

淡江大學土木工程學系碩士班

剛性鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統雛形之建立

指導教授：李英豪

研究生：徐志忠

中華民國九十年十二月二十二日

緒論

研究緣起

- 剛性鋪面特性
 - 承载力佳、使用年限長、維修費用低
- 剛性鋪面使用逐漸增加
 - 國道中山高速公路收費站附近，新建之北部第二高速公路龍潭附近試驗路段、木柵福德隧道和未開放通車之南部第二高速公路等特定路段與機場鋪面
- 鋪面路網相繼擴大
 - 第二高速公路與東西向快速道路的部分通車和後續路段工程的持續進行
 - 鋪面養護與維修管理計畫的擬定與實行必然是一項極為龐大且費時的工作
- 維修方式的選擇並無固定的模式可循
 - 目前維修方式多為工程師或巡路員目視調查憑經驗維修

緒論

研究目的

- 修正與擴充『剛性鋪面評估智慧型諮詢系統』(ICSMART)程式，以公路為主建立一套系統化之『剛性鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統』(ICSMART-R)程式
- 介紹國外剛性鋪面相關維修技術
 - 維修時機、材料特性、斷面選擇及施工所需機具等
- 建立有系統的決策樹架構
 - 以協助管理者選擇鋪面維修方式
- 鋪面未來預測
 - 幫助瞭解鋪面在維修後未來狀況
- 建立自動化成本分析之流程
 - 不同維修策略下的成本分析,以協助使用者選擇最佳維修策略

緒論

研究內容

- 針對「剛性鋪面評估智慧型諮詢系統」之錯誤及未完善處進行修改與除錯之工作
- 介紹剛性鋪面「維修」之概念、國內鋪面維修技術之現況
- 探討各種鋪面損壞維修方法、其相關工作要項與維修之效益
- 研擬出符合國內現況且較詳細的鋪面維修策略
- 利用國外類似環境的績效預估模式，以作為對不同維修策略的未來績效預測之依據
- 建立自動化成本分析之流程與架構
- 利用知識庫專家系統程式之架構，協助構建「鋪面養護與維修技術智慧型諮詢系統」雛型

緒論

研究步驟及方法

- 國內、外鋪面管理系統之文獻回顧
- 國內現行剛性鋪面維修系統之問題與討論
- 剛性鋪面評估智慧型諮詢系統決策結果作為維修之依據
- 研擬鋪面維修策略之建構
- 選擇鋪面維修後之未來績效模式
- 鋪面生命週期成本的計算方法
- 剛性鋪面維修智慧型諮詢系統雛形之建立
- 系統測試與驗證
- 結論與建議

研究流程



論文之組織架構

- 第一章 緒論
- 第二章 剛性鋪面維修技術之介紹
- 第三章 剛性鋪面損壞維修方法
- 第四章 智慧型養護與維修系統雛形之建立
- 第五章 ICSMART-R程式與實例驗證
- 第六章 結論與建議

國外鋪面維修技術發展現況

- 美國聯邦航空總署(FAA)
 - 機場鋪面維修方針及程序指導-建議公告
 - ✓ 主要針對機場鋪面結構與功能、損壞類型、鋪面調查方式與維修方法等說明
- 美國運輸研究委員會(TRB)
 - 卜特蘭水泥混凝土鋪面接縫維修方法
 - ✓ 主要針對維修方法規劃與施工步驟說明
 - ✓ 內容包括鋪面狀況的評估、適當維修方法的選擇、設計與施工指導、維修方法的應用、設計與施工規範
- 美國聯邦公路局(FHWA)
 - 鋪面維修技術手冊
 - ✓ 內容包括有鋪面調查與評估計畫、鋪面修復方法、資源回收利用、鋪面整修、最佳維修方案之選擇及成本分析等單元。
 - ✓ 不同工法適用之破壞類型、維修注意事項、維修材料、施工機具及施工標準作業程序等，有詳細的描述

國內鋪面維修技術發展現況

- 交通部技術標準規範
 - 公路工程部公路養護手冊
 - ✓ 主要為公路及橋樑等相關道路設施養護方法與技術
 - ✓ 內容包括選擇維修方法，對於接、裂縫封填、表面處理、部份深破損維修等維修法多採簡要原則性介紹。
 - 機場工程施工技術規範
 - ✓ 針對機場各項建設項目工程訂定之標準施工技術規範，依據各項工程分別規範施工細則、材料性質、配比及試驗標準及施工機具設備要求
- 台灣省交通處公路局公路工程施工說明書
 - 主要編訂公路、橋樑、隧道等各項新建工程施工所需材料、機具、施工方法、施工注意事項、檢驗標準等規範

