

以鋪面工程生命週期建構 全國鋪面維護管理系統架構之研究

林志棟¹ 彭志鴻² 蘇家弘³ 曹榮軒⁴

¹國立中央大學土木工程學系教授

²國立中央大學土木工程學系博士候選人

³國立中央大學土木工程學系碩士

⁴國立中央大學土木工程學系碩士生

(轉載自第十六屆鋪面工程學術研討會暨 2011 國際與兩岸專家高峰會議)

摘要

有鑑於國內之道路重心已由新工建設轉至道路之維護管理，且於道路之管理上以日漸成熟，工程全生命週期的觀念已日漸導入國內之各項公共建設中，惟道路將著重於養護之特殊性，與有限的經費應用下，鋪面維護管理系統之輔助亦日漸重要，藉其客觀之數據化標準與資訊化與自動化的系統功能，決定其正確的養護方法與決策模式，令養護者可有效進行道路養護管理，已成日後之趨勢。

為有效建構一套鋪面維護管理系統，本研究針對道路工程生命週期，以現地巡查之問題發生為起點，以 IDEF 流程模型建構其鋪面維護之生命週期模型，針對流程之各項輸入輸出與活動進行了解，俾以了解鋪面流程之各環節間之關係，綜以半結構式訪談，以 ARIS 系統建構模型，針對系統之流程控制層面、組織職掌層面、資料應用層面與系統功能層面四大構面進行訪談，了解其實際應用需求，依據流程個環節之需求不同，建構鋪面維護管理系統之道路基本資料查詢模組、道路巡查管控模組、道路指標門檻查詢模組、道路養護預測模組、道路養護履歷模組與系統資料編輯模組等六大模組，以輔助道路養護單位、承辦廠商與檢測顧問公司進行道路養護之相關參考，藉此成果提升路面作業之管理效率與品質，提高其道路工程生命週期流程與系統之結合，並利用現行之智慧型手機使其對轄區內之道路做即時之掌握，提升整體道路之功能。

關鍵字：鋪面維護管理系統、工程全生命週期、IDEF、ARIS、流程管理

一、前言

回顧國內之各項鋪面研究早已行之有年，無論材料、績效、製成與系統，在科技進步的推瀾之下，國內的鋪面維護管理技術不斷的成長，早自民國七十二年迄今，經不同學術研究單位與政府工程實務機關，結合資訊科技，針對不同道路等級、鋪面類型與應用層級建構數套鋪面管理系統(PMS)，其中大部分之系統均以柔性鋪面為管理對象，而其內涵與架構均為 PMMS。並以提供一套客觀的系統程序評估鋪面狀況，在可利用資源及預算限制等基準決定鋪面養護及維修優先順序的時程，並利用鋪面狀況維修紀錄，使鋪面養護及維修相關成本最小化，進以協助工程師對鋪面養護作業做出最具成本效益之方案。

綜觀現行之眾多鋪面維護管理系統，因資訊技術之進步造成系統具有更多元之功能選擇，但在於功能的選擇間是否有完善的契合於現行之鋪面維護管理流程，以更有效的提稱鋪面維



護之管理成效，將其資源妥善利用以致力於永續之經營，遂為現行各機關所需探討之課題。

二、研究目的

為有效建立一套鋪面維護管理系統並契合現行之鋪面工程全生命週期，本研究首先針對國內之相關鋪面維護管理系統進行回顧，進而從其內容中了解其系統之趨勢，並分析國內現行之鋪面維護管理流程，針對鋪面維護各階段的流程進行分析，建立有效之流程模型並分析其流程中各相關因子間之關係，了解其與鋪面維護管理系統之關聯性，針對流程之內容設計其資料庫後，進行鋪面維護管理系統各子模組之設計，設計符合現行鋪面維護管理機制之鋪面維護管理系統。

三、研究方法

本研究於確定研究動機與目的之後，選定以鋪面維護管理之各級單位作為研究之對象，並進行流程、系統與組織之流程蒐集，回顧各機關之相關管理流程，統整齊未來趨勢後，了解國內外之使用指標，選擇符合國內現行使用之指標，其本研究之研究方法如下：

1. IDEF 建立鋪面維護管理生命週期模型

本研究以 IDEF 分析現行之鋪面維護管理流程，利用 IDEF0 建立鋪面維護生命週期管理流程之層階與關連，並於 IDEF1X 與 IDEF3 分析各流程之輸入與輸出，與資料之屬性與關聯性，俾建立鋪面維護管理模型。

