

90-45-275

MOTC-IOT-E-B-89-005

建立台灣地區橋梁管理系統



交通部運輸研究所
國立中央大學
合作辦理

中華民國九十年八月

交通部運輸研究所出版品摘要表

| | | | |
|---|-----|--|---|
| 出版品名稱：建立台灣地區橋梁管理系統 | | | |
| 國際標準書號（或叢刊號） | | 政府出版品統一編號 1009002941 | |
| | | 運輸研究所出版品編號 90-45-275 | |
| 本所主辦單位：運輸工程組 主管：曾志煌 主辦人員：賴威仲 聯絡電話：02-23496827 傳真號碼：02-25450427 | | 委託研究單位：國立中央大學 計畫主持人：蔣偉寧 研究人員：唐治平、姚乃嘉、宋騰烽、 戴忠、葉啓章、王亭復 地址：桃園縣中壢市五權里 38 號 聯絡電話：03-4227151 ext 4050 | |
| | | 研究期間 自 88 年 12 月 至 90 年 7 月 | |
| 關鍵詞：橋梁、路網、橋梁維護、橋梁管理、整合性決策 | | | |
| <p>本研究主要目的為發展一套具層級的台灣地區橋梁管理系統，供交通部、內政部和其所屬單位如交通部高速公路管理局、交通部公路局、交通部鐵路管理局、各縣市政府以至於各鄉鎮市公所使用。藉由系統化、有效率的電腦化管理方法，將各項橋梁資料融入決策理論分析，結合 GIS、GPS 及網際網路架構，以協助橋梁管理機關提高橋梁服務水準，確保橋梁結構穩定性與安全性及維護陸路運輸機能，並有效運用資源、降低使用及維修成本、延長橋梁使用年限，以最經濟有效的方式執行橋梁管理工作，減輕政府負擔。</p> <p>研究中提出之橋梁管理策略主要分為三個層級，主要分為中央橋梁主管層級、橋梁管理層級及橋梁維護層級，同時規劃不同業務內容分權運作。根據上述橋梁管理業務之各項需求以規劃下列模組功能：橋梁基本資料模組、橋梁檢測資料模組、統計分析模組、維修成本估算模組、橋梁維修記錄模組、地理資訊分析模組、緊急通報模組、整合性決策模組、系統參數更新模組、績效稽核模組。使用本系統輸入與讀取的資料皆儲存於資料庫軟體中，而相關使用者介面及資料庫之資料存取則採取動態伺服器網頁（ASP, Active Server Pages）規劃發展。透過動態伺服器網頁之動態資料編譯及傳輸功能，系統使用者便可經由網際網頁瀏覽器（Browser）點選使用系統相關功能，並篩選檢視所需之橋梁相關資訊。</p> <p>除了系統開發之外，本研究也進行橋梁管理系統教育訓練，並於交通部、內政部、高速公路局、公路局、台北市、台北縣及桃園縣推行示範計畫及試行調查，確保能有效地推動所開發系統。並配合交通部中部辦公室進行“全國橋梁基本資料普查作業暨目視安全檢測作業”規劃，確保全國橋梁基本資料及目視安全檢測資料能正確及有效地輸入本系統中，以完成全國橋梁清冊。據此，中央便可透過本系統中各項模組所得之資訊，進行各項橋梁管理策略之擬定與推動。本研究並將於維護期間內繼續進行教育訓練以全面推廣系統。</p> | | | |
| 出版日期 | 頁數 | 工本費 | 本 出 版 品 取 得 方 式 |
| 90 年 8 月 | 416 | 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工本費價購。 |
| 機密等級： <input type="checkbox"/> 限閱 <input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 機密 <input type="checkbox"/> 極機密 <input type="checkbox"/> 絕對機密 （解密【限】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） <input checked="" type="checkbox"/> 普通 | | | |
| 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: Establishment of the Bridge Management System in Taiwan Area | | | |
| ISBN(OR ISSN) | GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009002941 | IOT SERIAL NUMBER 90-45-275 | |
| DIVISION: Transportation engineering DIVISION CHIEF: Chi-Huang Tseng ADMINISTRATION STAFF: Wei-Shen Lai PHONE:02-23496827 FAX:02-25450427 | | PROJECT PERIOD FROM:12/1999 TO: 07/2001 | |
| RESEARCH AGENCY: National Central University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Wei-Ling Chiang PROJECT STAFF: Jy-Ping Tang, Nie-Jia Yau, Chung Dai, Ting-Fu Wang, Chi-Chang Yeh, Teng-Fong Sung. ADDRESS: National Central University, Chung-Li, Tau-yuan PHONE:03-4227151 4050 | | | |
| KEY WORDS: bridges, bridge management system, integrated decision-making | | | |
| <p>ABSTRACT: The objective of this project is to establish a network-level bridge management system (BMS) for the Central Government bridges administrations and other bridges administration bureaus. This system is a web-based and developed with Geographical Information System (GIS) and Global Positioning System (GPS) which can help the user to review the data of bridges by clicking the icon on GIS layers. Besides, this system can help users input the bridges' inventory, inspection records and maintenance records data via the Graphical User Interface (GUI), and then users can print the records data sheets and calculate the retrofitting and maintenance cost.</p> <p>This system contains ten major modules : bridge inventory data module, bridge inspection record data module, data statistic module, maintenance record data module, maintenance cost estimation module, GIS module , bridge affair administration efficiency checking module, system parameter administration module, system administration module, and integrated decision-making module. All modules are designed to meet the different demands of the administration of bridge affair.</p> <p>To enhance the computer-aided decision-making ability, we also developed an integrated decision-making module. This module is designed to acquire the inspection and maintenance data. After applying mathematical algorithms and calculation, system can sort the retrofitting and maintenance actions' orders.</p> <p>With the establishment of this system, we can help bridge administrations and bureaus to arrange their bridge maintenance strategies. This system will help them to manage their bridge affairs more efficiently and achieve the assurance of the bridges' level of service and prolongations of their life.</p> <p>In addition to the development of the Bridge Management System, this study also covers training courses, workshops and the demonstration of this system. These operations are deigned to help familiarize users with this system, and introduce the new and advanced technologies related to bridge engineering to the participants.</p> | | | |
| DATE OF PUBLICATION August 2001 | NUMBER OF PAGES 416 | PRICE 200 | CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED |
| The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications. | | | |

| | |
|---------------------------|----|
| 第一章 緒論..... | 1 |
| 1.1 前言..... | 1 |
| 1.2 計畫目的..... | 2 |
| 1.3 研究執行流程..... | 2 |
| 1.4 報告內容..... | 4 |
| 第二章 橋梁管理系統演進過程..... | 6 |
| 2.1 橋梁管理系統之定義..... | 6 |
| 1.美國橋梁管理之起源..... | 8 |
| 2.2 我國橋梁管理系統發展現況..... | 11 |
| 1.我國橋梁管理問題..... | 11 |
| 2.國內橋梁管理系統相關研究..... | 12 |
| 2.3 地理資訊系統在橋梁管理之應用..... | 18 |
| 2.4 地理資訊系統與橋梁管理整合之探討..... | 20 |
| 2.4.1 國內地理資訊系統之發展現況..... | 21 |
| 2.4.2 國內地理資訊系統發展之課題..... | 22 |
| 第三章 系統運作暨開發架構..... | 25 |
| 3.1 台灣地區橋梁管理系統之功能需求..... | 25 |
| 3.2 系統運作架構..... | 29 |
| 3.3 系統功能目標..... | 31 |
| 3.4 系統發展工具評選..... | 35 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 3.4.1 應用程式發展工具..... | 35 |
| 3.4.2 資料庫系統..... | 36 |
| 3.4.3 地理資訊系統開發暨電子地圖圖層..... | 37 |
| 3.4.4 系統開發平台及伺服器建置建議..... | 38 |
| 第四章 系統模組簡介..... | 41 |
| 4.1 橋梁基本資料模組..... | 42 |
| 4.2 統計分析模組..... | 46 |
| 4.3 檢測資料模組..... | 64 |
| 4.4 維修成本估算模組..... | 69 |
| 4.5 維修記錄模組..... | 70 |
| 4.6 地理資訊系統模組..... | 72 |
| 4.6.1 日常養護業務資訊需求..... | 73 |
| 4.6.2 防救災資訊需求..... | 73 |
| 4.7 緊急通報模組..... | 80 |
| 4.8 績效稽核模組..... | 84 |
| 4.9 參數更新模組..... | 87 |
| 4.8 整合性決策模組..... | 92 |
| 4.8.1 橋梁構件劣化預測模組..... | 94 |
| 4.8.2 決策者成本效益子模組..... | 105 |
| 4.8.3 用路人成本模組..... | 110 |

| | |
|--|-----|
| 4.8.4 最佳化選優子模組..... | 122 |
| 4.9 橋現場調查數位化系統之建立..... | 136 |
| 第五章、示範計畫暨試行調查..... | 139 |
| 5.1 示範計畫緣起暨既有系統介紹..... | 139 |
| 5.1.1 示範計畫之既有橋梁管理系統模組功能簡介..... | 141 |
| 5.2 本系統鐵路橋梁管理策略..... | 158 |
| 5.3 既有系統功能與本系統之功能比較分析..... | 159 |
| 5.4 示範計畫基本資料欄位轉換分析..... | 160 |
| 5.4.1 交通部公路局..... | 163 |
| 5.4.2 交通部高速公路管理局..... | 169 |
| 5.4.3 交通部鐵路管理局..... | 178 |
| 5.4.4 台北市政府..... | 183 |
| 5.4.5 桃園縣政府..... | 193 |
| 5.4.6 電子轉換機制..... | 198 |
| 5.5 示範計畫檢測資料欄位轉換分析..... | 200 |
| 5.5.1 混凝土、鋼橋一般檢測概要[29]..... | 200 |
| 5.5.2 D.E.R.&U.目視檢測準則[30]..... | 201 |
| 5.5.3 混凝土、鋼橋一般檢測概要與 D.E.R.&U.目視檢測準則評估標準比較..... | 202 |
| 5.6 結論..... | 207 |
| 5.6.1 示範計畫完成之工作項目..... | 207 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| 5.6.2 檢測資料之轉換..... | 207 |
| 5.7 試行調查作業說明..... | 208 |
| 第六章 教育訓練..... | 210 |
| 第七章 研習會成果..... | 212 |
| 7.1 橋梁工程研習會（一）--橋梁監測與管理..... | 212 |
| 7.2 橋梁工程研習會（二）--橋梁檢測、監測與管理..... | 214 |
| 7.3 橋梁工程研習會（三）--橋梁監測監測、預警與診斷技術..... | 216 |
| 7.4 橋梁工程研習會（四）--台灣地區橋梁管理系統研究成果發表..... | 217 |
| 第八章 結論建議與展望..... | 219 |
| 8.1 結論..... | 219 |
| 8.2 建議與展望..... | 222 |
| 九、參考文獻..... | 223 |
| 附件一 工作會議暨審查會議記錄..... | 226 |
| 附件二 橋梁目視檢測簡介..... | 262 |
| 2.1 橋梁檢測之介紹..... | 262 |
| 2.1.1 橋梁檢測之目的..... | 262 |
| 2.1.2 橋梁檢測的分類..... | 262 |
| 2.2 橋梁檢測之基本原則..... | 264 |
| 2.2.1 橋梁檢測員的責任與義務..... | 264 |
| 2.2.2 橋梁檢測的準備作業..... | 265 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 2.2.3 橋梁檢測順序與要點..... | 268 |
| 2.2.4 檢測設備..... | 269 |
| 2.2.5 安全維護..... | 276 |
| 2.3 目視檢測評估準則..... | 277 |
| 2.4 檢測表格的使用方法..... | 278 |
| 2.5 檢測表格說明..... | 283 |
| 2.5.1 基本資料欄..... | 283 |
| 2.5.2 全面性宏觀檢測評估..... | 283 |
| 2.5.3 各跨結構桿件的檢視評估：..... | 284 |
| 2.5.4 各項瑕疵的說明及修復工法..... | 284 |
| 2.5.5 檢測員意見：..... | 285 |
| 2.6 劣化程度與整體結構安全性與結構性評估..... | 285 |
| 2.6.1 劣化程度的評估..... | 285 |
| 2.6.2 劣化現象對整體結構的安全和服務性的影響..... | 285 |
| 2.7 目視檢測的要領..... | 286 |
| 2.7.1 一般檢測項目..... | 286 |
| 2.7.2 各跨構件的評估..... | 308 |
| 2.8 參考文獻..... | 311 |
| 附錄三 期中暨期末報告審查會議記錄及辦理進度..... | 312 |
| 3.1 期中報告審查會議記錄及辦理進度..... | 312 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| 3.2 期末報告審查會議記錄及辦理進度..... | 330 |
| 附錄四 交通部運輸研究所建立台灣地區橋梁管理系統期末簡報..... | 341 |
| 附錄五 台灣地區橋梁管理系統資料庫結構表..... | 366 |

圖目錄

| | |
|---------------------------------|----|
| 圖 1.1 研究執行流程 | 3 |
| 圖 2.1 PONTIS 之系統作業流程 | 10 |
| 圖 2.1 公路局橋梁管理系統架構圖 | 17 |
| 圖 2.2 替代道路選取方法比較圖 | 20 |
| 圖 3.1 橋梁管理系統運作模式 | 30 |
| 圖 3.2 台灣地區橋梁管理系統主要模組功能架構圖 | 33 |
| 圖 3.3 本系統硬體配置 | 40 |
| 圖 4.1 系統架構圖 | 42 |
| 圖 4.2 基本資料模組畫面 | 44 |
| 圖 4.3 自由查詢畫面 | 45 |
| 圖 4.4 GIS 查詢畫面 | 46 |
| 圖 4.5 統計分析模組畫面 | 47 |
| 圖 4.6 特性分析功能畫面示意圖 | 49 |
| 圖 4.7 橋數統計功能畫面示意圖 | 50 |
| 圖 4.8 橋數統計圖表輸出示意圖 | 50 |
| 圖 4.9 橋齡統計功能示意圖 | 51 |
| 圖 4.10 橋齡統計圖表輸出示意圖 | 52 |
| 圖 4.11 橋長統計圖表輸出示意圖 | 53 |

| | |
|--|----|
| 圖 4.12 橋面版面積統計圖表輸出示意圖 | 54 |
| 圖 4.13 橋梁結構型式與橋長之關係統計圖表輸出示意圖 | 55 |
| 圖 4.14 不同結構型式所佔之關係統計圖表輸出示意圖 | 55 |
| 圖 4.15 橋梁總長成長趨勢統計圖表輸出示意圖 | 56 |
| 圖 4.16 橋面版總面積成長趨勢統計圖表輸出示意圖 | 57 |
| 圖 4.17 交叉分析統計圖表輸出示意圖 | 58 |
| 圖 4.18 橋梁檢測資料排序及統計功能畫面 | 59 |
| 圖 4.19 所有橋梁構件狀況指標 (ICIJ) 排序輸出示意圖 | 60 |
| 圖 4.20 所有橋梁整體狀況指標 (CI) 排序功能輸出示意圖 | 62 |
| 圖 4.21 橋梁狀況統計功能輸出示意圖 | 63 |
| 圖 4.22 橋梁狀況統計圖表輸出示意圖 | 63 |
| 圖 4.23 列印空白檢測表格功能示意圖 | 65 |
| 圖 4.24 檢測資料模組示意圖 | 66 |
| 圖 4.25 檢測照片功能示意圖 | 67 |
| 圖 4.26 檢測照片放大功能示意圖 | 67 |
| 圖 4.27 維修工作項目功能示意圖 | 68 |
| 圖 4.28 維修成本估算模組示意圖 | 70 |
| 圖 4.29 維修記錄模組功能示意圖 | 71 |
| 圖 4.30 維修照片功能示意圖 | 72 |
| 圖 4.31 基本查詢畫面 | 77 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| 圖 4.32 圖面查詢之圓形選取畫面 | 78 |
| 圖 4.33 圖面查詢之緩衝區選取畫面 | 79 |
| 圖 4.34 路徑規劃功能畫面 | 80 |
| 圖 4.35 緊急通報模組流程示意圖 | 81 |
| 圖 4.36 災區標定及查詢功能示意圖 | 83 |
| 圖 4.37 損害橋梁標定與查詢之功能畫面 | 83 |
| 圖 4.38 檢測稽核指標功能示意圖 | 85 |
| 圖 4.39 預算編列指標功能示意圖 | 87 |
| 圖 4.40 設定系統參數功能示意圖 | 88 |
| 圖 4.41 設定基本資料參數功能示意圖 | 89 |
| 圖 4.42 設定維修工法參數功能示意圖 | 90 |
| 圖 4.43 構件權重功能示意圖 | 91 |
| 圖 4.44 整合性決策模組基本圖 | 92 |
| 圖 4.46 數量矩陣示意圖 | 100 |
| 圖 4.47 模組系統架構流程圖 | 102 |
| 圖 4.48 構件維修成本節省示意圖 | 107 |
| 圖 4.49 決策者成本效益模組說明圖 | 109 |
| 圖 4.50 用路人成本模組說明圖 | 111 |
| 圖 4.51 最佳化選優子模組輸入輸出細部資料流程圖 | 126 |
| 圖 4.52 啟發式解法示意圖 | 133 |

| | |
|---|-----|
| 圖 4.53 新式啟發式演算法流程圖 | 135 |
| 圖 4.54 掌上型電腦(PDA)，GPS，數位照像機之整合式系統 | 137 |
| 圖 4.55 GIS 系統 | 137 |
| 圖 4.56 橋現場調查記錄表界面 | 137 |
| 圖 4.57 GPS 界面 | 138 |
| 圖 5.1 本研究示範計畫執行流程 | 140 |
| 圖 5.2 公路局橋梁管理系統架構圖 | 143 |
| 圖 5.3 公路局橋梁管理系統運作模式 | 144 |
| 圖 5.4 高公局橋梁養護管理系統運作模式 | 149 |
| 圖 5.5 鐵路局橋梁養護管理系統運作模式 | 151 |
| 圖 5.6 台北縣政府橋梁資訊管理系統運作模式 | 154 |
| 圖 5.7 台北市政府橋梁管理系統運作模式 | 158 |
| 圖 5.8 示範計畫流程 | 160 |
| 圖 5.9 本系統資料庫電子轉換、匯入機制示意圖 | 199 |
| 圖 2.1 橋梁構件定位系統 | 266 |
| 圖 2.2 橋梁檢測時典型清潔工具 | 271 |
| 圖 2.3 橋梁檢測時典型簡易檢測工具 | 271 |
| 圖 2.4 橋梁檢測時典型視覺輔助工具 | 272 |
| 圖 2.5 橋梁檢測時典型量測工具 | 272 |
| 圖 2.6 橋梁檢測所使用之鉸式升降機 | 274 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| 圖 2.7 橋梁檢測時所使用之工作平台 | 274 |
| 圖 2.8 橋梁檢測時所用之典型多吊臂桿車 | 275 |

表目錄

| | |
|------------------------------------|----|
| 表 2.1 現有檢測制度比較表..... | 13 |
| 表 2.2 空間資料與形態一覽表..... | 19 |
| 表 3.1 台灣地區橋梁管理各層級任務比較表..... | 27 |
| 表 3.1 台灣地區橋梁管理各層級任務比較表（續）..... | 28 |
| 表 3.2 橋梁管理系統功能需求說明表..... | 34 |
| 表 3.3 地理資訊開發套件比較表..... | 38 |
| 表 3.4 系統開發軟、硬體配置..... | 39 |
| 表 4.1 系統欄位概述..... | 43 |
| 表 4.2 自由查詢範圍表..... | 46 |
| 表 4.3 橋梁特性分析範圍及種類概述..... | 48 |
| 表 4.4 橋梁數量統計分析範圍及種類概述..... | 48 |
| 表 4.5 橋梁長度統計分析範圍及區間概述..... | 53 |
| 表 4.6 橋面版統計分析範圍及區間概述..... | 54 |
| 表 4.7 結構型式統計分析範圍及統計形態概述..... | 56 |
| 表 4.8 成長趨勢統計分析範圍、統計形態及分析區間概述..... | 57 |
| 表 4.9 交叉分析分析範圍及縱、橫軸選項概述..... | 58 |
| 表 4.10 成長趨勢統計分析範圍、統計形態及分析區間概述..... | 59 |
| 表 4.11 橋梁 21 項檢測項目之權重表..... | 61 |

| | |
|--------------------------------------|-----|
| 表 4.12 高級檢測項目表..... | 69 |
| 表 4.13 維修成本估算分析及估算範圍概述表..... | 69 |
| 表 4.14 「防災基本計畫」橋梁相關條文一覽表..... | 74 |
| 表 4.15 地理資訊模組功能簡要說明..... | 77 |
| 表 4.16 維修預算編列指標概算單價表..... | 86 |
| 表 4.17 D.E.R.U.之基本評估原則..... | 95 |
| 表 4.18 行政區氣候分類一覽..... | 98 |
| 表 4.19 ADT（每日交通量）分類一覽 | 98 |
| 表 4.20 分類項目一覽..... | 98 |
| 表 4.21 構建模組輸入資料(PART I) | 103 |
| 表 4.22 使用模組輸出資料(PART I) | 103 |
| 表 4.23 使用本模組 PART II 輸入資料..... | 104 |
| 表 4.24 決策者成本效益模組輸出入資料表..... | 108 |
| 表 4.25 用路人成本模組輸出入資料表..... | 112 |
| 表 4.26 台灣地區旅運時間價值調查結果..... | 113 |
| 表 4.27 最佳化選優子模組輸出入資料表..... | 125 |
| 表 5.1 示範計畫..... | 139 |
| 表 5.2 結構等級描述與 FICS 關係示意表 | 147 |
| 表 5.3 AA、A1、A2、B、C、S、N 七級評估方法概述..... | 150 |
| 表 5.4 ABCDN 判定標準概述表..... | 152 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 表 5.5 結構等級描述與 FICS 關係示意表 | 157 |
| 表 5.6 各既有系統與本系統之模組功能對照表..... | 159 |
| 表 5.7 橋梁基本資料欄位比較表..... | 161 |
| 表 5.7 橋梁基本資料欄位比較（續） | 162 |
| 表 5.8 結構型式比較表..... | 164 |
| 表 5.9 橋墩型式比較表..... | 164 |
| 表 5.10 橋墩基礎型式比較表..... | 165 |
| 表 5.11 主梁型式比較表..... | 165 |
| 表 5.12 橋台型式比較表..... | 166 |
| 表 5.13 橋墩基礎型式比較表..... | 167 |
| 表 5.14 伸縮縫型式比較表..... | 167 |
| 表 5.15 翼牆型式比較表..... | 168 |
| 表 5.16 支承墊型式比較表..... | 168 |
| 表 5.17 結構型式比較表..... | 169 |
| 表 5.18 橋墩型式比較表..... | 170 |
| 表 5.19 橋墩材質比較表..... | 171 |
| 表 5.20 橋墩基礎型式比較表..... | 171 |
| 表 5.21 主梁型式比較表..... | 172 |
| 表 5.22 主梁材質比較表..... | 173 |
| 表 5.23 橋台型式比較表..... | 173 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 表 5.24 橋台基礎型式比較表..... | 174 |
| 表 5.25 鋪面材質比較表..... | 175 |
| 表 5.26 伸縮縫型式比較表..... | 175 |
| 表 5.27 翼牆型式比較表..... | 176 |
| 表 5.28 支承墊型式比較表..... | 177 |
| 表 5.29 防震設施比較表..... | 178 |
| 表 5.30 結構型式比較表..... | 178 |
| 表 5.31 橋墩型式比較表..... | 179 |
| 表 5.32 橋墩材質比較表..... | 179 |
| 表 5.33 主梁型式比較表..... | 180 |
| 表 5.34 主梁材質比較表..... | 180 |
| 表 5.35 橋台型式比較表..... | 181 |
| 表 5.36 伸縮縫型式比較表..... | 182 |
| 表 5.37 支承型式比較表..... | 183 |
| 表 5.38 防震設施比較表..... | 183 |
| 表 5.39 結構型式比較表..... | 184 |
| 表 5.40 橋墩型式比較表..... | 185 |
| 表 5.41 橋墩材質比較表..... | 186 |
| 表 5.42 橋墩基礎型式比較表..... | 186 |
| 表 5.43 主梁型式比較表..... | 187 |

| | |
|-----------------------|-----|
| 表 5.44 主梁材質比較表..... | 188 |
| 表 5.45 橋台型式比較表..... | 188 |
| 表 5.46 橋台基礎型式比較表..... | 189 |
| 表 5.47 鋪面材質比較表..... | 190 |
| 表 5.48 伸縮縫型式比較表..... | 190 |
| 表 5.49 翼牆型式比較表..... | 191 |
| 表 5.50 支承墊型式比較表..... | 192 |
| 表 5.51 防震設施比較表..... | 193 |
| 表 5.52 結構型式比較表..... | 193 |
| 表 5.53 橋墩型式比較表..... | 194 |
| 表 5.55 橋墩基礎型式比較表..... | 194 |
| 表 5.56 主梁型式比較表..... | 195 |
| 表 5.57 主梁材質比較表..... | 195 |
| 表 5.58 橋台型式比較表..... | 195 |
| 表 5.59 橋台基礎型式比較表..... | 196 |
| 表 5.60 鋪面材質比較表..... | 196 |
| 表 5.61 伸縮縫型式比較表..... | 197 |
| 表 5.62 翼牆型式比較表..... | 197 |
| 表 5.63 支承墊型式比較表..... | 198 |
| 表 5.64 防震設施比較表..... | 198 |

| | |
|---|-----|
| 表 5.65 ABCDN 判定標準概述表..... | 200 |
| 表 5.66 細部評估項目示意表..... | 201 |
| 表 5.67 D.E.R.&U.目視檢測評估等級..... | 202 |
| 表 5.68 現有縣市安全檢測方式比較..... | 203 |
| 表 5.69 「混凝土、鋼橋一般檢測概要」伸縮縫之判定標準..... | 204 |
| 表 5.70 「D.E.R.&U.」檢測法伸縮縫劣化現象與劣化程度相對應的評估值..... | 205 |
| 表 5.71 「D.E.R.&U.檢測法」伸縮縫劣化現象對整體結構的安全性和服務性的影響 | 205 |
| 表 5.72 示範計畫已完成工作項目示意表..... | 207 |
| 表 6.1 建立台灣地區橋梁管理系統第一梯教育訓練課程..... | 210 |
| 表 6.2 建立台灣地區橋梁管理系統第二梯教育訓練課程..... | 210 |
| 表 7.1 橋梁工程研習會（一）--橋梁監測與管理課程表..... | 212 |
| 表 7.1 橋梁工程研習會（一）--橋梁監測與管理課程表（續）..... | 213 |
| 表 7.2 橋梁工程研習會（二）--橋梁檢測、監測與管理課程表..... | 214 |
| 表 7.2 橋梁工程研習會（二）--橋梁檢測、監測與管理課程表（續）..... | 215 |
| 表 7.3 橋梁工程研習會（三）--橋梁監測、預警與診斷技術課程表..... | 216 |
| 表 2.1 檢測順序範例..... | 267 |
| 表 2.2 評估準則..... | 278 |
| 表 2.3 目視檢測表格..... | 280 |
| 表 2.4 修復工法表（續）..... | 282 |

| | |
|---------------------------------|-----|
| 表 2.5 劣化現象與劣化程度相對應的評估值..... | 290 |
| 表 2.6 劣化現象對整體結構的安全性和服務性的影響..... | 293 |
| 表 3.1 期中報告審查會議記錄及辦理進度表..... | 313 |
| 表 3.1 期中報告審查會議記錄及辦理進度表..... | 331 |
| 表附錄 5.1 B_AREA 資料表結構..... | 366 |
| 表附錄 5.2 B_BRIDGE 資料表結構..... | 367 |
| 表附錄 5.3 COUNTY 資料表..... | 367 |
| 表附錄 5.4 LANDMARK 資料表結構..... | 368 |
| 表附錄 5.5 NSM_TAI 資料表結構..... | 368 |
| 表附錄 5.6 ROAD 資料表結構..... | 369 |
| 表附錄 5.7 ROAD4 資料表結構..... | 369 |
| 表附錄 5.8 ROADMAIN 資料表結構..... | 369 |
| 表附錄 5.9 SUBROAD 資料表結構..... | 370 |
| 表附錄 5.10 檢測記錄資料表結構..... | 370 |
| 表附錄 5.11 MEMBER 資料表結構..... | 371 |
| 表附錄 5.12 WORKMATRIX 資料表結構..... | 372 |
| 表附錄 5.13 NOR_MATRIX 資料表結構..... | 373 |
| 表附錄 5.14 對應群組編號資料表結構..... | 374 |
| 表附錄 5.15 對應群組資料資料表結構..... | 374 |
| 表附錄 5.16 成本參數資料表結構..... | 374 |

| | |
|------------------------------|-----|
| 表附錄 5.17 整合性決策參數資料表結構..... | 374 |
| 表附錄 5.18 替代方案資料表結構..... | 375 |
| 表附錄 5.19 構件等級轉換平均成本..... | 375 |
| 表附錄 5.20 橋梁基本資料表結構..... | 377 |
| 表附錄 5.21 橋梁相關性資料表結構..... | 380 |
| 表附錄 5.22 檢測照片資料表結構..... | 380 |
| 表附錄 5.23 檢測記錄資料表結構..... | 381 |
| 表附錄 5.24 檢測項目代碼..... | 381 |
| 表附錄 5.25 氯離子濃度檢測記錄資料表..... | 382 |
| 表附錄 5.26 決策分析橋梁資料表結構..... | 382 |
| 表附錄 5.27 混凝土中性化試驗資料表結構..... | 383 |
| 表附錄 5.28 混凝土強度鑽心試驗資料表結構..... | 383 |
| 表附錄 5.29 混凝土衝鉋試驗資料表結構..... | 384 |
| 表附錄 5.30 維修建議資料表結構..... | 384 |
| 表附錄 5.31 維修照片資料表結構..... | 384 |
| 表附錄 5.32 維修記錄資料表結構..... | 385 |
| 表附錄 5.33 維修項目資料表結構..... | 385 |
| 表附錄 5.34 縣市分區資料表結構..... | 386 |
| 表附錄 5.35 耐震能力資料表結構..... | 386 |
| 表附錄 5.36 載重試驗資料表結構..... | 387 |

| | |
|----------------------------|-----|
| 表附錄 5.38 鋼筋腐蝕檢測資料表結構..... | 388 |
| 表附錄 5.39 鐵路局橋梁基本資料表結構..... | 389 |

第一章 緒論

1.1 前言

橋梁系統為國家基礎建設之重點，影響整體經濟之發展，扮演貨物暢通之樞紐。且由於台灣地區屬於多山環境，東西向河川分布各地，於鐵路與公路路網開發過程中，實需佈設橋梁以跨越河川等天然障礙。

對於橋梁管理單位而言，如何利用有限的經濟資源，對橋梁進行完善的維護與管理，以確保橋梁之安全性並發揮其最大效益，便成為其最重要的課題之一。各橋梁主管單位平日對於橋梁之檢測、維修補強均相當重視，但仍受到人力不足、經費有限和大量資料以傳統方式保存的限制，若想以最經濟有效的方式管理所轄之橋梁，實有其執行之困難。

且橋梁在其生命週期中無可避免將遭受到許多天然因素、環境背景及設計施工因素之影響，而產生結構性及經常性的損壞，影響橋梁發揮正常功能。為解決此類問題，歐美日各國已相繼投入橋梁管理技術之相關研究，其發展過程由單一橋梁維修、整建方案選擇之「專案層級(Project Level)」，提升至整體路網全面性考量之「路網層級(System Level or Network Level)」，目前更開始使用整合性的橋梁管理系統來輔助橋梁主管機關進行相關作業。

行政院於八十四年起即責成交通部積極進行各項橋梁安檢維護作業，交通部於八十六年七月完成「台灣地區橋梁安全管理策略探討與制定」研究，將建立中央橋梁管理系統及適合各橋梁主管單位使用之管理系統，列為現階段重點工作之一，希望利用有系統、有效率的電腦化管理方法，結合 GIS(Geographic Information System)、GPS(Global Positioning System)及網路技術，以協助橋梁管理機關進行橋梁之管理，而提高橋梁服務水準，確保結構穩定性與安全性，俾維護陸路運輸機能，有效運用資源，降低使用及維修成本，並延長橋梁使用年

限。

1.2 計畫目的

本計畫主要目的即是發展一套具層級的台灣地區橋梁管理系統，供交通部內政部和其所屬單位如交通部高速公路管理局、交通部公路局、交通部鐵路管理局、各縣市政府以至於各鄉鎮市公所使用。藉由系統化、有效率的電腦化管理方法，並將各項橋梁資訊融入決策理論分析，且結合 GIS、GPS 及網際網路架構，以協助橋梁管理機關提高橋梁服務水準，確保橋梁結構穩定性與安全性及維護陸路運輸機能，並有效運用資源、降低使用及維修成本、延長橋梁使用年限，以最經濟有效的方式執行橋梁管理工作，減輕政府負擔。

除了系統開發之外，本研究也進行橋梁管理系統教育訓練，以及於交通部、高速公路局、公路局、台北市、台北縣及桃園縣推行示範計畫及試行調查，確保能有效地推動所開發系統。並配合交通部中部辦公室進行“全國橋梁基本資料普查作業暨目視安全檢測作業”規劃，確保全國橋梁基本資料及目視安全檢測資料能正確與能有效地輸入本系統中，以完成全國橋梁清冊。據此，中央便可透過本系統中各項模組所得之資訊，進行各項橋梁管理策略之擬定與推動。

1.3 研究執行流程

本研究於執行期間主要分為四個階段，細部流程說明如圖 1.1 所示。

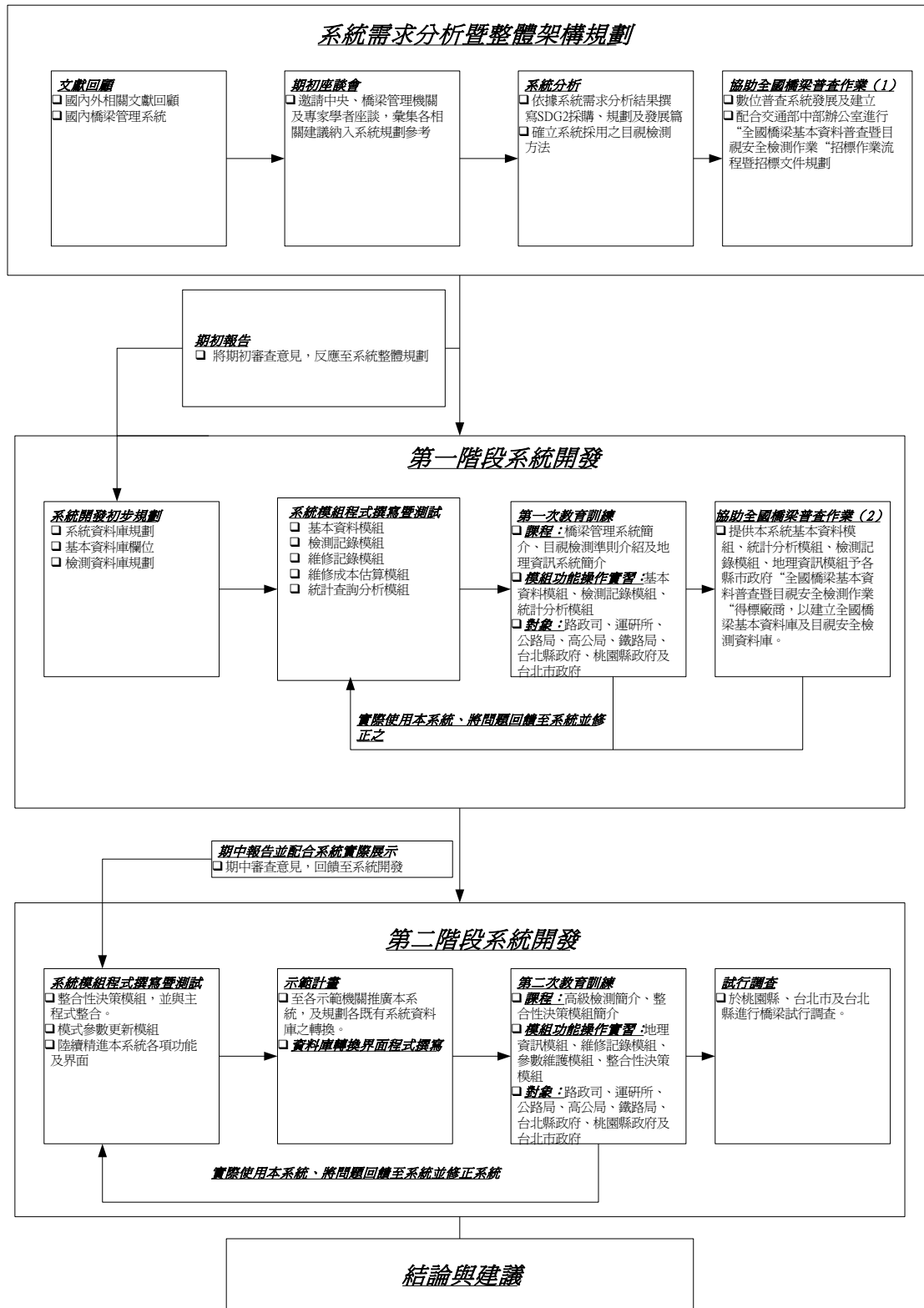


圖 1.1 研究執行流程

1.4 報告內容

本研究成果報告主要包含：第一章緒論、第二章文獻回顧、第三章系統運作暨開發架構、第四章系統模組簡介、第五章示範計畫暨試行調查、第六章教育訓練成果、第七章研習會成果及第八章結論與建議。以下就對各章內容作一簡介。

1. 第一章：介紹本研究之緣起、目的及研究執行流程。
2. 第二章：主要回顧國內、外有關橋梁管理系統之論文，並進一步了解國內、外之橋梁管理系統之運作情形，據此，作為本系統之規劃時期之參考，及開發時之修正參考之用。
3. 第三章：將本系統之需求分析及系統功能於本章中詳述。
4. 第四章：述明本系統各項模組功能，及各模組所依據之學理，而詳細之操作流程可參閱系統使用手冊。
5. 第五章：說明本研究中示範計畫之執行過程及所得之結論，並將本系統與既有橋梁管理系統進行比對後提出轉換界面機制。另對示範機關所採用之目視檢測準則進行不同檢測準則之簡介與比較，對與本系統採用不同目視檢測方式之示範機關亦提出建議。於本章中亦介紹試行調查作業成果。
6. 第六章：本研究於系統第一階段及第二階段模組開發初步完成後，針對示範單位人員舉行兩次教育訓練，以使其熟悉本系統之各項模組功能，本章即在簡介教育訓練執行情形。
7. 第七章：針對示範四場辦理之研習會，將其主題作一介紹。

- 橋梁監測與管理

- 橋梁檢測、監測與管理
- 橋梁監測預警與診斷技術
- 橋梁管理系統成果發表

四項主題邀請國內、外知名學者專家對相關議題提出精闢之見解，引進各項有關橋梁之檢、監測及診斷技術。並邀請美國聯邦公路總署科技辦公室及加州運輸工程部專家，簡介美國 PONTIS 及介紹其中之 MR&R 模組之精神。最後一場研習會為本研究之成果發表，將完整介紹本研究之成果。

8.第八章：針對研究之結論以及未來努力方向加以說明。

第二章 橋梁管理系統演進過程^[37]

世界各國有鑑於橋梁對整體建設之重要性，及其數量與規模日益龐大，皆積極投入橋梁管理之相關研究，以確保橋梁之結構安全與服務功能，進而延長橋梁之服務年限。其中美國以四通八達的公路網聞名，對於橋梁的維護管理作業極為重視，目前各先進國家之橋梁管理相關技術亦以美國所發展之成果較為完整，故本章介紹以美國橋梁管理之演進過程為主，而後就相關文獻探討橋梁管理系統所應具備之功能與內容。此外，亦探討國內現行橋梁管理所面臨之問題與整理相關研究，以了解國內目前發展現況與本系統發展之參考。

2.1 橋梁管理系統之定義

目前各國皆積極發展適合各國橋梁環境之電腦化橋梁管理系統，其對系統之定義亦配合各國不同之需求而有所差異。Hudson 等人將橋梁管理系統定義為：「一種合理、系統性的方法，可組織並實踐所有橋梁管理之相關作業」^[1]。

其所謂橋梁管理之相關作業包括：

- (1) 預測橋梁之使用需求
- (2) 評定橋梁狀況
- (3) 分配維修補強經費
- (4) 訂定橋梁維修順序
- (5) 檢定公告危橋
- (6) 找出每座橋梁合乎成本效益之方案
- (7) 計算橋梁維修成本
- (8) 追蹤記錄橋梁之日常維護作業

(9) 進行橋梁檢測

(10) 建立完整的橋梁資料庫

美國運輸官員協會於 1987 年對橋梁管理系統的研究中則指出，完整的橋梁管理系統應包括下列功能^[2]：

(1) 基本資料庫 (Database Module)

(2) 路網層級之維修、整建及重建之選擇 (Network Maintenance, Rehabilitation, and Replacement Module)

① 優選順序排列 (Ranking Submodule)

② 維修、整建及重建之選擇 (Specific Maintenance, Rehabilitation, and Replacement Selection Submodule)

③ 生命週期成本計算 (Life-cycle Costing)

④ 最佳化決策 (Optimization Submodule)

(3) 維護管理 (Maintenance Module)

(4) 歷史資料分析 (Historical Data Module)

(5) 整合 (Interface Module)

(6) 報表列印 (Reporting Module)

在綜合陸路運輸效益法案 (Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, ISTEA) 中則規定各州之橋梁管理系統之功能必須包含下列項目^[3]：

(1) 橋梁清冊與狀況資料檔案

(2) 橋梁歷史資料檔案

(3) 橋梁規劃及分析系統

(4) 橋梁資料報告及印製系統

(5) 工作時程及追蹤檢視

以下介紹美國橋梁管理之起源與相關管理系統之發展，並以 FHWA 所發展之 PONTIS 系統為例，簡介橋梁管理系統之功能。

1. 美國橋梁管理之起源

美國橋梁管理的發展源於 1967 年，當時因橫跨俄亥俄州河（Ohio River）的銀橋（Silver Bridge）斷裂並奪取 46 人生命後，美國老舊橋梁問題始受到各方之重視。美國國會於 1968 年通過之聯邦公路法案（Federal Highway Act of 1968）中，要求運輸部門建立全國性橋梁檢測標準，並成立專案計畫進行專業檢測人員之培訓。美國聯邦公路總署（Federal Highway Administration, FHWA）首先建立「全國橋梁清冊（National Bridge Inventory, NBI）」資料庫，進行全國橋梁相關資料之蒐集與整理，同時公布「全國橋梁檢測標準（National Bridge Inspection Standards, NBIS）」，要求各州政府以每兩年為週期，全面為其所管轄之橋梁進行一次檢測作業，且參與之檢測人員皆須符合相關資格限制並通過專業課程的培訓。檢測所得資料則須按 NBI 之要求，儲存數位資料格式，彙整交由 FHWA 進行資料更新工作。FHWA 隨後訂定「全國橋梁登錄及評估指南（Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of Nation's Bridges）」，作為各州進行橋梁檢測工作之參考依據，以確保檢測資料之完整性與一致性^[3]。

此外，美國國會於 1991 年頒布著名的「綜合陸路運輸效益法案（Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, ISTEA）」，要求全美各州須於 1994 年訂定橋梁管理系統之發展計畫，且必須在 1998 年之前完成系統之開發工作，自此各州皆開始積極規劃發展符合本身需求之橋梁管理系統^{[3][4]}。

2. 美國橋梁管理系統之發展

根據 Better Roads 年報指出，美國境內橋梁基本資料庫截至 1999 年 10 月已包含 589,815 座公路橋梁。由於美國採聯邦制，各州有其獨立之道路橋

梁管理體制，因此在橋梁管理系統之發展，各州係以聯邦政府之橋梁管理規範為基礎，配合不同之地理狀況與天候環境，以及各州之作業程序與管理特性，發展符合自身需求之系統。目前以賓州與北卡羅萊那州所建立之橋梁管理系統較為完善。此外，為配合 ISTEA 法案對各州系統之要求，FHWA 與加州運輸部（California Department of Transportation, CALTRANS）於 1987 年共同出資，並邀集各方專家學者做為技術指導，委託民間公司發展一套分析功能完整路網層級之橋梁管理系統—PONTIS^{[5][6]}，以作為各州系統發展之基礎。由於 PONTIS 建立了完整的維修方案成本效益之分析模式與構件劣化速率預測模式，目前已有數州加以採用，而各國發展橋梁管理系統時，亦多方參酌 PONTIS 之系統功能與決策模式，以下即針對 PONTIS 做一簡介^[3]。

PONTIS 於 1991 年 12 月完成第 1 版之開發，其後並於 1993 年 11 月完成第 2 版修正。為求系統功能之完整與實際可行，FHWA、CALTRANS 以及明尼蘇達、北卡羅萊納、田納西、佛蒙特與華盛頓等五個州之運輸部皆指派代表聯合組成一技術諮詢委員會，在系統的開發過程中，隨時提供各項的指導與建議^[3]。

圖 2.1 中 PONTIS 之架構為 DOS 環境下運作的第二版，目前 PONTIS 已發展至視窗環境下第四版。在 PONTIS 中共有「資料庫」、「構件狀態及其可行方案模組」、「劣化速率預測模組」、「用路人成本模組」、「MR&R 最佳化模組」、「最佳化改善模組」、「整合與規劃模組」等七個模組。其中每個模組皆有其獨立之功能，協助相關人員進行資料蒐集與分析、劣化速率預測、維修整建需求分析、各項方案之成本計算、預算編列與時程規劃等一連串的橋梁管理作業與決策工作。且 FHWA 在發展 PONTIS 之初，便將之定位為各州發展橋梁管理系統之基礎，因此在資料庫設計方面，便特別注重各種資料格式間轉換、資料之儲存容量與取用速度、後續發展彈性等因素，以利未來各州之修正與使用。

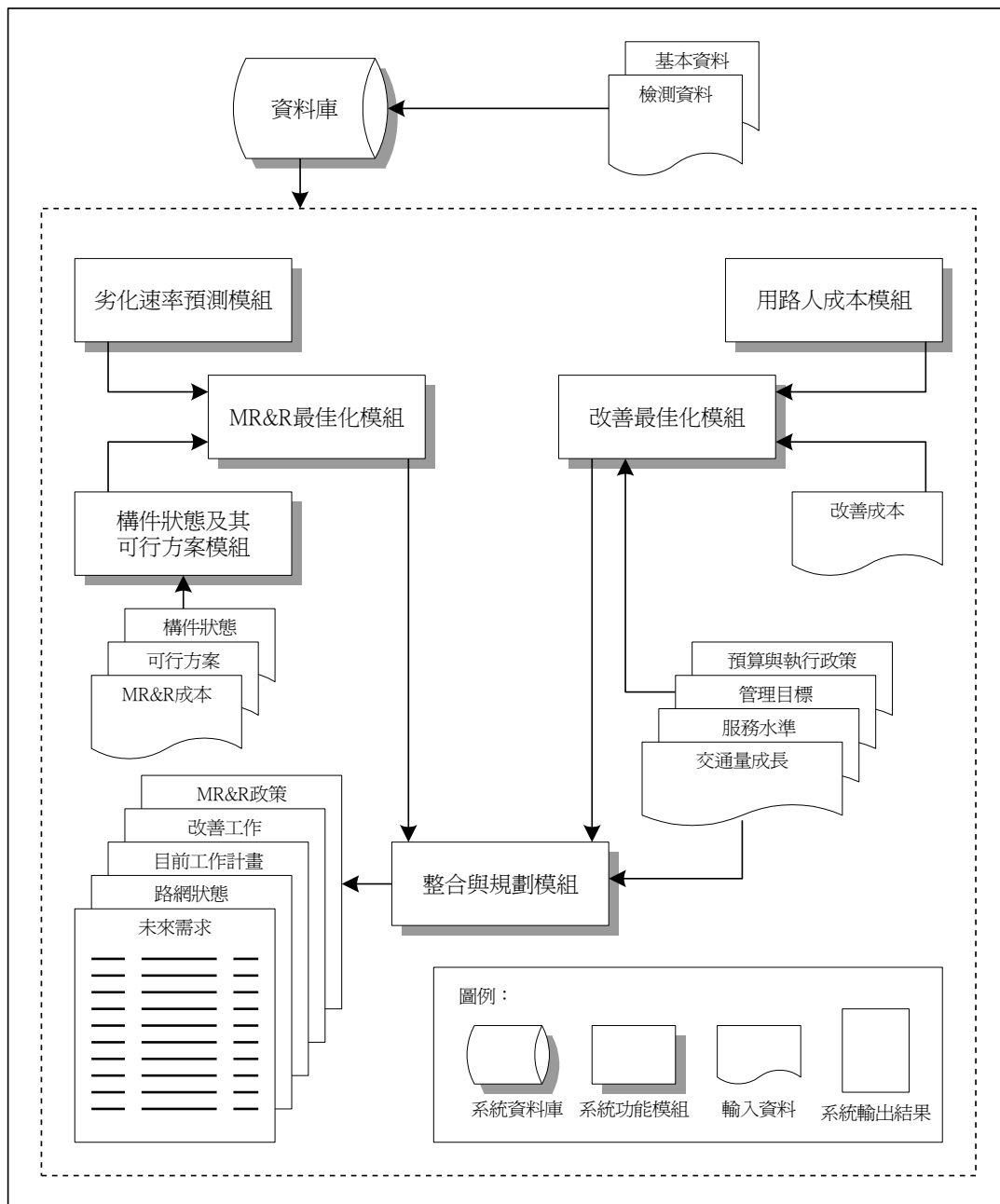


圖 2.1 PONTIS 之系統作業流程

2.2 我國橋梁管理系統發展現況

由前節之美國橋梁管理系統發展現況之分析可發現，橋梁管理系統之建立係為一長期且具地域性之發展計畫，各國橋梁所處環境之地形、天候條件不同，對橋梁所造成之損壞現象自然有差異，而管理體制的不同，亦直接影響系統之組成功能。

1.我國橋梁管理問題

目前國內橋梁主管機關眾多，不同單位有其不同之管轄範圍，然而各單位限於編制人員的不足，加上專業人才之缺乏，無法由專人負責橋梁管理相關業務；另一方面，各單位的橋梁資料仍以傳統方式保存，既佔空間又不易查詢，且易受天災或人為疏忽導致遺失或損毀。有鑑於此，我國橋梁管理業務應結合資訊科技，推行電腦化管理，以減輕橋梁管理人員之負擔。根據相關研究指出，目前國內橋梁主管機關面臨以下問題^[3]：

1. 人力問題

各單位限於編制人員的不足，加上專業人才之缺乏，無法由專人負責橋梁相關業務，即便是有，亦多偏重於新建工程，而忽略日常之維護管理。

2. 經費問題

由於橋梁維護作業的不受重視，維修整建之經費常被轉用。另一常見的現象則是各單位呈報的危險橋梁數量太多，且報修標準不一，而造成預算編列之困難。

3. 資料保存

各單位的橋梁資料仍以傳統方式保存，既佔空間又不易查詢。雖有單位正在進行電腦化的工作，但仍缺乏全國統一的格式，無法利用相關資料進行整體性的考量。

為解決上述問題，國內各橋梁管理單位目前正快速發展其電腦化管理系統，期望利用系統化、電腦化方式，將橋梁相關資訊加以儲存、彙整與分析，以輔助橋梁管理單位進行管理相關工作。

2.國內橋梁管理系統相關研究

為提升我國橋梁管理技術，國內橋梁主管機關與學術單位皆積極投入相關研究，以建構適合台灣地區使用之橋梁管理系統。早期之研究^[7]以科學化決策模式之觀點，配合台灣地區特有環境與管理體制，及各種決策模式包括維修優選排序、維修成本預測、各部元件狀況衰退預測等模式，分析我國橋梁管理所應考慮之資料項目，再將所決定之資料內容，利用電腦化資料管理之技巧，建構橋梁管理資料庫，為橋梁管理系統發展之基礎。而對於橋梁管理系統之發展，則建議採用漸進模式分為六個階段辦理^[8]：

- (1) 建立橋梁資料庫，並撰寫電腦程式。
- (2) 選定個案橋梁，模擬其管理系統。
- (3) 藉由模擬系統的操作，逐步修正並擴充系統功能。
- (4) 建立計畫決策支援系統。
- (5) 建立整體決策支援系統。
- (6) 建立工程支援系統。

尚有其他學者則認為一個完整的橋梁管理系統必須包含^[9]：

- (1) 資料庫系統。
- (2) 各橋梁安全與功能需求評估系統。
- (3) 各橋梁需求分析系統。
- (4) 歷史資料查詢分析系統。
- (5) 整體維護、修理及加固方案之需求分析評估系統。

(6) 報告系統。

對台灣地區橋梁安全管理策略，則有研究則提出短程、中程與長程目標，並認為橋梁管理系統應包含橋梁安全管理系統（Bridge Safety Management System, BSMS）與橋梁維護管理系統（Bridge Maintenance Management System, BMMS）兩個部分，前者著重於橋梁結構的安全與補強，後者則針對橋梁各構件材料的老化與維修^[4]。

對於橋梁檢測方法，相關之研究將交通部、高速公路局、住都處及公路局之現行檢測制度，分別以檢測依據、檢測種類、構件分類方式、構件評定方式、橋梁狀況評定、維修方案建議、維修成本估算等項目進行歸納與整理，如表 2.1 所示^[3]。

表 2.1 現有檢測制度比較表

| 主管機關 項目 | 交通部 | 高公局 | 住都處 | 公路局 |
|------------|------------------------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 檢測準則 | 公路養護手冊 (78 年) | 公路橋梁一般目 視檢測手冊 (84 年) | 混凝土、鋼橋一 般檢測手冊 (85 年) | 公路橋梁安全檢 查手冊 (86 年) |
| 檢測種類 | 平時檢查 定期檢查 臨時檢查 | 一般檢測 特殊檢測 | 日常檢查 定期檢查 臨時檢查 | 定期安全檢查 特殊檢查 |
| 構件分類方式 | 主要分為 8 大 類，再往下細分 為數個小項 | 分為 20 項構件 | 主要分為 8 大 類，再往下細分 為數個小項 | 分為 20 項構件 |
| 構件評定標準 | — | 分為 1~4 級 | 分為 A,B,C,D,N | 分為 1~4 級 |
| 橋梁狀況評定 | 分為高、中、 低、無四種 | 計算 CI, PI, FI, OPI 四種指標 | — | 可依指標排序 |
| 維修方案建議 | — | 由檢測員建議維 修項目 | — | 由檢測員建議維 修項目 |
| 維修成本估算 | — | 根據檢測員填寫 之數量與急迫性 進行計算 | — | 根據檢測結果與 可能採用維修工 法計算維護成本 |

該研究並認為本土化橋梁管理系統之架構，應包括以下模組^[3]：

- (1) 基本資料模組。
- (2) 統計分析模組。
- (3) 檢測資料模組。

(4) 維修成本估算模組。

(5) 橋梁狀況排序模組。

(6) 維修記錄模組。

亦有研究將非破壞性檢測所得結果進行轉換，套用於高公局與公路局所採用之 D.E.R.&U.目視檢測方法之評分標準，並建立相關數學評估模式與指標，提出目視檢測與非破壞性檢測共同評估指標。此研究亦於 SGI 與 UNIX 環境下，以物件導向分析方法，實作一套架構於網際網路之橋梁管理系統，提供使用者於網路上直接更新資料等功能，並可依據不同指標進行排序^[10]。

交通部科技顧問室委託之研究提出「建立公路橋梁安全檢測評估子系統軟體」^[11]，以建立合於簡便、快速、周詳、準確之橋梁安全初步檢測及評估系統軟體。系統利用勾選方式迅速對橋梁現況進行檢測與評估，並可依據各檢測項目權重予以評分，以掌握橋梁現況。其可進行之評估項目如下：

(1) 耐震能力-落橋評估。

(2) 耐震能力-強度、韌性評估。

(3) 耐震能力-穩定性評估。

(4) 載重能力評估。

(5) 耐洪能力評估。

謝尚賢等對橋梁管理系統廣義的定義、類別與涵括之任務範圍做出說明^[12]，並以發展各層級之橋梁管理系統的觀點，提出系統規劃策略與建構體系，建議各層級橋梁管理系統的主要資訊內容與網路架構建置方案。其將橋梁管理系統分為中央主管機關、總局、工程處、縣市政府等四種層級，並將各層級中橋梁管理系統所需之功能及管理系統中伺服器所需之資料做出詳盡的定義。並提出一 Web-based 橋梁管理系統建置於「可延伸性標示語言」(XML) 程式基礎上，以加強文件資料之自動傳輸、儲存及處理，同時亦可加強資訊之搜尋，對於不同系統間亦經由 XML 標準互通。

3.國內現有橋梁管理系統

國內目前橋梁管理系統發展正值萌芽階段，且因各主管機關管理業務之需求亦各不相同，故目前仍無一套完整之橋梁管理系統符合所有主管單位之需求。目前完成開發或實際進行運作之橋梁管理系統主要有以下數套：

(1) 國道高速公路局

國道高速公路局於民國八十一年十月十六日成立「橋梁檢測維護小組」，加強橋梁構件劣化之檢測與維護。綜理及督導橋梁檢測評估作業，並每半年定期召開工作檢討會報一次。小組設督導分組及作業分組。督導分組由局本部之技術組及工務組組成，負責策劃並督導橋梁檢測、評估、建檔及維修作業之推動。作業分組由區工程處及所屬工務段組成，執行轄內橋梁檢測、評估、建檔及維護之作業。

俟後高公局有鑑於橋梁結構安全維護之重要性，委託昭凌工程顧問股份有限公司建立電腦化之管理系統與檢測方法，於民國八十七年開發完成「國道高速公路局橋梁養護管理系統」，其具有基本資料模組、檢測資料模組、耐震檢測模組、優選排列模組、預算編列模組、維修資料模組六大功能模組，以滿足其橋梁養護管理之所需。其中，此系統所利用之檢測評分方法為與南非合作開發之 D.E.R.&U.目視檢測方法。

此系統功能著重於資料庫管理，往後發展可增加統計分析、空間分析、網路傳輸，以及決策支援等相關輔助管理功能，且使用者界面仍有改進空間^[27]。

(2) 地方政府

在地方政府橋梁相關業務電腦化方面，台中縣政府曾委託民間顧問公司建立橋梁資訊系統（BIS），以及最近台北縣政府委託萬鼎工程服務公司所開發之橋梁管理資訊系統，其中台中縣政府橋梁資訊系統，其功能僅能提供有限之橋梁管理及查詢功能，缺乏空間分析、網路傳輸，及決策

支援功能，僅適合管轄橋梁數量較少之地方政府使用。

台北縣政府的橋梁管理資訊系統已經採用 Web 架構方式開發，分為企業網路 Intranet 及網際網路 Internet 二種系統，Intranet 系統主要提供縣政府工務局內部使用，系統主要以建構橋梁基本資料與目視檢查資料模組為主，另包含橋梁維修、擴建、重大損害、施工訊息與橋梁資料統計等功能。Internet 系統主要提供外界各單位透過網際網路來使用，主要為一般橋梁介紹及基本資料查詢為主^[28]。

(3) 交通部公路局

公路局所發展之橋梁管理系統係與中央大學橋梁中心合作開發完成，該管理系統已建有公路局所轄 4,563 座橋梁之基本資料。目前並持續補足更新，提供該局、工程處、與工務段等三個層級相關人員採用，以協助橋梁管理之作業有效地進行。

該系統內包含「基本資料模組」、「統計分析模組」、「檢測資料模組」、「維修成本估算模組」、「橋梁狀況排列模組」、「維修記錄模組」、「網路伺服器資訊交換模組」及「GIS 空間查詢分析模組」等八個模組，如圖 2.1 所示，該系統已收集詳細之橋梁基本資料，每座橋梁並建有現場四個不同方向之相片，可藉由系統之統計分析功能，進行不同主題之統計分析與分類。而檢測之評估方法以採用 D.E.R&U.為目視檢測主體，另高級檢測之評估則以交通部規定之方法建構之。經由檢測分析後的結果提供橋梁整體狀況或各別構件狀況排序，以供主管機關維修時的決策參考，該系統亦已經具有了初步的地理資訊分析功能，往後發展可以增加路網分析，空間分析等相關功能，以強化地理資訊分析模組^[26]。

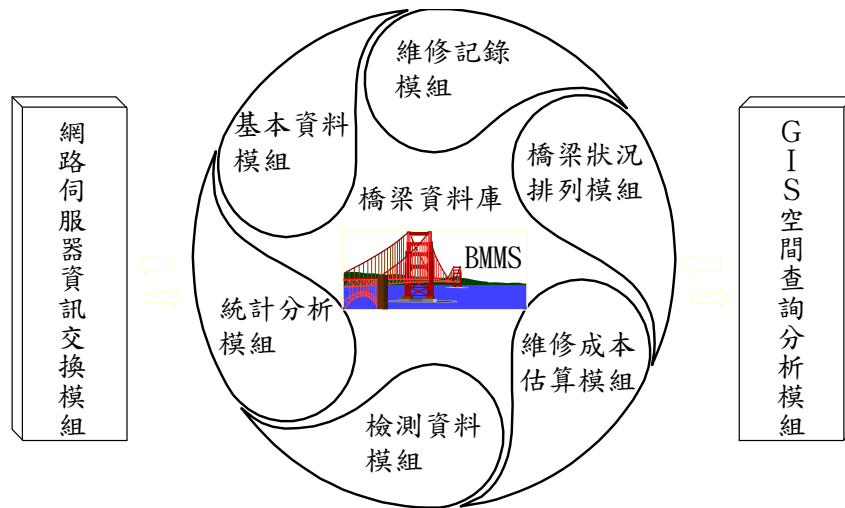


圖 2.1 公路局橋梁管理系統架構圖

（4）交通部台灣鐵路管理局

鐵路局於 88 年委託中華顧問工程司開發「鐵路橋梁資料建檔管理系統」，系統內包含「基本資料模組」、「檢測資料模組」、「統計分析模組」三模組以及相關之查詢與編輯功能。該系統的開發係採用物件導向設計技術，使用者界面設計良好，對使用者而言操作簡便。惟該系統並未加入決策分析之模組，可在日後增加則較為完整^[13]。

（5）交通部基隆港務局

基隆港務局所轄僅有西岸高架道路橋梁一座，為國內最早興建的高架公路橋梁，主要供港區貨櫃運輸為主橋長約三公里。由於重車超載情形嚴重，且瀕臨海邊，故老化破損情形嚴重。雖平時有定期巡查，但受限於環境及港區運輸無法中斷，所以維修及整治較難以達成。

為達成西岸高架橋之檢測及維修之目的，基隆港務局於民國 84 年配合省府交通處的規定，開發一套橋梁檢測光碟資訊系統，87 年 6 月繼續

改版完成功能之擴充。此系統主要是提供給橋梁管理的基層使用，且提供對一座橋做詳細的維護管理功能。此系統內有相當詳細的橋梁基本資料模組、檢測資料模組、及維修資料模組等，尤其是檢測資料模組包含中性化深度、氯離子含量、鋼筋腐蝕速率、鹼骨材反應、高程量測記錄、橋梁耐震評估、承载力評估。此外此系統可以圖形元件方式直接描繪構件破損示意圖，並加入相對應之圖片與說明資料。如此可對辦公室內之工程師或主管提供較具體之資訊，使之較易了解並做適當處置。該系統可界定為當轄區內橋梁已做過狀況排序及優選排列後，須進一步檢測評估或修補的橋梁座後續管理之用^[12]。

2.3 地理資訊系統在橋梁管理之應用

地理資訊系統目前在土木工程相關領域應用之發展正方興未艾。Hammed^[49]於 1993 年將地理資訊系統(GIS)與專家系統(Expert system, ES)結合，應用於橋梁規劃；Ng 與 She.於 1993 認為地理資訊系統應用於橋梁管理系統為加強現有橋梁管理系統之強而有力的工具^[31]。

日本名古屋大學教授 Yoshito Itoh 等於 1997 年提出應用地理資訊系統(GIS)以及物件導向資料庫(OODB)等技術，建立以生命週期為導向之路網層級橋梁管理系統(Bridge Life-cycle Management System, BLMS)，將各項決策以橋梁生命週期之成本最低為主要考量，以避免未來階段的問題，故須藉由地理資訊系統及各種預測、最佳解求解等演算法，以整合地理資訊與橋梁屬性資料，協助其制定以生命週期為考量之各種最佳化之決策方案，並以物件導向方法分析橋梁各部構件，建立物件導向橋梁資料庫，儲存管理文字、圖片等屬性資料。此外，此系統以工作站之 Arc/Info 為工具，並利用視窗之良好使用者界面，於規劃階段之橋址選擇，維護階段的檢測結果之展現、地質探勘資料之保存與比較，各種破壞程度橋梁的分佈情況。並應用環域(Buffer)分析的觀念，尋找距因故封閉橋梁一定範圍內的橋梁為該橋之替代橋梁，作為該橋梁喪失其功能後之

選擇。其所應用之空間資料及其形態如下表所示^[32]：

表 2.2 空間資料與形態一覽表

| 圖層名稱 | 屬性內容 | 資料形態 |
|------|-------------------|--------------|
| 橋梁 | 橋梁基本資料、檢測資料 | Point |
| 路網 | 道路等級、道路淨寬、交通流量 | Line |
| 河川 | 河道寬度、最高洪水位、常年洪水位、 | Line、Polygon |
| 土地使用 | 土地使用類型 | Polygon |
| 土壤 | 標準貫入深度、及土壤性質相關係數 | Polygon |

另一方面，文獻內替代道路之搜尋模式，乃以與封閉橋梁一定範圍內之橋梁作為替代橋梁，此方法可快速求得可能之替代橋梁，然考量跨越物體與路段之方向性與連通性，故有可能搜尋出在一定範圍內，卻跨越不同河川、不同車行方向、甚至並無道路相連之橋梁作為其替代橋梁，如圖 2.2 左半部所示，若橋梁 B1 封閉，則由 B 到 A 可替代之橋梁，根據搜尋結果為 B2 與 B4，然若行走 B2 則必須通過 B3 才能抵達 A，然若 B3 不存在或是亦為封閉橋梁，則以上替代橋梁分析模式所建議之替代橋梁 B2 即無法滿足由 B 到 A 之需求，故以環域分析(Buffer)所得之替代橋梁並無法完全滿足於現實世界路網之連通關係。

為解決上述問題，本計畫擬以路網分析(Network Analysis)技術，利用最短路徑演算，尋求滿足於起點、終點之最短之替代路徑與替代橋梁，如圖 2.2 右半部所示，以符合現實路網連通關係。

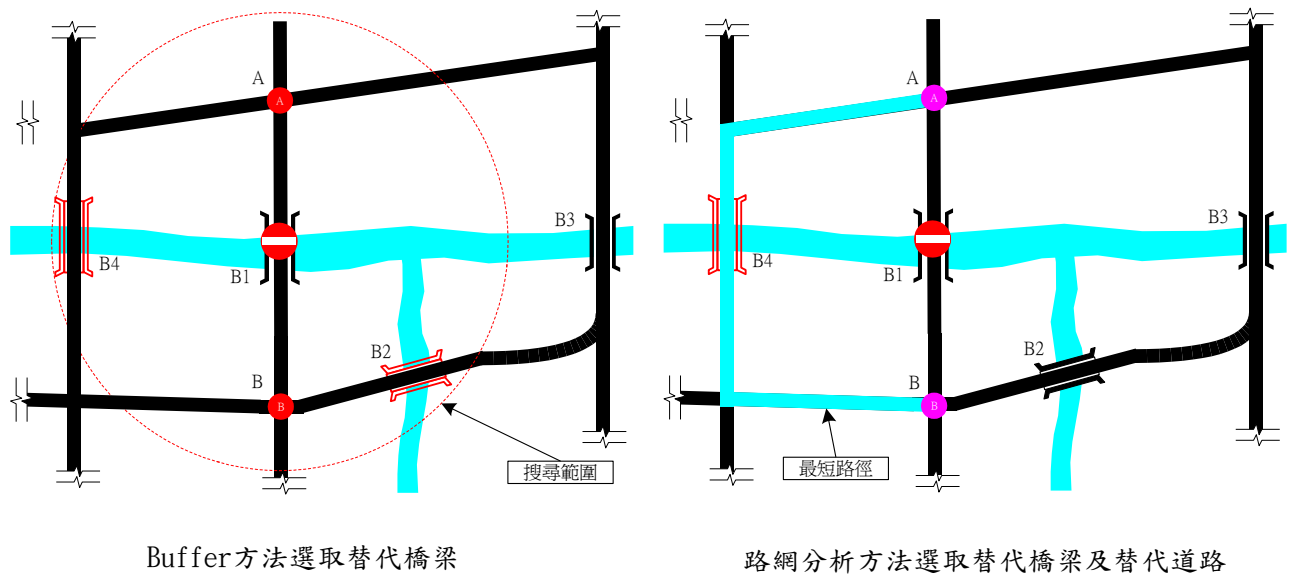


圖 2.2 替代道路選取方法比較圖

綜合上述相關文獻，可看出目前世界各國正積極利用地理資訊系統在土木相關領域之應用，在橋梁管理上，目前多應用於設計階段之橋址選擇、維護階段之養護決策等，並以視覺化之使用者界面，協助管理人員迅速掌握橋梁狀況，進行橋梁管理相關業務與決策。而國內相關研究則不多見，主要因素乃因國內地理資料之收集不如國外詳盡，規劃中的國土資訊系統至今仍未能提供服務，因此國內地理資訊相關研究受到相當大的限制。另一方面，國內目前正開始推行橋梁管理電腦化工作，相關橋梁資料正陸續建檔，故缺乏長時期之管理資料可供分析，並用以建立相關決策模式與預測模式，因此，國內在最佳化維修決策以及構件劣化預測方面之研究較少。

故本計畫擬結合地理資訊系統之特性，開發一套具空間分析與視覺化決策支援能力之橋梁管理系統，以收集國內橋梁相關資料，提供空間分析功能，以解決傳統橋梁管理系統所無法處理之空間問題，並作為後續研究之基礎。

2.4 地理資訊系統與橋梁管理整合之探討

本節首先將說明國內地理資訊系統發展現況、應用領域，以及國內地理資

訊系統所面臨的課題；進而了解國內地理資訊系統相關研究及應用現況，並參照國內橋梁管理相關作業流程及功能需求，探討地理資訊系統應用於橋梁管理作業之可行性與應用方式，作為整合性架構之基礎。

2.4.1 國內地理資訊系統之發展現況

國內 GIS 現階段應用層面雖廣，但其使用的功能仍以基本輸出入、展示、查詢為主，模組整合分析等功能次之。目前多由政府、學術單位開始發展，逐步擴張至產業部門之應用，進而成為實務化與生活化之系統。目前應用項目多為土地使用管理、都市防災計畫、水資源計畫、都市計畫、水文分析、生態分析、污染整治分析、運輸及派遣分析等項目。主要偏重於規劃分析之應用，在營運維護部份應用較少。

目前地理資訊系統之發展方向可分為兩大部分，一部份為擴大使用層面，將地理資訊系統之應用，透過網際網路推廣至一般生活之應用服務，主要提供使用者進行查詢及展示服務之網路式 GIS 系統(Web GIS)，如：台灣電子地圖服務網，網址：<http://www.map.com.tw/default.asp>、台北市電子地圖資訊網，網址：<http://gs.systech.com.tw/taipei/DEFAULT.htm>等，另一部份則為滿足建置單位之業務需求而發展之單機式地理資訊系統，主要提供使用者相關之空間分析與決策支援等功能，協助其進行相關管理及決策作業。本計畫主要功能以協助橋梁管理業務為主，故以具備空間分析與決策支援之單機式地理資訊系統為開發目標，供各橋梁主管機關使用，以滿足其安全、穩定且具效率與資料異動頻繁之作業特性與需求；而中央層級部份，則可視中央主管機關之需求，另行建立以資料展現為主之網路式地理資訊系統，以滿足其政策宣導或提供民眾進行簡易查詢之需求。

交通部運輸研究所亦建置網路平台式地理資訊系統為主之「台灣地區遊憩系統聯外運輸資訊查詢系統」，提供民眾利用網際網路查詢遊憩系統之聯外運

輸資訊，以作為旅遊安排之參考。本系統改採網路中心式地理資訊(Network-Centric GIS)的應用程式架構。各類地理資料採向量式架構、分層處理，在伺服器端將資料以座標向量方式傳遞至用戶端，用戶端再經由 MapGuide Viewer 將向量檔轉成圖展示，如此將可準確與快速的傳輸資訊；在資料的維護部分，本計畫建立資料回傳機制，獲得授權之用戶端(Client)可直接從網際網路更新資料並回傳至伺服器端(Server)，以有效掌握資料更新時效並確保系統之可靠度。因此，本系統的特色可歸納如下：

- 網路平台式地理資訊系統(Web-Based GIS)。
- 使用向量圖檔，加速資訊擷取。
- 建立透過網際網路回傳的資料更新機制。

交通部運輸研究所並於九二一大地震後建置「交通部九二一集集大地震省縣道暨橋梁阻斷現況查詢系統」，提供救災人員與車輛最新圖檔資訊，快速掌握最新省縣道暨橋梁暢通訊息，爭取救援與復原時效。

2.4.2 國內地理資訊系統發展之課題

目前地理資訊系統之發展，由於可供使用者選擇之套裝軟體眾多，且各套裝軟體之間的檔案格式與功能亦有所差異，因而衍生出許多問題，影響整體的發展與整合。鄧緯傑(1998)指出國內發展地理資訊系統將面臨下列問題^[33]：

1. 資料轉換

目前國內地理資料庫乃由不同單位所建置，也因所使用之軟體不同而有不同之資料儲存格式。因此不同軟體間轉換時會產生誤差與錯誤，使得使用者往往需耗費大量時間、經費來編修轉換，無法有效地共享資料成果，因此，建立一套適合國內之資料轉換標準實為當務之急。

2. 資料共享

目前國內地理資料庫多由政府或學術研究單位產生，但並無法源依據這些資料必須共享，或是准予提供或出售。目前國土資訊系統分為九大資料庫，由各主管機關負責建置，而各單位步調不一，造成許多圖資無法取得，必須自行建置，因此常造成資料之重複建置、閒置或不再予以更新，造成人力、物力之浪費，延滯 GIS 全面性的發展。

3. 建置資料者未有整體觀且缺乏品管

由於國內 GIS 資料許多是數化自國內相關圖輯，如：航照圖、內政部經建版地形圖等，而這些圖資比例尺有 1/5,000、1/25,000，以及 1/50,000 加上數化人員常因圖量多而忽略圖幅間彼此接圖的問題，造成使用上之困擾。

4. 資料應用精度不足

由於圖資的建置為重大且繁雜的工作，高精密度的資料更是如此，使得建置進度緩慢，故目前多僅能滿足於中低精確度要求之應用。

此外，林煜晴亦指出傳統 GIS 因具有資料管理不易、普遍性不夠、建置成本高等缺點，導致傳統式地理資訊系統之應用及推廣較為困難^[34]。

1. 資料管理不易：

傳統單機式 GIS 軟體若在沒有區域網路之環境下，僅能在單機定點執行，因此每部電腦均存放地理資料庫，此類資料重複、可攜性差以及無法多人共同修改地理資料庫等諸多缺點，將造成許多人力及電腦資源的浪費。若將地理資料庫放於區域網路的檔案伺服器上，雖然不同套 GIS 軟體間可以共享同一份資料庫，但是不同區域網路間要共享同一份資料庫將仍不甚方便，造成管理上的不便及資源的浪費等諸多缺點。

2. 普遍性不夠：

傳統 GIS 軟體需由受過訓練的人員，於特定的電腦上使用（平台限制），

一般民眾較難接觸，將使得 GIS 推廣於一般民間應用受到阻礙。

3.建置成本高：

地理資訊系統之建置與應用，並非購買 GIS 軟體後便完成，相關地理資料庫的建立亦非常重要。因此可將 GIS 之建置成本分為「GIS 軟體成本」與「地理資料庫建置成本」兩部份來討論。

1.GIS 軟體成本

目前國人所用的 GIS 軟體，除了資策會於民國 84 年自行開發的本土化軟體—GIS Kit ++外，大多採用國外套裝軟體，例如在 DOS 及 MS-Windows 上的 ArcView、ARC/INFO、MicroStation、MapInfo、Unix 上的 ARC/INFO、GRASS 等。除了 GRASS 為美國陸軍工程師兵團設施工程實驗室所發展，可免費使用外，其餘軟體均相當昂貴^[34]。

2.地理資料庫建置成本

目前國土資訊系統九大資料庫尚未建立完成，相關資料取得困難，目前有民間地理資訊顧問公司與內政部或交通部合作加值相關地理資訊產品出售，至於其他橋梁相關圖層，則未有專責單位負責建立，故目前多取用學術單位研究成果，其正確性與精確度有待提昇，且後續資料更新維護將是一大隱憂。

因此，本研究將網際網路地理資訊系統整合至系統中，亦即使用時不須額外購買使用權或地理資訊系統軟體，以降低使用成本；在地理資料庫部份，本研究購買民間顧問公司之地理資訊圖層，包含：行政界、河川、各類相關救災資源等，橋梁部份則由各橋梁管理機關提供或由經由其建立橋梁資料庫。

第三章 系統運作暨開發架構

3.1 台灣地區橋梁管理系統之功能需求

根據專家座談及研究團隊之經驗，台灣地區橋梁管理系統之功能需求，可依管理者角色與權責劃分為三大層級：中央主管層級、橋梁管理層級、及橋梁維護層級，此三層級於橋梁管理作業上分別負責策略擬定、策略執行、以及資料收集與任務執行等角色。因此，該系統依此三層級設計符合其需求之模組，並藉由網路技術將此三層級緊密結合，構成完整之全國性橋梁管理體系。有關各層級之角色、主要任務、組織單位之比較，如表 3.1 所示。

1. 中央主管層級

中央主管層級系統設置於交通部、內政部，具有完整之全國橋梁普查清冊與檢測等資料庫，藉以了解全國性橋梁發展現況，藉由網際網路模組收集彙整各管理層級所上傳之橋梁資訊，並由統計分析、劣化預測、優選排序以及防救災考量等多種決策模組分析，作為擬定全國性橋梁檢測標準、維修策略、資源分配以及全國性防救災體系之參考，故中央層級系統須具備網路網際網路架構、統計分析、防救災規劃及資料庫匯入界面等決策支援模組，並能將分析結果展現於地理資訊系統中，讓管理者除了列表之外，亦能於地圖中檢視相關橋梁之分布情形，對整體性考量提供視覺化之決策支援工具。

因此，中央主管層級系統應採集中式資料庫管理，將各橋梁管理機關之橋梁資料更新至全國橋梁資料庫，使中央橋梁資料庫內維持正確之橋梁資料，以上所稱資料須包括橋梁空間資料及屬性資料，由網路更新橋梁屬性資料與橋梁空間資料等相關圖層，以掌握最新橋梁及周邊相關空間資訊，亦可提供防救災資源規劃應用之參考。

此外，為考量目前交通部國道高速公路局、交通部公路局以及交通部鐵路局皆已依其單位之管理需求開發橋梁管理系統，故本系統亦提供資料轉換模組，透過標準之轉換機制，可轉入各橋梁管理機關現有之橋梁資料，以避

免造成重複輸入之不便。使用單位僅須將其現有橋梁資料庫之讀取權限開放給中央主管層級之管理者，即可利用資料匯入模組彙整至交通部橋梁管理系統，以維持向下相容性與資料共通性，便於其他功能模組之擴充。本系統之開發已有考慮彈性與完整性，所開發之模組兼顧既有橋梁管理系統之需求，各管理單位可按其需要或者政策選擇使用既有系統或者此新開發之系統。

2.橋梁管理層級

橋梁管理層級系統設置於各橋梁管理機關，應具有該管轄範圍內之橋梁普查清冊與檢測等資料庫，藉以了解轄區內橋梁現況以及養護情形，並須有網路模組藉以收集並彙整各橋梁維護層級所上傳之橋梁資訊，並由統計分析、劣化預測、整合性決策以及防救災考量等多種決策支援模組之分析，作為擬定區域性橋梁檢測計畫、維修策略、養護資源分配以及區域性防救災體系之參考。故橋梁管理層級系統須具備網路交換、統計分析、防救災規劃等決策支援模組，並能將分析結果展現於地理資訊系統中，讓使用者除了列表之外，還能在地圖中檢視轄區內相關橋梁之分布情形，對轄區內整體性考量提供視覺化之決策支援工具。

3.橋梁維護層級

橋梁維護層級為第一線橋梁養護單位，其主要任務功能在於收集橋梁相關資料，並據以編訂維護整建所需之項目與經費，因此，須有基本資料模組提供資料收集功能、檢測記錄模組提供檢測資料記錄功能，以及相關管理功能模組。此外，橋梁維護層級必須定期進行橋梁檢測作業，以掌握橋梁安全狀況與服務水準，維護民眾行車安全。此外，在防救災體系中，第一線執行單位須能掌握其轄區內防救災相關資源並能加以適當運用，故相關防救災資源資訊之更新亦為其日常業務之一，此系統在橋梁維護層級將結合全球定位系統與可攜式電腦，以協助使用者即時收集相關空間資料，以提供後續系統進階分析與防救災規劃之用。

表 3.1 台灣地區橋梁管理各層級任務比較表

| 層級 | 中央主管層級 | 橋梁管理層級 | 橋梁維護層級 |
|------|--|--|--|
| 主要角色 | <p>協調各橋梁管理機關間工作與資源之分配，相關法規擬定、技術之研發，及人員教育訓練等策略性工作，提升國內橋梁維護水準，進而整合全國交通路網等相關資訊，整體考量國家交通建設之方針。</p> | <p>作為中央主管層級與橋梁維護層級之溝通橋梁，配合中央主管層級之目標，擬定區域性橋梁管理策略，彙整區域內橋梁資訊，提供任務執行單位所需之協助，監督任務執行單位之效能，並提出區域內整體橋梁維護改善措施及優選排序方案，作為中央主管層級擬定全國性橋梁管理策略之參考。</p> | <p>實際維護橋梁安全，掌握橋梁狀況，提升服務水準，貫徹主管機關之橋梁管理策略之第一線尖兵</p> |
| 主要任務 | <ul style="list-style-type: none"> ● 資訊掌握 全國橋梁管理清冊內容議定 橋梁普查計畫擬定 橋梁資訊彙整管理 ● 技術研發 橋梁管理相關技術研發 ● 法規擬定 橋梁管理相關法規擬定 ● 人才培育 人才培訓計畫，提升管理人員專業及技能 ● 全國性防救災體系建立 防災措施之建立 防救災模擬演練計畫擬定及監督 救災體系之建立 救災應變程序之研擬 ● 資源整合 橋梁相關資源之整合 橋梁預算分配 ● 策略規劃 橋梁管理策略之研擬 | <ul style="list-style-type: none"> ● 彙整轄區內各執行單位資訊 ● 區域範圍之橋梁管理策略擬定 ● 區域層級橋梁檢測計畫擬定與技術支援 ● 監督轄區內各執行單位之執行成效 ● 轄區各橋梁防救災資源收集、彙整與更新 ● 轄區內橋梁管理需求擬定 ● 轄區橋梁防救災體系及應變程序之建立 ● 定期及不定期防救災事故模擬演練 | <ul style="list-style-type: none"> ● 管轄橋梁資料收集與管理 ● 橋梁現況調查與日常檢測作業 ● 依據橋梁之重要性及可替代性將橋梁初步分級 ● 重點橋梁之高級檢測計畫擬定 ● 彙整各橋梁檢測資料，提出各橋梁維護建議及所需資源，提請管理機關給予支援 ● 轄區各橋梁防救災資源收集、彙整與更新 ● 轄區橋梁防救災應變程序擬定 ● 定期防救災事故模擬演練 |

表 3.1 台灣地區橋梁管理各層級任務比較表（續）

| 層級 | 中央主管層級 | 橋梁管理層級 | 橋梁維護層級 |
|------|--|---|--|
| 主導單位 | <ul style="list-style-type: none"> ● 交通部、內政部等中央橋梁主管機關 | <ul style="list-style-type: none"> ● 交通部國道高速公路局與工程處 ● 交通部公路局與工程處 ● 交通部鐵路局與工程處 ● 林務局 ● 基隆港務局 ● 縣市政府（工務局）或類似機構 | <ul style="list-style-type: none"> ● 交通部國道高速公路局工務段 ● 交通部公路局工務段 ● 交通部鐵路局工務段 ● 林務局工務組、或林區管理處工務課 ● 基隆港務局工務組、課 ● 捷運系統營運維護機構 ● 縣市政府工務局橋梁管理承辦單位 ● 捷運系統營運機構之土木廠 ● 縣市政府工務局橋梁管理承辦單位或鄉鎮公所 |
| 配合單位 | <ul style="list-style-type: none"> ● 交通部高速公路局 ● 交通部公路局 ● 交通部鐵路局 ● 林務局 ● 基隆港務局 ● 縣市政府 ● 學術單位、顧問公司等 | <ul style="list-style-type: none"> ● 交通部國道高速公路局工務段 ● 交通部公路局工務段 ● 交通部鐵路局工務段 ● 林務局工務組、課或林區管理處工務課 ● 基隆港務局工務組、課 ● 捷運系統營運維護機構 ● 縣市政府工務局橋梁管理承辦單位 ● 學術單位、顧問公司等 | <ul style="list-style-type: none"> ● 林務局土木課、或林區管理處工務課 ● 基隆港務局工事課 ● 捷運系統營運維護機構 ● 鄉鎮橋梁管理承辦單位 ● 土木承包廠商、學術單位、顧問公司等 |

3.2 系統運作架構

本系統透過網路技術建立層級間之運作關係，使用者以網路瀏覽器（Browser）登入進入橋梁管理系統，系統伺服器可建置於中央主管層級或前節所述之橋梁管理層級機關之中，其主要架構如圖 3.1 所示。經由網路可達到即時資料之傳輸與建置。由於系統資料庫係以電子儲存媒體保存，資料庫備份可由各機關中資訊管理部門人員以硬碟、磁帶、光碟等媒體備份，較傳統以文書方式備份為快速且可製作多份備份以減少資料減失之風險。

而各層級之間運作，可經由使用者權限之設定以達到系統資料庫分割之目的。例如：當橋梁養護層級需要查詢、修改、輸入其轄下橋梁資料時，則使用系統所設定之帳號及密碼進入橋梁管理系統中，藉由瀏覽器以查詢、修改、輸入其轄下所有橋梁管理之各項資訊。此一權限設定之方式亦可套用於橋梁管理機關與中央主管層級之間的互動，其溝通工具亦為瀏覽器。其主要差異性為中央主管層級之資料庫為達成全國橋梁資訊掌握、技術研發、法規擬定等決策擬定，必須蒐集各橋梁管理機關轄下之所有橋梁資料，以做為分析時之依據。故決策與命令，由中央主管機關以降劃分權責，其間資訊交換與傳遞，宛如人體神經系統般，構成橋梁管理之數位神經網路，在各級單位發生任何狀況，在中樞之中央主管單位均能立即掌握狀況，並予以即時適當反應，以期達到橋梁資訊的全方位掌握與防救災動態管理之目標。

此外，各既有橋梁管理系統之資料，系統中亦建立電子資料交換機制，透過此橋梁資料轉換機制，讓各使用單位能依其管理需求及組織特色建立其內部橋梁管理系統，並將所得資料與本系統共享。則既有之橋梁管理系統可視為單機版之橋梁管理系統於其內部運作，並開放其資料庫存取權限予本系統提供之轉換機制，以協助本系統定期匯入其資料至中央主管層級資料庫。據此，中央主管層級即可收集充足之橋梁資訊來進行相關資訊彙整分析後供橋梁管理相關決策之用。而不同橋梁管理機關之間，如有業務上之需求亦可經由系統中使用者權限之設定，透過本系統來達到資料共享及資訊交換之目的。