國內現行公路養護作業方式 (1)

	鋪面狀態調查方式	養護作業排序考量	養護作業排序方法
高速公路局	1. 各工務段現場工程師與巡路工程師以目視進行戳查 2. 道路評審儀做撓度調查 3. 平坦儀與抗滑儀之使用	1. 鋪面撓度 2. 養護預算 3. 上次養護時間 4. 目視損壞調查	由局本部技術組與工務組織工程司進行養護作業安排
台北市養工處	1. 養工處巡路員之定期巡視 2. 市民之反應	1. 道路等級 2. 損壞情況	依據各分級養護準則
交通部公路局	由各工務段之工程師進行道路評審儀之撓度調查及目視損壞調查	1. 損壞狀況 2. 交通量 3. 道路等級 4. 環境因素	依工程司主觀經驗判斷與工程經驗

國內現行公路養護作業方式 (2)

- 國內仍是以工程師經驗判斷作為維修決策依據，較缺乏系統化之決策過程
- 國內鋪面養護管理系統
 - 系統龐大，所需資料較多
 - ✓ 如撓度、車轍深度等，調查時效不足、投入人力物力龐大
 - 固定長度路段
 - ✓ 中山高路面養路管理系統以一百公尺為資料單元長度
 - ✓ 公路局路面維護管理系統以二十公尺作破壞資料登入一次
 - 缺乏預測鋪面未來狀態之預測模式
 - 路網階層管理方式，且路段定義不明確
- 本研究將採用個案階層的鋪面維修管理系統為考量
 - 『均質路段』路段分割方式，配合抽樣概念

國內現行機場養護作業 (1)

- 機場管理單位
 - 機場航務單位
 - ✓ 由值班人員每日固定檢查機場場面所有設施、鋪面狀況與航機作業情形，並不定時巡場查報
 - 機場維護單位
 - ✓ 以定期檢查機場鋪面及相關狀況，依據個別情形進行適當的修繕與規劃
 - 機場使用單位
 - ✓ 以航空公司航機駕駛或地勤人員之反應，將鋪面使用不良狀況，通報航務單位會同維護單位勘查確認問題

國內現行機場養護作業 (2)

- 機場鋪面維修
 - 主要以機場維護單位依據各單位查報結果，針對鋪面個別損壞情形及損壞區域、損壞程度與範圍大小
 - 考量鋪面功能、設計條件及使用說明、維修範圍、損壞原因、經濟效益、維修緊急程度等因素規劃維修方式選用維修材料
- 機場依其營運特性維修處理方式
 - 一般性維修
 - ✓ 經判斷損壞狀況尚不致立即危害航機作業安全，且發生損壞的區域允許施工暫時封閉，則列入年度例行性維修工程一併規劃
 - 緊急維修
 - ✓ 經判斷損壞狀況對航機作業造成立即危險，或損壞發生於跑道及滑行道等影響航機正常起降之處時，為即時進行適當的維修及降低對航機正常作業之影響

國內現行機場養護作業 (3)

- 國內機場鋪面維修問題
 - 未將鋪面狀況客觀分析以評估最佳維修時機適時進行維修，致使機場鋪面損壞維修作業多以緊急維修方式進行，無法確實掌握維修工程品質
 - 機場目前的檢查作業模式僅針對已產生破損的鋪面予以查報維修，無法於鋪面發生損壞初期即採取適當之一般性養護工作
 - 通常於發生破損即需進行維修，無法累積損壞數量，故經常皆為小型工程，多由維修單位自行規劃設計發包工程。且無法針對維修工程特性訂定技術規範，而仍沿用機場工程施工規範進行施工，導致發生維修後相同損壞情形機率偏高

ICSMART程式缺點與擴充

- ICSMART為評估諮詢系統缺維修諮詢系統離形程式與維修後之生命週期成本
- 單位混淆
- 單一樣本輸入格式，無法多筆輸入
- 資料輸入無適當建議範圍與偵錯功能
- 無存檔及列印功能