2. 鋪面維護管理流程生命週期時間與資源分析

藉由 IDEF 分析之結果，以流程的關聯性與輸入輸出做出發，針對週期時間、工作時間、延遲時間、資源等待時間與阻礙時間做分析，以利後續訪談之設計。

3. 建立鋪面維護管理生命週期流程與系統之關聯

藉由 ARIS 與 IDEF 之綜合分析，由組織層面、控制層面、資料層面與功能層面了解系統與鋪面維護管理流程之關聯性，配這合適於現行流程之個子模組。

4. 分析了解現行之鋪面維護管理系統需求

藉由結構是二階段訪談分析，分別對養路工程單位、學術單位、系統設計者與維護管理廠商由組織面、流程面與系統面三方面進行訪談，了解實際之需求，作為子模組資料庫與功能之基礎。

5. 建立鋪面維護管理系統子模組功能架構

藉由上述之各階段之分析與關聯性之確立，建立有效之鋪面維護管理資料庫，並將鋪面維護管理資料庫與鋪面維護管理系統之各子模組進行串聯，建立鋪面維護管理系統之功能架構。

四、研究成果

4.1 鋪面全生命週期管理流程之建立

為有效建構鋪面維護管理系統，並因應各式不同之規模與環境，其流程的分析須確實，以有效符合現實狀況，本研究針對鋪面維護管理流程，以鋪面工程生命週期管理之觀念出發，以 IDEF 建構其標準化鋪面維護管理流程模型，圖 4.1 為現行之鋪面維護管理流程以 IDEF0 建構其關聯性架構，主為了解各流程之輸入輸出與執行方式，並舉列參與單位與參考法規，



該標準化流程共包含鋪面現況調查流程、養護決策選定流程、道路養護採購流程以及道路施工驗收流程等四大主流程，而各流程之敘述如下：

1. 鋪面現況調查流程：針對所職掌之鋪面進行調查，藉以了解所轄區域之鋪面破損狀況以建立相關資料，其方法包含該轄區之自主巡查、委託檢測顧問公司之計畫性巡查與民眾之直接反映，其參與者分別為養路工程單位、檢測顧問公司、用路民眾與民眾通報單位。

2. 養護決策選定流程：道路調查結束後，針對欲補強之道路做選定，其中設立鋪面養護之門檻值，設立有效的養護面積，並選擇適當之鋪面養護方法為該流程之主要目的，該流程之主要執行單位為養路工程單位。

3. 道路養護採購流程：此流程包含道路養護計畫研擬、道路養護預算編列、標案製作與發包訂約等四個流程，針對養護決策選定流程所產生之養護門檻執與有效養護面積進行養護的研擬，該流程只要參考為政府採購法與相關的執行預算，主要參與之單位為養路工程單位與會計室，而承包廠商則參與工程發之動作。

4. 道路施工驗收流程：該流程則針對道路施工、履約管理與開口合約的執行作規劃，針對先行所產生之合約進行管理的動作，並與道路巡查流程做銜接，已完成本流程之循環，其中，參與單位為養路工程單位與承包廠商，而會計室主要協助執行工程驗收之動作。