一般民眾亦可藉由網際網路連接本橋梁系統，經由地理資訊模組查詢空間資料庫了解橋梁所在地，甚至於災害發生後可經由此系統了解中央主管機關或橋梁管理機關規劃之替代路線。

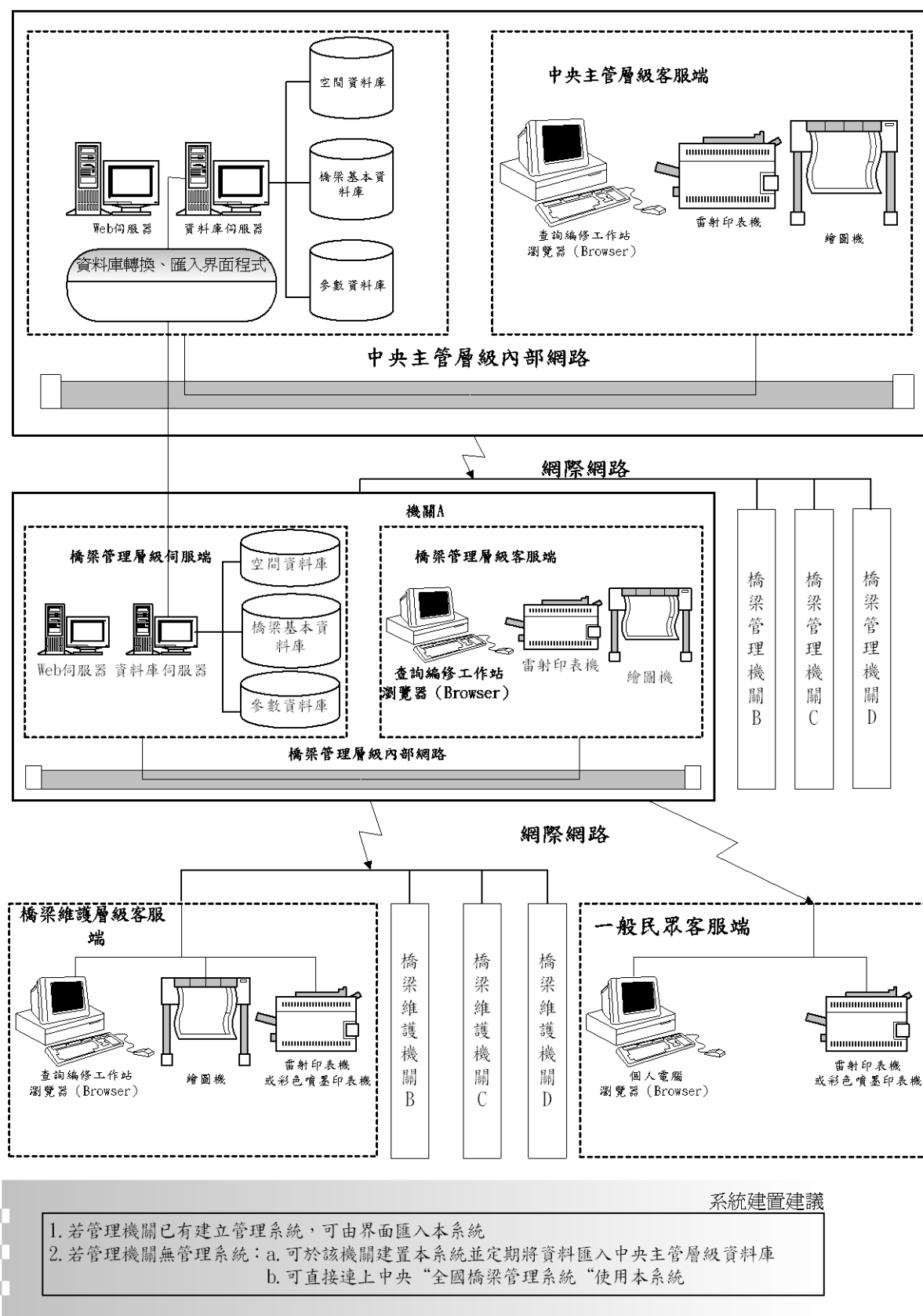


圖 3.1 橋梁管理系統運作模式

3.3 系統功能目標

基於以上之管理策略與運作模式且綜合第二章文獻中所提及之結論，開發此系統之目標為：

1. 系統化收集橋梁資訊，簡化橋梁維護管理作業。

由於國內對於橋梁管理相關資訊，除已建置橋梁管理系統之機關外，並未建立完善之收集程序，在缺乏橋梁的完整資訊的情況下，尚無建立橋梁管理系統之機關無法進行較為嚴謹之維護及整修之決策。因此，本系統之建立，必須統一橋梁相關資訊之收集程序，而簡化橋梁之維護管理作業。

2. 整合各類橋梁資訊，自動產生各種橋梁管理相關報表。

在橋梁維護管理階段，所產生之橋梁資訊可分為基本資訊、檢測資訊、維護資訊、維修資訊、相關維修成本與決策資訊等幾類。上述不同類別之資訊，可利用統計或是分類的方式整合，經由歸納後便可得到不同主題之管理報表。據此、若以電腦化橋梁管理系統之建立，便可節省人工進行此類資訊整合所需之人時，並可自動產生不同管理主題之相關報表，以提供決策人員作為參考。

3. 橋梁管理作業合理化、標準化，減少人力及管理成本。

本系統之建立必須符合各單位之作業程序，並且改善之。因此，本系統之運作必須合理化，且具標準化，方能產生比較之標準。在達成合理化與標準化目標後，可減少現有人力之再訓練之成本，並加強管理之效率，以降低現有之管理成本。

4. 自動產生檢測表格，加速檢測作業進行。

目前各單位於檢測作業進行之前，必須針對橋梁之基本資料查詢了解後，繪製適用該橋之檢測表格，此項作業通常相當費時。因此、對於檢測表格之產生，必須能夠快速而單一及重複地自動產生，以減少檢測作業之繁複。

5. 分析橋梁檢測結果，掌握橋梁現況。

將橋梁定期檢測後之資訊輸入於橋梁管理系統中，這些資訊為掌握橋梁現況及未來管理決策的主要資訊來源，因此，本系統建立一套系統化之分析方法，以評估

並顯示目前橋梁之狀況。

6. 提供適當之維修方法，提升橋梁維護品質。

目前國內橋梁所見之損壞狀況大同小異，系統應針對這些狀況建立典型維修方法予維護人員參考。如遇特殊之損壞，應以個案方式交予專責單位檢測、分析後再由該單位提供特殊維修工法之建議。

7. 對劣化狀況進行排序，並估算維修成本，作為各管理機關預算編列之參考。

各管理機關於有限預算之編列條件下，必須能規劃出未來年度之維修工作順序，並估算可能發生成本，以免預算不足或是預算無法確實執行之情況。因此，橋梁管理系統必須根據現有各單位之作業程序及決策方法，建立能依不同層級之需求，並對橋梁之損壞進行排序後初估其維修成本與工期，提供給管理機關或中央作為預算編列之參考。

8. 提供中央主管機關稽核機制，以管理、考核其所屬機關之橋梁管理工作績效。

中央主管機關透過本系統所登錄之各機關之各項橋梁管理、維護工作及預算編列資訊，經由電腦化之系統迅速計算各項指標，據此管考其下屬機關橋梁管理、維護工作及預算編列之進度及完成百分比，以督促其下屬機關落實各項橋梁管理工作。

9. 應用網路科技，迅速彙整各地資訊，輔助統計分析工作，提升工作效率。

透過網際網路之技術，彙整各層級之橋梁管理工作資訊，縮短資訊整合時間，不同機關及層級間亦可經由網際網路無遠弗屆之能力，迅速交換各項橋梁資訊。

10. 整合網路及地理資訊分析功能，縮短災變反應時間，提升決策支援品質。

傳統橋梁之管理乃著重於文字與數值計算之表現，然而橋梁周遭所在之周遭資訊難以平面文字或數字表示，若能整合地理資訊系統技術，於系統中展示橋梁之空間位置於周遭環境各項資訊，更能有助於管理者進行點、線、面之查詢與分析。並透過網際網路地理資訊系統之技術整合，使上層單位藉由網路迅速蒐集所需資訊，透過空間資訊分析了解災變影響範圍及周遭相關資源，縮短災變反應速度及協助規劃及擬定各項應變策略。

在三層級分權運作之橋梁管理策略下，台灣地區橋梁管理系統以網路技術，進行開發符合前述之運作架構及目標之系統，本系統具有下列模組：橋梁基本資料模組、橋梁檢測資料模組、統計分析模組、維修成本估算模組、橋梁維修記錄模組、地理資訊分析模組、緊急通報模組、整合性決策模組、系統參數更新模組、績效稽核模組等，各模組之功能如圖 3.2 所示。

而因不同層級間於橋梁管理工作中扮演不同的角色，因此，對系統中功能需求及所需資料項目亦不同，其需求如表 3.2 所示。

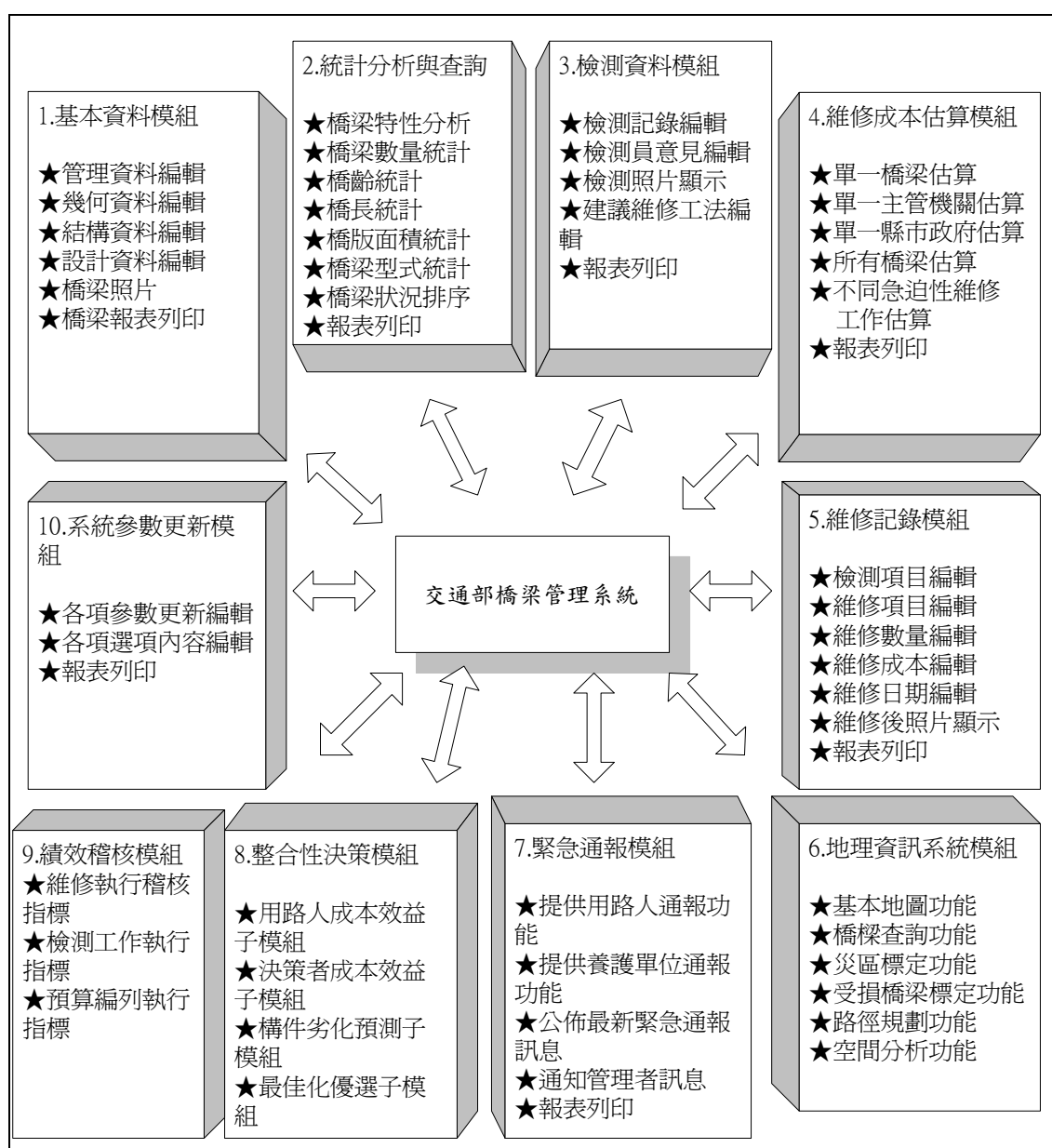


圖 3.2 台灣地區橋梁管理系統主要模組功能架構圖

表 3.2 橋梁管理系統功能需求說明表

| 系統功能 \ 層級 | 中央主管層級 | 橋梁管理層級 | 橋梁維護層級 | 一般民眾 |
|-----------|--------|--------|--------|------|
| 橋梁基本資料模組 | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 地理資訊模組 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 檢測資料與分析模組 | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 統計查詢模組 | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 維修記錄模組 | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 整合性決策模組 | ✓ | ✓ | | |
| 維修成本估算模組 | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 緊急通報模組 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| 系統參數更新模組 | ✓ | ✓ | | |
| 績效稽核模組 | ✓ | ✓ | | |

3.4 系統發展工具評選

本系統發展工具之評選主要包含四部份：一為應用程式發展工具，二為資料庫系統，三為地理資訊系統開發套件。

3.4.1 應用程式發展工具

對於網路上之橋梁管理系統程式架構，考量到資源之取得之便利及技術上能取得充分的支援，經由測試與比較後採用 Microsoft Windows NT Server 版之網際網路伺服器，開發語言則採用動態伺服器網頁（Active Server Page，ASP）語言作為開發本系統工具。

ASP 是一種伺服器端的手稿環境，能夠產生動態、互動式的網站應用程式；它是將所設計的網頁經由伺服器端翻譯後送出 HTML 文件給客戶端，而不像一般 Script 是在客戶端經由瀏覽器直譯，因此產生各家瀏覽器並不完全支援某種手稿語言而造成程式執行錯誤的情況；使用 ASP 就不用擔心客戶端的瀏覽器是否支援 ASP，因為 ASP 所送出的網頁是標準的 HTML 格式。

ASP 的特點：

- 1.使用 VBScript 或 Java script 等簡易的 script 語言，結合 HTML 碼。
- 2.不須編譯（compile），容易產生，整合於 HTML 當中。
- 3.使用一般文書編輯程式，如 Windows 的記事本，即可編輯設計。
- 4.與任何 Active X scripting 相容。
- 5.ASP 的原始程式碼，不會傳到使用者的瀏覽器。
- 6.可於伺服器端 script 產生客戶端的 script。
- 7.物件導向（Object-Oriented）。
- 8.可經由 Active X Server 元件來擴充增加功能。

本系統中整合性決策模組及資料匯入界面之發展工具，在參酌目前市面上佔有率較高之高階快速應用程式發展工具(Rapid Application Development，RAD)，如 Microsoft Visual Basic、INPRISE Delphi、Boland C⁺⁺ 等，皆具有完整的系統發展工具，

亦可進行資料庫應用系統之開發。經過比較與測試之後發現，Boland C⁺⁺具有下列優點，較為符合本系統規劃之目標，因此本系統採用 Broland C⁺⁺作為本系統之輔助發展工具：

- 1.具有完善的發展環境，可編譯為機械碼(Native Code)，並可對中央處理器、程式大小，以及執行速度等加以最佳化，以增加執行效能。
- 2.資料庫應用系統之發展工具極為完整，並有豐富的學習管道及資訊，可縮短系統開發時程。
- 3.擁有整合性的圖表元件，可輕易將繁複的資料轉化為視覺化的資訊，並有大量的協力廠商開發各種不同功能用途之物件，可輕易用以設計開發更好的使用者界面及系統功能。
4. 具備強大的報表列印與預覽功能，可直接由螢幕預覽報表內容，並可轉出至其他專業軟體作進一步分析。
5. 可透過 ODBC 與 ADO 與各式資料庫轉換及程式語言連結，故能保持高度之彈性與效率。

3.4.2 資料庫系統

在關連式資料庫引擎(Relational Database Engine)部分，現有之發展工具甚多，如單機版之 Microsoft Access、Microsoft Visual FoxPro、INPRISE Paradox，到資料庫伺服器 Microsoft SQL Server、Oracle、Sybase、Informax 等，可視資料量之不同選擇適當之資料庫系統。經過比較與測試之後發現，伺服器等級之資料庫系統，再以安全、穩定及效率之考量下，則以 Microsoft SQL 資料庫伺服器較能滿足各項需求，列為本系統優先使用之對象。因此，本系統決定選擇 SQL Server 資料庫伺服器作為本系統之發展工具，其優點如下：

- 1.具有完善的發展環境，並可易於開發 3-tier 之網路資料庫應用程式，並對執行速度等加以最佳化，以增加執行效能。
- 2.資料庫應用系統之發展工具極為完整，並有豐富的學習管道及資訊，可縮短系統開發時程。
- 3.可透過 ODBC 與 ADO 與各式資料庫轉換及程式語言連結，故能保持高度之彈性與效

率。

3.4.3 地理資訊系統開發暨電子地圖圖層

在地理資訊系統開發部份，目前 GIS 發展方向漸朝向網路化、視覺化及顧客化方式發展，國外專業廠商 ESRI、MapInfo 以及 Autodesk 等多家公司近兩年紛紛發展出網際網路 GIS(Web GIS)、視覺化 GIS(Virtual GIS)以及模組化 GIS(GIS Component)等開發套件，以上軟體目前國內都有地理資訊科技顧問公司代理進口。其他地區亦有似開發套件可供選擇，然考量價格以及售後服務、技術支援等因素，故以國內顧問公司所代理之 GIS 產品為評選對象。

經過下表 3.3 之比較與測試之後發現，網際網路地理資訊系統 Autodesk MapGuide 具有下列優點，且價格較為合理，符合本系統之需求，因此本系統選擇其作為地理資訊系統發展套件：

1. 提供智慧型地圖檔案(MWF)及開放式的 API 和檔案格式可以快速的建置與完成應用系統開發。
2. 可同時顯示向量式(Vector)及網格式(Raster)資料，提供航空照片或衛星照片套疊顯示功能。
3. 分散式架構—使用者可整合由許多伺服器所提供來的資訊且提供智慧型使用端，幫助網路流量最佳化。
4. 可以使用 Active Server Pages(ASP)使應用程式的開發更容易、快速。
5. 採用外掛 (Plug-In) 架構，使用者需下載相關程式於客服端，所以程式於客服端執行，不需耗損 Server 資源，網路上只需傳輸資料，執行速度較快。
6. 可在所選取的物件週圍動態產生緩衝區(Buffer Zone)及可用表列選取或以圓形半徑、多邊形選取，所以可將資料做空間資料交叉分析。
7. 提供台灣 TM 二度分帶及 700 餘種座標系統，便於座標系統間之轉換。

本研究採用之電子地圖，圖層比例尺為 1/5000，主要涵蓋全國北、中、南、東各縣市之：縣市界、鄉鎮界、水系、鐵路、國道、省道、縣道、一般道路及地標等相關圖層資料，以配合本系統地理資訊模組所需相關圖層資料。

表 3.3 地理資訊開發套件比較表

| 開發廠商 | | MapInfo | | ESRI | | Autodesk |
|--------|-----|----------------------|-------------------------------------|-------------|-----------------------------------|--|
| 產品 | | MapInfo Professional | MapInfo MapX | ArcView | MapObject | Autodesk MapGuide Server |
| 編輯 | | MapInfo Professional | MapInfo Professional | ArcView | ArcView | Autodesk MapGuide Author |
| 功能 | | 桌上型地理資訊系統 | 編輯、縮放、搜尋、套疊、環域、製作主題圖，並可連結資料庫，動態產生物件 | 桌上型地理資訊系統 | 基本編輯、展示、搜尋、套疊、環域等分析功能，支援 SQL 空間查詢 | 向量、影像為圖層基礎，提供智慧型地圖檔案 (MWF) 及開放式檔案格式，支援 ASP 是唯一以網路中心式架構的 GIS 解決方案 |
| 價格 | 商業版 | 95,000 | 363,000/40 User Licenses | 110,000*40 | 700,000 | 680,000 |
| GPS 接收 | | 外掛 | 可 | 外掛 | 外掛 | 外掛 |
| 網路擴充 | | MapInfo ProServer | MapInfo MapXtreme | ArcView IMS | MapObject IMS | 採用 Plug-In 架構，End-User 需 Download 相關程式於 Client 端 |
| 路網分析 | | 外掛 | 外掛 | 外掛 | 外掛 | 外掛 |

此外，本研究之路網分析技術，因其相關理論與演算法在學術領域已發展成熟，且有商業產品上市，故本研究不自行開發類似功能，直接選用可與 MapInfo MapX 整合，並能設定道路阻抗、禁行區、以及單行道之路徑分析套件，故不針對其演算法則或相關技術進行探討。

3.4.4 系統開發平台及伺服器建置建議

為配合本網際網路架構之橋梁管理系統之開發及所採用之 ASP 語言及 MapGuide Server，於開發時須建置網際網路伺服器、電子地圖伺服器及資料庫伺服器。其軟、硬體安裝建置情形如表 3.3 所示。

表 3.4 系統開發軟、硬體配置

| | | |
|----|---|---|
| 軟體 | Windows NT Sever 4.0 Option Pack 4 Service Pack 6a | 為本系統主要開發、測試及使用之環境 |
| | AutoDesk MapGuide Server R4 AutoDesk MapGuide Server R4 MapGuide Viewer | 提供本系統網際網路地理資訊模組各項功能 |
| | MapInfo MapX | 提供本系統地理資訊模組最短路徑規劃之程式庫 |
| | Seagate Crystal Report 7.0 | 本系統各項報表輸出 |
| | SoftArtisans SA-FileUp | 處理本系統相片上傳 |
| | TeeChart ProV3 | 統計圖表輸出 |
| | Microsoft SQL Server 7.0 | 資料庫伺服器軟體 |
| | | |
| 硬體 | IBM Netfinity 3500 伺服器 | <ul style="list-style-type: none"> ● CPU：PIII-550*2 ● RAM：256MB ● 1.44”軟碟*1 ● 32X CD-Rom*1 ● 硬碟：18.2GB*2，磁碟陣列（RAID），具熱插拔及容錯備援系統 ● 17”螢幕 ● 10/100Mbps 網路卡 鍵盤、滑鼠 |

由於本系統需要建置 Web 伺服器、資料庫伺服器（Microsoft SQL Server）及空間資料庫伺服器（Autodesk MapGuide Server），若同時建置於同一部伺服器上將造成單

一伺服器之負荷過大。本研究建議上述三種伺服器須分別建置於三部伺服器主機上，並經由網路連結將客服端所需執行之功能分散於不同之伺服器運作以增進系統整體運作效能。並經由各機關建立之防火牆機制，即可阻絕外部不當使用者之惡意入侵，以確保本系統各項資料庫之安全性。

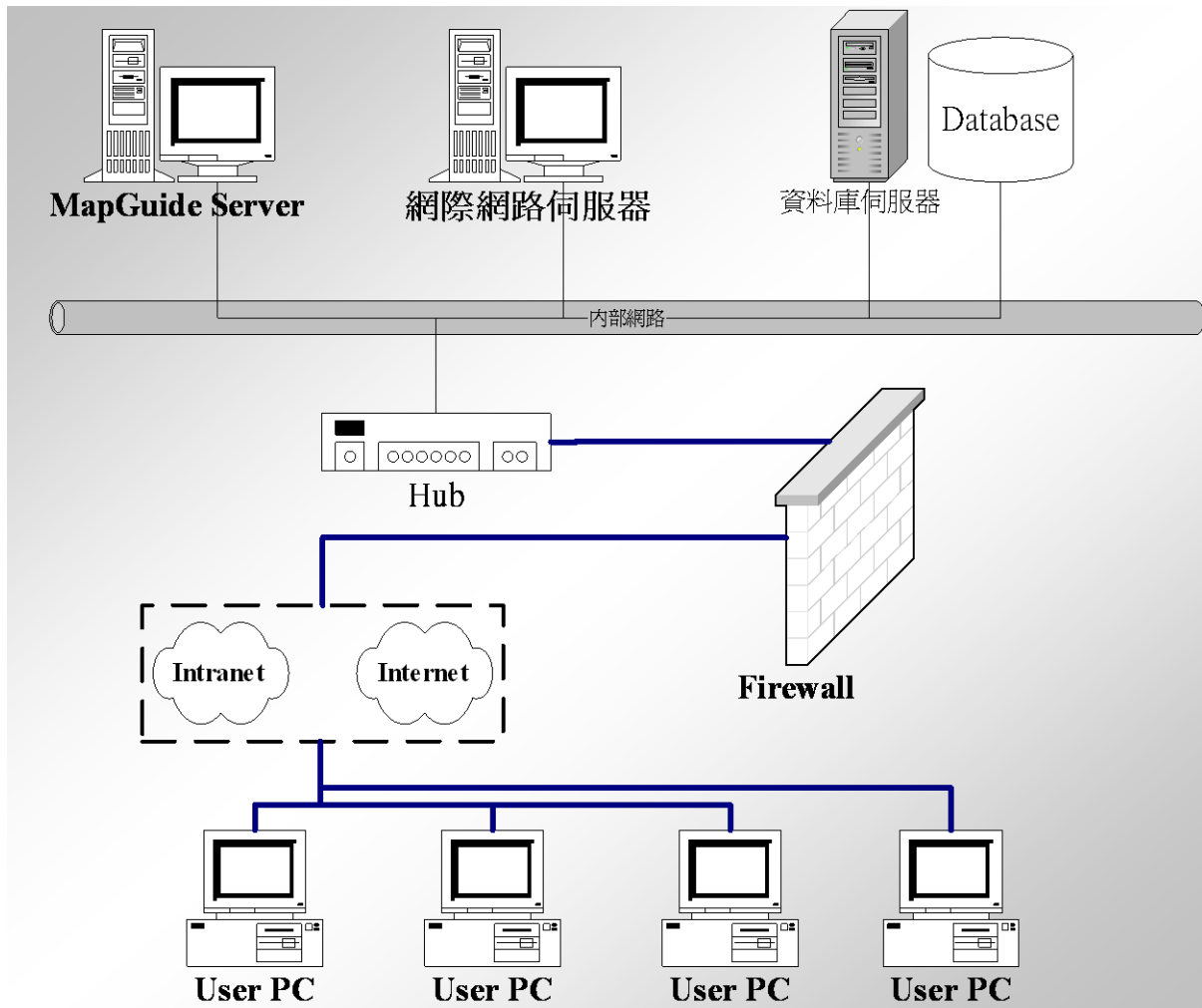


圖 3.3 本系統硬體配置

第四章 系統模組簡介

根據上一章對本系統之開發目標分析及所擬定模組功能之描述等結論，可據以發展一套具層級的台灣地區橋梁管理系統，供交通部和其所屬單位如高公局、公路局、鐵路局、內政部及各縣市政府使用。本研究所提出之系統具完整性及彈性。完整性指的是所發展的模組考量各管理單位之橋梁管理特色，以建構適用而完整的模組供各層級使用，使得除交通部與縣市政府得以使用之外，原已開發橋梁管理系統之單位也能使用。彈性指的是已經在使用橋梁管理系統之單位，可依其需要與政策選擇繼續使用其既有系統進行橋梁管理的工作，並將相關資料經過轉換提供交通部使用，或者逐漸導入本研究所開發之系統。

本系統之開發主要目的在於以有系統、有效率的電腦化管理方法，結合 GIS、GPS 系統，協助橋梁管理機關提高橋梁服務水準，確保橋梁結構穩定性與安全性及維護陸路運輸機能，並有效運用資源、降低使用及維修成本、延長橋梁使用年限，以減輕政府負擔。本研究建立之系統模組架構如圖 4.1 所示：

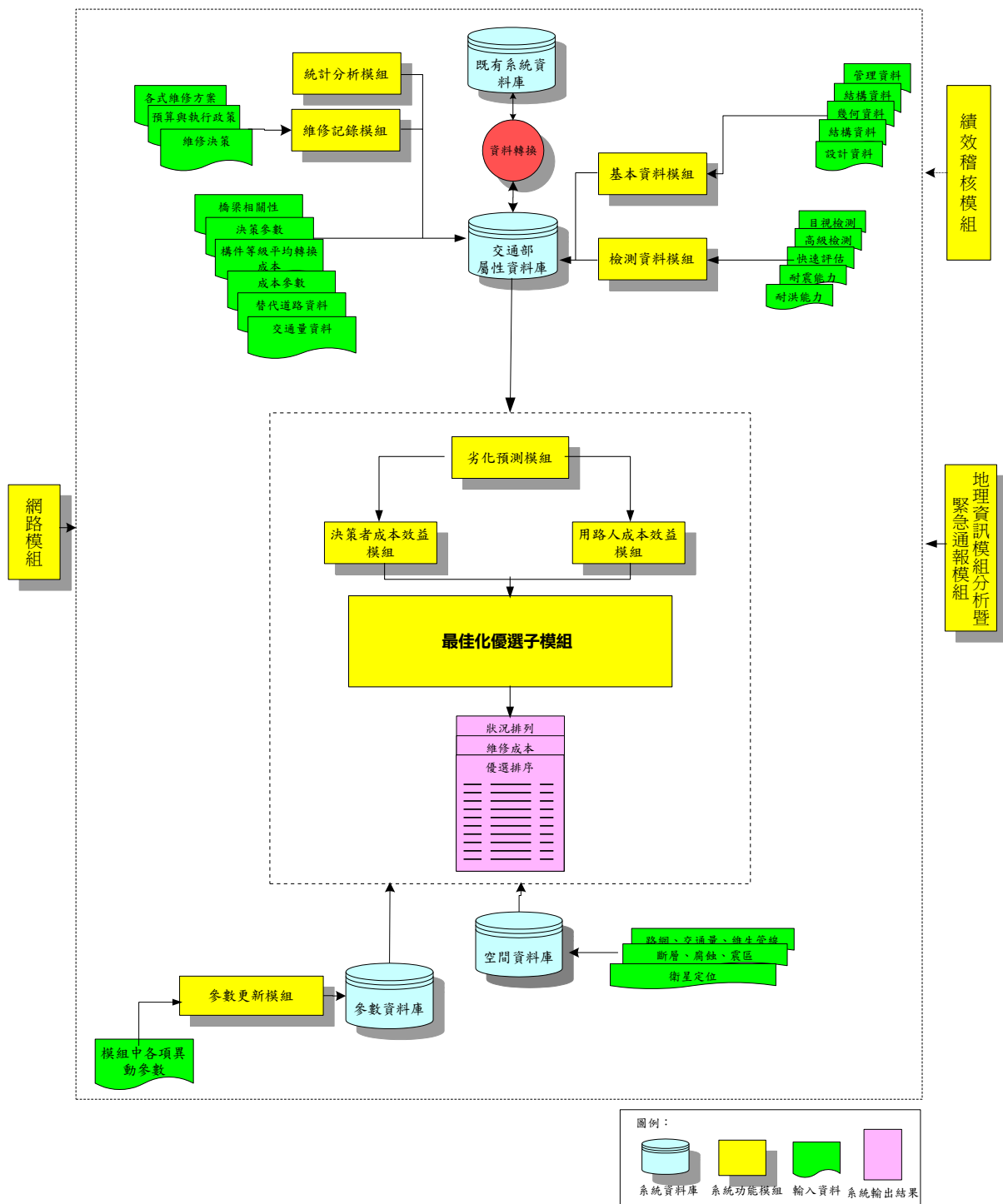


圖 4.1 系統架構圖

4.1 橋梁基本資料模組

本系統完整的資料庫可謂是橋梁管理系統之核心，透過規劃良好之資料結構與設計完善之圖形使用介面（Graphical User Interface），系統使用者可藉由選取畫面中橋

梁名稱以直接檢閱某座橋梁之橋梁相關資料，本系統之基本資料模組將橋梁資料分為管理資料、幾何資料、結構資料及設計資料共計 55 個項目以詳細記載每座橋梁之基本資料，俟配合中部辦公室之全國橋梁普查及將現有橋梁管理系統之資料庫轉入後便可完整建立全國資料庫及清冊。橋梁基本資料庫欄位概述如表 4.1：

表 4.1 系統欄位概述

| 資料類別 | 欄位名稱 |
|------|---|
| 管理資料 | 橋梁名稱、管理機關、所在地、道路等級、路線、里程樁號、竣工年度、竣工月份、合約編號、設計單位、施工單位、竣工圖說保存地點、最近一次維修年度、最近一次維修月份、跨越物體、參考地標、造價、附註 |
| 幾何資料 | 橋梁總長、橋梁最大淨寬、橋梁最小淨寬、最高橋墩高度、橋面版面積、橋上淨高、橋下淨高、總橋孔數、總車道數、最大跨距、其他跨距、橋頭 GPS 座標東經、橋頭 GPS 座標北緯、橋尾 GPS 座標東經、橋尾 GPS 座標北緯 |
| 結構資料 | 結構型式、橋墩型式、橋墩材質、橋墩基礎型式、主梁型式、主梁材質、橋台型式、橋台基礎型式、翼牆型式、支承型式、防震設施 |
| 設計資料 | 設計活載重、防落橋長度、設計地表加速度、計畫洪水位、計畫堤頂高程、計畫河床高度、地盤種類、橋基保護工法 |
| 橋梁照片 | 橋梁近端全景、橋梁遠端全景、橋梁上游全景、橋梁下游全景 |

本系統之基本資料庫欄位乃是彙整專家座談及收集兩次教育訓練學員之意見，並參酌美國 FHWA 之「Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges」訂定上述 55 個基本資料項目，而其詳細說明請參照本研究所建立之“台灣地區橋梁管理系統橋梁基本資料建立說明手冊”（附件三），本手冊旨在提供使用者對本系統中橋梁各項基本資料之標準描述並輔以圖片說明，以消弭使用者於輸入基本資料時因認知不同而造成資料輸入的錯誤。另為讓使用者能直接經由系統畫面對橋梁有更為直接之認識，則於基本資料模組中加入橋梁四個方向的全景照片，並可於查閱橋梁基本資料時同步顯示於系統畫面，經點選某一張照片後即可放大該照片以檢閱該橋梁照片之細節。系統畫面如圖 4.2 所示。



圖 4.2 基本資料模組畫面

1. 橋梁基本資料之列印、新增、編輯、刪除、自由查詢及 GIS 查詢

系統使用者可於本模組中之個別按鈕對轄區內之橋梁基本資料進行橋梁的列印、新增、編輯、刪除等作業，而經由查詢按鈕可對該轄區內之橋梁進行自由查詢，上述按鈕相關位置請參照圖 4.2，而其查詢範圍如表 4.2 所示，自由查詢功能如圖 4.3 所示。本模組亦可於 GIS 圖層中經由 GIS 查詢功能查詢某座橋梁於圖層上周邊之相關資料，GIS 查詢功能畫面如圖 4.4 所示，經由以上編修及查詢功能，橋梁管理各層級得以對轄下橋梁進行相關之分析工作。

請選擇您要的橋梁 - Microsoft Internet Explorer

| | | | | |
|---|----------------------|---|--|------|
| 橋梁名稱 | 所在鄉區 | 建造年度 | 橋梁總長 | 開始查詢 |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> 10 | |
| 工程處 | 道路等級 | 建造月份 | 橋梁淨寬 | 重新輸入 |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> 10 | |
| 工務段 | 路線 | 維修年度 | 總橋孔數 | 關閉 |
| <input type="text"/> | <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> 2 | |
| 所在縣市 | 跨越物體 | 維修月份 | 總車道數 | |
| <input checked="" type="checkbox"/> 花蓮縣 | <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> | <input type="text"/> = <input type="text"/> 2 | |

您的查詢共有128筆資料，條列如下!!

| 檢視 | 橋梁名稱 | 管理機關 | 工程處 | 工務段 | 所在地_縣市 | 所在地_區鄉 | 道路等級 | 路線 | 里程 橋號 | 設計單位 |
|----|------|-------|-----|-----|--------|--------|------|------|-------|------|
| 檢視 | 米棧大橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 壽豐 | 鄉道 | | | |
| 檢視 | 新生橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 花蓮 | 市區道路 | | | 住都局 |
| 檢視 | 中興橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 鳳林 | 縣道 | 花44線 | | |
| 檢視 | 林田大橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 鳳林 | 縣道 | 林40線 | | |

圖 4.3 自由查詢畫面

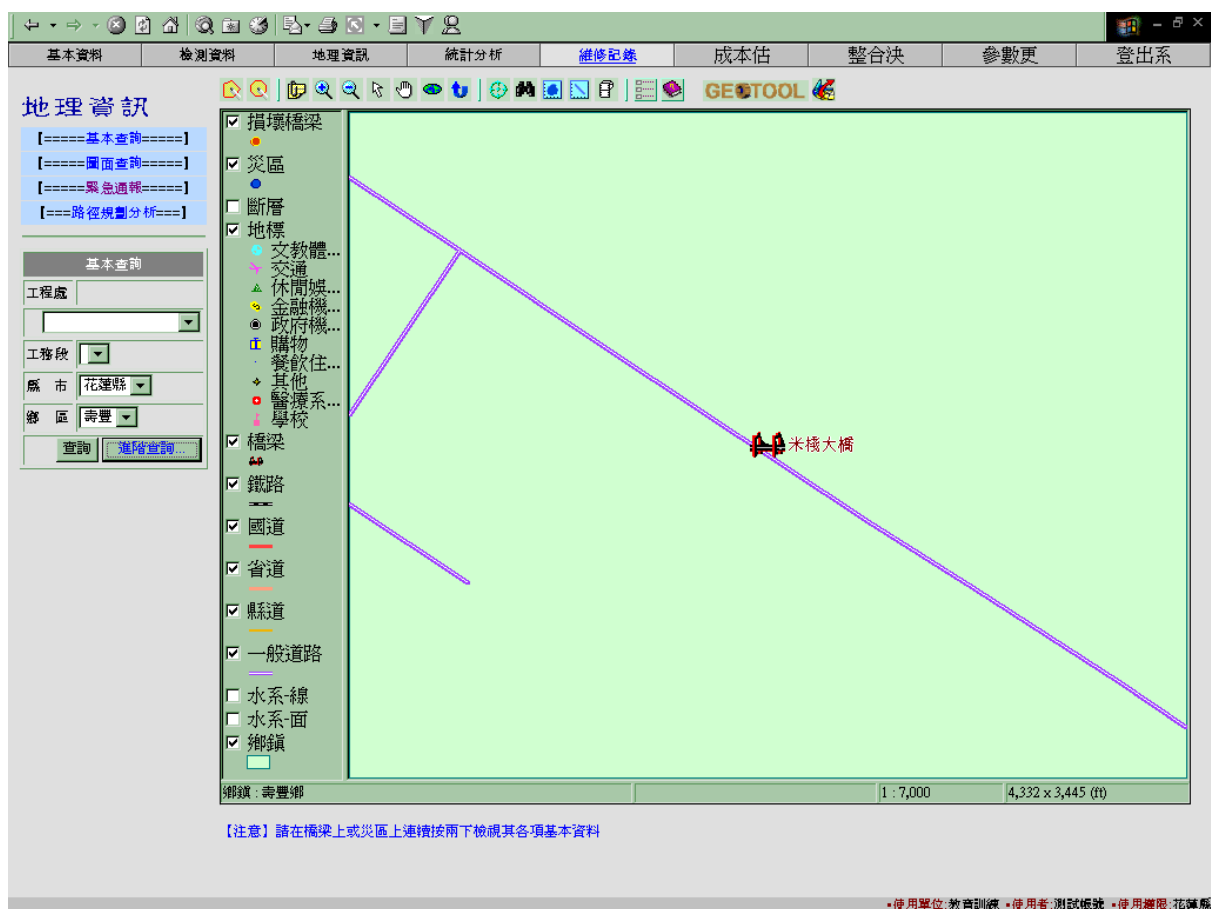


圖 4.4 GIS 查詢畫面

表 4.2 自由查詢範圍表

| | |
|--------|--|
| 自由查詢範圍 | 橋梁名稱、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體、建造年度、建造月份、維修年度、維修月份、橋梁總長、橋梁淨寬、總橋孔數、總車道數 |
|--------|--|

4.2 統計分析模組

橋梁管理機關在面臨管理工作時，首先關注的主題為其所管轄之橋梁年代的分佈、橋齡的分佈或是各種橋梁長度的統計與分佈等等問題，藉由獲得這些資料，可進

一步了解該管理機關所面臨之橋梁維護管理工作的範圍與負擔程度。本模組可將傳統須以人工進行之統計分析及分析圖表繪製的工作，藉由電腦化系統迅速完成並輔以報表輸出，將所得之結果供作橋梁管理相關工作決策分析之參考。

統計分析模組可進行對橋梁基本資料、檢測記錄及維修記錄進行統計分析查詢並配合圖表之輸出以彙整成報告及清冊，其模組畫面如圖 4.5 所示。

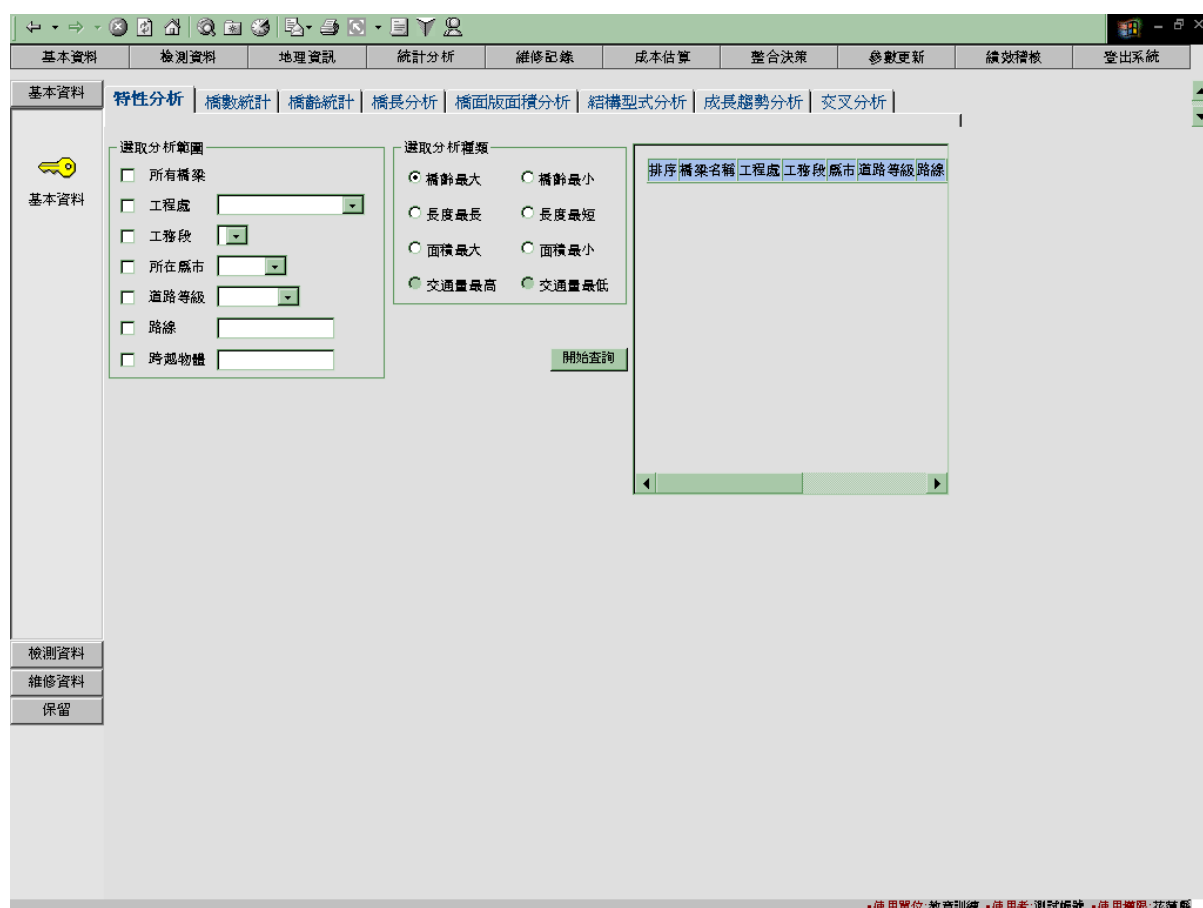


圖 4.5 統計分析模組畫面

各項功能分別概述如下：

1. 橋梁基本資料統計分析

(1) 橋梁特性分析

所謂橋梁之特性分析，乃是針對不同的橋梁分布範圍及種類，找出在此限制之下，有關橋梁的橋齡、橋長、橋版面積、交通量等特性之排序其分析範圍及種類如表 4.3 所示。

表 4.3 橋梁特性分析範圍及種類概述

| | |
|------|--------------------------------|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 分析種類 | 橋齡、橋梁長度、橋面版面積 |

排序可分為從小至大、從大至小兩種順序。此分析可提供給橋梁管理機關了解其轄區內橋齡最老的前幾座橋梁、或是橋長最長及橋面版面積最大之前幾座橋梁，助於了解轄區內所管理橋梁之排列狀況，並經由點選查詢結果之視窗中檢視按鈕即可直接檢視該座橋梁之資料。其系統畫面如圖 4.6 所示。

(2) 橋梁數量統計

橋梁數量統計係用以提供使用者查詢不同統計範圍中橋梁的分布狀況，其範圍如表 4.4 所示。

表 4.4 橋梁數量統計分析範圍及種類概述

| | |
|------|--------------------------------|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 統計種類 | 縣市、工程處、工程處、工務段、道路等級 |

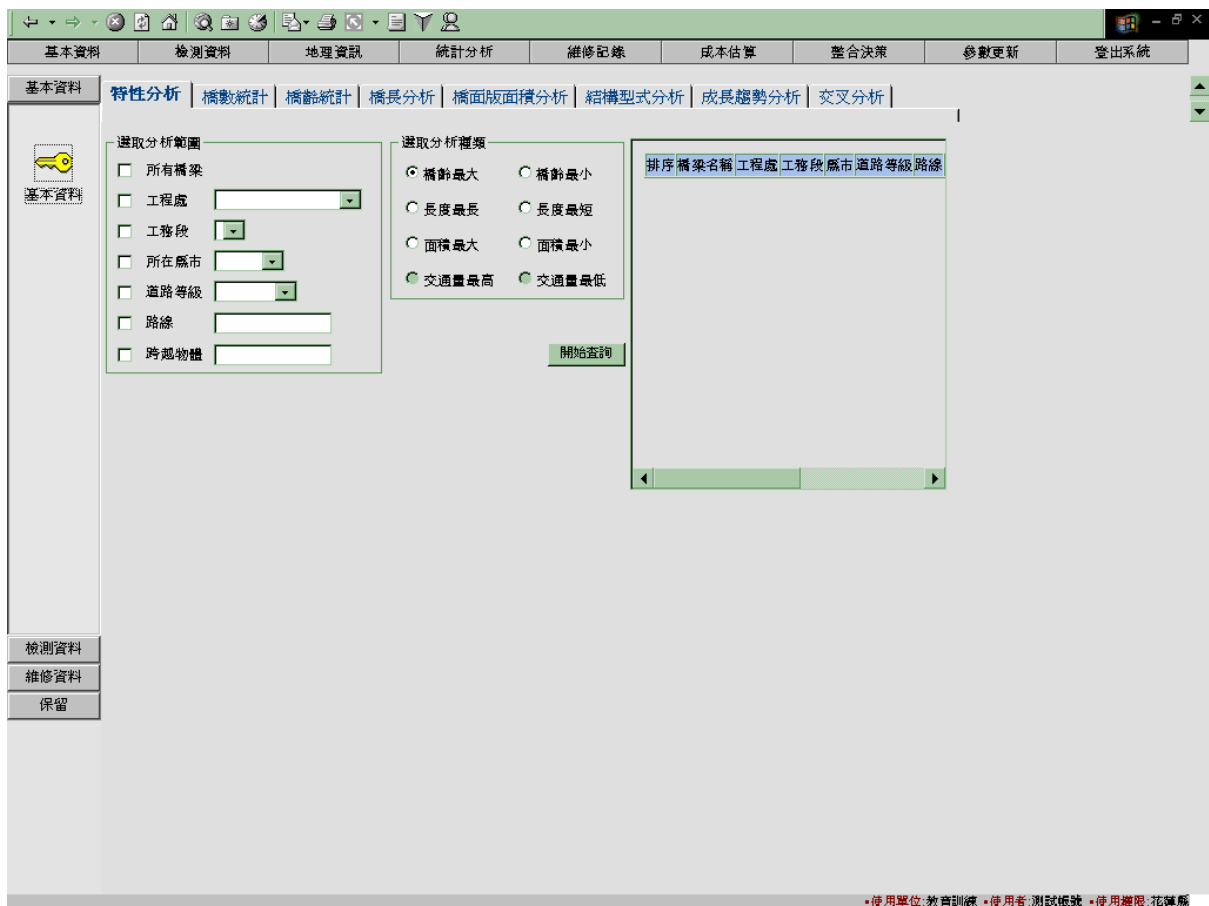


圖 4.6 特性分析功能畫面示意圖

此項功能可對各個單位管轄橋梁、某一縣市橋梁及不同道路等級之數量分等進行統計分析並輸出圖表進行列印及匯出成檔案以利彙整成報告，例如：交通部公路局即可透過本模組對其轄下橋梁總數或某一工程處、工務段之橋梁總數進行統計，亦可對其轄下橋梁進行分縣市、分道路等級之統計分析。其功能畫面如圖 4.7 所示，輸出統計圖表示意圖如圖 4.8 所示。

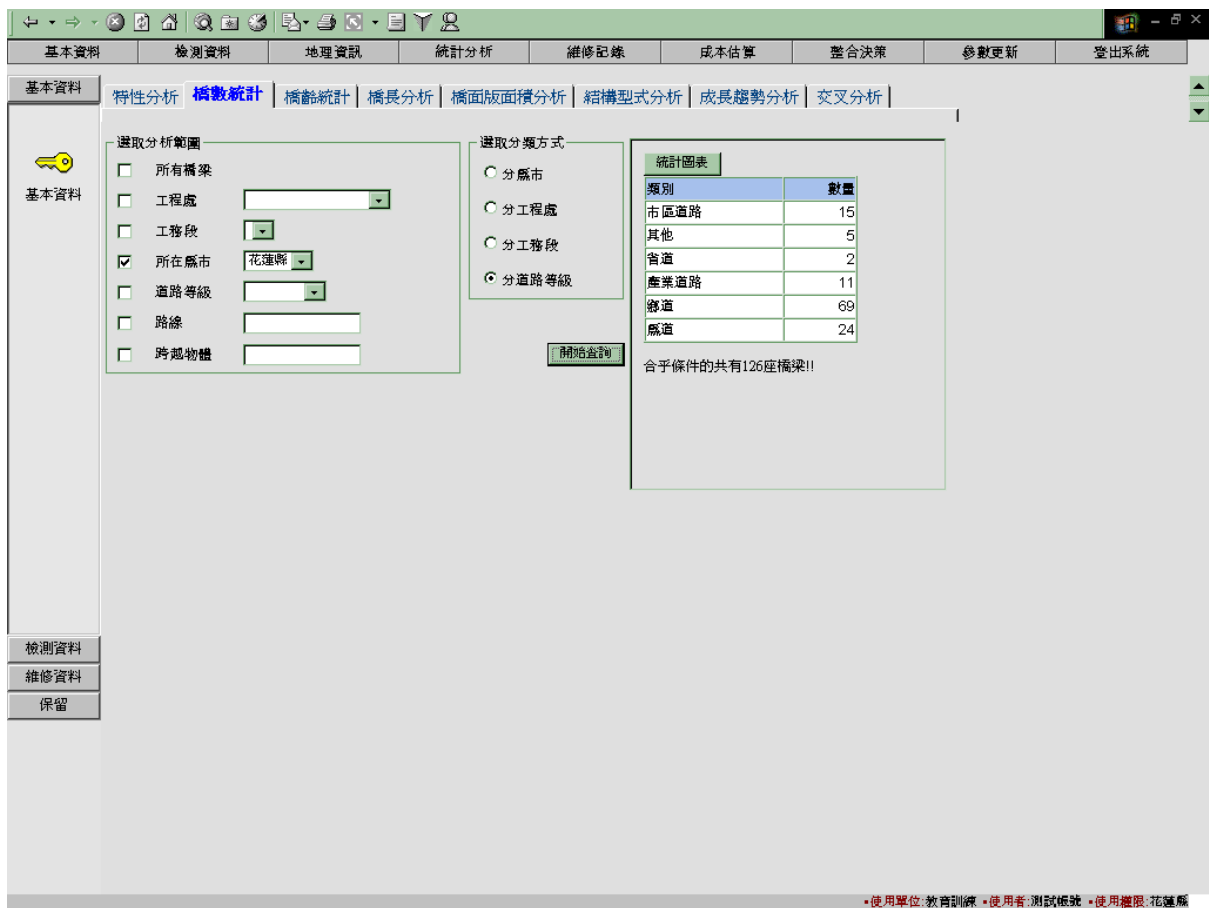


圖 4.7 橋數統計功能畫面示意圖

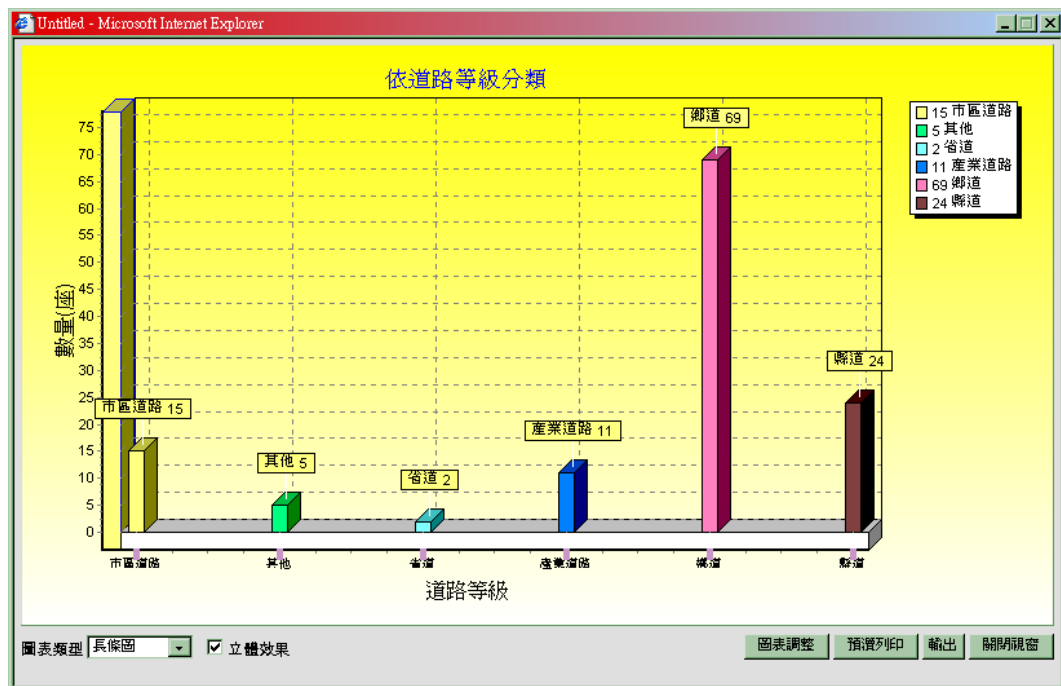


圖 4.8 橋數統計圖表輸出示意圖

(3) 橋齡統計

橋齡統計係用以提供使用者繪製不同統計範圍之橋梁年齡結構分布圖。其分析並可提供使用者選擇以建造年代或以橋齡為橫軸，以繪製不同主題之橋齡分布統計圖。其功能畫面如圖 4.9 所示，輸出統計圖表示意圖如圖 4.10 所示。

基本資料 檢測資料 地理資訊 統計分析 維修記錄 成本估算 整合決策 參數更新 登出系統

基本資料 特性分析 橋數統計 橋齡統計 橋長分析 橋面版面積分析 結構型式分析 成長趨勢分析 交叉分析

基本資料

選擇分析範圍

☐ 所有橋梁

☐ 工程處

☐ 工程段

☒ 所在縣市 花蓮縣

☐ 道路等級

☐ 路線

☐ 跨越物體

選擇橫軸單位

☒ 分建造年度

☐ 分橋齡

每 10 年為一組

開始查詢

統計圖表

| 民國(年) | 數量(座) |
|-------|-------|
| 50~60 | 3 |
| 60~70 | 14 |
| 70~80 | 29 |
| 80~90 | 22 |

合乎條件的共有68座橋梁!!

•使用單位:教育訓練 •使用者:測試帳號 •使用權限:花蓮縣

圖 4.9 橋齡統計功能示意圖

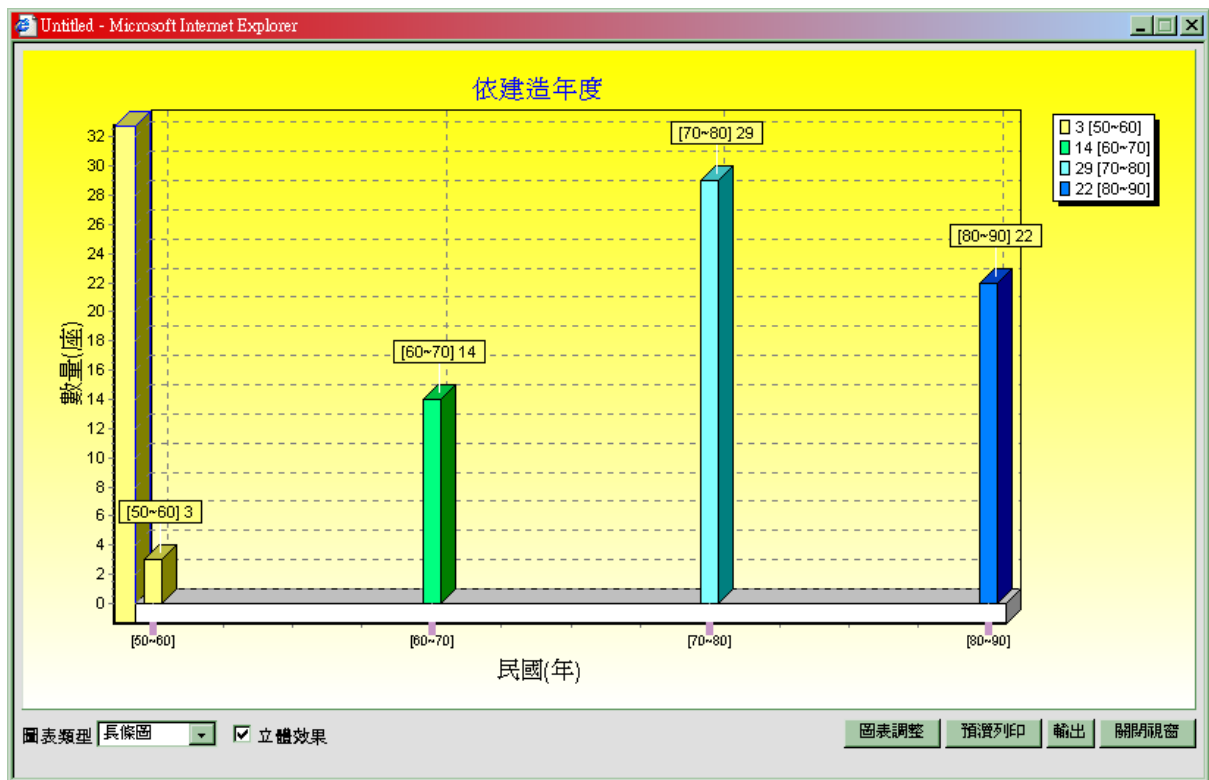


圖 4.10 橋齡統計圖表輸出示意圖

(4) 橋梁長度統計

橋梁長度統計可提供使用者繪製不同長度區間內之橋梁數量統計圖，或是各年代中所建造之橋梁總長度比較圖。其分析範圍及區間概述如表 4.5 所示，其輸出圖表如圖 4.11 所示。

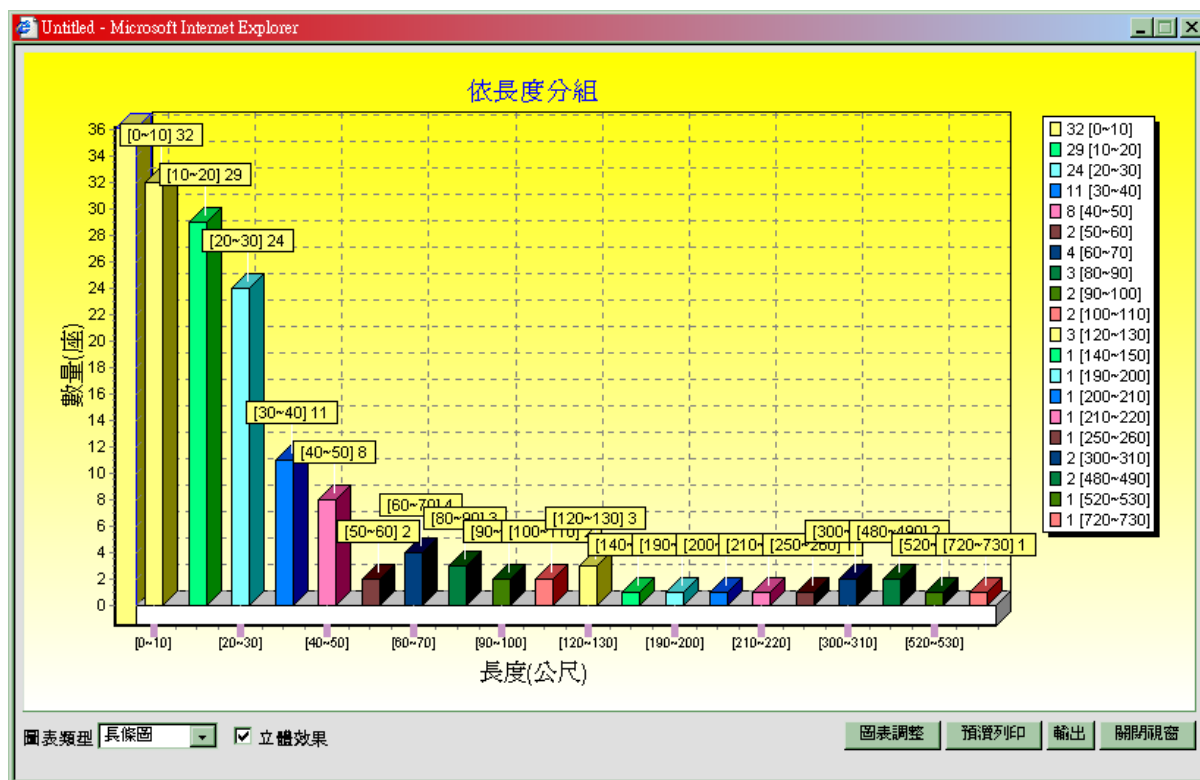


圖 4.11 橋長統計圖表輸出示意圖

表 4.5 橋梁長度統計分析範圍及區間概述

| | |
|------|--------------------------------|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 分析區間 | 10m、20m、50m、100m、500m、1000m |

(5)橋版面積統計

橋版面積統計可提供使用者繪製不同面積區間中之橋梁數量統計圖。其分析範圍及區間如表 4.6 所示、其輸出圖表如圖 4.12。

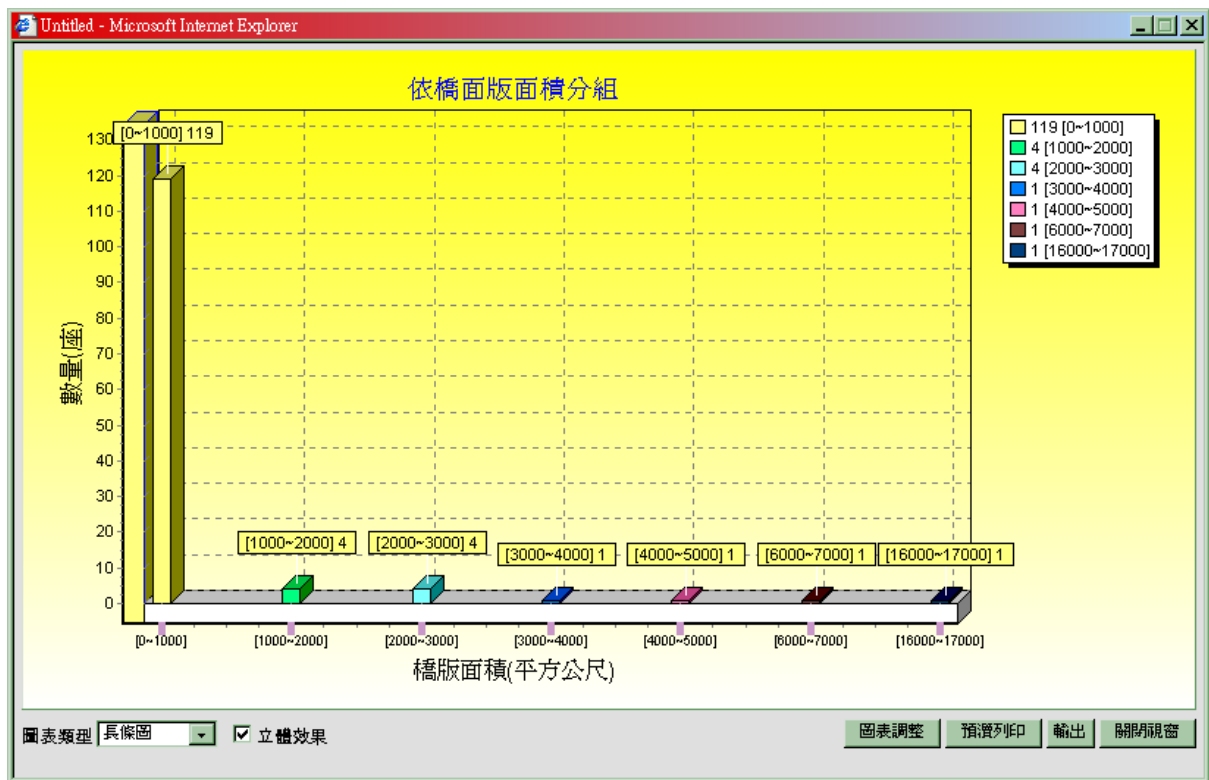


圖 4.12 橋面版面積統計圖表輸出示意圖

表 4.6 橋面版統計分析範圍及區間概述

| | |
|------|--|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 分析區間 | 1000m ² 、2000m ² 、5000 m ² 、10000m ² 、20000m ² 、50000m ² |

(6)結構型式統計

結構型式統計可提供使用者繪製橋型數量統計及與橋長之關係。所謂與橋長之關係為某種結構型式之橋梁所之平均長度分析圖；而橋型分析則是顯示特定結構型式（如梁式、版橋、拱橋等）之分布狀況，以利各使用單位對不同結構型式之橋梁進行統計分析。其分析範圍及結構型式種類如表 4.7 所示，其輸出圖表如圖 4.13 及 4.14 所示。

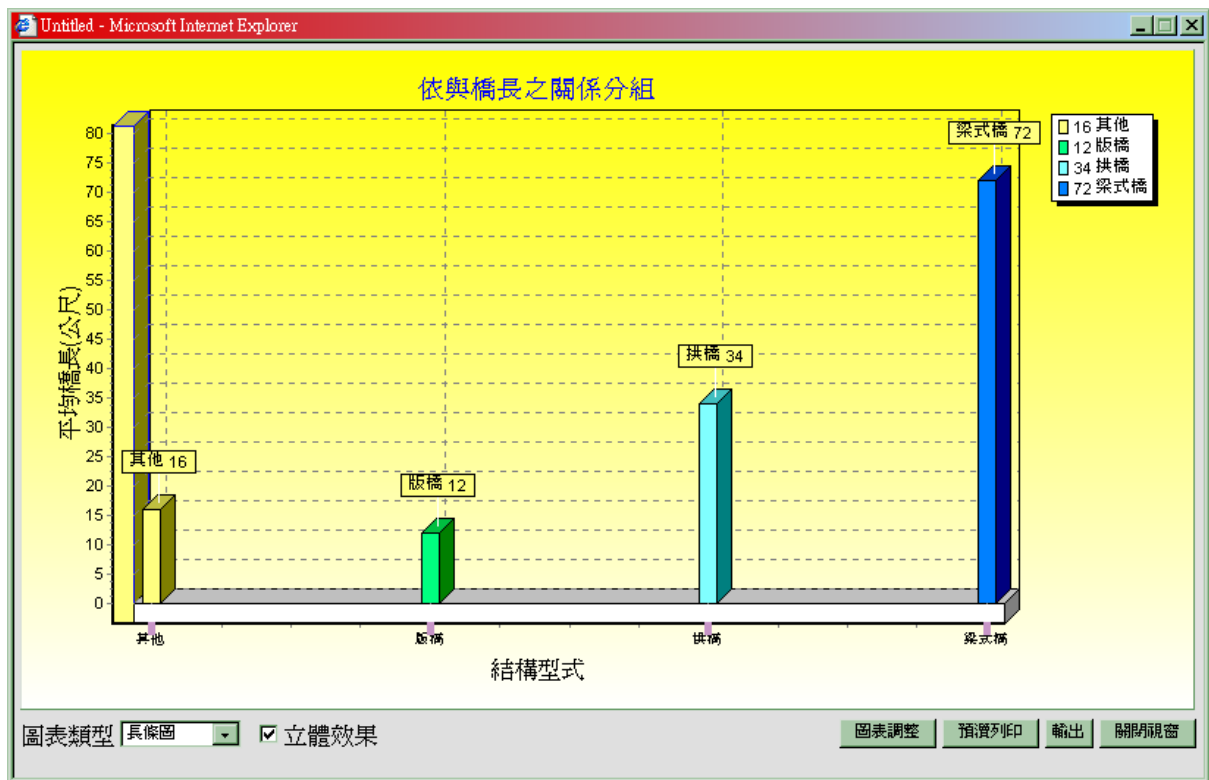


圖 4.13 橋梁結構型式與橋長之關係統計圖表輸出示意圖

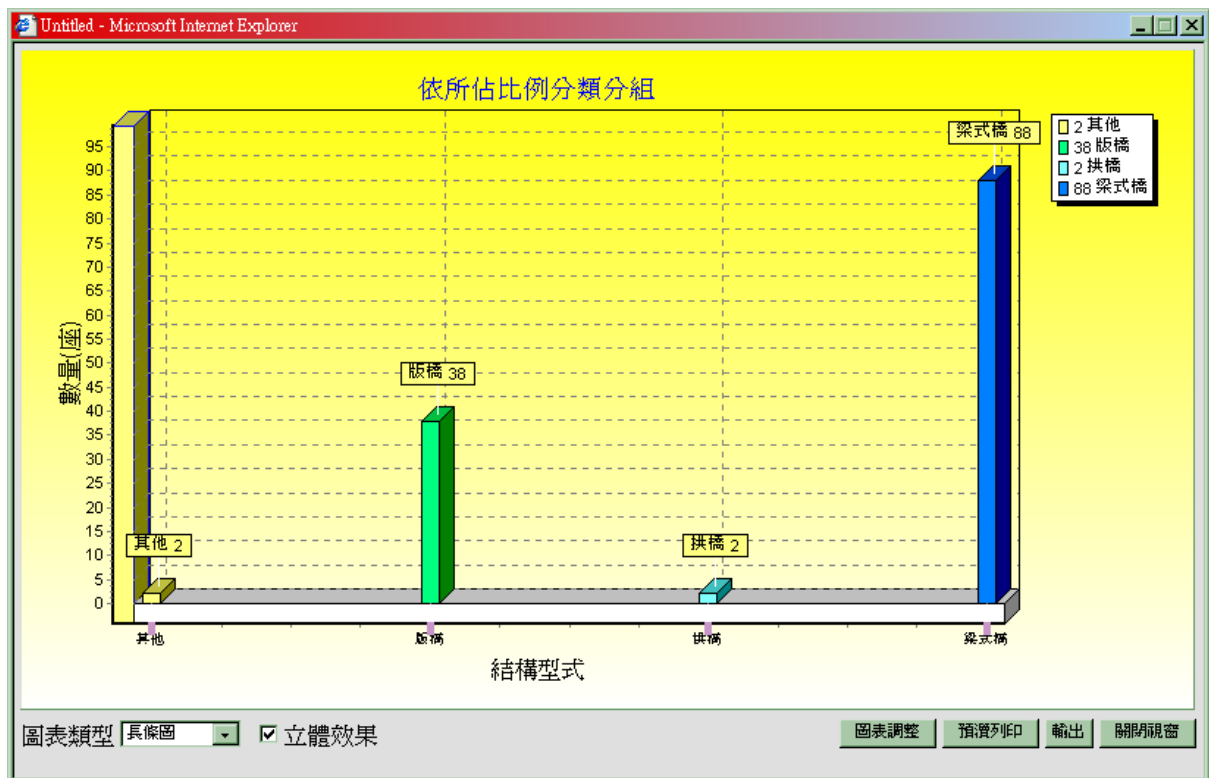


圖 4.14 不同結構型式所佔之關係統計圖表輸出示意圖

表 4.7 結構型式統計分析範圍及統計形態概述

| | |
|------|--------------------------------|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 統計形態 | 與橋長之關係、依所佔比例分類 |

(7) 成長趨勢分分析

成長趨勢分析功能可提供使用者繪製橋梁總長及橋面版總面積於不同時間區間內之成長趨勢圖表。其分析範圍、種類及區間如表 4.8 所示，而其其輸出圖表如圖 4.15 及 4.16 所示。

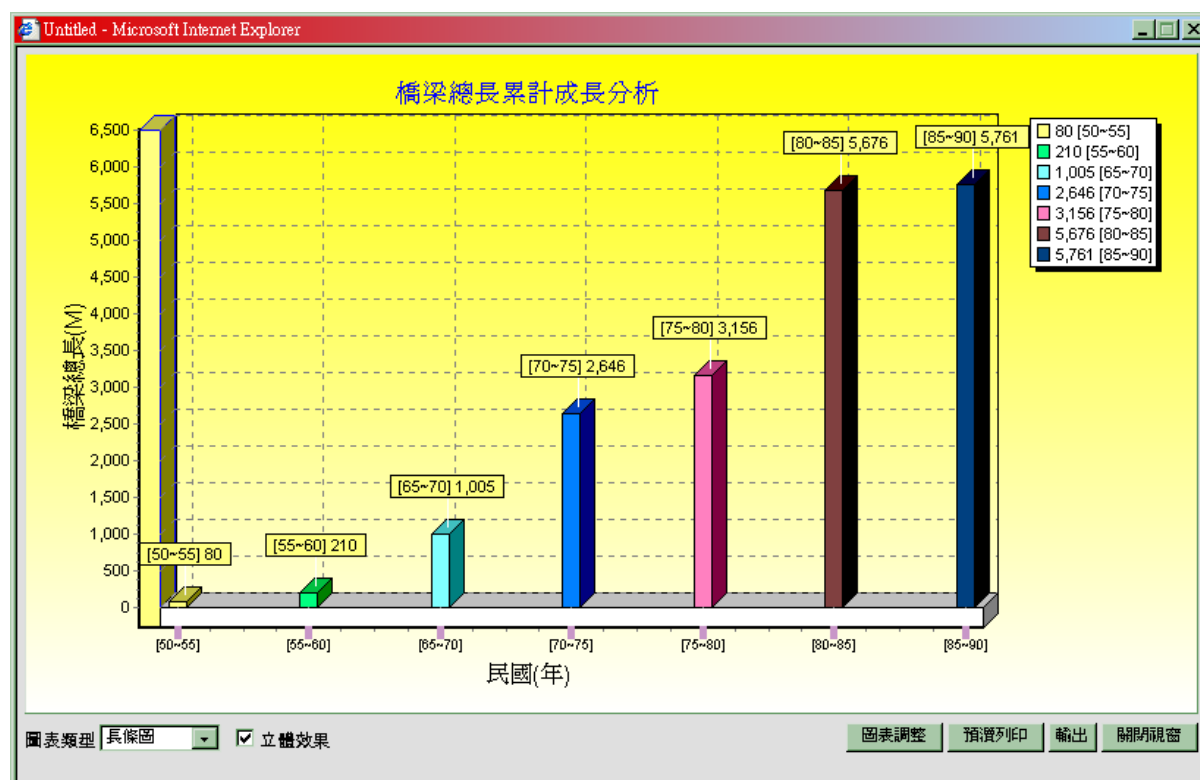


圖 4.15 橋梁總長成長趨勢統計圖表輸出示意圖

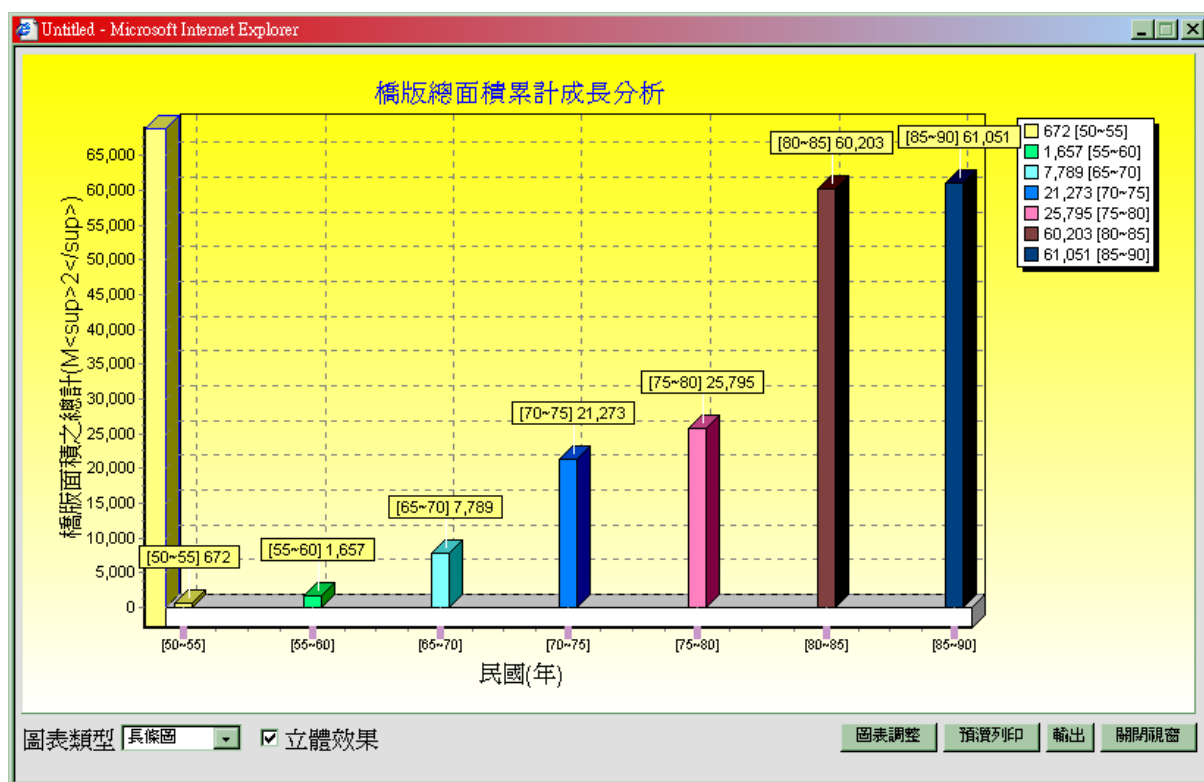


圖 4.16 橋面版總面積成長趨勢統計圖表輸出示意圖

表 4.8 成長趨勢統計分析範圍、統計形態及分析區間概述

| | |
|------|--------------------------------------|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 統計形態 | 橋長總長成長趨勢、橋面版總面積成長趨勢 |
| 分析區間 | 5 年、10 年、15 年、20 年、25 年、30 年 35 年 |

(9) 交叉分析

本功能提供使用者選擇統計圖表不同的縱軸及橫軸，進行橋梁基本資料之交叉分析，其分析範圍及縱、橫軸選項如表 4.9 所示。而其其輸出圖表如圖 4.17 所示。

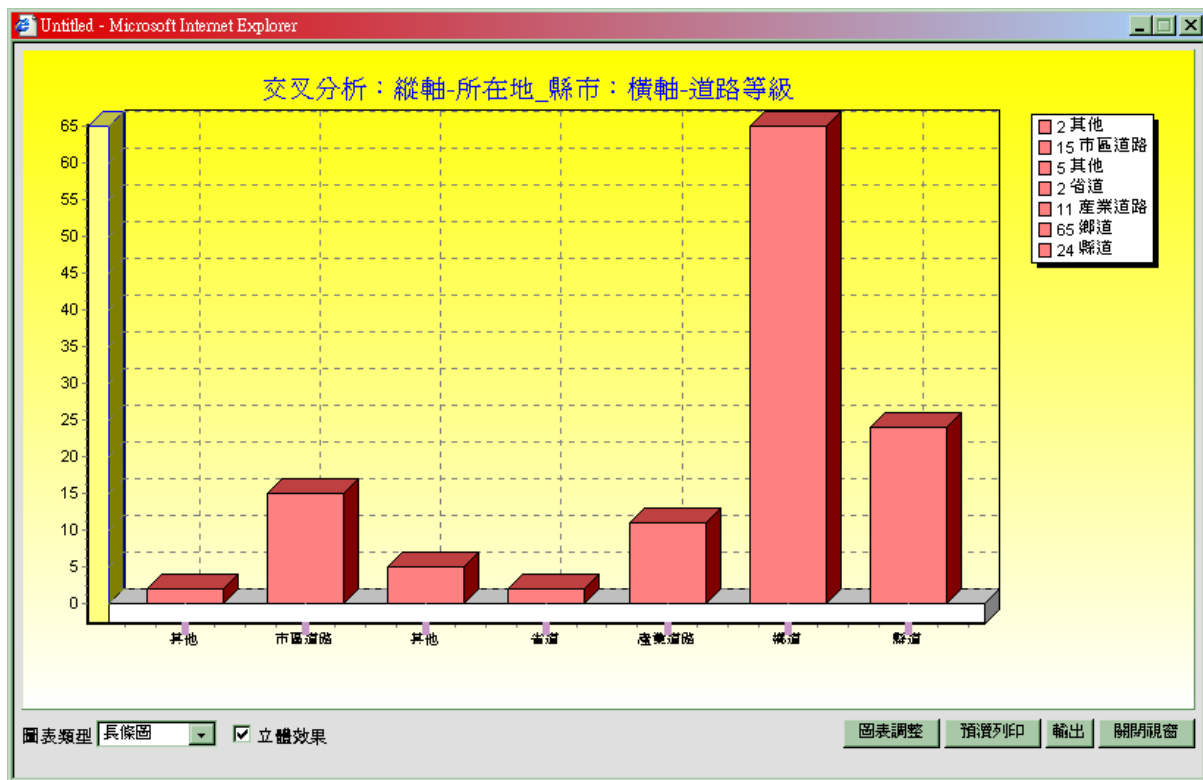


圖 4.17 交叉分析統計圖表輸出示意圖

表 4.9 交叉分析分析範圍及縱、橫軸選項概述

| | |
|--------|--------------------------------|
| 分析範圍 | 所有橋梁、工程處、工務段、所在縣市、道路等級、路線、跨越物體 |
| 縱、橫軸選項 | 縣市、工程處、工務段、道路等級 |

(8) 橋梁檢測資料排序及統計

透過本系統所採用之 D.E.R.&U.目視檢測可具體掌握橋梁使用現況，即可使檢測員掌握各橋梁的劣化狀況，並給予各項劣化適當的評分，以作為橋梁優劣順序排定的主要依據之一(目視檢測的施作程序與方法請參照附件二之“D.E.R.&U.目視檢測方法”)。也就是說，當一檢測員對上述檢測方法非常熟悉後，其便可對於 D.E.R.&U.目視檢測方法中共 66 種劣化狀況類別，以劣化程度 (Degree)、範圍 (Extend) 及重要性 (Relevancy) 三個層面來加以分析、評分。另外再考慮橋梁之結構安全性、服務性、重要性等因素

後，系統即可運用上述橋梁檢測評分資料及因素進行橋梁構件狀況指標（Icij）及橋梁分年進行排序及統計。因此，各層級之使用者便可依此對其所轄橋梁目前之結構安全與使用狀況有一全面性的瞭解，並配合圖表之輸出即可將其排序及統計資料匯整成報告。其分析範圍及統計形態如表 4.10 所示，系統功能畫面如圖 4.18 所示。

圖 4.18 橋梁檢測資料排序及統計功能畫面

表 4.10 成長趨勢統計分析範圍、統計形態及分析區間概述

| | |
|------|--|
| 分析範圍 | 單一橋梁、工程處、工務段、縣市政府、排序年度 |
| 統計形態 | 所有橋梁構件狀況指標（Icij）排序、所有橋梁整體狀況指標（CI）排序、橋梁狀況統計 |

①所有橋梁構件狀況指標（Icij）排序

此項功能即對有已檢測之橋梁構件的橋梁構件狀況指標（Icij）進行依照其損壞狀況指標以進行排序，其順序為由小到大，並經由表格中記載之橋梁名稱、檢測日期、檢測項目、檢測位置、Icij 值及說明能迅速檢閱該項損害以做妥善之規劃、處理。在本功能中之 Icij 值，若該值越小則代表該構件損壞之情形越嚴重，使用者可經由此一排序功能以了解構件維修之緩急度。

本功能之 Icij 值如下式所示。

$$I_{cij} = 100 - 100 \times \frac{(D + E) \times R^a}{(4 + 4) \times 4^a}$$

a：為相關重要性參數，通常取 1，若欲強調構件重要性時可取 2。

本功能輸出結果如圖 4.19 所示。

本功能輸出結果如圖 4.19 所示。

| 排序 | 橋梁名稱 | 檢測日期 | 檢測項目 | 檢測位置 | Icij |
|----|------------|-----------|---------|------|-------|
| 1 | (鳳林鎮)無名橋-3 | 2000/9/28 | 引道路堤 | 遠端 | |
| 2 | 永吉橋 | 2000/9/8 | 引道護欄 | 近端 | 25 |
| 3 | 嘉里二號橋(舊) | 2000/9/17 | 橋墩墩體 | P01 | 25 |
| 4 | 水源橋(秀林) | 2000/9/23 | 主構件(大梁) | S02 | 37.5 |
| 5 | 無名橋(復興三號橋) | 2000/9/28 | 主構件(大梁) | S01 | 37.5 |
| 6 | 正德橋 | 2000/9/17 | 橋面版 | S01 | 43.75 |
| 7 | 正德橋 | 2000/9/17 | 橋面版 | S02 | 43.75 |
| 8 | 民意橋 | 2000/9/18 | 支承/支承墊 | P01 | 43.75 |
| 9 | 光榮橋 | 2000/9/17 | 交通及照明設施 | 整體 | 43.75 |
| 10 | 佳豐橋 | 2000/9/14 | 支承/支承墊 | A01 | 43.75 |
| 11 | 佳豐橋 | 2000/9/14 | 支承/支承墊 | A02 | 43.75 |
| 12 | 無名橋(加灣橋) | 2000/9/20 | 河道 | 整體 | 43.75 |
| 13 | 無名橋-5(秀林) | 2000/9/18 | 磨擦層 | 整體 | 43.75 |
| 14 | 嘉里二號橋(舊) | 2000/9/17 | 支承/支承墊 | A01 | 43.75 |
| 15 | 嘉里二號橋(舊) | 2000/9/17 | 支承/支承墊 | A02 | 43.75 |
| 16 | 嘉里二號橋(舊) | 2000/9/17 | 支承/支承墊 | P01 | 43.75 |
| 17 | 秀林一號橋 | 2000/9/14 | 支承/支承墊 | A01 | 50 |
| 18 | 秀林一號橋 | 2000/9/14 | 支承/支承墊 | A02 | 50 |
| 19 | 無名橋(復興三號橋) | 2000/9/28 | 主構件(大梁) | S02 | 50 |

圖 4.19 所有橋梁構件狀況指標（Icij）排序輸出示意圖

②所有橋梁整體狀況指標（CI）排序

此一系統係利用目視檢測所得各構件之評估值及各構件相對於橋梁之重要性(權重)，計算橋梁之結構狀況，其計算公式如下：

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i}$$

w_i ：為構件 i 相對於橋梁之權重，各構件對橋梁之權重，其權重表如表 4.10 所示。本功能輸出結果如圖 4.20 所示。

表 4.11 橋梁 21 項檢測項目之權重表

| 檢測項目代碼 | 檢測項目 | 權重 |
|--------|----------|-----|
| IP01 | 引道路堤 | 3 |
| IP02 | 引道護欄 | 2 |
| IP03 | 河道 | 4 |
| IP04 | 引道護坡 | 3 |
| IP05 | 橋台基礎 | 6 |
| IP06 | 橋台 | 6 |
| IP07 | 翼牆/擋土牆 | 5 |
| IP08 | 摩擦層 | 3 |
| IP09 | 橋面排水設施 | 4 |
| IP10 | 緣石及人行道 | 2 |
| IP11 | 欄杆及護牆 | 3 |
| IP12 | 橋墩保護設施 | 6 |
| IP13 | 橋墩基礎 | 8 |
| IP14 | 橋墩墩體 | 7 |
| IP15 | 支承/支承墊 | 5 |
| IP16 | 止震塊/防震拉桿 | 5 |
| IP17 | 伸縮縫 | 6 |
| IP18 | 主構件(大梁) | 8 |
| IP19 | 副構件(橫隔梁) | 6 |
| IP20 | 橋面版 | 7 |
| IP21 | 其他 | 1 |
| | 總計 | 100 |

註：本表為民國 86 年中央大學橋梁工程研究中心於開發公路局橋梁管理系統時，邀集國內橋梁專家所決議之權重值

其中， Ic_i 為構件 i 之狀況值(Item Condition)，如下式所示。而 $Icij$ 則如上述之公式。

$$Ic_i = \frac{\sum_{j=1}^n Ic_{ij}}{n}$$

n: 橋梁各構件之總數



圖 4.20 所有橋梁整體狀況指標（CI）排序功能輸出示意圖

③橋梁狀況統計

此一功能之主要目的即在統計橋梁機關轄下橋梁之橋梁整體狀況指標（CI），主要分為三個區間， $CI > 90$ 、 $60 \leq CI \leq 90$ 及 $CI < 60$ ，使用者可經由此項功能了解轄下橋梁整體指標分布狀況，其統計結果亦可配合統計圖表輸出，其示意圖如圖 4.21 及圖 4.22 所示。