剛性鋪面損壞維修方法之介紹

- 剛性鋪面損壞維修方法
 - 剛性鋪面接縫填縫料維修
 - 全厚度接縫式混凝土鋪面修補
 - 部分厚度的剝落修補
 - 版基底層的穩定與版升高法
 - 接縫與裂縫處荷重傳遞能力之維持
 - 鋪面表面刨除處理

剛性鋪面接縫填縫料維修 (1)

- 使用時機
 - 接縫式卜特蘭水泥混凝土鋪面接縫填縫料維修，減少水分及不可壓縮物質侵入接縫系統，
 - 不可使用在混凝土與瀝青鋪面路肩的接縫及剛性鋪面開裂裂縫的填縫
- 材料
 - 襯縫材料
 - ✓ 襯縫條應為擠出成型的蜂巢式聚乙烯或聚烯類發泡條
 - 黏結劑
 - ✓ 目的在提供新填縫料與混凝土間良好的黏結
 - 填縫料
 - ✓ 熱塑性材料、熱凝性材料、預先成形的壓縮封填

剛性鋪面接縫填縫料維修 (2)

- 機具設備
 - 犁挖機
 - ✓ 前端為炭化處理的平口刀片，刀片尺寸應足夠一次犁挖接縫填縫料
 - 鋸縫機
 - ✓ 用於重修接縫縫壁
 - 噴砂機
 - ✓ 應能從接縫表面將乾的鋸縫砂漿、污物及任何舊的填縫料完全移除
 - 空壓機
 - ✓ 用於接縫最後的清潔，其空氣品質、壓力、空氣量應足以完全清潔接縫
 - 其他設備
 - ✓ 機械式的真空清掃器或手提式吹風機

剛性鋪面接縫填縫料維修 (3)

- 接縫處理步驟
 - 移除舊有填縫料
 - 重新修整縫槽
 - 噴砂清理接縫縫壁
 - 空壓機噴氣處理
 - 塗佈黏結劑
- 填縫之相關作業程序
 - 裝置襯縫條
 - ✓ 襯縫條應在縫槽經噴氣清理、完成黏結劑塗佈，且黏結劑呈現乾燥狀態後，在灌注填縫料前裝置
 - 灌注填縫料
 - ✓ 接縫縫槽準備完成且氣候許可，即進行填縫料灌注作業

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (1)

- 使用時機
 - 接縫式混凝土脹裂、角隅斷裂、耐久性裂縫造成的剝落、反應性骨材造成的剝落等損壞
 - 版塊間喪失荷重傳遞功能時之維修
 - 將損壞版塊移除重新澆置混凝土，以置換嚴重損壞的版塊，預防損壞區域惡化擴大

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (2)

- 材料需求
 - 考量關閉車道可用施工時間選用材料，開放時間要求4~24小時
 - 高早強水泥、速凝水泥、預鑄混凝土
- 確定維修所需範圍
 - 確定需要全厚度修補和維修邊界的選擇
 - 由受訓練人員完成進行所有車道全部計畫狀況調查
 - 最小維修尺寸之建議
 - ✓ 有縱縫筋或繫筋的維修，全車道寬及最小維修長度1.8公尺維修
 - ✓ 無縱縫筋或繫筋的維修，低交通量地區最小維修長度1.8公尺；中、高交通量地區最小維修長度2.4~3.0公尺

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (3)

- 施工方法與步驟
 - 鋸切混凝土
 - ✓ 粗糙面法 (Rough-Faced) :
鋸切版厚30%以下，以破碎機將損壞版塊移除，產生粗糙的表面以提供一些骨材的連結
 - ✓ 平滑面法 (Smooth-Faced) :
鋸切版塊全厚，獲得平滑的表面不具有骨材連結的能力，為較佳的鋸切方式。(粗糙面法在移除版塊期間有造成版塊下破損的可能)

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (4)

- 移除損壞混凝土版塊
 - ✓ 破碎清除法 (Breakup and Cleanout Method)
用破碎機、落錘、或水力夯錘，並用鋤耕機及手工具清除。不可使用重型破碎機及落錘，以防止損壞鄰近的版塊
 - ✓ 吊離法 (Life-Out Method)
用鍊條及或其他設備將一塊或更多塊混凝土吊離

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (5)

