面損壞檢視系統，系統中包含硬體與軟體部分，以筆記型電腦為主要硬體，供現場調查之用；軟體則包含損壞鑑別、資料輸入、資料管理等功能。 ^[55]
	藉由國外引進之自動化鋪面損壞檢測儀PicCrack系統進行鋪面影像調查及分析，更與平坦儀整合建立標準檢測流程並修正相關市區道路養護管理規範。 ^[56]
評估指標發展	回顧國內外曾使用之各項綜合性指標，並以資料分析比較主要指標之合理性，同時結合均質路段與抽樣概念發展PCI中文自動化程式。 ^[56]
	應用模糊迴歸、模糊GMDH及倒傳遞類神經網路三種新的理論方法於鋪面現況服務力指標模式之建構，以提出於我國應用情況下之適用指標。 ^[57]
養護維修路段優選機制	以鋪面狀況指標（PCI）為鋪面損壞狀況評估之基礎，發展市區道路養護管理決策機制。 ^[58]
	以國際糙度指標為鋪面績效指標，建立養護路段優選機制，並以養護效益最大化為目標，分析路段養護最適時機，建構最適養護策略。 ^[59]

研究主題分類	研究大綱
	由最佳化排序法比較不同優選機制對維修利益之影響，並以維修管理最佳化架構開發電腦程式，以分析養護策略。 ^[60]
	利用鋪面狀況指標(PCI)、平坦度指標(IRI)與交通量調查轉換為鋪面表面損壞權數、平坦度權數與道路使用需求度，再計算綜合排序權重配合年度道路養護經費決定養護候選路段。 ^[37]
	配合新增之自動化鋪面損壞檢測儀PicCrack及其所輸出之統一裂縫指標(UCI)，改以應用統一裂縫指標(AUCI)、平坦度指標(IRI)與交通量調查計算綜合排序權重配合年度道路養護經費決定養護候選路段。 ^[57]
鋪面績效預測模式	應用類神經網路、模糊集理論與灰色系統理論於鋪面管理系統，以構建鋪面績效之評估與預測模式。 ^[61]
	以模糊集理論構建鋪面損壞指標，並以類神經網路運算方法與馬可夫鍊理論發展鋪面績效預測模式。 ^[62]
	以模糊積分方法建立鋪面狀況之綜合評估值，並以類神經網路模型建立績效預測模式，以為決策參考。 ^[63]
	依環境氣候特性將研究對象分為三個鋪面家族，再分別針對三個鋪面家族以多元迴歸進行績效預測模式構建。 ^[64]

自民國92年以來，本所亦持續進行鋪面管理系統之相關研究。於92年度^[1]收集並彙整國內外已發展完成之多套路面管理系統，並對未來國內未來發展之系統架構與實行方向提出具體建議。另在94年度嘗試以Web-GIS整合國內公路總局、國道高速公路局與縣市地區道路資料庫，建立統一之鋪面管理系統資料格式與架構^[2]。此外，對於公路養護工作而言，國內已完成公路基本資料庫系統、橋梁管理系統與鋪面管理系統架構，因此本研究即嘗試針對以上三套系統加以整合，期望獲得完整之公路養護績效監測資料庫系統^[3]。然而，上述研究主要為進行鋪面系統架構研擬，並整合不同資料庫之欄位；但尚未有實際鋪面服務績效資料輸入，故未進入實際應用之階段。

本報告將於3.2節至3.5節分別說明國內高公局、桃園縣政府、臺北市政府及公路總局等四單位已建置之鋪面管理系統概況，並藉由深入之訪談瞭解其對本研究所擬開發之鋪面資訊交換平台之期許。

3.2 國道高速公路局鋪面管理系統

3.2.1 系統開發背景

高公局最早擁有之鋪面管理系統係於民國84至86年委託臺灣營建研究院所建置。由於民國86年系統完成後，系統程式碼之道路區塊設定係以一工務段長度為單位，其與實務檢測與使用上並不相符，加上程式無法進行設定長度之更改，造成實務應用之不便，因此該系統並無順利使用與推廣。

接著於民國90年，高公局自行委外建置一套新設之鋪面管理系統，由於該系統程式撰寫過程使用舊式檢測資料格式，導致新式儀器所輸出之資料無法配合轉換為相符格式，造成使用上之不便，且系統驗收過程有所瑕疵，於驗收後才進行教育訓練與操作使用，導致承辦廠商未配合建議修改項目進程式修訂，加上系統使用介面及量測數據輸入方式操作不易等原因，該案所建置之系統亦無使用與推廣。

目前高公局所使用之鋪面管理系統係為技術組資訊科王令璋科長所撰寫，正式上線使用時間為民國96年7月。系統架構包含鋪面相關量測資料、施工巡察及損壞修補等，系統架構完善，且推廣至高公局各工程處相關單位使用，並可依使用人員建議進行功能之修訂。

3.2.2 系統使用現況

有關鋪面績效檢測設備方面，目前高公局所使用之鋪面檢測設備主要以平坦儀以及抗滑儀為主，另雖於民國94年時曾進行鋪面撓度檢測，但目前該設備已損壞報廢，且過去於收取撓度資料後無法進行更進一步分析處理，因此目前並無持續量測鋪面撓度資料。鋪面平坦度與抗滑值檢測頻率原則上為1年1次，另外會因工務段需求，例如施工及大型整修前後，額外進行平坦度或抗滑值之量測，分別以100公尺與1公里輸出路段IRI值與抗滑值。而現階段績效檢測設備之維護與校正目前皆由中區工程處進行。平坦儀之校正主要以塊規量測為主，抗滑儀之校正則交由原廠廠商進行。

以鋪面檢測項目而言，目前高公局並無打算藉由內部開發或委外的方式添增新儀器，且尚無委外進行檢測之需求。主要原因在於目前鋪面平坦度與抗滑值資料量測穩定，並無額外增加之需求，撓度檢測則因對於檢測結果之應用與結構強度評估之資訊不足，因此亦無設備購買或委外檢測之規畫。

至於其鋪面管理系統功能架構及數據應用方面，其現有功能包括施工資料、檢測資料及巡查資料之輸入；另有道路基本資料上傳、鋪面論壇以及資料查詢之功能。而在其鋪築資料履歷查詢系統中，工務段輸入的項目包括契約代碼、施工日期、道路類型（國道、省道）、方向別、車道別、交流道、匝環道、施工起迄點、施工寬度、鋪築厚度以及鋪料類別，如圖3.1。

編號	契約代碼	施工日期	國道	方向別	車道別	交流道	匝環道	施工起點	施工終點	施工寬度	鋪築厚度	鋪料類別
1	097B03C063	0970709	N0010	順向	2車道			29K+900	30K+000	3.53公尺	1.5公分	OG ACI-20 3/8"輕質粒徑 未添加
2	097B03C063	0970709	N0010	順向	2車道			30K+000	30K+100	3.61公尺	1.5公分	OG ACI-20 3/8"輕質粒徑 未添加

圖 3.1 高公局鋪築履歷查詢系統

路面查詢及修復系統中，工務段則需輸入巡查及修復日期、國道編號、方向別、車道別、交流道、匝環道、損壞位置、路面類型、損壞嚴重性、損壞數量與損壞數值，如圖3.2。

編號	巡查日期	修復日期	國道	方向別	車道別	交流道	匝環道	損壞位置	路面類型	損壞嚴重性	損壞數量	損壞數值
1	0980325	0980325	N0010	順向	1車道			39K+700	AC	坑洞	輕	個數 1 面積 0.03 M2
2	0980324	0980324	N0010	順向	4車道			26K+270	AC	坑洞	中	個數 1 面積 0.03 M2
3	0980324	0980324	N0010	順向	4車道			28K+200	AC	坑洞	中	個數 1 面積 0.03 M2
4	0980324	0980324	N0010	順向	3車道			29K+700	AC	坑洞	中	個數 1 面積 0.02 M2
5	0980324	0980324	N0010	逆向	2車道			22K+400	AC	坑洞	輕	個數 1 面積 0.02 M2
6	0980324	0980324	N0010	逆向	2車道			21K+350	AC	坑洞	輕	個數 1 面積 0.02 M2

圖 3.2 高公局路面查詢及修復系統

另外在鋪面績效數據輸入方面，路面抗滑值須輸入日期、路線別、方向別、測試地點、車道別、抗滑值、轄區、天候狀況、測試溫度與地面溫度等項目，如圖3.3。

日期	路線別	方向別	測試地點	車道別	抗滑值	轄區	天氣狀況	測試溫度	地面溫度
98年1月16日	湖濱1號	南向	1 K+ 000	2	53.4	內湖	晴	10	9
98年1月16日	湖濱1號	南向	2 K+ 000	3	52.5	內湖	晴	10	9
98年1月16日	湖濱1號	南向	3 K+ 000	3	49.1	內湖	晴	10	9
98年1月16日	湖濱1號	南向	4 K+ 000	3	49.2	內湖	晴	10	9
98年1月16日	湖濱1號	南向	5 K+ 000	3	47.6	內湖	晴	10	9
98年1月16日	湖濱1號	南向	6 K+ 000	3	42.6	內湖	晴	10	9

圖 3.3 高公局路面抗滑資料查詢系統

路面平坦度（糙度）資料部分輸入項目有：日期、路線別、方向別、測試地點、車道、MO值、RMSA值、IRI值、轄區、天候狀況、測試溫度、地面溫度與檢測次數，如圖3.4。於該系統中，可由選取路段、檢測日期等項目篩選，檢測資料可直接轉為EXCEL檔匯出，方便使用者儲存與進行資料比對。

行號	路線別	方向別	測試地點	車道	MO	RMSA	IRI	轄區	天氣狀況	測試溫度	地面溫度	次數
298-02-01	湖濱1號	南向	0 K+ 100	2	200.42	86.1942	4.223	內湖	晴	30	30	1
298-02-03	湖濱1號	南向	0 K+ 200	2	78.16	47.5362	2.671	內湖	晴	30	30	1
298-02-02	湖濱1號	南向	0 K+ 300	2	49.48	34.9072	1.417	內湖	晴	30	30	1
298-02-03	湖濱1號	南向	0 K+ 400	2	62.86	44.6364	1.687	內湖	晴	30	30	1
298-02-03	湖濱1號	南向	0 K+ 500	2	68.71	68.3836	1.743	內湖	晴	30	30	1
298-02-03	湖濱1號	南向	0 K+ 600	2	112.09	58.8474	3.672	內湖	晴	30	30	1
298-02-03	湖濱1號	南向	0 K+ 700	2	124.36	46.9643	2.634	內湖	晴	30	30	1

圖 3.4 高公局路面糙度資料查詢系統

而路面撓度資料輸入項目包括日期、路線別、方向別、測試地點、車道別、AF值、D1至D7值、轄區、天候狀況、測試溫度、地面溫度、檢測次數。

日期	路線別	方向	測試地點	車道	AF	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	天候	測試溫度	地面溫度	檢測次數
94年1月27日	國道3號	南向	111K+100	4	748	202	62	153	120	78	52	43	大雨	16	13	1
94年1月27日	國道3號	南向	111K+300	4	748	278	76	209	160	118	88	64	大雨	17	13	1
94年1月27日	國道3號	南向	111K+500	4	761	194	67	164	132	103	80	61	大雨	17	13	1

圖 3.5 高公局路面撓度資料查詢系統

最後在數據應用方面，因高公局對於IRI之數據並無進一步分析與應用，亦無法訂定明確之養護門檻，其量測數據僅供各工務段參考，進而決定是否有進行施工養護之需要。而抗滑值部份，高公局訂定若該路段抗滑值(SN)小於40，則該工務段須對路面進行養護維修，以避免車輛打滑之事故發生。

3.2.3 系統改善建議

根據受訪者王科長之說明，目前高公局鋪面管理系統可進行各工務段人力查詢，記載各路段承辦人員，包括委外工程師；亦可查詢各工務段之管轄範圍，可藉此督導工務段進行設施資料更新。

另一方面，高公局鋪面管理系統部分資料與交通部及工程會已可相互串連，工務段將工程資訊等資料輸入至高公局之系統，再由高公局將資料上傳至工程會，由於系統格式相符，不需重新進行資料輸入，有效提升資訊流通速度。此外，鋪面管理系統亦與局內其他管理系統相互串連，以提升資訊交換之效益，並可執行人員之管理，提高系統之使用率。

以上所述，高公局鋪面管理系統目前所擁有之功能完整，且使用便利，廣泛應用於高公局各工程單位，資訊科進一步將考慮納入鋪築材料之材料試驗資料，並記載於施工資訊中，但由於工務段無法配合提供數據格式，相關作業仍在協調與進行中。

3.2.4 對本研究所開發鋪面資訊交換平台之期許

建議本研究所欲開發之全國鋪面管理資訊交換平台應訂定一固定資料欄位格式，供各道路養護單位匯入資料。需特別注意資料格式相容問題，避免使用者重新適應另一系統，方可提高建置系統之使用率。另外在動態區塊方面，須提出如何將其應用至專案層級或路網層級之具體作法，而不同區塊長度之設定，可能會影響養護判定之結果，亦需訂定標準化之程序與分析流程以利使用者之應用。

而虛擬區塊定義建議可由每100公尺為單位改由樁號來定義，較容易了解區塊之確切位置，且應用於高速公路鋪面管理，較貼近實務之評估與施工改善進行。

3.3 桃園縣政府路面維護管理系統

3.3.1 系統開發背景

桃園縣政府最早使用之鋪面管理系統為民國93年委託中央大學所建置，並於民國94年初建置完成。其建置背景係由於受訪單位（交通處）需負責桃園各鄉道之養護，然由於人力有限，而養護範圍廣大，因此期望透過鋪面管理系統之建置，以電腦輔助人力來進行管理，遂委託中央大學建置。此外，該鋪面管理系統亦於97年度進行更新。

3.3.2 系統使用現況

桃園縣政府路面維護管理系統中可分為七個子系統，分別為查詢系統、指標系統、預測系統、規劃系統、控管系統、檔案系統及編輯系統，其架構如下圖3.6所示，其畫面則如圖3.7。

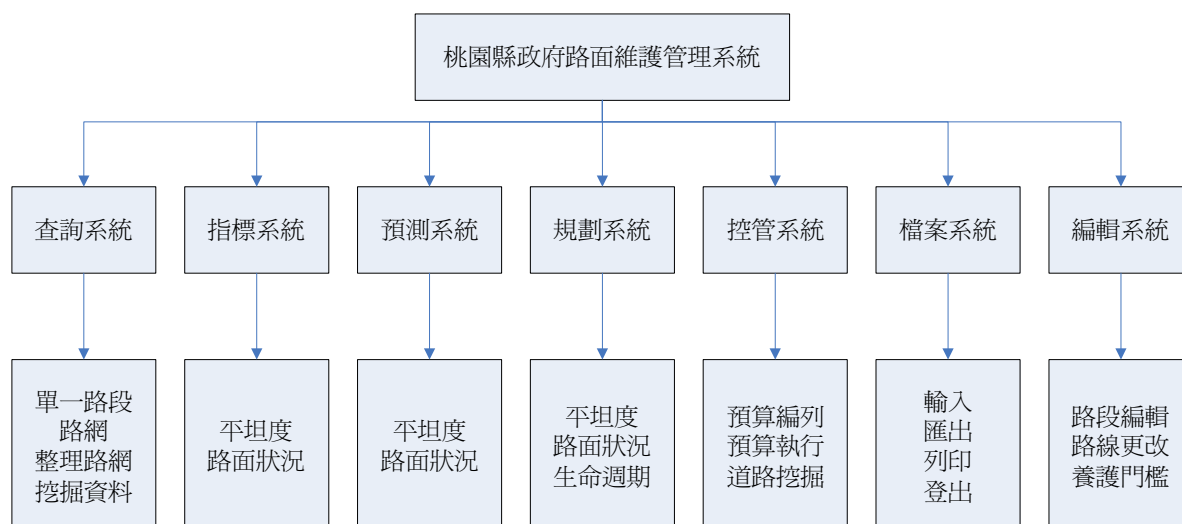


圖 3.6 桃園縣政府路面維護管理系統架構



圖 3.7 桃園縣政府路面維護管理系統畫面

而其目前所擁有之鋪面績效檢測設備包含：平坦度檢測設備（民93年委託中央大學建置，並已於去年進行更新）、PDA(輔助PCI調查)、三米直規等。由於人力不足之關係，目前僅於道路施工前後進行IRI檢測，此外，每兩年委託中央大學進行一次PCI與IRI之大規模路網檢測。另位確保檢測數據之正確性與可靠度，平坦儀每年委託中央大學進行一次零組件校正，包括位移感測器塊規校正與DMI距離校正，但並未進行加速度規之校正。

以鋪面檢測項目而言，由於現有政府人力資源短少，但養護範圍卻相當廣泛，若未來經費許可，將傾向採委外方式進行。然而，若以委外方式進行，未有一統一標準，檢測結果容易產生爭議，亦為考量重點。

至於該系統輸入項目則包括道路基本資料（路面現況、橋樑、涵洞、邊坡、

標線以及標誌等)，以及自民國93年起大規模之養護路段與其IRI值及PCI值（直接以最後之得分值記錄於資料庫內，並未紀錄各項損壞之折減數量），並以100公尺為單位紀錄之。

完成上述數據輸入後，該系統將利用這些數據進行路網階層的養護排序，完成篩選後再請工程師前往評估，其受訪單位表示其正確率可以達到80%，但目前鋪面管理系統仍無法進行養護工法之篩選，需仰賴工程師前往現地進行評估。

3.3.3 系統改善建議

桃園縣政府現行之鋪面管理系統功能符合交通部運研所當初規劃之架構，包括：查詢、劣化預測、養護路段篩選、預算分配等功能。但目前該鋪面管理系統底圖比例尺僅只有萬分之一，若日後欲記錄小範圍之修補狀況將會產生困難，因此建議後續開發之鋪面管理系統可以利用數位地圖之方式，使用較佳之底圖。另外，由於每年皆有許多管挖作業，常造成道路表面或結構嚴重損壞，若可以結合管挖之時程資訊，納入鋪面管理系統中，可藉此控管管挖之時程、效率及管挖後驗收作業。

3.3.4 對本研究所開發鋪面資訊交換平台之期許

目前國內各單位皆具備各式之檢測設備，然資料標準卻未能統一，因此本研究若能推廣全台公路管理單位使用統一之資料格式，使各單位間能彼此能夠交流、共享，勢必有相當大的助益。同時建議可開放民眾查詢，因此系統介面需簡單化，以提供便捷之查詢功能。另外，鋪面資訊平台對於日後救災亦會有所幫助，例如於山區道路損壞、中斷時，可以藉由目前與歷年的資料針對成因進行初步的判斷。

3.4 臺北市政府道路管理系統

3.4.1 系統開發背景

臺北市政府於民國95年8月份將養工處併入新工處時，並無妥善之道路管理系統儲存其大量之道路普查資料，也無法進行相關管理與決策作業。有鑑於此，為妥善儲存及應用其於先前所蒐集之道路普查資料，遂於民國96年3月份由新工

處發文至內部各分隊與各科室，彙整內部對於欲開發之道路管理系統之功能需求建議，並於96年9月份委託亞新工程顧問股份有限公司與衛展資訊股份有限公司進行系統開發，該系統正式於97年10月上線使用。

3.4.2 系統使用現況

該系統建置之最大目的，在於蒐集路段生命週期之相關數據，詳實紀錄新工、管理、養護、管線挖掘至銑鋪各階段之完整道路業務資料，包括國賠案件、挖掘資料管理、工程查報、道路銑鋪紀錄、年度預算管理、平坦度管理與審核等，並將1999相關案件資料一併匯入該系統中，進而節省相關管理人力與成本。該系統最大功能在於路段銑鋪優先排序之建立，以平坦度、道路損壞、道路維修、銑鋪歷程、國賠事件與民眾通報作為評估因子，並透過專家學者之AHP數據結果建立各項目之權重以供使用者進行優先排序分析，大幅提昇養護維修與經費使用之效率。

而臺北市政府目前在鋪面績效數據蒐集方面，每個月由路隊和工務科排定檢測路段，委由儀衡工程科技股份有限公司以慣性式平坦儀檢測各路段之平坦度IRI值，並以每50公尺為基本輸出單位；同步以養護路隊針對該些路段進行實際勘查，最後以勘查結果為主，IRI檢測數據為輔進行養護路段優選作業。若後續有其他鋪面績效檢測之需求，臺北市仍傾向以委外檢測方式進行。

3.4.3 系統改善建議

截至目前為止，臺北市政府道路管理系統上線約一年多，其使用對象為檢測廠商與內部工程師，尚無對外開放。另一方面，臺北市政府受訪之工程師表示，由於管轄範圍均屬市區道路，在高樓林立之環境下若使用GPS檢測數據往往可能出現遺漏之情形，甚至有大幅度之誤差產生，導致資料匯入圖資時難以與實際路段結合，有鑑於此目前臺北市現行作法係以記錄檢測路段起迄路口，再透過1/1000圖資進行展繪。目前新工處也正持續彙整內部使用者之建議並持續要求系統建置單位進行改善與修正。

3.4.4 對本案所開發鋪面資訊交換平台之期許

由於臺北市政府已有相當規模之道路管理系統使用中，因此對於本研究所欲開發之鋪面資訊交換平台之態度則較為保守，基本上僅希望於系統開發時能以不額外造成使用者負擔為第一優先考量。

3.5 公路總局鋪面管理系統

3.5.1 系統開發背景

公路總局目前所使用之公路養護巡查系統最初係由本所委託大同大學建置，目前由中央大學負責維護。該系統之PC版於96年5月完成相關教育訓練，而網路版則是於97年5月完成建置，6月完成教育訓練，並上線使用至今。

3.5.2 系統使用現況

系統主要功能包含一般巡查紀錄、填報缺失改善、查詢巡查紀錄、挖掘路面巡查、樁號座標調查紀錄匯入與巡查紀錄上傳，其功能定位較偏向鋪面損壞挖掘查報與派工，並非以鋪面養護管理為主。

3.5.3 系統改善建議

公路總局表示，目前僅透過材料試驗所之路面檢測車以一年檢測一次之頻率進行省道與代養縣道路面之平坦度IRI值與車轍檢測，另於檢測車前座中央裝置一部數位攝影機，於檢測時同步進行前方道路狀況DVD攝影。其數據採每100m為單位輸出，而以1Km數據進行統計分析，但該數據並未納入上述之公路養護巡查系統中。

檢測過程原則上順、逆樁各檢測一次，單向3車道以上只檢測中間車道，2車道則檢測外側車道。檢測數據包含IRI及車轍深度，兩者恰可分別代表鋪面縱、橫向平坦度，並以1Km為分析單元，針對IRI及車轍深度檢測結果逐段分析，探討其分布情形並進行排序，以列出各工程處管轄範圍內平坦度較差之路段以為其次一年度之養護對象，但並未將交通量或其他可能影響因素納入養護排序考量。

3.5.4 對本研究所開發鋪面資訊交換平台之期許

由於目前公路總局每年均針對轄區內省道及代養縣道進行路面檢測，唯局內目前尚未有相關管理系統資料庫妥善儲存該些數據以供日後統計分析回饋之用，因此對養護作業之助益相當有限。期望此鋪面資訊交換平台能針對各單位之格式進行彙整並針對不同類型之數據建立專屬之轉檔功能，以利資料匯入、

分析及養護路段優選排序，以擴大數據使用性並發揮其功能。

3.6 國內慣用鋪面績效指標介紹

雖然國內現行鋪面平坦度驗收大多仍使用三米直規進行檢測，並以固定區段內讀值之標準差或單點高低差進行檢視，但為因應鋪面管理系統之開發與應用，三米直規之合適性與角色定位應可進一步探討。而國內目前已使用鋪面管理系統之單位於鋪面績效檢測上仍著重於平坦度與表面損壞，其相對應之指標則分別為IRI、PCI或UCI，其指標原理、計算方式與相關說明已於2.2節中有詳細介紹，因此不予贅述。有鑑於研究團隊於採用自動化鋪面損壞檢測設備以量化鋪面損壞狀況時，在UCI值之計算過程中發現，目前於一般道路上，坑洞損壞並不多見，且一旦出現此類型損壞，維修速度十分迅速，故反非現行路面最主要之損壞項目；而路面上可見之損壞大多為中級之補綻或人手孔管線回埋，且其面積為裂縫類型損壞之數十乃至愈百倍；因此，以現行市區道路表面狀況而言，UCI指標最主要之折減項目為中級補綻。考量上述情形，本團隊利用PCI評估準則中所列各鋪面狀況等級分界之PCI門檻值及研究單位近年來所收集之大量路網PCI值和其對應中級補綻之UCI值建立一關係式，訂為「應用PCI」指標（Applied Pavement Condition Index, APCI）。實際作法為依據本研究所執行之現地鋪面損壞資料大樣本收集數據進行分析，首先先計算在何種中級補綻面積情況下之UCI值（其他損壞項目並未列入此值）可對應至PCI為100、85、70、55、40及0，再進行迴歸分析，如圖3.8，其轉換公式如下：

$$y = -0.0035x^2 + 1.6832x \quad (\text{式3-1})$$

式中：x為100 - UCI，y為100 - APCI

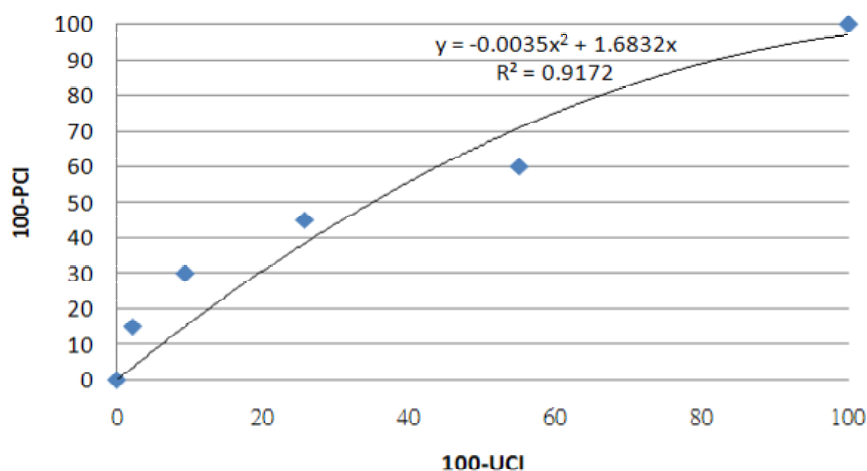


圖 3.8 UCI與APCI轉換

3.7 國內鋪面績效檢測設備介紹

國內鋪面平坦度及表面損壞之檢測設備可分為自行開發及國外採購兩大部分，但以平坦度檢測功能而言，兩者已不相上下，且原理幾乎相同，故僅將國內開發的數種簡介如下。

1. 臺灣大學研發之雷射慣性式平坦儀

系統架構與感測箱內部構造、儀器外部架構，如圖3.9、3.10、3.11所示^[20]，本設備之最主要由加速度規、雷射測距儀及其他設備所組成。加速度規用以量測車身垂直加速度，經過兩次積分後即可得知車身垂直位移改變量，再與測距儀所得之車身與鋪面間距離相加減，便能得知鋪面縱剖面高程真值；並利用裝置於右前輪上的輪速計，求得檢測距離與檢測行進速度，後將所有資料轉換為分析平坦度指標所需之資料格式，加以存檔管理^[29]。各檢測裝置與其功能如表3-6所示^[21]，而：

表 3-6 台大慣性式平坦儀內各檢測裝置功能介紹

檢測裝置	儀器功能
加速度規	整合於前拖車架感測箱內，利用加速度積分兩次為距離之原理，補償上下振動對雷射測距之影響，最大可量測±5G之加速度。
垂直向雷射測距儀	整合於前拖車架感測箱內，以雷射垂直向下打出撞擊地面反射後接收，測定車身與地面之距離，解析度達50μm。
陀螺儀與傾斜儀	整合於前拖車架感測箱內，用來偵測車身之傾角，修正車身傾斜引起之雷射測距值誤差。
輪速計	裝置於右前輪上，量測車輛前進速度與行走距離。
控制主機	連接操作電腦、加速度規、雷射測距儀、陀螺儀與輪速計，為量測系統之中樞，統合各儀器傳回之訊號，透過程式運算輸出至操作電腦，可由電腦程式計算IRI值、行進速度與距離。
筆記型電腦	操作檢測程式，並接收控制主機輸出之路面資料，以數字與圖形顯示於螢幕上。

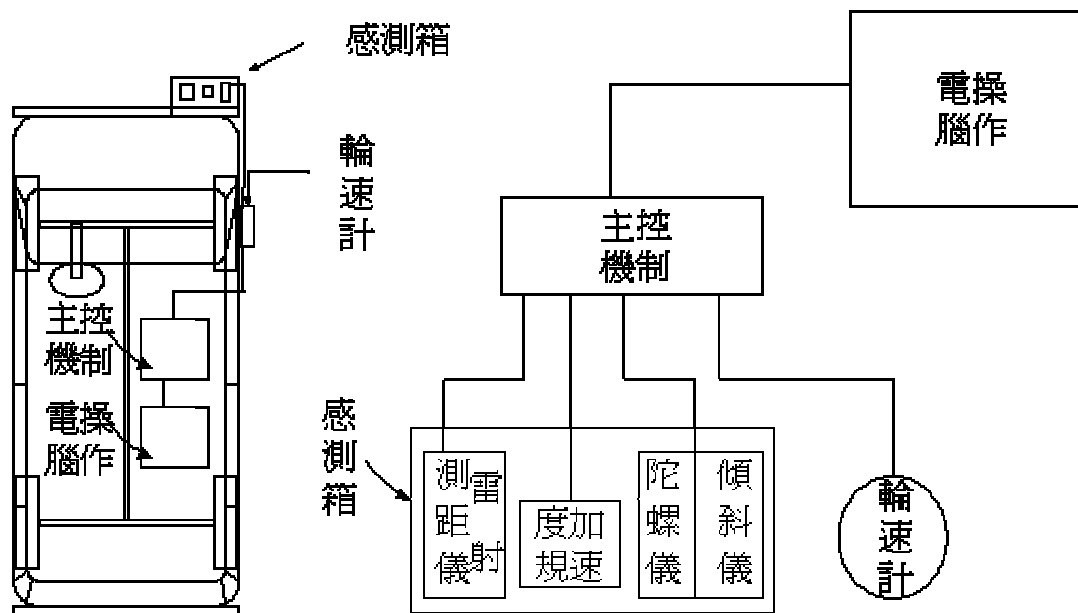


圖 3.9 平坦度量測儀系統架構圖

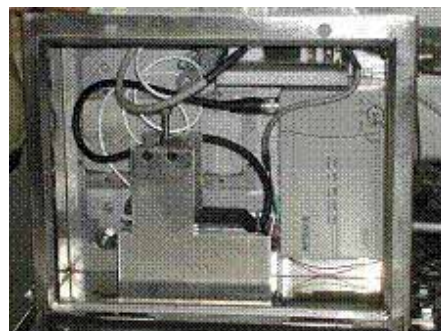


圖 3.10 平坦度感測箱內部構造圖



圖 3.11 平坦度儀器外部架構圖

此一儀器量測資料之正確性，已於研發初期分別以全測站和行走式平坦儀之資料為基準進行比對，結果顯示此儀器之資料與上述儀器所量測得之結果相當一致。另外此儀器亦曾於國道五號未通車路段，以不同速度進行試驗以了解儀器穩定性，並在同一速度重複多次試驗以觀察其重現性，試驗結果不同速度所得之IRI值趨勢相當一致，且總體平均值亦落在同一走勢曲線中，資料變異性相當小。本年度2月間亦依AASHTO PP49之程序以Auto Rod and Level之檢測標

準為依歸進行驗證，確定其符合平坦度驗收儀器之各項要求。

2. 臺灣大學研發之輕量型雷射慣性式平坦儀^[65]

臺灣大學於民國94年已完成研發一輕量型雷射慣性式平坦儀，其特點為以國內近年來使用日漸廣泛之代步車作為檢測之車輛，加裝檢測設備後進行低速平坦度之檢測工作。與其他慣性式儀器比較，此設備之輕量化設計將可大幅減低儀器重量及成本，極適用於剛鋪築完成之路面上進行施工後之平坦度檢測作業。此儀器之組成包含加速規與雷射距離量測器等各乙具，儀器量測速度受代步車之影響介於每小時2~10公里間，因此本儀器除擁有重量輕、攜帶方便、以及成本低廉之特點外，並可以準確量測鋪面剖面資料，速度亦較步進式平坦儀量測速度為快，可謂同時擁有多項優點，因此未來應進行推廣並廣泛應用於新工道路平坦度驗收工作。儀器因為行駛速度較低，故震動量較小。儀器內部配置以及整體外型如圖3.12以及圖3.13所示。



圖 3.12 平坦度量測儀器內部構造



圖 3.13 輕量型低速雷射平坦儀

3. 臺灣大學使用之鋪面損壞檢測設備

臺灣大學於民國九十六年租用美國NNW股份有限公司之自動化鋪面損壞檢測系統，由可攜式電腦、數位相機（面掃描相機）及距離感測器（Distance Measuring Instrument, DMI）組成。該設備架設於臺灣大學土木工程學系交通工程檢測車，於其上方製作車架以便固定架設數位相機。車架為避免過多調整彈性造成組裝之困擾，設計為固定結構體。車架由一伸縮方管作為主桿（長度3.87公尺，不含相機）向車尾後方延伸，與水平面夾角約20度。並設計兩組支撐架避免車輛於行駛過程中造成各方向晃動，以致主桿搖晃使拍攝影像模糊或拍攝非原本欲調查區域。數位相機距離地面高度2.8公尺，距離車尾投影長度1.3公尺，拍攝之影像大小為4.1×2.9（公尺）。車架架設完成圖如圖3.14所示。數位相機則採用AVT Marlin F-145B2黑白相機，最大解析度為1392×1040像素，於最大畫素下最多每秒可拍10張影像，透過訊號接續器接收距離訊號及傳輸影像。若以時速每小時50公里進行拍攝，且每張照片影像長度為2.9公尺之使用狀況，每秒僅需拍攝5張即可將車道完整且連續影像紀錄下來。檢測過程中可以一般車流速度進行數據蒐集，再透過PicCrack系統進行後端處理並輸出區段UCI值。