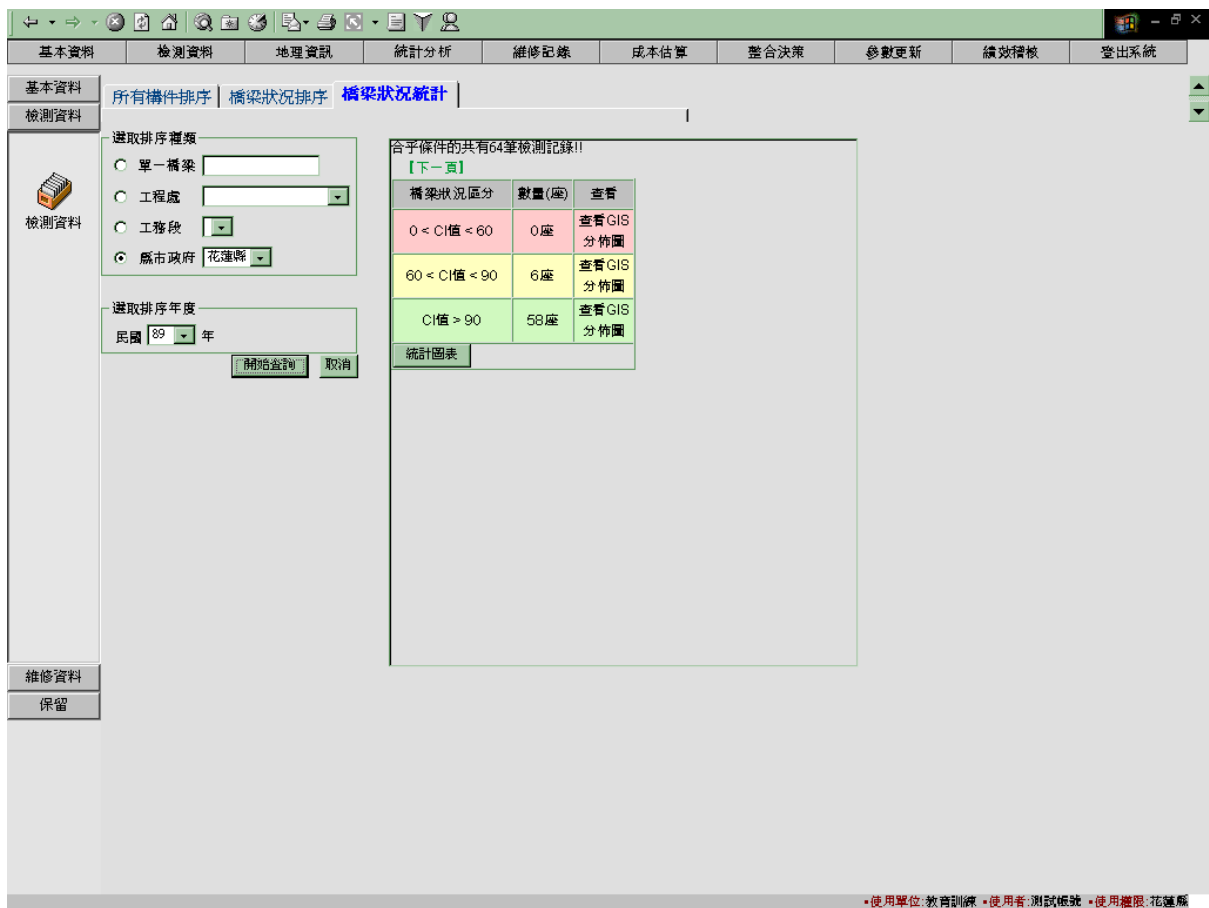


圖 4.21 橋梁狀況統計功能輸出示意圖

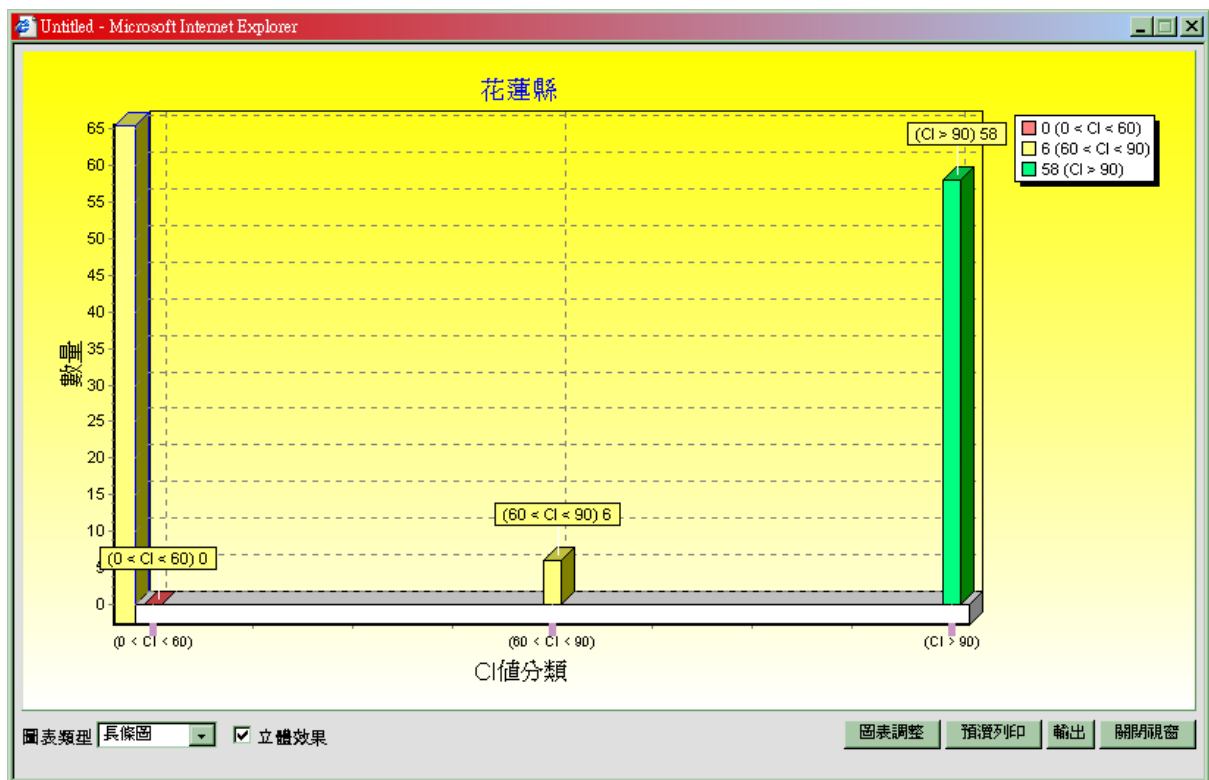


圖 4.22 橋梁狀況統計圖表輸出示意圖

4.3 檢測資料模組

目視檢測是對於橋梁使用現況具體的管理方式之一，透過檢測員的專業知識與經驗取得橋梁之使用現況與構件劣化狀況後，可用以鑑定該橋與原設計的結構性能及承載能力之差異，並更可判斷橋梁能否滿足目前及未來的交通需要，從而協助管理機關進行橋梁維護、整建或重建的決策，作為日後維護作業及預算編列等策略擬定之依據。目前本系統是採用 D.E.R.&U.之目視檢測準則，有關 D.E.R.&U.及相關檢測資料，請參閱附件二“D.E.R.&U.目視檢測方法”之內容。

進行檢測之前必須擬定完整之檢測準則與方法，並對檢測人員進行完整之訓練。透過受過訓之橋梁檢測人員進行橋梁目視後，依照評估準則中各種缺陷現象將各項缺陷評分填寫至檢測評估表上。在檢查完成後，進而進行輸入與編輯橋梁檢測資料。於檢測作業完成後，將受檢橋梁檢測結果彙整並及列印成報告，亦為檢測資料的工作之一。本模組便以上述之作業程序為基礎，提供下列功能：

1. 列印空白檢測評估表

使用者可針對各座橋梁列印空白檢測評估表，系統將於表上自動填入橋梁名稱、路線別、里程樁號、總長、淨寬、結構型式等基本資料，以使檢測員對受檢橋梁有一初步認識，。其功能示意圖如圖 4.23 所示。

測之項目，及對各項評分準則等資訊請參閱附件二“D.E.R.&U.目視檢測方法”。系統輸出畫面如圖 4.24 所示。

| 修改 | 刪除 | 檢測項目 | 位置 | D-程度 | E-範圍 | R-影響 | U-急迫 | 維修項目 | 說明 |
|--------------------------|--------------------------|--------|-----|------|------|------|------|----------|----------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 引道路堤 | 近端 | 2 | 1 | 2 | 3 | 破壞與回填整平 | A1引道路堤沉陷 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 引道護欄 | 遠端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 引道護欄 | 近端 | 2 | 3 | 1 | 2 | 整理保養 | 雜草遮住護欄 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 引道護欄 | 遠端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 河道 | 整體 | 3 | 4 | 2 | 3 | 雜物清理 | 巨石阻塞河道 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 引道護坡 | 近端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 引道護坡 | 遠端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 橋台基礎 | 近端 | 0 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 橋台基礎 | 遠端 | 0 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 橋台 | 近端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 橋台 | 遠端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 翼牆/擋土牆 | 近端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 翼牆/擋土牆 | 遠端 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 磨擦層 | 整體 | 1 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 橋面排水設施 | 整體 | 2 | 2 | 1 | 2 | 清理淤塞的洩水孔 | 洩水孔阻塞 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 綠石及人行道 | 整體 | 0 | | | | | |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 欄杆及護欄 | 整體 | 3 | 2 | 2 | 3 | 剝落混凝土修補 | 鋼筋外露鏽蝕 |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 橋墩保護設施 | A01 | 0 | | | | | |

圖 4.24 檢測資料模組示意圖

3.檢測照片資料庫

為更加詳實記載每座橋梁進行檢測時之各構件之劣化破損狀況，本模組亦提供登錄檢測照片，讓使用者能更確實了解該橋梁之損壞狀況，並可同時記載檢測員對此項損壞之照片說明。經由點選該張檢測照片系統會一突顯式（Pop-up）視窗放大該張檢測照片，讓使用者對該項損壞有更加清楚之認識。其功能示意圖如圖 4.25 及 4.26 所示。

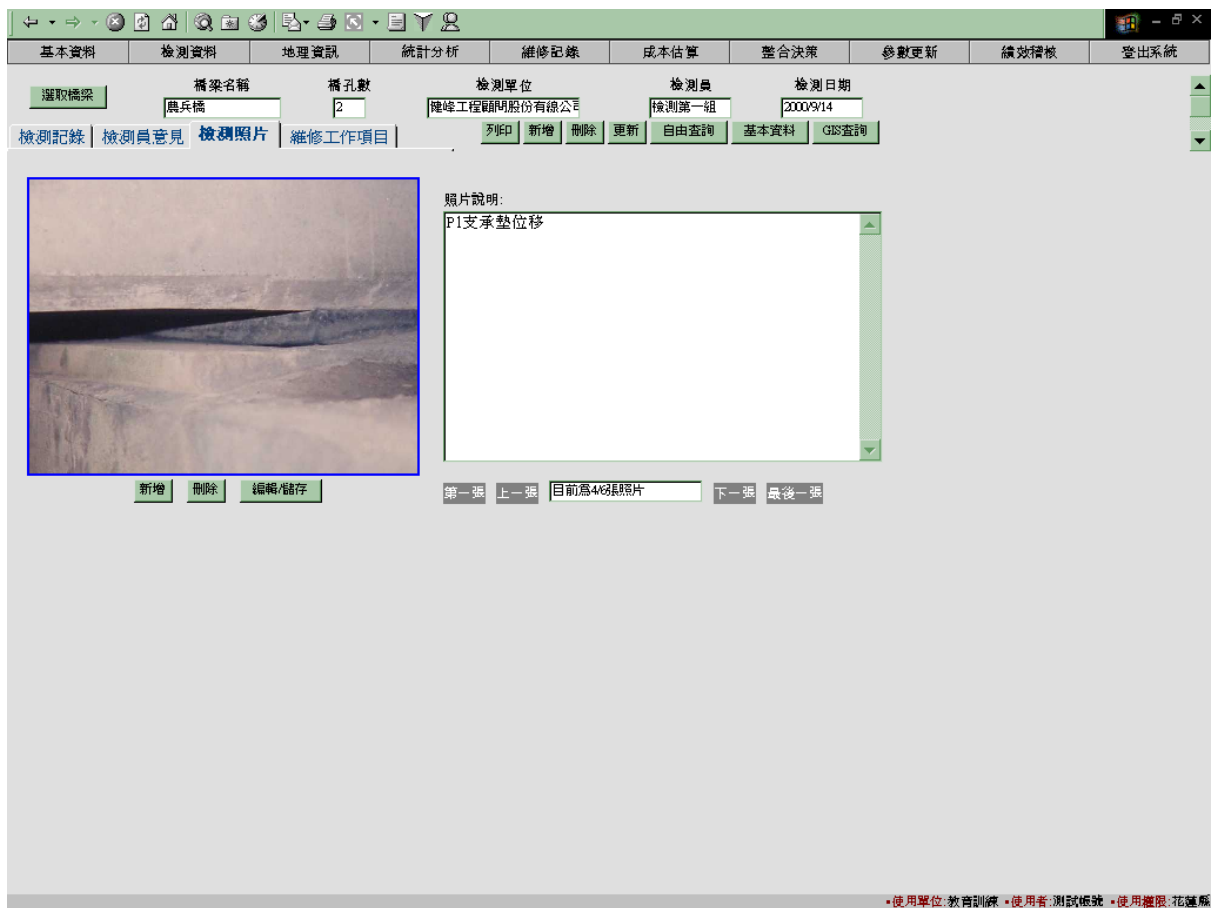


圖 4.25 檢測照片功能示意圖



圖 4.26 檢測照片放大功能示意圖

6. 維修工作項目

提供檢測人員依定位系統中定義的編號，描述各個瑕疵的所在位置、所需的維修工法、數量、修復的急迫性及對各個瑕疵的詳細說明。檢測人員可充分利用此欄描述瑕疵的現象，填寫個人對瑕疵可能發生原因的判斷，並且初步評估所需的修復工法，而其所需之維修工法可參考附件二中之維修工法建議表，檢測人員即可依此表對橋梁構件之破損、劣化填寫建議維修工法，或者建議作進一步的補強及詳細檢測。其功能示意圖如圖 4.27 所示。

基本資料 檢測資料 地理資訊 統計分析 維修記錄 成本估算 整合決策 參數更新 績效稽核 登出系統

選取橋梁 橋梁名稱 興兵橋 橋孔數 2 檢測單位 陸峰工程顧問股份有限公司 檢測員 檢測第一組 檢測日期 2009/3/14

檢測記錄 檢測員意見 檢測照片 維修工作項目 列印 新增 刪除 更新 自由查詢 基本資料 GIS查詢

DER檢測記錄表

| 選取 | 檢測項目 | 位置 | D-程度 | E-範圍 | R-影響 | U-急迫 | 維修項目 | 說明 |
|-----------------------|------|----|------|------|------|------|------|----|
| <input type="radio"/> | 引道路堤 | 近端 | 1 | | | | | |
| <input type="radio"/> | 引道路堤 | 遠端 | 1 | | | | | |
| <input type="radio"/> | 引道護欄 | 近端 | 1 | | | | | |

維修項目 急迫性 維修數量 Units 加入==>

備註 <==刪除

維修建議表

| 刪除 | 檢測項目 | 維修項目 | 位置 | 數量 | 單位 | 急迫性 | 備註 |
|--------------------------|----------|----------------|-----|-----|----|-----|------------------|
| <input type="checkbox"/> | 橋台 | 修補寬度大於0.2mm的裂縫 | 遠端 | 1.5 | M | 3 | 橋台裂縫 |
| <input type="checkbox"/> | 欄杆及護欄 | 剝落混凝土修補 | 整體 | 2 | M³ | 2 | 欄杆混凝土剝落 |
| <input type="checkbox"/> | 橋墩墩體 | 修補寬度大於0.3mm的裂縫 | P01 | 4 | M | 2 | 橋墩墩體裂縫 |
| <input type="checkbox"/> | 支承/支承墊 | 清理保養 | P01 | 1 | 組 | 2 | 支承墊位移 |
| <input type="checkbox"/> | 伸縮縫 | 換新 | P01 | 6.5 | M | 2 | 伸縮縫被AC覆蓋 |
| <input type="checkbox"/> | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S01 | 1 | M³ | 2 | G1梁底蜂窩,鋼筋及預力鋼線外露 |
| <input type="checkbox"/> | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S01 | 0.2 | M³ | 2 | G2箍筋外露生鏽 |
| <input type="checkbox"/> | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S01 | 0.2 | M³ | 2 | G3蜂窩 |
| <input type="checkbox"/> | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S02 | 0.2 | M³ | 4 | 蜂窩 |
| <input type="checkbox"/> | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S02 | 0.2 | M³ | 4 | 蓋管外露 |
| <input type="checkbox"/> | 副構件(橫隔梁) | 修補混凝土 | S01 | 0.5 | M³ | 2 | 1D3-2蜂窩 |
| <input type="checkbox"/> | 副構件(橫隔梁) | 修補混凝土 | S01 | 0.5 | M³ | 2 | 2D2-2蜂窩 |
| <input type="checkbox"/> | 橋面板 | 修補混凝土 | S01 | 0.5 | M³ | 2 | S3-4兩側底版鋼筋外露 |
| <input type="checkbox"/> | 橋面板 | 修補混凝土 | S01 | 0.5 | M³ | 2 | S2-4兩側底版鋼筋外露 |

•使用單位:教育訓練 •使用者:測試帳號 •使用權限:花蓮縣

圖 4.27 維修工作項目功能示意圖

7. 檢測員意見

提供檢測員填寫個人對此橋的意見，包括對整體結構安全性及服務性的評估及是否應安排作進一步之詳細檢測，而本功能所提供之高級檢測項目如表 4.12 所示。

表 4.12 高級檢測項目表

| 混凝土高級檢查 | 鋼筋高級檢查 | 橋梁整體評估 |
|-------------|----------|----------|
| 混凝土鑽心取樣抗壓實驗 | 鋼筋腐蝕速率檢測 | 橋梁承載能力評估 |
| 混凝土氯離子含量 | | 橋梁耐震能力評估 |
| 混凝土中性化深度 | | |
| 混凝土裂縫檢測 | | |

4.4 維修成本估算模組

目前國內橋梁管理單位對於維修工作項目之選擇，係經由檢測人員對於橋梁劣化狀況之評估結果而定。對於一般性的損壞現象，大多自行修補，嚴重損壞之構件或橋梁，則由主管單位再行會勘，或委託工程顧問公司進行高級檢測，進而規劃整建或重建工作。

在橋梁檢測的過程中，檢測員除須對有缺陷之構件，就其損壞狀況加以評估記錄之外，並須參照維修工法表，概估該損壞構件所需之維修方法、數量與急迫性。利用此一資料，配合系統內預先建立之維修工法成本分析資料，根據不同分區之單價，即可計算各座橋梁所需之維護成本。其中所謂之「維修工法表」，係依據各檢測項目，分別調查其較常發生之損壞現象，分析其所需之維修方法，以協助檢測員判斷並填寫檢測表格中之相關欄位。由於各項工法所需資源之數量與單價常因地域性的差異、環境因素、工作時間等而有所改變，故維修工法成本分析資料除可運用過去之經驗加以建立之外，更須適時進行工率調查、市場訪價等作業，方能使系統之估算成本符合實際需求。

本模組主要之分析範圍及估算類別如表 4.13 所示。

表 4.13 維修成本估算分析及估算範圍概述表

| | |
|------|--------------------------|
| 分析範圍 | 單一橋梁、工程處、工務段、縣市政府 |
| 估算範圍 | 所有構件、U=0、U=1、U=2、U=3、U=4 |

根據 D.E.R.&U.目視檢測準則中所揭示，針對不同 U 值之維修急迫性如下所示。

1. U=1：在該欄位出現之構件，進行例行性維護即可。
2. U=2：在該欄位出現之構件，應在三年內編列預算進行維護。
3. U=3：在該欄位出現之構件，應在一年內編列預算進行維修。
4. U=4：在該欄位出現之構件，應進行緊急維修。

根據以上原則使用者可輕易統計出各種不同維修急迫性之維修工作的橋梁總數、構件總數及所需經費，配合系統列印功能可彙整成報告，並可依此可作為各級機關編列預算之依據。其模組示意圖如圖 4.28 所示。

| 選取 | 橋梁名稱 | 管理機關 | 工程處 | 工務段 | 縣市 | 檢測日期 | 檢測項目 | 維修項目 | 維修位置 | 維修單位 |
|----------------------------------|-------|-------|-----|-----|-----|-----------|----------|-----------|------|------|
| <input checked="" type="radio"/> | 正德橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/17 | 欄杆及護欄 | 剝落混凝土修補 | 整體 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S01 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S02 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 橋面版 | 修補混凝土 | S03 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S05 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 副構件(橫隔梁) | 修補混凝土 | S10 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 引道護欄 | 其他 | 近端 | |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 引道護欄 | 其他 | 遠端 | |
| <input type="radio"/> | 永吉橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/8 | 欄杆及護欄 | 金屬欄杆的防銹保護 | 整體 | M |
| <input type="radio"/> | 吾社橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/26 | 引道護欄 | 整理保養 | 近端 | M |
| <input type="radio"/> | 秀林一號橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/14 | 河道 | 雜物清理 | 整體 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 佳林五號橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/17 | 伸縮縫 | 清除碎屑 | A02 | 式 |
| <input type="radio"/> | 佳林五號橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/17 | 主構件(大梁) | 修補混凝土 | S01 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 佳豐橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/14 | 欄杆及護欄 | 剝落混凝土修補 | 整體 | M*3 |
| <input type="radio"/> | 尚志橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/6 | 副構件(橫隔梁) | 塗上保護塗料 | S01 | M*2 |
| <input type="radio"/> | 尚志橋 | 花蓮縣政府 | | | 花蓮縣 | 2000/9/6 | 引道護欄 | 護欄換新 | 近端 | M |

共計橋梁 11 座 構件 9 類 小計 NT\$84,946 元

圖 4.28 維修成本估算模組示意圖

4.5 維修記錄模組

維修記錄模組之功能，在於管理及監控橋梁維修工作之進度。同時，亦可由橋梁

維修資料之累積，發現橋梁劣化之趨勢，若發現維修工作之頻率異常，或服務年限過短，橋梁管理單位便可針對此一現象深入探討其成因，以做出適當之決策，避免不必要之花費。

檢橋梁在進行檢測之後，便可以本模組針對不同構件所建議維護工作之方法、數量與急迫性，記錄其維修工作承包商名稱、統一編號、實際維修數量、實際維修金額、維修開工日期及維修完成日期，使用者可經由此一功能進行橋梁破損狀況之維修工作管理、考核。俟一維修工作項目完成後，使用者完登錄完成之修復工作後，系統亦會同時更新此項記錄於功能畫面中，使用者可輕易辨識橋梁破損狀況維修工作是否完成。本模組亦提供儲存其維修完成後之相片作為日後管理及監控橋梁維修、整建工作進度之依據。本項維修記錄資料亦會納入績效稽核模組中之維修指標稽核之計算，藉此提供主管機關稽核之機制。

使用者亦可經由點選橋梁構件之檢測照片及維修照片，藉以比較橋梁破損狀況於維修前後之差別，讓使用者能經由此一功能更加深入認識此一維修工作對橋梁狀況之提升。模組示意圖如圖 4.29 及 4.30 所示。

The screenshot displays the 'Bridge Maintenance Record Module' interface. At the top, there's a navigation bar with tabs: 'Basic Information', 'Inspection Data', 'Geographic Information', 'Statistical Analysis', 'Maintenance Records', 'Cost Estimation', 'Decision Making', 'Parameter Updates', 'Performance Review', and 'Logout'. Below this, a sub-header shows 'Bridge Name: 陽林鎮無名橋2', 'Inspection Unit: 隆峰工程顧問股份有限公司', 'Inspector: 檢測第一組', and 'Inspection Date: 2000/9/28'. The main area is divided into two sections. The left section, titled '共有9筆資料', shows a tree view of bridge components with '引道護欄' (Approach Guardrail) selected. The right section, titled '維修記錄' (Maintenance Record), contains a form for recording maintenance details. It includes fields for 'Maintenance Item' (引道護欄), 'Maintenance Location' (遠端), 'Maintenance Quantity' (0 M³), 'Maintenance Urgency' (0-無法判斷, 1-例行維護, 2-三年內, 3-一年內, 4-緊急處理), 'Contractor Name' (ad), 'Contractor ID' (7524729), 'Actual Maintenance Quantity' (1000 units), 'Actual Maintenance Amount' (1000000 Yuan), 'Maintenance Start Date' (2000/10/18), and 'Maintenance Completion Date' (2000/10/31). There are also buttons for '新增' (Add), '刪除' (Delete), and '編輯/儲存' (Edit/Save). At the bottom right, there's a small status bar with text: '•使用單位: 教育訓練 •使用者: 測試帳號 •使用權限: 花蓮縣'.

圖 4.29 維修記錄模組功能示意圖



圖 4.30 維修照片功能示意圖

4.6 地理資訊系統模組

由於地理資訊系統可以有效掌握、規劃及管理空間資訊，使得建立科學化及最佳化之分析模式，並可提高工作效率及降低成本，因此其應用領域相當廣泛。目前國內橋梁管理系統多注重於基本資料之建立與橋梁檢測制度之建立，對於橋梁相關空間分析與視覺化決策支援能力研究較少。

傳統橋梁管理系統僅著重於文字與數值計算之表現，然而橋梁所處位置周遭的空間資訊實不易以平面文字或數字表示之，因此，若能加入地理資訊系統技術，而於系統內顯示橋梁之空間位置及周遭環境之資訊，更有助於管理者對相關環境獲得全盤了解。而目前國內所發展的橋梁管理系統並未考量空間資料分析與視覺化決策支援能力，同時對於災害之預防、應變與復舊等資訊的處理與提供亦付之闕如，因此本研究亦探討地理資訊系統在橋梁管理業務中所能提供之幫助。

4.6.1 日常養護業務資訊需求

綜合參考文獻與相關單位訪談，歸納彙整可得其主要資訊需求如下：

1. 檢測結果之顯示
2. 破壞因素分析
3. 區域性檢測重點之擬定
4. 維修方案之選擇
5. 檢測路線規劃
6. 橋梁可替代性分析
7. 耐震耐洪能力評估與補強
8. 交通流量調查、統計與分析

4.6.2 防救災資訊需求

台灣位處於環太平洋地震帶上，與大陸板塊交界之處地震頻仍。以東部地區為例，一年有感地震次數平均在四百次以上，西部地區雖然地震次數較少，但震災破壞力將較人口稀少的東部嚴重許多。因此，災前預防與災後應變亦為橋梁管理系統所應具備功能之一。

根據內政部公佈之「災害防救法」中明定，中央防災會報擬定全國性防災之長期綜合計畫「防災基本計畫」，其為相關中央災害防救業務主管機關、公共事業擬定「災害防救業務計畫」，及各級地方政府擬定「地區災害防救計畫」時之依據。其內容分須包含三大部分：①整體性之長期災害防救計畫、②災害防救業務計畫及③地區災害防救計畫之重點事項及其他中央防救會報認為有必要之事項。而根據上述內容規定相關之「災害防救計畫」、「災害防救業務計畫」及「地區災害防救計畫」之內容依規定應包含①災害預防相關事項、②災害緊急應變對策相關事項、③災後復原重建相關事項及④不與災害防救法抵觸之各層級防救會報所認定必須之事項^[16]。其中與橋梁相關之條文整理如下：

表 4.14 「防災基本計畫」橋梁相關條文一覽表

| 章節 | 內 容 |
|----------------------------|---|
| 第一部份 建立防災體系 | 一、加強防災準備工作 |
| | 3.擬定有關機關出動支援消防、警察、工務、建設等單位救災，以及採取其他應變措施之計畫。 5.為確保救災人力之充足，確立消防、警察、工務、建設、國軍相互支援之體系。 7.緊急救護組織與設施，飲用水、糧食及其他生活必需品、醫療品等，運送方法，擬定儲備、運用與供給計畫。 8.為確保災害時之交通與輸送，擬妥與有關機關協定各種輸送方法之綜合利用計畫。 |
| 第二部份 防災業務計畫及地區防災計畫訂定之重點 | 第四章 災害預防 |
| | 1.災害防救計畫之訂定、經費編列、執行與檢討。 2.災害防救教育、訓練及觀念宣導。 3.災害防救科技研究成果之應用。 4.治山、防洪及其他國土保全。 5.老舊建築物、重要公共建物及災害防救設施、設備之檢查、補強、維護及都市災害防救機能之改善。 6.災害防救上必要之氣象、地質、水文及其他相關資料之觀測、蒐集、分析及建置。 7.以科學方法進行災害潛勢、危險度及境況模擬之調查分析，並適時公布其結果。 10.災害保險之推動。 11.有關弱勢族群之災害防救援助必要事項。 12.災害防救資訊網路之建立、交流與國際合作。 13.其他災害防救相關事項。 |
| | 第五章災害應變措施 第二十七條 |
| | 1. 警報之發布、傳遞、應變戒備、災民疏散、搶救與避難之勸告及災情蒐集與損失查報等。 5. 危險物品設施及設備之應變處理。 6. 消毒防疫、食品衛生檢驗及其他衛生事項。 7. 警戒區域劃設、交通管制、秩序維持及犯罪防治 8. 搜救、緊急醫療救護及運送。 10. 民生物資及飲用水之供應與分配。 12. 鐵路、公路、捷運、航空站、港埠、公用氣體與油料管線、輸電線路、電信、自來水等公共設施之搶修。 13. 危險建物之緊急鑑定。 15. 災害應變過程之完整記錄。 16. 其他災害應變及防止擴大之措施。 |
| | 第六章災後復原重建 第三十六條 |
| | 各級政府、相關公共事業應依法令及災害防救計畫，實施災後復原重建，並鼓勵民間團體及企業協助辦理。 |

由表 4.10 可看出，在橋梁管理所需之防救災資訊需求，配合各單位之細部救災計畫，可透過空間分析功能迅速提供所需之決策支援，並以視覺化效果呈現，以期在最短時間內，對受災地區橋梁及相關資源有所了解，以研擬應變措施。歸納彙整可得其

主要資訊需求如下：

1. 受災地區位置、範圍標定
2. 受災區內相關救災資源查詢
3. 受災區內橋梁基本資料、檢測資料及相關照片、圖說等查詢
4. 受災區內易受災之橋梁查詢
5. 易受災橋梁快速檢測評估路線規劃
6. 受災橋梁最短救援路線規劃
7. 受災橋梁替代道路及替代橋梁規劃

救災單位須利用上述 1、2、6 項資訊以執行救災計畫，橋梁主管單位利用 3、4、5、7 項資訊執行勘災任務，期望利用最短的時間，獲得有用的資訊，以縮短反應時間，減少災害損失。

1999 年 9 月 21 日集集大地震發生後，中央大學橋梁中心於震後首日出動震後橋梁勘查隊，勘查隊行程之規劃及依據橋梁管理系統中所建立之資料，對於災區各個路線上之橋梁數目、所在位置、基本資料已有一通盤之了解，才能在最短作業時間以及有限人力物力情況下完成初步的橋梁勘查工作^[33]，供交通部進一步進行救災與復建之參考，其中勘查範圍包括台中縣、南投縣、雲林縣、嘉義縣、彰化縣等震災較為嚴重地區，橋梁共計 740 座，勘查線路包括：台 1 線、台 1 線丁、台 3 線、台 3 線甲、台 8 線、台 14 線、台 16 線、台 16 線甲、台 17 線、台 19 線、台 21 線、133 縣道、148 縣道、149 縣道、154 縣道、156 縣道。

本研究綜合上述需求，以地理資訊系統之空間分析特性，配合橋梁屬性資料，進行整合分析，探討空間資訊之應用方式，以解決傳統橋梁管理系統所難以處理之空間問題：

1. 環域(Buffer)

距離一空間物件某一定距離內的區域稱之為環域（Buffer）。

本系統利用本功能建立受災或斷層相關影響範圍，或搜尋災區周邊醫療及救災資源，此外，亦可選取受災區橋梁，以了解災害影響程度，迅速獲得災區內橋梁相關資料，以掌握橋梁現況，提供決策單位參考。

2.路網分析(Network Analysis)

交通路網連絡各地，各橋梁亦是透過交通路網加以連結，因此路網分析的目的，在於根據複雜的演算法則，以尋求資源運輸成效之最佳解。如：最短路徑(Shortest Path)。

傳統橋梁管理系統由於缺乏空間分析能力，因此無法處理替代橋梁及道路搜尋、最短救援路徑規劃、橋梁檢測路線規劃及排程，以及橋梁之可替代性分析等問題，利用路網分析功能，可對以上問題進行求解，並可將分析結果展現於地圖上，提供使用者路徑導引(Routing Guide)之功能。

綜合上述討論，地理資訊系統具有強大的地理空間資訊分析及地圖展示輸出管理功能，運用地理資訊系統可充分整合地圖及其相關之屬性資料，並將各項資訊以地圖形式作簡單易懂的方式作最佳之呈現。基於是項優點，本系統結合地理資訊系統，以提供地圖化之查詢、資訊展示及空間分析功能。使用者可直接由屬性資料查詢到所欲查詢的橋梁，並以屬性資料關聯性的觀念連結至電子地圖上，並標示出此橋梁所在位置。此外亦可利用圖面物件的位置，利用緩衝區的原理查詢出附近其他物件，包括橋梁、重要地標、救災資源....等資料。除了可得知這些物件資料以外，並可於圖上查看其地理位置。由於本系統所採用之地理資訊系統的圖形資料皆為向量式資料，因此傳輸較一般影像資料快了許多。此外，地理資訊系統的每個物件都有其位相關係，利用上述特點，可計算出兩點之間之最佳路徑。以提供用路者使用之建議參考資料。本模組利用地理資訊系統的種種優點來加以開發，包括從基本資料模組、檢測模組..等皆可直接查詢橋梁之地理位置，並在圖上明顯標示出。而在地理資訊系統模組中亦可查詢橋梁或地標附近的所有物件資料，包括重要地標、救災資源、甚至是橋梁..等訊息。同樣的利用位相關係的優點並可算出兩點之間的最佳路徑，此外亦可加入阻斷的訊息，避開阻斷的道路。以下針對本模組各項功能一一說明。

表 4.15 地理資訊模組功能簡要說明

| 代 碼 | 功 能 名 稱 | 功 能 說 明 |
|-----|------------|----------------------|
| 0 | 地理資訊系統模組首頁 | 台灣地區橋梁管理系統地理資訊系統模組首頁 |
| 1 | 基本查詢 | 利用橋梁基本資料查詢 |
| 2 | 圖面查詢 | 利用圖面物件來做查詢 |
| 3 | 路徑規劃 | 利用起訖點的地標來規劃最佳路徑 |

1.基本查詢功能說明

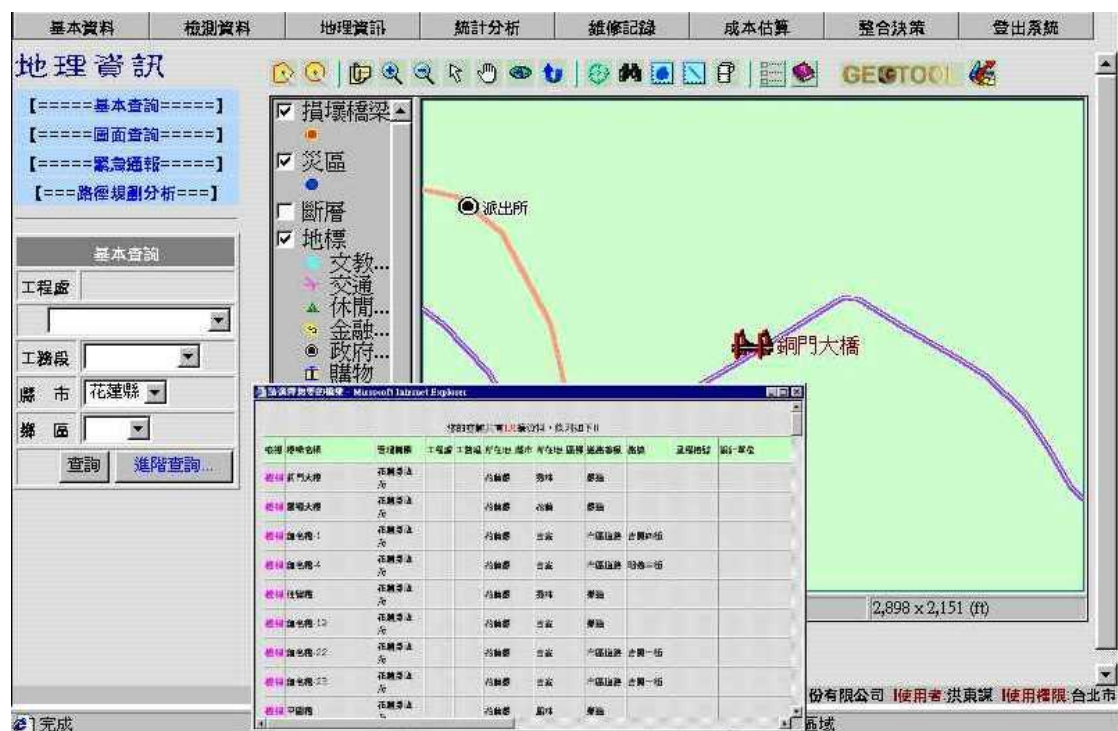


圖 4.31 基本查詢畫面

使用者可利用本模組基本查詢中所提供的查詢功能來查詢所欲找尋的橋梁，包括其基本資料及地理位置。可根據橋梁所屬的工程處、工務段及縣市查詢，本模組另亦可根據使用者的查詢條件，查詢所有符合的橋梁，找到所欲查詢的橋梁，並可檢視其基本資料及相關地理位置。

2.圖面查詢功能說明

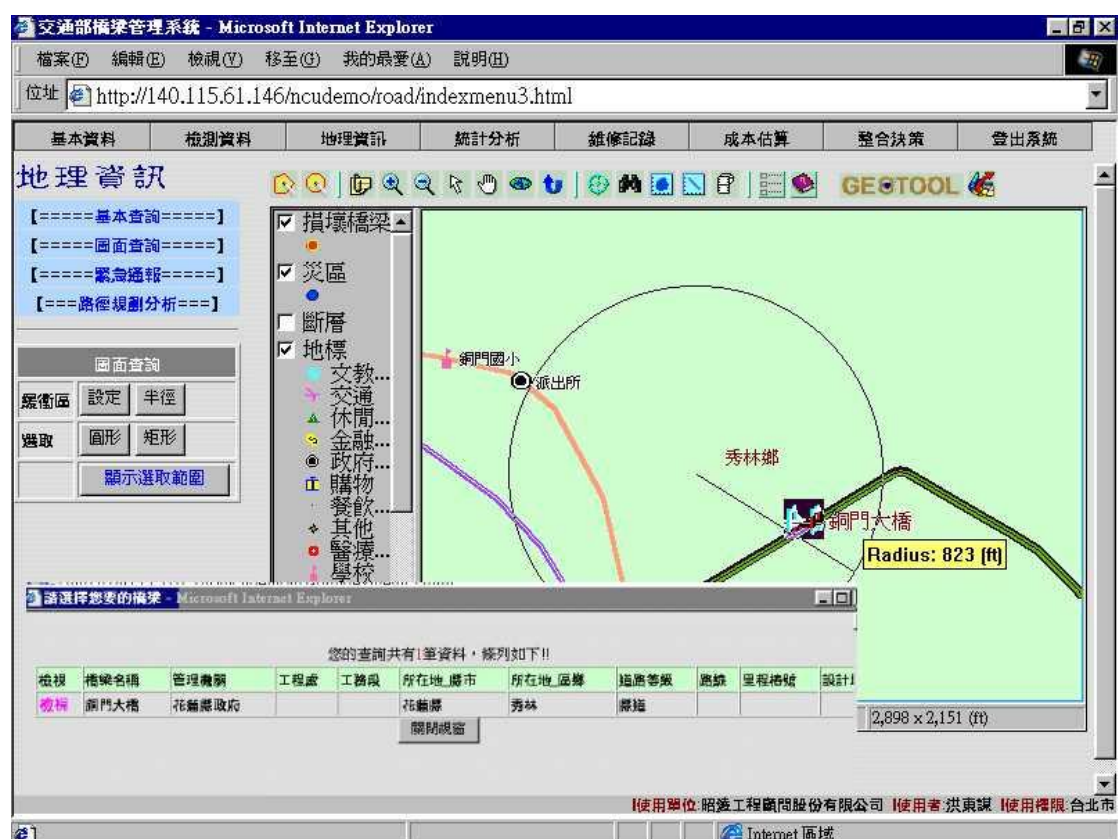


圖 4.32 圖面查詢之圓形選取畫面

利用地理資訊系統的地圖化圖形介面使用者可在圖面上圈選出一圓形區域或矩形區域，凡是包含在內的所有橋梁資料及災區資料皆可被查詢出來，同樣地亦可查詢所欲找尋的橋梁，並檢視其基本資料及相關地理位置。

另外使用者可在圖面上依不同的物件，包括地標、斷層、橋梁及災區，設定一範圍，以查詢出位於該範圍內之所有橋梁資料及災區相關資料，同樣地亦可查詢所欲找尋的橋梁，並檢視其基本資料及相關地理位置，如圖 4.33 所示。

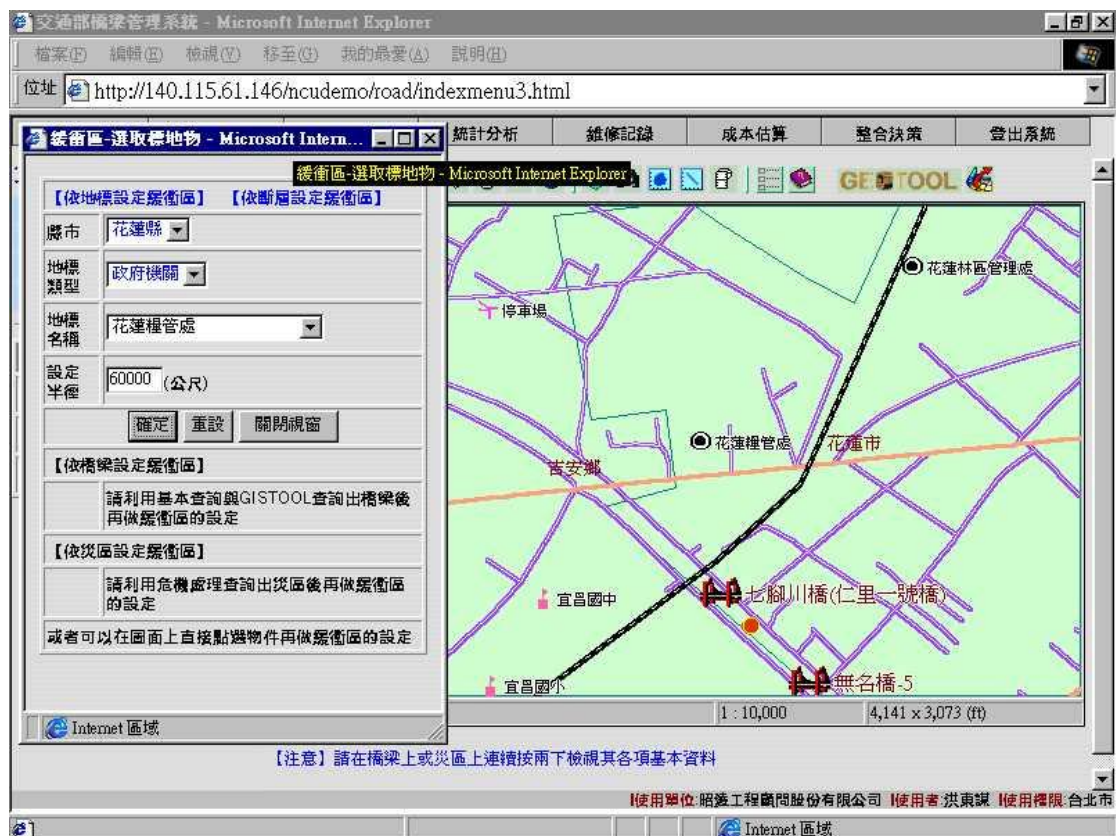


圖 4.33 圖面查詢之緩衝區選取畫面

3.路徑規劃功能說明

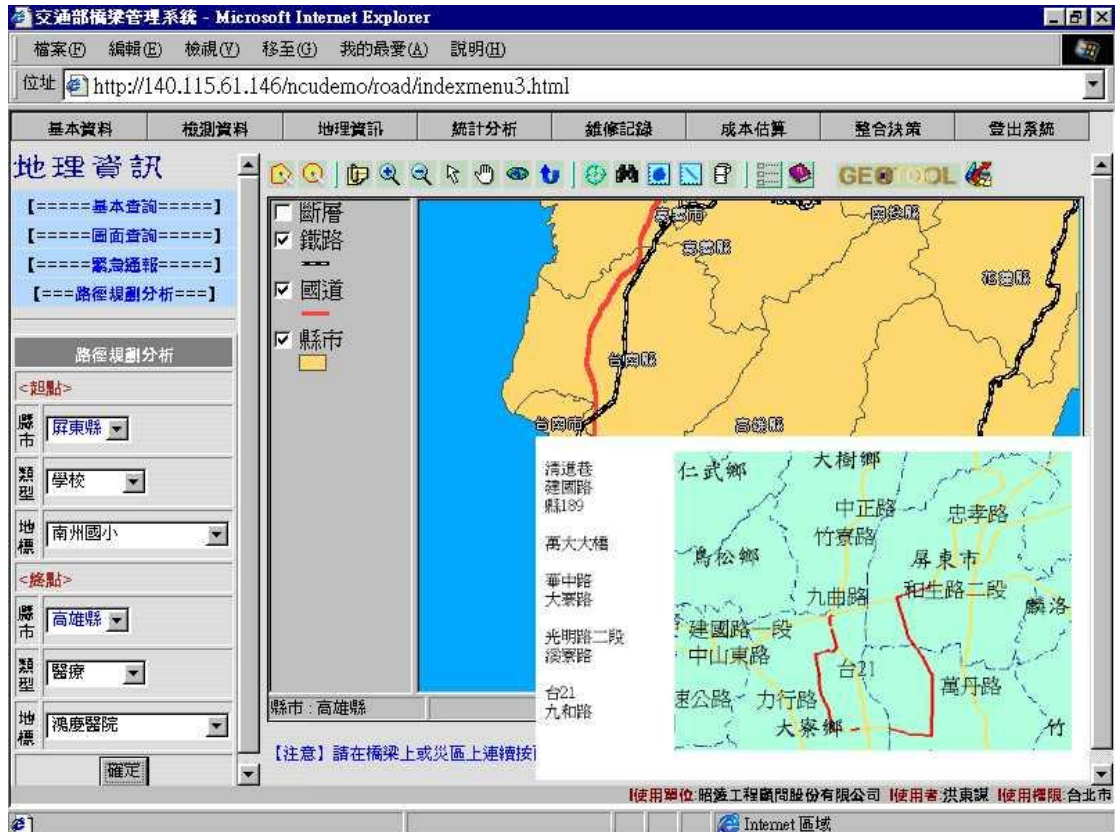


圖 4.34 路徑規劃功能畫面

此一系統功能主要在依據使用者設定之起訖點地標位置，利用系統內建之交通路網資料庫進行空間路網分析，進而提供使用者一最佳路徑之規劃。此系統功能同時並具有考慮路徑阻斷之功能，而此功能將可有效協助交通管理單位進行緊急狀況的處理，例如交通管理單位在面臨諸如橋梁毀損無法通行等狀況時，可以此功能快速進行路徑規劃分析，提供可行之替代路徑，並以地圖型式於網站上發佈，或以地圖產出方式提供其它媒體，協助管理單位進行交通之引導及舒解等；另此功能亦可協助各搶救單位規劃最佳之救援路徑，以使在緊急狀況發生後，各項必要救援資源均能在最短的時間抵達事故現場，並發揮最大之救災效能。

4.7 緊急通報模組

為使災害發生後能迅速掌握災情並予以反應，因此須藉助網路無遠弗屆的能力，使各層級使用者協助災區資訊之傳遞，故本系統建立緊急通報模組，提供單位層級與交通部之間的聯繫管道，通報方式採上網登錄之方式，於災害發生後迅速通報轄區內橋梁受災狀況，協助上級單位掌握災情，以利勘災與救災工作之推動。其流程如圖

4.35 所示。

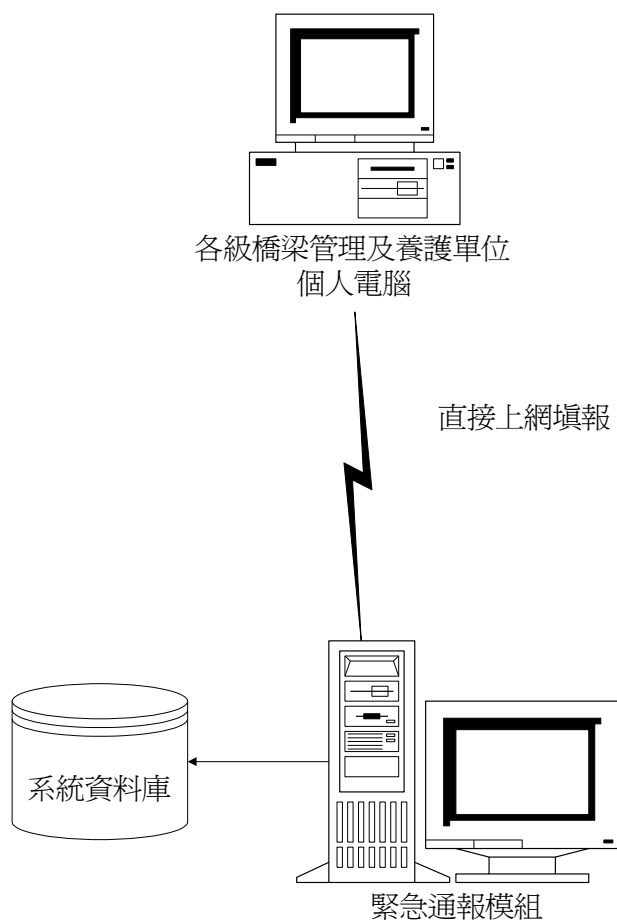


圖 4.35 緊急通報模組流程示意圖

1. 災區標定

2. 災區查詢

使用者可經由查詢視窗點選所在縣市及鄉鎮查詢相關資訊，並經由查詢視窗之結果直接點選該災區，系統便會直接將圖層更新至該災區，使用者可由圖面查詢該災區周邊資源，並藉由電子地圖內豐富的地標資料庫來做規劃各單位所需之救災資源，其地標資料庫的分類有政府機關、學校、文教體育、交通相關事業、醫療系統、金融機構、休閒場所、餐飲住宿、購物、重要地標等類。



圖 4.36 災區標定及查詢功能示意圖

3. 受損橋梁標定

使用者經由系統突顯的標定功能視窗，可選定所在縣市、所在鄉鎮系統即可自動篩選出位於本鄉鎮之橋梁，選定橋梁之後圖面便會將本座橋梁移至圖面中央，使用者可直接電子圖層上利用點選方式標定受損橋梁，系統會自動記錄受損橋梁之發生地點及座標，使用者可輸入名稱、導致原因、發生時間及狀況描述，以詳盡記錄受損橋梁資訊。

4. 受損橋梁查詢

使用者可經由查詢視窗直接顯示出全國受損橋梁，點選受損橋梁後系統便會直接將圖層更新至該災區，使用者可由圖面查詢該受損橋梁周邊資源，並藉由電子地圖內豐富的地標資料庫規劃各單位所需之救災資源，其地標資料庫的分類有政府機關、學校、文教體育、交通相關事業、醫療系統、金融機構、休閒場所、餐飲住宿、購物、重要地標等類。

上述兩項功能如圖 4.37 所示。

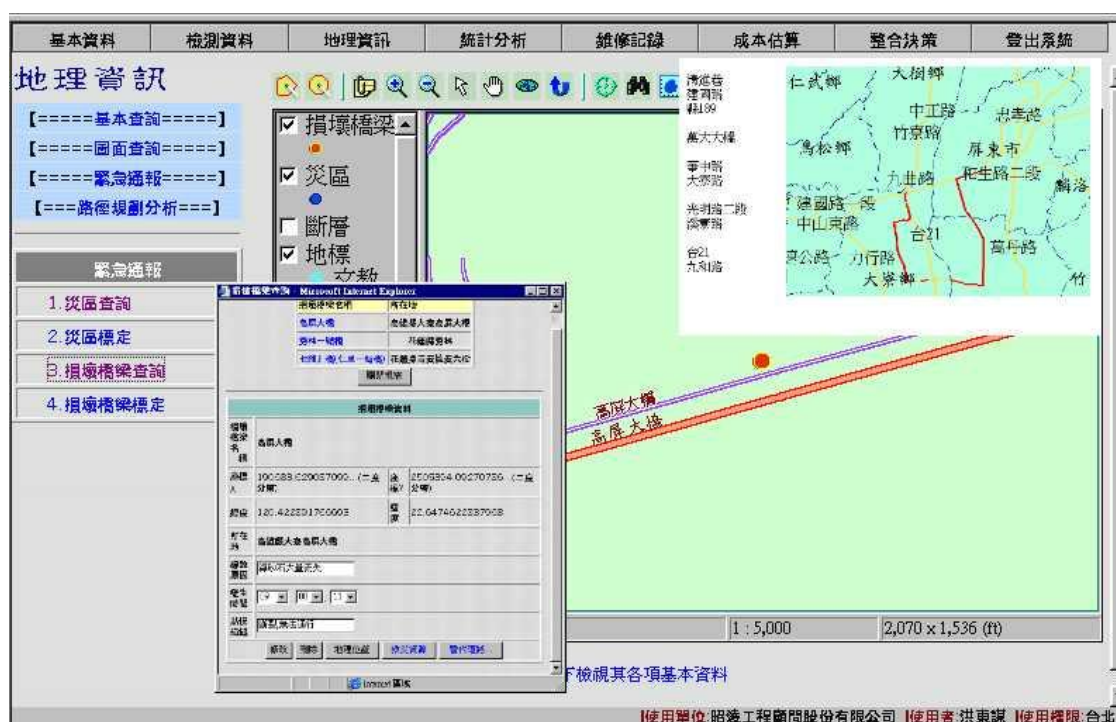


圖 4.37 損害橋梁標定與查詢之功能畫面

4.8 績效稽核模組

對於中央橋梁主管層級及橋梁管理層級而言，其轄下橋梁可能上百座甚至上千座，如何對其下屬機關之橋梁管理、維護及維修等作業進行績效之管考及稽核，為極重要之課題。經過有效的管考及稽核，可使橋梁之管理、維護及維修等作業能更加確實執行。

本模組初步提供維修稽核指標（MI）、檢測稽核指標（II）及維修預算編列稽核指標（BI）等項目進行各機關之稽核。以下即對各指標進行說明。

1. 維修稽核指標（Maintenance Index，MI）

本項指標主要是針對已完成之維修工作項目，以不同之急迫性進行分類，其指標說明如下式所示。

$$MI_i = \frac{\text{已完成維修且 } U = i \text{ 之構件總數}}{U = i \text{ 之構件總數}}$$

其中 $i=0$ 到 4

據此橋梁主管機關便可對其下屬單位，檢查不同維修急迫性工作之完成度。

2. 檢測稽核指標（Inspection Index，II）

橋梁檢測就如同人類的定期健康檢查一般，所以橋梁之一般例行性若能確實執行，就能見微知著避免由微小之損傷所造成之橋梁之整體破壞，例如：當混凝土產生裂縫，使水氣進入造成鋼筋腐蝕，減低其握裹力造成鋼筋混凝土抗彎及抗剪能力降低，進而使橋梁產生剪力及撓曲裂縫使原本產生之裂縫更加惡化。經過橋梁之例行性檢測、維護及補強作業即可避免橋梁構件劣化狀況持續惡化，使橋梁遭受破壞，對人民及社會造成衝擊。因此中央主管機關及橋梁管理機關就必須對其下屬單位之橋梁檢測作業進行有效稽核。

本模組對檢測績效之稽核採取兩種方式：針對各機關轄下已完成檢測之橋梁數及已完成檢測橋梁之橋面版總面積。

$$II_1 = \frac{\text{本年度完成檢測之橋梁}}{\text{轄下本年度應完成檢測之橋梁總數}}$$

$$II_2 = \frac{\text{本年度完成檢測橋梁之橋面版面積總和}}{\text{轄下本年度應檢測之所有橋梁橋面版面積總和}}$$

據此，中央橋梁主管層級及橋梁管理機關便可依此對其下屬機關之年度檢測績效進行稽核。其各年度應檢測之橋梁之統計篩選原則，目前乃依據橋梁管理單位建議之檢測頻率進行篩選統計年度應檢測之橋梁總數。



圖 4.38 檢測稽核指標功能示意圖

3. 維修預算編列指標（Budget Index，BI）

橋梁之檢測、維修應為一常態性之工作，亦即必須依照各管理單位所規定之檢測頻率進行檢測，且於檢測完畢亦須對橋梁破損、劣化構件進行維修工作。因此，各管理單位應逐年編列預算進行轄下橋梁之例行性修復，延長橋梁壽命及提高其服務水準，以保持橋梁之通暢。而中央橋梁主管層級之使用者，便可依此功能，對其下屬機關所應編列之預算進行判斷其預算編列是否合理。

上述所謂“應編列之預算”，於本系統中乃採一概算之方式，主要概算之方式

乃是以橋面版面積為計算單位，單價範圍如表 4.16 所示，。

表 4.16 維修預算編列指標概算單價表

| 範圍 | 單價 單價（新台幣/m ² ） |
|-------------|-------------------------------|
| 橋齡>30 年 | 500 |
| 20 年<橋齡≤30 | 400 |
| 5 年<橋齡≤20 年 | 200 |
| 5 年<橋齡 | 100 |

而預算編列稽核指數之計算如下式所示。

$$BI = \frac{B_1}{B_2}$$

B_1 =管理機關所實際編列之預算

B_2 =概算該管理機關所應編列之預算，其中不同橋齡所需編列之維修單價為建議值，有待進一步的討論確定。

據此，中央橋梁主管層級便可稽核其下屬單位各年度預算之編列是否足夠，以確保各管理機關皆編列有合理之預算進行橋梁之維護、檢測及整建之費用，以提高全國橋梁之服務水準及使用年限。本功能示意圖如圖 3.39 所示。



圖 4.39 預算編列指標功能示意圖

4.9 參數更新模組

為使本系統各模組所使用之參數能夠適時更新，使用者可使用本模組功能以適時更新系統參數，使各模組中運算時所使用之參數能夠適時反應現況，使輸出的結果能更加的正確。本模組使用權限應嚴格限制，僅能由系統管理者依據不同之調查結果及研究結果修正本系統所使用之參數，以免本系統之參數更動次數過於頻繁，讓使用者因參數更改而須重新輸出各項模組之報表或圖表。而當系統管理者進行相關參數之更改時，亦須同時以公文或電子郵件等方式通知所有使用者變動之參數及變動之原因，以利使用者後續之輸入、編輯、輸出及分析等作業。

本模組提供之功能如下所述：

1. 設定系統參數

(1) 新增使用者帳號

系統管理者可透過本功能之圖形界面，迅速及便捷地新增使用者，並設定其權限、權限範圍、使用單位、使用者名稱、帳號、密碼、連絡電話及電子郵件位址等相關資訊。

(2) 使用者帳號管理

透過本功能可刪除、及修改使用者之各項資料，並可直接點選使用者登錄之電子郵件位址即可通知該使用者帳號之各項異動。

上述二項功能示意圖如圖 4.40 所示。



圖 4.40 設定系統參數功能示意圖

2. 新增、查詢、修改及刪除基本資料欄位

系統管理者可經由本功能，對系統資料庫中基本資料欄位之選項進行新增、查詢、修改及刪除，以增補基本資料庫之欄位選項不足之部份，且可對其進行編修，使基本資料庫之欄位選項能更符合各單位之描述。上述功能示意圖如圖 4.41 所示。



圖 4.41 設定基本資料參數功能示意圖

3. 新增、查詢、修改及刪除維修工法參數

系統管理者可經由本功能，登錄新的維修工法以充實 D.E.R.&U.維修工法建議表之內容。經由本功能維修工法單價之編修，調查分區之各季維修工法單價更新至資料庫中，使維修成本估算模組之估算結果能更加趨近於實際工程成本。系統中單一維修工法之單價分區為：北區、中區、南區、東區及離島區。上述功能示意圖如圖 4.42 所示。



圖 4.42 設定維修工法參數功能示意圖

4. 構件權重設定

本系統中之橋梁構件狀況排序及橋梁狀況排序之統計分析，須考慮 21 項構件對橋梁之重要性權重以計算個別指標進行排序，當構件對橋梁之權重有必要進行改變時，系統管理可透過本功能進行構件權重修改，以重新計算上述之排序指標。上述功能示意圖如圖 4.43 所示。



圖 4.43 構件權重功能示意圖

4.8 整合性決策模組

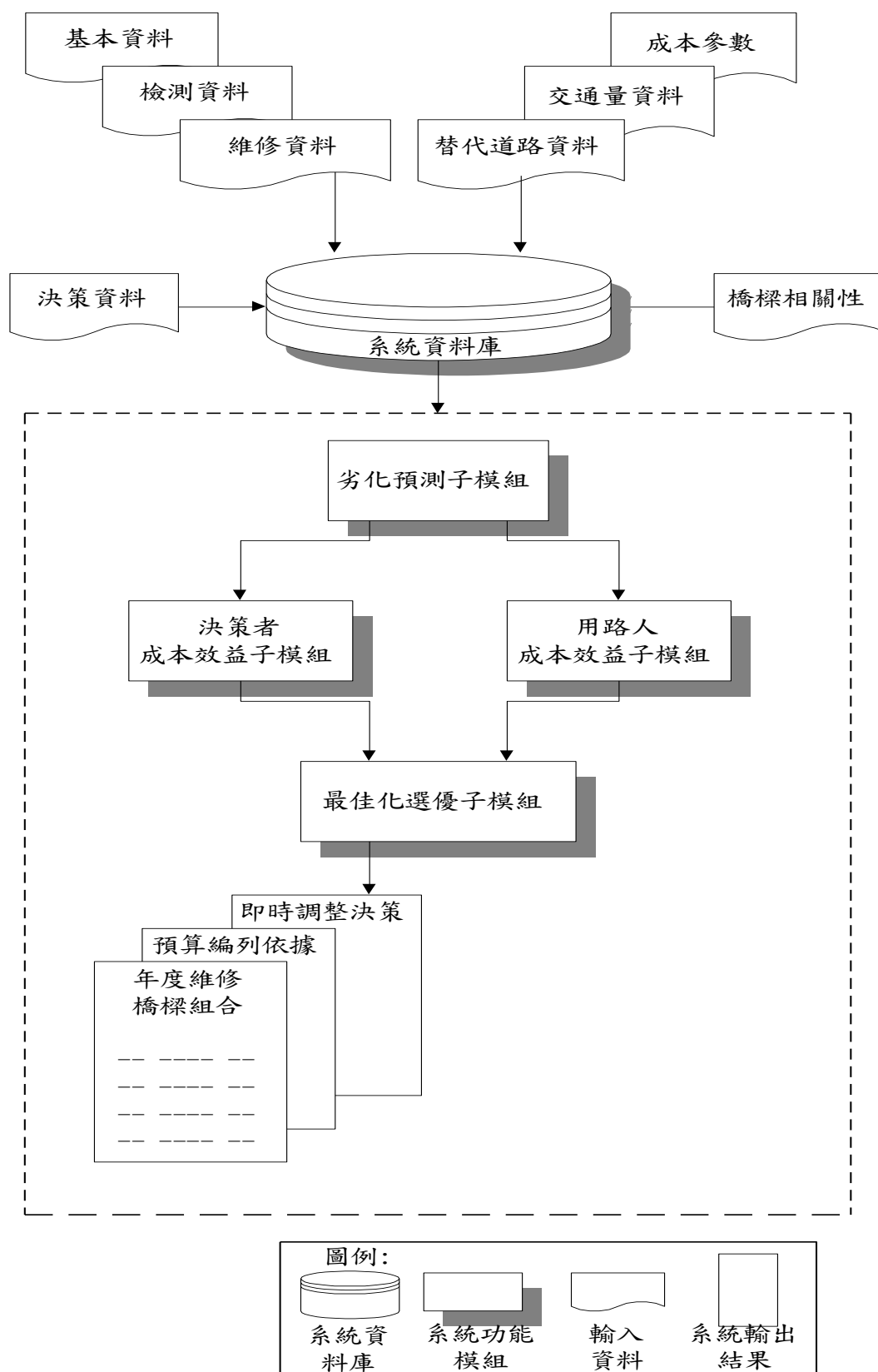


圖 4.44 整合性決策模組基本圖

欲建立一個完整的橋梁管理系統，首先必須針對系統內所有橋梁做一總體檢，當具備完整的橋梁資訊後，才可進一步執行維修管理的工作。在橋梁管理系統中，維修工作的評選，對於系統績效的影響甚鉅。如何在有限的預算下，分配予系統需要維修之橋梁進行工作；亦即有效運用有限資源，以達整體最大效益，故產生了整合性決策模組。而實際上，關於整體最佳化決策的內容，則包括了「劣化預測模組」、「決策者成本效益子模組」、「用路人成本效益子模組」、以及「最佳化選優子模組」這四個部分。其中每個模組都有其獨立的功能，但模組間亦有共通的資料在流動，主要根據決策者所欲達成之目標，輸入部分必須資料，再由各模組逐次產生模組內自生資料，最後提供最佳化選優子模組作為規劃評選的依據。圖 4.44 所示為各模組間之作業流程。

由圖中可知大略流程為：首先根據構件檢測結果，檢測人員提出建議之維修方案紀錄於資料庫中，同時若存在建議之改善方案亦可一並提出，且利用專家判斷進行維修工作後可恢復之等級，此時便進入劣化預測模組，針對構件未來劣化速率，以機率的觀點，利用馬可夫鏈進行預測的動作；接下來便將劣化預測結果提供決策者成本效益模組做為輸入資料，評估目前執行維修工作與未來構件狀態之相關性，同時配合資料庫中相關維修工法所需工程款及匯率之變動，針對構件目前是否進行維修工作所可能產生未來之成本進行預估，以節省未來所需付出成本做為決策者成本效益子模組評估效益的指標。

另一方面，同時將檢測構件狀態及劣化預測的結果整合成以橋梁為單位，同時收集交通量、以及各項成本函數（每意外之平均成本、旅行時間成本）做為用路人成本效益子模組的輸入資料。藉此模組便可根據橋梁是否執行工作而評估所可能產生之用路人成本，同樣對稱於決策者成本效益模組，將未來所能節省之成本做為效益的指標。將決策者及用路人模組所產生之效益結果加總，提供最後的最佳化選優子模組作為評選維修橋梁的依據，同時經由資料庫中進行維修工法所需直接工程款計算橋梁維修總成本，在所假設之預算下，進行橋梁工作組合最佳化的選擇，同時亦可提供將來決策者編列預算的依據。以下則針對同時影響四個模組之重要參數做一定義，並將各模組在其後逐節詳細加以說明。

1.重要參數定義

（1）決策期

目前橋梁養護工作經費採一年一審制，甚至撥發下來的預算亦可能有挪用的情形。以一個完整的橋梁管理系統而言，我們希望能由一整體規劃的觀點出發，在一

既定決策期內針對總體效益做審慎評估，故設定一決策期的時間向度，在決策期中利用數學規劃的方法評選最佳的橋梁工作組合，以期在有限資源下獲得最大效益，同時可反向做為長期規劃編列預算之依據。

(2) 效益期

決策者站在規劃的觀點，除設定一決策期作為決策之時間向度外，另須針對所欲決策之橋梁設定一效益期的時間向度。其目的主要是評估自執行決策開始，未來在此一時間向度內所能產生之效益，以作為選取最佳維修組合的依據。

(3) 預期恢復等級

為使橋梁維持一定之服務水準，在此針對橋梁欲達要求之服務水準下所必維持之等級定義為橋梁需維持之預期恢復等級（同樣依據 DER 評分等級設計）。在進行整合規劃之前，建議透過專家依據其經驗及專業素養判斷，在橋梁欲維持基本安全及服務性的條件下，設定各構件所須維持之基本狀態等級。而在決策者成本效益模組中，則將其引用作為效益期最終年各構件所欲恢復之基準。

4.8.1 橋梁構件劣化預測模組

1.概述：

『劣化預測模組』是針對系統中各橋梁所屬的構件所做的劣化預測。根據構件的類別、橋梁檢測的歷史資料及基本的物理資料、利用相關的數學理論所建構。模組所推估的橋梁構件劣化預測為最佳化模組長期規劃的所參考的重要項目。

2.模組構建步驟：

本模組主要是採用馬可夫鏈的方法，配合統計學上的機率分配建立劣化狀態的轉置矩陣，藉以推估構件在未來的劣化程度。其主要理論建構步驟詳述如下：

(1) D.E.R.檢測：

橋梁構件的 D.E.R.評估準則共包含 D、E、R、U 四項，即將橋梁構件劣化的情形分為嚴重程度(Degree:D)、劣化範圍(Extend:E)、此種劣化現象對橋梁

結構安全性及服務性的影響(Relevancy:R)以及代表維修急迫性指標(Urgency:U)四部份加以評估。

而進行橋梁構件評估時，將 D.E.R.及 U 分成 1-4 個層級由橋梁檢測人員加以審慎評估。若各構件的評估值為 0，則有其特別的代表意義，通常檢測人員應將此特殊現象回報主管機關或系統管理單位。由主管單位或系統管理單位再行確定其檢測值。表 4.17 即為 D.E.R.U.的基本評估原則：

表 4.17 D.E.R.U.之基本評估原則

| | 代表意義 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|------------|------|---------------------|------|------|--------|
| D | 嚴重程度 | 無此項目 | 良好 | 尚可 | 差 | 嚴重損壞 |
| E | 劣化範圍 | 無法檢測 | < 10% < 30% < 60% < | | | |
| R | 安全性及服務性的影響 | 無法判定 | 微 | 小 | 中 | 大 |
| U | 維修之急迫性 | 無法判定 | 例行維護 | 3 年內 | 1 年內 | 緊急維修處理 |

而本模組目前所使用僅 D.E.R.檢測中的 D 檢測值，做為後續模組預測構件劣化的主要依據。主要考量如下：

以預測方面而言，根據文獻[15]，D 檢測值較 E 和 R 檢測值更能適用於本模組的預測形態。特別是 R 值的檢測，牽涉較多的人為主觀判斷，故預測上偏差更為明顯。

而就整合性決策模組所提供的功能而言，除了構件劣化與維修的成本考量外，亦包含了用路人的成本考量（於用路人成本模組中考量）。故對於服務性和安全性的已有類似的功能考量。

另外，為適用本模組，所有的橋梁構件之 D.E.R.檢測均應間隔固定年期進行檢測（一般固定檢測期建議為 2 年），以便劣化預測的推估。

(2) 馬可夫鏈：

因為橋梁構件劣化的趨勢為一機率性的環境，即對於未來劣化的程度為

不可預知狀態。在機率環境中，無論是試驗或是觀察，都會得到不同的現象或結果。而每次得到的結果的機會均會不盡相同。如果此種試驗連續進行多次，更無法確知未來發生的狀態。此一連串的過程即稱為機率過程（stochastic process）。

本模組以『馬可夫鏈』為主要方法。馬可夫鏈即為機率過程的一種，係由俄國數學家 A.A.Markov 於 1807 年所提出。它的優點在於可以將長期的歷史資料轉化為機率形態，對未來進行預測。同時可將長期的資料以數學理論加以合併，一方面減少資料量的儲存，另一方面也可以藉由大量的歷史資料將機率狀態趨於穩定。

以本模組所應用的馬可夫鏈形式敘述如下：

歷史資料中的構件 D.E.R. 資料已在前節論述可分為 1~4 四級，最佳狀態為 1，最差狀態為 4。而橋梁的自然劣化機率，在一般的情形下，均為隨著時間增加而逐步變壞（即 D.E.R. 值逐漸升高），因此，根據歷史資料可模擬出自然劣化預測的情形如圖 4.45 所示：

圖 4.45 為某橋梁之單一構件之自然劣化表示圖。橫向代表時間趨勢。以本圖而言，模擬的時間為第一期到第五期。「期」的定義即為檢測時點，故第一期即為該構件進行第一次檢測的時點，餘下類推。縱軸表示構件等級，於本模組中，即建議以 D 值做為構件等級代表值。

圖中代表自然劣化狀況，即構件狀態自本期檢測至下一期檢測時均有可能持平或更加劣化。而劣化或持平的機率於圖中以節線表示。每一條節線均可以依歷史資料校估出其變化的機率，以機率來代表未來劣化狀態的可能情形。

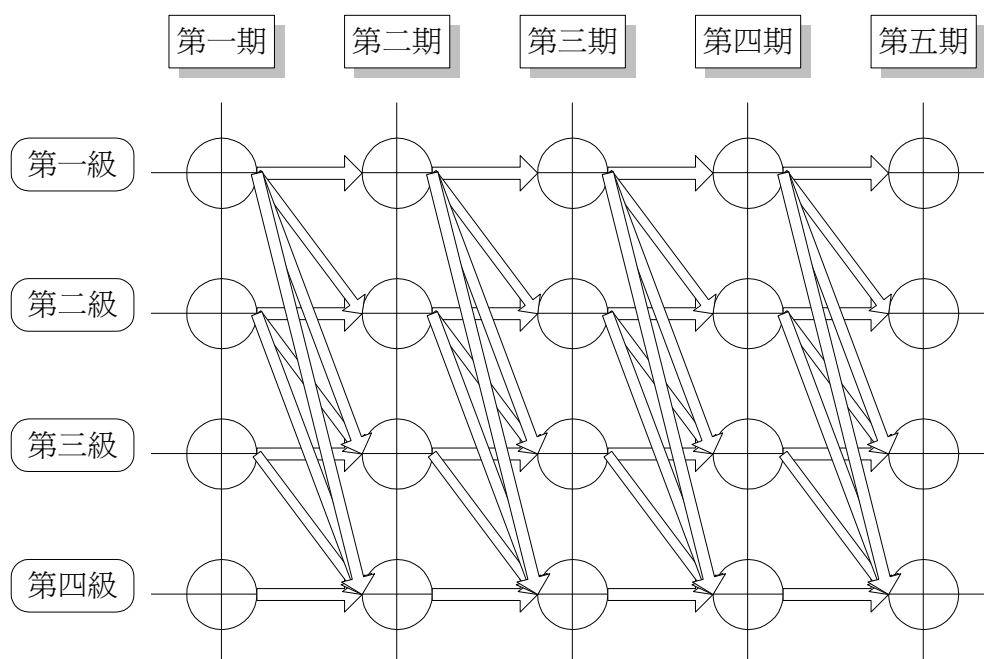


圖 4.45 構件自然劣化預測模擬示意圖

而由於未來的狀態為已知且固定範圍的變動，故未來所有狀態的機率值之和為 1。以本計畫所使用的 D.E.R. 檢測為例，狀態最佳至最差共為四級；因此，當時間由第 N 期轉變至第 $N+1$ 期，一個第 k 級的構件轉變為第一級、第二級、第三級以及第四級的機率總和為 1。

(3) 橋梁分類：

針對不同橋梁所處的地理環境、人為因素等條件可能有不同的破壞情形，相同分類下的橋梁具有較類似的劣化行為。

由於分類因素係將劣化規律相似的橋梁進行集群，故以客觀角度而言，分類項目的選定應該由長期的檢測資料加以統計分析，再配合具有工程和檢測經驗的人員進行評估。

因國內普查資訊尚未充足，本模組參考相關文獻，建議分類因素以物理性質為主。分項目應包含以下三種：

A. 氣候：

根據橋的所在地，分為北部、中部、南部氣候等三種。以表 4.18 是台灣各行

政區之氣候歸屬：

表 4.18 行政區氣候分類一覽

| 氣候別 | 行政區 |
|------|--------------------------|
| 北部氣候 | 台北市、桃園、新竹市、苗栗、宜蘭縣 |
| 中部氣候 | 台中市、彰化、雲林、南投、花蓮縣 |
| 南部氣候 | 嘉義市、台南市、高雄市、屏東、澎湖 台東縣 |

B. 交通量載重：

交通量為橋梁結構體所承受的主要載重，亦為橋梁構件劣化的可能主因之一。本模組主要依據每日交通量(ADT)決定，目前以 ADT 量分為四級。

表 4.19 ADT（每日交通量）分類一覽

| 級別 | 第一級 | 第二級 | 第三級 | 第四級 |
|-------|-------|----------|-----------|---------|
| ADT 量 | 0-500 | 500-1500 | 1500-5000 | 5000 以上 |

目前各橋梁所屬道路之交通量統計資料尚未完全建立，本模組暫且以道路等級作為替代的分類項目，待日後完成全面性的交通量普查之後可再進行修正。

C. 橋齡：

以 20 年為區隔，在平均 60 年橋梁生命週期中分為三級：即 1～20（年）；21～40（年）；和 41 年以上。

下表即為分類項目一覽表。根據此種分類方式共可產生 36 個分類群組。

表 4.20 分類項目一覽

| 類別 | 等級 | | | |
|----------|--------|-----------|-----------|---------|
| | 北部氣候 | 中部氣候 | | 南部氣候 |
| AADT (輛) | 500 以下 | 500-1500 | 1500-5000 | 5000 以上 |
| 橋齡 (年) | 20 年以下 | 21 年-40 年 | | 41 年以上 |

(4) 構件損壞分類標準：

橋梁主要的構件分類，根據前述的『基本資料模組』，共分為 20 項。而各項構件的劣化情形則以『D.E.R.檢測』分類加以判斷其狀態。每一構件根據不同的狀態可規劃為四級，以數字 1-4 表示。其中，1 為最優狀態，視為無任何破壞現象或全新構件；4 則代表最差狀態。

(5) 檢測資料收集：

由於鑑定的工作和檢測員的經驗關係甚大。故建議由檢測員回報構件的劣化情形，再由系統統一分類。以避免因為檢測員的經驗不足或過度的主觀判斷而造成回報狀態標準不一的情形。倘若於實務上執行不易，也應培訓具備專業和經驗的檢測人員進行檢測工作。

同一構件的劣化情形至少要有兩次的 D.E.R.檢測資料，並事隔一檢測期（建議兩年）進行檢測。

(6) 轉置矩陣構建：

轉置矩陣包括原始的數量矩陣，以及經由統計所推導的機率轉置矩陣。說明如下：

圖 4.45 為一虛擬的數量矩陣形態：數量矩陣的列位狀態值代表第一次檢測時所得的檢測值，欄位狀態值則代表第二次檢測時所得的檢測值。依據前述的橋梁分類準則，以及相鄰兩期檢測資料，即可進行相同事件的累計。圖 4.46 中的「22」即代表構件第一次檢測期為「1」，而第二次檢測期同為「1」的相同事件共 22 筆。

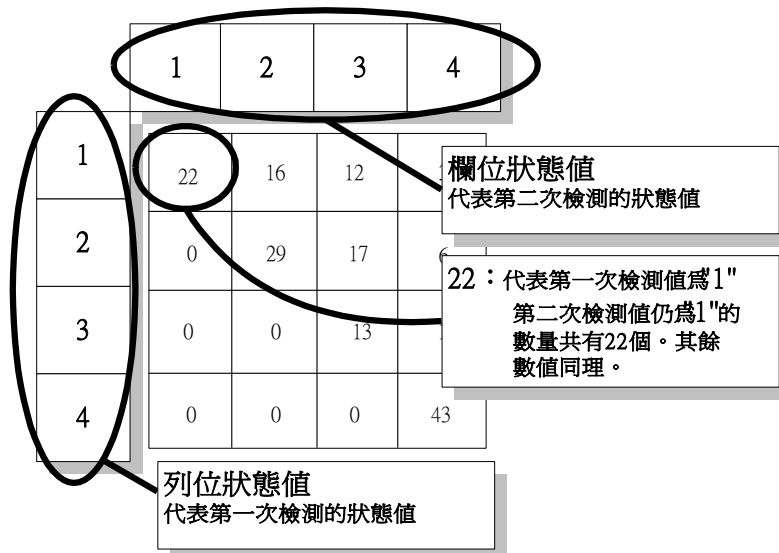


圖 4.46 數量矩陣示意圖

數量轉置矩陣可根據統計學上的分配而轉換為機率轉換矩陣。考慮初期資料蒐集量不足，可採行如下方法：

A. 樣本數大於 30，採用 Poisson 機率分配法。

Poisson 分配的機率方法如下：

d : 構件本期狀態值

d' : 構件經過一檢測期所檢測之狀態值

S : 構件分類名稱

$n_{S d/d'}(k)$: 初始狀態 d 於下一期變為狀態 d' 的數量

$p_{S d/d'}(k)$: 初始狀態 d 於下一期變為狀態 d' 的機率

k : 維修方案編碼，為 0 時表示不採行任何維修即任其自然劣化。

$$\mu'_s = |d_s - \mu_s|$$

$$\mu_{sd} = \frac{\sum_{d'} \binom{n_{sd/d'}}{d'} \times (d')}{\sum_{d'} n_{sd/d'}}$$

$$p_{sd/d'}(k) = \frac{\left(e^{-\mu'_s} \times \mu'_{s|d-d'} \right)}{((d-d'))!}$$

B. 樣本數不足 30，可採用機率頻率分配法。

機率頻率分配法即利用各狀態樣本數除以總樣本數，所得的機率值。公式如下：

$$p_{s/d'}(k) = \frac{\binom{n_{s/d'}}{k}}{\sum_{d'} \binom{n_{s/d'}}{k}}$$

以上轉置矩陣的建立方法可適用於前述所提天然劣化以及經過工法維修後的劣化狀態預測。

3. 模組系統資訊：

本模組的功能主要是將橋梁構件的檢測資料，配合上橋梁和構件的特性加以分類，最後藉由統計方法導出劣化預測的轉置矩陣。最後以此轉置矩陣作為後續模組在劣化推估方面的依據。

本模組建立流程，如圖 4.47 表示：

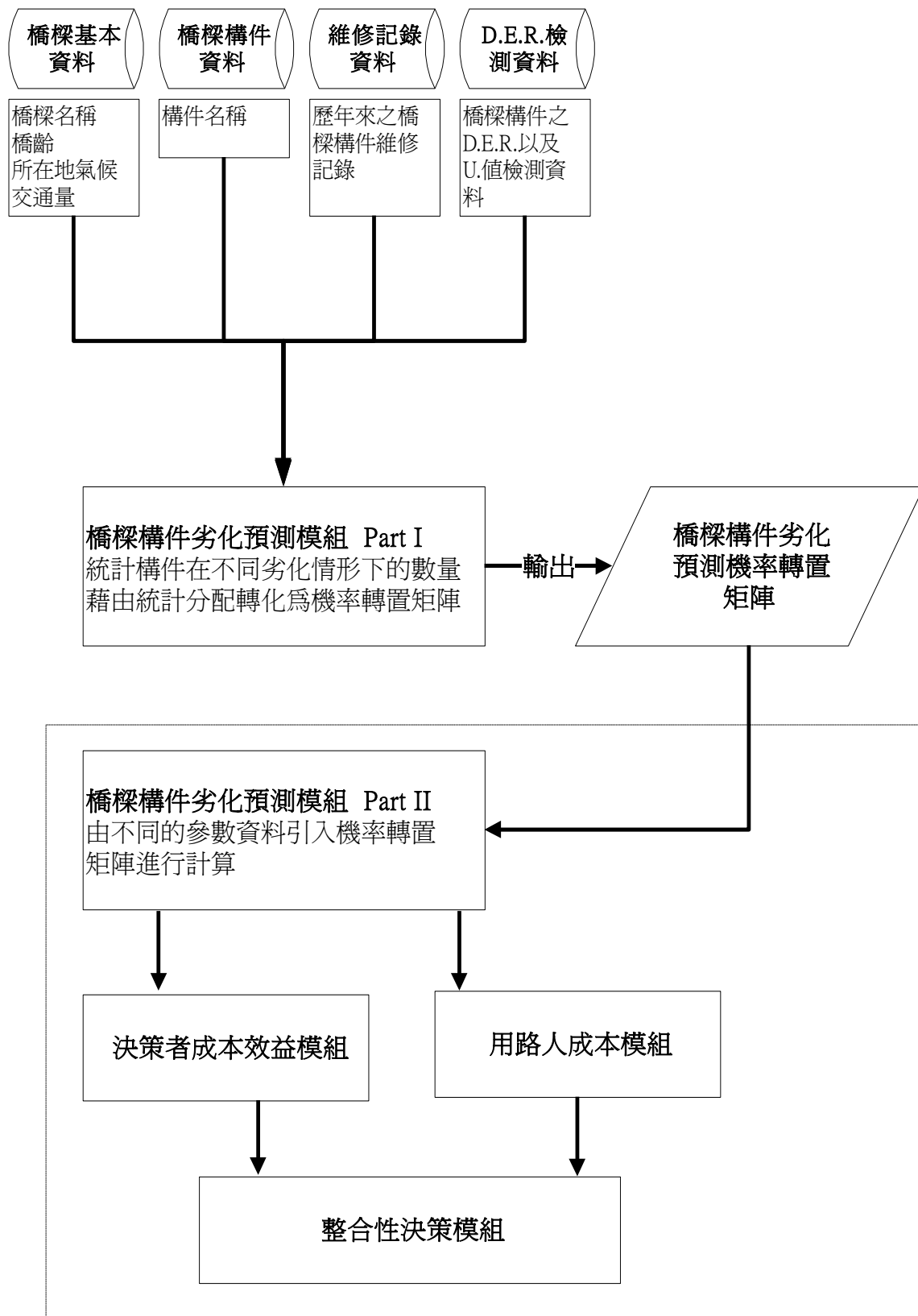


圖 4.47 模組系統架構流程圖

如上圖所示，本模組共分為建構(Part I)和使用(Part II)兩部份。建議將第一部份的

功能納入系統管理部份，由系統管理者間隔一段時間，例如一月或一季，進行資料的更新工作。其優點如下：

- A. 藉由中央系統的控管可以將眾多的橋梁檢測資料進行劣化預測的分析。校估出的數據將更具代表性。
- B. 由中央系統負擔大部分的計算，節省網路操作的時間和系統負擔。
- C. 由中央系統控制資料進出，可有保護系統及資料規格統一的益處。

4.模組輸入輸出資訊

以下為構建本模組 Part I 所需要的輸入資料：

表 4.21 構建模組輸入資料(Part I)

| 項目 | 說明 |
|----------|--|
| 橋梁基本資料 | 此處以供作分類的資料為主，包括橋梁所在氣候區、交通量、橋齡三項。 |
| 橋梁構件資料 | 橋梁上的構件項目，如橋面板、橋墩、橫隔樑等 20 項。以作為分類的依據。 |
| 構件維修資料 | 橋梁各構件的維修歷史資料。項目包含維修構件名稱、維修年度、維修工法。 |
| DER 檢測資料 | 針對每一構件需要有兩次以上 D.E.R.檢測值（四級），並相鄰檢測其時間固定為佳（建議相隔時間為兩年）。 |

而本模組 Part I 構建完成後，經由系統操作後，主要功能即提供 Part II 部份輸入資料，其中包括如表 4.22 所示：

表 4.22 使用模組輸出資料(Part I)

| 項目 | 說明 |
|--------|--|
| 機率轉置矩陣 | 經過統計分析所得的數據。對於未來可能的劣化程度以機率分布的方式表示。 可供作劣化評估的重要依據，亦可提供決策者方案評選的參考。 |
| 劣化期望矩陣 | 將矩陣的機率進行換算而得。主要用於『用路人成本模組』的交通量及風險推估。 |

本模組的 Part II 是將 Part I 所導出的資料進行引入及計算，而使用 Part II 的資料如下表 4.23 所示：

表 4.23 使用本模組 Part II 輸入資料

| 項目 | 說明 |
|---------|--|
| 橋梁基本資料 | 此處以供作分類的資料為主，包括橋梁所在氣候區、交通量等等。 |
| 橋梁構件名稱 | 本模組再進行劣化預測時以單一構件為考量，以構件名稱確定。 |
| DER 檢測值 | 現期的 D.E.R.U.檢測值（四級），做為劣化開始的數值。 |
| 機率轉置矩陣 | 經過統計分析所得的數據。對於未來可能的劣化程度以機率分布的方式表示。 可供作劣化評估的重要依據，亦可提供決策者方案評選的參考。 |
| 劣化期望矩陣 | 將矩陣的機率進行換算而得。主要用於『用路人成本模組』的交通量及風險推估。 |

4.8.2 決策者成本效益子模組

1.說明

本模組主要用於決策者進行維修橋梁評選過程中有關決策者成本效益的計算。在維修紀錄模組中建有不同橋梁中各種構件之資料庫，每種構件皆可由型式與材料清楚區分，而針對每一種構件有四種劣化狀態描述各構件可能的損壞情形，使檢測人員在現地執行檢測作業時，能有具體之依據協助其評估橋梁損壞情形，記錄構件劣化之狀態。檢測人員將記錄之結果紀錄於資料庫中，決策者依此資料以維持構件於安全等級為前提下，考慮橋梁之長期利益，進行決策者成本效益之評估。此點乃是與傳統橋梁檢測中直接由檢測人員建議維修項目有所差異之處。橋梁之改善方案包括針對結構性的損壞所進行之維護、修補與整建（Maintenance, Repair, and Rehabilitation），以及針對功能型缺陷所做的改善方案（Improvement），如拓寬、提高垂直淨空等，此乃基於提昇橋梁整體服務之方案。決策者自行選擇欲進行評估之橋梁，進一步根據檢測人員所記錄橋梁各構件現況之資料，交由系統計算即可得。