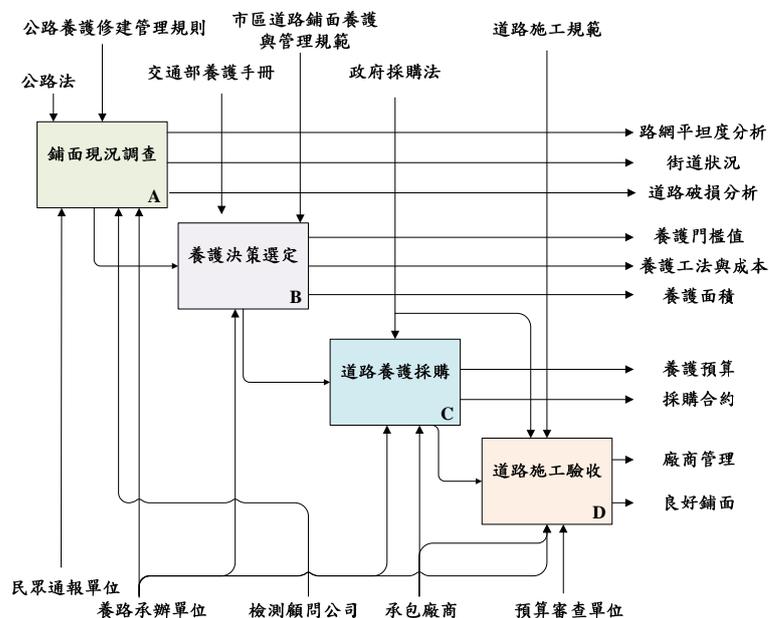


圖 4.1 IDEF0 鋪面維護管理流程架構

4.1.1 鋪面現況調查流程

以 IDEF0 將鋪面現況調查流程做其關聯性之展開，依照 IDEF0 定義鋪面現況調查流程(A 層)之各項內容如下：

1. A 層：鋪面現況調查
2. 輸出：鋪面破損資料、街道狀況與路往調查分析
3. 控制：公路法與公路養護修建管理規則
4. 機制：養路承辦單位、檢測顧問公司與民眾通報中心

定義後，我們將鋪面現況分解為第三層(A 層)。A 層共包括 A1 層(公路巡查流程)、A2 層(路面調查)與 A3 層(民眾陳情流程)三個流程。利用 IDEF0 分解圖將此業務劃出，並定義為鋪面現況之 IDEF0 分解子圖，如圖 4.2 下所示。

該流程針對所職掌之鋪面進行調查，藉以了解所轄區域之鋪面破損狀況以建立相關資料，

其方法包含該轄區之自主巡查、委託檢測顧問公司之計畫性巡查與民眾之直接反映，其參與者分別為養路工程單位、檢測顧問公司、用路民眾與民眾通報單位，由鋪面破損資料及鋪面平坦度的得知，依照不同之巡查方式，由工程顧問公司與養路承辦單位分別執行，其養護承辦單位須依循相關法令規定及要點來進行資料的取得，而委外之工程顧問公司則針對路網進行計畫型之檢測取得道路之平坦度相關資料。由圖中得知，本研究分為三種方式來獲得鋪面資料，分別為公路巡查、路面調查及民眾陳情三種。

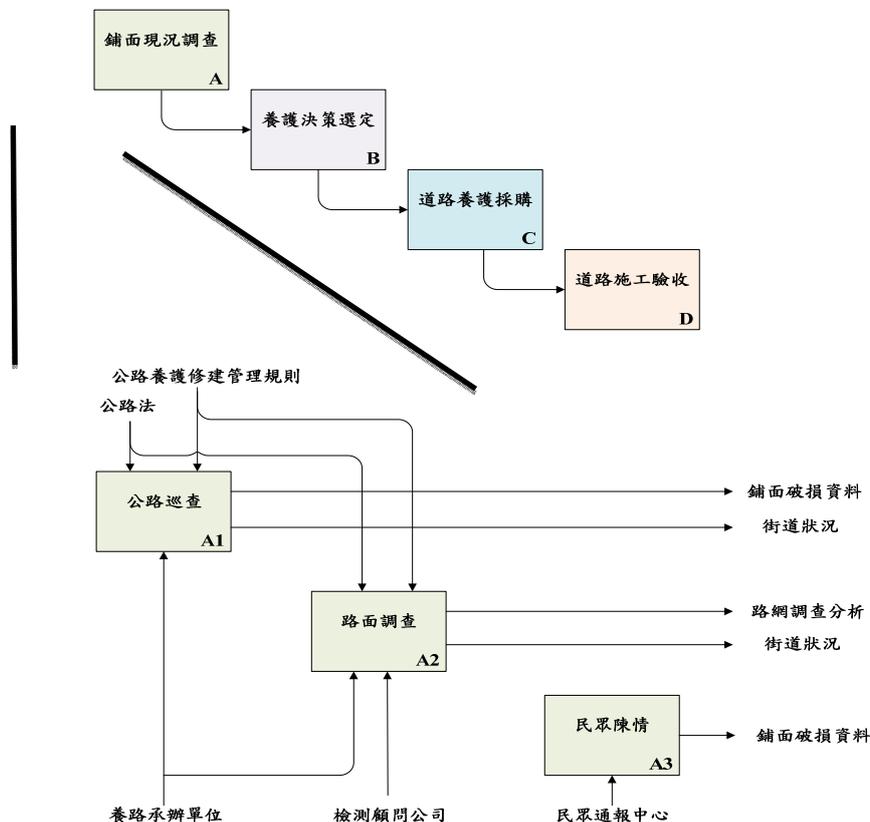


圖 4.2 IDEF0 鋪面現況調查流程

1. 公路巡查流程

以 IDEF3 延展公路巡查流程，該流程之主要目的為確保各級公路各項設施之完善、行車駕駛舒暢安全及維持路容整潔美觀，各級公路之養護單位必須確實執行巡查工作，隨時瞭解公路狀況，並填具巡查報告表陳報。如有重大特殊情況，則應以專案或緊急案件處理，以確保行車安全。

