107-033-1398
IOT-104-PEB018

第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃（三）

交 通 部 運 輸 研 究 所

中 華 民 國 107 年 7 月

107-033-1398
IOT-104-PEB018

第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃（三）

著者：蘇振維、張舜淵、楊幼文、黃俊豪、江明益、姚乃嘉、黃榮堯、楊智斌、蔡閔光、葉啟章、許文科、任以永、廖先格、莊友涵、廖艾貞

交通部運輸研究所

中華民國 107 年 7 月

第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃(三)

著　　者：蘇振維、張舜淵、楊幼文、黃俊豪、江明益、姚乃嘉、黃榮堯、楊智斌、蔡閔光、葉啟章、許文科、任以永、廖先格、莊友涵、廖艾貞
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：10548 臺北市敦化北路 240 號
網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)
電　　話：(02)2349-6789
出版年月：中華民國 107 年 7 月
印 刷 者：九茹印刷有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 15 冊
本書同時登載於交通部運輸研究所網站
定　　價：非賣品

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）
本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

非賣品

交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃（三）</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）</td><td>政府出版品統一編號</td><td>運輸研究所出版品編號
107-033-1398</td><td>計畫編號
104-PEB018</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸計畫組
主管：張舜淵
計畫主持人：蘇振維(前任主管)
研究人員：楊幼文、黃俊豪、江明益
聯絡電話：(02)2349-6813
傳真號碼：(02)2545-0428</td><td colspan="2">合作研究單位：國立中央大學
計畫主持人：姚乃嘉
研究人員：黃榮堯、楊智斌、蔡閔光、葉啟章、許文科、任以永、廖先格、莊友涵、廖艾貞
地址：桃園市中壢區中大路 300 號
聯絡電話：(03)4227151 轉 34034</td><td>研究期間
自 104 年 5 月
至 104 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：橋梁管理資訊系統、橋梁目視檢測、3D 模型、行動裝置應用程式</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
為全面提升橋梁維護管理作業之品質及效率，進而增進橋梁及用路人行車安全，本所於102年著手規劃建置「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統」(簡稱「第二代TBMS」)雛型系統，並於103年持續擴充相關功能。該系統以構件化、行動化以及客製化為開發主軸，除可快速簡易地生成橋梁3D模型並掌握各主要構件最新狀況與變化趨勢外，亦可利用行動裝置APP直觀呈現橋梁3D構件狀況及逐構件記錄橋梁檢測結果後，立即透過無線網路上傳至第二代TBMS，有效提升橋梁檢測資料之完整詳實度與橋梁檢測作業之品質及效率。

前述第二代TBMS系統雖已可運作，惟仍需持續依各單位使用意見反覆調校修正，始能順暢運轉，為調校已完成模組、開發尚未完成模組，並使第二代TBMS能與第一代TBMS順利整合銜接，爰透過本計畫擴充第二代TBMS相關功能，並完成下列工作項目：(1)擴充主系統橋梁類型；(2)擴充行動裝置APP橋梁類型；(3)開發橋梁檢測行為查核模組；(4)擴充主系統橋況分析模組；(5)開發主系統資料交換模組；(6)研議橋梁維護管理外部稽核作業方式並進行實地試辦；(7)辦理系統操作巡迴教育訓練；(8)研議第二代TBMS推動策略；及(9)參與並協助籌辦第十屆臺美橋梁研討會、2015年國際橋梁研討會。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本出版品取得方式</td></tr>
<tr><td>107 年 7 月</td><td>272</td><td>非賣品</td><td>凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。</td></tr>
<tr><td colspan="4">機密等級：
□密 □機密 □極機密 □絕對機密
（解密條件：□ 年 月 日解密，□公布後解密，□附件抽存後解密，
□工作完成或會議終了時解密，□另行檢討後辦理解密）
■普通</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：本研究期間因專利申請，爰至今(107)年辦理出版，有關本研究之結論與建議不代表交通部之意見。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Planning and Implementation of the Second Generation of Taiwan Bridge Management Information System(III)

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
		107-033-1398	104-PEB018

DIVISION: Planning Division
DIVISION DIRECTOR: S.-Y. Chang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: C.-W. Su (Former Director)
PROJECT STAFF: Y.-W. Yang, J.-H. Huang, M.-Y. Jiang
PHONE:(02)2349-6813
FAX: (02)2545-0428

PROJECT PERIOD
FROM May 2015
TO December 2015

RESEARCH AGENCY: National Central University
PRINCIPAL INVESTIGATOR: N.-J. Yau
PROJECT STAFF: R.-Y. Huang, J.-B. Yang, M.-K. Tsai, C.-J. Yeh, W.-K. Hsu, I.-Y. Jen, H.-K. Liao, Y.-H. Chuang and A.-C. Liao
ADDRESS: 300 Jhongda Road, Jhongli, Taoyuan County, Taiwan, R.O.C.
PHONE: (03) 422-7151 ext. 34034

KEY WORDS: Bridge Management System, Bridge Visual Inspection, 3D Modelling, Mobile APPlication Software

ABSTRACT:

Entrusted by the Institute of Transportation, National Central University has been conducting the project of "Planning and Establishment of the Second Generation of Bridge Management System (TBMS2)" since 2013. TBMS2 was developed focusing on component-based, mobilization-based, and customization-based bridge management information. TBMS2 allows fast and automatic generation of three dimensional (3D) bridge models both in the main system and in the bridge inspection APPlication software (APP) by which bridge inspection can be performed component-by-component. Condition and trend of deterioration of a bridge component can be easily found by clicking on the component in the 3D bridge model. In addition, uploading bridge inspection results into the main system via 3G, 4G, or Wifi can be automated in the APP. TBMS2 improves the efficiency and quality bridge inspection via bettering the completeness and correctness of the inspection results.

In 2015, development of TBMS2 accomplished the following tasks: (1) expansion of bridge types such as expansion, double-deck, truss, and culvert, (2) expansion of aforementioned bridge types in the bridge inspection APP, (3) development of the Checking of Bridge Inspection Process module, (4) expansion of safety assessments in the Bridge Condition module, (5) implementation of Data Exchange module, (6) adjustment and improvement of system functions, (7) trial tests at three bridge management agencies of the proposed auditing mechanisms for inspection and maintenance data, (8) development of Quality Assurance system, (9) field tests of TBMS2 at various bridge management agencies, (10) promotion and training of TBMS2 requested by bridge management agencies, (11) investigation of promotion strategies for TBMS2, (12) submission of papers to journals and conferences, and (13) participation of the International Bridge Conference (IBC 2015) and the 10th US-Taiwan bridge conference.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE	CLASSIFICATION
July 2018	272	Not for sale	☐RESTRICTED ☐CONFIDENTIAL ☐SECRET ☐TOP SECRET ☑UNCLASSIFIED

The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.

目錄

目錄.....III
圖目錄.....VIII
表目錄.....XIV
第一章　緒論.....1
1.1 計畫背景.....1
1.2 研究內容.....3
1.3 研究範圍與對象.....4
1.4 研究流程及工作項目.....5
1.5 報告架構.....6
第二章　國內外重要文獻回顧.....7
2.1 路網層級橋梁管理系統.....7
2.1.1 美國橋梁管理系統.....7
2.1.2 中國大陸橋梁管理系統.....8
2.1.3 橋梁生命週期防災管理系統.....9
2.1.4 各國橋梁管理系統比較.....10
2.2 專案層級三維橋梁管理系統.....12
2.2.1 可攜式橋梁檢測支援系統.....12
2.2.2 Howsky3D 三維橋梁管理系統.....12
2.2.3 三維模型橋梁管理系統.....13
2.2.4 三維橋梁目視檢測雛型系統.....13
2.3 行動化橋梁檢測系統.....15
2.3.1 橋梁檢測應用程式.....15
2.3.2 橋梁檢測情境感知裝置.....15
2.4 桁架橋.....16
2.4.1 桁架橋簡介.....16
2.4.2 造型分類.....17
2.4.3 構件分類.....18
2.4.4 橋版位置分類.....18
2.4.5 節點分類.....19
2.4.6 桿件分類.....19
2.5 橋梁稽核作業.....20
2.5.1 稽核之定義.....20
2.5.2 稽核之目的.....20
2.5.3 稽核類別.....20
2.5.4 美國橋梁稽核作業.....21
2.5.5 我國橋梁稽核作業.....22

2.6 抽樣方法.....23
2.6.1 分層抽樣法(Stratified sampling).....23
2.6.2 分層隨機抽樣法的配置問題.....23
2.7 本章小結.....24
第三章 前期第二代 TBMS 主系統完成部分.....27
3.1 第二代 TBMS 主系統架構.....27
3.2 主系統橋梁基本資料模組.....28
3.4 主系統檢測資料模組.....38
3.4.1 巡查.....38
3.4.2 定期檢測.....38
3.4.3 特別檢測.....41
3.4.4 河床斷面高程量測.....43
3.5 主系統維修紀錄模組.....44
3.6 主系統統計分析模組.....45
3.7 主系統決策支援模組.....46
3.7.1 檢測預算編列.....46
3.7.2 維修成本估算.....46
3.7.3 橋梁維修排序.....47
3.7.4 維修經費分配.....48
3.8 主系統常用管理功能模組.....49
3.8.1 基本資料完整性查詢.....49
3.8.2 新增資料筆數查詢.....49
3.8.3 逾期未定期檢測橋梁查詢.....50
3.8.4 橋梁管理資訊.....50
3.8.5 主梁材質統計分析.....53
3.8.6 結構型式統計分析.....53
3.9 主系統橋況分析模組.....56
3.9.1 易致災快速篩選指標.....56
3.9.2 高風險橋梁篩選.....58
3.9.3 橋梁安全評估表.....58
3.10 主系統地理資訊模組.....61
3.11 主系統防災資訊模組.....63
3.11.1 預警條件設定.....63
3.11.2 即時河川水位資料查詢.....64
3.11.3 即時水庫測站資料查詢.....65
3.11.4 即時雨量資料查詢.....66
3.12 本章小結.....66
第四章 前期行動裝置應用程式簡介.....67

4.1 行動裝置應用程式架構.....67
4.2 基本資料下載模組.....69
4.2.1 線上橋梁搜尋.....69
4.2.2 附近橋梁搜尋.....69
4.2.3 基本資料下載.....71
4.3 定期檢測模組.....73
4.3.1 橋梁 3D 模型生成.....73
4.3.2 構件劣化標示.....74
4.3.3 劣化照片輔助.....77
4.3.4 構件劣化評估.....80
4.3.5 動態影像紀錄.....81
4.3.6 前次檢測紀錄.....81
4.4 特別檢測模組.....83
4.5 資料上傳模組.....83
4.6 本章小結.....84
第五章 本期第二代 TBMS 主系統功能開發.....85
5.1 箱涵擴充.....85
5.1.1 箱涵構件.....85
5.1.2 箱涵基本資料表.....86
5.1.3 箱涵檢測資料表.....89
5.1.4 箱涵 3D 模型.....91
5.2.1 擴建橋基本資料.....93
5.2.2 擴建橋 3D 模型.....94
5.3 桁架橋擴充.....98
5.3.1 桁架橋構件化.....98
5.3.2 桁架橋基本資料表.....100
5.3.3 桁架橋檢測資料表.....102
5.3.4 桁架橋 3D 模型.....104
5.4 雙層橋擴充.....108
5.4.1 雙層橋構件化.....108
5.4.2 雙層橋基本資料.....109
5.4.3 雙層橋 3D 模型.....111
5.5 資料交換模組.....113
5.5.1 兩代系統資料庫差異.....113
5.5.2 第一代 TBMS 基本資料匯入第二代 TBMS.....115
5.5.3 第二代 TBMS 資料交換模組.....116
5.5.4 與其他系統進行資料交換.....117
5.6 檢測行為查核模組.....118

5.6.1 檢測人員資料登錄.....118
5.6.2 檢測人員經歷.....119
5.6.3 檢測路徑及時間.....120
5.7 QA 系統.....123
5.8 橋梁安全評估表擴充.....125
5.9 常用管理功能擴充.....130
5.10 地震後應特別檢測橋梁搜尋功能升級.....131
5.11 本章小結.....133
第六章 本期行動裝置應用程式擴充.....135
6.1 橋梁類型擴充.....135
6.1.1 箱涵擴充.....135
6.1.2 擴建橋擴充.....135
6.1.3 桁架橋擴充.....137
6.1.4 雙層橋擴充.....137
6.2 檢測行為資訊紀錄.....138
6.2.1 檢測路徑 GPS 座標紀錄.....138
6.2.2 檢測人員選取.....138
6.3 本章小結.....140
第七章 橋梁檢測及維修外部稽核.....141
7.1 稽核樣本數抽樣方法.....141
7.1.1 公式推導法.....141
7.1.2 比例抽樣法.....142
7.2 稽核樣本數抽樣方案.....142
7.2.1 抽樣方案.....142
7.2.2 橋梁構件數量推估.....144
7.2.3 每日稽核預算推估.....144
7.3 各方案計算結果.....145
7.3.1 縣市政府方案.....145
7.3.2 部屬機關方案.....155
7.4 外部稽核評分方式.....164
7.4.1 基本資料評分方式.....164
7.4.2 檢測資料評分方式.....164
7.4.3 維修資料評分方式.....168
7.4.4 外部稽核作業辦法.....169
7.5 外部稽核試辦與結果.....170
7.5.1 試辦單位及樣本抽選.....170
7.5.2 華中橋試辦經過.....170
7.5.3 重新大橋 E 匝道橋試辦經過.....172

7.5.4 后圳橋試辦經過.....173
7.5.5 試辦結果與建議.....173
7.6 本章小結.....174
第八章 系統試用與教育訓練.....175
8.1 系統試用.....175
8.3 問卷統計.....179
8.3.1 主系統問卷.....179
8.3.2 行動裝置問卷.....180
8.3.3 使用者意見.....180
8.4 本章小結.....182
第九章 第二代 TBMS 推動策略.....183
9.1 第二代 TBMS 推動策略.....183
9.2 橋梁分類分級.....183
9.2.1 本研究之橋梁分類方式.....184
9.2.2 檢測分級方式.....184
9.2.3 橋梁分類分級檢測量試算.....185
9.3 基本資料委外建置費用.....189
9.4 橋梁委外定期檢測費用.....190
9.5 第二代 TBMS 維運成本.....190
9.6 本章小結.....190
第十章 結論與建議.....191
10.1 結論.....191
10.2 建議.....192
參考文獻.....193
附件一 縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法
附件二 期末簡報
附件三 期末審查委員意見及回覆

圖目錄

圖 1.1 臺灣地區正常使用橋梁數量分布圓餅圖(民國 104 年 12 月).....1
圖 1.2 本計畫適用橋梁類型.....4
圖 1.3 計畫流程.....5
圖 2.1 PONTIS 系統畫面.....7
圖 2.2 CBMS 系統畫面 8
圖 2.3 CBMS 橋梁 3D 模型.....8
圖 2.4 CBMS 3D 橋梁等級顯示.....9
圖 2.5 NCREE-LCB-BMS 橋梁管理資訊儀表板 9
圖 2.6 Mobile Bridge Inspection Support System 畫面 12
圖 2.7 Howsky3D 三維橋梁管理系統畫面 12
圖 2.8 以不同之座標參數建立一維至三維之構件模型.....13
圖 2.9 在 3D 的構件模型上選擇列化類別並標註位置與範圍.....13
圖 2.10 三維橋梁目視檢測雛形系統檢測畫面.....14
圖 2.11 三維橋梁目視檢測雛形系統劣化標示畫面.....14
圖 2.12 以 iPad 為行動裝置之橋梁檢測應用程式 15
圖 2.13 情境感知裝置應用於橋梁檢測.....16
圖 2.14 木桁架橋（遮棚橋）.....16
圖 2.15 鋼桁架橋.....17
圖 2.16 常見之桁架形式.....17
圖 2.17 桁架之構件分類.....18
圖 2.18 桁架之種類.....18
圖 2.19 桁架之節點分類.....19
圖 2.20 桁架之桿件分類.....19
圖 2.21 稽核執行流程.....21
圖 2.22 橋梁檢測作業外部稽核執行流程.....22
圖 3.1 第二代 TBMS 主系統架構圖.....27
圖 3.2 第一代 TBMS 橋梁基本資料表架構圖.....28
圖 3.3 第二代 TBMS 橋梁基本資料表架構圖.....28
圖 3.4 第二代 TBMS 橋梁基本資料表主表.....30
圖 3.5 第二代 TBMS 橋梁擴建記錄.....31
圖 3.6 第二代 TBMS 橋梁構件資料表.....31
圖 3.7 第二代 TBMS 伸縮縫資料列表.....31
圖 3.8 主系統 3D 橋梁示意模型.....32
圖 3.9 仰視之 3D 橋梁示意模型.....32
圖 3.10 不同預設視野之 3D 模型.....33

圖 3.11 拱橋自動生成畫面.....33
圖 3.12 斜張橋自動生成畫面.....34
圖 3.13 吊橋自動生成畫面.....34
圖 3.14 π 橋自動生成畫面.....35
圖 3.15 複合結構型式橋梁自動生成畫面.....35
圖 3.16 橋梁 3D 構件模型隨 D 值改變顏色.....36
圖 3.17 點選橋梁 3D 構件連結構件檢測記錄.....36
圖 3.18 點選橋梁 3D 構件連結構件維修記錄.....37
圖 3.19 橋梁構件下拉式選單.....37
圖 3.20 橋梁巡查資料表.....38
圖 3.21 橋梁定期檢測資料表.....40
圖 3.22 橋梁特別檢測資料表.....42
圖 3.23 河床高程測量紀錄.....43
圖 3.24 橋梁維修記錄模組.....44
圖 3.25 橋梁基本資料統計分析.....45
圖 3.26 橋梁檢測資料統計分析.....45
圖 3.27 檢測預算編列畫面.....46
圖 3.28 維修成本估算畫面.....47
圖 3.29 維修排序畫面.....48
圖 3.30 維修經費分配畫面.....48
圖 3.31 基本資料完整性查詢.....49
圖 3.32 新增資料筆數查詢.....49
圖 3.33 逾期未定期檢測橋梁查詢.....50
圖 3.34 以交通部帳號登入之橋梁管理資訊.....50
圖 3.35 以公路總局帳號登入之橋梁管理資訊.....51
圖 3.36 以公路總局工程處帳號登入之橋梁管理資訊.....51
圖 3.37 以高公局帳號登入之橋梁管理資訊.....52
圖 3.38 以高公局工程處帳號登入之橋梁管理資訊.....52
圖 3.39 以縣市政府帳號登入之橋梁管理資訊.....53
圖 3.40 主梁材質統計分析結果.....54
圖 3.41 結構型式統計分析結果.....55
圖 3.42 橋梁橋況分析模組快速篩選指標.....56
圖 3.43 高風險橋梁篩選條件設定.....58
圖 3.44 高風險橋梁篩選結果.....58
圖 3.45 落橋評估表.....59
圖 3.46 強韌性評估表.....60
圖 3.47 穩定性評估表.....61
圖 3.48 地理資訊模組系統畫面.....62

圖 3.49 橋梁 GPS 位置修正 62
圖 3.50 從橋梁設定關聯地震測站 63
圖 3.51 地震測站指定範圍內之橋梁 64
圖 3.52 河川水位站資料 64
圖 3.53 水庫水位資料 65
圖 3.54 雨量站資料 66
圖 4.1 行動裝置應用程式系統架構圖(配合第二代 TBMS) 67
圖 4.2 iOS 版登入畫面 68
圖 4.3 Android 版登入畫面 68
圖 4.4 行動裝置 APP 簡略操作流程 69
圖 4.5 線上橋梁搜尋 70
圖 4.6 附近橋梁搜尋 70
圖 4.7 基本資料下載 71
圖 4.8 基本資料主表 72
圖 4.9 各構件資料表 72
圖 4.10 已下載橋梁列表 73
圖 4.11 橋梁 3D 模型 73
圖 4.12 橋梁構件選單 74
圖 4.13 選取橋梁構件進行檢測 75
圖 4.14 標示劣化位置 75
圖 4.15 選取劣化照片 76
圖 4.16 已選取之照片縮圖位於左下角 76
圖 4.17 劣化照片輔助功能 80
圖 4.18 構件劣化評估畫面 80
圖 4.19 檢測人員意見選單 81
圖 4.20 錄影及選取影片工具列 82
圖 4.21 選取裝置中影片 82
圖 4.22 前次檢測紀錄 82
圖 4.23 特別檢測紀錄 83
圖 4.24 資料上傳模組 84
圖 5.1 箱涵構件分類 85
圖 5.2 第二代 TBMS 橋梁及箱涵基本資料表架構圖 87
圖 5.3 箱涵基本資料主表系統畫面 88
圖 5.4 箱涵詳細/擴建記錄系統畫面 89
圖 5.5 箱涵各構件列表系統畫面 89
圖 5.6 箱涵定期檢測系統畫面 90
圖 5.7 箱涵 3D 模型系統畫面 91
圖 5.8 箱涵 3D 模型系統畫面(仰視) 91

圖 5.9 箱涵 3D 構件模型隨 D 值改變顏色.....92
圖 5.10 點選 3D 構件連結構件檢測記錄.....92
圖 5.11 擴建記錄系統畫面.....93
圖 5.12 擴建部份構件列表系統畫面.....93
圖 5.13 使用頁籤切換初建橋及擴建橋.....94
圖 5.14 初建橋完整模型及擴建橋示意模型.....94
圖 5.15 切換橋梁模型.....95
圖 5.16 擴建橋完整模型及初建橋示意模型.....95
圖 5.17 擴建橋示意模型（梁式橋）.....96
圖 5.18 擴建橋示意模型（π橋）.....96
圖 5.19 擴建橋示意模型（斜張橋）.....97
圖 5.20 擴建橋示意模型（吊橋）.....97
圖 5.21 桁架橋構件化方案一.....98
圖 5.22 桁架橋構件化方案二.....98
圖 5.23 第二代 TBMS 橋梁及桁架構件基本資料表架構圖.....100
圖 5.24 桁架橋構件基本資料系統畫面.....101
圖 5.25 桁架橋橋孔資料表系統畫面.....101
圖 5.26 九類桁架構件列表系統畫面.....102
圖 5.27 桁架橋定期檢測系統畫面.....103
圖 5.28 桁架橋上弦.....104
圖 5.29 桁架橋下弦.....104
圖 5.30 桁架橋末端撐柱.....104
圖 5.31 桁架橋直桁.....105
圖 5.32 桁架橋斜桁.....105
圖 5.33 桁架橋撐柱.....105
圖 5.34 桁架橋板梁.....106
圖 5.35 桁架橋斜撐.....106
圖 5.36 桁架橋節點.....106
圖 5.37 桁架橋 3D 模型系統畫面.....107
圖 5.38 桁架橋 3D 模型系統畫面(仰視).....107
圖 5.39 五楊高架橋.....108
圖 5.40 雙層橋分割前示意圖.....109
圖 5.41 雙層橋分割後示意圖.....109
圖 5.42 雙層橋基本資料主表系統畫面.....110
圖 5.43 雙層橋橋墩資料表系統畫面.....111
圖 5.44 雙層橋橋孔資料表系統畫面.....111
圖 5.45 雙層橋 3D 模型系統畫面(框架式橋墩).....112
圖 5.46 雙層橋 3D 模型系統畫面(單柱式橋墩).....112

圖 5.47 第一代 TBMS 基本資料表及定期檢測表架構.....113
圖 5.48 第二代 TBMS 基本資料表及定期檢測表架構.....114
圖 5.49 一、二代 TBMS 資料轉換方式.....116
圖 5.50 高公局全生命週期橋梁管理系統資料庫架構.....118
圖 5.51 檢測人員資料輸入畫面.....118
圖 5.52 檢測人員列表畫面.....119
圖 5.53 檢測人員經歷畫面.....120
圖 5.54 結合檢測人員及檢測路徑資訊之定期檢測畫面.....121
圖 5.55 主裝置組檢測路徑系統畫面(橋面下).....122
圖 5.56 次裝置組檢測路徑系統畫面(橋面上).....122
圖 5.57 次裝置組檢測路徑系統畫面(橋面下).....123
圖 5.58 QA 系統定期檢測畫面.....124
圖 5.59 落橋評估表畫面.....125
圖 5.60 強韌性評估表畫面.....126
圖 5.61 載重能力評估表畫面.....127
圖 5.62 耐洪能力評估表畫面.....128
圖 5.63 沖刷潛能評估表畫面.....129
圖 5.64 橋齡統計系統畫面.....130
圖 5.65 道路等級統計系統畫面.....131
圖 5.66 地震後應特別檢測橋梁簡訊發送流程.....132
圖 5.67 地震後應特別檢測橋梁搜尋系統畫面.....132
圖 5.68 地震後應特別檢測橋梁標示.....133
圖 6.1 箱涵 3D 模型系統畫面(行動裝置).....135
圖 6.2 擴建橋 3D 模型系統畫面(行動裝置).....136
圖 6.3 切換橋梁模型(行動裝置).....136
圖 6.4 桁架橋 3D 模型系統畫面(行動裝置).....137
圖 6.5 雙層橋 3D 模型系統畫面(行動裝置).....138
圖 6.6 檢測人員資料下載(行動裝置).....139
圖 6.7 檢測人員選取功能(行動裝置).....139
圖 6.8 新增及編輯本次檢測人員(行動裝置).....140
圖 7.1 道路等級分類.....141
圖 7.2 華中橋 S06 橋孔位置.....170
圖 7.3 使用 UAV 協助檢測.....171
圖 7.4 UAV 由橋下往上拍攝之照片.....171
圖 7.5 華中橋試辦過程.....172
圖 7.6 重新大橋 E 匝道橋試辦.....172
圖 7.7 后圳橋試辦.....173
圖 8.1 北部場(1)教育訓練.....177

圖 8.2 北部場(2)教育訓練.....177
圖 8.3 南部場教育訓練.....178
圖 8.4 中部場教育訓練.....178
圖 8.5 東部場教育訓練.....178
圖 9.1 橋梁分類圖.....184

表目錄

表 2.1 各國橋梁管理系統（路網層級）功能比較.....11
表 3.1 兩代 TBMS 基本資料欄位差異.....29
表 3.2 橋梁各項指標所採用之構件與構件之重要性指數.....41
表 3.3 橋梁定期檢測單價.....46
表 3.4 維修費用估算項目.....47
表 3.5 昭淩工程顧問提出之指標.....48
表 3.6 橋梁快速篩選指標計算方式.....57
表 4.1 構件劣化照片(編號)蒐集狀況表.....77
表 4.1 構件劣化照片(編號)蒐集狀況表(續 1).....78
表 4.1 構件劣化照片(編號)蒐集狀況表(續 2).....79
表 5.1 橋梁及箱涵構件比較表.....86
表 5.2 桁架橋構件化受訪專家.....99
表 5.3 桁架橋構件基本資料欄位建議.....99
表 7.1 方案說明.....143
表 7.2 構件數量計算方式.....144
表 7.3 每月稽核預算.....144
表 7.4 方案一 A 結果.....145
表 7.5 方案一 B 結果.....146
表 7.6 方案一 C 結果.....147
表 7.7 方案二 A 結果.....148
表 7.8 方案二 B 結果.....149
表 7.9 方案二 C 結果.....150
表 7.10 方案三 A 結果.....151
表 7.11 方案三 B 結果.....152
表 7.12 方案三 C 結果.....153
表 7.13 方案四結果.....154
表 7.14 縣市政府方案比較.....155
表 7.15 高公局方案一.....156
表 7.16 高工局方案二.....156
表 7.17 高公局方案三.....157
表 7.18 公路總局方案一.....158
表 7.19 公路總局方案二.....159
表 7.20 公路總局方案三.....160
表 7.21 鐵路局方案一.....161
表 7.22 鐵路局方案二.....162

表 7.23 鐵路局方案三.....163
表 7.24 基本資料及稽核欄位表(華中橋).....165
表 7.25 基本資料欄位與判定標準.....166
表 7.26 檢測資料及稽核欄位表(后圳橋).....167
表 7.27 外部稽核評鑑表(基本資料及檢測資料).....168
表 7.28 外部稽核評鑑表(維修).....169
表 8.1 臺北市政府系統試用訪談.....175
表 8.2 苗栗縣政府系統試用訪談.....175
表 8.3 各場次教育訓練參訓人數.....176
表 8.4 教育訓練議程.....177
表 8.5 主系統問卷統計.....179
表 8.6 行動裝置問卷統計.....180
表 8.7 主系統使用者意見及處理方式.....180
表 8.8 行動裝置使用者意見及處理方式.....182
表 9.1 第二代 TBMS 推動策略.....183
表 9.2 縣市政府橋梁檢測等級表.....184
表 9.3 臺北市政府原始定期檢測工作量表.....185
表 9.4 新北市政府原始定期檢測工作量表.....186
表 9.5 雲林縣政府原始定期檢測工作量表.....186
表 9.6 臺北市政府實施分級定期檢測工作量表.....187
表 9.7 新北市政府實施分級定期檢測工作量表.....188
表 9.8 雲林縣政府實施分級定期檢測工作量表.....188
表 9.9 實施分級前後定期檢測工作量比較.....189
表 9.10 基本資料委外建置人事經費推估.....189

(本頁空白)

第一章　緒論

1.1 計畫背景

我國橋梁主要由交通部公路總局(簡稱「公路總局」)、交通部臺灣區國道高速公路局(簡稱「高公局」)、交通部臺灣鐵路管理局(簡稱「鐵路局」)及各縣市政府負責管理。依據「臺灣地區橋梁管理資訊系統」(簡稱「第一代 TBMS」)104 年 12 月 31 日之統計結果，全國「正常使用」橋梁共計 27,358 座（包括箱涵，不含人行天橋），其中公路總局 3,019 座，為部屬機關所轄橋數最多者，其次為高公局 2,357 座，而鐵路局為 1,696 座，各縣市政府所轄橋數共計 20,277 座，其他機關（內政部及觀光局等）共 9 座，圖 1.1 為臺灣地區主要橋梁管理機關所轄橋梁數量分布圓餅圖。

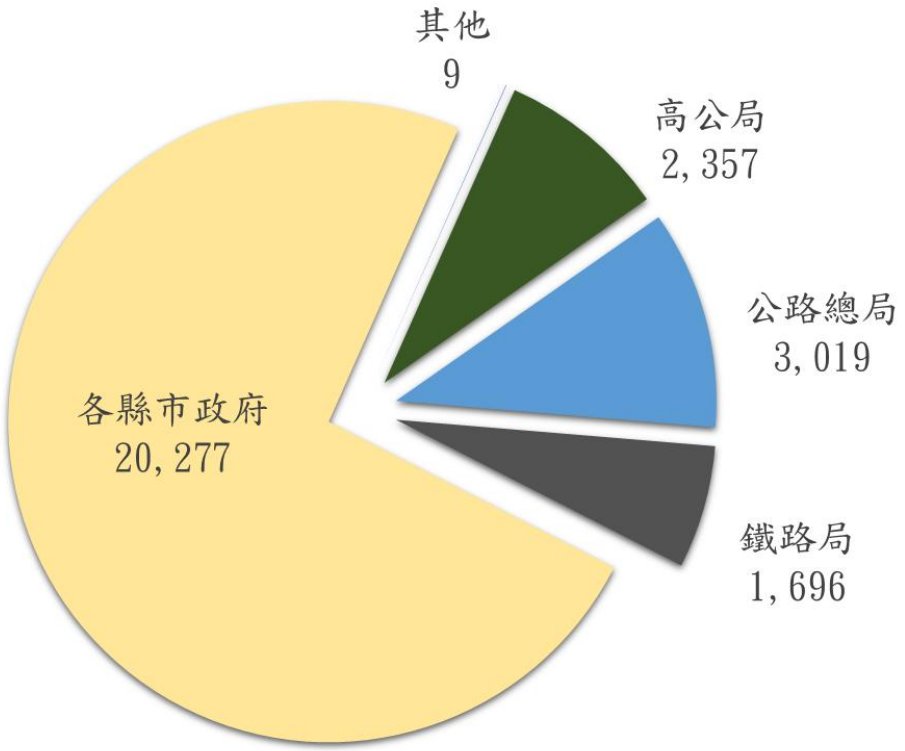


圖 1.1 臺灣地區正常使用橋梁數量分布圓餅圖(民國 104 年 12 月)

為更確實掌握全國各主要橋梁管理機關之橋梁現況，並利各層級進行整體性之橋梁管理、預算分配及災害防救等業務，交通部運輸研究所(簡稱「本所」)於民國 88 年開發第一代 TBMS，並於民國 89 年正式上線、開放全國各橋梁管理機關使用，透過該系統之資料儲存及資訊同步分享功能，除有效改善各橋梁管理機關人員離職異動致資料遺失之狀況，並可協助各橋梁管理機關快速掌握橋梁狀況，達到橋梁管理之最基本要求，我國自此全面踏出橋梁管理的第一步。

第一代 TBMS 自開放使用迄今已十餘年，期間我國遭逢多次重大颱風豪雨侵襲，並因而發生多起橋梁斷落、人員傷亡之不幸事件。我國位處板塊交界，地震頻繁且地質條件複雜多變，同時每年颱風豪雨頻繁，河川劇烈沖刷淤積情形十分普遍，加上橋體老劣化、早年興建之橋梁施工品質良莠不齊、車輛超載及河川砂石盜採等不利因素影響，均使得橋梁劣化受損之風險不斷增加，因此，如何強化該系統對於耐洪能力、耐震能力、載重能力及老舊劣化等情形之掌握，逐漸成為重要課題。

此外，為了解第一代 TBMS 相關登載資料之詳實情形，本所於民國 96 年進行「臺灣地區橋梁管理資訊系統」資料檢核計畫，透過電腦亂數抽選各縣市政府橋梁共 1,174 座橋梁，交由公路總局進行現地資料正確性檢核，同時利用戶外生活圖書圖資，以人力逐一清查地圖上所標示橋梁是否存在於第一代 TBMS 中，依據本所針對 3,761 座橋梁之清查結果，約有 54.24%屬於需要鍵入第一代 TBMS 之橋梁，相關查核結果並由本所轉請各縣市政府檢視確認及適時補登。民國 99 年，為了更客觀了解第一代 TBMS 相關登載資料之完整及詳實情形，本所辦理「臺灣地區橋梁管理資訊系統」資料查核計畫，針對新竹縣、苗栗縣、雲林縣、南投縣、臺南縣、屏東縣、花蓮縣、臺東縣等 8 個縣政府及公路總局 5 個養護工程處各挑選 1 個工務段等 13 個橋梁管理單位，以「分層隨機抽樣」法抽選出 152 座橋進行現地查對，查對內容為基本資料及檢測資料詳實度，經實地勘查抽選橋梁並與各單位登錄於第一代 TBMS 之基本及檢測資料進行比對後，在基本資料詳實度方面，於 95%信賴水準下，縣政府詳實度信賴區間為 86.78%～88.32%，公路總局為 85.13%～87.14%；在檢測資料詳實度方面，縣政府為 78.81%，公路總局為 73.31%，整體而言，在 95%的信賴水準下，縣政府詳實度信賴區間為 75.92%～81.69%，公路總局為 70.45%～76.18%。前述查對結果，顯示部分橋梁管理機關橋梁基本資料及檢測資料之詳實度，均有改善空間。

鑑於相關登載資料之正確及完整性直接影響橋梁維護管理運作成效，且近年已有部分機關開始透過查核機制確保資料之正確詳實性，故如何協助各橋梁管理機關確保系統資料之詳實情形，為現階段重要課題。此外，隨著科技不斷發展，近年來各項可應用於記錄橋梁檢查結果之行動裝置不斷普及，從早期 PDA，到目前之平板電腦及智慧手機，均有長足進步，故如何利用前述裝置提升橋梁檢測作業之效率及品質，亦為當前重要課題。爰此，為強化系統對於橋梁耐洪、耐震、載重及老劣化情形之掌握，並利橋梁機關確保各項橋梁資料之完整及詳實程度，與開發行動裝置以提升橋梁檢測之效率及品質，本所於 102 年及 103 年分別辦理「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃」及「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃（二）」(統稱「前期計畫」)，透過前述計畫規劃建置「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃」(簡稱「第二代 TBMS」)，並已完成第二代 TBMS 資料庫規劃建置、3D 橋梁構件自動生成模組、基本資料模組、檢測資料模組、維修紀錄模組、統計分析模組、常用功能模組、橋況分析模組、iOS 版

及 Android 版行動裝置應用程式(APP)。透過前述成果，除可快速簡易地生成橋梁 3D 模型及掌握各主要構件最新狀況與變化趨勢，亦可利用行動裝置 APP 直觀呈現橋梁 3D 構件狀況及逐構件記錄橋梁檢測結果後，立即透過無線網路上傳至主系統，有效提升橋梁檢測資料完整詳實度及橋梁檢測作業之品質與效率。

第二代 TBMS 雖已可上線使用，部分橋梁管理機關並已開始試用，為維護及調校已完成模組、擴充系統功能、協助相關單位熟悉系統操作、使第二代 TBMS 能與橋梁維護管理評鑑作業及外部稽核制度順利整合銜接，爰辦理本次計畫，俾使我國橋梁管理持續與時俱進。

1.2 研究內容

本計畫主要研究內容與工作項目可分為以下幾項：

1. 持續蒐集國際橋梁管理發展趨勢及檢討 TBMS 內各項功能之實用情形，並參酌使用者及相關專家學者意見進行系統開發建置、功能調校及回饋修正，相關系統應包含以下功能。
   (1) 構件化：賡續開發能生成特殊橋梁型式(擴建橋、雙層橋、桁架橋、箱涵…)之「橋梁構件生成模組」，俾讓使用者能循序逐構件建置各橋梁之概略圖像模型，並將橋梁檢測結果存儲於相應構件內，以利管理者能快速掌握各構件之變化歷程。
   (2) 行動化：維護第二代 TBMS 行動裝置 APP，使橋檢人員可於現場記錄及上傳橋梁檢測結果至第二代 TBMS 相應構件欄位，並賡續開發橋梁檢測行為查核模組及橋梁稽核 APP，俾利管理者能透過該 APP 了解橋梁檢測現場作業詳實情形。
   (3) 客製化：持續強化第二代 TBMS 各類快篩指標對橋梁耐洪能力、耐震能力、載重能力及老舊劣化情形之掌握；開發資料交換模組使第二代 TBMS 能與 TBMS 及其它機關橋梁管理系統(例如高公局、臺北市政府…)進行資料交換；建置 QA 模組及外部稽核模組，俾利管理者了解橋梁例行檢查作業之完整詳實情形。
2. 參酌各使用者意見調校第二代 TBMS 已完成模組(基本資料、檢測資料、橋況分析、常用管理功能、決策支援、防災、地理資訊)，建置檢測行為查核、外部稽核、QA 及資料交換模組，並開發橋梁稽核 APP。
3. 邀集橋梁管理單位進行實地測試，並參酌使用者意見進行系統功能調校及回饋修正；辦理第二代 TBMS 系統操作巡迴教育訓練；研議第二代 TBMS 推動策略，估算每年所需維運成本，針對系統如何順利推動上線提出規劃。
4. 針對公路橋梁維護管理外部稽核作業提出具體規劃，並擇選橋梁管理單位進行實地試辦。
5. 參與並協助籌辦第十屆臺美橋梁研討會及 2015 年國際橋梁研討會。

1.3 研究範圍與對象

本計畫所開發系統之對象，包含交通部及所轄之公路總局、高公局及鐵路局，內政部營建署及各縣市政府。適用橋梁類型如圖 1.2 所示，公路橋部分有版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、斜張橋、吊橋、剛架橋、π 橋、桁架橋、箱涵、擴建橋及雙層橋，共 12 類；鐵路橋部分計有版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、剛架橋、桁架橋及箱涵，共 7 類。

102 至 103 年度計畫已針對公路橋梁當中之版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、斜張橋、吊橋、剛架橋及 π 橋，與及鐵路橋梁當中之版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋及剛架橋製作三維模型橋梁構件，104 年度則賡續針對公路橋梁中之桁架橋、箱涵、擴建橋及雙層橋，與及鐵路橋中之桁架橋及箱涵進行三維模型繪製，並設計及開發相應之基本資料、檢測資料與維修紀錄表單。

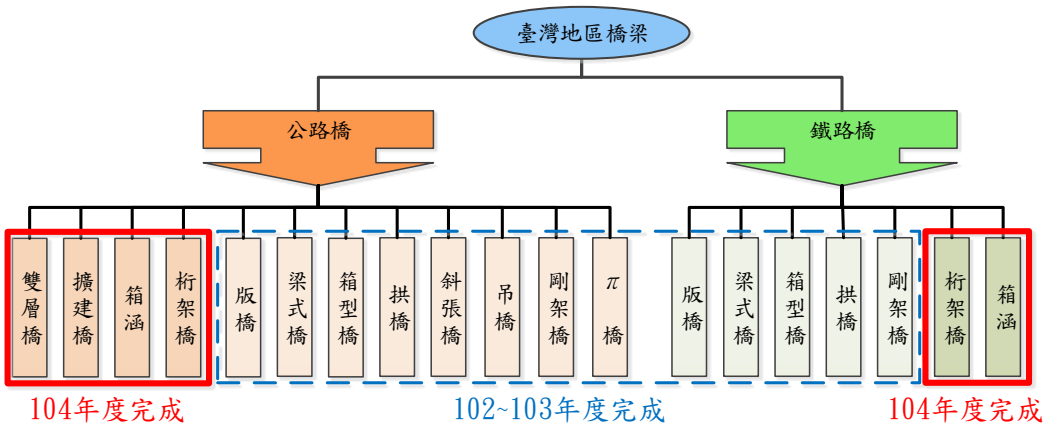


圖 1.2 本計畫適用橋梁類型

1.4 研究流程及工作項目

本計畫之工作項目主要包含：(1)擴充主系統橋梁類型，包含擴建橋、雙層橋、桁架橋及箱涵；(2)擴充行動裝置 APP 橋梁類型，包含擴建橋、雙層橋、桁架橋及箱涵；(3)開發橋梁檢測行為查核模組；(4)擴充主系統橋況分析模組之安全評估表；(5)開發主系統資料交換模組；(6)研議橋梁檢測及維修外部稽核作業方式，並邀集橋梁管理單位進行實地試辦；(7)開發 QA 系統；(8)邀集橋梁管理單位進行實地測試；(9)系統操作巡迴教育訓練；(10)研議第二代 TBMS 推動策略；以及(11)參與並協助辦理 2015 年國際橋梁會議及第十屆臺美橋梁研討會。本計畫之研究流程如圖 1.3。

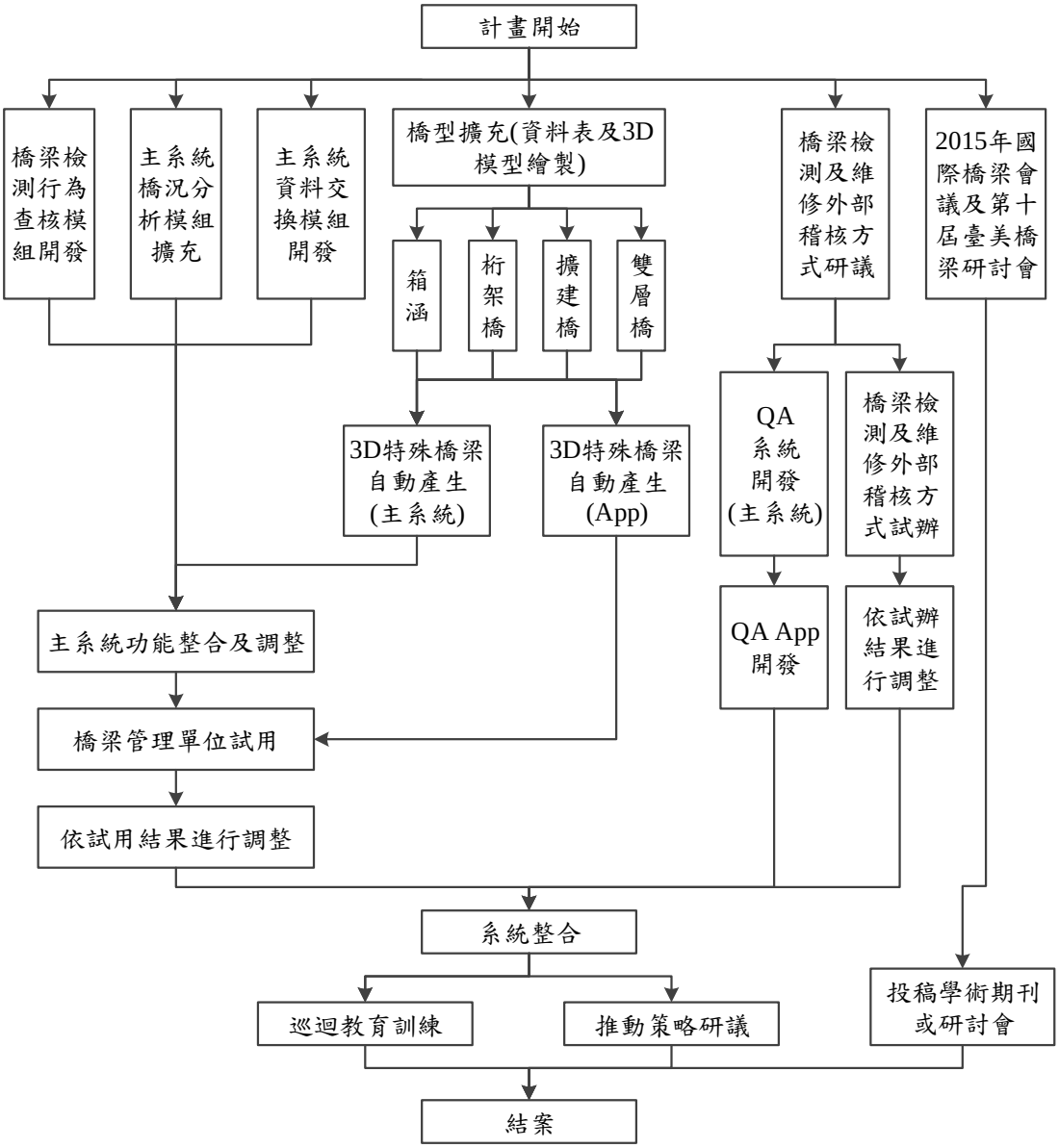


圖 1.3 計畫流程

1.5 報告架構

本報告共分為十一章，第一章為緒論，簡述計畫背景、研究內容及主要工作項目；第二章為文獻回顧，包含各國橋梁管理系統、橋梁檢測應用程式、桁架橋之類型與構件、美國橋梁稽核作業、我國橋梁稽核方式及抽樣理論；第三章說明前期計畫針對第二代 TBMS 主系統開發完成項目；第四章為前期計畫針對第二代 TBMS 行動裝置 APP 開發完成項目；第五章為介紹本計畫針對第二代 TBMS 開發完成項目；第六章為介紹本計畫針對第二代 TBMS 行動裝置 APP 開發完成項目；第七章說明本計畫針對橋梁維護管理外部稽核作業規劃之執行方案，包含樣本抽選、稽核評分及試辦結果；第八章為說明第二代 TBMS 試用情形及教育訓練成果；第九章針對第二代 TBMS 推動策略提出建議；第十章為結論與建議。

第二章　國內外重要文獻回顧

2.1 路網層級橋梁管理系統

2.1.1 美國橋梁管理系統

全世界橋梁管理系統當中，備受重視也經常被提及者為美國聯邦公路總署（Federal Highway Administration, FHWA）開發之 PONTIS（現名為 AASHTOWare Bridge Management）。該系統為 FHWA 與加州運輸部（California Department of Transportation, CALTRANS）共同出資，並邀集各方專家學者作為技術指導後，委託民間公司發展之路網層級橋梁管理系統-PONTIS，於 1992 年發佈第一版，其最新版本為 5.1.3 版。PONTIS 系統共有七大模組，分別為：(1)檢測資料模組(Inspection Module)，包含結構物之基本及檢測資料；(2)專案規劃模組(Project Planning Module)，可輔助使用者針對結構物擬定維護計畫，並記錄已完成計畫；(3)編程模組(Programming Module)，可設定結構物改善策略並進行不同年期及預算限制下之情況模擬；(4)維護模組(Preservation Module)，可擬定最佳化長程維護策略，在最低生命週期維護成本下保持橋梁構件安全；(5)成果模組(Results Module)，提供不同維護策略下之成本預測圖表及報告；(6)閘道模組(Gateway Module)，可匯入/匯出系統資料，以便與其他系統進行資料交換；(7)組態設置模組(Configuration Module)，依據不同機關之需求調整系統功能。圖 2.1 為 PONTIS 系統畫面，全美共有 43 個州使用 PONTIS 系統。

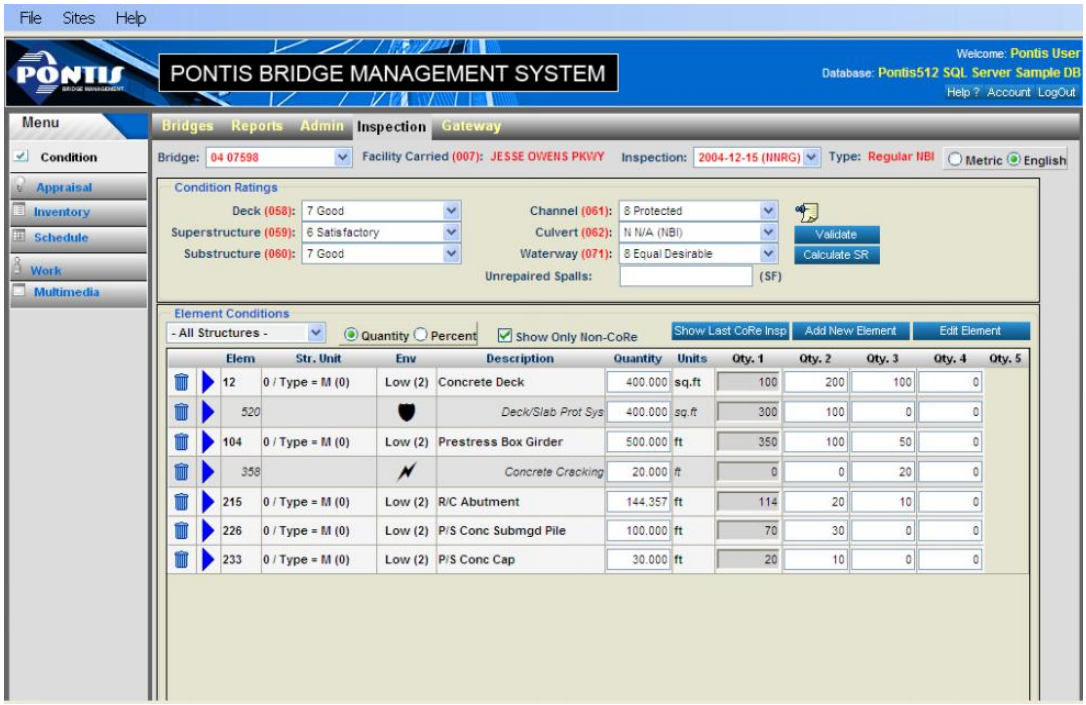


圖 2.1 PONTIS 系統畫面

2.1.2 中國大陸橋梁管理系統

中國大陸近年來在橋梁建設上出現大幅度躍進，超大跨度之拱橋、斜張橋、吊橋不斷興建完成，使得橋梁之建設與管理，成為中國大陸基礎建設重要議題。中國大陸公路橋梁管理系統（China Bridge Management System, CBMS）由中國大陸交通部開發，1992 年完成 CBMS V1.0 版，1992 年成為交通部「八五」科技發展之重點項目。目前最新版本為 CBMS2012，為一路網層級之橋梁管理系統，使用者透過網路瀏覽器操作，圖 2.2 為 CBMS 系統畫面。CBMS2012 為網路系統，共有五大模組：(1)數據管理模組、(2)養護管理模組、(3)報表管理模組、(4)輔助決策模組、(5)系統管理模組。此外，CBMS2012 具有橋梁 3D 動態顯示功能，可依據橋梁結構及構件資料顯示 3D 模型，如圖 2.3 所示，同時透過不同顏色顯示整座橋梁等級，如圖 2.4 所示。

圖 2.2 CBMS 系統畫面

(資料來源：CBMS2012 使用者手冊)