在成本估算中有所謂維修工法表，係依據各檢測項目，分別調查其較常發生之損壞現象，分析其所須之維修方法。由於各項工法所須之維修資源之數量與單價常因地域性的差異、環境因素、工作時間長短等而有所改變，故維修工法成本分析資料除可運用過去之經驗加以建立之外，更需事實進行工率調查、市場訪價等作業，方能使系統之估算成本符合實際需求。在本模組中有關成本估算之觀念為考慮決策橋梁中所有經檢測結果得知須維修之構件，在不同決策年評估整個效益期內進行維修方案所須之維修成本，與構件目前不進行任何維修方案下整個效益期內所產生的維修總成本，兩者相差之成本值即為橋梁在不同決策年內對構件進行維修方案所能節省之成本。由於檢測工作需每年進行，故橋梁各構件由原先狀態等級經一年後劣化至各狀態等級皆為一機率值，此機率值可由劣化預測模組中透過馬可夫鏈得到。

就決策者規劃之觀點，整座橋梁之效益期通常為數十年（本模式為十年），各構件根據前一年之狀態等級、是否進行維修方案、維修方案內容而使構件在該年狀態等級機率不同。換言之，即構件本身之狀態等級、決策者決定進行之維修方案會造成下

一年狀態等級機率之差異。同一狀態等級所進行之維修方案不同，下一年發生各狀態等級之機率會不同；構件目前在不同等級狀態下即使進行相同之維修方案，亦會造成下一年發生各狀態等級之機率亦不同。下列即為有關橋梁效益評估期內維修方案節省成本計算：

式(1)表示在不同決策對該構件進行維修工作後在橋梁效益評估期內所產生的總成本。等號右邊第一項表示構件在不同決策年時間點上，根據決策者所建議之維修方案在維修工程表中所對應出工程成本（可視為直接成本）與不同等級機率之乘積，等號右手邊第二項為構件進行維修方案後在效益期最終年於各狀態等級提昇至預期恢復等級之構件等級平均轉換成本加總後，再乘上決策者所預測可能發生各種狀態等級之機率。

計算維修成本上所採用之公式為式(1)：

$$D_{s,d,\theta_1,\theta_2}^{t2}(t1) = \sum_{d_1} P_{s,d,d_1}^{1,t1} C_s(d_1, \theta_1) + \sum_{d_2} P_{s,\theta_1,\theta_2}^{t1,t2} V_s(d_2, \theta_2) \quad \text{式(1)}$$

$$D_{s,d,\theta_2}^{t2}(0) = \sum_{d'} P_{s,d,d_2}^{1,t2} \times V_s(d_2, \theta_2) \quad \text{式(2)}$$

$$B_s^{t1} = D_{s,d,\theta_1,\theta_2}^{t2}(t1) - D_{s,d,\theta_2}^{t2}(0) \quad \text{式(3)}$$

$$B^{t1} = \sum_s B_s^{t1} \quad \text{式(4)}$$

$t1$ ：橋梁於第 $t1$ 年進行維修工作

$t2$ ：效益期

$D_{s,d,\theta_1,\theta_2}^{t2}(t1)$ ：構件 s 於第 $t1$ 決策年由初始 d 等級狀態因進行維修工作後提昇至 θ_1 等級狀態，之後繼續劣化，最後於 $t2$ 年提昇至 θ_2 等級狀態之工程成本（淨現值）。

$D_{s,d,\theta_1,\theta_2}^{t2}(0)$ ：構件 s 於第 $t1$ 決策年由初始 d 等級狀態不進行任何維修工作，最後於 $t2$ 年提昇至 θ_2 等級狀態之工程成本。

$P_{s,d_1,d_2}^{t_1,t_2}$ ：構件 s 於第 t_1 決策年處於 d_1 等級狀態，經自然劣化於第 t_2 年處於 d_2 等級狀態之機率。

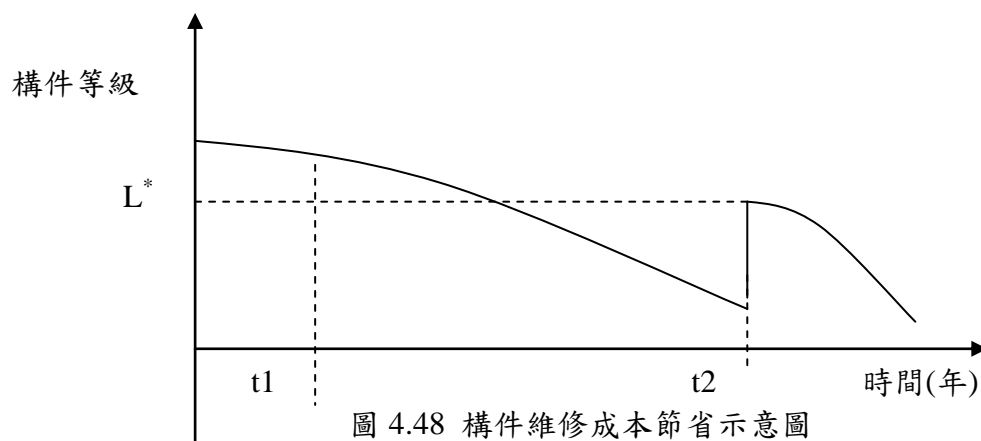
$C_s(d_1, d_2)$ ：構件 s 在 d_1 等級狀態下進行維修工作提昇至 d_2 之工程成本（淨現值直接成本）。

$V_s(d_1, d_2)$ ：構件 s 由 d_1 等級狀態下提昇至預期恢復等級 d_2 之構件狀態等級轉換平均維修成本（淨現值）。

$B_s^{t_1}$ ：構件 s 在第 t_1 年進行維修工作之節省成本效益。

B^{t_1} ：整座橋梁第 t_1 進行維修工作之總節省成本效益。

將橋梁中所有構件在特定年進行維修方案對於效益評估期內所產生的成本相加，比較若構件在特定年內不做任何維修方案在效益評估期內所產生的成本，其中所產生之差距即是在以維持橋梁在評估效益期內之安全性或功能性為考量下，在特定年內對構件進行特定維修方案所能節省之成本。其概念可如圖 4.48 所示。



t_1 ：橋梁於第 t_1 年進行維修工作

t_2 ：效益期

L^* ：構件預期恢復等級

2 小結：

以下即針對本模組處理之工作項目及與系統相關之事項做一簡單之整理。

(1) 輸入資料：

- A.構件目前狀態等級(d) →系統資料庫提供。由檢測人員根據現場記錄檢測橋梁構件之狀況，記錄之方式為檢測人員勾選出適合描述當時該橋梁構件劣化情況之項目。
- B.構件維修工程款(維修工法表, $C_s(d,k)$) →系統資料庫提供。維修工程表為構件在不同狀態所進行不同維修方案所產生之直接成本。
- C.構件建議維修方案(k)→系統資料庫提供。系統提供構件在不同狀況下為了提昇等級可進行的維修工作。由檢測人員於進行橋梁檢測時對須進行維修之橋梁構件所紀錄之維修方案。
- D.構件預期恢復等級。→資料庫提供。預期恢復等級中表示該構件對整座橋梁而言達到安全考量或提昇服務功能。經由專家依經驗根據各個構件所制定出之標準，由系統管理者適時更新。
- 5.構件劣化預測機率→劣化預測模組。由馬可夫鏈劣化預測得到構件未來年可能發生之不同等級中，由某一等級(d')提昇至預期恢復等級(θ)之機率。

本子模組所需的輸入與輸出資料整理如表 4.24 所示，圖 4.49 為本子模組之流程圖。

表 4.24 決策者成本效益模組輸出入資料表

| 種類 | 資料類別 | 輸入/輸出資料項目 | 資料來源 |
|------|-----------------------|--------------|--------|
| 決策變數 | 橋梁 | 1.決策橋梁 | 使用者輸入 |
| 模組輸入 | 構件檢測資料 | 2.構件目前狀態 | 資料庫 |
| | | 3.構件維修工程款 | 資料庫 |
| | | 4.構件建議維修方案 | 資料庫 |
| | | 5.構件等級平均轉換成本 | 資料庫 |
| | | 6.構件預期恢復等級 | 資料庫 |
| | 決策參數 | 7.決策期 | 使用者輸入 |
| | | 8.效益期 | 使用者輸入 |
| | 劣化預測 | 9.構件劣化預測機率矩陣 | 劣化預測模組 |
| 模組輸出 | 決策者效益 (構件維修方案節省成本) | 10.構件維修成本 | 模組輸出結果 |
| | | 11.構件不維修成本 | |
| | | 12.構件節省成本 | |
| | | 13.橋梁決策者節省成本 | 模組輸出結果 |

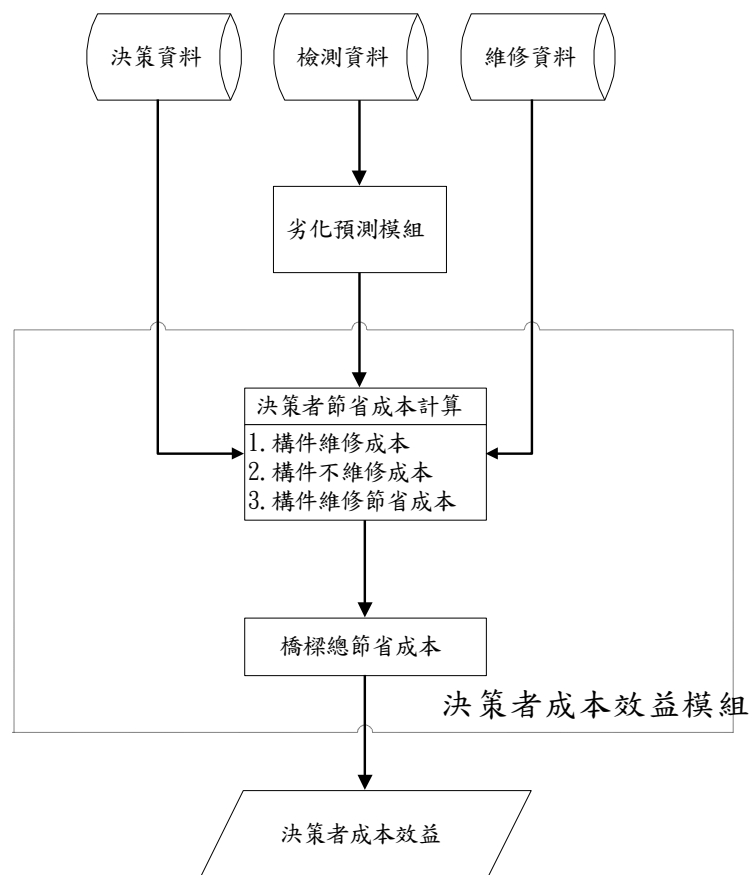


圖 4.49 決策者成本效益模組說明圖

4.8.3 用路人成本模組

1. 模組內容及輸出入資料說明：

本模組主要在評估橋梁對道路使用者的影響，即用路人成本(user cost)之衡量。橋梁對於用路人的影響主要為橋梁在不同劣化等級下所造成對用路人成本的差異，此模組中用於衡量用路人成本的項目主要為意外事故成本、車輛運行成本及旅行時間成本三大項。此三項成本的衡量方法在接下來各小節中會做詳細說明。有關用路人成本模組之內部詳細流程圖如圖 4.50 所示。

2. 模組輸出入資料說明：

在用路人成本模組中，與模組有關的輸出及輸入資料部份，如表 4.25 所示。所有的相關資料可分為模組外輸入資料、模組內整合產生資料及模組輸出資料三大類。

第一類為「模組外輸入資料」，其為此用路人成本計算時所需之各項由資料庫、決策者或其它模組所提供之資料，即由外部之輸入資料項，依其資料類別或資料來源共包含：橋梁基本資料、橋梁交通量、用路人成本參數、構件 DER 資料、檢測項目、替代道路資料、決策資料及劣化預測資料等 8 個子項目，各子項目的輸入內容及說明於之後章節將加以述敘。

第二類資料為「模組內整合產生資料」，其為利用由模組外輸入資料之資料項，於本模組內進行計算或轉換求得，包括橋梁等級、轉移交通量預測及成本函數值等三大項資料，各項目的內容及求算過程亦於後述章節將加以說明。

最後一類資料為「模組輸出」部份，即用路人成本模組所求得最終之用路人成本效益，包括意外事故成本、車輛運行成本、旅行時間成本及總用路人成本效益值。

本模組即利用由模組外的輸入資料及模組內其它相關資料及參數，進行對用路人之意外風險成本、車輛運行成本及旅行時間成本之計算，最後的輸出結果，即為上述之三項用路人成本之估計量，以做為用路人成本總效益的評估指標。

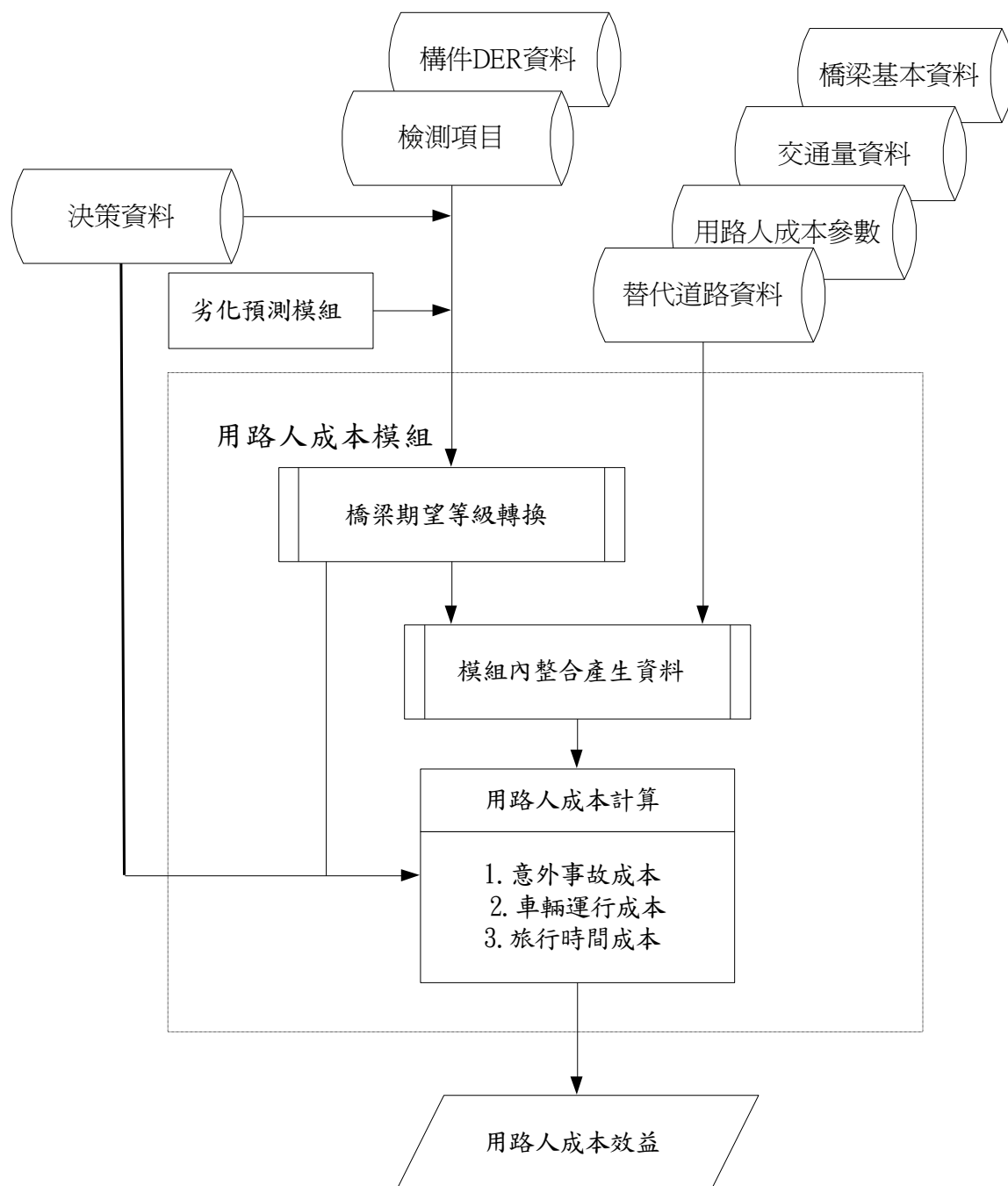


圖 4.50 用路人成本模組說明圖

表 4.25 用路人成本模組輸出入資料表

| 種類 | 資料類別 | 輸入/輸出資料項目 | 資料來源 |
|-------|-------------|--|--------------|
| 模組外輸入 | 1.橋梁基本資料 | 1. 橋梁最小淨寬 2. 橋梁長度 3. 橋梁總車道數 | 資料庫 |
| | 2.橋梁交通量資料 | 1. 平均每日交通量(小汽車當量) 2. 交通量年成長率推估值 3. 速限、飽和流率 | |
| | 3.用路人成本參數 | 1. 事故死亡人數、事故受傷人數、事故件數、汽車車輛肇事率、機車車輛肇事率。 2. 平均旅行時間成本(中程、長程、平均旅行時間值) | |
| | 4.構件 DER 資料 | 各構件目前檢測劣化狀態等級 | |
| | 5.檢測項目 | 各構件之權重 | |
| | 6.替代道路資料 | 1. 各橋梁之替代道路數 2. 各替代道路之基本資料(長度、交通量、車道數、速限、飽和流率) | 緊急通報模組 |
| | 7.決策資料 | 1. 建議維修方案 2. 決策期 3. 效益期 | 決策者 |
| | 8.劣化預測資料 | 構件劣化預測機率矩陣 | 劣化預測模組 |
| 模組內整合 | 1.橋梁等級 | 橋梁期望等級 | 用路人成本模組內自行完成 |
| | 2.轉移交通量預測 | 橋梁未來之轉移交通量預測值 | |
| | 3.成本函數值 | a. 每意外事故平均成本 b. 平均車輛運行成本 | |
| 模組輸出 | 1.用路人成本衡量 | a.意外事故成本 b.車輛運行成本 c.旅行時間成本 | 模組輸出結果 |
| | 2.用路人效益 | 總用路人效益 | |

(1)模組輸入資料：

在此模組中所須由其它模組的輸入資料主要為：

1.橋梁基本幾何資料：包括(1)橋梁最小淨寬、(2)橋梁長度、(3)橋梁總車道數。

2.橋梁交通量資料：

(1)平均每日交通量(小汽車單位 PCU)^[1]：是指將各車種之平均每日交通量(Average Daily Traffic, ADT)，依不同當量值轉換為小客車單位(pcu)。同一地點日交通量之平均值謂之平均每日交通量(ADT)。小客車單位(pcu)是指道路上各車種數量以小客車當量轉換成小客車之數量；而小客車當量(pce)則是指在現有道路幾何佈設、交通組成與管制設施之狀況下，各車種在交通流量中所代表小客車之影響比例。其轉換用各車種之小客車當量引用交通部所著之「交通工程

手冊」之值，將各車種依其當量值轉換為小客車單位。

(2)交通量年成長率：由近幾年之交通量資料依其年平均之成長率進行統計方式推估。

(3)速限：指各橋梁之最高速限。

(4)飽和流率：指各橋梁所在路段上之每車道每小時之飽和流率值，預設值為 1800 veh/pl/ph。

3.用路人成本參數：主要為兩大類資料：

(1)計算平均意外成本用之參數，包括：事故死亡人數、事故受傷人數、事故件數、汽車車輛肇事率、機車車輛肇事率。上述之資料為進行平均每意外事故成本之計算用，資料可由交通部之官方網站上取得，需定期更新。以避免成本之估計偏差太大。資料引用來源：交通部統計處網頁／統計月表／公路／表 31／～台閩地區道路交通事故發生概況表。

(2)平均旅行時間成本值：短程、中長程活動或平均旅運時間價值。此項之平均旅行時間成本值，其資料來源為：交通部統計處在民國 85 年所進行之「台灣地區旅運時間價值調查報告」^[18]，此成本在模組中之應用可由決策者決定使用短程、中長程活動或以平均之旅運時間價值做為計算用路人旅行時間成本值之輸入參數。調查換算結果如表 4.26 所示。

表 4.26 台灣地區旅運時間價值調查結果

| 台灣地區民眾平均旅運時間價值 | 元/每分鐘 | 元/每小時 |
|----------------|-------|-------|
| 短程活動 | 1.06 | 63.6 |
| 中長程活動 | 1.66 | 99.6 |
| 平均旅運時間 | 1.36 | 81.6 |

4.構件 DER 資料：即目前各構件檢測狀態資料，即以 DER 檢測結果之 D 值為此構件之目前狀態。

5.檢測資料：各構件之權重值，即各構件於橋梁之相對重要性，依此權重值進行所有構件求取橋梁期望等級之轉換。

6.替代道路資料：即各橋梁所事統規劃之替代道路，包括下列資料項：

(1)各橋梁之替代道路數：即計算轉移交通量時之替代方案數此各橋梁之替代道路數需事先進行規劃提供。

(2)各替代道路之基本資料：即任一橋梁之所有替代道路皆需與該橋梁相同，提供下列基本交通量資料，包括：替代道路長度、總車道數、平均每日交通量(小汽車單位 PCU)、速限、飽和流率等資料。

7.決策資料：建議維修方案、決策期、效益期等。

8.劣化預測資料：在第(k)種工作方案下在第 t1 年度至未來第 t2 年度構件劣化預測機率矩陣($p_{S,d1,d2}^{t1,t2}$)。

上述 1~5 項資料由資料庫提供，第 6 項資料由緊急通報模組提供，第 7 項資料由決策者決定後輸入，第 8 項資料由劣化預測模組之輸出資料提供。

這些由模組外輸入之資料項目，如於資料庫所輸入之資料項，其存在於資料庫中之數據，若其資料項內容為隨時間變動或因時因地而有所不同之參數，需定期加以更新或重新校估其參數值。其中部份資料(如用路人成本參數項之內容)可由其原始資料出處之官方網頁定期加以更新或是依照其原始蒐集資料之方式，定期加以調查，或由相關交通主管機關進行例行性之資料調查進行相關資料之收集(如橋梁交通量資料等)，另外對於部份推估之資料結果，亦需利用更新之資料進行推估，若由其它模組中所得來之資料項(替代道路資料、劣化預測資料等)，亦需隨該模組之更新資料而加以更新，以確保系統得以有效衡量各項成本效用值。

(二)模組內資料內容說明

模組內為了進行各項用路人成本之衡量，必須對幾項所需之參數或資料在計算成本前先進行資料之整理，包括 1.橋梁之期望等級轉換、2.橋梁未來之平均每日交通量預測資料、3.各項成本估計函數(每意外之平均成本、不同橋梁等級對應之平均車輛運行成本)等資料。

1.橋梁等級--橋梁劣化期望等級轉換

在用路人成本模組中皆以「橋梁」而非「構件」為單位來衡量各項成本值，然而在劣化預測模組及模組外所輸入資料之單位皆為構件，故必須在本模組中需對橋梁的劣化期望等級進行轉換，將一橋梁之各構件單位依各構件之相對重要性(即權重)進行加權計算之轉換，以轉換之結果表示橋梁在各不同條件下之劣化期望等級。首先針對各構件在效益期間內由 t1 年由目前狀態 d1 劣化至 t2 年之預測劣化狀態，則依其可能產生至各狀態 d2 之機率值進行加權轉換，求出各構件在預測年之構件劣化期望等級如式(1-1)所示。在目前橋梁目前狀態等級的轉換上，是以各構件之期望狀態值($E[d_s]$)乘上各構件之相對權重(w_s)，在進行加總

以求得代表該橋梁之劣化期望等級($E[d_j]$)如式(1-2)所示。

$$E[d_s] = \sum_{d2} (p_{s,d1,d2}^{t1,t2} \times d_2) \quad (1-1)$$

$$E[d_j] = \sum_s w_s \times d_s \quad (1-2)$$

2. 轉移交通量預測值

(1) 預測年橋梁之成長交通量估計

此部份主要在估計效益期內每個預測年度(第 t 年)之橋梁自然成長交通量。首先可由檢測資料或是一般之交通量調查中，先求得目前年度各橋梁之平均每日交通量資料，需將各車種之交通量轉為小汽車當量(pcu)，以小汽車當量進行各年度交通量資料之估計基準。在各年度之交通量估計上，已知橋梁(j)在檢測年度之交通量現況($v_{j,0}$)，則該橋梁在效益期內之預測年(t)之交通量($v_{j,t}$)可由平均交通量成長率(g_j^t)進行推估，如式(2)所示。平均之交通成長率值可利用近幾年之歷史資料進行推估，由模組外輸入。

$$v_{j,t} = v_{j,0} \times g_j^t \quad (2)$$

(2) 替代道路轉移交通量

根據由模組外輸入的所有替代道路資料及以上小節所估計之預測年交通量估計值，則可以多重路徑指派法將估計所有替代道路上之轉移交通量，並可計算橋梁(j)在各預測年度(t)下，橋梁在不同劣化狀態下經交通量轉移後之各替代道路(a)上之轉移後交通量(f_a^j)。

若將一橋梁之所有事先規劃之替代道路均示為一替選方案，並假設使用者對不同替選道路之指派方式符合多項式羅吉特模式進行轉移交通量之估算。將每一替式道路均示為一交通量指派方案(a)，則每一方案之轉移機率 $pro(a)$ 以羅吉特模式加以估計，如式(3-1)^[19]所示。

$$pro(a) = \frac{e^{-\eta(a)}}{\sum_a e^{-\eta(a)}} \quad (3-1)$$

η 為分配離散指標參數， $0 \sim \infty$ 。

$t(a)$ 為方案 a 之旅行時間函數，此處以 Davidson 函數加以估算，並引用其所校估之參數值，如式(3-2)^[20]。

$$\begin{cases} t = t_0 \times \frac{(1-mx)}{(1-x)} & x < x_c \\ t = t_0 \times \frac{(1-mx_c)}{(1-x_c)} + t_0 \times \frac{(1-mx)}{(1-mx_c)^2} (x-x_c) & x > x_c \end{cases} \quad (3-2)$$

t_0 ：自由流時間

$x = v/cap$ ： v ：交通量 cap ：容量

x_c ：飽和臨界值

m ：一般公路為 0.7，高速公路為 0.97^[21]

各方案之自由流時間(t_0)，應經由實際收集大量資料進行校估，在此處則以各替代道路之自由流速度除以該替代道路之長度得之。在針對橋梁上之應用方式，則可以各橋梁在各等級下之平均最佳之行車速度加以估計之，則在橋梁之最佳等級下之自由流速度則可以最高速限之速度加以替代，隨橋梁等級之下降則以一平均速度差加以折減，但仍建議日後相關單位，可針對橋梁在不同橋梁等級下及其各替代道路之自由流速度或自由流行駛時間加以調查或校估其函數式，以確保橋梁之各替代道路方案轉移機率之估計值較符合現實狀況。

經(3-2)式之計算後，則各方案上之轉移後交通量為各方案原始交通量乘上其轉移機率，如式(3-3 所示)：

$$f_a = v_a \times pro(a) \quad (3-3)$$

3.各項成本估計函數值

此部份可分為兩大項：(1)每意外事故之平均成本(C_a)、(2)各橋梁等級之對應車輛運行成本(C_v)等，分別說明其估計方式。

(1)每意外事故之平均成本(C_a)

此部份之估計方式主要是參考由陳高村、曾招雄所著「道路交通事故損失幣價值估算之研究」^[22]。引用該文獻研究所得之每件交通事故發生之成本函數式(4)估計之。

$$C_a = 9548N_F + 5832N_J + 151I_V + 15I_M \quad (4-1)$$

C_a ：平均每件意外事故發生之成本(千元/件)

N_F ：平均每件事務死亡人數

N_J ：平均每件事務非永久性傷害人數

I_V ：平均每件事務涉入汽車數

I_M ：平均每件事務涉入機車數

此式之輸入所需相關參數根據「交通部統計處統計月報『台閩地區道路交通事故發生概況』」獲得資料，，需先進行收集再輸入於本模組，並以式(4-2)~(4-5)進行計算，即可得估計之成本值。

$$N_F : \text{事故死亡人數/事故件數。} \quad (4-2)$$

$$N_I : \text{事故受傷人數/事故件數。} \quad (4-3)$$

$$I_V : 1 / \text{汽車車輛肇事率} \quad (4-4)$$

$$I_M : 1 / \text{機車車輛肇事率} \quad (4-5)$$

(2)各橋梁等級交通量所對應之車輛運行成本(C_v)

此部份是針對不同橋梁等級之轉移交通量下所估計之平均行車成本值。在獲得不同橋梁等級所對應之轉移交通量後可以式(5)計算出在交通量下之每車公里之車輛運行成本，此方程引用林文祺君所著「台北市內道路行車成本之研究」所求得之道路行車成本與交通量之關係式^[23]。其式中之各項參數可參考林文祺君之研究定期或因地因時加以更新或修正。

$$C_v = -227.2467 + 125.2626 \times f - 3.069991 \times f^2 \quad (5)$$

C_v : 每車公里運行成本(元/車公里)

f : 各橋梁在不同等級下之估計轉移後交通量(車/小時)

三、各項成本計算說明

在用路人成本模組中，為衡量用路人因橋梁等級之不同所帶給用路人之成本影響，所使用之衡量項目主要是意外事故成本(Ba_j ， **accident cost**)、車輛運行成本(Bv_j ， vehicle operating costs)及旅行時間成本(Bt_j ， travel time costs)，三大項用路人成本。可由式(6)表示

$$B_{user} = (Ba_j + Bv_j + Bt_j) \quad (6)$$

B_{user} : 總用路人利益(total user benefit)

Ba_j : 意外事故成本衡量(savings in accident costs)

Bv_j : 車輛運行成本衡量(savings in vehicle operating costs)

Bt_j : 旅行時間成本衡量(savings in travel time costs)

在計算此三大項用路人成本的觀念大致上皆相同，即針對欲進行評選之橋梁，分別計算該橋梁在決策年進行某項維修方案後，造成對此橋梁的用路人成本在效益期之總影響值，與橋梁在不進行任何維修方案即自然劣化下，同樣對用路人之成本影響，

兩者之間的差額，則可視為此橋梁在進行該項維修方案所帶給用路人在成本上之節省值(savings)。

(一) Ba_j ：意外事故成本節省值(savings in accident costs)

此部份主要是衡量因橋梁等級之不同所帶給用路人因橋梁所產生之意外風險成本。

1.計算過程說明：

此部份主要是衡量因橋梁等級之不同所帶給用路人因橋梁所產生之意外風險成本。橋梁意外成本衡量是使用計算式(7-2)及計算式(7-3)兩式分別估計橋梁在進行 k 項維修方案以及自然劣化下之意外風險成本量，再以計算式(7-1)計算兩者之間差額作為該橋梁在進行 k 項維修方案後之意外風險成本之節省值(Ba_j)。

計算式(7-2)評估該橋梁在自然劣化至決策年 t1 進行第 k 種維修方案下，在效益期間 t2 內，該橋梁逐年劣化之期望等級所估計之意外風險值，加總效益期間內與各年度在期望等級下所估計轉移交通量乘積，可得橋梁在進行 k 項維修下之總意外風險成本估計量($R_j(k)$)。計算(7-3)則為橋梁在效益期間內，以自然劣化下，每年該橋梁以自然劣化之期望等級所估計之意外風險值與所對應之轉移交通量之乘積，得橋梁在自然劣化下(即不進行任何維修工作)之總意外風險成本估計量($R_j(0)$)。

2.計算公式：

$$Ba_j = (R_j(0) - R_j(k))c_a \quad (7-1)$$

$R_j(k)$ ：橋梁在進行 k 種維修方案下的意外風險總估計量。

$R_j(0)$ ：橋梁在自然劣化下的意外風險總估計量。

c_a ：每件意外事故之平均成本淨現值。

其中：

$$R_j(k) = \sum_{t=1}^{t1} 365 \times f_{j,t,o} \times r(E[d'_{j,t}(0)]) + \sum_{t=t1+1}^{t2} 365 \times f_{j,t,k} \times r(E[d'_{j,t}(k)]) \quad (7-2)$$

$$R_j(0) = \sum_{t=1}^{t2} 365 \times f_{j,t,k} \times r(E[d'_{j,t}(0)]) \quad (7-3)$$

t1：決策年

t2：橋梁評估效益期間

$f_{j,t,k}$ ：橋梁 j 在效益期各年度(t)在維修工作(k)下之轉移交通預測量。

$f_{j,t,0}$ ：橋梁 j 在效益期各年度(t)在自然劣化下之轉移交通預測量。

$r(E[d'_{j,t}(k)])$ ：橋梁 j 進行第 k 種維修方案後，在效益期各年度(t)之橋梁劣化期望等級($E[d'_{j,t}(k)]$)之風險評估值。

$r(E[d'_{j,t}(0)])$ ：橋梁 j 在自然劣化狀態下，至效益期各年度(t)劣化期望等級($E[d'_{j,t}(0)]$)下之風險評估值。

上述各項風險評估值(r)皆可由下列函數式計算：

$$r = 200 \times 0.3048 w_j^{-6.5} \left[1 + 0.5 \frac{(9 - E[d'_{j,t}])}{7} \right] \quad (7-4)$$

w_j ：橋梁 j 之最小淨寬。

$E[d'_{j,t}]$ ：橋梁 j 在第 t 年之期望等級(1~4)

3. 參數項及成本項說明：

在計算過程中各項意外風險值如 $r(E[d'_{j,t}(k)])$ 、 $r(E[d'_{j,t}(0)])$ ，皆可使用計算式(7-4)進行估計。各橋梁在效益期各年度之劣化期望等級由橋梁劣化模組所提供，效益期(t_2)之長短則可由決策者自行決定進行設定。橋梁之車道寬(w_j)由橋梁之檢測資料輸入。

在轉移交通量資料($f_{j,t,k}$ 、 $f_{j,t,0}$)及每意外之平均成本(C_a)則需由用路人模組內整合資料計算產生後輸入使用。

(二) Bv_j ：車輛運行成本節省值(savings in vehicle operating costs)

此部份主要是衡量因橋梁等級之不同造成用路人在行車時之車輛運行成本，以衡量橋梁之等級對於行車成本上的差異。

1. 計算過程說明：

此部份成本之計算方式是以計算式(8-2)及計算式(8-3)估計橋梁在進行第 k 種維修方案後對於此橋梁之總系統行車成本，以及橋梁在不進行該項工作下以自然劣化之狀態所形成之總系統行車成本，進而以計算式(8-1)獲得該橋梁之總車輛運行成本。

計算式(8-2)及計算式(8-3)分別求估該橋梁自然劣化至決策年 t_1 進行第 k 種維修方案後，橋梁逐年劣化至效益期之最終年度(t_2)之橋梁期望等級下所估計之橋梁總系統之車輛運行成本($bv_j(k)$)，與橋梁每年皆以自然劣化下至效益期最終

年之期望等級所估計之橋梁總系統之車輛運行成本($bv_j(0)$)。而在計算式(8-2)與(8-3)式中分別需計算橋梁在各年度下經 k 維修方案下與自然劣化下，各年度以該橋梁期望等級下之系統總運行成本($c_v(E[d'_{jt}(k)])$ 、 $c_v(E[d'_{jt}(0)])$)，此二種成本皆可以計算式(8-4)計算之。計算式(8-4)是以各橋梁所事先規劃提供之所有替代道路方案(a)，在效益期內每年度依各替代道路之轉移估計交通量乘上其交通量下所對應之車輛運行單位成本再乘上其替代道路之長度，將屬於該橋梁之所有替代方案之成本進行加總，該橋梁本身即為替代方案之一。

2.計算公式：

$$Bv_j = bv_j(0) - bv_j(k) \quad (8-1)$$

$bv_j(k)$ ：橋梁 j 在進行第 k 種維修方案的車輛運行成本估計量。

$bv_j(0)$ ：橋梁 j 在自然劣化情況下的車輛運行成本估計量。

$$bv_j(k) = \sum_{t=1}^{t1} 365 \times c_v(E[d'_{jt}(0)]) + \sum_{t=t1+1}^{t2} 365 \times c_v(E[d'_{jt}(k)]) \quad (8-2)$$

$$bv_j(0) = \sum_{t=1}^{t2} 365 \times c_v(E[d'_{jt}(0)]) \quad (8-3)$$

$c_v(E[d'_{jt}(k)])$ ：橋梁 j 在進行第 k 種維修方案後，在效益期各年度(t)此橋梁之期望劣化等級($E[d'_{jt}(k)]$)下之總系統車輛運行成本。

$c_v(E[d'_{jt}(0)])$ ：橋梁 j 在自然劣化情形下，在效益期各年度(t)此橋梁之期望劣化等級($E[d'_{jt}(0)]$)下之總系統車輛運行成本。

$$C_v(E[d]) = \sum_a c_v \{f_a(E[d'_{jt}])\} \times f_a(E[d'_{jt}]) \times l_a \quad (8-4)$$

$c_v \{f_a(E[d'_{jt}])\}$ ：在 $f_a(E[d'_{jt}])$ 對應之單位車輛運行成本。

$f_a(E[d'_{jt}])$ ：橋梁 j 各替代方案 a 在效益期各年度(t)依橋梁期望等級所估計轉移交通量預測值。

l_a ：橋梁各替代方案(a)之行車距離(替代方案規劃長度)(公里)。

3.參數項及成本項說明：

有關各橋梁在效益期最終年之劣化期望等級、橋梁之安全性或功能性之等級、決策期間長度等參數之輸入方式及來源皆與前述之意外風險成本估計相同。橋梁各替代方案之轉移交通量資料及替代方案長度，需事先根據各橋梁進行規劃諸存於資料庫中。

車輛運行成本之計算($c_v \{f_a(E[d'_{jt}])\}$)則以前述之計算式(5)之計算方法，以橋梁其各替代方案之預測期望等級($E[d'_{jt}(k)]$ 、 $E[d'_{jt}(0)]$)所對應轉移後交通估計

量代入後加以估算。

(三) Bt_j ：旅行時間成本節省值(savings in travel time costs)

此部份主要是以用路人在不同等級橋梁之旅行時間成本衡量各橋梁之改善對於行車的旅行時間成本之節省。

1.計算過程說明：

此成本之計算以計算式(9-2)及式(9-3)估計橋梁在進行第 k 種維修方案後對於此橋梁上的車輛之旅行時間成本，以及橋梁在不進行該項工作下以自然劣化之狀態所形成之旅行時間成本，進而以計算式(9-1)獲得該橋梁之總車輛旅行時間成本。

計算式(9-2)計算該橋梁劣化至決策年(t_1)下，進行第 k 種維修方案後，在效益期內該橋梁所估計之平均旅行時間($T(E[d'_{jt}(k)])$)與其所對應之轉移後交通量之乘積加總，可得橋梁在進行第 k 種維修方案下之總旅行時間成本估計量($bt_j(k)$)。計算式(9-3)則計算橋梁在自然劣化下，該橋梁以自然劣化下之期望等級所估計之旅行時間($T(E[d'_{jt}(0)])$)與其所對應之轉移後交通量之乘積加總，計算出橋梁在自然劣化下之總旅行時間成本估計量($bt_j(0)$)。

2.計算公式：

$$Bt_j = bt_j(0) - bt_j(k) \quad (9-1)$$

$bt_j(k)$ ：橋梁在第 k 種維修方案下的旅行時間成本估計量

$bt_j(0)$ ：橋梁在自然劣化情況下的旅行時間成本估計量

$$bt_j(k) = \sum_{t=1}^{t_1} 365 \times c_t \times f_{jb0} \times T\{f(E[d'_{jt}(0)])\} + \sum_{t=t_1+1}^{t_2} 365 \times c_t \times f_{jbk} \times T\{f(E[d'_{jt}(k)])\} \quad (9-2)$$

$$bt_j(0) = \sum_{t=1}^{t_1} 365 \times f_{jb0} \times c_t \times T\{f(E[d'_{jt}(0)])\} \quad (9-3)$$

$f_{j,t,k}$ ：橋梁 j 在效益期各年度(t)在維修工作(k)下之轉移交通預測量。

$f_{j,t,0}$ ：橋梁 j 在效益期各年度(t)自然劣化下之轉移交通預測量。

c_t ：車輛每單位時間之平均旅行時間成本。

$T\{f(E[d'_{jt}(k)])\}$ ：橋梁在進行 k 種維修方案下，在效益期各年(t)橋梁期望劣化等級之轉移交通預估量下 $f(E[d'_{jt}(k)])$ 之平均每車公里車輛旅行時間。

$T\{f(E[d'_{jb}(0)])\}$ ：橋梁在自然劣化下，在效益期各年(t)橋梁期望劣化等級之轉移交通預估量下 $f(E[d'_{jt}(0)])$ 之平均每車公里車輛旅行時間。

3. 參數項說明：

有關各橋梁在效益期最終年之劣化期望等級、橋梁之安全性或功能性之等級、決策期間長度、各橋梁之轉移後交通量資料等參數之輸入方式及來源皆與前述兩項成本估計之方式相同。各項行車旅行時間參數項($T\{f(E[d'_{jt}(k)])\}$ 、 $T\{f(E[d'_{jb}(0)])\}$)則需以計算式(3-2)所說明之方式，以各橋梁等級($E[d'_{jt}(k)]$ 、 $E[d'_{jt}(0)]$)所對應轉移後交通量($f(E[d'_{jt}(k)])$ 、 $f(E[d'_{jt}(0)])$)代入後加以計算得之。

4. 平均旅行時間成本項說明：

有關車輛平均旅行成本(C_t)參數值之得來則由交通部統計處在民國 85 年所進行之「台灣地區旅運時間價值調查報告」之計算結果(表 4.26 所示)由決策者設定為參數^[18]。此成本值應在模組外由決策者決定採用短程、中長程活動或以平均之旅運時間價值何者做為計算用路人旅行時間成本值之輸入參數。此成本之估計參考由交通部統計處在民國 85 年所進行之「台灣地區旅運時間價值調查報告」估計方式，調查台灣地區包括台灣省、台北市及高雄市，民眾從事短程活動及中長程活動時之旅運時間價值，再求得台灣地區民眾之旅運時間價值，最後再求得台灣地區民眾之旅運時間價值。受訪者旅運時間價值=(旅次受訪者為節省旅行時間願意多支付之費用)/(可節省之旅行時間)。

4.8.4 最佳化選優子模組

1. 模組說明

當完成決策者以及用路人成本效益模組的構建後，相當於建立一完整的效益評估系統，其中針對橋梁在某年度執行某項維修工作後所立即產生之目前及未來的效益，能迅速的預估出來。接下來便是針對所獲得的效益及所遭受的限制決定最佳的工作組合。過去橋梁維修工作的評選，多利用檢測結果計算指標，再配合維修成本進行排序，最後以排序結果依預算所能負荷之範圍選取橋梁。此一方法即類似於傳統解決運輸投資規劃問題，採用成本效益分析法(Cost-Benefit Analysis; CBA)以追求「社會

淨效益最大」或「社會成本最小化」等單一目標之最適化為目的，只針對部分指標進行排序。但是一個完整系統橋梁維修計劃的評選，其本身應具有多目標（多屬性或多準則）之性質，即評選的結果必須同時達到整體效益最大且所耗成本最小等目標；除此之外橋梁工作間亦可能具有相關性、衝突性及可變動性等特性以待評估，此類特性亦可能對維修效益產生影響，若單純以 CBA 的結果進行工作排序，並不能做為完整的評估依據。既類比於運輸投資計畫評選，李其澧(2000)針對中小型交通建設評選提出一評估模式，以完成其多目標之評選，其模式中亦將計劃間相關性加入評估，不過中小型交通建設有其特性，預算編列方式與工期延至問題等與本模式不同。故本模組同樣採用數學規劃（mathematical programming）的方法，但需針對橋梁維修工作特性建立屬於橋梁維修系統之評估模式，並在決策期中同時評估維修改善方案間之相關性，在一定的預算限制下，選擇最佳之橋梁組合進行維修改善工作，並使得決策者與用路人皆能獲得最大效益。

2. 模組架構

（1）輸入資料

A. 決策者效益

* 來源：決策者成本效益模組：

在決策期的任一年中進行工作對其後效益期內欲維持安全等級所需支付成本，與各年不進行工作相比，即以未來所能節省之成本作為決策者所能得之效益。

* 簡略工作流程（針對構件）

目前的狀態 → 建議維修工作 → 提供恢復等級之機率

→ 依各自恢復之等級向後產生 Markov chain 預測效益期之劣化機率

→ 以效益期最終年之各 state 恢復至安全等級所須之工程款與劣化至各 state 之機率所有乘積加總

→ 與完全不進行維修而達效益期最後一年之狀態最後乘積和作比較其差額
即為節省之成本

B. 用路人效益

* 來源：用路人成本效益模組

C. 橋梁相關性

本模組之目的為利用數學規劃的方法求得最佳之工作組合，在評估效益時，除了針對個別橋梁工作評估，亦同時把橋梁間相關性納入考量以求模式的完整性，而在過去的研究方法暨排序指標中均未曾出現此一評估項。模組進行評選之橋梁，主要先經過地區性之普查，再將需進一步檢測之橋梁由專業的人員進行檢測並回報中央，最後再由中央之決策者評選出需要進行維修改善工作之橋梁。而針對經檢測之橋梁，則應有一套方法來分析其間之相關性。

由於在過去未曾出現此一評估項，故資料庫中難以立即取得相關資訊。在此我們建議先行利用專家之專業學識與素養進行主觀的判斷，但是當橋梁工作數甚多時，要將所有工作一起判斷就十分困難，且誤差將大為增加，是故將以兩兩成對比較方式來進行橋梁相關性的判別，其過程較為簡易並同時降低誤差。其次，本次計劃主要希望針對台灣地區橋梁做全面的清查，但橋梁之相關性亦與區域有別，當距離太遠其關係即已過分薄弱不需納入，是故在此本模組建議以縣市為單位進行評估，將各縣市中較具相關性之兩兩橋梁，依據專家意見進行評估，並將其紀錄於資料庫中，以方便後續分析使用。

而兩兩橋梁間相關程度對所衡量之效益值會產生影響者，主要分為互補與替代兩種類型之橋梁組合。由多位專家針對其相關程度進行判斷。然而多位專家對互補類橋梁組合的互補程度與替代類橋梁組合的替代程度，將可能有多種不同的判斷值，雖然可徵取多方意見，然而當差異過大時，則將產生偏差而無法反映客觀事實，是故採多數決原則決定。亦即採超過半數或三分之二之專家具共識的看法做為準則，以求反映較為實際之情形。由多位專家之共識所決定互補程度與替代程度，則分別稱為互補可靠度（degree of complementary）與替代可靠度（degree of substitutive credibility）。以下則針對本模組橋梁組合之相關性及其對效益評量所將產生的影響，做一簡略之說明：

* 檢測橋梁中具互補性者：

所謂橋梁間具互補性者，是指某橋梁在達成某一目標績效，受到一座或一座以上橋梁影響，或影響其他橋梁，當兩個互相影響的橋梁同時進行養護工作時，則能增加該目標之達成績效。目前建議經由專家以多項原則判斷（可能為整體路網中位於同一路徑上之橋梁，若同時進行維修工作完成後，可使整體效益加倍提昇）並評估具互補性橋梁進行維修工作後對彼此所能產

生效益增加的程度，即以上述互補可靠程度來衡量。

➔效益衡量建議：

採專家訪談的方式，以專家意見針對互補橋梁進行維修工作原可產生之效益提供一加乘係數（互補可靠度），表示當兩者皆決定進行工作後，便可計算其增加之效益為：

$$\text{增加之效益} = \text{互補可靠度} \times (\text{原兩橋梁效益和}) / 2$$

*檢測橋梁中具替代性者：

所謂橋梁間具替代性者，係指當該橋梁在達成某一目標績效，其部份或全部可由其他橋梁來達成。亦即另一橋梁可取代該橋梁來達成某一目標之部份或全部績效，若兩橋梁同時進行養護工作時，則會降低該目標之達成績效。藉由專家以多項原則判斷（可為路網中互相替代之受檢測橋梁，若同時進行維修工作，則因其替代性使產生之效益具同質性，反而降低整體淨效益）並評估其替代程度，亦即橋梁進行維修工作後對彼此所能產生效益折減的程度（替代可靠程度）。

➔效益衡量建議：

採專家訪談的方式，以專家意見針對替代橋梁進行維修工作原可產生之效益提供一折減係數（替代可靠度），表示當兩者同時決定進行工作後，便會降低整體所能增加之淨效益：

$$\text{折減之效益} = \text{替代可靠度} \times (\text{原兩橋梁效益和}) / 2$$

各橋梁進行維修所須之直接工程款 ➔ 以各構件所建議維修工作之工程款加總

D.決策期中所編列之橋梁養護預算

表 4.27 最佳化選優子模組輸出入資料表

| 種類 | 資料類別 | 輸入/輸出資料項目 | 資料來源 |
|------|--------|------------------------------|----------------------|
| 模組輸入 | 工程維修表 | 維修作業工程款 (單價、數量) | 資料庫 |
| | 橋梁地理資料 | 橋梁組合之相關性 | |
| | 決策參數 | 決策期 | 網頁輸入 |
| | 用路人效益 | 各檢測橋梁之 用路人節省成本 | 用路人成本效益模組 |
| | 決策者效益 | 各檢測橋梁之 決策者節省成本 | 決策者成本效益模組 |
| | 決策參數 | 年度預算 | 網頁輸入 |
| 模組輸出 | 橋梁維修組合 | 125 決策期中每一年度進行工作之 橋梁組合 | 模組輸出 結果 (網頁輸出) |

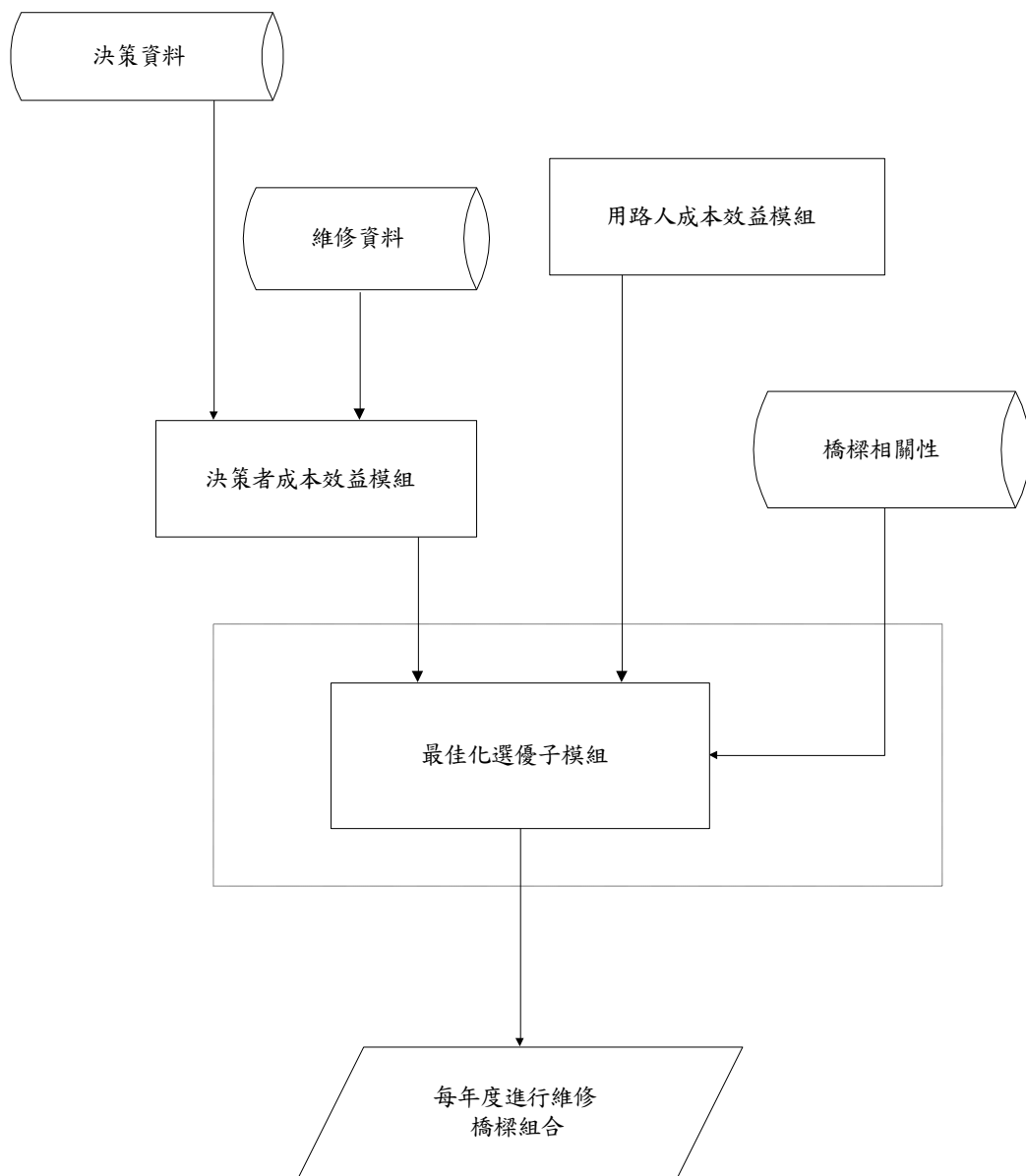


圖 4.51 最佳化選優子模組輸入輸出細部資料流程圖

(2)模式構建

A.基本假設

本模組主要希望能提供在有限資源下，可獲得最大效益之橋梁維修改善工作組合。在執行本評估模式前，必須針對模式中某些條件先行假設，使其同時符合模式本身之目的又能兼顧實務上的考量，以下則針對這些基本假設加以說明：

1. 本模組設定一決策期作為整體規劃之時間範圍，並以目前檢測之結果做為決策期中需求之依據。在規劃決策期中有限的資源下（先以已知年之預算推估未來決策期內預算）選擇最佳的橋梁工作組合。但此後執行的每一年均可在以本模組做決策微調，針對預算或橋梁狀況做調整修改，且同時決策期的長短亦可依決策者的需要增加或縮短。
2. 橋梁工作之效用由決策者與用路人成本效益模組提供，並利用兩階段分類法來判斷橋梁工作間之相關程度。在此假設專家所依據之各評估準則均為客觀、公平、且無所謂模糊之狀況產生。
3. 一般橋梁進行各級維修或養護工作其工期多不超過一年，而本模組之預算決策以一年為單位，故在此橋梁維修養護工作之工期對各間預算不產生相關影響，即在模式中不予考慮。
4. 目前關於橋梁養護經費主要依主管機關採編列年度預算的方式執行。預算編列既採一年一審制，而本模組則希望以規劃的觀點針對有限預算進行最佳化分配，故假設未來年度之預算為第一年預算乘上經濟成長率做為初步資料。（依舊為外生且已知參數）
5. 本模組中目標式內各橋梁工作效益的衡量，主要是以未來所能節省成本的觀點，針對用路人及決策者兩方面進行評估，其中橋梁等級的劃分仍以 DER 評估準則執行，且主要取其 D 值。在此須強調的是，本模組之功能以一般性橋梁維修管理為前提，即所考量皆為一般性維修，若有危急之狀況(U 值甚大)應立即處理者，並不在本模式之考量範圍中，須另外獨立出來優先緊急處理。

6.本模組在考慮橋梁間相關性時，以兩兩成對進行比較。至於多個橋梁間相關性之考量，本模組暫不考慮，主要的原因是模組中欲進行維修選優的橋梁是經過全面普查後，再選出須進一步檢測之橋梁組合，在進一步檢測的橋梁間相關性以較為微弱，故僅考慮兩兩橋梁間之互補替代即可。

7.為簡化問題，本模組對於橋梁間相關程度之衡量，主要僅針對兩橋梁本身相關性來評估，亦即假設各橋梁在哪一年度執行哪一項工作，對兩橋梁之相關程度並無影響。

8.在進行橋梁工作組合選優時，橋梁所欲進行之工作已由檢測人員或決策者進行建議，亦即本模式在工作選項設定為已知維修改善工作，並針對其所提供之效益來做選優，主要仍是為提供決策者更具彈性的選擇，未來亦可依所建議工作數量將組合規模放大或縮小。

9.本次模組所決策之橋梁維修改善工作，主要針對一般日常橋梁養護工作而言，亦即在一般環境條件下之管理維護工作。若遭遇地震、颱風、橋梁崩壞等臨時重大意外災害，並不納入本模組評選考量，應予以緊急處理。

B.模式變數定義

(1) 已知參數（輸入項，皆為外生，由前述輸入資料模組提供）

U_{ij} ：第 i 年開始第 j 座橋進行維修工作之效用

U_{pq} ：橋梁 p 與橋梁 q 之互補效用

U_{rs} ：橋梁 r 與橋梁 s 之替代效用

C_{ij} ：第 i 年開始第 j 座橋進行維修工作之成本

M_i ：第 i 年編列橋養護經費

m：表示決策期為 m 年

n：共需考量 n 座橋梁

(2) 決策變數

X_{ij} ：橋梁 j 於第 i 年開始執行維修工作

Y_{pq} ：橋梁 p 與橋梁 q 是否為互補之係數

Z_{rs} ：橋梁 r 與橋梁 s 是否為替代之係數

X_{ip} ：橋梁 p 於第 i 年開始執行維修工作

X_{iq} ：橋梁 q 於第 i 年開始執行維修工作

X_{ir} ：橋梁 r 於第 i 年開始執行維修工作

X_{is} ：橋梁 s 於第 i 年開始執行維修工作

C 優選模式

$$\text{Max } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n U_{ij} X_{ij} + \sum_{p=1}^n \sum_{q=1}^n U_{pq} Y_{pq} - \sum_{r=1}^n \sum_{s=1}^n U_{rs} Z_{rs}$$

ST

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \leq 1 \quad j = 1 \sim n \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ip} + \sum_{i=1}^m X_{iq} \geq 2Y_{pq} \quad p \neq q \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ir} + \sum_{i=1}^m X_{is} - 1 \leq Z_{rs} \quad r \neq s \quad (3)$$

$$\sum_{j=1}^n C_{ij} X_{ij} \leq M_i \quad i=1 \sim m \quad (4)$$

$$X_{ij}, Y_{pq}, Z_{rs} = 0, 1 \quad \forall i, j; p, q; r, s \quad (5)$$

* 模式說明

甲. 目標式

本模式為一 0-1 型背包問題 (Knapsack Problem)。所謂背包問題即為將橋梁工作視為一完整不可分割個體，一但選擇此工作便需執行至完成，不能只選取部分工作執行，而受限於有限的資源下（預算）其目標式之目的為選取最佳之橋梁工作組合以最大化整體淨效益。由式中可見，其整體淨效益之計算是將選擇執行工作之橋梁所產生的立即效益（整合用路人即決策者效益）加上利用專家判斷選擇工作之橋梁間具互補關係者所能增加之效益，以及減去同樣利用專家判斷進行工作之橋梁間具替代關係者對整體所折減的效益，利用以上三部分的效益評估建構出橋梁工作組合之完整效益值。

乙. 限制式

(i) 工作選擇與開始年度限制式

限制式 (i) 之目的為針對每座橋梁選擇在決策期中開始執行工作之年度及所應執行之工作。主要限制經檢測之橋梁在決策期間最多可選擇於某一年進行某一項工程（由建議之維修或改善工作擇一執行亦可皆不執行工作）此一限制主要為避免重複執行工作之現象，因預算有限，在決策年期中，為求最大效益而避免資源的浪費。

(ii) 橋梁工作互補關係限制式

限制式 (ii) 是針對具互補關係之檢測橋梁若同時進行工程，可使整體效益再提昇。本限制式利用一額外變數控制，當具互補性橋梁工作同時被選擇時，額外變數立即成立（為 1）並同時將增加之效益反映在目標值的計算上。

(iii) 橋梁工作替代關係限制式

限制式 (iii) 則是針對若具替代性之檢測橋梁同時進行養護，則會降低目標效益。在此限制式中亦利用一額外變數，使得當具互補性橋梁工作同時被選擇時，額外變數立即成立（為 1），同時將減少的效益反映在目標式的計算上。若其中僅有一橋梁工作被選擇，則因目標式為求取最大效益，故則減之效果會自動不成立。（額外變數為 0）

(iv) 預算限制式

限制式 (iv) 為年度預算限制，在決策期內每一年度選擇橋梁執行工作，所有工作之直接工程款必不能超過年度預算；此即因為

資源有限，亦為本模式最關鍵之限制所在。

(v) 0-1 整數限制

限制式 (v) 為 0,1 整數限制。在目標式所提及之背包問題最具代表性之限制式及前一預算限制及此一 0-1 整數限制。代表的意義為選擇橋梁執行工作視為一完整的決策，其工作不可分割，且當變數給予 1 值表示最初所設定的狀態成立。

3.求解方法

最佳化選優子模組所提出的維修橋梁組合評選模式，為在有限資源下達成效用最大的目標。屬於 0-1 型背包問題，背包問題(knapsack problem,KP)是作業研究領域中相當著名的組合最佳化問題，然而其最佳解之獲得卻為 NP-complete 的問題，如果以窮舉法(Exhaustive Enumerations)來求解，一個有 n 項目的背包問題，將需要計算 (2^n) 次，尤其當項目甚大時，欲求得背包為題之最佳解是相當耗時的。故不論在學術上或實務上的求解大型背包問題大多利用啟發式解法(Heuristic methods)為之，而近年來又以鄰近搜尋法為求解組合最佳化問題較為使用。此類方法，由一起始解開始，在每一回合中搜尋原有解的鄰近解，並且當找到一個新解優於或等於原有解時，便移動到新解，並將新解取代原有解，如此反覆求解，直到達到演算法之停止條件為止。不過傳統鄰近搜尋方法卻經常面臨到陷入「局部最佳解 (Local Optimum)」的困境，以致無法提供精確度更好的近似解。為克服傳統啟發式發法的缺點，1980 年代開始，所謂巨集啟發式解題概念逐漸形成，而所謂巨集啟發式解法乃是以傳統啟發式方法為核心架構，結合高階的搜尋策略 (Meta-strategies)，以指導其跳脫局部最佳解的束縛而找到更好的解。

本模組所採用之演算法可分為兩階段，第一階段產生起始解，第二階段則針對產生之起始解進行改善，以下分別就此兩階段之方法論進行詳細之說明。

(1) 起始解

選擇維修橋梁最初之求解，即是依照現行的排序規則，以計畫效用大小做為選取依據，依序填入背包中，但以不超過預算限制及其他限制式為準，來產生一組起始解。求解步驟如下：

步驟一：依照各橋梁進行維修工作所能產生之效用大小排序。

(效用的衡量由決策者即用路人成本效益模組加總而得)

步驟二：將計畫依照排列順序開始選取，但必須符合各限制式以產生一可行解。

(2) 改善解

本模組在改善解的部分，參考李其澧(2000)所提出之新式啟發解法^[25]。其研究主要針對當傳統鄰近搜尋解受到局部最佳解吸引時，設定一起始違反程度門檻值來跳脫局部最佳解跳至可行解區域外，並馬上驟降違反度，回到可行解繼續鄰近的搜尋，但唯一需注意的回到之可行解是否已經搜尋過的可行解，則利用禁忌搜尋法策略加以控制，否則會形成搜尋迴圈而造成循環搜尋的情況發生，反覆上述動作，並調整違反度直到符合停止法則為止，以求出一最佳近似解(如圖 4.52 所示)。

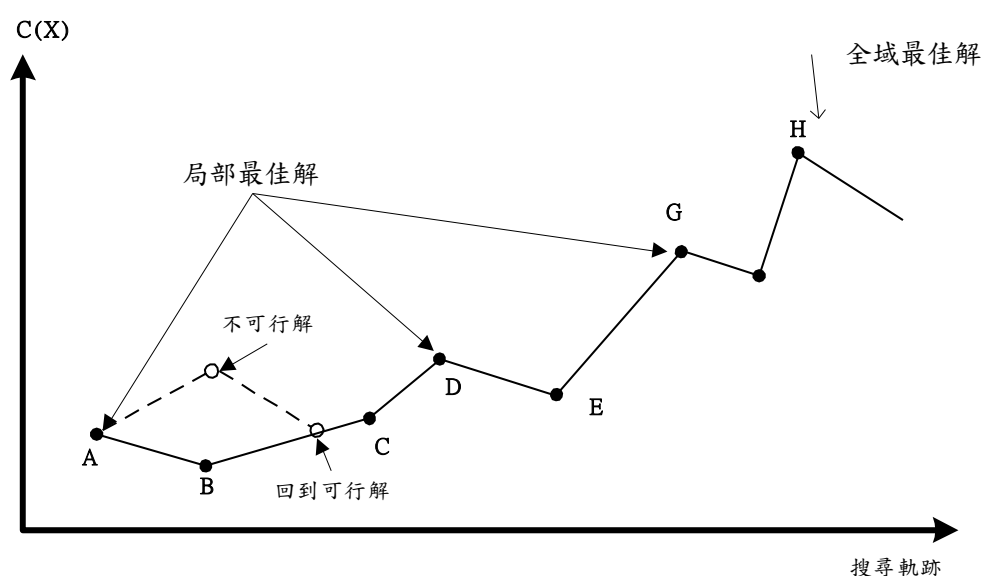


圖 4.52 啟發式解法示意圖

以下則為此一新式啟發解法的基本求解步驟及流程(如圖 4.53)：

步驟 0：根據 4.3.1 節所敘述步驟，求取起始解起始解；設定參數：設定起始違反度 (T_0)、設定違反度數列長度 (K)，令 $k=0$ ；

步驟 1：進行鄰近搜尋：

1.1 將起始解分為 0 集合與 1 集合，並進行一對一、二對一、二對一、二對二交換，並計算新解之目標值；

步驟 2：評估新的進展是否接受：

2.1 計算 Δ =新解之目標值-原來解之目標值；

2.2 若 $\Delta > 0$ 表示優於原來解，則接受此一新解並更新目標值與目前解，並回到步

驟 1；

2.3 若 $\Delta < 0$ 表示已受到局部最佳解的吸引，判斷 $k > K$ 是否成立，當 $k > K$ 不成立則依據目前之違反度到步驟 3，反之則調整調整違反度 T 值，並令 $k=0$ 再到步驟 3；

步驟 3：根據所設定的違反度跳脫可行解區域，以鄰近搜尋一不可行解以跳脫局部最佳解的吸引，並令 $k=k+1$ ；

步驟 4：以鄰近搜尋跳回可行解並記錄已經搜尋過的可行解，以防止跳回原來可行解產生迴圈；

步驟 5：違反度(T)等於零則停止；否則到步驟 1；

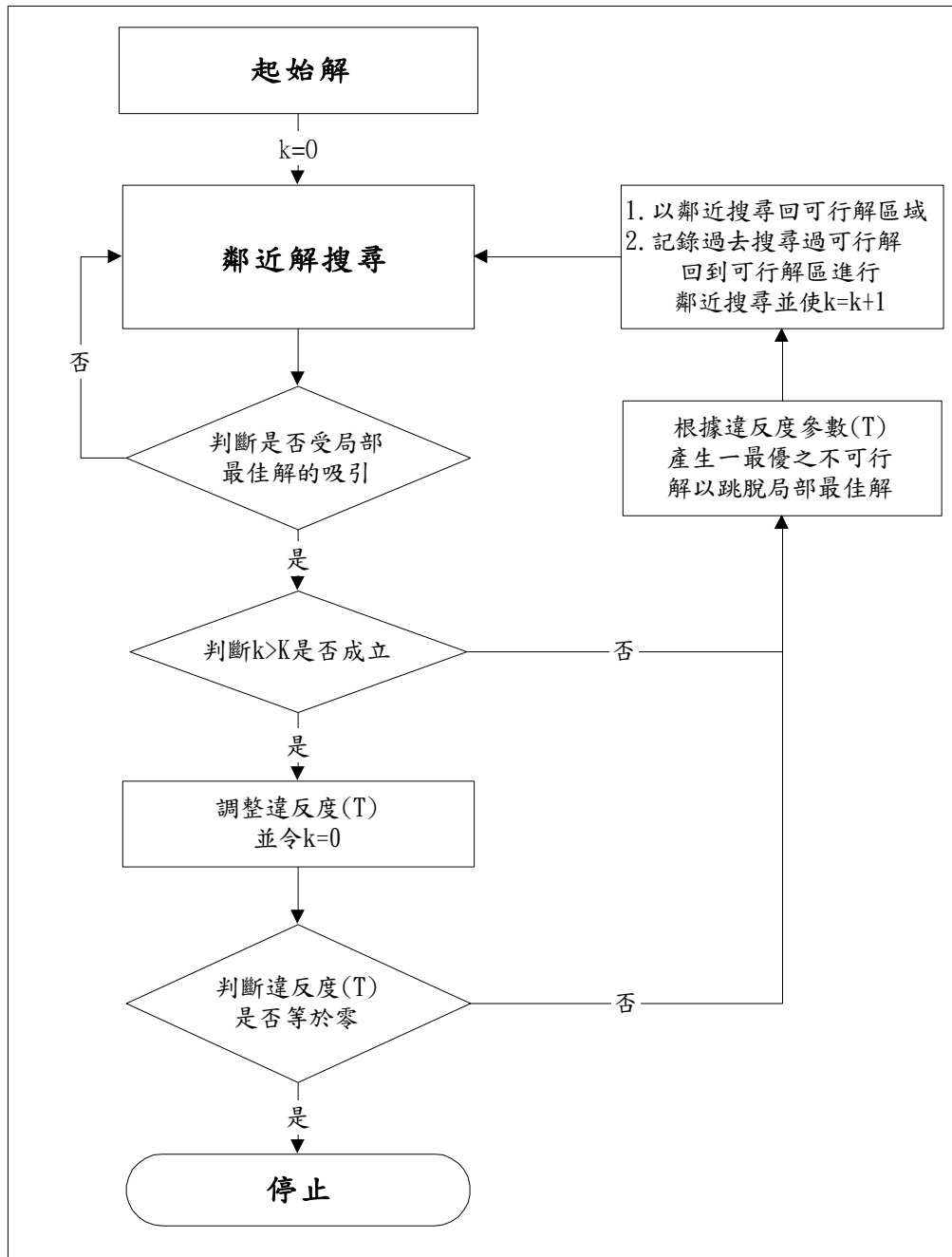


圖 4.53 新式啟發式演算法流程圖

4.預期輸出結果

經本模式篩選後，其預期輸出結果為：在預算限制之下，決策期中的每一年度所應進行維修或改善工作的最佳橋梁組合，同時可獲得用路人與決策者之最大效益值（以節省成本觀點）。本模組初步的貢獻是希望提供在決策期中規劃未來橋梁維修工作組合，但同時在每一年度仍可以本模組再重新決策，當產生緊急狀況或有額外需求或額外預算增加時，便可做為即時調整的工具。另外，對決策者而言，每年持續的彈性修正模式結果，同時可將效益期不斷向後延伸，即循環確認的概念，使

未來每一年度都能確保橋梁維持預期維持等級。

另外就預算編列方面，現今之預算編列採一年一審制，本模組則希望以長期規劃觀點，利用第一年度預算先行假設未來決策期內之預算（即先以資源有限的觀點進行），當決策期中的工作排程完成後，同時反向提供未來年間決策者編列預算之依據。

4.9 橋現場調查數位化系統之建立

目前橋的現場調查工作，基本上，在資料收集上還是包含相當多人為及目視方式。很明顯的，當需要大量普查作業或事後資料整理時，此種方式不具效率性及整合性。因此橋的現場調查應該有相當多的改善空間。本系統以數位化的概念建置一個橋現場調查數位化系統。此系統的配備包含全球定位系統接受器(GPS)，數位照像機，及掌上型電腦(PDA)(見圖 4.54)。現場調查的相關記錄表及地理資訊系統(GIS)相關的圖層可事先下載於掌上型電腦裡。至現場進行橋的調查工作時，調查人員則配帶內含相關記錄表及圖層的掌上型電腦、GPS、及數位照像機。在現場調查時，基本上，此系統會記錄調查資料(即橋)所對應的位置(即座標)，以選單方式填寫存於掌上型電腦裡的調查資料記錄表，以數位照像機拍照現場的相片。所有的記錄及相片的相對應座標都將結合 GPS 一起記錄及關連於掌上型電腦裡。調查回來後，可將掌上型電腦裡的調查資料及資料所對應的座標下載至辦公室電腦的橋管理系統。如此可由掌上型電腦、GPS、及數位照像機構成一組調查資料和座標同時獲取及關連的橋現場普查數位化工具。

整個工作目前開發了下述整合界面：

1. 於掌上型電腦開發簡易的圖形及屬性查詢的 GIS 系統(圖 4.55)。
2. 於掌上型電腦開發橋現場調查記錄表之界面(圖 4.56)。
3. 於掌上型電腦開發連結 GPS 記錄器之界面(圖 4.57)。
4. 於掌上型電腦開發 GPS 與記錄表和數位相片相連結之界面(圖 4.58)。



圖 4.54 掌上型電腦(PDA)，GPS，數位照像機之整合式系統

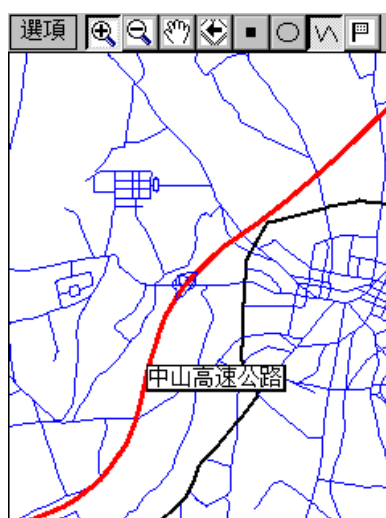


圖 4.55 GIS 系統

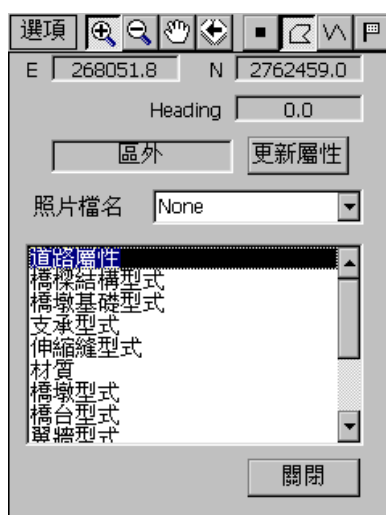


圖 4.56 橋現場調查記錄表界面

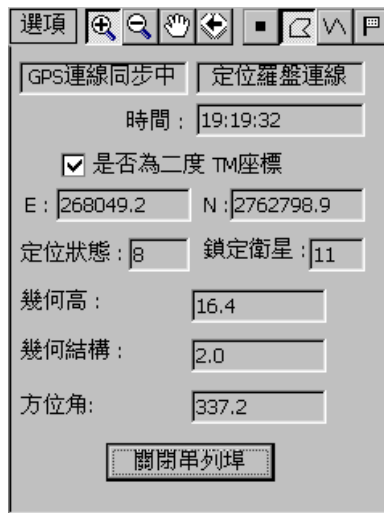


圖 4.57 GPS 界面

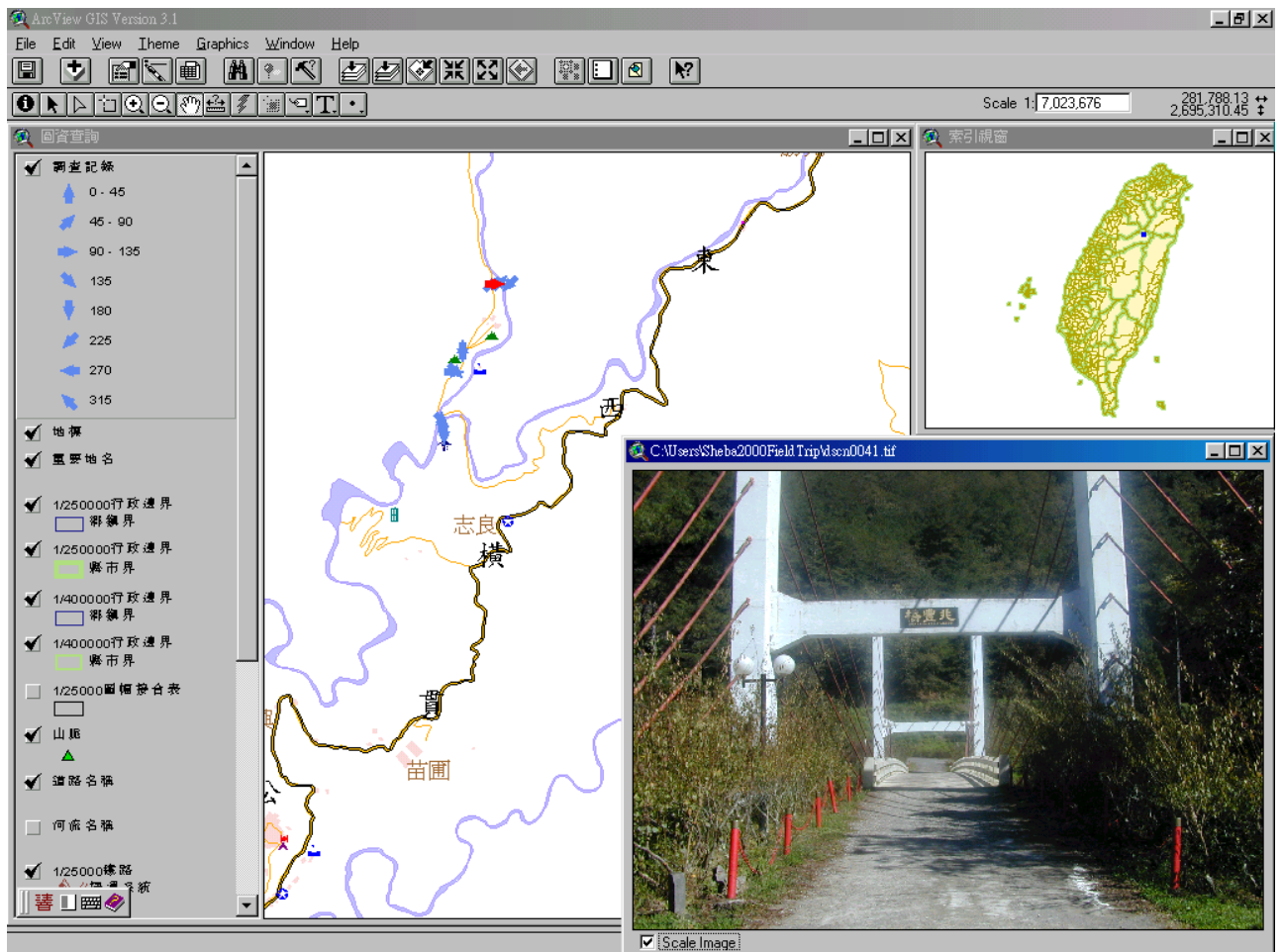


圖 4.58 GPS 與記錄表和數位相片相連結之界面系統

第五章、示範計畫暨試行調查

5.1 示範計畫緣起暨既有系統介紹

本研究於系統開發完成之後，為使本系統開發後能涵蓋各既有系統之功能模組與既有系統之資料庫內容，將於交通部、高公局、公路局、鐵路局、台北市政府及桃園縣政府等機關施行示範計畫，讓各機關對本系統進行實際操作及了解各項功能，期能在最短時間內使各示範計畫施行機關對其有深入之了解，並熟悉系統各項功能及模組於運作中之關聯性。本示範計畫主要目的有下列幾點。

1. 主動與各示範機關聯繫推廣本系統。
2. 取得既有系統資料庫，並擬定轉換機制及進程式撰寫。
3. 不同檢測方法之比對。

本團隊已編排適當人力，配合各示範單位進行系統之推廣、資料庫之轉換、教育訓練及疑難排解，使各機關能更明瞭本系統之功能。主要配合關係如下表所示，而本研究中執行示範計畫流程如圖 5.1 所示：

表 5.1 示範計畫

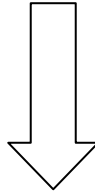
| 示 範 單 位 | 配 合 團 隊 |
|---------|---------------|
| 交通部、公路局 | 國立中央大學 |
| 高公局、台北市 | 昭凌工程顧問股份有限公司 |
| 鐵路局 | 林同棧工程顧問股份有限公司 |
| 台北縣政府 | 亞新工程顧問股份有限公司 |
| 桃園縣政府 | 中興工程顧問股份有限公司 |

示範計畫施行機關：

交通部公路局
交通部高公局
交通部鐵路局
台北縣政府
台北市政府
桃園縣政府



至各機關訪談並取得既有系統計畫資料庫格式

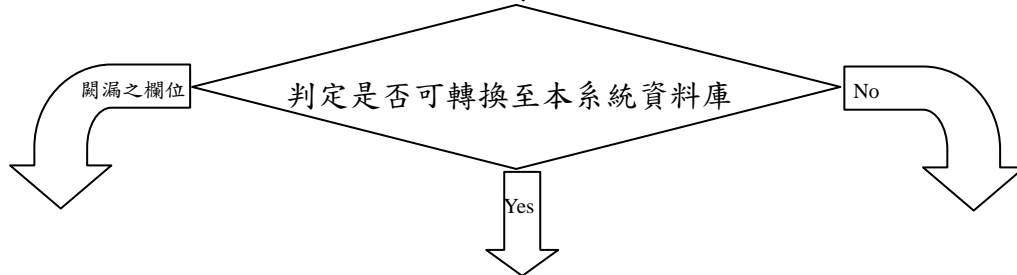
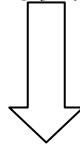


既有資料庫：

交通部公路局
交通部高公局
交通部鐵路局
台北縣政府
台北市政府



研定各既有與本系統各項欄位之對應關係



由各機關承辦人員輸入本系統



撰寫資料庫匯入程式匯入本系統
資料庫



由各機關承辦人員修正

圖 5.1 本研究示範計畫執行流程

5.1.1 示範計畫之既有橋梁管理系統模組功能簡介

1. 交通部公路局^[26]

該系統內包含「基本資料模組」、「統計分析模組」、「檢測資料模組」、「維修成本估算模組」、「橋梁狀況排列模組」、「維修記錄模組」、「網路伺服器資訊交換模組」及「GIS 空間查詢分析模組」等八個模組，如圖 1.2 所示，該系統已收集詳細之橋梁基本資料，每座橋梁並建有現場四個不同方向之相片。

- (1) 基本資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之基本資料，本模組中登錄包含「基本資料」、「幾何資料」、「地理環境及歷史資料」及「結構型式」等相關資料共 46 項欄位。
- (2) 檢測資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之 DER 檢測值，並可將檢測相片登錄至系統中，並可對某項破損狀況經由註記的方式詳盡描述。對於該項破損狀況檢測員亦可初步建議適切之維修工法。經由橋梁檢測記錄之累積，工程師可對該座橋梁過去之病歷有一清楚之了解。另高級檢測之評估則以交通部規定之方法建構之。
- (3) 維修成本估算模組：本模組主要透過檢測記錄模組所登錄之維修工法建議，按照不同維修急迫性（U）列出相同維修急迫性之橋梁構件，另可按照工程單價分區進行不同分區之構件維修成本估算，作為維修預算編列之依據，並可經由列印功能輸出報表彙整為報告及清冊。
- (4) 維修記錄模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁破損狀況之維修記錄，模組內記錄該項維修工作之得標廠商名稱、廠商統一編號、實際維修經費、開工日期、完工日期等。並可

記錄該狀況維修後之相片，並可與檢測照片進行比對，以了解該狀況維修前後之差異性。使用者可經由本模組輕易得知橋梁維修工作完成之進度。

- (5) 橋梁狀況排列模組：根據橋梁檢測得之 DER 值計算橋梁構件狀況指標 (Ic_{ij}) 及橋梁狀況指標 (CI) 進行狀況排序，使用者可據此排定各項維修工作優先順序。其計算公式如下：

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i}$$

其中， Ic_i 為構件 i 之狀況值(Item Condition)，

$$Ic_i = \frac{\sum_{j=1}^n Ic_{ij}}{n}$$

Ic_{ij} 為構件 i 之第 j 部份之狀況值，

$$Ic_{ij} = 100 - 100 \times \frac{(D + E) \times R^a}{(4 + 4) \times 4^a}$$

n 為各構件之總數

W_i 為構件 i 相對於橋梁之權重

a 為相關重要性參數，通常取 1，欲強調構件重要性時可取 2

- (6) 網路伺服器資訊交換模組：本系統可採用網路上 Client-Server 傳輸架構定期將資料庫更新至局本部之資料庫。
- (7) GIS 空間查詢分析模組：經由 GIS 圖層之便利性，可於本系統之 GIS 圖層上直接選取橋梁並查閱該橋梁之基本資料及檢測資料。並可於本模組中設定禁行區及阻斷橋梁以進行最短路徑分析，並可設定環域 (Buffer) 分析阻斷橋梁周邊之相關救災資源。

本系統為單機安裝版本並於各工務段中安裝運作，系統中採用之資料庫系統為 MS-Access 資料庫系統，本系統中最重要之模組為基本資料模組及檢測資料模組，因

其透過這兩大資料庫之建立可提供系統內橋梁狀況排列模組、維修記錄模組、維修成本估算模組、統計分析模組及 GIS 空間查詢分析模組所需的資料。其資料收集及運作方式如圖 5.2 所示。

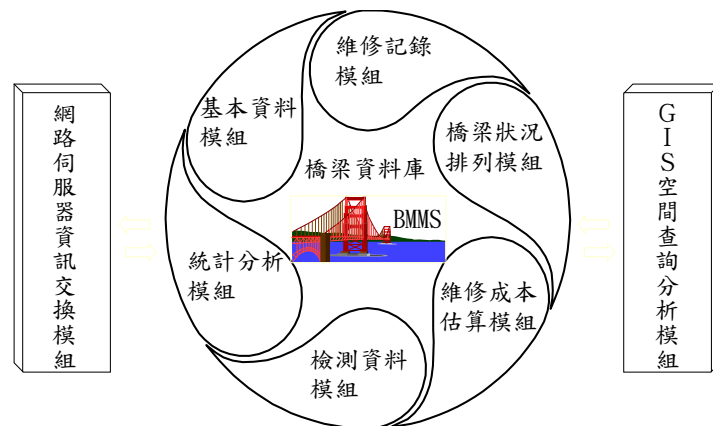


圖 5.2 公路局橋梁管理系統架構圖

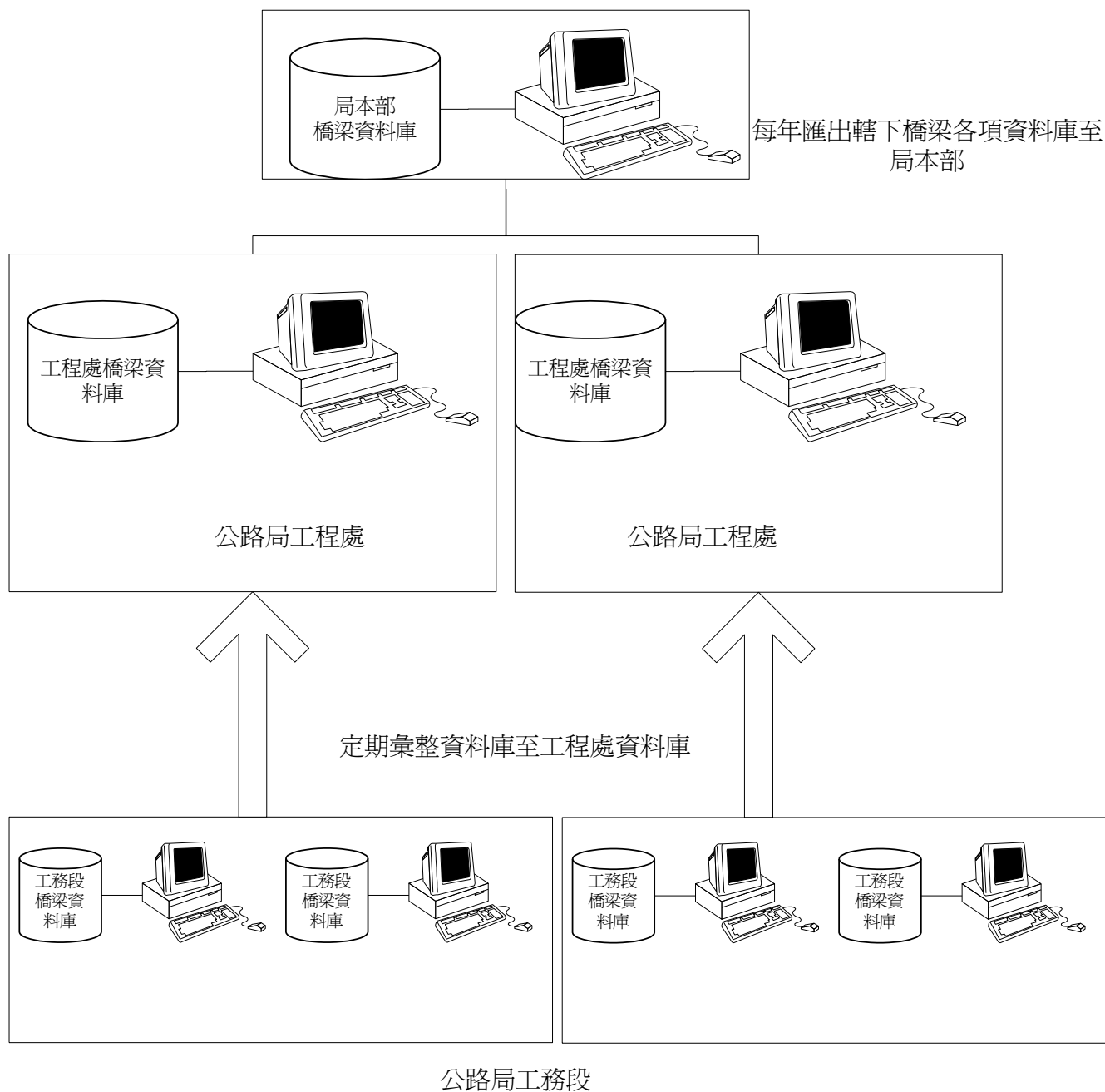


圖 5.3 公路局橋梁管理系統運作模式

2.交通部國道高速公路局^[27]