- 維修斷面處理
 - ✓ 當基層及路基材料被擾動或喪失時應該移除並重新置換相似的材料或混凝土
 - ✓ 過多的水存於維修斷面，應該在澆置新材料前乾燥
 - ✓ 當維修斷面有過多的水，可以設置橫向排水，必須鋸過道間並設置橫向排水管或開放級配碎石
 - ✓ 狹窄維修斷面粒料無法適當壓實，手提式震動器通常無法達到適當的壓實效果，以預防維修得沈陷
 - ✓ 使用混凝土置換惡化的基層，可獲得較佳的成效 (維修區域小於3公尺長叫合乎成本效益)

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (6)

→ 裝置縱縫筋

- ✓ 裝置縱縫筋前，應先於版塊垂直面鑽孔，鑽孔應平行鋪面中心線坡度，鑽孔傾斜在每30cm內3mm，以水泥漿或環氧樹脂材料灌漿填注，自由端塗潤滑油脂

→ 養護

- ✓ 炎熱的天氣是最有效的養護過程，使用含有白色顏料的養護劑一旦水從修護表面消散時應立即使用養護劑
- ✓ 潮濕的麻布袋與聚乙烯可以被使用，但開放交通時必須被移除
- ✓ 冬天隔離毯、防水布 (tarp) 可以用來提供較快的養護與開放交通

全厚度混凝土鋪面修補介紹 (7)

→ 開放交通

- ✓ 為了關閉最少車道，允許交通荷重在修補材料達最小要求強度時，開放交通以確保結構完整性
- ✓ 鋪面需在填縫前開放交通，則應在鋸縫後立即以黃麻或尼龍繩填入接縫，該繩必須稍大於接縫縫寬，壓入接縫中使繩頂低於鋪面表面3mm，清潔接縫前應將該繩移除

部分厚度的修補 (1)

● 使用時機

- 修復混凝土鋪面不超過1/3版厚的表面缺點及淺層接縫剝脫
- 不應該使用在深層剝脫 (大於1/3版厚) 或工作裂縫
- 損壞延伸超過1/3版塊厚度，或發生在裂縫處的版塊破損，應使用全厚度修補

部分厚度的修補 (2)

● 材料需求

- 卜特蘭水泥混凝土修補材料
 - ✓ 澆置前應用水泥薄漿，在面乾內飽和情況下塗一層黏結劑以確保修補殘料與混凝土完全黏結
- 使用環氧或其他專利薄漿
 - ✓ 修補區域底層與兩側完整的塗佈是基本的要求
- 速凝專利修補材料
 - ✓ 黏結劑應由製造的廠商對澆置的狀況建議使用

部分厚度的修補

(3)

- 黏結劑
 - 增加維修材料與現存版塊間之黏結力
 - 水泥與砂體積比1:1之水泥砂漿用於波特蘭混凝土維修材料需養護24~72小時
 - 環氧樹脂黏結劑用於水泥或專利維修材料將近需要6小時或更少的養護時間
 - 並非所有維修材料都需要黏結劑來促進黏結

部分厚度的修補

(4)

- 維修範圍界定
 - 破壞範圍可用堅實的鋼棒或圓形的錘頭敲擊混凝土來決定。(清脆聲響可接受，沉緩聲響為脆弱地方)
 - 敲擊裝備(如Delam-tech)商業化產品亦可用來鑑定破壞的區域
 - 建議最小修補長度與寬度為10 in與4in

部分厚度的修補

(5)

- 維修斷面處理
 - 噴砂法 (Sandblasting)
 - ✓ 在氣候潮溼的狀況下，不能使用噴砂法
 - ✓ 噴砂法可移除污物、泥土、油、薄層不堅固的混凝土、水泥的浮漿效果佳
 - 噴氣機 (Airblasting)
 - ✓ 噴砂處理後應該用噴氣機或手提式吹風機移除任何殘餘的灰塵、破碎物和鬆散的混凝土碎片
 - 清掃 (Sweeping)
 - ✓ 在當氣溫低於4°C或修補區域表面潮溼飽和時，其他維修工法不適用的情況下

部分厚度的修補

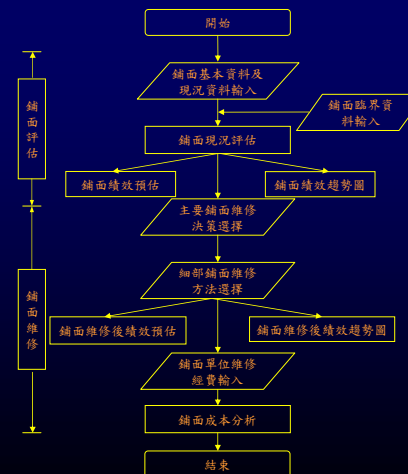
(6)