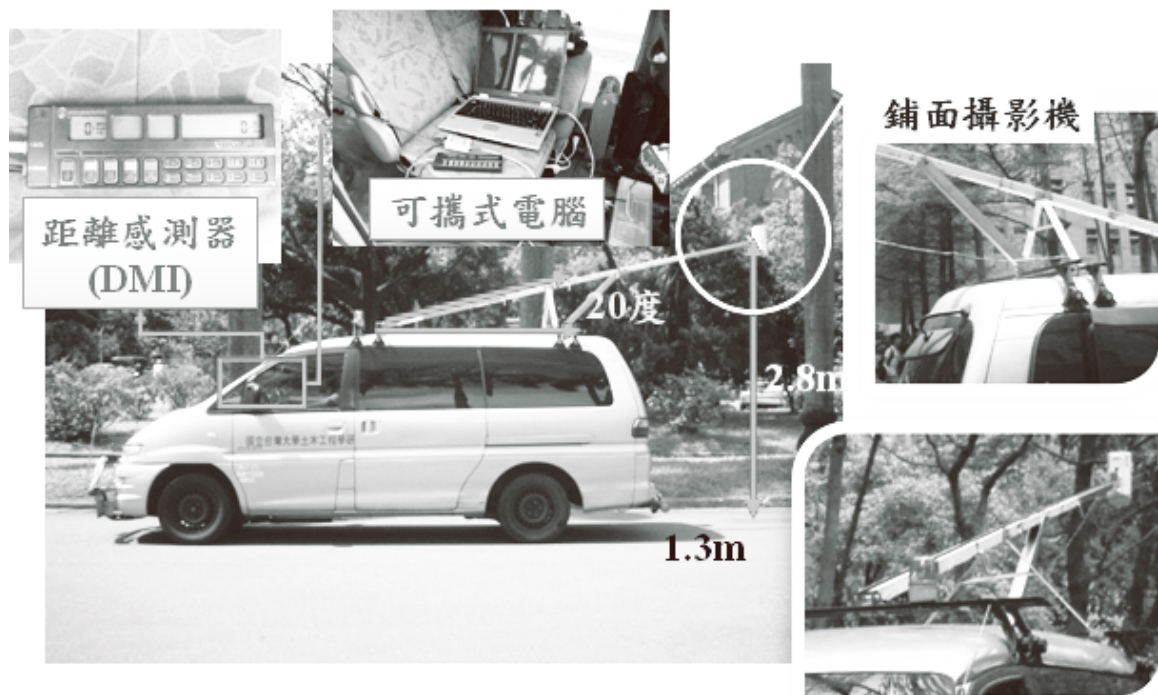


圖 3.14 臺灣大學鋪面損壞檢測設備

4. 公路總局路面檢測車

民國95年公路總局於其鋪面檢測車之更新計畫中，委託儀衡工程科技股份有限公司將其原有自國外進口之單邊雷射與橫向超音波車轍檢測系統，更新為五組雷射裝置之縱向平坦度與橫向車轍檢測系統，更新完成照片如圖3.15所示、

程式畫面如圖3.16所示，系統架構則如圖3.17所示。其五具雷射測距儀用於量測車輛與鋪面之高程差，取樣頻率為1250Hz，其於高速檢測時(100kph)之取樣間距仍符合ASTM E950 class 1之規定。其中有3具垂直向下分別量測車中央及左右輪軌跡處地面與量測基準面之高程差，另2具分別斜向左右外測量測以供平坦度與車轍計算，另於車輛前座中央裝置數位攝影機進行路權攝影。



圖3.15 公路總局雙輪軌跡雷射縱向平坦度與橫向車轍檢測系統

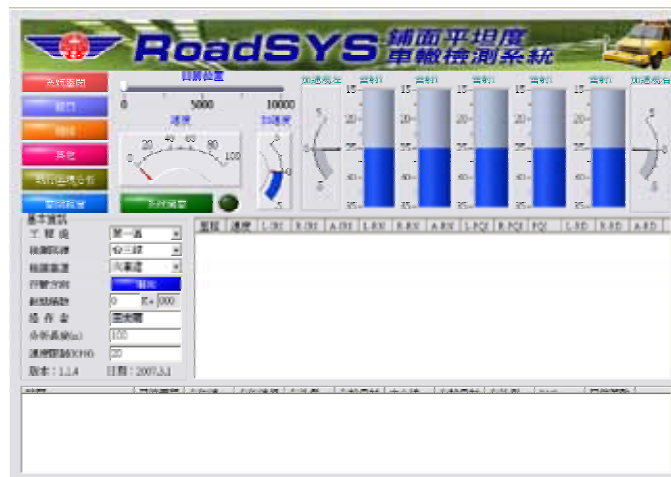


圖3.16 公路總局雙輪軌跡雷射縱向平坦度與橫向車轍檢測系統程式畫面

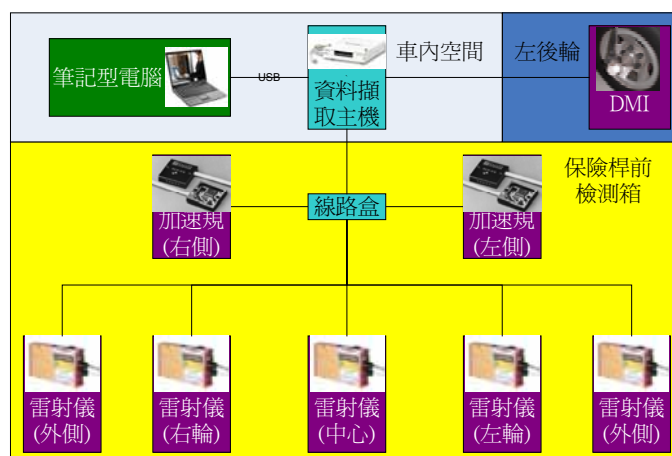


圖3.17 公路總局雷射縱向平坦度與橫向車轍檢測系統架構

5. 中央大學智慧型鋪面檢測車^[66]

中央大學於民國93年開始著手研發智慧型鋪面檢測車，其組成包含鋪面平坦度檢測系統與鋪面狀況檢測系統。其平坦度量測系統設備組成包括雷射測距儀、壓電式加速度規、DMI距離量測系統與相關訊號擷取設備(如圖3.18)，而其原理則與一般慣性式平坦儀相同，可針對檢測路段輸出IRI值。



圖3.18 中央大學平坦度量測系統設備組成

至於鋪面狀況檢測系統則包含線掃描照相機（line scan CCD camera）、影像儲存系統、距離量測儀器以及架設拍攝狀況之腳架，圖3.19為該系統之概念圖，該系統經95年改良後可針對四種損壞（縱向裂縫、橫向裂縫、鱷魚狀裂縫、坑洞）以自動辨識方式獲得扣減值並進行PCI 運算。

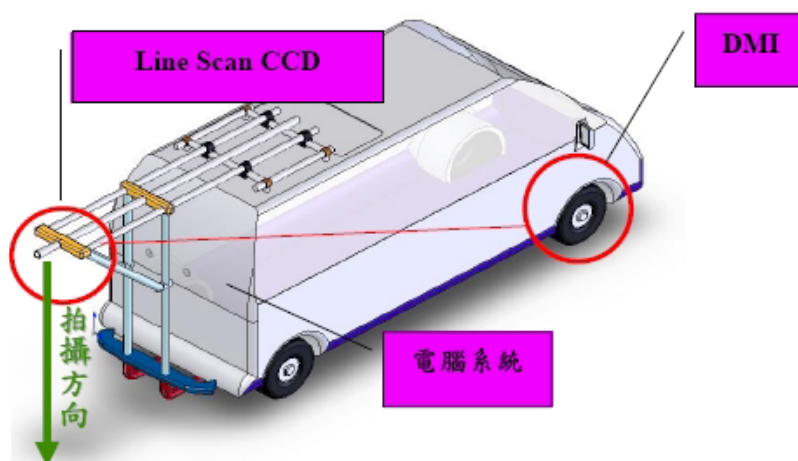


圖3.19 中央大學鋪面狀況檢測系統概念圖

第四章 全國鋪面管理系統需求規劃

由於本研究計畫之設定使用者為全國各級道路主管機關，在中央為交通部所屬之高速公路局、公路總局及內政部營建署，在地方則為各縣市政府。故本研究採取召開專家座談會及實地訪談兩種方式，蒐集多方意見及建議，以為制定本系統規劃之參考。

4.1 全國鋪面管理系統整合規劃座談會綜合要求與建議

於本研究之工作內容中，擬定邀請目前已制定或使用之道路主管單位，如營建署、高公局、公路總局與部分縣市政府針對全國鋪面管理系統整合規劃內容與架構進行討論。會中首先針對本計畫之背景、目的、系統規劃架構、現行系統整合可行性與執行構想進行說明，再由各與會單位針對相關議題發表看法與意見，會議召開情形如圖4.1所示，有關該座談會詳細之會議記錄請見附件一。



圖 4.1 全國鋪面管理系統整合規劃座談會

該會議中各委員之綜合要求與建議可分成系統功能定位、績效檢測現況與數據應用情形，及鋪面績效評估方式等三方面，以下依序說明之：

1. 系統功能定位

與會單位期望本計畫中所建立之全國鋪面資訊交換中心能整合各級道路相關績效與資訊，提高管理績效並提供各鄉鎮縣市政府道路品質資訊，以便下一年度針對路網層級進行養護路段優選。

2. 績效檢測現況與數據應用情形

高公局現階段擁有抗滑儀及平坦儀等兩部鋪面績效檢測設備，但由於尚未

有完整之校正與檢驗標準，因此無法確保數據正確性亦無法作為鋪面養護之參考。而公路總局目前則是透過所擁有之慣性式平坦儀進行轄區內省縣道平坦度與車轍之檢測，其中車轍數據之正確性仍有待商榷，因此目前僅以路段IRI值作一簡單排序以供公路總局與各轄區工程處之參考，但並未正式將其作為路段養護依據。

3. 鋪面績效評估方式

各單位對於本研究所提出以IRI和APCI整合考量之績效評估方式並無意見，但建議保留抗滑與撓度項目以因應後續開發。另外，由於各單位對於鋪面績效評估有其各自考量及比重，建議應由各道路所屬之管理單位自行訂定之。執行期間建議可根據各單位及用路人不同需求進行情境模擬以整合系統，其中圖資呈現功能更是不可或缺。

為能滿足上述各鋪面養護管理單位對本系統之綜合要求與建議，本系統於開發時首先將考量不同等級道路之需求異同，包括國道、省道、縣道、及市區道路等，並嘗試由各級公路之共同需求建立一具有通用性之鋪面管理系統共用平台，並保留各單位各自介接其原有系統或開發新系統模組之彈性。使用對象定義包含下列四者：

1. 以資料輸入、查詢、系統化分析結果應用為主要使用功能之道路養護執行機關，例如各縣(市)鄉鎮市公所、各縣(市)及直轄市政府、高速公路局工務段、公路總局各工務段等；
2. 以資料查詢及系統化分析為主要使用功能之道路養護管理機關，例如各縣(市)及直轄市政府、交通部公路總局、高速公路局等；
3. 以資料統計分析及分享為主要使用功能之中央主管機關，例如交通部、行政院研考會等；
4. 以資料查詢為主要使用功能之一般民眾，以用路者為主，周邊居民為輔。

另一方面，雖然國內外不同單位係依據資源、資產、組織管理等因素之差異而制定不同之鋪面管理系統，但其基本概念相同，皆為採用系統方法整合鋪面規劃、設計、施工、養護、鋪面狀況評估、研究等活動。本研究主要工作為建置一套整合型的全國鋪面管理系統，將此系統之管理階層、使用性、及功能定位整理如下：

1. 管理階層定位

鋪面管理系統依其管理層級與目標劃分為路網層級（network level）及專案層級（project level），路網層級之主要活動為進行鋪面狀況評估，以

分配有限資源維持路網之整體鋪面績效；專案層級之主要活動則以單一待修路段為主體，探討其養護維修技術並實施養護維修作業。本研究主要工作為建置一套整合型的全國鋪面管理系統，以為國內各公路/道路鋪面養護單位進行鋪面管理及民眾查詢之共用平台。而受限於國內目前難以進行大規模且定期性之PCI檢測，故難以獲得詳實之路段損壞情況，進而難以明確規劃養護方式與工法。因此本系統於管理階層之定位著重在**路網層級**，以進行鋪面服務績效評估排序。

2. 使用性定位→人性化及實用性

鋪面管理系統由AASHTO^[67]定義為：「使用不同工具與方法對鋪面現況做系統化調查，預測鋪面服務績效之發展，幫助決策者對鋪面維護管理做出最理想之決策，使鋪面於有限年度養護經費下，提供最佳服務績效。」因此，鋪面管理系統為一個輔助各公路/道路鋪面養護單位進行養護作業之良好工具，而本團隊期望藉由本研究之進行，實際建置一套**人性化**且符合**實用性**之鋪面管理系統，以提供足夠誘因吸引各鋪面養護單位使用，簡化其日常工作，並使相關資源達最大化。

3. 功能定位→鋪面服務績效資料蒐集、鋪面服務績效評量、查詢、及分享

根據上述需求，將此系統之重點功能定位在**鋪面服務績效資料蒐集、鋪面服務績效評量、查詢、及分享**；並視為一個**容器（container）**，可容納各公路/道路之鋪面服務績效與基本資料，以符合其作為公路/道路鋪面養護單位進行鋪面管理以及民眾查詢平台之需求。

以下將分節針對上述功能定位中各項需求進行規劃說明。

4.2 鋪面服務績效資料匯入與標準格式之制定

本系統開發之目的在於作為道路管理單位資料儲存與分析之工具，以提高決策之正確性及管理單位之便利性。因此為達上述目的，本系統將針對目前已使用鋪面管理相關系統之單位建立專屬帳號，除供其管理轄區內之路段外，更針對其現行資料格式建立轉檔功能，以利其檢測數據之匯入。而針對尚未使用鋪面管理系統之單位，則制定標準數據輸入格式及欄位，以便統一管理與儲存。其欄位設定如表4-1所示。

表4-1 標準數據輸入欄位設定

類別	代碼	中文對照
基本資料	R_ID	道路編號
	R_NAME	道路名稱
	CITY	縣市別
	TOWN	鄉鎮別
	P_TYPE	鋪面類型
	R_CNT	車道數
	S_PT	檢測起點
	E_PT	檢測終點
	Operator	操作員
詳細資料	DIST	樁號
	Direction	方向
	Lane	車道
	IRI	國際操度指標
	PCI(APCI)	鋪面狀況指標
	SKID	抗滑值
	Deflection	撓度值
	GIS_X	X座標
	GIS_Y	Y座標

4.3 鋪面服務績效展示功能規劃

管理者將鋪面績效檢測數據匯入後，為能以明顯快速之方式將路網或路段

績效數據展彙於圖資上(以100公尺為基本顯示與運算單位)，以供使用者或民眾查詢，本系統規劃針對平坦度、表面損壞與抗滑等三項鋪面績效數據，定義其分級門檻與標示方式，如下表4-2所示。以顏色區別之目的，一方面使於概括性的目視統計各級所佔之比例，另一方面則於展示上可清楚分辨情況較嚴重之路段（顏色為暖色系的橘及紅）所在位置。由於此分其之目前並無其他養護排序之功能或意義，故研究中之建議值應無需要以使用者之狀況而調整。

表4-2 鋪面績效標示分級

鋪面績效類型 標示方式	平坦度(IRI) 單位：m/km	表面損壞狀況 (PCI or APCI)	抗滑(SN)
藍色	<3	≥ 85	>55
綠色	3-4	70-85	50-55
黃色	4-5	55-70	45-50
橘色	5-6	40-55	40-45
紅色	≥ 6	<40	≤ 40

4.4 鋪面服務績效評量模式

由於目前多數單位以IRI與PCI(或APCI)等鋪面績效數據進行蒐集，因此進行養護排序前應先將此等項目進行標準化動作以利後續排序。其中在平坦度方面，依據研究團隊先前針對國道、省道、縣道與市區道路之大範圍數據蒐集並繪製累積曲線圖如圖4.2至圖4.4。由三圖中五條S曲線均可看出累積曲線斜率在前百分之七十至九十區間均較後段高出許多，顯示不論是何種等級道路其大部分（平均約80%）路段之IRI值均在較小的區間出現，而約有百分之十至三十之路段其IRI值明顯偏高，此現象十分符合柏拉圖理論（Pareto Principle）中所提出之「80%的工作僅創造20%價值,另外20%的工作卻創造80%的價值」看法。亦即多數工作之經費、物力及能量均以支援最需要的少數為重點。本研究依此法則進行檢視，以累積80%至90%檢測街廓之兩門檻做為養護優選及標準化門檻，因此各等級類型之IRI養護優選門檻值如下：

- 針對國道柔性路面，IRI_j門檻下限值為2.0 m/km；上限值為3.0 m/km。
- 針對國道剛性路面，IRI_j門檻下限值為3.0 m/km；上限值為4.0 m/km。

- 針對省道，IRI_j門檻下限值為4.5 m/km；上限值為5.5 m/km。
- 針對市區道路與縣鄉道，IRI_j門檻下限值為5.0 m/km；上限值為6.0 m/km。

上述各級道路之門檻值非絕對，當道路服務水準漸次提高後，可依實際之路網調查分布再做定期檢討及調整。

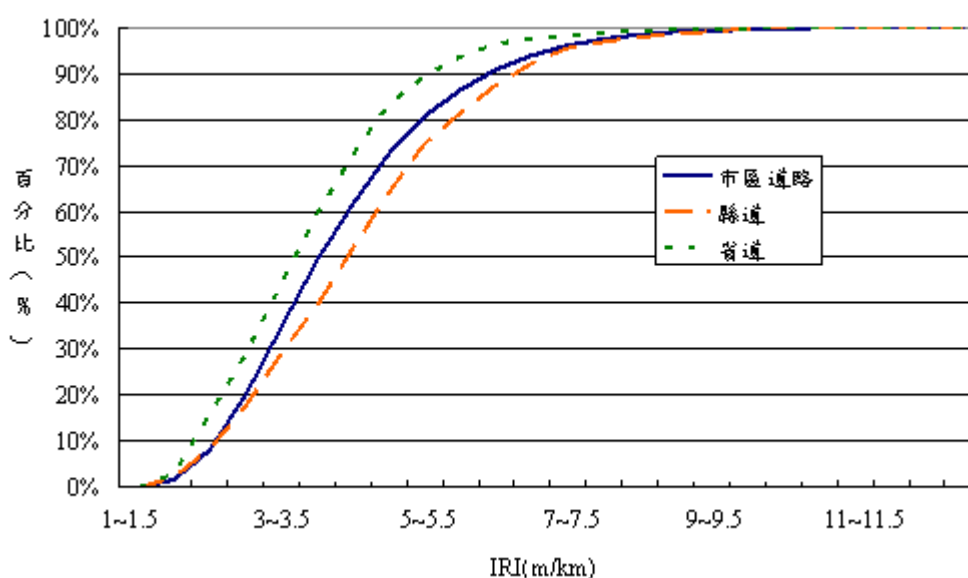


圖 4.2 省縣市區道路檢測數據

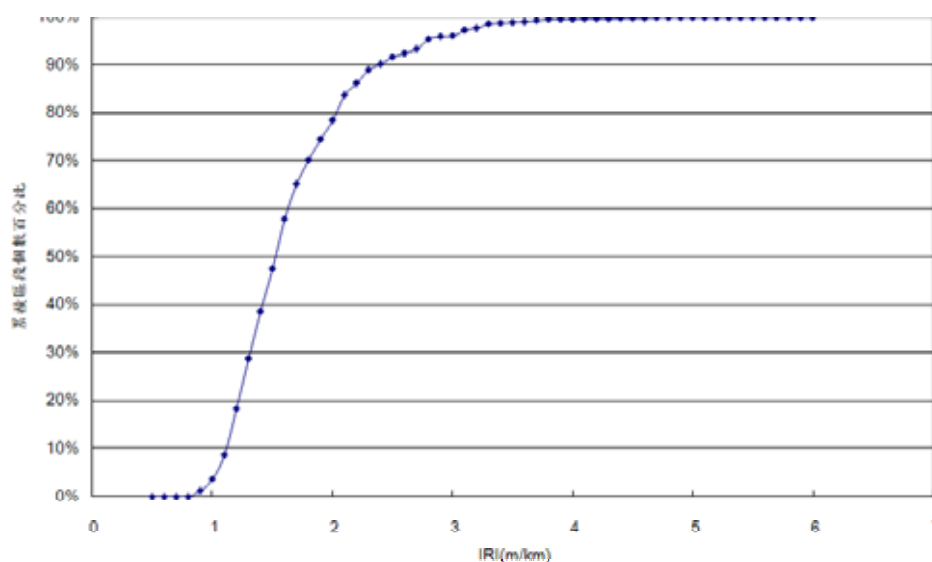


圖 4.3 國道柔性檢測數據

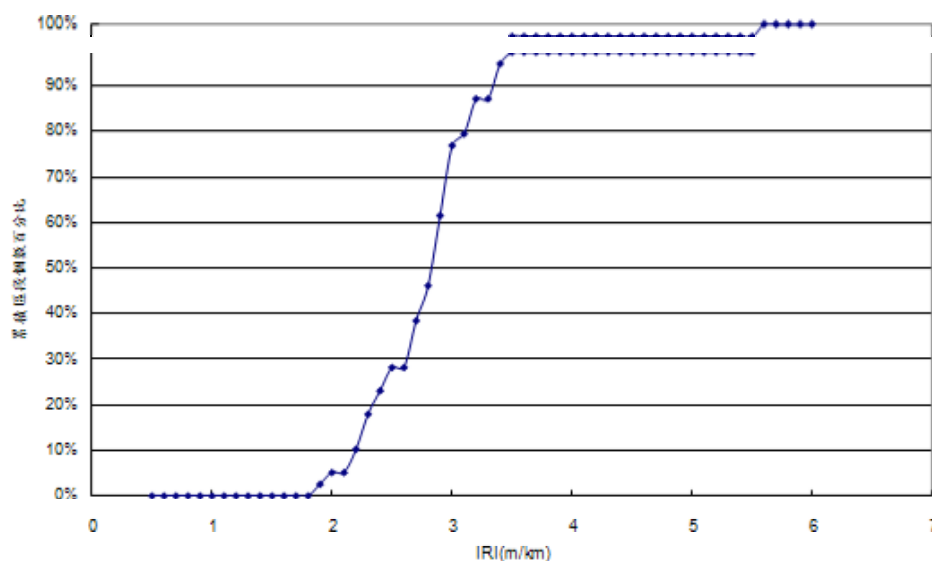


圖 4.4 國道剛性檢測數據

一旦訂出各級道路平坦度養護優選及標準化之門檻值後，即需進行指標標準化，其考量原則為：當IRI值低於門檻值下限時，表示該路段現況屬佳，暫無需排入養護；而當IRI 值高於門檻值上限時，顯示該路段已進入亟需調整狀態，應首列入養護排序。至於各路段介於低及高門檻值之間者，則以線性比例計算其權重大小，各值均介於0至1之間。其計算方式如下：

- 當 $IRI_j \geq \text{門檻上限值}$ ，平坦度權數 (R_j) = 1；
- $IRI_j \leq \text{門檻下限值}$ ，平坦度權數 (R_j) = 0；
- 當 $\text{門檻下限值} < IRI_j < \text{門檻上限值}$ ，將 IRI_j 代入權重值公式 $R_j = IRI_j - \text{門檻下限值}$

至於APCI與PCI部分因不隨道路等級屬性不同而異，因此其優選門檻不須修正(40、70)，其指標標準化方式如下：

- 當 $APCI_j$ 或 $PCI_j \leq 40$ ，鋪面表面損壞權數 (D_j) = 1；
- 當 $APCI_j$ 或 $PCI_j \geq 70$ ，鋪面表面損壞權數 (D_j) = 0；
- 當 $40 < APCI_j$ 或 $PCI_j < 70$ ，則代入權重值公式 $D_j = 1 - [(APCI_j \text{ 或 } PCI_j - 40) / 30]$

除上述IRI與PCI(APCI)將納入養護排序外，為考量該路段之重要程度，亦將交通量作為排序考量之一，並以流量與容量比 (Volume/Capacity, V/C) 方式呈現。其中道路容量C可參酌運研所「2001年臺灣地區公路容量手冊」^[68]中各道路等級不同之道路容量計算公式進行計算，由於各道路等級之計算公式均不相同，且需考量之參數較多，故不在此列出，若於缺乏部分參數之情況下，則可利用該手冊中各道路等級之建議容量，如下表4-3。

表4-3 各道路等級建議容量

道路等級	車道	建議容量
高速公路	內側車道	2300 pcu/ph/pl
	外側車道	2000 pcu/ph/pl
高速公路進口匝道路段	內側車道	2300 pcu/ph/pl
	第二車道	1700 pcu/ph/pl
	第一車道	1700 pcu/ph/pl
高速公路出口匝道路段	內側車道	2300 pcu/ph/pl
	第二車道	2000 pcu/ph/pl
	第一車道	1650 pcu/ph/pl
高速公路交織區段		2000 pcu/ph/pl
高速公路收費站	小型車回數票車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	小型車找零車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	大型車車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
市區高架快速道路	二車道主線內、外車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	三車道主線內車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	三車道主線外車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
市區地下道路		2000 pcu/ph/pl
市區高架快速道路	二車道主線內、外車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	三車道主線內車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	三車道主線外車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
多車道郊區公路	快車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	3.5m 機慢車道	pcu/ph/pl pcu/ph/pl
	3.5m 混合車道	2100 pcu/ph/pl
雙車道郊區公路	快車道	2900 pcu/ph/pl
	3.75m 機慢車道	2100 pcu/ph/pl
號誌化交叉路口	無特定值	無特定值
非號誌化交叉路口	無特定值	無特定值
圓環	無特定值	無特定值
公車	無特定值	無特定值
機車專用道容量分析	2.0m	7910 Vph
	2.5m	8710 Vph
	3.0m	9500 Vph
	3.5m	10290 Vph
	4.0m	11080 Vph
	4.5m	11880 Vph
	5.0m	12670 Vph

	5.5m	13460 Vph
	6.0m	14250 Vph
	6.5m	15040 Vph

而本系統於開發之初，為考量使用者之操作性與便利性，暫時以檢測路段之道路等級為區別，給定一概略性之車道容量建議值(如下表4-4)以簡化輸入參數之複雜程度，其中國道方面參考「2001年臺灣地區公路容量手冊」之高速公路內側車道建議容量將其設定為2300pcu/小時/車道；省道方面則同樣參考上述手冊之多車道郊區公路建議容量設定為2100 pcu/小時/車道；而市區道路之路況則較上述國道與省道相對複雜許多，依據該手冊多車道郊區公路中基本狀況下空間平均自由速率為50kph之快車道容量為1800 pcu/小時/車道，而依據內政部營建署「市區道路工程規劃及設計規範之研究」^[69]集散道路與巷道(非號誌化道路)之基本容量為1200 pcu/小時/車道。因此研究團隊建議以此兩種極端情況之容量平均值1500 pcu/小時/車道作為市區道路及縣鄉道之概略性車道容量建議值。

不論上述建議值偏高或偏低，使用者均可依確實之情況及經驗自行變更調整，以達到符合不同情況下較為精確估算容量之目的。

表4-4 各等級道路概略性之車道容量建議值

道路等級	車道容量建議值 (pcu/小時/車道)
國道	2300
省道	2100
市區道路及縣鄉道	1500

在有了初步之路段容量數據後，更為重要的是獲得相對應路段之流量資料。流量部份(V)係由路段管轄之交通管理單位所執行之交通流量調查中獲取。基於此類資料之調查各單位並不一致，故不易訂出資訊取得頻率。原則上以至少每年一次更新為佳。本鋪面管理系統則針對所進行相關搜集之數據，由系統使用者將之納入，因此並不需特別前往調查；若該道路主管機關並無調查機制，則此項資訊無需填寫，系統亦自動不引用作為後續排序分析之依據。流量調查數據均以大型車、小型車與機車共三類型之數量呈現，因此使用者僅需將其數量填入，系統將自行分別乘上2.0、1.0與0.5，並進行加總後即可得路段流量(單位為pcu)。另一方面，系統亦可自行將各等級道路之設計容量乘上車道數便可得C(單位亦為pcu)，兩者相除即可得V/C。

而在養護排序綜合評估方面包含以下兩步驟：

步驟一 安全性篩選：

- 當該路段抗滑值 ≤ 40 時，車輛行經該路段時將有安全之各顧慮，故需該將些路段直接列入優先養護考量中。
- 若抗滑值大於 40(或撓度值大於門檻值)或該管理單位並無檢測分析此兩類績效數據時，則續以其他鋪面績效模式進行評估。

步驟二 功能性排序：

路面平坦度與鋪面表面損壞對用路人及養護作業人員均有其重要意義，但兩者間之相關性及權重比例關係尚需透過大量檢測數據，及針對用路人與道路主管機關工程人員之專業看法進行意見收集、分析及合併研究後，方可獲知該兩指標間之明確且合理之關係。因此些課題極具重要性，也有相當學術研究價值，建議能優先列入後續相關研究課題中進行探討。

有鑒於此，在平坦度指標與表面損壞指標關係未明之情況下，為不造成偏頗之分析結果，本系統於功能性排序時係先以等權重關係將兩指標標準化權數值進行加總，但仍保留彈性供使用者自行依據其專業認知與實際現況進行調整；另一方面，為考量該路段之重要程度，本系統接著將前述鋪面績效數據標準化加總結果，乘上該路段之V/C以獲得養護排序總權重值。但為避免V/C數值高低成為影響養護排序總權重值之主導因素，進而造成鋪面功能性因素之失焦與養護作業執行標的之誤判，針對鋪面功能性指標與路段重要性指標間設定適當之比例權重關係將有其必要性。但同樣在兩者間關係未明之前提下，系統暫以等比例關係處理之。以下為養護排序權重計算公式：

$$P_j = W_F [W_R * R_j + W_D * D_j] * W_I (V_j / C_j)$$

1. P_j ：代表路段j在分析路網中之排序總權重
2. W_F, W_I ：分別代表對鋪面功能性(functional)指標與路段重要性(important)指標所給予之結構性權重，其預設值各為0.5(目前設定使用者可自行更改)，但若僅有單一項目，則該權重將自動調整為1.0。
3. R_j ：為路段j之平坦度依前述權重標準化後所得之權數值
4. D_j ：為路段j之表面損壞狀況依前述權重標準化後所得之權數值
5. W_R, W_D ：分別代表對平坦度及損壞狀況所給予之結構性權重，而 W_R 與 W_D 預設值各為0.5(目前設定使用者可自行更改)，但若僅有單一績效數據，則其權重將自動調整為1.0。
6. 進行 P_j 計算時若無 (V_j/C_j) ，則該項目預設值為1.0

4.5 鋪面績效預測模式相關欄位之建立

為因應未來鋪面績效預測模式建立之需要，本系統另增設溫度、降雨及重車交通量等資料之欄位。因道路遍及全國，故建議其溫度資料直接取於<http://www.cwb.gov.tw/V6/index.htm>。選取上方”統計資料”中之”氣候統計”(如圖4.5)，接著選取”每日雨量”及”區域”(如圖4.6)即可獲得”每月降雨日數”及”每月降雨總量”，並可計算”每月非降雨日數”與”降雨日平均降雨量”等數據。



圖 4.5 中央氣象局網站統計資料

每日雨量 | 每月氣象資料 | 月平均 | 30天觀測資料

阿里山 2009 OK

2009年阿里山氣象站逐日雨量資料 單位：毫米

月份	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
1	-	-	-	-	-	0.9	-	-	-	0.3	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	2.7	1.4	1.1	24.5	-	-	-
4	0.2	-	-	0.8	5.5	183.5	7.2	8.1	9.0	2.5	-	-
5	-	-	11.5	-	-	0.4	2.4	55.0	-	141.5	-	-
6	-	-	78.5	0.8	-	-	25.0	39.5	-	7.0	-	-
7	-	-	57.5	2.7	-	8.3	0.3	420.0	-	-	-	-
8	-	-	2.7	-	-	0.1	-	1161.5	-	-	-	-
9	-	-	21.5	-	-	-	-	1165.5	5.8	-	-	-

圖 4.6 各區域雨量資料

溫度方面則選取”每月氣象資料”，可取得每個區域的”月平均溫”、”最高溫”與”最低溫”，如圖4.7所示。

每日雨量 | 每月雨量資料 | 月平均 | 30天連續資料

2009 年 10 月 05

2009年10月 氣象資料

項目	溫度(°C)		雨量		風速(公尺/秒)/風向(C/60°)/日數		相對濕度(%)		測站氣壓	降水日數	日照時數
商站	平均	最高/日期	最低/日期	(毫米)	最大十分鐘風	最大瞬間風	平均	最小/日期	(百帕)	(°C)	(小時)
阿里山	13.3	21.9/4	3.8/29	170.4	5.2/50.0/6	12.9/60.0/6	85	26/30	764.1	8	155.5
鞍部	18.0	24.3/1	13.5/26	836.0	11.1/350.0/24	26.4/340.0/6	94	63/18	920.8	23	3.5
成功	25.9	30.9/2	22.0/27	351.2	10.9/30.0/24	21.1/50.0/24	73	49/28	1007.1	9	140.4
嘉義	25.0	32.6/2	17.5/27	7.1	7.6/360.0/23	12.9/350.0/23	80	32/29	1007.5	3	198.8
淡水	23.7	30.1/31	16.9/26	202.4	7.6/20.0/5	17.6/20.0/4	79	48/18	1010.8	12	94.6
大武	26.4	32.0/2	21.4/27	204.8	8.9/20.0/6	18.6/30.0/6	74	48/28	1010.1	11	149.9
東石島	26.1	30.6/2	22.8/28	17.3	22.3/20.0/6	30.5/20.0/6	73	41/26	1005.7	3	186.4

圖 4.7 各區域溫度資料

另交通量部分則增設大貨車、半聯結車與全聯結車之比例與其卡車因子，而有鑒於上述資料須透過地磅站取得軸重軸次數數據後方可獲得，因此僅適用於國道與省道等級，或特別安裝動態地磅的路段。