國道高速公路局（以下簡稱高公局）於民國八十一年十月十六日成立「橋梁檢測維護小組」，加強橋梁構件劣化之檢測與維護，綜理及督導橋梁檢測評估作業，並每半年定期召開工作檢討會報一次。小組設督導分組及作業分組。督導分組由局本部之

技術組及工務組組成，負責策劃並督導橋梁檢測、評估、建檔及維修作業之推動。作業分組由區工程處及所屬工務段組成，執行轄內橋梁檢測、評估、建檔及維護之作業。

俟後高公局有鑑於橋梁結構安全維護之重要性，委託昭凌工程顧問股份有限公司建立電腦化之管理系統與檢測方法，於民國八十七年開發完成「國道高速公路局橋梁養護管理系統」，其具有基本資料模組、檢測資料模組、耐震檢測模組、優選排列模組、預算編列模組、維修資料模組六大功能模組，以滿足其橋梁養護管理之所需。其中，此系統所利用之檢測評分方法為與南非工程顧問公司共同開發之（D.E.R.&U.）目視檢測方法。

- (1) 基本資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之基本資料，本模組中登錄橋梁位置資料、合約資料、檔案圖說資料、結構型式資料、幾何資料、設計載重資料、道路配置資料、河川水文資料、耐震設計資料、地質資料、附屬設施、拓寬維修資料、及附註 13 項資料類別。
- (2) 檢測資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之 DER 檢測值。利用本模組，使用者可選擇列印空白檢測表格、本橋本次檢測資料列表、本橋歷次檢測資料列表、所有橋梁最近一次檢測資料列表等方式列印。
- (3) 耐震檢測模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之耐震評估得分。本模組所使用之表格為交通部頒之“公路橋梁安全初步評估表格（耐震分析）”，其所提供之評估準則為落橋評估、強度韌性評估及穩定性評估之評估標準為：(a)分數大於 60 分者，安全有疑慮，應立即進行詳細的安全檢測及評估。(b)分數大於 30 分至等於 60 分之間者，安全略有疑慮，近期應進行詳細的安全檢測及評估。(c)分數小於或等於 30 分者，安全無疑慮，但須繼續進行例行性檢測維護。
- (4) 優選排列模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之

各項指標。本模組中是利用橋梁檢測資料（即各項構件之 DER 評分值），以及其他相關之條件參數，計算狀況指標、優選指標、功能性指標與整體優選指標等四項指標，以作為排序之依據。此四項指標之定義分別如下：

a. 狀況指標(Condition Index, CI)

此一系統係利用橋梁檢測所得各構件之 D、E、R 值及各構件相對於橋梁之重要性（權重），計算橋梁之結構狀況，其計算公式如下：

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i}$$

其中， Ic_i 為構件 i 之狀況值(Item Condition)，

$$Ic_i = \frac{\sum_{j=1}^n Ic_{ij}}{n}$$

Ic_{ij} 為構件 i 之第 j 部份之狀況值，

$$Ic_{ij} = 100 - 100 \times \frac{(D \times E) \times R^a}{(4 \times 4) \times 4^a}$$

n 為各構件之總數

w_i 為構件 i 相對於橋梁之權重

a 為相關重要性參數，通常取 1，若欲強調構件重要性時則取 2

b. 優選指標(Priority Index, PI)

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^{19} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{19} w_i}$$

PI 之計算同樣採用 CI 之計算方式，但在計算 Ic_i 值時並非採用平均之方式，而是將各構件之 Ic_{ii} 值，先行篩選以排除差異過大者，而後選取適當之 Ic_{ii} 後再加以平均，以避免主要構件之分項在 DER 值差異偏高時，無法由 Ic_i 顯示構件之劣化狀況。

c. 功能性指標(Functional Index, FI)

$$FI = 100 \times \frac{FI_{CS} + FI_{BC} + FI_{DL} - 1}{12 - 1}$$

其中， FI_{CS} 、 FI_{BC} 、 FI_{DL} 等參數係依橋梁之結構等級(Class of Structure, CS)、承載能力(Bridge Capacity, BC)與改道距離(Detour Length, DL)加以評分，其計算方式如下所示：

- i. 結構等級：考慮橋梁發生損壞時，對社會大眾之危害與影響程度加以評分，共分為三級，如下表 2 所示。

表 5.2 結構等級描述與 FI_{CS} 關係示意表

| 結構等級(CS) | 描述 | FI_{CS} |
|----------|----------------------------------|-----------|
| 1 | 橋梁之毀壞將造成重大災害，或嚴重破壞都市的功能，如跨越河道之橋梁 | 1 |
| 2 | 橋梁之毀壞可能造成生命財產的損失，如跨越道路之橋梁 | 5 |
| 3 | 橋梁毀壞不會造成嚴重後果，或可以容忍短期的橋梁失敗 | 9 |

- ii. 承載能力：考慮橋梁之交通量與淨寬，依下式計算 BC 值，若 $BC \leq 200$ ，則 $FI_{BC}=2$ ；若 $BC > 200$ ，則 $FI_{BC}=0$ 。

$$BC = \frac{ADT}{CBW}$$

其中，ADT 為平均日交通量(Average Daily Traffic)

CBW 為橋梁淨寬(Clear Bridge Width)

- iii. 改道距離：若橋梁無法繼續提供正常服務而須加以維修、補強或改建時，改道距離長短亦為重要之考量因素之一。此一模式中，若 $DL \leq 20$ 公里，則 $FI_{DL}=1$ ；若 $DL > 20$ 公里，則 $FI_{DL}=0$ 。

d. 整體優選指標(Overall Priority Index, OPI)

$$OPI = \frac{x \cdot PI + (100 - x) \cdot FI}{100}$$

其中，x 為優選指標與功能性指標之相對權重，使用者可依狀況

而訂，系統之內訂值為 80。

- (5) 預算編列模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之維修編列清單。經由檢測後，使用者可估計出需要進行補強、維修的構件數量，並可進一步決定補強、維修可能的方法和材料，經由本模組使用者可在有限度之預算下根據維修經費清單中的累積經費，依優選順序，列出各橋梁緊急維修、一年內維修、三年內維修及日常維護的金額，並計算合計。
- (6) 維修資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之維修資料。透過本模組可將橋梁相關之維修及歷史資訊詳盡記錄於系統中，使用者可清楚查閱或記錄橋梁各項破損狀況之維修情形。

本系統由 Microsoft VB (Visual Basic) 語言所撰寫之單機安裝版本並於各工務段中安裝運作，資料庫系統為 MS-Access 資料庫系統，藉由各工務段定期更新各項橋梁資料，再由各工程處統籌轄下橋梁資料庫之建立及更新作業，再由工程處統籌輸出各項報表呈報局本部。其資料流程如圖 5.4 所示。

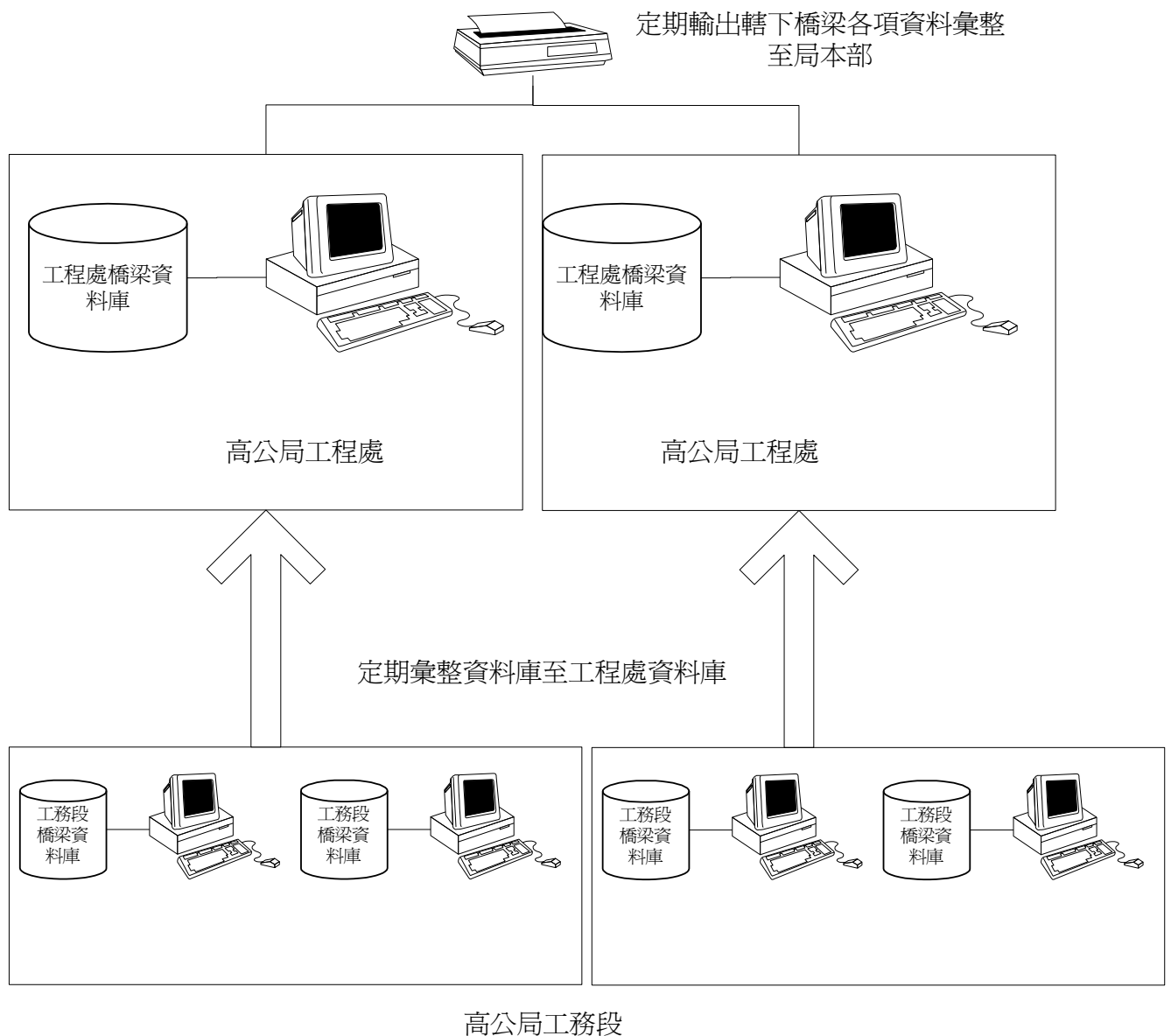


圖 5.4 高公局橋梁養護管理系統運作模式

3.交通部鐵路管理局^[13]

鐵路局於 88 年委託中華顧問工程司開發「鐵路橋梁資料建檔管理系統」，系統內包含「基本資料模組」、「檢測資料模組」及「統計分析模組」三模組以及相關的查詢與編輯功能。

- (1) 基本資料模組：本模組提供使用者新增、刪除、儲存、查詢及列印橋梁基本資料。共計登錄「位置資料」、「設計資料」、「上部結構」、「橋面版/橋墩/基礎及土壤」、「橋台/支承/伸縮縫/其他」等五大項基本資料共計 48

項資料欄位，並可登錄該座橋梁照片。

- (2) 檢測資料模組：本模組提供使用者新增、刪除、儲存、查詢及列印橋梁檢測資料。模組中將橋梁整體分為八大檢測項目：橋面版構件、上部結構（鋼構、鋼筋混凝土構造）、橋墩基礎、橋台及其基礎、河道及土壤、護坡/擋土牆/翼牆及一般與其他附屬設施，再於各項目下分細部評估項目，再針對其準則所提供之定量化評估標準，針對上述八大項目及細部評估項目以 AA、A1、A2、B、C、S、N 七級來評估其破損程度，評比敘述如下表 3 所示。除以上述七項等級來描述各項橋梁整體或個別構件之破損情形之外，於模組中亦可以文字輸入檢測員對該項破損情形之描述，並可登錄檢測照片。

表 5.3 AA、A1、A2、B、C、S、N 七級評估方法概述

| 等級 | 敘述 |
|----|--------------------|
| AA | 損傷顯著，必須緊急修補 |
| A1 | 損傷顯著、變形持續增加，必須加以修補 |
| A2 | 損傷顯著、變形持續增加，必須加以修補 |
| B | 有損傷，須進行監測 |
| C | 輕微損傷，須做重點檢查 |
| S | 無損傷 |
| N | 無此項目或無法判斷結構物損傷情形 |

上述二模組可藉由設定不同群組以登錄不同工務段或工程處轄下之橋梁基本資料、照片及檢測資料、照片，並可經由各模組之列印功能將各項基本資料及檢測資料輸出彙整成報告及清冊。

- (3) 統計分析模組中計有簡易統計圖表、橋長統計圖、橋齡統計圖及簡易地圖查詢，並可藉由列印功能輸出統計圖表彙整成報告及清冊。

本系統為單機使用版，使用之資料庫為 MS-Access 資料庫系統，鐵路局目前已將本系統建置至各工務段，並已進行基本資料及檢測資料之建置，預計民國八十九年底將其轄下橋梁之資料庫建立完成。系統的開發係採用物件導向設計技術，使用者界面設計良好，對使用者而言操作簡便。其

資料流程如圖 5.5 所示。

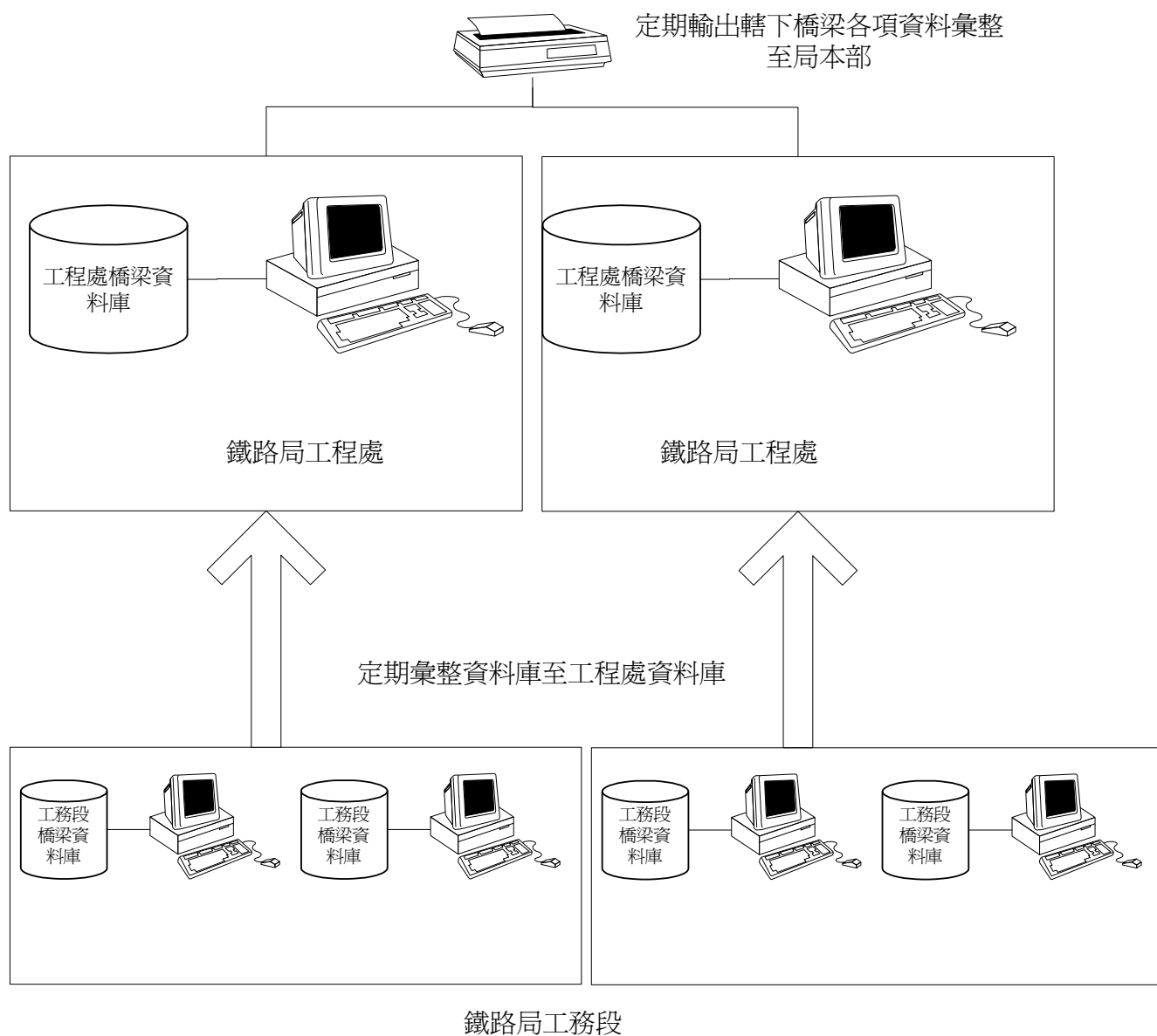


圖 5.5 鐵路局橋梁養護管理系統運作模式

4. 台北縣政府^[28]

台北縣政府的橋梁管理資訊系統已經採用 Web 架構方式開發，分為企業內部網路 Intranet 及網際網路 Internet 二種系統，Intranet 系統主要提供縣政府工務局內部使用，系統內含下列模組：

- (1) 基本資料管理模組：模組主要提供橋梁資料查詢、新建橋梁登錄、基本資料維護、結構資料維護刪除橋梁資料及 GIS 地圖查詢功能。本模組主要提供使用者新增、修改、刪除及查詢其轄下橋梁基本資料，並可在 GIS 圖層上查詢。
- (2) 檢測資料管理模組：本模組主要提供使用者新增、查詢、刪除及修改橋梁之檢測資料。模組中主要採用之目視檢測方法為 ABCDN 五級評估法，本法將橋梁整體分為八大檢測項目：橋面版構件、上部結構（鋼構、鋼筋混凝土構造）、橋墩基礎、橋台及其基礎、河道及土壤、護坡/擋土牆/翼牆、伸縮縫及一般與其他附屬設施，再於各項目下分細部評估項目，再針對其準則所提供之定量化評估標準，針對上述八大項目及細部評估項目以 A、B、C、D、N 五級來評估其破損程度。例如：針對磨耗層該評表格中即有三種劣化現象，裂縫、車轍表面凹凸/裂縫、坑洞/其他損傷三種劣化現象進行判定。在評估過上述之伸縮縫三種劣化現象後，再以 ABCDN 來判定伸縮縫整體之狀況，於判斷完成後，使用者就可登錄至系統資料庫內。但是本系統並無提供顯示橋梁檢測照片的功能。本評估方法之評比敘述如表 5.4 所示。

表 5.4 ABCDN 判定標準概述表

| 判定等級 | 狀 況 |
|------|---|
| A | 損傷輕微，須做重點檢查。 |
| B | 有損傷，須進行監視，必要時視情況補修。 |
| C | 損傷顯著。變形持續進行，功能可能降低必須加以補修。 |
| D | 損傷顯著，有重大變形及結構物功能降低，為確保交通之安全順暢，或避免對第三者造成障礙，必須採取緊急補修。 |
| N | 無此項或無法判斷結構物之損傷情況。 |
| OK | 上述以外之場合。 |

- (3) 維修資料管理模組：本模組提供使用者登錄、刪除、維護及查詢橋梁之維修資料。
- (4) 擴建資料管理模組：本模組提供使用者查詢、登錄、修改及刪除橋梁因交通或其他需要所進行之擴建資料。

- (5) 重大損壞管理模組：本模組提供使用者查詢、登錄、修改及刪除橋梁因天然或人為破壞損害造成之重大災害資料。
- (6) 施工訊息管理模組：本模組提供使用者查詢、登錄、修改及刪除任何有關橋梁之施工資料，以告知有關人員。
- (7) 資料統計模組：本模組之統計項目分別為：橋梁數量統計、橋梁面積總和、橋梁總長統計。統計基礎分別為：所在鄉鎮、道路等級、主管機關、橋梁類型、設計活載重、橋梁性質、跨越河川、限制條件為竣工年度、不同橋齡間距、不同橋長間距及橋面版面積。
- (8) 照片上傳：提供使用者上傳橋梁檢測照片、橋梁景觀照片及橋梁平、立面圖。登錄完成後，於本系統基本資料表中即會有一超連結，使用者點選該超連結即可檢視橋梁景觀照片及橋梁平、立面圖。本系統所登錄之平、立面圖檔為 AutoDesk *.DWF 圖檔。

Internet 系統主要提供外界各單位透過網際網路來使用，主要為一般橋梁介紹及基本資料查詢為主。

本系統乃採全球資訊網（World Wide Web）為主之網際網路架構，利用 ASP（Active Server Page）及 HTML（HyperText Markup Language 超文字標示語言）方式開發本系統，除了須安裝報表輸出及檢閱 GIS 圖層所需之元件外，使用者不須於本機另行安裝本系統。使用者主要執行本系統之界面為一般之瀏覽器（Browser）。系統中採用之資料庫系統為 MS-SQL 資料庫系統及架設一網路伺服器供主系統運作系統模式之用，其資料流程如圖 5.6 所示。

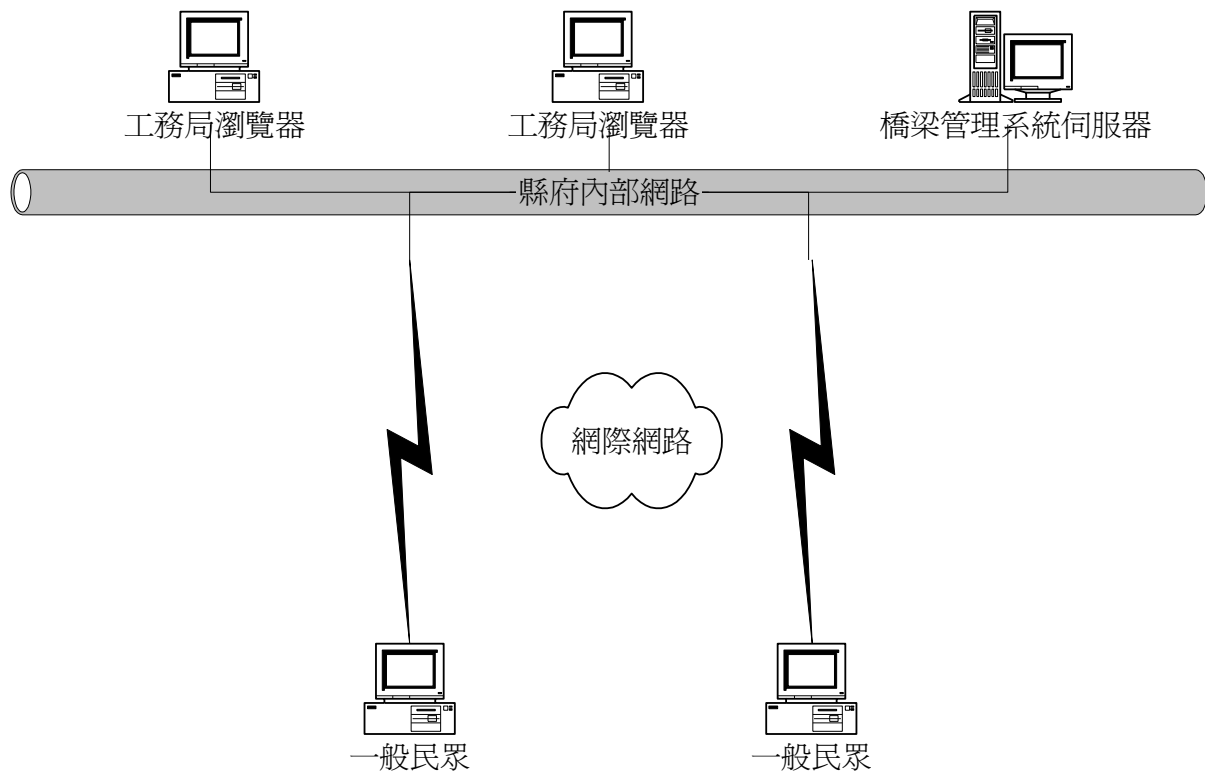


圖 5.6 台北縣政府橋梁資訊管理系統運作模式

5. 台北市政府

台北市政府亦委託昭凌工程顧問股份有限公司建立電腦化之管理系統與檢測方法，「台北市政府橋梁管理系統」具有基本資料模組、檢測資料模組、耐震檢測模組、優選排列模組、預算編列模組、維修資料模組六大功能模組，以滿足其橋梁養護管理之所需。其中，此系統所利用之檢測評分方法亦為 D.E.R.&U. 目視檢測方法。本系統之系統模組簡介如下述，而運作模式如圖 5.7 所示。

- (1) 基本資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之基本資料，本模組中登錄橋梁位置資料、合約資料、檔案圖說資料、結構型式資料、幾何資料、設計載重資料、道路配置資料、河川水文資料、耐震設計資料、地質資料、附屬設施、拓寬維修資料、及附註 13 項資料類別。
- (2) 檢測資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之 DER 檢測值。利用本模組，使用者可選擇列印空白檢測表

格、本橋本次檢測資料列表、本橋歷次檢測資料列表、所有橋梁最近一次檢測資料列表等方式列印。

- (3) 耐震檢測模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之耐震評估得分。本模組所使用之表格為交通部頒之“公路橋梁安全初步評估表格（耐震分析）”，其所提供之評估準則為落橋評估、強度韌性評估及穩定性評估之評估標準為：(a)分數大於 60 分者，安全有疑慮，應立即進行詳細的安全檢測及評估。(b)分數大於 30 分至等於 60 分之間者，安全略有疑慮，近期應進行詳細的安全檢測及評估。(c)分數小於或等於 30 分者，安全無疑慮，但須繼續進行例行性檢測維護。
- (4) 優選排列模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之各項指標。本模組中是利用橋梁檢測資料（即各項構件之 DER 評分值），以及其他相關之條件參數，計算狀況指標、優選指標、功能性指標與整體優選指標等四項指標，以作為排序之依據。此四項指標之定義分別如下：

a. 狀況指標(Condition Index, CI)

此一系統係利用橋梁檢測所得各構件之 D、E、R 值及各構件相對於橋梁之重要性（權重），計算橋梁之結構狀況，其計算公式如下：

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i}$$

其中， Ic_i 為構件 i 之狀況值(Item Condition)，

$$Ic_{ij} = \frac{\sum_{i=1}^n Ic_{ij}}{n}$$

Ic_{ij} 為構件 i 之第 i 部份之狀況值，

$$Ic_{ij} = 100 - 100 \times \frac{(D + E) \times R^a}{(4 + 4) \times 4^a}$$

n 為各構件之總數

W_i 為構件 i 相對於橋梁之權重

a 為相關重要性參數，通常取 1，若欲強調構件重要性時則取 2

b. 優選指標(Priority Index, PI)

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^{19} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{19} w_i}$$

PI 之計算同樣採用 CI 之計算方式，但在計算 Ic_i 值時並非採用平均之方式，而是將各構件之 Ic_{ii} 值，先行篩選以排除差異過大者，而後選取適當之 Ic_{ii} 後再加以平均，以避免主要構件之分項在 DER 值差異偏高時，無法由 Ic_i 顯示構件之劣化狀況。

d. 功能性指標(Functional Index, FI)

$$FI = 100 \times \frac{FI_{CS} + FI_{BC} + FI_{DL} - 1}{12 - 1}$$

其中， FI_{CS} 、 FI_{BC} 、 FI_{DL} 等參數係依橋梁之結構等級(Class of Structure, CS)、承載能力(Bridge Capacity, BC)與改道距離(Detour Length, DL)加以評分，其計算方式如下所示：

- i. 結構等級：考慮橋梁發生損壞時，對社會大眾之危害與影響程度加以評分，共分為三級，如表 5.5 所述。

表 5.5 結構等級描述與 FI_{CS} 關係示意表

| 結構等級(CS) | 描述 | FI _{CS} |
|----------|----------------------------------|------------------|
| 1 | 橋梁之毀壞將造成重大災害，或嚴重破壞都市的功能，如跨越河道之橋梁 | 1 |
| 2 | 橋梁之毀壞可能造成生命財產的損失，如跨越道路之橋梁 | 5 |
| 3 | 橋梁毀壞不會造成嚴重後果，或可以容忍短期的橋梁失敗 | 9 |

ii. 承載能力：考慮橋梁之交通量與淨寬，依下式計算 BC 值，若 $BC \leq 200$ ，則 $FI_{BC}=2$ ；若 $BC > 200$ ，則 $FI_{BC}=0$ 。

$$BC = \frac{ADT}{CBW}$$

其中，ADT 為平均日交通量(Average Daily Traffic)

CBW 為橋梁淨寬(Clear Bridge Width)

iii. 改道距離：若橋梁無法繼續提供正常服務而須加以維修、補強或改建時，改道距離長短亦為重要之考量因素之一。此一模式中，若 $DL \leq 20$ 公里，則 $FI_{DL}=1$ ；若 $DL > 20$ 公里，則 $FI_{DL}=0$ 。

d. 整體優選指標(Overall Priority Index, OPI)

$$OPI = \frac{x \cdot PI + (100 - x) \cdot FI}{100}$$

其中，x 為優選指標與功能性指標之相對權重，使用者可依狀況而訂，系統之內訂值為 80

(5) 預算編列模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之維修編列清單。經由檢測後，使用者可估計出需要進行補強、維修的構件數量，並可進一步決定補強、維修可能的方法和材料，經由本模組使用者可在有限度之預算下根據維修經費清單中的累積經費，依優選順序，列出各橋梁緊急維修、一年內維修、三年內維修及日常維護的金額，並計算合計。

- (6) 維修資料模組：本模組提供使用者新增、編輯、查詢、修改及列印橋梁之維修資料。透過本模組可將橋梁相關之維修及歷史資訊詳盡記錄於系統中，使用者可清楚查閱或記錄橋梁各項破損狀況之維修情形。

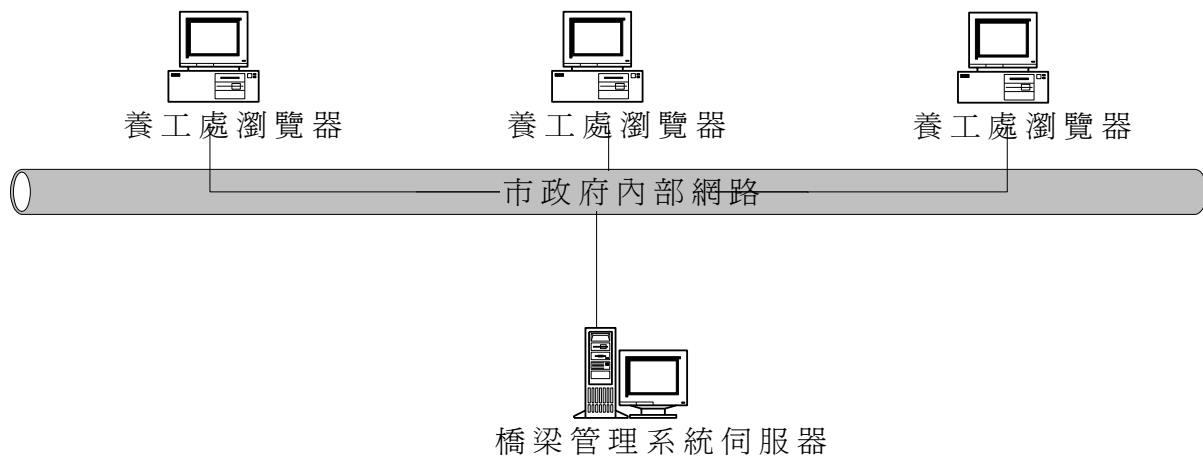


圖 5.7 台北市政府橋梁管理系統運作模式

本系統目前已仍由昭凌工程顧問公司開發中，但為配合交通部全國橋梁管理系統之建置，本系統目前正在進行改寫之工作。

5.2 本系統鐵路橋梁管理策略

本系統為當初定位為適用於公路橋梁且為路網層級（Network Level）之管理系統，而針對鐵路橋梁管理部份，由於其路線為單一路線，並與公路系統並無相關性，因此非屬路網層級，本研究案已另行一規劃專案層級之鐵路橋梁管理系統供鐵路局使用。

對於鐵路橋梁而言，橋梁之下部結構至橋面版與公路橋梁類似，橋面版以上之構件，例如：軌道、扣件、道碴、輸電線等構件與公路橋梁則有相當的不同。鐵路局現正以 ABCDN 之方式進行檢測其轄下兩千餘座橋梁之檢測工作，本研究也已針對鐵路橋梁發展 D.E.R.&U.之檢測準則，將進一步訓練鐵路局同仁逐漸引入此方式。

因此，本研究將整合既有鐵路橋梁管理系統內管理者所需基本資料及本系統所規劃之基本資料欄位，並發展鐵路橋梁所適用之 D.E.R.&U.檢測準則，並在另行規劃一鐵路橋梁專用模組系統以供其專案管理使用。

5.3 既有系統功能與本系統之功能比較分析

本團隊依照表 5.1 所述，分配適當人力至各示範機關單位了解其既有系統之模組功能，及推廣本系統。根據對各機關之橋梁管理系統深入了解其操作方式、模組功能及各項資料結構後，據此與本系統之模組功能相互比較之後，將結果列表如表 5.6 所示。

表 5.6 各既有系統與本系統之模組功能對照表

| 機關 \ 模組 | 基本資料 | 統計分析 | 檢測資料 | 維修成本估算 | 維修記錄 | 整合性決策 | GIS | 網路 | 系統維護 |
|---------|------|------|------|--------|------|-------|-----|----|------|
| 高公局 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 公路局 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| 鐵路局 | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | ✓ |
| 台北縣政府 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 台北市政府 | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| 本系統 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |

*：打✓表示本系統可涵括之功能

由表 5.6 可以得知，本系統規劃之模組功能可涵括示範計畫既有系統之模組功能。後續經由對各示範機關所舉辦之教育訓練，及派出本團隊中之成員至示範機關進行推廣及示範，將本系統各項模組功能及精神詳盡介紹予各機關，俟示範單位了解到本系統之主要精神及操作方式，可依照各機關內部政策之擬定，繼續使用該機關之既有系統或是經由資料轉換之方式逐漸導入本系統。

5.4 示範計畫基本資料欄位轉換分析

本團隊已對既有示範計畫系統基本資料庫對其欄位及欄位選項進行初步篩選及轉換，目前已規劃出一轉換機制，其流程詳見圖 5.8。

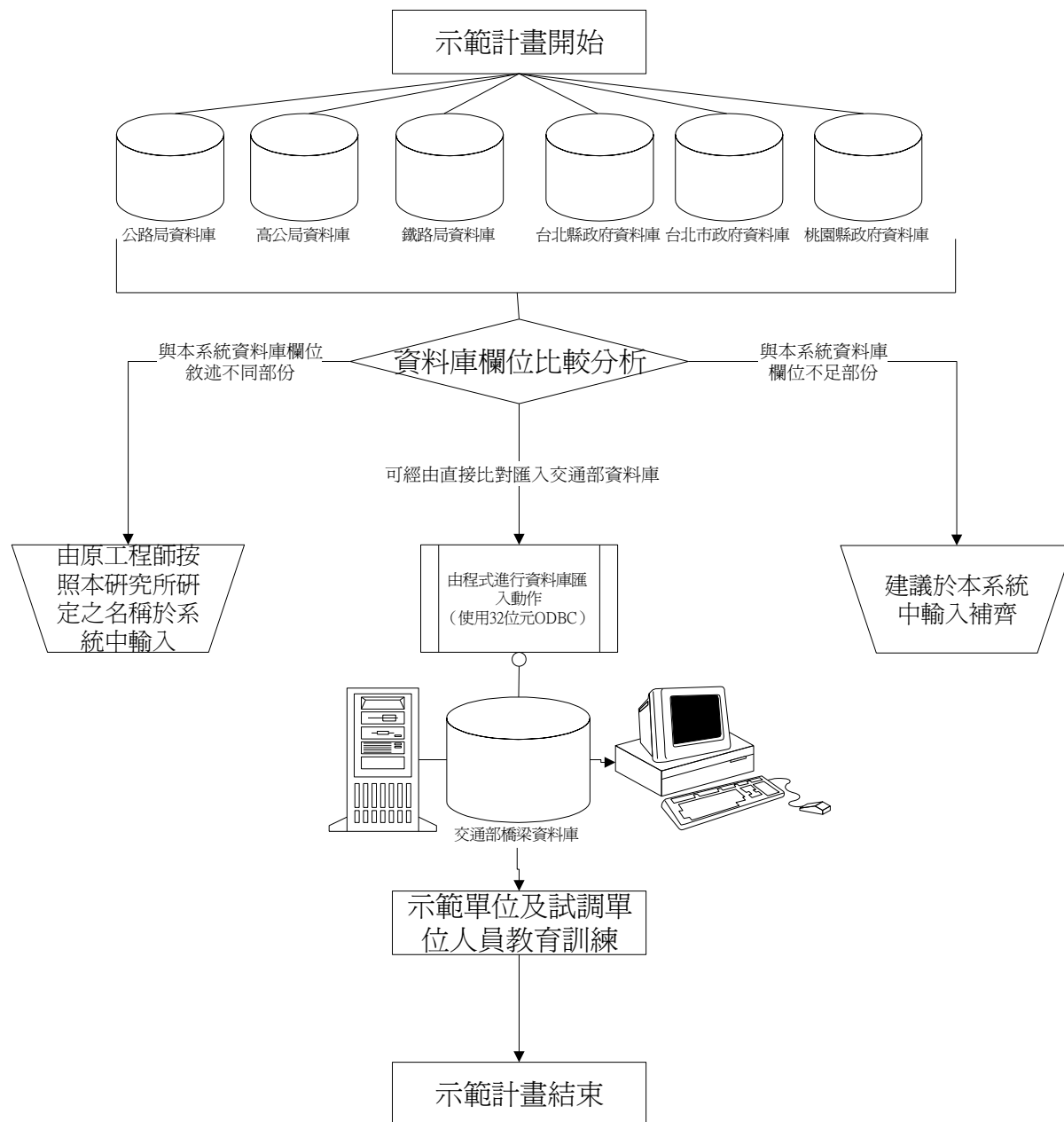


圖 5.8 示範計畫流程

各既有系統之基本資料欄位與本系統規劃有所不足部份，將提交各示範機關做參考，闕漏之部份本研究建議該機關予以補齊，俾使各管理機關轄下之橋梁基本資料能夠完整匯入本系統之資料庫，以提供本系統各項模組功能運作所需之資料。以下就各示範機關與「台灣地區橋梁管理系統」各系統資料庫欄位作一初步的比較。

本系統橋梁基本資料庫共分成管理資料、幾何資料、結構資料及設計資料等四大部分共計 55 組欄位。公路局橋梁管理系統部份，基本資料共計 38 組欄位，其中有關連性為 35 組欄位。高公局橋梁管理系統基本資料共計 47 組，其中有相關連性為 39 組欄位。鐵路局橋梁管理系統部份，共計 50 組欄位，但其中有相關連性為 27 組欄位。台北縣政府共計有 35 組欄位，其中有相關連性 26 組欄位。台北市政府共計有 47 組欄位，其中有相關連性為 39 組欄位。對於有關連性可直接由程式轉換之欄位則如表 5.7 所示。但其有若干欄位之相關敘述及名稱與本系統規劃及說明不同，其說明詳見後續小節註解。

表 5.7 橋梁基本資料欄位比較表

| 資料 名稱 | 台灣地區橋梁管理 系統基本欄位 | 公路局 | 高公局 | 鐵路局 | 台北市 | 台北縣 | 桃園縣 |
|----------|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 管理 資料 | 1. 橋梁名稱 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 2. 主管機關 | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 3. 所在地 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | 4. 道路等級 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 5. 路線 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | 6. 里程樁號 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 7. 竣工年度 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 8. 竣工月份 | ✓ | | | | ✓ | ✓ |
| | 9. 合約編號 | | ✓ | | ✓ | | |
| | 10.設計單位 | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 11.施工單位 | | ✓ | | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 12.竣工圖說保存 地點 | | ✓ | | ✓ | | |
| | 13.最近一次維修 年度 | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| | 14.最近一次維修 月份 | ✓ | | | | | |
| | 15.跨越物體 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 16.參考地標 | | | | | ✓ | |
| | 17.造價 | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | 18.附註 | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |

表 5.7 橋梁基本資料欄位比較（續）

| 資料名稱 | 台灣地區橋梁管理系統基本欄位 | 公路局 | 高公局 | 鐵路局 | 台北市 | 台北縣 | 桃園縣 |
|------|-----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 幾何資料 | 19.橋梁總長 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 20.橋梁最大淨寬 | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| | 21.橋梁最小淨寬 | | | | | | |
| | 22.最高橋墩高度 | ✓ | | | | | |
| | 23.橋面版面積 | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | 24.橋上淨高 | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | 25.橋下淨高 | ✓ | | | | | |
| | 26.總橋孔數 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | 27.總車道數 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| | 28.最大跨距 | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| | 29.其他跨距 | ✓ | | ✓ | | | ✓ |
| | 30.橋頭東經座標 X_i | | | | | | |
| | 31.橋頭北緯座標 Y_i | | | | | | |
| | 32.橋尾東經座標 X_f | | | | | | |
| | 33.橋尾北緯座標 Y_f | | | | | | |
| 結構資料 | 34.結構型式 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | 35.橋墩型式 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | 36.橋墩材質 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 37.橋墩基礎型式 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | 38.主梁型式 | ✓ | | ✓ | | ✓ | ✓ |
| | 39.主梁材質 | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | 40.橋台型式 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | |
| | 41.橋台基礎型式 | ✓ | | ✓ | | | |
| | 42.鋪面材質 | ✓ | ✓ | | ✓ | | |

| 資料名稱 | 台灣地區橋梁管理系統基本欄位 | 公路局 | 高公局 | 鐵路局 | 台北市 | 台北縣 | 桃園縣 |
|------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 43.伸縮縫型式 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 44.翼牆型式 | ✓ | ✓ | | ✓ | | |
| | 45.支承型式 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 46.防震設施 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| 設計資料 | 47.設計活載重 | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | 48.防落橋長度 | | | ✓ | | | |
| | 49.設計地表加速度 | | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ |
| | 50.計畫洪水位 | ✓ | ✓ | | ✓ | | ✓ |
| | 51.計畫堤防法線長度 | ✓ | | | | | |
| | 52.計畫堤頂高程 | ✓ | | | | | |
| | 53.計畫河床高程 | ✓ | | | | | ✓ |
| | 54.地盤種類 | | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| | 55.橋基保護工法 | | | | | | |

註：打✓表示可經由轉換程式直接轉換至本系統資料庫中

5.4.1 交通部公路局

以下茲就公路局之基本欄位選項名稱部份，與本計畫所規劃之欄位選項名稱作對應比較表，其中橋頭、橋尾之東經、北緯座標，本系統資料庫中僅有交通部公路局第一工務處部份橋梁有資料，建議公路局協同其他所缺資料一併補齊，俾使系統資料庫更為完整。

表 5.8 結構型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 結構型式 | 懸索橋 | 吊橋 | |
| | 拱橋 | 拱橋 | |
| | 桁架橋 | 桁架 | |
| | 梁式橋 | 連續 | |
| | | 簡支 | |
| | 版橋 | ----- | |
| | 箱型橋 | 箱涵 | |
| | 斜張橋 | ----- | |
| | 剛架橋 | ----- | |
| | 其他 | 箱涵 | |

註：公路局系統中之結構型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正。

表 5.9 橋墩型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 橋墩型式 | 牆式 | 牆式 | |
| | 單柱式 | 柱狀 | |
| | 多柱式 | 多柱 | |
| | 樁排架式 | 樁排架式 | |
| | 塔式 | ----- | |
| | 其他 | T 型 | |
| | | 重力式 | |
| | | 半重力式 | |

註：公路局系統中之橋墩型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，

建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.10 橋墩基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|--------|------------|--------|----|
| 橋墩基礎型式 | 樁基礎 | 樁基礎 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱基礎 | |
| | 直接基礎 | 直接基礎 | |
| | 其他 | 開放基礎 | |

註：公路局系統中之橋墩基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正。

表 5.11 主梁型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 主梁型式 | I 型梁 | I 型梁 | |
| | T 型梁 | T 型梁 | |
| | U 型梁 | U 型梁 | |
| | 版梁 | 版梁 | |
| | 箱型梁 | 箱型梁 | |
| | 其他 | B 型梁 | |

註：公路局系統中之主梁型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.12 橋台型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 橋台型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 矮墩式 | ----- | |
| | 溢土式 | ----- | |
| | 樁排架式 | 樁排架式 | |
| | 扶壁式 | 扶壁式 | |
| | 箱型 | ----- | |
| | 重力式 | 重力式 | |
| | 半重力式 | 半重力式 | |
| | 其他 | 鋼型式 | |
| | | 支柱型式 | |

註：公路局系統中之橋台型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.13 橋墩基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|--------|------------|--------|----|
| 橋台基礎型式 | 樁基礎 | 樁基礎 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱基礎 | |
| | 直接基礎 | 直接基礎 | |
| | 其他 | 開放基礎 | |

註：公路局系統中之橋台基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.14 伸縮縫型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|-------|------------|--------|----|
| 伸縮縫型式 | 開口縫 | ----- | |
| | 盲縫式伸縮縫 | ----- | |
| | 封閉縫 | ----- | |
| | 角鋼式伸縮縫 | ----- | |
| | 壓縮式填縫 | 壓縮密封式 | |
| | 帶狀填縫 | ----- | |
| | 模縫 | ----- | |
| | 指鈑縫 | 鋼指接合型式 | |
| | 滑鈑縫 | ----- | |
| | 其他 | 傾瀉密封式 | |
| | | 線狀型式 | |
| | | 部份型式 | |
| | | 係數型式 | |

註：公路局系統中之伸縮縫型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.15 翼牆型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 翼牆型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 重力式 | 重力式 | |
| | 加勁土式 | ----- | |
| | 其他 | T 型 | |
| | | L 型 | |

註：公路局系統中之翼牆型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.16 支承墊型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 交通部公路局 | 備註 |
|-------|------------|---------|----|
| 支承墊型式 | 易夾合釘式支承 | 單軸支承墊 | |
| | 搖軸支承 | 多軸支承墊 | |
| | 簡滾軸支承 | 直式支承墊 | |
| | 滑鈹支承 | 筒式連節支承墊 | |
| | 鈹支承 | 點軸支承墊 | |
| | 盤式支承 | 球軸支承墊 | |
| | 球式支承 | 彎軸插梢支承墊 | |
| | 合成橡膠支承 | 平面滑動支承墊 | |
| | 鉛心橡膠支承 | 橡膠薄板支承墊 | |
| | 其他 | 彎軸葉狀支承墊 | |
| | | 壺狀支承墊 | |

註：公路局系統中之橋墩基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

5.4.2 交通部高速公路管理局

以下茲就基本欄位選項名稱部份，與本計畫所規劃之欄位選項名稱作對應比較表，本團隊將依此原則將交通部高公局之基本資料轉入本系統中。

表 5.17 結構型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|---------|----|
| 結構型式 | 懸索橋 | ----- | |
| | 拱橋 | ----- | |
| | 桁架橋 | ----- | |
| | 梁式橋 | 連續 | |
| | | 簡支 | |
| | 版橋 | ----- | |
| | 箱型橋 | | |
| | 斜張橋 | ----- | |
| | 剛架橋 | 框架結構 | |
| | | 橋門架 | |
| | 其他 | 雙懸臂 | |
| | | 平衡式懸臂 | |
| | | 跨徑平衡式懸臂 | |
| | | 跨徑下垂式懸臂 | |
| | | 懸臂簡支 | |
| | | 雙懸臂+簡支 | |
| | | 簡支+連續 | |

註：高公局系統中之結構型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.18 橋墩型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|---------------|----|
| 橋墩型式 | 牆式 | 鋼筋混凝土牆 | |
| | | 單一鋼筋混凝土牆 | |
| | 單柱式 | 具有垂頭的單一鋼筋混凝土柱 | |
| | 多柱式 | 多重鋼筋混凝土柱 | |
| | 樁排架式 | ----- | |
| | 塔式 | ----- | |
| | 其他 | 框架 | |
| | | 空心沈箱 | |
| | | 門架式 | |
| | | V-PIER | |
| | | 長圓形空心壁式橋墩 | |
| | | 懸臂式橋墩 | |
| | | 單柱變斷面圓形空心柱 | |

註：高公局系統中之橋墩型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.19 橋墩材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 橋墩材質 | 鋼筋混凝土 | 鋼筋混凝土 | |
| | 預力混凝土 | ----- | |
| | 鋼構造 | 鋼材 | |
| | 其他 | 多向性 | |
| | | 以接合梢固定 | |
| | | 固定 | |

註：高公局系統中之橋墩材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.20 橋墩基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|--------|------------|---------|----|
| 橋墩基礎型式 | 樁基礎 | 樁 | |
| | | 鋼管樁 | |
| | | 預鑄混凝土基樁 | |
| | | 鋼骨基樁 | |
| | | 鑽孔式基樁 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱 | |
| | | 雙箱式沈箱 | |
| | | 三箱式沈箱 | |
| | 直接基礎 | ----- | |
| | 其他 | 擴式基腳 | |

註：高公局系統中之橋墩基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.21 主梁型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|------------|----|
| 主梁型式 | I 型梁 | 預力 I 型梁 | |
| | | I 型鋼板合成梁 | |
| | T 型梁 | T 型梁 | |
| | U 型梁 | 預力混凝土 U 型梁 | |
| | 版梁 | 版梁 | |
| | | 箱型版梁 | |
| | | 具各別橫隔梁之版梁 | |
| | 箱型梁 | 長方型箱型梁 | |
| | | 單箱式大梁 | |
| | | 多箱式大梁 | |
| | | 單箱式梁 | |
| | | 多箱式梁 | |
| | | 預力箱型梁 | |
| | 其他 | 外加實心回填的梁 | |
| | | 實心梁 | |
| | | 鋼筋混凝土中空版梁 | |
| | | RC 矩形梁 | |
| | | RC 拱肋梁 | |

註：高公局系統中之主梁型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.22 主梁材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|------------|----|
| 主梁材質 | 鋼筋混凝土 | 場鑄鋼筋混凝土 | |
| | | 分段鋼筋混凝土 | |
| | | 場鑄和預鑄鋼筋混凝土 | |
| | | 鋼筋混凝土中空版梁 | |
| | | 鋼筋混凝土拱肋版梁 | |
| | 預力混凝土 | 場鑄預力混凝土 | |
| | | 分段後拉預力混凝土 | |
| | | 場鑄和預鑄預力混凝土 | |
| | 鋼構造 | ----- | |
| | 其他 | 鋼質護欄 | |

註：高公局系統中之主梁材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.23 橋台型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 橋台型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 矮墩式 | ----- | |
| | 溢土式 | ----- | |
| | 樁排架式 | ----- | |
| | 扶壁式 | 扶牆式 | |
| | 箱型 | ----- | |
| | 重力式 | 重力式 | |
| | 半重力式 | 半重力式 | |
| | 其他 | 流出 | |
| | | 框架 | |

| | | | |
|--|--|-----------|--|
| | | 橫隔梁 | |
| | | 小腰梁(高架) | |
| | | 拉牆式 | |
| | | 一體式翼牆的實心牆 | |
| | | 群樁式基樁帽 | |

註：高公局系統中之橋台型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.24 橋台基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|--------|------------|---------|----|
| 橋台基礎型式 | 樁基礎 | 樁 | |
| | | 鋼管樁 | |
| | | 預鑄混凝土基樁 | |
| | | 鋼骨基樁 | |
| | | 鑽孔式基樁 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱 | |
| | | 雙箱式沈箱 | |
| | | 三箱式沈箱 | |
| | 直接基礎 | ----- | |
| | 其他 | 擴式基腳 | |

註：高公局系統中之橋台基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.25 鋪面材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|-----------------|----|
| 鋪面材質 | 瀝青混凝土(AC) | 150mm 柏油摩 擦層 | |
| | | | |
| | 混凝土(RC) | 混凝土 | |
| | 其他 | | |

註：高公局系統中之鋪面材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.26 伸縮縫型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|-------|------------|---------|----|
| 伸縮縫型式 | 開口縫 | ----- | |
| | 盲縫式伸縮縫 | ----- | |
| | 封閉縫 | ----- | |
| | 角鋼式伸縮縫 | 角鋼伸縮縫 | |
| | 壓縮式填縫 | ----- | |
| | 帶狀填縫 | ----- | |
| | 模縫 | ----- | |
| | 指鈹縫 | ----- | |
| | 滑鈹縫 | ----- | |
| | 其他 | 跨越伸縮縫鋪面 | |
| | | 具有鋪面的鋼板 | |
| | | 具有壓縮封 | |
| | | 柏油填塊 | |

| | | | |
|--|--|-----------------------|--|
| | | 混凝土緣面，金屬滾軸和 彈性材料封套 | |
| | | 金屬指狀接合縫 | |
| | | 具封套的彈性材料混凝土 | |
| | | 具封套的混凝土緣面 | |
| | | 平型伸縮縫 | |
| | | MODULAR 伸縮縫 | |
| | | WABOD-1200 伸縮縫 | |

註：高公局系統中之伸縮縫型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.27 翼牆型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|----------------|----|
| 翼牆型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 重力式 | ----- | |
| | 加勁土式 | 加勁土壤 | |
| | 其他 | Loffelstein 式牆 | |

註：高公局系統中之翼牆型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.28 支承墊型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|----------------|----|
| 支承型式 | 簡易夾合釘式支承 | 固定 | |
| | 搖軸支承 | 軸承式鋼支承 | |
| | 簡滾軸支承 | 可滑動支承 | |
| | 滑鈹支承 | 在橫斷面方向單向運動的支承 | |
| | 鈹支承 | 在縱向上單向運動的支承 | |
| | 盤式支承 | 盤式支承 | |
| | 球式支承 | 球型支承(機械式) | |
| | 合成橡膠支承 | 人造橡膠 | |
| | 鉛心橡膠支承 | | |
| | 其他 | 多向性 | |
| | | 利用套孔支承來固定 | |
| | | 與橋面版一體構結的橋墩 | |
| | | 與橋面版一體構結的橋面版 | |
| | | 多方向及單方向 | |
| | | 支承墊的剪力勁度提供束制 | |
| | | 以套管支承所提供的單方向束制 | |
| | | 固定及單方向 | |
| | | 固定及多方向 | |
| | | RC 支承墊 | |

註：高公局系統中之支承墊型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.29 防震設施比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 高公局 | 備註 |
|------|------------|---------|----|
| 防震設施 | 混凝土止震塊 | RC 止震塊 | |
| | | 液壓式 | |
| | | 彈性材料支承墊 | |
| | 防震拉桿 | 拉桿 | |
| | | 液壓式 | |
| | 其他 | | |

註：高公局系統中之防震設施名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

5.4.3 交通部鐵路管理局

以下茲就基本欄位選項名稱部份，與本計畫所規劃之欄位選項名稱作對應比較表，本團隊將依此原則將交通部鐵路局之基本資料轉入本系統中。

表 5.30 結構型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 結構型式 | 懸索橋 | ----- | |
| | 拱橋 | 拱橋 | |
| | 桁架橋 | 桁架 | |
| | 梁式橋 | 簡支 | |
| | | 連續 | |
| | 版橋 | ----- | |
| | 箱型橋 | ----- | |
| | 斜張橋 | ----- | |
| | 剛架橋 | ----- | |
| | | ----- | |
| | 其他 | 上路式 | |
| | | 下路式 | |
| | | 平穿式 | |

註：鐵路局系統中之結構型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.31 橋墩型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 橋墩型式 | 牆式 | 壁式 | |
| | 單柱式 | 懸臂式 | |
| | 多柱式 | 框架式 | |
| | 樁排架式 | 樁排架式 | |
| | 塔式 | ----- | |
| | 其他 | 其他 | |

註：鐵路局系統中之橋墩型式名稱與現有系統有些許出入，建議由原工務段承辦
人員加以更正

表 5.32 橋墩材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 橋墩材質 | 鋼筋混凝土 | 混凝土 | |
| | 預力混凝土 | ----- | |
| | 鋼構造 | 鋼結構 | |
| | 其他 | 石積 | |

註：鐵路局系統中之橋墩材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.33 主梁型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|-------------|--------------------|
| 主梁型式 | I 型梁 | 混凝土 I 型梁 | |
| | | 鋼結構型鋼梁 | |
| | | 鋼結構版梁 | 限主梁形狀為 I 型者，否則列入其他 |
| | | 鋼結構合成梁 | 限主梁形狀為 I 型者，否則列入其他 |
| | T 型梁 | 混凝土 T 型梁 | |
| | U 型梁 | 混凝土 U 型梁 | |
| | 版梁 | 混凝土中空版梁 | |
| | 箱型梁 | 混凝土箱型梁 | |
| | | 鋼結構箱型梁 | |
| | 其他 | 混凝土 H 型鋼埋入梁 | |
| | | 鋼結構桁架梁 | |

註：鐵路局系統中之主梁型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.34 主梁材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 主梁材質 | 鋼筋混凝土 | R.C. 梁 | |
| | 預力混凝土 | P.C. 梁 | |
| | 鋼構造 | 鋼結構 | |
| | 其他 | 其他 | |

註：鐵路局系統中之主梁材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.35 橋台型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 橋台型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 矮墩式 | ----- | |
| | 溢土式 | ----- | |
| | 樁排架式 | 樁排架式 | |
| | 扶壁式 | 扶壁式 | |
| | 箱型 | ----- | |
| | 重力式 | 重力式 | |
| | 半重力式 | ----- | |
| | 其他 | 剛構式 | |

註 6：鐵路局系統中之橋台型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.36 伸縮縫型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|-------|------------|-------|----|
| 伸縮縫型式 | 開口縫 | ----- | |
| | 盲縫式伸縮縫 | ----- | |
| | 封閉縫 | ----- | |
| | 角鋼式伸縮縫 | ----- | |
| | 壓縮式填縫 | ----- | |
| | 帶狀填縫 | ----- | |
| | 模縫 | ----- | |
| | 指鈑縫 | ----- | |
| | 滑鈑縫 | ----- | |
| | 其他 | 膠質伸縮縫 | |
| | | 鋼質伸縮縫 | |
| | | 無伸縮縫 | |

註：鐵路局系統中之伸縮縫型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正。其差異詳見下表：

表 5.37 支承型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 支承型式 | 簡易夾合釘式支承 | ----- | |
| | 搖軸支承 | ----- | |
| | 滾軸支承 | 搖滾支承 | |
| | 滑鈹支承 | 滑鈹支承 | |
| | 鈹支承 | ----- | |
| | 盤式支承 | 盤式支承 | |
| | 球式支承 | ----- | |
| | 合成橡膠支承 | 合成橡膠支承 | |
| | 鉛心橡膠支承 | ----- | |
| | 其他 | 鋼製支承 | |
| | | 鑄鋼支承 | |
| | | 彈性支承 | |

註：鐵路局系統中之支承型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.38 防震設施比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 鐵路局 | 備註 |
|------|------------|------|----|
| 防震設施 | 混凝土止震塊 | 止震塊 | |
| | 防震拉桿 | 拉桿 | |
| | 其他 | 剪力鋼棒 | |

註 9：鐵路局系統中之防震設施名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

5.4.4 台北市政府

以下茲就基本欄位選項名稱部份，與本計畫所規劃之欄位選項名稱作對應比較表，本團隊將依此原則將台北市政府之基本資料轉入本系統中。

表 5.39 結構型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|---------|----|
| 結構型式 | 懸索橋 | ----- | |
| | 拱橋 | ----- | |
| | 桁架橋 | ----- | |
| | 梁式橋 | 連續 | |
| | | 簡支 | |
| | 版橋 | ----- | |
| | 箱型橋 | | |
| | 斜張橋 | ----- | |
| | 剛架橋 | 框架結構 | |
| | | 橋門架 | |
| | 其他 | 雙懸臂 | |
| | | 平衡式懸臂 | |
| | | 跨徑平衡式懸臂 | |
| | | 跨徑下垂式懸臂 | |
| | | 懸臂簡支 | |
| | | 雙懸臂+簡支 | |
| | | 簡支+連續 | |

註：台北市政府中之結構型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，
建議由原承辦人員加以更正

表 5.40 橋墩型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|---------------|----|
| 橋墩型式 | 牆式 | 鋼筋混凝土牆 | |
| | | 單一鋼筋混凝土牆 | |
| | 單柱式 | 具有垂頭的單一鋼筋混凝土柱 | |
| | 多柱式 | 多重鋼筋混凝土柱 | |
| | 樁排架式 | ----- | |
| | 塔式 | ----- | |
| | 其他 | 框架 | |
| | | 空心沈箱 | |
| | | 門架式 | |
| | | V-PIER | |
| | | 長圓形空心壁式橋墩 | |
| | | 懸臂式橋墩 | |
| | | 單柱變斷面圓形空心柱 | |

註：台北市政府系統中之橋墩型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.41 橋墩材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 橋墩材質 | 鋼筋混凝土 | 鋼筋混凝土 | |
| | 預力混凝土 | ----- | |
| | 鋼構造 | 鋼材 | |
| | 其他 | 多向性 | |
| | | 以接合梢固定 | |
| | | 固定 | |

註：台北市政府系統中之橋墩材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.42 橋墩基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|--------|------------|---------|----|
| 橋墩基礎型式 | 樁基礎 | 樁 | |
| | | 鋼管樁 | |
| | | 預鑄混凝土基樁 | |
| | | 鋼骨基樁 | |
| | | 鑽孔式基樁 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱 | |
| | | 雙箱式沈箱 | |
| | | 三箱式沈箱 | |
| | 直接基礎 | ----- | |
| | 其他 | 擴式基腳 | |

註：台北市政府系統中之橋墩基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.43 主梁型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|------------|----|
| 主梁型式 | I 型梁 | 預力 I 型梁 | |
| | | I 型鋼板合成梁 | |
| | T 型梁 | T 型梁 | |
| | U 型梁 | 預力混凝土 U 型梁 | |
| | 版梁 | 版梁 | |
| | | 箱型版梁 | |
| | | 具各別橫隔梁之版梁 | |
| | 箱型梁 | 長方型箱型梁 | |
| | | 單箱式大梁 | |
| | | 多箱式大梁 | |
| | | 單箱式梁 | |
| | | 多箱式梁 | |
| | | 預力箱型梁 | |
| | 其他 | 外加實心回填的梁 | |
| | | 實心梁 | |
| | | 鋼筋混凝土中空版梁 | |
| | | RC 矩形梁 | |
| | | RC 拱肋梁 | |

註：台北市政府系統中之主梁型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.44 主梁材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|------------|----|
| 主梁材質 | 鋼筋混凝土 | 場鑄鋼筋混凝土 | |
| | | 分段鋼筋混凝土 | |
| | | 場鑄和預鑄鋼筋混凝土 | |
| | | 鋼筋混凝土中空版梁 | |
| | | 鋼筋混凝土拱肋版梁 | |
| | 預力混凝土 | 場鑄預力混凝土 | |
| | | 分段後拉預力混凝土 | |
| | | 場鑄和預鑄預力混凝土 | |
| | 鋼構造 | ----- | |
| | 其他 | 鋼質護欄 | |

註：台北市政府系統中之主梁材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.45 橋台型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 橋台型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 矮墩式 | ----- | |
| | 溢土式 | ----- | |
| | 樁排架式 | ----- | |
| | 扶壁式 | 扶牆式 | |
| | 箱型 | ----- | |
| | 重力式 | 重力式 | |
| | 半重力式 | 半重力式 | |
| | 其他 | 流出 | |
| | | 框架 | |

| | | | |
|--|--|-----------|--|
| | | 橫隔梁 | |
| | | 小腰梁(高架) | |
| | | 拉牆式 | |
| | | 一體式翼牆的實心牆 | |
| | | 群樁式基樁帽 | |

註：台北市政府系統中之橋台型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.46 橋台基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|--------|------------|---------|----|
| 橋台基礎型式 | 樁基礎 | 樁 | |
| | | 鋼管樁 | |
| | | 預鑄混凝土基樁 | |
| | | 鋼骨基樁 | |
| | | 鑽孔式基樁 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱 | |
| | | 雙箱式沈箱 | |
| | | 三箱式沈箱 | |
| | 直接基礎 | ----- | |
| | 其他 | 擴式基腳 | |

註：台北市政府系統中之橋台基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

表 5.47 鋪面材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|------------|----|
| 鋪面材質 | 瀝青混凝土(AC) | 50mm 柏油摩擦層 | |
| | | 30mm 柏油摩擦層 | |
| | 混凝土(RC) | 混凝土 | |
| | 其他 | | |

註：台北市政府系統中之鋪面材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.48 伸縮縫型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|-------|------------|-------------------|----|
| 伸縮縫型式 | 開口縫 | ----- | |
| | 盲縫式伸縮縫 | ----- | |
| | 封閉縫 | ----- | |
| | 角鋼式伸縮縫 | 角鋼伸縮縫 | |
| | 壓縮式填縫 | ----- | |
| | 帶狀填縫 | ----- | |
| | 模縫 | ----- | |
| | 指鈑縫 | ----- | |
| | 滑鈑縫 | ----- | |
| | 其他 | 跨越伸縮縫鋪面 | |
| | | 具有鋪面的鋼板 | |
| | | 具有壓縮封 | |
| | | 柏油填塊 | |
| | | 混凝土緣面，金屬滾軸和彈性材料封套 | |

| | | | |
|--|--|-----------------|--|
| | | 金屬指狀接合縫 | |
| | | 具封套的彈性材料混凝土 | |
| | | 具封套的混凝土緣面 | |
| | | 平型伸縮縫 | |
| | | MODULAR 伸縮縫 | |
| | | WABO D-1200 伸縮縫 | |

註：台北市政府系統中之伸縮縫型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.49 翼牆型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|----------------|----|
| 翼牆型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 重力式 | ----- | |
| | 加勁土式 | 加勁土壤 | |
| | 其他 | Loffelstein 式牆 | |

註：台北市政府系統中之翼牆型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.50 支承墊型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|----------------|----|
| 支承型式 | 簡易夾合釘式支承 | 固定 | |
| | 搖軸支承 | 軸承式鋼支承 | |
| | 簡滾軸支承 | 可滑動支承 | |
| | 滑鈹支承 | 在橫斷面方向單向運動的支承 | |
| | 鈹支承 | 在縱向上單向運動的支承 | |
| | 盤式支承 | 盤式支承 | |
| | 球式支承 | 球型支承(機械式) | |
| | 合成橡膠支承 | 人造橡膠 | |
| | 鉛心橡膠支承 | | |
| | 其他 | 多向性 | |
| | | 利用套孔支承來固定 | |
| | | 與橋面版一體構結的橋墩 | |
| | | 與橋面版一體構結的橋面版 | |
| | | 多方向及單方向 | |
| | | 支承墊的剪力勁度提供束制 | |
| | | 以套管支承所提供的單方向束制 | |
| | | 固定及單方向 | |
| | | 固定及多方向 | |
| | | RC 支承墊 | |

註：台北市政府系統中之支承墊型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.51 防震設施比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 台北市政府 | 備註 |
|------|------------|---------|----|
| 防震設施 | 混凝土止震塊 | RC 止震塊 | |
| | | 液壓式 | |
| | | 彈性材料支承墊 | |
| | 防震拉桿 | 拉桿 | |
| | | 液壓式 | |
| | 其他 | | |

註：台北市政府系統中之防震設施名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原工務段承辦人員加以更正

5.4.5 桃園縣政府

以下茲就基本欄位選項名稱部份，與本計畫所規劃之欄位選項名稱作對應比較表，本團隊將依此原則將桃園縣政府之基本資料轉入本系統中。

表 5.52 結構型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|-----|----|
| 結構型式 | 懸索橋 | 吊橋 | |
| | 拱橋 | v | |
| | 桁架橋 | v | |
| | 梁式橋 | 連續 | |
| | | 簡支 | |
| | 版橋 | --- | |
| | 箱型橋 | --- | |
| | 斜張橋 | v | |
| | 剛架橋 | --- | |
| | 其他 | 懸臂 | |
| | | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之結構型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.53 橋墩型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|------|----|
| 橋墩型式 | 牆式 | 壁式 | |
| | 單柱式 | 懸臂式 | |
| | 多柱式 | 框架式 | |
| | 樁排架式 | 樁排架式 | |
| | 塔式 | --- | |
| | 其他 | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之橋墩型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.54 橋墩材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 橋墩材質 | 鋼筋混凝土 | 鋼筋混凝土 | |
| | 預力混凝土 | --- | |
| | 鋼構造 | 鋼構造 | |
| | 其他 | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之橋墩材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.55 橋墩基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|--------|------------|------|----|
| 橋墩基礎型式 | 樁基礎 | 樁基礎 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱基礎 | |
| | 直接基礎 | 直接基礎 | |
| | 其他 | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之橋墩基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名

稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.56 主梁型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|------|----|
| 主梁型式 | I 型梁 | I 型梁 | |
| | T 型梁 | T 型梁 | |
| | U 型梁 | U 型梁 | |
| | 版梁 | --- | |
| | 箱型梁 | 箱型梁 | |
| | 其他 | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之主梁型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.57 主梁材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|-----|----|
| 主梁材質 | 鋼筋混凝土 | --- | |
| | 預力混凝土 | --- | |
| | 鋼構造 | --- | |
| | 其他 | --- | |

註：桃園縣政府資料中之主梁材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.58 橋台型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|------|----|
| 橋台型式 | 懸臂式 | 懸臂式 | |
| | 矮墩式 | --- | |
| | 溢土式 | --- | |
| | 樁排架式 | 樁排架式 | |
| | 扶壁式 | 扶壁式 | |

| | | | |
|--|------|-----|--|
| | 箱型 | --- | |
| | 重力式 | 重力式 | |
| | 半重力式 | --- | |
| | 其他 | 剛構式 | |
| | | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之橋台型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.59 橋台基礎型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|--------|------------|------|----|
| 橋台基礎型式 | 樁基礎 | 樁基礎 | |
| | 沈箱基礎 | 沈箱基礎 | |
| | 直接基礎 | 直接基礎 | |
| | 其他 | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之橋台基礎型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.60 鋪面材質比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|-------|----|
| 鋪面材質 | 瀝青混凝土(AC) | AC 面層 | |
| | 混凝土(RC) | RC 面層 | |
| | 其他 | --- | |

註：桃園縣政府資料中之鋪面材質名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.61 伸縮縫型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|-------|------------|--------|----|
| 伸縮縫型式 | 開口縫 | --- | |
| | 盲縫式伸縮縫 | --- | |
| | 封閉縫 | --- | |
| | 角鋼式伸縮縫 | 角鋼伸縮縫 | |
| | 壓縮式填縫 | --- | |
| | 帶狀填縫 | --- | |
| | 模縫 | --- | |
| | 指鈑縫 | 鋸齒形伸縮縫 | |
| | 滑鈑縫 | --- | |
| | 其他 | 無伸縮縫裝置 | |
| | | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之伸縮縫型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.62 翼牆型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|-----|----|
| 翼牆型式 | 懸臂式 | --- | |
| | 重力式 | --- | |
| | 加勁土式 | --- | |
| | 其他 | --- | |

註：桃園縣政府資料中之翼牆型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.63 支承墊型式比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|--------|----|
| 支承型式 | 簡易夾合釘式支承 | --- | |
| | 搖軸支承 | 搖滾支承 | |
| | 簡滾軸支承 | 搖滾支承 | |
| | 滑鈹支承 | 滑鈹式支承 | |
| | 鈹支承 | --- | |
| | 盤式支承 | 盤式支承 | |
| | 球式支承 | --- | |
| | 合成橡膠支承 | 合成橡膠支承 | |
| | 鉛心橡膠支承 | --- | |
| | 其他 | 鋼製支承 | |
| | | 鑄鋼支承 | |
| | | 彈性支承 | |
| | | 其他 | |

註：桃園縣政府資料中之支承型式名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

表 5.64 防震設施比較表

| 欄位名稱 | 台灣地區橋梁管理系統 | 桃園縣 | 備註 |
|------|------------|-----|----|
| 防震設施 | 混凝土止震塊 | --- | |
| | 防震拉桿 | --- | |
| | 其他 | --- | |

註：桃園縣政府資料中之防震設施名稱與本系統所規劃之欄位選項名稱有些許出入，建議由原承辦人員加以更正

5.4.6 電子轉換機制

本研究對於各既有系統之基本資料庫在進行了解及比對後，對於可匯入本系統資料庫之資料欄位將以物件導向（Object-Oriented）程式的觀念撰寫不同資料庫轉換、匯入之界面程式，使系統管理者可選擇欲匯入之資料庫，藉由本界面之“新增欄位對應

關係“功能以擴充本界面與各既有系統資料庫之轉換、匯入相容性。

本機制主要透過 ODBC（Open Database Connectivity）協定作為轉換之界面，由第一部份各既有橋梁系統管理系統簡介得知，各系統採用之資料庫系統不盡相同，公路局、鐵路局、高公局及台北縣政府為 MS-Access 資料庫系統，台北縣政府則採用 MS-SQL 資料庫系統，本研究擬透過上述 ODBC 之協定及物件導向程式語言撰寫本系統匯入資料庫所需之界面，而本功能主要操作者為系統管理者，以避免匯入不當造成系統資料庫損毀，其流程如圖 5.9 所示。

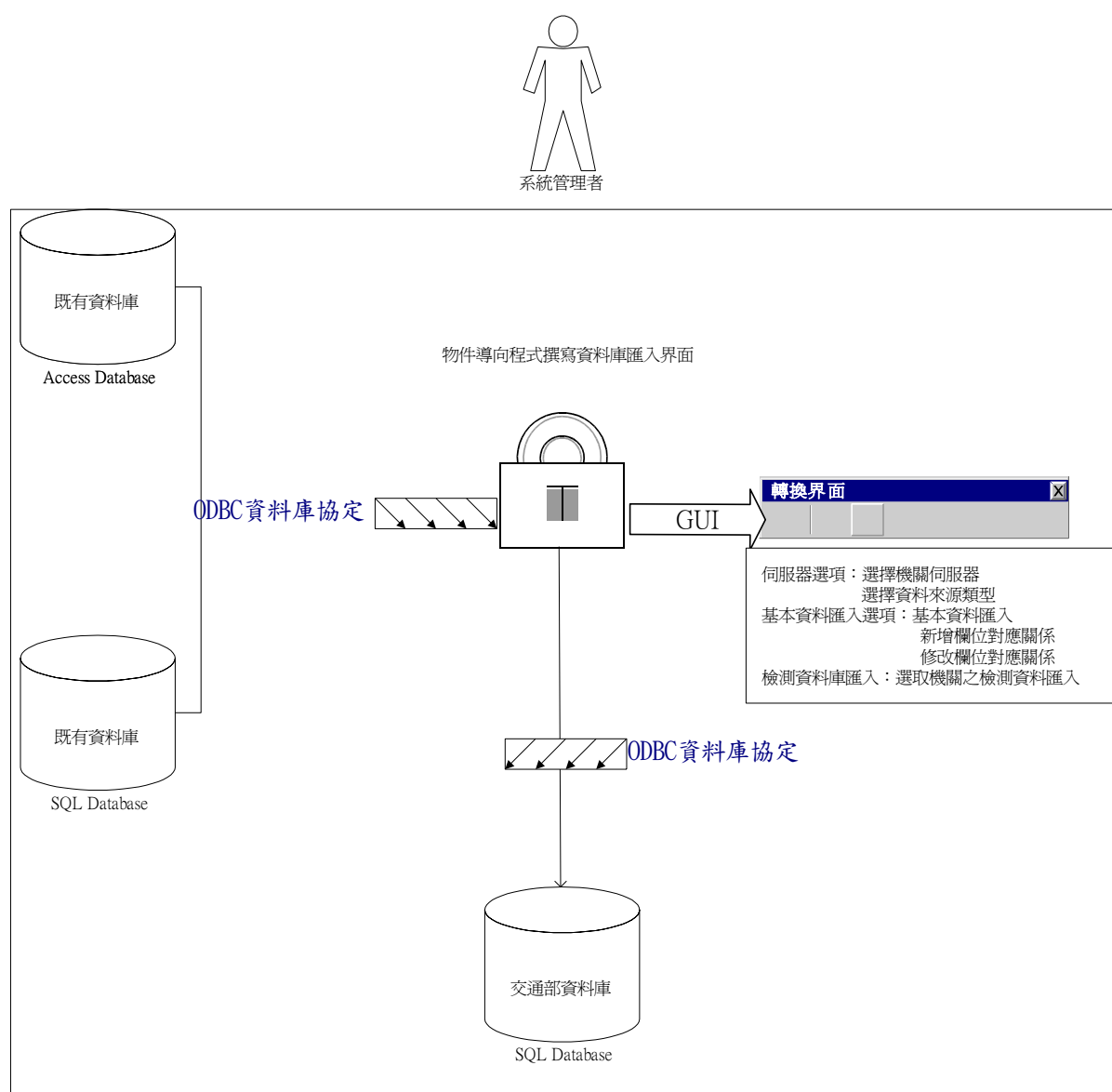


圖 5.9 本系統資料庫電子轉換、匯入機制示意圖

5.5 示範計畫檢測資料欄位轉換分析

5.5.1 混凝土、鋼橋一般檢測概要^[29]

本檢測方法為前省政府住都處委託中華顧問工程司依交通部「道路橋梁之安全檢測及評估準則」中初步評估之部份及蒐集歐、美及日本道路公團、阪神道路公團資料，整理後所得。其評估準則準則如表 5.65 所示。

表 5.65 ABCDN 判定標準概述表

| 判定等級 | 狀 況 |
|------|---|
| A | 損傷輕微，須做重點檢查。 |
| B | 有損傷，須進行監視，必要時視情況補修。 |
| C | 損傷顯著。變形持續進行，功能可能降低必須加以補修。 |
| D | 損傷顯著，有重大變形及結構物功能降低，為確保交通之安全順暢，或避免對第三者造成障礙，必須採取緊急補修。 |
| N | 無此項或無法判斷結構物之損傷情況。 |
| OK | 上述以外之場合。 |

判定等級為 N 時，表示無此項目或無法判定結構物損傷狀況。若為無法判斷則須加以說明，並視其需要性採用其他方法作進一步檢測。

判定等級為 D 時，其損傷必須儘速向檢測業務負責人提出報告，進行緊急修補。判定等級若為 C 或 D 時，必須採取進一步之特殊或詳細檢測以確定結構物之狀況。

判定等級為 B 時，應對該構件之破損狀況進行監視，必要時須修補該破損構件。

本目視檢測方法主要將橋梁結構物分為：橋面版構件、上部結構、橋墩、基礎、基礎/土壤/河道、橋台及引道、支承、伸縮縫及其他附屬設施等八大項結構分類，其詳細分類及細部評估項目如表 5.66 所示。

表 5.66 細部評估項目示意表

| 結構分類 | 檢查項目 |
|----------|--|
| 橋面版構件 | 摩擦層、緣石、人行道、中央分隔島、胸牆、欄杆、橋面沈陷 |
| 上部結構 | 橋面版結構、主構件、副構件 |
| 橋墩 | 帽梁、墩柱 |
| 基礎/土壤/河道 | 基礎、沖刷/侵蝕/淤積、地形斜坡、土壤液化、保護措施、河堤、河道、水深、水質 |
| 橋台及引道 | 橋台、背牆、翼牆、引道、保護措施 |
| 支承 | 支承及其周邊、阻尼裝置、防止落橋措施、防震拉桿 |
| 伸縮縫 | 伸縮縫裝置、鉸接版 |
| 其他附屬設施 | 標誌/標線、標誌架及照明設施、隔音牆、維修走道、排水設施、其他設施 |

對於各檢查項目而言，本檢測方法皆有提供訂量化之評估標準，以使各橋梁有客觀及一致之評估值以填入評估表格中。此外，於檢測時亦須統計損壞構件數量、繪製位置詳圖及拍攝檢測相片。

5.5.2 D.E.R.&U.目視檢測準則^[30]

D.E.R.&U.目視檢測評估準則法將橋梁結構劣化的情形，依「嚴重程度(Degree)」、「範圍(Extend)」、「對橋梁結構安全性與服務性之影響(Relevancy)」及「維修急迫性(Urgency)」，分為 D.E.R.&U.四個部份加以評估。

本將分為四個等級加以評估，其評估值為 1-4，如果評估值為 0，則有其特別代表之意義：程度為 0 時，表示「無此項目」；範圍為 0 時，表示「無法檢測」；影響性為 0 時，則表示「無法判別」；其評估準則如表 5.67 所示。

表 5.67 D.E.R.&U.目視檢測評估等級

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|------|--------|----------|----------|------------|
| 程度 | 無此項目 | 良好 | 尚可 | 差 | 嚴重損壞 |
| 範圍 | 無法檢測 | 微 <10% | <30% | <60% | < |
| 影響性 | 無法判別 | 微 | 小 | 中 | 大 |
| 急迫性 | 無此項目 | 例行維護 | 3 年內必須維修 | 1 年內必須維修 | 緊急處理 維修 |

本檢測方法先對橋梁結構物先作一全面性宏觀檢視部份為：引道路堤、引道護欄、河道、引道護坡—保護設施、橋台基礎及沈箱、橋台、翼牆／擋土牆、摩擦層、排水設施、緣石及人行道、欄杆及護欄、其他共計12項進行評估。在作完全面性的一般檢測之後，接著應針對各跨結構桿件作仔細的檢測。檢測的順序可依橋跨編號進行檢測。此部份所需檢測之構件為：橋墩沖刷保護、橋墩基礎、橋墩墩體、支承／支承墊、止震塊／拉桿、主構件（大樑）、副構件（橫隔樑）、橋面版、伸縮縫、鉸接版等9項進行評估。

本檢測法亦有提供訂量化之評估標準，以使各橋梁有客觀及一致之評估值以填入評估表格中。本檢測方法亦提供各構件破損狀況之維修工法建議表，使檢測人員於檢測後可對該構件之修復工法進行初步之建議。

5.5.3 混凝土、鋼橋一般檢測概要與 D.E.R.&U.目視檢測準則評估標準比較

現有示範機關資料庫中的檢測資料庫部份，各示範機關評估準則不盡相同，現將各系統及示範單位所使用之評估方法作一比較如表 5.68 所示。由表中得知目前公路局、高公局、台北市政府及基隆市政府與本研究案採用相同之目視檢測準則，本團隊已將其檢測資料轉入本系統資料庫中。然其他未使用相同目視檢測準則之機關，其目視檢測準與本系統所使用之準則不同。

表 5.68 現有縣市安全檢測方式比較

| 系統 項目 | 台灣地區 橋梁管理系統 | 公路局 | 高公局 | 鐵路局 | 台北縣 | 基隆市 | 桃園縣 |
|------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| 檢測方式 | D.E.R&U. | D.E.R&U. | D.E.R&U. | ABCSN | ABCDN | D.E.R&U. | ABCDN |
| 檢測種類 | 定期安全檢查 特殊檢查 | 定期安全檢查 特殊檢查 | 定期安全檢查 特殊檢查 | 一般檢查 特殊檢查 | 日常檢查 定期檢查 臨時檢查 | 定期安全檢查 特殊檢查 | 特殊檢查 |
| 構件 分類方式 | 分為 20 項構件 | 分為 20 項構件 | 分為 20 項構件 | 主要分為 8 大 類，再往下細分 為數個小項 | 主要分為 8 大 類，再往下細分 為數個小項 | 分為 20 項構件 | - |
| 構件 評定標準 | 分為 1~4 級 | 分為 1~4 級 | 分為 1~4 級 | 依健全度判定基 準，分為 AA,A1,A2,B,C,S | 分為 A~D | 分為 1~4 級 | 分為 A~D |
| 橋梁 狀況評定 | 可依檢測值計算 各項狀況指標後 進行排序 | 可依檢測值計算 各項狀況指標後 進行排序 | 可依檢測值計算 各項狀況指標後 進行排序 | 依健全度判定區 分 | — | 可依檢測值計算 各項狀況指標後 進行排序 | - |
| 維修方案 建議 | 由檢測員建議維 修項目 | 由檢測員建議維 修項目 | 由檢測員建議維 修項目 | — | — | 由檢測員建議維 修項目 | — |
| 維修成本 估算 | 根據檢測結果與 可能採用維修工 法計算維護成本 | 根據檢測結果與 可能採用維修工 法計算維護成本 | 根據檢測結果與 可能採用維修工 法計算維護成本 | — | — | 根據檢測結果與 可能採用維修工 法計算維護成本 | — |
| 轉換機制 | | 直接資料庫 做轉換 | 直接資料庫 做轉換 | 建議原單位 另做檢測 | 建議原單位 另做檢測 | 直接資料庫 做轉換 | 無系統資料庫， 建議原單位另做 檢測 |

「混凝土、鋼橋一般檢測概要」與「D.E.R.&U.目視檢測準則評估標準」皆有提供非常詳盡且定量化之評估標準以提供檢測人員參考，使評估標準得以統一。然若要將這兩種檢測方法之評估標準作一簡單之比對，例如以磨耗層來說，混凝土、鋼橋一般檢測概要之評估標準如表 5.69 所示。而「D.E.R.&U.目視檢測準則評估標準」之 D 值評估標準如表 5.70 所示，而其劣化現象對整體結構的安全性和服務性的影響如表 5.71 所示。

表 5.69 「混凝土、鋼橋一般檢測概要」伸縮縫之判定標準

| 判定等級 檢查項目 | A | B | C | D |
|-----------------------|------------|---|---|-----------------------------|
| 伸縮縫裝置損傷 (變形、生鏽、腐蝕) | - | <ul style="list-style-type: none"> ● 發生損傷 ● 發生大範圍生鏽 ● 發生點狀腐蝕 | <ul style="list-style-type: none"> ● 發生顯著損傷 ● 發生大範圍顯著之生鏽及腐蝕 | 伸縮縫有顯著之損傷，或可能持續進行，並造成交通之障礙。 |
| 螺栓、錨錠螺栓損傷、欠缺、鬆動 | - | 有螺栓損傷、欠缺鬆動 | 同一位置有 2 個以上螺栓損傷、欠缺或鬆動 | - |
| 襯墊片或端部補強構件損傷 | - | 有損傷 | 顯著損傷發生 | - |
| 高低差 | 高低差小於 10mm | 高低差介於 10mm~15mm 之間 | 高低差大於 15mm 以上 | - |
| 橋面版間距異常 | - | 橋面版間距不良 | <ul style="list-style-type: none"> ● 橋面版間距異常，對伸縮縫裝置有不良影響或橋面版可能接觸 ● 間距太大而有大大衝擊聲音 | 間距閉塞可能產生設計值以上的應力 |
| 異常聲音 | - | - | 有異常聲音 | - |
| 漏水 | 輕微漏水 | 有漏水或止水設施有損傷 | 有顯著漏水或止水設施損傷使功能降低 | - |
| 伸縮縫間雜物堆積 | - | 塵土、雜物堆積 | 塵土、雜物掩埋造成功能阻礙 | - |
| 其他損傷 | - | - | 發生功能阻礙 | 影響行車安全或造成第三者障礙 |

表 5.70 「D.E.R.&U.」檢測法伸縮縫劣化現象與劣化程度相對應的評估值

| 檢查項目 | 劣化程度 | D |
|-------|---|---|
| 伸縮縫劣化 | 1. 突出部份混凝土剝落、錨定螺栓脫落。 接縫處雜屑堆積使伸縮縫功能減弱。 | 2 |
| | 2. 壓力封散失 錨定螺栓遺失 埋入接頭上方的材料開裂 彈性材料變質但仍具水密性 | 3 |
| | 3. 合成的尖端材質開裂 伸展接頭完全被密封 壓力封完全掉入膨脹缺口 彈性元件開裂 碎石滑道從尖端分離 | 4 |
| | | |

表 5.71 「D.E.R.&U.檢測法」伸縮縫劣化現象對整體結構的安全性和服務性的影響

| 檢視部位 | 修復方法 | 影響等級 | 備註 |
|------|---------------|------|---|
| 伸縮縫 | | | 主要的瑕疵現象如下： a. 伸縮縫或其組件遺失或移位。 b. 伸縮縫的組件有凸出或凹陷。 c. 水會從伸縮縫滲漏。 d. 伸縮縫從內部裂開。大多數伸縮縫的重要性"R"都是1，因為其並不影響乘客的安全。然而，若部分鐵製的伸縮縫突出時，其重要性亦相對的增加。 |
| | A. 更新混凝土突出部分 | 1 | |
| | B. 更新封緘材料 | 1 | |
| | C. 更新或調整鋼製伸縮縫 | 1 | |