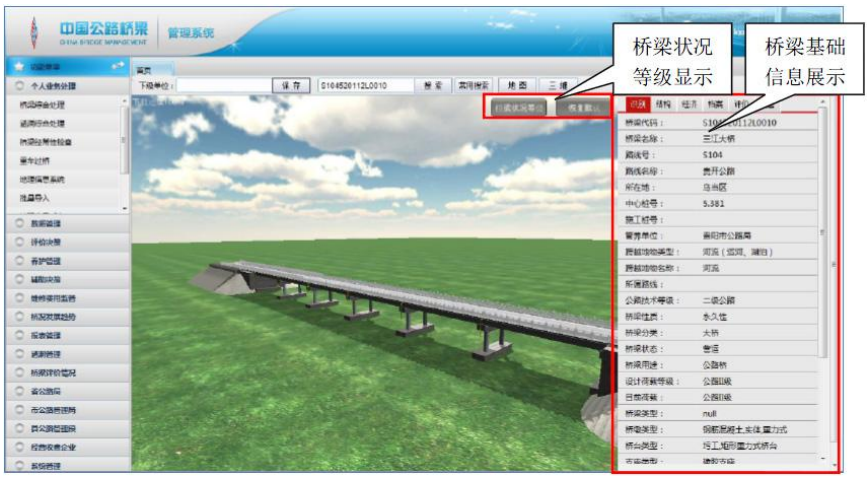


圖 2.3 CBMS 橋梁 3D 模型

(資料來源：CBMS2012 使用者手冊)

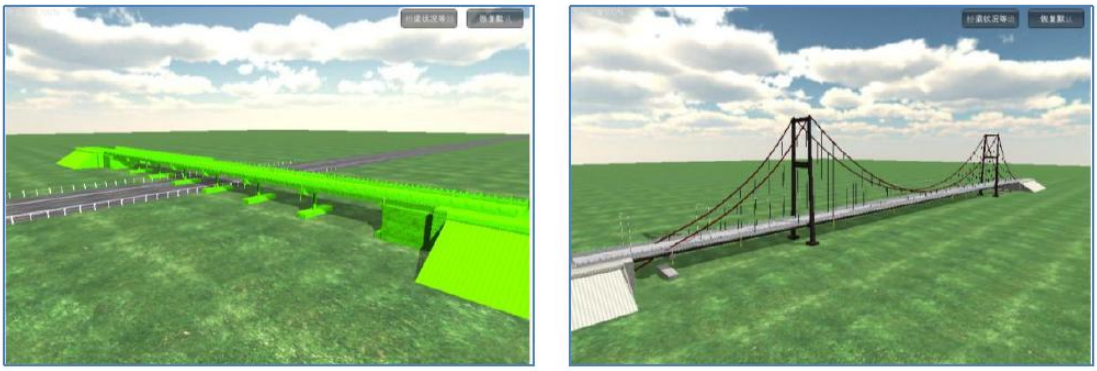


圖 2.4 CBMS 3D 橋梁等級顯示

(資料來源：CBMS2012 使用者手冊)

2.1.3 橋梁生命週期防災管理系統

財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心於 102 年開發路網層級之橋梁管理系統，稱為 NCREE-LCB-BMS，該系統為一套網路系統，並以 3D 構件化、行動化及客製化為開發重點。NCREE-LCB-BMS 之 3D 橋梁模型可與 2D 之 GIS 資訊整合(如 Google Map 或 Google Earth)；於行動化部份提出檢測人員可透過行動裝置進行橋梁檢測；於客製化部分則藉由系統模組整合，強化橋梁耐洪能力、耐震能力、載重能力及老舊劣化情形之掌握，並提出橋梁管理資訊儀表板之概念，如圖 2.5 所示。

圖 2.5 NCREE-LCB-BMS 橋梁管理資訊儀表板

(資料來源：國家地震工程研究中心「橋梁生命週期防災管理系統建置」成果報告)

2.1.4 各國橋梁管理系統比較

本研究蒐集加拿大、阿根廷、日本、丹麥、瑞典、愛爾蘭、西班牙及中國大陸之橋梁管理系統，並進行功能比較。從表 2.1 中可以發現，一個橋梁管理系統共同擁有之功能主要包含：(1)橋梁基本資料、(2)檢測資料、(3)橋梁狀況評估、(4)安全性評估、(5)維修排序，以及(6)成本估算功能，各系統均具備此 6 項功能或模組。在檢測方面，所有系統皆採用目視檢測法，並皆可記錄儲存至構件層級之檢測結果，並據以評估全橋狀況。

發展較先進之橋梁管理系統(例如美國、加拿大、日本及瑞典)則增加了劣化預測、預算編列及生命週期成本分析功能或模組。在各功能中，地理資訊系統並非所有系統均有，僅丹麥、瑞典、愛爾蘭、中國大陸及我國納入此功能，與系統發展成熟度並無絕對關聯。此外，中國大陸 CBMS 可建立 3D 橋梁模型，而我國開發之第二代 TBMS 亦具備 3D 橋梁模型，使用者可依據橋梁基本資料中所填之構件型式，自動繪製橋梁 3D 示意圖。

我國第一代 TBMS 特有之功能則為防災資訊模組，因近年豪雨及河床瞬時沖刷問題日益嚴重，橋梁管理單位十分重視跨河橋梁之安全，因此特別要求增加此一功能，並於雨量或水位(含水庫)達警戒值時，系統自動以簡訊通知相關人員，以發揮預警之功效。

表 2.1 各國橋梁管理系統（路網層級）功能比較

系統名稱		AASHTOWare - Bridge (PONTIS)	Quebec BMS	ADOT BMS	ABMS	NEXCO-BMS	DANBRO	BaTMan	EIRSPAN	SGP	CBMS	TBMS	第二代 TBMS	NCREE-LCB-BMS
開發國家		美國	加拿大	阿根廷	日本	日本	丹麥	瑞典	愛爾蘭	西班牙	中國大陸	中華民國(臺灣)	中華民國(臺灣)	中華民國(臺灣)
所屬單位		美國州公路及運輸官員協會	魁北克運輸部	交通部	青森縣政府	日本快速道路有限公司	公路局	公路局	NRA	公共工程部	交通部	交通部	交通部	國家地震工程研究中心
第一版發佈年份		1992	2008	2005	2005	2003	1988	1987	2001	2005	1992	2000	2015	尚未發佈
系統內橋數		約 60 萬座(分散於各州系統中)	8,700	2,000	未知	13,500	12,000	33,000	1,800	35,000	超過 10 萬	28,000	28,000	未知
系統功能	基本資料	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
	檢測資料	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
	狀況評估	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
	安全評估	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
	維修排序	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
	成本估算	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有	-
	預算編列	有	有	-	有	有	有	有	-	-	有	有	有	-
	劣化預測	有	有	-	有	有	-	有	-	-	-	-	-	有
	生命週期成本分析	有	有	-	有	有	-	有	-	-	-	-	-	-
	維修紀錄	有	有	-	-	有	有	有	有	-	有	有	有	有
	地理資訊系統	-	有	-	-	-	有	有		有	有	有	有	有
	防災資訊	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有	有	有
	3D 橋梁模型	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有	-	有	有
	檢測行為查核模組	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	有	-

2.2 專案層級三維橋梁管理系統

2.2.1 可攜式橋梁檢測支援系統

Yongxin Hu(2005)以可攜式電腦做為平台，建置一套三維檢測專家系統（Mobile Bridge Inspection Support System），採用 ASSHTO 檢測規範，藉由導入 Location-Based Computing 定位技術，讓使用者可透過特定之橋梁三維模型，逐步填寫各構件之劣化類型及檢測資料，如圖 2.6 所示。

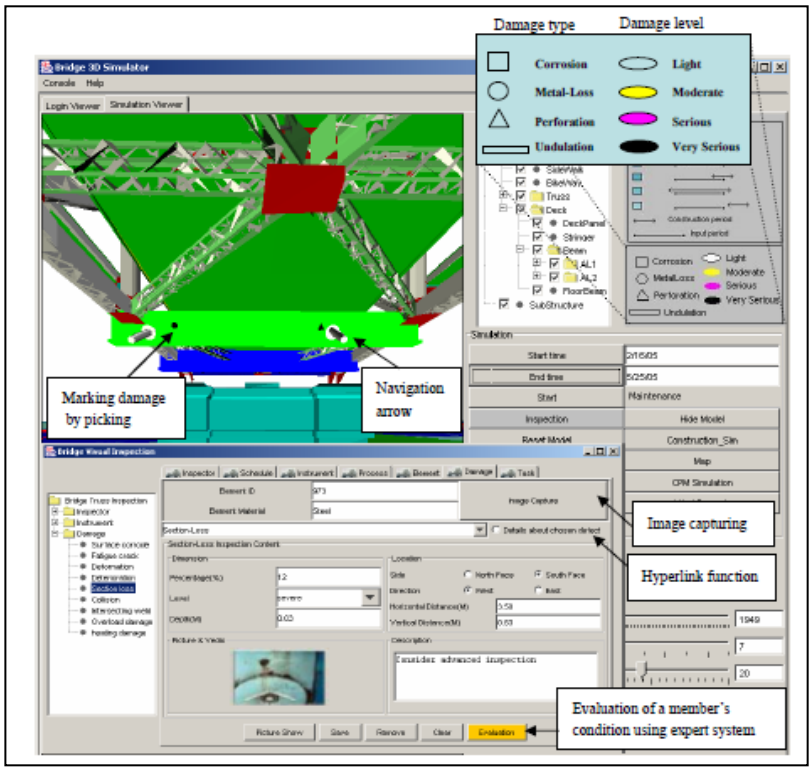


圖 2.6 Mobile Bridge Inspection Support System 畫面

2.2.2 Howsky3D 三維橋梁管理系統

天津國信浩天三維科技有限公司針對個別橋梁，客製化 Howsky3D 三維橋梁管理系統，以構件化管理，將二維之圖說及相關資訊整合於三維平台內，可進行構件模型查詢、構件屬性查詢、構件圖說查詢、構件及周邊構件位置查詢、構件隱藏/顯示/著色等多種功能。系統亦建立了橋梁基本資料庫，包含設施之資訊、劣化狀況紀錄及維修紀錄等，如圖 2.7 所示。

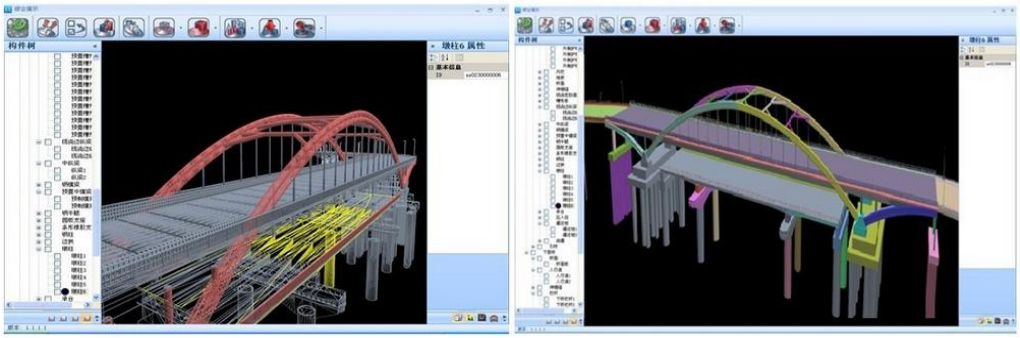


圖 2.7 Howsky3D 三維橋梁管理系統畫面

2.2.3 三維模型橋梁管理系統

Bien (2011)以座標為參數，建立一維至三維之橋梁構件模型，如圖 2.8 所示。該研究亦展示可在構件之模型上選擇劣化種類，並標註位置及範圍，如圖 2.9。此研究之過程類似專案型橋梁，可針對不同構件輸入參數以建立符合比例之橋梁模型，並非全部自動化。

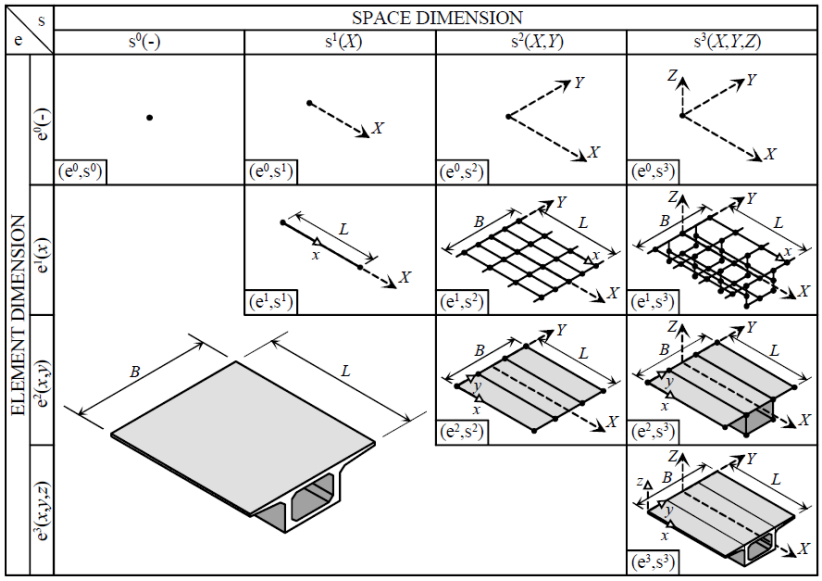


圖 2.8 以不同之座標參數建立一維至三維之構件模型

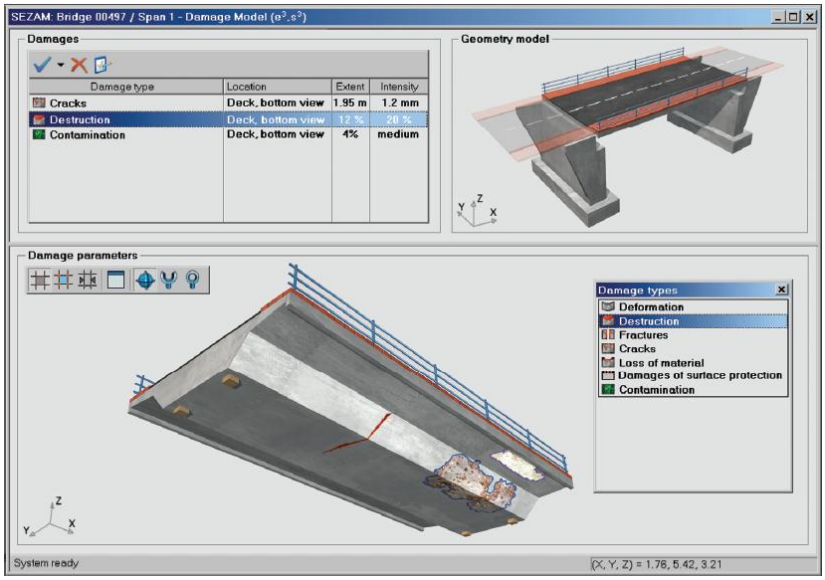


圖 2.9 在 3D 的構件模型上選擇列化類別並標註位置與範圍

2.2.4 三維橋梁目視檢測雛型系統

張文鴻(2012)以筆記型電腦為平台，開發一套三維橋梁目視檢測雛型系統，使用 HTML 並嵌入 Google Earth API 語法，於網頁中啟用 Google Earth 的介面，再將繪製好之橋梁三維模型載入。檢測人員開始進行橋梁檢測資料填寫時，可選擇整體檢測構件、逐墩檢測構件與逐跨檢測構件任一選單，提供使用者彈性的填

寫流程，如圖 2.10 所示。其中整體檢測構件共有 12 種，包含引道路堤、引道護欄、河道、引道護坡、橋台基礎、橋台、翼牆/擋土牆、面層、橋面排水設施、緣石及人行道、欄杆及護牆與其他；逐墩檢測構件包含橋墩保護措施、橋墩基礎、橋墩墩體/帽梁、支承/支承墊、止震塊/拉桿與伸縮縫共 6 種構件；逐跨檢測構件包含主構件(大梁)、次要構件(橫隔梁)與橋面版共 3 種構件。檢測人員填寫完檢測資料後，點選檢測資料功能選單中的橋梁劣化模型選項，系統依照已填寫的檢測資訊，在三維模型相應之構件位置顯示劣化圖示，並判斷構件的劣化程度(Degree)值，將橋梁模型中的劣化圖示以顏色分級，讓使用者可藉由劣化圖示快速辨識構件狀況，如圖 2.11 所示。

圖 2.10 三維橋梁目視檢測雛型系統檢測畫面

圖 2.11 三維橋梁目視檢測雛型系統劣化標示畫面

2.3 行動化橋梁檢測系統

隨著科技進步及 3G 無線網路發達,行動化裝置例如筆記型電腦、平板電腦，甚至手機皆已成為橋梁檢測之重要工具。國際上常見以筆記型或平板電腦，藉由網路連接橋梁管理系統（伺服器或主機）所開發之行動化橋梁檢測系統。

2.3.1 橋梁檢測應用程式

美國 Bentley 公司開發之 InspectTech Collector Mobile APP 如圖 2.12 所示，該 APP 主要適用於 iPad 及 Android 系統，可建立符合美國 National Bridge Inventory (NBI)之橋梁資料。該應用程式可運用 GPS 與電子地圖展示展示橋梁，並可運用照片、影片以及資料等,協助現地橋梁檢測時,相關資料之填寫與評估。據該公司評估，使用其行動裝置應用程式可節省 25%橋梁檢測時間。

圖 2.12 以 iPad 為行動裝置之橋梁檢測應用程式

2.3.2 橋梁檢測情境感知裝置

Akula (2015)嘗試將情境感知裝置(Context-Aware)應用於橋梁檢測,如圖 2.13 所示，透過 GPS、超寬頻（Ultra-wideband, UWB）、電子羅盤等裝置，預測檢測人員視線所見到之橋梁構件，再於平板電腦中顯示該構件之檢測表，以減少檢測人員操作電腦系統，進而增加檢測效率。該研究雖處探索測試階段，但隨著情境感知裝置應用日漸廣泛，未來應有機會正式運用於橋梁檢測。

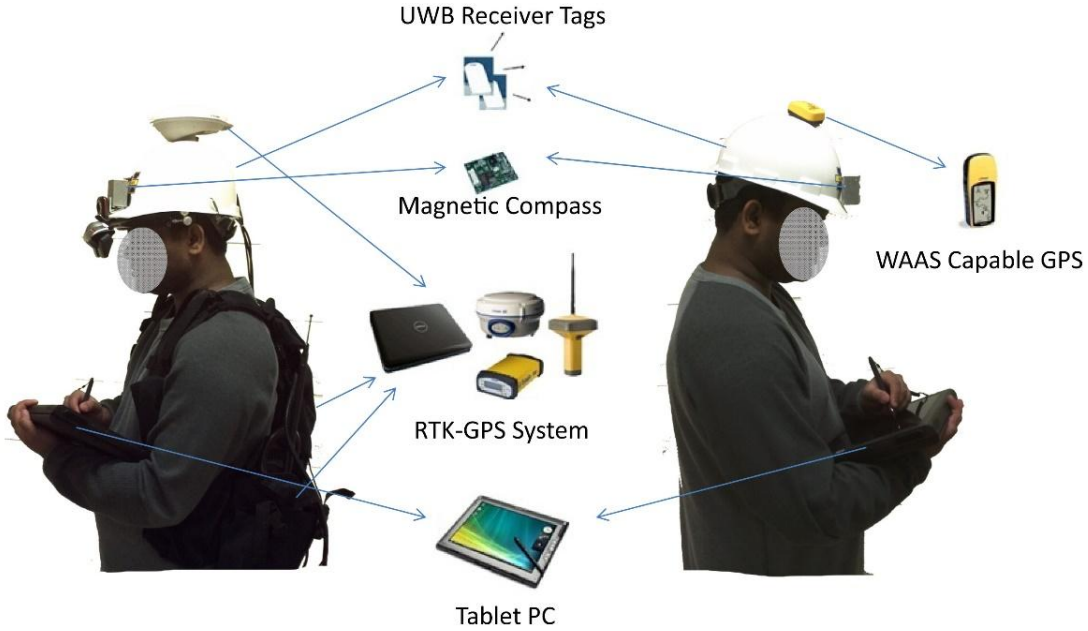


圖 2.13 情境感知裝置應用於橋梁檢測

2.4 桁架橋

2.4.1 桁架橋簡介

桁架（Truss）係以剛性直桿為材料，在桿件之兩端以銷釘（Pin joint）結合而成之剛性構架。桁架中之桿件稱為構件，接合點稱為節點。桁架係由很多二力桿件（Two-force member）鉸接組合而成，桁架最基本單元係由三根桿件組成之三角形，每增加兩根不共線桿件即產生一新節點，並逐漸擴充形成一穩定構架。桁架橋發明於 17~18 世紀，早期之桁架橋多為木造結構，且會增加屋頂，故稱為遮棚橋（Coverded Bridge），如圖 2.14 所示。19 世紀開始，鑄鐵及鋼材大量被運用於橋梁，鋼桁架橋因而逐漸取代木桁架橋，成為今日常見之桁架橋，圖 2.15 為美國早期興建之鐵路鋼桁架橋（1980 年代中期已廢棄）。

圖 2.14 木桁架橋（遮棚橋）

(資料來源：https://en.wikipedia.org/wiki/Covered_bridge)

圖 2.15 鋼桁架橋

(資料來源：https://commons.wikimedia.org/wiki/File:LittleManateeRiver.jpg)

2.4.2 造型分類

桁架橋造型多樣，最常見之 12 種形式分別為 Pratt、Howe、Fink、Bowstring、Waddell A Truss、Parker、Camelback、Double Intersection Pratt、Baltimore、Pennsylvania、K-Truss、Warren、Warren (with Verticals)、Double Intersection Warren 以及 Lattice，如圖 2.16 所示。

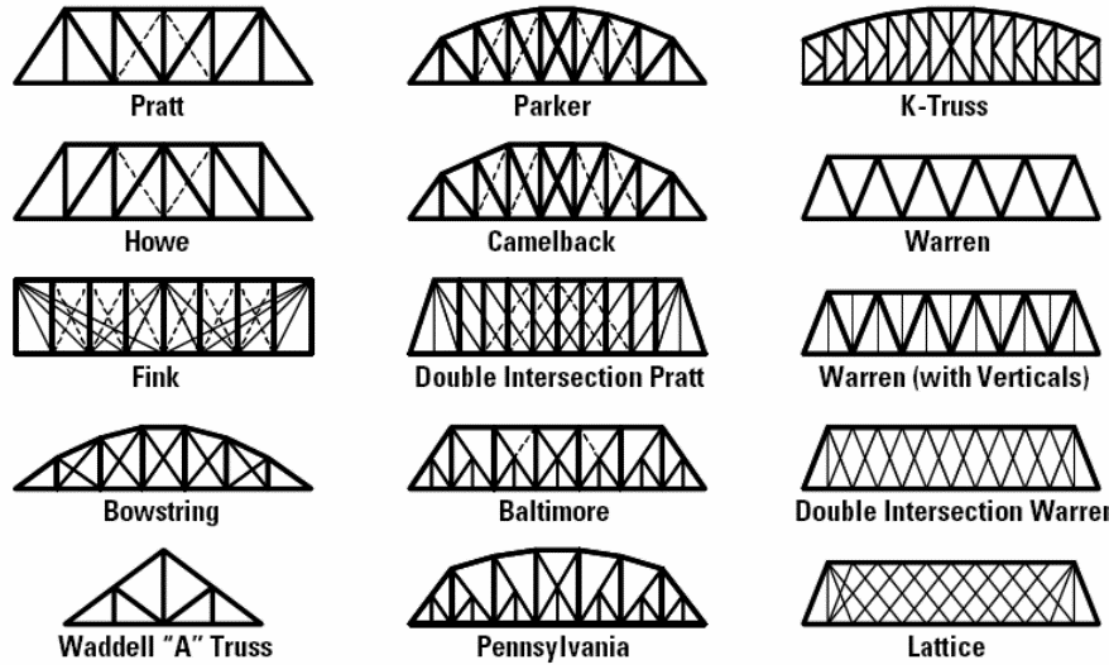


圖 2.16 常見之桁架形式

(資料來源：Designing and Building File-Folder Bridges)

2.4.3 構件分類

無論是何種造型之桁架橋，其基本結構均是由上弦(Top Chord)、下弦(Bottom Chord)、末端支撐柱(End Post)、直桁(Verticals)與斜桁(Diagonals)組合成垂直的平面桁架，兩片或多片垂直平面桁架中間，再由撐柱(Strut)、斜撐(Bracing)和板梁(Floor beam)連結而成，如圖 2.17 所示。

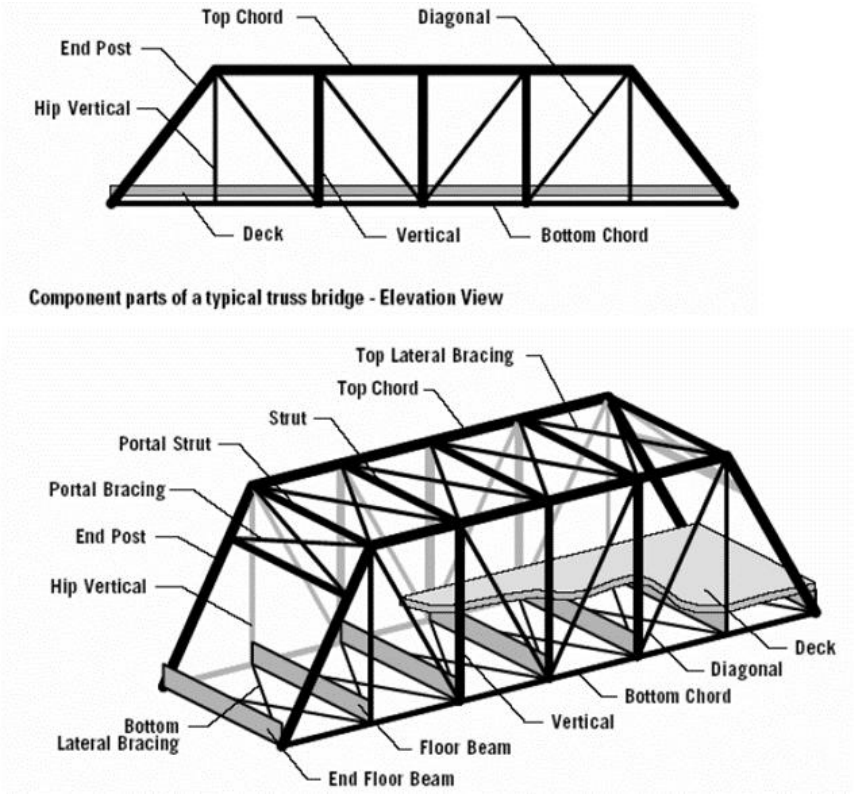


圖 2.17 桁架之構件分類

(資料來源：Designing and Building File-Folder Bridges)

2.4.4 橋版位置分類

就橋面版位置而言，桁架橋可分為以下三種類型，如圖 2.18 所示。

1. 下承式桁架（或稱穿越式桁架，Through Truss）：橋面位於桁架底部，車輛穿越桁架中間。
2. 半穿式桁架（Pony Truss）：橋面位於桁架底部，與下承式桁架不同之處在於桁架上方沒有撐柱及斜撐。
3. 上承式桁架（Deck Truss）：橋面位於桁架上方，車輛於桁架上方行駛。

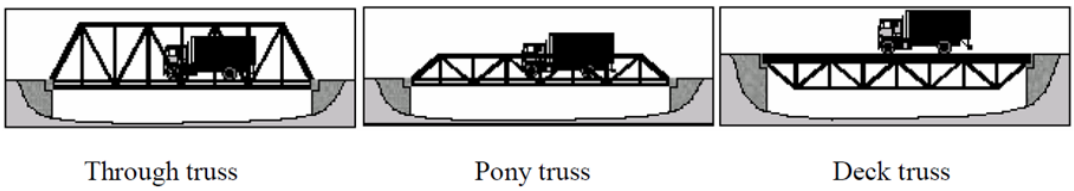


圖 2.18 桁架之種類

(資料來源：Designing and Building File-Folder Bridges)

2.4.5 節點分類

桁架橋之桿件接合處稱為節點，依其接合方式可分為兩種，如圖 2.19。

1. 鉸接（Pinned Connection）：用螺栓組合，成本較低，但節點勁度較差。
2. 剛接（Gusset plate connection）：用固定板(Gusset Plate)銲接組合，成本較高，但節點勁度較佳。

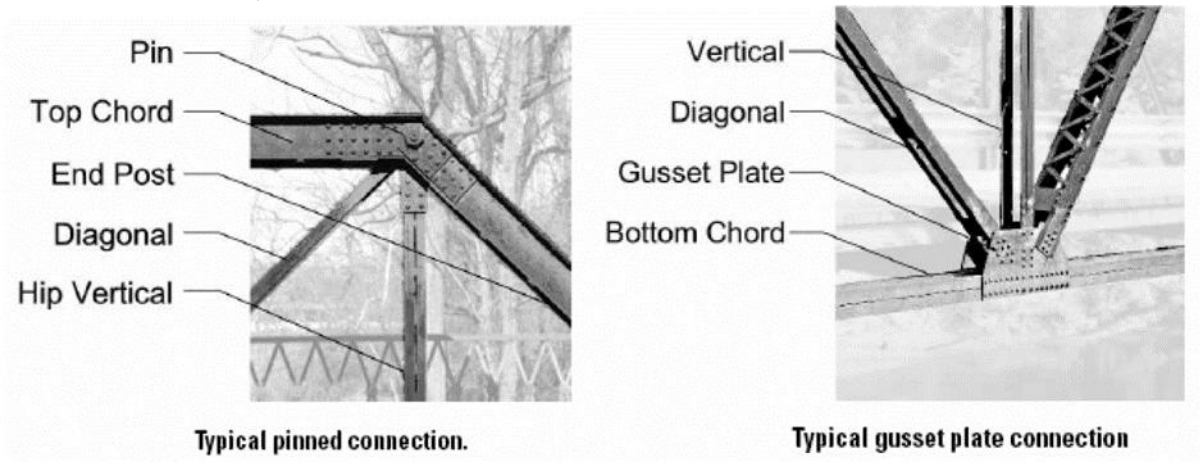


圖 2.19 桁架之節點分類

(資料來源：Designing and Building File-Folder Bridges)

2.4.6 桿件分類

桁架橋之桿件依其斷面可分成四種類型，分別為圓形實心桿（Solid Rod）、矩形實心桿（Solid Bar）、空心桿（Hollow Tube）及 I 型桿（I-Shape），如圖 2.20。

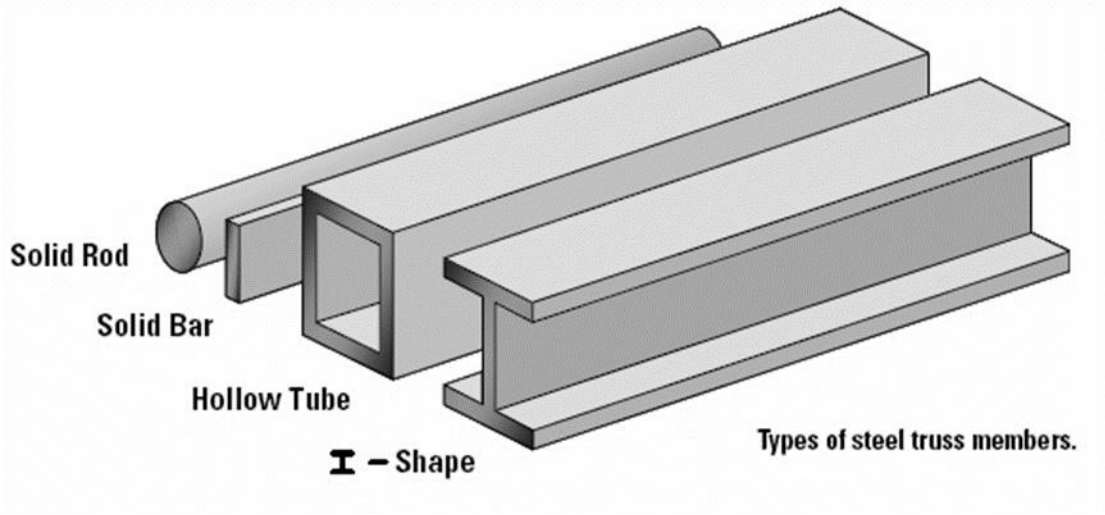


圖 2.20 桁架之桿件分類

(資料來源：Designing and Building File-Folder Bridges)

2.5 橋梁稽核作業

2.5.1 稽核之定義

ISO 9000:2015 針對稽核(Audit)的定義，係指有系統的、獨立的與文件化的過程，得到客觀的證據及評估，以決定稽核準則所達成之程度。在 ISO 10011 中，對品質稽核之實施又可分為內部與外部兩種，內部品質稽核作業，在 ISO 9001 明訂為必要之評鑑項目。內部品質稽核與外部品質稽核之差異，依據 ISO 10011 解說，主要是目的不同，內部品質稽核重點，在於確定品質系統達成品質目標之有效性，並提供被評鑑者改進其系統之機會；外部品質稽核的重點，則是為符合政府或公司的法規要求，或受登錄於認可之評鑑組織。

在 ISO 9001 品質管理系統中，要求明訂須建立公司的「內部稽核制度」，其要求內容包括：

1. 供應者應建立並維持書面程序，藉以規劃與執行內部品質稽核，以查證品質活動及其有關結果，是否與規劃之安排相符合，進而決定品質系統之有效性。
2. 內部品質稽核應依據稽核活動之重要性與狀況排定時程，且應由與受稽核活動無直接責任關係之人員執行。
3. 稽核結果應作成紀錄，並提請受稽核單位負責人注意。該單位之管理者應對稽核所發現之缺失採取適當矯正措施。
4. 後續追蹤稽核時，應查證並記錄所採矯正措施之執行情形與效果。

2.5.2 稽核之目的

稽核是一個獨立超然之稽查活動，一般而言「稽核制度」之設計與執行，可促使組織或品質系統達到以下幾個目的：

1. 確定品質系統要項與特定要求之符合或不符合情況。
2. 確定實施之品質系統，就達成規定品質目標之有效性。
3. 可提供被稽核單位改進品質系統之機會。
4. 為了符合法規要求。
5. 允許受稽核組織品質系統之認可登錄。

進行品質稽核時，必須要有依據才能有稽查之標準，而稽核依據會隨著稽核目的而異，一般而言，有以下幾個依據：

1. 客戶(採購者)與組織（供應商），或組織(供應商)與供應商(分包商)間之合約要求。
2. ISO 9000 品保系統之條文要求。
3. 公司品質手冊規定。
4. 品質系統診斷。

2.5.3 稽核類別

稽核的類別，從稽核者與被稽核者的觀點來看，稽核可分為以下三種稽核方式，其整體關係如圖 2.21 所示。

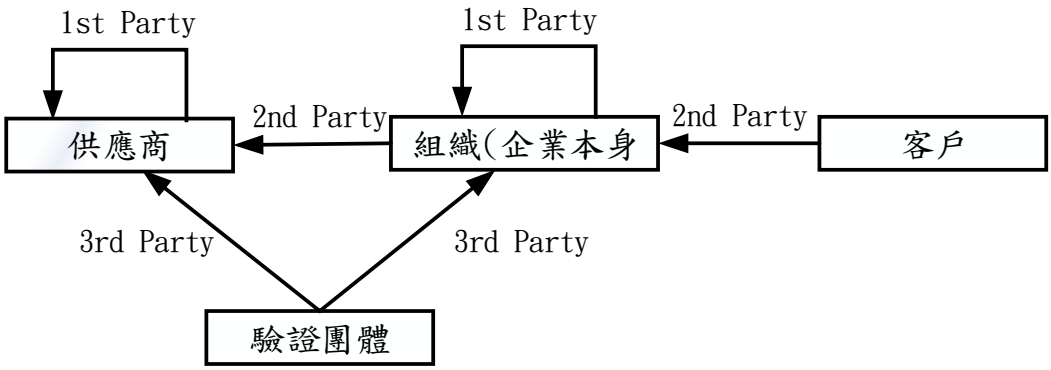


圖 2.21 稽核執行流程

1. 第一方(1st Party)：公司本身進行之品質功能稽核，意即「內部稽核」。
2. 第二方(2nd Party)：買賣雙方直接進行之品質稽核，例如客戶對組織、組織對供應商。
3. 第三方(3rd Party)：由代表第二者之第三者驗證團體進行之品質稽核，例如由認證團體代表登錄機構認證。

若從稽核內容之觀點來進行分類，稽核種類可分為七種：

1. 品質系統稽核
2. 供應商品質系統稽核
3. 製程能力稽核
4. 產品或服務品質稽核
5. 品質系統診斷，而尋求改善機會之稽核
6. 法規要求之稽核
7. 合約要求之稽核

2.5.4 美國橋梁稽核作業

依據「An Audit Report on The Department of Transportation's Bridge Inspection Program, December 2009, Report No. 10-017」以及「Report of the Auditor General of Alberta, October 2012」，美國在橋梁方面之稽核採用 ISO 品質稽核制度，由品質控制、品質保證與外部稽核組成，其外部稽核是以橋梁檢查與維修之預算、橋梁檢測之正確性、橋梁檢測之時效性為主，目的在於確保橋梁檢查是否按照聯邦和各州之法律和機關政策執行，確認是否確實執行橋梁檢查以維護用路人安全，並針對各工程處進行預算執行審查，執行方式為審查部門之政策和程序，訪談橋梁管理人員和事務處人員，收集分析文件和數據，並執行所選之測試和其他程序，最後針對所發現之問題提出改善建議，以作為相關單位日後改善之依據。

前述報告針對德州之五個縣市 Dallas、Fort Worth、Houston、Yoakum、Waco 進行橋梁稽核，其中 Dallas 管轄橋梁數為 5,742 座，Fort Worth 為 3,570 座，Houston 為 5,487 座，Yoakum 為 2,765 座，Waco 為 2,660 座，五座城市共 20,224 座橋梁，於其中抽選 303 座橋梁進行稽核，檢視其 QC、QA 的成果，抽選比率約為 1.5%，除了文件稽核外，稽核內容包含橋梁檢測人員訪談，確保檢測程序符合規範，並確認橋梁狀況無虞。

2.5.5 我國橋梁稽核作業

我國橋梁外部稽核作業，目前由交通部委託財團法人中華顧問工程司(簡稱「中華顧問司」)執行，整體流程如圖 2.22 所示，主要工作項目如后。

1. 依「公路養護規範」各公路養護管理機關定期檢測之間隔以不超過兩年為原則，故各縣市政府至少每兩年需對所管轄橋梁辦理一次定期檢測作業，估計平均每年全國縣市政府檢測總橋梁數約 9,000~10,000 座。
2. 自 102 年起由各縣市政府辦理橋梁檢測及維護管理之品質保證作業及督導顧問公司辦理橋梁檢測品質管制作業。
3. 透過採購程序，由顧問公司辦理橋梁檢測業務並負責品質控制(QC)。
4. 進行橋梁檢測業務的同時，由縣市政府自辦或委託第三認證單位辦理品質保證(QA)。
5. QA 檢核以隨機抽樣為原則，用以代表全部橋梁檢測資料之信賴水準。
6. 完成 QC 與 QA 作業後，各縣市政府將成果送交中華顧問司辦理外部稽核(Audit)，包括資料庫內容書面稽核及現地抽檢橋梁複驗。
7. 中華顧問司彙整各縣市提送成果資料後，交由評鑑委員進行書面初審，並請委員指定現地稽核事項。
8. 彙整委員評閱意見並請受稽核之縣市政府預作準備。
9. 邀請委員進行現地複檢作業，請縣市政府併到場說明，並於複檢後彙整各委員現地審查意見。
10. 外部稽核結果納入年度評鑑參考。
11. 每年循環步驟 3~步驟 10 反覆執行。

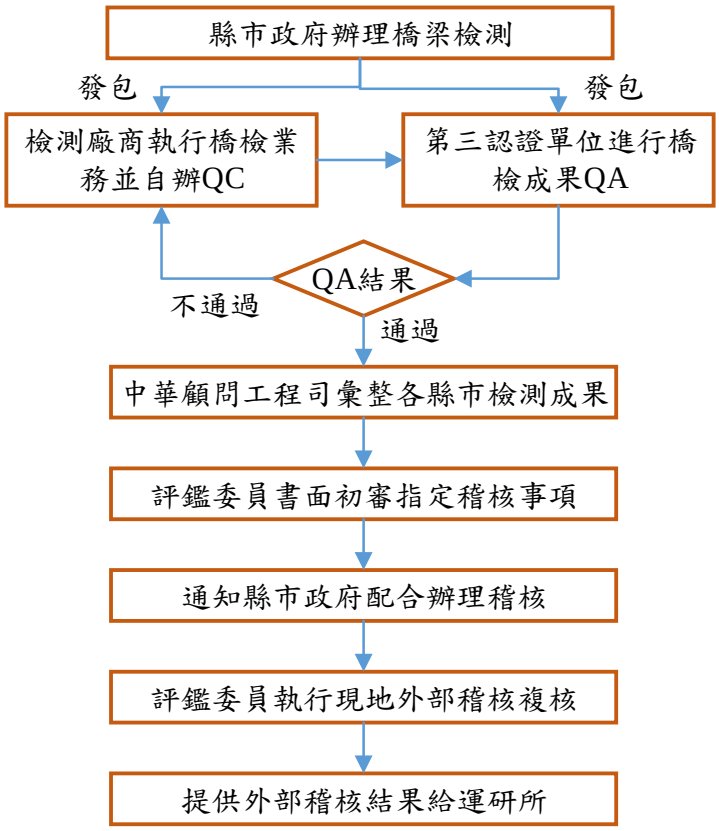


圖 2.22 橋梁檢測作業外部稽核執行流程

2.6 抽樣方法

2.6.1 分層抽樣法(Stratified sampling)

分層隨機抽樣係經常被採用之抽樣方法，當受查母體內各個抽樣單位之變異甚大時，意即分散度很大或具有歪度(skewness)時，若採用簡單隨機抽樣，可能使分布兩端的單位難以被抽中，或者抽出太多極端樣本，因而失去母體代表性。反之，若按照母體分布狀態將其抽樣單位分為大、小二層或更進一步細分時，易造成各層各單位間之變異程度較低，而各層間之變異程度較高；根據變異數分析原理，層間變異愈大則層內變異愈小，因此各層樣本之代表性會增高，將其合併以估計整個母體總合或平均值，較能獲得準確度較佳之估計結果。

分層抽樣法是按特定原因或標準，將抽樣單位個數分別定為 N_1、N_2...到 N_L，簡稱為層(stratum)，各層加總即為母體單位總數，如公式 2.1 所示。

$$\sum_{h=1}^{L} N_h = N \qquad \text{(公式 2.1)}$$

上式中 N 為母體中單位總數，h 為層號。以簡單隨機抽樣法，分別從各層獨立的抽出 n_1、n_2...到 n_L 個單位組成一個含有 n 個單位的樣本，如公式 2.2 所示。

$$\sum_{h=1}^{L} n_h = n \qquad \text{(公式 2.2)}$$

根據此樣本中各單位的平均$\bar{x}_h$與母體各層單位的個數 N_h 去推估母體平均，如公式 2.3。

$$\hat{\mu}_h = \sum_{h=1}^{L} \frac{N_h}{N} \bar{x}_h \qquad \text{(公式 2.3)}$$

分層隨機抽樣法的優點是：(1)可增加樣本代表性；(2)可提高估計準確度；(3)可分別獲得各層之訊息，並進行各層間之比較分析；(4)可在各層設立行政單位，以便於執行；(5)可視各層情形，採取不同抽樣方法。

分層隨機抽樣法之限制是：(1)分層變數之選取，要與所欲估計之特徵值具有高度相關；(2)層數要配合母體之分配狀況；(3)決定分層標準時，各層不能有重疊現象；(4)各層樣本配置方法和分層後樣本資料之整理及估計較複雜。因此，使用分層隨機抽樣法之最佳時機為：(1)母體內樣本單位差異較大時，以及(2)當分層後能達到層間差異大，層內差異小之狀態。

2.6.2 分層隨機抽樣法的配置問題

分層隨機抽樣法中，最高準確度及最低成本取決於各層抽取樣本數或配置數，一般而言，配置方法可分為(1)均等配置、(2)比例配置、(3)最適配置和(4) Neyman 配置四種，分述如下：

1. 均等配置(Equal allocation)

將總樣本個數平均配置於各層，各層中抽取相同個數之樣本，此即所謂均等配置。在均等配置中，第 h 層樣本數 n_h 之計算如公式 2.4 所示。

$$n_h = \bar{n} = \frac{n}{L} \quad (h = 1,2,\cdots,L) \qquad \text{(公式 2.4)}$$

其中 n 為總樣本個數，L 為總層數。由於均等配置並未討論各層本身所含單位多寡及層內變異大小，自然其準確度不會很高，因此只適於各層大小略為相等且變異程度相似之母體下使用。

2. 比例配置(Proportional allocation)

比例配置是按照各層含有單位數多寡比例配置樣本，如公式 2.5 所示。

$$\frac{n_1}{N_1} = \frac{n_2}{N_2} = \cdots\cdots = \frac{n_h}{N_h} = \cdots\cdots = \frac{n_L}{N_L} \qquad \text{(公式 2.5)}$$

在比例配置中，第 h 層樣本數 n_h 之計算如公式 2.6 所示。

$$n_h = \frac{N_h}{N} \cdot n \quad (h = 1,2,\cdots,L) \qquad \text{(公式 2.6)}$$

其中 N_h 為第 h 層所含有之單位數。

3. 最適配置法(Optimum allocation)

最適配置法是在總預算成本為 C，樣本個數固定為 n，第 h 層單位抽樣成本為 C_h 情況下，欲使平均變異數為最小時採用之配置方法。最適配置中第 h 層須抽出之樣本數 n_h，其計算如公式 2.7 所示。

$$n_h = \frac{N_h S_h \big/ \sqrt{C_h}}{\sum_{h=1}^{L} N_h S_h \big/ \sqrt{C_h}} \qquad \text{(公式 2.7)}$$

上式中 S_h 為第 h 層之層內均方。n_h 和 $N_h S_h$ 成正比例，意即當 N_h 或 S_h 大時，第 h 層就必須多抽取樣本，當層內各單位間之差異越大，越是須要較大之樣本，才能具有代表性。由上式可知 n_h 和 $\sqrt{C_h}$ 成反比，意即應儘量從 C_h 較小之層內抽取較多樣本個數。若各層單位抽樣成本相等且變異情形相似，則公式 2.7 之 S_h 和 $\sqrt{C_h}$ 便可略去，並簡化為公式 2.8。

$$n_h = \frac{N_h}{\sum N_h} \cdot n = \frac{N_h}{N} \cdot n \qquad \text{(公式 2.8)}$$

4. Neyman 配置(Neyman allocation)

此法首先由 Neyman 提出，故稱為 Neyman 配置。在某些情形下，各層單位抽樣成本 C_h 差異不大，因此公式 2.7 中之 C_h 可省略而成為公式 2.9。

$$n_h = \frac{N_h S_h}{\sum_{h=1}^{L} N_h S_h} \cdot n \qquad \text{(公式 2.9)}$$

2.7 本章小結

國際上有關橋梁管理之發展趨勢，於「路網層級」之橋梁管理系統中，各國系統常見之功能模組包含(1)橋梁基本資料、(2)檢測資料、(3)橋梁狀況評估、(4)安全性評估、(5)維修排序，以及(6)成本估算等功能模組。先進國家之橋梁管理

系統，如美國、加拿大、日本及瑞典等國之系統多具備(7)劣化預測、(8)預算編列，以及(9)生命週期成本分析功能或模組。地理資訊系統並非所有系統都有，僅丹麥、瑞典、愛爾蘭、中國大陸及我國有此功能，與系統發展之成熟度無絕對關聯。此外，以視覺化展示橋梁 3D 模型，並用以輔助橋梁管理作業，逐漸成為各國橋梁管理系統發展之趨勢，從各國較先進之「專案層級」橋梁管理系統可知，3D 橋梁模型之開發與針對個別構件標註劣化情況，甚至加入時間因素以成為 4D 之橋梁管理系統，已成為橋梁管理系統發展之重點。

拜電腦科技進步與無線網路普及，利用可攜式電腦連接橋梁管理系統進行橋梁檢測已非難事，安裝於行動裝置上之橋梁檢測應用程式(APP)，不但能協助檢測人員進行橋梁檢測，同時也能增進檢測效率；此外，情境感知科技也隨著行動裝置快速發展，未來可能會逐漸運用於橋梁檢測。

本桁架橋方面，本章回顧了國外對於桁架橋之結構型式及構件分類，可作為第二代 TBMS 桁架橋構件化之參考。在外部稽核方面，本章回顧了美國及我國橋梁稽核方式，由文獻中可知，美國進行抽樣 1.5%橋梁時，並未使用特殊抽樣理論或方法，其抽樣之目的主要在於確認 QC 及 QA 作業是否符合規範進行，與我國現行外部稽核作法不同。

(本頁空白)

第三章　前期第二代 TBMS 主系統完成部分

3.1 第二代 TBMS 主系統架構

第二代 TBMS 主系統為一網路系統，使用者可透過個人電腦、手提電腦或平板電腦，使用網路瀏覽器連結 Internet 操作第二代 TBMS。第二代 TBMS 主系統分為 1.基本資料模組、2.檢測資料模組、3.維修紀錄模組、4.統計分析模組、5.決策支援模組、6.常用管理功能模組、7.橋況分析模組、8.地理資訊模組、9.防災資訊模組以、10.資料交換模組以及 11.檢測行為查核模組，主系統會透過近端網路連接至系統資料庫，進行資料之存取。圖 3.1 為第二代 TBMS 主系統之系統架構圖，本章僅說明 102 及 103 年度完成功能，104 年完成功能於第五章說明。

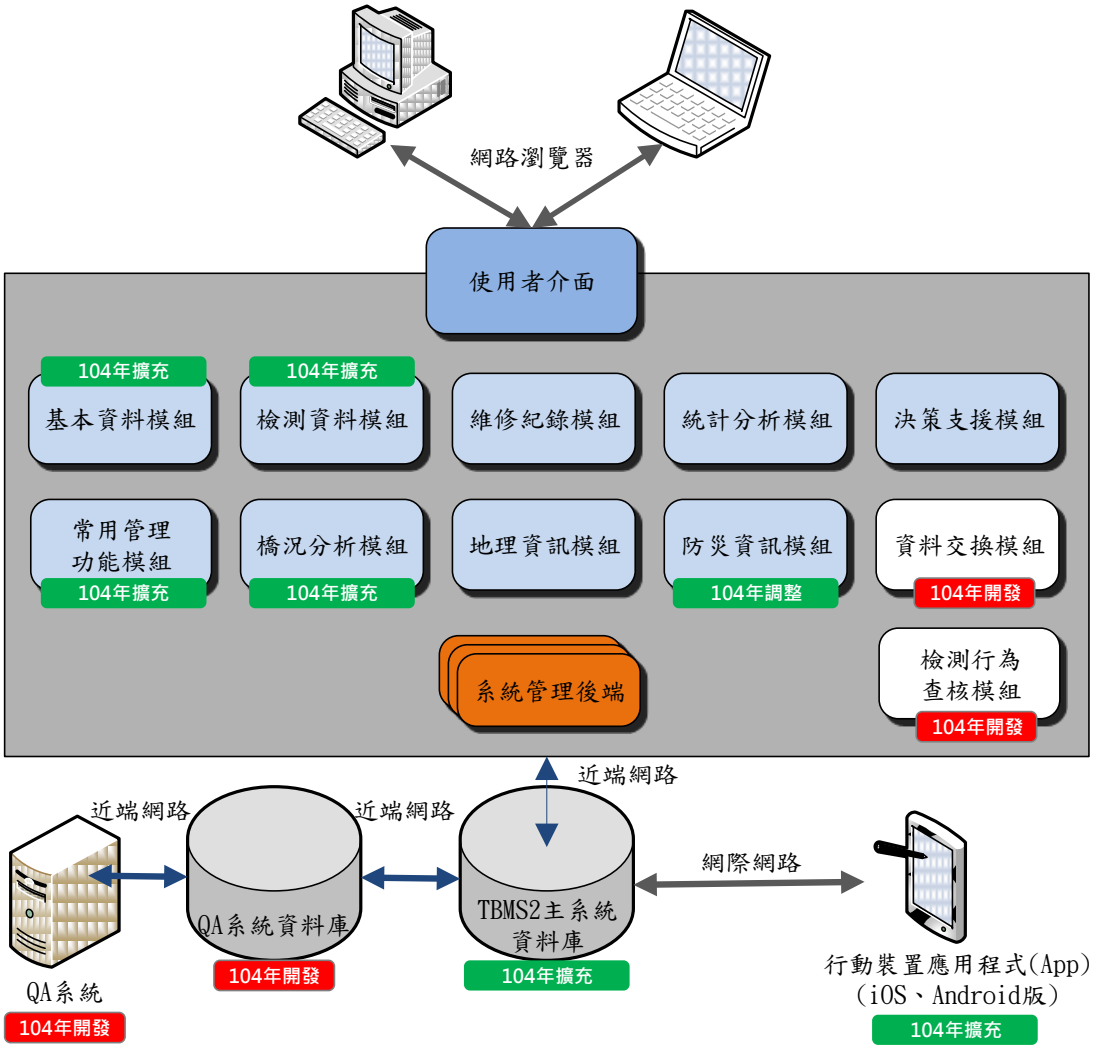


圖 3.1 第二代 TBMS 主系統架構圖

3.2 主系統橋梁基本資料模組

第二代 TBMS 為構件化之資料庫架構，圖 3.2 為第一代 TBMS 之橋梁基本資料架構，圖 3.3 則為第二代 TBMS 之橋梁基本資料架構，原本於第一代 TBMS 中之橋台、橋墩及橋孔資料，於第二代 TBMS 中已按照 DER&U 橋梁構件分類方式拆成不同資料表，而第一代 TBMS 中未建立之橋梁構件資料，則於第二代 TBMS 中予以補齊。