- 維修材料澆置
 - 現存混凝土表面被清理後，澆置之前應該塗佈一層黏結劑
 - 應用水泥薄漿前，現存表面該在飽和且表面乾燥情況下
 - 使用Epoxy或其他薄漿時，應該完全遵照製造廠商的指示
 - 修補區域底層與兩側應完整的塗佈
 - 水泥漿應該在修補材料澆置前立刻塗佈，使水泥漿與修補材料接觸前不致凝固
 - 空氣溫度或鋪面溫度低於4°C時不應澆置。溫度低於13°C時需要溫水、隔離覆蓋物、以及較長的養護時間

鋪面表面刨除處理

- 適用於改善接縫式卜特蘭混凝土鋪面表面問題
- 利用鑽石刀片刨鋸組在卜特蘭水泥混凝土鋪面刨磨與刻紋，處理接縫或裂縫間的版差、鋪面粗糙度問題、鋪面表面排水問題、服務績效與表面抗滑力
- 考慮鋪面建造年限、鋪面類型、橫向接縫間距、骨材來源及硬度、抗磨能力、骨材尺寸及暴露數量、車轍深度、移除平均深度、鋪面目前縱斷面等因素詳加計畫
- 施工時研磨作業應沿著車道連續操作以獲得較佳的成效
- 其他維修方法請參閱報告

ICSMART-R系統整體架構



資料需求與分類

基本調查資料	一般資料	建造日期 (S)、路段長度 (R)、鋪面版厚 (R)、車道寬度 (R)、溝渠深度 (S)、鋪面紋路 (S)、地下排水系統 (R)、縱縫筋直徑 (S)
	交通資料	年ESAL值 (R)、年交通持長率 (R)
	氣候資料	年降雨量 (R)、月平均溫度 (R)
現地調查資料	材料資料	路基土壤分類資料 (R)、底層材料資料 (R)、填縫型態資料 (S)、路肩種類 (S)、橫向接縫間距 (R)、接縫填縫寬度及深度 (S)
	損壞資料	裂縫調查資料：縱向裂縫 (R)、橫向裂縫 (R)、角隅裂縫 (R)、橫向裂縫修補方式 (S)、接縫破壞資料：接縫填縫料破壞數量 (R)、接縫破壞長度 (S)、縱向及橫向接縫剝落 (S)、縱向及橫向裂縫深度、骨材反應 (S)、角隅斷裂 (S)
	糙度資料	梅氏指標 (R)、抗滑值 (R)
	其他資料	邊緣排水 (S)、唧水現象 (R)、隆起斷裂 (S)、總高差 (R)

評估決策流程所需臨界值資料

決策樹	臨界值資料項目
糙度缺陷評估	臨界PSR值(2.5) 起始PSR值(4.5) 總高差(73cm/km) 隆起數量(3/km) 接縫破壞數量(34/km)
防滑性缺陷評估	抗滑值(44)
接縫破壞評估	接縫破壞數量(34/km) 橫向接縫間距(9m)
接縫施工缺陷評估	縱向裂縫總長度(95m/km)
排水功能評估	溝渠深度(2.4m)
結構破壞評估	角隅裂縫數量(16/km) 中、重等級橫向裂縫長度(13m/km)