上述兩種對伸縮縫之檢測判定標準，若以 D.E.R.&U.檢測方法（以下簡稱甲方法）判定“D”值為 2 則其劣化狀況描述，大略對應至「混凝土、鋼橋一般檢測概要」（以下簡稱乙方法）檢查項目及判斷標準：伸縮縫間雜物堆積、螺栓、錨錠螺栓損傷、欠缺、鬆動及伸縮縫裝置損傷（變形、生鏽、腐蝕）之等檢查項目且判定值皆為 B。但若“D=3”時則大略對應：「伸縮縫間雜物堆積」標準為 C、「螺栓、錨錠螺栓損傷、欠缺、鬆動」標準為 C、「伸縮縫裝置損傷（變形、生鏽、腐蝕）」標準為 C，但「漏水」此項標準為 B 或 A。綜上所述，若不同“D”值之劣化程度描述會對應至乙方法之伸縮縫不同數目之檢查項目。更甚者，由上述第二種情況，若詳加考慮乙方法中各項檢查項目之判定標準，甲方法劣化現象之描述與會對應至乙方法相同檢查項目之不同判定等級，所以無法以簡單之對應關係，將甲方法之“D”值與乙方法之檢查項目判斷等級完整對應。

而於乙方法中。若經由其標準判定伸縮縫之整體狀況為 C，則其整體狀況為：

“損傷顯著。變形持續進行，功能可能降低必須加以補修”，此項亦無法對應至甲方法之 E 值、R 值及 U 值。

由上所述，「D.E.R.&U.檢測方法」及「混凝土、鋼橋一般檢測概要」之“D”值及 ABCDN 值若進行一般簡單對應，應可找出其對應關係，但無法對應出所需之 E、R 及 U 值。而於乙方法中亦無針對構件破損現象建議對應之維修工法，因此，若將乙方法之檢測資料轉入，亦無相對應資料提供給本系統之維修成本估算模組使用，而本系統亦無法取得相關之 E 值及 R 值進行 C_i 及 $I_{c_{ij}}$ 之計算排序，以及提供相關維修工法建議、E 值、R 值予整合性決策模組使用。因此，兩種不同之檢測資料無法直接經由簡單之對應關係將其轉入本系統資料庫中。因此本團隊建議若示範機關並非採 D.E.R.&U. 目視檢測準則，建請該示範機關補齊 D.E.R.&U. 目視檢測方法所需之相關檢測資料，或者於爾後之目視檢測工作採用 D.E.R.&U. 目視檢測方法進行，並將資料輸入本系統中，以利對橋梁整體資料進行排序決策與相關之管理工作。

5.6 結論

5.6.1 示範計畫完成之工作項目

本研究擬定之示範計畫已完成之工作項目，如表 5.72 所述。

表 5.72 示範計畫已完成工作項目示意表

| 示 範 單 位 | 配 合 團 隊 | 主 要 完 成 工 作 |
|---------|---------------|--|
| 交通部、公路局 | 國立中央大學 | <ul style="list-style-type: none">● 取得公路局資料庫並與本系統資料欄位比對● 資料庫匯入之界面程式撰寫● 不同檢測方法之比對 |
| 高公局、台北市 | 昭凌工程顧問股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none">● 已取得高公局、台北市資料庫並與本系統資料欄位比對● 不同檢測方法之比對● 匯入界面與系統主程式之整合 |
| 鐵路局 | 林同棧工程顧問股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none">● 協助取得鐵路局資料庫並與本系統資料欄位比對● 不同檢測方法之比對 |
| 台北縣政府 | 亞新工程顧問股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none">● 協助取得台北縣政府資料庫並與本系統資料欄位比對● 不同檢測方法之比對 |
| 桃園縣政府 | 中興工程顧問股份有限公司 | <ul style="list-style-type: none">● 協助取得桃園縣政府資料庫並與本系統資料欄位比對● 不同檢測方法之比對 |

經由上述工作項目之完成，本研究已順利將公路局、高公局（木柵工務段）、台北市政府及桃園縣政府之基本資料庫匯入本系統，惟鐵路局及台北縣政府資料尚未取得，但其轉換機制已確立，應可於取得資料庫後輕易轉入本研究之資料庫。並經由教育訓練之舉辦，已將本系統之各項功能，及模組功能之原理及精神傳達予各示範機關之人員。

5.6.2 檢測資料之轉換

根據 5.5 節所述，D.E.R.&U.與 ABCDN 法並無法以一簡單之對應關係作轉換，且

ABCDN 法並無提供 D.E.R.&U.法檢測所需資料（例如：維修工法建議等。）。因此，若將其資料以簡單對應關係轉入，則無法提供系統其他模組所需資料，因此本研究建議非採 D.E.R.&U.目視檢測準則，建請該示範機關補齊 D.E.R.&U.目視檢測方法所需之相關檢測資料，或者於爾後之目視檢測工作採用 D.E.R.&U.目視檢測方法進行，並將資料輸入本系統中，以利對橋梁整體資料進行排序決策與相關之管理工作。

5.7 試行調查作業說明

俟本系統各項功能模組開發完成後，便於桃園縣執行試行調查作業，完成後並呈交試行調查報告予交通部運輸研究所，本報告主旨在於建立基本資料及檢測作業之標準作業程序。期望系統使用者能經由本報告之詳盡與完整的介紹，使填入系統的資料能更為完整及正確。以下簡述本報告之內容，而詳細內容請參閱本研究所撰寫之“橋梁基本資料調查暨目視檢測作業示範調查手冊”^{〔附件四〕}。

1. 橋梁目視檢測工作簡介：

本章主要對橋梁基本資料調查及目視檢測作業之工作內容作一概述，而為使各項調查所得之基本資料與檢測資料能更正確，本章以圖說及文字說明方式將目視檢測座標系統、橋梁四個方向全貌之定義及構件編碼方式逐項說明。經由本章之介紹俾使各項資料之登錄有一統一的標準。

2. 橋梁目視檢測工具內容之簡介：

本章主要簡介進行橋梁目視檢測所需之配備，主要分為檢測員個人配備、道路安全配備及檢測輔助工具，於文中詳細地介紹上述配備之建議數量及用途，俾使檢測作業經由上述工具之輔助能更加完整確實，並避免檢測員發生不必要之傷害。

3. 檢測員個人配備、道路安全配備及檢測輔助工具使用示範：

藉由上述三章之介紹，期望建立各項資料量測時之作業標準。經由此標準，使各項資料於量測時有統一的標準，避免檢測員對檢測項目之認知不同造成資料之錯誤。

4. 河道檢測之示範：

由於台灣河川多屬陡急，因此，若於跨河橋梁進行河道檢測時，或必須至河床才能進行橋梁底部構件檢測時，河道上作業安全相對地變得非常重要。本章主要介紹河道上檢測所必須之安全防護措施，以維護檢測作業能順利進行，並避免不必要的災害發生。

5. 目視檢測報告範例：

本章介紹本研究實地執行一座橋之檢測報告，除了填寫本系統採用之D.E.R.&U.目視檢測表格，並輔以各項劣化現象照片以詳細描述本座橋梁之劣化現象，希冀作為本系統之目視檢測報告撰寫標準。

6. 示範調查遭遇困難與解決方法：

本章主要以問與答之方式，對本校累積多年檢測經驗所遭遇之問題，作一解答，俾使系統使用者於日後執行檢測作業時，若遭遇到相同之問題能有所參考。

第六章 教育訓練

根據第一章所提及本研究之執行流程，於系統開發第一階段及第二階段初步完成後，經由教育訓練之方式把上述各階段開發完成之模組之功能、操作流程、操作方式、模組、界面及各項模組資料架構之內涵，完整地傳達予各示範計畫機關之受訓人員。

本研究共舉辦兩場四梯次教育訓練，各場教育訓練課程如表 6.1 及表 6.2 所示。示範機關參與人數統計表如圖 6.1 所示。

表 6.1 建立台灣地區橋梁管理系統第一梯教育訓練課程

| 課 程 | 講 員 |
|--------------|---------------|
| 橋梁管理系統簡介 | 姚乃嘉 教授、蔣偉寧 教授 |
| 基本資料模組操作實習 | 洪東謀 先生 |
| 統計與分析模組操作實習 | 李俊憲 先生 |
| 橋梁目視檢測簡介 | 葉啟章 先生 |
| 檢測資料分析模組操作實習 | 李俊憲 先生 |
| 地理資訊系統簡介 | 鄭嘉盈 小姐 |

表 6.2 建立台灣地區橋梁管理系統第二梯教育訓練課程

| 課 程 | 講 員 |
|-------------|---------------|
| 整合性決策模組簡介 | 顏上堯 教授、蔣偉寧 教授 |
| 整合性決策模組操作實習 | 李俊憲 先生 |
| 高級檢測簡介 | 王仲宇 教授 |
| 維修紀錄模組操作實習 | 李俊憲 先生 |
| 緊急通報模組操作實習 | 李俊憲 先生 |
| 地理資訊分析操作實習 | 李俊憲 先生 |
| 系統維護模組操作實習 | 李俊憲 先生 |

上述兩場教育訓練皆於國立中央大學計算機中心實習教室舉行，共投入 7 位講員及 20 人次以上之助教協助教育訓練之進行，簡介課程中主要簡介橋梁管理系統、橋梁目視檢測準則、地理資訊系統之原理、整合性決策模組暨各子模組之運作關係及擬定決策之準則。除此之外，並配合電腦上機實際操作本系統各項模組之功能。課程安排之主要精神是希望學員能循序漸進地，對於本系統之各項模組功能及目的有所了解，俟了解本系統各項模組開發之主要目的後，經由學員實地操作本系統以了解並熟悉各

模組之操作流程。亦經由教育訓練之舉行，除協助各位學員了解本系統各項模組、對橋梁管理工作所能提供之協助外，並經由多人同時上機測試伺服器及系統之穩定度，並對系統各項功能進行測試以將各種執行時會遇到的問題回饋至系統開發團隊。於教育訓練中亦汲取各位學員所反應之意見作為系統開發改進之寶貴意見。

第七章 研習會成果

本研究所開發之橋梁管理系統可輔助各層級之使用者，以電腦化、資訊化及系統化之方式管理橋梁之日常養護、管理工作。藉由此電腦化之系統另可結合其他與橋梁有關之自動化檢、監測技術，將有關橋梁之檢、監測資訊以數位之方式納入本系統之資料庫中。並藉由自動化的橋梁檢、監測系統，可減輕橋梁維護層級人員之日常工作量。亦可達成資訊即時更新，對橋梁之各項警訊能夠更精確的掌握。因此，本研究亦陸續舉辦 4 場研習會分別邀請國內、外專家學者，針對美國之橋梁管理系統、橋梁損傷分析方法及自動化之橋梁檢、監測系統進行相關之演講，以下便針對四場研討會作一簡單介紹。

7.1 橋梁工程研習會（一）--橋梁監測與管理

本次研習會於中華民國八十九年五月十六、十七日於中央大學大型力學實驗館舉行，邀請中央橋梁主管、管理及養護機關派員參加，另外也邀請民間顧問公司、技師公會及各大學之專家學者參與。課程內容如表 7.1 所示。茲就本次研習會分為下列主題簡述之：

表 7.1 橋梁工程研習會（一）--橋梁監測與管理課程表

| 五月十六日 | 五月十七日 |
|--|---|
| The Hilbert Spectral Analysis for Automatic Detection of Bridge Damages (1/2) 主講者：黃鈺 先生 美國太空總署 Goddard 太空飛行中心 | Markov Chains and Pontis (1/2) 主講者：王槐 先生 美國聯邦公路總署橋梁科技辦公室 |
| The Hilbert Spectral Analysis for Automatic Detection of Bridge Damages (2/2) 主講者：黃鈺 先生 美國太空總署 Goddard 太空飛行中心 | Markov Chains and Pontis (2/2) 主講者：王槐 先生 美國聯邦公路總署橋梁科技辦公室 |

表 7.1 橋梁工程研習會（一）--橋梁監測與管理課程表（續）

| | |
|--|---|
| Automatic Monitoring Systems for Concrete Repairs of Highway Bridges 主講者：Mr. John Christie 與 Mr. Scott C. Roberts Monosys (S) Pte Ltd. | 全國橋梁管理系統之發展 主講者：蔣偉寧 教授 國立中央大學橋梁工程研究中心 |
| Scanprint & Soundprint : Two New Technologies to Watch & Listen to Structures 主講者：Mr. Jean Baptiste Damage Freyssinet Technical Dept. | 綜合討論 主持人：蔣偉寧 教授 國立中央大學橋梁工程研究中心 |

1. 希伯特頻譜分析技術於橋梁損傷自動監測之應用：

橋梁於使用期間，因超載、沖刷、腐蝕及各項劣化因子作用，導致橋梁之上部結構、下部結構與基礎之整體勁度降低，使其抵抗外力能力降低。若上述各項因子持續作用則會使橋梁繼續遭受損壞，並使其抵抗外力之能力降低，於地震來臨時可能造成不可收拾的損害。因此，當橋梁經由目視檢測後發現橋梁應進一步估算橋梁動態特性時，則須進行橋梁振動實驗，並量測其速度或加速度歷時資料，其後以數值方法評估其動態特性。傳統進行橋梁動態特性分析時是以快速富立葉轉換（FFT）將於時間域量測所得之訊號轉換至頻率域分析，但是由於富立葉級數之特性使得分析時僅能對穩態及線性系統資料進行分析，但橋梁受損後系統整體會形成一非穩態及非線性之系統，美國國家工程院院士黃鶚博士即提出一 HHT（Hilber Huang Transform）之數值分析方法來處理非線性及非穩態橋梁動態訊號，以評估橋梁之動態特性。

2. 馬可夫鏈（Markov Chain）與 PONTIS：

邀請美國公路總署橋梁科技辦公室王槐顧問，講解於美國 PONTIS 橋梁管理系統中劣化速率模組所使用之馬可夫鏈理論，本模組乃針對橋梁之單一

構件進行其劣化速率預測，例如：若某一構件於本年度不進行維修，程式便以馬可夫鏈理論預測其本年度之劣化狀況，若進行維修，則可預測其劣化狀況之改善程度。

3. 橋梁自動化檢、監測技術：

主要介紹國外已開發之橋梁自動化檢測及監測系統，以提供國內各位專家、學者參考，並探討其各項自動化檢、監測技術之可行性。

4. 全國橋梁管理系統之發展：

簡介本研究於當時之階段性發展成果發表，並適時宣達本系統各項模組功能開發之主要目的及精神。

7.2 橋梁工程研習會（二）--橋梁檢測、監測與管理

本次研習會於中華民國八十九年八月一、二日於交通部運輸研究所地下一樓會議室舉行，亦是邀請中央橋梁主管、管理及養護機關派員參加，另外也邀請民間顧問公司、技師公會及各大學之專家學者參與，課程內容如表 7.2 所示。茲就本次研習會分為下列主題簡述之：

表 7.2 橋梁工程研習會（二）--橋梁檢測、監測與管理課程表

| |
|--|
| 八月一日（二） |
| 開 幕 林所長大煜 交通部運輸研究所 |
| 希伯特頻譜分析法在橋梁損傷自動化偵測之應用(1/2) The Hilbert Spectral Analysis for Automatic Detection of Bridge Damages 主講人：黃鰲 博士 美國國家工程院院士 |
| 希伯特頻譜分析法在橋梁損傷自動化偵測之應用(2/2) The Hilbert Spectral Analysis for Automatic Detection of Bridge Damages 主講人：黃鰲 博士 美國國家工程院院士 |

表 7.2 橋梁工程研習會（二）--橋梁檢測、監測與管理課程表（續）

| |
|--|
| <p>主題一：二十一世紀的橋梁管理系統 Bridge Management for the 21st Century</p> <p>主題二：大型鋼橋的耐震補強方法 Seismic Retrofitting of Large Steel Bridges</p> <p>主講人：Mr. James E. Roberts 美國加州運輸署副署長</p> |
| <p>主題一：Scanprint & Soundprint：看聽橋梁的新技術 Scanprint & Soundprint：Two New Technologies to Watch & Listen to Structures</p> <p>主講人：Mr. Jean Baptiste Damage</p> <p>主題二：公路橋梁的即時監測系統-個案研究 Real-time Monitoring of Bridge Structures - A Case Study</p> <p>主講人：Mr. Joe Christie 與 Mr. Scott C. Roberts</p> |
| <p>綜合討論</p> <p>主持人：蔣偉寧 博士</p> <p>國立中央大學教授</p> |

1. 希伯特頻譜分析技術於橋梁損傷自動監測之應用：

本次研習會亦是邀請美國國家工程院院士黃鶚博士講解伯特頻譜分析技術於橋梁損傷自動監測之應用，並配合蔣偉寧教授與黃鶚博士於國內某座橋梁進行實地震動實驗所量測之訊號，以希伯特頻譜分析其訊號以檢驗該座橋梁受損後之動態特性。

2. 二十一世紀的橋梁管理系統、大型鋼橋的耐震補強：

美國加州亦位於環太平洋地震帶上，且橋梁總數亦與台灣之橋梁總數接

近，因此，本研究特邀請美國加州運輸署副署長，Mr. James E. Roberts 講述有關加州橋梁管理系統之運作及橋梁狀況之評分機制。並針對加州橋梁於地震發生後對受損橋梁補強之策略作一概述。

3. 橋梁自動化檢、監測技術：

主要介紹國外已開發之橋梁自動化檢測及監測系統，以提供國內各位專家、學者參考，並探討其各項自動化檢、監測技術之可行性。

7.3 橋梁工程研習會（三）--橋梁監測、預警與診斷技術

本次研習會主要以科技整合之概念，引入新近之橋梁自動化監測技術及理論。藉由自動化之技術，可即時及持續地對降低橋梁安全性及適用性降低的因子進行監控，以避免以人工進行檢、監測所需耗費之人力及缺乏即時性。經由這次研習會的舉辦，希望提供各項新近之技術供各界參考，以協助提升國內橋梁安全維護工作之層次，課程內容如表 7.3 所示。

表 7.3 橋梁工程研習會（三）--橋梁監測、預警與診斷技術課程表

| 十一月二十四日 | 十一月二十五日 |
|---|--|
| 主題：Basic Characters of Monitoring System 系統可監控的基本特徵 主講人：王國雄 院長 中央大學工學院院長 | 主題：Applications of Fiber Optic Sensors & GPS to Civil Engineering & Geotechnical Monitoring 光纖感測器及全球定位系統在土木結構及大地工程之應用 主講人：Dr. Daniele Inaudi 瑞士洛桑聯邦理工學院教授 |
| 主題：The Present and Future of Structure Health Monitoring 結構健全性監測之發展現況及未來 主講人：Dr. Daniele Inaudi 瑞士洛桑聯邦理工學院教授 | 主題：The Use of Non-linear Techniques in Structural Monitoring 非線性阻尼技術於結構監測之應用 主講人：Joseph Wong |

表 7.3 橋梁工程研習會（三）--橋梁監測監測、預警與診斷技術課程表（續）

| | |
|--|--|
| <p>主題：Fault Diagnosis and Structure Condition Monitoring</p> <p>故障診斷評估系統與結構狀態監測</p> <p>主講人：潘敏俊 教授</p> <p>國立中央大學機械系</p> | <p>主題：Modal Parameter for Damage Assessment of Beam/Frame Structures</p> <p>梁/構架損傷評估之模態參數</p> <p>主講人：曾世雄 教授</p> <p>高雄應用科技大學土木工程學系</p> |
| <p>主題：Development of Dynamic Considerations in Structural Monitoring</p> <p>結構監測動力考量之發展</p> <p>主講人：Joseph Wong</p> | <p>主題：Research and Development of FGB Sensors for Structural Monitoring</p> <p>光纖感測器於結構工程之應用</p> <p>主講人：張國鎮 教授</p> <p>台灣大學土木工程學系</p> |
| <p>主題：Fiber Optic Deformation Monitoring System</p> <p>光纖式變形監測系統</p> <p>主講人：Dr. Daniele Inaudi</p> <p>瑞士洛桑聯邦理工學院教授</p> | <p>綜合座談：Development of Monitoring System and Associated Technologies of Taiwan Bridges</p> <p>台灣橋梁安全維護監測體系及相關技術之發展</p> <p>主持人：王仲宇 教授</p> |

7.4 橋梁工程研習會（四）--台灣地區橋梁管理系統研究成果發表

本研究案於台灣地區橋梁管理系統開發完成後，將舉辦此次研習會。希經由此次

研習會之互動，使各界了解本系統對國內橋梁養護、管理工作的助益，並且透過此次研習會將本研究案之成果作一完整的呈現。

第八章 結論建議與展望

8.1 結論

台灣地區橋梁管理系統在整個研究團隊的共同努力，及交通部運輸研究所的指導與多方協助和計畫審查委員以及國內外學者提供寶貴之建議，已完成了規劃的目標，發展一套具層級的台灣地區橋梁管理系統，供交通部和其所屬單位如高公局、公路局、鐵路局、內政部、各縣市政府以至於各鄉鎮市公所使用。希望藉由系統化、有效率的電腦化管理方法，整合 GIS、GPS 及網路系統所完成之管理系統，得以協助橋梁管理機關提高橋梁服務水準，確保橋梁結構穩定性與安全性及維護陸路運輸機能，並有效運用資源、降低使用及維修成本、延長橋梁使用年限，以最經濟有效的方式執行橋梁管理工作，以減輕政府負擔。除了系統開發之外，本計畫也進行二次橋梁管理系統教育訓練舉辦四場橋梁工程研習會，以及針對交通部、高公局、公路局、台北市、台北縣以及桃園縣進行示範計畫及試行調查，確保能有效推動所開發系統。

此外，並協助交通部中部辦公室所推動之全國橋梁普查與目視檢測工作。以下將針對所完成之各項工作成果作一簡要說明建議與提出未來之展望。

1. 本研究所完成之橋梁管理系統具有①基本資料模組、②檢測資料模組、③維修記錄模組、④維修本估算模組、⑤統計分析模組、⑥地理資訊模組、⑦緊急通報模組、⑧整合性決策模組、⑨績效稽核模組及⑩參數更新模組，與知名的橋梁管理系統 PONTIS 相較功能已相當完善，尤其整合性決策模組的開發也是一大突破。

2. 橋梁管理系統軟硬體架構建置

(1.) 硬體建置建議：

本研究建議，系統若採集中式系統，則於系統開發完成後將橋梁管理伺服器移交予交通部運輸研究所，其硬體架構如本報告中圖 3.3 所示。中央主管機關可掌握全國橋梁之完整之橋梁基本資料與檢測資料，據此，中央可對各項橋梁管理、維護作業作更為精確之依據。惟系統之網路伺服器之處理能力及儲存設備則須擴充。

若採分散式系統則於各管理層級皆設置一套橋梁管理系統，其硬體配

置亦為圖 3.3，規格如表 3.4 中類似之硬體規格。於此架構下各管理機關保有其轄下橋梁完整資料，而中央主管層級則以資料庫匯入界面擷取所需文字資料，而橋梁檢測照片、維修照片則於管理層級保留。

(2.) 軟體需求：

本系統軟體需求如表 3.4 中軟體列表，其中若為集中式系統，則僅需建置一套軟體，程式更新若須進行更新，僅須於交通部運輸研究所之伺服器進行更新。若採行分散式系統則須於各管理機關安裝表 3.4 中所需軟體，系統仍是以網際網路架構運作，因此不須於維護層級安裝本系統，若程式進行更新，僅需更新伺服器中，網際網路服務主程式目錄中之程式碼，無須至各養護單位安裝。惟中央主管層級每年須以資料匯入界面至管理層級伺服器擷取所需資料。

3. 本系統運作模式：

本系統主要將使用者分為三個層級，中央主管層級、橋梁管理層級及橋梁維護層級，各層級間之從屬關係與任務如表 3.1 所示。若照第 3.點所述若採集中式系統架構，則主要之橋梁基本資料及照片、橋梁檢測記錄資料與照片及橋梁維修記錄資料與照片，這些資料主要是由橋梁維護層級於系統中，依照各機關內部各項橋梁巡查、檢測頻率進行各項橋梁養護、管理調查後，再於系統中輸入或更新各項資料，並將異動記錄輸出報告或清冊，交由其管理層級整理後提報至中央主管層級。

若採分散式系統架構，各項資料之異動頻率亦是依照各機關內部規定之作業準則，由橋梁維護層級直接連線至於管理層級進行各項資料之異動。而中央主管層級則每年以資料匯入界面進行更新，更新週期初步建議為一年。

4. 協助全國橋梁基本資料普查暨目視安全檢測作業之推動

本研究執行期間，適逢交通部中部辦公室推動“全國橋梁基本資料普查暨目視安全檢測作業”，本研究團隊亦協助交通部中部辦公室，規劃普查招標文件，並且辦理三場。其內容如下列各點所述：

(1.) 協助規劃招標文件及招標流程：

本研究於執行期間，與交通部中部辦公室舉辦三次研商會議，提供本系統所需之基本資料欄位、目視檢測準則予各縣市政府，俾使全國橋梁普查暨檢測資料能有一致的標準。

另為配合國橋梁基本資料庫能順利的建置，本研究先行提供基本資料模組、檢測資料模組、統計分析模組及地理資訊模組，供各縣市得標廠商上網輸入各項調查資料。

(2.) 編撰「台灣地區橋梁管理系統基本資料建立說明手冊」

本系統之基本資料庫欄位乃是彙整專家座談，並參酌美國 FHWA 之「Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges」訂定上述 55 個基本資料項目，而其詳細說明請參照本研究所建立之“台灣地區橋梁管理系統橋梁基本資料建立說明手冊”，本手冊旨在提供使用者對本系統中橋梁各項基本資料之標準描述並輔以圖片說明，以消弭使用者於輸入基本資料時因認知不同而造成資料輸入的錯誤。

5. 四場研習會

舉辦 4 場研習會分別邀請國內、外專家學者，針對美國之橋梁管理系統、橋梁損傷分析方法及自動化之橋梁檢、監測系統進行相關之演講，期望經由交流以提升國內橋梁工程檢、監測技術及養護管理工作之能力。

6. 教育訓練

教育訓練之方式把將系統模組之功能、操作流程、操作方式、界面及各項模組資料架構之內涵，完整地傳達予各示範計畫機關之受訓人員，並回饋至系統開發及程式碼撰寫，俾使本系統能更符合需求。

7. 示範計畫之推動與基本資料轉換機制

本研究於交通部公路局、交通部高速公路管理局、交通部鐵路局、台北縣政府、台北市政府及桃園縣政府，執行示範計畫推廣本系統，並利用物件導向程式撰寫資料庫轉換界面，將公路局、高公局及台北縣政府基本及檢測資料庫匯入交通部橋梁管理系統資料庫。

另行開發一鐵路橋梁管理子模組供鐵路局使用，同時研擬鐵路橋梁之 D.E.R.&U. 之目視檢測準則供該局以後使用。

8. 普查自動化雛形與試行調查

本研究研發結合 GPS、掌上型電腦及數位相機開發出一數位調查系統，以此自動化系統，檢查員於現地調查完後直接以點選方式輸入電腦，並自動取得 GPS 座標，當調查完成後即可匯入系統資料庫中，提高效率同時減少輸入可能產生的錯誤。

9. 選擇 D.E.R.&U. 為橋梁目視檢測之準則

D.E.R.&U. 之目視檢測方式原為交通部高速公路局採用，其較 ABCDN 檢測方式，優勢之處在於有相當完整之優選排序架構。故選擇 D.E.R.&U. 檢

測方式作為此次發展之橋梁管理系統中檢測模組之目視檢測方式。

8.2 建議與展望

橋梁管理系統之發展非短時間即能竟其功，未來仍須投入適當的人力與資源進行研發維護與更新的工作以及教育訓練以強化既有的功能，同時將累積的橋梁管理經驗與知識落實於系統功能。

目前本系統之設計適用於橋梁維護階段，然而完整之橋梁管理工作應從規劃、設計、施工、維護等四個階段依其功能與需求加以處理。以生命週期為導向之橋梁管理系統整合、規劃、設計、施工、維護四個階段之資訊能互相支援與回饋，以使橋梁管理工作邁向全面性的管理應該是進一步努力之目標。

就維護階段的橋梁管理工作而言，本計畫主要是針對橋梁的經常性維修為主要考量，對於影響橋梁安全之耐洪與耐震能力評估在檢測模組中放入了交通部^[11]所提出之耐洪與耐震能力初步評估表，俟普查與目視檢測資料全面完成之後可由其中篩選出一些橋梁進行耐洪與耐震能力之評估，進而進行耐震補強與沖蝕改善之專案工作。

現進行之全國橋梁普查工作預計可於九十年六月底前完成，屆時全國面普查橋梁基本資料可以完整呈現，利用本研究所發展之橋梁管理系統可以對於全國之橋梁進行特性統計分析，以掌握全國橋梁之現況；同時可以透過整合性決策模組之運作針對維修經費之編列做適當之建議。於協助普查的工作中本研究也發現相當多橋梁的設計資料及圖說已散失無法取得，對於新完工之橋梁建議應當將其相關電子檔案及圖檔做適當的保存工作。

採用動態量測與分析以掌握橋梁受損情形與完整性為一具前瞻與可行之方式，應的存放一組”動態資料”作為橋梁的動態基本資料提供日後評估橋梁狀況及完整性之依據。

九、參考文獻

1. Ronald W. Hudson, Frank Camichael, Stuart W. Hudson, Manuel A. Diaz, Len O. Moser, "Microcomputer Bridge Management System," Journal of Transportation Engineering, ASCE, Vol.. 119, No, 1, 1993.2.
2. Found Famous, Lowell Greimann, "Bridge Management System for the States of Iowa, Nebraska, Kansas and Missouri — Year1 Interim Report," 1990.5.
3. 黃宣菁, 「台灣地區公路橋梁管理系統架構之研究」, 碩士論文, 國立中央大學土木工程學系, 中壢, 1997.6。
4. 陳振川, 「台灣地區橋梁安全管理策略探討與制定」期中報告, 交通部, 台北, 1997。
5. Pontis Version 2.0 User'S Manual, FHWA-Sa-93-083, 1993.12.
6. Pontis Version 2.0 Technical Manual, FHWA-Sa-93-083, 1993.12.
7. 裴文正, 「台灣地區橋梁管理資料庫之規劃研究」, 碩士論文, 國立台灣工業技術學院, 台北, 1991.6。
8. 黃文光, 「橋梁管理系統之研究」, 土木水利, 第21卷, 第1期, 1994.5。
9. 徐耀賜, 「建立台灣地區橋梁管理系統架構之構想與建議」, 台灣公路工程, 第21卷, 第4期, 1994.10。
10. 林永信, 「含非破壞性檢測模組之橋梁管理系統」, 碩士論文, 國立台灣大學土木工程系, 台北, 1998.6。
11. 陳清泉、蔡益超等, 「建立公路橋梁安全檢測評估子系統軟體」, 交通部科技顧問室研究報告, 台北, 1998。

12. 李有豐等，「台灣地區橋梁管理系統整合規劃之研究」，*結構工程*，第14卷，第二期，民國88年六月，第21~44頁。
13. 財團法人中華顧問工程司，「鐵路橋梁管理系統使用手冊」，台灣鐵路管理局，1999.6。
14. 姚乃嘉、林俊豪，「橋樑構件破壞狀態值預測及優選排序模式之研究」，國立中央大學土木工程研究所營建管理組碩士論文，民國八十八年一月。
15. Scherer, W. T., Glagola, D.M. "Markovian models for bridge maintenance management," *Journal of Transportation Engineering*, Vol.120(1), 1994, pp. 37-51
16. 廖慶榮，作業研究（初版修訂），三民書局，民國八十六年二月。
17. 交通技術準規範公路類公路工程，「交通工程手冊」，交通部編審，幼獅文化事業公司印行，民國七十九年三月。
18. 「台灣地區旅運時間價值調查報告」，交通部統計處編，民國八十五年七月。
19. 「高速公路建立動態路徑導引系統之交通績效研究」，范佐培，成大交通管理科學研究所碩士論文，民國80年。
20. 呂蕙美，「城際公路網動態交通量指派之研究」，成大交通管理科學研究所碩士論文，民國83年。
21. 「臺灣北部區域第二高速公路計劃可行性研究運輸規劃專題報加(03)亞聯多重交通量分派模式之建立」，國道高速公路局委託亞聯顧問公司辦理。
22. 陳高村、曾招雄，「道路交通事故損失幣價值估算之研究」，交通事故與交通違規之社會成本推估研討會論文，中華民國89年1月。
23. 林文祺，「台北市內道路通行車成本之研究」，中興大學都市計劃研究所碩士論文，民國76年。
24. George Stukhart, PE, "A Bridge Management System for Texas," AACE TRANSPORTATION, 1991.
25. 李淇灃，「中小型交通建設評估模式之研究」，國立中央大學土木工程學系所碩士論文，民國八十九年六月。
26. 國立中央大學橋梁工程研究中心，「台灣省公路局橋梁管理系統開發計畫」期末報告，交通部公路局，民國87年7月。

27. 高公局，「高速公路橋梁管理系統程式作業手冊」，交通部台灣區國道高速公路局，民國 84 年。
28. 台北縣政府，「台北縣橋梁資訊管理系統」，台北縣政府工務局，民國 89 年。
29. 台灣省住都局，「混凝土、鋼橋一般檢測手冊」，台灣省住宅及都市發展局。
30. 昭凌工程顧問股份有限公司，「公路橋梁一般目視檢測手冊」，交通部台灣區國道高速公路局。
31. Ng, S. K. ,and She , T. K. , “Towards the Development of A GIS-Based Bridge Management System.”, Bridge Management 2,Thomas Telford, London,England,1993,pp.998-1997
32. Hammd ,A ., Itoh Y., and Nishido , T.,”Bridge Planning Using GIS and Expert System approach.”,Journal of Computing in Civil Engineering,ASCE,Vol. 7, No. 4,1993,pp.278-295.
33. 林煜晴，「整合動態旅行者行前資訊系統與 Internet GIS 之研究與建立」，碩士論文，國立交通大學交通運輸研究所，新竹，1997。
34. 鄧緯傑，周天穎，「GIS 技術大觀園」，松崗電腦圖書資料股份有限公司，台北，1998。
35. 內政部消防署網站-「防災基本計畫」，<[Http://www.nfa.gov.tw/f0427.html](http://www.nfa.gov.tw/f0427.html)>，內政部消防署，台北，1999。
36. 唐治平，蔣偉寧，「集集大地震-震後橋梁勘查報告」，國立中央大學災害防治研究中心、國立中央大學橋梁工程研究中心，中壢市，1999。
37. 姚乃嘉，「橋梁管理系統」，交通部運輸研究所全國橋梁檢測人員培訓班講義，2000。

附件一 工作會議暨審查會議記錄

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、楊潔豪 教授、唐治平 教授、姚乃嘉 教授、
顏上堯 教授、周憲德 教授、林 呈 教授、黃俊鴻 教授、
宋騰烽 先生、蔡發耀 先生、楊玉井 先生、梁智信 先生、
葉啟章 先生、洪東謀 先生、蔡世霖 先生、宋紫韻 小姐、
劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 88 年 12 月 24 日(星期五)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：劉明正、張立群

-
- 一、本次會議先對各個參與單位或同仁所需負責工作項目進行初步分配，詳細之工作內容將於下次會議中討論。
 - 二、整個橋梁管理系統為落實到各個鄉鎮（大約四～五百個單位），於任務執行層級所採用之橋梁管理系統將採用 Web-Based 版，使用瀏覽器將資料彙整至地方主管層級。
 - 三、目前研考會正在推動政府系統網路（GSN），待完成時有關橋梁資料或照片上傳流量過大問題應可解決。九福方面在有關圖檔之傳輸及 GIS 部份，亦有完成開發且運作之版本，技術上應可支援。
 - 四、橋梁普查自動化工具將以選單式取代過去表單式之填寫方法，結合 PDA，GPS，Digit-Cam 等數位化工具。惟所須之基本資料須儘快界定出來，以利數位化工具發

展。

五、可將有關橋梁劣化模式例如：沖刷、腐蝕...等因子考慮至本系統中。而姚教授開發之系統已有研究亦可納入參考。

六、蔣偉寧及姚乃嘉教授將綜理系統開發之進度與流程。

七、顏上堯教授負責有關服務水準之最佳化改善模組之開發。

八、陳繼藩教授負責有關普查之數化工具開發。

九、將舉行研討會邀集 PONTIS 系統開發人員以了解 PONTIS 中之各模組之理論基礎及開發理念。

十、一月十六日前須提出期初報告，所以另將舉行會議以討論細節部份。

十一、各示範單位之配合團隊。初步擬昭凌顧問工程公司配合高公局、台北市政府。

亞新工程顧問公司配合台北縣政府。中興工程顧問公司配合桃園縣政府。林同棧工程顧問公司配合鐵路局。

十二、中央大學將提供有關橋梁管理系統中所需之基本資料，如有需要增加或修改部份請於一個禮拜（八十九年一月一日）內傳至中央大學以便進行彙整。

十三、今後將於每個禮拜三下午兩點舉行工作會議，並將於會議中提出工作進度及報告。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、唐治平 教授、顏上堯 教授、周憲德 教授、

葉啟章 先生、宋紫韻 小姐、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 88 年 12 月 29 日下午兩點(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：劉明正、張立群

- 一、普查作業規劃召集人由唐治平教授擔任，並邀集陳繼藩教授及營管組一位教授進行規劃。
- 二、請顏上堯教授針對整合性決策模組之整體架構進行規劃，並於下一次會議中提出進行討論。
- 三、請昭凌工程顧問公司針對其所開發之橋梁管理系統中橋梁基本資料欄位提供進一步建議，並提供給陳繼藩老師參考。
- 四、系統開發部份主要由中央及昭凌工程顧問公司負責。
- 五、GIS 技術資訊及開發系統所需軟硬體之報價等由九福顧問方面提供。
- 六、林呈教授所提供之資料將於系統開發時納入系統模組中。
- 七、每週三下午兩點為固定開會時間，敬請各位參與計畫教授儘量撥冗參加，而各參與合作顧問公司希望至少派一人參加以利計畫之推動。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

**出席單位及人員：蔣偉寧 教授、顏上堯 教授、周憲德 教授、周健捷 教授、
陳繼藩 教授、楊潔豪 教授、楊玉井 博士、蔡逸勳 先生、
葉啟章 先生、李俊憲 先生、宋紫韻 小姐、劉明正 先生、
張立群 先生**

日 期：中華民國 89 年 1 月 5 日下午兩點(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：劉明正、張立群

-
- 一、顏上堯教授對於整合性決策模組已做出新的架構，其流程如會議中之附件。

二、中興顧問工程顧問公司及亞新工程顧問公司分別對橋梁之基本資料欄位做出建議，而根據本次會議對橋梁基本資料進行討論此次普查之欄位大約可分為以下數項：

甲、基本資料：主管機關、養護單位、所在地、道路等級（加入道路名稱或軌道橋梁）、路線（加入市區道路）、竣工年度（採民國計年）、竣工月份、最近一次維修年度（採民國計年）、最近一次維修月份、跨越物體、設計活載重、參考地標、造價。

乙、幾何資料：橋梁總長、橋梁最大淨寬、橋梁最小淨寬、最高橋墩高度、橋面版面積、橋上淨高、橋下淨高、平均每日交通量（尚待確定其表示方式）、總橋孔數、總車道數。

丙、環境資料：最大跨距、其他跨距、計畫洪水位、計畫堤防法線長度、計畫堤頂高程、計畫河床高程。橋墩裸露狀況（a.無、b.墩帽露出河底高度__m）、現有河床沖刷深度（橋墩__m、橋台__m）、上下游採砂情形（a.無、b.上游__m、c.下游__m）、採砂範圍（長__m、寬__m、深__m）、河道砂石淤積情形（橋墩__m、橋台__m、淤積寬度__m）、落石潛勢（有、無）、土石流潛勢（有、無）、河川狀況、地質狀況。

丁、結構型式：結構型式與材質、橋墩型式與材質、基礎型式與材質、主梁型式與材質、橋台型式、橋台基礎型式、鋪面材質、伸縮縫型式、翼牆/擋土牆型式、支承型式、防震設施、防落橋長度、設計地表加速度。

戊、歷史資料：GPS 座標（ X_i 、 Y_i --->橋頭。 X_f 、 Y_f --->橋尾）、距橋面最小水位、距橋面最大水位。

三、有關長橋（如市民大道、建國南北路高架橋...等）將另行研擬一可行方案。

四、李俊憲先生建議於普查作業時，須於橋梁上游、下游、近端及遠端各拍一張照片以納入橋梁基本資料庫。

五、對於以上橋梁資料欄位如有建議，請於三日內與本中心連絡以便彙整修改。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、周憲德 教授、黃榮堯 教授、
陳繼藩 教授、楊玉井 博士、洪東謀 先生、梁智信 先生、
宋紫韻 小姐、賴文俊 先生、賴鈺蓁 小姐、劉明正 先生、
張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 1 月 19 日下午兩點(星期三)

地 點：中央大學橋梁中心會議室

記 錄 人：劉明正、張立群

-
- 一、請顏上堯教授對於新模組之所需參數及如何界定平均每日交通量提出建議。
 - 二、橋梁基本資料將採逐跨登錄其所需記錄項目即如上次會議所決議之橋梁基本資料。
 - 三、系統架構採各層級間為 Client-Sever 架構，中央主管層級為交通部，地方主管機關則包括公路局、鐵路局、高公局及各縣市政府，任務執行層級為各鄉鎮市公所。
 - 四、橋梁普查規劃請各合作團隊提供契約書以做為參考。請黃榮堯教授繼續規劃橋梁普查合約文件。
 - 五、擬請唐治平教授規劃第一場研討會，主要邀請國外學者研討橋梁管理系統發展經驗。
 - 六、擬請林呈教授及周憲德教授對環境資料部份中有關水文及山崩、土石流潛勢做進一步規劃。

| |
|--------------|
| 建立台灣地區橋梁管理系統 |
|--------------|

| |
|------|
| 會議記錄 |
|------|

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、楊玉井 博士、葉啟章 先生、
蔡俊鐘 先生、劉以毅 先生、梁智信 先生、賴鈺蓓 小姐、
陳玉菁 小姐、王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日期：中華民國 89 年 1 月 26 日中午十二點(星期三)

地點：中央大學橋梁中心會議室

記錄人：王志成、劉明正、張立群

-
- 一、橋梁基本資料將採逐跨登錄其所需記錄欄位即如上次會議所決議之橋梁基本資料，但逐跨登錄之記錄欄位須另加註記，以免混淆及重複。
 - 二、系統架構採各層級間為 Client-Server 架構，中央主管層級為交通部，橋梁主管層級則包括公路局、鐵路局、高公局及各縣市政府，橋梁維護層級為各局所屬之工程處、工務段與各鄉鎮市公所。各層級間資料傳遞使用瀏覽器(Browser)由下往上傳遞至 Server 端儲存，使用者權限則由 BMS 系統訂定之權限(authority)而限制其使用權力及參考範圍。其主要運作架構如下頁圖示。
 - 三、橋梁普查規劃請各合作團隊提供契約書以做為參考。請黃榮堯教授繼續規劃橋梁普查合約文件，以制定本團隊制式合約招標文件。
 - 四、擬請唐治平教授規劃第一場研討會，主要邀請國外學者研討橋梁管理系統發展經驗，暫定於民國 89 年三月舉行。



建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、顏上堯 教授、周憲德 教授、陳繼藩 教授、
 楊潔豪 教授、黃榮堯 教授、劉以毅 先生、梁智信 先生、
 楊玉井 先生、蔡逸勳 先生、翁冠群 博士、葉啟章 先生、
 宋紫韻 小姐、朱橋榮 先生、王志成 先生、劉明正 先生、
 張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 2 月 16 日中午十二點(星期三)

地 點：中央大學橋梁中心會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

決議事項：

- 一、建請各合作團隊對基本資料欄位如有建議請於一週內以電子郵件傳至中央大學橋梁中心進行彙整修改。
- 二、工作細項已於本次會議中依照甘地圖工作項目暫時分配各項之負責人，詳見電子檔 890216 開會資料---工作細項.doc。
- 三、基本資料欄位之選項內容將於一週內確認，有關環境資料中：上下游採砂情形、採砂範圍、主河道沖淤情形、落石潛勢、土石流潛勢、河道形態、河床地質狀況等欄位將另行規劃並重新定義其欄位內容，將納入檢測資料中。
- 四、全國橋梁普查案已與交通部中部辦公室達成初步協議，已由唐治平教授、黃榮堯教授及陳繼藩教授與其共同規劃所需之相關文件、作業流程及教育訓練等。
- 五、普查作業資料蒐集方式擬由昭凌工程顧問公司進行規劃，以 Web 方式作為輸入界面。
- 六、下次會議擬請顏上堯教授說明有關整合性決策模組及其相關模組間之架構。

| |
|--------------|
| 建立台灣地區橋梁管理系統 |
|--------------|

| |
|------|
| 會議記錄 |
|------|

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、唐治平 教授、黃俊鴻 教授、陳繼藩 教授、
林 呈 教授、姚乃嘉 教授、顏上堯 教授、洪東謀 先生、
蔡逸勳 先生、黃彥文 先生、王志成 先生、劉明正 先生、
張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 2 月 23 日中午十二點(星期三)

地 點：中央大學橋梁中心會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

決議事項：

- 一、橋梁普查案已與交通部中部辦公室達成初步協議，已由唐治平教授、黃榮堯教授、王仲宇教授及陳繼藩教授共同規劃所需之相關文件、作業流程及教育訓練等。
- 二、省各縣(含北、高二市)橋梁普查訓練訂於民國 89 年 3 月 2、3 日於國立中央大學土木系館（桃園縣中壢市）召開，課程項目及主持人如附件一所示。請授課老師及合作團隊將授課資料於 3 月 1 日中午前送至橋梁中心，方便授課講義編製。
- 三、榮堯教授已將本合作團隊之制式招標文件初擬完畢，提供團隊成員參考如有建議請彙整至橋梁中心整理以供參考。
- 四、基本資料欄位之選項內容有關環境資料中：上下游採砂情形、採砂範圍、主河道沖淤情形、落石潛勢、土石流潛勢、河道形態、河床地質狀況等欄位將另行規劃並重新定義其欄位內容，並納入檢測資料中。國立中興大學林呈教授建議在基本資料中加入橋墩基礎深度，周憲德教授將落石潛勢評分表之評分準則，其第四項 81 分改為 27 分，以符合評分準則之確實性。其詳細格式如附件二所示。
- 五、普查作業資料蒐集方式擬由昭凌工程顧問公司進行規劃，以 Web 方式作為輸入界面。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、楊潔豪 教授、姚乃嘉 教授、周憲德 教授

黃榮堯 教授、楊玉井 先生、梁智信 先生、劉以毅 先生

劉明正 先生、張立群 先生、王志成 先生

日 期：中華民國 89 年 3 月 1 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：劉明正、張立群、王志成

- 一、建請中部辦公室就普查作業之評審委員會組織方法，於發函給地方政府之徵選須知中載明學者資料庫，提請各縣市參考。
- 二、在基本資料欄位表格中另加入一欄（欄位填入方式說明）。
- 三、基本資料中第 32 項：橋墩基礎最大裸露狀況；檢測資料中第 1 項：上下游採砂情形、第 2 項：採砂範圍。更改成一欄位及選項填入。
- 四、擬請周憲德教授對第 4 項：落石潛勢、第 5 項：土石流潛勢，作進一步分析及製定表格，以利檢測作業進行及調查資料之完整。
- 五、擬請各合作團隊就先前承攬之檢測工程合約單價分析部份提供建議。
- 六、請黃榮堯教授就普查發包作業之徵審作業的『普查及安全檢測徵選評分表』，將分若干等級（如極佳、佳、好、劣、極劣）評定之，進行規劃。
- 七、請黃榮堯教授就普查發包作業之『工程估價單』部份，分成基本資料、目視檢測資料等二部份、八大子項，以利發包作業進行。
- 八、請黃榮堯教授就工程合約（草約）部份條文：第五條、第十之二條、第十二之一條、第十四之一條等部份條文做進一步研議。
- 九、本計畫期初報告將於三月七日（星期二）下午二時於交通部運輸研究所五樓會議室舉行，請各位先進、教授踴躍參與。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、周憲德 教授、黃榮堯 教授、周健捷 教授

王仲宇 教授、林俊銘 先生、梁智信 先生、蔡俊鐘 先生、

洪東謀 先生、王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 3 月 8 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：劉明正、張立群、王志成

- 一、於全國橋梁普查合約中基本資料查核方式，採上網填寫方式由系統進行初步查核，俟輸入進系統資料庫後，由橋梁中心發給登錄完成證明。並將其輸入資料製作光碟交由各縣市政府進行後續查核。
- 二、登錄網頁中列印 word 文件部份將提供選項是否列印。
- 三、基本資料正確性之查核，採取抽查方式至現地實際勘查其調查及檢測方式。
- 四、建議交通部中部辦公室將全國橋梁普查案，採分梯進行。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、周憲德 教授、黃榮堯 教授、周健捷 教授

王仲宇 教授、林俊銘 先生、梁智信 先生、蔡俊鐘 先生

洪東謀 先生、王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 3 月 22 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

- 一、擬請昭凌工程顧問公司洪東謀先生於八十九年三月二十九日於土木系橋梁中心會議室展示昭凌工程顧問公司所發展的『橋梁管理系統』功能展示，對於各種欄位、功能、模組之使用需求界定的更完整，作為系統研究開發之參考。
- 二、擬請九福科技公司將系統核心模組所需之開發界面及伺服器相關設備之報價單議價給中央大學土木系營管組姚乃嘉教授。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、周憲德 教授、黃榮堯 教授、陳繼藩 教授、
王仲宇 教授、林俊銘 先生、梁智信 先生、蔡俊鐘 先生、
洪東謀 先生、王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生、

日 期：中華民國 89 年 3 月 29 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

-
- 一、修正期初報告，使其甘梯圖進度符合現在進度規劃，並將完稿更新為『建立台灣地區橋梁管理系統期初暨進度報告』。
 - 二、所有參考文獻、會議記錄、座談會議記錄與第二次研商會議記錄併為『建立台灣地區橋梁管理系統附件』，以供合作團隊參考諮詢之用。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、黃榮堯 教授、陳繼藩 教授、

劉豐瑞 博士、蔡逸勳 先生、梁智信 先生、劉以毅 先生、

洪東謀 先生、王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 4 月 12 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、建立台灣地區橋梁管理系統期初暨進度報告』其甘梯圖進度已修正完畢，請合作團隊密切配合，以符合現今進度規劃及施行。

二、梁管理系統開發包含一套所有完整模組功能與資料建立，各單位在各模組之使用者權限有待後續討論。

三、基本資料欄位細部選項選配由各顧問公司帶回議定，並於下次開會時予以討論。

| 顧問公司 | 中興工程顧問 | 亞新工程顧問 | 林同棧工程顧問 | 昭凌工程顧問 |
|------|--------------|------------------------------|----------------------------|---------------------------------------|
| 基本資料 | 結構形式、主梁形式與材質 | 基礎形式、形式[橋墩]、橋墩保護工法、橋台基礎形式與材質 | 形式[橋台]、形式[翼牆 / 擋土牆]、道路鋪面等級 | 形式[支承]、形式[伸縮縫]、設計活載重、形式[止震塊]、形式[止震拉桿] |

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、楊玉井 博士、梁智信 先生

劉以毅 先生、宋紫韻 小姐、邱郡南 先生、余家祥 先生

賴鈺蓁 小姐、汪廷彥 先生、洪東謀 先生、劉豐瑞 博士

王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 5 月 3 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、定在中華民國八十九年五月十六、十七日在國立中央大學大型力學實驗館舉行『橋梁工程研習會-橋梁檢測與管理』，請合作團隊多加參與及意見交換。

二、請姚乃嘉教授及其研究生於下週開會時報告 SDG2 規劃篇進度內容。

三、請顏上堯教授於下週開會時報告有關整合性決策模組之程式編寫進度。

四、請九福科技公司於下週開會時報告有關系統中地理資訊模組程式撰寫進度及 SDG2 中有關地理資訊系統之部份。

五、洪東謀先生報告有關橋梁系統開發進度。

六、請各顧問公司將目視檢測單價明細分析表帶回議定，並於下次開會時予以討論。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、楊玉井 博士、梁智信 先生

劉以毅 先生、宋紫韻 小姐、邱郡南 先生、余家祥 先生

賴鈺蓁 小姐、汪廷彥 先生、洪東謀 先生、劉豐瑞 博士

王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期： 中華民國 89 年 5 月 10 日(星期三)

地點：中央大學土木系會議室

記錄人：王志成、劉明正、張立群

-
- 一、定在中華民國八十九年五月十六、十七日在國立中央大學大型力學實驗館舉行『橋梁工程研習會-橋梁檢測與管理』，請合作團隊多加參與及意見交換。
 - 二、下週之例行性工作會議因舉辦『橋梁工程研習會-橋梁檢測與管理』，停開乙次。
 - 三、請姚乃嘉教授及其研究生於下次開會時報告 SDG2 規劃篇進度內容。
 - 四、請顏上堯教授於下次開會時報告有關整合性決策模組之程式編寫進度。
 - 五、請九福科技公司於下次開會時報告有關系統中地理資訊模組程式撰寫進度及 SDG2 中有關地理資訊系統之部份。
 - 六、洪東謀先生報告有關橋梁系統開發進度。
 - 七、各顧問公司將目視檢測單價明細分析表帶回議定，並於下次開會時予以討論。

| |
|------------------|
| 建立台灣地區橋梁管理系統工作會議 |
|------------------|

| |
|------|
| 會議記錄 |
|------|

主持人：曾志煌 組長

出席單位及人員：曾志煌 組長、陳茂南 先生、賴威伸 先生、蔣偉寧 教授

姚乃嘉 教授、顏上堯 教授、黃榮堯 教授、劉以毅 先生

楊玉井 博士、梁智信 先生、宋紫韻 小姐、任以永 先生

余家祥 先生、劉豐瑞 博士、王志成 先生、劉明正 先生

張立群 先生

日期：中華民國 89 年 5 月 24 日(星期三)

地點：交通部運輸研究所五樓會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

- 一、本研究案合約中已規劃有兩場研討會，本團隊欲增辦 1~2 場並移至交通部運輸研究所舉行，如所內對研討之主題有所建議敬請提供。
- 二、動化普查作業系統於期中報告將提出整體架構。
- 三、系統開發部份：
 - 甲、系統中基本資料模組、檢測資料模組、維修記錄模組、統計查詢模組及地理資訊模組將如期完成程式撰寫，俟後將建置於 Web server 上提供所內及團隊進行測試。
 - 乙、對於現有之橋梁管理系統與本計畫規劃之資料庫如有差異時，將請所裡或交通部行文請他們補足資料。另建請所裡發文至各既有橋梁管理系統使用單位，請使用單位提供資料庫格式、欄位及選項等，以利資料庫轉換界面之撰寫。
 - 丙、系統與 GIS 模組間界面問題，團隊將於系統開發時保持密切聯繫以避免界面無法整合之問題。
 - 丁、根據計畫甘梯圖於期中報告繳交後將至各試調單位推動試範計畫，建請所內發文至示範單位以利示範計畫之推動。配合團隊如下：
 - 中央大學：交通部及公路局
 - 昭凌工程顧問股份有限公司：台北市政府及高公局
 - 中興工程顧問股份有限公司：桃園縣政府
 - 亞新工程顧問股份有限公司：台北縣政府
 - 林同棧工程顧問股份有限公司：鐵路局
 - 戊、基本資料模組於輸入時將與 GIS 模組結合，以確認其基本資料之正確性。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、楊玉井 博士、梁智信 先生

劉以毅 先生、宋紫韻 小姐、邱郡南 先生、余家祥 先生
賴鈺蓀 小姐、汪廷彥 先生、洪東謀 先生、劉豐瑞 博士
王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 5 月 31 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

-
- 一、姚乃嘉教授及其研究生於下次開會時報告 SDG2 規劃篇進度內容。
 - 二、顏上堯教授於下次開會時報告有關整合性決策模組之程式編寫進度。
 - 三、請九福科技公司於下次開會時報告有關係統中地理資訊模組程式撰寫進度及 SDG2 中有關地理資訊系統之部份。
 - 四、請洪東謀先生報告有關橋梁系統開發進度。

| |
|--------------|
| 建立台灣地區橋梁管理系統 |
|--------------|

| |
|------|
| 會議記錄 |
|------|

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、楊玉井 博士、梁智信 先生
劉以毅 先生、宋紫韻 小姐、邱郡南 先生、余家祥 先生
賴鈺蓀 小姐、汪廷彥 先生、洪東謀 先生、劉豐瑞 博士
王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 6 月 7 日(星期三)

地 點：中央大學土木系會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、本計畫之合作團隊訂於中華民國八十九年六月十三日向交通部運輸研究所繳交「建立台灣地區橋梁管理系統」期中報告，依照期初報告擬定之甘梯圖持續運作及撰寫進度；與橋梁主管機關相互間之意見交流、與學者及工程單位之研討會議、合作團隊之會議記錄一併列入附件，並隨期中報告附上 SDG2 三篇（規劃篇、採購篇與發展篇）。

二、本計畫之合作團隊訂於中華民國八十九年六月十四日於交通部運輸研究所召開例行性之工作會議。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出席單位及人員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、林俊明 先生、梁智信 先生

劉以毅 先生、鄭嘉盈 小姐、朱橋榮 先生、余家祥 先生

賴鈺蓀 小姐、洪東謀 先生、陳怡妃 小姐、王志成 先生

劉明正 先生、張立群 先生

日 期： 中華民國 89 年 6 月 14 日(星期三)

地 點： 中央大學土木系會議室

記 錄 人： 王志成、劉明正、張立群

一、合作團隊訂於中華民國八十九年六月十三日向交通部運輸研究所繳交「建立台灣地區橋梁管理系統」期中報告，依照期初報告擬定之甘梯圖持續運作及撰寫進度；與中央主管機關相互間之意見交流、與學者及工程單位之研討會議、合作團

隊之會議記錄一併列入附件，並隨期中報告附上 SDG2 三篇（規劃篇、採購篇與發展篇）。

二、合作團隊暫訂於中華民國八十九年六月二十二日於交通部運輸研究所召開例行性之工作會議，並暫訂於中華民國八十九年六月底於交通部運輸研究所舉行期中簡報，並展示「台灣地區橋梁管理系統」之操作系統局部功能。

三、本合作團隊暫訂於中華民國八十九年七月三十一日與八月一日於中央大學舉行舉行第二次橋梁工程研習會，重點將著重於橋梁高級檢測與自動化監測深入討論。希望本合作團隊能提出相關國內外知名學者主講名單並多加意見交換。

建立台灣地區橋梁管理系統工作會議

會議記錄

主 持 人：曾志煌 組長

出席單位及人員：曾志煌 組長、陳茂南 先生、賴威伸 先生、蔣偉寧 教授

李有豐 教授、葉啟章 先生、洪東謀 先生、歐彥宏 先生

鄭嘉盈 小姐、任以永 先生、劉豐瑞 先生、劉明正 先生

張立群 先生

日 期： 中華民國 89 年 6 月 22 日(星期三)

地 點： 交通部運輸研究所五樓會議室

記 錄 人： 劉豐瑞、劉明正、張立群

一、合作團隊訂於民國八十九年六月二十九日於假交通部運輸研究所舉辦「建立台灣橋梁管理系統」期中簡報，內政部與交通部等中央主管機關及其橋梁管理機關並列席參加。根據本研究案合約中之甘梯圖擴大舉辦四場橋梁工程研習會，並舉辦以目視檢測與高級檢測為區分之兩階段教育訓練。

二、有豐教授提出下列應注意及修正事項：

- (1).不同橋梁主管機關之使用者權限如何區分，其限制範圍如何定義？
- (2).邀標合約中需要訂定座標精度，避免橋梁 GIS 座標與道路座標精度不合。
- (3).基本資料填入之正確性應再予以核對，避免出現填入資料之錯誤。
- (4).橋梁維修工法中之填入選項應與 DER 檢測表格一致。
- (5).尚未規劃之各模組應多加與各學界與工程界意見交流。

蔣偉寧教授回答：

- (1).根據不同中央主管及橋梁主管機關之使用者區分其使用權限，層級愈高者其使用權限越大；其下所屬之不同橋梁維護機關，除了建立自己所屬的橋梁基本資料以外，僅有觀看及查詢其他不同橋梁機關之功能，並限制其修改功能。開放一般民眾使用者之使用權限，亦僅有觀看及查詢其他不同橋梁機關之功能，並限制其修改功能。根據不同機關之使用者及一般民眾會做出區分表格明列出其使用權限與限制範圍。
- (2).交通部中部辦公室與各縣市政府訂定邀標合約時，將要求訂定普查座標精度範圍，避免橋梁 GIS 座標與道路座標精度不合，填入橋梁 GIS 座標時會再予以核對其資料正確性。
- (3).基本資料填入之正確性將再予以核對，避免出現填入資料之錯誤(如橋梁造價未知或不可考時，將清楚顯示 N/A，不再是 0)。
- (4).橋梁維修工法中之填入選項應與 DER 檢測表格一致，其細節將再與工程界與學界意見交流，提高其適用性與一致性。
- (5).尚未規劃及完成之各模組將多與學界與工程界意見交流。

三、運工組陳副組長提出以下建議：

- (1).台灣地區橋梁管理系統若以後續性及實務性需求而言，適時建立績效稽核模組提供普查檢測之執行績效稽核，可減少執行成本支出與增加執行成效。適時建立警示功能模組，對於執行工作得以立即反應，縮短執行處理時間，對於未來橋梁維修經費之分配與決策時有很大之助益。
- (2).整合性決策模組考慮依照多年期與路網功能以適用全國性使用需求。

蔣偉寧教授回答：

- (1).績效稽核模組已經建立，並依照陳副組長之建議將警示功能模組予以建立，其內部細節將在期中簡報中初步報告其基本架構。
- (2).自動化普查作業系統與整合性決策暨各項優選排序模組於期中簡報將提出

整體架構。

四、運研所曾組長提供以下建議及注意事項：

- (1).自動化普查作業系統之使用者檢測儀器配備成本如何控制？
- (2).運研所舉行之橋梁工程教育訓練與中央大學舉行之教育訓練，其教材與教學方針應予以區別，以避免重複性過多。
- (3).各橋梁管理單位已開發之橋梁管理系統資料界面轉換如何整合？

蔣偉寧教授回答：

- (1).自動化普查作業系統之使用者檢測儀器配備成本可以控制的非常恰當，估計大約數萬元而已，其內部界面由中央大學陳繼藩教授整合完畢，可以對檢測者提供一個良好的選擇機會。
- (2).運研所舉行之橋梁工程教育訓練與中央大學舉行之教育訓練，其教材與教學方針基本一致，但方向趨勢不完全一致。
- (3).各橋梁管理單位已開發之橋梁管理系統資料界面轉換將在各單位示範計畫中提出整合意願，由各單位彈性選擇整合與否。

五、系統開發部份：

- 甲、系統中基本資料模組、檢測資料模組、維修記錄模組、統計查詢模組及地理資訊模組將如期完成程式撰寫，期中簡報之前建置於 Web server 上提供所內及各團隊進行測試。
- 乙、對於現有之橋梁管理系統與本計畫規劃之資料庫如有差異時，將請所裡或交通部行文請他們補足資料。另建請所裡發文至各既有橋梁管理系統使用單位，請使用單位提供資料庫格式、欄位及選項等，以利資料庫轉換界面之撰寫。
- 丙、系統與 GIS 模組間界面問題，團隊將於系統開發時保持密切聯繫以避免界面無法整合之問題。
- 丁、根據計畫甘梯圖於期中報告繳交後將至各試調單位推動示範計畫，建請所內發文至示範單位以利示範計畫之推動。配合團隊如下：
中央大學：交通部及公路局
昭凌工程顧問股份有限公司：台北市政府及高公局
中興工程顧問股份有限公司：桃園縣政府

亞新工程顧問股份有限公司：台北縣政府

林同棧工程顧問股份有限公司：鐵路局

戊、基本資料模組於輸入時將與 GIS 模組結合，以確認其基本資料之正確性。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出 席 人 員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、顏上堯 教授、洪東謀 先生

鄭嘉盈 小姐、劉豐瑞 博士、王志成 先生、劉明正 先生

張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 7 月 5 日(星期三)

地 點：中央大學土木系橋梁工程研究中心會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、防火牆問題

本計劃裏並沒有設立防火牆的工作項目，但是由於將來系統是置於運研所或是交通部的網路環境下因此自然在這兩個單位之防火牆內，但若是將來預定放在中大，則防火牆問題需另外考量。

二、資料加密問題

目前我們的橋梁資料僅利用帳號，密碼限制使用者，但透過網路傳輸時並無任何加密措施，日後可視主辦單位需要，加上 SSL 機制，申請憑証費用約一年三萬元左右，但是加密後，網路傳輸速度將變慢，此點需考量。

三、DER&U 表格填入方式

現有輸入方式，為中大公路局單機版橋梁管理系統之輸入方式，此方式之使用者已很多，例如公路局他的優點是對於 der 檢測方式較了解的使用者，輸入時較方便，

但是對於不了解 der 檢測方式之使用者，則不易使用。若要修改成昭凌工程之輸入方式，以時間而言，在 7 月底教育訓練可能無法完成。

四、現有資料庫轉換.

本計劃對於現有不同系統之資料庫轉換，將採下列兩個階段實行：

a.於示範計劃時，收集不同系統之資料庫，利用人工方式與本系統之資料庫欄位作 mapping，取出可用之欄位，轉換對應選項，確立其轉換規則，再轉入本系統資料庫。

b.示範計劃後，將當時建立之規則，利用 XML 技術，開發 Web 介面之轉換程式，讓使用者由 Browser 上傳舊有系統之資料庫檔案，如 MDB,DBF,XLS...等，由程式自動轉換異質資料庫，而使用者依然可以使用舊有系統，只需上網轉換資料即可。

五、關於本計畫中有關教育訓練部份，由姚乃嘉教授進行規劃及有關教材之編寫。第一場教育訓練於七月二十日於中央大學舉行。

六、整合性決策模組已進入程式碼編寫階段，與主系統間輸出、入界面由顏上堯教授及洪東謀共同整合。另有關模式參數更新模組中何種參數須適時更新，將請顏上堯教授規劃有關整合性決策模組中相關參數更新機制。

七、GIS 模組中有關災區標定，最短路徑規劃等功能請九福顧問公司繼續進程式編寫。

八、期中報告審查意見須確實於報告中修正。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出 席 人 員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、葉啟章 先生、洪東謀 先生

蔡發耀 先生、林俊銘 先生、梁智信 先生、劉豐瑞 博士

王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日期：中華民國 89 年 7 月 12 日(星期三)

地點：中央大學土木系橋梁工程研究中心會議室

記錄人：王志成、劉明正、張立群

-
- 一、關本計畫中教育訓練部份，日期定為中華民國八月九日及十日於中央大學大型力學實驗館舉行。課程內容詳見附檔。
 - 二、統前三個模組基本資料模組、統計與分析模組及檢測資料分析模組之畫面於七月十九日前確定，以利訓練課程講義編寫。
 - 三、有關教育訓練中所需之講義及投影片內容須於七月三十日前完成。
 - 四、基本資料庫中需加入里程樁號以記錄橋梁所在之里程，及增加附註欄，欄位寬度為 1000 字元。
 - 五、有關橋梁基本資料記錄說明手冊將修改後於下次會議中討論。
 - 六、WEB Server 將增加一顆 CPU 及 128MB ECC DRAM。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

會議地點：交通部運輸研究所五樓會議室

會議時間：中華民國八十九年八月十六日

主持人：運輸工程組曾組長志煌

與會人員：交通部運輸研究所運工組： 曾志煌 組長、賴威伸 先生

交通部路政司 王瑞麟 技正

交通部中部辦公室 金家麟 先生

交通部公路局

交通部鐵路局

交通部國道高速公路局 林安彥 先生

台北市政府

台北縣政府

桃園縣政府

| | |
|-----------|---------------|
| 昭凌工程顧問公司 | 洪東謀 先生 |
| 中興工程顧問公司 | 梁智信 先生 |
| 亞新工程顧問公司 | 林俊銘 先生 |
| 林同棧工程顧問公司 | 劉以毅 先生 |
| 九福科技顧問公司 | 鄭嘉盈 小姐 |
| 國立中央大學 | 蔣偉寧 教授、王志成 先生 |
| | 朱橋榮 先生、張立群 先生 |

一、蔣偉寧教授：於本計畫中所規劃之示範計畫其檢測方式大多採用 DER&U 目視檢測方式，惟台北縣政府採住都局之 ABCDN 之目視檢測方式，其檢測方法與本管理系統採用之檢測方法不同，本研究團隊將協助其檢測資料匯入台灣地區橋梁管理系統資料庫中。

曾志煌組長：研究單位須將兩種不同目視檢測方式之利弊分析清楚，使各單位了解研究單位所使用之目視檢測方式，可將不同之檢測方法包含其中，進而採用台灣地區橋梁管理系統中之目視檢測方式。

曾志煌組長：各層級之需求須界定清楚，例：統計分析模組中並不是單純的分析橋齡、橋長等因素，而需要各種不同之因素交叉分析，研究單位須將各層級間不同模組需求清楚定義出來，以符合各層級需求。

蔣偉寧教授：將於示範計畫時將以訪談方式確定各層級模組之需求。另於示範計畫中若既有系統中之功能為本系統中所欠缺之功能，將與本系統本系統各模組比對後以截長補短。

二、桃園縣政府：本縣工程隊已發包橋梁檢測系統。土木課已簽呈委外辦理橋梁普測。而橋梁檢測方式已依照交通部中部辦公室第三次研商會議所提供之目視檢測方式進行發包作業。

三、台北縣政府：發包時似乎無法強制要求顧問公司所採用之目視檢測方法。

曾志煌組長：應可限制其目視檢測方法以求目視檢測資料之一致性。

四、鐵路局：本局委請中華顧問工程司進行本局橋梁資料庫系統，但尚未使用及計價，若須轉換至交通部橋梁管理系統，本局希望直接於台灣地區橋梁管理系統中增加功能納入鐵路橋梁部份。

蔣偉寧教授：若鐵路局欲納入台灣地區橋梁管理系統中，本研究團隊將協助其轉換至本系統中，至於原本發展之系統可並行使用，俟轉換機制確定後即

可自動轉換至本系統中。

- 五、公路局：本局使用之橋梁管理系統即由中央大學發展，目前也就系統之後續功能維護等仍與中央大學洽談中。

蔣偉寧教授：本系統即以公路局橋梁管理系統為雛形，再增加整合性決策模組，及基本資料模組中某些欄位名稱及選項已與公路局橋梁管理系統有所不同。將於示範計畫中將輔導公路局了解新增功能及基本資料中不同之處。

曾志煌組長：公路局不願上網公開橋梁資料，可否於此說明。

公路局：本局橋梁資料可供本案研究使用，惟網上公開恐涉及兵要機密，恐有不宜。

王瑞麟技正：路政司、公路局、高工局、鐵路局將另舉行會議以決定橋梁資料何者為重要之橋梁機密資料。希望公路局提供部份橋梁予研究單位進行研究。

蔣偉寧教授：本系統最初設定乃各橋梁管理機關之相互間業務往來，一般民眾將限定其查閱基本資料中特定欄位。另不同管理機關或養護單位是否可看到不同單位間的橋抑或是只能看到本單位的橋梁，將於示範計畫進行時與相關單位商討。若不同機關間橋梁之資料無法察看則於本系統中之整合性決策模組及不同機關間之業務往來會造成影響。

- 六、高公局：本局已有一套橋梁管理系統並已實際運作中，希望研究單位能協助本局將既有系統之資料轉至台灣地區橋梁管理系統中。另本局認為檢測資料應屬機密資料可於橋梁管理或機關間流通但不宜公開予社會大眾。

蔣偉寧教授：資料轉換本屬計畫內容會協助執行。資料分級方面研究單位會配合指導單位、交通部、公路局、高公局等單位開會決定。

- 七、王瑞麟技正：有關單位之需求因其影響到系統整個架構須界定清楚以符合各機關需求。

- 八、金家麟技正：橋梁普查案已於全國各縣市推動，合約中規定普查資料須輸入中央大學之橋梁管理系統但合約中並未清楚定義中央大學之位階，中央大學如何去確認橋梁資料已輸入台灣地區橋梁管理系統中。另資料之查核須進一步思考。

曾志煌組長：資料輸入乃是輸入交通部之橋梁管理系統並非中央大學之系統，中央大學是協助建立本資料庫，但確認之工作應由交通部確認。另總顧

問案本組拒絕併入本案中，應由交通部另案處理。查核之動作應待總顧問確定後經由總顧問確認或由本所確認。

九、高公局林安彥先生：本計畫中之教育訓練是否與所裡教育訓練是否有衝突。

其中檢測之教育訓練應著重現場檢測，而中大課程中所規劃之課程較著重於學理之講解。統計分析除了將基本資料加以分析外，可否將檢測資料中亦增加相關之統計分析，例：何種構件較容易損壞，維修經費之統計分析。橋梁檢測的工作目前以本人之經驗只能做到經常巡查，若要定期檢查則須較專業能力。另橋梁檢測之頻率希望由研究單位建議。橋梁檢測對於一般機關來說如專業能力不足，須委外辦理，於委外辦理如何去限定廠商之資格。

曾志煌組長：本計畫中之教育訓練乃著重於橋梁管理系統之教育訓練，所裡舉辦之教育檢測人員培訓乃是著重於橋梁檢測。

蔣偉寧教授：檢測資料之交叉分析需要訂出較明確之定義，如各位有對檢測資料交叉有所需求，也請各位提出，另於示範計畫亦會對此部份進行訪談。檢測頻率若要落實於管理系統則需要再思考以訂出一機制來確認其頻率。

廠商之資格較為難定，中央大學配合中部辦公室只能就相關資格及業績來篩選廠商。

王瑞麟技正：公路橋梁及住都處所主管之市區道路橋梁皆有規定橋梁檢測頻率，於本系統發展時可以行政命令或經由研究單位提出建議規範橋梁檢測頻率。交通部四月已修訂橋梁耐震設計規範，系統是否可以反應出既有橋梁補強所需經費及優選排序。

十、李有豐教授：高公局內部有一份目視檢測手冊內含許多圖片輔以說明。但其說明是以高公局的橋梁為主，可能不太適用公路局或一般道路的橋。且版權屬高公局須徵詢高公局之意見。中部辦公室之橋梁檢測案已發包，顧問公司對 DER&U 檢測方法是否了解已正確填報目視檢測結果。

金家麟先生：有關目視檢測之教育訓練，希望能配合所裡的檢測人員培訓課程及中央大學協助辦理顧問公司檢測人員教育訓練，俾使得標廠商對 DER&U 目視檢測法有完整之了解。

十一、曾志煌組長：有關橋梁普查及檢測廠商資格希望不要綁的太死，希望藉由市場機制決定。另高公局是否提供有關目視檢測照片。

林安彥先生：本分照片資料是高公局與昭凌工程顧問公司共同研究收集，此

份資料應於昭凌工程顧問應有保留。

洪東謀先生：昭凌工程顧問公司除高公局相關橋梁的照片，本公司已增加其他縣市橋梁目視檢測說明照片，若高公局及其他縣市政府同意應可提供予運輸研究所參考。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出 席 人 員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、葉啟章 先生、洪東謀 先生
劉以毅 先生、梁智信 先生、鄭嘉盈 經理、許文科 博士
邱郡南 先生、賴鈺蓁 小姐、朱橋榮 先生、陳怡妃 小姐
陳玉菁 小姐、王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 9 月 13 日(星期三)

地 點：中央大學土木系橋梁工程研究中心會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、報告事項：

甲、亞新工程顧問股份有限公司：至台北縣政府進行示範計畫訪談作業。

乙、林同棧工程顧問股份有限公司：已初步與交通部鐵路管理局連絡，有關鐵路橋梁之管理系統，於本系統中之模組將進行進一步訪談。

二、決議事項：

甲、座談會主題暫定為，從橋梁管理系統談橋梁之耐震補強及冲刷潛勢。

乙、請各顧問公司就本系統之基本資料、檢測資料欄位所能提供之橋梁耐震及冲刷潛勢評估機制，進行建議。

丙、緩衝區（Buffer）中加入近斷層橋梁之標定。

丁、系統進度：

- i. 下週請洪東謀先生報告進度。
- ii. 下週請九福科技顧問報告。
- iii. 整合性決策模組輸出入規劃。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出 席 人 員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、周健捷 教授、葉啟章 先生
洪東謀 先生、劉以毅 先生、梁智信 先生、林俊銘 先生
許文科 博士、汪廷彥 先生、賴鈺蓓 小姐、朱橋榮 先生
陳怡妃 小姐、陳玉菁 小姐、王志成 先生、劉明正 先生
張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 9 月 20 日(星期三)

地 點：中央大學土木系橋梁工程研究中心會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、報告事項：

甲、亞新工程顧問股份有限公司：已取得台北縣橋梁管理系統使用手冊，及系統檔案光碟，並經由進一步分析得知其基本資料欄位約有 30 項與本團隊規劃之橋梁基本資料欄位相同。

乙、同棧工程顧問股份有限公司：將與黃民仁總工程司另行安排時間進行訪談，將另行規劃鐵路橋梁為另一子模組與本系統適用之混凝土橋梁分開。

二、決議事項：

甲、由李俊憲先生、王志成先生、汪廷彥先生規劃橋梁沖刷篩選機制。

乙、請任以永先生規劃績效稽核模組運作模式。

丙、期末報告中將提及：

i. 為何本系統尚未納入鐵路橋梁。

ii. 檢測頻率之建議。

iii. 橋梁管理系統伺服器架構之建議。

丁、系統進度：

i. 下週請洪東謀先生報告進度。

ii. 下週請九福科技顧問報告進度。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：蔣偉寧 教授

出 席 人 員：蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、劉以毅 先生、梁智信 先生

林俊銘 先生、任以永 先生、許文科 博士、汪廷彥 先生

賴鈺蓁 小姐、朱橋榮 先生、陳怡妃 小姐、陳玉菁 小姐

王志成 先生、劉明正 先生、張立群 先生

日 期：中華民國 89 年 9 月 27 日(星期三)

地 點：中央大學土木系橋梁工程研究中心會議室

記 錄 人：王志成、劉明正、張立群

一、決議事項：

甲、關地理資訊模組中原本危機處理模組更名為，緊急通報模組。

乙、訊息公告中所公佈之危橋訊息另加超連結至 GIS 圖層及規劃之替代道路。

丙、請林呈教授規劃沖蝕潛勢篩選機制及流程。

丁、請李俊憲先生規劃耐震潛勢初步篩選機制。

戊、請任以永先生規劃有關績效稽核之運作架構。

建立台灣地區橋梁管理系統

會議記錄

主 持 人：曾志煌 組長

出席單位及人員：路政司 王瑞麟 技正

運工組 曾志煌 組長、陳茂南 先生、賴威伸 先生

高公局 林安彥 副組長、高銘志 先生

公路局 何鴻文 先生

鐵路局 林葳欣 先生

台北市政府 譚運忠 先生

蔣偉寧 教授、姚乃嘉 教授、梁智信 先生、林俊逸 先生

楊玉井 博士、鄭嘉盈 副理

洪東謀 先生、劉明正 先生、張立群 先生、王志成 先生

日 期： 中華民國 89 年 10 月 04 日(星期三)

地 點： 交通部運輸研究所會議室

記 錄 人： 劉明正、張立群、王志成

進度報告

曾組長：

1. 有關於合約展延問題，來文已收到，本所原則上同意，並簽呈相關單位做處理，但經費部份仍須照原合約內容執行。
2. 原先規劃之橋梁工程研習會，仍希望依貴團隊之規劃時程舉行。
3. 本所將擇期至貴團隊就「整合性決策模組」部份，進行相關了解及溝通。
4. 目前計畫發展應該到一階段，不知目前系統執行程度如何，希望貴團隊能作說明。
5. 有關系統中各主管機關是否能參考其他單位之相關資料部份，希請各單位提出說明，以利研究團隊發展。

蔣教授：

1. 目前系統中所引用之資料，是以花蓮縣政府所進行之普查案的調查資料為主。公路局因其業務考量，目前並不希望上網公告，因此，目前仍在做測試及發展之工作。
2. 就系統中統計查詢模組部份，仍希各使用單位能上網做測試，並就各單位之需求提出建議，俾使系統功能更完整。
3. 有關各主管機關之所轄橋梁資料，目前系統可限制各單位之權限，因此建議基本資料部份，各單位能予以公開。

姚教授：

1. 目前系統中統計分析模組，為因應類似高屏大橋落橋事件，將針對相關橋梁問題如耐震、沖刷等問題提出篩選機制，以對橋梁整體管理更趨完整。
2. 就本身系統發展部份，將各單位權限分開這點，系統能完整提供。

公路局：

1. 有關上次開會記錄中所謂兵要問題，目前仍未獲國防部正式公文。
2. 就資料公開部份，希望檢測資料部份仍不公開。

鐵路局：

1. 目前鐵路局仍有規定對於橋梁資料仍不能上網公開。

王技正：

1. 就台北縣部份。其目前即將做的系統為整合縣內所有所轄橋梁，是否能就其所發展方向作一輔導與了解。

曾組長：

1. 就合約中有關現有系統資料庫轉換部份，是否能請研究團隊作一說明？

蔣教授：

1. 目前示範計畫部份，本開發團隊已積極的進行中。目前大致已完成既有系統基本資料轉換部份，但檢測部份因所使用的方式不同，因此，目前在轉換機制部份，雖有部份是可以轉換的，但實際上仍有不同。
2. 就部份現有檢測資料部份，希望部裡能就相關部份提出解決方案。

林副組長：

1. 就系統內部模組功能，是否能有詳盡之介紹，其相關計算模組？目前系統發展又擴展所謂沖刷篩選機制，就這部份是否與原先既有評估方式有所衝突？

蔣教授：

1. 在期末報告部份將對整合性決策模組中相關機制做出說明，目前在系統完成之初，部份模組所需資料並未完全建立，因此，在若干年後，隨著資料的輸入，系統相關係數也將做進一步之修正。
2. 本次規劃所謂「耐震、沖刷篩選機制」乃是因應 921 地震及高屏大橋事件，將就本次普查資料中，針對上述二問題，提供一套初步篩選機制，並就其結果作一排序，做為進一步之評估。在目前現有評估辦法中，以陳清泉教授所作之耐洪及耐震評估表最為完整，本系統也已參考其評分機制，作進一步之分析規劃。在目前預計中，本系統預定也將其評分方式放入系統中，作為進一步評估之參考。
3. 就目前系統中所定之 DERU 評分方式，其相互間關係是以相乘為主。

結論：

曾組長：

1. 本所預定於 17、18 日到貴中心聽取有關整合性決策模組的運算模式，並以公路局之橋梁與目前已調查之資料（花蓮縣）作一試行運算。

蔣教授：

1. 就既有系統部份與本系統評估方式不同的檢測資料，希建請交通部中部辦公室，就相關問題進行相關解決方案（如再進行一次目視安全作業評估）。

稽核績效模組部份：

林副組長：

1. 目前現行各國管理系統中，尚未對其有統一之計算公式。因此，在高公局多年的經驗中，其檢測頻率問題很難有統一的標準。目前各主管機關各有一檢測頻率週期，是否能將其統一，以落實檢測作業。

王技正：

1. 就稽核績效模組部份，是否分成兩個部份，一是以高公局、公路局等橋梁管理專責單位；另一是以一般縣、市政府為主的橋梁管理單位。
2. 就一般縣、市政府而言，其績效稽核工作將以委託顧問公司的方式代為執行，而其管考方式乃以「經費」為考核項目，分年初、年中、年尾等三個時期作查核工作。就其經費編列、執行等科目，進行檢核的工作。
3. 在計畫編列預算部份是否以橋面版面積作為計算方式，來進行計畫經費之編列。
4. 在系統中是否可提供欄位，讓各使用單位填入單位管理者的名稱。以方便管理追蹤。
5. 是否在系統是否有規劃新建橋梁資料輸入的機制？
6. 是否設計年度抽查機制，對橋梁管理機關進行稽核？並對各管理機關公佈其管理指標，針對其對橋梁重視程度作一評估。
7. 就各縣市政府所進行的調查，是否能以更簡便方式做資料的傳輸（如 PDA），以減少其中間的誤差。

蔣教授：

1. 目前系統可以就上述的預算監控、使用者填入、新建橋梁資料輸入等部份，本系統可以將其加入。
2. 對於（PDA）及抽查部份，本團隊也將進一步作研究考量，提出合理的機制。

林副組長：

1. 稽核評估週期為何？另外其稽核目標為基本資料或檢測資料？
2. 稽核機制中對橋梁檢測以橋孔數作統計是否有任何特殊意義？

蔣教授：

1. 稽核週期乃針對為一般性檢測為主，而其稽核之目標乃是以檢測資料的更新為主。
2. 以橋孔數代表稽核機制中計算對象，乃是為區分大橋、小橋之間的差異。另外會以對橋長或橋面積來作另一方面之稽核。

王技正：

1. 就現行各養護維修手冊相關規定中，已有相關檢測週期。因此，目前建議是以一般目視檢測為主。
2. 是否針對各橋梁狀況建議不同檢測週期，並給予稽核。

蔣教授：

1. 將會針對各橋梁狀況做出不同檢測週期之建議。

結論：

曾組長：

1. 請研究團隊針對相關績效稽核機制中檢測週期提出適當之建議。

沖刷耐震評估：

王技正：

1. 就沖刷部份而言，其篩選機制應由檢測資料中找出。
2. 就耐震部份，應以各項設計規範來作篩選。

九福科技：

1. 本身在 GIS 中，若有橋梁的物件，即可與斷層圖層結合。

姚教授：

1. 之前在公路局的管理系統中，即已開發完成。現會做進一步之改進及修正。

林副組長：

1. 就這兩項機制中，是否有考量到先前曾完成之計畫？（如陳清泉教授所規劃之耐震、耐洪評估表）

蔣教授：

1. 對於陳教授所規劃之評分標準，本系統已有初步參考其建議。本身目前規劃耐震、沖刷篩選機制，乃是為初步評估機制，待篩選過後，再進一步用其耐震、耐洪做進一步之評估。
2. 對於陳教授所規劃部份，本團隊已放置於系統內。

鐵路局：

1. 本鐵路局目前在對所謂維修補強及耐震補強部份，正在做初步之規劃，是否能請貴研究團隊就所規劃部份提供本局做參考。

結論：

曾組長：

就貴單位所開發之 PDA 部份，希望能於附錄中提出，作為推廣說明。

附件二 橋梁目視檢測簡介

2.1 橋梁檢測之介紹^[1]

橋梁結構的使用年限及耐用效能，主要是依由設計、施工和所用材料的品質而定，當其中存在著某些缺失，將會使橋梁結構本身產生缺陷，而橋梁在使用的過程中又會受到意外的破壞及自然環境的侵蝕，造成損傷。上述兩種原因結合在一起，再加上交通量之增加與荷載的反覆作用，容易使橋梁產生無法預見、但立即且危險的損壞，甚至造成整座橋梁破壞。所以，要維持橋梁安全、正常的營運，首要工作便是及時發現缺陷及損傷，早期採取維修、補強加固措施，以控制缺陷的繼續發展並將損傷排除，以維持橋梁的正常使用。

2.1.1 橋梁檢測之目的

橋梁結構物在長期營運過程中受到多種因素的影響，不可避免地會產生某些損傷，因而影響到結構體的正常使用條件，嚴重的甚至引起交通事故及縮短結構的使用年限。特別是隨著交通流量的增加、重型車輛的增多，使損傷現象更趨嚴重。因此，對橋梁結構物必須進行經常性的維修整治，使其處於良好的工作狀態。另一方面，為了確定橋梁必須養護的程度與加固之必要性與可行性，橋梁就必須有檢測的結果作為依據。要及時發現橋梁結構的缺陷及損傷，就必須要對橋梁進行檢測工作，橋梁安全檢測之目的有以下幾項：

1. 確保橋梁經常處於良好狀況，以利公路交通流暢。
2. 使橋梁養護人員實際了解橋梁現況與使用情形，同時對構造物受損狀況能充分掌握，且能視構造物損壞程度及交通狀況，適時對用路者提出有關警訊。
3. 安全檢測結果可評定橋梁之危險等級，供研判修復方法、限速限載及經費編列之依據。
4. 將本質極繁雜之養護業務整理成有系統、有效率之資訊體系與管理系統。
5. 提高公路運輸機能。

2.1.2 橋梁檢測的分類

橋梁檢測依所使用的方法可分為一般檢測及特殊檢測，分別說明如下：

1.一般檢測

一般檢測是利用目視的方式對整座橋梁做全面性的檢查。檢測過程中視需要於重要部位、破裂部位、缺陷或異常現象部位拍攝照片，以為爾後研判之參考，另以數量化步驟對各個構件進行評估，以建立橋梁現況之基本管理資料，最後依權重分配得到本橋的綜合評估。

目視檢測之最大優點是執行容易、省時且耗費不多，但缺點是此法易拘泥於檢測者之主觀意識，所評估之結果有時與現場儀器檢測或載重實驗有甚大之差異。因此，目視檢測之評估結果只可作為橋梁現況之參考值，但無法完全正確的反應結構現況。對於目視檢測的方法及說明將於第三節作詳盡的介紹。

2.特殊檢測

當橋梁目視檢查完成之後，可以選擇品質較差或功能異常的部份來進行特殊檢測，以便進一步鑑定材料劣化的範圍和程度，並推論發生的原因，以作為橋梁評估與養護工作的依據。特殊檢測是利用現場實驗的方式來了解橋梁現存狀況之最直接的方法^[2]，依其性質可分為非破壞性檢測及部分破壞性檢測兩種。