圖 3.2 第一代 TBMS 橋梁基本資料表架構圖

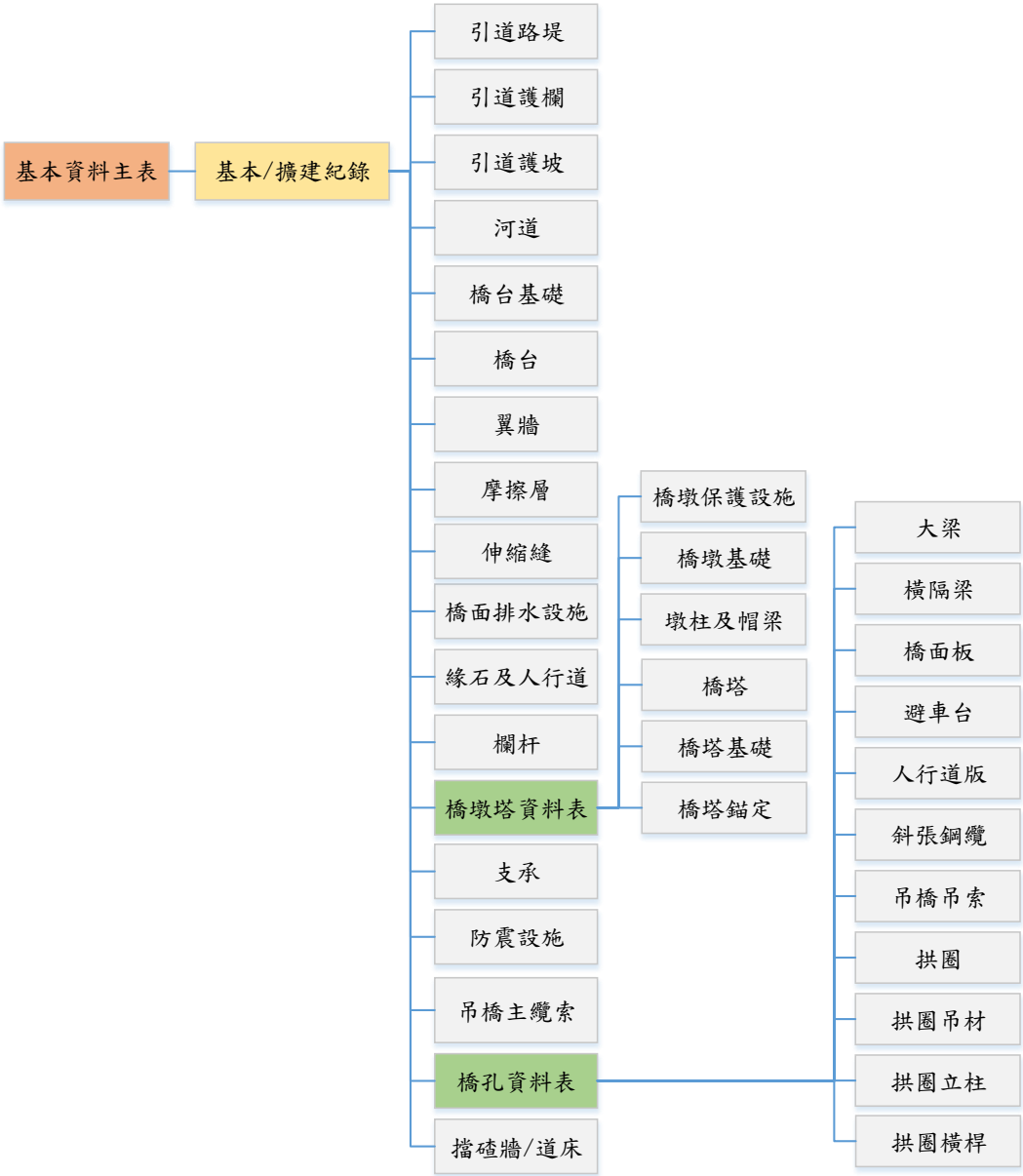


圖 3.3 第二代 TBMS 橋梁基本資料表架構圖

表 3.1 顯示第一代 TBMS 與第二代 TBMS 基本資料中構件資料紀錄表格與記錄方式之差異，其中引道路堤、引道護欄、引道護坡、橋面排水設施、緣石及人行道、欄杆、避車台、人行道版以及擋碴牆/道床，在第一代 TBMS 中並無相關的基本資料欄位，於第二代 TBMS 中已增加該些構件之構件資料表；而二代 TBMS 中針對橋墩基礎、墩柱及帽梁、橋塔錨定、大梁、斜張鋼纜、吊橋吊索、拱圈、橫桿、吊材及立柱採逐各輸入，與一代 TBMS 相較，資料量將大為增加，以大梁為例，在一代 TBMS 中，一跨無論有多少支梁，僅需在橋孔資料表中輸入該跨之大梁型式及材質，但在第二代 TBMS，需針對該跨每一跟大梁各別輸入型式及材質。

表 3.1 兩代 TBMS 基本資料欄位差異

NO	構件名稱	一代系統紀錄表格/方式	二代系統紀錄表格/方式
1	引道路堤	無紀錄	引道路堤資料表/逐引道路堤
2	引道護欄	無紀錄	引道護欄資料表/逐引道護欄
3	引道護坡	無紀錄	引道護坡資料表/逐引道護坡
4	河道	基本資料主表/全橋一筆	河道資料表/全橋一筆
5	橋台基礎	橋台資料表/逐橋台	橋台基礎資料表/逐橋台基礎
6	橋台	橋台資料表/逐橋台	橋台資料表/逐橋台
7	翼牆	橋台資料表/逐橋台	翼牆資料表/逐翼牆
8	摩擦層	基本資料主表/全橋一筆	摩擦層資料表/全橋一筆
9	伸縮縫	橋台、墩資料表/逐橋台、墩	伸縮縫資料表/逐伸縮縫
10	橋面排水設施	無紀錄	橋面排水設施資料表/全橋一筆
11	緣石及人行道	無紀錄	緣石及人行道資料表/全橋一筆
12	欄杆	無紀錄	欄杆資料表/全橋一筆
13	橋墩保護設施	橋台、墩資料表/逐橋台、墩	橋墩保護設施資料表/逐橋墩
14	橋墩基礎	橋墩資料表/逐橋墩	橋墩基礎資料表/逐墩柱
15	墩柱及帽梁	橋墩資料表/逐橋墩	墩柱及帽梁資料表/逐墩柱
16	橋塔	橋墩資料表/逐橋墩	橋塔資料表/逐橋塔
17	橋塔基礎	橋墩資料表/逐橋墩	橋塔基礎資料表/逐橋塔
18	橋塔錨定	橋墩資料表/逐橋墩	橋塔錨定資料表/逐錨定裝置
19	吊橋主纜索	橋孔資料表/逐橋孔	吊橋主纜索資料表/逐主纜索
20	支承	橋台、墩資料表/逐橋台、墩	支承資料表/逐橋台、墩
21	防震設施	橋台、墩資料表/逐橋台、墩	防震設施資料表/逐橋台、墩
22	大梁	橋孔資料表/逐橋孔	大梁資料表/逐大梁
23	橫隔梁	橋孔資料表/逐橋孔	橫隔梁資料表/逐橋孔
24	橋面板	橋孔資料表/逐橋孔	橋面板資料表/逐橋孔
25	斜張鋼纜	橋孔資料表/逐橋孔	斜張鋼纜資料表/逐斜張鋼纜
26	吊橋吊索	橋孔資料表/逐橋孔	吊橋吊索資料表/逐吊索
27	拱圈	橋孔資料表/逐橋孔	拱圈資料表/逐拱圈
28	拱圈橫桿	橋孔資料表/逐橋孔	拱圈橫桿資料表/逐橫桿
29	拱圈吊材	橋孔資料表/逐橋孔	拱圈吊材資料表/逐吊材
30	拱圈立柱	橋孔資料表/逐橋孔	拱圈立柱資料表/逐立柱
31	避車台	無紀錄	避車台資料表/逐橋孔
32	人行道版	無紀錄	人行道版資料表/逐橋孔
33	擋碴牆/道床	無紀錄	擋碴牆/道床資料表/全橋一筆

橋梁基本資料主表如圖 3.4 所示，欄位與第一代 TBMS 相似，可直接從第一代 TBMS 轉換至第二代；針對必填欄位，於欄位名稱左側會標示「*」，同時欄位之底色會改變為鮮黃色，若必填欄位為空白，則系統會阻擋使用者新增或修改該筆資料，提醒使用者有必填欄位未填寫，同時欄位會變為紅色，另外針對一些重要欄位，會以淺藍之底色為識別，但該些欄位空白並不會被系統阻擋新增或修改；若橋梁有擴建，可新增擴建紀錄，如圖 3.5 所示。

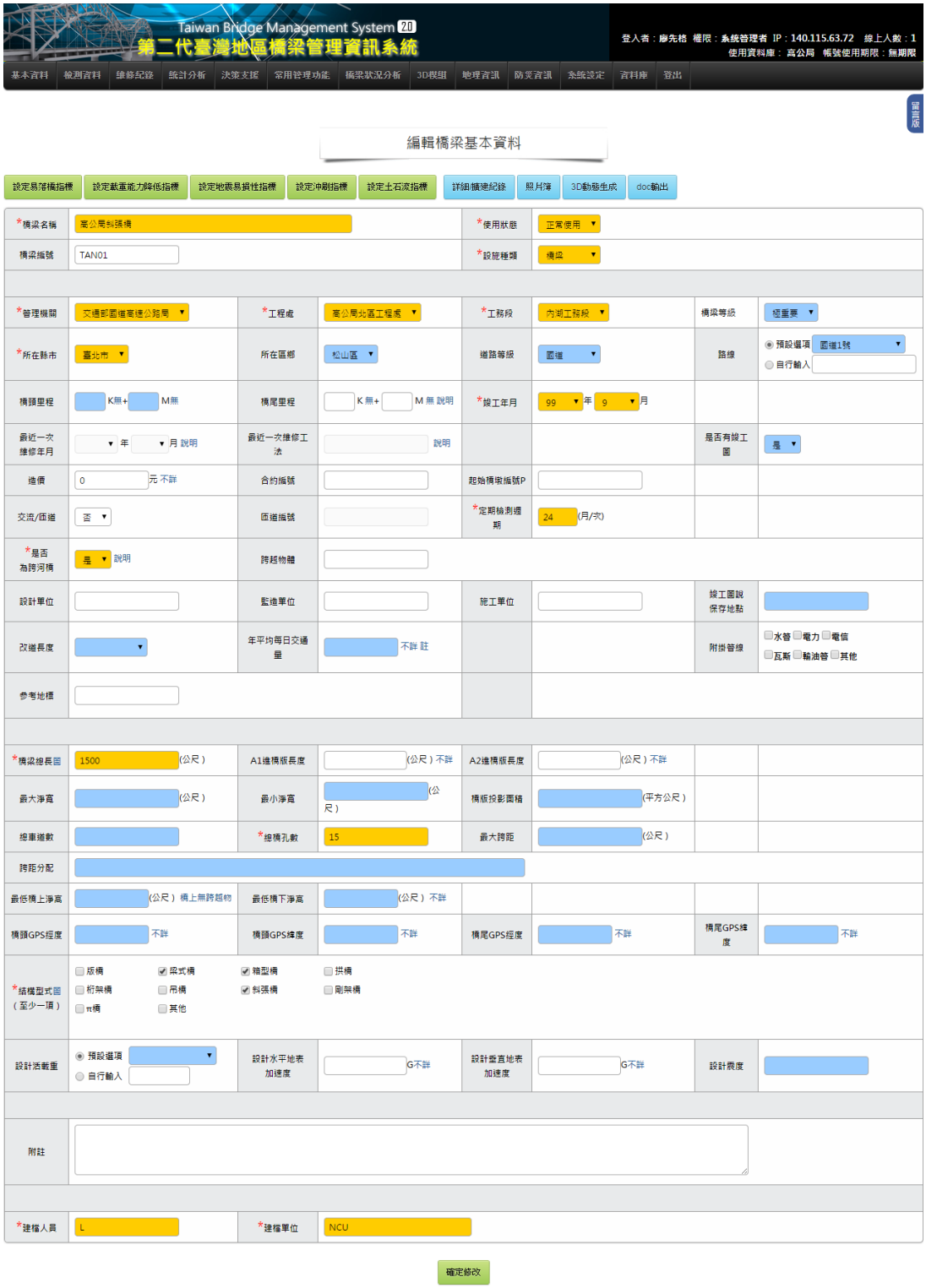


圖 3.4 第二代 TBMS 橋梁基本資料表主表

圖 3.5 第二代 TBMS 橋梁擴建紀錄

第二代 TBMS 可針對橋梁存在之構件個別新增構件資料，圖 3.6 中左側為橋梁構件類別，點選要新增之構件類別，即可新增構件資料，以伸縮縫為例，使用者僅需視該橋有多少道伸縮縫，便新增多少筆伸縮縫資料，每道伸縮縫可標註其位置（屬第幾根橋墩或第幾座橋台）、型式及伸縮量等資訊，如圖 3.7 所示。

圖 3.6 第二代 TBMS 橋梁構件資料表

圖 3.7 第二代 TBMS 伸縮縫資料列表

3.3 主系統 3D 橋梁模型

在第二代 TBMS 中，依照使用者輸入各跨構件之型式及數量，系統即會自動將各個構件組合成為 3D 橋梁示意模型(僅具數量及型式，非依照構件真實尺寸及比例繪製)，圖 3.8 為主系統自動生成之 3D 橋梁示意模型，3D 模型可放大、縮小及平移，並且構件樣式會隨橋梁基本資料之更動而改變，如圖 3.9 即為將圖 3.8 之模型翻轉後之仰視圖，可看到各跨之大梁型式及數量均相異、橋墩及橋墩基礎也有所不同。

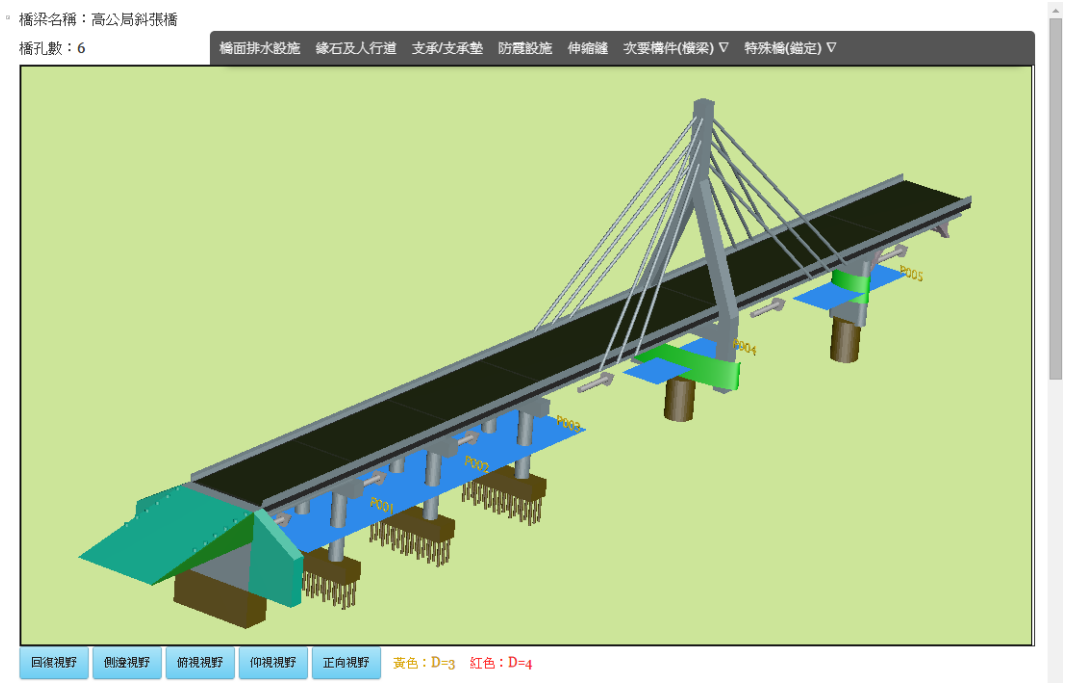


圖 3.8 主系統 3D 橋梁示意模型

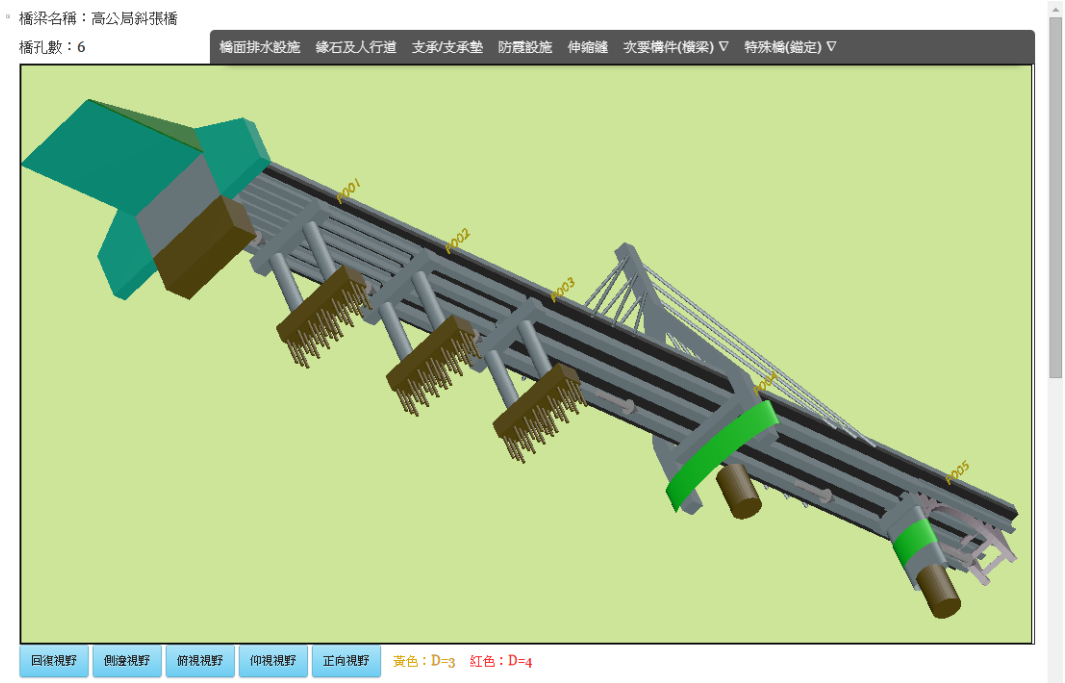


圖 3.9 仰視之 3D 橋梁示意模型

系統除了如圖 3.8 之預設視野外，另外提供側視、俯視、正視及仰視共四種快速切換視野，如圖 3.10 所示，方便使用者調整到所需之角度，或在自由旋轉後快速回到預設之視角。目前第二代 TBMS 中已可生成版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋(如圖 3.11)、斜張橋(如圖 3.12)、吊橋(如圖 3.13)及 π 橋(如圖 3.14)，而不同結構型式之橋梁亦可透過基本資料之編輯，組合成具多種結構型式之複合橋，如圖 3.15 即為拱橋、梁式橋與斜張橋組成之複合橋。

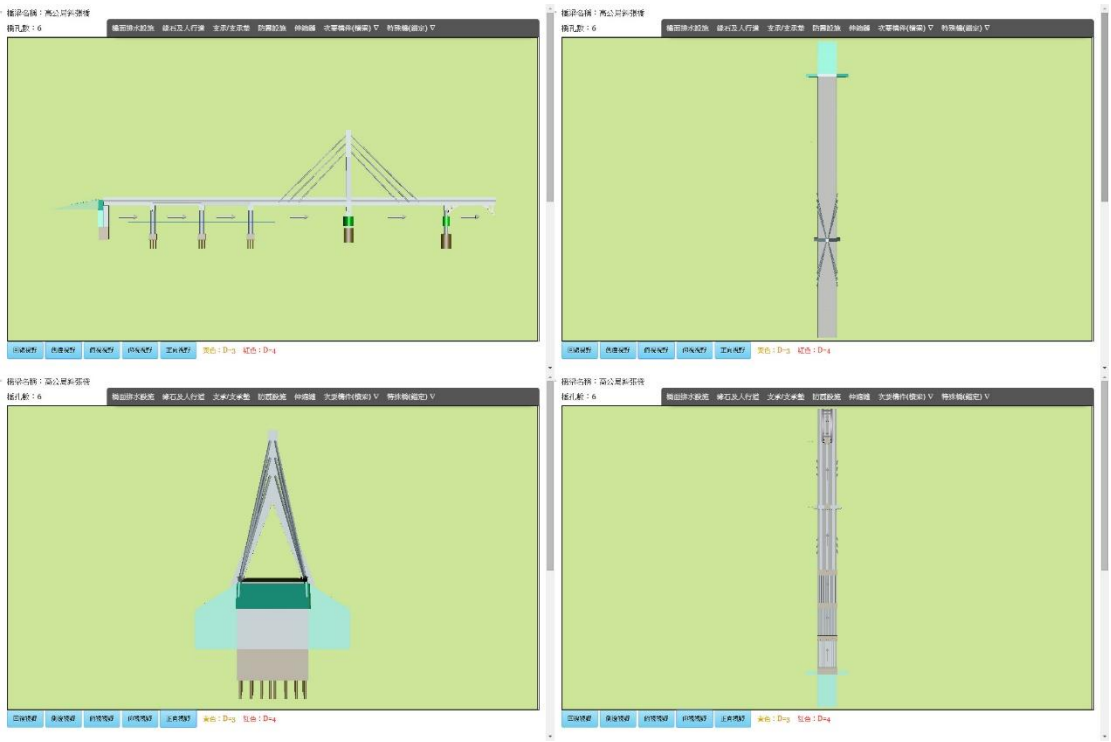


圖 3.10 不同預設視野之 3D 模型

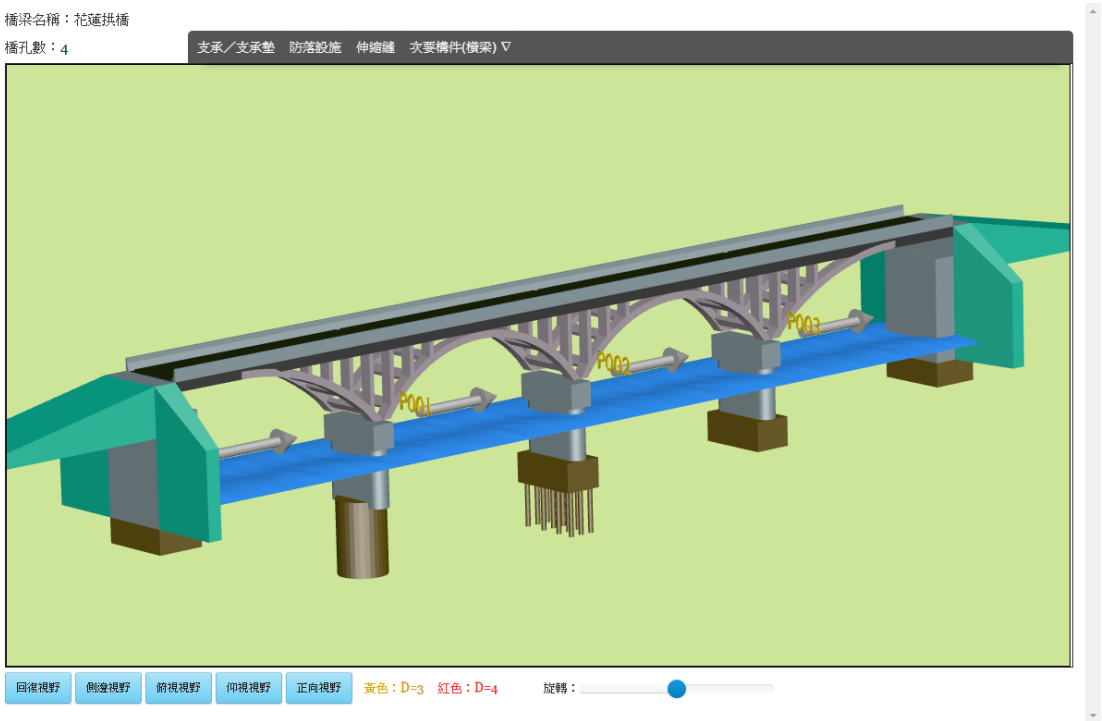


圖 3.11 拱橋自動生成畫面

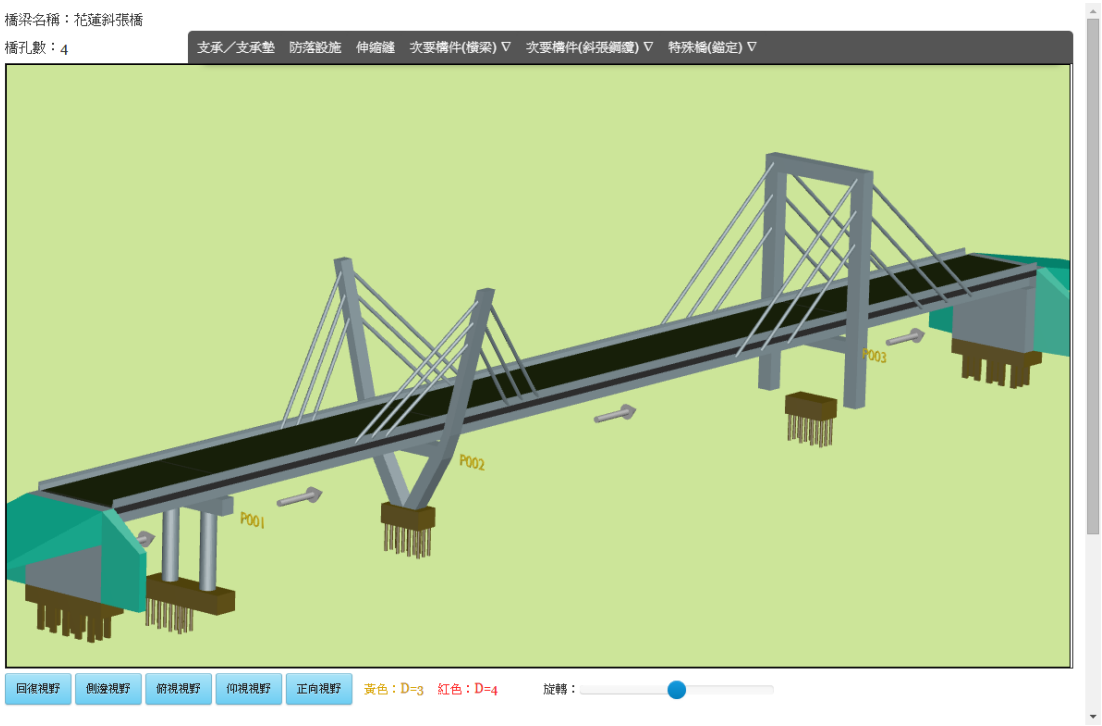


圖 3.12 斜張橋自動生成畫面

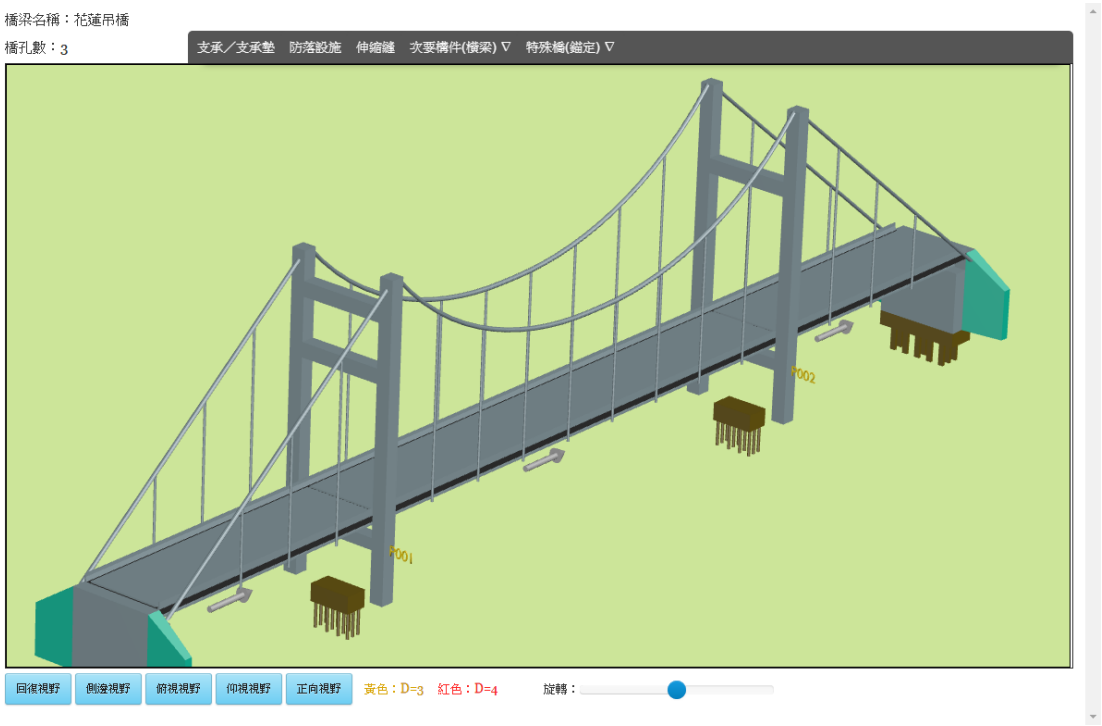


圖 3.13 吊橋自動生成畫面

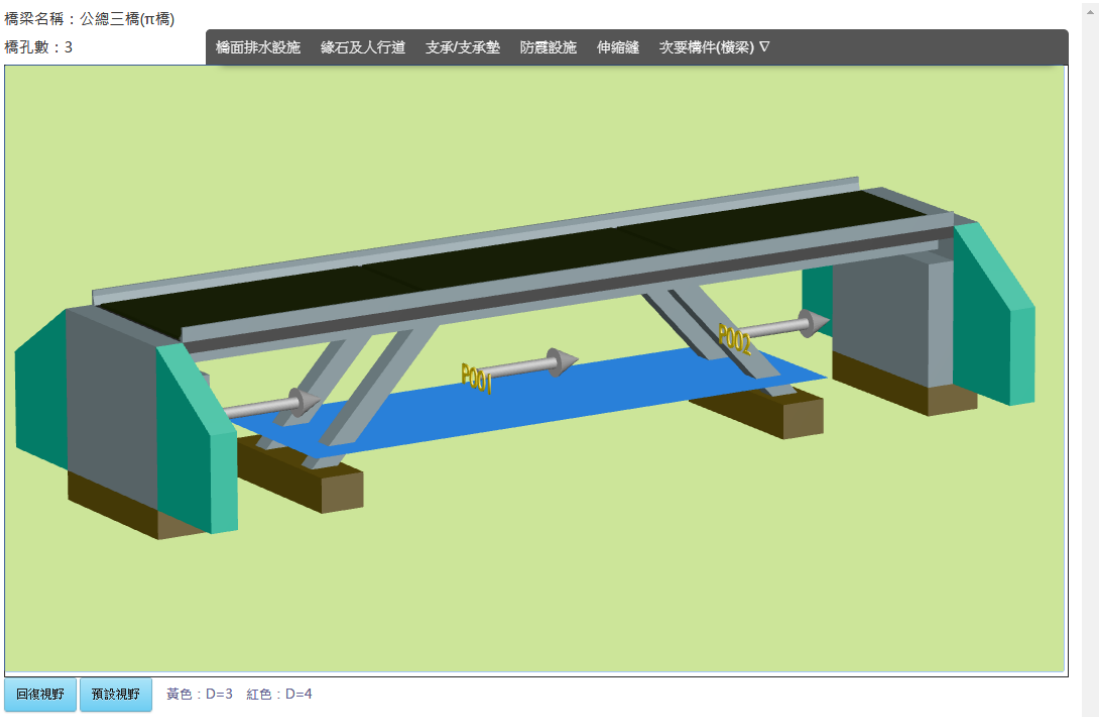


圖 3.14 π 橋自動生成畫面

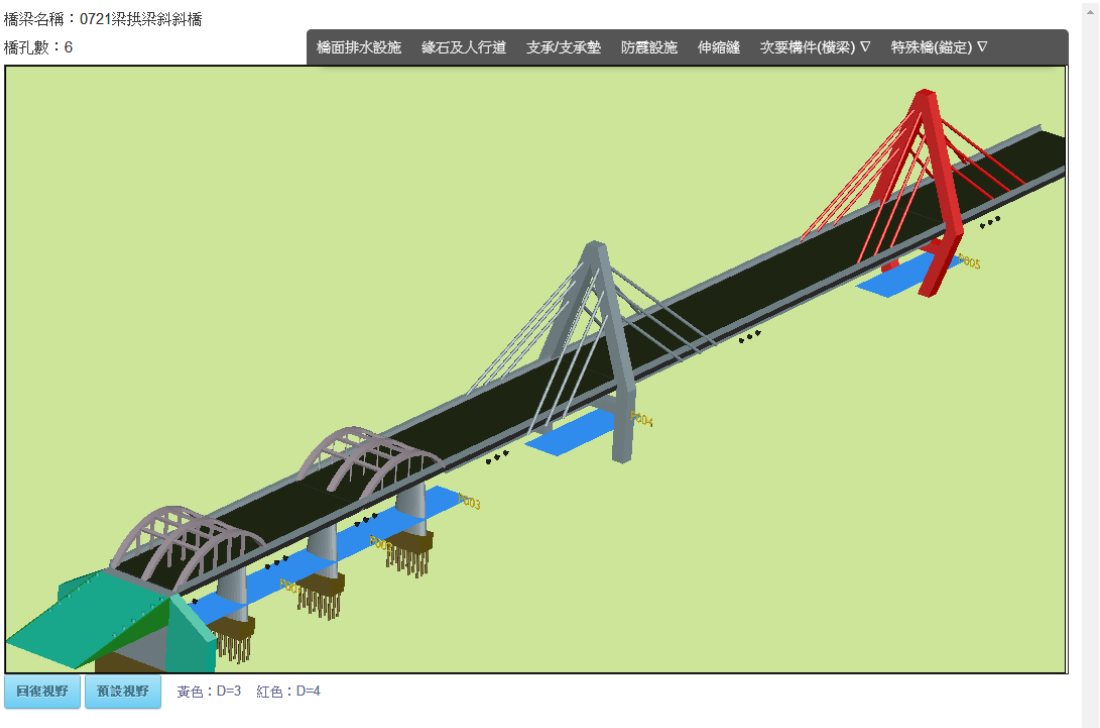


圖 3.15 複合結構型式橋梁自動生成畫面

橋梁 3D 構件模型可由顏色反應構件狀態，若該構件最近一次定期檢測 D 值為 3，構件會自動變為鮮黃色，當 D 值等於 4，構件會變為醒目的紅色，如圖 3.16。點選構件時，會連結到該構件之基本資料、最近五筆定期檢測資料(含 DER 折線圖)、檢測照片、維修紀錄及照片，如圖 3.17、圖 3.18 所示。

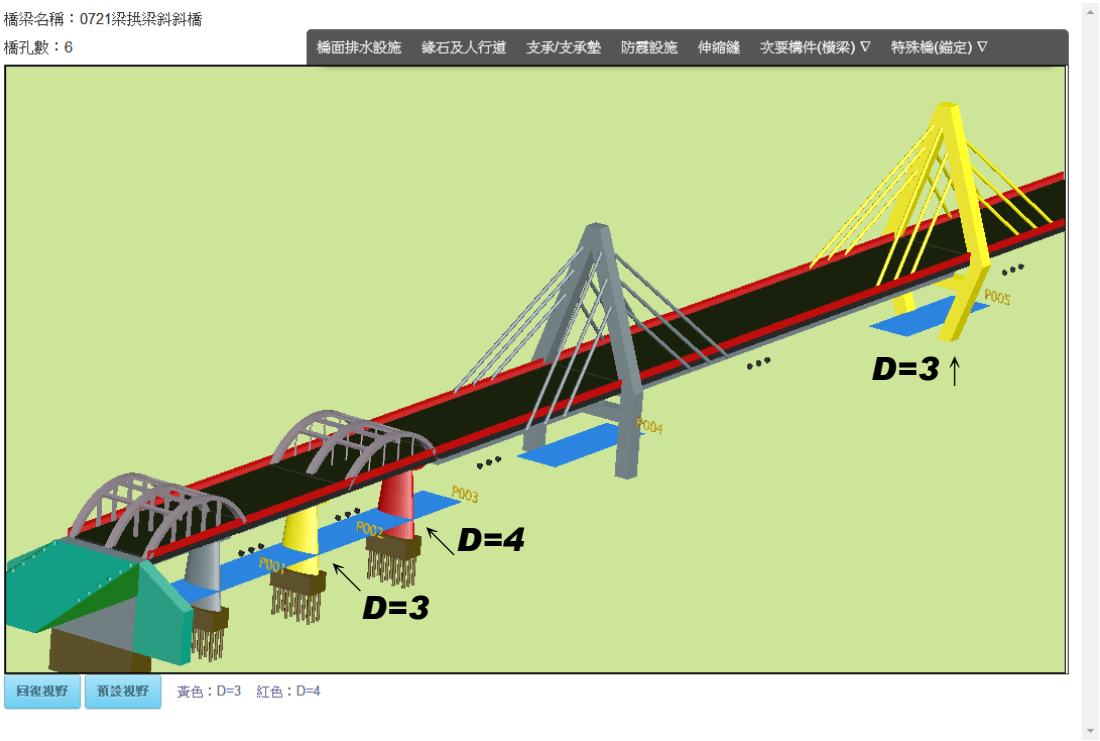


圖 3.16 橋梁 3D 構件模型隨 D 值改變顏色

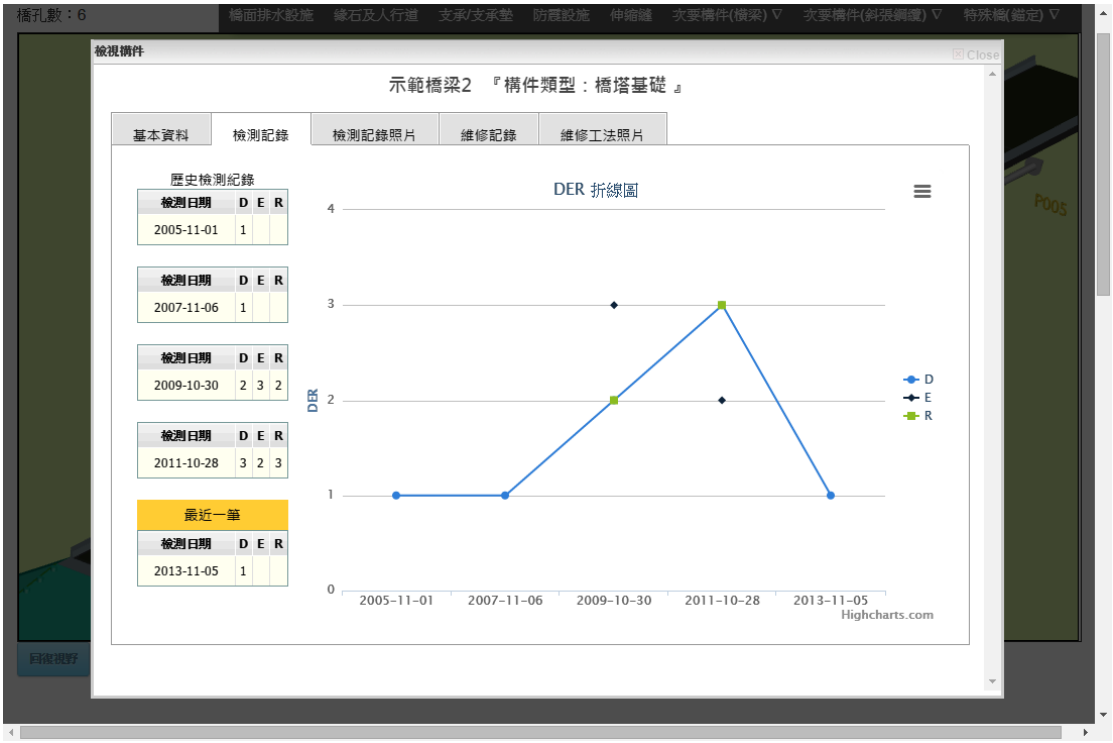


圖 3.17 點選橋梁 3D 構件連結構件檢測紀錄

圖 3.18 點選橋梁 3D 構件連結構件維修紀錄

部分橋梁構件由於較小或數量眾多難以一一繪製，於 3D 模型上不易點選，故改以下拉式選單進行選取，如橋面排水設施、緣石及人行道、支承、防震設施、伸縮縫、橫隔梁及錨定裝置等，如圖 3.19 所示。透過選單點選該構件時，如同點選 3D 構件，亦可連結到該構件之基本資料、最近五筆定期檢測資料、檢測照片、維修紀錄及照片。

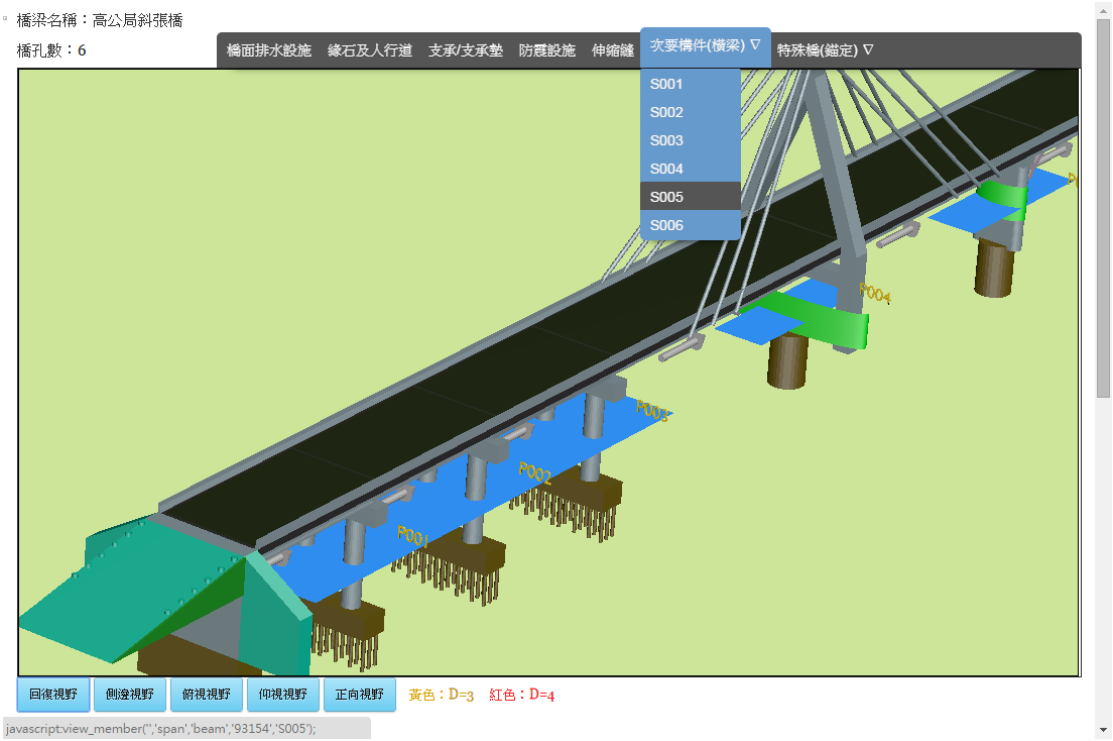


圖 3.19 橋梁構件下拉式選單

3.4 主系統檢測資料模組

第二代 TBMS 目前已建置之檢測資料模組功能包含(1)巡查、(2)定期檢測、(3)特別檢測以及(4)河床斷面高程量測，分述如下：

3.4.1 巡查

巡查是提供橋梁管理機關於巡路發現橋梁劣化，或民眾通報橋梁損壞時，無需填寫較繁瑣之定期檢測表，而能夠快速且簡易的記錄橋梁劣化情形、DER&U 值及建議維修工法等資訊，如圖 3.20 所示。

圖 3.20 橋梁巡查資料表

3.4.2 定期檢測

定期檢測為橋梁管理機關針對所轄橋梁進行之目視檢查，第二代 TBMS 中，定期檢測表之檢測項目係依據基本資料所填之構件自動產生，因此不會發生橋梁無此構件，卻在檢測表中出現評估欄位之狀況。構件發生劣化後需填寫之建議維修工法亦直接連結於各構件，改善一代 TBMS 中 DER 值與建議維修工法無關連之狀況。圖 3.21 為第二代 TBMS 橋梁定期檢測資料表。

第二代 TBMS 採用新 CI、新 PI，並增加沖刷穩定指標(Scouring Stability Index, SSI)、結構耐震指標(Anti-Seismic Index, ASI)以及行車舒適安全指標(Comfort & Safety Index, CSI)。新指標以民國 97 年國科會計畫「臺灣地區橋梁 DER&U 目視檢測評估法之改善研究」研究成果。原有之 CI 及 PI 所採取之計算方式為減分法，也就是當構件損壞時，分數由 100 分開始往下減，但若該構件不存在時，則無法扣分，造成部分橋梁損壞已相當嚴重，但其構件未達 21 項，則不存在之構件所佔之分數不會被扣除，形成某些橋梁存在「基本分」之情況。

新 CI、新 PI 之計算公式與原有 CI、PI 相同，首先利用公式 3.1 計算 Ic_{ij}，即構件 i 之第 j 部份之狀況值，如第 j 跨之橋面板，再將各部份之狀況值加總求平均，如公式 3.2，成為 Ic_i，即構件 i 之狀況值，最後將 Ic_i 加權後加總為 CI，如公式 3.3，PI 之計算方式與 CI 雷同，惟計算 Ic_i 值時之取法如下：

1. 先找出各檢測項目中構件 之最小值 $Ic_{ij(min)}$。
2. 若 $Ic_{ij(min)}$值小於 50，將小於 50 的 Ic_{ij} 值挑選出來平均，視為 Ic_i 值。
3. 若 $Ic_{ij(min)}$值介於 50 和 75 之間，將此範圍的 Ic_{ij} 值挑選出來平均，視為 Ic_i 值。
4. 若 $Ic_{ij(min)}$值介於 75 和 100 之間，將此範圍的 Ic_{ij} 值挑選出來平均，視為 Ic_i 值。

新 CI、新 PI 與原有 CI、PI 差異在於構件權重(w_i)，新 CI、新 PI 之構件權重，是依據該橋存在之構件，挑出該些構件之「構件重要性指數」再正規化使之加總為 100，則正規劃後之數值即為該座橋構件之權重，再套入公式 3.3 及公式 3.4，即可產生新 CI、新 PI。

$$Ic_{ij} = 100 - 100 \times \frac{D \times E \times R^a}{4 \times 4 \times 4^a} \quad \text{(公式 3.1)}$$

$$Ic_i = \frac{\sum_{j=1}^{n} Ic_{ij}}{n} \quad \text{(公式 3.2)}$$

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i} \quad \text{(公式 3.3)}$$

$$PI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i} \quad \text{(公式 3.4)}$$

SSI、ASI 及 CSI 之計算方式與 CI、PI 相同，如公式 3.5、公式 3.6 及公式 3.7，但所擇取之構件不同，因新的權重分配方式可依據所選構件自動調整權重分配，因此相當彈性，甚至可依使用者的需求而建立其他指標。構件重要性指數及 SSI、ASI 及 CSI 所選用之構件詳表 3.2。

$$SSI = \frac{\sum_{i=1}^{6} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{6} w_i} \quad \text{(公式 3.5)}$$

$$ASI = \frac{\sum_{i=1}^{9} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{9} w_i} \quad \text{(公式 3.6)}$$

$$CSI = \frac{\sum_{i=1}^{8} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{8} w_i} \quad \text{(公式 3.7)}$$

圖 3.21 橋梁定期檢測資料表

表 3.2 橋梁各項指標所採用之構件與構件之重要性指數

項次	構件名稱	重要性指數	新 CI	新 PI	SSI	ASI	CSI
1	引道路堤	0.309	使用	使用			使用
2	引道護欄	0.242	使用	使用			使用
3	河道	1.218	使用	使用	使用		
4	引道護坡	0.242	使用	使用			
5	橋台基礎	3.728	使用	使用	使用	使用	
6	橋台	3.541	使用	使用	使用	使用	
7	翼牆/擋土牆	1.062	使用	使用			
8	摩擦層	0.322	使用	使用			使用
9	橋面排水設施	0.121	使用	使用			使用
10	緣石及人行道	0.242	使用	使用			使用
11	欄杆	0.309	使用	使用			使用
12	橋墩保護措施	2.148	使用	使用	使用		
13	橋墩基礎	3.728	使用	使用	使用	使用	
14	橋墩墩體/帽梁	3.357	使用	使用	使用	使用	
15	支承/支承墊	1.979	使用	使用		使用	
16	止震塊/拉桿	2.008	使用	使用		使用	
17	伸縮縫	0.376	使用	使用		使用	使用
18	主構件(大梁)	2.594	使用	使用		使用	
19	次要構件(橫梁)	1.284	使用	使用		使用	
20	橋面版	1.625	使用	使用			使用

「構件重要性指數」是以問卷方式，由 14 位橋梁工程專家評定各構件分別在「整體結構安全」、「用路人服務性」、「修復所需時間」、「耐震安全」、「沖刷安全」及「土石流安全」六項因子之影響程度高低。各專家評分之尺度為 0~4，0 是完全無影響，4 是影響非常嚴重。將問卷中各構件在各因子中之評分取眾數作為代表(例如 14 位專家對欄杆在「用路人服務性」一項中，有 8 位給 4 分，6 位給 3 分，則取 8 分)，若有遇到兩個數值數量相等時，則改用算術平均數(例如 14 位專家對欄杆在「用路人服務性」一項中，有 7 位給 4 分，7 位給 3 分，則取 3.5 分)。各構件於各因子之代表數值決定後，再將該數值乘該因子之權重，最後將構件六項因子的得分加總，作為構件之重要性指數。

3.4.3 特別檢測

特別檢測提供地震、豪雨及特殊自然或人為災害發生之後，立即對橋梁狀況快速檢視，判斷橋梁是否安全可通行，第二代 TBMS 之特別檢測表及填寫方式與第一代 TBMS 相同，圖 3.22 為第二代 TBMS 橋梁特別檢測資料表。