4.6 標準檢測作業方式擬定^[70]

根據前述提及鋪面管理系統中用以評估鋪面之績效指標包含有表面損壞、平坦度、抗滑與結構強度等四大項，且各自具備不同之代表意義，本研究所建立之鋪面管理系統亦已將上述四項指標納入。

表面損壞指標部分，在各道路管理單位人力不足之情況下，著實無法進行定期人工目視調查，而國際間趨勢所採用自動化損壞調查設備可大幅降低人力需求，故建議系統使用者可採用自動化檢測設備進行之。但由於檢測設備相對昂貴，國內目前擁有該設備之單位仍不多，建議政府部門初期可藉由小額經費勞務採購方式進行試辦之作法；一方面可逐步推動鋪面管理系統之執行，另一方面則可以達到擴增市場之目的，進而促進國內該類型檢測技術之發展並提高相關廠商投入之意願。

至於平坦度部分，由於雷射式慣性平坦儀可以一般車行速度進行檢測，不致影響正常車流，相較於自動化損壞調查設備，其建置價格較為便宜且發展技術較為純熟，國內已有許多單位擁有該設備，因此建議做為首要之定期檢測項目；根據3.4節內容提及，臺北市政府目前係採用委外方式進行定期路段之平坦度檢測及將結果輸入鋪面管理系統之工作，將大幅減少道路管理機關之負擔，建議各單位可考量以相同方式進行。

由於道路養護經費為以年度進行編列，建議可以每年一次做為平坦度檢測之頻率，以做為路段養護經費分配規劃之依據；檢測時，宜以一百公尺為單位

輸出IRI值，至於一般平坦度值偏高之路口區域，由於此資料為路網階層之資料收集，並非一般道路驗收，較無爭議性，因此各養護單位可依其檢測方便性選擇是否將路口區域排除使比較基準較為一致，或納入檢測以確實反映用路人之感受；至於另一較具爭議性之孔蓋區域，同樣地，由於鋪面管理系統主要係希望篩選出令用路人不舒適之路段，因此建議毋須將孔蓋區域加以排除。

研究單位於計畫執行期間前即針對孔蓋區域之平坦度檢測結果建立其特徵，可於路段平坦度資料中篩選出可能為孔蓋之區域，其正確率與辨識率可達85.2%與77.8%，其中正確率之定義為辨識出之孔蓋數量中確實為孔蓋之數量比例，而辨識率之定義為確知為孔蓋中可辨識出之孔蓋數量比例，並利用修改高程之概念將孔蓋區域平順化，模擬該處無孔蓋時之平坦度，因此若各單位為欲進一步瞭解某路段平坦度不佳之主因為鋪面抑或孔蓋，則可利用相同方式進行分析，其詳細流程說明如下：

1. 將剖面高程進行 IRI濾波及一次微分：

圖4.8為某路段之平坦度檢測結果，橫軸為檢測行經之距離，縱軸則為路段之剖面高程；圖中圈選處為實際為孔蓋設置之區段，分別於42公尺及83公尺處，根據圖中顯示，孔蓋原始高程與波形與非孔蓋處皆無明確區別。接續將該路段之剖面高程輸入平坦度計算軟體進行IRI濾波，如圖4.9，由圖中顯示標示之孔蓋處相較於路面處皆有明顯跳動情形，但其跳動幅度不一，因此進一步以微分方式凸顯該跳動之情況，如圖4.10，可發現孔蓋處之特徵更加明顯，孔蓋處圖形皆出現「跳高-下跌-跳高」之情形，因此可以其值之高低訂出門檻值上限、門檻值下限以及訖點門檻值（分別以門檻值A、門檻值B與門檻值C作為代表），挑選出可能為孔蓋之區域，最後配合孔蓋合理長度範圍（根據檢測影像，孔蓋與周遭銜接材料總長度應不大於2公尺，而檢測儀器為每25公分輸出一點，即不超過8個資料點）進行確認，即可篩選出孔蓋位置。

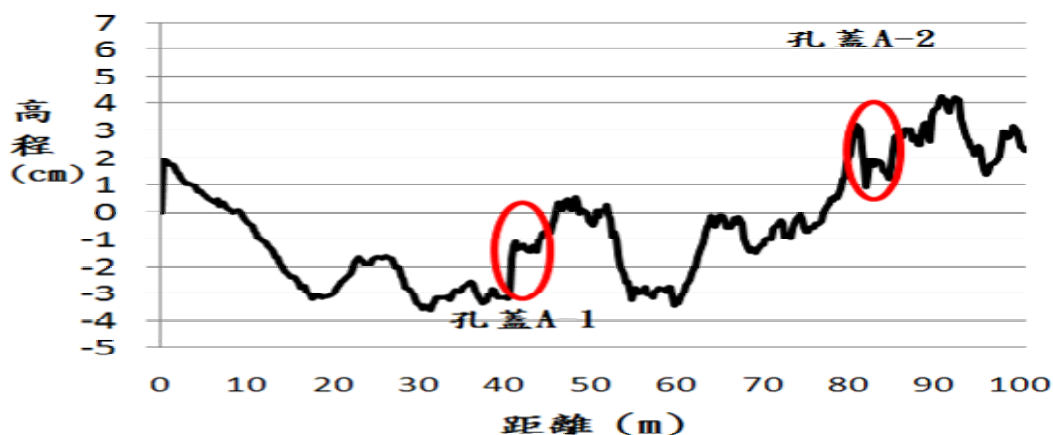


圖 4.8 路段剖面高程

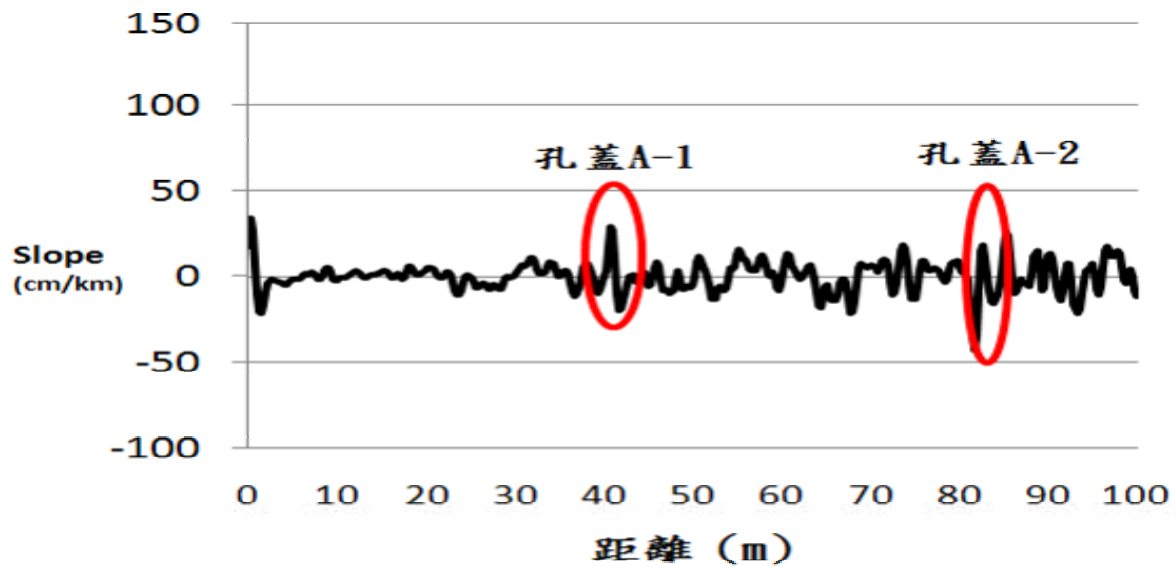


圖 4.9 路段經IRI濾波結果

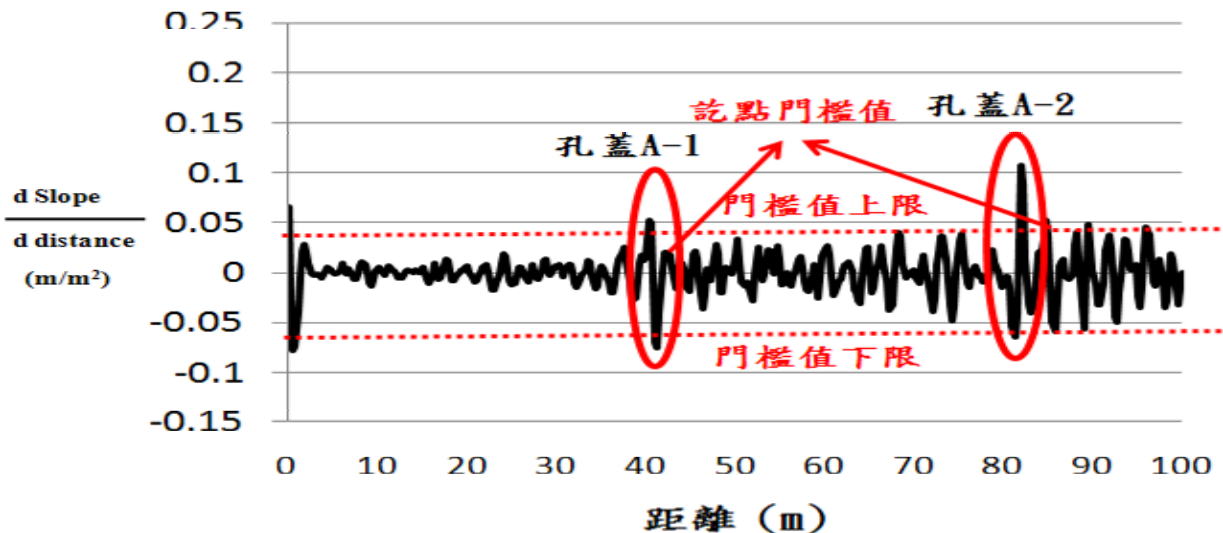


圖 4.10 路段slope微分結果

2. 將孔蓋區域之剖面高程進行平順化：

利用孔蓋平坦度特徵確認出孔蓋數量、位置及範圍後，可以孔蓋前後之高程點為準，修改該範圍內之高程點，使孔蓋處之高程平順化；其模擬概念為該處若無孔蓋，路面最平整之狀態即為前後高程差之連線，可藉此模擬該路段無孔蓋之最佳狀態，並計算其平坦度值。圖4.11為某孔蓋路段之高程差圖，已知於73.5公尺處至75.5公尺處間有一孔蓋，因此以73.5及75.5公尺處之高程差為依據，修改兩點間之高程差，使該區間內高程差平順，如圖4.12。

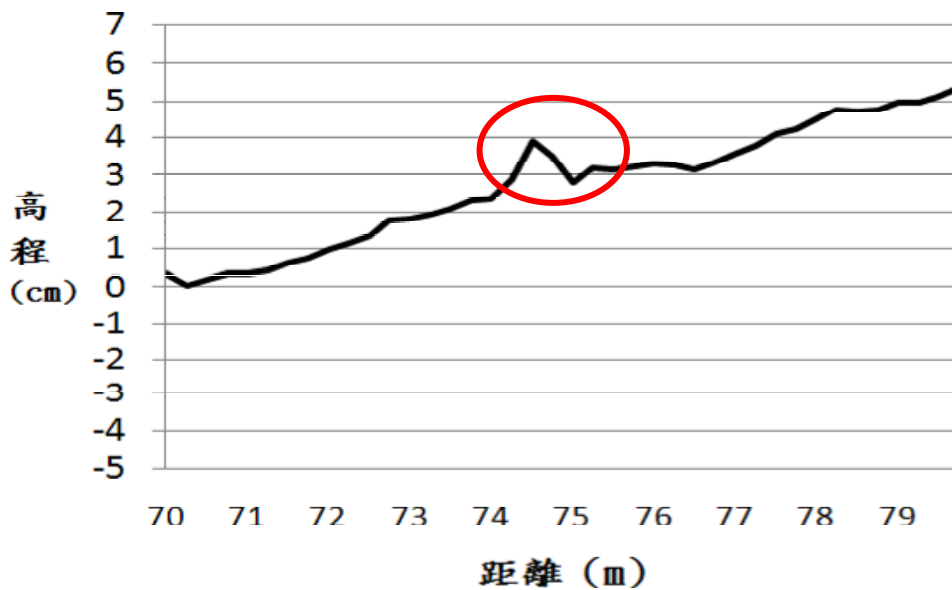


圖 4.11 孔蓋原始高程差圖

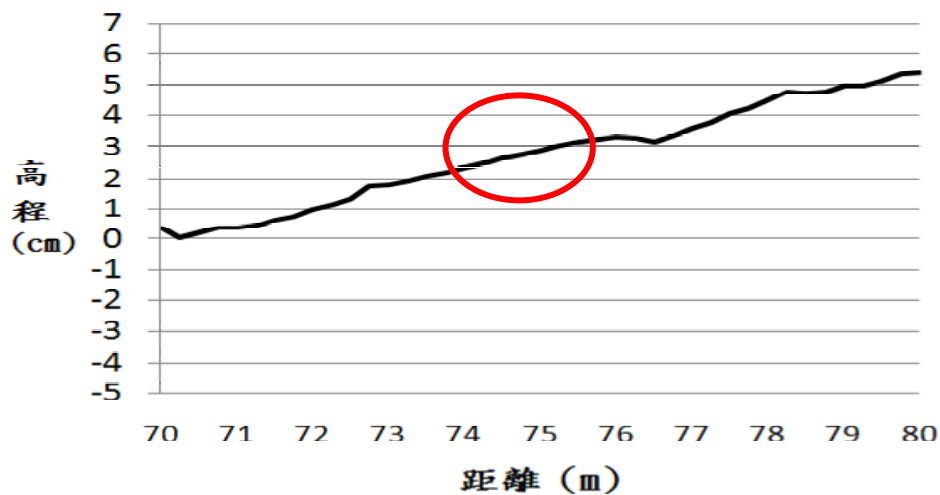


圖 4.12 孔蓋平順化後之高程差圖

3. IRI計算：

利用上述平順化方式，即可模擬出該區域無孔蓋之最平坦狀態，再將模擬前、模擬後之高程輸入平坦度計算軟體計算兩路段對應之IRI值後，其IRI差值 Δ IRI即可代表孔蓋設置所增加之IRI值。

過去研究團隊亦利用上述方式，針對31個路段共50個孔蓋進行分析，結果顯示於多數情形下孔蓋造成之IRI差值(Δ IRI)均小於0.2 m/km，影響幅度不大，因此方建議路網階層之資料收集毋須將孔蓋區域加以排除，以減少檢測作業。

第五章 系統開發

5.1 現況說明

本系統開發過程中係以目前正使用鋪面管理系統之養護單位資料格式為基礎，研擬一套未來可供各道路養護管理單位共用之統一標準資料格式，作為本系統規劃收集相關養護數據之資料庫基礎架構。同時結合養護鋪面單位劃分機制的建立，提高道路損壞基本資料儲存效率，並建置鋪面養護優選排序之功能，以供使用單位養護決策參考之用。

5.2 系統規劃理念

CALS簡單的定義：「所謂CALS係指，在高度電子化與資訊化的社會裡，建立全球共通性商業(設計、生產、服務)系統，以無紙化方式作業，不論政府或民間企業，將業務上所有必要的資訊予以電子化與標準化，並運用資料庫和網路系統，使得所有資訊得以快速交換共用，並據以節省產品生命週期成本，達成提昇品質目標的概念與策略。」由以上的定義CALS 策略將包含四大元素，如圖5.1所示：

1. 數位化的資料與國際化的標準 (ISO, XML)
2. 資訊科技的引用 (IT)
3. 流程的改進 (BPR)
4. 產品資料整合環境的建立 (ERP, KM)

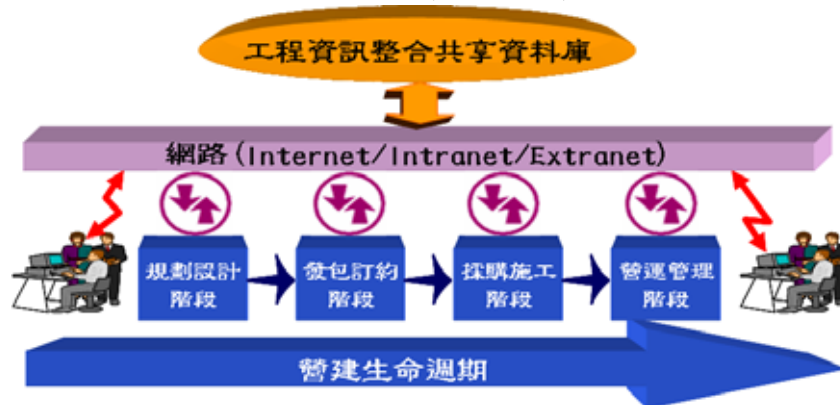


圖 5.1 CALS資訊運籌管理架構圖

隨知識管理觀念的導入，運籌管理系統在提供企業流程再造(BPR)、整合企業資源規劃(ERP)與知識管理(KM) 的策略上扮演的角色更為重要。

本研究運用CALS架構開發之成果已運用在許多工程單位，為求系統穩定度、減少維護壓力、加速開發時程及整合能力研發許多專用元件。本團隊依據招標文件，分析各子系統間的關聯及資訊交換需求建構系統架構圖如下。在此架構下系統運作具有以下的整合優勢，如圖5.2所示：

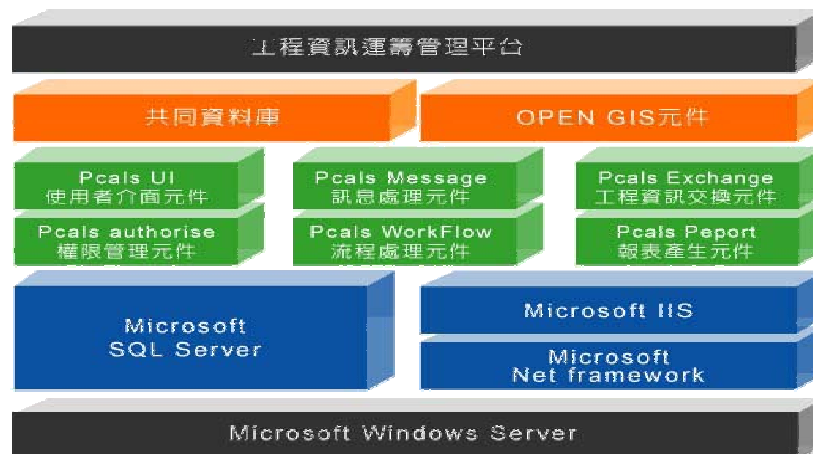


圖 5.2 PCals工程資訊運籌管理平台架構圖

- (1) 可採用入口網站的概念將管理系統與業務系統整合在一個環境中，方便作業。同時權限、使用介面等可依據個人需求客製化，以簡化操作的程序。
- (2) 系統採WEB_BASE觀念開發，使用端只要具備瀏覽器連接上線就可進行填報與資訊的查詢。方便工作站分散各地的作業模式。
- (3) 支援行動設備，可用運在主管決策支援或工程查核與災修回報作業，達到即時性與行動化的管理。
- (4) 可結合彈性化報表產生器，提供自訂及客製化報表製作與運用的介面。可產生的EXCEL表格，方便後續的整合處理及資訊的交換。
- (5) 資料採開放式關聯資料庫、系統以元件化開發介面清楚，透過平台使用單位未來可依據需求擴充各種業務系統。
- (6) 採用圖形化展現方式，檢視道路鋪面服務品質狀況的健康程度，提升各道路養護單位的服務執行品質。
- (7) 本系統各作業程序皆已通過實務嚴格的測試作業程序，及專家顧問群以宏觀整合角度的調整。符合工程作業程序的需求。

在此基礎下系統將提供標準格式與介面透過工程資訊交換元件，收集各式道路績效評估資料如PCI、IRI等。透過績效指標的定義，展現每條道路的養護績效及歷史資料。並透過交換機制提供資料的上傳與下載，建立全國鋪面管理系統成為道路績效指標的收集、分析及決策支援中心。同時提供動態查詢介面，及GIS展繪畫面，提供即時畫的道路鋪面服務績效資訊。

5.3 開發工具及技術

5.3.1 系統開發流程

本系統使用之開發工具為Microsoft Visual Studio 2005版本，程式語言則採用Visual C#語法進行系統開發工作。

系統相關使用技術主要是運用ASP.Net技術建構動態網頁系統，提供使用者直接透過瀏覽器即可進行系統之操作，不需要額外安裝其他應用程式，系統程式控制於伺服器後端，因此亦不需要考量使用者端程式版本更新問題。

為考量網頁顯示操作上效率的問題，針對須處理大量資料的操作頁面亦加上擴充運用AJAX.Net工具，導入AJAX技術，以提升系統網頁系統的處理效率。

採用RUP系統開發流程，其內容含蓋Business modeling、Requirement Modeling、Logical Design、Implementation、Testing、Deployment等軟體開發生命週期的直接工作，與Requirements Management、Project Management、Change & Configuration Management、Environment Support等支援性工作。在RUP準則裡，則是將重心往前挪移到最開頭的需求與分析階段。專案進行採用Iterative processes分階段漸進地完成專案功能，如圖5.3所示：

基本上RUP針對系統分析、設計、開發與測試等程序會因為系統的拆解而不斷地重複出現並接受追蹤與檢驗，如此可降低失敗風險，並且能確保成果與整個流程與專案需求內容相符。

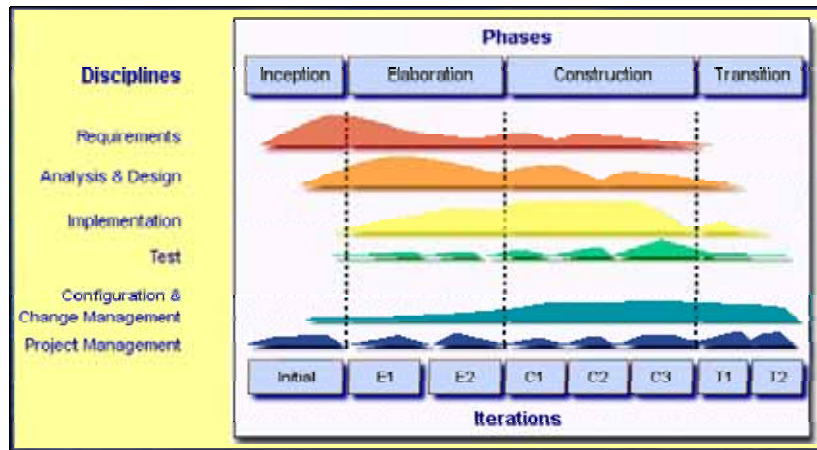


圖 5.3 RUP整體結構系統開發技術圖

採用分散應用系統架構是目前開發網頁應用系統最流行也最重要的工作，其主要採用原因包括降低遠端通訊成本、網際網路運用環境成熟、將資料放在使用資料的地方以及伺服器專注於該做的工作。

分散式應用程式之主要宗旨，是將整個應用程式處理邏輯區分為三個層別包括：

- (1) 操作介面層：負責處理使用者操作介面相關資料的收集與呈現。
- (2) 商業邏輯層：透過商業元件之建立針對資料邏輯進行處理與運算。
- (3) 資料存取層：透過有效率的貯存程序功能，負責資料讀取與儲存之工作。

透過圖5.4 所示可以呈現分散式應用系統之概觀。

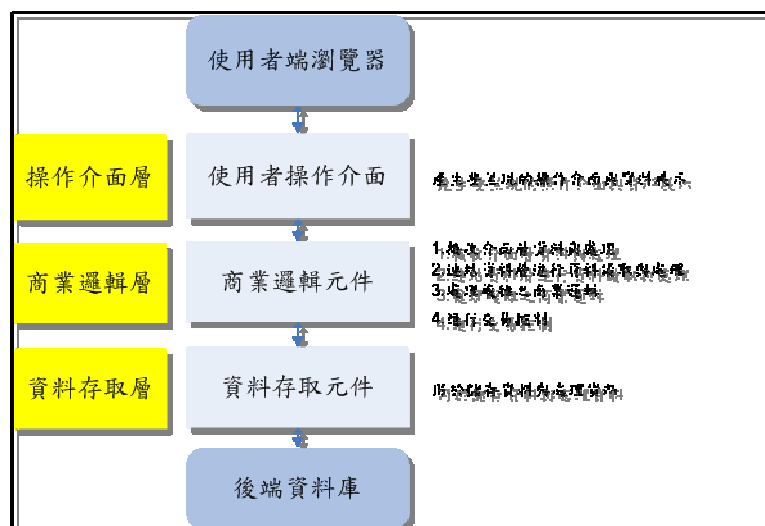


圖 5.4 分散式應用系統概觀圖

5.3.2 資訊安全策略

系統主機資訊安全機制工作，將對主機應用程式提供資訊安全檢測報告，並通過以下所列網站應用程式弱點檢測：

- (1) 跨網站的入侵字串 (Cross-Site Scripting, XSS)
- (2) 資料隱碼攻擊 (SQL Injection)
- (3) 惡意檔案執行 (Malicious File Execution)
- (4) 不安全的物件參考 (Insecure Direct Object Reference)
- (5) 資訊揭露與不適當錯誤處置 (Information Leakage and Improper Error Handling)
- (6) 遭損壞的鑑別與連線管理 (Broken Authentication and Session Management)
- (7) 疏於限制URL存取 (Failure to Restrict URL Access)

本系統使用Acunetix Web Vulnerability Scanner網頁應用程式掃描工具軟體，提高系統在資安安全方面的要求，包含以下功能：

- (1) 跨網站指令碼 (Cross site scripting) 弱點掃描功能
- (2) SQL 程式碼注入攻擊(SQL injection) 弱點掃描功能
- (3) 檢測GHDB (Google hacking database) 功能
- (4) 程式碼執行 (Code execution) 弱點掃描功能
- (5) 目錄遊走 (Directory traversal)弱點掃描功能
- (6) 檔案引入(File inclusion)弱點掃描功能
- (7) 網站程式原始碼暴露 (Script source code disclosure)弱點掃描功能
- (8) CRLF injection弱點掃描功能
- (9) 跨頁框指令碼 (Cross frame scripting)弱點掃描功能
- (10) 自動查詢備份檔或目錄功能 (Looks for backup files or directories)
- (11) 自動搜尋具有敏感性資料的檔案或目錄(Discovers files/directories that may contain sensitive information)功能

- (12) 自動搜尋一般檔案 (包含記錄檔，應用程式追蹤，CVS網站容器)功能
(Looks for common files, such as logs, application traces, CVS web repositories)
- (13) 自動查詢目錄清單功能(Finds directory listings)
- (14) 搜尋弱點權限之目錄功能(包含新建、編輯、或刪除檔案之目錄)(Discovers directories with weak permissions, i.e. directories where you can create, edit and/or delete files)
- (15) 自動搜尋可用網站伺服器技術之功能(Discovers available web server technologies)
- (16) 自動密碼輸入機功能(Login sequence recorder for protected areas of the website)
- (17) 自動HTML表單過濾器功能 (Automatic HTML form filler)
- (18) 截取Flash檔功能 (Crawl Flash files)
- (19) 測試登入網頁之密碼強度功能(Test password strength of login pages)
- (20) 自定弱點編輯器功能 (Vulnerability Editor)
- (21) 支援主要的網頁技術，如PHP, ASP, ASP .NET(Supports all major web technologies)
- (22) 報表產生器功能(Report generator)

5.3.3 專用工具軟體

本研究為求系統穩定度研發許多專用元與工具，將正式授權運用在本研究中，並以元件方式交付，以利後續整合開發作業。

- (1) Pcals Portal資訊運籌管理平台：本平台是採用Microsoft .Net Framework為基礎所開發的入口網站，管理者可透過環境參數設定個人網站的特性，並結合權限管理、流程管理、功能表管理與訊息管理功能。達到網頁權限控管的目標。
- (2) Pcals UI 使用者介面元件：標準化的使用者介面定義功能，提供系統方便的介面整合及標準化的超作環境。本模組主要功能下：
 - (a) 系統登入後子系統列表標準化

(b) 各子系統功能列表標準化

(c) 建立工程管理系统常用操作介面元件

(3) Pcals authorise 權限管理元件：權限管理元件主要處理使用者在系統各模組的使用權限主要功能如下：

(a) 提供單一登入身分驗證流程標準化

(b) 提供標準化授權流程

(c) 管理範圍包括主系統及子系統。

運用過權限管理模組，管理人員可輕易的透過授權面定義每個群組及使用者對系統各模組的使用功能及範圍。

(4) Pcals Exchange 資訊交換元件

本團隊依據計畫制定之標準交換格式，所開發的標準交換格式解析與交換資料元件，旨在讀取標準的XML格式文件與資料庫之間的資料做交換。資料庫中的欄位亦可透過設定的方式達到與XML標準格式彈性對應的目的，以降低因XML格式的版本修訂而需修改系統的風險。

(5) Pcals DataBank 公用資料庫

以計畫制定之標準交換格式，將道路鋪面服務績效管理所需之欄位，依據作業程序及模組需求，製成相關的表格及關連。同時加上控制所需的資訊包括管控點、道路養護單位別等，組成可通用於各道路鋪面管理之基本資料庫，以方便整合作業的進行。

(6) Google Map GIS 圖形處理元件

處理空間資訊已成為工程管理的基本需求，平台以GIS的觀念處理圖形元件，透過運研所1/5,000路網圖資訊，以及網路GOOGLE MAP的整合。除向量式資料外亦可處理影像資料，以利空照圖及衛星影像圖的整合。採用元件式的開發模式，可同時運用於應用程式、網頁程式及移動式設備上。

5.4 道路鋪面管理資料庫

5.4.1 養護鋪面區塊劃分機制

養護鋪面區塊劃分之目的係在於每個檢測車道上，劃分出基本養護鋪面單位，再根據個別區塊輸入鋪面績效數據及其基本資料，以利系統紀錄、儲存、計算與分析應用。本計畫原規劃透過以「動態虛擬評量區塊」方式，透過資料庫紀錄各區段實際座標位置及道路系統標示，進而串接起各路段區塊，以提升道路養護的管理效率。惟經由多次養護權責機關之訪談及專家學者會議討論之結論，目前地理資訊座標定位系統尚未完全應用於各養護單位的道路鋪面養護作業上，而僅有小部份於道路檢測時，作為參考輔助之用。緣此，本研究以「養護鋪面區塊」之制訂，取代原「動態虛擬評量區塊」，但仍保留地理座標定位資訊欄位，作為未來系統擴充應用之基礎。養護鋪面區塊應用於道路鋪面破壞狀況檢測之作業程序，請參考圖5.5。

養護鋪面區塊單位長度之定義，本研究經計畫執行過程中之專家委員座談會、審查會、及訪談，均建議採用100公尺作為道路鋪面養護劃分單位；另一方面，依據美國各州平坦度驗收規範之彙整結果，多數州政府計價區段長度設定為0.1mile；而本系統需涵蓋各級道路(25或50m對公路而言均太短)，因此將養護鋪面區塊單位長度設定為0.1km(100m)。而在養護鋪面區塊合併處理原則方面，若區塊單位長度不足50m者，將與前一區塊合併成一獨立區段，大於50m而不足100m者，則自為一獨立區段，再進行後續之養護優選排序。

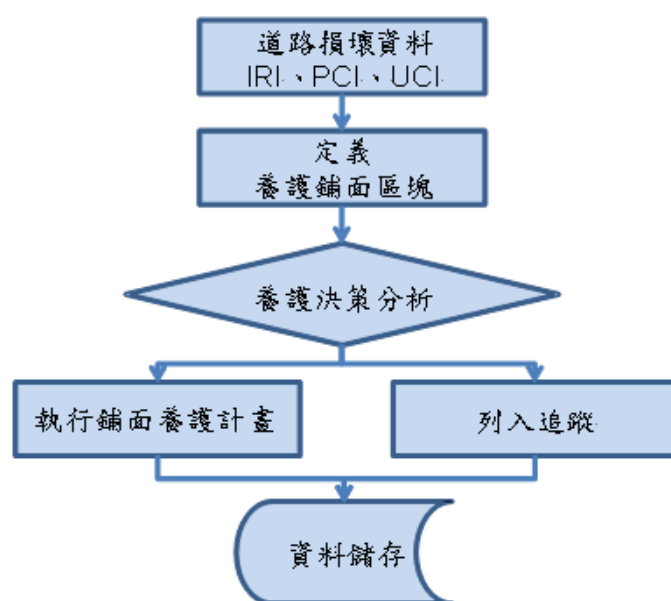


圖 5.5 養護鋪面區塊作業程序

接著，為便利使用者與民眾能快速了解路網鋪面績效之等級與分布狀況，本研究透過「養護鋪面區塊」之規劃，記錄標示各養護鋪面區塊之鋪面績效水準。藉由針對平坦度、表面損壞狀況與抗滑能力等指標定義五個鋪面績效展示分級及其顯示顏色(如表5-1)；另一方面，透過養護鋪面區塊的串接，將所有路段的鋪面績效分級，並利用Google Map作GIS畫面績效展現 (如圖5.6)。

表 5-1 鋪面績效展示分級表

顯示顏色	平坦度(IRI) 單位：m/km	表面損壞狀況 (PCI or APCI)	抗滑(SN)
藍色	<3	>=85	> 55
綠色	3-4	70-85	50-55
黃色	4-5	55-70	45-50
橘色	5-6	45-55	40-45
紅色	>=6	< 40	<=40



圖 5.6 養護評量區塊標示示意圖

5.4.2 資料記錄格式

本系統於開發之初即前往相關單位了解其系統使用狀況並取得道路養護基本資料格式，包括：國道高速公路局、公路總局、臺北市政府與桃園縣政府等。為避免造成現有使用鋪面管理系統之養護單位額外負擔，本系統個別針對上述四單位建置專屬之系統使用帳號，並針對其個別之資料格式建立轉檔功能，以便該些單位之資料管理人員能順利將檢測相關數據匯入本系統；另一方面，本

研究以上述四單位之設定欄位為基礎，配合研究團隊之專業規劃與未來檢測需求走勢，制定一統一標準資料儲存格式，以利系統之永續使用。惟考量資料庫擴充需求，亦保留資料格式增列之彈性以因應後續變化。