2. 路面調查流程

以 IDEF3 延展路面調查流程，為有效之執行鋪面養護之預算，具公信力之第三者機構與有效的檢測為重要的考量，該流程主為計畫性之調查路網道路，並輸出有效之路網狀況報告，以提供養護排程之依據。

3. 民眾陳情

以 IDEF3 所研展之民眾陳情流程，該流程主要依據 1999 民眾反映專線之流程進行排定，因民眾為使用路網之第一線使用者，而道路之巡查因範圍與人力資源的限制，常無法第一時間發現道路問題，故於該流程將主要敘述民眾於道路反映之報告流程。

4.1.2 養護決策選定流程



由圖 4.1 可得知，養護決策流程並無其他之相關作業流程，因其本身即為一作業流程，根據圖 4.1，其輸入、輸出、控制與機制之內容如下：

1. B 層：養護決策選定
2. 輸入：鋪面平坦度路網分析與道路破損分析
3. 輸出：養護工法與成本、養護面積與養護門檻值
4. 控制：交通部養護手冊、市區道路鋪面養護與管理規範
5. 機制：養路承辦單位

養護決策為決定鋪面養護的方法並設定其優先順序，主要是依據公路巡查與路面調查兩流程所得之資料，綜檢測顧問公司之排序建議與養路工程單位之經驗決定其養護工法，目前於國內較為普及之應用指標為鋪面平坦度 IRI，而其養護門檻則因應公路系統的不同會有所變化，依據不同之成本考量而有不同之設定，若鋪面平坦尚稱良好，則再依其損壞情形通知負責廠商進行維修轉入開口合約執行流程。其程序流程圖如圖 4.3 所示。

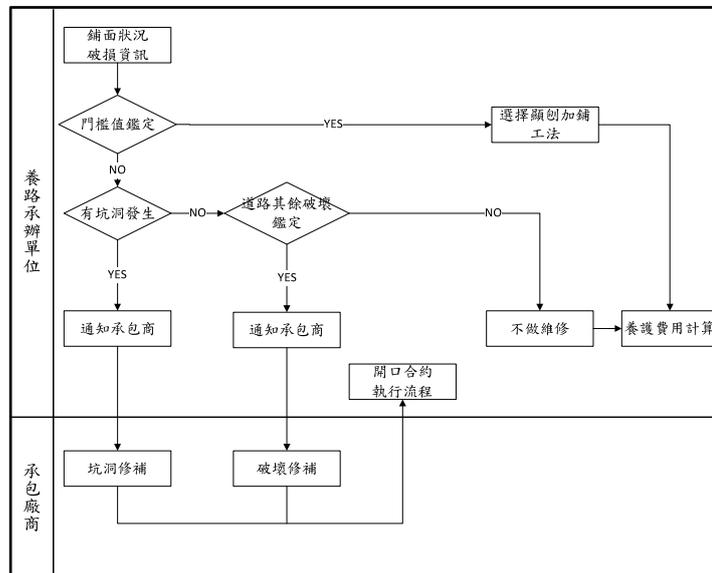


圖 4.3 IDEF3 養護決策選定流程

4.1.3 道路養護採購流程

道路養護採購流程根據圖 4.4，同樣可以將之重新定義為新的 IDEF0 模型，針對輸入、輸出、控制及機制等內容如下：

1. C 層：道路養護採購
2. 輸入：養護門檻值、養護工法與成本與養護面積
3. 輸出：養護預算與採購合約
4. 控制：總預算、政府採購法
5. 機制：養路承辦單位、預算審查單位、承包廠商

定義後，我們繼續將預算編列分解為 (C 層)。C 層共包括 C1 層(道路養護計畫研擬與預算編列流程)、C2 層(標案製作流程)與 C3 層(發包訂約流程)等三個子流程。並利用 IDEF0 分解圖將此業務劃出，其 IDEF0 分解子流程圖如圖 4.4 所示。