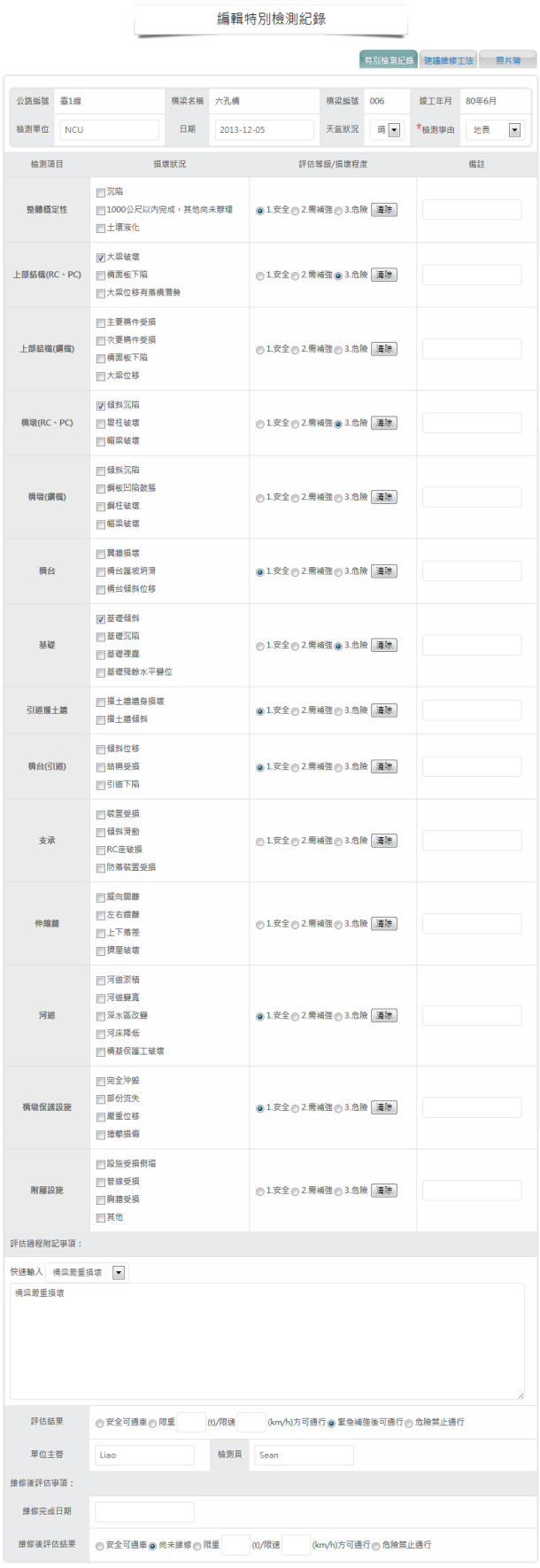


圖 3.22 橋梁特別檢測資料表

3.4.4 河床斷面高程量測

檢測模組中可新增及編輯跨河橋梁之河床斷面量測紀錄，並可自動繪製歷次高程折線圖，河床斷面量測紀錄表中段可輸入檢測日期、單位、人員、使用儀器等資訊，下方則自動列出基本資料中之橋台及橋墩支承頂部高程、基礎頂部高程及基礎深度，若基本資料沒有建立這些資料，於此處亦可補輸入，每橋台及每墩位均可輸入河床或高灘地面高程，若河道中有水，可填寫水位高程做為參考，因水位可能影響水下河床面之測量。河床斷面量測紀錄表如圖 3.23 所示。

河床高程測量紀錄

橋梁名稱	示範橋梁	*管理機關	桃園縣政府	*轄下機關	中壢市公所		
*所在縣市	桃園縣	所在區鄉	中壢	*道路等級	縣道	路線	
橋頭里程	K+M	橋尾里程	K + M	*總橋孔數	5	*是否為跨河橋	是
河川管理單位		河川名稱		設計河床高程	EL		

*檢測日期	2014-11-04	天氣狀況	◉晴 ○陰 ○雨	*測量單位	中央大學
*測量員	廖先格	測量儀器	TEST	單位主管	
測量員意見	TEST				

折線圖表

橋墩/台編號	橋墩/台最低支承底部高程	橋墩/台基礎頂部高程	基礎深度(公尺)	河床/地面高程	目前水面高程
A001			3	18.5	
P001	20.2	11.85	11	17.2	
P002	20.2	11.85	11	15.1	
P003	20.2	11.85	11	14.2	
P004	20.2	11.85	11	15.8	
A002			3	17.8	

返回列表 確定新增

圖 3.23 河床高程測量紀錄

3.5 主系統維修紀錄模組

橋梁經檢測後，若發現劣化便需視急迫性適時予以維修，無論是單獨編列預算進行之橋梁維修補強作業，或是以年度為單位之開口合約，均需記錄於系統中。第一代 TBMS 中使用者需先建立契約基本資料，再編輯養護明細及選擇契約養護橋梁，之後才能新增維修紀錄。此部分在第二代 TBMS 中已大幅簡化，僅需建立簡要之契約基本資料及廠商資料供填寫維修紀錄時選取，減少每次填維修紀錄要重覆輸入之契約及廠商資料。

當橋梁進行維修作業時，需先選擇該維修係修復哪一次檢測後所鍵入之建議維修工法，若多次檢測紀錄均記載同一劣化，可一次勾選後填一筆維修紀錄即可。圖 3.24 為第二代 TBMS 之橋梁維修紀錄模組畫面。

圖 3.24 橋梁維修紀錄模組

3.6 主系統統計分析模組

統計分析模組可幫助橋梁管理機關/單位迅速計算或尋找出所需之橋梁統計資料，主要統計項目分為基本資料統計分析、檢測資料統計分析及維修資料統計分析。圖 3.25、圖 3.26 為第二代 TBMS 之橋梁統計分析模組畫面。

圖 3.25 橋梁基本資料統計分析

圖 3.26 橋梁檢測資料統計分析

3.7 主系統決策支援模組

決策支援模組包含四項功能：(1)檢測預算編列、(2)維修成本估算、(3)橋梁維修排序及(4)維修經費分配四項功能。

3.7.1 檢測預算編列

系統依照不同長度等級設定不同之定期檢測單價，如表 3.3 所示。由使用者勾選欲檢測橋梁，將各橋之橋面版面積乘以對應之單價，計算所勾選橋梁之建議檢測金額並自動加總，做為橋梁定期檢測預算之參考。圖 3.27 為檢測預算編列系統畫面。

表 3.3 橋梁定期檢測單價

橋長(m)	定期檢測單價(元/m^2)
小於等於 25	36
26~100	30
101~150	28
大於 150	24

檢視所選檢測預算編列

新增橋梁 | 輸出EXCEL | 重新查詢

選擇橋梁筆數：12(座) 橋梁列表總長度：4467.63(M) 總面積：74054.22(M²) 總建議檢測金額：1786708.48 (元)

橋梁名稱	工務處	工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長	總橋孔數	橋版投影面積	是否為跨河橋	結構形式	建議檢測金額	刪除
中正橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	中正區	市區道路		無K+無M	397.59	17	9807.35	否	梁式橋	235376.4元	刪除
南港橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	南港區	省道	臺5線	無K+無M	36.3	3	882	否	梁式橋	26460元	刪除
道南橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	文山區	市區道路		無K+無M	242	3	2952.4	否	梁式橋	70857.6元	刪除
北門高架	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	大同區	市區道路		無K+無M	1094.8	20	15431	否	箱型橋	370344元	刪除
省環南高架	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	萬華區	市區道路		1K+597.5M	1386	81	8876	否	梁式橋	213024元	刪除
惠通橋(拱形)	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	中山區	市區道路		無K+無M	17	1	544	否	梁式橋	19584元	刪除
百齡橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	士林區	市區道路		無K+無M	438.88	14	18871.84	否	梁式橋	452924.16元	刪除
士林復興橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	士林區	市區道路		無K+無M	112	3	2464	否	梁式橋	68992元	刪除
馬槽橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	北投區	省道	臺2甲線	無K+104M	232	13	2755.28	否	拱橋	66126.72元	刪除
麥帥二橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	內湖區 - 松山區	市區道路		無K+無M	326	3	7498	否	梁式橋	179952元	刪除
新景美溪橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	文山區	市區道路		無K+無M	159.5	7	3461.15	否	梁式橋	83067.6元	刪除
玉成橋	臺北市政府	臺北市政府	臺北市	松山區	市區道路		無K+無M	25.56	1	511.2	否	梁式橋	元	刪除

圖 3.27 檢測預算編列畫面

3.7.2 維修成本估算

使用者所勾選要進行維修之橋梁，系統會列出所選橋梁尚未維修構件之建議維修工法及建議維修金額並加總，再利用概估之間接費用計算比例，自動計算交通安全維持費、勞工安全衛生管理費、綜合保險費、承商管理費、利潤、營業稅及工程管理費等，再將所有費用加總成為工程總價，橋梁列表、建議維修工法、數量、單價及複價，詳見表 3.4，圖 3.28 為系統維修成本估算畫面。

表 3.4 維修費用估算項目

項次	名稱	預設百分比(%)	說明
一	工程直接費用	N/A	建議維修工法之維修金額加總
二	交通安全維持費	5.0	一x百分比
三	勞工安全衛生管理費	2.4	一x百分比
四	品質管制費	1.0	一x百分比
五	環境保護費	0.8	一x百分比
六	綜合保險費	1.0	(一+二+三+四+五)x百分比
七	承商管理費及利潤	10.0	(一+二+三+四+五+六)x百分比
八	承商營業稅	5.0	(一+二+三+四+五+六+七)x百分比
九	一~八項目合計	N/A	
十	工程管理費	5.0	九x百分比
十一	空氣污染防治費	0.3	十x百分比
十二	工程總價	N/A	九+十+十一

圖 3.28 維修成本估算畫面

3.7.3 橋梁維修排序

橋梁維修排序是依據橋梁最近一筆定期檢測資料，逐一計算各橋之危險指標(DD)，以危險指標分數之高低進行排序，分數越高代表橋梁越急迫需要維修。

危險指標是利用定期檢測中各構件之 D 值及 R 值，套入昭陵工程顧問公司過去採用之指標對照表(如表 3.5 所示)得到劣化損傷指標，其中，因 E 值代表劣化範圍，無論大小皆有可能發危險，故不論檢測紀錄中 E 值為何均視為 E=4。各構件得出之劣化損傷指標乘計算 CI 時使用之構件權重，再依該構件損壞對用路人安全造成之影響乘以 1~3 之倍數，最後正規化成為 0~100 之危險指標，系統會以各構件中危險指標分數最高者做為該橋之代表分數。圖 3.29 為橋梁依危險指標降冪排列之維修排序結果。

表 3.5 昭淩工程顧問提出之指標

D	E	R	劣化損傷指標
4	4	4	100
3	4	4	96
2	4	4	90
4	4	3	75
3	4	3	71
2	4	3	65
4	4	2	50
3	4	2	46
2	4	2	40
4	4	1	25
3	4	1	21
2	4	1	15
1	-	-	0

圖 3.29 維修排序畫面

3.7.4 維修經費分配

維修經費分配是由使用者選取打算進行維修之橋梁，再輸入可用之維修預算，系統則按照橋梁維修成本估算結果，依橋梁維修排序由優先維修往下排列，至預算不足以支付為止。圖 3.30 為維修經費分配畫面。

圖 3.30 維修經費分配畫面

3.8 主系統常用管理功能模組

常用管理功能模組旨在提供使用者快速查詢常用之統計資料，分為『常用橋梁評鑑查詢』及『常用橋梁統計分析』兩大類，共有(1)基本資料完整性查詢、(2)新增資料筆數查詢、(3)逾期未定期檢測橋梁查詢、(4)橋梁管理資訊、(5)主梁材質統計分析及(6)結構型式統計分析等功能。

3.8.1 基本資料完整性查詢

基本資料完整性查詢可計算所轄各橋基本資料之空白欄位，由於配合第二代 TBMS 之評鑑辦法尚未研議，因此所有欄位都納入計算，俟第二代 TBMS 正式上線時再做調整，圖 3.31 為基本資料完整性查詢結果。

資料查詢結果

返回重新搜尋

轄下橋梁數：5　欄位總數：300　空白欄位數：74

系統ID	橋梁名稱	使用狀態	養護工程處	養護工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長	總橋孔數	總車道數	跨河橋	空白欄位	
3	公總一橋	正常使用	公路總局第一區養護工程處	景美工務段	新北市	金山區	省道	臺2線	0K+100M	200	4	4	是	17	修改 刪除
4	公總二橋(吊橋)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	中和工務段	新北市	三峽區	省道	臺9甲線	80K+123M	300	3	6	是	13	修改 刪除
5	公總三橋(π橋)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	復興工務段	桃園縣	桃園	省道	臺7線	230K+45M	200	3		是	12	修改 刪除
6	公總四橋(上路拱橋)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	復興工務段	桃園縣	復興	省道	臺7線	56K+789M	180	3		是	17	修改 刪除
8	公總五橋(中路拱橋)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	中和工務段	新北市	八里區	省道	臺15線	0K+389M	540	5		是	15	修改 刪除

圖 3.31 基本資料完整性查詢

3.8.2 新增資料筆數查詢

新增資料筆數查詢會列出使用者設定之時間區間中，橋梁基本資料、巡查、定期檢測、特別檢測及河床斷面高程測量新增之筆數，如圖 3.32 所示。

基本資料	定檢資料/橋梁數	特檢資料/橋梁數	巡查資料/橋梁數	河床斷面資料/橋梁數
31	3/1	0/0	1/1	0/0

基本資料新增明細

資料新增日期	資料新增者	橋梁ID	橋梁名稱	使用狀態	工務處	工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長	總橋孔數	總車道數
2014/8/31 15:36	景美工務段	3602	九號橋北上線(3K+171~3K+257)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	景美工務段	基隆市	信義區	省道	臺62甲線	3K+171M	86	3	2
2014/8/31 15:54	景美工務段	3603	十號橋北上線(3K+505~3K+655)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	景美工務段	基隆市	信義區	省道	臺62甲線	3K+505M	150	4	4
2014/12/11 10:15	中和工務段	3605	東西向快速公路八里新店線-五股二交流道(AR1連絡道)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	中和工務段	新北市	五股區	省道	臺64線	無K+無M	1699	45	3
2015/1/7 14:52	中和工務段	3606	東西向快速公路八里新店線-五股二交流道(AR2連絡道)	正常使用	公路總局第一區養護工程處	中和工務段	新北市	五股區	省道	臺64線	無K+無M	1699	45	3
2015/8/19 16:08	中壢工務段	33935	老街溪橋	正常使用	公路總局第一區養護工程處	中壢工務段	桃園市	中壢區	省道	臺1線	36K+470M	81.1	4	4

巡查資料新增明細

資料新增日期	資料新增者	定檢日期	巡查ID	橋梁ID	橋梁名稱	使用狀態	工務處	工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長
2015/8/5 14:58	中壢工務段	2015/8/5 14:58		2987	第二尖山橋	正常使用	公路總局第一區養護	中壢工務段	桃園市	龜山區	省道	臺1甲線	16K+500M	7

定檢資料新增明細

資料新增日期	資料新增者	定檢日期	定期檢測ID	橋梁ID	橋梁名稱	使用狀態	工務處	工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長
2015/8/6 11:06	中壢工務段	2015/8/6 11:06	15	2987	第二尖山橋	正常使用	公路總局第一區養護	中壢工務段	桃園市	龜山區	省道	臺1甲線	16K+500M	7
2015/8/6 11:11	中壢工務段	2015/8/6 11:11	16	2987	第二尖山橋	正常使用	公路總局第一區養護	中壢工務段	桃園市	龜山區	省道	臺1甲線	16K+500M	7
2015/8/6 11:12	中壢工務段	2015/8/6 11:12	17	2987	第二尖山橋	正常使用	公路總局第一區養護	中壢工務段	桃園市	龜山區	省道	臺1甲線	16K+500M	7

特檢資料新增明細

資料新增日期	資料新增者	定檢日期	特別檢測ID	橋梁ID	橋梁名稱	使用狀態	工務處	工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長

河床斷面新增明細

資料新增日期	資料新增者	定檢日期	河床斷面ID	橋梁ID	橋梁名稱	使用狀態	工務處	工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	橋梁總長

圖 3.32 新增資料筆數查詢

3.8.3 逾期未定期檢測橋梁查詢

逾期未定期檢測橋梁查詢可快速查詢所轄橋梁中，是否有逾期未定期檢測之橋梁，並可於所查出之橋梁清單點選『新增檢測紀錄』，新增定期檢測紀錄，如圖 3.33 所示。

圖 3.33 逾期未定期檢測橋梁查詢

3.8.4 橋梁管理資訊

使用者登入第二代 TBMS 後，依其帳號之權限，會看到不同之橋梁管理資訊圖表，圖 3.34 為以交通部帳號登入之橋梁管理資訊，可看到三局加縣市政府之統計表；圖 3.35 為以公路總局帳號登入之橋梁管理資訊，可看到各工程處之統計表；圖 3.36 為以公路總局工程處帳號登入之橋梁管理資訊，可看到轄下各工務段之統計表；圖 3.37 為以高公局帳號登入之橋梁管理資訊，可看到各工程處之統計表；圖 3.38 為以高公局工程處帳號登入之橋梁管理資訊，可看到轄下各工務段之統計表；圖 3.39 為以縣市政府帳號登入之橋梁管理資訊，可看到轄下各鄉鎮市區之統計表。

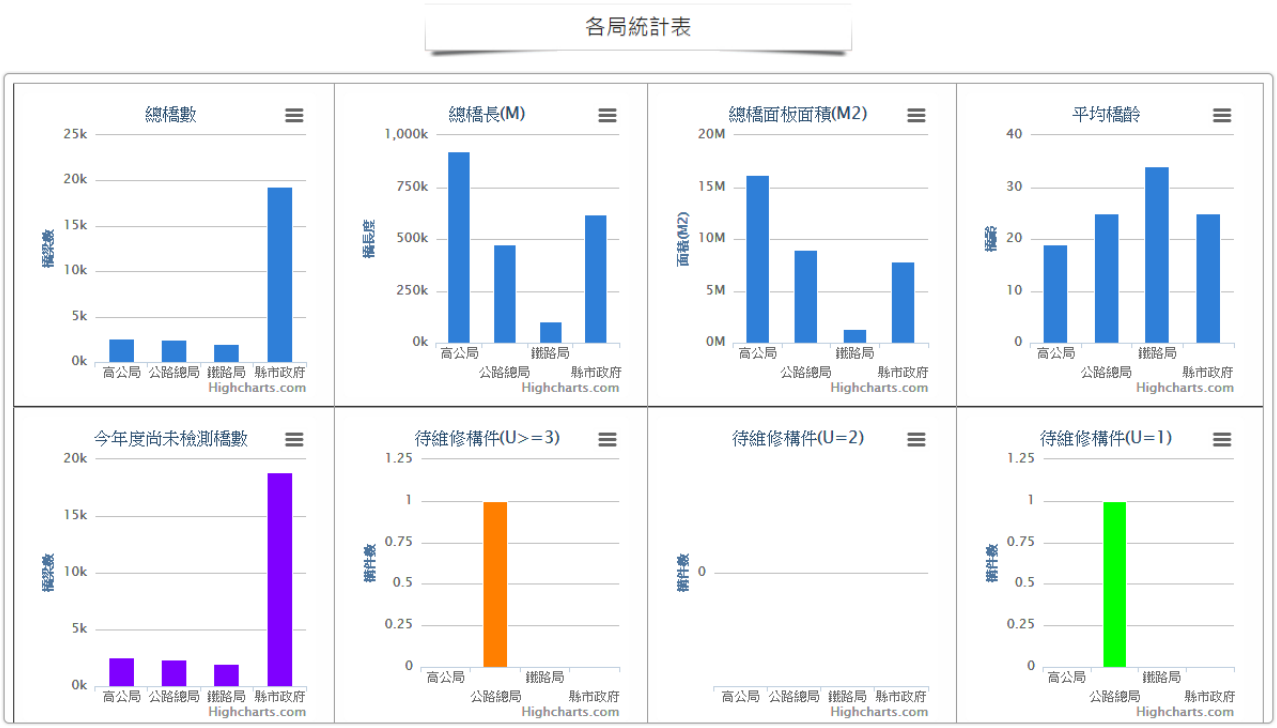


圖 3.34 以交通部帳號登入之橋梁管理資訊

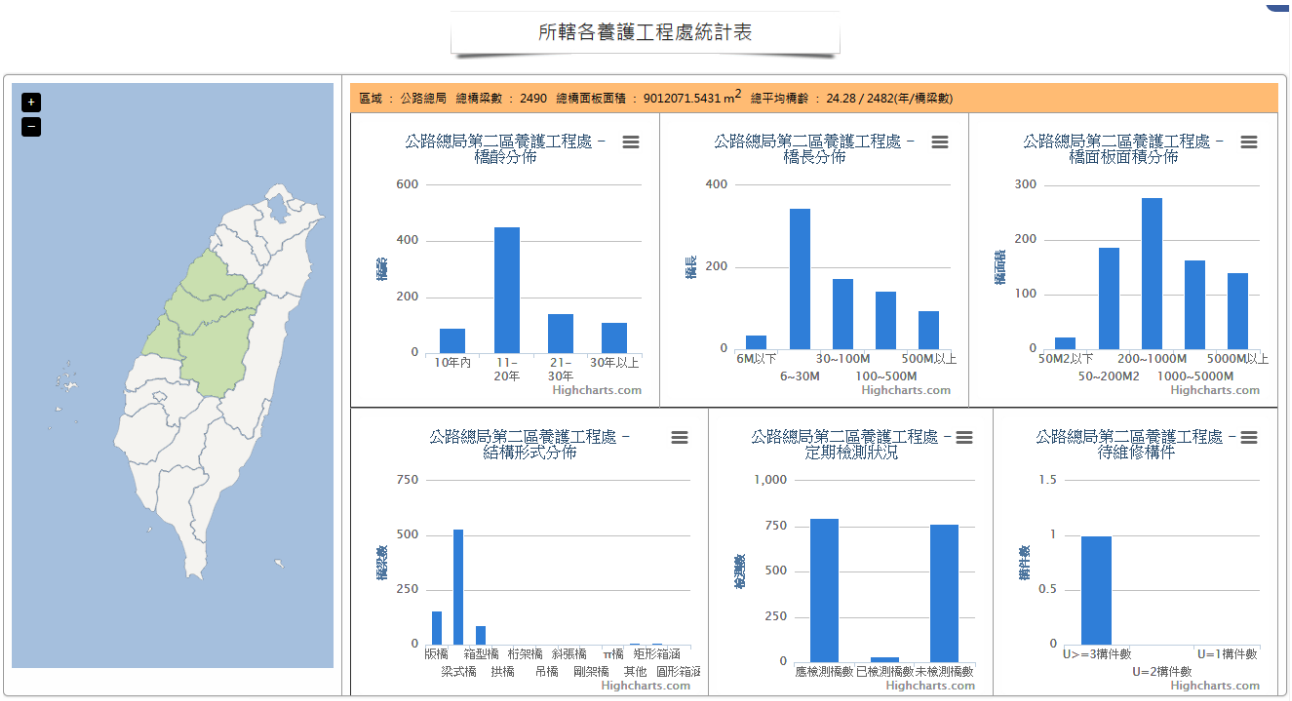


圖 3.35 以公路總局帳號登入之橋梁管理資訊

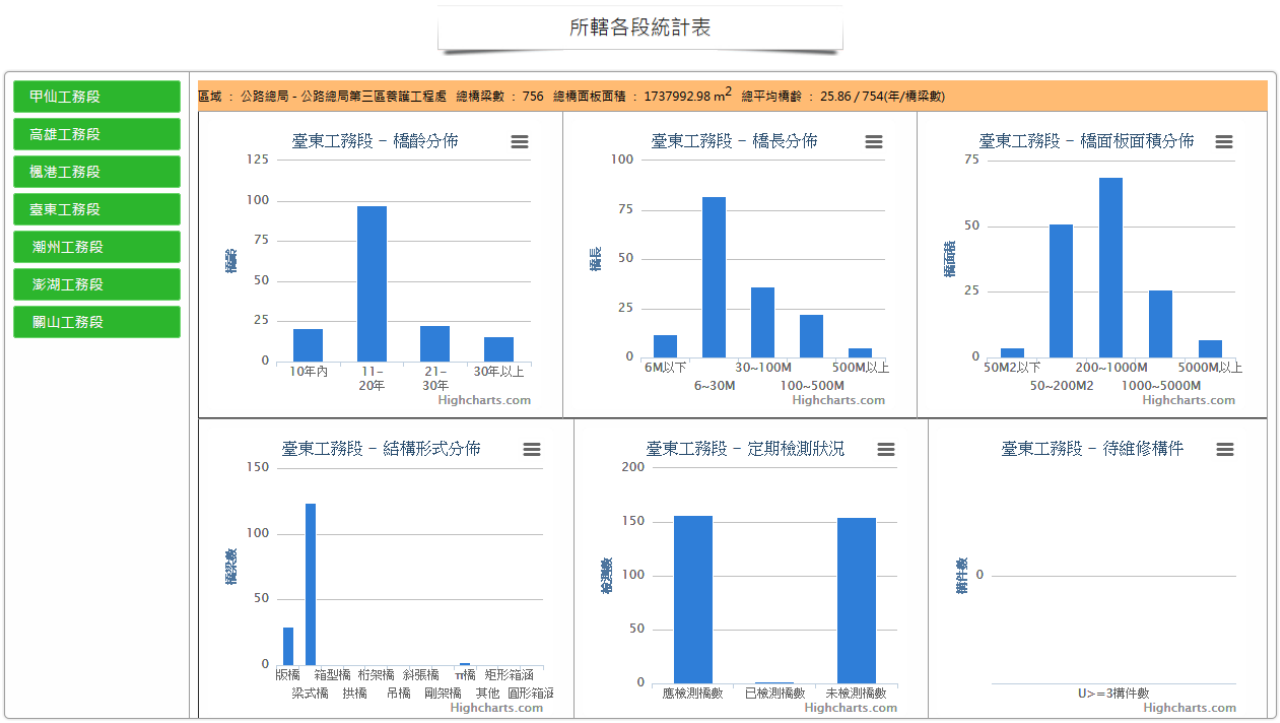


圖 3.36 以公路總局工程處帳號登入之橋梁管理資訊

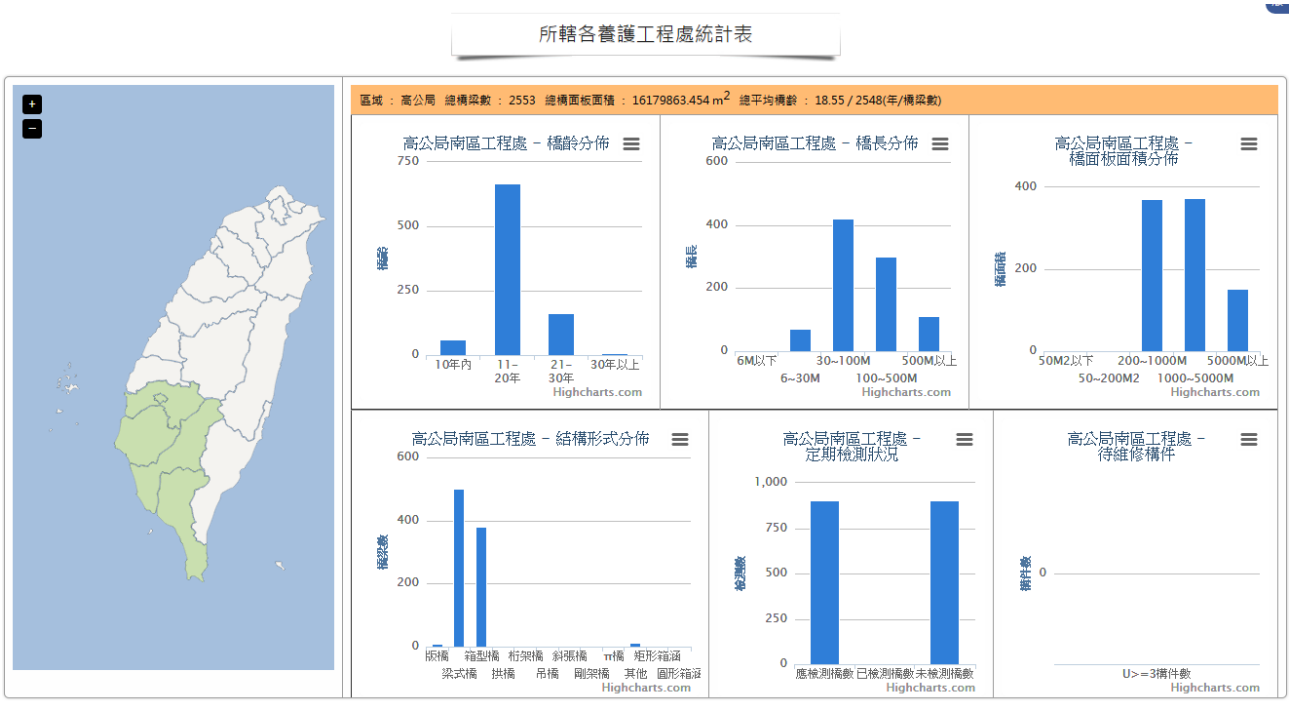


圖 3.37 以高公局帳號登入之橋梁管理資訊

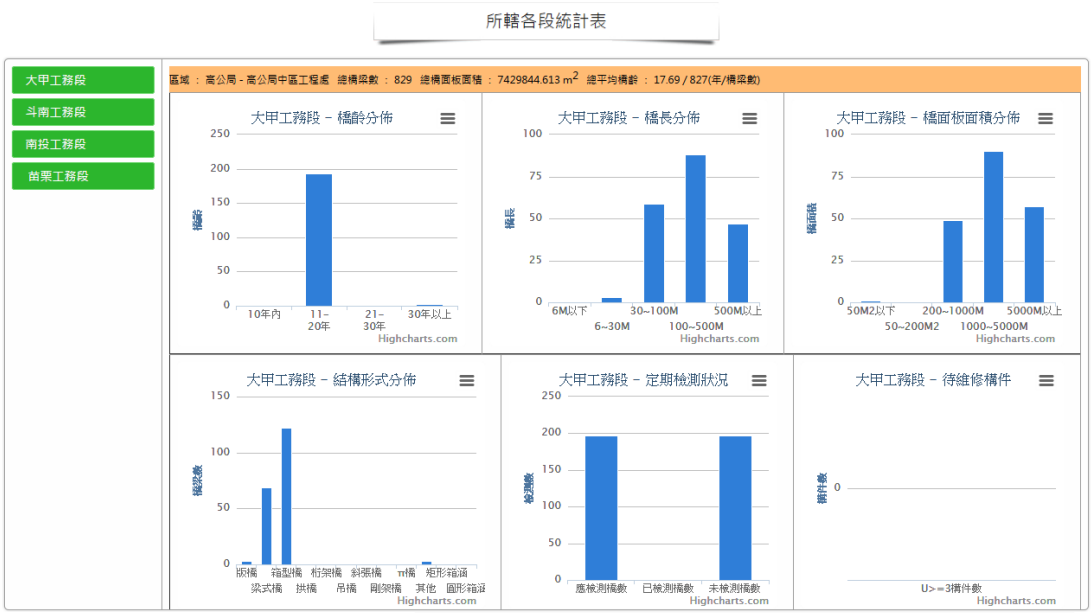


圖 3.38 以高公局工程處帳號登入之橋梁管理資訊

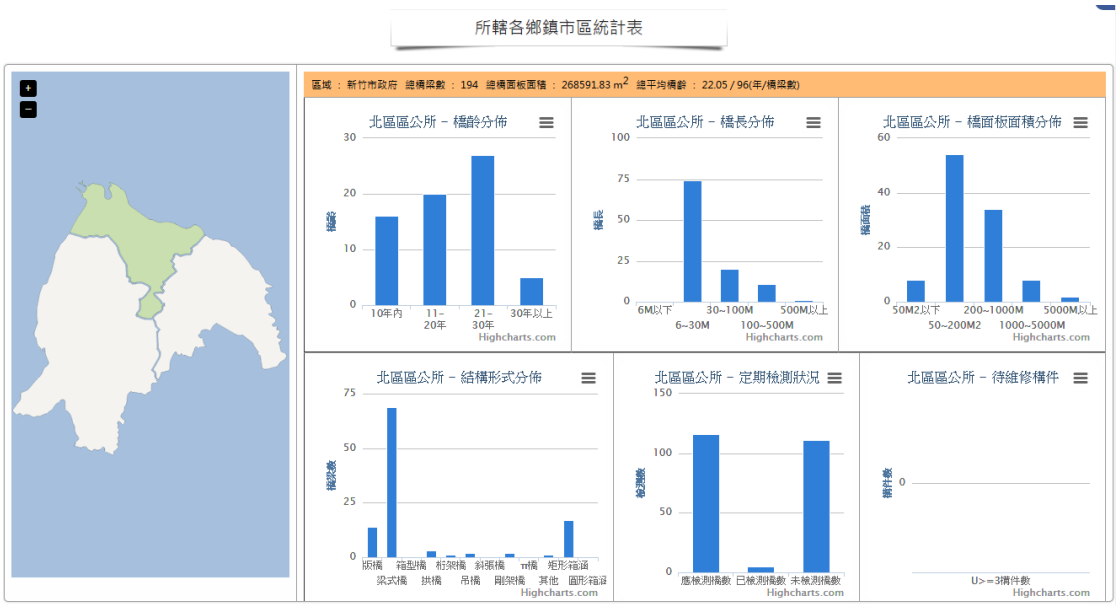


圖 3.39 以縣市政府帳號登入之橋梁管理資訊

3.8.5 主梁材質統計分析

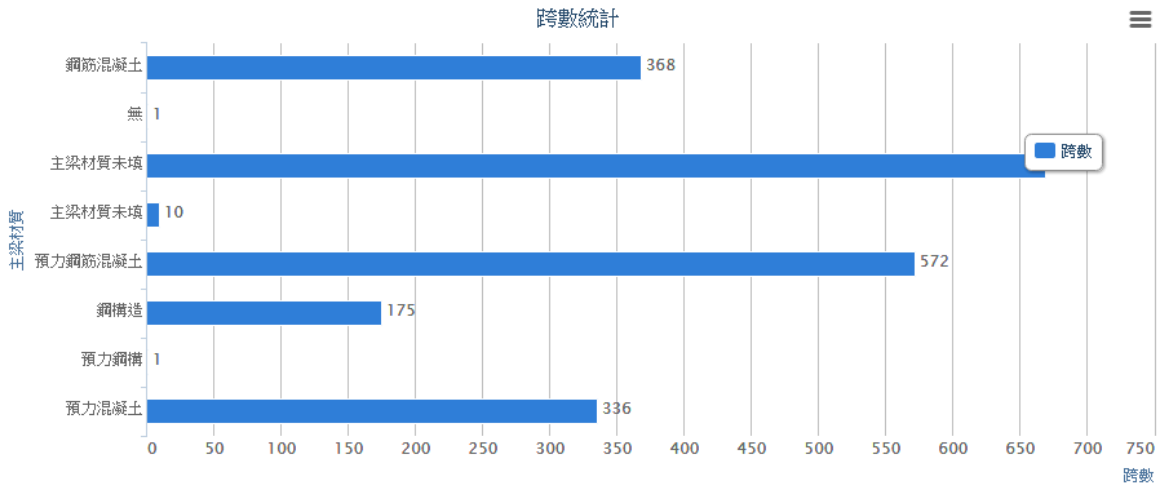
主梁材質統計分析可快速查詢轄下橋梁中各種材質之主梁跨數及主梁支數，此為構件化後才能達成之功能，未構件化之前僅能統計橋數，但一橋可能同時有混凝土梁及鋼梁，在統計時會有重複計算或誤判之可能。圖 3.40 為主梁材質統計分析結果。

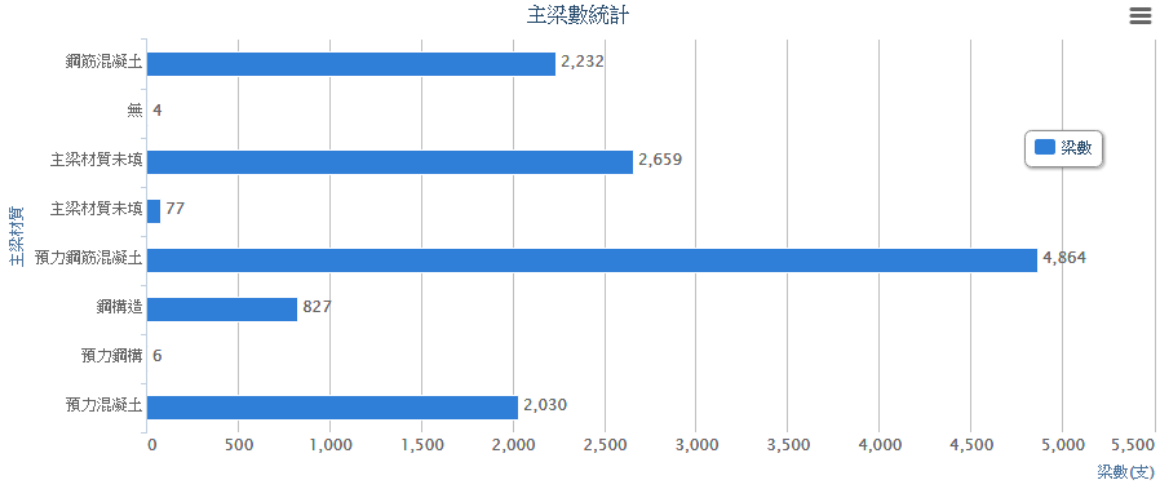
3.8.6 結構型式統計分析

結構型式統計分析可快速查詢轄下橋梁中各種結構型式之跨數及橋數，此為構件化後才能達成之功能，未構件化之前僅能統計橋數，但一橋可能同時存在多種結構型式，以橋數計算不盡正確。圖 3.41 為結構型式統計分析結果。

主梁材質統計分析結果

主梁材質	鋼筋混凝土	無	主梁材質未填	主梁材質未填	預力鋼筋混凝土	鋼構造	預力鋼構	預力混凝土
跨數	368	1	669	10	572	175	1	336
主梁數	2232	4	2659	77	4864	827	6	2030

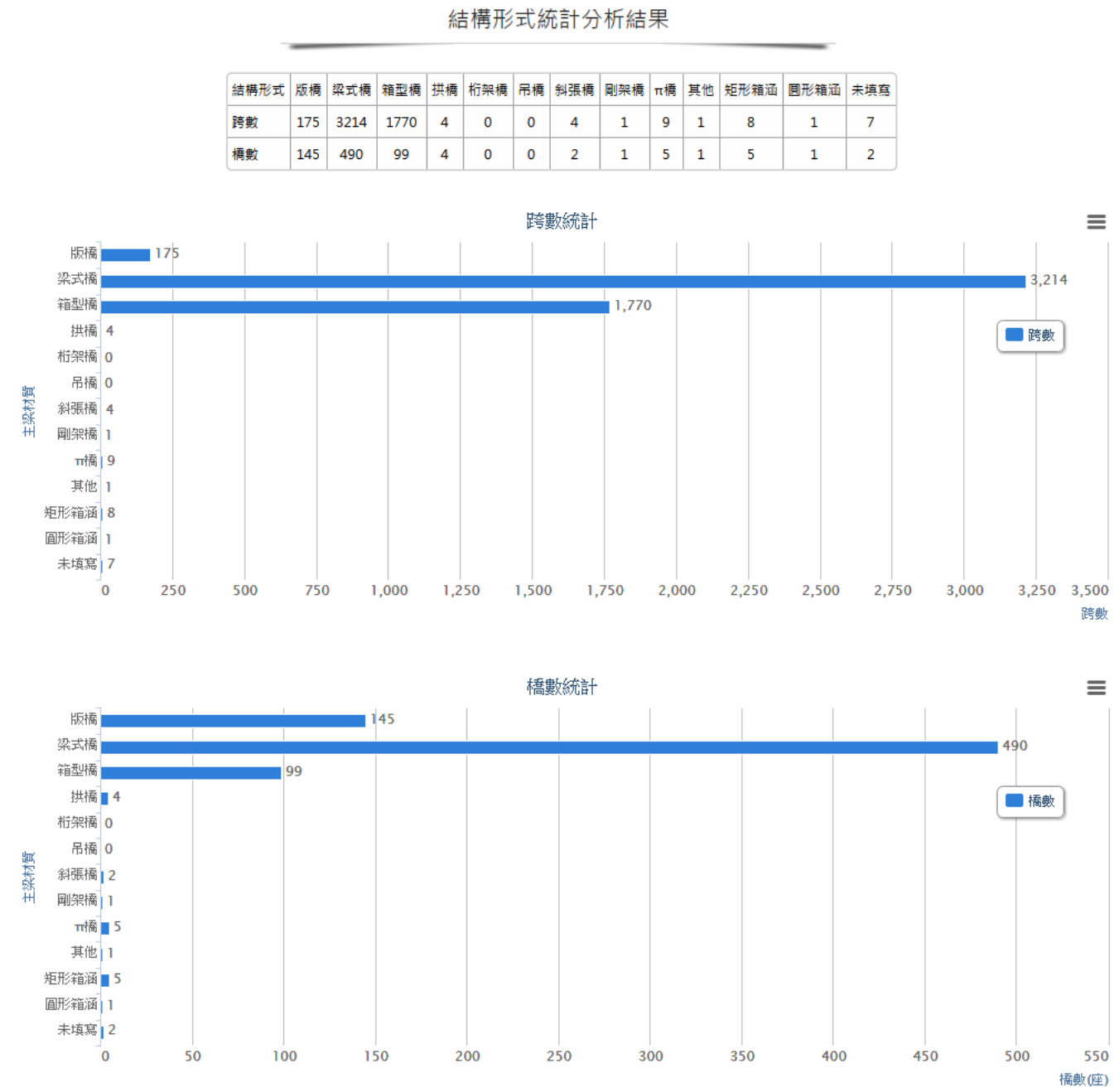




鋼筋混凝土 (2232) | 無 (4) | 主梁材質未填 (2659) | 主梁材質未填 (77) | 預力鋼筋混凝土 (4864) | 鋼構造 (827) | 預力鋼構 (6) | 預力混凝土 (2030)

系統ID	橋梁名稱	使用狀態	養護工程處	養護工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	跨河橋	結構形式	竣工年	主梁編號
234206	里嶺大橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	高雄工務段	高雄市	旗山區	省道	臺22線	16K+60M	是	梁式橋,箱型橋	96	S001-1
234207	里嶺大橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	高雄工務段	高雄市	旗山區	省道	臺22線	16K+60M	是	梁式橋,箱型橋	96	S001-2
234208	里嶺大橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	高雄工務段	高雄市	旗山區	省道	臺22線	16K+60M	是	梁式橋,箱型橋	96	S001-3
234209	里嶺大橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	高雄工務段	高雄市	旗山區	省道	臺22線	16K+60M	是	梁式橋,箱型橋	96	S001-4
234210	里嶺大橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	高雄工務段	高雄市	旗山區	省道	臺22線	16K+60M	是	梁式橋,箱型橋	96	S001-5
234211	里嶺大橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	高雄工務段	高雄市	旗山區	省道	臺22線	16K+60M	是	梁式橋,箱型橋	96	S001-6

圖 3.40 主梁材質統計分析結果



結構形式	版橋	梁式橋	箱型橋	拱橋	桁架橋	吊橋	斜張橋	剛架橋	π橋	其他	矩形箱涵	圓形箱涵	未填寫
跨數	175	3214	1770	4	0	0	4	1	9	1	8	1	7
橋數	145	490	99	4	0	0	2	1	5	1	5	1	2

版橋 (145) | 梁式橋 (490) | 箱型橋 (99) | 拱橋 (4) | 桁架橋 (0) | 吊橋 (0) | 斜張橋 (2) | 剛架橋 (1) | π橋 (5) | 其他 (1) | 矩形箱涵 (5) | 圓形箱涵 (1) | 未填寫 (2)

系統ID	橋梁名稱	使用狀態	養護工程處	養護工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	跨河橋	結構形式	竣工年	橋孔編號
34239	E408右主線橋貓羅溪橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	員林工務段	南投縣	草屯	省道	臺76線	32K+436M	是	斜張橋	92	S001
34240	E408右主線橋貓羅溪橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	員林工務段	南投縣	草屯	省道	臺76線	32K+436M	是	斜張橋	92	S002
34241	E408左主線貓羅溪橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	員林工務段	南投縣	草屯	省道	臺76線	32K+429M	是	斜張橋	92	S001
34242	E408左主線貓羅溪橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	員林工務段	南投縣	草屯	省道	臺76線	32K+429M	是	斜張橋	92	S002

圖 3.41 結構型式統計分析結果

3.9 主系統橋況分析模組

橋況分析模組分為『快速篩選易致災橋梁』及『橋梁安全評估表』兩大類功能。『快速篩選易致災橋梁』中包含各類快篩指標之計算及高風險橋梁篩選等功能；『橋梁安全評估表』則建立了各機關所使用之橋梁安全快速評估表，供各機關將委外進行橋梁安全之評估結果輸入系統。

3.9.1 易致災快速篩選指標

第二代 TBMS 以橋梁基本資料及檢測資料建立易致災快速篩選指標：沖刷易損性指標、土石流易損性指標、地震易損性指標、載重能力降低指標及易落橋指標，提供橋梁管理機關針對橋梁抵抗災害能力之參考。快速篩選指標之計算方式詳表 3.6，各指標之分數越高代表橋梁受災損毀之可能性較低，反之分數越低則代表橋梁受災損毀之可能性較高。圖 3.42 為第二代 TBMS 橋梁橋況分析模組快速篩選指標畫面。

圖 3.42 橋梁橋況分析模組快速篩選指標

表 3.6 橋梁快速篩選指標計算方式

指標名稱*	計算方式 [各指標= Index × 環境因子]				
	Index	環境因子			
沖刷易損性指標	= SSI ×	無落墩於河道中(×1) 有落墩於河道中(×0.7)	(梁底高程-計畫洪水位)>設計出水高(×1) (梁底高程-計畫洪水位)<設計出水高(×0.3)		(河床高程-橋墩基礎頂部高程)>0 (×1) (河床高程-橋墩基礎頂部高程)<0 (×0.3)
土石流易損性指標	= SSI ×	×(距最近土石流溪流/ 0.5) 單位:km 距最近土石流溪流>0.5km (×1)	(梁底高程-計畫洪水位)>設計出水高 (×1) (梁底高程-計畫洪水位)<設計出水高 (×0.3)		
地震易損性指標	= ASI ×	設計規範年度在 84 年以前(×0.5) 設計規範年度在 84~89 年 (×0.7) 設計規範年度 89 年以後(×1)	有防震設施(×1) 無防震設施(×0.5)		×(1.5-S_S^D)
載重能力降低指標	= ASI ×	橋齡小於 10 年 (×1) 橋齡介於 10~20 年 (×0.7) 橋齡介於 20~30 年 (×0.5) 橋齡大於 30 年 (×0.3)	設計載重 HS20+25%以上 (×1) 設計載重 HS20~HS20+25% (×0.7) 設計載重 HS15~HS20 (×0.5) 設計載重 HS15 以下 (×0.3)		
易落橋指標	= ASI ×	非單柱式橋墩或無橋墩(×1) 單柱式橋墩(×0.7)	連續、剛架式(×1) 簡支梁(×0.7)	有防震設施(×1) 無防震設施(×0.5)	防落橋長度 $N_e \geqq N$ (×1) 防落橋長度 $N>N_e>\frac{N}{2}$ (×$\frac{1.4N_e-0.4N}{N}$) 防落橋長度 $N_e \leqq \frac{N}{2}$ (×0.3)

資料來源：國立中央大學營管所

SSI：沖刷穩定指標(Scouring Stability Index)
ASI：結構耐震指標(Anti-Seismic Index)
S_S^D：短週期設計地震水平譜加速度係數
N_e：實際防落橋長度
N ：規範防落橋長度
*各指標得分越高，表示狀況越佳

3.9.2 高風險橋梁篩選

高風險橋梁篩選是透過 CI、PI、耐沖刷能力指標、耐土石流能力指標、耐震能力指標、載重能力指標、防落橋指標、橋墩基礎 E=0 橋梁、墩柱及帽梁 E=0 橋梁、橋面板 E=0 橋梁、大梁 E=0 橋梁之條件設定，篩選出符合使用者認知之高風險橋梁，使用者可複合式勾選要篩選之指標，並設定各指標之篩選門檻，系統會自動找出符合條件之橋梁，如圖 3.43 及圖 3.44 所示。

圖 3.43 高風險橋梁篩選條件設定

圖 3.44 高風險橋梁篩選結果

3.9.3 橋梁安全評估表

針對狀況較差之橋梁可再進行橋梁安全評估，如落橋評估、強度韌性評估、載重能力評估、耐洪能力評估及沖刷潛勢評估，安全評估表是依據各機關所使用之表格各別建立，102 及 103 年完成的為公路總局及臺北市政府所使用之落橋評估、強韌性評估、穩定性評估表。圖 3.45 為落橋評估表、圖 3.46 為強韌性評估表、圖 3.47 為穩定性評估表。

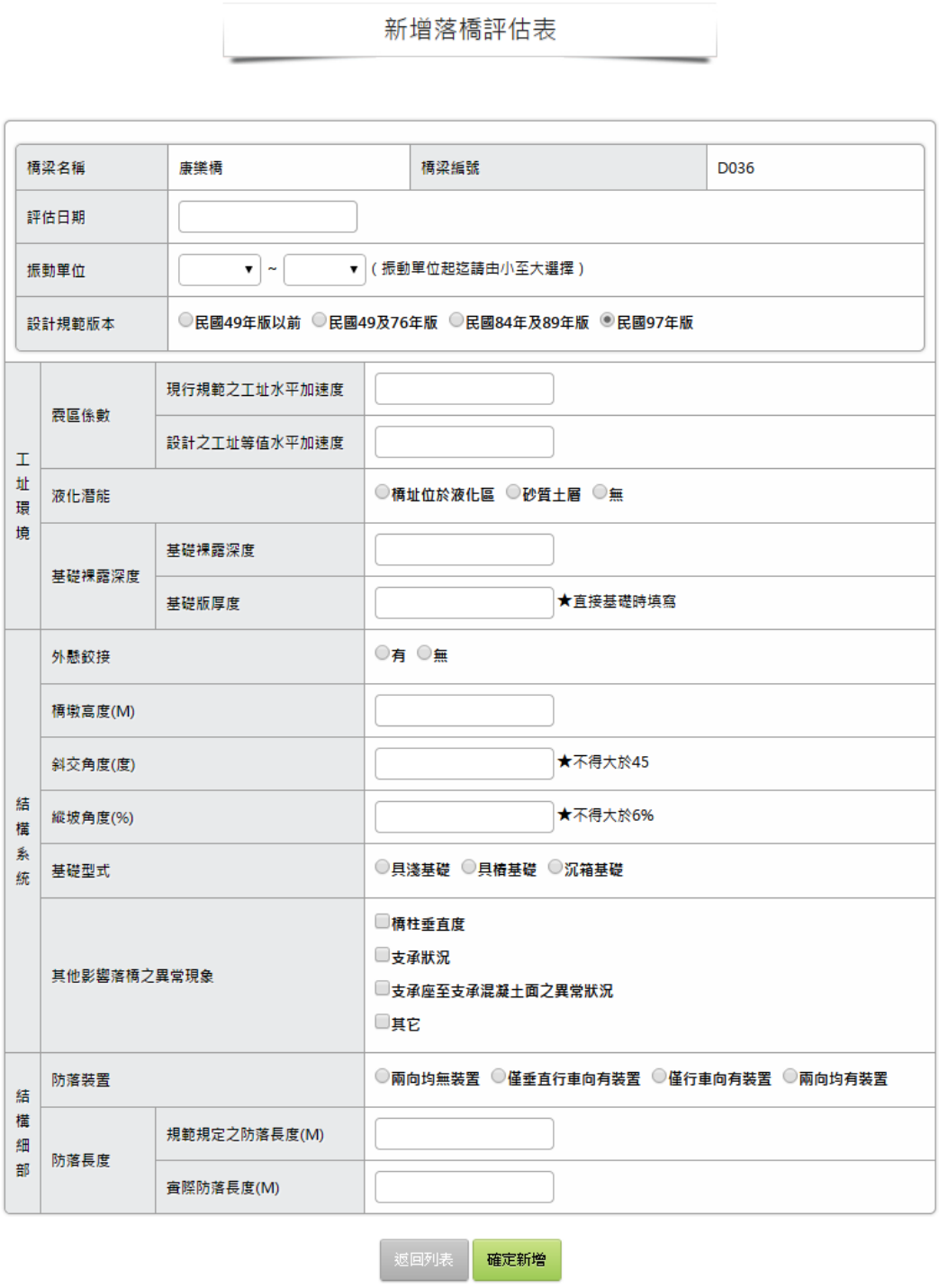

新增落橋評估表
橋梁名稱
康樂橋
橋梁編號
D036
評估日期
振動單位
~
（振動單位起迄請由小至大選擇）
設計規範版本
民國49年版以前
民國49及76年版
民國84年及89年版
民國97年版
工址環境
震區係數
現行規範之工址水平加速度
設計之工址等值水平加速度
液化潛能
橋址位於液化區
砂質土層
無
基礎裸露深度
基礎裸露深度
基礎版厚度
★直接基礎時填寫
結構系統
外懸鉸接
有
無
橋墩高度(M)
斜交角度(度)
★不得大於45
縱坡角度(%)
★不得大於6%
基礎型式
具淺基礎
具樁基礎
沉箱基礎
其他影響落橋之異常現象
橋柱垂直度
支承狀況
支承座至支承混凝土面之異常狀況
其它
結構細部
防落裝置
兩向均無裝置
僅垂直行車向有裝置
僅行車向有裝置
兩向均有裝置
防落長度
規範規定之防落長度(M)
實際防落長度(M)
返回列表
確定新增