(1)非破壞性檢測

所謂的「非破壞性檢測」是利用不會對結構體有所傷害的試驗方法來達到檢定結構體現況的目的，其原理及使用方法請參考相關資料。

(2)部份破壞性檢測

破壞性檢測的主要目的是決定結構物部份區域之抗壓或抗拉強度，因此需要將結構部份區域加壓力或拉力以達到破壞來評估強度，在試驗完成之後，必須對結構破壞區域作適當的修補工作。利用混凝土鑽心取樣來求得現有性質與強度亦是部份破壞性檢測之一種。在某些情況下，部份破壞性檢測是用來驗證非破壞檢測之結果是否正確。

就橋梁整體的結構檢測而言，無論是非破壞性或是部份破壞性之檢測，皆有其優缺點，應利用各種方法相互驗證以達成檢測的目的。一般而言，非破壞性檢測可在現場立即完成，而且可以重複施測或是迅速移到下一點位進行試驗，當在一些特殊部位或是非破壞性檢測無法進行時，才施以破壞性的試驗。

橋梁一般檢測(目視檢測)由於對結構物未具任何破壞作用、簡單、容易應用、很快有結果且費用較低，因此是最常被利用的檢測方式。但是目視檢測無法深入了解結

構物內部之真正情況，因此在檢查完成後，通常選擇整體狀況較差之區域進行非破壞或部份破壞性檢測，以鑑定結構體混凝土及鋼筋品質。對所見之缺陷或異常現象，檢測其缺陷範圍及劣化程度，並推論其主要肇因，以為進一步研判及評估之依據。

2.2 橋梁檢測之基本原則^[3]

2.2.1 橋梁檢測員的責任與義務

橋梁檢測員負有三項基本的責任：

1.維護公共安全橋梁檢測員的主要責任是在維護大眾的安全，使得一般大眾在行經橋梁時，能夠具有信心而不會遲疑。萬一橋梁發生安全上的顧慮，將會造成大眾對公路橋梁失去信心。

2.確保公共建設投資

橋梁系統屬於公共工程之一環，其投資所費不貲，任何一座橋梁之不當修復均會增加政府與人民的財政負擔。因此，橋梁檢測人員應以專業之素養與經濟之眼光對橋梁結構目前所處之狀況作正確地判斷與建議。檢測人員如誇大或渲染橋梁之缺陷與危害，動輒建議大規模之修補改建或重建方案，不只有損專業之形象，同時對社會大眾亦無實質之利益。

3.提供正確的橋梁記錄

橋梁檢測員有義務建立完整而且正確的橋梁記錄，如此方能完成下述事項：

- 建立橋梁的歷史資料檔案，並加以維持
- 確認與評估橋梁維修的需要
- 確認與評估橋梁維護保養的需求

橋梁檢測員有如下的五項基本的義務：

1.研擬檢測計畫

為使檢測作業能夠在有順序的系統下進行，檢測員得事前做好檢測計畫，這項計畫須包括確定檢測的程序，時程表，準備特殊的檢測需求(例如非破壞性檢測儀器及水中檢測等)，編列現場注意事項，預先考慮交通維持過程所造成的影響，及其他任何必要的措施。

2.準備作業

事先準備檢測所需要的適當工具及設備，研讀橋梁結構檔案，並由地圖上找出橋梁的所在。

3.執行檢測作業

根據適當的順序以及橋梁構件編碼系統進行檢測作業。

4.準備檢測報告

一般檢測文件對於進行特殊檢測是非常重要的，檢測員必須收集足夠的資訊以保證報告的完整性。

5.確定需要維護保養及維修的項目

最後的義務係確定需要維護保養及維修的項目，以達到延長橋梁使用年限的目標。

2.2.2 橋梁檢測的準備作業

現場檢測工作的成敗決定於先期的準備作業是否充分。主要的準備作業包括：

1.研讀橋梁結構檔案

準備作業的第一個步驟係研讀該座橋梁的各種相關資料包括：

(1)橋梁竣工圖

可以瞭解橋梁型式、橋孔數、簡支或連續橋孔、施工材料、橋面版與大樑的合成作用、下部結構構架、支承及接頭的細部資料，還有建造年份以及設計載重等基本資料通常都可以由圖上查得。

(2)檢測報告

檢測報告可以提供寶貴的歷史資料、記錄過去的結構狀況；根據這些資料可以研判那些構件或桿件需要特別注意，並可供檢測員就現有的劣化程度與以前的記錄加以比較。

(3)維護保養與維修記錄

在檢測階段，檢測員可以根據這些記錄詳細記載維修的型式、範圍以及日期。

(4)地質資料

記錄橋梁基礎的資料，砂、泥、黏土較容易產生沉陷及淘刷的問題，所以若基礎座落於上述土壤時得特別加以注意。

(5)水文資料

詳細記錄河道的形狀及位置，還有保護設施與洪水的頻率，以及不同洪水的高水位。檢測員可以根據這些資料記載河道斷面及水位的變化。

(6)其他資料

其他資料如公共設施圖，它可以確定附掛管線的类型與數量，路權圖則是用來確定路權的範圍。

2.建立橋梁結構的定位系統^[4]

另外一項重要的準備作業係建立橋梁結構的定位系統，以確認橋梁各種不同的構件與桿件。如果以前的檢測已經設有定位系統，則須採取相同的一套系統、定位系統係依據公路里程行進，以及橋梁的起點與終點。

如圖 2.1 所示之定位系統主要將橋梁分成橋台(A)、跨號(S)、橋墩(P)、大樑(G)、橫隔梁(D)等部份，定位系統以橋梁里程數較少之一端。面對里程數增加之方向，以 A1 橋台之左端設定為原點，分別以檢測員之右手方向及正前方向定義為定位系統之 X 軸正向與 Y 軸正向，定位之準則如下：

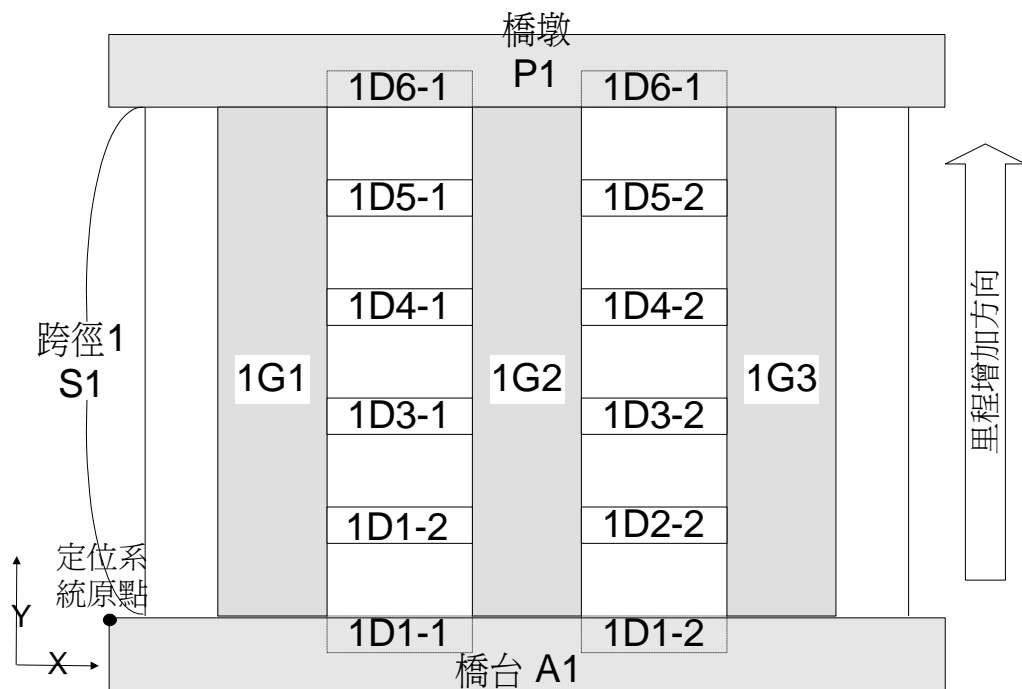


圖 2.1 橋梁構件定位系統

說明：

已知跨數編號：m

大樑數量：n

大樑間之橫隔樑數量：q

則此跨之構件定位內容為：

橋墩：Pm

大樑：mG1，mG2.....，mGn

橫隔樑：mD1-1，mD2-1，.....，mDq-1

mD1-2，mD2-2，.....mDq-2

mD1-(n-1)，mD2-(n-1)，.....，mDq-(n-1)

此定位系統將應用於目視檢測記錄表格與簡圖繪製之中，可以有系統地描述各構件所在位置，以免造成混亂。

3. 研擬檢測順序

通常橋梁檢測係由橋面版及上部結構開始，再進行到下部結構，但是在進行規劃一橋梁的檢測順序時有許多因素必須加以考慮，包括橋梁型式、橋梁構件狀況、整體狀況，所需要的檢測動作，橋梁的規模與複雜性，交通狀況，特別的程序。表2.1係一座中等規模及複雜性不高的橋梁檢順序範例。

表 2.1 檢測順序範例

| | |
|---|--|
| 1.車道及橋面版 • 引道 • 橋面版 • 伸縮縫 • 人行道及 • 排水孔 • 標示 • 路燈 • 限高門等交通控制設施 | 3.下部結構 • 橋台 • 背牆 • 護坡 • 橋墩 • 基礎 • 基樁 • 翼牆 |
| 2.上部結構 • 支承墊 • 主構件 • 副構件 • 止震塊或防震拉桿 | 4.水道 • 排水斷面 • 河堤 • 河堤保護 • 開口 • 水深 • 航向指示燈和指示標誌 |

4. 準備摘要

在出發到現場進行檢測之前，先準備妥摘要、表格及簡圖，以減少現場不必要的作業。影印前一次檢測報告的簡圖，如此前一次的缺陷記錄可以很容易

地更新，多準備幾份影本，以便備用。若檢測員有兩人以上為一組，可進行檢測前的討論並交換意見。

5. 交通維持

當在橋面上進行檢測時，檢測員得特別注意檢查交通維持的設施，並且根據交通安全守則辦理適當地使用交通維持設施包括交通錐、標誌及號誌車等。

另外為配合交通管制需要，檢測時程可以配合調整，例如封閉車道可以縮短檢測對交通影響的時間，同時也可以提高檢測的效率。

6. 其他考慮因素

- 需要時間：檢測報告或橋梁檔案得敘述檢測所需要的時間，並分配到室內準備作業，交通現場作業及報告準備所需要的時間。
- 交通尖峰時間：在人口密集區域進行橋梁檢測工作而需要限制交通時，得利用離峰時間(10:00am至2:00pm)進行，檢測時程得配合調整。
- 安裝時間：安裝時間得考慮檢測前及檢測中，例如檢測配備吊索等作業得提前幾天在現場安裝就緒，其他裝備如壓縮機，清潔設備則需要每天安裝。因此需要估算適當的安裝與卸除時間。
- 通道：如何到達橋梁構件進行檢測也是一項需要考慮的因素，所需要的時間也因為現場環境的不同而有所差異。有些橋梁結構需要先行打開人孔方得進入，例如箱型樑。
- 整體狀況：橋梁整體結構狀況係決定檢測時間長短的主要因素。前一次檢測報告所記載的整體狀況係參考的依據。對於狀況較差的橋梁得花較長的時間來進行檢測以及記載劣化的桿件，例如計算、繪製簡圖及拍攝相片等。
- 申請許可：當檢測跨越鐵路的橋梁時，得事先取得鐵路局及主管機關的許可証，檢測工作若干擾到交通時亦須事先知會公路警察單位。

2.2.3 橋梁檢測順序與要點

橋梁檢測程序大部份取決於橋梁的型式，材料及橋梁的一般狀況，所以檢測員必須要熟悉橋梁基本的檢測程序，以應付差異性大的各種橋梁，第一個步驟係訂定橋址及橋梁的方位，它需包含橋梁方向、水流方向以及所在公路的方向。最好在橋梁的顯著位置標示該橋橋名或橋梁編號，以便檢測員的辨識。接著係開始現場的實際檢測工

作，檢測員得非常謹慎地執行，避免遺漏部份構件的檢測，特別是結構的重要構件，得更仔細去檢測，同時得配合完整的記錄。

檢測順序並非一成不變之標準，事實上，只要檢測人員通盤掌握狀況，則其可以規劃最適宜其進行之順序。因為，檢測乃以詳實為依歸，順序則可以因地制宜、權宜變通。

2.2.4 檢測設備

1.標準工具

為了能執行準確及範圍廣泛的檢測，必須要配備適當的工具，現場檢測時主要的工具如下：

- (1)清用的工具（見圖2.2）如長柄掃帚、鋼刷、刮刀、平頭起子、鏟子等。
- (2)檢測用的工具（見圖2.3）如小刀、敲擊錘頭（帶有皮握把）、鉛垂、工具皮帶附袋子。
- (3)協助目視檢測的工具（見圖2.4）如望眼鏡、手電筒、放大鏡、檢測鏡子、染色滲透液。
- (4)量測工具（見圖2.5）如捲尺、卡尺、裂縫觀測鏡、厚薄觀水平尺及量角器、溫度計。
- (5)文件記錄工具、檢測表格、現場記事本、三角板、照相機、廣角照相機、粉筆及標示器、中心打孔器。
- (6)其他設備：C夾子、潤滑油、防昆蟲的雨衣、醫藥箱等。

2.特殊裝備

對於一般橋梁的定期檢測並不需要用特殊裝備。但是對於一些特別的橋梁或者特殊檢測作業則需要這些配備，檢測員亦須了解特殊裝備及其應用。

(1)測量儀器

特殊的環境之下，也許要使用經緯儀、水準儀、丈量桿或其他測量儀器，這些儀器可以定出某構件相對於其他的構件的正確位置。特別是在定參考點時將會使用到。

(2)非破壞性試驗儀器

顧名思義非破壞性檢測係在現場進行的材料試驗以確認結構體的完整性，而不需要破壞材料。非破壞性試驗可以讓檢測員了解到橋梁桿件的內部

劣化情形，同時進行缺陷的評估。通常一般非破壞性試驗係由受過專業訓練的技術人員來操作，並且說明及解釋其結果。



圖 2.2 橋梁檢測時典型清潔工具

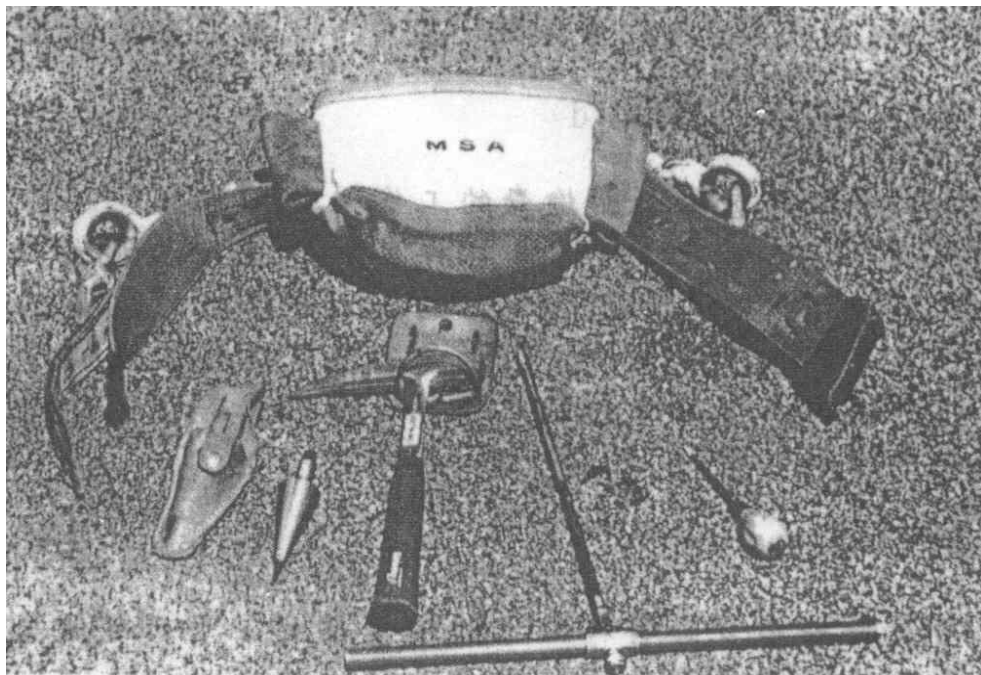


圖 2.3 橋梁檢測時典型簡易檢測工具

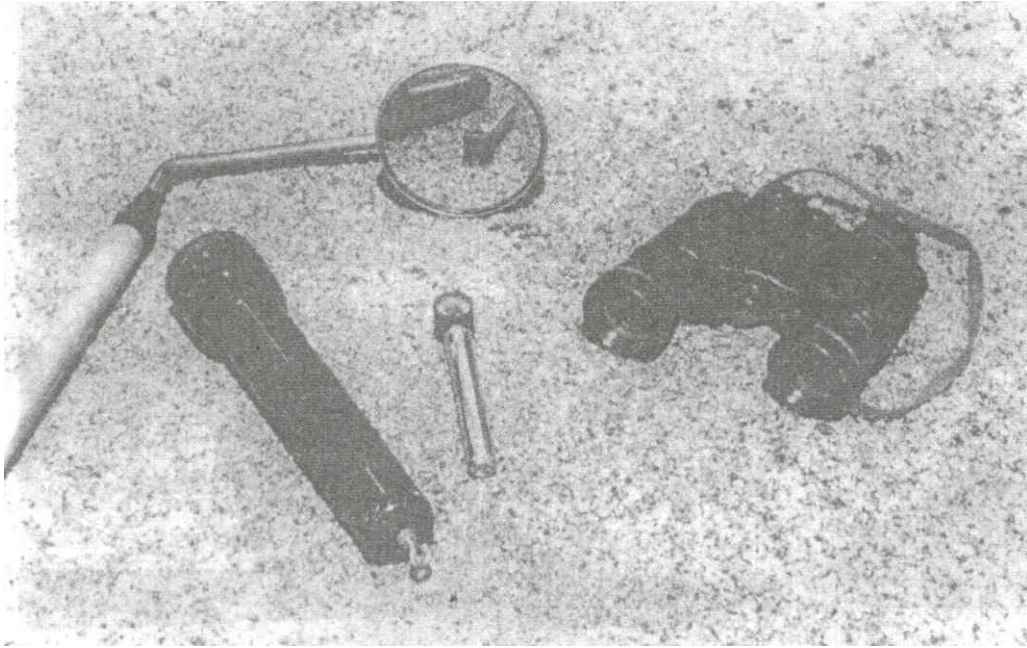


圖 2.4 橋梁檢測時典型視覺輔助工具

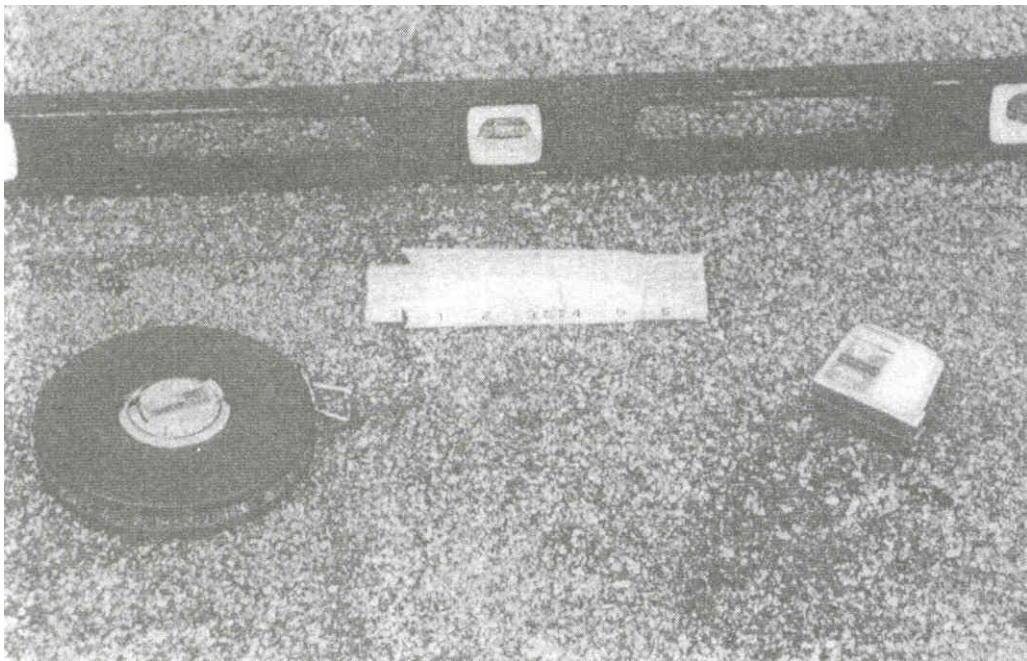


圖 2.5 橋梁檢測時典型量測工具

(3)水中檢測設備

水中檢測主要是在檢查下部結構在水面以下的部份，河道的狀況，還有淘刷的情形。如果河道狹淺，可以使用簡單探測方法，例如鋼筋、標桿、捲尺或一根木頭等。河道深的話得僱用潛水俠進行水中檢測。並且需要配備特殊的裝備例如工作台、回音測聲儀、透地雷達、空氣供應系統、通訊設備、測水深設備等。

(4)其他特殊設備

有些橋梁檢測需要事先配置特殊的設備包括：

- 高壓空氣/水的設備
- 噴砂設備
- 燃燒、鉗孔及研磨設備

3.協助檢測之機具

不論使用何種類型的簡單設備，對於高大橋梁，其攀登範圍總是有限。這些難於到達的部位，可利用一台能夠伸縮、俯仰、進退、旋轉，並且可在橋上行走的機具協助檢測，這種協助檢測的機具目前大致有以下幾種類型：

(1)鉸式升降機型

典型之鉸式升降機如圖2.6所示。這種類型的裝備特別適用於對狹窄部位(如支座)的檢查和對一般中、小型高架橋的檢查。

(2)工作平台型(Mobile Scaffold)

圖2.7為適用於大範圍檢查的工作平台示意圖。這種裝備特別適用於寬度在30m左右的橋梁，臂桿可以跨出橋梁欄桿向下伸下8m，工作平台伸進橋孔可達16m，可以將上部構造的底面全部檢視無遺。工作平台自身可以升降，而平台上還可以再裝設能行走升降的工作籃，所以對上部構造的懸挑部分或斷面很高的箱形樑或T型樑都可以毫無遺漏地進行檢查。

(3)多吊臂桿型(Snooper)

是一種由多節臂桿組成的檢查機械，臂桿可作360°旋轉，可檢查到橋梁的每個角落，其尾端可從只一個人站立之籃筒(圖2.8)到可同時站立數人之平台。

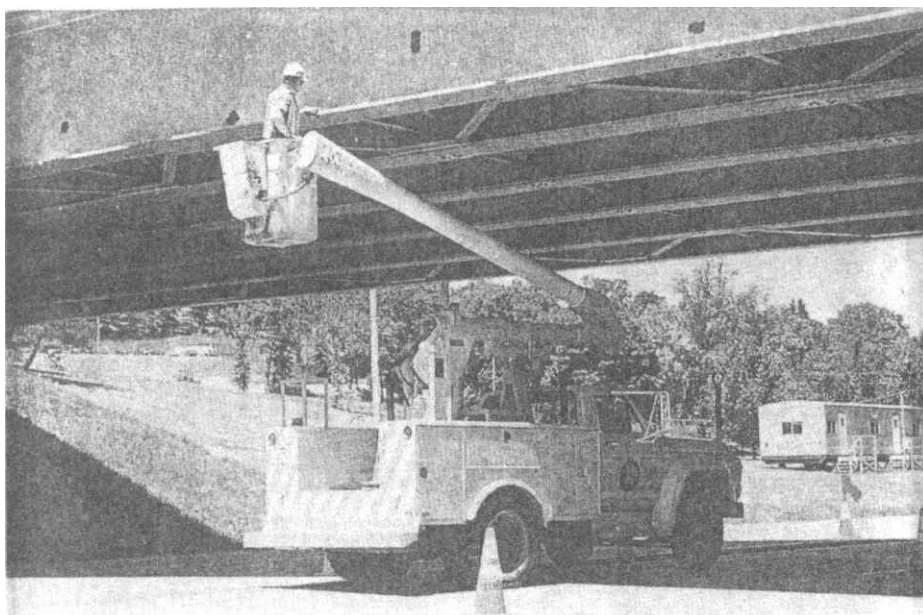


圖 2.6 橋梁檢測所使用之鉸式升降機

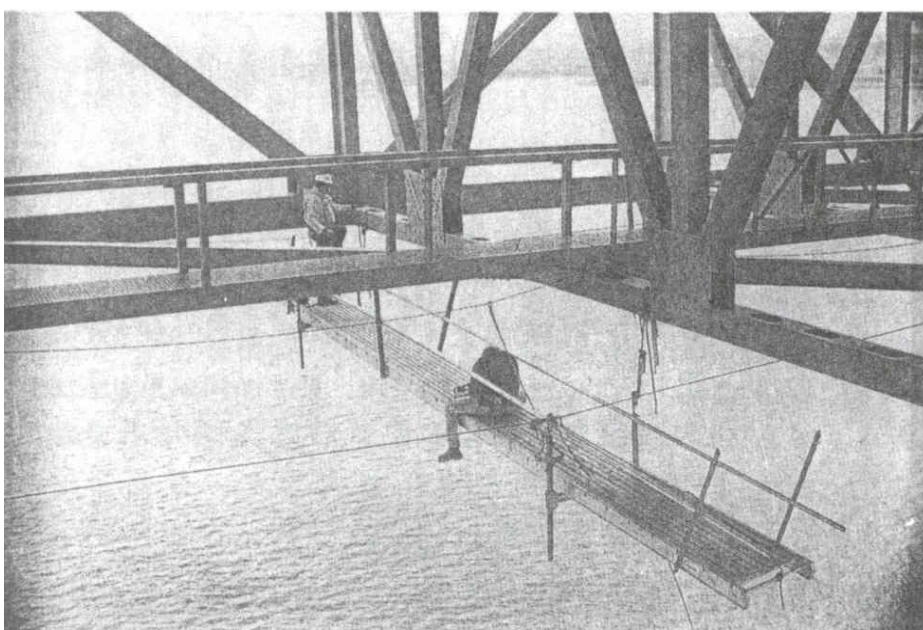


圖 2.7 橋梁檢測時所使用之工作平台



圖 2.8 橋梁檢測時所用之典型多吊臂桿車

2.2.5 安全維護

安全維護是橋梁檢測首要工作，由於檢測工作經常會暴露在危險的情況下，所以參加檢測的人員都要非常地謹慎。態度、警覺與常識是維持安全的三項重要因素。

1.安全基本原則

橋梁檢測員最關心的是製造一個安全的工作環境，良好的工作習慣是為重要的因素，包括：

- 保持良好的睡眠，工作時提高警覺。
- 維持健康的體能狀態。
- 使用適當的工具。
- 保持工作範圍的完整。
- 遵守工作安全守則。
- 應用一般常識與良好的判斷。
- 避免飲酒及服食藥物。

2.個人保護

適當的檢測服裝。工作時得穿著適當的服裝，並能配合當時的氣候。橋梁檢測員檢測時得穿工作鞋及配戴工作袋，裝簡單的工具及記事本等。工作時最好能夠戴安全帽以保護頭部，在橋面上工作時得穿上反光衣。在特別的工作環境下，例如噴砂等，得配戴護目鏡及口罩，必要時得戴上防毒面具。水上作業時，得穿上救生衣，在水上，道路上方或者高空作業時，得繫上安全帶及繫索以確保個人安全。手套則視實際需要而配戴。

3.安全預防措施

以下係檢測作業的一般安全措施：

- 所有現場的電纜或電線都要假設是有電的，所有電源線在檢測時最好全部切斷，特別是跨越鐵路橋梁，得特別注意火車高壓電線的事先處理。
- 相互照應，檢測時最好維持2個人一組，以便互相支援。
- 水上作業最好能夠準備有船隻，救生圈等配備，還有無線電對講，以便緊急時可以對外求援。
- 穿著防水褲在水上作業時要很小心，因為它會進水而妨礙游泳。

- 如果不能避免需在交通上方檢測，作業時得將工具、筆記本及眼鏡等加以繫好，而不致於掉落影響到下面的交通。

進入密閉的場所，例如箱型樑內部，得配備手電筒，必要時得考慮準備氧氣設備，對於內部是否有毒氣存在的可能，也要事先加以檢查鑑定，以免發生危險。

2.3 目視檢測評估準則^{[4][5]}

進行橋梁目視檢測之前，首先必須決定採用之檢測評估準則，此一準則之決定將影響未來維修工法與構件選定之決策。過於簡單之檢測評估準則，將無法提供足夠資訊進行維修決策；過於複雜之檢測評估準則，將會增加現場檢測人員之負擔，而且將來進行維修決策較為不易。選擇簡單適中且具有特色之檢測評估方法，對於整個橋梁檢測工作之時程、成本或管理有極大之重要性，本文將介紹目前國內大多數單位使用之 D.E.R.&U.目視檢測評估準則。此方法將橋梁結構劣化的情形，依「嚴重程度(Degree)」、「範圍(Extend)」、「對橋梁結構安全性與服務性之影響(Relevancy)」及「維修急迫性 (Urgency)」，稱為 D.E.R.&U.四個部份加以評估。此法之優點敘述如下：

1. 可簡化檢測工作：

此法僅需針對具有劣化現象之構件進行評估，對於狀況良好之構件，並不需要進行評估，因此可以簡化檢測工作，並凸顯橋梁招致損壞之重點所在。

2. 強調缺陷對橋梁整體重要性之影響：

此種評估不但針對劣化嚴重程度與劣化範圍進行評估，同時亦對缺陷對橋梁整體重要性之影響進行評估，其中包括對橋梁安全性與交通安全之影響。

3. 簡化電腦資料之輸入：

由於僅針對具有缺陷之構件進行評估，因此僅需記錄具有劣化現象之構件資訊，對於其他功能完整之構件，並不需要將該資訊鍵入電腦中，可以減少並簡化資料之輸入與輸出份量，檢測報告將更為精簡。由於全國現有橋梁近兩萬座，如此龐大的資料庫，可因採用本法，而精簡資料庫之結構與儲

存量。

在進行目視檢測評估時，由於考慮到檢測員檢測工作之方便及現象能夠充分表達的情況下，對於每個參數的表達級數，不宜過多或過少。過多等級的表達，例如十分法，對於劣化現象之評估詳細程度有極大的幫助，但往往會造成檢測員的分辨現象與判定級數之困擾，不同的檢測員可能因看法不同，對級數之給定將會有不同之差異；而過少之級數，例如二分法，對於劣化現象之評估結果，可能產生極大之偏差。一般認為級數分成四分至六分可以滿足以上敘述之要求，因此本中心將分為四個等級加以評估，其評估值為 1-4，如果評估值為 0，則有其特別代表之意義：程度為 0 時，表示「無此項目」；範圍為 0 時，表示「無法檢測」；影響性為 0 時，則表示「無法判別」；其評估準則如表 2.2 所示。

表 2.2 評估準則

| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----|------|--------|----------|----------|------------|
| 程度 | 無此項目 | 良好 | 尚可 | 差 | 嚴重損壞 |
| 範圍 | 無法檢測 | 微 <10% | <30% | <60% | < |
| 影響性 | 無法判別 | 微 | 小 | 中 | 大 |
| 急迫性 | 無此項目 | 例行維護 | 3 年內必須維修 | 1 年內必須維修 | 緊急處理 維修 |

2.4 檢測表格的使用方法

檢測表格之型式如表 2.3 所示。該表格具有橋梁編號、名稱、地點、中心樁號、結構型式、橋孔數等項目，以記錄橋梁的基本資料，另外必須檢測的項目共計 21 項，其中第 1 至第 11 項為一般檢測項目，當檢測人員到達第一座橋梁時，應先對該橋梁進行此一般項目全面性的宏觀檢視，並將有缺陷的檢測項目，依據缺陷的程度、範圍及對整體橋梁安全及服務的影響性，分別填寫適當的值後，再針對每座橋孔進行第 12 至第 20 項檢測項目的檢視。

除了記錄缺點外，檢測員還可以在修復工法表上選擇適當的修復工法，並填寫預估的修補數量、單位及修復的急迫性，詳表 2.4。修復工法不需檢測員詳細逐字填寫，可從各檢測項目的修復工法表中選取即可，最後再填寫檢測員對該座橋梁的整體意見，以提供橋梁管理維護人員更多的資訊。若檢測員認為自己的能力無法判定某些檢

測項目，或是必須配合進一步的破壞性或非破壞性檢測時，可在右下角的"是否需要進一步檢測"中填寫"是(YES)"，則檢測單位應派資深工程師再至現場就該項目進行檢測，或安排進一步的特殊檢測。

表 2.3 目視檢測表格

[illegible]

表2.4 修復工法表

| 檢測項目 | 位置 | 修復項目及工法 | 單位 |
|----------------|------------------|-------------------------|-----|
| 1.引道路堤 | 南端 | 1.排水陰井-重建 | m |
| | 北端 | 2.排水陰井-清理 | m |
| | 兩端 | 3.排水管-重建 | 個 |
| | | 4.排水管-清理 | 個 |
| | | 5.排水路堤-重建 | 3 m |
| | | 6.排水路堤-維修 | 3 m |
| | | 7.侵蝕及冲刷破壞-回填 | 3 m |
| | | 8.沈陷-整平 | 3 m |
| | | 9.清理 | 3 m |
| 2.引道護欄 | 南端 | 1.排列整齊並上緊螺栓 | m |
| | 北端 | 2.更換護欄 | m |
| | 兩端 | 3.連接護欄與墊木 | 個 |
| | | 4.更換護欄墊木 | 個 |
| | | 5.重新安裝護欄墊木 | 個 |
| | | 6.更換受損的護欄柱 | 個 |
| | | 7.更換掉落的螺栓 | 個 |
| 3.河道 | 橋墩號 | 1.清理 | 3 m |
| | 橋孔號 | 2.修復因冲刷引起的破壞 | 3 m |
| | 全橋墩 全橋孔 全部 | | |
| 4.引道護坡 保護設施 | 南端 | 1.重建護坡保護措施 | 2 m |
| | 北端 | 2.修復護坡保護措施 | 2 m |
| | 兩端 | 3.修補裂縫 | m |
| 5.橋台基礎或沉箱 | 南端 | 1.回填/支撐因侵蝕或冲刷引起的基礎掏空 | 3 m |
| | 北端 | 2.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | 兩端 | 3.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 4.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 5.塗刷保護層 | 2 m |
| 6.橋台 | 南端 | 1.背牆移除並重建 | 個 |
| | 北端 | 2.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | 兩端 | 3.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 4.修復排水孔 | 個 |
| | | 5.清理排水孔 | 個 |
| | | 6.修復承載柱基 | 個 |
| | | 7.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 8.重建橋面版與橋台間孔隙 | 2 m |
| | | 9.塗刷保護層 | 2 m |
| 7.翼牆/擋土牆 | 南端 | 1.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | 北端 | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | 兩端 | 3.修復排水孔 | 個 |
| | | 4.清理排水孔 | 個 |
| | | 5.更換填縫膠 | m |
| | | 6.塗刷保護層 | 2 m |
| 8.摩擦層 | 南端 | 1.橋面版摩擦層重鋪/修補 | 2 m |
| | 北端 兩端 | | |

| | | | |
|-----------|-----------------------------|-------------------------|-----|
| 9.橋面排水設施 | 橋孔號 | 2.近橋版摩擦層重鋪/修補 | 2 m |
| | 全橋孔 | 3.修補裂縫 | m |
| | 全部 | | |
| 10.緣石及人行道 | 橋孔號 | 1.清理淤塞的排水孔 | 個 |
| | 全橋孔 | 2.修復受損的排水涵管 | 個 |
| | | 3.新設排水孔 | 個 |
| | | 1.剝落混凝土塊修補 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 3.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| 11.欄杆及護欄 | 全橋孔 | 4.清除植物 | 2 m |
| | | 5.修復受損的表面 | 個 |
| | | 6.塗刷保護層 | 2 m |
| | | 1.剝落混凝土塊修補 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 3.混凝土蜂窩修補 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 4.金屬欄杆的防蝕保護 | m |
| | | 5.修復金屬欄杆 | m |
| | | 6.修復紐澤西護欄 | m |
| 12.橋墩保護設施 | 全橋墩 | 7.修補不足的保護層 | 2 m |
| | | 8.更換遺失的螺栓 | 個 |
| | | 9.塗刷保護層 | 2 m |
| | | 1.更換保護措施 | 2 m |
| | | 2.修復保護措施 | 2 m |
| 13.橋墩基礎 | 全橋墩 | 1.回填/支撐因侵蝕或冲刷引起的基礎掏空 | 3 m |
| | | 2.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 3.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 4.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 5.塗刷保護層 | 2 m |
| | | | |
| 14.橋墩墩體 | 全橋墩 | 1.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 3.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 4.塗刷保護層 | 2 m |
| | | | |
| 15.支承/支承墊 | 全橋墩 全部 兩端 南端 北端 | 1.清理 | 個 |
| | | 2.侵蝕保護處理 | 個 |
| | | 3.位置校正 | 個 |
| | | 4.更換橡膠支承墊 | 個 |
| | | 5.更換機械式支承墊 | 個 |
| | | 6.重新安裝水平支承墊 | 個 |
| | | 7.鎖緊端栓 | 個 |
| | | 8.打除障礙物 | 個 |
| 16.止震塊/拉桿 | 全橋墩 全部 南端 北端 兩端 | 1.清理 | 個 |
| | | 2.位置調校 | 個 |
| | | 3.維修保養 | 個 |
| | | 4.重建 | 個 |

表 2.4 修復工法表 (續)

| | | | |
|----------------------|--|-------------------------|-----|
| 17.伸縮縫 | 橋墩號 全橋墩 全部 兩端 南端 北端 | 1.修復混凝土凸緣 | m |
| | | 2.更換混凝土凸緣 | m |
| | | 3.修復人工合成凸緣 | m |
| | | 4.更換人工合成凸緣 | m |
| | | 5.重新裝配合成橡膠單元 | m |
| | | 6.更換合成橡膠單元 | m |
| | | 7.更換填縫計膠 | m |
| | | 8.以瀝青填補接縫更換正使用之接縫 | m |
| | | 9.更換鋼材接縫 | m |
| | | 10.清理雜物及其它鬆脫物 | 個 |
| 18.主構件 | 橋孔號 全橋孔 | 1.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 3.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 4.塗上保護塗料 | 2 m |
| 19.副構件 | 橋孔號 全橋孔 | 1.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 3.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 4.塗上保護塗料 | 2 m |
| 20.橋面板 | 橋孔號 全橋孔 | 1.修補破碎的混凝土 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 2.修補寬度大於0.3mm的裂縫 | m |
| | | 3.修補混凝土蜂窩 (50X50X50CM) | 處 |
| | | 4.塗上表面密封塗料 | 2 m |
| | | 5.表面磨損修復 | 2 m |
| | | 6.防水處理 | 2 m |
| 21.其他 | 南端 北端 兩端 橋墩號 全橋墩 橋孔號 全橋孔 全部 | 1.修復號誌臺架 | 個 |
| | | 2.更換號誌臺架 | 個 |
| | | 3.修復服務支架 | 個 |
| | | 4.更換服務支架 | 個 |
| | | 5.修復橋樑照明設施 | 個 |
| | | 6.更換橋樑照明設施 | 個 |
| | | 7.修復標誌連接架 | 個 |
| | | 8.更換標誌連接架 | 個 |
| 17.(續)及18.(續)及19.(續) | | 5.挖除焊接部位並重新焊接 | m |
| | | 6.扭緊螺栓 | jt |
| | | 7.裂縫觀測 | bdg |
| | | 8.清除碎屑 | m3 |
| | | 9.20%塗佈 | m2 |
| | | 10.100%塗佈 | m2 |
| | | 11.噴砂至白金屬等級 | jt |
| | | 12.更換螺栓 | jt |
| | | 13.移除鉚釘並用螺栓代替 | jt |
| | | 14.加強主要主構件 | 個 |
| | | 15.加強次要主構件 | 個 |
| | | 16.加強主要副構件 | 個 |
| | | 17.加強次要副構件 | 個 |
| | | 18.更換主要主構件 | 個 |
| | | 19.更換次要主構件 | 個 |
| | | 20.更換主要副構件 | 個 |
| | | 21.更換次要副構件 | 個 |

2.5 檢測表格說明^{[5][6]}

檢測表格分成五個主要部分，以下分別對其所代表的意義及功能作說明：

2.5.1 基本資料欄

本欄在說明所檢測的橋梁的基本資料，以便於讓檢測員或決策者能很快的瞭解此一橋梁過去的歷史，這些基本資料欄包括：

- 橋梁編號
- 橋梁名稱
- 中心樁號
- 結構型式（預力工型、箱型橋、吊橋、斜張橋）
- 橋梁地點
- 材料（鋼筋混凝土橋、鋼橋）
- 橋面版斷面
- 南向或北向（車行方向）
- 橋孔數
- 橋墩數
- 橋梁長度
- 橋梁淨寬
- 檢測單位
- 檢測員
- 檢測日期
- 建造日期

2.5.2 全面性宏觀檢測評估

檢測人員到達一座橋梁時，第一步應先對該橋梁進行全面性的宏觀檢視，此一部分主要是針對橋梁的服務性與整體安全性作評估。一般檢測項目包括檢測項目的1到11項及第21項（其他）：

- (1) 引道路堤
- (2) 引道護欄

- (3)河道
- (4)引道護坡—保護設施
- (5)橋台基礎及沈箱
- (6)橋台
- (7)翼牆／擋土牆
- (8)摩擦層
- (9)排水設施
- (10)緣石及人行道
- (11)欄杆及護欄
- (21)其他

2.5.3 各跨結構桿件的檢視評估：

在作完全面性的一般檢測之後，接著應針對各跨結構桿件作仔細的檢測。檢測的順序可依橋跨編號進行檢測。第三欄中的12項到20項就是針對橋梁各跨結構的檢測項目：

- (12)橋墩冲刷保護
- (13)橋墩基礎
- (14)橋墩墩體
- (15)支承／支承墊
- (16)止震塊／拉桿
- (17)主構件（大樑）
- (18)副構件（橫隔樑）
- (19)橋面版
- (20)伸縮縫、鉸接版

2.5.4 各項瑕疵的說明及修復工法：

本欄提供13個欄位供檢測人員依定位系統中定義的編號，描述各個瑕疵的所在位置、所須的修復工法、數量、修復的急迫性及對各個瑕疵的詳細說明。檢測人員可充分利用此欄描述瑕疵的現象，填寫個人對瑕疵可能發生原因的判斷，並且初步評估所

需的復工法，或者建議作進一步的補強。針對各個項目可能發生的裂化情形而研擬的修復工法表詳見表2.4。

2.5.5 檢測員意見：

本欄提供檢測員填寫個人對此橋的意見，包括對整體結構安全性及服務性的評估及是否應安排作進一步的檢測等。同時並附上D.E.R.值及瑕疵修復急迫性的簡表以供檢測人員參考。

2.6 劣化程度與整體結構安全性與結構性評估^[3]

D.E.R.&U.的檢測方法是分別針對構件劣化的程度(D)、範圍(E)、及對整體結構安全及服務性的影響(R)，三方面給予評估。其中劣化的範圍(E)可由目視直接評估，然而，由於劣化的現象種類繁多，各種現象的劣化程度各有不同，因此有必要製作一簡易的表格便於檢測工程師做參考。

2.6.1 劣化程度的評估

將對混凝土剝落、路堤沖刷或侵蝕、基礎沖刷、路堤沈陷、蜂窩、撓曲裂縫、剪力裂縫、排水設施阻塞、護欄劣化、保護層厚度不足、摩擦層表面劣化、支承劣化、伸縮縫劣化、混凝土表面劣化、洪水沖積物等十五項的劣化程度由輕微到嚴重逐條列表說明，同時對目視檢測評估方法中的劣化程度(D值)作評估（如表2.5所示）。

2.6.2 劣化現象對整體結構的安全和服務性的影響

各個不同的構件，在不同的位置，產生不同的劣化現象，對整體結構的安全和服務性的影響值(R)，就必須基於工程師的工程經驗和工程素養來判斷。對於一般初用D.E.R.&U.檢測方法的工程師而言，R值的判定可能是一個困擾，因此，針對各個構件的各種劣化情形的R值列成表格，提供檢測工程師作參考。

如表2.6所示，除了提供R值的參考之外，同時附上修復的工法與修復的急迫性附表，提供檢測工程師選擇。檢測工程師可根據現場劣化的情形，記錄最適當的修復工法與劣化部分修復的急迫性，提供決策者參考。

2.7 目視檢測的要領^[6]

橋梁檢測員必須要熟悉了解橋梁各元件的功能及破壞形式，以利現場目視檢測作業，以下僅就目視檢測的各個項目的檢測方法作重點敘述。對於橋梁檢測基本原則及要領及損壞模態詳細說明請參考其它相關參考資料。

2.7.1 一般檢測項目

當檢測人員到達欲檢測橋梁時，應先對該橋梁進行此一般項目全面性的宏觀檢視。這些檢測的項目列於檢測表格的第二欄，包括第一項的引道路堤，到第十一項的欄杆及護欄，與第二十一項的其他。以下針對各個項目的檢測方法作重點敘述：

1. 引道路堤

評估引道路堤的沉陷、淘空及邊坡滑動情形。路堤的穩定性是考慮的主要因素。路堤邊坡沉陷、陡峭及潰壞都是邊坡不穩定的現象。檢查垂直於坡度方向的泥土開裂，通常這種現象的發生表示路堤邊坡開始潰壞。

2. 引道護欄

檢測時應對兩側的欄杆與RC胸牆的劣化損壞進行評估。檢查其劣化情形及衝撞造成的損壞。金屬元件應檢查裂縫及因鏽蝕所產生的斷面減少及固著物及錨錠組；混凝土元件應檢查碎裂、裂縫及風化情形；木質元件則應檢查撕裂、腐蝕、蟲害及對支撐構件的適當連接。檢測要點如下：

- (1) 檢查欄杆有無過度鬆動或彎曲，尤其應注意護欄彎曲是否影響車行安全。
- (2) 護欄柱子是否垂直埋立於結實的基礎中。
- (3) 檢查護欄所用材料的劣化情形。
- (4) 假如引道護欄是高速公路連續護欄的一部份，則以橋台起始60公尺為檢測範圍。

3. 河道的檢測包括以下項目：

- (1) 適當的開口：評估橋梁座落的河道，其開口大小及位置情形。評估上游洪水時對橋梁下部結構影響及基礎沖刷的防範。

(2)侵蝕與沖刷：檢查河流護堤及深度的變化。檢查是否有增加水流速度的情形，例如：部份河床的沉積，由於橋梁下部結構的突出或淤積而使河道偏移，不適當的開口等。同時應將新的沖刷資料與以往的記錄比較。

(3)河道沉積：檢查河床的沉積或植生的阻塞。沉積會導致發生洪水的危險或造成河道其他部份的沖刷。

(4)河堤保護：檢查河堤保護的功能。對於主要河川，大部份都有實施河川整治計畫，而沒有河堤，此時應對河道築堤上防蟲侵蝕的保護材料劣化進行檢查評估。

4.護坡和保護設施的檢測要點包括：

(1)沈陷：檢查護坡是否有不均勻沈陷或淘空的情形發生。

(2)移動或遺失：護坡是否因年代久遠而使得表面保護設備有移動或移失的情形發生。

(3)潰壞或洪水沖壞：檢查是否有因洪水沖刷而引起的潰壞發生。

(4)植物生長：植物的生長可能會造成表面混凝土等保護設施產生劣化等現象。

5.橋台體

檢測橋台橋體的狀況，包括重力式橋台的胸牆，溢土式橋台的柱及帽樑。檢查項目：

(1)檢查橋台體是否有傾斜、開裂、垂直式側向移動的現象。

(2)檢查是否有材料劣化現象。

(3)檢查混凝土的網狀裂縫、碎裂、剝落及空洞等缺陷。

6.翼牆/擋土牆

檢查翼牆的結構狀況及其維持背面填充材料的能力，並就其損壞情況進行評估。牆體結構的混凝土剝落、網狀裂縫及風化等現象，同時可以敲擊回音方式探測混凝土的空洞。

7.摩擦層檢查要點如下：

(1)檢查橋面摩擦層的物理狀況及行駛品質。

(2)檢查鋪面的裂縫及碎裂，瀝青鋪面的裂縫或分解。

(3)檢查因級配侵蝕而引起的路面崎嶇不平。

8.排水

對橋梁引道排水及橋面排水系統加以評估。評估橋梁排水時，最重要的就是觀察橋面排水的縱、橫斷面，會不會造成橋面嚴重積水而影響行車安全。檢查要點如下：

- (1)檢查引道路面橫斷面坡度及路面凹陷情形。
- (2)排水溝侵蝕及堆積物充塞或集水坑阻塞情形。
- (3)檢查引道積水情形。
- (4)檢查橋端縱向坡度是否會造成水流向橋上。

9.緣石及人行道檢查要點：

- (1)檢查因撞擊造成的損壞，以及線性排列是否適當。
- (2)檢查是否有因橋梁鋪設橋面而降低路緣高度，導致路緣的原設計效用無法發揮。
- (3)檢查碎裂、剝落及其他混凝土劣化現象。
- (4)檢查緣石暴露的鋼筋是否突出到路面。

10.人行道檢查項目：

- (1)所有人行道都必須檢查它們行走表面的品質。
- (2)如果人行道是結構體的一部分，則需檢查它們的結構性能。
- (3)當檢查封簷底版時，若有嚴重劣化情形產生以及無法有效支撐欄杆錨錠時，得給予評估嚴重性“D”值不得低於3，封簷底版若有混凝土掉落現象，也會對橋下的行人或交通造成危害。

11.其他

包括以下幾個檢測評估項目：照明設施、交通標誌設施、其他公共設施。若是屬於橋梁主管單位所屬權限範圍之內，則應予建議維護；若不屬於橋梁主管單位之權限，則應去函主管單位建議其維修。

(1)照明設施：

- 檢查混凝土支柱的裂縫與碎裂，金屬支柱的生鏽、腐蝕及裂縫，鋁質支柱的疲勞裂縫。
- 在路燈部份，應檢查所有支柱連接是否牢固。
- 檢查衝撞所造成的損壞。

(2)交通標誌設施：

- 檢查淨高標誌遺失及標誌油漆脫落。
- 檢查標誌支撐結構的劣化損壞。
- 檢查引道上標誌基礎材料的流失情形。
- 檢查衝撞所造成的損壞。

(3)其他公共設施：

對附在結構上的公共設施的狀況加以檢測評估，這包括水管、電氣管路、瓦斯管路、電纜、連接箱、伸縮接縫、管閥、排氣管、絕緣物等。檢查要點如下；

- 檢查管路的滲漏、破碎、裂痕、生鏽及覆蓋物的劣化現象，假如橋台發生沉陷現象，檢查所有管路破裂情形及伸縮接縫的問題。
- 檢查水或污水滲漏到橋面版或其他構件上而造成腐蝕問題。
- 檢查附在橋下的公共設施會不會減少橋下穿越的淨高或影響交通的通行。
- 檢查密閉壓力管的排氣孔及排水孔。
- 檢查電氣線路的鬆動、電線及絕緣體。
- 檢查連接箱的潮濕、排水、絕緣及蓋板是否存在。
- 如果在人行道發現裂縫，檢查埋在人行道內的導管是否有裂痕產生。

表 2.5 劣化現象與劣化程度相對應的評估值

| 劣化現象 | 劣化程度 | 等級 |
|---|--|----|
| 混凝土剝落 (所有散落的混凝土，必須清除以顯現剝落的程度) | 1.混凝土輕微剝落且鋼筋尚未露出，鋼筋部份露出且無腐蝕現象。 | 2 |
| | 2.鋼筋完全露出，無腐蝕現象。 鋼筋部份露出，而且有腐蝕現象。 | 3 |
| | 3.鋼筋完全露出而且腐蝕預力管露出，但尚未腐蝕。 | 4 |
| 路堤的沖刷或侵蝕 (假如孔洞的深度無法推測或獨自爬上路堤幾乎是不可能的) 在此所定義的邊坡陡峭是幾乎無法靠自力爬上邊坡 | 1.輕微的沖刷或侵蝕，並沒有局部崩坍的可能。 | 2 |
| | 2.嚴重的沖刷或侵蝕，邊坡穩定但有局部崩坍的可能。 | 3 |
| | 3.嚴重的沖刷或侵蝕，邊坡陡峭或過度傾斜。 邊坡不穩定，並且確定會有局部的塌陷。 | 4 |
| 基礎沖刷 | 1.橋墩基礎有局部的輕微沖刷，但樁帽基底尚未露出。 樁基礎因沖刷而有部份露出。 | 2 |
| | 2.局部沖刷使得樁基露出，但露出的部份未超過所有樁長度的1/4。 在擴展基腳周邊基腳的小部份沖刷已經造成易沖蝕材質的露出。 | 3 |
| | 3.在擴展基腳已造成易沖蝕物質的露出。 沖刷已造成樁帽以下超過1/4長度的露出。 | 4 |
| 路堤沉陷 | 1.沈陷不超過50mm。 | 2 |
| | 2.沈陷超過50mm但小於100mm。 沈陷不超過50mm，有相同的沈陷量突然在行駛路面下支承基石牆的橋台產生。 | 3 |
| | 3.沈陷超過100mm沈陷。 超過50mm，有相同的沈陷量突然的行駛路面支承基石牆的橋台產生。 | 4 |
| 蜂窩 (所有產生蜂窩現的混凝土必須加以清除以顯露劣化的程度) | 1.有少量的蜂窩而且鋼筋並未外露。 | 2 |
| | 2.鋼筋部份外露，且已有腐蝕現象。 鋼筋完全外露，但尚未有腐蝕現象。 | 3 |
| | 3.鋼筋完全露出而且預力管露出，但尚未腐蝕。 | 4 |

| | | |
|---------------------------------|--|---|
| 撓曲裂縫 (裂縫須加以清理必須儘可能地確定其寬度與深度) | 1.開裂小於0.3mm，沒有水穿透或鋼筋銹蝕現象。 | 2 |
| | 2.開裂大於0.3mm，但小於0.6mm，沒有水穿透裂縫或鋼筋銹蝕現象。 裂縫小於0.3mm，但有水流穿透裂縫和鋼筋銹蝕的證據。 | 3 |
| | 3.開裂大於0.6mm沒有水流穿透裂縫或鋼筋銹蝕現象。 開裂大於0.3mm但小於或等於0.6mm有水穿透裂縫或鋼筋銹蝕的證據。 | 4 |
| 剪力裂縫 (裂縫須加以清理必須儘可能地確定其寬度與深度) | 1.裂縫不超過0.2mm，沒有水流穿透裂縫鋼筋銹蝕的現象。 | 2 |
| | 2.裂縫大於0.2mm，但小於0.3mm沒有水透裂縫或鋼筋銹蝕現象。 裂縫小於0.2mm，有水流穿過裂縫或鋼筋銹蝕現象產生。 | 3 |
| | 3.裂縫大於0.3mm沒有水流穿透裂縫或鋼筋腐蝕現象。 裂縫大於0.2mm但小於0.3mm，有水流穿透裂縫或鋼筋銹蝕的證據。 | 4 |
| 排水設施阻塞 | 1.排水孔部份淤塞，水流受到阻礙但排水設施仍具有功能。 | 2 |
| | 2.排水設施完全阻塞，水流受到嚴重阻礙。 | 3 |
| | 3.排水設施完全失去功能。 | 4 |
| 護欄劣化 | 1.螺柱鬆動且需加以鎖緊，護欄有少許彎曲且需加以調整，木質墊塊和支柱蟲蛀部份加以封緘。 | 2 |
| | 2.預力混凝土支柱有少許開裂。 鐵質支架有彎曲但仍提供護欄足夠的支撐。 | 3 |
| | 3.螺栓遺失。 木質墊塊遺失。 護欄嚴重損壞無法修復。 支柱斷掉或且須重新安裝。 | 4 |
| 保護層厚度不足 | 1.由於保護層厚度不足使得混凝土表面產生些微的銹斑顯示鋼筋已開始銹蝕。 | 2 |
| | 2.沿鋼筋的方向在混凝土表面有明顯的斑漬沿鋼筋方向有細微裂縫產生。 | 3 |
| | 3.鋼筋的銹蝕現象持續擴散且造成局部的剝落。 | 4 |
| 摩擦層表面劣化 | 1.坑洞或表面磨損小於直徑150mm及深度25mm，表面材質裂縫寬度大於1mm小於5mm。 由於結合料受沖洗或表面骨材的磨光使表面的抗滑能力漸漸消失。 表面材料剝落不超過5mm。 車轍的深度不超過5mm。 | 2 |
| | 2.坑洞或表面磨損介於直徑150mm到300mm且深度為25-50mm。 裂縫大於5mm且小於10mm。 由於結合料受沖失或表面骨材的磨光使表面的抗滑力已經消失。 表面材料剝落大於5mm小於10mm。 車轍深度大於10mm小於20mm。 | 3 |

| | | |
|---------|--|----------------------------|
| | <p>3.坑洞或表面磨損大於直徑300mm和深度大於50mm裂縫寬度大於10mm。</p> <p>裂縫寬度大於5mm，在重要地方有剝落，裂縫周圍有二次裂縫或變形。</p> <p>結合料的沖失與表面骨材嚴重的磨光導致表面抗滑力消失，表面材質剝落(骨材散失)超過10mm，當粗骨材脫離和瀝青結合料的散失，可能造成過往交通的危險。</p> <p>車轍深度超過20mm，雨水累積於窪地中可能造成車輛的水滑現象。</p> | 4 |
| 支承劣化 | <p>1.與2相同但程度較不嚴重。</p> <p>2.彈性支承墊超過突出的邊緣，沒有因超載而造成的開裂。</p> <p>剪力變形尚在彈性支承墊的設計極限內，支承的邊界條件(束制成可移動)，因外界環境(雜屑堆積限制)所改變。</p> <p>由於埋入板周圍水泥漿的不足，引起機械支承底部接頭板的變位。</p> <p>機械支承活塞阻塞，導致支承無法如設計要求移動或轉動。</p> <p>3.單軸向的機械支承未對齊導致擠壓變形，彈性支承墊發生開裂及腐蝕現象，支承材料變質或支承墊移動。</p> | <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> |
| 伸縮縫劣化 | <p>1.突出部份混凝土剝落、錨定螺栓脫落。</p> <p>接縫處雜屑堆積使伸縮縫功能減弱。</p> <p>2.壓力封散失</p> <p>錨定螺栓遺失</p> <p>埋入接頭上方的材料開裂</p> <p>彈性材料變質但仍具水密性</p> <p>3.合成的尖端材質開裂</p> <p>伸展接頭完全被密封</p> <p>壓力封完全掉入膨脹缺口</p> <p>彈性元件開裂</p> <p>碎石滑道從尖端分離</p> | <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> |
| 混凝土表面劣化 | <p>1.由於鹼骨材效造成混凝土表面髮狀裂縫，由於水分滲透造成橋面版的混凝土表面褪色變質。</p> <p>混凝土表面受污染變色。</p> <p>混凝土的白華顯示遭到硫酸鹽的侵蝕。</p> <p>一般混凝土的變軟顯示遭到化學藥劑的作用。</p> <p>2.由於鹼骨材反應造成嚴重開裂</p> <p>以上各項的缺陷，但程度上更嚴重。</p> | <p>2</p> <p>3</p> |
| 洪水沖積物 | <p>1.橋墩處有小樹枝堆積</p> <p>橋面版上有小樹枝堆積</p> <p>2.橋墩處有大樹枝或小樹堆積</p> <p>橋面版上有大樹枝或小樹堆積</p> <p>3.橋墩處有大樹堆積</p> <p>橋面版上有大樹堆積</p> | <p>2</p> <p>3</p> <p>4</p> |

表 2.6 劣化現象對整體結構的安全性和服務性的影響

| 檢視部位 | 修復方法 | 影響等級 | 備 註 | 急迫性 | 影響性 |
|--------|--------------|------|--|-------------|---------------|
| 1.引道路堤 | A.排水陰井-更新 | 1至2 | 1.如果不予以更新或清除，將導致路堤產生更嚴重的侵蝕 | — | — |
| | B.排水涵管-更新 | 1 | 2.沈泥或碎片的沈積造成堵塞 3.與水流方向配合不適當 | 1 3 | 1 2 |
| | C.排水管—更新 | 1至2 | 4.同上1.至3. | — | — |
| | D.排水管—清除 | 1 | 5.車輛引起的物理性破壞 | 2 | 2 |
| | E.排水護道-更新 | 1至2 | 6.同上第1. | — | — |
| | F.排水護道—修復 | 1 | 7.侵蝕造成的損壞 | 3 | 2 |
| | G.侵蝕和沖刷破壞—回填 | 1至4 | 8.侵蝕和沖刷不影響路堤的穩定性 9.侵蝕和沖刷可能會引起路堤滑動，但不致於影響交通 10.侵蝕和沖刷會引起路堤滑動，並影響引道路堤上的交通 | 1 3 4 | 1 2和3 4 |
| 2.引道護欄 | H.沈陷—整平 | 1至3 | 11.緊鄰橋台的路面微小沈陷 12.道路沈陷引起使用者嚴重的不適感 13.道路沈陷可能引起意外事故 | 1 3 4 | 1 2 3 |
| | A.整齊和穩固 | 1 | 1.部份聯結護欄與支柱間或是護欄與護欄間的螺栓有鬆動現象，需予以鎖緊 2.由於交通引起的輕微損壞，護欄需重新排列整齊 | 3 2 | 1 1 |
| | B.更換 | 2至4 | 3.護欄嚴重凹陷 | 3 | 2 |
| | | | 4.護欄脫離橋柱，即無法發揮其功能，但未被推擠到車道上，對車流尚無影響 | 4 | 3 |
| | | | 5.同4，但會影響車流 | 4 | 4 |
| | C.連接端塊 | 3和4 | 6.車流沒有撞及端塊的危險 | 3 | 3 |
| | | | 7.車流有撞及端塊的危險 | 4 | 4 |
| | D.更換木質間隔物 | 2 | 8.木質間隔物損壞或掉落 | 3 | 2 |
| | E.重新安裝木質間隔物 | 1 | 9.木質間隔物的一般維修 | 1 | 1 |
| | F.更換破損的支柱 | 2至3 | 10.只有一支支柱破損 | 3 | 2 |
| | | 1 | 11.任何一處緊鄰的兩支柱破壞 | 4 | 2 |
| | | | 12.任何一處三支或更多的支柱破損 | 4 | 3 |
| | G.更換掉落的螺栓 | 1 | 13.部份螺栓遺失或損壞需予以更換 | 3 | 2 |

| | | | | | |
|------------|---------------------------|-----|--|---|---|
| 3.水道 | A.清理 | 1至4 | 1.橋墩處因氾濫遺留的沈積碎片需加以清除，以免將來洪水來襲造成更大的沖力 | 1 | 1 |
| | | | 2.水道植物過度蔓生，減少排水斷面 | 2 | 2 |
| | | | 3.水道由於碎片沈積而使排水斷面減少，但沈積物尚不至於超出結構物 | 3 | 3 |
| | | | 4.水道由於碎片沈積而使排水斷面嚴重減少，且沈積物超出結構物 | 4 | 4 |
| 4.引道護坡保護措施 | A.更新／修復保護措施 (蛇籠、漿砌卵石等) | 1至3 | 1.由於路堤沈陷、植物蔓生或其他因素導致保護措施輕微損壞 | 1 | 1 |
| | | | 2.局部保護設施遭洪水破壞、移動或移失 | 4 | 2 |
| | | | 3.大部份的保護設施遭受洪水破壞、移動或移除 | 4 | 3 |
| 5.橋台基礎 | | | 在重新安置基礎材料時需要一些特殊的作業。因為受空間的限制，使得夯實不易，因此常使用混凝土或摻土水泥等材料。當顧及橋台穩定性時，必需確定基礎型式為樁基或擴座基腳，同時也要了解基礎下的地質狀況。當基礎為建構在岩盤上的樁基時，其樁帽的結構完整性較不易受基礎破壞影響。經由檢視欄杆及牆面的水平性和垂直性，可以檢測基礎的沈陷。 | | |
| | A.基礎侵蝕或沖刷的回填或支撐 | 2至4 | 1.基礎的穩定性未遭受破壞 | 3 | 2 |
| | | | 2.基礎的穩定性可能遭受破壞 | 4 | 3 |
| | | | 3.基礎的穩定性已遭受破壞 | 4 | 4 |

| | | | | | |
|------|---------------------|-----|--|-----------------------|-----------------------|
| | B.修復破碎的混凝土 | 1至4 | 4.如果橋台混凝土的破壞為局部性且不影響結構完整性 5.如果混凝土破碎為全面性且橋台結構的完整性亦受到影響 | 3 4 | 1 4 |
| | C.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | 1至4 | 6.如果裂縫寬度小於0.2mm，而且沒有滲漏的現象 7.裂縫為局部性且有滲漏現象，但不影響橋台的結構的完整性 8.裂縫為局部性且有滲漏現象，但不影響橋台結構的完整性，不過鋼筋混凝土有銹蝕情形 9.裂縫為全面性，鋼筋混凝土亦有銹蝕情形，但影響結構完整性的程度不大 10.裂縫為局部或全面性，橋台裂縫的結構完整性深受影響，亦即有可能發生毀壞，且鋼筋已有明顯銹蝕跡象 | — 2 3 4 4 | — 1 2 3 4 |
| 6.橋台 | A.背牆的移除與重建 | 2至3 | 橋台體若構築在擴座基腳或可壓縮材料上，可能因下述的原因而發生旋轉 1.牆前後的作用力不平衡 2.牆後的土較牆前的受較大的壓縮 3.若橋台承受車輛滑動、煞車、溫度及地震力，將會使橋台向前旋轉 | 2 和 3 | 2 和 3 |
| | | | 4.橋台體基腳的應力分佈呈三角形函數，較高的壓力位在基礎前方 由於上述原因，可由以下的結果觀測橋台體之傾斜： 1.伸縮縫受擠壓 2.背牆與橋版的縫隙受擠壓 3.橋台支承向背牆劇烈變位，此現象在機械式或橡膠支承墊都可偵測出 | | |

| | | | | | |
|--|---------------------|-----|--|-------------|-------------|
| | | | 4.斜角橋面版之槽栓，受外力而卡死 5.二次應力造成附近橋面版不尋常裂縫 6.斜交橋面版的大旋轉 嚴重的程度視上述的位移或旋轉量的大小而定，且看是否有必要藉由背牆的移除而消去應力 | | |
| | B.修復破碎的混凝土 | 1至4 | 1.混凝土局部性破碎，但不影響橋台的結構完整性 2.混凝土全面破碎，並且影響橋台的結構完整性 | 3 4 | 1 4 |
| | C.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | 1至4 | 3.裂縫寬度<0.2mm且無滲漏現象 4.裂縫有局部性滲漏，但不影響橋台的結構完整性 | — 2 | — 1 |
| | | | 5.裂縫有局部性滲漏，但不影響橋台體的結構完整性，唯鋼筋混凝土有侵蝕現象 6.裂縫為全面性，鋼筋混凝土有侵蝕現象，但對橋台結構完整性影響不大 7.裂縫為局部或全面性，並且嚴重影響橋台的結構完整性，即橋台有損毀之虞且鋼筋混凝土也受嚴重侵蝕 | 3 4 4 | 2 3 4 |
| | D.修復及清理排水孔 | 1至4 | 8.排水孔被堵塞或無作用（孔中沒有水），牆後無法排水 9.排水孔堵塞，牆後的水位上升，使得橋台體牆抵抗翻覆及滑動的穩定性堪虞 | 1 3 | 1 3 |
| | E.修復承載柱基 | 2至4 | 承載柱基可能有以下的缺陷： 1.支承太靠近邊緣而造成邊緣破碎 2.支承受力過大導致裂張力而產生垂直裂縫 | 2 4 | 2 4 |
| | | | 3.保護層不夠導致鋼筋受到侵蝕 | 3 | 2和3 |

| | | | | | |
|----------|---------------------|--|--|---|---|
| | | | 4.由於螺栓銹蝕或巨大的橫向力作用，造成螺栓部位的混凝土破裂 | 3 | 3 |
| 7.翼牆／擋土牆 | A.修復破碎混凝土 | | 1.混凝土局部性破碎，但不影響翼牆或擋土牆的結構完整性 2.混凝土全面破碎，並且影響翼牆或擋土牆的結構完整性 | | |
| | B.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | | 3.裂縫寬度<0.2mm且無滲漏現象 4.裂縫有局部性滲漏，但不影響翼牆或擋土牆的結構完整性 5.裂縫有局部性滲漏，但不影響翼牆或擋土牆的結構完整性，唯鋼筋混凝土有侵蝕現象 6.裂縫為全面性，鋼筋混凝土有侵蝕現象，但對翼牆或擋土牆結構完整性影響不大 7.裂縫為局部或全面性，並且嚴重影響翼牆或擋土牆的結構完整性，即翼牆或擋土牆有損毀之虞且鋼筋混凝土也受嚴重侵蝕 | | |
| | C.修復及清理排水孔 | | 8.排水孔被堵塞或無作用(孔中沒有水)，牆後無法排水 9.排水孔堵塞，牆後的水位上升，使得翼牆或擋土牆抵抗翻覆及滑動的穩定性堪虞 | | |

| | | | | | |
|------|--------------|-----|--|---|---|
| 8.表面 | | | <p>常遇到的瑕疵情形如下：</p> <p>a.裂縫：裂縫發生表示表面材料的破壞，但其亦可能是由於橋面版的過度變位所引起。隨著時間的增加，裂縫邊緣表面材料的碎裂會引致水的入侵，因而逐漸喪失與橋面版之間的黏結，造成破壞的情形更加嚴重。</p> <p>b.過度的變位：造成此一現象的原因通常是由於交通量頻繁或是氣候的變化而造成橋面版界面黏結層或是防水層的破壞。當變形過大時可能會造成上部結構不能穩定跨置於橋墩上。同時當車輛經過橋上時，橋梁的振動會加劇。</p> <p>c.抗滑能力的喪失：由於車輛的摩擦使得路面會隨著使用時間的增加而變得光滑，因此必須再對路面作抗滑處理。由於此類的現象常導致事故發生，故必須對橋梁的抗滑作嚴格的要求。</p> | | |
| | A.橋面版路面重鋪／修補 | 1至3 | 1.表面的瑕疵不致於造成意外事故 | 1 | 1 |
| | B.引道路面重鋪／修補 | 1至3 | 2.表面的瑕疵可能會造成意外事故 | 3 | 3 |

| | | | | | |
|-----------|---------------------|-----|---|---|---|
| 9.上部結構排水 | | | <p>排水設施是目視檢測的一個重要的項目，因為積水和漏水在長時間的作用下可能會造成橋梁結構破壞而影響交通的安全。檢視的項目主要包括以下幾項：</p> <p>a.假若樑、版、橋墩、橋台上有水漬，則表示排水系統或洩水孔可能阻塞無法發揮效用。</p> <p>b.排水溝或涵管是否阻塞或設計不當。</p> <p>c.檢視排水系統的出水口以確定並沒有漏水而損害到結構物其它部份的情形發生。</p> <p>d.排水系統是否有泥沙淤積。</p> <p>e.流水對結構物的衝擊。</p> <p>f.在橋面表面的排水狀況是否優良。同時在表面加鋪時應該注意，加鋪後應該予以檢查。</p> <p>g.檢視中空結構的排水系統。在中空板(箱形樑)可能需要將水從孔中最低處排出。</p> | | |
| | A.清除堵塞的排水孔 | 1至3 | 1.排水系統的缺陷不致於影響乘客的安全 | 1 | 1 |
| | B.修復受損的涵管 | 1至3 | 2.排水系統的缺陷可能影響乘客的安全 | 3 | 3 |
| 10.緣石／人行道 | A.修復 | | 1.混凝土局部剝落，但不影響緣石整體結構的完整性 | 1 | 1 |
| | B.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | | 2.混凝土剝落現象十分嚴重，其將影響緣石整體結構的完整性 | 3 | 2 |
| | | | 3.裂縫小於0.2mm而且沒有淋溶或滲水的跡象 | - | - |

| | | | | |
|----------|-------------------|---|---|---|
| | | 4.裂縫有淋溶或滲水的跡象，但發生在局部且不會影響緣石結構整體的完整性 | 1 | 1 |
| | | 5.裂縫有淋溶或滲水的跡象，同時鋼筋銹蝕的現象，但發生在局部且不會影響緣石結構整體的完整性 | 1 | 1 |
| | | 6.裂縫發生在整體結構，且鋼筋有銹蝕的現象，但尚不至於影響到整體的結構 | 3 | 2 |
| | | 7.無論裂縫的發生是在局部亦或是整體，只要是其可能影響結構整體的安全性時。也就是說結構有破壞的可能或是鋼筋嚴重的腐蝕 | 3 | 3 |
| | C.清除植物 | 8.人行道上植物叢生 | 1 | 1 |
| | D.修復受損的表面 | 9.人行道的表面有坑洞，造成行人在其上方行走不舒適 | 1 | 1 |
| 11.護欄、欄杆 | A.修復剝落的混凝土 | 1.混凝土局部剝落但並不影響欄杆的結構完整性 2.混凝土嚴重的剝離以致影響欄杆結構的完整性 | | |
| | B.大於0.2mm裂縫的封緘和修復 | 3.裂縫小於0.2mm而且沒有淋溶或滲水的跡象 4.裂縫有淋溶或滲水的跡象，但發生在局部且不會影響欄杆結構整體的完整性 5.裂縫有淋溶或滲水的跡象，同時鋼筋銹蝕的現象，但發生在局部且不會影響緣石結構整體的完整性 | | |

| | | | | | |
|-----------|-----------------------|-----|--|--------|--------|
| | | | <p>6.裂縫發生在整體結構，且鋼筋有銹蝕的現象，但尚不至於影響到整體的結構</p> <p>7.無論裂縫的發生是在局部亦或是整體，只要是其可能影響結構整體的安全性時。也就是說結構有破壞的可能或是鋼筋嚴重的腐蝕</p> | | |
| | C.防銹處理 | | | | |
| | D.修復鐵欄杆 | | | | |
| | E.修復N.T型欄杆 | | | | |
| | F.保護層的修復 | | | | |
| | G.更換螺栓 | | | | |
| 12.橋墩保護設施 | A.重建／修復保護工作(蛇籠、漿砌卵石等) | 1至3 | <p>1.由於沈陷、植生等造成保護設施輕微破壞</p> <p>2.局部保護設施遭到洪水破壞、移位或移除</p> | 1 4 | 1 2 |
| | | | 3.大部份保護設施遭到洪水破壞、移位或沖失 | 4 | 3 |
| 13.橋墩基礎 | | | <p>下列幾種情形，結構完整性不受沖刷破壞影響：</p> <p>1.擴座基腳直接建構於岩盤上，同時設計可允許洪水對橋墩直接衝擊。</p> <p>2.樁基建構於岩盤上，在樁基設計時，洪水衝擊基樁的力亦列入考慮。</p> <p>下列幾種情形，結構完整性將會受到影響：</p> <p>1.擴座基腳建構在軟土層上，如軟石層。</p> | | |

| | | | | | |
|--|---------------|-----|---|-------------------|-------------------|
| | | | <p>2.樁基礎為部分摩擦或完全摩擦，而非完全由端點承受力。</p> <p>3.樁基礎設計為軟弱材質(如卵石)上之點承樁。</p> | | |
| | | | <p>檢測河川橋墩基礎時，其他重要需知事項：</p> <p>1.假設橋梁坐落在河道轉彎處，則最大的沖刷將發生在轉彎外側處。</p> <p>2.若橋梁位於河道轉彎處，且其上游有另一河道轉彎處存在，則沖刷將在轉彎之內側產生。</p> <p>3.若河床含砂量高，則受沖刷的可能性愈高。</p> <p>4.受沖刷的位置、深度及斷面尺寸應予以記錄，並應盡可能拍照記錄。</p> <p>5.由天然或人為因素，如地層滑動、土地開發或在橋梁上游採砂石等，致使河川環境改變，可能造成沖刷更加嚴重。</p> <p>6.當河流的流向改變後，設計為片牆式重力墩的沖刷會加劇。</p> | | |
| | A.回填或支撐受沖刷的基礎 | 2至4 | <p>河道通過的沖刷或墩基四周的局部沖刷：</p> <p>1.橋墩結構完整性（結構完整性）不受影響</p> <p>2.沖刷程度更嚴重時，將會影響橋墩的結構完整性</p> | <p>3</p> <p>4</p> | <p>2</p> <p>3</p> |

| | | | | | |
|------------|---------------------|-----|--|-----------------------|-----------------------|
| | | | 3.影響橋墩的結構完整性且有毀損之虞 | 4 | 4 |
| | B.修復破碎混凝土 | 1至4 | 4.破壞為局部性，而且不影響橋墩的結構完整性 5.破壞為全面性，且會影響橋墩的結構完整性 | 3 4 | 1 4 |
| | C.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | 1至4 | 6.裂縫寬度小於0.2mm，沒有滲漏現象 7.裂縫發生在局部，有滲漏現象，但不影響橋墩的結構完整性 8.局部性裂縫有滲漏現象，不影響橋墩的結構完整性，但鋼筋有腐蝕現象 9.全面性裂縫，鋼筋有腐蝕現象，但對橋墩的結構完整性影響不大 10.局部或全面性裂縫，橋墩的結構完整性受到嚴重影響，有毀損的危險，且有明顯嚴重的腐蝕現象 | — 2 3 4 4 | — 1 2 3 4 |
| 14. 橋墩和橋墩柱 | A.修復破碎混凝土 | 1至4 | 1.破壞為局部性，而且不影響橋墩的結構完整性 2.破壞為全面性，且會影響橋墩的結構完整性 | 3 4 | 1 4 |
| | B.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | 1至4 | 3.裂縫寬度小於0.2mm，沒有滲漏現象 4.裂縫發生在局部，有滲漏現象，但不影響橋墩的結構完整性 5.局部性裂縫有滲漏現象，不影響橋墩的結構完整性，但鋼筋有腐蝕現象 | — 2 3 | — 1 2 |
| | | | 6.全面性裂縫，鋼筋有腐蝕現象，但對橋墩的結構完整性影響不大 7.局部或全面性裂縫，橋墩的結構完整性受到嚴重影響，有毀損的危險，且有明顯嚴重的腐蝕現象 | 4 4 | 3 4 |
| 15. 支承 | A.清理 | 1 | 1.污泥和碎片雜物會減少位移量 | 1 | 1 |
| | B.侵蝕保護處理 | 1和2 | 2.表面需要粉刷修補 3.侵蝕造成上下部結構間嚴重的摩擦 | 1 3 | 1 2 |
| | C.校正位置 | 1至3 | 4.需稍微地修正使支承定位 5.支承位移已達到極限容許位移量，並有繼續位移的可能 6.樺槽和推力板接合不良，產生的巨大作用力傳遞到下部結構 | 2 4 3 | 1 3 2 |
| | D.更換橡膠彈性支承墊 | 2 | 7.支承墊外緣拉扯、斷裂或劈裂 8.因壓力和剪力位移引起的過度凸出和扭曲，表示其不滿足設計強度 | 2 2 | 2 2 |
| | E.更換機械式支承墊 | 3 | 9.嚴重侵蝕破壞的支承、承載和位移能力都降低 | 3 | 3 |

| | | | | | |
|-------------|-------------------|-----|--|-------------|-------------|
| | F.重新安裝水平支承墊 | 2和3 | 10.錨栓嚴重損壞 11.支承墊和承載結構間有相對位移 | 3 3 | 2 3 |
| | G.鎖緊錨栓 | 1 | 12.錨栓鬆脫 | 3 | 1 |
| 16.止震塊與防震拉桿 | A.清理 | 1 | | | |
| | B.重新設置 | 1 | | | |
| | C.移除 | 2至4 | | | |
| 17.主構件 | | | 注意： a. 支承混凝土的剝落可能引致很大的角隅壓力。 b. 在最外端的大樑或橋面板最容易受超高的車輛撞擊而受損，所以在特定橋梁的位置應予限高。 c. 檢測時應將主要構件的裂縫畫下，以便於檢討構件的強度和耐久性。支承附近的斜裂縫表示構件已受剪力破壞，而跨距中央的裂縫則表示構件受撓曲作用下的拉力裂縫。所有開裂的鋼筋混凝土都應注意其大小及深度，同時研判裂縫是否嚴重。 d. 溫度的變化亦是造成裂縫的原因之一，檢測時應將其可能性列入考量。 e. 對於預力橋梁在檢測時應特別注意以下幾個缺點： 1. 靠近支承附近的樑翼處若有軸向裂縫發生，則表示其橫向補強筋不夠。若樑身發現橫向裂縫時則表示預力嚴重的喪失或是預力鋼鍵的位置不對。 2. 在支承附近或鋼鍵的錨頭附近混凝土的裂縫或剝落常常是由於不良的設計所引起。 f. 在箱形樑的開口附近的翼板和腹板應該詳細的檢驗混凝土是否有開裂的現象。 | | |
| | A.修復剝落的混凝土 | 1至4 | 1. 假若混凝土剝落的現象僅發生在局部，且不影響整體結構的安全 | 3 | 1 |
| | | | 2. 假若混凝土剝落的現象發生在構件的大部分地區，同時結構的安全性已被威脅時 | 4 | 4 |
| | B.大於0.3mm裂縫的封緘和修補 | 1至4 | 3. 假若裂縫開口小於0.3mm，同時沒有淋溶和滲水的現象 4. 局部地區有大於0.3mm的裂縫發生，但樑的結構完整性並未受影響 5. 假若局部裂縫開口大於0.3mm且鋼筋有銹蝕的現象發生，但樑的結構完整性不致受影響 | - 2 3 | - 1 2 |

| | | | | | |
|--------|-------------------|---|---|---|---|
| | | | 6.假若整個結構都有裂縫發生，同時鋼筋也有銹蝕的現象，但對於樑的整體結構影響並不嚴重 | 4 | 3 |
| | | | 7.若局部或整體結構的裂縫已嚴重影響到樑的安全；亦即鋼筋嚴重的受損，而橋梁有可能破壞 | 4 | 4 |
| | C.塗上保護層 | 1 | 8.在樑修復後塗上保護層以延長橋梁的使用年限 | 1 | 1 |
| | | | 9.樑上鋼筋的保護層已不符標準。塗上保護層以延長樑的壽命 | 1 | 1 |
| | | | 10.混凝土本身易受侵蝕，應在其上塗上一層保護層以使海岸附近的混凝土有抗氯化能力，而城市附近的混凝土有抗中性化的能力 | 2 | 1 |
| 18.副構件 | | | a.類似於主構件，但是其重要性"R"相對地較低。其原因是設計時副構件設計不似主構件重要(主要為傳進力量)，當其破壞時可由主構件承受載重。 b.假若副構件中的某些單元具有主構件的功能時(如支承或預力錨頭)則應將其重要性視同主構件。 | | |
| | A.修復剝落的混凝土 | | | | |
| | B.大於0.2mm裂縫的封緘和修復 | | | | |
| | C.塗上保護層 | | | | |
| 19.橋面版 | | | 檢查下列事項： 1.裂縫 一結構性、收縮、溫度、材料（拌合不均或化學反應）及施工品質（營造施工）等原因造成。 2.剝落 一橋面版暴露在氣候下和因交通頻繁而受損，以致砂漿和骨材流失，或其他的面層表面受霜害和鹽害。 3.破碎 一破裂表面有混凝土剝落。 4.鋼筋腐蝕 一導致表面有銹斑，最嚴重的情況將會產生裂縫和混凝土剝落。 | | |

| | | | | | |
|--|--|--|---|--|--|
| | | | <p>5.滲漏 一發生於施工縫，在薄構件可能衍生成裂縫，最可能的地方是在橋面版的斷面處，例如：緣石處和預力鋼樑之間或其上方。</p> | | |
| | | | <p>6.浸水 一水滲透硬化混凝土的裂縫或孔隙時，溶解混凝土中的氧化鈣和其他成份，大部份在橋面版下方會有污斑，在裂縫處有斑紋或鋼筋銹垢，因混凝土鹼度降低，可能會造成鋼筋的腐蝕。</p> <p>7.孔洞的混凝土一水的侵入造成鋼筋銹蝕，也更容易受到化學破壞，這種情形通常發生在搗實不易之處，如版筋密集或角落等地方。</p> <p>8.橋面版表面磨損一橋面版直接做為車道之用。</p> | | |
| | | | <p>9.過度移位或震動一橋面版過於狹長且不符設計要求。</p> <p>10.意外事故損害一通常發生在大型超高車輛通過橋孔時。</p> | | |
| | | | <p>11.化學破壞一發生在工業區或沿海地區，導致混凝土表面破壞。</p> | | |

| | | | | | |
|--------|---------------------|-----|---|-----------------------|-----------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | A.剝落混凝土塊修復 | 1至4 | 1.局部剝落，不影響版的結構完整性 2.全面性剝落，影響版的結構完整性 | 3 4 | 1 4 |
| | B.填補、修復寬度大於0.2mm的裂縫 | 1至4 | 3.裂縫寬度小於0.2mm，沒有滲漏現象 4.裂縫為局部性，有滲漏現象，不影響版的結構完整性 5.裂縫為局部性，有滲漏現象，不影響版的結構完整性，有鋼筋腐蝕現象 6.裂縫為全面性，鋼筋有腐蝕，但對版的結構完整性影響不大 7.裂縫為局部或全面性，版的結構完整性受到嚴重影響且鋼筋已有明顯的銹蝕跡象 | — 2 3 3 4 | — 1 2 2 4 |
| | C.表面密封／塗料 | 1至2 | 保護塗層用於下列情況： 1.做為延長使用壽命之用，通常於結構物修復後使用 | 2 | 2 |
| | | | 2.用於混凝土孔隙過多，欲防止鋼筋腐蝕 3.混凝土強度不足，欲增加其耐久性 | 2 1 | 2 1 |
| | D.表面磨損修復 | 1至3 | 1.橋面版表面肇因於交通車流之車轍 <10mm局部性或全面 >10mm局部性 >10mm全面性 決定於厚度減少的百分比及該斷面的最終承載量 2.震動引起的裂縫及面版表面材料的變位代表柏油層和防水層間的滑動 | — 2 3 2 | 1 2 3 2 |
| | E.橋面版上方防水處理 | 2至3 | 1.混凝土遭明顯的化學破壞，此即水的侵入會導致混凝土迅速惡化，如同在鹼性骨材反應 2.滲漏引起鋼筋腐蝕 | 3 4 | 2 3 |
| 20.伸縮縫 | | | 主要的瑕疵現象如下： a.伸縮縫或其組件遺失或移位。 b.伸縮縫的組件有凸出或凹陷。 c.水會從伸縮縫滲漏。 d.伸縮縫從內部裂開。大多數伸縮縫的重要性"R"都是1，因為其並不影響乘客的安全。然而，若部分鐵製的伸縮縫突出時，其重要性亦相對的增加。 | | |
| | A.更新混凝土突出部分 | 1 | | | |
| | B.更新封緘材料 | 1 | | | |
| | C.更新或調整鋼製伸縮縫 | 1 | | | |

2.7.2 各跨構件的評估

在作全面性的一般檢測之後，接著應針對各跨結構構件作仔細的檢測。檢測的項目包括第十二項橋墩基礎，到第二十項伸縮縫。並且應依照定位系統中所定義的橋跨及構件編號進行檢測及記錄。以下針對各個項目的檢測方法作重點敘述：

1. 橋墩基礎

檢查橋墩基腳的狀況，同時檢測評估基礎材料的任何缺陷，及可能因沉陷而導致損傷橋墩或上部結構的部份。檢查要點如下：

- (1) 混凝土劣化的情形，例如：網狀裂縫、剝落、碎裂及空洞混凝土，同時檢查鋼筋是否鏽蝕。
- (2) 檢查基礎的沉陷及位移、支承過量的移動（此項移動也有可能被鋪面壓擠所形成）或上部結構不正常的下陷或上昇。不均勻的沈陷會造成橋墩產生大的裂縫。
- (3) 檢查覆土材料的擾動與流失，檢測護塊鋪面的平整性，以及檢測不規則的覆土坡度。
- (4) 檢查水中的橋墩的淘刷，檢測員必須探查河床或測深來了解淘刷的現象。假如河床是靠近基腳的底部時，檢測員應該探測基礎侵蝕情形。
- (5) 受淘刷的位置、深度及斷面尺寸應予以記錄，並應盡可能拍照記錄。

2. 橋墩墩體

檢查混凝土一般劣化，例如網狀裂縫、剝落、碎裂、裂縫及空洞聲音；以及所有墩體不穩定現象，例如傾斜現象及水平方向或垂直方向的位移。

(1) 帽樑檢查項目：

- 保護層：一般所檢測到的混凝土帽樑都會有大量鋼筋在頂部，這些鋼筋擺設的位置保護層都很薄，很容易因水、鹽份或雜物的影響而導致鏽蝕損壞。
- 鋼筋鏽蝕：初期鏽蝕損壞的現象是裂縫及薄化，後期現象是保護層混凝土的碎裂，混凝土帽樑得利用錘頭敲擊以找出薄化的區域。
- 混凝土劣縫：混凝土同時必須檢查材料性裂縫與結構性裂縫。