針對各路段區塊相關資料之規劃，本研究資料庫規劃三個資料表，以作為資料欄位儲存之用。內容包括：道路路段基本資料表、道路服務績效明細表與氣候資料表。其中在道路基本資料表方面，依據欄位名稱、中文名稱、資料型態、是否主鍵及備註列表說明，如下表5-2所示。

表 5-2 道路基本資料表

欄位名稱	中文名稱	資料型態	主鍵	備註
R_ID	道路編碼	Varchar(20)	Yes	道路編碼
R_NAME	道路名稱	Varchar(150)		現有路名
CITY	城市	Varchar(6)		縣市行政區
TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		所屬鄉鎮別
R_LEVEL	路段等級	Varchar(2)		國道00 省道01 縣鄉道02 市區道路03
P_TYPE	鋪面型態	Varchar(2)		AC or PCC
R_CNT	車道數	int		車道總數
Direction	檢測方向	Varchar(100)		順、逆向別
ADV_DP	養護管理單位	Varchar(15)		
ADV_UID	養護管理人員	Varchar(15)		
ADM_DP	主管機關	Varchar(20)		
AADT_B	年平均日交通量 (輛)-順	Int		大型車輛
AADT_S	年平均日交通量 (輛)-順	Int		小型車輛
AADT_M	年平均日交通量 (輛)-順	Int		機車

欄位名稱	中文名稱	資料型態	主鍵	備註
RAADT_B	年平均日交通量 (輛)-逆	Int		大型車輛
RAADT_S	年平均日交通量 (輛)-逆	Int		小型車輛
RAADT_M	年平均日交通量 (輛)-逆	Int		機車
C_VALUE	PCU/小時/車道數	int		V/C的C值
S_PT	檢測路段起點	Varchar(50)		路名或樁位
E_PT	檢測路段終點	Varchar(50)		路名或樁位
LENGTH	檢測路段長度	Decimal(18,2)		M公尺
CK_DT	檢測日期	Datetime		年月日
Operator	檢測人員	Varchar(50)		人員姓名
Whether	天候狀況	Varchar(2)		晴 陰 雨
Temper	檢測溫度	Decimal(18,2)		攝氏
B_PCNT	大貨車比例	Decimal(18,2)		
B_FACTOR	大貨車因子	Decimal(18,2)		
HC_PCNT	聯結車比例	Decimal(18,2)		
HC_FACTOR	聯結車因子	Decimal(18,2)		
FC_PCNT	全聯結車比例	Decimal(18,2)		
FC_FACTOR	全聯結車因子	Decimal(18,2)		
MODE	檢測道路模式	Varchar(5)		LEN- 道路 CROSS- 里 程

至於在各路段檢測資料之服務績效儲存規劃方面，主要係以城市鄉鎮之道路編碼為基本單位，收集包括：里程、檢測方向、車道、平坦度、鋪面損壞、抗滑值、撓度、XY座標等項目，詳細說明如下表5-3所示。上述欄位之儲存除可紀錄各區段之服務績效，以為各年度養護績效監控外，並可作為各路段損壞頻率及養護資源運用情形分析之用。

表 5-3 道路服務績效明細表

欄位名稱	中文名稱	資料型態	鍵值	備註
R_ID	道路編碼	Varchar(20)	Ref QMSTPM.R_ID	同道路基本資料表
CITY	城市	Varchar(6)		同道路基本資料表
TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		同道路基本資料表
DIST	里程	Varchar(10)		0K+000
Direction	檢測方向	Varchar(2)		順/逆向
Lane	檢測車道	Int		內側算起
IRI	平坦度	Decimal(18,2)		
PCI	鋪面損壞	Decimal(18,2)		
Skid	抗滑值	Decimal(18,2)		
Deflection	撓度	Decimal(18,2)		
GIS_X	X座標	Varchar(50)		
GIS_Y	Y座標	Varchar(50)		

而為因應未來本系統鋪面績效預測模式開發之需，檢測路段之環境氣候屬性資料，亦同時於資料庫中一併進行儲存運用。此資料內容之匯入方式已詳述於4.5節中，因此不予贅述。

針對各路段道路氣候環境屬性資料之規劃，以年度月份、城市鄉鎮為資料分類之基本單位，其中相關資料欄位包括：下雨天數、降雨量、最高溫度、最低溫度及平均溫等，詳細屬性內容包括如下表5-4所示。

表 5-4 養護區塊氣候資料表

欄位名稱	中文名稱	資料型態	鍵值	備註
CITY	城市	Varchar(6)		縣市行政別
TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		所屬鄉鎮別
SYR	年度	Varchar(3)		年度別
SMN	月份	Varchar(2)		月份
RAIN_DAY	下雨天數	Int		0-31
RAIN_CAPACITY	降雨量	Decimal(18,2)		釐米
MAX_TEMPER	最高溫度	Decimal(18,2)		攝氏
MIN_TEMPER	最低溫度	Decimal(18,2)		攝氏
AVG_TEMPER	平均溫	Decimal(18,2)		攝氏

5.5 系統規劃分析

5.5.1 系統架構理念

本研究所建構之「全國鋪面管理系統」係以營建資訊運籌管理為架構，配合各階段的作業需求，透過資料庫及網際網路以達工程資訊共享，彙集各道路實際養護單位資料，提供各單位進行分析研究及養護優選次序之專業判斷，提高道路養護管理效率及服務品質。

易言之，即導入CALS的概念到整個鋪面管理生命週期中，將各階段所需的道路鋪面資訊予以電子化、標準化，並運用資料庫和網路系統使得所有資訊得以快速交換共享，以改善各自獨立作業之成本負擔，確保品質並提昇養護執行效率。系統之相關功能，將在系統功能說明之章節中，詳細說明系統運作方式。養護系統規畫理念架構如圖5.7所示：

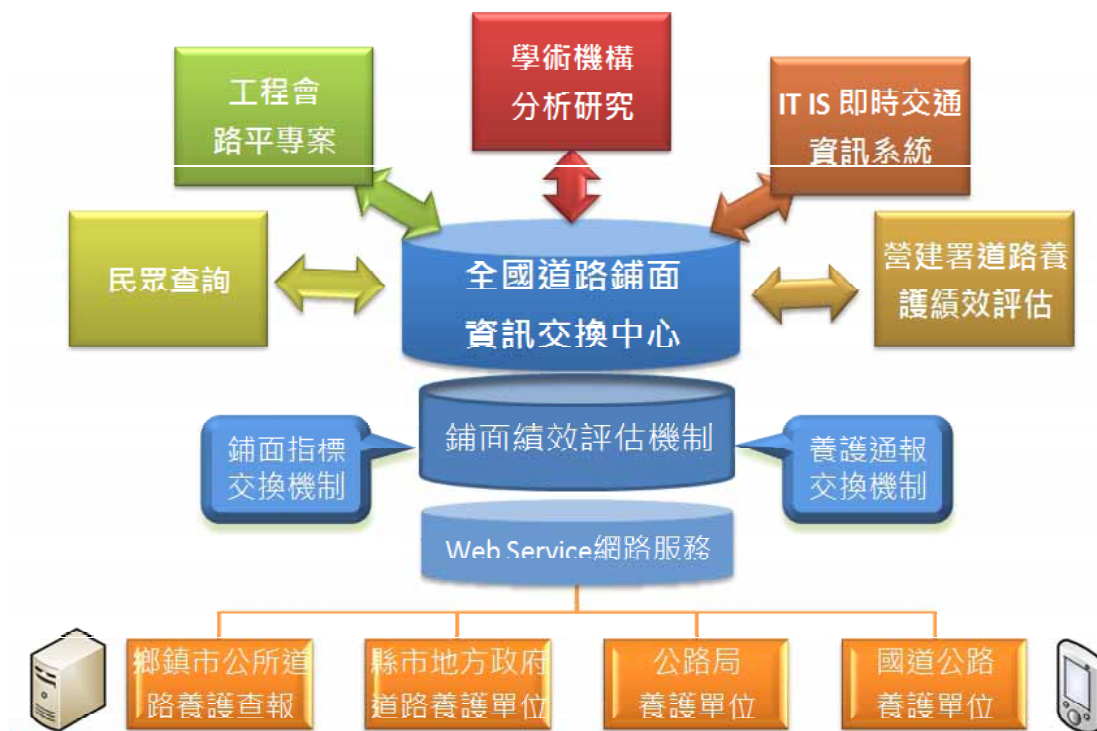


圖 5.7 養護系統規劃理念圖

5.5.2 系統架構建置規劃

下圖5.8為全國鋪面管理系統建置規劃示意圖，其建置方式如下：

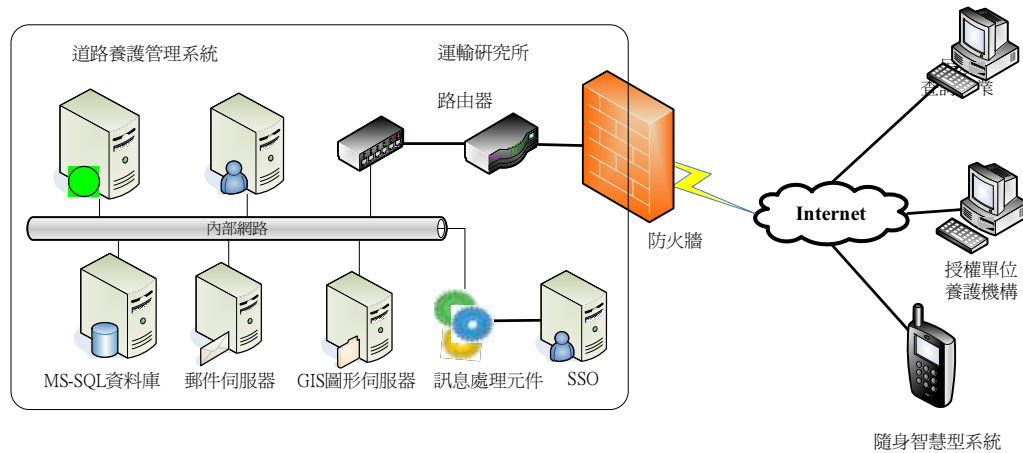


圖 5.8 全國鋪面管理系統功能架構圖

- (1) 網路架構：運用本所現有網路架構，建構整個應用系統的網路服務環境。各道路養護單位及未來開放給民眾，透過Internet 網路連線使用本系統。
- (2) 資料庫伺服器：資料庫採用SQL Server 2005版本，處理應用系統的資料。
- (3) 網頁及應用伺服器：以Microsoft IIS加裝.NET framework為網頁伺服器，

為執行多項網路服務，本主機同時兼任應用程式伺服器的功能，以處理類似資料交換的工作。

- (4) 郵件伺服器：未來如有相關訊息的發送需求，可運用運研所現有郵件伺服器，配合系統處理訊息通知的業務。
- (5) GIS圖形伺服器：以管理需求而言，Google map所提供之API已經足夠使用，再加上其普遍性及親和性，在一般使用者或與民眾有關之展示將提供與其整合的解決方案，以增加系統的親和性。如未來有在WEB上展現空間資訊之額外擴充需求，本團隊將採用Pcals OPENGIS支援前端及後端作業系統之地理資訊系統伺服器，以滿足使用單位線上編輯之需求。

5.5.3 GIS圖資規劃

全國鋪面管理系統係以【交通部運輸研究所路網數值圖1.3版(95年8月)】之1/5,000圖資為基礎，所發展的路網GIS管理系統，並依據實況將路網圖資，依據測試道路的內容，進行調整維護修正。

在平台的展示上，其空拍影像圖及地圖層圖資，以GOOGLE MAP作為展示媒介，以達到視覺化管理的效果。

本系統使用基本圖層為：

- (1) 道路中心線 (可由本所路網取得)
- (2) 行政區界線 (可由本所路網取得)
- (3) 空拍影像檔 (可採用google map)

5.5.4 系統功能架構

本計畫所規劃之全國鋪面管理系統，以工程資訊運籌管理平台為架構，透過平台提供之系統入口、權限管理、管理數位版、及XML交換等系統元件，建構出「道路鋪面基本資料維護作業」、「道路鋪面綜合評估作業」、「道路鋪面評估圖表作業」、「降雨溫度維護作業」、「道路鋪面績效GIS展示作業」及「系統維護管理作業」等六大功能。本全國鋪面管理系統功能架構如圖5.9所示。

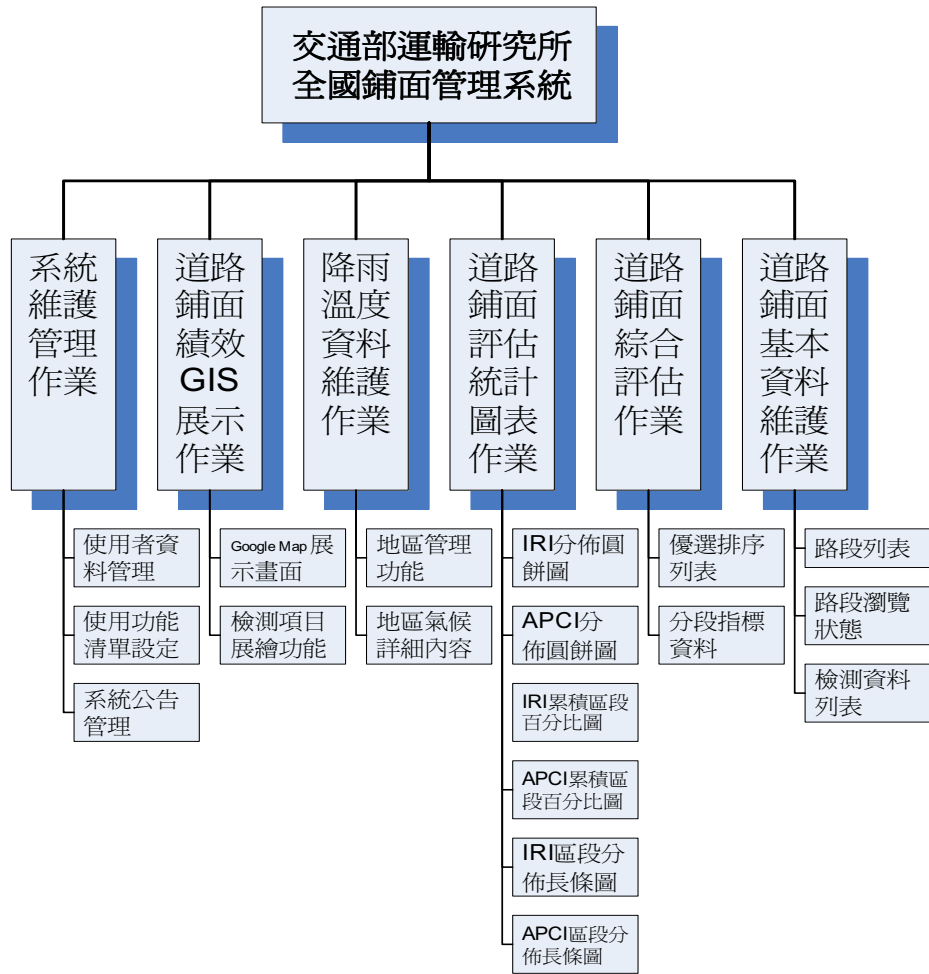


圖 5.9 全國鋪面管理系統功能架構圖

第六章 系統測試與教育訓練

為增強本研究開發之鋪面管理系統之實用性，故於系統建立後，即以實測資料輸入該鋪面管理系統進行分析，除可驗證軟體邏輯是否正確，亦可藉此確認軟體各式功能（包含操作介面、數據上傳、鋪面績效顯示、養護優選排序與養護區塊定位及輸出等）是否符合預期，並進一步規劃教育訓練課程。因此，本章將以分節方式，說明測試路段選取標準、鋪面績效檢測與數據分布說明、系統操作與功能確認以及教育訓練課程規畫等四個部分。

6.1 測試路段選取

本研究自臺北市選取五條測試路段，為系統測試之用；以下為測試路段選取標準：

1. 道路線型完整，且檢測距離長：由於需於測試路段進行平坦度以及鋪面損壞調查，且本研究之調查並未另配合任何交通維持工作，因此選取之路段應考量檢測設備之限制，以線型完整之道路為主，以避免因頻繁之加減速影響平坦度檢測結果，同時，較寬敞之道路亦有利於自動化鋪面損壞檢測儀進行鋪面影像擷取，減少外物及建築物倒影進入攝影範圍之情況。

2. 各路段應涵蓋不同程度之平坦度及損壞狀況：由於全國鋪面管理系統可將鋪面績效數據依其不同之分級門檻與標示方式繪製於圖資，同時並具備養護優先排序功能，因此測試路段之選擇宜涵蓋不同程度之平坦度及損壞狀況，方可確實測試本系統之邏輯運算是否如同預期。

3. 道路等級：由於全國鋪面管理系統可將各路段資料進行養護優先排序，因此測試路段宜為相同之道路等級，方可進行優先排序，因此本研究選取臺北市政府管轄範圍內之五條市區道路，做為測試路段與軟體示範範例。

根據上述檢測路段選取標準，研究團隊選取五條位於臺北市之市區道路，其路段明細如表6-1，所以路段均執行二車道（單向）以上，故共計86,349車道公尺；詳細檢測流程與檢測結果將於6.2節進行說明。

表6-1 測試路段基本資料

道路名稱	起點	終點	檢測長度 (車道公尺)
和平東、西路	中華路二段	基隆路	15,696
承德路	市民大道	中正路	23,300
建國南路	辛亥路	忠孝東路	11,173
復興南路	辛亥路	民權東路	10,080
忠孝東路	復興南路	昆陽路	26,100
總計			86,349

6.2 鋪面績效檢測與數據分布情況說明

完成路段選取後，分別利用第三章提及之臺灣大學雷射慣性式平坦儀以及租用之PicCrack影像系統進行平坦度與表面損壞調查，其儀器架構與檢測原理於第三章已有詳盡之介紹；本研究採同時裝備上述二項儀器之檢測車，以時速30至50公里定速於測試路段進行市區道路調查，不致影響正常車流，因此於單次調查中可同步取得鋪面影像照片及輪軌跡高程資料，經由各自軟體處理分析後可得鋪面損壞指標UCI值及鋪面平坦度指標IRI值，並利用3.6節提及之APCI轉換公式將UCI指標轉換為APCI指標，再進行後續資料輸入與分析；其鋪面績效檢測與資料分析流程圖如圖6.1。

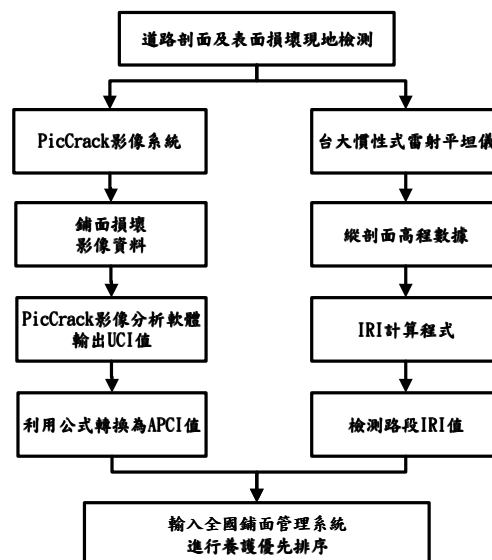


圖 6.1 測試路段鋪面績效檢測與資料分析流程圖

本研究測試路段包含有和平東、西路、承德路、建國南路、復興南路以及忠孝東路等五條，其中復興南路（信義路至辛亥路路段）與忠孝東路（復興南路至向陽路路段）皆已進行路平專案；由於研究團隊過去曾於民國九十八年七月針對復興南路與忠孝東路進行平坦度檢測，因此後續將此二路段分為路平專案前及路平專案後進行分析。

表6-2為測試路段檢測結果，可明顯看出復興南路及忠孝東路之IRI值明顯較低，兩者之IRI平均值為3.06及2.96 m/km，較未執行路平專案前下降甚多；APCI部分，各路段平均值均相當高，表示損壞情況並不嚴重，僅有和平東、西路及路平專案前之復興南路低於90，而路平專案後之復興南北路及忠孝東路更高達99.84及99.96；顯示兩路段經路平專案後，平坦度良好且多無損壞狀況，將導致於養護優先排序計算時Pj皆為0，故並不適宜用於本研究進行養護優先排序之測試，因此於系統測試時將利用路平專案前之數據進行之。

圖6.2為測試路段之IRI盒鬚圖，圖中顯示除實施路平專案後之兩路段以外，其他路段皆呈現類似之分布情況，集中於3.5 m/km至7 m/km，而兩條進行路平專案之道路IRI值皆大幅降低且分佈較為集中。圖6.3為測試路段之APCI盒鬚圖，同樣地，由圖中可發現經過路平專案後之路段APCI值有顯著提升，復興南路之APCI值更介於極佳的小範圍100至97.31之間，顯示其極佳之路況，而其他路段之APCI值亦集中於85~100，僅有和平東、西路不僅APCI範圍涵蓋甚廣，且有整體偏低之情況。

進一步將各區段之IRI與APCI繪製於圖6.4，可發現絕大多數之區段是位於高APCI與低IRI之情況（即鋪面狀況良好），而圖中顯示IRI與APCI兩指標間並無明顯趨勢，因此將兩指標結合進行養護路段排序方可確實篩選出待改善之區段。

表6-2 測試路段檢測結果

道路名稱	IRI 平均 (m/km)	IRI 標準差 (m/km)	APCI 平均	APCI 標準差
和平東、西路	5.10	2.16	83.92	20.86
承德路	5.36	2.26	93.24	8.99
建國南路	5.60	2.52	92.50	9.26
復興南路(路平專案前)	5.28	2.26	89.64	13.32
忠孝東路(路平專案前)	5.42	2.17	95.20	7.64
復興南路(路平專案後)	3.06	0.68	99.84	0.51
忠孝東路(路平專案後)	2.96	0.78	99.96	0.27

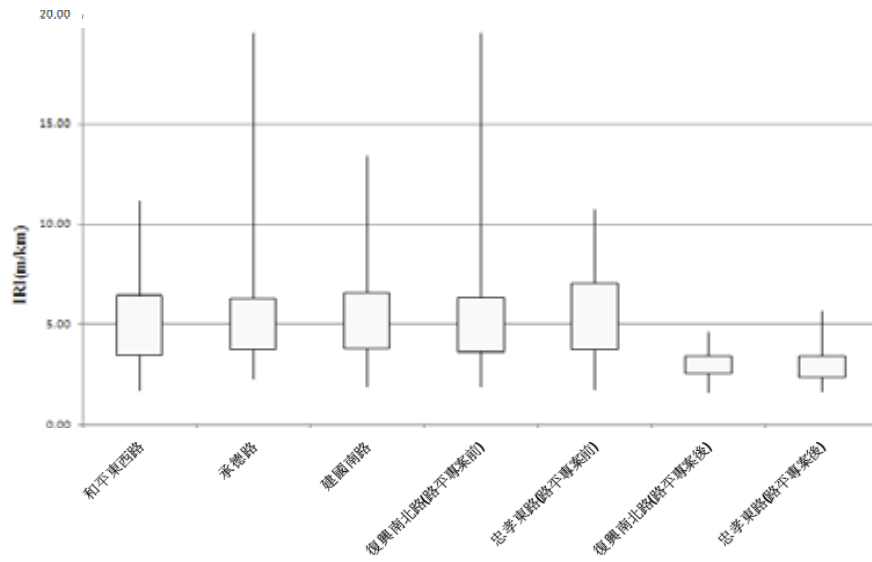


圖 6.2 測試路段IRI盒鬚圖

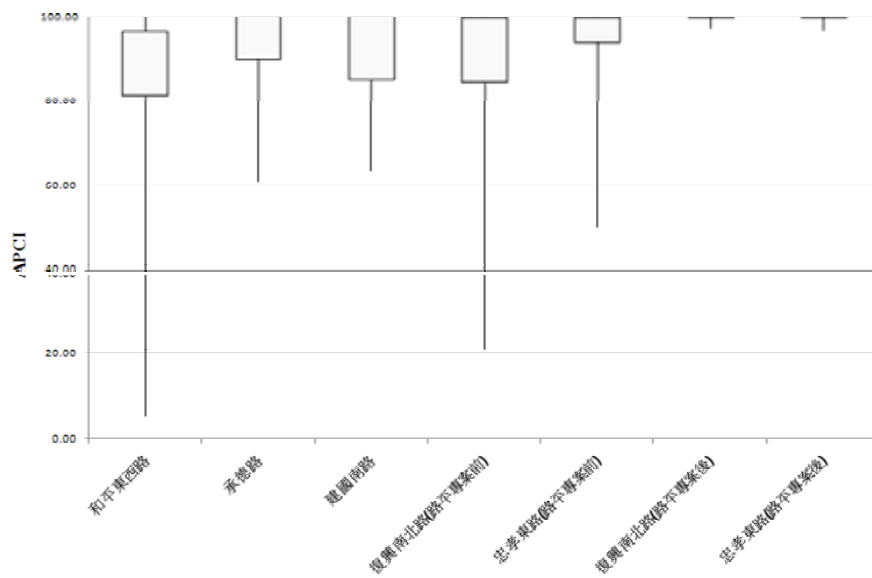


圖 6.3 測試路段APCI盒鬚圖

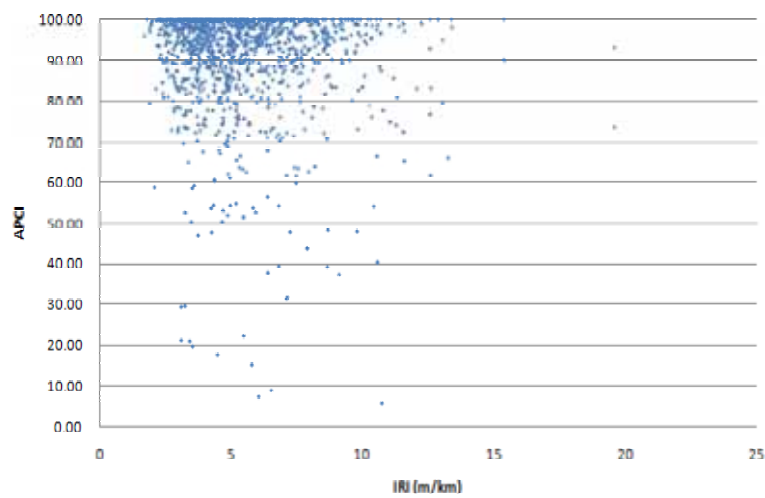


圖 6.4 測試路段IRI與APCI分佈圖

除上述基本資料探討外，進一步將測試路段分為內車道與外車道進行分析，圖6.5及圖6.6分別為內外車道之IRI與APCI累積曲線，由圖中可發現內車道之IRI明顯較外車道為低（較平坦），內車道平均為4.84 m/km，外車道則為6.18 m/km； APCI值部分，內車道平均為93.09，外車道則為90.42。全國鋪面管理系統中亦提供類似簡易之各車道IRI與APCI累積分佈圖，可供使用者快速瞭解目標路段中各車道之現況。

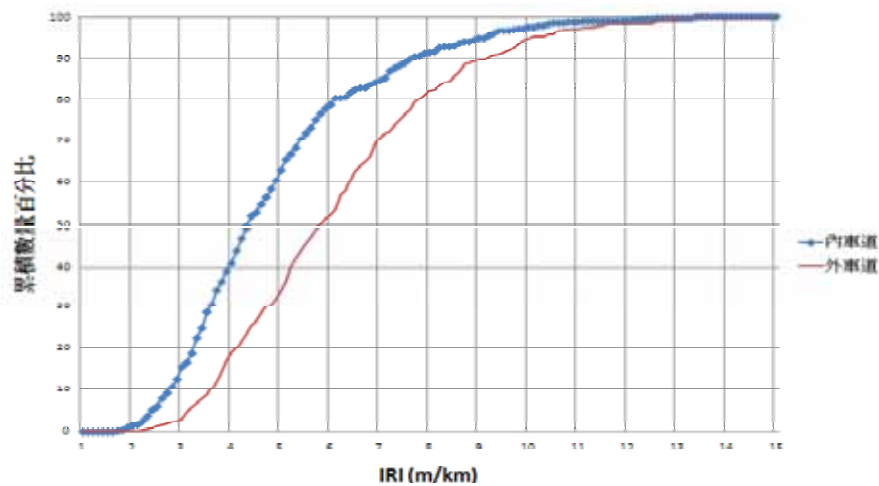


圖 6.5 測試路段內外車道IRI累積曲線

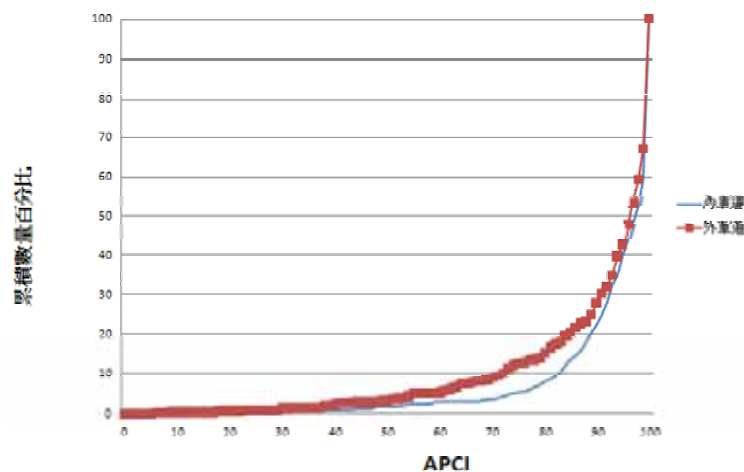


圖 6.6 測試路段內外車道APCI累積曲線

6.3 系統操作與功能確認

本研究依據系統功能規劃內容(請參考圖5.9全國鋪面管理系統功能架構圖)，建置全國鋪面管理系統，以提供全國道路鋪面養護管理單位(如：國道高速公路局、公路總局、內政部營建署、各地方政府養護單位等)，作為道路鋪面檢測資料收集，及鋪面養護排序管理之用，亦可作為合理妥善運用道路養護經費

之依據。未來更可提供各養護單位、國內外學術機構或主管機關等，作為道路鋪面研究之用。

本系統規劃之使用者群組：(1)養護單位(如：國道高速公路局、公路總局、內政部營建署、各地方政府養護單位等)；(2)管理單位(本所)。針對不同使用組群，系統將依據不同使用單位分別給予獨立之帳號密碼，其所匯入資料，無法跨單位瀏覽而有所區隔。管理單位可管理系統所有功能，包括瀏覽編修各養護單位提供之資料內容。

以下針對系統建置之功能內容，進行說明：

6.3.1 工程資訊運籌管理平台

本研究為整合各業務系統並支援後續系統開發需求，將採用Pcals工程資訊運籌管理平台為基礎建立養護入口網站(Protal)，同時授權於本專案中使用該平台，此平台在基礎架構上有以下重要功能：

(1) 工程管理資訊系統入口(Pcals Protal)

透過入口網站的規劃將各業務系統整合在一起，只要一次簽入經權限確認後就可使用授權的功能，在此環境各項業務因為透過整合的資料庫，可減少溝通的障礙加速業務處理的績效。平台可結合各式附加元件處理特殊的作業需求。請參考圖6.7全國鋪面管理系統入口網參考畫面。

(2) 權限管理元件

權限管理元件主要處理使用者在系統各模組的使用權限主要功能如下：

(a) 提供單一登入身分驗證流程標準化

(b) 提供標準化授權流程

(c) 管理範圍包括主系統及子系統。

運用過權限管理模組，管理人員可輕易的透過授權面定義每個群組及使用者對系統各模組的使用功能及範圍，未來可整合SSO或自然人憑證除增強權限管理功能外，更能簡化使用者的簽入系統與管理者的設定作業。

(3) 管理數位版

個人化網頁的設定介面，系統可依據權限的不同及使用者的喜好設定個人功能表與訊息區。主要目的在簡化管理者的作業畫面，讓查詢、統計、追蹤的介面集中控管方便管理者取得決策作業所需的資訊。

(4) XML交換元件

本研究依據計畫執行所制訂的標準交換格式，透過研究開發的標準交換系統解析與交換資料元件，旨在讀取標準的Xml格式文件或EXCEL常用格式，與資料庫之間的資料做交換。資料庫中的欄位亦可透過設定的方式達到與Xml或EXCEL標準格式彈性對應的目的，以降低因格式的版本修訂而需修改系統的風險。



圖 6.7 全國鋪面管理系統入口網參考畫面

6.3.2 道路鋪面資料維護作業

為建立全方位道路鋪面服務績效，全國鋪面管理系統之道路鋪面資料維護作業，將透過各路段之基本資料建立，提供新增、修改、刪除以及交換格式上傳之功能，詳細說明如表6-3所示，而各路段之檢測資料編修情形則如圖6.8。

表6-3 道路鋪面資料維護群組功能

使用者群組	養護單位、管理單位
輸入資料	道路鋪面檢測資料
使用功能	<p>(1) 路段列表：顯示目前資料庫之各路段列表，顯示內容包括：道路名稱、檢測路段起點、檢測路段終點及檢測日期等，並提供換頁之功能，以快速顯示多筆資料，節省查詢之時間。</p> <p>(2) 路段瀏覽狀態：提供使用者針對路段進行新增、修改及刪除等作業，並提供標準交換格式資料上傳，以提供快速資料匯入之功能。其路段基本資料內容包括以下</p>

	欄位資料，(如表 6.3.2-1 所示)。
(3)	檢測資料列表：針對選取之路段，可提供該路段之檢測資料，縣市內容包括：縣市別、鄉鎮別、里程(K)、檢測方向、平坦度(IRI)、鋪面損壞(PCI/APCI)、檢測車道、抗滑值、撓度、X座標及Y座標等。資料欄位內容請參閱第四章服務績效評量模式說明。

Figure 6.8 displays the '全國鋪面管理系統' (National Pavement Management System) interface. It is divided into three main functional areas:

- (1) Road Segment Selection:** A list of road segments with columns for road name, road type, and segment ID.
- (2) Detection Form:** A form for entering detection details, including road name, road type, road number, detection date, time, and vehicle type.
- (3) Detection Results Table:** A table showing the detection results for the selected segment, including metrics like IRI, PCI/APCI, and lane-specific data.