圖 3.45 落橋評估表

新增強韌性評估表
橋梁名稱
康樂橋
橋梁編號
D036
評估日期
振動單位
~
(振動單位起迄請由小至大選擇)
設計規範版本
民國49年版以前
民國49及76年版
民國76~84年
民國84~89年
民國89年版
橋址環境
震區係數
現行規範之工址水平加速度
設計之工址等值水平加速度
液化潛能
橋址位於液化區
砂質土層
無
基礎裸露深度
基礎裸露深度
基礎版厚度
★直接基礎時填寫
結構系統
靜不定度
兩向均單柱式
牆(墊)式橋墩或橋台
一向具多柱式
兩向均多柱式
橋墩高寬比
橋墩高度(M)
橋墩寬度(M)
橋墩高度
振動單位中橋柱最高與最低之比值
最高橋墩高度(M)
最低橋墩高度(M)
斜交角度θ°
★不得大於45
基礎型式
具淺基礎
具樁基礎
具深基礎
橋柱損壞程度
嚴重裂損
裂損
微裂損
無裂損
異常現象
其他異常現象
橋柱不直
跨度差異大
曲線橋
橋墩型式不同
其它
返回列表
確定新增

圖 3.46 強韌性評估表

圖 3.47 穩定性評估表

3.10 主系統地理資訊模組

第二代 TBMS 地理資訊系統採用 Google Map 平台，如圖 3.48 所示，其優點為圖資更新快速，並可透過 KML 檔快速匯入各類資訊，該模組具有以下功能：

（1）橋梁位置顯示及基本資料查詢：當橋梁基本資料中有輸入橋頭、橋尾 GPS 座標時，即可於 Google Map 中標示出橋梁位置，點選 Google Map 上之橋梁圖示即可連結該橋之基本資料表。

（2）環域分析：透過匯入 Safe Taiwan 或其他政府機關提供之醫療資源、警政消防、氣象水文測站等 KML 檔，即可於 Google Map 上顯示其位置，將來若能搭配新版之 Microsoft SQL Server，即可針對地圖上某一點，搜尋指定範圍內之物件（橋梁、醫院、消防隊、警察局、雨量站、水位站等），便於尋找救災資源。

（3）橋梁 GPS 位置修正：由於各橋梁管理機關使用之 GPS 定位裝置精度不同，或橋梁所在位置衛星訊號不佳，以致橋梁位置與電子地圖位置有偏差，因此於地理資訊模組中提供圖面橋梁位置修正功能，使用者可直接於圖面上點選正確之橋頭及橋尾位置進行橋梁 GPS 位置修正。如圖 3.49 所示。

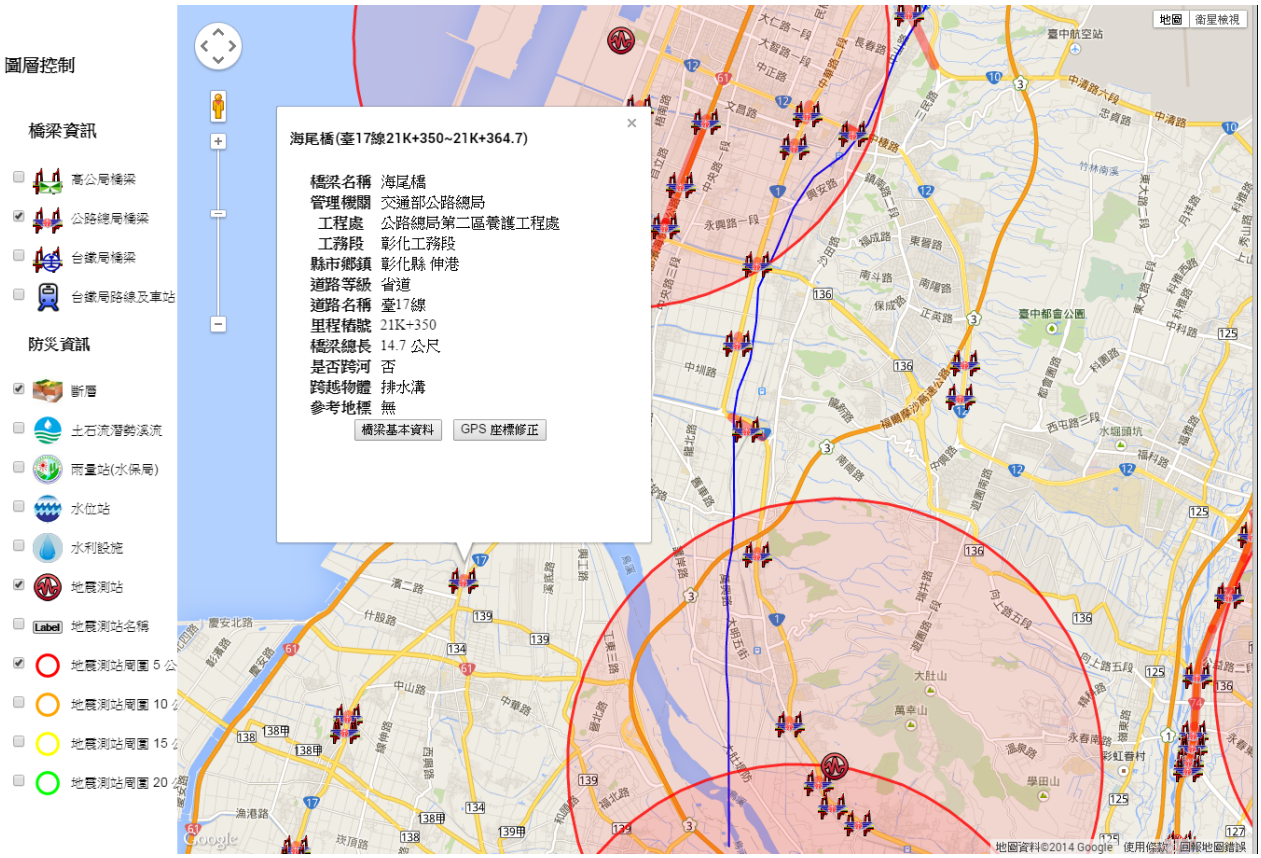


圖 3.48 地理資訊模組系統畫面

圖 3.49 橋梁 GPS 位置修正

3.11 主系統防災資訊模組

防災資訊模組包含四項功能：(1)預警條件設定、(2)即時河川水位資料查詢、(3)即時水庫測站資料查詢及(4)及時雨量資料查詢四項功能。

3.11.1 預警條件設定

橋梁預警條件設定，係提供一操作介面，讓橋梁管理人員自行設定橋梁之雨量、水位、水庫測站及地震測站警戒條件。雨量、水位、水庫測站警戒條件設定功能於第一代 TBMS 中已有，橋梁連結地震測站之功能則為第二代 TBMS 新增之功能，使用者可於橋梁預警條件設定頁面設定鄰近之地震測站，當有感地震發生後 10~15 分鍾，中央氣象局會將各測站測得之震度傳至 TBMS 之 FTP 資料夾，若測站震度達 4 級以上，系統便會對所連結之橋梁發出警示，提醒橋梁管理機關應進行特別檢測。圖 3.50 為從橋梁設定關聯地震測站之系統畫面。

圖 3.50 從橋梁設定關聯地震測站

另一種方式為當地震發生後，以震度 4 級以上之測站為中心，由使用者設定範圍(預設範圍為 20km)，系統會搜尋該範圍內之橋梁，提醒使用者應進行震後特別檢測，如圖 3.51 所示。

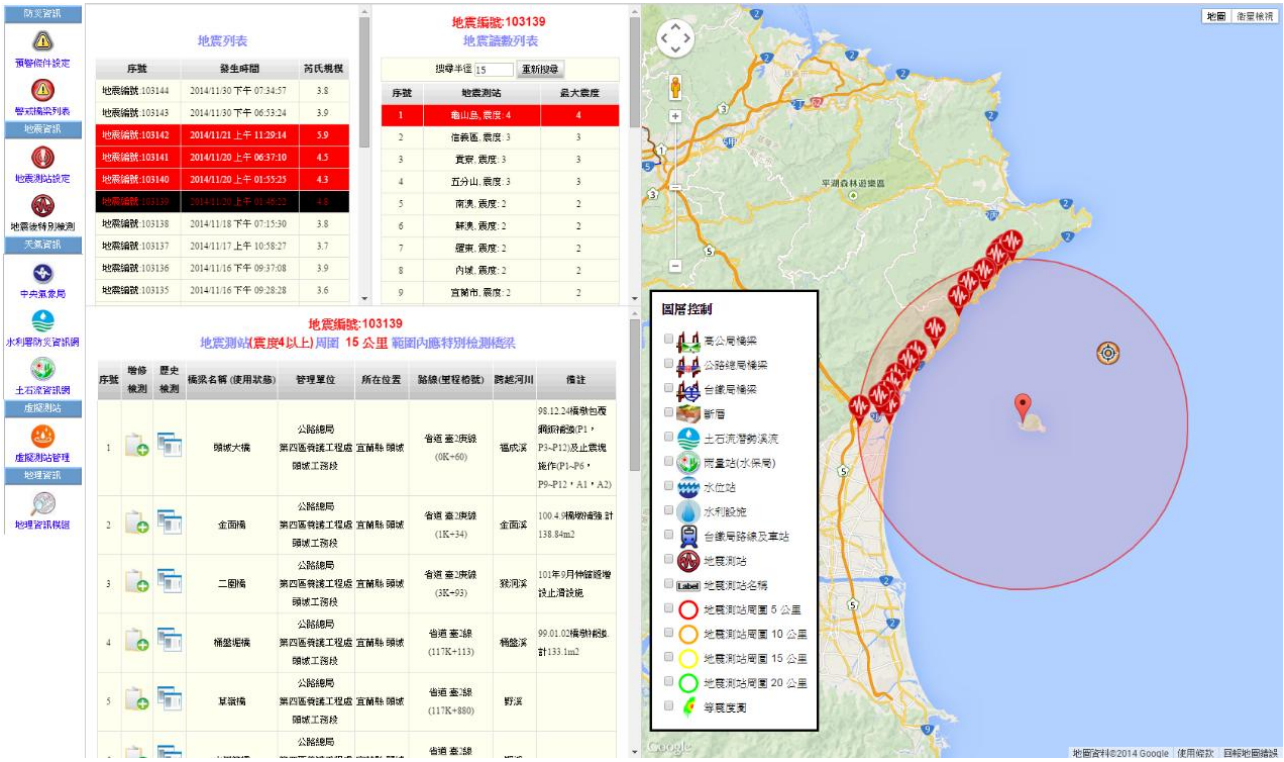


圖 3.51 地震測站指定範圍內之橋梁

3.11.2 即時河川水位資料查詢

系統透過 E 政府平台取得水利署共 154 個水位測站之即時水位資料，使用者可搜尋橋梁最近之水位測站，以查詢即時水位及水位站基本資料。水利署平時為每 1 小時更新 1 次水位資料，於颱風汛期期間大部份之水位測站則調整為每 10 鐘更新水位資料。如圖 3.52 所示。

大華橋水位站資料

大華橋基本資料

水位站位置：基隆市七堵區
一級警戒（公尺）：21.9
二級警戒（公尺）：18.9
堤頂高　（公尺）：無資料!!

資料時間	水位(公尺)	一級警戒差(公尺)	二級警戒差(公尺)	堤頂差(公尺)
2014-12-02 12:00:00	9.06	-12.84	-9.84	
2014-12-02 11:00:00	9.06	-12.84	-9.84	
2014-12-02 10:00:00	9.07	-12.83	-9.83	
2014-12-02 08:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-02 06:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-02 05:00:00	9.1	-12.8	-9.8	
2014-12-02 04:00:00	9.1	-12.8	-9.8	
2014-12-02 03:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-02 00:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-01 22:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-01 21:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-01 20:00:00	9.09	-12.81	-9.81	
2014-12-01 19:00:00	9.1	-12.8	-9.8	
2014-12-01 18:00:00	9.1	-12.8	-9.8	
2014-12-01 17:00:00	9.11	-12.79	-9.79	
2014-12-01 14:00:00	9.09	-12.81	-9.81	

※ 資料來源：經濟部水利署
※ 本資料僅供參考

圖 3.52 河川水位站資料

3.11.3 即時水庫測站資料查詢

系統透過 E 政府平台取得水利署共 16 個水庫測站之水情資料，使用者可搜尋橋梁最近之水庫測站，查詢水庫之水位高、洩洪量及放流量等資料。由於水庫資料為人工抄寫後登錄至水利署系統，因此資料更新時間不定，部份水庫測站為每 1 小時更新 1 次。如圖 3.53 所示。

白河水庫資料

資料時間	水位高(M)	進流量(cms)	洩洪量(cms)	放流量(cms)	蓄水量
2014-12-02 08:00:00	106.18				299
2014-12-01 08:00:00	106.18				299
2014-11-29 08:00:00	106.22				303
2014-11-28 08:00:00	106.24				306
2014-11-27 08:00:00	106.26				308
2014-11-26 08:00:00	106.27				310
2014-11-25 08:00:00	106.29				312
2014-11-24 08:00:00	106.31				314
2014-11-23 08:00:00	106.32				316
2014-11-22 08:00:00	106.34				318
2014-11-21 08:00:00	106.36				321
2014-11-20 08:00:00	106.37				322
2014-11-19 08:00:00	106.39				324
2014-11-18 08:00:00	106.39				324
2014-11-17 08:00:00	106.4				326
2014-11-16 08:00:00	106.42				328
2014-11-15 08:00:00	106.44				330
2014-11-14 08:00:00	106.46				333
2014-11-13 08:00:00	106.48				335
2014-11-12 08:00:00	106.52				340
2014-11-11 08:00:00	106.53				342
2014-11-10 08:00:00	106.55				344
2014-11-09 08:00:00	106.56				345
2014-11-08 08:00:00	106.57				347
2014-11-07 08:00:00	106.59				349
2014-11-06 08:00:00	106.6				350
2014-11-05 08:00:00	106.61				352
2014-11-04 08:00:00	106.62				353
2014-11-03 08:00:00	106.63				354
2014-11-02 08:00:00	106.64				355
2014-10-31 08:00:00	106.65				357
2014-10-30 08:00:00	106.72				365
2014-10-29 08:00:00	106.77				372
2014-10-28 08:00:00	108.83				379
2014-10-26 08:00:00	107				401
2014-10-25 08:00:00	107.12				417
2014-10-24 08:00:00	107.24				432
2014-10-23 08:00:00	107.36				448
2014-10-22 08:00:00	107.48				464
2014-10-21 08:00:00	107.6				480
2014-10-20 08:00:00	107.71				496
2014-10-19 08:00:00	107.71				496
2014-10-18 08:00:00	107.71				496
2014-10-17 08:00:00	107.71				496
2014-10-16 08:00:00	107.72				497
2014-10-15 08:00:00	107.72				497
2014-10-14 08:00:00	107.81				509
2014-10-13 08:00:00	107.9				522

※ 資料來源：經濟部水利署
※ 本資料僅供參考

圖 3.53 水庫水位資料

3.11.4 即時雨量資料查詢

系統定時連結至中央氣象局 FTP 站，取得 568 個雨量測站之即時雨量資料，雨量資料均為每 10 鐘更新 1 次。使用者可搜尋橋梁最近之雨量測站，查詢時雨量、10 分鐘累計雨量、3 小時累計雨量、6 小時累計雨量、12 小時累計雨量及 24 小時累計雨量，供橋梁管理單位掌握即時降雨情形。如圖 3.54 所示。

士林雨量站資料

雨量站基本資料

雨量站編號：C0A9E（局屬無人測站）
雨量站所在位置：臺北市士林區

資料時間	10分鐘累積雨量(毫米)	1小時累積雨量	3小時累積雨量	6小時累積雨量	12小時累積雨量	24小時累積雨量	0時至資料時間累積雨量
2014-12-02 12:20:00	0	0	0	0	1.5	2	1.5
2014-12-02 12:10:00	0	0	0	0	1.5	2	1.5
2014-12-02 12:00:00	0	0	0	0	1.5	2	1.5
2014-12-02 11:50:00	0	0	0	0	1.5	2	1.5
2014-12-02 11:40:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 11:30:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 11:20:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 11:10:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 11:00:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 10:50:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 10:40:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 10:30:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 10:20:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 10:10:00	0	0	0	0	2	2	1.5
2014-12-02 10:00:00	0	0	0	0.5	2	2	1.5
2014-12-02 09:50:00	0	0	0	0.5	2	2	1.5
2014-12-02 09:40:00	0	0	0	0.5	2	2	1.5
2014-12-02 09:30:00	0	0	0	0.5	2	2	1.5
2014-12-02 09:20:00	0	0	0	0.5	2	2	1.5
2014-12-02 09:10:00	0	0	0	0.5	2	2	1.5
2014-12-02 09:00:00	0	0	0	1	2	2	1.5
2014-12-02 08:50:00	0	0	0	1	2	2	1.5
2014-12-02 08:40:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 08:30:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 08:20:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 08:10:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 08:00:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 07:50:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 07:40:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 07:30:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 07:20:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 07:10:00	0	0	0	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 07:00:00	0	0	0.5	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 06:50:00	0	0	0.5	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 06:40:00	0	0	0.5	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 06:30:00	0	0	0.5	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 06:20:00	0	0	0.5	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 06:10:00	0	0	0.5	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 06:00:00	0	0	1	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 05:50:00	0	0	1	1.5	2	2	1.5
2014-12-02 05:40:00	0	0	1.5	2	2	2	1.5
2014-12-02 05:30:00	0	0	1.5	2	2	2	1.5
2014-12-02 05:20:00	0	0	1.5	2	2	2.5	1.5
2014-12-02 05:10:00	0	0	1.5	2	2	2.5	1.5

圖 3.54 雨量站資料

3.12 本章小結

第二代 TBMS 主系統之基本資料、檢測紀錄及維修紀錄均以構件化為開發方向，而常用管理功能模組及橋況分析模組則以客製化為宗旨，儘可能滿足使用單位需求。102 及 103 年主系統部份已完成模組包含：1.基本資料模組、2.檢測資料模組、3.維修紀錄模組、4.統計分析模組、5.決策支援模組、6.常用管理功能模組、7.橋況分析模組、8.地理資訊模組以及 9.防災資訊模組。

第四章　前期行動裝置應用程式簡介

4.1 行動裝置應用程式架構

搭配第二代 TBMS 主系統開發之行動裝置應用程式(APP)分為 iOS 版及 Android 版，系統架構如圖 4.1 所示。無論是 iOS 版(圖 4.2)圖或 Android 版(圖 4.3)，其架構及功能均相同。102 及 103 年已完成之功能有基本資料下載模組、定期檢測模組、特別檢測模組及資料上傳模組。

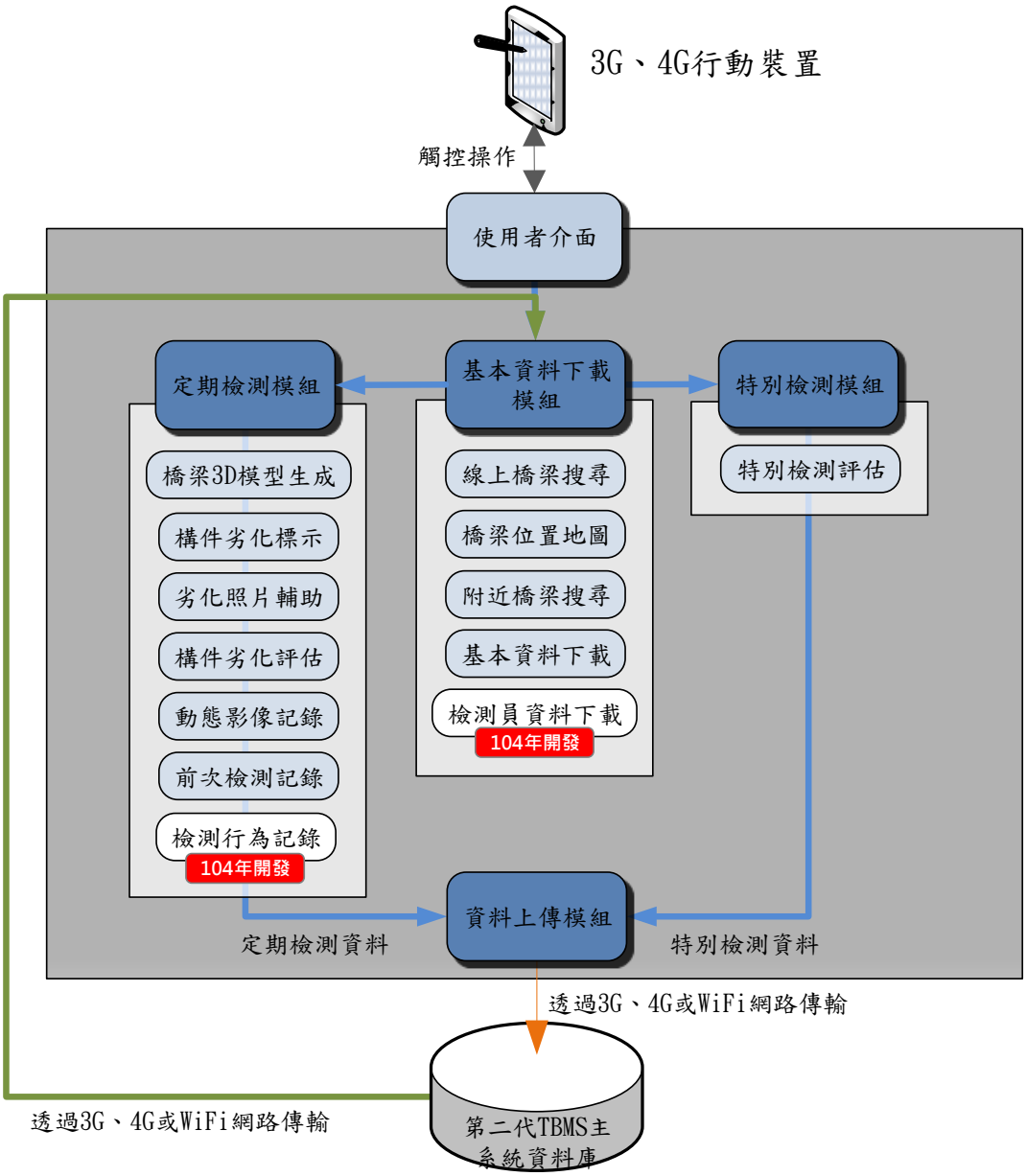


圖 4.1 行動裝置應用程式系統架構圖(配合第二代 TBMS)

圖 4.2 iOS 版登入畫面

圖 4.3 Android 版登入畫面

行動裝置 APP 之開發目的為輔助橋梁目視檢測作業，使用者可於辦公室或有無線網路的地方預先下載要檢測之橋梁基本資料，至現地後不需上網亦可進行橋梁檢測，系統會依橋梁基本資料產生對應之 3D 模型(與主系統相同)，點選購件可進行評估，若構件有劣化，可標註劣化位置並拍照(亦可錄影)，再填寫 D、E、R、U 值及建議維修工法，檢測完之構件會改變顏色以識別，D=3 之構件會變為黃色，D=4 會變為紅色，檢測完成後可填寫檢測員意見，待回到辦公室或有無線網路的地方即可上傳檢測資料及照片，如圖 4.4 所示。

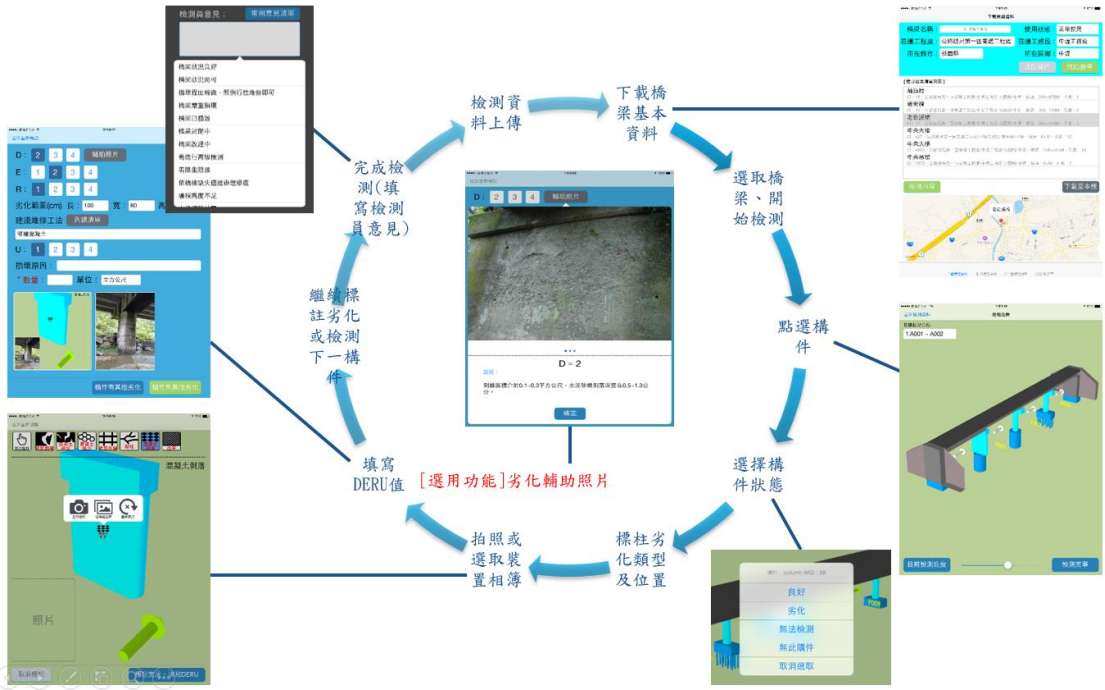


圖 4.4 行動裝置 APP 簡略操作流程

4.2 基本資料下載模組

登入行動裝置 APP 後，由於一開始裝置中並無任何橋梁資料，因此須由 TBMS 資料庫中下載欲進行檢測之橋梁資料，透過帳號權限控管，使用者僅能下載權限範圍內之橋梁。

4.2.1 線上橋梁搜尋

行動裝置可透過 3G、4G 或 WiFi 連結 TBMS 主系統資料庫，依所輸入之搜尋條件，尋找符合條件之橋梁，如圖 4.5 所示。

4.2.2 附近橋梁搜尋

當行動裝置開啟 GPS 後，可透過 3G、4G 或 WiFi 將裝置所在座標傳送至 TBMS 主系統，主系統會搜尋裝置附近（使用者可選擇搜尋距離）之橋梁，如圖 4.6 所示。

圖 4.5 線上橋梁搜尋

圖 4.6 附近橋梁搜尋

4.2.3 基本資料下載

搜尋到欲進行檢測之橋梁後，可將基本資料下載至行動裝置。下載資料包含基本資料主表及所屬各構件資料表，使用者可檢視橋梁基本資料及各構件資料，圖 4.7 為資料下載過程，圖 4.8 為基本資料主表，圖 4.9 為各構件之資料表。

圖 4.7 基本資料下載

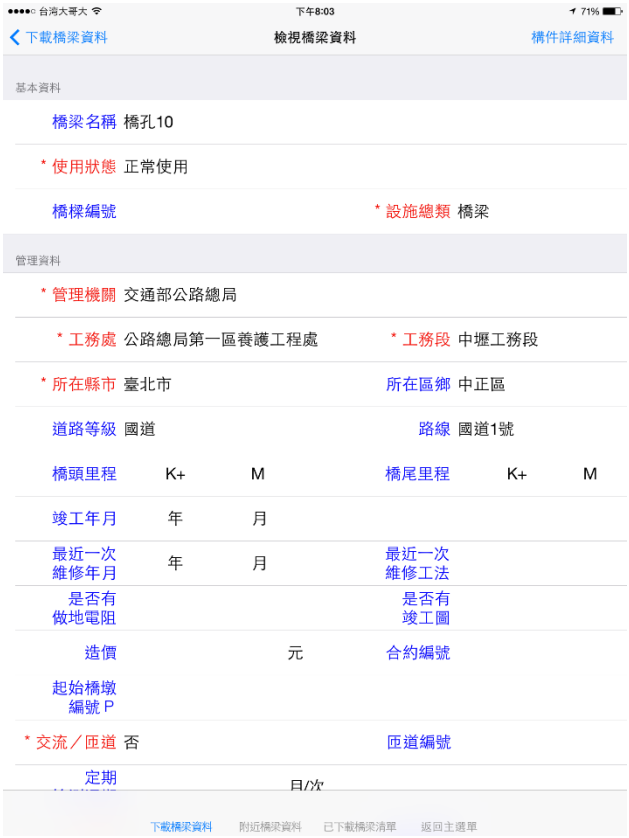


圖 4.8 基本資料主表

圖 4.9 各構件資料表

4.3 定期檢測模組

4.3.1 橋梁 3D 模型生成

使用者由已下載橋梁清單中選擇要進行檢測之橋梁，如圖 4.10 所示，系統繪依據該橋所填寫之構件資料，自動產生相對應之橋梁模型，包含跨數、各跨大梁數、每根大梁之型式、橋墩墩柱數、每根橋墩之型式、基礎型式等，如圖 4.11 所示，基本資料中未填寫之構件將不會出現在 3D 模型中。由於行動裝置螢幕大小有限，因此一次僅顯示五跨，超過五跨之橋梁，可透過下拉選單，選取其他分段。除了透過 3D 模型選取構件，系統亦提供構件選單，讓使用者點選選單上之構件進行檢測，如圖 4.12 所示。

圖 4.10 已下載橋梁列表

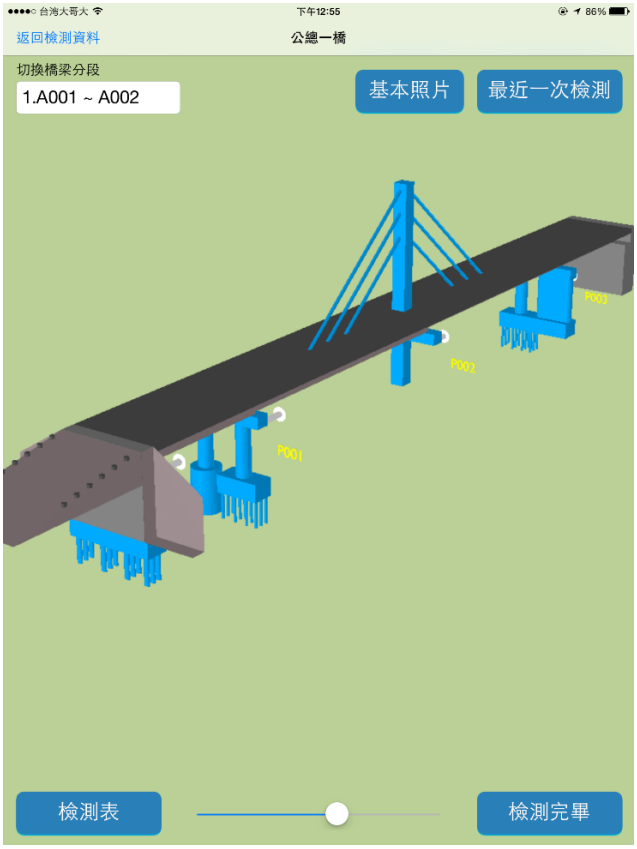


圖 4.11 橋梁 3D 模型

圖 4.12 橋梁構件選單

4.3.2 構件劣化標示

點選 3D 橋梁上之構件，即可開始評估構件之狀態，如圖 4.13 所示，若點選構件狀態良好，則系統繪自動將 D=1 填入該構件之檢測表，同時使用者需拍攝一張該構件之照片，以示良好；當構件有劣化時，則需標示劣化種類及位置，程式會依據使用者所選擇之構件，提供相對應之劣化圖示，如圖 4.14 所示，使用者可將所選之圖示貼在構件模型上，並拍攝劣化照片或由裝置中選取，最多可選取 5 張照片，如圖 4.15 所示。所拍攝之照片會顯示在畫面左下方，供使用者對照，如圖 4.16 所示。

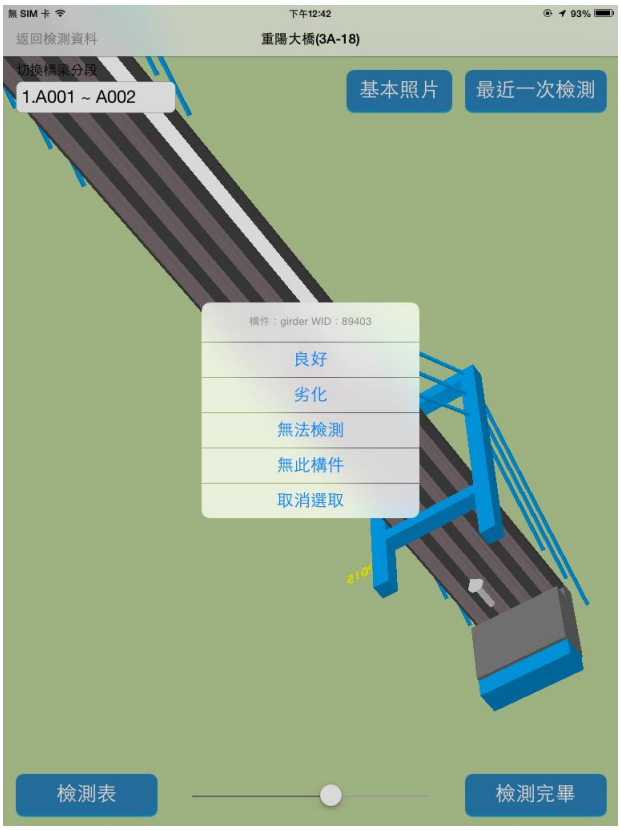


圖 4.13 選取橋梁構件進行檢測

圖 4.14 標示劣化位置

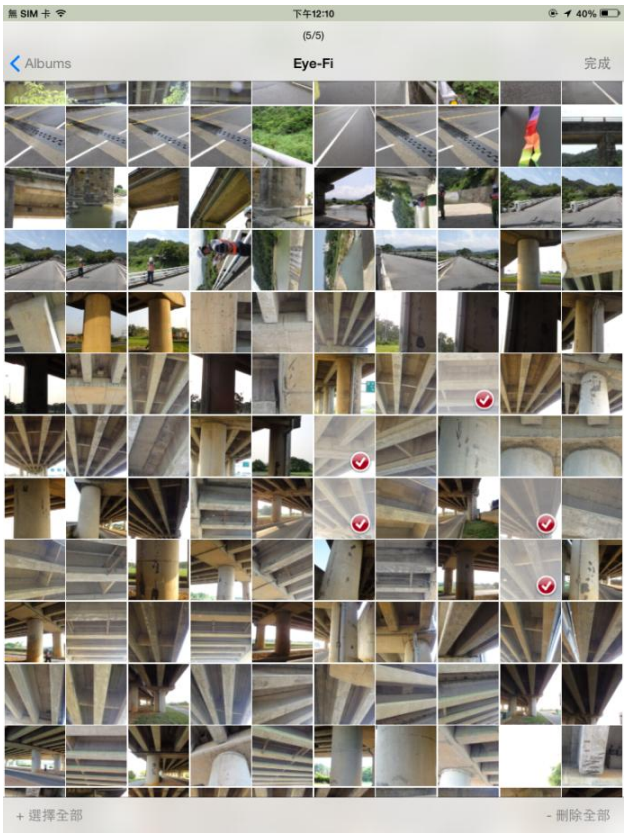


圖 4.15 選取劣化照片

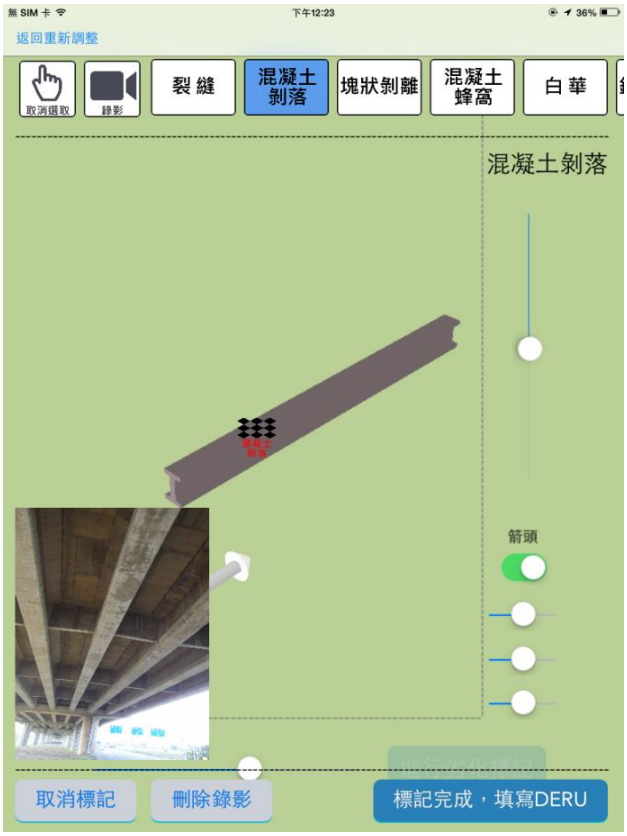


圖 4.16 已選取之照片縮圖位於左下角

4.3.3 劣化照片輔助

程式可提供劣化照片輔助功能，依據目前所檢測之構件及劣化類型提供 D=2、3 或 4 之劣化照片及文字說明，如圖 4.17 所示。使用者僅需點選照片，系統會自動將 D 值及該劣化類型所對應之 R 填入評估表中，使用者可再依現場狀況修改 D 及 R 值。目前系統共有 109 種劣化類型，243 張照片可供選擇。劣化類型對應之 R 值及已蒐集之劣化照片清單詳表 4.1。

表 4.1 構件劣化照片(編號)蒐集狀況表

NO	檢測項目	劣化類型	對應之 R 值	D=2 照片	D=3 照片	D=4 照片
1	引道路堤	路堤沉陷	2	1d2	1d3	1d4
2	引道路堤	植物生長	1	2d2		
3	引道路堤	沖刷或侵蝕造成掏空	2	3d2	3d3	3d4
4	引道路堤	邊坡滑動	2			4d4
5	引道路堤	裂縫	1	5d2	5d3	5d4
6	引道護欄	混凝土裂縫	1	6d2	6d3	6d4
7	引道護欄	混凝土剝落	1	7d2	7d3	7d4
8	引道護欄	混凝土蜂窩	1	8d2		
9	引道護欄	護欄脫落	1	9d2	9d3	9d4
10	引道護欄	護欄鏽蝕	1			10d4
11	引道護欄	支柱損壞	1	11d2	11d3	11d4
12	河道	河道變遷	2	14d2		
13	河道	河道淤積	2	16d2	16d3	16d4
14	河道	堤防沖刷或侵蝕	2	17d2	17d3	17d4
15	河道	上下游開採砂石	3			
16	引道護坡保護措施	滑動或沉陷	2		20d3	20d4
17	引道護坡保護措施	裂縫	1	22d2	22d3	22d4
18	橋台基礎	傾斜、沉陷、滑動	4			
19	橋台基礎	裸露或掏空	3	29d2	29d3	29d4
20	橋台基礎	混凝土裂縫	3			
21	橋台	傾斜、沉陷、滑動	4			
22	橋台	混凝土裂縫	1	35d2	35d3	35d4
23	橋台	混凝土剝落	1	36d2	36d3	36d4
24	橋台	混凝土塊(片)狀剝離	1	37d2	37d3	37d4
25	橋台	混凝土碎裂	1	38d2	38d3	38d4
26	橋台	混凝土蜂窩	1	39d2	39d3	39d4
27	橋台	混凝土白華	1	40d2	40d3	
28	橋台	鋼筋外露	2	42d2	42d3	42d4
29	橋台	排水孔阻塞	1	43d2		
30	翼牆/檔土牆	傾斜、沉陷、滑動	3	45d2		45d4
31	翼牆/檔土牆	排水孔阻塞	1	47d2		
32	翼牆/檔土牆	下方土壤流失	2	48d2	48d3	48d4
33	翼牆/檔土牆	混凝土裂縫	1	50d2	50d3	50d4
34	翼牆/檔土牆	混凝土剝落	1	51d2	51d3	51d4
35	翼牆/檔土牆	混凝土塊(片)狀剝離	1	52d2	52d3	52d4
36	翼牆/檔土牆	混凝土碎裂	1	53d2	53d3	53d4
37	翼牆/檔土牆	混凝土蜂窩	1	54d2	54d3	

表 4.1 構件劣化照片(編號)蒐集狀況表(續 1)

NO	檢測項目	劣化類型	對應之 R 值	D=2 照片	D=3 照片	D=4 照片
38	翼牆/檔土牆	混凝土白華	1	55d2		
39	翼牆/檔土牆	鋼筋外露	1	56d2		56d4
40	摩擦層	裂縫	1	57d2	57d3	57d4
41	摩擦層	冒油	1	58d2	58d3	58d4
42	摩擦層	土砂淤積	1	59d2	59d3	59d4
43	摩擦層	坑洞	2	60d2	60d3	60d4
44	摩擦層	風化、剝落	1	61d2	61d3	61d4
45	摩擦層	車轍	1	62d2	62d3	62d4
46	橋面排水設施	阻塞	1	63d2	63d3	63d4
47	橋面排水設施	路面超鋪	1	64d2	64d3	64d4
48	橋面排水設施	蓋板損壞	1			
49	緣石及人行道	混凝土剝落	1	66d2	66d3	66d4
50	緣石及人行道	人行道鋪面損壞	1	67d2	67d3	67d4
51	欄杆及護牆	混凝土裂縫	1	69d2	69d3	69d4
52	欄杆及護牆	混凝土剝落	1	70d2	70d3	70d4
53	欄杆及護牆	混凝土蜂窩	1	71d2	71d3	
54	欄杆及護牆	鋼筋外露	1	72d2	72d3	72d4
55	欄杆及護牆	欄杆位移	1	73d2	73d3	73d4
56	欄杆及護牆	欄杆脫落	1		74d3	74d4
57	欄杆及護牆	欄杆鏽蝕	1		75d3	75d4
58	欄杆及護牆	支柱損壞	1	76d2	76d3	76d4
59	橋墩保護設施	傾斜、沉陷、滑動	3			
60	橋墩保護設施	沖失	3	81d2	81d3	81d4
61	橋墩保護設施	河床工淘空	2			85d4
62	橋墩基礎	傾斜、沉陷、滑動	4			88d4
63	橋墩基礎	裸露或掏空	3	90d2	90d3	90d4
64	橋墩基礎	鋼筋外露	2	91d2		
65	橋墩墩體	混凝土塊(片)狀剝離	2	95d2	95d3	95d4
66	橋墩墩體	混凝土碎裂	1	96d2	96d3	
67	橋墩墩體	混凝土蜂窩	1	97d2	97d3	97d4
68	橋墩墩體	鋼筋外露	2	100d2	100d3	100d4
69	橋墩墩體	混凝土裂縫	3	103d2	103d3	103d4
70	橋墩墩體	混凝土剝落	2	104d2	104d3	104d4
71	橋墩墩體	混凝土白華	2	108d2	108d3	
72	支承	生銹及腐蝕	2	112d2	112d3	112d4
73	支承	螺栓鬆脫	2			
74	支承	傾斜或變形	2	114d2		114d5
75	支承	支承座損壞	3	116d2	116d3	116d4
76	支承	異聲	2			
77	支承	橡膠老化	1	120d2	120d3	120d4
78	支承	垃圾或土砂堆積	1	124d2	124d3	124d4
79	止震塊/拉桿	混凝土破損	2	126d2	126d3	126d4
80	止震塊/拉桿	混凝土裂縫	2	128d2	128d3	128d4
81	止震塊/拉桿	螺栓鬆脫	2		130d3	130d4

表 4.1 構件劣化照片(編號)蒐集狀況表(續 2)

NO	檢測項目	劣化類型	對應之 R 值	D=2 照片	D=3 照片	D=4 照片
82	止震塊/拉桿	墊片損壞	2			
83	伸縮縫	損壞斷裂	3		133d3	
84	伸縮縫	混凝土剝落	2	134d2	134d3	
85	伸縮縫	鏍栓鬆動或脫落	2			135d4
86	伸縮縫	雜屑堆積	1	136d2	136d3	136d4
87	伸縮縫	植物生長	1	137d2	137d3	
88	伸縮縫	材料變形	2			138d4
89	伸縮縫	填縫膠損壞	2	139d2	139d3	
90	伸縮縫	異聲	1			
91	伸縮縫	間隙過大	2	141d2	141d3	141d4
92	主構件(大梁)	混凝土裂縫	2	142d2	142d3	142d4
93	主構件(大梁)	混凝土剝落	2	143d2	143d3	143d4
94	主構件(大梁)	混凝土塊(片)狀剝離	2	144d2	144d3	144d4
95	主構件(大梁)	混凝土蜂窩	2	146d2	146d3	146d4
96	主構件(大梁)	混凝土白華	2	147d2	147d3	
97	主構件(大梁)	鋼筋外露	3	150d2	150d3	150d4
98	副構件(橫隔梁)	混凝土裂縫	2			
99	副構件(橫隔梁)	混凝土剝落	1	152d2	152d3	152d4
100	副構件(橫隔梁)	混凝土塊(片)狀剝離	1	153d2	153d3	153d4
101	副構件(橫隔梁)	混凝土蜂窩	1	155d2	155d3	155d4
102	副構件(橫隔梁)	混凝土白華	1	156d2	156d3	
103	副構件(橫隔梁)	鋼筋外露	1	159d2	159d3	159d4
104	橋面板	過度位移或震動	4			160d4
105	橋面板	混凝土裂縫	3	161d2	161d3	
106	橋面板	混凝土剝落	2	162d2	162d3	162d4
107	橋面板	混凝土蜂窩	2	164d2	164d3	
108	橋面板	混凝土白華	2	165d2	165d3	
109	橋面板	滲漏	2	167d2	167d3	

圖 4.17 劣化照片輔助功能

4.3.4 構件劣化評估

構件有劣化時可填寫構件之 D、E、R、U、劣化範圍，如圖 4.18 所示，並可填寫建議維修工法，若該構件還有其他劣化，可回到構件簡圖中繼續標示劣化，若沒有其他劣化，則返回橋梁 3D 模型，繼續下一構件之檢測。

圖 4.18 構件劣化評估畫面

所有構件檢測完成後，於檢測結束前可填寫檢測人員意見，程式提供常用之檢測意見選單供使用者選擇，並將狀況良好、尚可、輕微損壞之選項底色改為綠色，狀況較嚴重之選項底色改為紅色，如圖 4.19 所示。

圖 4.19 檢測人員意見選單

4.3.5 動態影像紀錄

構件有劣化時，除可拍攝照片外，系統亦提供錄影功能，可使用行動裝置直接錄影，或使用網路攝影機(如 GoPro)拍攝，透過內部 Wifi 傳輸至行動裝置，在 APP 中選取影片並與劣化連結。圖 4.20 為錄影及選取影片工具列，圖 4.21 為選取裝置影片系統畫面。

4.3.6 前次檢測紀錄

行動裝置 APP 於下載基本資料時，同時會下載前一次之檢測資料，於檢測過程中可檢視前次之檢測值，可做為本次檢測時之參考，如圖 4.22 所示。

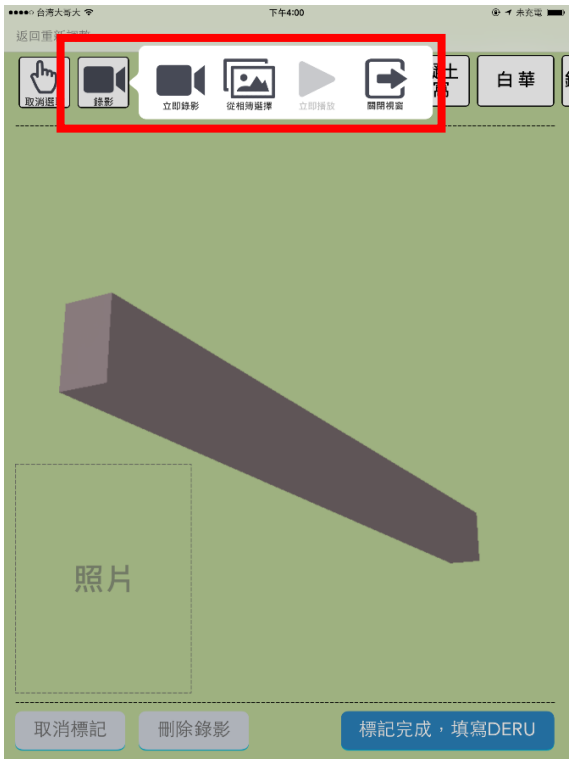


圖 4.20 錄影及選取影片工具列

圖 4.21 選取裝置中影片

圖 4.22 前次檢測紀錄

4.4 特別檢測模組

行動裝置 APP 可進行特別檢測，特別檢測表格與主系統所使用的相同，可於辦公室或有無線網路的地方預先下載要檢測之橋梁基本資料，至現地後不需上網亦可進行特別檢測。圖 4.23 為特別檢測紀錄畫面。

圖 4.23 特別檢測紀錄

4.5 資料上傳模組

資料上傳模組中會列出已進行定期檢測、已進行特別檢測之橋梁清單，清單中會列出已上傳、未上傳及未完成檢測之狀態，點選上傳即可上傳該筆檢測資料，如圖 4.24 所示。

圖 4.24 資料上傳模組

4.6 本章小結

行動裝置 APP 於 102 及 103 年完成之項目包含：1.基本資料搜尋及下載、2.附近橋梁搜尋及下載、3.橋梁 3D 模型自動生成、4.定期檢測構件劣化標示、5.定期檢測劣化照片輔助功能、6.定期檢測動態影像紀錄、7.前次定期檢測紀錄檢視、8.特別檢測紀錄，以及 9.檢測資料上傳。

行動裝置 APP 能輔助檢測人員進行橋梁檢測，並確保橋梁構件無論好壞均有檢測照片佐證，檢測結果直接上傳至第二代 TBMS，節省回辦公室整理照片之時間，避免人工輸入可能發生之錯誤。整體而言，能夠提升檢測品質，使橋梁檢測更加詳實。

第五章　本期第二代 TBMS 主系統功能開發

本計畫針對第二代 TBMS 主系統繼續開發，完成主系統橋梁類型之擴充，包含：(1)箱涵、(2)擴建橋、(3)桁架橋及(4)雙層橋；完成新功能模組之開發，包含：(5)資料交換模組、(6)檢測行為查核模組以及(7)QA 系統；完成現有功能模組之擴充及更新，包含：(8)橋況分析模組之橋梁安全評估表擴充、(9)常用管理功能之統計功能擴充以及(10)地震後應特別檢測橋梁搜尋功能更新。

5.1 箱涵擴充

5.1.1 箱涵構件

箱涵（Culvert）是以箱型管節建造之涵洞，由一個或多個方形或矩形斷面組成，一般多由鋼筋混凝土澆製而成，單孔之跨徑一般在 4 公尺以下，多用於跨越渠道、排水溝、穿越高速公路或鐵路路堤下方之道路。與一般梁式橋相較，箱涵構造簡單許多，因此採用橋梁之基本資料表予以簡化後使用。

第二代 TBMS 直接引用第一代 TBMS 中之箱涵構件，再將資料表構件化，以符合第二代 TBMS 之資料庫架構。依第一代 TBMS 之定義，箱涵共分為 14 類構件，分別為：1.引道路堤、2.引道護欄、3.河道、4.引道護坡、5.端牆/側牆、6.翼牆/擋土牆、7.摩擦層、8.橋面排水設施、9.緣石及人行道、10.橋護欄、11.基礎保護工法、12.中隔版、13.頂版及 14.底版，如圖 5.1 所示。箱涵之構件中大部分與橋梁完全相同，部分構件名稱稍有不同，如橋梁有橋台，箱涵則為端牆（或稱側牆），橋梁有橋墩，在箱涵則為中隔板，有些構件則是橋梁有但箱涵沒有的，如支承、大梁及橫隔梁等，表 5.1 列出梁式橋及箱涵之構件，並將相同或類似之構件排在同一列供參照。