(2) 墩柱檢查項目：

- 所有柱子須檢測傾斜、沈陷的現象。
- 檢查車輛或其他物體撞擊的損壞。
- 檢查混凝土劣化情形，特別是在靠近水面、地面及暴露在路面排水的範圍處。
- 檢查網狀裂縫、風化、碎裂及裂縫，所有混凝土部份得使用鐮頭敲擊探測薄化或空洞混凝土。

3.主構件

檢測主構件是否因下部結構或基礎的潰壞而導致二次彎矩所造成的損壞，混凝土的裂縫、碎裂、剝落及風化情形，除此之外應對以下項目作檢測。檢測要點如下：

- (1)檢查是否有因支承混凝土的剝落，引致角隅的壓力所造成的破壞。
- (2)檢測最外端的大樑或橋面版是否受超高的車輛撞擊而受損。
- (3)檢測時應將主要構件的裂縫畫出，以便於檢討構件的強度和耐久性。
 支承附近的斜裂縫表示構件已受剪力破壞，而跨距中央的裂縫則表示構件受撓曲作用下的拉力裂縫。所有開裂的鋼筋混凝土都應注意其大小及深度，同時研判裂縫是否嚴重。
- (4)溫度的變化亦是造成裂縫的原因之一，檢測時應將其可能性列入考量。
- (5)對於預力橋梁在檢測時應特別注意以下幾個缺點：
 - 靠近支承附近的樑翼處若有軸向裂縫發生，則表示其橫向補強筋不夠。若樑身發現橫向裂縫時則表示預力嚴重的喪失或是預力鋼鍵的位置不對。
 - 在支承附近或鋼鍵的錨頭附近混凝土的裂縫或剝落常常是由於不良的設計所引起。
- (6)在箱形樑的開口附近的翼板和腹板應該詳細的檢驗混凝土是否有開裂的現象。

4.副構件

副構件設計的目的地是傳遞活載重。其由於斷面深薄的特性，因此，在施工時有一些困難而容易導致劣化的發生，因此應對以下的項目作檢測。檢查要點如下：

- (1)檢查混凝土碎裂、剝落、裂縫、風化、蜂窩等劣化。
- (2)檢查是否有碰撞損壞或者排列不恰當的現象。
- (3)檢查其與主構件連接處是否有裂縫發生。
- (4)檢查當活載重通過時副構件的行為。
- (5)檢查是否有超載所造成的裂化現象。

5.橋面版結構

橋面版混凝土通常是由橋面版頂部及其周圍開始劣化，而朝著下方，內部繼續延伸，直到包含整個橋面版。觀察橋面版當車輛通行時，檢查過度撓曲現象，並注意聽當車輛走過會不會產生不正常的聲響。檢查時下列事項：

- (1)裂縫：檢查結構性，或收縮、溫度、及施工品質等材料性裂縫。
- (2)剝落：檢查因橋面版暴露在氣候下和因交通頻繁而受損，以致砂漿和骨材流失，或其他的面層表面受霜害和鹽害等劣化情形。
- (3)破碎：檢查破裂表面的混凝土脫落。
- (4)鋼筋腐蝕：檢查混凝土表面的鏽斑，嚴重時將會產生裂縫和混凝土剝落。
- (5)滲漏：通常發生於施工縫，在薄構件可能衍生成裂縫，最可能的地方是在橋面版的斷面變化處，例如：緣石處和預力鋼樑之間或其上方。
- (6)浸水：檢查因水滲透硬化混凝土的裂縫或孔隙，溶解混凝土中的氧化鈣和其他成份而在橋面版下方產生污斑，在裂縫處有斑紋或鋼筋鏽垢。因混凝土鹼度降低，可能會造成鋼筋的腐蝕。
- (7)孔洞：水的侵入造成鋼筋鏽蝕，也更容易受到化學破壞。這種情形通常發生在搗實不易之處，如版筋密集或角落等地方。
- (8)橋面版表面磨損：橋面版直接做為車道之用。
- (9)過度移位或震動：檢查橋面版是否太薄而不符設計要求。
- (10)意外事故損害：發生在大型超高車輛通過橋孔撞擊而發生。
- (11)化學破壞—發生在工業區或沿海地區，導致混凝土表面破壞。

6.伸縮縫檢測項目：

- (1)檢查伸縮縫中是否有雜物阻塞，影響其功能。
- (2)檢查車行經過伸縮縫時的平順度。
- (3)檢查是否有鋼筋凸出影響行車安全。

2.8 參考文獻

- 1.徐耀賜,"公路橋梁之養護與維修(1)",大學圖書供應社,1995,12.
- 2.B. Bakht and L. G. Jaeger, "Bridge Testing - a Surprise Every Time," Journal of Structural Engineering, ASCE, Vol.116, No.5, May, 1990.
- 3.王國昌,李有豐,葉啟章, "橋梁結構物檢測評估準則",第三屆結構工程研討會論文集, pp1467~1476,中華民國 85 年 9 月。
- 4.昭凌工程顧問股份有限公司, "公路橋梁一般目視檢測手冊",中華民國 84 年 12 月。
- 5.國立中央大學橋梁工程研究中心, "非破壞性橋梁結構安全檢測專案期中報告",中華民國 85 年 1 月。
- 6.國立中央大學橋梁工程研究中心, "第二期橋梁檢測班維修訓練講義",中華民國 85 年 5 月。

附錄三 期中暨期末報告審查會議記錄及辦理進度

3.1 期中報告審查會議記錄及辦理進度

主席：

曾志煌組長

與會人員：

運工組曾志煌組長、運工組陳茂南副組長、運工組賴威伸先生、運資組趙志明先生、運工組邱雅莉小姐、交通部路政司王瑞麟技正、公路局吳澤雄副處長、公路局代表、高工局林安彥副組長、台灣大學謝尚賢教授、台北科技大學李有豐教授、工研院詹麒璋工程師、台北縣政府代表、台北市政府代表、內政部第二辦公室代表、高工局代表、蔣偉寧教授、姚乃嘉教授、顏上堯教授、陳繼藩教授、葉啟章副理、洪東謀先生、歐彥宏先生、楊玉井博士、梁智信先生、劉以毅先生、任以永先生、鄭嘉盈經理、劉豐瑞先生、張立群先生、王志成先生、劉明正先生、許俊榕先生

地點：交通部運輸研究所五樓會議室

時間：中華民國八十九年六月二十九日下午 2：00

表 3.1 期中報告審查會議記錄及辦理進度表

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-------------|--|---|
| 台北市 政府代表 | 此系統似乎沒有納入北、高二直轄市，是 慮納入？ | 當初此系統的規劃只考慮台灣省部分，並未納入北、高兩市，是因考慮台北市管轄的橋梁較複雜，有市區橋梁、捷運橋梁、高架橋梁等，我們是希望台北市有他自己的系統。高雄市的橋梁就比較沒有那麼複雜，跟其他縣市是差不多的，後續計畫可以考慮加入。但目前在本計畫內之規劃，台北市不但已納入本計畫，更是屬於我們示範計畫之一，屆時我們會協助台北市將其原系統之資料轉入本系統。 |
| | 目前此系統只有目視檢測與現地的高級檢 是否考慮納入安全監測的部分。 | 安全監測在橋梁管理上是相當重要的一環，但以全國性的橋梁管理而言，應是重要與特殊的橋梁才會考慮安全監測的問題，就像高鐵的橋梁有安全監測的必要，但並非每一座橋梁都要如此做，因此並不適合在現階段就考慮全面納入監測部分。雖然如此，我們已經在思考如何在檢測階段就將監測的資訊擷取，並亦考慮如何預留未來監測資料的形式與欄位。 |
| | 請問此系統之 GIS 的部分是否有符合內政部頒訂的 GIS 規範？如果有考慮此點才方便其他單位的系統資料納入此系統。 | 此系統的 GIS 部分已通過內政部的 GIS 規範。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------------|---|---|
| | 目前即使中南部都有一定數量的高架橋梁，但此系統似乎只考慮過水橋梁，是否可納入高架橋梁？ | 本系統並沒有限定只納入過水橋，只要是超過 6 公尺的各種形式橋梁就會被納入，因此只要普查回來的結果有高架橋，自然會納入在此系統裡。 |
| 內政部第二辦公室代表 | 此系統似乎是要用來做維修的決策，原先的規劃似乎是不考慮整建的部分，是否考慮納入？ | 以橋梁生命週期的角度而言，理想上一個橋梁管理系統是應包含規劃、設計、施工、運轉、維護、拆除、重建，但其中在生命週期內佔最長的時期是維護階段，也是本系統最重要的部分。拆除就可以視為適宜個橋梁生命週期的結束，整建是另一個生命週期的開始，其中牽涉設計、經費的問題，這種初步規劃的系統已牽涉到另一個正在研究的範疇，是無法一次納入此系統的。因此目前此系統不考慮整建的問題。 |
| | 橋梁的狀況排序是以整體性來考量，可否解說何謂整體性的考量？ | 對於排序的問題，如果你是指決策方式，考量了決策者與使用者的成本效益，如果你是指橋梁狀況的排序，那是用加權平均來做。整合性決策模組除了考量決策者與使用者的成本效益之外，我們還考慮了時間與空間的因素。例如，以時間而言，一個橋梁今年度修或是留到下年度修的考量會不同。以空間而言，會考量橋梁在空間上的關係，有無替代性等。這兩點的考量是與別的研究不同之處。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-------|---|--|
| | GIS 的模組可否顯示單獨的市區道路的圖層？ | GIS 圖層上有國道、省道、縣道、鄉道、市區道路，如果你需要看市區道路的橋梁，直接點選即可。 |
| | 橋梁管理機關分成三個層級，整合性決策模組是否也分三個層級？如果是如此，可能會有行政上的困擾。例如鄉鎮列為優先維修的橋梁卻在縣政府列為較不緊急的工作，可能就會有行政上的困擾。 | 整合性決策模組是以管理的角度來考量，將全國橋梁維修的預算編列做一個適當的分配，地方政府可以依據中央層級的預算再做一個分配，因此整合性決策模組是不需要分三個層級的。 |
| 高公局代表 | 期中報告內提到計畫結束後有 2 年的維護與技術服務，不知可否包含教育訓練？因為此系統相當專業，初期使用可能不易熟悉，如果能在使用期間再辦幾場教育訓練，對使用單位較有幫助，亦可交流使用心得提供系統改善的機會。 | 原計畫內是沒有在技術服務期間提供教育訓練，但我非常同意你的意見，一個系統要完善是需要幾年的使用與改進，使用後的意見交流互動才會使這個系統更好，功能更強化，甚至未來還有更多的功能要加入這個系統。至於後續教育訓練的規劃，則要看我們爭取經費的狀況，這要看交通部的補助情形，但以我們學術單位的立場而言，是相當樂於協助的。 |
| 公路局代表 | 目前系統測試的資料是我們公路局的資料，是涉及機密，如果目前開放給所有人來查詢，會對我們造成困擾。我們曾經去文給中央大學，要求未經我們同意不得公開橋梁資料，希望注意。 | 我們當初與公路局簽約合作時是提到不能任意公布橋梁資料，但我們現在測試階段並非人人皆有密碼可進入，只有現場的委員與中央橋梁諮議委員會的委員有密碼外，一般人是不能進入此系統查詢的。針對密碼權限的劃定，我們一定會再做更進一步的思考與設計。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|---|--|
| | <p>我們使用系統的心得：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 一個橋的基本資料應規定必填的欄位，若未輸入必填之欄位應無法登錄此橋。 2. 檢測模組的檢測相片無法列印。 3. 若是未來道路改名或是更改編號，是否影響系統的編碼，進而造成無法搜尋？ | <ol style="list-style-type: none"> 1. 必填欄位的問題，我們是要配合此次橋梁普查作業來考量，普查單位可能想先輸入所有橋名再逐步登錄其他資料，但我們中央大學會做最後檢核的工作，以確保輸入資料的完整性。 2. 當初規劃即不考慮檢測模組的檢測相片的列印功能，因為相片小效果不好，但是如果公路局認為有這個需要，我們可以加入列印功能。 3. 路線資料更動或是其他資料的更改皆不會影響系統內部的編碼，對使用者而言沒有影響。 |
| 王瑞麟技正（交通部路政司） | <p>可否請公路局檢討哪些業務的資料是不適合對外界公開，再請中央大學來配合。測試系統的橋梁資料可考慮只放 10 座資料完整的橋，甚至以代號取代橋名，如此才可確保對資料的影響減少。</p> | <p>這部分我們會再與公路局協商。我們會考量縮減資料庫至 20 或 30 座橋梁，但資料完整可以測試所有功能，至於橋名不要可能會影響查詢功能，這個我們再做考量。</p> |
| | <p>在期中報告內提到示範作業規劃中，如高工局、公路局、鐵路局等等皆已有自己的系統，是否考慮將這些系統掛上我們這個系統。</p> | <p>在示範計畫中，我們會協助這些單位將其原資料庫做一個轉換，但並不考慮將其原系統與掛上我們的系統。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-------------|--|--|
| 吳澤雄副處長（公路局） | 第 23 頁 17 項第 3 點應刪除；第 24 頁 6、7 項用的是平均淨高，應改為最小淨高；第 25 頁 1、2 項只有形式並沒有材質選項；第 25 頁 2 項應是橋墩基礎形式；第 25 頁 4、5 項內有蠻多的錯誤，希望更正；第 27 頁設計資料應加入計畫最大洪水位與最大表面流速。 | 您剛才的指正，大部分我們已經討論更正過，但給各位委員的表格卻是舊有的，這是我們作業的疏失，我們內部會再做一個檢討。您剛提的第 23 頁至 27 頁的錯誤在 SDG2 發展篇內是正確的，報告本身的資料應是放到舊的檔案。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-------------------|---|---|
| | <p>另外，我的建議如下：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 中央大學對土石流亦是有研究，是否可考慮納入土石流潛勢的分析。 2. 是否可以考慮納入地震危害度分析。 3. 希望系統所有畫面都是中文的。 4. 緊急通報系統不知是屬於內部管理還是外部的，並且通報方式應是無線的。 5. 是否考慮加入監測預警系統？ | <ol style="list-style-type: none"> 1. 目前我們系統的開發著重在橋梁管理相關事宜之上，土石流的潛勢分析目前並不適合納入。 2. 目前我們系統的開發著重在橋梁管理相關事宜之上，地震危害度分析目前並不適合納入。您剛才的建議很多是以後我們要努力的目標，我們會再考量將這些功能往上加，如果我們討論目前可行，我們也會納入。 3. 我們會再確定所有畫面與說明皆用中文。 4. 至於通報系統是由一般民眾以電話聯繫主管機關再行公告，基層的通報後會經過專人來做資訊的確認與篩選後，才再將資訊往上報與上網。 5. 目前的系統要與所橋梁連上來進行監測，我想有其困難性。或許少數特殊的橋梁可以，但全部橋梁來做或許目前是不可行的。我的思考是將監測的資訊處理後視為檢測的資料來放入此系統，會比較適合。 |
| 李有豐教授 國立台北科技大學 | GIS 圖層的橋梁不能直接點選基本資料出來。 | GIS 圖層的橋梁是可以直接按右鍵點選橋梁基本資料出來。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|---|---|
| | 檢測模組之檢測資料輸入畫面與現地檢測表格不同，造成輸入不便。 | 我們會儘量將輸入畫面與檢測表格一致。 |
| | 此系統需要的資料應考量交通部的需求。 | 至於交通部需求的問題，到底交通部的資料庫要放什麼樣的資料，是需要再與交通部討論的。 |
| | 工程處在三個層級裡是屬於哪一個階層，其角色在此系統內如何定位？ | 在系統的管理層級應將工程處視為虛擬的，換言之，公路局與工程處在等級上是相等的，是在第二個層級，而第三個層級維護單位是段。 |
| | 資料的正確性如何確保？我建議先將資料儲存在一個暫存區，待專人確認資料無誤後才納入資料庫。資料的正確性是一個重要的問題，我認為是需要做一個再次確認的動作，至於是電腦或是人工的方式來做這個動作，我沒有意見，我只是提出這個觀念。我是建議先將資料儲存在一個暫存區，待資料確認後才納入資料庫。我建議基本資料在輸入完成確認後，不應被允許讓任何人更動。 | 我們系統的設計是輸入資料後，先存在一個暫存的資料庫，待我們完成查核的動作後，才會將資料正式納入資料庫。至於進系統進行修改資料的部分，只能依賴權限的管制。並且我們的系統已經可以做到修改資料的歷史紀錄。 |
| | 在整合性決策模組裡，我們希望獲得客觀的決策資料，但你們用決策者與用路人主觀的訊息，我建議將這兩項拿掉，改以客觀的資料作排序。 | 此系統的決策方式已經儘量採取客觀的方式，決策者的主觀只反映在決策年限上。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|--|--|
| | GIS 圖層內橋梁不在路上，對我們而言是不能接受的，請問如何修正。 | GIS 圖層內橋梁不在路上的問題，我們團隊已經做過一次座標值的修正，情形已經大幅改善，目前橋不在路上的問題，是因為目前橋梁的座標只有一點，加上路寬尚未反應實際狀況才造成顯示上的偏離，但我們還是會再處理，至少在 5000 分之一的電子地圖上橋必須在路上。我們在接下來的全國橋梁普查作業裡，我們會要求每一座橋梁需量測橋頭、橋尾兩點座標，GPS 精度要求在誤差 10 公尺以內，如此即可確保在 5000 分之一的電子地圖上橋會在路上。 |
| 謝尚賢教授（國立台灣大學） | 上次我不能來，我提了書面的意見，在你們報告的附件六的期初會議記錄裡，第 93 頁並沒有納入，但運工組給我的會議記錄裡就有，可否請中央大學補上，並且答覆。 | 至於您上次的書面意見提到 GIS，這次我們的報告已經修正，GIS 主要用在緊急救災上。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|---|--|
| | <p>我個人是很佩服中央大學要在這麼短的時間內要做這麼多的事，但我的建議是應先確立系統的重點所在，全力做好這些部分，而不是每一個建議加入的項目都要採納，重點要把握好。例如，我不認為監測應納入這個系統，那應屬於另一個層級的橋梁管理系統，因為監測的橋梁通常都是特殊橋梁，並非全面性的，而且監測技術尚未穩定，針對不同需求有不同的監測模式，很難統一納入系統，現在應完全不要考慮。人力資源應放在某幾個重點之上，目前不適合廣納所有試用者的意見，並非不去聽不同的建議，而是要抓住重點。</p> | <p>您提的意見我都同意，我們後續會做這樣的努力。我們發展系統時亦會思考未來的擴充性。</p> |
| | <p>中央層級到底要管什麼資料，自己應先確定清楚，不然中央大學會很辛苦。我個人認為橋梁基本資料是需要的，但目前提供的似乎又超出中央的需求，而檢測資料是一種歷史資料，似乎對中央是不需要的。我是認為對中央而言可能只需要一些概念性的指標，例如安全指標可採紅、黃、綠燈的方式，預估壽命剩多少，重要性是多少，而綜合來看可做一些決策。如此也可透過指標的方式來做稽核，例如中央可要求地方橋梁的維護到達某一指標的水準。</p> | <p>關於基本資料欄位過多的問題，因為中央在某些情況是會需要一些較詳細的資料，系統必須先行準備。另外有些欄位，並非是必填欄位，如果較小的橋梁沒有這樣的資訊，那就可以不填，但對重要橋梁而言則不能省略，因此這些欄位是不能避免的。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|--|--|
| | <p>我在報告中也沒看到資料在中央與地方是要互存的，如果是的話，地方的資料要大量的往中央送，這個機制也沒在報告中看到，我是認為應制訂一個資料轉換的標準格式，如此地方的系統亦可獨立開發，也符合中央的資料需求。安全管制先簡單分成幾個層級，在慢慢考慮其不同單位需求的複雜度。硬碟儲存容量是沒問題的，但資料維護是比較重要的。另外中央與地方的資料是否符合一致性與即時性，是我較關心的。</p> <p>SDG2 的三篇報告過於一致，缺乏應有的階段性的差異。</p> | <p>我們已經統一基本資料格式，未來也會統一檢測項目與方式，只要地方政府可提供本系統所需資料，其地方系統如何開發並不影響。資料庫放在中央較易維護，而且程式與資料庫的所需硬碟空間很小，對現在的硬碟容量而言根本不是負擔。資料安全性我們是已經設計帳號與密碼來區分使用者，因此各使用單位只可看到自己管轄橋梁的資料。</p> <p>SDG2 是應編寫完成才開發系統，但是時間實在太短，很難達成這個目標，我們希望未來兩年的維護期間可以再將系統改的更好。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|--|--|
| | <p>現行的 DERU 與 ABCDN 兩套的檢測標準，不知如何解決？我是認為對中央而言可能只需要一些指標，例如紅、黃、綠的方式，至於這是以 DERU 或是 ABCDN 的標準而算來的，對中央而言可能不重要。如果是這樣指標性，地方仍可保有其原先系統的檢測方式。</p> | <p>DERU 與 ABCDN 兩套的檢測標準，是很難比較，但目前 DERU 的方法有比較完整的整合性決策模式，我們系統也確定採用了 DERU 的方式，我也曾與中華顧問公司張副總工程師討論過此事。全國有一致的檢測標準是比較好的，而目前正是一個機會來做這樣的事。未來我們會舉辦研商會議針對此事再做討論，但我想基本上爭議已經不大。因為整合性決策模組理，中央預算的編列需用到 DERU 的資料，因此各地方單位還是需要提供 DERU 的資料，也因此檢測資料是需要進到中央層級的。至於台北縣的 ABCDN 的系統，我們會在示範計畫中協助台北縣政府做資料轉換，但因為資料格式並非一對一對應，有其困難性，但我們會試圖解決。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-----------------|--|--|
| | <p>以後系統的維護，新增功能等等，不知中央是否有專人來做，還是又要請中央大學來做？一年 20 萬的維護經費是做不了什麼事，要求中央大學再做這樣的工作是不太合理，我認為如有需要應是另外編列預算來做這樣的事。至於教育訓練的部分，我是建議使用手冊應是 ON-LINE，透過網路擷取並可隨時更新的。此外基層的業管人員變動性高，重複舉辦教育訓練是成本很高的，我建議等系統穩定後，另外編預算請中央大學製作多媒體的教學軟體，放在網路上隨時供人參考。</p> | <p>因為要做教育訓練，使用手冊一定會做。將教育訓練的課程錄影網上提供，這是可以做到的。</p> |
| (林安彥副組長 高工局) | <p>統計分析模組內只考慮將所有橋梁基本資料來做統計分析，是否考慮將維修記錄資料亦列入統計分析。</p> | <p>您的建議很多是以後我們要努力的目標，我們會再考量將這些功能往上加，如果我們討論目前可行，我們也會納入。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|---|--|
| | <ol style="list-style-type: none"> 第 8 頁 3.1.2 與第 16 頁至 22 頁提到三個層級的觀念似乎不是很清楚，希望中央大學再釐清。第 21 頁第 2 項主管機關的選項有的是主管層級，有的是管理層級，應再檢核一次。第 22 頁，第 3 項養護單位也是一樣，像我們高工局是管理機關不是主管機關也不是養護單位，所以這些應再修正。 第 13 頁，我贊成不應將檢測資料與維護記錄放在中央主管層級，應只上傳最後排序資料即可。 第 6 項路線應包含里程數。第 12、13 項似乎多餘。 另外希望增加合約編號的欄位，便於查核。 第 24 頁，幾何資料應加預拱量欄位。 第 25 頁結構形式與材質只有形式沒有材質選項，另外像橋墩形式與材質也是這樣。 第 27 頁第 11 項防震設施內有預力的止震塊嗎？第 8 項橋基保護工法的包墩是什麼意思？另外，地盤資料與震區資料也希望放入。 第 33 頁，6、7 項橋的淨高應是最大與最小值才對，而不是平均值。 | <ol style="list-style-type: none"> 主管機關與管理機關的區別我們現在已經很清楚了，我們會再修正。 中央在某些情況是會需要一些較詳細的資料，系統必須先行準備。另外有些欄位，並非是必填欄位，如果較小的橋梁沒有這樣的資訊，那就可以不填，但對重要橋梁而言則不能省略，因此這些欄位是不能避免的。 我們將納入里程數欄位。 合約的編號，如果有的話，擺上去當然沒問題。 我們會加入預拱量欄位。 這部分我們會更正為形式與材質各一欄位。 我們會將預力止震塊選項移除。地盤資料與震區資料也會放入 我們會更正。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------|---|---|
| 工研院詹工程師 | <p>系統現在的規模已經超出當初的預期，我認為在這麼短的時間要匆忙的做這麼多的事，不如確定重點好好做，一年時間，又要整合檢測標準，又要教育訓練、又要寫程式，我認為是不可能的事。主辦單位應將系統事先規劃完全才做，例如到底採用 ABCDN 或 DERU 的檢測標準，就應事先充分溝通整合。欄位的問題也是，公路橋梁與鐵路橋梁所需的欄位是不一樣的，應由中央主管層級先設定清楚。因此，我建議主辦單位，整個計畫應重新擬定，重新規劃發展步驟，發展步驟都未定出，執行單位就不知如何發展系統，如何確立重點，造成各種意見都要納入系統，我認為這是很嚴重的問題。我建議主管單位運研所，橋梁管理系統很多的規劃應是事先做，而不是邊發展系統邊規劃。</p> | <p>確實應該按您的建議步驟來做規劃，但現在系統已經開發中，再重新來擬定計畫似乎是不可能了，但我們一定會盡全力來做好這件事。至於欄位名稱統一的問題，我們團隊有四家顧問公司，我們也已針對這個問題進行多次討論來確定了。另外 SDG2 是應編寫完成才開發系統，但是時間實在太短，很難達成這個目標，我們希望未來兩年的維護期間可以再將系統改的更好。</p> |
| | <p>教育訓練內提到有高級檢測的課程，但在剛才的 DEMO 中似乎沒有高級檢測的資料視窗。</p> | <p>我們在檢測資料模組內有高級檢測的選項，因此是需要教育訓練內安排高級檢測的課程。</p> |
| | <p>到底中央層級要的資料是什麼，也應確定。中央資料庫容量不是問題，維護才是問題。</p> | <p>交通部需求的問題，到底交通部的資料庫要放什麼樣的資料，是需要再與交通部討論的。資料庫放在中央較易維護，屆時如果交通部有適當的預算，我們是很樂意來維護系統。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------|--|---|
| | 資料的安全性如何確保，如何確定某個單位的人員不會看到其他單位的資料。 | 資料安全性我們是已經設計帳號與密碼來區分使用者，因此各使用單位只可看到自己管轄橋梁的資料。 |
| | 什麼程度的維修才需要上傳？因為有時只是簡單的欄杆維修，算不算維修記錄。 | 任何維修都應做登錄。 |
| | 檢測資料照片如何編號？ | 檢測照片是按檢測日期編號，這樣就不會有衝突。 |
| | 報告中提出網路模組與資料轉換模組，請問怎麼處理？ | 網路模組是一個概念性的模組，並非實體的東西。 |
| 運工組書面意見 | 本計畫目前進度符合原時程要求，且於部份模組之開發方面亦稍有超前，研究單位之努力與用心值得肯定。但後段之示範計畫與試調作業所牽涉之行政機關頗多，研究單位應妥為規劃，以充分協調各單位之配合，本組亦將全力支援。 | 依照建議及時規劃。 |
| | 有關報告書之內容及編排方式應作適當整理，如文獻回顧之部分應納入報告中，而非附件之內容。相關會議紀錄則可作為報告書之附錄。 | 依照建議修改。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|---|----------------------|
| | <p>期中報告書 3.3.4 節~3.3.6 節中，包括維修記錄模組、參數更新模組及緊急通報模組之內容應再加強補充說明。其他已開發或開發中之模組亦應說明清楚其思考邏輯及應用方式，尤其是以數學式表達之相關應用分析及參數，更應完整而非片斷之說明。</p> | <p>依照建議修改。</p> |
| | <p>報告書 p.54 中提到決策參數之輸入與變更，研究單位應說明何種層級的承辦人員或單位有輸入決策參數的權限，及其變更參數之作業程序。</p> | <p>依照建議規劃與修改。</p> |
| | <p>系統構建所使用之軟硬體設備將構建於何處，亦應及早規劃，以使承接單位得以儘早熟悉操作使用。</p> | <p>請顏教授提出規劃。</p> |
| | <p>系統構建所使用之軟硬體設備將構建於何處，亦應及早規劃，以使承接單位得以儘早熟悉操作使用。</p> | <p>提供兩種規劃供交通部選擇。</p> |
| | <p>有關績效稽核模組需求規劃應與橋梁主管機關再深入研討。</p> | <p>再做訪談。</p> |
| <p>志民書面意見</p> | <p>運資組趙工程師 報告書第 14 頁橋梁管理系統運作架構提到可提供一般民眾上網連線查詢，但簡報中系統展示時均需使用者密碼才可進入系統，請問一般民眾如何取得密碼？</p> | <p>將進一步規劃。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|---|-------------------|
| | 研究單位花了很多心血所建立的詳細橋梁資料，將來如果只開放給交通部相關單位使用，有點可惜，建議將非機密性資料開放給一般民眾查詢（例如替代道路或改道建議的資料）。 | 將於系統開發時予以考慮。 |
| | 報告書附件中之國內網際網路 GIS 發展現況，建議加入本所「台灣地區遊憩系統聯外運輸資訊查詢系統」及便民即時交通資訊系統中之「國道路網即時路況」兩項。 | 納入文獻回顧中以充實文獻回顧內容。 |
| | 報告書第 16 頁之網際網路 GIS 軟體請加入 Intergraph Geomedia WebMap 軟體。 | 俟收集相關資料後納入文獻回顧中。 |

3.2 期末報告審查會議記錄及辦理進度

主席：

交通部運輸研究所林所長大煜

與會人員：

台大土木系謝尚賢副教授（請假）

台北科技李有豐副教授（請假）

高公局林安彥副組長

工研院詹麒璋工程師

公路局吳副處長澤雄

內政部台北第二辦公室趙啟宏先生

交通部路政司

交通部公路局何鴻文、朱育正先生

交通部路局林葳欣先生

交通部中部辦公室簡青松、金家麟先生

台北市政府林天明、譚運忠先生

台北縣政府陳宏達先生

桃園縣政府溫先生

健峰工程顧問股份有限公司林樹柱先生

交通部運輸研究所歐陽組長慶餘

交通部運輸研究所運工組曾志煌、陳茂南、賴威伸先生

國立中央大學蔣偉寧、姚乃嘉、顏上堯教授

中興工程顧問股份有限公司梁智信先生

亞新工程顧問股份有限公司楊玉井、林俊銘先生

昭凌工程顧問股份有限公司洪東謀先生

林同棧工程顧問股份有限公司邱志晃先生

九福科技顧問股份有限公司鄭嘉盈小姐

地點：交通部運輸研究所五樓會議室

時間：中華民國八十九年十二月十八日上午九時三十分

表 3.1 期中報告審查會議記錄及辦理進度表

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|---|---|
| 交通部運輸研究所林大煜所長 | <p>本系統十個模組，模組功能皆有參照到其他所輸入的資料，例如：整合性決策模組會參檢測記錄模組，所以研究團隊是否有使用資料庫測試過整個系統之各項模組功能運作。</p> | <p>本研究案轉入之公路局橋梁基本資料庫，為本校前次與公路局合作時所完成之資料庫。基本上，公路局橋梁管理系統之界面及橋梁基本資料欄位與本計畫規劃類似，所以，公路局基本資料庫轉入本系統應沒有問題。而公路局所採用之檢測方法與本系統所採用之檢測方法相同，所以相關資料庫轉入應也沒有問題。惟本校不慎於網路上放置之前與公路局合作之研究成果，對公路局造成困擾，本校日後當會特別注意。</p> |
| | <p>各示範機關之既有系統資料庫轉換，研究團否與各示範計畫機關進行資料庫轉換作業之工作。</p> | <p>本研究案轉入之公路局橋梁基本資料庫，為本校前次與公路局合作時所完成之資料庫。基本上，公路局橋梁管理系統之界面及橋梁基本資料欄位與本計畫規劃類似，所以，公路局基本資料庫轉入本系統應沒有問題。而公路局所採用之檢測方法與本系統所採用之檢測方法相同，所以相關資料庫轉入應也沒有問題。惟本校不慎於網路上放置之前與公路局合作之研究成果，對公路局造成困擾，本校日後當會特別注意。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|--|--|
| 公路局何鴻文課長 | 根據本局歷次參加本案之審查會及系統展示，本局基本資料庫應可順利本系統中，惟本局相關檢測記錄、維修記錄資料庫是否包含於此次轉換工作中。 | 本研究案轉入之公路局橋梁基本資料庫，為本校前次與公路局合作時所完成之資料庫。基本上，公路局橋梁管理系統之界面及橋梁基本資料欄位與本計畫規劃類似，所以，公路局基本資料庫轉入本系統應沒有問題。而公路局所採用之檢測方法與本系統所採用之檢測方法相同，所以相關資料庫轉入應也沒有問題。惟本校不慎於網路上放置之前與公路局合作之研究成果，對公路局造成困擾，本校日後當會特別注意。 |
| 鐵路局林葳欣先生 | 本局傾向於使用本次交通部開發之系統，並將與研究團隊繼續協調導入本系統之後續作業。 | 本校將協助鐵路局研擬鐵路橋梁之D.E.R.&U.方法，據此即可使用本系統之檢測資料模組。 |
| 交通部運輸研究所林大煜所長 | GIS 的的模組可否顯示單獨的市區道路的圖層？ | GIS 圖層上有國道、省道、縣道、鄉道、市區道路，如果你需要看市區道路的橋梁，直接點選即可。 |
| | 否可以請研究團隊另行規劃一決策分析模式，以供鐵路橋梁決策分析之用。 | 本研究案後續應可規劃另一決策分析模式供鐵路橋梁管理使用。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|--|-------------|
| 交通部中部辦公室金家麟先生 | <p>本室所主辦之全國橋梁基本資料普查及目視安全檢測作業，皆依循本系統之開發，規劃各縣市政府所需普查之橋梁基本資料欄位，並配合本研究案採用之目視檢測方法，規劃全國各縣市橋梁安全檢測方法。惟部份已完成橋梁普查之縣市政府，因部份基本資料欄位有所闕漏，是否請研究團隊將闕漏部份統計後交予縣市政府，以利縣市提出計畫書予本室，本室將予以補助該縣市政府補齊闕漏欄位。</p> | |
| 台北市政府 | <p>本市已委託昭凌工程顧問公司，發展一套橋梁管理系統。本市因位於要津，本市之橋涵之檢測及補強皆有本市內部規定之時程表，與本系統內部某些模組所提供之功能不盡相同。本系統之基本資料及檢測資料模組應可符合本府需求。</p> | |
| 台北縣政府 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 本府採用之檢測方式與本系統所採用之檢測方式不同，希望中央大學協助本府進行橋梁檢測資料補齊闕漏部份。 2. 本府於本年度八月份已完成之橋梁普查及檢測作業，但因部份新建橋梁之各項基本資料及檢測資料尚未建立，希望研究團隊能協助本府進行此部份資料建立作業。 | |
| 趙啟宏 營建署 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 中央主管層級對本系統之功能需求，首要著重於督導與考核，而所謂執行單位應為各縣市政府之工務局。若於縣市政 | |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|---------------|--|--|
| | <p>府須建置本系統，初期須另行編列預算。且橋梁管理作業於縣市政府工務局等機構為兼辦業務，可能承辦人員較無法兼辦系統建置之業務。故本署傾向本系統於初期先建置之於中央主管機關，後期可視需求再於縣市政府建置本系統。</p> <p>2. 中央主管層級所需之資料，應為一般之檢測資料，及於績效稽核模組所須之相關資料，所以一般檢測資料應置於橋梁管理機關。</p> <p>3. 民國 90 年度中央補助地方各項橋梁維修、檢測相關作業之預算已由行政院收回，並由其統籌分配予地方政府。若年後中央有分配到相關預算，應可由中央補助縣市政府建置本系統。</p> <p>4. 本署會繼續積極與高雄市政府溝通，促其進行橋梁普查及目視安全檢測作業。</p> | |
| 交通部中部辦公室金家麟先生 | <p>1. 績效稽核指標有關養護單價之擬定基準及定檢週期之界定，請審慎考量，並應有明確之理由（或模式），以資各橋梁管理機關遵循。</p> <p>2. 系統管理層級，本室贊同高公局意見，宜採分散式，各橋梁管理機關均應建置專責管理單位（課室），以利作業及定期維養與資料保存、更新。</p> <p>3. 期末報告目錄之頁次誤差，建請更正。</p> | <p>1. 此部份將乃初步建議，細節將與路政司確認後重新定義。</p> <p>2. 此部份應視部內是否有此部份經費於管理機關建置本系統。</p> <p>3. 於研究報告中會予以修改</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-----------|--|--|
| 高公局林安彥副組長 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 高速公路局，非高速公路管理局。(如目錄Ⅲ，p.173) 2. p.36，功能需求說明表，中央層級無需檢測資料及維修紀錄模組。 3. p.43，橋梁管理單繼續使用既有系統，並將相關資料轉換提供交通部使用，有可能嗎？是否高速公路局可使用地理資訊系統？或 A.B.C.D 系統可轉為 D.E.R.系統供優選模組使用。 4. p.59 及 p.60 標題編號應更換(→19)。 5. p.62，構件之 Condition Index 計算何者較佳？是否可補充 6. p.63，檢測項目權重，「其他」為非特定項目，既為其他，何以有權重為 1？ 7. p.64，橋梁狀況指標區分為 60，90 之用意。 8. 第四章「系統模組簡介」中第 4.2「統計分析模組」仍缺「維修項目」及「維修經費」之統計分析。 9. p.88 之「績效稽核模組」中使用「3.維修預算編列指標」做為上級對下級單位之稽核方法，有欠合理。 10. p.93，考慮 21 項構件→20 項，∴第 21 項為「其他」 11. p.98，E 之判定參數位置不對。 12. p.148，DER 引自南非？ 13. p.149，高公局之 Condition Index 為 $D \times E \times R$，而非 $(D+E) \times R$。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 此部份會予以修正。 2. 若是此種規劃則應採分散式系統，將上述資料儲存於管理機關之資料庫中。 3. 除檢測方式不同造成之資料差異無法轉換，其餘基本資料應可轉換至本系統資料庫中。 4. 於研究報告中會予以修改。 5. 此部份會於成果報告中補述。 6. 此權重乃是本校於發展交通部公路局橋梁管理系統時，於本校召開專家座談會議訂定之，「其他」之項目雖無明確項目，但於橋梁整體安全上亦有其重要性，故於該次會議給定其權重為 1。 7. 此區分間隔乃為一大略之區分，實際上之 CI 所代表之橋梁狀況仍須進一步進行詳細檢測後，才能予以判定。 8. 此部份功能應可於本計畫後續規劃、發展。 9. 本研究所提出之績效稽核模組中各項稽核項目，乃為一初步建議，詳細稽核細節將與路政司進一步商討後再做修正。 10. 將於研究報告中修正。 11. 將於研究報告中修正。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-----------|---|---|
| 高公局林安彥副組長 | <p>12. p.90,「參數更新模組」「由系統管理者」修正使用之參數,為交通部或各橋梁管理單位?</p> <p>13. p.148,DER 引自南非?</p> <p>14. p.149,高公局之 Condition Index 為 $D \times E \times R$,而非$(D+E) \times R$。</p> <p>15. p.179,表 5.25 之 OPEN GRADE R.C 之厚度 50mm 及 30mm 是否(∵本局一向 O.G.R.C.均標 1.5cm)。</p> <p>16. D.E.R.評估表之 E 標寫錯誤,宏觀檢視 11 項(非 13 項)。</p> <p>17. p.222,中央主管機關不需要檢測資料。</p> <p>18. p.105,整合性決策模組,考慮「決策者成本效益模組」及「用路人成本模組」其計算式如何?</p> | <p>12. 若採集中式系統。此部份之參數,例如:構件權重、維修工法之單價應由中央統一修訂,以使各項維修經費及橋況優選排序有統一之標準。其他如使用者管理應亦由中央管理層級之系統管理者管理。</p> <p>13. 將於研究報告中修正。</p> <p>14. 將於研究報告中確認。</p> <p>15. 將於研究報告中修正。</p> <p>16. 將於研究報告中修正。</p> <p>17. 此部份端視中央對本系統之建置所作之決策,若採集中式所有資料則全部輸入系統中,若採分散式,上述資料則可輸入至管理機關之系統中。</p> <p>18. 其計算式如報告中描述。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|----------|--|--|
| 工研院詹麒璋先生 | <ol style="list-style-type: none"> 對於 D.E.R.&U.檢測方式與原始記錄表格相同（與過去高公局亦不同），失去了快速記錄功能。 照片上傳功能，於本地端（Local）硬碟之照片檔名是否為任意之檔名？真正傳到伺服器（Server）後之存放檔案與路徑規劃方式未於報告中敘述？ 各機關、層級使用者權限規劃未於報告中說明。 確實訂定之資料表結構未見於報告中。 高級檢測功能似乎只有記錄之功能，而無評估之功能？如此意義較不大。 氯離子含量之單位一般為 kg/m^3 而非 kg/cm^2。腐蝕速率單位一般為 $\mu\text{A/cm}^2$ 而非 $\mu\text{A/cm}$。 耐震能力評估是否應取震動單元進行分析較正確？ 缺少承載能力、耐洪能力 GIS 圖層將由何層級維護？ 於報告中未見資料轉換模組之規劃與系統。 緊急通報模組規劃於橋梁管理系統中並無多大意義，應置放於公路管理系統中。於本系統中若由不同人標定相同災區或受損橋梁是否會有重複標定的問題。 | <ol style="list-style-type: none"> 本表格乃經過改良，而改良過程亦遵循原有表格之精神，應不會失去快速記錄之功能。 照片檔名為任意檔名。至於伺服器端圖檔存檔路徑之方式將另行補述。 將予以補述於研究報告中。 將於研究報告中補述。 詳細檢測結果應由具有相當工程經驗之工程師判斷。 將於系統程式中予以修正。 同意此意見。 此部份將參酌交通部頒「公路橋梁安全初步評估準則」中各項評估表格，將其所有評估表格納入本系統 GIS 圖層應由各管理機關中系統管理者維護，若中央管理層級系統中，相關電子圖層若有更新，則通知各管理機關同步更新。 資料轉換機制已確立，系統已正在進行整合階段。 此部份功能主要提供用路人各項災害資訊，而系統亦有提供查詢功能，若已標定之災區與受損橋梁，由查詢結果可輕易得知該災區是否已標定，如此、應可避免重複標定之問題。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|----------|--|--|
| 工研院詹麒璋先生 | <p>12. 報告中未見「資料表結構」。</p> <p>13. 期末報告中提及「以具備空間分析與決策支援之單機式地理資訊系統，為開發目標供各橋梁管理機關使用」但報告中未見此部份之敘述。</p> <p>14. 表 4.16 中橋齡之區隔是否合理，事實上許多橋齡大於 20 年之橋梁狀況較橋齡為 10 年之橋梁狀況為佳。</p> | <p>12. 將於研究報告中補述。</p> <p>13. 此部份為內容有誤將予以更正。</p> <p>14. 此部份僅是提供一初步之績效稽核機制，考量橋梁使用時間較久，構件劣化情形亦會較為惡劣，造成橋梁功能性及服務性降低。此部份機制亦會與路政司進一步洽商。</p> |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|-------|--|--|
| 李有豐教授 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 基本資料欄位是否要加一欄“不詳”？因若是不知道資料應如何處理？不填可能是沒去調查，也可能是沒有查到，二者應如何區分？ 2. 圖 3-8 應為 π 型橋。 3. 第五章下拉式選單之“其他”，是否可以填入資料？建議應可以說明其內容才方便了解“其他”是何種內容。 4. 應注意本報告中錯別字。 5. P71 表 4.2 宜加入耐洪能力評估，因台灣橋基遭沖刷之機率相當高。 6. P77.以防救災觀點，橋梁最短救援路徑並非是最有效路徑。建議以最有效路徑來規劃防救災之模組。 7. P149$I_{c_{ii}}$ 易混淆，應改為 $I_{c_{ij}}$。 8. 有關防災基本計畫，行政院已於民國 89 年 6-7 月間頒佈「災害防救法草案」，參考文獻之 35 資料宜更新。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 可考量加入。 2. 將於手冊中修正。 3. 將參酌後辦理。 4. 於研究報告中會予以修正。 5. 將參酌此寶貴意見後辦理。 6. 將參酌此寶貴意見後辦理。 7. 將予以修正為 $I_{c_{ij}}$。 8. 將參考該文獻中資料予以修正。 |

| 委員與會 | 審查意見 | 研究團隊回覆及辦理進度 |
|------|--|-------------|
| 主席裁示 | <ol style="list-style-type: none"> 研究團隊於短短時間內配合本所完成許多工作，本所非常感謝，希望研究團隊針對今日與會代表之意見能於研究成果報告中修正。 希望研究團隊於成果報告中另闢專節，以闡釋國內常用之 ABCDN 及 D.E.R.&U.目視檢測方法之相關介紹及比較。 對於研究團隊所建議之『集中式』與『分散式』系統架構，是否能對各機關之現況及此兩方案之可行性進行分析比較，以提出適切之軟硬體建置建議。 希望研究團隊能與示範計畫中之各機關使用者做良好溝通，以更確實執行示範計畫所規劃之工作。 希望研究團隊能盡快舉辦本研究案之成果發表，亦為研究團隊規劃之第四場之研習會。另本系統後續之維護及技術支援亦請研究團隊繼續配合。 請研究團隊與本所運工組協調，本系統之伺服器於結案後之放置位置，置放於本所或中央大學。 希望研究團隊依本所出版品格式，修改研究成果報告。 希望研究團隊繼續配合本所運工組，將本案成果後續將提報中央橋梁諮詢委員會。 因考量全國橋梁普查及目視安全檢測作業之進行，本研究報告提送期限請承辦同仁曾組長與中央大學洽商決定。 | |

建立台灣地區橋梁管理系統研究案 期末簡報

委託單位：交通部運輸研究所

簡報者：蔣偉寧 姚乃嘉



執行單位：國立中央大學

中興工程顧問公司

亞新工程顧問公司

昭凌工程顧問公司

林同棧工程顧問公司

九福科技顧問公司

中華民國八十九年十二月十八日

簡報內容

- 一、計畫目標
- 二、橋梁管理運作模式
- 三、系統功能暨模組簡介
- 四、示範計畫暨試行調查作業
- 五、教育訓練成果
- 六、橋梁工程研習會成果
- 七、普查自動化系統
- 八、結論
- 九、建議與展望

一、計畫目標（1/1）

☑ 本研究目的

☒ 發展一套具層級的台灣地區橋梁管理系統

☞ 由電腦化管理方法

- ☐ 達成視覺化決策（結合GIS、GPS）
- ☐ 協助橋梁管理機關提高橋梁服務水準
- ☐ 有效運用資源、降低使用及維修成本
- ☐ 延長橋梁使用年限

☒ 座談會

☞ 提出本計畫各期研究成果與各界交換意見

☒ 研習會

☞ 與國內、外橋梁工程相關學者進行經驗交流、引進新技術與成果發表

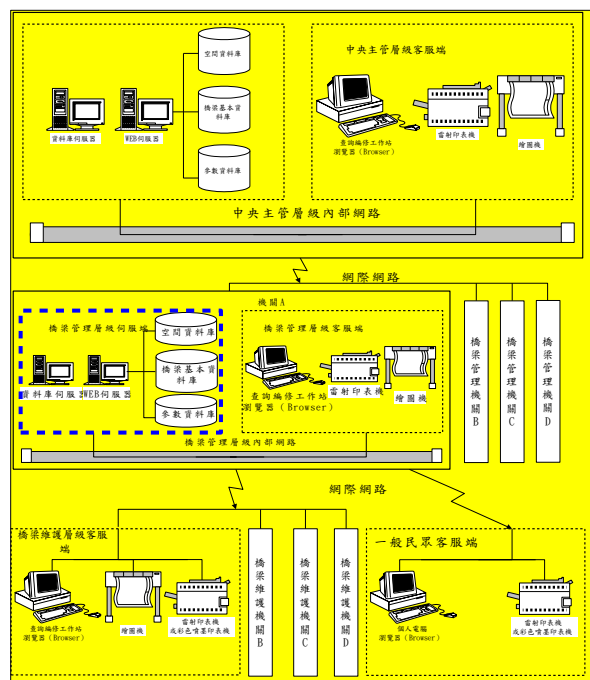
☒ 示範計畫&教育訓練

- ☞ 實際使用系統於示範計畫中
- ☞ 透過教育訓練熟悉本系統，以達成橋梁管理目的

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

3

二、橋梁管理運作模式（1/5）



建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

4

二、橋梁管理運作模式（2/5）

- ☑ 中央主管層級
 - ☒ 交通部、內政部等中央橋梁主管機關
- ☑ 配合單位
 - ☒ 公路局 各縣市政府
 - ☒ 高公局 林務局
 - ☒ 基隆港務局 鐵路局
 - ☒ 各學術單位 顧問公司
- ☑ 主要任務
 - ☒ 掌握資訊 技術研發
 - ☒ 法規擬定 人才培育
 - ☒ 資源整合 預算編列
 - ☒ 策略規劃 全國防救災體系之建立
 - ☒ 績效稽核

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

5

二、橋梁管理運作模式（3/5）

- ☑ 橋梁管理機關層級
 - ☒ 高公局與工程處 公路局與工程處
 - ☒ 鐵路局與工務處 林務局
 - ☒ 基隆港務局
 - ☒ 各縣市政府（工務局）
- ☑ 配合單位
 - ☒ 高公局工程處、段
 - ☒ 公路局工程處、段
 - ☒ 基隆港務局工務組、課
 - ☒ 各縣市政府工務局橋梁管理承辦單位
 - ☒ 捷運系統營運維護機構
 - ☒ 林務局工務組、課或林區管理處工務課
 - ☒ 各學術單位、顧問公司
- ☑ 主要任務
 - ☒ 彙整轄區內各執行單位資訊
 - ☒ 轄下橋梁管理策略、需求擬定
 - ☒ 區域層級橋梁檢測計畫擬定與技術支援
 - ☒ 監督轄內執行單位執行成效
 - ☒ 轄區防救災體系及應變體系之建立
 - ☒ 防救災事故模擬演練
 - ☒ 績效稽核

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

6

二、橋梁管理運作模式（4/5）

☑ 橋梁維護層級

- ☑ 高公局工務段
- ☑ 公路局工務段
- ☑ 鐵路局工務段
- ☑ 林務局工務組、林管處
- ☑ 基隆港務局工務組
- ☑ 捷運系統維護機構
- ☑ 各縣市政府工務局橋梁管理承辦單位

☑ 配合單位

- ☑ 林務局土木課、林管處工務課
- ☑ 基隆港務局工務課
- ☑ 捷運系統維護機構

☑ 各鄉鎮橋梁管理承辦單位

- ☑ 土木承包商、學術單位、顧問公司

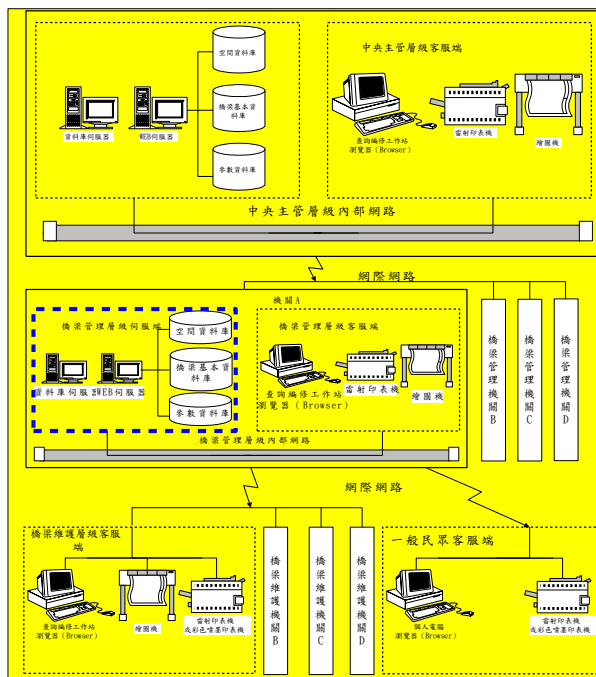
☑ 主要任務

- ☑ 轄內橋梁資料收集管理
- ☑ 橋梁初步分級
- ☑ 橋梁現況調查與日常檢測
- ☑ 重點橋梁之高級檢測計畫擬定
- ☑ 擬定橋梁維護建議及所需資源
- ☑ 橋梁維修作業
- ☑ 防救災資訊收集彙整及更新
- ☑ 防救災應變程序擬定
- ☑ 防救災事故演練

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

7

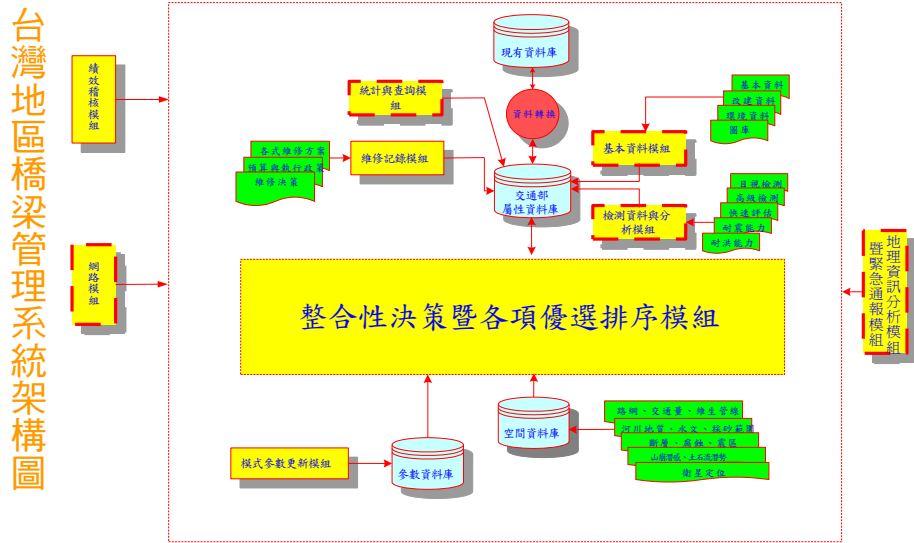
二、橋梁管理運作模式（5/5）



建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

8

三、系統功能暨模組簡介（ 1/21 ）



建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

9

三、系統功能暨模組簡介（ 2/21 ）

- | | |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ☑ 系統模組 <ul style="list-style-type: none"> ☒ 基本資料模組 ☒ 檢測資料與分析模組 ☒ 維修記錄模組 ☒ 統計與查詢模組 ☒ 緊急通報模組 ☒ 模式參數更新模組 ☒ 整合性決策模組 <ul style="list-style-type: none"> ☞ 用路人成本效益子模組 ☞ 劣化預測子模組 ☞ 決策者成本效益子模組 ☞ 最佳化選優子模組 ☒ 地理資訊分析模組 ☒ 網路模組 | <ul style="list-style-type: none"> ☑ 資料庫 <ul style="list-style-type: none"> ☒ 將各既有系統資料庫轉入 ☒ 橋梁各項屬性資料庫 ☒ 空間資料庫 ☒ 參數資料庫 |
|--|---|

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

10

三、系統功能暨模組簡介（3/21）

☑ 基本資料模組

☒ 記錄及查詢橋梁各項資料

☒ 資料類別

☒ 基本資料庫

☞ 管理資料 幾何資料

☞ 結構資料 設計資料

☞ 橋梁照片

☒ 編撰『台灣地區橋梁管理系統橋梁基本資料說明手冊』

| 管 理 資 料 | 欄位名稱 | 欄位類別 |
|------------------|----------|-------|
| | 橋梁名稱 | 文字 |
| | 主管機關 | 文字 |
| | 養護單位 | 文字 |
| | 所在地 | 文字 |
| | 道路等級 | 數字與文字 |
| | 路線 | 數字與文字 |
| | 竣工年度 | 數字 |
| | 竣工月份 | 數字 |
| | 設計者 | 文字 |
| | 施工者 | 文字 |
| | 施工圖說保存地點 | 文字 |

三、系統功能暨模組簡介（4/21）

| 管 理 資 料 | 欄位名稱 | 欄位類別 |
|------------------|------------|-------|
| | 最近一次維修年度 | 數字 |
| | 最近一次維修月份 | 數字 |
| | 跨越物體 | 文字 |
| | 參考地標 | 文字 |
| | 造價 | 數字 |
| | 橋墩基礎最大裸露狀況 | 數字與文字 |

| 幾 何 資 料 | 欄位名稱 | 欄位類別 |
|------------------|--------|------|
| | 橋梁總長 | 數字 |
| | 橋梁最大淨寬 | 數字 |
| | 最高橋墩高度 | 數字 |
| | 橋面版面積 | 數字 |
| | 橋上淨高 | 數字 |
| | 橋下淨高 | 數字 |
| | 總橋孔數 | 數字 |
| | 總車道數 | 數字 |
| | 最大跨距 | 數字 |
| | 其他跨距 | 數字 |

*部份幾何資料逐跨記錄

三、系統功能暨模組簡介（5/21）

| 結構資料 | 欄位名稱 | 欄位選項 |
|------|-----------|------|
| | 結構型式 | 文字 |
| | 橋墩型式與材質 | 文字 |
| | 橋墩基礎型式 | 文字 |
| | 主梁型式與材質 | 文字 |
| | 橋台基礎型式與材質 | 文字 |
| | 鋪面材質 | 文字 |
| | 伸縮縫型式 | 文字 |

| 結構資料 | 欄位名稱 | 欄位類別 |
|------|------|------|
| | 翼牆型式 | 文字 |
| | 支承型式 | 文字 |
| | 防震設施 | 文字 |

三、系統功能暨模組簡介（6/21）

| 設計資料 | 欄位名稱 | 欄位類別 |
|------|----------|-------|
| | 設計活載重 | 數字與文字 |
| | 防落橋長度 | 數字 |
| | 設計地表加速度 | 數字 |
| | 計畫洪水位 | 數字與文字 |
| | 計畫堤防法線長度 | 數字 |
| | 計畫堤頂高程 | 數字 |
| | 計畫河床高程 | 數字 |
| | 橋基保護工法 | 文字 |

☒ 橋梁照片基本資料庫

☛ 照片拍攝位置

- ☐ 面對里程增加方向左側
- ☐ 面對里程增加方向右側
- ☐ 橋頭
- ☐ 橋尾

三、系統功能暨模組簡介（8/21）

☑統計與查詢模組

☒以橋梁資料進行統計分析

- ☞特性分析
- ☞數量
- ☞橋齡
- ☞長度
- ☞橋版面積
- ☞結構型式
- ☞成長趨勢
- ☞交叉分析
- ☞檢測資料
 - ☐橋梁構件狀況指標 $I_{c_{ij}}$
 - ☐橋況指標.CI

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

15

三、系統功能暨模組簡介（9/21）

☑檢測資料與分析模組

- ☒目視檢測記錄
 - ☞D.E.R.&U.
- ☒高級檢測
 - ☞混凝土鑽心取樣試驗
 - ☞混凝土氯離子含量試驗
 - ☞混凝土中性化試驗
 - ☞混凝土裂縫檢測
 - ☞鋼筋腐蝕檢測
 - ☞橋梁承載能力評估
 - ☞橋梁耐震能力評估
 - ☞橋梁耐洪能力評估

☑維修記錄模組

- ☒橋梁病歷表
- ☒由橋梁累積之維修資料
 - ☞分析橋梁劣化之趨勢
 - ☞探討橋梁劣化之原因
- ☒檢測員建議維護工作記錄
- ☒橋梁實際維護工作記錄
 - ☞維修日期、單位、費用
 - ☞維修前後相片
 - ☞維修位置、數量

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

16

三、系統功能暨模組簡介（10/21）

☑ 模式參數更新模組

☒ 各模組決策參數適時更新

- ☞ 劣化預測參數
- ☞ 維修成本單價
- ☞ 維修工法種類
- ☞ 橋梁構件權重
- ☞ 評選優選指標
- ☞ 系統使用者資料更新

三、系統功能暨模組簡介（11/21）

☑ 緊急通報模組

☒ 災害發生後迅速掌握災情並予以反應

☒ 直接上網於模組中直接登錄

- ☞ 災區
- ☞ 損壞橋梁

☒ 模組功能

- ☞ 搜尋周邊救災資源
- ☞ 規劃最短路徑
- ☞ 公佈各項災區、損壞橋梁資訊予一般民眾

☑ 績效稽核模組

☒ 維修稽核指標

- ☞ 針對不同維修急迫性
- ☞ $MI_i = \frac{\text{已完成維修且 } U=i \text{ 構件總數}}{\text{總數 } U=i \text{ 之構件總數}}$

☒ 檢測稽核指標

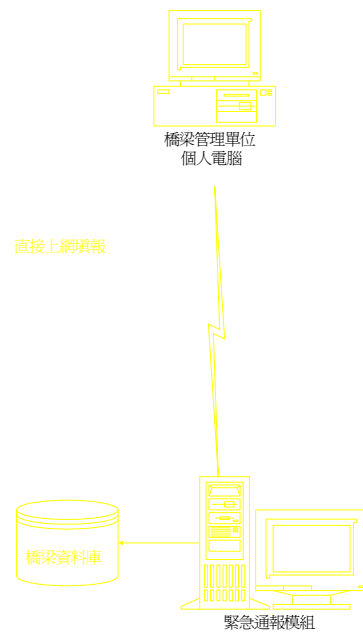
- ☞ 針對檢測工作完成度
- ☞ 本年度完成檢測之橋數（或橋面版面積）/本年度應完成檢測之橋梁（或或總橋面版面積）

☒ 維修預算編列指標

- ☞ 以橋梁面積概算所應編列預算
- ☞ 實際編列之維修預算/應編列之維修預算

三、系統功能暨模組簡介 (12/21)

緊急通報模組流程圖

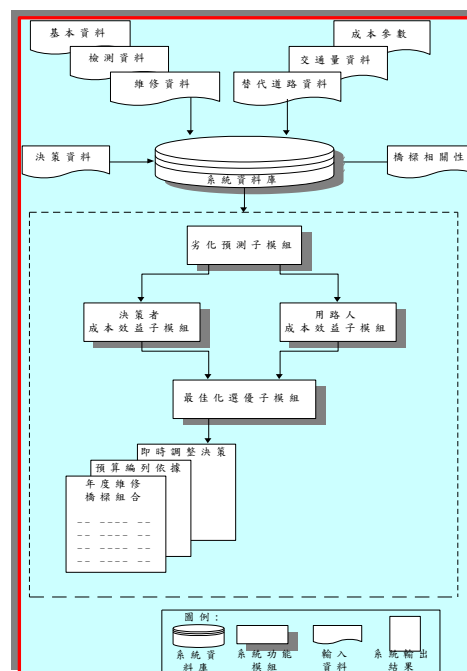


建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

19

三、系統功能暨模組簡介 (13/21)

整合性決策模組流程示意圖



建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

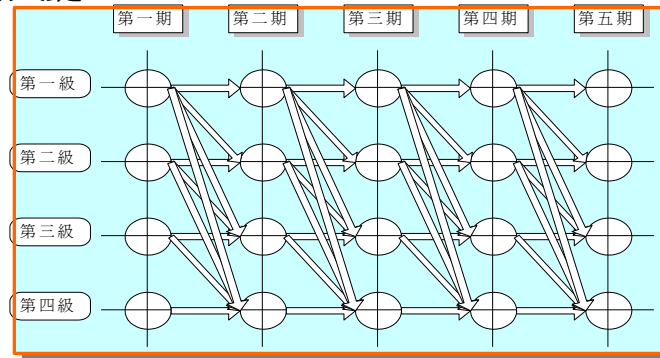
20

三、系統功能暨模組簡介（14/21）

☑劣化預測子模組

- ☒ 根據構件類別、檢測歷史資料及基本物理資料、利用相關數學理論建構

☑馬可夫鍵



建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

21

三、系統功能暨模組簡介（15/21）

☑轉置矩陣

☒ 步驟流程

- ☉ 原始D.E.R.檢測資料
- ☉ 數量轉置矩陣
- ☉ 機率轉置矩陣
- ☉ 輸出資訊供後續模組評估劣化
 - ☐ 用路人成本效益子模組
 - ☐ 決策者成本效益子模組

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

22

三、系統功能暨模組簡介（16/21）

☑ 決策者成本效益子模組

☒ 決策年對橋梁進行特定維修方案所能節省之成本

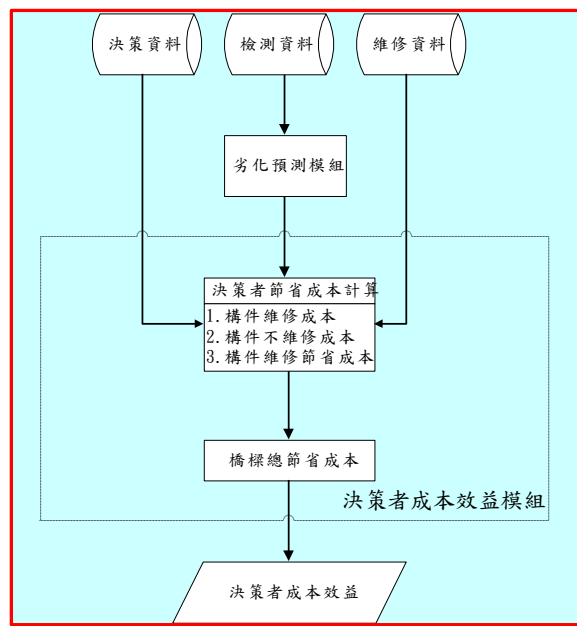
- ➡ 維修目的為維持構件狀態為一預期恢復等級
- ➡ 構件依據本身目前狀態、維修項目不同造成劣化至不同狀態等級存在不同的機率
- ➡ 在不同決策年進行維修造成節省成本效益不同

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

23

三、系統功能暨模組簡介（17／21）

決策者成本效益子模組流程圖



建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

24

三、系統功能暨模組簡介（18/21）

☑用路人成本效益子模組

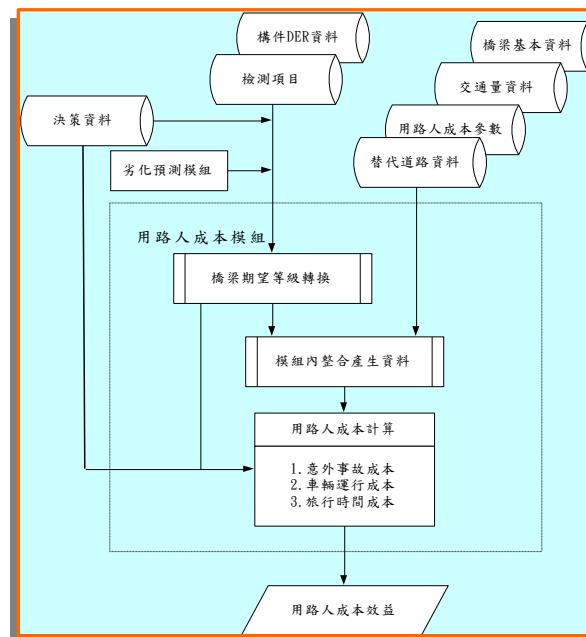
☒ 橋梁進行維修或自然劣化下所對應之不同橋梁等級造成對用路人成本的差異

☒ 以三大項成本衡量：

- ☞意外事故成本節省值
- ☞車輛運行成本節省值
- ☞旅行時間成本節省值

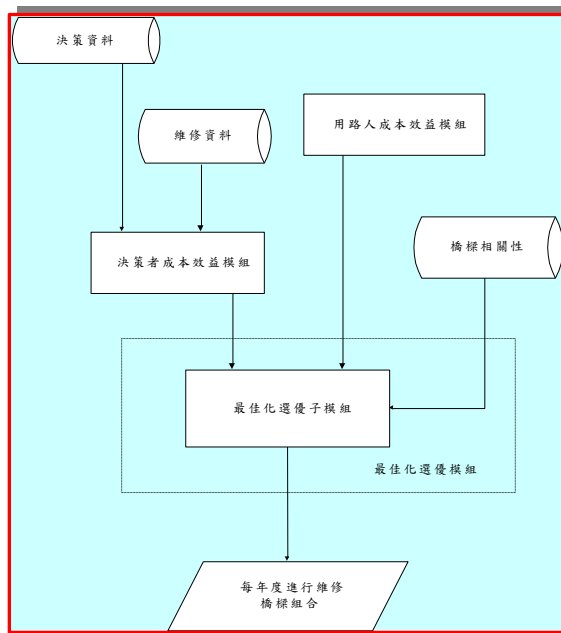
三、系統功能暨模組簡介（19/21）

用路人者成本效益子模組流程圖



三、系統功能暨模組簡介（20/21）

最佳化選優子模組流程圖



三、系統功能暨模組簡介（21/21）

☑結果與輸出

- ☒ 輸出：系統效益最大化下，決策期中各年度所應進行維修之最佳橋梁組合
- ☒ 提供未來決策者編列預算之依據
- ☒ 每一年度仍可再重新決策，當額外需求或額外預算增加時，做為即時調整的工具

四、示範計畫暨試行調查作業（1/4）

☒ 示範單位

- ☒ 交通部、交通部公路局、交通部路政司
 - ➡ 由中央大學配合（轉入公路局轄下4653座橋梁基本資料）
- ☒ 交通部高公局、台北市政府
 - ➡ 由昭凌工程顧問公司配合（轉入台北市政府43座橋梁基本資料、及高公局木柵段部份橋梁）
- ☒ 交通部鐵路局
 - ➡ 由林同棧工程顧問公司配合
- ☒ 台北縣政府
 - ➡ 亞新工程顧問公司（轉入台北縣政府460座橋基本資料）
- ☒ 桃園縣政府
 - ➡ 中興工程顧問公司（輸入桃園縣政府343座橋梁基本資料）

四、示範計畫暨試行調查作業（2/4）

☒ 執行步驟

- ☒ 取得既有系統資料庫
- ☒ 研定各既有系統與本系統各項欄位之對應關係
- ☒ 研定轉換機制
 - ➡ 不足之欄位 由原承辦人員輸入
 - ➡ 可轉換之欄位 由系統程式直接轉入資料庫
 - ➡ 不可轉換之欄位 由原承辦人員修正
- ☒ 確定各欄位之對應關係
- ☒ 程式碼之撰寫

四、示範計畫暨試行調查作業（3/4）

☒既有檢測資料庫轉換

☒採用D.E.R.&U.檢測準則機關

- ☛可直接匯入本程式資料庫

☒採用混凝土、鋼橋一般檢測概要

- ☛建議補齊D.E.R.&U.所需之檢測資料

- ☛俾使資料庫內容一致

- ☛使用D.E.R.&U.準則之優選排序指標

- ☛應用整合性決策模組計算橋梁維修方案之建議

四、示範計畫暨試行調查作業（4/4）

☒試行調查

☒編撰橋梁基本資料調查暨目視檢測作業示範調查手冊

- ☛橋梁目視檢測工作簡介

- ☛橋梁目視檢測工具簡介

- ☛各項工具使用示範

- ☛河道檢測示範

- ☛目視檢測報告範例

- ☛示範調查遭遇困難與解決方法

☒建立本系統各項資料調查之標準程序

☒使各項資料填入更加完整及正確

五、教育訓練規劃 (1/3)

--基礎教育訓練

☑ 教育訓練課程內容

☒ 橋梁管理系統模組操作

- ☞ 基本資料模組
- ☞ 檢測資料與分析模組
- ☞ 維修記錄模組
- ☞ 統計與查詢模組

☒ 一般目視檢測課程

- ☞ 橋梁的類型及功能介紹
- ☞ 橋梁損壞模式介紹
- ☞ 橋梁檢測基本原則、程序、設備及安全策略
- ☞ 一般橋梁橋目視檢測之介紹與訓練
- ☞ 一般橋梁目視檢測表格使用說明及實際操作
- ☞ 目視檢測之資料分析及報告之撰寫

五、教育訓練規劃 (2/3)

--高級教育訓練

☑ 教育訓練內容

☒ 高級檢測與維修補強

- ☞ 非破壞檢測之基本概念
- ☞ 儀器設備介紹
- ☞ 一般橋梁維修補強手段之介紹

☒ 橋梁承載能力、耐震能力與耐洪能力評估

- ☞ 橋梁載重實驗與分析介紹
- ☞ 橋梁微振動分析介紹

☒ 橋梁管理系統之教育訓練

- ☞ 用路人成本效益子模組
- ☞ 劣化預測子模組
- ☞ 決策者成本效益子模組
- ☞ 最佳化選優子模組
- ☞ 模式參數更新模組
- ☞ 績效稽核模組
- ☞ 緊急通報模組
- ☞ 地理資訊分析模組

五、教育訓練（3/3）

☑兩場教育訓練

☒ 實際測試本系統

☒ 示範機關之人員教育訓練

- ☞熟悉各項模組之操作
- ☞了解模組之輸入、出功能
- ☞模組之學理闡釋

☒ 俾使各機關更加熟悉本系統以協助其進行各項橋梁管理工作

六、橋梁工程研習會成果(1/2)

☑ 橋梁工程研習會(一)——橋梁監測與管理（105人報名）

- ☞舉辦日期：中華民國八十九年五月十六、十七日
- ☞舉辦地點：國立中央大學大型力學試驗館會議室

☑ 橋梁工程研習會(二)——橋梁檢測、監測與管理（180人報名）

- ☞舉辦日期：中華民國八十九年八月一日
- ☞舉辦地點：交通部運輸研究所

☑ 橋梁工程研習會(三)——橋梁監測、預警與診斷技術（140人報名）

- ☞舉辦日期：中華民國八十九年十一月二十四、二十五日
- ☞舉辦地點：國立中央大學土木工程學系視聽教室

☑ 橋梁工程研習會(四)——「台灣地區橋梁管理系統」成果發表

- ☞預定日期：中華民國八十九年十二月
- ☞舉辦地點：交通部運輸研究所

六、橋梁工程研習會成果(2/2)

☑成果

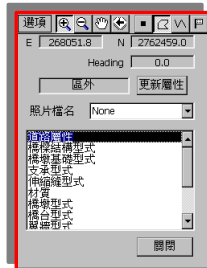
- ☒ 提升國內橋梁檢測、監測等相關工程技術
- ☒ 汲取國外管理系統發展經驗，作為系統發展參考
- ☒ 發表本研究成果

七、普查自動化系統（ 1/2 ）

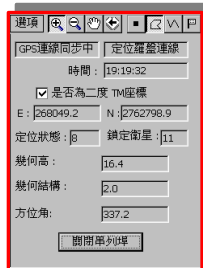
數化調查系統示意圖



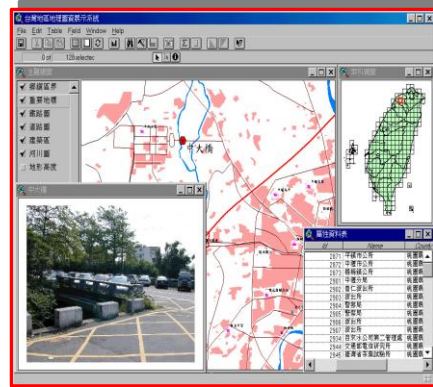
七、普查自動化系統（2/2）



輸入界面



GPS界面



普查自動化系統操作畫面

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

39

八、結論（1/7）

☑系統模組開發

☒共十大模組

- | | |
|-------|--------|
| ☞基本資料 | 檢測資料 |
| ☞維修記錄 | 維修成本估算 |
| ☞統計分析 | 地理資訊 |
| ☞緊急通報 | 整合性決策 |
| ☞績效稽核 | 參數更新 |

☒與PONTIS相較功能已臻完善

☒整合性決策模組使決策分析更加精密

建立台灣地區橋梁管理系統 期末簡報

40

八、結論（2/7）

☒ 示範計畫

- ☒ 交通部、公路局、路政司
- ☒ 台北市政府、高公局
- ☒ 鐵路局
- ☒ 台北縣政府
- ☒ 桃園縣政府

☒ 相關研究成果

- ☒ 研究報告
 - 期初、期中及期末報告
 - SDG發展、規劃及採購篇
- ☒ 教育訓練
 - 系統使用手冊
 - 課程講義
- ☒ 台灣地區橋梁管理系統基本資料建立說明手冊
- ☒ 橋梁基本資料調查暨目視檢測作業示範調查手冊
- ☒ 三場研習會會議資料
- ☒ 研商會議講義

八、結論（3/7）

☒ 系統模組開發

☒ 共十大模組

- 基本資料
- 維修記錄
- 統計分析
- 緊急通報
- 績效稽核

- 檢測資料
- 維修成本估算
- 地理資訊
- 整合性決策
- 參數更新

☒ 規劃之功能均已完成

- ☒ 整合性決策模組使得多年期路網架構之決策分析得以進行

八、結論（4/7）

☒硬體建置

☒初步建議

➡集中式

- ☐管理層級中，縣市政府不設置資料庫
- ☐更新頻率依照各管理機關內部之各項作業更新頻率

➡分散式

- ☐管理層級中，縣市政府設置資料庫

八、結論（5/7）

☒協助交通部中部辦公室推動『全國橋梁基本資料普查暨目視安全檢測作業』

☒協助規劃招標文件及招標流程

➡舉辦三次研商會議

- ☐提供基本資料欄位說明
- ☐提供目視檢測準則說明文件

☒編撰『台灣地區橋梁管理系統基本資料建立說明手冊』

- ➡使輸入者對本系統使用者有統一之輸入標準
- ➡減少資料輸入時對欄位認知不同造成錯誤

八、結論（6/7）

☒研習會

☒邀請國、內外學者針對下列主題演講

 ➡橋梁管理系統

 ➡橋梁檢、監測系統

☒冀望提升國內橋梁管理，檢監測工作能力

☒本研究案之成果發表

☒普查自動化雛形系統

☒建構結合GPS及PDA（掌上型個人電腦）之普查自動化系統

八、結論（7/7）

☒採用D.E.R.&U.為橋梁目視檢測之方式

☒原因：

 ➡使全國橋梁以相同準則進行目視檢測

 ➡具有較完整之優選排序機制

九、建議與展望（ 1/2 ）

☑建議

- ☒ 相關竣工圖、設計圖說以電子檔方式保存於各管理層級
- ☒ 登錄橋梁動態資料
- ☒ 全國橋梁耐震補強及沖蝕改善專案
 - ☛ 初步提出一篩選機制
 - ☛ 俟全國橋梁基本資料及檢測資料建置完成
 - ☛ 針對耐震能力不足及沖蝕嚴重橋梁進行橋況改善專案

九、建議與展望（ 2/2 ）

☑展望

- ☒ 本系統之發展目前仍屬橋梁維護管理系統
- ☒ 進一步須考慮整合橋梁生命週期各項因素
 - ☛ 規劃 設計
 - ☛ 施工 維護
- ☒ 以達成全面性之橋梁管理

簡報完畢

敬請指教



附錄五 台灣地區橋梁管理系統資料庫結構表

表附錄 5.1 b_area 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| areano | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| areaname | 變動長度字元 | 30 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tm2x | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tm2y | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lonX | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| latY | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| cid | 變動長度字元 | 2 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tid | 變動長度字元 | 3 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| reason | 變動長度字元 | 100 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| edate | 字元 | 8 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| description | 變動長度字元 | 100 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.2 b_bridge 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------------|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| serno | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| bri | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| roadid | 十進位整數 1 | 9 | 18 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| bms_id | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| loc | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tm2x | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tm2y | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lonX | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| latY | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| reason | 變動長度字元 | 100 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| edate | 字元 | 8 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| description | 變動長度字元 | 100 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.3 county 資料表

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|--------|----------------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| CID | unicode 變動長度字元 | 2 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| CPNAME | unicode 變動長度字元 | 10 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| MAXLAT | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| MINLAT | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| MAXLON | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| MINLON | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.4 landmark 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| id | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| kind | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| category | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lat | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lon | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| cname | 變動長度字元 | 20 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| ccode | 變動長度字元 | 10 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tname | 變動長度字元 | 20 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tcode | 變動長度字元 | 10 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.5 NSM_TAI 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| laty | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lonx | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| laty | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lonx | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.6 Road 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| allname | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.7 Road4 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------|---------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| id | decimal | 9 | 18 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| no | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| commonroad | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| cname | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| tname | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.8 Roadmain 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|---------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| allname | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.9 subroad 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|--------|---------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| no | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| serno | 變動長度字元 | 15 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | decimal | 9 | 18 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| name | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| bms_id | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.10 檢測記錄資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 檢測項目代碼 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 檢測位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| D | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| E | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| R | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| U | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修項目代碼 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修數量 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 說明 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| Icii | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 預期恢復等級 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | -2 | 0 | | | 0 |

表附錄 5.11 member 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| power | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| areacode | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| subareacode | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| company | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| area | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| areatelnnumber | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| username | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| password | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| mail | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| telnumber | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| logindate | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [check] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| serial | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.12 workmatrix 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|---------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| [index] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A11 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A12 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A13 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A14 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A21 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A22 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A23 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A24 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A31 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A32 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A33 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A34 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A41 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A42 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A43 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A44 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.13 nor_matrix 資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|---------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| [index] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A11 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A12 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A13 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A14 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A21 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A22 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A23 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A24 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A31 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A32 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A33 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A34 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A41 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A42 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A43 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| A44 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.14 對應群組編號資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------|----------------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 群組編號 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 中文描述 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.15 對應群組資料資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------|----------------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 參考編號 | unicode 變動長度字元 | 4 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 群組編號 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 中文描述 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.16 成本參數資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 意外事件 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 死亡人數 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 受傷人數 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 汽車肇事率 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 機車肇事率 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 平均旅行時間成本 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [logit model 參數] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 時間函數參數 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 速差 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 飽和流率臨界值 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 狀態數 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 利率 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.17 整合性決策參數資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 使用者代號 | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 決策期 | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 效益期 | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 預算一 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 預算二 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 預算三 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 預算四 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修經費一 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修經費二 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修經費三 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修經費四 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 剩餘預算一 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 剩餘預算二 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 剩餘預算三 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 剩餘預算四 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.18 替代方案資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|---------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| BMS_ID | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案編號 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案車道數 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案長度 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案交通量 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案速限 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.19 構件等級轉換平均成本

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|--------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 檢測項目代碼 | 字元 | 10 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [4-4] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [4-3] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [4-2] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [4-1] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [3-4] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [3-3] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [3-2] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [3-1] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [2-4] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [2-3] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [2-2] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [2-1] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [1-4] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [1-3] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [1-2] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [1-1] | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.20 橋梁基本資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| BMS_ID | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁名稱 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 管理機關 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 工程處 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 工務段 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 所在地_縣市 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 所在地_區鄉 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 道路等級 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 路線 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 里程樁號 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工年度 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工月份 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 造價 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 合約編號 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 設計單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 施工單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 跨越物體 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 參考地標 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次維修年度 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次維修月份 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工圖說保存地點 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁總長 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁最大淨寬 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁最小淨寬 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 最高橋墩高度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋面版面積 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋上淨高 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋下淨高 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 總橋孔數 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 總車道數 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最大跨距 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 其他跨距 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 東經度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 東經分 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 東經秒 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 北緯度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 北緯分 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 北緯秒 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 東經度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 東經分 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 東經秒 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 北緯度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 北緯分 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 北緯秒 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 結構型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋墩型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋墩材質 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋墩基礎型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 主梁型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 主梁材質 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋台型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋台基礎型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 鋪面材質 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 伸縮縫型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 翼牆型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 支承型式 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 防震設施 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 設計活載重 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 防落橋長度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 設計地表加速度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃洪水位 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃堤防法線長度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃堤頂高度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃河床高度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 地盤種類 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋基保護工法 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 附註 | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁上游全貌 | 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁下游全貌 | 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁近端全貌 | 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁遠端全貌 | 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 原始資料輸入日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次資料修改日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 原始資料輸入者 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-----------|--------|----|-----|-----|-----------|-------|----|-------|------|------------|
| 最近一次資料修改者 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |
| latY | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lonX | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 飽和流率 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | -1800 | 0 | | | 0 |
| 交通量成長率 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | -0.03 | 0 | | | 0 |
| 速限 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | -40 | 0 | | | 0 |
| 年交通量 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案數 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 查核 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 0 |
| 決策分析查核 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | 0 | 0 | | | 0 |

表附錄 5.21 橋梁相關性資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| Bridge1_BMS_ID | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| Bridge2_BMS_ID | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 相關係數 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.22 檢測照片資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 檢測照片編號 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 檢測照片說明 | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.23 檢測記錄資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |
| BMS_ID | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 檢測日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 檢測單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 檢測員 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 檢測員意見 | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 高級檢測 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 鑽心取樣 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 中性化 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 氯離子 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 裂縫 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 鋼筋腐蝕 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 承載能力 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| 耐震能力 | 位元 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | | | 0 |
| CI | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.24 檢測項目代碼

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|--------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 檢測項目代碼 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 檢測項目 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 權重 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.25 氯離子濃度檢測記錄資料表

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [氯離子濃度(kg/cm^3)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.26 決策分析橋梁資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|--------|------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 識別碼 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 使用者代號 | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁編號 | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁名稱 | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 所在縣市 | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工年度 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 道路等級 | 字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁最大淨寬 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 飽和流率 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 交通量成長率 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 替代方案數 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修年度 | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.27 混凝土中性化試驗資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [中性化深度(cm)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.28 混凝土強度鑽心試驗資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|---------------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 測試單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [鑽心試體抗壓強度(kg/cm^2)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.29 混凝土衝鏈試驗資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-----------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 反彈錘數據平均值 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [衝錘強度(kg/cm^2)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.30 維修建議資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 維修項目代碼 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修數量 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修狀況 | 整數 | 2 | 5 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 備註 | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.31 維修照片資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 維修照片編號 | 變動長度字元 | 30 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 拍照日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修照片說明 | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.32 維修記錄資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|--------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 承包商名稱 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 廠商統一編號 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 實際維修數量 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 實際維修金額 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修開工日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修完成日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修說明 | 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.33 維修項目資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|--------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 維修項目代碼 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 維修項目 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 維修單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 單價北 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 單價中 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 單價南 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 單價東 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 單價外島 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 檢測項目代碼 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 更新日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.34 縣市分區資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------|------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 分區 | 字元 | 10 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 縣市 | 字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

表附錄 5.35 耐震能力資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 測試方法 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [測試基本自然震動頻率(軸向)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [測試基本自然震動頻率(側向)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [測試基本自然震動頻率(垂向)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [模型基本自然震動頻率(軸向)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [模型基本自然震動頻率(側向)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [模型基本自然震動頻率(垂向)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.36 載重試驗資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-------------|----------------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | unicode 變動長度字元 | 30 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | unicode 變動長度字元 | 10 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 加載方法 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 承載重量 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 加載前垂直變位 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 加載後垂直變位 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 等效撓曲勁度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最大容許撓度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [超載 25%撓度值] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.38 鋼筋腐蝕檢測資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|-----------------------------------|--------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| Check_ID | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 取樣日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 位置 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 取樣單位 | 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| [腐蝕速率(μ A/cm ³)] | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 1 | 1 | 1 | 0 |

表附錄 5.39 鐵路局橋梁基本資料表結構

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|----------------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| BMS_ID | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁名稱 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 管理機關 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 工程處 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 工務段 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 所在地_縣市 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 所在地_區鄉 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 路線等級 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 路線 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 里程樁號 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工年度 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工月份 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 造價 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 合約編號 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 設計單位 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 施工單位 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 跨越物體 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 參考地標 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次維修年度 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次維修月份 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 竣工圖說保存地點 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 每日車流量列車數 | unicode 變動長度字元 | 10 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁總長 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁最大淨寬 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------|----------------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 橋梁最小淨寬 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最高橋墩高度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋面版面積 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋上淨高 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋下淨高 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 總橋孔數 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 軌道數 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最大跨距 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 其他跨距 | unicode 變動長度字元 | 100 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 東經度 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 東經分 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 東經秒 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 北緯度 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 北緯分 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋頭 GPS 北緯秒 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 東經度 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 東經分 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 東經秒 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 北緯度 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 北緯分 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋尾 GPS 北緯秒 | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 結構型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋墩型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋墩材質 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋墩基礎型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|----------|----------------|-----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 主梁型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 主梁形狀 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 主梁材質 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋台型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋台基礎型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 床版型式及材質 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 伸縮縫型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 翼牆型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 支承型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 防震設施 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 混凝土橫梁型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 鋼梁型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 鋼梁接合型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 縱梁型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橫梁型式 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 設計活載重 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 防落橋長度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 設計地表加速度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃洪水位 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃堤防法線長度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃堤頂高度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 計劃河床高度 | 實數 | 4 | 24 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 地盤種類 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋基保護工法 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 附註 | unicode 變動長度字元 | 255 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |

| 資料行名稱 | 資料形態 | 長度 | 精確度 | 小數點 | 是否允許 NULL | 預設值 | 識別 | 識別值種子 | 識別增量 | 為 RowGuide |
|------------|----------------|----|-----|-----|-----------|-----|----|-------|------|------------|
| 橋梁上游全貌 | unicode 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁下游全貌 | unicode 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁近端全貌 | unicode 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 橋梁遠端全貌 | unicode 變動長度字元 | 80 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 原始資料輸入日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次資料修改日期 | 日期及時間 | 4 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 原始資料輸入者 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 最近一次資料修改者 | unicode 變動長度字元 | 50 | 0 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| id | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |
| latY | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| lonX | 浮點數 | 8 | 53 | 0 | 1 | | 0 | | | 0 |
| 查核 | 整數 | 4 | 10 | 0 | 0 | | 0 | | | 0 |