圖 6.8 道路鋪面資料維護作業畫面

交通量部份則須由檢測單位取得行駛於該路段之大型車、小型車與機車數量，再由系統內自行分別乘上2.0、1.0與0.5，並進行加總以得V(單位為PCU)。接著將各等級道路之設計容量乘上車道數便可得C(單位亦為PCU)，兩者相除即可得V/C。

為因應鋪面績效預測模式之發展建立，交通量部分則應再細分輸入大貨車、半聯結車與全聯結車的比例及其卡車因子，但因許多省縣市區道路並無地磅站，而難以獲得相關數據以求得卡車因子，故目前僅開放欄位以因應未來後續擴充與修正。

表 6-4 路段基本資料表

道路編碼	道路名稱	縣市別	鄉鎮別
路段等級	鋪面型態	車道數	主管機關
順向交通量(輛)/	順向交通量(輛)/	順向交通量(輛)/	逆向交通量(輛)/

大型車	小型車	機車	大型車
逆向交通量(輛)/ 小型車	逆向交通量(輛)/ 機車	檢測路段起點	檢測路段終點
檢測路段長度	檢測日期	檢測人員	大貨車比例
大貨車卡車因子	半聯結車比例	半聯結車卡車因子	全聯結車比例
全聯結車卡車因子	方向	展圖方式	

6.3.3 道路鋪面綜合評估作業

本模組之功能，在於計算各路段之檢測資料後，透過已建立之指標內容及計算邏輯，進行養護優選評估排序，並由使用者自行決定是否加入【交通量】之評估，進行養護路段優選運算排序，詳細群組功能如表6-5所示，實際畫面則為圖6.9。

表 6-5 道路鋪面綜合評估群組功能

使用者群組	養護單位、管理單位
輸入資料	無
使用功能	<p>(1) 道路檢測路段資料優選排序列表：本模組收集的指標包括道路鋪面表面損壞指標(APCI,PCI)、國際糙度指標(IRI)及交通量等評估資訊，並擬定優選排序邏輯，進行優選排序評估。交通量指標可透過系統自行決定是否加入計算，並提供資料列印功能。顯示內容包括：道路編號、道路名稱、方向、車道、檢測起點、檢測終點及檢測人員資料。</p> <p>(2) 檢測路段之每百公尺分段指標資料：資料內容顯示下列資訊，樁號、權重、平坦度(IRI)、平坦度權數、鋪面損壞(PCI/APCI)、鋪面表面損壞權數等。</p>

道路鋪面綜合性評估

一旦交通量加入評估如果沒有值，系統會自動將權重設定為1

☐ 交通量不加入評估
 ☒ 交通量加入評估

☒ IRI與APCI一起評估
 ☐ 僅評估IRI
 ☐ 僅評估APCI

縣市別

請選擇

鄉鎮別

請選擇

列印

查詢

圖資展繪

勾選要進行排序的路段

排序>>

樁號	道路名稱	方向	車道	樁號	權重	平坦度 (IRI)	平坦度 權數	鋪面破壞 (PCI/APCI)	鋪面表面 損壞權數	檢測 起點	檢測 終點
0K+200	和平西路	順向	1	0K+200	0.88	7.12	1.00	31.23	1.00	中華路二段	基隆路
0K+400	和平西路	順向	2	0K+400	0.88	6.82	1.00	39.44	1.00	中華路二段	基隆路
0K+500	和平西路	順向	2	0K+500	0.88	10.75	1.00	5.55	1.00	中華路二段	基隆路
0K+600	和平西路	順向	2	0K+600	0.87	10.58	1.00	40.36	0.99	中華路二段	基隆路
1K+000	和平西路	順向	2	1K+000	0.67	6.82	1.00	54.22	0.53	中華路二段	基隆路
0K+100	和平西路	逆向	1	0K+100	0.58	6.05	1.00	7.31	1.00	中華路二段	基隆路
0K+100	和平西路	逆向	2	0K+100	0.58	6.53	1.00	8.86	1.00	中華路二段	基隆路

☐ R12 八德路
☐ R01 中華路二段
☐ R09 秀明路
☒ R03 和平西路
☒ R04 忠孝東路
☐ R11 承德路
☐ R13 南京東路
☐ R06 建國南路
☐ R08 桃園(1)
☐ R10 國(2)
☐ R05 復興北路

圖 6.9 道路鋪面綜合評估作業畫面

6.3.4 道路鋪面評估統計圖表作業

透過鋪面養護指標統計，使用者可針對各路段產生相關圖表，以視覺化方式呈現道路鋪面服務績效，作為決策與預算編列調整之評估基準(表6-6)。提供指標圖表包括：IRI分佈圓餅圖、APCI分佈圓餅圖、IRI累積區段百分比圖、APCI累積區段百分比圖、IRI區段分佈長條圖、APCI區段分佈長條圖(圖6.10)。

表 6-6 道路鋪面綜合評估群組功能

使用者群組	養護單位、管理單位
輸入資料	無
使用功能	(1) 評估統計圖表統計範圍：可針對評估統計對象，選擇全部範圍、或指定道路。 (2) 指標圖表功能：IRI分佈圓餅圖、APCI分佈圓餅圖、IRI累積區段百分比圖、APCI累積區段百分比圖、IRI區段分佈長條圖、APCI區段分佈長條圖。

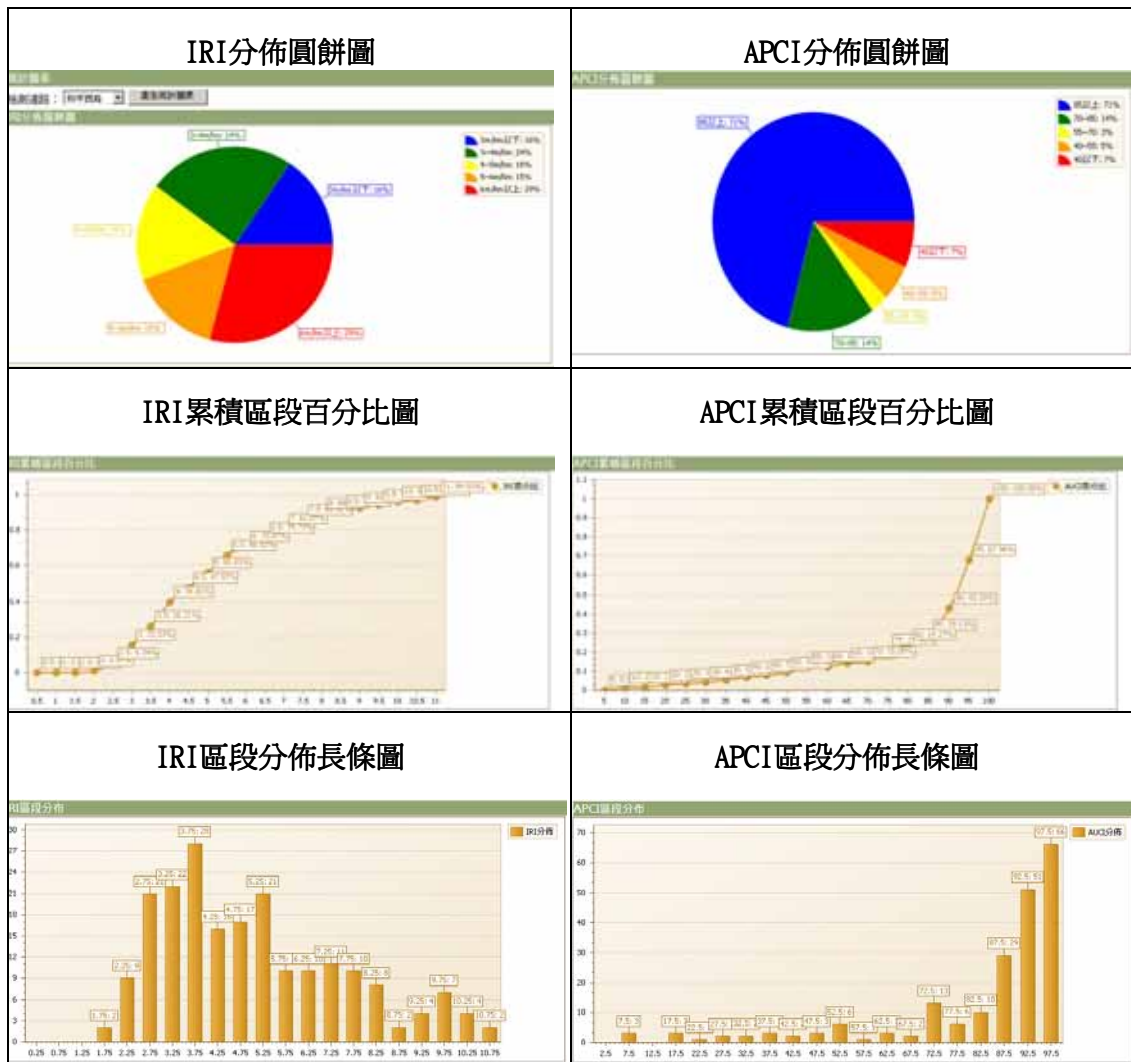


圖 6.10 道路鋪面評估指標圖表

6.3.5 降雨及溫度資料維護作業

道路養護的基礎資料中，該地區降雨及溫度資料，也是決定鋪面績效預測模式優劣的重要因素之一。因此建立鋪面服務績效資料庫的同時，也應同時保留相關的環境氣候影響因子資料(圖6.11)，本作業目標以建立道路基本環境氣候資料之管理介面，資料採用人工輸入方式或由系統自行擷取氣象局網站資料(表6-7)。

表 6-7 降雨及溫度資料維護群組功能

使用者群組	養護單位、管理單位
輸入資料	地區/月份之降雨及氣溫資料
使用功能	(1) 地區管理功能：透過地區管理列表，作為資料儲存之主要分項，其內容包括：年度、月份、縣市別及鄉鎮別。

	(2) 地區氣候詳細內容：針對選取之地區，提供其基本資料之新增、修改、刪除等功能，亦可透過氣象網站進行資料匯入，免除人工輸入之缺點。其涵蓋之屬性欄位包括：年度、月份、縣市別、鄉鎮別、降雨日數、降雨量、月均溫、最高溫、及最低溫等。
--	--

圖 6.11 降雨及溫度資料作業畫面

6.3.6 道路鋪面績效GIS展示作業

道路鋪面服務績效資料展示，透過本所95年8月路網數值圖1.3版1/5,000圖資，結合路段檢測資料，進行養護鋪面區塊100公尺切割，展繪於Google Map的圖資介面，以視覺化方式呈現道路服務品質狀況，讓使用者可以取得更明確直覺的道路服務績效資訊(圖6.12與圖6.13)，詳細功能說明如表6-8所示。

表 6-8 道路鋪面績效GIS展示群組功能

使用者群組	養護單位、管理單位
輸入資料	無
使用功能	<p>(1) Google Map展示畫面：結合Google Map API，以顏色方式呈現各路段指標程度，可即時化移動地圖圖面、縮放顯示比例，並以衛星圖層顯示相關畫面，提供完整的GIS呈現方式。</p> <p>(2) 路段檢測項目展繪功能：針對檢測路段、方向、車道數及檢測項目，進行選取並展繪於Google Map圖層，可直接選取養護鋪面區塊資訊，抑或直接點選Google Map圖面路段，以獨立顯示其檢測數據(如圖6.3.6-2)。</p>



圖 6.12 GIS展繪資訊畫面



圖 6.13 鋪面資料展示作業畫面

6.3.7 系統維護管理作業

全國鋪面管理系統，以資訊安全、層級管控及流程管理目標，建立單一養護入口網站，提供未來登入使用之權限使用管理。以下將以表6-9所列分項說明之。

表 6-9 系統維護管理群組功能

使用者群組	管理單位
輸入資料	使用者資料、功能權限資料、系統公告資訊
使用功能	(1) 使用者資料管理：提供系統管理者人員新增、刪除及修改使用者個人資料的功能，包含使用者帳號、密碼、姓名、電話、e-mail、單位、職稱及使用者層

	<p>級等資料，並依據使用層級不同提供符合所需功能。</p> <p>(2) 使用功能清單設定：系統需能自動判釋使用者身份並予以分級，針對不同層級設定使用的功能及對資料可編輯及查詢功能的限制。</p> <p>(3) 系統公告管理：系統管理人員可由此功能輸入最新訊息，並提供系統更新訊息與最新資料下載的管道。</p>
--	--

1. 使用者資料管理：

- (1) 人員管理：提供管理人員建立系統使用者資料包括使用者資料瀏覽與資料維護。

訊息欄：

使用者編號 使用者姓名

使用者編號	使用者姓名	在職狀況	詳細資料
0106	第一區養護工程處、基隆福隆段公路新建工務所	<input type="checkbox"/>	使用者編號：0200102 使用者姓名： <input type="text"/>
0200	第二區養護工程處	<input type="checkbox"/>	聯絡電話： <input type="text"/> 行動電話： <input type="text"/>
0200101	王清和	<input checked="" type="checkbox"/>	密碼： <input type="text"/> 確認密碼： <input type="text"/>
0200102	蕭淑卿	<input checked="" type="checkbox"/>	電子郵件： <input type="text"/> 在職狀況： <input checked="" type="checkbox"/>
0200301	詹永振	<input checked="" type="checkbox"/>	備註說明： <input type="text"/>
0200302	李望	<input checked="" type="checkbox"/>	部門或群組名稱： <input type="text"/> 部門/群組： <input type="text"/> 處理： <input type="text"/>
0200303	李煥典	<input checked="" type="checkbox"/>	部門或群組： <input type="text"/> 名稱： <input type="text"/>
0200304	李西堂	<input checked="" type="checkbox"/>	第二區養護工程處 部門 開
0200305	李俊欣	<input checked="" type="checkbox"/>	工程處管理人員 群組 開
0200306	吳從龍	<input checked="" type="checkbox"/>	更新 取消

圖 6.14 個人資料建置參考畫面

- (2) 部門管理：採用階層式架構管理組織資料提供管理者建立各組織點資料，並可於組織點設定並檢視部門相關人員。

訊息欄：

規劃組
 規劃組-規劃科
 規劃組-規劃科
 規劃組-工程設計科
 規劃組-測設科
 規劃組-資料科
 規劃組-環境工程科
 新工組
 新工組-施工科
 新工組-工專科
 新工組-設計科
 養路組
 養路組-養護科
 養路組-養護工程科
 養路組-交通工程科
 養路組-管理科
 養路組-景觀科
 用地組
 會計室

部門資訊			
編輯 刪除	部門編號	部門名稱	養路組-養護科
	A030100		
	經管部門		
	部門主管	林天祿	

部門使用者			
使用者編號	使用者名稱	處理	插入 取消
00009999	林天祿	開	
C101	養路組-養護科	開	

圖 6.15 部門設定參考畫面

2. 使用功能清單設定：

- (1) 工作群組設定：提供管理者設定按工作業務特性建立工作群組，以利系統進行功能授權處理依據群組進行區分處理。

訊息欄：
群組設定 | 權限設定

群組資訊		
群組編號	群組名稱	群組編號 MO 群組名稱 工程處管理人員
MO	工程處管理人員	
選取 MO21	二工工程考工	
選取 SA	系統管理	
選取 USER	系統使用者	

群組使用者		
使用者編號	使用者名稱	處理
0200101	王清和	開
0200102	蕭淑卿	開
9902	二工管理測試員	開
9903	三工管理測試員	開
9904	四工管理	開
9905	五工管理	開

圖 6.16 工作群組設定參考畫面

- (2) 權限設定：可提供管理者針對各子系統功能分別指派給不同的組織點(部門)或工作群組進行功能授權作業。

訊息欄：
群組設定 | 權限設定

群組功能列表		
系統名稱	系統維護管理	
交通公路總局	<input type="checkbox"/> A030200 養路組-道路工程科 <input type="checkbox"/> A030300 養路組-交通工程科 <input type="checkbox"/> A030400 養路組-管理科 <input type="checkbox"/> A030500 養路組-景觀科 <input type="checkbox"/> A040000 用地組 <input type="checkbox"/> A110000 會計室 <input checked="" type="checkbox"/> MO 工程處管理人員 <input type="checkbox"/> MO21 二工工程考工 <input checked="" type="checkbox"/> SA 系統管理 <input type="checkbox"/> USER 系統使用者 <input type="checkbox"/> 52242444 臺灣省自來水股份有限公司 <input type="checkbox"/> 03795904 臺灣電力股份有限公司 <input type="checkbox"/> 96979933 中華電信股份有限公司	

圖 6.17 權限設定參考畫面

3. 系統公告管理：

全國鋪面管理系統

開始日期： 結束日期： 訊息類別： 全部

標題	內容	開始日期	結束日期	訊息類別	編輯	刪除	複製
市區道路養護通報暨進度查詢操作說明	市區道路養護通報暨進度查詢操作說明	0970613	0970613	系統相關文件下載	編輯	刪除	複製
人行道路設施通報操作說明	人行道路設施通報操作說明	0970531	0971231	系統相關文件下載	編輯	刪除	複製
無法列印報表之解決方式	無法列印報表之解決方式	0970531	0971231	系統相關文件下載	編輯	刪除	複製
設施資料交換檔	設施資料交換檔	0970531	0971231	系統相關文件下載	編輯	刪除	複製

圖 6.18 系統公告作業參考畫面

6.4 教育訓練 課程規劃與執行

本系統以前述內容具體完成建置後，為推廣鋪面管理之概念與展示本系統各項功能，遂舉辦教育訓練課程並函邀國內各級道路主管機關相關人員參加，報名單位包括國道高速公路局、內政部營建署、公路總局、臺北市政府、基隆

市政府、桃園縣政府、新竹市政府、台中縣政府、彰化縣政府與嘉義縣政府等共計十個單位。課程內容包含三階段（如表6-10），首先針對全國鋪面管理系統建置背景、內容規劃與養護優先排序之概念進行說明，並與與會單位進行意見交流；第二階段則為介紹本系統之操作方式，包含資料匯入、編修、管理、養護排序功能操作、統計圖表繪製及鋪面績效GIS展繪。最後再以本章前兩節所提及之五條實際檢測路段為例，透過實際數據輸入與應用分析提高與會者對於本系統操作能力，以達本教育訓練課程之目的。課程召開情形如圖6.19所示。

表 6-10 訓練課程時程表

時間	內容
14:00-14:30	全國鋪面管理系統建置背景、內容與養護優先排序概念說明。
14:30-14:50	意見交流
14:50-16:00	系統操作說明（包含：資料輸匯入作業、養護排序功能操作、統計圖表繪製與 GIS 展繪功能）及實例操作
16:00-16:30	綜合討論



圖 6.19 全國鋪面管理系統教育訓練課程實況

本次教育訓練中，各單位於綜合討論階段中對於系統資料匯入、鋪面績效檢測方式及養護優選排序等三方面提出各項意見，相關回應簡述如后。至於詳細之教育訓練課程意見與回覆請見附件四。

1. 各單位多表示希望本系統能設法簡化資料匯入程序，如檢測道路名稱欄位

是否可改為下拉式選單以及可否以自動化上傳方式進行資料匯入等。針對此部份之意見，本系統於課程結束後即已針對現行使用鋪面管理系統之單位開發轉檔功能，新使用者則可於本系統頁面中下載統一資料格式，並可透過excel格式進行資料格式統一化作業以利後續數據自動化上傳。另一方面，為便利手動輸入路段數據之使用者，本系統可將檢測道路名稱欄位改為下拉式選單，但須考量本所提供之圖資與該單位提供之路段名稱必須一致，以免後續無法展繪於圖資上。

2. 在鋪面績效檢測方式方面，各單位對於平坦度檢測方法、孔蓋排除與否及檢測時機等問題仍有所疑惑。為確保本系統於後續數據比對分析與排序作業結果之正確性與合理性，建議各單位可盡量利用清晨或深夜進行路段平坦度檢測，以減少車流對檢測過程之影響，同時亦有不影響正常交通之優點；而孔蓋之排除與否應視其檢測目的而定，若欲呈現用路人的舒適性感受，建議可將人手孔蓋納入檢測範圍，毋須額外排除，以反應出用路人之真實感受，但若欲進行道路平坦度驗收，則建議不將孔蓋納入，較能確保其驗收公平性以減少爭議。最後根據國外之檢測經驗，其作法為每年進行一次鋪面資料數據之收集，並於固定時間內完成，建議國內各單位可參考其做法，於短時間內進行各項調查，以因應下一年度整體養護經費之編列與養護優選排序之公平性。
3. 在養護優選排序方面，各單位之意見包含將民眾反映納入優選因子、優選因子選擇性與路段排序母體選擇性等。由於本系統之評估因子皆為根據檢測結果計算之參數，以呈現客觀評估之結果，因此若將民眾反映加入作為影響因子，雖亦可反應部分用路人之感受，但因卻乏客觀量測數據，不適合做為客觀排序模式之因子，因此建議可以其他經費進行專案辦理以為民眾反映案件之處理作法，而一般性的路網層級養護排序則可利用本管理系統進行排序。至於優選因子選擇性與路段排序母體選擇性亦已於課程結束後隨即完成功能新增與修正。

第七章 結論與建議

7.1 結論

本研究回顧國內外鋪面管理系統之評估方式與系統特色，並針對國道高速公路局、桃園縣政府、臺北市政府及公路總局等四個國內目前正使用鋪面管理系統之單位進行訪談，了解其系統開發背景、使用情況、鋪面績效數據蒐集方式以及應用情形；此外，本研究執行期間，亦邀集營建署、高公局、公路總局與部分縣市政府參與全國鋪面管理系統整合規劃座談會，針對全國鋪面管理系統整合規劃內容與架構進行討論，了解各單位對於鋪面管理系統功能定位、績效檢測現況與數據應用情形及鋪面績效評估方式，做為本研究建置鋪面管理系統之基礎。以下為本案所完成之具體成果與結論：

1. 為符合國內檢測環境之限制與技術發展之現況，完整之鋪面管理系統雖須包含多項鋪面績效評估指標，以利後續養護作業之決策，但目前各單位多以平坦度及表面損壞檢測為主，因此於本鋪面管理系統開發中即採用此兩項指標作為鋪面狀況評估及養護路段優先排序之依據，其相對應之整合權重及交通量對排序之影響均留有使用者變動自主權。
2. 傳統使用之鋪面狀況指標PCI需仰賴人工方式進行目視檢測，由於其對於人力需求相當大，因此無法確實應用於路網，亦無法進一步進行完整之養護路段排序；而目前自動化鋪面損壞檢測儀仍於發展階段，僅可進行UCI之辨識，無法以自動化方式進行完整PCI之辨識與計算；對此，本研究考量兩指標之異同及目前道路之損壞現況，發展出轉換公式將UCI轉換為「應用PCI（APCI）」後，再進行路段分析及排序工作。
3. 本研究針對目前已有鋪面管理系統之上述受訪四單位建立專屬帳號，供其管理者進入本系統進行資料匯入與管理，並於取得其標準資料格式後，個別針對不同單位開發轉檔功能以利資料轉入本系統。至於目前尚未使用鋪面管理系統之單位，則需遵循研究團隊所建立之制定格式，蒐集各項相關數據以利資料匯入。
4. 本鋪面管理系統建置初期，原規劃以地理資訊座標協助區塊位置定位，以進行動態虛擬評量區塊功能之開發與研擬，並藉此與鋪面服務績效資料進行連結。但由於受限於現有國內道路養護單位之檢測資料，尚未全面化提供地理資訊座標之數據；且以現行技術與科技而言，實體區塊劃

分之分析與儲存方式短期內並不會造成系統或資料庫之負擔。有鑒於此，本系統以「養護鋪面區塊」作為劃分各路段檢測資料儲存之基本單位，並配合展繪路網資料與檢測紀錄數據於圖資上，並已完成未來相關座標欄位之擴充與檢測紀錄方式之建議，期能藉由現有養護單位資料之配合，逐步完成全方位鋪面管理系統建置之構想。

5. 全國鋪面管理系統除資料庫功能外，亦具備將路網或路段績效數據展彙於圖資之功能，可將平坦度、表面損壞與抗滑等三項鋪面績效數據依其不同之分級門檻與標示方式繪製於圖資，同時系統內亦提供簡易統計圖表功能，以便使用者與民眾得以快速瞭解整體鋪面情況。
6. 為因應未來鋪面績效預測模式之建立，全國鋪面管理系統特增設溫度、降雨及重車交通量等欄位，其中交通量部分亦增設大貨車、半聯結車與全聯結車之比例與其卡車因子，使整體格式更為完善。
7. 全國鋪面管理系統涵蓋國道、省道、縣道以及市區道路等不同等級屬性之道路，考量其於鋪面平坦度之等級要求不盡相同，因此本研究利用過去大範圍數據蒐集結果，建立各道路等級之平坦度養護優選門檻，再結合鋪面損壞指標以及道路使用需求度進行養護路段之舒適性排序。
8. 本研究收集臺北市市區道路近90車道公里之平坦度、鋪面損壞資料及交通量資料進行全國鋪面管理系統之測試，顯示該系統可如預期進行設定之各項功能，如資料儲存、圖資展繪與養護路段排序之功能。

7.2 建議

1. 全國鋪面管理系統之建置目的為建立一人性化且符合實用性之鋪面管理系統，提供資料蒐集、查詢、彙整分析、及分享等功能，然實際應用時仍需各養護單位長期之配合，即針對管轄範圍內之道路進行定期資料收集，方可確實達到分享之功能，因此建議可加強落實系統化鋪面養護管理之理念，以達成中央與地方、政府主管與民間施工者、管理者與使用者三向雙贏之效果。
2. 為使本系統之養護排序綜合評估指標計算上更具合理性與代表性，建議後續可透過大樣本的實測數據蒐集，配合針對用路人與道路主管機關工程人員之專業看法進行意見收集、分析及合併研究後以取得平坦度與表面損壞，以及鋪面工程性指標和道路重要性指標之相關性與權重比例，以強化養護優選排序之邏輯性。

3. 鋪面管理系統成功之關鍵除了妥善之養護管理邏輯外，更須有可靠、定期且大規模之路網檢測數據方可持續運作，而上述數據則需仰賴自動化檢測設備之輔助方可達成。但雖然目前國內針對慣性式雷射平坦儀之檢測原理、技術與開發能力雖已有相當成果，然評估道路表面損壞所採用之鋪面損壞檢測儀則仍不普及且難以突破關鍵技術之開發與檢測環境之限制，因此為落實系統化之鋪面管理，在近期內各級道路檢測建議可考慮採委外勞務採購方式或小額經費試辦方式，一方面可逐步推動鋪面管理系統之執行，另一方面則可刺激國內檢測市場之發展；在中期之技術發展上，建議應針對鋪面損壞檢測儀進行研究與更多實測，以便使全國鋪面管理系統更為完善。
4. 本全國鋪面管理系統目前規劃以免費方式提供各道路主管機關使用，期各縣市政府能踴躍使用並提供改善建議與其餘功能需求，以利進行系統之更新改善。

參考文獻

1. 交通部運輸研究所, 「國內外鋪面管理系統評估比較之研究」。民國93年1月。
2. 交通部運輸研究所, 「公路績效監測技術研發—公路鋪面管理系統整合與建置計畫」。民國95年4月。
3. 交通部運輸研究所, 「公路績效監測技術研發—公路養護管理績效監測系統整合計畫」。民國95年8月。
4. 交通部運輸研究所, 「鋪面養護資料檢測與管理標準化之研究」。民國97年12月。
5. 交通部運輸研究所, 「強化公路鋪面品質整合型計畫-道路養護品質知識管理之研究」。民國97年11月。
6. Guidelines on Pavement Management. 1990, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., USA.
7. AASHTO Guidelines for Pavement Management Systems. 1990, American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington D.C., USA.
8. Haas, R., W. Ronald Hudson, and John Zaniewski, Modern pavement management. 1994, Malabar, Florida, USA.: Krieger Pub. Co.
9. Shahin, M.Y., Pavement management for airports, roads, and parking lots. 1994, New York, USA.: Chapman & Hall Co.
10. 吳學禮, 「臺灣地區建立鋪面管理制度之急迫性」。中華道路第四十一卷第二、三期, 民國91年10月: p. 9-17.
11. Pavement Management System -The Washington State Experience. 2008, FHWA IF-08-010.
12. LTPP計畫首頁, <http://www.tfhr.gov/pavement/ltp/ltp.htm>.
13. 李英豪、張德文, 「臺灣地區鋪面工程之研究與展望」。鋪面工程第一卷第三期, 民國91年10月: p. 80-101.
14. Mn/DOT Distress Identification Manual. February, 2003, Minnesota Department of Transportation.
15. 周家蓓, 「市區道路管理維護與技術規範手冊」。民國91年2月, 內政部營建署委託研究計畫。
16. 李怡萱, 「市區道路平坦度檢測標準及其於養護排序模式整合之應用」。民國93年6月, 國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
17. Kelvin C.P. Wang, C.N., Chad Mackey, Weiguo Gong, David Wilson, Mark Evans, and Jerry Daleiden. Network Level Crack Survey with the Automated Real-Time

- Distress Analyzer. in Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. 2003.
18. Standard Technology Relating to Travelled Surface Characteristics. 1993, ASTM Standard E867-92b, Annual Book for ASTM Standards, Section 4, Volume 04.03.
 19. Hudson, W.R. Road roughness: It's Element and Measurements. in Transportation Research Record, Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C. 1981.
 20. 中國生產力中心，國立臺灣大學、嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心，「市區道路管理維護與技術規範手冊研究－鋪面平坦度檢測與調查(第二期)」，民國92年6月，內政部營建署委託研究計畫。
 21. 呂佳玲，「市區道路平坦度評估準則之探討」。民國92年6月，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
 22. 陳弘章，「應用慣性式平坦儀量測數據於道路整建平坦度驗收之研究」。民國95年6月，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
 23. Roadware公司網站, <http://www.roadware.com/>.
 24. ARRB公司網站, <http://arrb.com.au/>.
 25. Waylink公司網站, <http://www.waylink.com/>.
 26. Communications公司網站, M., <http://www.mandli.com/>.
 27. Greenwood公司網站, <http://www.greenwood.dk/profilograph.php>
 28. Phoenix Scientific公司網站, <http://www.phnx-sci.com/>
 29. 周進發，「市區道路平坦度調查分析及劣化模式構建-以臺北市為例」。民國92年6月，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
 30. 賴森榮、侯羿，「臺灣區高速公路路面養護管理系統」。民國77年，財團法人臺灣營建研究中心。
 31. 侯羿、周家蓓、劉明仁，「中山高速公路路面養護管理系統電腦實務運用」。民國87年12月，國道高速公路局委託研究報告。
 32. 周家蓓，「市區道路鋪面養護管理系統建立之研究」。民國81年10月，交通部運輸研究所研究報告。
 33. 周家蓓、許添本，「臺北市道路系統養護管理策略之研究」。民國82年6月，臺北市政府養工處委託研究報告。
 34. 周家蓓，「市區道路鋪面管理維護系統之推廣維護與建置計畫」。民國93年12月，內政部營建署委託計畫。
 35. 中國生產力中心，「市區道路鋪面養護制度推廣維護」。民國94年，內政部營建署委託研究計畫。

36. 中國生產力中心，「宜蘭縣公共道路及管線資訊系統」。民國94年，宜蘭縣政府委託計畫。
37. 國立臺灣大學，「建立市區道路補助作業評比機制」。民國94年9月，內政部營建署委託研究計畫。
38. 國立臺灣大學，「市區道路平坦度檢測實施計畫之研究」。民國95年，內政部營建署。
39. 國立臺灣大學，「市區道路養護管理績效考評制度之建立-考評報告」。民國97年2月，內政部營建署委託研究計畫。
40. 中國生產力中心，「道路鋪面管理系統建置計畫工程」。民國98年，南投縣政府委託計畫。
41. 周家蓓，「臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究」。民國82年8月，交通部運輸研究所研究報告。
42. 林志棟、周家蓓、曾國雄、黎漢林，「路面管理系統建立之研究」。民國89年，臺灣省公路局合作研究計畫。
43. 交通部運輸研究所，「強化公路鋪面品質整合型計畫-道路養護品質知識管理之研究」。民國97年11月。
44. 周家蓓，謝尚賢，詹穎雯，「建置中正機場跑、滑道及停機坪版塊專家系統」（第一期研究）。民國89年12月，交通部民用航空局中正航空站委託研究計畫。
45. 周家蓓，謝尚賢，詹穎雯，「建置中正機場跑、滑道及停機坪版塊專家系統」（第二期研究）。民國90年12月，交通部民用航空局中正航空站委託研究計畫。
46. 國立中央大學土木工程研究所，「機場鋪面專家維修系統建立之研究」。民國91年5月，交通部科技顧問室。
47. 藍志雄，「柔性鋪面養護週期與資料查詢系統建立之研究-以宜蘭縣為例」。民國86年，國立中央大學土木工程研究所碩士論文。
48. 黃山琿，「馬可夫鍊理論在鋪面管理系統中之應用」。民國87年，國立成功大學土木工程研究所碩士論文。
49. 張家瑞，「建立臺灣地區瀝青路面網級養護管理系統—以公路局中壢工務段為例」。民國90年，國立中央大學土木工程研究所博士論文。
50. 盧中強，「鋪面路網資料庫與地理資訊化系統架構之研究」。民國90年，淡江大學土木工程研究所碩士論文。
51. 張其教，「柔性路面網級養護管理維修系統建立之研究」。民國91年，國立中央大學土木工程研究所博士論文。
52. 國立臺灣大學土木工程研究所，「臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究(第二期)」。民國82年10月，交通部運輸研究所。

53. 許阿明,「柔性路面破壞之個案調查」. 民國91年,中華大學土木工程學系碩士班碩士論文.
54. 鄭昇旭,「柔性鋪面評分之探討--以高雄市中鋼路為例」. 民國91年,國立屏東科技大學土木工程系碩士班碩士論文.
55. 許貴棠,「電腦化鋪面破壞檢視系統之建構」. 民國89年,淡江大學土木工程研究所碩士論文.
56. 國立臺灣大學土木工程研究所,「市區道路鋪面績效自動化檢測與評估模式之建立成果報告」. 民國97年12月,內政部營建署委託研究計畫.
57. 張紹晃,「鋪面服務力指標構建方法之研究」. 民國88年,國立交通大學交通運輸研究所碩士論文.
58. 張之明,「建立市區道路鋪面PCI值之管理維護機制之研究」. 民國92年,國立臺北科技大學土木與防災技術研究所碩士論文.
59. 姚志廷,「以國際糙度指標分析網級柔性鋪面養護最適化之研究」. 民國90年,國立中央大學土木工程研究所碩士論文.
60. 洪政乾,「鋪面路網維修管理策略最佳化之研究」. 民國90年,淡江大學土木工程研究所碩士論文.
61. 侯洸廷,「灰預測理論於鋪面評估之應用」. 民國91年,國立成功大學土木工程研究所碩士論文.
62. 林勝傑,「類神經網路與馬可夫鍊理論於鋪面狀況評估之應用」. 民國90年,國立成功大學土木工程研究所碩士論文.
63. 洪境聰,「柔性鋪面現況服務力指標與預測模式建立之研究」. 民國89年,國立中央大學土木工程研究所碩士論文.
64. 潘格平,「以鋪面家族理念構建鋪面績效預測模式」. 民國88年,國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文.
65. 國立臺灣大學,「市區道路平坦度檢測實施計劃之研究-服務建議書」. 民國94年8月,內政部營建署委託研究計畫.
66. 國立中央大學,「鋪面維護管理系統之建立」. 民國93年8月,桃園縣政府交通局委託研究計畫.
67. AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, W.D.C. American Association of State Highway and Transportation Officials, USA. 1993.
68. 交通部運輸研究所,「2001年臺灣地區公路容量手冊」. 民國90年3月.
69. 內政部營建署,「市區道路工程規劃及設計規範之研究」,民國90年12月
70. 葛孝萱,「鋪面績效整合與孔蓋平坦度特徵之研究」. 民國97年,國立臺灣大學土木工程研究所碩士論文.