ICSMART修正與擴充

- 單位選擇(公制/英制)
- 資料儲存及結果列印
- 介面整合(輸入/輸出)
- 樣本路段
- 系統建議輸入資料範圍與自動偵錯之功能

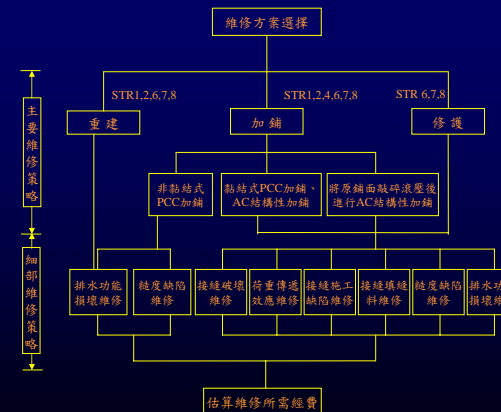
維修後剛性鋪面績效預測模式

- 國內目前發展之剛性鋪面績效預測模式，大多數是針對鋪面現況之評估，而有關於未來績效預測模式，則較為少見。國內仍未有一代表性之本土化模式
- 本研究暫時引用EXPEAR程式中對JPCP鋪面的預估模式(NCHRP 1-19)
 - 鋪面服務能力 (PSR)
 - 接縫破壞 (Joint Deterioration)
 - 裂縫 (Cracking)
 - 高差 (Faulting)
- 其中因預估模式受調查地區影響，如其中包含冰凍指數 (FI)，雖不發生時FI=0，但對於本土鋪面未來之預估準確性仍有餘慮，因目前國內仍無相關研究，只好暫時引用。待國內有本土預估模式時則可立即更改，再以資料回饋修正，則適合本土之預估模式指日可待

剛性鋪面維修決策流程

- 鋪面現況評估流程
 - 糙度缺陷、防滑性、接縫施工破壞、排水性破壞、荷重傳遞效應不足、結構破壞及接縫填縫料缺陷
- 鋪面維修決策流程
 - 主要鋪面維修策略
 - 細部維修策略

維修處理決策流程圖



主要維修方法架構表

結構破壞評估結果	敘述	主要維修方法
STR1	鋪面的結構不足，由於角隅斷裂大於25(個/英哩)	鋪面加鋪或重建
STR2	鋪面的結構不足，由於惡化的橫向裂縫大於67(個/英哩)或者裂縫延伸出單一車道	鋪面加鋪或重建
STR3	鋪面的結構略有不足，由於在潮濕或者乾濕(燥)氣候下，鋪面版厚度不足以承受目前的ESAL值	鋪面加鋪
STR4	目前鋪面結構尚未不足，雖然邊緣破壞數小於25(個/英哩)但鋪面卻需要修補的	鋪面加鋪、重建或修護
STR5	鋪面調查顯示結構未有不足之處	鋪面加鋪、重建或修護
STR6	目前鋪面結構尚未不足，由於惡化的橫向裂縫小於67(個/英哩)或者裂縫延伸出單一車道，建議鋪面需要做修補工作	鋪面加鋪、重建或修護

鋪面修護細部維修策略

	決策評估結果	維修方法
接縫缺陷評估	JDT(1、4、6、10-12)	全厚度修補
	JDT(2)	設置減壓接縫 全厚度修補
	JDT(3、5、9、11)	全厚度修補 重換橫向裂縫填縫料
荷重傳遞效應評估	LDT(1)	荷重傳遞能力之維持
	LDT(2)	荷重傳遞能力之維持或不作細部修護
	LDT(6)	更換無縱縫筋之全厚度修補
接縫施工缺陷評估	JTC(1)	針對縱向接縫之部分厚度修補
	JTC(2、3) JTC(6、7)	填封縱向裂縫或縫合縱向裂縫 填封在接縫處的裂縫或填封在接縫處的裂縫荷重傳遞能力維持
接縫填縫料缺陷評估	JTS(2、3)	填封橫向裂縫或不作細部修護
	JTS(4、5、6)	填封橫向裂縫
糙度缺陷評估	RGH(2、5)	鋪面的打磨方法或非結構性瀝青加鋪
	RGH(3)	隆起區域之重建
	RGH(4)	接縫之全厚度修補
排水功能評估	DRN(1、2)	設置或修護縱向地下排水或填封所有接縫及裂縫
	DRN(3-7)	設置或修護縱向地下排水

AC結構性加鋪細部維修策略

	決策評估結果	維修方法
接縫缺陷評估	JDT(1、4、6、10-12)	全厚度修補
	JDT(2)	設置減壓接縫 全厚度修補
	JDT(3、5、9、11)	全厚度修補 重換橫向裂縫填縫料
荷重傳遞效應評估	LDT(1)	荷重傳遞能力之維持
	LDT(2)	荷重傳遞能力之維持或不作細部修護
	LDT(6)	更換無縱縫筋之全厚度修補
接縫施工缺陷評估	JTC(1)	針對縱向接縫之部分厚度修補
	JTC(2、3) JTC(6、7)	填封縱向裂縫或縫合縱向裂縫 填封在接縫處的裂縫或填封在接縫處的裂縫荷重傳遞能力維持
接縫填縫料缺陷評估	JTS(2、3)	填封橫向裂縫或不作細部修護
	JTS(4、5、6)	填封橫向裂縫
糙度缺陷評估	RGH(3)	隆起區域之重建
排水功能評估	DRN(1-7)	設置或修護縱向地下排水