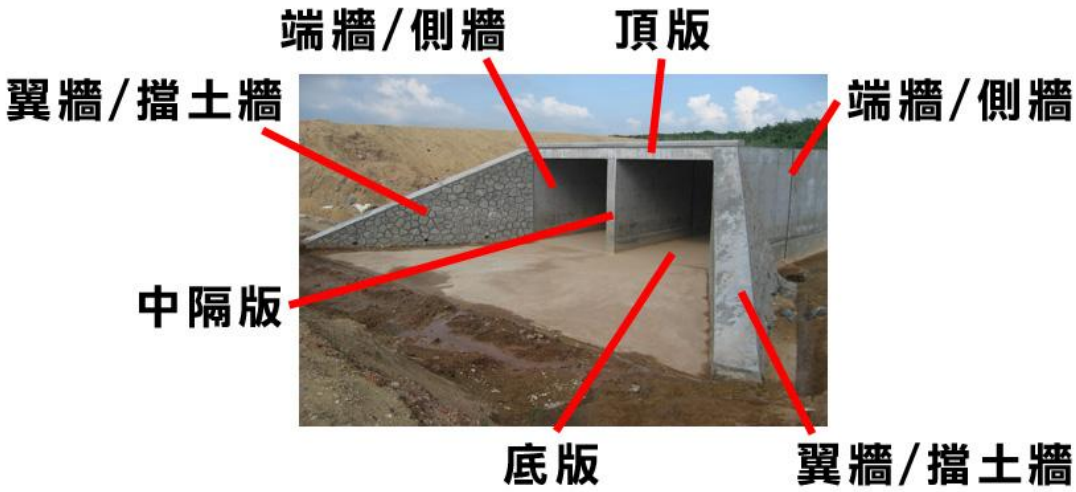


圖 5.1 箱涵構件分類

表 5.1 橋梁及箱涵構件比較表

編號(橋梁)	梁式橋構件	編號(箱涵)	箱涵構件	箱涵構件資料表
1	引道路堤	1	引道路堤	橋涵共用
2	引道護欄	2	引道護欄	橋涵共用
3	河道	3	河道	橋涵共用
4	引道護坡	4	引道護坡	橋涵共用
5	橋台基礎	-	N/A	N/A
6	橋台	5	端牆/側牆	箱涵專用
7	翼牆/擋土牆	6	翼牆/擋土牆	橋涵共用
8	摩擦層	7	摩擦層	橋涵共用
9	橋面排水設施	8	橋面排水設施	橋涵共用
10	緣石及人行道	9	緣石及人行道	橋涵共用
11	欄杆及護牆	10	橋護欄	橋涵共用
12	橋墩保護措施	11	基礎保護工法	箱涵專用
13	橋墩基礎	-	N/A	N/A
14	橋墩墩體/帽梁	12	中隔版	箱涵專用
15	支承/支承墊	-	N/A	N/A
16	防落設施	-	N/A	N/A
17	伸縮縫	-	N/A	N/A
18	主構件(大梁)	-	N/A	N/A
19	次要構件(橫梁)	-	N/A	N/A
20	橋面版	13	頂版	箱涵專用
-	N/A	14	底版	箱涵專用

5.1.2 箱涵基本資料表

橋梁及箱涵結構型式雖然不同，但因屬性相近，因此第二代 TBMS 採用與橋梁相同之「基本資料主表」及「詳細/擴建紀錄」，未針對箱涵製作新的「基本資料主表」及「詳細/擴建紀錄」，但當橋梁基本資料表中之「設施種類」欄位選擇「箱涵」時，欄位將被簡化，同時原本欄位名稱中出現「橋梁」二字者會改為「箱涵」。針對箱涵之構件，與橋梁構件無法共用現有構件資料表共有五項，如表 5.1 所示，分別為：1.端牆/側牆、2.基礎保護工法、3.中隔版、4.頂版及 5.底版，因此針對次此五項構件建立了新的構件資料表，圖 5.2 為第二代 TBMS 增加箱涵構件後之基本資料表架構，圖 5.3 至 5.5 為目前在第二代 TBMS 中已建立完成之箱涵基本資料表畫面，圖 5.3 為箱涵基本資料主表系統畫面，圖 5.4 為箱涵詳細/擴建紀錄系統畫面，圖 5.5 為箱涵各構件列表系統畫面。

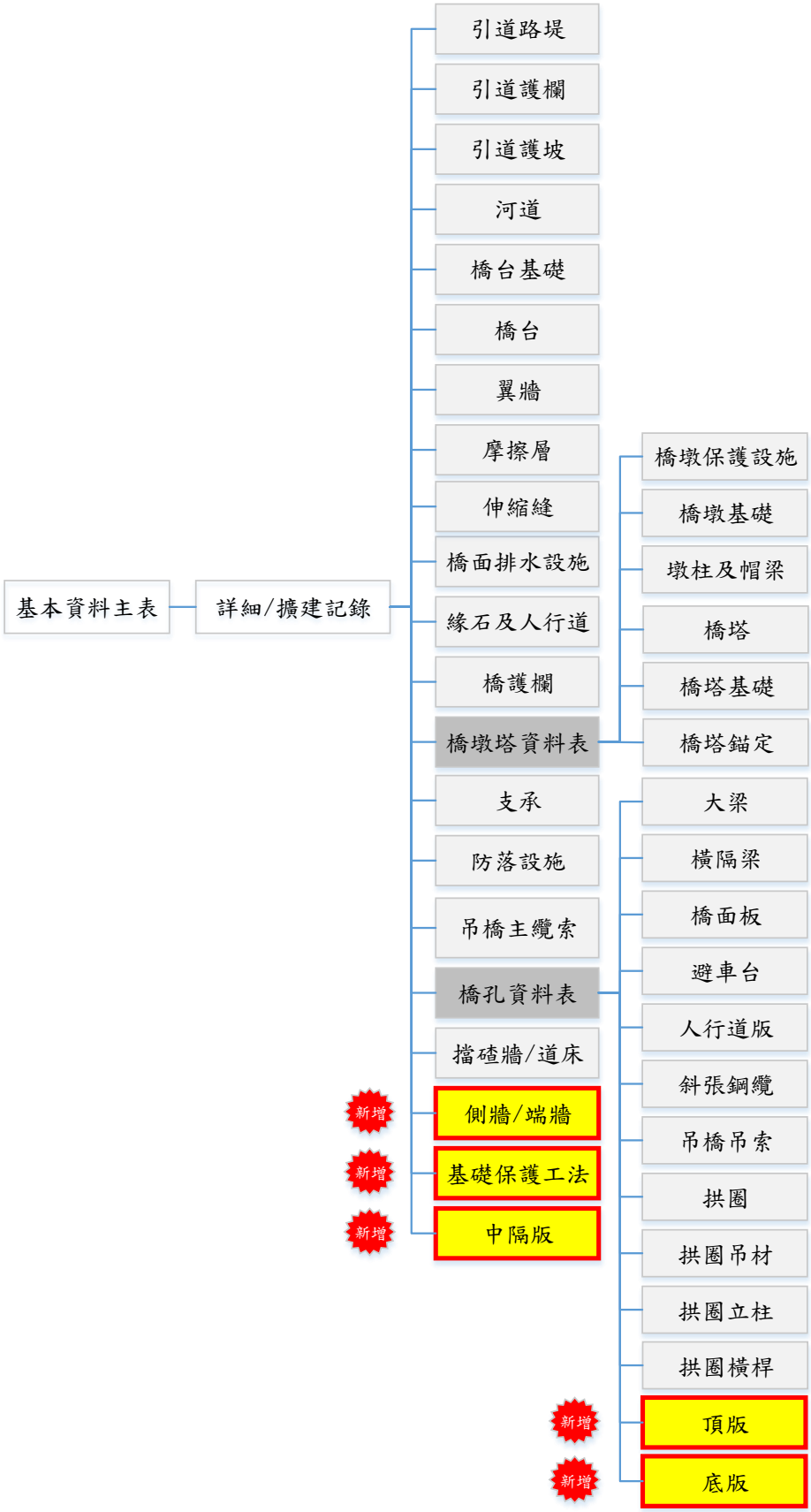


圖 5.2 第二代 TBMS 橋梁及箱涵基本資料表架構圖

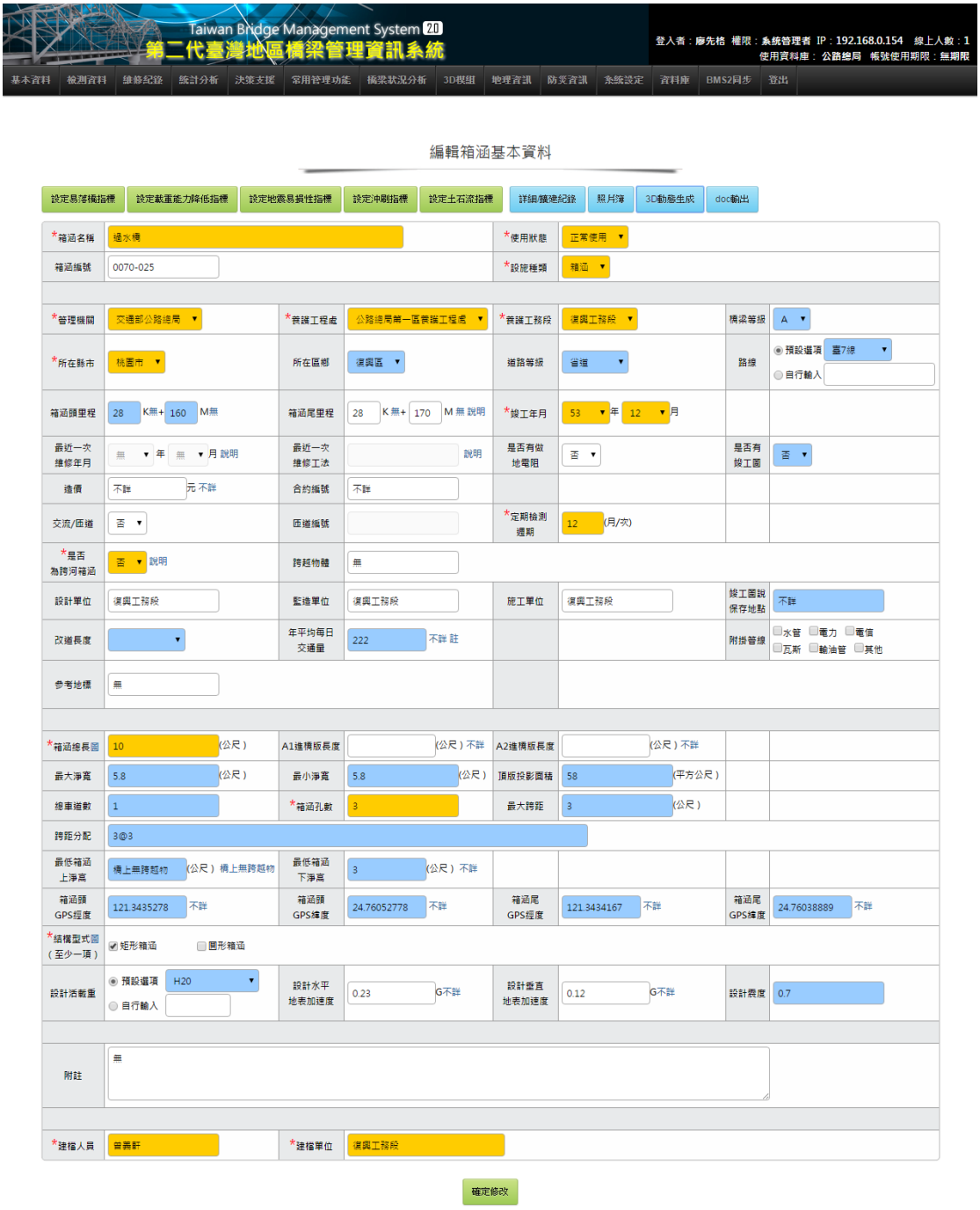


圖 5.3 箱涵基本資料主表系統畫面

圖 5.4 箱涵詳細/擴建紀錄系統畫面

圖 5.5 箱涵各構件列表系統畫面

5.1.3 箱涵檢測資料表

第一代 TBMS 中已有建立箱涵之定期檢測表，因此在第二代 TBMS 中直接引用第一代 TBMS 中之箱涵檢測項目（構件），再構件化符合第二代 TBMS 之資料庫架構。箱涵之檢測項目共分為 14 類構件，與基本資料之構件相同，分別為：1.引道路堤、2.引道護欄、3.河道、4.引道護坡、5.端牆/側牆、6.翼牆/擋土牆、7.摩擦層、8.橋面排水設施、9.緣石及人行道、10.橋護欄、11.基礎保護工法、12.中隔版、13.頂版及 14.底版。其中第 1 至 11 項屬於整體檢測項目，每座箱涵無論長短均填寫一筆 DER 值；第 12 項為逐墩檢測項目，數量會隨總箱涵孔數增減；

第 13 及 14 項為逐跨檢測項目，數量會隨總箱涵孔數增減。系統中產生之定期檢測表會依使用者建立之構件基本資料而變動，例如，當使用者沒有建立引道路堤、引道護欄時，定期檢測表中便不會出現此二檢測項目。圖 5.6 為箱涵定期檢測之系統畫面。

圖 5.6 箱涵定期檢測系統畫面

5.1.4 箱涵 3D 模型

箱涵之 3D 模型與橋梁相同，均可自動生成，依照使用者輸入之孔數及存在之構件類型，即會自動將各構件組合成為 3D 箱涵之示意模型（並非依照真實比例繪製），模型可放大、縮小、旋轉及平移，圖 5.7 為主系統自動生成之 3D 箱涵示意模型，此圖為從右側上方俯視的系統畫面，外觀與版橋類似，圖 5.8 為從右側下方仰視的系統畫面，可清楚看到箱涵的底版，明顯與橋梁不同。

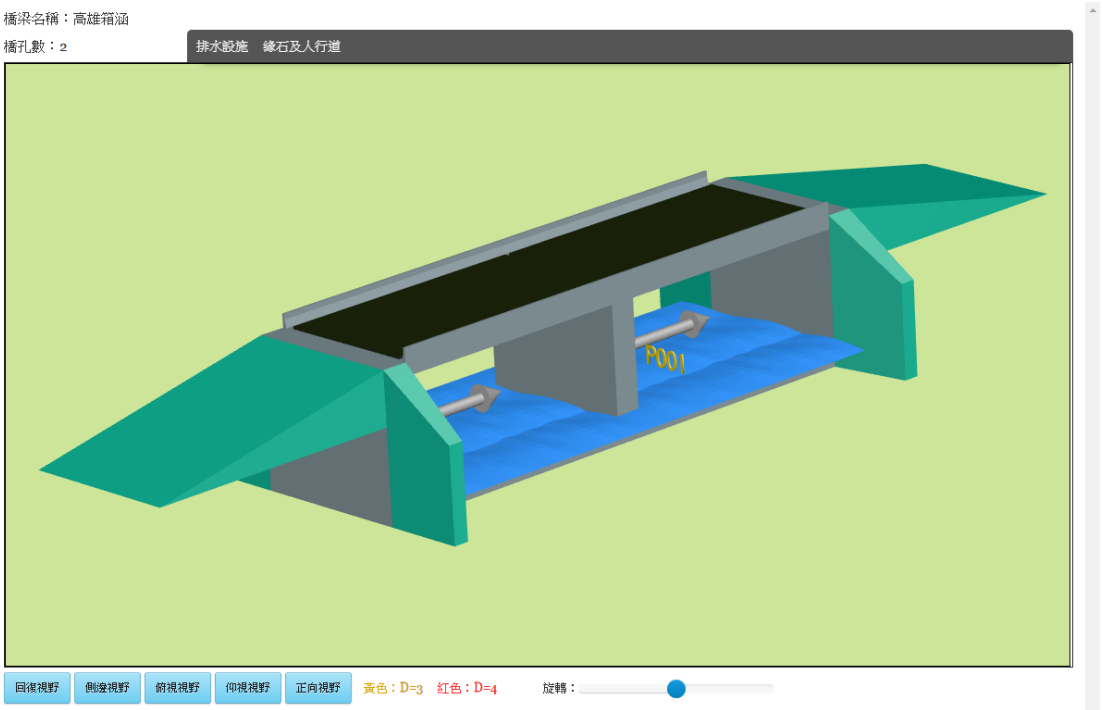


圖 5.7 箱涵 3D 模型系統畫面

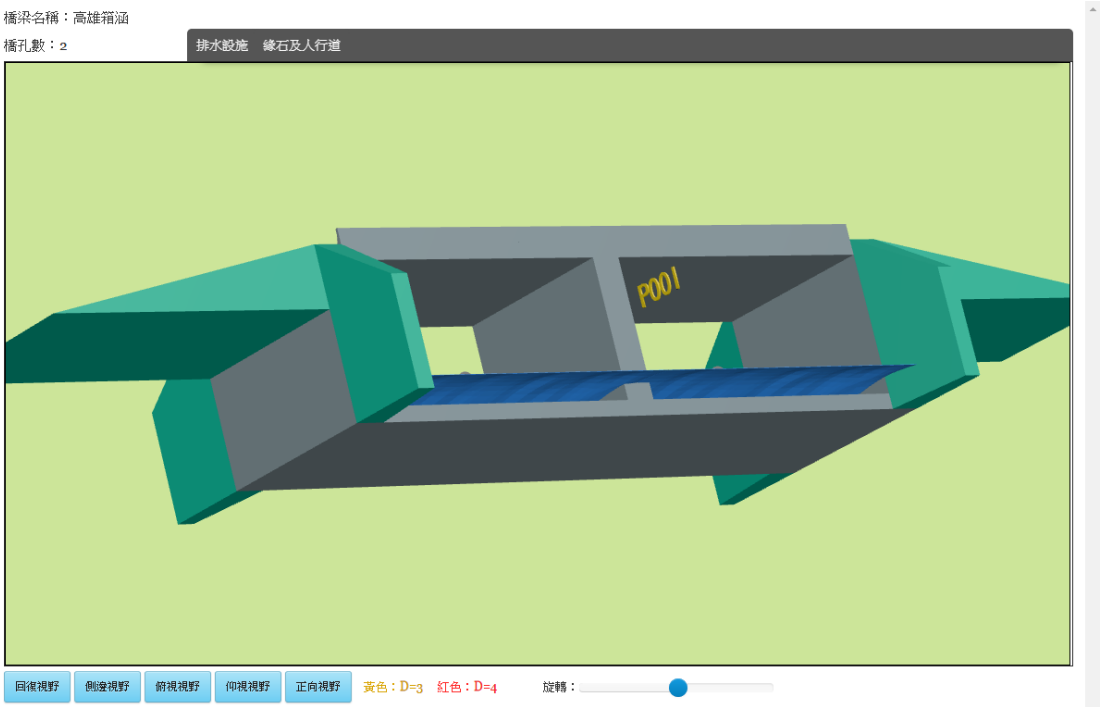


圖 5.8 箱涵 3D 模型系統畫面(仰視)

箱涵 3D 構件模型可由顏色反應構建之狀態，若該構件最近一次定期檢測之 D 值為 3 時，構件會自動變為鮮黃色，當 D 值等於 4 時，構件則會變為醒目的紅色，如圖 5.9 所示。當使用滑鼠點選構件時，會連結到該構件之基本資料、最近五筆定期檢測資料(含 DER 折線圖)、檢測照片、維修紀錄及照片，如圖 5.10 所示。

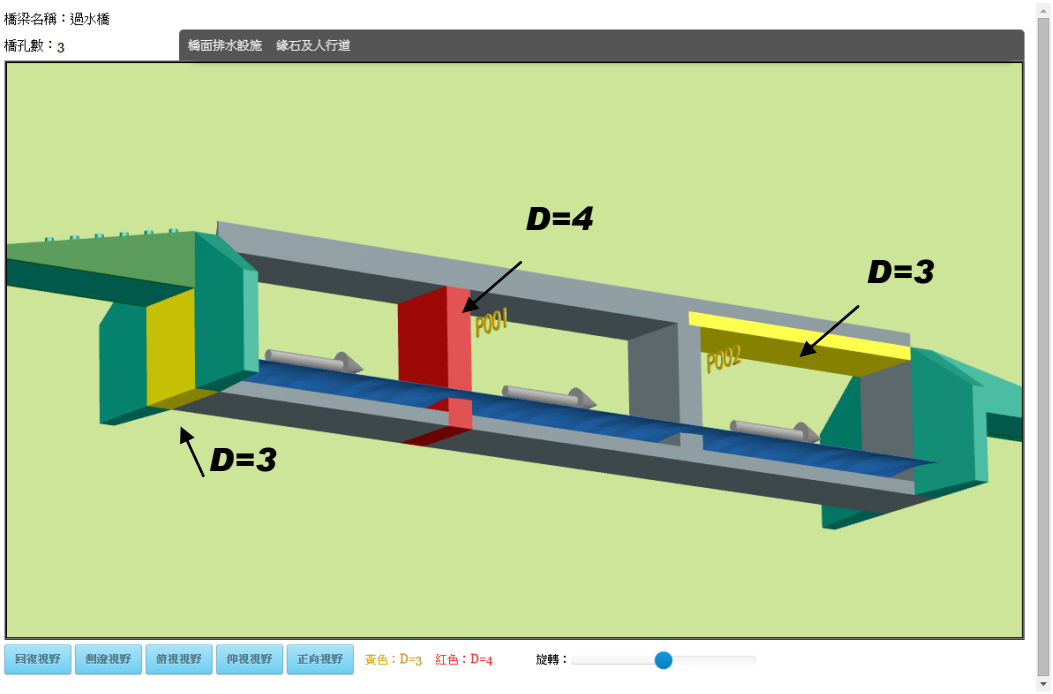


圖 5.9 箱涵 3D 構件模型隨 D 值改變顏色

圖 5.10 點選 3D 構件連結構件檢測紀錄

5.2 擴建橋擴充

5.2.1 擴建橋基本資料

擴建橋(又稱為二代橋)是指在原橋兩側進行擴建，使橋面拓寬以增加車道數，若擴建不止一次，亦會出現三代橋或四代橋之狀況，但在此統稱為擴建橋。擴建橋之基本資料記錄於「詳細/擴建紀錄」中，其下有各構件之資料表，如圖 5.2 所示。一座橋梁在「基本資料主表」中僅會有一筆資料，但在「詳細/擴建紀錄」表中可以有多筆資料，可對應橋梁多次之擴建，以圖 5.11 中之「測試擴建橋」為例，編號 1 之資料列為最初興建之橋梁資料，編號 2 則為 97 年擴建部份之橋梁資料，使用者可點選「新增擴建資料」不斷增加擴建紀錄。點選編號 1 之資料列之「各構件資料」，可編輯最初興建橋梁之各構件，點選編號 2 之資料列之「各構件資料」，則可編輯 97 年擴建部份之各構件，如圖 5.12 所示。最初興建之各構件與擴建部份之構件是各自獨立的，因此最初興建之橋梁與擴建的部份可以有不同型式之橋台、橋墩、大梁、伸縮縫甚至結構型式及橋孔數都允許不同。

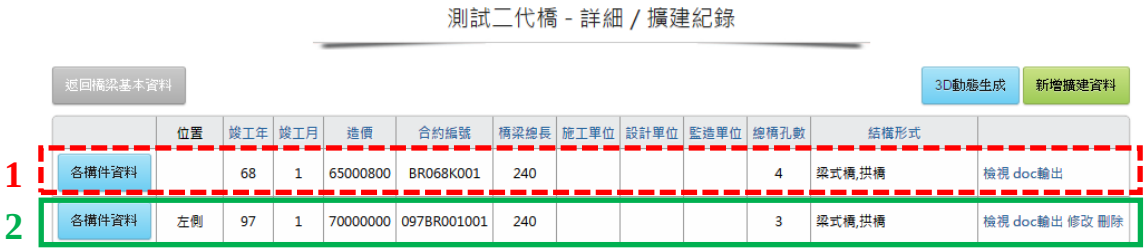


圖 5.11 擴建紀錄系統畫面

圖 5.12 擴建部份構件列表系統畫面

5.2.2 擴建橋 3D 模型

擴建橋之 3D 模型與初建橋梁生成方式相同，依使用者在基本資料中所建立之構件資料自動產生，由於網頁上呈現 3D 構件相當耗費電腦資源，故構件越多生成之速度越慢，考量目前第二代 TBMS 所使用之伺服器及使用者之電腦規格，擴建橋及初建橋梁不會以完整之構件型態出現在同一畫面中，在選則產生 3D 橋梁模型之頁面中，透過頁籤之切換要產生初建橋梁之 3D 模型（如圖 5.13 中編號 1 之頁籤），或是產生擴建橋梁之 3D 模型（如圖 5.13 中編號 2 之頁籤）。

圖 5.13 使用頁籤切換初建橋及擴建橋

在已產生之 3D 橋梁頁面中，系統會將完整之初建橋梁與擴建橋之示意模型同時呈現，如圖 5.14 左後方半透明的即為擴建橋，右前方正常顏色的為初建橋。示意橋的透明度可透過畫面右下方之控制桿調整。

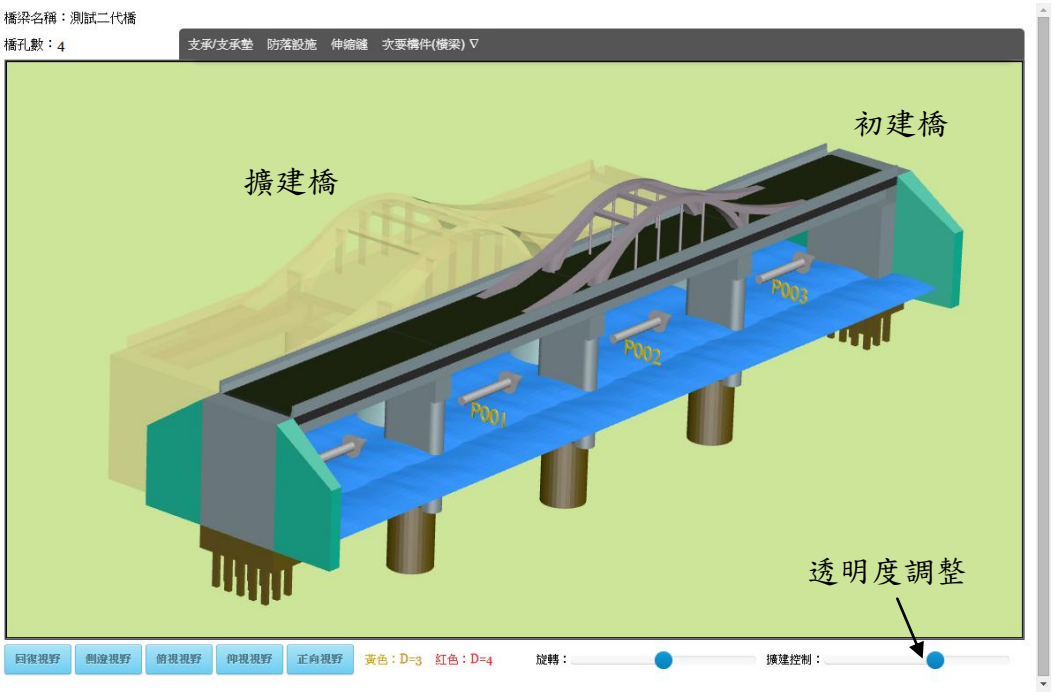


圖 5.14 初建橋完整模型及擴建橋示意模型

使用者可點選擴建橋之示意模型，系統會詢問是否切換至擴建橋，如圖 5.15 所示，切換後畫面如圖 5.16 所示，系統會將完整擴建橋與初建橋之示意模型同時呈現，如圖 5.16 左後方的正常顏色為擴建橋，右前方半透明的為初建橋。

圖 5.15 切換橋梁模型

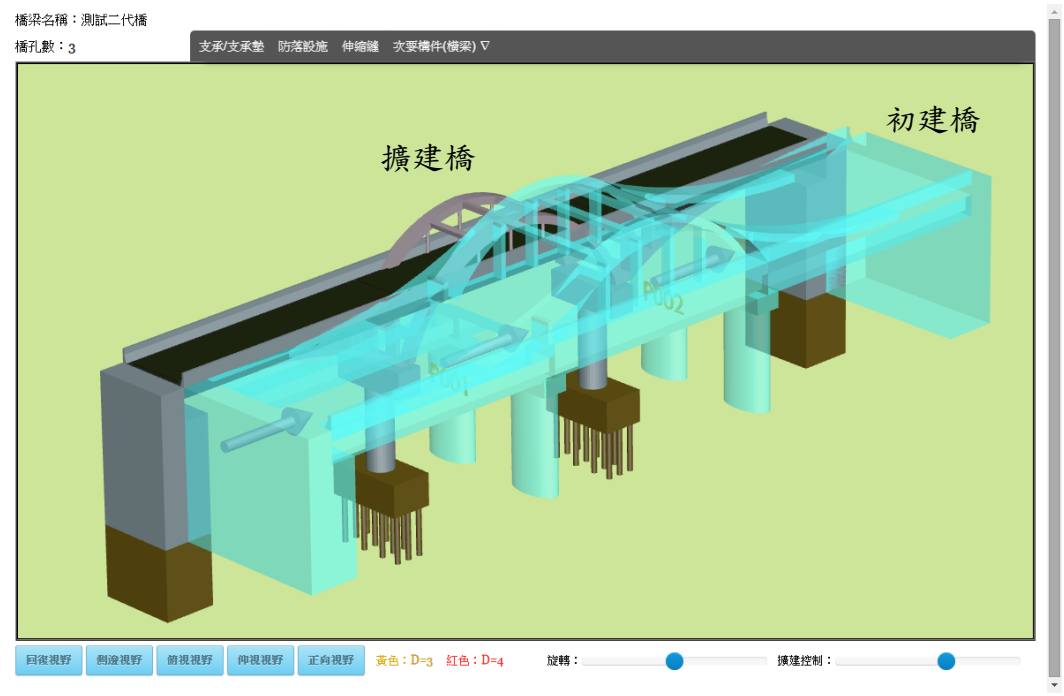


圖 5.16 擴建橋完整模型及初建橋示意模型

無論是初建橋或是擴建橋，以示意模型出現在畫面中時，所使用的都是預先繪製好的三跨橋梁模型，與透過基本資料產生之完整構件模型不同，但系統會依據在「詳細/擴建紀錄」中所選擇之橋梁結構型式，顯示對應之示意模型，如圖

5.16 中為拱橋示意模型，圖 5.17 中為梁式橋示意模型，圖 5.18 中為π橋示意模型，圖 5.19 中為斜張橋示意模型，圖 5.20 中為吊橋示意模型，雖然特殊結構型式之橋梁不太可能會進行擴建，但在不排除任何可能性下，本計畫針對特殊結構型式依然製作了示意模型。

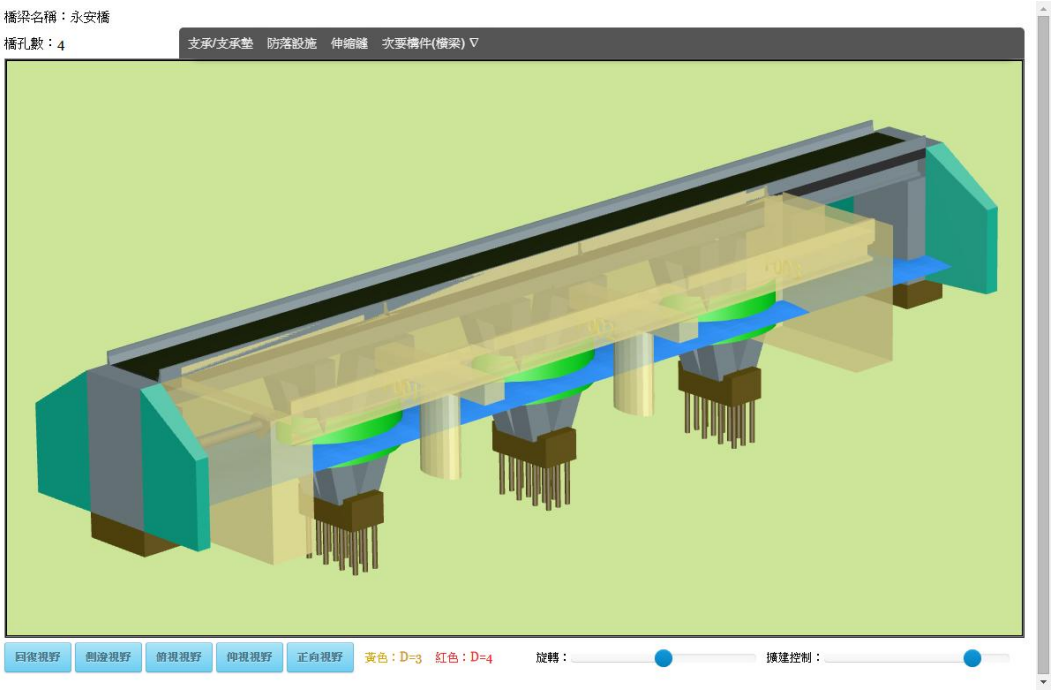


圖 5.17 擴建橋示意模型（梁式橋）

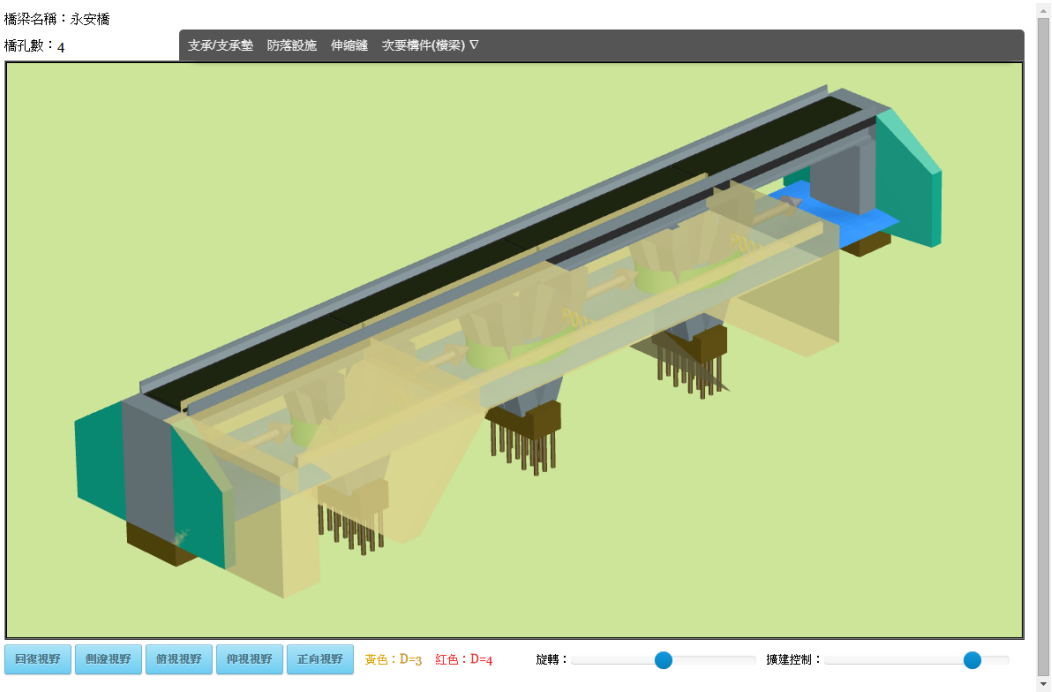


圖 5.18 擴建橋示意模型（π橋）

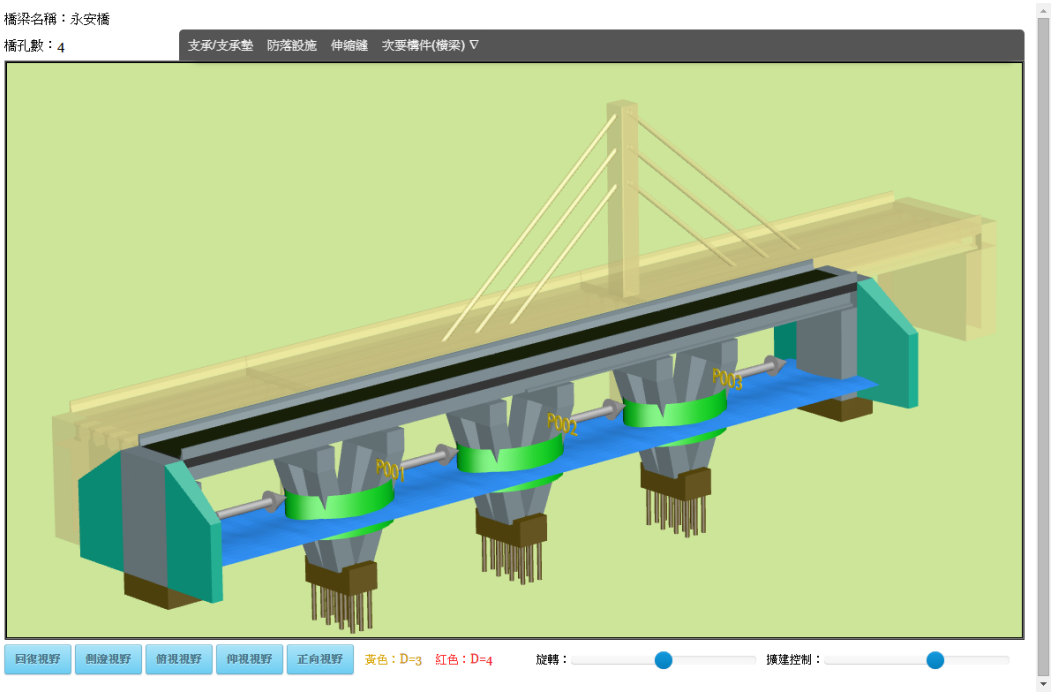


圖 5.19 擴建橋示意模型（斜張橋）

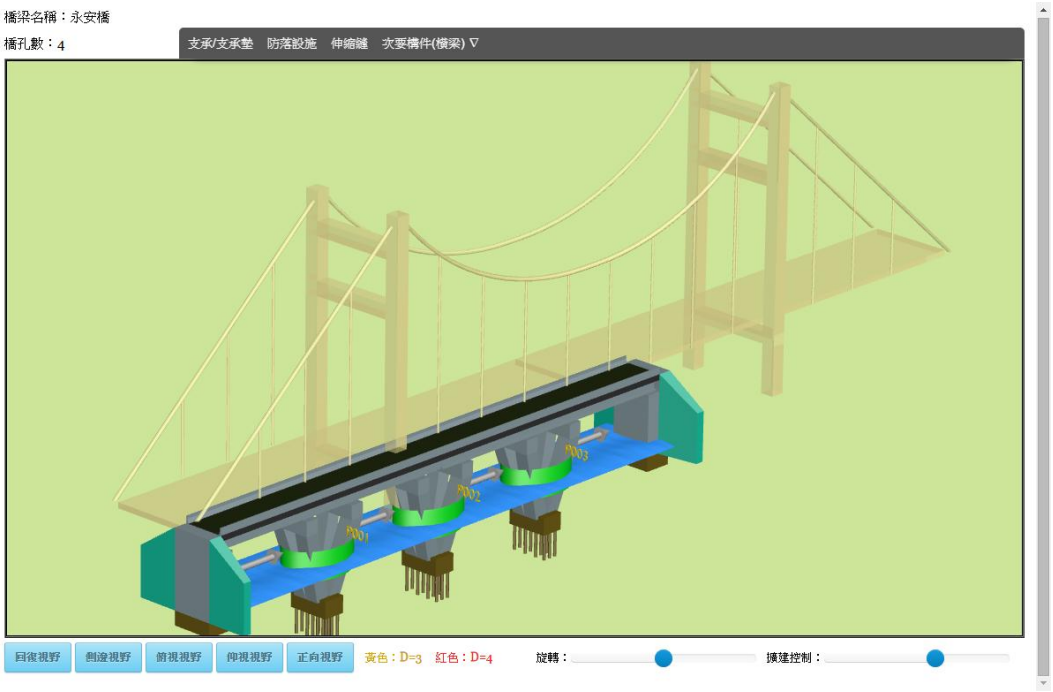


圖 5.20 擴建橋示意模型（吊橋）

5.3 桁架橋擴充

5.3.1 桁架橋構件化

本研究針對桁架橋之構件化方案，從最簡略的將一跨中所有桁架桿件與節點視為一構件，到最細微的將每個桿件及節點視為單一構件，共提出五種方案，經多次討論，最後整理出兩種方案：

1. 方案一

   以橋孔為單元，一孔中所有桿件與節點視為一構件，若一座橋有兩個橋孔之結構型式為桁架，則有 2 個桁架構件，如圖 5.21 所示。(1 個桁架橋孔 1 個構件)

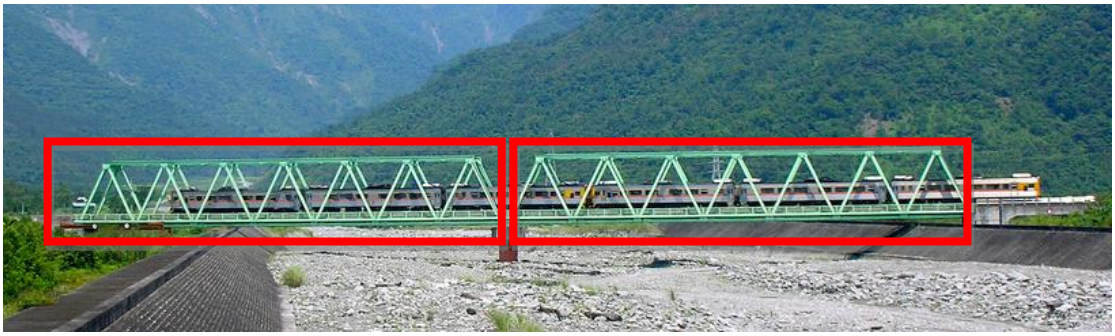


圖 5.21 桁架橋構件化方案一

2. 方案二

   每一橋孔之桁架部分，依照桁架組合構造，分成：1.上弦(top chord)；2.下弦(bottom Chord)；3.末端撐柱(end post)；4.直桁(verticals)；5.斜桁(diagonals)；6.撐柱(strut)；7.板梁(floor Beam)；8.斜撐(bracing)；9.節點。無論一孔桁架中有多少撐柱、斜撐、上下弦等，所有之撐柱為一構件、所有斜撐為一構件...，因此一跨桁架無論桿件多寡，均只有 9 個構件，如圖 5.22 所示。(1 個桁架橋孔分成 9 個構件)

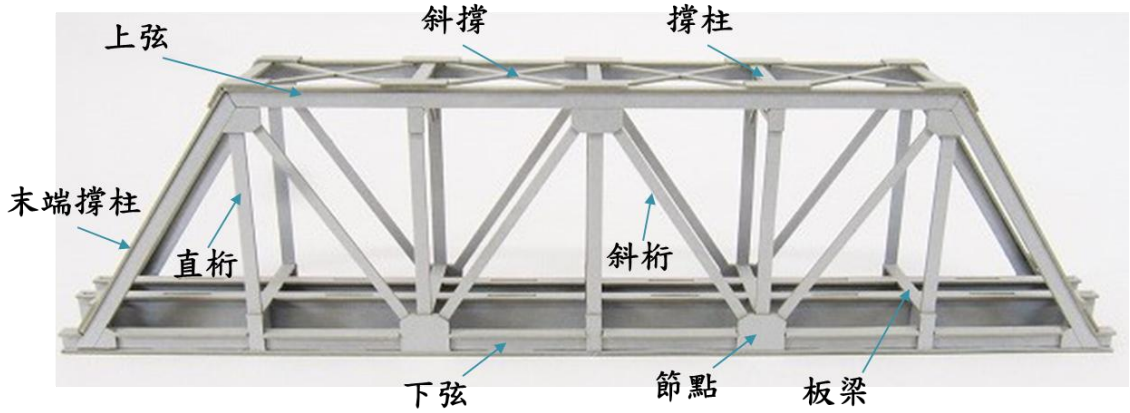


圖 5.22 桁架橋構件化方案二

本研究對此二方案進行專家訪談，訪談對象列於表 5.2。對於桁架橋構件化主要提出兩個問題，問題一為桁架橋構件化之兩種方案何者較適合；問題二為針對構件化後之桁架構件應輸入之基本資料欄位。問題一各受訪專家之意見已彙整於表 5.2 中，選擇方案一及方案二之專家人數相同，經過內部工作會議討論後，將此結果於期中報告中提出，由審查會議主席最後定案採用方案二。

問題二各受訪專家所提之意見已彙整於表 5.3 中。其中有關美國材料試驗協會(ASTM)、日本工業標準(JIS)及中國國家標準(CNS)之鋼材規範部份，由於橋梁管理單位可能無法準確填寫，同時此欄位對於養護單位之參考價值有限，因此於構件基本資料表中取消此類欄位。

表 5.2 桁架橋構件化受訪專家

NO	單位	職級	姓名	選擇方案	**相關意見**
1	公路總局	主管	何○○	方案二	臺灣地區的桁架橋數量不多，而且將來新建桁架橋的機會越來越多，所以建議填寫較詳細的基本資料。
2	鐵路局宜蘭段	承辦	吳○○	方案一	用備註即可完成橋梁檢測的需求，有些橋梁構件無法看到構件便無法填寫。
3	中部縣市政府	承辦	洪○○	方案二	詳細的基本資料比較容易了解及尋找損壞構件。
4	橋梁設計顧問公司	主管	張○○	方案一	越簡單越好，分太多構件操作不易，只要用編號備註即可以完成橋梁檢測，但方案二也可以接受。

表 5.3 桁架橋構件基本資料欄位建議

NO	針對方案一之基本資料欄位建議	針對方案二之基本資料欄位建議
1	桁架型式可採複合式勾選，並且附註桁架型式參考圖表。	桁架型式建議加入參考圖表。
2	防火披覆建議增加無及不詳的選項。	防火披覆建議增加無及不詳的選項。
3	鋼材規範建議增加不詳的選項，有許多老舊橋梁的竣工圖說找不到，並盡量簡單化。	鋼材規範的部分建議增加美國材料試驗協會(ASTM)、日本工業標準(JIS)及中國國家標準(CNS)的對照表。
4	桿件種類可採複選。	鋼材規範、防火披覆和防鏽方式用附註的方式填寫即可。
5	桿件種類應增加鋼索。	節點之組合方式可能會有複合型式，建議可採複選。

5.3.2 桁架橋基本資料表

依據方案二，本研究於第二代 TBMS 之橋孔資料表後新增九個桁架構件資料表，分別為：1.上弦(top chord)、2.下弦(bottom Chord)、3.末端撐柱(end post)、4.直桁(verticals)、5.斜桁(diagonals)、6.撐柱(strut)、7.板梁(floor Beam)、8.斜撐(bracing)以及 9.節點資料表，資料表架構如圖 5.23 所示。在第二代 TBMS 基本資料模組中，桁架橋在「基本資料主表」及「詳細/擴建紀錄」均與一般梁式橋相同，在構件部份，當「橋孔資料表」中結構型式選擇桁架橋時，會增加「桁架型式」及「桁架類型」兩欄，另外，桁架橋沒有大梁及橫隔梁這兩個構件，取而代之的是九類桁架構件。圖 5.24 至 5.26 為桁架橋構件基本資料系統畫面。

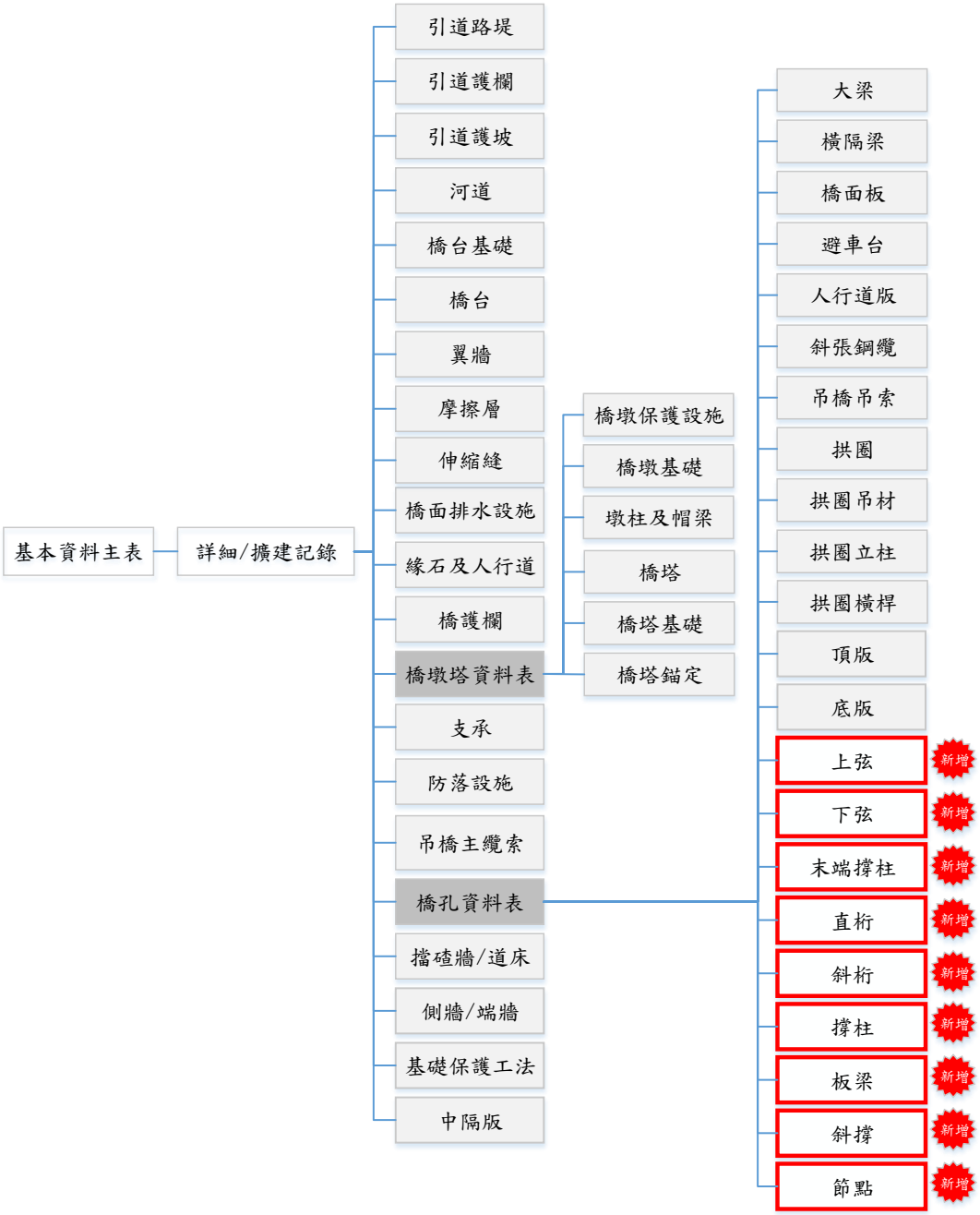


圖 5.23 第二代 TBMS 橋梁及桁架構件基本資料表架構圖

圖 5.24 桁架橋構件基本資料系統畫面

圖 5.25 桁架橋橋孔資料表系統畫面

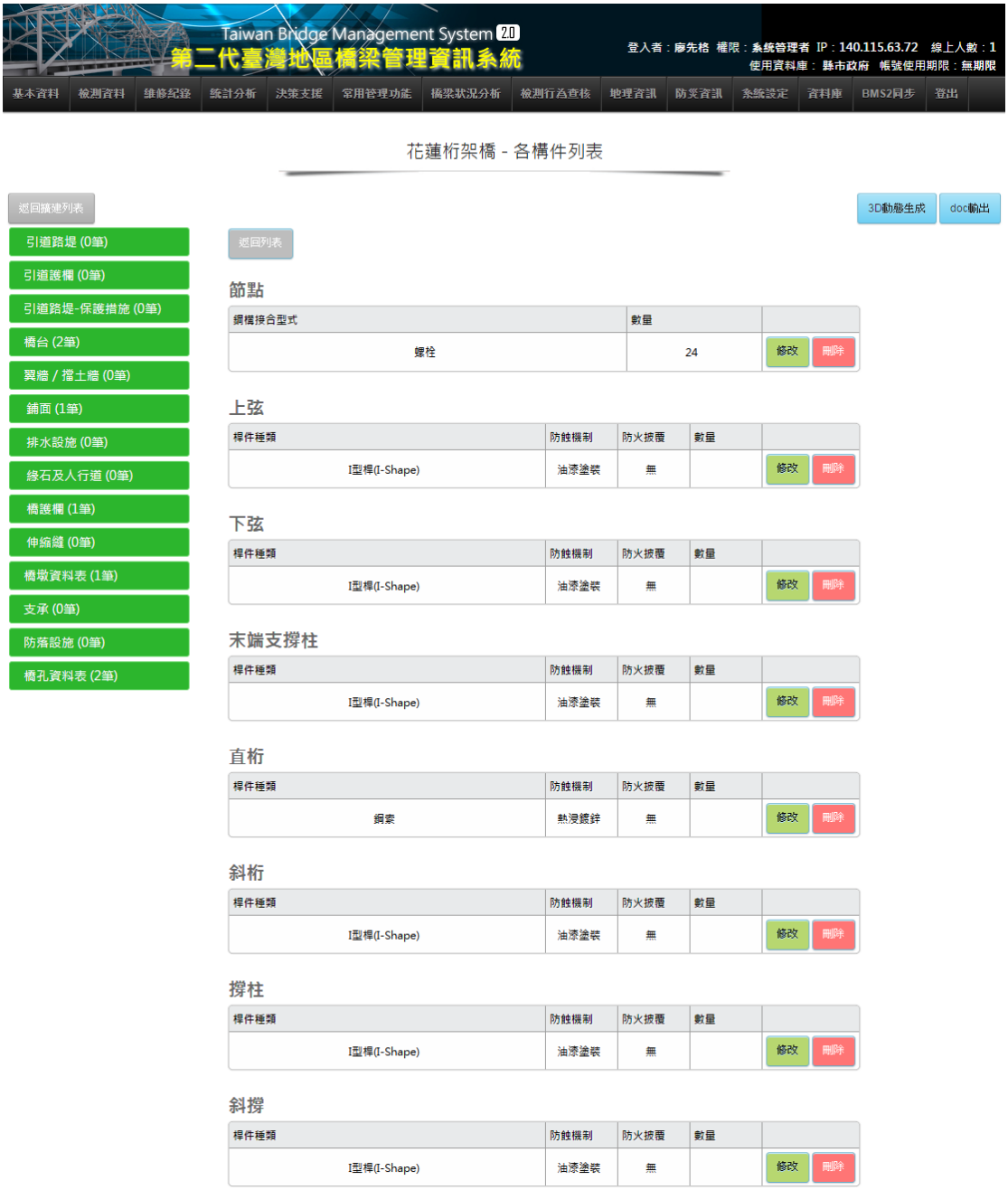


圖 5.26 九類桁架構件列表系統畫面

5.3.3 桁架橋檢測資料表

桁架橋之檢測項目與一般梁式橋相較，在逐跨檢測項目中減少了大梁與橫隔梁，但增加了九類桁架構件，即 1.上弦、2.下弦、3.末端撐柱、4.直桁、5.斜桁、6.撐柱、7.板梁、8.斜撐以及 9.節點。系統中產生之定期檢測表會依使用者建立之構件基本資料而變動，例如，當使用者沒有建立直桁、撐柱時，定期檢測表中便不會出現此二檢測項目。圖 5.27 為桁架橋定期檢測之系統畫面。