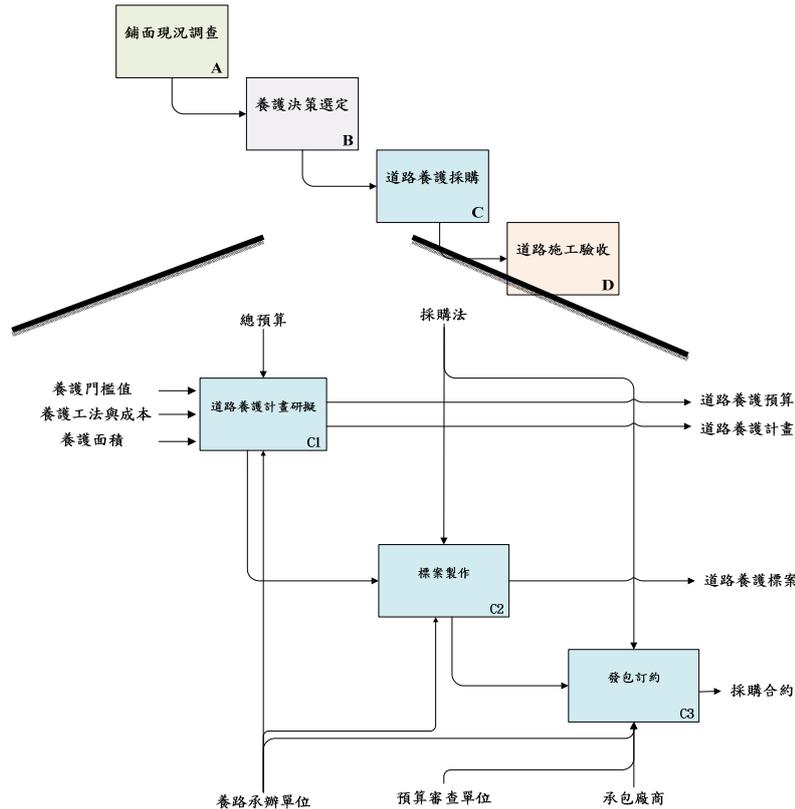


圖 4.4 IDEF0 道路養護採購流程

1. 道路養護計畫研擬與預算編列

此流程針對檢測顧問公司研擬之道路門檻值與相關規範之工法與成本，輔以歷年之養護金費與相關承辦人之經驗與建議，針對其相關道路研擬年度之養護計畫，經單位主管、預算查核中心查核後，產生其道路養護計畫，提供後續之標案製作。

2. 標案製作流程

養護業務包括一般養護工程、交通工程、路面工程…等，限於養護單位人力不足，養護作業須辦理採購委託廠商執行。由於採購案件眾多，如何經由標案製作將養護案件說明清楚時攸關養護業務之績效，該流程主要將研擬之計畫針對其需求製作成標案，並將其公告上網供廠商下載，而於決標後將其資料建檔，以供後續使用與參考。

3. 發包訂約流程

發包訂約流程主要將其標案上網公告後，其發包訂約之流程，其中，相關之細節與採購內容主要參考於採購法之相關法規，承辦單位針對投標承辦廠商之標案疑問釋疑，以工承辦廠商投標，並針對相關投標金進行確認，以利整體投標之進行。

4.1.4 道路施工驗收流程

該流程則針對道路施工、履約管理與開口合約的執行作規劃，針對先行所產生之合約進行管理的動作，並與道路巡查流程做銜接，已完成本流程之循環，其中，參與單位為養路工程單位與承包廠商，而會計室主要協助執行工程驗收之動作。