附件 1：全國鋪面管理系統整合規劃座談會會議紀錄

日期：2009/ 04 / 29 PM0230 ~ PM0500

主持人：周家蓓教授

參與人員：內政部營建署道路工程組、交通部台灣區國道高速公路局、交通部公路總局、桃園縣政府交通處、台北縣政府工務局、宜蘭縣政府工務處、交通部運輸研究所、儀衡工程科技股份有限公司、中國生產力中心、國立臺灣大學研究團隊

地點：交通部運輸研究所 5 樓會議室

紀錄：黃君凱

議程

所需時間	內容	題綱	進行人員
30 分鐘	簡報	報告本計劃之背景、目的、系統規劃架構、現行系統整合可行性及執行構想	計劃執行團隊
60 分鐘	討論	1. 鋪面服務績效評量 2. 鋪面養護管理應用 3. 動態評量區塊劃分機制 4. 鋪面管理系統資料交換格式 5. 系統願景(一)整合養護便民服務管理 6. 系統願景(二)整合道路設施管理	所有與會人員
30 分鐘	討論	綜合討論	所有與會人員

會議內容

發言人		提問、意見或回覆
	周家蓓教授 盧崇仁協理	1.本計劃之背景、目的、系統規劃架構、現行系統整合可行性及執行構想簡報。 (略)
1.	內政部營建署 道路工程組 張之明課長	1.未來在系統之定位，各部會應排除本位主義，以民眾的角度為基礎。 2.鋪面績效評估方面，應由各道路所屬之管理單位自行訂定績效。 3.營建署會全力配合交通部對於系統整合之進行，提供所需的系統資料數據。期望可將都市計劃區外且無公路編號之道路所產生的管理方面之衝突點一併整合。 4.全國鋪面資訊交換中心所屬之單位須有明確的定位。 5.藉由全國鋪面管理系統，可提供各鄉鎮縣市政府道路狀況之資訊，並指出下一年度針對路網層級之養護所需加強之處。
2.	國道高速公路局 工務組 陳順興科長	1.期望藉由本次計劃，可把全國鋪面、道路之管理系統做一概的整合。高公局將全力配合計畫的執行。 2.高公局本身有抗滑儀、平坦儀以及撓度儀，撓度儀在去年三月損壞所以在今年有關道路撓度數據的收取暫時停滯。 3.未來針對抗滑儀、平坦儀及撓度儀三項儀器建立績效之標準。在新建之系統中加入抗滑與撓度數據。
3.	周家蓓教授	1.高公局目前以何種方式應用收取得來之資料？

4.	國道高速公路局 工務組 陳順興科長	1.目前平坦儀及抗滑儀未有一檢驗之標準，因此僅有初期校正之功能，並且定期在所有轄區內紀錄其數值存放於高公局之內網中，供局內做初步研判。 2.儀器方面也未有專家協助進行校正或更新的工作，收取的數據經研判出許多錯誤的地方，因此無法做為一政策性的指標。 3.期望可藉由本計劃請台大團隊協助校正高公局之儀器，確立儀器之可信度。
5.	周家蓓教授	1.請公路總局分享對於鋪面資料分析方面之心得或針對鋪面管理系統功能性及指標上之應用提出建議。
6.	交通部公路總局 楊富程工程司	1.今年已是第三年對於轄區省道、縣道 IRI 及車轍之檢測，以提供公路總局及各轄區工程處做為參考。 2.目前收取之數據僅做簡單之排序作業，以尋找出檢測結果較差之路段，並未將其做為養護之依據。 3.目前在檢測車上加裝路況攝影機，但是尚未能與 GPS 結合，期望藉本計劃讓硬體之功能得以提升。 4.有將近兩年收取的數據交予運研所，期望運研所可將其做更進一步之運用。
7.	周家蓓教授	1.本次計劃中，生產力中心負責建置將各單位數據及輸入資料整合之介面平台，藉此使各單位有所交流。期望各單位可提供各自系統內之資料格式給生產力中心，以達到資料統整、共享之功能。 2.請公路總局分享道路車轍檢測之心得及提供相關建議。
8.	交通部公路總局 楊富程工程司	1.參考美國 PQI (鋪面品質) 指標，主要以 IRI 值及車轍做為其指標根據，但往往因車轍值變化過大造成 PQI 值可信度下降。原因在於車轍檢測時，常因駕駛之習慣、檢測車懸吊系統及定位校調而影響到車轍值之數據，因此，數據統計分析目前是以 IRI 為主。
9.	周家蓓教授	1.請高公局及公路總局分享目前國道以及省道之 IRI 值之範圍。
10.	國道高速公路局 工務組 陳順興科長	1.國道平坦度早期是使用梅氏指標，現在所使用的為 IRI，高公局於國道所量測出之 IRI 值範圍在 1 至 20m/km 之間，地點集中於岡山段與內湖段；其他路段如二高的部分 IRI 值在 7 至 8m/km 之間。經專家研判高公局所使用的平坦儀呈現不穩定之狀態，因此數據不適用於學術研究。 2.目前高公局有一個專職單位負責 IRI 數據之分析，因此僅做數據之收取。未來高公局計劃培育專精 IRI 分析之工程師。
11.	周家蓓教授	1.台灣大學團隊願意協助高公局做儀器之校正。
12.	交通部公路總局 第一區養護工程處 陳弘翰主任	1.關於省道第三次 IRI 檢測時最高值達到 9.67m/km 左右；IRI 大於 7m/km 的比例大約在 5%至 6%，多半位於山區道路如台 9 線甲或台 7 線 50k 至 60k 左右之路段 IRI 值特別高；而 IRI 值較高路段速限大多在每小時 30 公里左右。 2.在第二次 IRI 值檢測時最高值達約 13m/km，位置亦為該山區路段，目前公路總局尚未找出在兩次檢測中 IRI 值下降之原因。 3.目前檢測 IRI 之儀器並未經過維修，而收取之數據依然做為道路養護層級之參考數據。
13.	周家蓓教授	1.在背景介紹簡報中提到將破壞、損壞調查納入鋪面績效評估之依據，請各單位給予建議，目前台大團隊正針對鋪面損壞檢測設備進行軟硬體之更新。
14.	交通部公路總	1.由民國 96 年開始做 IRI 之檢測，材試所由 97 起開始於省線道進行 IRI 之檢測，本

	局 陳金宗工程司	有對路面修補做短、中、長期之規劃。 2.經檢測省縣道 IRI 大於 7m/km 之路段佔 6%；大於 6m/km 則佔 5%，但由於路面修補之標案數量過多導致經費過於龐大，工程師建議針對現場調查後發現路面產生破壞的部分優先進行路面修補，因此目前 IRI 值僅做為參考之用。 3.目前交通部內部正在評估以 IRI 做為驗收指標之可行性。因部內認為 IRI 值僅為路面狀況之平均值，做為指標可能不慎客觀。
15.	交通部公路總局第一區養護工程處 陳弘翰主任	1.有意願將 IRI 納入驗收之標準，但目前仍是將其做為參考，因顧慮到兩年間 IRI 值產生極大變化，且目前無適合之績效評估指標。 2.對於以 AUCI 做為指標之建議並無意見，但是仍有商討的必要，未來會對路面評估之經費加以控管，以方便使用此方式做為指標。
16.	宜蘭縣政府工務局 吳長興工程司	1.目前對於路面之檢測尚未自動化，但對於此方面深感興趣，往後會朝向這方面發展。 2.系統部分，道路管理及設施管理有請生產力中心開發，預計近期會開始使用，所以目前並無數據可提供參考。
17.	中國生產力中心 盧崇仁協理	1.將來鋪面管理系統對於各單位收取資料之交換格式該如何定義。目前 IRI 已受到認同，對於管理系統裡需紀錄之資料，期望各單位可提供意見，使鋪面管理系統可成為全國性指標之依據。
18.	內政部營建署道路工程組 張之明課長	1.因各單位對於鋪面績效評估有各自之比重，因此全國鋪面管理系統僅需將架構提出，根據各單位不同需求及用路者之需求作情境模擬以整合系統，其中將數據配合圖資的架構是有必要的。
19.	中國生產力中心 盧崇仁協理	.對於全國鋪面管理系統之建置理念與張課長不謀而合。 .欲建立資料交換之標準格式，提供給各單位以及運研所做為養護指標、發包依據之用途。
20.	交通部公路總局第一區養護工程處 陳弘翰主任	1.有關資料建置，目前正在蒐集路段之路寬，IRI 以及養護年限等資料，讓往後公路總局自行建置之系統記載；並且有請專人針對道路維修後等相關資料作收集，因此對於提供資料方面，公路局可配合。
21.	中國生產力中心 盧崇仁協理	1.現在主要是管理系統之機制如何去推動，其原則為不讓各單位重工，各單位僅須在固定時間將資料匯入全國鋪面管理系統，而不需再分配專人處理資料交換的相關事宜。
22.	內政部營建署道路工程組 張之明課長	1.因鋪面管理資訊交換建置是由運研所來進行，因此在往後系統維護的部分，運研所有無需要營建署支援預算。因若將來鋪面管理系統也將營建署的資料一併整合，營建署是可以編列相關之經費來配合。
23.	交通部運輸研究所 張昭芸	1.針對營建署提出的問題，目前無法給予確切之答覆。
24.	國道高速公路局工務組 陳順興科長	1.在資金協助之方面，期望可盡早通知。 2.期望本計劃可儘早有初步的成果，使各單位可全力配合。
25.	交通部運輸研究所	1.對於陳順興科長所提出之問題，應該是不會遇到，僅希望各單位在技術或是資料提供上可全力配合。

	張昭芸	
26.	中國生產力中心 盧崇仁協理	1.期望各單位針對此領域上有任何意見以及資料可提供給生產力中心以做為參考。
27.	周家蓓教授	1.在本計劃預計請儀衡科技公司協助檢測，並且將收取之數據輸入至新建鋪面管理系統資料庫中，藉以實際數據展現資料庫之格式，並且藉指標分析做實際之應用。 2.請儀衡科技公司針對鋪面檢測之領域為各單位做說明。
28.	儀衡科技公司 陳怡先博士	1.會完全配合研究單位做鋪面之檢測，初步上是以 100 車道公里的數量來做檢測。
29.	周家蓓教授	1.目前台北縣、宜蘭縣等已有委託儀衡科技公司進行道路檢測，其數據期望各委託單位可提供給研究單位做為參考。 2.期望檢測路段可分散，以可將各路段之數據做比較，也期望在檢測過程中，可配合影像擷取之作業。 3.各單位若有需要做路面檢測之工作，可委託儀衡科技公司進行檢測。 4.對於往後運研所針對本計劃後續工作是否有意提供資金或其他協助，期望運研所可再深入討論。

附件 2：交通部運輸研究所合作研究計畫第 2 類

期中報告審查意見處理情形表

計畫名稱：全國鋪面管理系統建置規劃

執行單位：國立臺灣大學嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>臺北市府代表陳星吏：</p> <p>1.研究報告中道路銑鋪以 25 米為基本單位，以實際經驗來看不甚可行，後續如何應用在實務工程上？</p> <p>2.進行鋪面績效檢測時，如何對應到實際道路上？若使用 GPS 的話可能因為誤差以及斷訊的情況導致錯誤資訊的搜集，造成應用上之困擾。</p> <p>3.檢測過程中是否每一個車道都會進行檢測？如何排除孔蓋或電信管線的挖掘部份？</p>	<p>1.研究報告之動態評量區塊以 25 公尺為區塊劃分單位長度，與資料庫配合作為位置區塊紀錄單位，其計算依據雖係以道路銑鋪單位而來，實際道路銑鋪養護工作並不需以 25 公尺為基本單位。</p> <p>2.本研究將採用交通部運輸研究所路網數值圖 97 年版為基礎，配合道路起迄點或樁位建立虛擬評量區塊，因此每個區塊皆有實體座標對應。現有手持式 GPS 量測之精度已在容許誤差內，如配 Real Time Kinematic (RTK) 的校正精度更高。另檢測儀器之資料紀錄與分析方式皆以相對位置記錄配合檢測車道資料。因此本案欲建置之系統資料庫，對於各道路單位所提供之檢測路段位置只要符合作業規範皆可進行合理性之判斷。</p> <p>3.研究團隊於鋪面績效檢測時均針對每一車道進行數據蒐集，並且可於後處理過程中透過平坦度檢測資料加以分析，排除約 80%</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
4.建議民眾查詢端可加入修復路段改善進度及修復結果的照片。	人手孔蓋。 4.本案規劃民眾通報系統之目標在建構一般養護資料的收集與全國養護資料通報與交換機制。惟目前前期中報告階段尚未規劃破壞現況相片提供，及完工相片展示機制，本研究團隊與主辦單位確認後，將依據需求對系統進行擴充作業。	同意
<p>桃園縣政府代表呂雨蓉：</p> <p>1.本系統開放廠商端填報修復情況之功能似乎將增加廠商的負擔，且縣府還須負責審核，建議後續由廠商以傳真及照片佐證之方式將相關資料上傳至縣府後，由縣府統一填報即可？</p> <p>2.在虛擬評量區塊編碼機制方面，以縣市政府層級來看可能包含縣鄉道，若僅以公里數進行編碼，可能在綜合查詢時可能會導致錯誤結果。建議可新增一碼作為道路等級屬性之區別？</p> <p>3.此系統後續在資料調查部分，運研所是否有經費可補助各縣市政府？</p>	<p>1.本系統已規劃完整之使用者權限管理，可選擇提供廠商帳號，由廠商自行填報修復情況，或統一由縣府填報。</p> <p>2.本計畫目前所提之虛擬評量區塊編碼機制，係針對路段本身所定之編碼；針對不同等級屬性路段包括國道、省道、縣鄉道等，會加上其特定且唯一的可識別編碼，以成為完整的編碼系統，供資料庫紀錄。</p> <p>3.由主辦單位進行答覆。</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>公路總局代表林進發：</p> <p>1.建議民眾養護通報功能上增列缺失相片與改善完成相片上傳功能</p> <p>2.本局相關 IRI 值及養護巡查系統上</p>	<p>1.同台北市代表提問 4 之回應。</p> <p>2.感謝公路總局之說明。</p>	<p>同意</p> <p>洽悉</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>在省道有訂定短中長期的鋪面改善計畫，短期目標為民國 98 年小於 7m/km，中期目標為民國 100 小於 6m/km，長期目標為民國 102 年小於 5.5m/km。</p> <p>3.本研究案之目的在於建立人性化且實用性之鋪面管理系統，因此若研究單位有需求，本局願配合提供相關數據來進行系統測試。</p> <p>4.希望本局所建立之鋪面管理系統能與本案所欲開發之管理系統進行聯結整合。</p> <p>5.期中報告書第 54 頁中之英式擺錘建議修改成大英鐘擺試驗儀。</p>	<p>3.感謝公路總局配合提供數據。</p> <p>4.本計畫以鋪面使用相關資訊收集與資料儲存結構為重，並研究規劃資料分析及成效評量以為路網階層之管理。</p> <p>5.此名詞之確認已於 8 月 18 日由交通部技監室召開之標線抗滑標準相關會議決定為「英式擺錘」。</p>	<p>洽悉</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>高公局代表徐乃立：</p> <p>1.建議虛擬區塊加大至 100 公尺</p> <p>2.民眾通報後如何回饋至鋪面管理系統？</p> <p>3.鋪面管理系統實務上係由工程師進行操作，因此應以簡單化的方</p>	<p>1.同台北市代表提問 1 之回應。</p> <p>2.本案系統所規劃之回應民眾通報的修繕結果之機制，可針對民眾所通報之案件，提供處理狀態與完工照片展示機制，以為回應民眾需求。本系統將擬定養護資訊交換格式，並透過 WEB Service 進行資料交換以達異質系統的整合。另鋪面管理中之工務作業如派工、回報等功能僅以示範方式呈現，非計畫內容。</p> <p>3.本系統規劃乃以整合收集目前各養護單位現有資料為目的，其操</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫承辦單位審查意見
式提高使用率。	作介面上力求簡單，以供基層工程師操作使用，並提供豐富的線上教學及教育訓練課程，以降低系統的學習曲線，加速系統實際上線使用。	
<p>林安彥委員：</p> <p>1.第 21 頁，第 2 段稱：預測模式，待鋪面服務績效資料彙集達一定規模後始予發展，而預測模式之影響變數有：鋪面壽齡、及環境因素、交通載重、結構強度等相關變數一節，預測模式之四項影響變數，似會影響鋪面績效。彙集鋪面服務績效資料時，若未同時彙集預測模式之影響變數資料，事後如何取得先前之影響變數資料？請補充說明。</p> <p>2.鋪面管理系統完成後，公路管理單位勢需購置檢測車輛設備，建議研究單位應於報告中略述所需設備經費，供管理單位編列採購預算。</p> <p>3.鋪面管理系統，僅為電腦化之鋪面管理，在協助管理單位之管理鋪面。若無檢測制度配合，適時檢測鋪面，提供鋪面現況評估研析，仍無法提升鋪面管理境界。故建議主辦單位應續研訂鋪面檢測制度，詳為規定檢測方式（包括檢測種類、檢測項目、檢測時</p>	<p>1.感謝委員提出建議，研究團隊將於後續系統開發過程中，研擬並增加相關輸入欄位(如溫度、降雨、交通量等)以因應未來預測模式之建立。</p> <p>2.研究團隊後續將針對設備經費進行訪查，並將此部分資訊納入期末報告中以供管理單位編列相關預算。</p> <p>3.研究團隊將針對鋪面管理系統建置中所需之各項定期檢測項目之種類、時機、頻率等提出建議，以為道路主管機關之參考。</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
機、及檢測頻率)，以及評估系統，供鋪面管理單位遵行。		
<p>公路總局 何鴻文委員：</p> <p>1.由於本案為建置全國鋪面管理系統，因此在鋪面績效蒐集方面，縣市政府在經費上可能無法負擔檢測設備採購或委外檢測之成本，建議在後續研究中將各道路管理單位之人力與經費併入考量。</p> <p>2. 建議將鄉道與縣道納入考量。</p> <p>3.另外本案後續若仍擬舉辦座談會，建議邀請中南部縣市政府以了解其需求。</p> <p>4.報告中建議以 AUCI 轉換公式作為路網層級評估，由於該式係由營建署研究案中針對市區道路資料所建立，其代表性是否足夠？</p>	<p>1.感謝委員建議，研究團隊會針對此部分蒐集相關資料後納入期末報告中。</p> <p>2.研究團隊後續會將鄉縣道納入系統開發之考量。</p> <p>3.本次座談會邀請對象係以目前已執行鋪面管理系統之道路主管機關為主，後續本案若尚有類似會議召開之需求，將考慮邀請中南部縣市政府以聽取其對本案之建議。</p> <p>4.研究團隊所建立之養護路段優選機制之考量包含 IRI、AUCI 與道路使用需求強度(交通量)。其中 AUCI 係以 PCI 之概念轉換而得，其值之範圍亦以 0-100 為界，所代表意義與 PCI 相近。上述不論 AUCI 或是交通量之計算均不因道路等級屬性不同而異，因此該兩部分將不進行修正。而 IRI 之權數計算門檻則確實會依不同道路等級屬性而有所差異，研究團隊將考量於獲取各道路主管機關提供之高速公路、省道、</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>5.建議專案層級仍須有所著墨。</p> <p>6.簡報過程中提及模組交換平台有專利，請補充說明後續執行過程中如何延續？</p> <p>7.民眾通報系統項目是否僅限於鋪面？是否包括其他如排水溝不通、路燈不亮等項目？</p> <p>8.報告中第 98 頁中部分文字應過濾修正</p>	<p>及縣道和鄉道等大量 IRI 檢測數據後，針對此部份進行修正。</p> <p>5.期中報告 70 至 72 頁中對專案層級有詳實說明，至於本次研究案中是否納入專案層級評估仍將再與主辦單位進行討論。</p> <p>6.本案所建置之系統交換平台，無任何專利的內容，本團隊將來針對系統使用，會提供系統所有權轉讓的手續，授予主辦單位後續維護本系統的使用權。</p> <p>7.目前本系統規劃功能僅限於鋪面。</p> <p>8.此部分將依據委員建議進行修正。</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>公路總局鄧文廣委員：</p> <p>1.本研究案管理架構跟層級似乎並無明確說明，且文獻回顧似乎無法與系統開發完整連結。</p> <p>2.民眾通報系統似乎與本案管理系統方向上有所偏差？建議確認運研所實際需求，並以此為基礎訂定該系統架構與管理層級？</p> <p>3.報告 71 頁中該架構已於營建署研究案中完成，直接將其納為本案模式建立之成果似有不妥。</p>	<p>1.感謝委員意見，研究團隊後續針對此部份之連結進行詳細說明並加入期中報告定稿中。</p> <p>2.民眾通報系統非計畫範圍，民眾部分僅提供道路鋪面績效查詢界面。本案規劃之系統可附加回應民眾通報的修繕結果之機制，本研究團隊與主辦單位確認後，將依據需求對系統進行擴充作業。</p> <p>3.本報告中 71 頁之架構確實於民國九十二年由營建署委託之研究案中完成，然該架構之邏輯及計算數值非常謹慎且合理，但本研究團隊將會重新檢討並說明此架</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>4.建議第四章儀器說明中僅需針對此全國鋪面管理系統中實際使用之部分進行說明即可。(建議可將三米直規、抗滑與結構強度排除)</p> <p>5.前面三、四章建議濃縮精簡。</p> <p>6.報告中第 84 頁動態虛擬評量區塊破壞標示中若各車道數據不一，其顯示方式為何?是否還需劃分車道顯示?</p> <p>7.報告中第 86 頁資料列表項目甚多，每一個項目都需 Key-in 嗎?應明確標示必須 Key-in 的項目以利後續應用。</p> <p>8.報告中 83 頁提及道路破壞資料為 IRI、PCI 與 UCI，但哪些才是未來實際應用時需填報之項目並不明確，建議應與前述儀器及指標有所聯結。</p> <p>9.報告中 86 頁道路服務績效列表中所提之部分項目有些單位根本無法獲得資料，建議修正。另 IRI</p>	<p>構之內涵，以適用各級道路之使用。</p> <p>4.感謝委員之建議。報告中第四章本為鋪面績效評量之說明，並非針對某一特定鋪面管理系統之檢測設備進行介紹，因此完整涵蓋各項指標與儀器。經委員建議，本團隊將於定稿中刪除部分儀器之介紹以免產生不必要之誤會。</p> <p>5.此部分將依據委員建議進行修正。</p> <p>6.動態區塊中，系統地圖會呈現該區塊道路中之最壞狀況；在資料精度允許下，系統可提供列表方式看到詳細之道路車道狀況，包括各車道之破壞情形，於何車道等。</p> <p>7.表 5.4.2-2(P86)為目前各單位使用鋪面管理系統時所收集之資料總和(最大化)，各單位僅需針對目前自有之資料內容登錄，無需紀錄或登錄該資料列表項目之所有欄位內容。</p> <p>8.此部分將依據委員建議進行修正。</p> <p>9.本報告中 86 頁道路服務績效列表中所提項目係以最大化為編列原則，後續將與運研所確認該案</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>呈現的基本長度為何?(整段、一公里或其他)</p> <p>10.該系統開發之架構應與研究團隊蒐集文獻有所連接。</p> <p>11.報告中 89 頁架構圖用意為何?與系統架構之關係為?</p> <p>12.報告中 90 頁”道路中心線可由運研所路網取得”應進行確認。</p> <p>13.系統中部份功能之必要性應與運研所充分討論後再行確定。</p>	<p>所開發之系統定位後再針對此部份進行修正。另一方面，未來該系統 IRI 值呈現之基本長度將依使用者需求進行開發，因此可以整段、一公里或 100 公尺進行呈現。</p> <p>10.感謝委員意見，研究團隊後續針對此部份之連結進行詳細說明並加入期中報告定稿中。</p> <p>11.期中報告初稿之系統功能架構圖，主要展示本計畫所開發規劃之系統軟體功能與子系統軟體功能之關聯性，藉以圖示並說明系統整體功能架構。本計畫開發內容將以顏色區分出來。</p> <p>12.此部分已確認確實可由主辦單位路網取得。</p> <p>13.感謝委員建議，研究團隊後續將與主辦單位保持密切聯繫以確保研究成果。</p>	<p></p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>運研所邱雅莉：</p> <p>1.請補充說明本計畫開發之系統與營建署鋪面管理系統在功能模組上之差異性。</p> <p>2.簡報 44 頁系統開發架構中有多項系統組成，其與 53 頁系統功能模</p>	<p>1.營建署之鋪面管理系統以行政作業、推動經費管理、例行性養護管理、工務行政整合為主。本計畫以鋪面使用相關資訊收集與資料儲存結構為重，並研究規劃資料分析及成效評量以為路網階層之管理。</p> <p>2.簡報 44 頁展示本計畫所規劃，主系統與子系統之軟體功能層級</p>	<p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>組之關連性為何?</p> <p>3.系統實際上線使用需考慮很多細節，希望研究團隊能謹慎考量，尤其是資料輸入項目確認與蒐集方式</p> <p>4.有關係統管理範圍及使用者應有更清楚之定義。</p> <p>5.建議團隊應於報告中補充其他鋪面管理系統使用狀況及資料取得情形。</p>	<p>架構關聯，簡報 53 頁系統功能模組，係針對其功能內容細部說明。</p> <p>3.感謝主辦單位之提醒，研究團隊將會審慎考量。</p> <p>4.研究團隊針對此部份會加強說明並定義之。</p> <p>5.研究團隊擬納入各單位之鋪面管理系統開發背景、使用現況與資料應用情形於期中報告定稿中，並作為本案系統開發之規劃依據。</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>主席曾志煌組長：</p> <p>1.本研究主軸為將既有研究做一串連彙整，請研究團隊將相關資料消化、彙整後提出建議，並將系統模組架構之來源及建置過程完整說明。</p> <p>2.座談會會議結論應完整納入報告中，並作為系統開發之參考。</p> <p>3.建議團隊多與第一線工程單位互動，了解其實際需求。</p>	<p>1.研究團隊於期中報告定稿中將針對此部分詳細說明之。</p> <p>2.座談會各單位之綜合要求與具體建議將納入期中報告定稿中並做為未來系統開發之參考。</p> <p>3.感謝主席之建議，研究團隊後續將加強與第一線工程單位之聯繫。</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>

附件 3：交通部運輸研究所合作研究計畫第 2 類

期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：全國鋪面管理系統建置規劃

執行單位：國立臺灣大學嚴慶齡工業發展基金會合設工業研究中心

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>臺北市政府代表陳星吏：</p> <p>1. 臺北市政府目前於鋪面績效檢測過程中並無使用 GPS，而是使用 1/1000 圖資進行展繪。因此報告第 50 頁中有關有關臺北市政府道路管理系統改善建議中所提與目前市府實際作法有所出入，請修正。</p> <p>2. 另簡報檔中 18 頁所指之 1999 相關案件匯入，並非指案件數量，而是 1999 專線。</p>	<p>1. 報告將依據臺北市政府代表所提進行修正。</p> <p>2. 該部份實為口誤，感謝臺北市政府代表之說明。</p>	<p>同意</p> <p>同意</p>
<p>內政部營建署代表后振宇：</p> <p>1. 報告中第三章建議加入營建署鋪面管理系統之說明。</p>	<p>1. 此部分將依據營建署代表之建議將相關內容加入報告第三章中。</p>	<p>同意</p>
<p>林安彥委員：</p> <p>1. 報告中 61 頁第 1 段中，使用對象定義包含下列四者：(1) 養護執行機關中之「高速公路局」，應修正為「高速公路局工務段」。(2) 道路養護管理機關，應增列「高速公路局」以符實情。</p> <p>2. 報告中 68 頁末後第 2 段，流量部分應填列路段之大型車、小型車與機車之數量一節，建議應詳為定義：(1) 大型車、小型車與機車。(2) 數量如何擷取？包括何時調</p>	<p>1. 此部分將依據委員所提進行報告內容修正。</p> <p>2. 由於現階段交通流量調查數據中即以大型車、小型車與機車數量進行呈現，因此並無其定義問題，亦即該部分數據應由交通流量調查單位進行蒐集後，再由本</p>	<p>同意</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
查流量，及調查頻率	系統使用者將該部分數據納入。但一般大型車之定義係為 3.5 噸以上之貨車。至於數量擷取方式與調查時機和頻率等方面，亦由交通流量調查單位負責，系統使用者不需額外前往調查。	
3.第 53 頁，鋪面績效檢測設備，建議略述所需設備經費，供管理單位編列採購預算計畫參考。	3.報告中第 34 頁已針對部分設備概略性價格進行說明，而其餘未註明者則因研究團隊詢問時並非有實際採購需求，因此難以取得報價，但以就檢測設備市場而言，大多價格均落在 500 至 800 萬之間。以上說明亦將新增於報告中。	同意
4.第 70 頁，4.5「標準檢測作業方式之擬定」一節，稱鋪面之績效指標包含：表面損壞、平坦度、抗滑與結構強度等四大項，本研究之鋪面管理系統已納入該四項。唯又稱表面損壞指標，道路管理單位人力不足，無法定期人工目視調查，而檢測設備昂貴，國內擁有該設備單位不多，無法應用於大規模路網檢測。人力不足無法調查，勢須委外辦理，而國內擁有檢測設備單位不多，是否造成採購困擾？應如何處理請補充說明。	4.有關鋪面績效檢測方面，目前係以影像設備進行評估與指標計算，而國內能提供此項服務之專業廠商確實不多，但應先有該類型之檢測市場後，廠商數量才會增加，建議初期或可藉由小額經費進行試辦以達到開啟市場之目的。	同意
5.管理系統移交後，若經管理單位使用發現仍有待改善之處時，研究團隊是否仍應負責改善？請補充	5.基本上本期研究案中應具備之功能若有須修正之處，研究團隊定將負責後續改善作業之進行。但	同意

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
說明。	若擬新增他項功能則應視運研所未來相關研究案之委託。	
<p>公路總局 何鴻文委員：</p> <p>1.請加入期中審查意見回覆表</p> <p>2.請新增養護鋪面區塊之定義說明並修正報告第六頁圖 1.3-1</p> <p>3.報告 3.8 節建議應改放於 4.1 節</p> <p>4.報告 61 頁針對不同使用者之需求應加強說明</p> <p>5.報告 69 頁中提及該系統應輸入溫度與降雨數據之目的為何？</p> <p>6.報告 89、90 頁中所列之檢測長度不一致，請依據實際情況修正</p> <p>7.簡報時之結論與建議與報告中似有不同，請修正</p> <p>8.如何將既有鋪面管理系統之數據匯入全國鋪面管理系統中？</p>	<p>1.將於報告定稿中加入期中與期末審查意見回覆表</p> <p>2.報告中將新增並修正相關內容</p> <p>3.將參考委員建議進行調整</p> <p>4.將針對該部分進行修正</p> <p>5.有鑒於期中審查委員之建議，為配合後續鋪面績效預測模式之建立，因此於本系統建置初期即編擬相關所需數據之欄位</p> <p>6.檢測長度以 90 頁所列之距離為準，定稿時將確認並修正</p> <p>7.將於定稿時修正</p> <p>8.已針對現有四個已使用鋪面管理系統之單位個別開發其轉檔功能以供匯入</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>公路總局 鄧文廣委員：</p> <p>1.本期末報告內容較期中階段而言，有大幅度進展，功能完整性高，值得肯定。</p> <p>2.目前該系統所指用之指標均已固定，若後續擬改用其他指標應如何因應？</p>	<p>1.感謝委員的肯定。</p> <p>2.平坦度與鋪面表面損壞方面目前分別採用 IRI 與 APCI。基本上 IRI 部分已為全球通用之平坦度指標，且該指標具高度代表性，因此後續改用之可能性甚低；至</p>	<p>洽悉</p> <p>同意</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
<p>3.建議於定稿時加入系統架構之詳細說明，包含何種使用者將具備何種功能以及其所需輸入之資料</p> <p>4.報告中 69 頁公式建立請加強說明</p> <p>5.IRI 單位為 100m，UCI 單位為何?</p> <p>6.檢測數據是否分車道?各車道數據可否同時展示?</p> <p>7.報告 69 頁中提及該系統應輸入溫度與降雨數據之目的為何?</p> <p>8.交通量輸入方式應加強說明</p> <p>9.委外部份目前應只有 IRI 較為可能</p>	<p>於 APCI 部分雖為研究團隊透過自有之設備與指標計算原理所得之數值，但系統中於該項編列時仍註明為 PCI/APCI 且其範圍相同，因此後續不論是採用人工方式進行 PCI 或是以影像方式計算鋪面表面破損百分比，均不影響系統運作。</p> <p>3.此部分將於定稿第五章內加入</p> <p>4.此部分將參酌審查委員建議於該處進行文字說明擴增與重組</p> <p>5.與 IRI 相同均為 100m</p> <p>6.本系統中各車道檢測數據獨立輸入，故針對同一種檢測指標，系統可同時展示各車道數據，但考量目前使用之電子地圖展示功能限制，同時展示時可能不利使用者辨別，因此不做此建議。</p> <p>7.目的在於因應未來鋪面績效預測模式之建立</p> <p>8.報告中 68 頁已有交通量輸入方式之說明，但仍進一步檢視其改進之空間</p> <p>9.誠如委員所述，但若未來有鋪面表面損壞檢測需求，相信藉由市場推動將可促進檢測廠商之增加</p>	<p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p> <p>同意</p>
<p>運工組許書耕委員：</p> <p>1.本期報告內容及架構完整</p>	<p>1.感謝委員肯定</p>	<p>洽悉</p>