圖 5.27 桁架橋定期檢測系統畫面

5.3.4 桁架橋 3D 模型

本研究針對構件化方案二繪製桁架橋之 3D 構件，圖 5.28 至 5.36 為 3D 繪圖軟體所繪製之桁架橋構件。

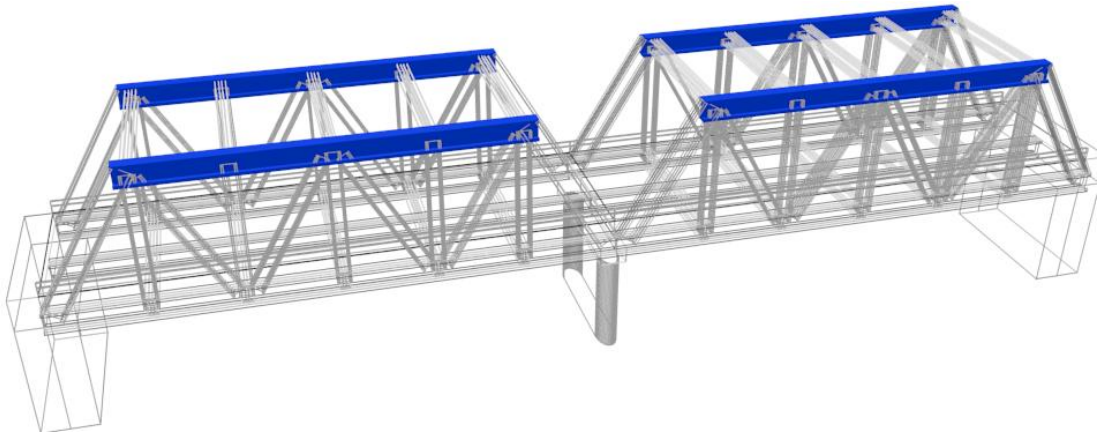


圖 5.28 桁架橋上弦

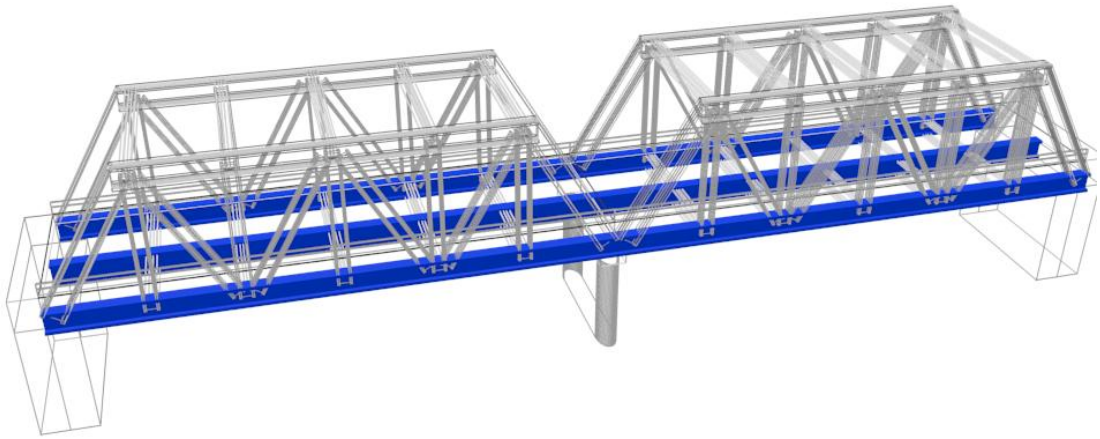


圖 5.29 桁架橋下弦

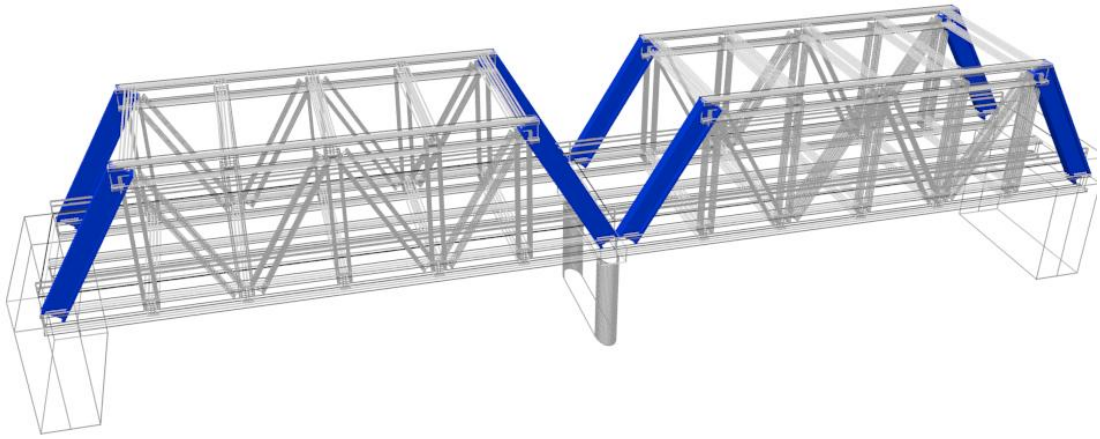


圖 5.30 桁架橋末端撐柱

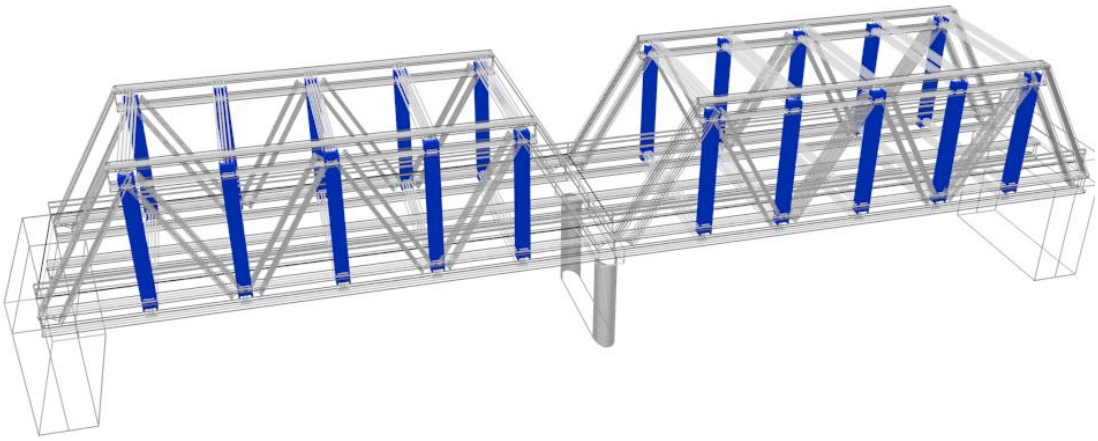


圖 5.31 桁架橋直桁

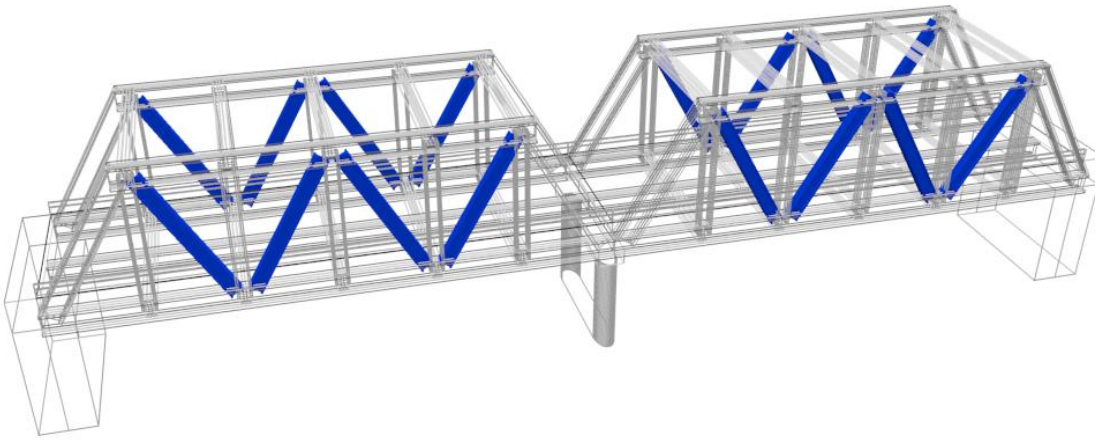


圖 5.32 桁架橋斜桁

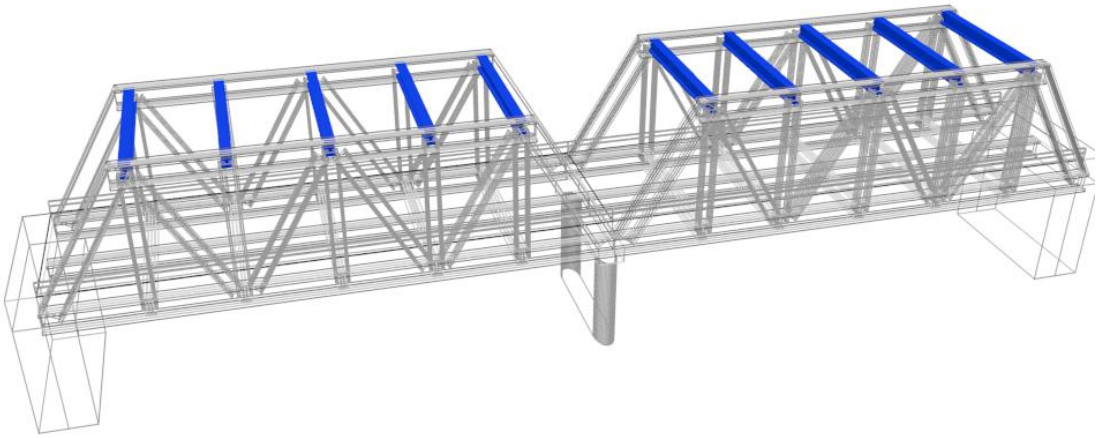


圖 5.33 桁架橋撐柱

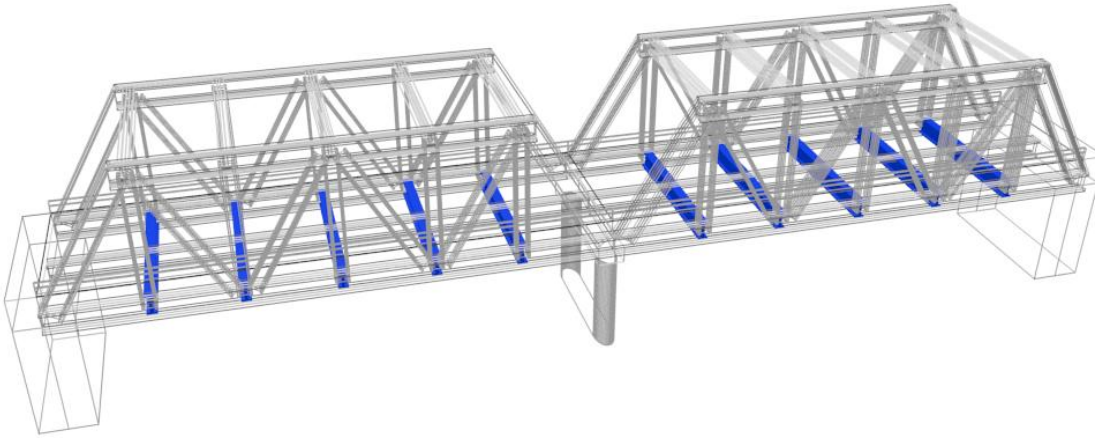


圖 5.34 桁架橋板梁

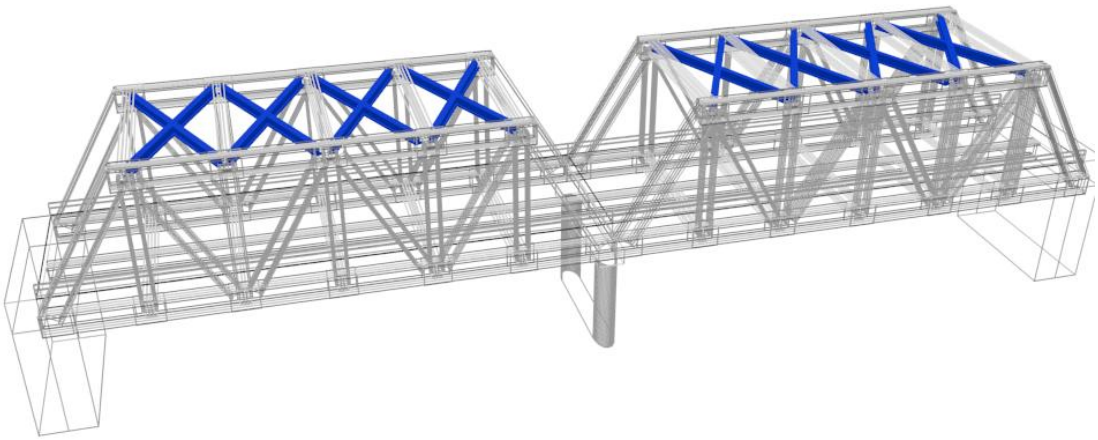


圖 5.35 桁架橋斜撐

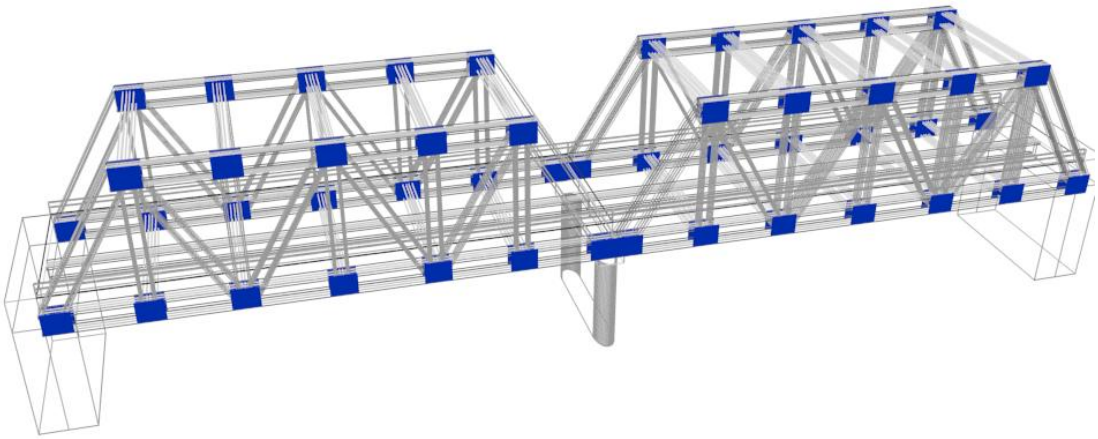


圖 5.36 桁架橋節點

第二代 TBMS 可依使用者所輸入的桁架構件，將有填資料之構件自動組合成為 3D 桁架橋之示意模型（並非依照真實比例繪製），模型可放大、縮小、旋轉及平移，圖 5.37 為主系統自動生成之 3D 桁架橋示意模型，畫面中之兩跨桁架橋為刻意輸入不同項目之構件，畫面左半邊(第一跨)為九類桁架構件全數輸入之結果，畫面右半邊(第二跨)僅輸入上弦、下弦、末端撐柱、斜桁及節點之結果，圖 5.38 為從下方仰視的畫面，可清楚看到下弦及板梁。

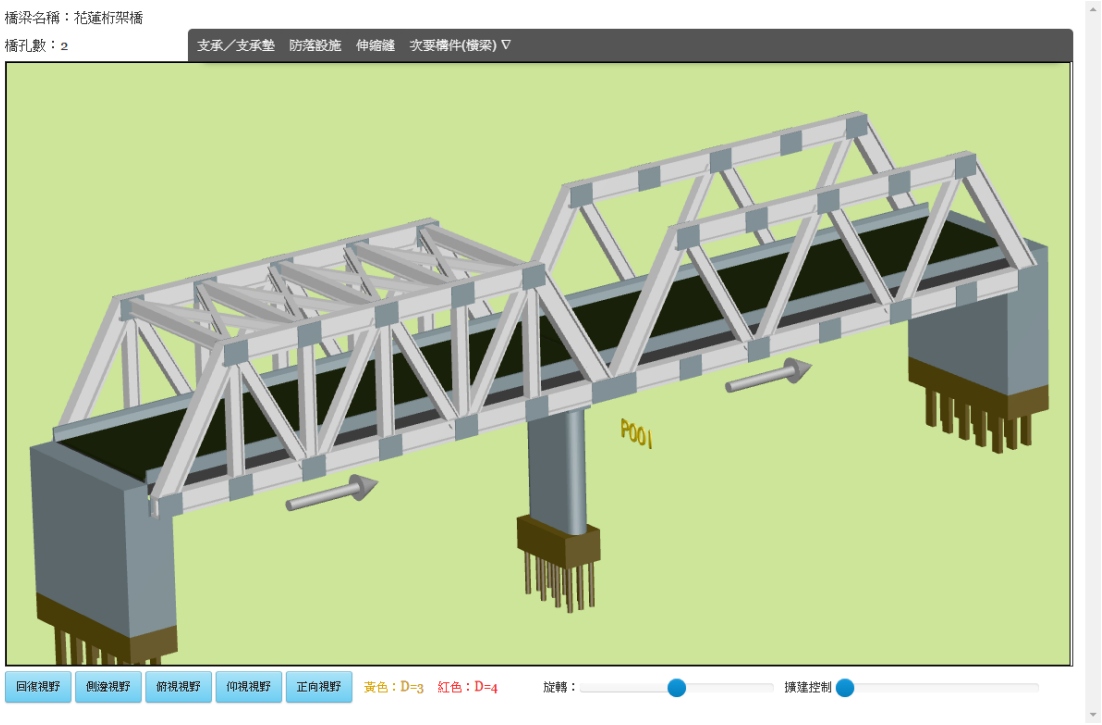


圖 5.37 桁架橋 3D 模型系統畫面

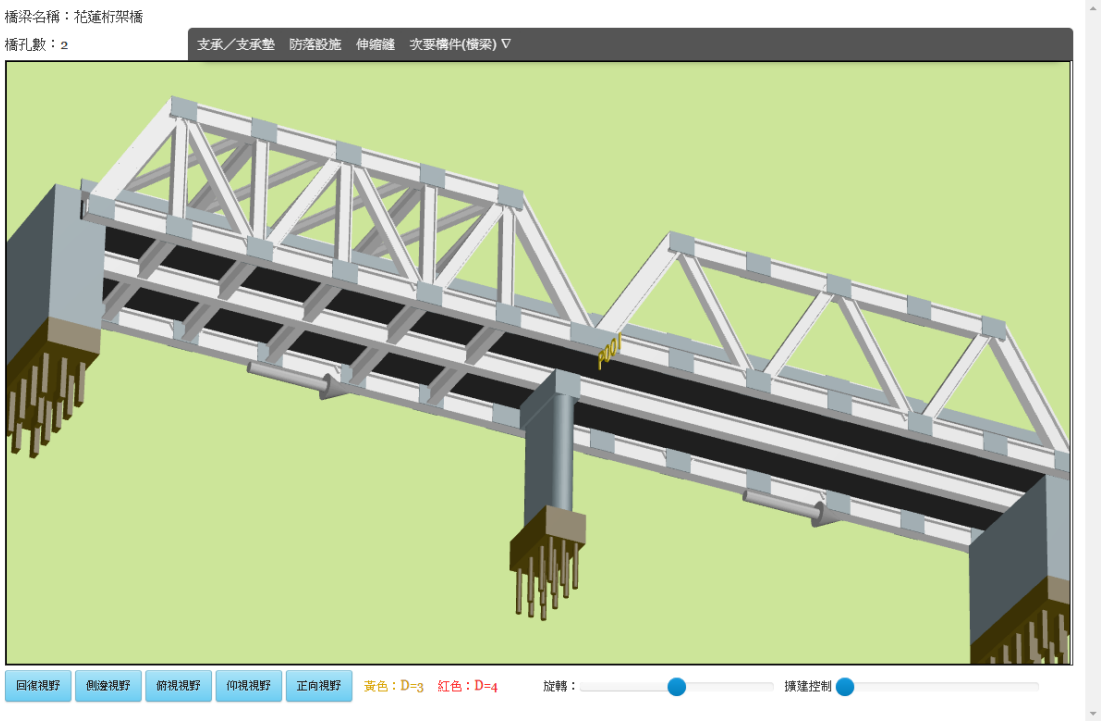


圖 5.38 桁架橋 3D 模型系統畫面(仰視)

5.4 雙層橋擴充

5.4.1 雙層橋構件化

雙層橋為兩組橋梁上部結構共用一個下部結構，即一座橋墩上有上、下兩層橋面版，如圖 5.39 之五楊高架橋。一般而言雙層橋會由兩座高架橋交會而成，雙層之部份可能為「上層橋」之 S11~S15 跨，亦為「下層橋」之 S16~S20 跨，如圖 5.40 所示。為了簡化系統之輸入，並且能夠繪製 3D 示意模型，在第二代 TBMS 中必須將雙層段分割成為單獨一座橋梁，以圖 5.40 來說，原本之「上層橋」僅到 S10 為止，原本之「下層橋」僅到 S15 為止，「上層橋」之 S11~S15（即「下層橋」之 S16~S20）將成為「雙層橋」之 S01~S05，分割後如圖 5.41 所示。「上層橋」S16 之後之部份將獨立成為另一座橋梁，同理，「下層橋」S20 之後之部份亦然。

在第二代 TBMS 中，藉由構件化，讓雙層橋之狀態能夠真實反映於系統中，並且能藉由 3D 橋梁示意模型呈現。針對雙層橋，本研究之處理方式為：1.於橋梁「基本資料主表」中新增上層橋之資料欄位，若將擴建橋視為橫向擴張，則雙層橋可視為垂直向上擴張；2.當「基本資料主表」中標示為雙層橋時，系統會在橋孔構件資料中自動產生上、下兩層之橋面版、大梁及橫隔梁之編輯按鈕，使用者可自由編輯每一跨中上、下層之構件數量及型式；3.繪製雙層橋之橋墩 3D 示意模型；4.依據構件基本資料自動產生雙層橋之 3D 示意模型。

圖 5.39 五楊高架橋

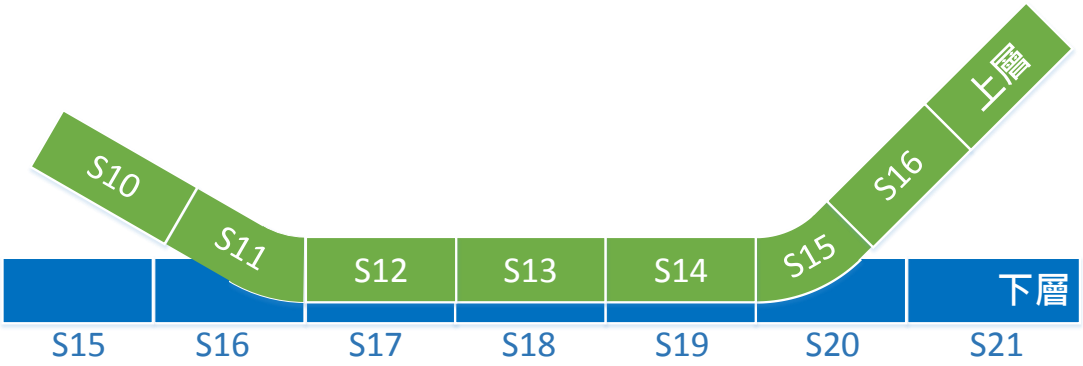


圖 5.40 雙層橋分割前示意圖

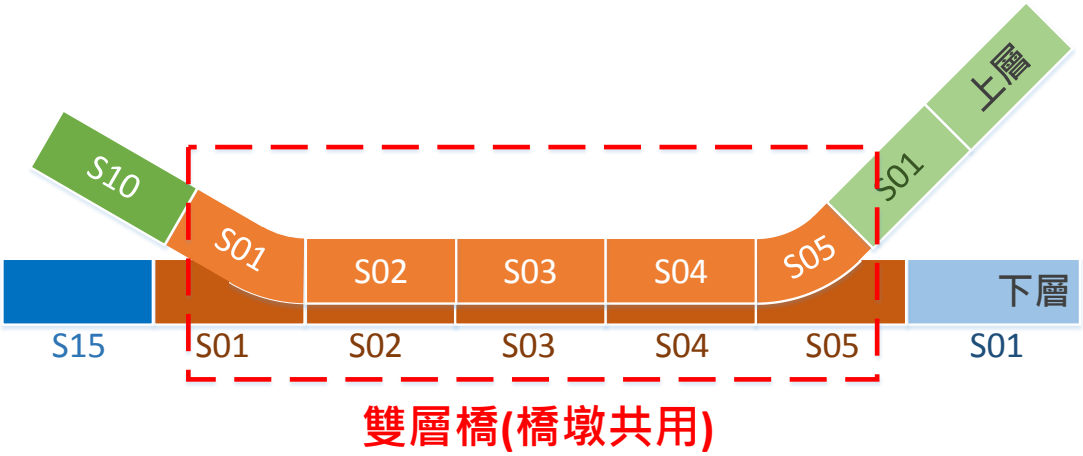


圖 5.41 雙層橋分割後示意圖

5.4.2 雙層橋基本資料

本研究於第二代 TBMS 中之橋梁「基本資料主表」增加上層橋之資料欄位，當「基本資料主表」中「是否為雙層橋」選擇「是」，則會出現「上層橋資料」欄位，如圖 5.42 中虛線框內之部份。同時在編輯橋墩資料時，橋墩型式會自動變為「雙層橋墩」，如圖 5.43 所示；在編輯橋孔畫面中，系統會在橋孔構件資料中自動產生上層大梁、橫隔梁、橋面版，以及下層大梁、橫隔梁、橋面版之編輯按鈕，使用者可自由編輯每一跨上、下層之大梁數量及型式。除了橋墩及橋孔資料與一般橋梁有所不同之外，雙層橋之其他構件與一般梁式橋均相同。

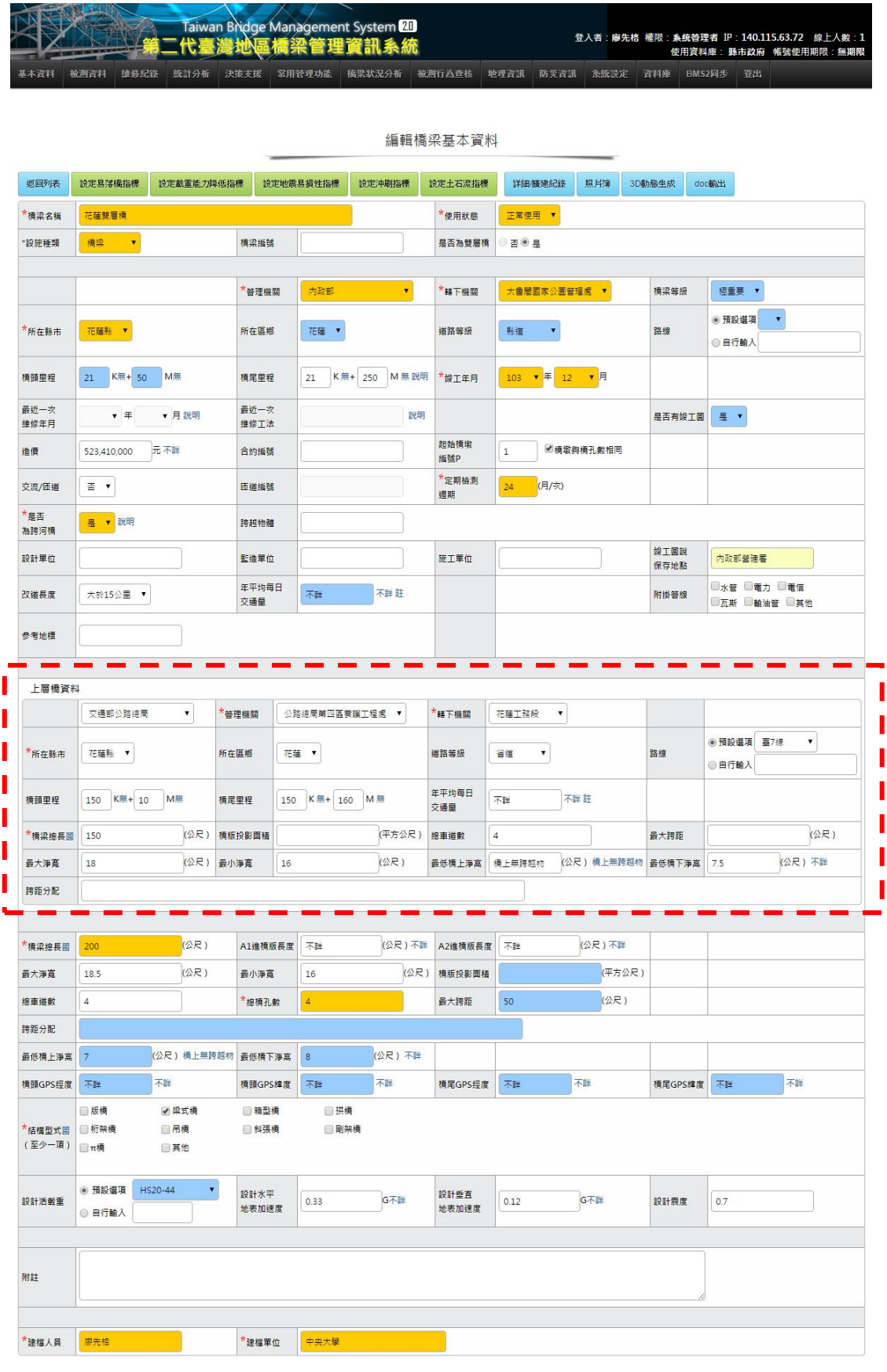


圖 5.42 雙層橋基本資料主表系統畫面

圖 5.43 雙層橋橋墩資料表系統畫面

圖 5.44 雙層橋橋孔資料表系統畫面

5.4.3 雙層橋 3D 模型

雙層橋之 3D 模型與一般橋梁生成方式相同，依使用者在基本資料中所建立之構件資料自動產生，目前僅針對雙層之梁式橋繪製其模型，特殊型式之雙層橋，如雙層拱橋或桁架橋等待後續補上。本研究針對臺灣地區較常見之雙層橋橋墩，繪製了框架式及單柱式兩種樣式供使用者選擇，圖 5.45 為框架式橋墩的雙層橋 3D 模型，圖 5.46 為單柱式橋墩的雙層橋 3D 模型。

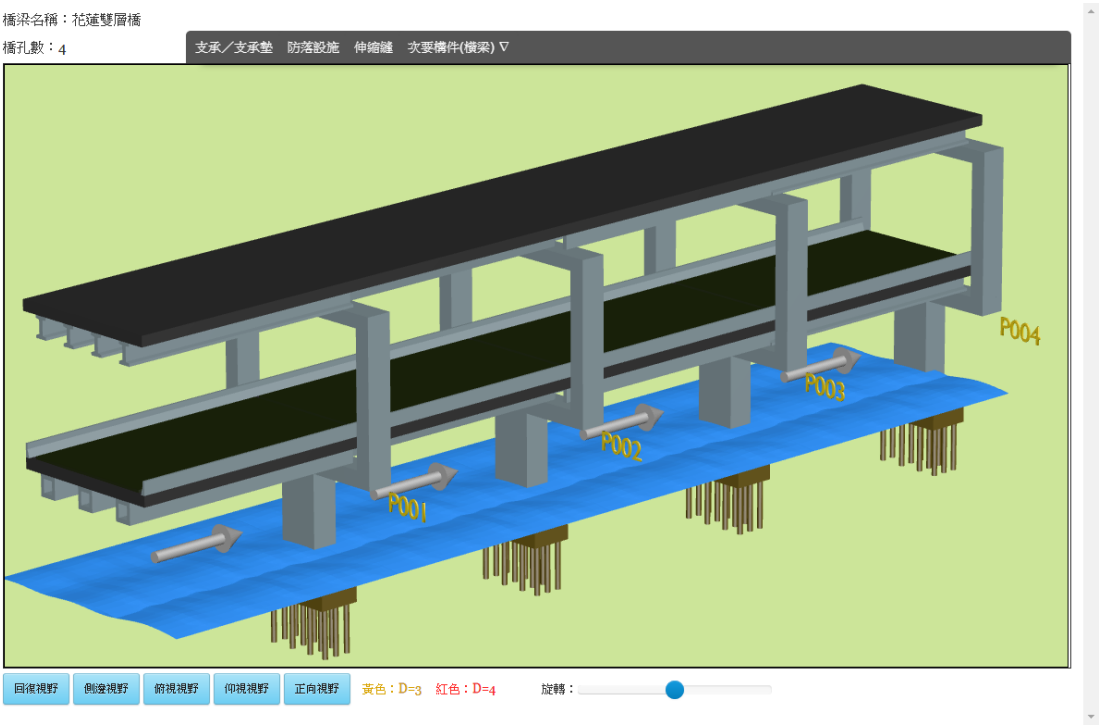


圖 5.45 雙層橋 3D 模型系統畫面(框架式橋墩)

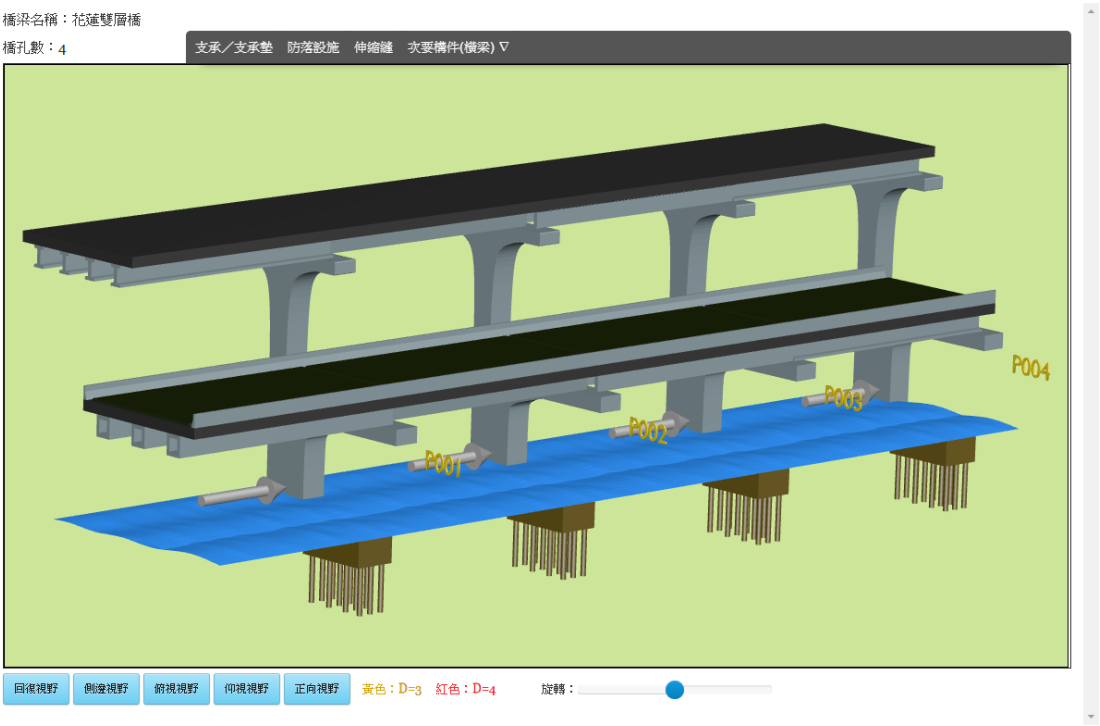


圖 5.46 雙層橋 3D 模型系統畫面(單柱式橋墩)

5.5 資料交換模組

自本年開始第二代 TBMS 已開放公路總局及各縣市政府試用，已有單位開始在第二代 TBMS 中進行基本資料之編輯並建立構件資料，明年度使用之第二代 TBMS 之頻率將更高，但同時間第一代 TBMS 依然在運作，並且仍為各橋管機關主要使用之橋梁管理系統，要確保兩代系統間橋梁數量基本資料之一致，需倚賴資料交換模組。同時，行動裝置 APP（iOS 及 Android 版），亦透過資料交換模組上傳/下載橋梁基本及檢測資料。未來其他機關自行發展之橋梁管理系統（如高公局及臺北市政府）亦可透過此資料交換機制將資料上傳至第二代 TBMS 資料庫。

5.5.1 兩代系統資料庫差異

以下分述兩代系統基本資料庫之架構，由於完整之資料庫關聯圖過於龐大，僅針對差異最大之基本資料、定及檢測資料及維修紀錄資料表架構進行說明。

1. 第一代 TBMS

在第一代 TBMS 之資料庫架構中，橋梁基本資料（不含照片及檔案）分別除存於「基本資料主表」、「詳細/擴建紀錄」、「橋台資料表」、「橋墩資料表」及「橋孔資料表」，其中「基本資料主表」儲存橋梁共通性之基本資料，如橋名、管理機關、峻工年月、造價、橋長等，每座橋在「基本資料主表」中僅會存在一筆資料。「基本資料主表」之下有「詳細/擴建紀錄」，記錄橋梁初建之資料及後續擴建之資料。「詳細/擴建紀錄」之下則有「橋台資料表」、「橋墩資料表」及「橋孔資料表」，分別記錄橋梁所屬各橋台、橋墩及橋孔處之各類構件資料，例如橋墩資料表中會包含橋墩、橋墩基礎、橋墩保護設施、支承、防落橋設施及伸縮縫之資料，如圖 5.47 所示。

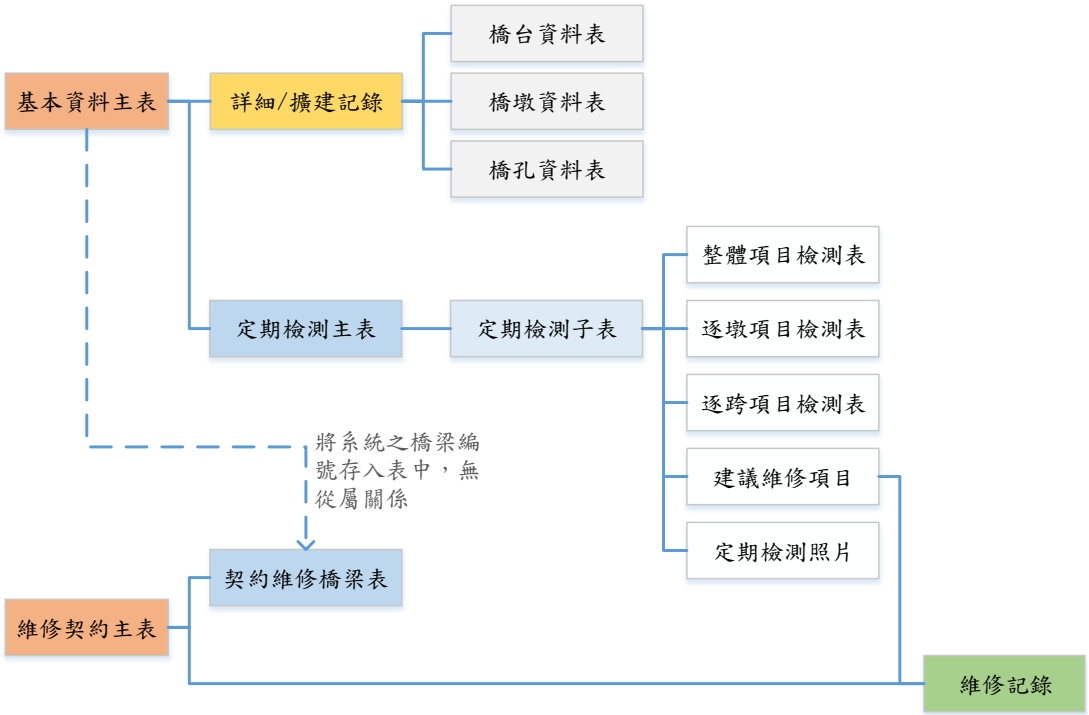


圖 5.47 第一代 TBMS 基本資料表及定期檢測表架構

橋梁定期檢測資料分別除存於「定期檢測主表」、「定期檢測子表」、「整體檢測項目表」、「逐墩檢測項目表」、「逐跨檢測項目表」、「建議維修項目」及「定期檢測照片」，其中「定期檢測主表」儲存定期檢測之日期、檢測單位、檢測人員及檢測員意見，每次定期檢測在「定期檢測主表」中僅會存在一筆資料。當一座橋有兩種以上不同之結構型式時（即複合橋），透過「定期檢測子表」儲存一座橋中不同結構型式之檢測紀錄。「定期檢測子表」之下有「整體檢測項目表」、「逐墩檢測項目表」及「逐跨檢測項目表」，用來儲存各檢測構件之 D、E 及 R 值，「建議維修項目」則儲存劣化構件之建議維修工法及 U 值，當「建議維修項目」中之構件有進行維修時，維修相關之資料會儲存在「維修紀錄」中，如圖 5.47 所示。

2. 第二代 TBMS

第二代 TBMS 資料庫採構件化設計，各構件均建立資料表，如圖 5.48 所示。與第一代 TBMS 相同，最上層為「基本資料主表」，儲存橋梁共通性之基本資料，如橋名、管理機關、峻工年月、造價、橋長等，每座橋在「基本資料主表」中僅會存在一筆資料。「基本資料主表」之下有「詳細/擴建紀錄」，記錄橋梁初建之資料及後續擴建之資料。與第一代 TBMS 不同處為，「詳細/擴建紀錄」之下是各構件資料表，各構件資料表會直接連結到定期檢測之「D、E、R 評估表」，因此需要先建立構件資料，才能對該構件填寫檢測資料，「D、E、R 評估表」之上有「定期檢測主表」儲存定期檢測之日期、檢測單位、檢測人員及檢測員意見，每次定期檢測在「定期檢測主表」中僅會存在一筆資料。另外，「建議維修項目」及「維修紀錄」均與「D、E、R 評估表」串連，因此可以明確知道構件劣化狀況、維修急迫性以及是否完成維修。

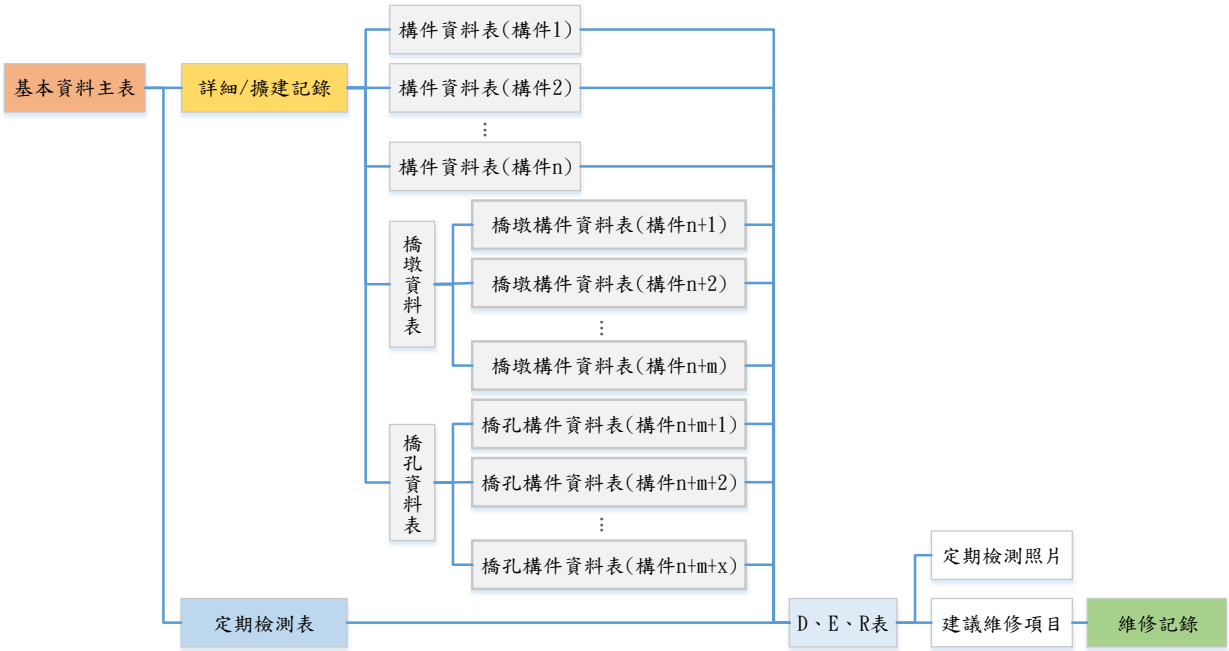


圖 5.48 第二代 TBMS 基本資料表及定期檢測表架構

5.5.2 第一代 TBMS 基本資料匯入第二代 TBMS

由前一小節可知，兩代系統之資料庫架構有相當程度的差異，因此在將第一代 TBMS 資料匯入第二代 TBMS 時有以下之困難點：

1. 第一代 TBMS 基本資料欠缺構件數量資料：第二代 TBMS 是以構件化為開發目標，因此會建立全橋各構件之資料，即使部分構件需輸入之欄位不多，但於資料庫中仍存在一筆資料，但一代 TBMS 中對於相同類型之構件，無論實易數量多寡，僅記錄一筆資料，如橋墩型式僅記錄該橋為多柱式橋墩，但實際之墩柱數量未知，大梁、伸縮縫、斜張鋼纜、吊索等構件亦同。
2. 第一代 TBMS 檢測資料非構件化：第二代 TBMS 中對於主要構件，如大梁、橋墩墩體、支承、斜張鋼纜、主纜索、拱圈等構件，每一根大梁均可記錄一組 DER 值，也可針對該根大梁輸入建議維修工法。但第一代 TBMS 於定期檢測表中，同一跨之大梁均視為一體，僅儲存一組 DER 值，橋墩墩體、斜張鋼纜、吊索等亦同。
3. 第一代 TBMS 建議維修工法及維修紀錄未與構件連結：第二代 TBMS 之檢測資料是與各構件相連結，建議維修工法連結在檢測紀錄後，同樣是對應到各構件，填寫維修工法時則會連結建議維修工法，因此可清楚知道那些構件有填建議維修工法尚未維修，那些已有維修紀錄。但第一代 TBMS 之建議維修工法並未與構件連結，僅連結至橋梁，僅能知道哪些橋梁待維修，那些橋梁已有維修紀錄。

綜上所述，在將第一代 TBMS 資料轉換至第二代 TBMS 時採取如下之原則（參照圖 5.49）：

1. 「基本資料主表」及「詳細/擴建紀錄」表相對應欄位直接轉換：一代及二代 TBMS 均有「基本資料主表」及「詳細/擴建紀錄」，在第二代 TBMS 中將部分屬構件之欄位移到各構件資料表，除此之外，大部分欄位均與一代相同，因此可直接轉換。
2. 第一代 TBMS 逐跨逐墩資料部分轉移至二代構件資料表：第一代 TBMS 雖無各構件資料，但有逐橋台、逐橋墩及逐橋孔之資料表，其中數量可知之構件如橋台、橋台基礎、伸縮縫、橋面版等，可轉換至二代之對應構件資料表。
3. 檢測、建議維修工法及維修紀錄直接複製：由於一代及二代在檢測、建議維修工法及維修紀錄差異過大，因此將於第二代 TBMS 中另外建立與一代 TBMS 相同之檢測、建議維修工法及維修紀錄資料表，屆時直接將一代 TBMS 之資料複製至二代，於二代系統中可查詢到過去之相關紀錄，但無法再新增一代格式之相關資料。

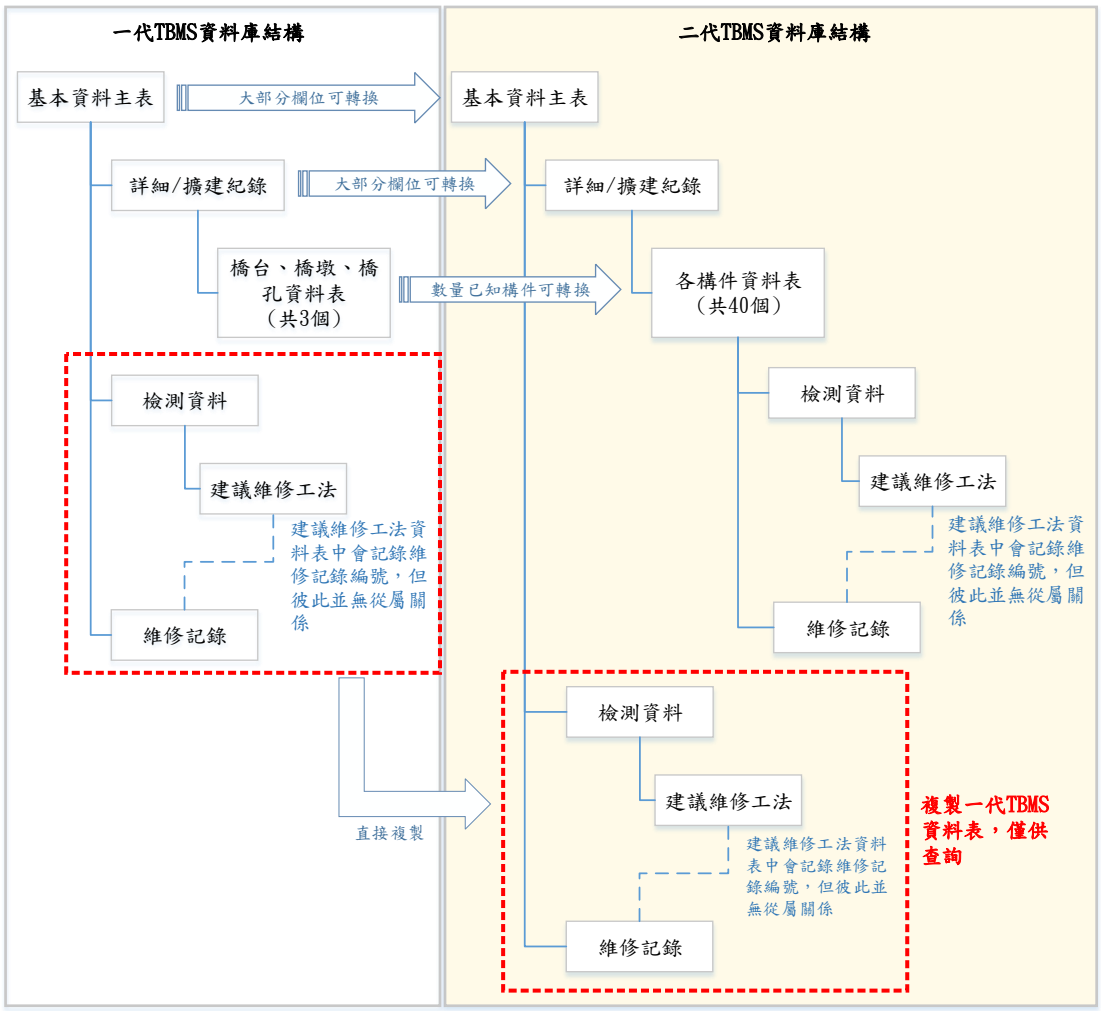


圖 5.49 一、二代 TBMS 資料轉換方式

本研究配合公路總局發文給各公務段，要求工務段建立第二代 TBMS 構件資料知時間，已於本年四月將公路總局之橋梁基本資料由一代系統匯入二代，由於公路總局本年檢測及維修資料依然會輸入一代系統，因此暫時先不將檢測及維修資料匯入二代，待公路總局正式轉用第二代 TBMS 前再將這些資料一次匯入，並將一代系統轉為只供查詢，避免資料錯亂之情形發生。