道路施工驗收流程根據圖 4.1，同樣可以將之重新定義為新的 IDEF0 模型，針對輸入、輸出、控制及機制等四個活動，其內容如下：



1. D層：道路施工驗收流程
2. 輸入：養護合約、養護工法與養護面積
3. 輸出：廠商管理與良好之鋪面品質
4. 控制：道路施工規範、統包實施辦法
5. 機制：養路工程單位、預算審查單位與承包廠商。

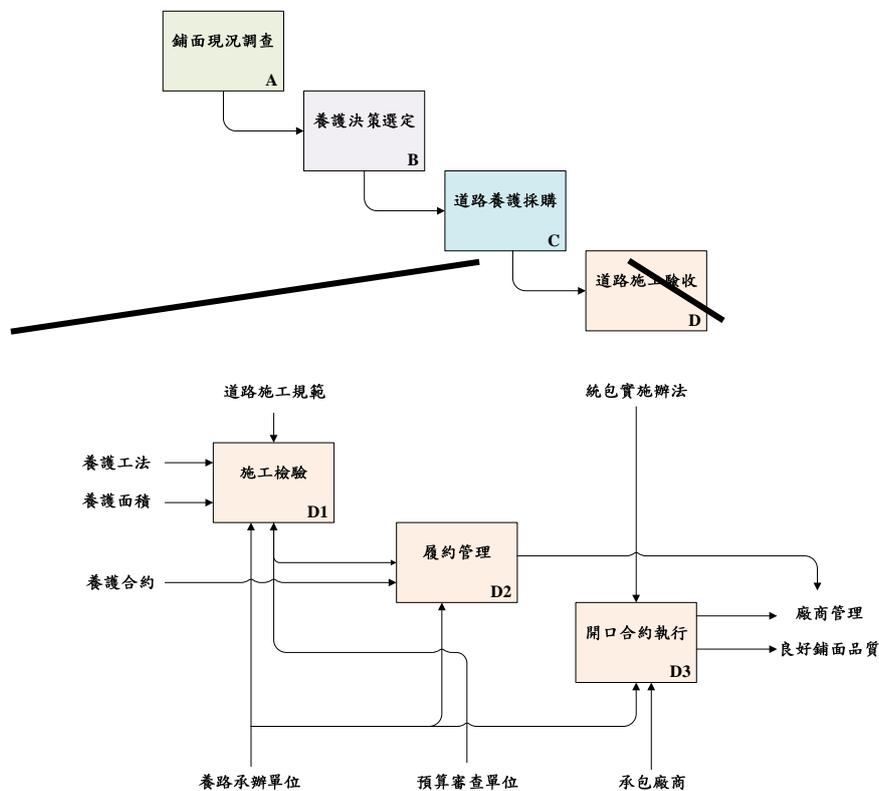


圖 4.5 IDEF0 道路施工驗收流程圖

1. 施工驗收流程

為有效之提升工程品質，現地之檢驗以及道路之評鑑是相當重要的，於工程發包後，承辦廠商施工完畢將對道路承辦單位提送驗收，其道路承辦單位將偕預算審查單位共同驗收道路，以求得道路施工之完整，內容包含承辦廠商之核報、承辦單位之驗收以及資料之存檔。

2. 履約管理

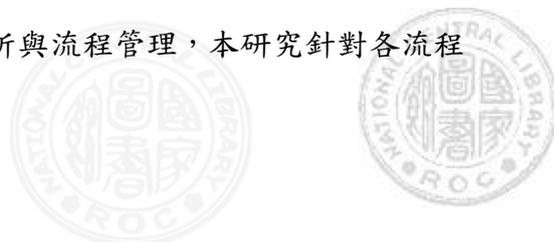
於工程發包與施工中，如遭遇不可抗力因素時，常出現合約之更變，而道路之品質亦也需長時間之觀察與研究方可呈現廠商之實際品質，本流程中，將針對其履約更變與合約建檔做整理。

3. 開口合約執行

於開口合約執行時，則轉移至鋪面巡查，經由鋪面承辦單位發現道路執行之問題後，回至公路巡查程序，經由民眾通報與道路承辦單位巡查之結果，判別權責所屬後，通知承辦單位進行道路維護，進而達到道路養護週期之效果。

4.2 鋪面維護管理系統需求之分析

有效的規劃鋪面維護管理系統須建立於有效的需求分析與流程管理，本研究針對各流程



之執掌、活動與輸入輸出之關係，將藉由訪談之方式，第三章之內容進行探討，研擬鋪面維護管理系統之架構。

本研究訪談問題方式採用半結構式訪談，亦為半開放性訪談，不同於結構式問題設計及強調問題的先後順序，半結構式訪談，主要著重於研究者與受訪者之間的互動情形以蒐集資料，此種訪談因問題較為開放，故其訪談過程需掌握受訪者之經驗與態度，方可減少其誤差。