打碎原鋪面進行AC結構性加鋪

	決策評估結果	維修方法
荷重傳遞效應評估	LDT(1)	荷重傳遞能力之維持
	LDT(2)	荷重傳遞能力之維持或不作細部修護
	LDT(6)	更換無縱縫筋之全厚度修補
接縫施工缺陷評估	JTC(6、7)	填封在接縫處的裂縫或填封在接縫處的裂縫荷重傳遞能力維持
接縫填縫料缺陷評估	JTS(2、3)	填封橫向裂縫或不作細部修護
	JTS(4、6)	填封橫向裂縫
糙度缺陷評估	RGH(3)	隆起區域之重建
排水功能評估	DRN(1-7)	設置或修護縱向地下排水

生命週期成本分析


- 利用鋪面破壞數量的計算及所選擇的維修技術，配合使用者提供的單位維修成本
- 成本分析與最佳維修策略之選取
→ 維修總成本以現值(PW)與等額年值(EUAC)表示

$$PW = EUAC \frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n}$$

i=折現率，n=績效年限

- 在使用者進行不同維修策略之選擇、組合後，即可得到不同之鋪面生命週期分析，並可依此分析選擇最佳之維修策略

ICSMART-R程式與實例說明

- 檔案
→ 單位選擇、開啟舊檔、儲存檔案、儲存分析結果、列印報表與結束等功能
- 路段基本資料
→ 基本調查資料與現地調查資料等功能
- 鋪面評估
→ 臨界值修改、鋪面現況評估、鋪面未來預測與鋪面趨勢預估等功能
- 鋪面維修
→ 維修方案之選擇、鋪面維修後績效預估、鋪面維修後績效趨勢、鋪面維修經費與生命週期成本分析等功能
- ICSMART-R程式實例說明 

ICSMART-R程式輸入圖例



個案路段基本資料

現地損壞調查資料

個案路段基本資料

ICSMART-R程式輸出圖例



結算結果評估

結算結果評估

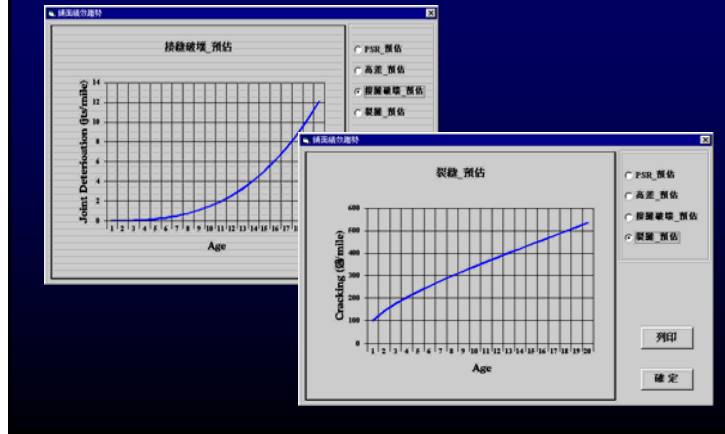
結算結果評估

年份	損壞程度 (每呎)	壽命 (年)	單位成本	P值
1999	0	0.22	118.56	3.4
2000	0	0.22	109.98	3.4
2001	0	0.22	280.16	3.2
2002	0	0.22	242.17	2.9
2003	0	0.22	278.25	2.7
2004	0	0.22	389.24	2.4
2005	0	0.22	399.24	2.1
2006	1	0.22	392.24	1.8
2007	1	0.22	382.99	1.5
2008	1	0.22	405.98	1.5
2009	2	0.22	438.75	1.5
2010	3	0.22	457.27	1.5
2011	3	0.22	473.89	1.5
2012	4	0.22	488.29	1.5
2013	5	0.22	528.81	1.5
2014	6	0.22	548.29	1.5
2015	7	0.22	578.31	1.5
2016	8	0.22	597.89	1.5
2017	10	0.22	677.57	1.5
2018	12	0.22	687.88	1.5