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
2.建議於定稿中針對標準檢測方法與數據蒐集方式進行詳細說明	2.報告中已針對標準檢測作業方式進行說明	同意
3.各車道順逆向績效數據展示方式?	3.已由生產力中心進行實例展示，各車道順逆向均可分開或合併展示。	同意
4.有關綜合指標計算方式採用(a+b)*C之方式須謹慎說明	4.將於定稿中強化說明	同意
5.若現行未使用GPS進行定位，未來若路段進行擴增或移位，如何因應?	5.目前採取的解決方式是在第一次圖資展繪就將每一個樁位點由運研所圖資讀出後將GIS的座標寫入到各個檢測資料中，如此可以避免圖資擴增或移位時展繪的位置不正確的問題。	同意
6.建議後續檢測時應將圖資IP帶出，直接將相對應數據掛入以便後續數據整合。	6.感謝委員建議	同意
運工組張昭芸： 1.報告中第五章及第六章建議加強架構與功能說明，並調整順序以便閱讀 2.建議於系統首頁增列使用手冊(WORD檔或PDF檔皆可)，以方便使用者自行下載參閱。	1.將於定稿時修正 2.本團隊將於完成使用手冊編擬後掛載於系統首頁以供使用者下載	同意 同意
主席曾志煌組長： 1.委員建議之事項若在合約規定範圍內者，請研究團隊進行系統功能之修正，並於合約規定期限內完成。若於合約之外者，研究團隊可內於後續研究建議中。 2.本研究案期末報告原則通過，請	1.研究團隊將於期末報告定稿中針對對應修正之處進行詳細說明。 2.感謝主席及各位委員。	同意 同意

參與審查人員及其所提之意見	研究機構處理情形	本所計畫 承辦單位 審查意見
研究單位於本年 12 月 28 日前完成報告定稿，連同期末報告審查意見處理情形併送主辦單位。		

附件 4：「全國鋪面管理系統教育訓練」意見回覆記錄

時間：98 年 12 月 11 日 1400~17:00

主講人：周家蓓教授、王孝成經理

參與人員：國道高速公路局工務組 陳順興、公路總局 林進發、內政部營建署 后振宇、臺北市府 劉嘉元、基隆市政府 吳永昌、桃園縣政府 呂雨蓉、新竹市政府 鄭欣哲、新竹市政府 孫添福、台中縣政府 洪怡君、彰化縣政府 張炳南、嘉義縣政府 張啟昌、運研所 張昭芸、運研所 鄔德傳、台大研究團隊

地點：台灣大學土木工程學系 318 室

紀錄：張力維、葛孝萱

台灣大學周家蓓教授進行簡報

生產力中心王孝成經理進行簡報

No.	發問者	問題內容	問題回覆
1	公路總局	省道之養護門檻值為 IRI4.5 以及 5.5m/km 是如何訂定的？	根據本研究團隊過去所蒐集之大量省道數據，並參考 80/20 法則概念，將養護經費投入鋪面績效最後之 20%路段。經分析排序後發現省道累積 80%之路段 IRI 值 4.5 m/km，因此將之定為養護門檻值下限，將超過 4.5m/km 之路段列為需進行養護之候選路段；而累積 90%之路段 IRI 值為 5.5 m/km，因此將其定為養護門檻值上限，超過 5.5 m/km 之路段則列為絕對需進行養護之路段。
2	新竹市政府	由於養護經費有限，縣市政府以單一損壞搶修居多，因此鋪面管理系統對於縣市政府是否較不適用？	針對裂縫或坑洞所利用之補綻搶修，係屬臨時性或緊急性之維修，並未涵蓋於鋪面管理系統之範疇；本系統之建置目的為規畫長期之養護優先排序策略，進而進行年度養護預算之分配。
3	新竹市政府	偏遠地區之路段是否排序會較低？	偏遠地區可能由於車流量較低，因此於養護排序模式中排序確實將會較低，但本團隊後續將考量調整交通量之權重以消弭其過大之影響性。
4	新竹市政府	市區道路重要路段可能因為白天車流量較高無法進行平坦度調查，應如何解決？	本研究團隊目前之平坦度檢測主要利用清晨或深夜進行，以減少車流對檢測過程之影響，同時亦有不影響正常交通之優點，因此建議各單位可同樣於夜間進行施測。若仍欲於白天進行檢測則需要較高之技巧以同時確保交通安全與數據正確性，其難度甚高。

5	新竹市政府	要如何定義孔蓋對於檢測之影響?檢測時是否需排除孔蓋之影響?	孔蓋之排除與否應視其檢測目的而定，若欲評估的是用路人的舒適程度，因孔蓋確時會造成用路人之不舒適，建議可將人手孔蓋納入檢測範圍，毋須額外排除，以反應出用路人之真實感受，但若欲進行道路平坦度驗收，則建議不將孔蓋納入，較能確保其驗收公平性以減少爭議。
6	新竹市政府	評估因子當中，是否應考量民意等因子，給予較高之權重?	本系統之評估因子皆為根據檢測結果計算之參數，其呈現客觀評估之結果，若加入民意的因子，雖亦可反應部分用路人之感受，但因卻乏客觀量測數據，不易做為排序模式之因子，因此建議可以其他經費進行專案辦理，而一般性的路網層級養護排序則可利用本管理系統進行排序。
7	台北市政府	目前檢測區間是以100公尺為單位，若某街廓前後一百公尺之結果差異甚大，而100公尺之長度較短並不適合做為養護長度，應該如何處理?	本系統目前正增加一項功能，可將各路段之排序結果以顏色區分展示於圖資上，再由專業工程師根據路段前後分布狀況主觀判定是否需要進行養護，如有需要亦可前往現地進一步分析。
8	基隆市政府	以手動方式將檢測結果輸入過於耗時，是否可以自動化上傳減少人力負擔?	新使用者同樣也可以利用本鋪面管理系統提供之交換格式輸入後進行上傳，若檢測為委外檢測，則可要求廠商以本交換格式輸入資料繳交，即可直接上傳至系統，不需再進行人工輸入。
9	新竹市政府	養護排序評估中，各項因子是否可以開放供使用者自行選擇欲評估項目?	目前系統為預設之養護排序方式，無法更改，將會針對此建議進行修正。
10	台北市政府	由於調查範圍較大，無法於同一時間內完成，是否仍一同進行養護排序評估?	根據國外之經驗，多為每年進行一次各項鋪面資料數據之收集，並於固定時間內完成，建議國內各單位可參考其做法，於短時間內進行各項調查，以因應整體養護經費之編列。由於路網範圍大，各項資料更新不易，因此也建議利用自動化檢測設備進行各項檢測，降低人力需求。目前國內僅有桃園縣政府定期進行PCI調查，其檢測評率為兩年

			一次，是以人工方式進行調查，每次約費時半年方可完成。
11	桃園縣政府	桃園縣因縣道將收回縣府進行養護管理，因此管轄之道路將涵蓋不同道路等級，建議本系統是否能加入先以道路等級或鄉鎮別進行篩選後，再進行排序之功能？或開放使用指自行選擇欲加入排序之道路？	本團隊將針對此建議進行修改。
12	公路總局	道路名稱是否可以由填充式改為下拉式選單？	可以修改為下拉式選單，但須考量運研所所提供之圖資與公路總局提供之路段名稱一致，避免無法展繪於圖上。
13	運研所	是否可以以檢測車輸出之格式直接輸入本系統？	本系統已建立出資料交換格式供各單位進行資料上傳，未來建議可要求承包商利用以本交換格式將資料輸出，即可直接上傳至本系統。

附件5：期末簡報

交通部運研所

全國鋪面管理系統建置規劃 期末簡報

簡報人：周家蓓 教授

王孝成 經理

中華民國九十八年十二月十七日



國立台灣大學合設
嚴慶齡工業發展基金會工業研究中心

1

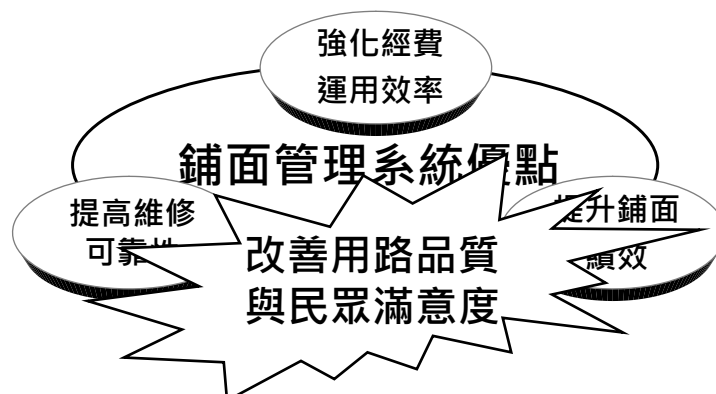
簡報大綱

- ▣ 背景與執行流程
- ▣ 國外鋪面管理系統
- ▣ 國內鋪面管理系統
- ▣ 國內外慣用鋪面績效評估指標
- ▣ 全國鋪面管理系統需求規劃
- ▣ 系統開發
- ▣ 系統展示與教育訓練
- ▣ 結論與建議

2

研究背景

▣ 如何採用系統方法管理鋪面，使其更具經濟效益成為重要課題



3

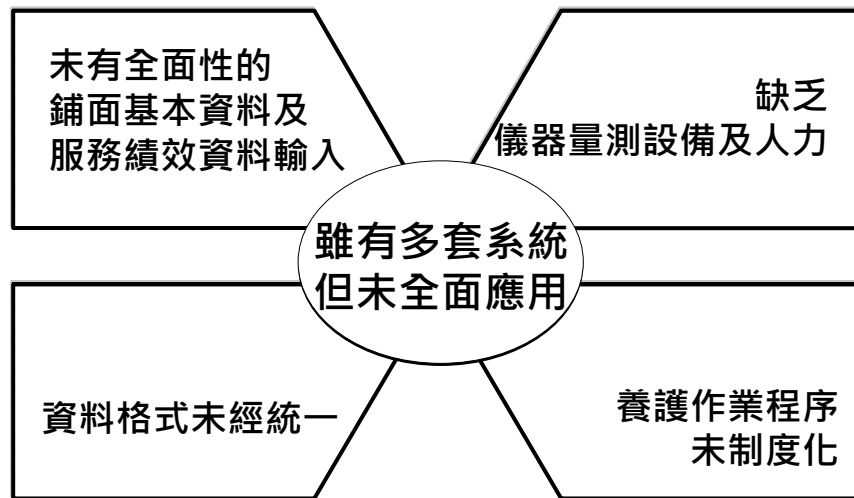
研究背景

▣ 國內鋪面管理系統相關研究

民國72年	民國92年	民國94年	民國95年	民國97年	民國97年
引進鋪面管理系統之概念	「國內外鋪面管理系統評估比較之研究」	「公路績效監測技術研發—公路鋪面管理系統整合與建置計畫」	「公路績效監測技術研發—公路養護管理績效監測系統整合計畫」	「鋪面養護資料檢測與管理標準化之研究」	「強化公路鋪面品質整合型計畫-道路養護品質知識管理之研究」

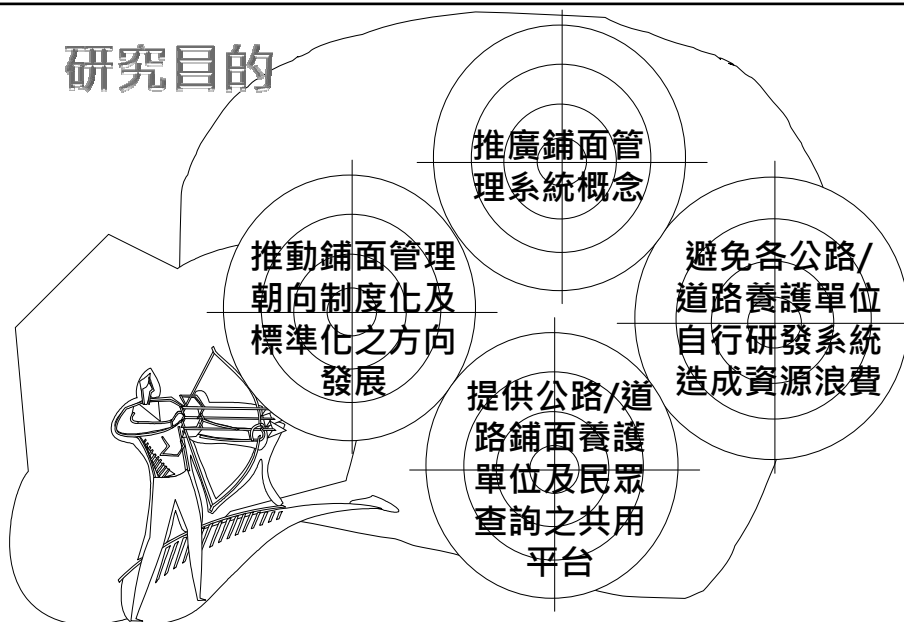
4

研究背景



5

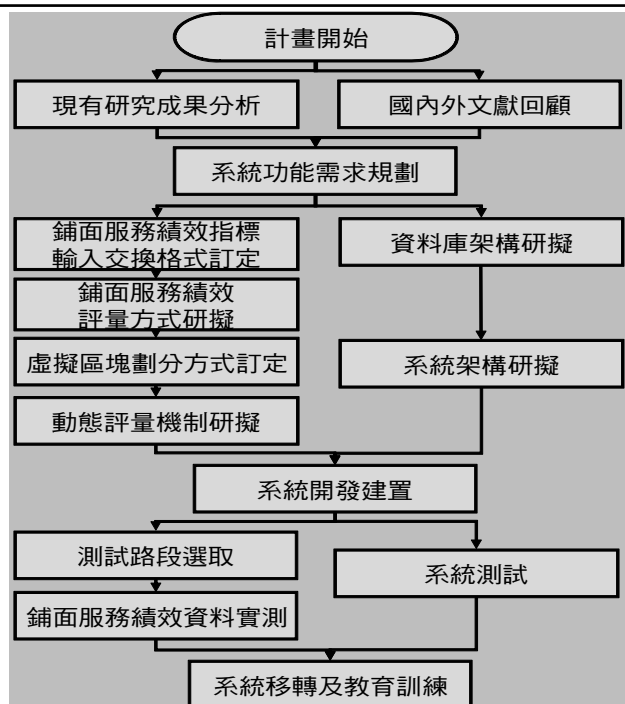
研究目的



建置整合型全國鋪面管理系統

6

研究執行流程



7

國外鋪面管理系統介紹

8

國外鋪面管理系統

▣ 美加地區為鋪面管理系統發源地，北美地區為期二十年之長程鋪面績效研究計畫（Long-Term Pavement Performance Program, LTPP），以各種鋪面材料於美國與加拿大進行超過2400個試驗路段之鋪築，期可獲知在不同荷重、氣候環境、路基土壤、養護技術之影響下，鋪面長期績效之變化。

▣ 此計畫之主要目的包括：

- | | |
|----------------|------------------------------------|
| ✓評估鋪面設計方法 | ✓決定荷重、氣候環境、材料性質、營建品質、與養護等級對鋪面績效之影響 |
| ✓改進鋪面維修設計方法與策略 | |
| ✓建立長期鋪面資料庫 | |

9

國外鋪面管理系統

▣ 近年鋪面管理系統之發展，多已結合地理資訊系統（Geographic information system, GIS），而LTPP所發展之DataPave Online更可由網路登入其整合資料庫，隨時取得北美地區各試驗地點最新之鋪面資訊，更以圖像化的介面創造對使用者友善之作業環境

▣ 除了美國以外，世界各地亦相當注重鋪面管理之工作，各自建立之系統所蒐集之鋪面資料相當豐富，近來多已朝向圖像化展示發展

10

國內鋪面管理系統介紹

- 國道高速公路局鋪面管理系統
- 桃園縣政府路面維護管理系統
- 台北市政府道路管理系統
- 公路總局公路養護巡查系統

11

高速公路局

桃園縣政府

台北市政府

公路總局

開發背景

84年委託台灣
營建研究院建置

停擺原因1—
與實務檢測不符

停擺原因2—
無法設定分析區
塊長度

90年重新
委外建置

停擺原因1—
使用舊式格式

停擺原因2—
廠商未配合修正系
統功能

停擺原因3—
使用介面操作不易

12

▣ 目前使用系統為技術組資訊科王令璋科長所開發，96年7月正式上線

- 系統架構包含鋪面績效、施工巡查與損壞修補

▣ 系統使用現況

- 鋪面績效數據蒐集項目包含平坦度、抗滑及撓度

	檢測頻率	輸出指標	區段長度	校正方式	養護門檻
平坦度	1年	IRI	100m	塊規	無
抗滑	1年	SN	1000m	原廠校正	小於40
撓度	儀器已損壞				

13

▣ 系統功能

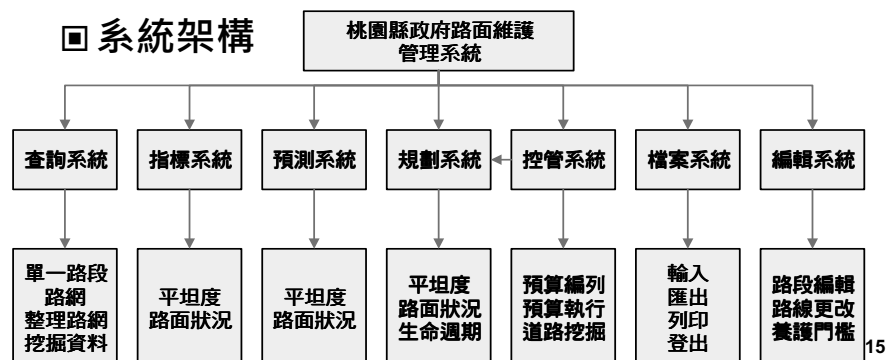
- 施工、檢測與巡查資料輸入
- 道路基本資料上傳
- 鋪面論壇
- 資料查詢

14

▣ 開發背景

- 鄉道管理範圍廣大，相關單位人力不足
- 93年委託中央大學建置
- 97年更新

▣ 系統架構



▣ 系統使用現況

- 鋪面績效數據蒐集項目包含平坦度與損壞調查

	檢測頻率	輸出指標	區段長度	校正方式
平坦度	2年 或施工前後	IRI	100m	塊規與DMI
鋪面損壞	2年	PCI	100m	N/A

- 其餘輸入項目則為道路基本資料
- 養護優選排序因子
 - ✓路面寬度
 - ✓一小時交通量
 - ✓PCI
 - ✓IRI
 - ✓大型車比例

▣ 開發背景

- 95年8月養工處併入新工處所附帶之大量道路普查資料無妥善之資料庫可儲存
- 96年9月新工處完成彙整內部需求並委託亞新工程進行系統開發
- 97年10月上線使用


▣ 開發目的

- 詳實紀錄新工、管理、養護、管線挖埋至銑鋪各階段之完整道路業務資料

17

▣ 系統功能

- | | |
|--------|--------|
| ✓ 國賠案件 | ✓ 年度預算 |
| ✓ 挖掘資料 | ✓ 平坦度 |
| ✓ 工程資料 | ✓ 審核 |
| ✓ 道路銑鋪 | |



1999相關案件匯入

▣ 養護優選排序

- 以平坦度、道路損壞、延遲維修、銑鋪歷程、國賠事件與民眾通報作為評估因子
- 透過專家學者訪談之AHP分析建立權重

▣ 目前委由儀衡工程公司進行平坦度檢測

18

▣ 開發背景

- 最初由運研所委託大同大學建置
- 目前由中央大學進行維護
- 96年5月完成系統PC版教育訓練
- 97年5月完成系統網路版建置

▣ 系統功能

- 巡查紀錄上傳
- 缺失改善填報
- 記錄查詢
- 路面挖掘填報
- 樁號座標調查紀錄匯入

19

表面損壞調查演進

檢測類型	調查方式	判別方式	特色	效率
傳統方式	人工調查	人工判別	費時、費力、檢測能量不足	低
儀器輔助	目視調查	人工判別	配合調查者進行紀錄與計算、減少部分後處理作業	中
自動化辨識	檢測車自動化調查	電腦軟體判別	大幅降低人力需求、可判斷之鋪面破壞項目有限	高

20

表面損壞調查設備介紹

攝影系統

- 全景式攝影機、線掃描攝影機、3D掃描雷射
- 影像擷取範圍多為3.2公尺至5公尺寬不等
- 鋪面損壞檢測儀器皆可於70公里/小時之速度進行檢測，可達到快速檢測之目的

距離量測系統與GPS/GIS定位系統

- 做為鋪面影像擷取之依據
- GPS/GIS系統可增加定位之功能，有利於後續鋪面管理應用

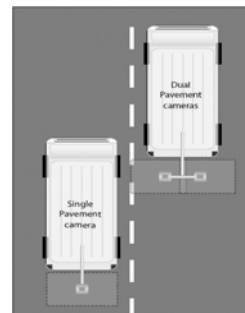
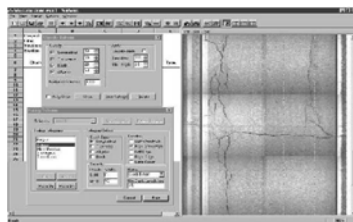
自動辨識系統

- 辨識之項目主要包含：縱向裂縫、橫向裂縫、塊狀裂縫以及龜裂等破壞
- 部分自動辨識系統亦可辨識突起與凹陷、補綻及冒油等破壞

21

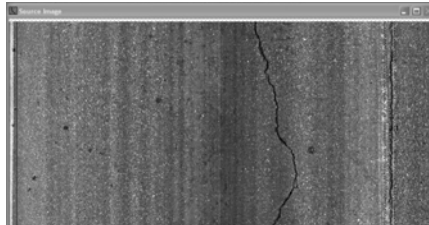
國外檢測設備介紹

▣ 全景式鋪面攝影機



22

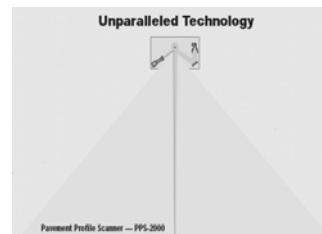
▣ 線掃描攝影機



23

▣ Phoenix Scientific公司之 PPS2005檢測系統

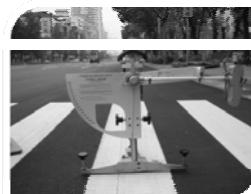
- ✓ 雷射檢測雷達可滿足高速檢測之需求
- ✓ 多面體轉速達10000rpm及車速為80kph之情況下，取樣間距為2.5cm
- ✓ 獲取各掃描點之X、Y與Z三維之點雲座標並加以整合，以數值方式進行剖面輪廓之重建與損壞型態和等級之辨識



24

國外檢測設備介紹

▣ 英式擺錘
(British Pendulum
tester)



▣ 拖車式抗滑測定儀



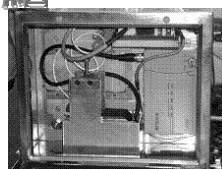
▣ 日本動態摩擦測試儀
(Dynamic Friction
Tester, DFT)



25

國內檢測設備介紹

台灣大學研發之
雷射慣性式平坦儀



檢測裝置	儀器功能
加速度規	整合於前拖車架感測箱內，利用加速度積分兩次為距離之原理，補償上下振動對雷射測距之影響，最大可量測±之加速度。
垂直向雷射測距儀	整合於前拖車架感測箱內，以雷射垂直向下打出撞擊地面反射後接收，測定車身與地面之距離，解析度達50μm。
陀螺儀與傾斜儀	整合於前拖車架感測箱內，用來偵測車身之傾角，修正車身傾斜引起之雷射測距值誤差。
輪速計	裝置於右前輪上，量測車輛前進速度與行走距離。
控制主機	連接操作電腦、加速度規、雷射測距儀、陀螺儀與輪速計，為量測系統之中樞，統合各儀器傳回之訊號，透過程式運算輸出至操作電腦，可由電腦程式計算IRI值、行進速度與距離。
筆記型電腦	操作檢測程式，並接收控制主機輸出之路面資料，以數字與圖形顯示於螢幕上。

26

國內檢測設備介紹

▣ 台灣大學研發之輕量型雷射慣性式平坦儀

- 於民國94年研發完成，於輕量型代步車加裝檢測設備後進行低速平坦度之檢測工作
- 檢測時速2~10 km/hr
- 重量輕、攜帶方便、以及成本低廉
- 行駛速度較低，震動量較小



27

▣ 檢測公路總局路面車

- 民國95年更新為五組雷射裝置之縱向平坦度與橫向車轍檢測系統
- 雷射測距儀取樣頻率為1250Hz，其於高速檢測時(100kph) 取樣間距仍符合ASTM E950 class 1之規定
- 3具垂直向下分別量測車中央及左右輪軌跡處地面與量測基準面之高程差，另2具分別斜向左右外測量測以供平坦度與車轍計算，另於車輛前座中央裝置數位攝影機進行路權攝影



28

▣ 中央大學智慧型鋪面檢測車



- 中央大學於民國93年開始著手研發智慧型鋪面檢測車，其組成包含慣性式鋪面平坦度檢測系統與鋪面狀況檢測系統
- 鋪面狀況檢測系統為線掃描照相機經95年改良後可針對四種損壞（縱向裂縫、橫向裂縫、鱷魚狀裂縫、坑洞）以自動辨識方式獲得扣減值並進行PCI 運算

29

▣ 台大第一部影像自動辨識系統

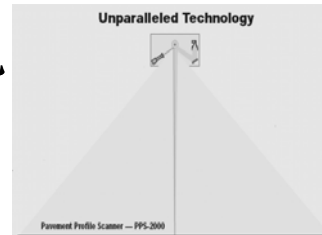


30

▣台大第二部影像自動辨識系統

▣Phoenix Scientific公司之PPS2005檢測系統

- ✓ 雷射檢測雷達於車速為80kph之情況下，取樣間距為2.5cm
- ✓ 獲取各掃描點之X、Y與Z三維之點雲座標並加以整合，以數值方式進行剖面輪廓之重建與損壞型態和等級之辨識



31

國內外慣用鋪面績效指標

- ▣ 鋪面檢測使用之績效指標有許多種，隨使用目的之不同可概分為表面損壞、平坦度、抗滑與結構強度（安全性）等四大類；本研究以表面損壞及平坦度為主要探討對象。

32

表面損壞指標

鋪面狀況指標

(Pavement Condition Index, PCI)

- 根據不同的鋪面損壞種類、嚴重程度等級及出現密度與範圍，計算其對應折減點數，再以滿分100分扣減其總折減點數，所得數值及為該路段之PCI值
- 範圍：0~100 (差~好)
- 美國明尼蘇達州之華盛頓郡以PCI值72為養護門檻，
- PCI詳細之計算流程，可參考營建署之市區道路管理維護與技術規範手冊

33

表面損壞指標

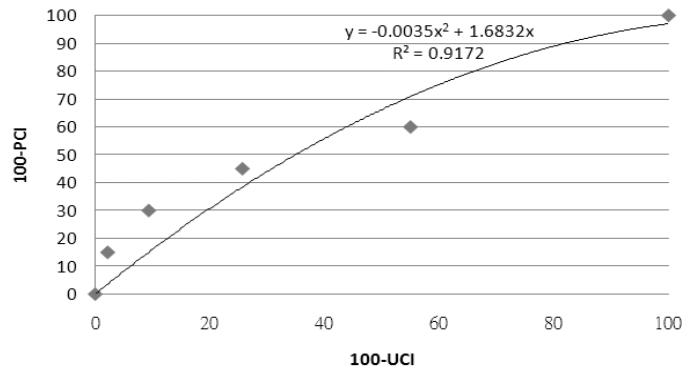
統一裂縫指標 (Unified Crack Index , UCI)

- 源自於Pavement Management Implementation (ASTM STP 1121)
- 範圍：0~100 (差~好)
- 其計算方式為將鋪面影像分為相同尺寸之網格，將具有裂縫及補紮之網格扣除後，其餘之網格數除以鋪面所有網格數，所得之百分比即為該張影像之UCI值，將路段所有影像之UCI值加總後平均即可得路段之UCI值

34

應用PCI指標

(Applied Pavement Condition Index, APCI)



$$y = -0.0035x^2 + 1.6832x$$

式中：x為100 - UCI，y為100 - APCI

35

平坦度指標

國際糙度指標

(International Roughness Index, IRI)

- 世界銀行 (World Bank) 於1982年進行大量之路面平坦度試驗，發展出國際糙度指標，符合「在時間軸上具穩定性的」(time-stable)、「在空間中可移轉的」(transportable)、「顯著且代表性的」(relevant)與「有效的」(valid)四項準則
- 以電腦模擬時速80公里之四分車，分析其動態反應懸吊系統之累積豎向位移，以反映道路路面之變化情形，IRI值越高，代表道路越不平坦

36

全國鋪面管理系統需求規劃

37

全國鋪面管理系統需求規劃

- ▣管理階層定位→路網階層
- ▣使用性定位→人性化及實用性
- ▣功能定位→鋪面服務績效資料蒐集、鋪面服務績效評量、查詢、及分享

38

全國鋪面管理系統需求規劃

鋪面資料維護
鋪面養護排序與綜合評估
鋪面評估統計圖表
降雨及溫度資料維護
鋪面績效GIS展示
系統維護管理

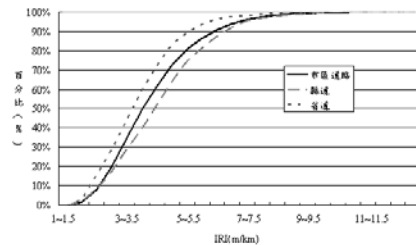
39

養護優先排序概念說明

- ▣ 平坦度養護優選門檻選定
- ▣ 平坦度與表面損壞標準化
- ▣ 交通量
- ▣ 養護排序綜合評估

40

平坦度養護優選門檻選定

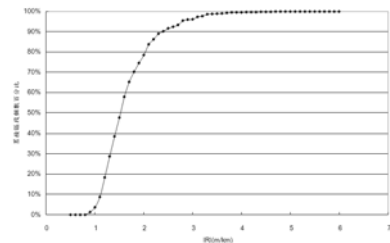


省縣市區道路

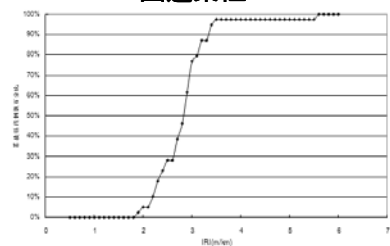
1 以道路等級進行區分

2. 累積之前70%-90%斜率較後30%-10%高甚多

2.符合柏拉圖理論80/20法則



國道柔性



國道剛性

41

平坦度養護優選門檻選定

	門檻下限值 (m/km)	門檻上限值 (m/km)
國道柔性	2	3
國道剛性	3	4
省道	4.5	5.5
市區道路與縣鄉道	5	6

42

平坦度與表面損壞標準化

▣ 平坦度標準化

- $IRI_j \geq \text{門檻上限值}$ ，平坦度權數 (R_j) = 1
- $IRI_j \leq \text{門檻下限值}$ ，平坦度權數 (R_j) = 0
- $\text{門檻下限值} < IRI_j < \text{門檻上限值}$ ，
平坦度權數 (R_j) = $IRI_j - \text{門檻下限值}$

▣ 表面損壞標準化

- 當 $APCI_j$ 或 $PCI_j \leq 40$ ，表面損壞權數 (D_j) = 1
- 當 $APCI_j$ 或 $PCI_j \geq 70$ ，表面損壞權數 (D_j) = 0
- 當 $40 < APCI_j$ 或 $PCI_j < 70$ ，
表面損壞權數 (D_j) = $1 - [(APCI_j \text{ 或 } PCI_j - 40) / 30]$

43

交通量

- ▣ 以流量與容量比 (Volume/Capacity, V/C) 方式呈現
- ▣ 各等級道路概略性車道容量建議值
 - 國道--2300
 - 省道--2100
 - 市區道路與縣鄉道—1500
 - 實際道路容量計算可參考「2001年台灣地區公路容量手冊」
- ▣ 流量部份(V)則由使用者填入該路段之大型車、小型車與機車之數量

44

養護排序綜合評估

▣ 步驟一 安全性篩選

- 當路段抗滑值 ≤ 40 ，直接列入優先養護考量中
- 當路段抗滑值大於40，進行步驟二

▣ 步驟二 舒適性排序

$$\bullet P_j = [WR \cdot R_j + WD \cdot D_j] \cdot (V_j / C_j)$$

- ▣ P_j ：路段j在分析路網中之排序總權重
- ▣ R_j ：為路段j之平坦度標準化權重值
- ▣ D_j ：為路段j之表面損壞狀況標準化權重值
- ▣ WR, WD ：對平坦度及損壞狀況所給予之結構性權重，預設值各為0.5，但若僅有單一績效數據，則其權重將自動調整為1.0
- ▣ P_j 計算時若無 (V_j / C_j) ，則該項目預設值為1.0