其訪談方法則採用改良式焦點團體訪談法，不同於一般性之焦點團體訪談法集合焦點團體進行討論的方式，本研究之訪談對象因業務與階級較高，無法同時聚集所有訪談對象進行團體討論，故延伸此改良式焦點訪談法，該方法主要先與各位訪談對象進行個別之溝通，介紹訪談主題後進行討論，並於第一次討論後詳細記錄相關對話內容與意見反映後，將其內容彙整發送至所有訪談對象，並針對其第一次之內容進行第二次之討論，進而達到彼此間意見交換的效果。

其訪談人員選定則分別針對學術顧問單位、縣政府鄉道養路單位、鄉鎮縣市市區道路養護單位、中央主管機關與承包廠商進行訪談，因該訪談為半結構式訪談，其訪談對象須對鋪面維護管理系統與鋪面維護管理流程具一定程度之了解，故本研究針對訪談對象之選定上集中於具一定經驗之承辦單位工程師、鋪面系統研究經驗之專家學者與長期承辦道路養護之承辦廠商，其訪談對象之相關年資如下表 4.5。

表 4.1 訪談對象一覽表

受訪者代碼	現職相關經歷	受訪者代碼	現職相關經歷
A	土木工程系教授 30 年教學研究經驗	F	桃園縣政府道路養護資深工程師 10 年道路養護經驗
B	鋪面學會專案經理 7 年鋪面工程研究經驗	G	桃園縣政府道路養護資深工程師 8 年道路養護經驗
C	土木系博士班學生 5 年鋪面系統研究經驗	H	營造廠經理 20 年道路工程承包經驗
D	桃園縣政府一級副主管 25 年道路養護經驗	I	瀝青拌合廠總經理 15 年駐廠經驗
E	桃園縣政府二級主管 20 年道路養護經驗	J	省道級養護工程司 20 年省道養護經驗

依據鋪面維護管理之功能架構訪談，可以發現以下結果：

- 對於鋪面維護管理系統之定義，養護承辦單位、學術單位與承包廠商皆有不同之構想，故有效提升鋪面維護管理系統之效率務必整合產官學三方之資訊，其中，養護承辦單位較注重者為道路之現實狀況與輔助養護決策的執行；學術單位則主要著重於參考指標之應用與劣化模式之設計；承包廠商則希冀可與承辦單位之系統做結合，有效減少人力與物力。
- A 認為：「鋪面維護管理系統需佐以有效的指標，並依據該指標方能做出最佳的養護判斷，其該指標需客觀、公正與說服力。」
- B 和 C 認為：「有效的劣化模式，可令鋪面維護之應用更為廣泛，並提升其鋪面維護管理系統決策之能力」
- D 認為：「鋪面維護管理系統之核心價值在於輔助維護管理單位進行養護之決策，藉由有效的圖資系統另本單位可以於最低之經費達到最大之效益」



- F 和 G 認為：「鋪面維護管理系統最重要之功能為掌握道路之狀況與即時的通報反映，以利承辦單位可以於第一時間進行養護工作」
- H 認為：「鋪面維護管理系統可提供有效之人力與物力管理，並希望可與廠商結合，使其廠商與政府之資訊可同步化。」
2. 鋪面維護管理可加強之巡查管理模組之資訊，並利用有效的通報系統提高道路巡查之績效。
- B 和 C 認為：「提高資訊傳遞的速率與巡察的效率，並將巡查之相關資料正確的輸入系統，可有效增加鋪面維護管理系統之即時性。」
- J 認為：「應用現行之 PDA 手機技術，可讓鋪面維護狀況即時上傳，可以讓本公司快速掌握道路之狀況。」
3. 鋪面維護管理與相關道路履歷結合，將績效合約之觀念導入，並輔以開口合約將可有效提高鋪面維護管理之執行。
- A 認為：「針對道路鋪面生命週期，雖已有相關研究，但對道路履歷之建構仍只具雛型，於未來希望可將相關之合約管理觀念導入，方可提升廠商之責任與道路之品質」
- B 和 E 認為：「提升道路之維護履歷與合約管理，可以將鋪面維護管理系統之實用性提升，並藉由簡單的圖資功能令管理指一目瞭然。」
- H 認為：「有效的合約管理將可凸顯廠商對工程品質的努力」
4. 鋪面維護管理須除有效的功能模組外，資料之正確性與有效的教育訓練方可讓鋪面維護管理之精神落實，令相關單位可以進行使用。
- A 認為：「鋪面維護管理系統不可僅為單一系統，須有效的讓相關單位理解內部功能與應用方法，方可有效執行。」
- B 認為：「鋪面維護管理系統的建立，若無有效的教育訓練與人性化之介面，將很難以執行」
- C 認為：「鋪面維護管理之資料正確性相當重要，若無正確的資料，模組之設計皆為枉然。」
- E 認為：「本局雖已有建立鋪面維護管理系統，但對於鋪面維護管理系統精神了解之同仁仍局限於相關系統執行人員，為有效的執行該系統，除業務要有所關聯外，亦要配合有效的教育訓練方可以讓所有同仁了解鋪面維護管理系統之應用。」