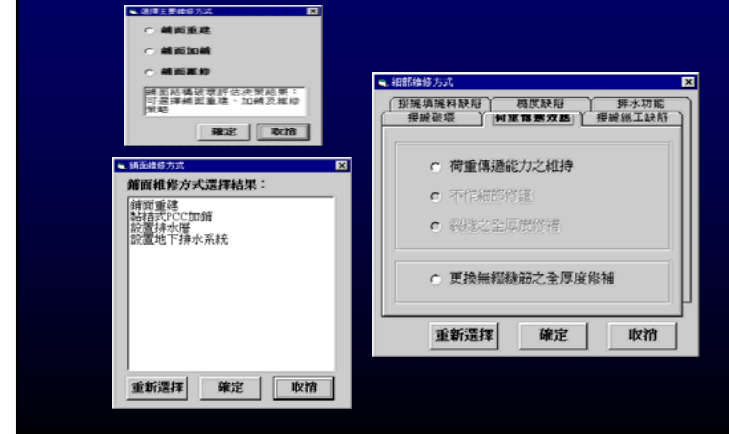
結算結果評估

結算結果評估

鋪面趨勢預估圖例



鋪面主要及細部維修策略圖例



生命週期成本分析圖例



結論

(1)

- 國內各公路主管機關應有其鋪面專責管理單位，專責管理鋪面相關資訊蒐集與整合，改善目前資料缺乏與分散的問題。實務單位在鋪面管理調查資料時應多利用「抽樣調查」觀念，避免整體調查的人力與經費浪費
- 針對ICSMART程式之修正及擴充。如單位選擇、資料儲存及結果列印、介面整合、均質路段內可輸入樣本單位數目及輸入資料基本建議範圍與自動偵錯功能

結論

(2)

- 國內剛性鋪面損壞原因的判定與維修方式的選擇並無固定的模式可循，如此不僅會使未來的維修經費增加，對於道路使用者的舒適性與行駛費用都有極為負面的影響。因此，有必要先行引進國外維修相關技術
- 本研究暫時採用剛性鋪面評估與維修之專家系統(EXPEAR)程式之維修決策及鋪面維修後績效預估模式，並參考國內之實際現況來進行系統化鋪面維修的決策與鋪面績效之預估

結論

(3)

- 鋪面未來破壞情況預估系統中，對於鋪面未來破壞情況預估，包括在鋪面未維修及維修後情況下20年間鋪面服務能力、接縫破壞個數、鋪面平均高差及鋪面裂縫之預估數值
- 本研究應用鋪面生命週期成本分析，利用鋪面破壞數量的計算及使用者所選擇的維修技術，配合系統所假設之單位維修成本、折現率與首先達到破壞之門檻值，便可決定鋪面維修策略所需成本，以協助鋪面最佳維修策略之選取

結論

(4)

- ICSMART-R程式以個案階層定義路段之工作階層，僅需鋪面個案路段之細部資料即可進行養護與維修作業，並具備容易更新及修改之特性

建議

(1)

- 未來建議對國內剛性鋪面維修專家及學者進行本土剛性鋪面維修策略之問卷調查與訪談，以建立台灣地區之剛性鋪面維修策略
- 期望剛性鋪面評估智慧型諮詢系統研究所擬定之鋪面破壞調查手冊，能夠早日成為各公路基層單位調查的標準，以使鋪面破壞調查能提供我國鋪面管理系統一個共通的量測標準及一致的鋪面破壞資料

建議

(2)

- 國內在對於鋪面現況評估時，所採用之鋪面指標並不相同。建議國內主管機關應及早訂出一綜合性指標供國內使用，並減少破壞性資料之使用，且該綜合性指標應為一所需資料最少之簡易型綜合性指標
- 本研究未來擴增的功能，可朝圖形化記錄鋪面破壞狀況方式研究發展，使鋪面破壞調查方式符合國內調查人員慣用方法，並以圖形化方式展示鋪面調查綜合資料

建議

(3)

- 本研究對於鋪面養護決策樹之訂定雖然以國內鋪面的情況為考量，但考慮到國內鋪面仍存在許多資料不足等因素。研究中建議使用國外相關的研究成果，再不斷的以國內現況資料回饋修正比較所引用決策樹之適用性
- 建議未來之系統可朝向多媒體功能之發展，提供有關鋪面破壞及維修之多媒體資訊，使使用者可進行鋪面評估與維修相關知識之學習。而在系統之更新上，亦可加入自動更新、修正之介面，使系統更具彈性及適用性

簡報完畢

敬請指教！ 謝謝！