45

標準檢測方式擬定

- ▣ 本研究所建立之鋪面管理系統亦已將上述表面損壞、平坦度、抗滑與結構強度等四大項指標納入。

- ▣ 表面損壞指標部分，進行人工目視調查確實困難，採用自動化損壞調查設備可大幅降低人力需求，但檢測設備相對昂貴，國內目前擁有該設備之單位仍不多

46

標準檢測方式擬定

- ▣ 平坦度部分，雷射式慣性平坦儀可以一般車行速度進行檢測，建置價格相對便宜且發展技術純熟，國內已有許多單位擁有該設備，因此建議做為首要之定期檢測項目
- ▣ 目前台北市政府目前係採用委外方式進行定期路段之平坦度檢測及將結果輸入鋪面管理系統之工作，將大幅減少道路管理機關之負擔，尚無設備之各單位建議可考量以相同方式進行

47

標準檢測方式擬定

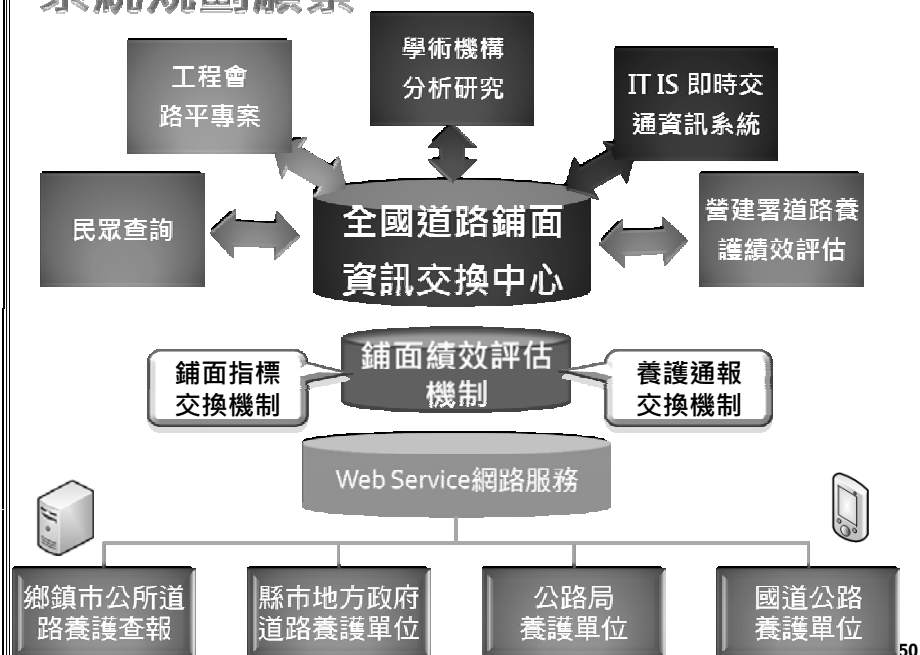
- ▣ 建議可以每年一次做為平坦度檢測之頻率，以做為路段養護經費分配規劃之依據
- ▣ 檢測時建議以一百公尺為單位輸出IRI值
- ▣ 一般平坦度值偏高之路口區域，由於此資料為路網階層之資料收集，並非一般道路驗收，較無爭議性，因此各養護單位可依其檢測方便性選擇是否將路口區域排除使比較基準較為一致，或納入檢測以確實反映用路人之感受

48

系統開發

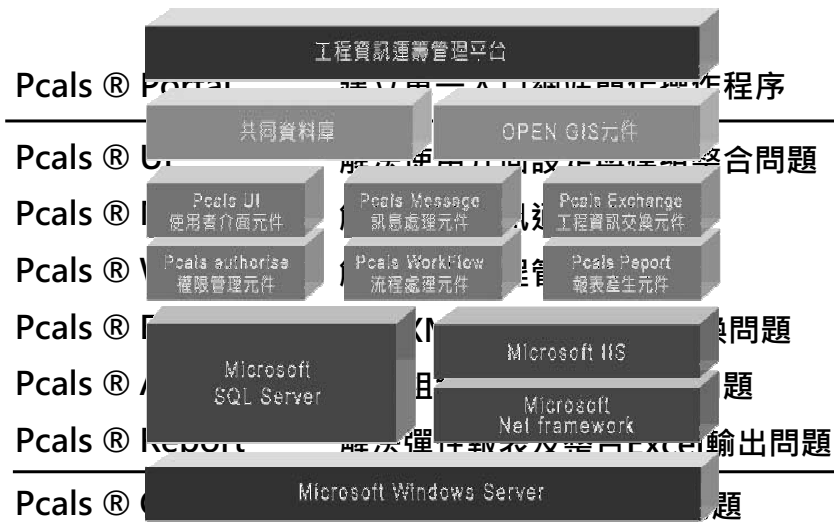
49

系統規劃願景



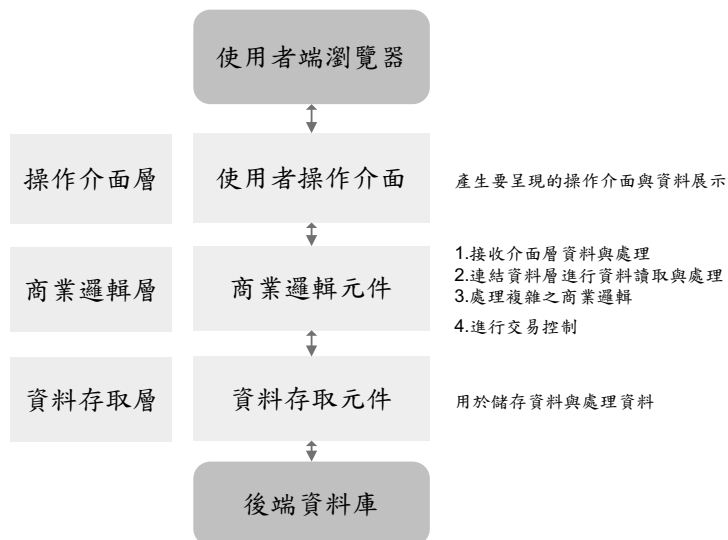
50

系統規劃 Pcals管理平台架構



51

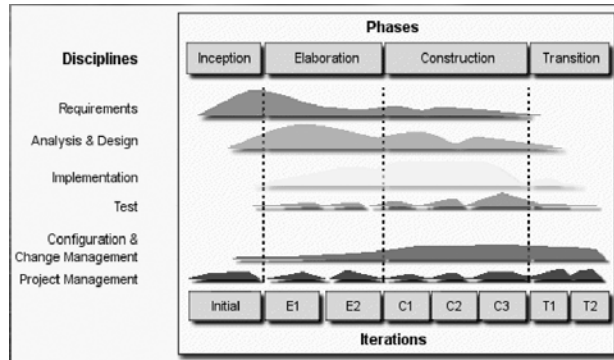
系統開發工具與技術



RUP的整體結構系統開發技術

52

系統開發工具與技術



採用多層式
應用系統架構

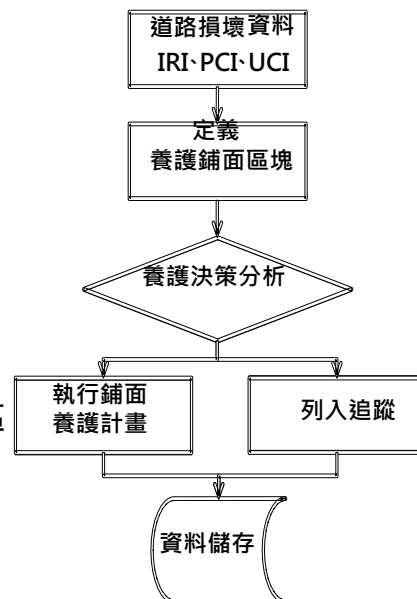
1. 開發環境 Microsoft Visual Studio 2005
2. 開發語言 Visual C#
3. 網頁工具 ASP.Net、AJAX.Net
4. 網頁技術 AJAX
5. 基礎平台 Pcals Portal工程資訊運籌管理平台

53

養護鋪面單位劃分機制

▣ 養護鋪面區塊制訂

- 本研究建議採用100公尺作為道路鋪面養護劃分單位
- 依據美國各州平坦度驗收規範多數計價區段長度設定為0.1mile
- 其中不足50m者將與前一區段合併成一獨立區段，大於50m而不足100m者則自為一獨立區段，再進行後續之養護優選排序



54

養護鋪面單位劃分機制

養護鋪面區塊績效展示



顯示顏色	平坦度 (IRI) m/km	表面損壞狀況 PCI or APCI	抗滑 (SN)
藍色	<3	>=85	> 55
綠色	3-4	70-85	50-55
黃色	4-5	55-70	45-50
橘色	5-6	45-55	40-45
紅色	>=6	< 40	<=40

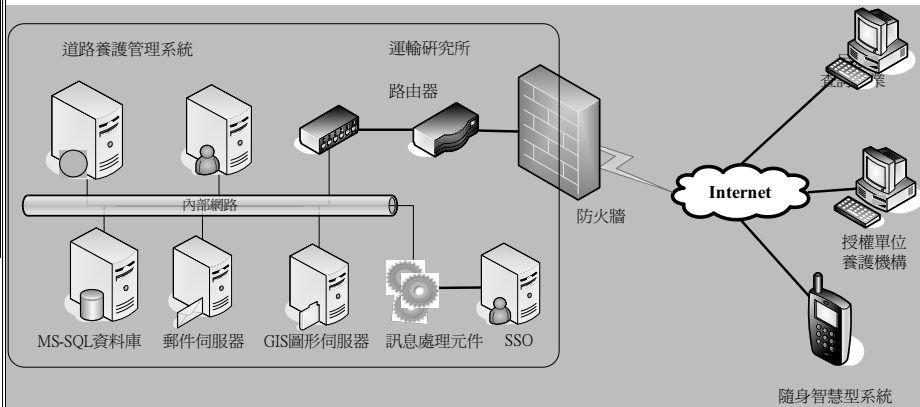
55

養護鋪面單位劃分機制

養護鋪面區塊資料記錄格式

欄位名稱		中文名稱	道路路段基本資料表		欄位名稱		中文名稱	資料型態	備註
R_ID	道路編號	Varchar(20)	Yes	道路編號	R_ID	道路編號	Varchar(20)	Ref QMSTPMR_ID	同道路基本資料表
R_NAME	道路名稱	Varchar(15)		道路名稱	R_NAME	道路名稱	Varchar(15)		同道路基本資料表
CITY	城市	Varchar(6)		城市	CITY	城市	Varchar(6)		同道路基本資料表
TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		鄉鎮	TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		同道路基本資料表
R_LEVEL	路段等級	Varchar(4)		路段等級	R_LEVEL	路段等級	Varchar(4)		同道路基本資料表
P_TYPE	鋪面型態	Varchar(2)		鋪面型態	P_TYPE	鋪面型態	Varchar(2)		同道路基本資料表
R_CNT	車道數	int		車道數	R_CNT	車道數	int		同道路基本資料表
Direction	檢測方向	Varchar(10)		檢測方向	Direction	檢測方向	Varchar(10)		同道路基本資料表
ADV_DP	養護管理單位	Varchar(1)		養護管理單位	ADV_DP	養護管理單位	Varchar(1)		同道路基本資料表
ADV_UID	養護管理人員	Varchar(1)		養護管理人員	ADV_UID	養護管理人員	Varchar(1)		同道路基本資料表
ADM_DP	主管機關	Varchar(2)		主管機關	ADM_DP	主管機關	Varchar(2)		同道路基本資料表
AADT_B	年平均日交通量	Int		年平均日交通量	AADT_B	年平均日交通量	Int		同道路基本資料表
DIST	里程	Varchar(10)		里程	DIST	里程	Varchar(10)		同道路基本資料表
Direction	檢測方向	Varchar(10)		檢測方向	Direction	檢測方向	Varchar(10)		同道路基本資料表
Lane	檢測車道	Varchar(10)		檢測車道	Lane	檢測車道	Varchar(10)		同道路基本資料表
IRI	平坦度	Dec		平坦度	IRI	平坦度	Dec		同道路基本資料表
PCI	鋪面損壞	Dec		鋪面損壞	PCI	鋪面損壞	Dec		同道路基本資料表
Skid	抗滑值	Dec		抗滑值	Skid	抗滑值	Dec		同道路基本資料表
Deflection	撓度	Dec		撓度	Deflection	撓度	Dec		同道路基本資料表
GIS_X	X座標	Varchar(10)		X座標	GIS_X	X座標	Varchar(10)		同道路基本資料表
GIS_Y	Y座標	Varchar(10)		Y座標	GIS_Y	Y座標	Varchar(10)		同道路基本資料表
CITY	城市	Varchar(6)		城市	CITY	城市	Varchar(6)		縣市行政別
TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		鄉鎮	TOWN	鄉鎮	Varchar(10)		所屬鄉鎮別
SYR	年度	Varchar(3)		年度	SYR	年度	Varchar(3)		年度別
SMN	月份	Varchar(2)		月份	SMN	月份	Varchar(2)		月份別
RAIN_DAY	下雨天數	Int		下雨天數	RAIN_DAY	下雨天數	Int		0-31
RAIN_CAPACITY	降雨量	Decimal(18,2)		降雨量	RAIN_CAPACITY	降雨量	Decimal(18,2)		釐米
MAX_TEMPER	最高溫度	Decimal(18,2)		最高溫度	MAX_TEMPER	最高溫度	Decimal(18,2)		攝氏
MIN_TEMPER	最低溫度	Decimal(18,2)		最低溫度	MIN_TEMPER	最低溫度	Decimal(18,2)		攝氏
AVG_TEMPER	平均溫度	Decimal(18,2)		平均溫度	AVG_TEMPER	平均溫度	Decimal(18,2)		攝氏

GIS圖資修正

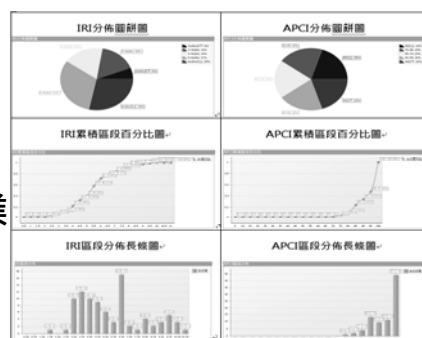


以【交通部運輸研究所路網數值圖1.3版(95年8月)】之1/5,000圖資為基礎，並依道路實況調整維護修正

57

系統功能

- ▣ 道路鋪面資料維護作業
- ▣ 道路鋪面綜合評估作業
- ▣ 道路鋪面評估統計圖表作業
- ▣ 降雨及溫度資料維護作業
- ▣ 道路鋪面績效GIS展示作業
- ▣ 系統維護管理作業



系統維護管理

▣ 使用者資料管理

- 人員管理
- 部門管理

▣ 使用者清單設定

- 工作群組設定
- 權限設定

▣ 系統公告

- 提供系統更新訊息與管道

59

系統測試與 教育訓練

60

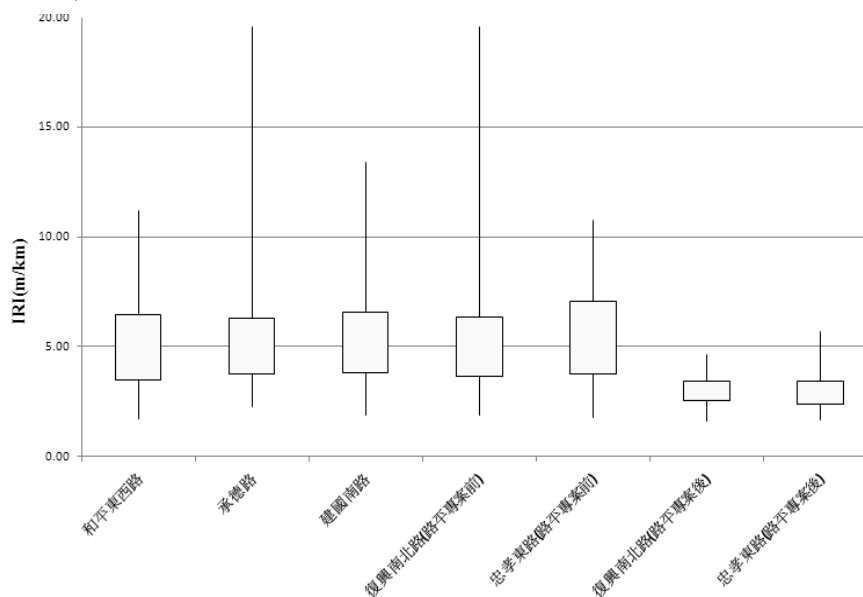
測試路段選取標準

- ▣ 道路線型完整，且檢測距離長
- ▣ 各路段應涵蓋不同程度之平坦度及損壞狀況
- ▣ 道路等級相同

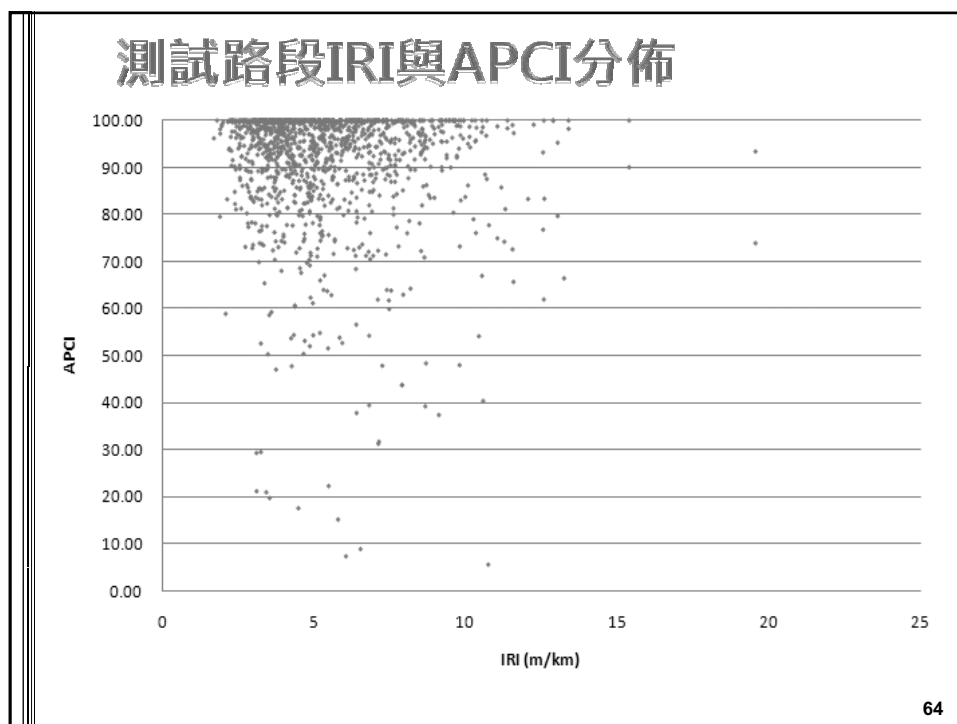
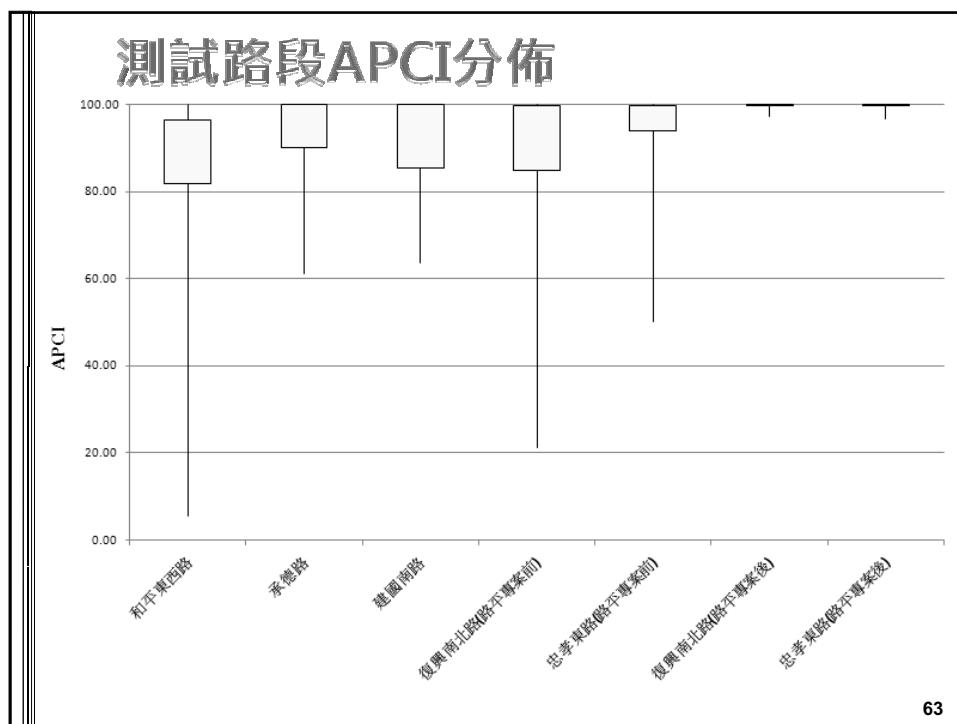
道路名稱	起點	終點	檢測長度 (車道公尺)
和平東、西路	中華路二段	基隆路	15,696
承德路	市民大道	中正路	23,300
建國南路	辛亥路	忠孝東路	11,173
復興南路	辛亥路	民權東路	10,080
忠孝東路	復興南路	昆陽路	26,100
總計			86,349

61

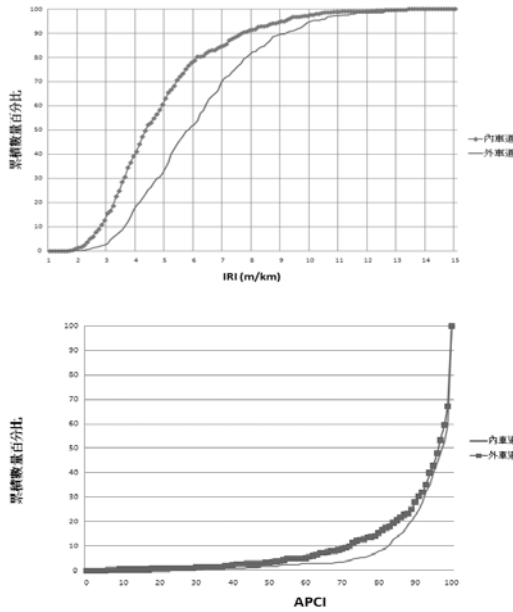
測試路段IRI分佈



62



測試路段IRI與APCI內外車道分佈



65

鋪面資料維護

[illegible]

66

鋪面綜合評估

道路鋪面綜合性評估

一旦交通量加入評估如果沒有值，系統會自動將權重設定為1

☐ 交通量不加入評估

☒ 交通量加入評估

☒ IRI與APCI一起評估

☐ 僅評估IRI

☐ 僅評估APCI

縣市別 請選擇 鄉鎮別 請選擇 列印 查詢

圖資展繪

勾選要進行排序的路段

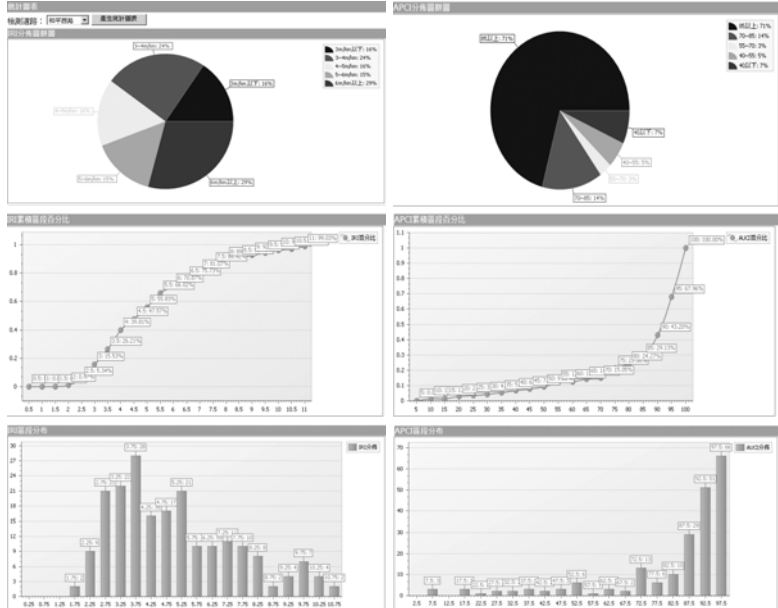
排序>>

選取	道路編號	道路名稱	橋梁	道路名稱	方向	車道	橋梁	樺重	平坦度 (IRI)	平坦度 權數	鋪面破壞 (PCI/APCI)	鋪面表面 損壞權數	檢測 起點	檢測 終點
<input type="checkbox"/>	R12	八德路		0K+200	和平 順向	1	0K+200	0.88	7.12	1.00	31.23	1.00	中華路 二段	基隆 路
<input type="checkbox"/>	R01	中華路二段		0K+400	和平 順向	2	0K+400	0.88	6.82	1.00	39.44	1.00	中華路 二段	基隆 路
<input type="checkbox"/>	R09	秀明路		0K+500	和平 順向	2	0K+500	0.88	10.75	1.00	5.55	1.00	中華路 二段	基隆 路
<input checked="" type="checkbox"/>	R03	和平西路		0K+600	和平 順向	2	0K+600	0.87	10.58	1.00	40.36	0.99	中華路 二段	基隆 路
<input checked="" type="checkbox"/>	R04	忠孝東路		1K+000	和平 順向	2	1K+000	0.67	6.82	1.00	54.22	0.53	中華路 二段	基隆 路
<input type="checkbox"/>	R11	承德路		0K+100	和平 逆向	1	0K+100	0.58	6.05	1.00	7.31	1.00	中華路 二段	基隆 路
<input type="checkbox"/>	R13	南京東路		0K+100	和平 逆向	2	0K+100	0.58	6.53	1.00	8.86	1.00	中華路 二段	基隆 路
<input type="checkbox"/>	R06	建國南路												
<input type="checkbox"/>	R08	桃1												
<input type="checkbox"/>	R10	國1												
<input type="checkbox"/>	R05	復興北路												

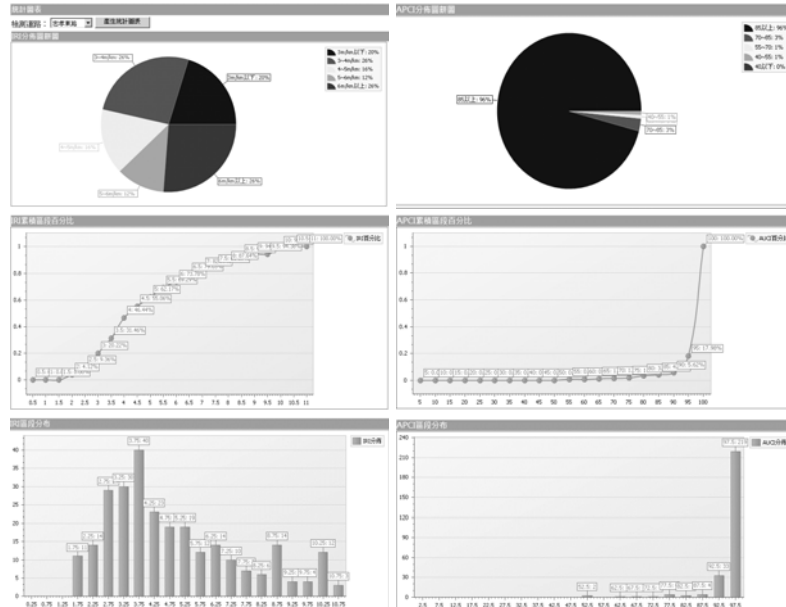
養護優選排序路段母體列表

路段每百公尺數據及權數

鋪面評估統計圖表-和平西路



鋪面評估統計圖表-忠孝東路



69

鋪面績效GIS展示-忠孝東路



70

系統教育訓練

時程：98年12月11日下午兩點

地點：國立台灣大學土木工程學系318B室

時間	內容
14:00-14:30	全國鋪面管理系統建置背景、內容與養護優先排序概念說明。
14:30-14:50	意見交流
14:50-16:00	系統操作說明（包含：資料輸入作業、養護排序功能操作、統計圖表繪製與GIS展繪功能）及實例操作
16:00-16:30	綜合討論

71

系統教育訓練

▣ 與會單位

- 中央主管機關—高公局、營建署、公路總局
- 縣市政府—台北市、基隆市、桃園縣、新竹市、彰化縣、嘉義縣



結論

- ▣ 回顧國內外鋪面管理系統，並針對國內目前正在使用鋪面管理系統之單位
- ▣ 本研究邀集營建署、高公局、公路總局與部分縣市政府參與全國鋪面管理系統整合規劃座談會並進行深度訪談，做為本研究建置鋪面管理系統之基礎
- ▣ 平坦度及表面損壞檢測為本鋪面管理系統中採用之兩項指標

73

結論

- ▣ 已有鋪面管理系統者：建立專屬帳號，並針對不同單位開發轉檔功能以利資料轉入本系統。
- ▣ 尚未使用鋪面管理系統者：建議需遵循所建立之制定格式以利資料匯入
- ▣ 系統具備路段績效數據展暈於圖資之功能，可將平坦度、表面損壞與抗滑等三項鋪面績效數據依其不同之分級門檻與標示方式繪製於圖資，並提供統計圖表功能

74

結論

- ▣為因應未來鋪面績效預測模式之建立，本系統特增設溫度、降雨及重車交通量等欄位
- ▣建立各道路等級之平坦度養護優選門檻，再結合鋪面損壞指標以及道路使用需求度進行養護路段之舒適性排序。
- ▣利用台北市市區道路調查資料進行系統測試，顯示功能完整如預期

75

建議

- ▣目前國內平坦度之檢測能力已有相當成果，然表面損壞檢測儀則仍不普及，因此在近期內各級道路檢測建議可考慮採委外勞務採購方式進行，在中期之技術發展上，建議應針對鋪面損壞檢測儀進行研究與更多實測，以便使全國鋪面管理系統更為完善。

76

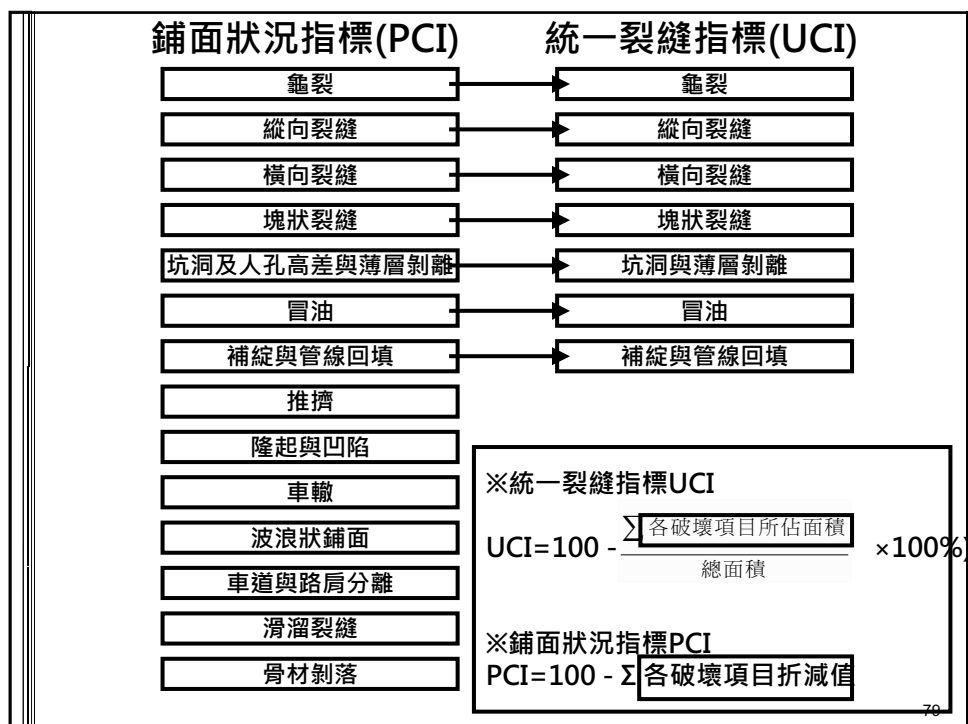
建議

- ▣ 目前之圖資為運研所提供之免費版本，若擬能更準確展現GIS地圖，建議可以商業版之圖資納入本系統中

77

簡報結束
敬請指教

78



鋪面抗滑指標

- ▣ 國內多數道路養護管理單位均尚未將抗滑能力檢測納入考慮，但其確實為道路安全之重要檢測項目之一。
- ▣ 鋪面抗滑能力是指車輪被制動（不轉動）滑行於鋪面時，鋪面所提供之安全阻力；除為鋪面表面特性外，亦為雨天鋪面潮濕時行車安全之重要因素。
- ▣ 藉鋪面抗滑值(Skid Number)，可了解鋪面是否能提供足夠摩擦力，防止車輛於鋪面表面出現水膜時產生打滑或行車操控困難等現象。
，一般最常見的為摩擦係數 μ 及抗滑數Skid Number (SN)。

標準檢測方式擬定

- ▣ 至於另一較具爭議性之孔蓋區域，同樣由於鋪面管理系統主要係希望篩選出令用路人不舒適之路段，因此建議毋須將孔蓋區域加以排除
- ▣ 若各單位為欲進一步瞭解某路段平坦度不佳之主因為鋪面抑或孔蓋，建議可利用研究單位於計畫執行期間前針對孔蓋區域之平坦度檢測結果建立出之孔蓋特徵，配合修改高程之概念將孔蓋區域平順化，模擬該處無孔蓋時之平坦度

81

建議

- ▣ 受限於現有檢測資料，尚未全面化提供地理資訊座標之數據；且以現行技術與科技而言，實體區塊劃分之分析與儲存方式短期內並不會造成系統或資料庫之負擔。因此本系統以「養護鋪面區塊」作為劃分各路段檢測資料儲存之基本單位，並配合展繪路網資料與檢測紀錄數據於圖資上，並已完成未來相關座標欄位之擴充與檢測紀錄方式之建議，期能藉由現有養護單位資料之配合，逐步完成全方位鋪面管理系統建置之構想。

82