五、結 論

本研究針對鋪面維護管理之生命週期流程，將鋪面維護管理流程區分為道路現況調查流程、養護決策選定流程、道路養護採購流程與道路施工驗收流程，並針對各流程之相關輸入與輸出進行陳列與分析，進而作為系統架構之基礎，分析鋪面維護管理之管理組織層面、流程控制層面、資料層面與功能層面，建構鋪面維護管理系統之架構，於本研究得結論如下：

1. 因應政府之組織變革，其相關部門與職權皆將有所變動，但其需處理事務與流程基本上不便，故本研究針對鋪面維護管理生命週期建立其標準化之鋪面維護管理流程以權責區分為養路承辦單位、預算審查單位、民眾通報單位、檢測顧問公司與承包廠商等五個單位進行分析。
2. 依據鋪面工程生命週期流程之分析與訪談之結果彙整後，本研究以 IDEF0 與 IDEF3，將其流程以發現破壞與路網分析之鋪面現況調查流程為起點，依序為決定養護決策之養護決策選定流程；確定修補面積與經費應用之道路養護採購流程與最終之施工驗收流程結合一鋪面工



程生命週期流程。

- 3.依道路工程生命流程之四大主要流程與訪談分析之結果，遂將四大主要流程分別建立其資料表，包含道路檢測資料、道路基本資料、道路巡查資料、使用者資料、道路養護履歷資料與道路廠商資料等六大資料，彙整為現行之鋪面維護管理系統資料庫。
- 4.鋪面維護管理系統之導入，需針對鋪面維護管理之實際需求進行了解，並有效分析鋪面維護管理流程，本研究以 IDEF0 與 IDEF3 分析鋪面維護生命週期之各流程間之關聯性，並以鋪面維護管理生命週期流程、組織配置與資料，建議鋪面維護管理系統須具備鋪面巡查管控模組、道路基本資料模組、道路養護預測模組、道路養護經費預估模組、道路養護履歷模組與系統編輯模組。
- 5.依照流程分析之結果得知，鋪面養護生命週期之起點為民眾陳情與公路巡查，故本研究針對巡查系統綜以現行之智慧型手機，以利相關人員於巡察時可於第一時間將其資料上傳，加速作業流程與提升道路管理之品質。

六、參考文獻

1. Bartell C., Kampe K., "Development of the California Pavement Management System Volume 1 System Description," FHWA-CA-HM-7139-78-03, California DOT, 1978.
2. Douglas I. Hanson, and Dr. Gayle King, "Techniques for Prevention and Remediation of Non-Load Related Distresses on HMA Airport Pavements (Phase I), 2009.
3. 交通部運輸研究所，「公路鋪面管理系統整合與建置計畫」，2005
4. 黃郁琮，「企業流程管理於不同組織情境下實行策略之探討」，國立中央大學，碩士論文，2009。
5. 王柏元，「以 IDEF 模型化製造現場監控系統之研究-以微機電生產管制系統為例」，國立中央大學，碩士論文，2007。
6. 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」，2008。
7. 李海崧。「IDEF0 整合分析模式應用於營造業品管作業之初步研究—以檢驗、量測與試驗設備管制程序為驗證範例」，中華大學，碩士論文，2000。
8. 張明澤 and 鄭尹聰 "IDEF 0, 3 Concept And BPwin Operation." from <http://www.ixon.com.tw/Products/IDEF>, 2001.
9. 耿秉祥，「以 ARIS 為基之知識管理整合模式之研究—以國防主財作業知識管理為例」，國立國防大學，碩士論文，2001。
10. 蔡易霖，「以 ARIS 建構知識圖書管理系統—以軍中某研發單位為例」，世新大學，碩士論文，2005。