高公局、鐵路局及各縣市政府之橋梁基本資料亦在本年六月底由一代系統匯入二代，與公路總局相同，檢測及維修資料暫時不匯入二代系統，待各機關正式轉用第二代 TBMS 前再各別將該機關之檢測及維修資料一次匯入，並將一代系統轉為只供查詢，避免資料錯亂之情形發生。

5.5.3 第二代 TBMS 資料交換模組

在第一代 TBMS 及第二代 TBMS 並存之期間，其橋梁基本資料需能同步，雖然因資料庫差異無法將所有資料同步，但橋梁之增刪必需要能同步，由於各機關使用上還是以一代系統為主，因此在一代系統增加或刪除之橋梁，在二代也必須自動增刪，而「基本資料主表」中能對應到之欄位也可隨之同步，同時，為了讓行動裝置 APP（iOS 及 Android 版）可上傳/下載橋梁基本及檢測資料，因此需建立資料交換模組。

第二代 TBMS 之資料交換模組是以 REST（Representational State Transfer）設計機制開發，透過 URL（Uniform Resource Locator）與第二代 TBMS 伺服器上的資料交換平台連線，進行資料交換的動作。REST 是一種分散式超媒體系統的軟體架構風格，其所描述的網路系統包括三個部份：（1）Data elements，如 resource、resource identifier、representation；（2）Connectors，如 client、server、cache、resolver、tunnel；（3）Components，如 origin server、gateway、proxy、user agent。一般來說 REST 常被用來描述任何使用 XML(eXtensible Markup Language)、YAML（YAML Ain't a Markup Language）或 JSON（JavaScript Object Notation）的簡單介面，而不須靠其他機制。

第二代 TBMS 資料交換模組提供資料的新增、刪除、修改，與圖片的上傳跟資料抓取等方法，在回傳的資料格式上，使用 JSON 回傳資料格式，其優點為格式簡單、易於解析，並支援多種程式語言，除了簡化程式的開發過程，也較易於維護。使用者需先傳遞帳號及密碼資訊，通過平台的認證，並確認帳號之權限後才可以存取資料，資料交換平台會依照帳號可瀏覽的權限限制，回傳權限下可檢視的橋梁資料，目前所開發的行動裝置應用程式 APP，皆使用此方式進行資料的傳遞更新。第二代 TBMS 資料交換模組已完成並上線，其中，公路總局因已開始建立橋梁構件資料，本計畫配合總局發文給各段時間，於 4 月 22 日將公路總局在一代 TBMS 之基本資料轉入第二代 TBMS，當時尚無資料同步功能，目前部份橋梁已建立構件資料，若啟動同步功能會將目前第二代 TBMS 之資料覆蓋過去，因此不啟動公路總局之同步功能，目前採人工方式由本計畫協助將 4 月 22 日之後於一代系統中新增之橋梁，各別匯入第二代 TBMS 中。高公局、鐵路局及縣市政府之橋梁基本資料已可與一代系統自動同步，規則如下：

1. 於第一代系統中新增橋梁：系統會將一代系統中該橋的基本、擴建及其底下的橋孔、橋台、橋墩資料，依照前一小節所述之轉換規則，於第二代 TBMS 中新增該橋之基本資料
2. 於第一代系統中刪除橋梁：系統會刪除二代系統中該橋的所有資料。
3. 於第一代系統中修改橋梁基本資料：系統會同步二代系統中「基本資料主表」與一代系統相對應之欄位，「詳細/擴建紀錄」及各構件資料不會同步修改。
4. 使用者帳號同步：於第一代系統中新增、修改或編輯使用者帳號及密碼時，二代系統也會同步更新，確保使用者能使用同一組帳號及密碼登入兩套系統，並享有同樣之權限，但二代系統新增之帳號並不會同步至一代，避免未被授權使用一代系統之二代系統測試人員進入一代系統中。
5. 資料自動同步時間：基本資料同步時間為每日凌晨二點；使用者帳號同步時間為每五分鐘同步一次。

5.5.4 與其他系統進行資料交換

第二代 TBMS 屬於上位系統，各橋梁管理機關未來若使用自行開發之橋梁管理系統，亦需將橋梁資料透過資料交換機制上傳第二代 TBMS。本計畫已針對高公局所開發之全生命週期橋梁管理系統資料庫架構進行分析，其架構與一代 TBMS 較為接近，如圖 5.50 所示，目前該系統並無構件化資料，未來若要與第二代 TBMS 進行資料交換，僅「基本資料主表」及「詳細/擴建紀錄」能夠同步，各構件資料及構件下之 DER 檢測資料及維修紀錄將無法匯入第二代 TBMS 中。

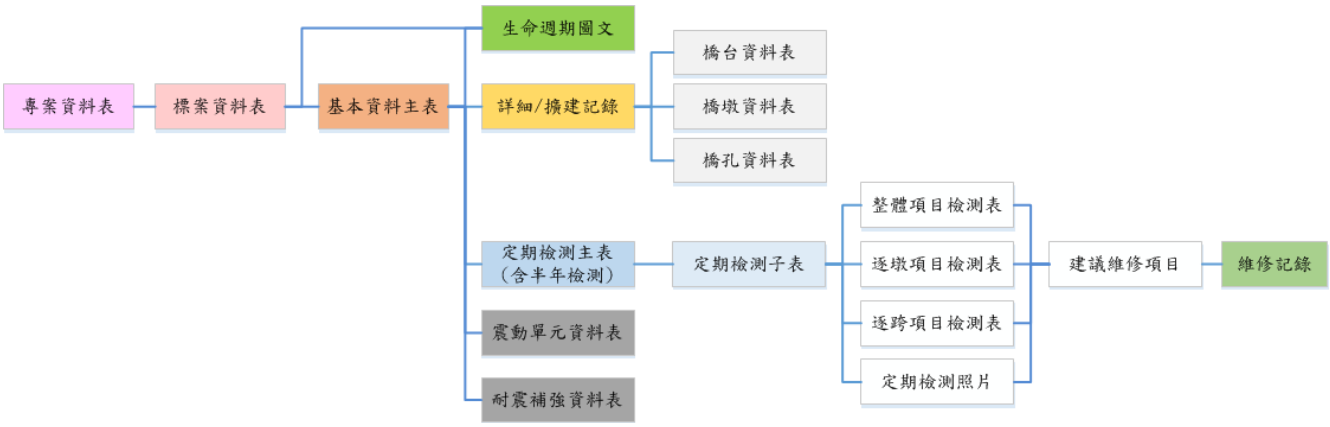


圖 5.50 高公局全生命週期橋梁管理系統資料庫架構

5.6 檢測行為查核模組

檢測行為查核模組是透過行動裝置 APP，於檢測人員進行橋梁定期檢測時，記錄相關資訊資訊，再將此類資料傳回第二代 TBMS 主系統，以圖及表格方式呈現，可做為檢人員檢測行為查核之用。

5.6.1 檢測人員資料登錄

第二代 TBMS 之帳號通常不屬於個人擁有，同單位所有成員常會共同使用一組帳號，而檢測承包廠商所使用之帳號，通常為得標後由業主開設，並於合約結束後即關閉該帳號，無法利用第二代 TBMS 之帳號去辨識檢測員，故第二代 TBMS 中需要另外建立檢測人員資料，系統使用身分證字號作為唯一識別碼，一組身分證字號在系統中只會對應到一位檢測人員，同時，考量到檢測人員可能會異動，以及顧問公司之檢測人員可能同時負責多個縣市之橋梁檢測業務，因此檢測人員之資料是獨立於各部屬機關及縣市政府之資料庫外，舉例說明，檢測員 A 有參與臺北市政府之橋梁檢測，同時也參與鐵路局之橋梁檢測，檢測員 A 不需要在臺北市政府，又在鐵路局之下建立個人資料，檢測員 A 一但在第二代 TBMS 中建立了一筆個人資料，無論他執行哪個機關的橋梁檢測，所有檢測數據都會依附在同一個個人資料之下。圖 5.51 為系統之檢測人員資料登入畫面，所需輸入之資料為姓名、身分證字號、性別、出生年份、所屬單位及照片，其中身分證字號只有在輸入畫面中可以看得到輸入的數字，在其他畫面中，如檢測人員列表(如圖 5.52 所示)，一律會以「#」符號遮蓋部份數字，避免個人資料外洩。

圖 5.51 檢測人員資料輸入畫面

圖 5.52 檢測人員列表畫面

5.6.2 檢測人員經歷

檢測行為查核模組中，可透過檢測人員姓名及身分證字號搜尋檢測人員，系統會將搜尋出之檢測人員之檢測經歷彙整在一頁面中，如圖 5.53 所示。所顯示之統計資料包含總檢測時數、總檢測橋數、總檢測橋孔數、總檢測橋梁長度、總檢測橋面版面積、填寫 E=0 的筆數（E=0 代表構件無法檢測，當次數過多時，可能代表檢測人員並未盡力的檢測到所有構件）；另外系統也會將檢測員檢測過之橋梁依長度分類統計，以及依橋孔之結構型式，計算出檢測過不同類型之橋孔數。檢測員所參與過之每一筆定期檢測紀錄會列在頁面最下方，點選檢測紀錄列後方之「檢視」即可連結至該筆定期檢測紀錄。

檢測人員詳細資料

返回列表

姓名：廖先格　　性別：男
身份證字號：J#####0123　　出生年：1980年
所屬單位：中央大學

總檢測時數：1時9分　　總檢測橋梁長度：1309.6 公尺
總檢測橋數：7 座　　總檢測橋版面積：786.48 平方公尺
總檢測橋孔數：19 孔　　填寫E=0數：13 筆

檢測經歷統計

橋長	檢測橋數
50以下	2
51～100	1
101～500	3
501～1000	1
1000以上	0
總計	7

結構型式	檢測橋孔
	3
π橋	3
吊橋	3
版橋	1
斜張橋	6
梁式橋	3
總計	19

執行過之定期檢測記錄

檢測日期	橋梁名稱	管理機關	工務處	工務段	檢測單位	橋梁總長	新PI	動作
2015-11-20	花蓮訓練橋	內政部	內政部	太魯閣國家公園管理處	中央大學	120	0	檢視
2015-11-16	台中拍橋	臺中市政府	臺中市政府	臺中市政府	中央大學	120	0	檢視
2015-11-13	高雄斜張橋	高雄市政府	高雄市政府	三民區公所	中央	600	0	檢視
2015-11-12	中央訓練用橋	桃園縣政府	桃園縣政府	桃園市政府	中央大學	90	0	檢視
2015-11-10	中央斜張橋	桃園縣政府	桃園縣政府	中壢區公所	nova	350	0	檢視
2015-10-29	無名橋J	桃園縣政府	桃園縣政府	桃園市政府	中央大學	9.6		檢視
2015-10-28	測試吊橋	臺北市政府	臺北市政府	新建工程處	中央大學	20	0	檢視

圖 5.53 檢測人員經歷畫面

5.6.3 檢測路徑及時間

檢測行為查核模組之檢測路徑與定期檢測紀錄已整合在一起，從定期檢測紀錄之畫面中可以看到是由那些人員進行檢測，總檢測時間以及檢測路徑，如圖 5.54 所示。要記錄檢測路徑必須搭配行動裝置 APP，當檢測人員使用行動裝置 APP 開始檢測後，行動裝置 APP 每 30 秒會記錄一次 GPS 座標（行動裝置本身需具有 GPS 定位功能），若橋梁一日檢測不完，或是中午用餐時間，可使用 APP 之「暫停檢測」功能或直接關閉 APP，這時便不會記錄 GPS 座標，直到使用者點選「繼續檢測」，系統又會恢復每 30 秒會記錄一次 GPS 座標。

第二代 TBMS 支援多台行動裝置同時間檢測同一座橋，每台行動裝置均會有一筆獨立的路徑資料。本計畫實際進行一座橋梁之檢測，做為說明之範例，檢測之橋梁為桃園市之環鄉橋，位於 112 縣道 19K+250M 處，為一座 3 孔梁式橋，總長 59M，淨寬 20M，每跨 11 支大梁，跨越老街溪，檢測隊分為主裝置組及次裝置組，每組兩人。主裝置組著漁夫裝，至橋下檢測 A1、P1、S1 及 S2 之構件；次裝置組穿雨鞋，先檢測橋面上之構件，再檢測橋下 A2、P2、S3 之構件。檢測完成後上傳之紀錄如圖 5.54 所示，主裝置組之檢測時間為 1 時 24 分，點選 1 時 24 分之圖示，即可在 Google Map 上檢視檢測路徑，如圖 5.55 所示。

圖 5.54 結合檢測人員及檢測路徑資訊之定期檢測畫面

環鄉橋(縣112)(19K+250M)

日期：2015-12-11　檢測時間：1時24分

圖 5.55 主裝置組檢測路徑系統畫面(橋面下)

次裝置組在橋面上檢測之時間為 35 分，點選 35 分之圖示，即可在 Google Map 上檢視檢測路徑，如圖 5.56 所示。次裝置組於橋面檢測完成後關閉 APP，移動至橋下再開始檢測，因此出現另一個 55 分的檢測時間，點選 55 分之圖示，即可在 Google Map 上檢視檢測路徑，如圖 5.57 所示。

環鄉橋(縣112)(19K+250M)

日期：2015-12-11　檢測時間：35分

圖 5.56 次裝置組檢測路徑系統畫面(橋面上)

圖 5.57 次裝置組檢測路徑系統畫面(橋面下)

5.7 QA 系統

第二代 TBMS 提供 QA 廠商或單位使用，不同於第二代 TBMS 中的其他模組，QA 部份是一套獨立的系統，介面及操作方式雖然與第二代 TBMS 主系統十分接近，但程式及資料庫均獨立於主系統之外。QA 系統有獨立的帳號密碼，橋梁檢測廠商無法登入 QA 系統，反之，QA 廠商亦無法登入主系統，QA 廠商將自己檢測之成果輸入 QA 系統，系統可將 QA 檢測結果與主系統之定期檢測資料並排，方便 QA 廠商及橋梁管理機關進行比對。圖 5.58 為 QA 系統定期檢測之系統畫面，在下方的各構件列表中，可看到第二代 TBMS 主系統中最近一筆定期檢測資料之 DER 值，以及 QA 廠商所檢測的 DER 值。

圖 5.58 QA 系統定期檢測畫面

5.8 橋梁安全評估表擴充

針對狀況較差之橋梁可再進行橋梁安全評估，如落橋評估、強度韌性評估、載重能力評估、耐洪能力評估及沖刷潛勢評估，安全評估表是依據各機關所使用之表格客製化建立，本計畫以前已完成公路總局所使用之耐洪能力及承載能力評估表；由於各縣市政府鮮少有自己之安全性評估表，因此暫以臺北市政府之表格為各縣市政府使用，本計畫於 103 年完成臺北市政府所使用之落橋評估、強韌性評估、穩定性評估表，104 年增加臺北市政府所使用之載重能力及耐洪能力評估表。本年度亦完整建立高公局所使用之評估表，包含落橋評估（圖 5.59）、強韌性評估（圖 5.60）、載重能力評估（圖 5.61）、耐洪能力評估（圖 5.62）及沖刷潛能評估（圖 5.63）。

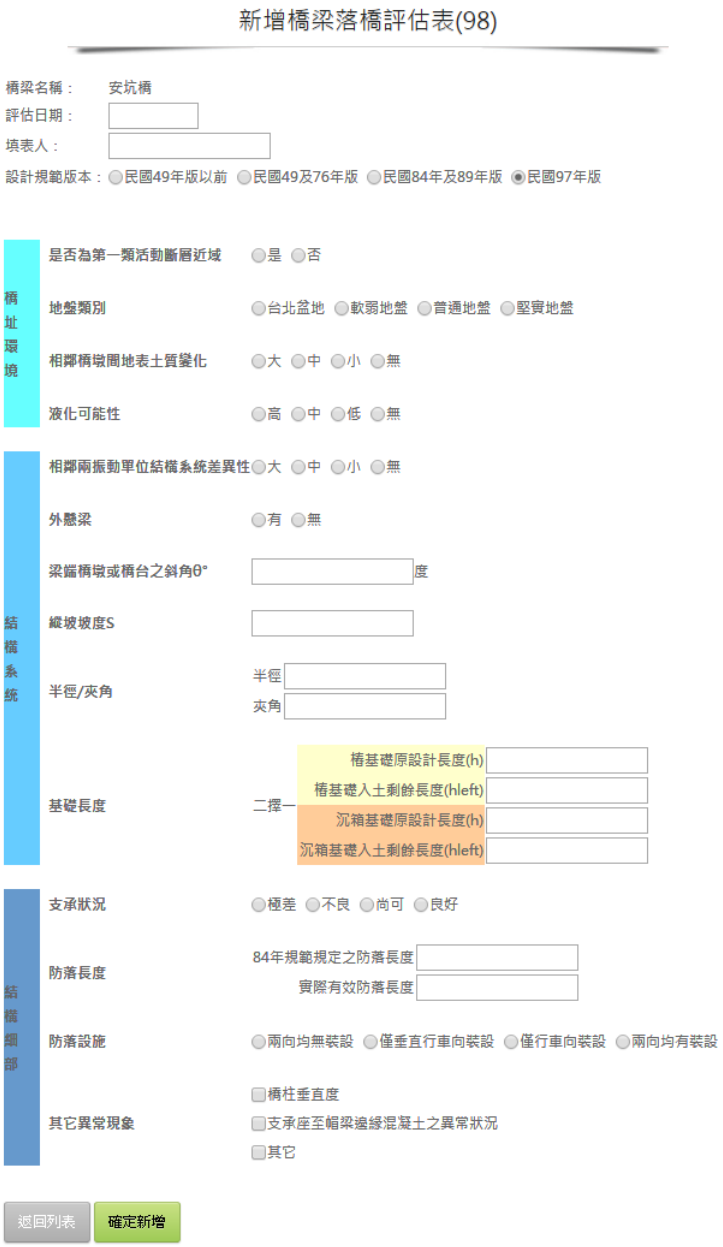


圖 5.59 落橋評估表畫面

圖 5.60 強韌性評估表畫面

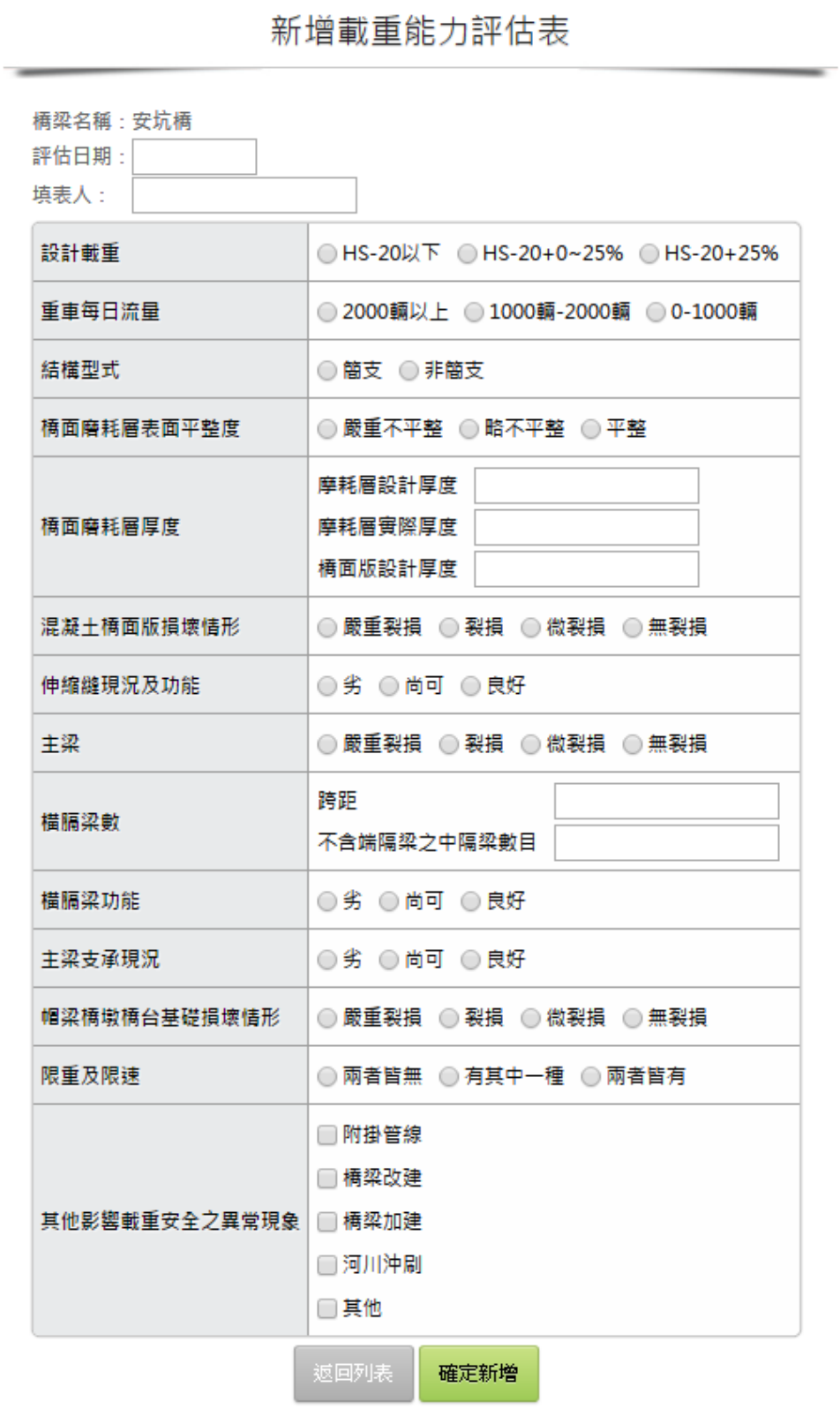


圖 5.61 載重能力評估表畫面

圖 5.62 耐洪能力評估表畫面

橋梁沖刷潛能評估表

橋梁名稱：
評估日期：
填表人：
設計年份：▼

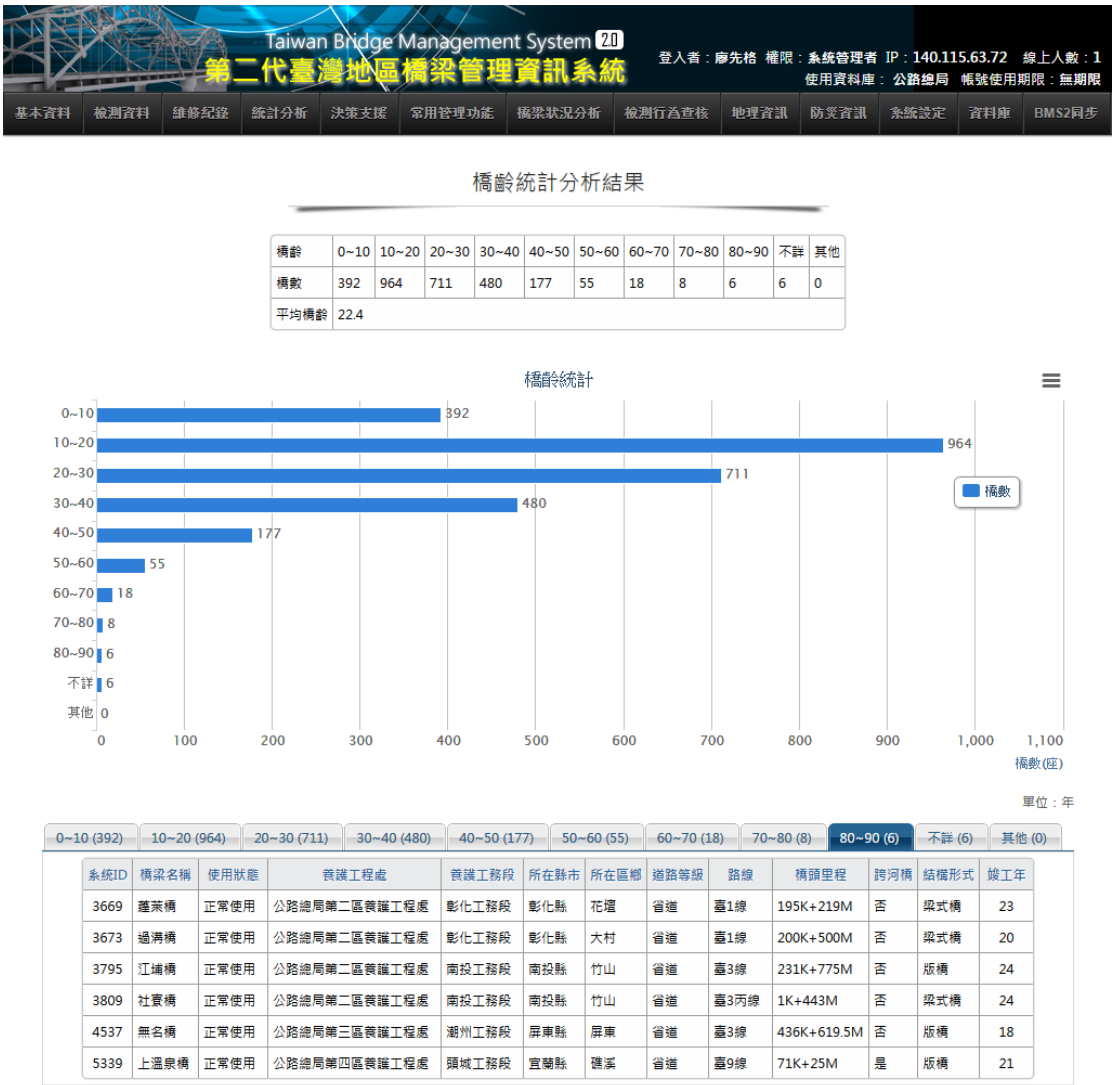
近年內主河道變遷的情形	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微 ◎無
河川整治辦理情形	◎尚未辦理或已辦理，但僅施設簡易式拋軟石護岸工 ◎1000公尺以內完成，其他尚未辦理 ◎已完成
近年內主河道河床下游的情形	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微 ◎無
鄰近有無採砂	◎2000公尺以內 ◎2000公尺以上 ◎無
上游攔河堰	◎1000公尺以內 ◎1000公尺以上 ◎無
上游橋梁、下游具束縮河道之其他構造物	◎400公尺以內 ◎400~1000公尺以上 ◎1000公尺以上 ◎無
橋台及橋墩之基礎型式	◎具淺基礎或擴展式基腳 ◎具沉箱基礎但貫入深度≦10m ◎具深基礎
基礎裸露程度	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微 ◎無
本河川附近其他橋梁有無沖刷問題	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微 ◎無
梁底高程	梁底高程 [ ] 二擇一 計畫洪水位 [ ] 堤頂高程 [ ]
阻水效應比	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微 ◎無
橋墩方向與河川流向夾角(φ°)	[ ] 度
河床軟岩之風化沖蝕	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微
具側向侵蝕或水躍(跌水)沖刷的潛在沖刷因素	◎極嚴重 ◎嚴重 ◎輕微 ◎無
其他影響耐洪能力之異常現象	□橋墩變位傾斜 □橋基保護工配置成弱面 □基礎變位傾斜 □樁基礎垂直承載力大幅下降 □橋梁靠近河床陡峭之山區 □形成細長樁效應 □下部結構被撞擊損害 □長樁之接樁位置已漸出露 □橋梁通過彎曲河道凹岸 □其它 □不當的導水路開挖而引致水流過度集中於狹窄的流路

返回列表　確定新增

圖 5.63 沖刷潛能評估表畫面

5.9 常用管理功能擴充

本計畫針對常用管理功能進行擴充，增加兩項常用之統計功能，分別為「橋齡統計」以及「道路等級統計」。「橋齡統計」功能，如圖 5.64 所示，能夠快速的提供管理機關轄下不同橋齡區間之橋梁數以及平均橋齡，同時於畫面下方詳列各橋齡區間之橋梁名單。「道路等級統計」功能，如圖 5.65 所示，能夠快速的提供管理機關轄下不同道路等級之橋梁數，同時於畫面下方詳列各道路等級之橋梁名單。



橋齡	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	不詳	其他
橋數	392	964	711	480	177	55	18	8	6	6	0
平均橋齡	22.4										

系統ID	橋梁名稱	使用狀態	養護工程處	養護工務段	所在縣市	所在區鄉	道路等級	路線	橋頭里程	跨河橋	結構形式	竣工年
3669	蕃薯橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	彰化工務段	彰化縣	花壇	省道	臺1線	195K+219M	否	梁式橋	23
3673	過溝橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	彰化工務段	彰化縣	大村	省道	臺1線	200K+500M	否	梁式橋	20
3795	江埔橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	南投工務段	南投縣	竹山	省道	臺3線	231K+775M	否	版橋	24
3809	社寮橋	正常使用	公路總局第二區養護工程處	南投工務段	南投縣	竹山	省道	臺3丙線	1K+443M	否	梁式橋	24
4537	無名橋	正常使用	公路總局第三區養護工程處	潮州工務段	屏東縣	屏東	省道	臺3線	436K+619.5M	否	版橋	18
5339	上溫泉橋	正常使用	公路總局第四區養護工程處	頭城工務段	宜蘭縣	礁溪	省道	臺9線	71K+25M	是	版橋	21

圖 5.64 橋齡統計系統畫面

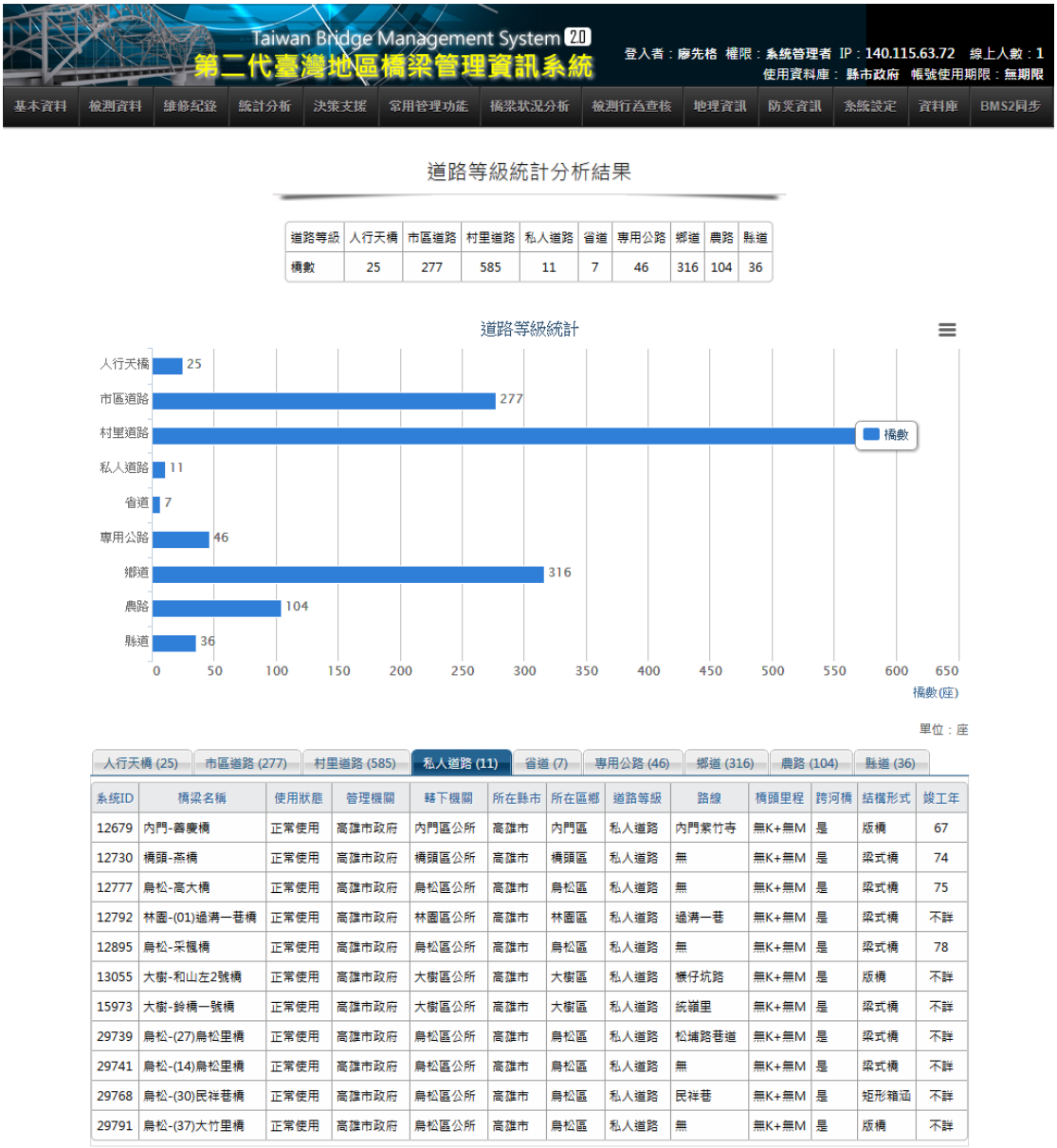


圖 5.65 道路等級統計系統畫面

5.10 地震後應特別檢測橋梁搜尋功能升級

本研究更新去年度已完成之地震後應特別檢測橋梁搜尋功能，本計畫使用中央氣象局提供之震度格點搜尋位於震度四級以上區域之橋梁，此方法將更為精確的搜尋出需要進行震後特別檢測之橋梁。搜尋出震後應檢測橋梁後，系統會將轄下需檢測橋數以簡訊方式發送至相關人員之手機及電子信箱中，簡訊之內容範例為：「***地震編號:104037　2015/07/23　00:26:12(UTC+8)　M:4.3 震度四級以上影響範圍內，部分橋梁已達特別檢測標準，請查閱臺灣地區橋梁管理系統。交通部公路總局轄區，共 53 座橋梁應進行地震特別檢測***」。各機關需收到通知之人員手機號碼及電子信箱由各機關主動提供給本計畫，簡訊發送之流程如圖 5.66 所示，一般狀況下，地震發生後半小時內會送出通知簡訊。

依中央氣象局所提供之格點資料，在地震測站 15 公里範圍內沒有格點資料，此範圍內之震度即為測站處所測得之震度，各格點間距離約 1 公里，震度四級以下之區域不會提供格點資料，此格點資料會在有感地震（即有編號之地震）發生

後 5 到 10 分鐘內完成，並傳送至橋梁管理系統之 FTP 中，系統會自動將氣象局之資料解壓縮後，讀取格點資料的文字檔，並在電子地圖（目前系統使用的為 Google Map）上顯示出地震測站及其震度、測站週圍 15 公里之範圍線、各格點震度（以矩形色塊加上震度之阿拉伯數字），如圖 5.67 所示。而當範圍內有橋梁時，會以 表示應進行檢測之橋梁，圖形中之數字代表橋梁所在位置之震度，若為四級則顯示「4」，圖形為橘色；若為五級則顯示「5」，圖形為紅色；若為六級則顯示「6」，圖形為暗紅色，如圖 5.68 所示。

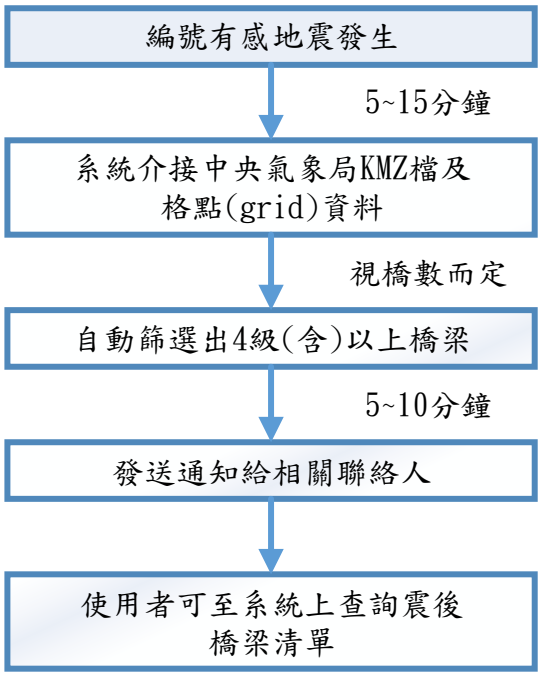


圖 5.66 地震後應特別檢測橋梁簡訊發送流程

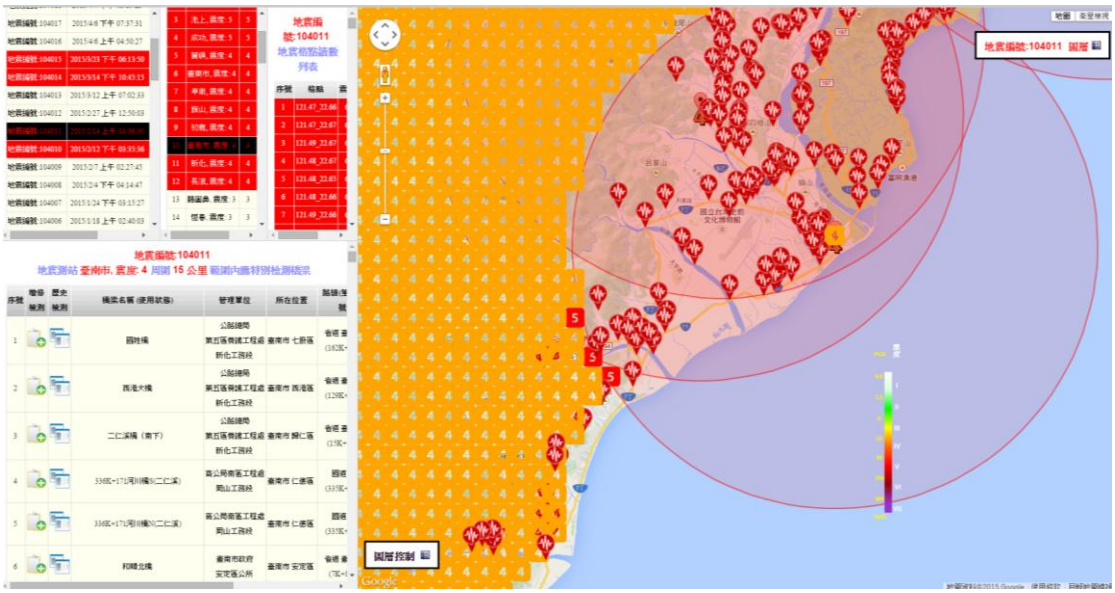


圖 5.67 地震後應特別檢測橋梁搜尋系統畫面

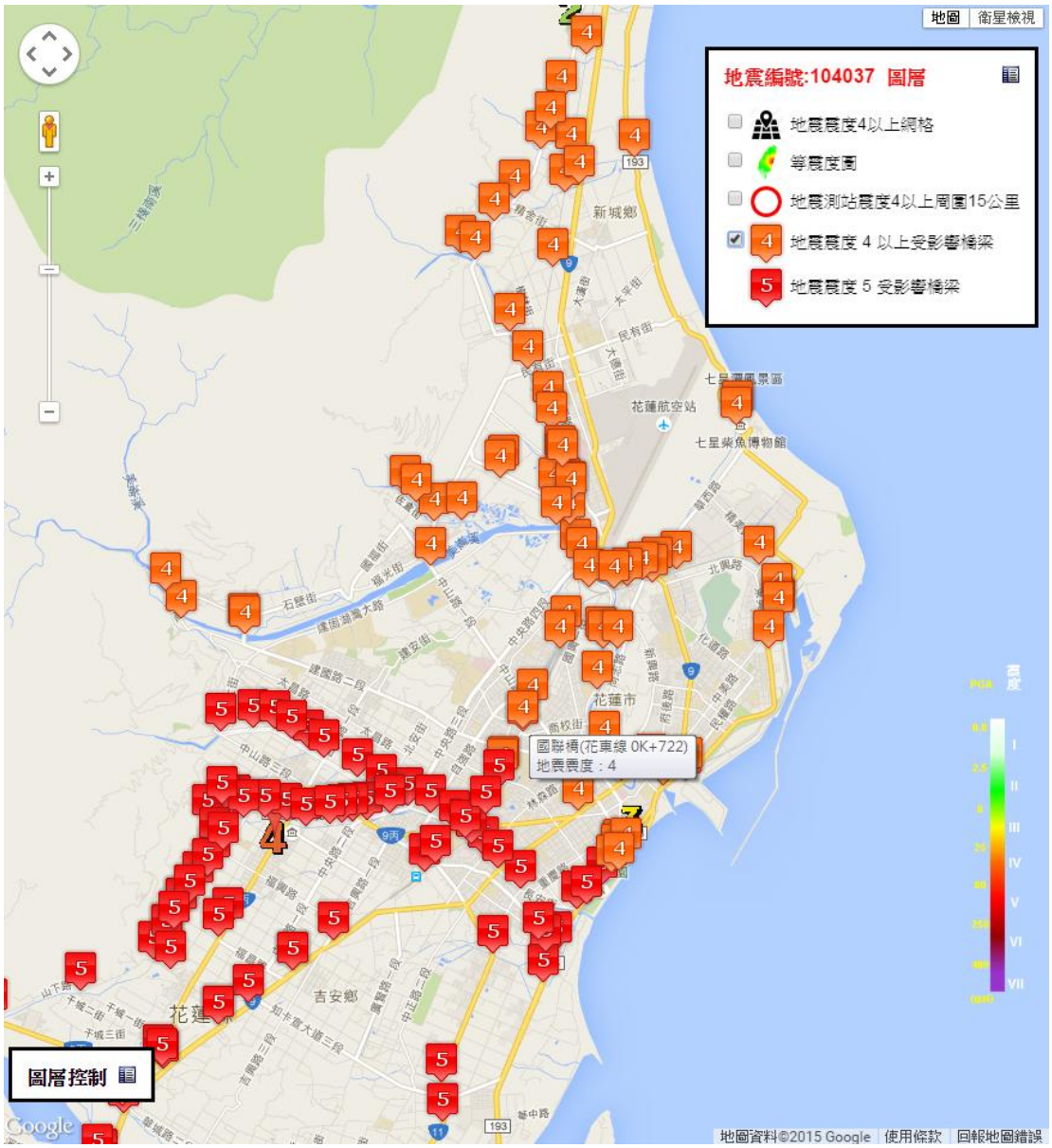


圖 5.68 地震後應特別檢測橋梁標示

5.11 本章小結

本計畫第二代 TBMS 主系統已完成之部分為：主系統橋梁類型之擴充（包含箱涵、擴建橋、桁架橋及雙層橋）；新功能模組之開發（包含資料交換模組、檢測行為查核模組以及 QA 系統；完成現有功能模組之擴充及更新（包含橋況分析模組之橋梁安全評估表擴充、常用管理功能之統計功能擴充以及地震後應特別檢測橋梁搜尋功能更新）

經過橋梁類型之擴充，目前第二代 TBMS 已可建立絕大多數類型橋梁之基本資料，能夠自動產生 3D 圖形，並且能夠進行構件化之定期檢測；資料交換模組能將一代 TBMS 所增刪之橋梁同步至第二代 TBMS，同時兩代系統之帳號密碼也已進行同步，使用者可使用同一組帳密登入兩套系統；檢測行為查核模組可顯示檢測人員之檢測經歷，並可記錄每次定期檢測之檢測路徑；QA 系統為 QA 廠商輸入檢測成果之平台，可將 QA 結果與主系統之定期檢測資料並排，方便 QA 廠商及橋梁管理機關進行比對；在橋梁安全評估表擴充方面，本計畫增加臺

北市政府之載重能力及耐洪能力評估表，同時完整建立高公局所使用之所有安全評估表；常用管理功能增加橋齡統計及道路等級統計；地震後應特別檢測橋梁搜尋功能改採等震圖之震度格點，搜尋位於震度四級以上區域之橋梁，能更為精確的搜尋出需要進行震後特別檢測之橋梁。

第六章　本期行動裝置應用程式擴充

本計畫針對第二代 TBMS 行動裝置應用程式（APP）進行開發，並配合主系統完成橋梁類型之擴充，包含：(1)箱涵、(2)擴建橋、(3)桁架橋及(4)雙層橋；配合主系統記錄(5)檢測行為查核模組所需資訊。分述於下列各節。

6.1 橋梁類型擴充

6.1.1 箱涵擴充

配合主系統，將箱涵分為 14 類構件，分別為：1.引道路堤、2.引道護欄、3.河道、4.引道護坡、5.端牆/側牆、6.翼牆/擋土牆、7.摩擦層、8.橋面排水設施、9.緣石及人行道、10.橋護欄、11.基礎保護工法、12.中隔版、13.頂版及 14.底版。行動裝置與主系統相同，可依照使用者輸入之孔數及存在之構件類型，自動將各構件組合成為 3D 箱涵之示意模型（並非依照真實比例繪製），模型可放大、縮小、旋轉及平移，圖 6.1 為行動裝置自動生成之 3D 箱涵示意模型。

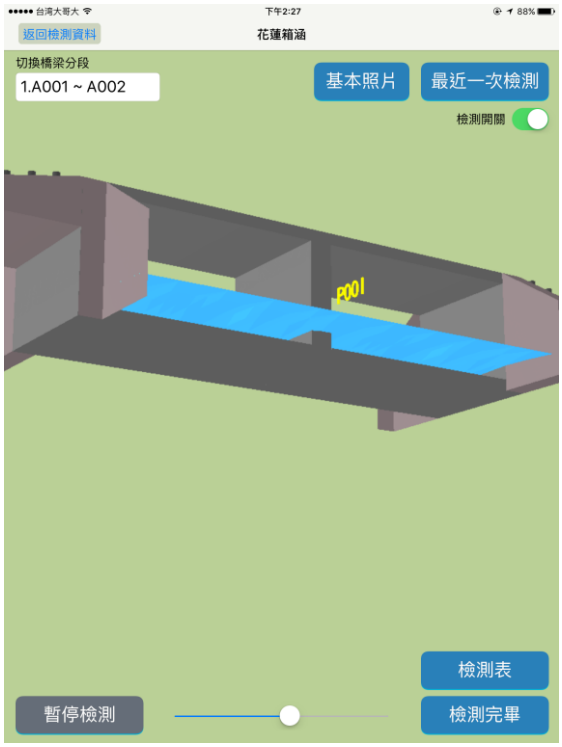


圖 6.1　箱涵 3D 模型系統畫面(行動裝置)

6.1.2 擴建橋擴充

行動裝置之擴建橋呈現方式與主系統相同，依使用者在基本資料中所建立之擴建資料自動產生，考量行動裝置之硬體效能，擴建橋及初建橋梁不會同時以完整之構件型態出現在同一畫面中，而是將完整之初建橋梁與示意之擴建橋之模型同時呈現，如圖 6.2 中，中間的桁架橋為初建橋，是依照基本資料所填的構件自動生成對應的模型，左、右兩邊半透明的部份則為擴建橋的示意模型，並非依照擴建橋之構件生成。擴建橋的透明度可透過畫面下方之控制桿調整，使用者可點選擴建橋之示意模型，系統會詢問是否要切換至擴建橋，如圖 6.3 所示。切換後系統會將完整之擴建橋與示意之初建橋模型同時呈現。

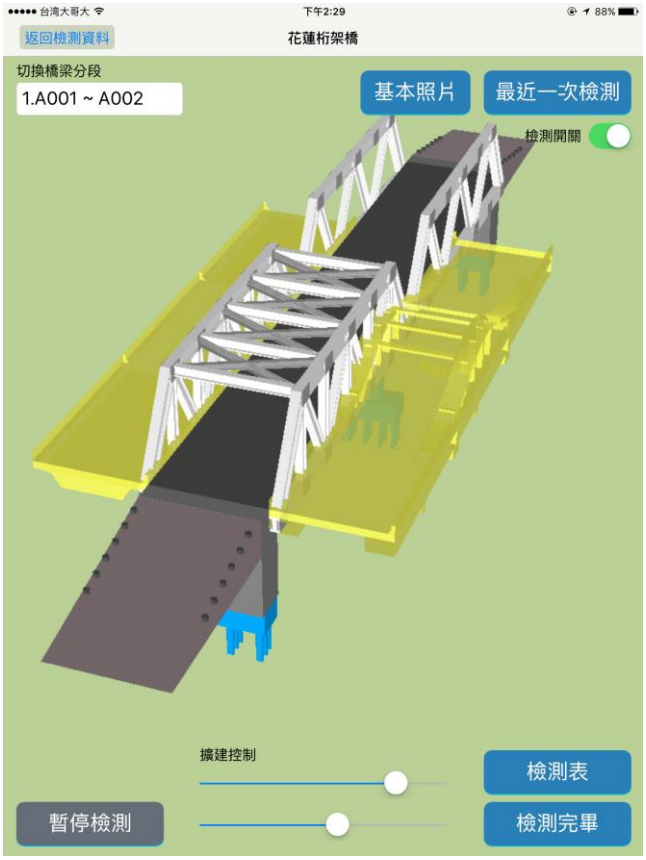


圖 6.2 擴建橋 3D 模型系統畫面(行動裝置)

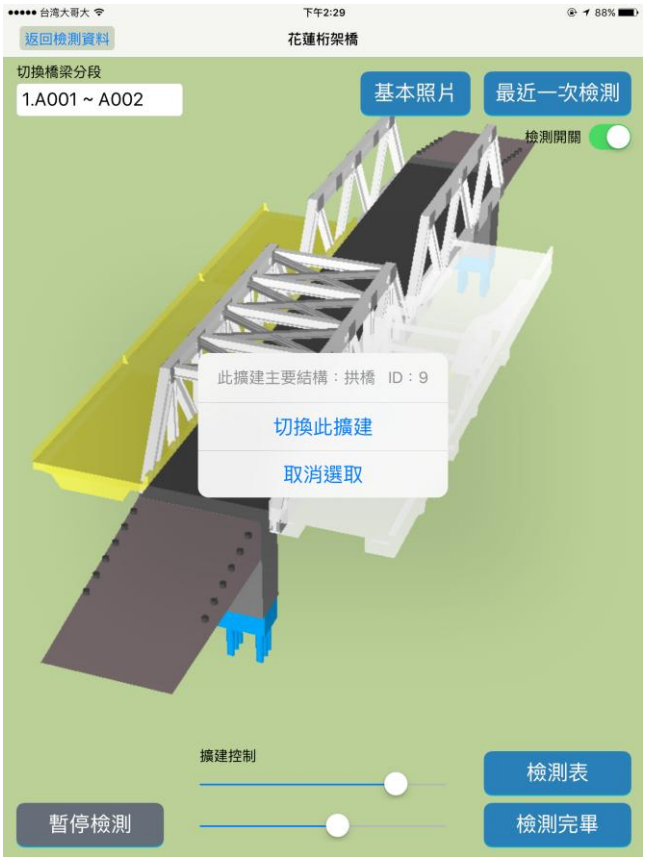


圖 6.3 切換橋梁模型(行動裝置)

6.1.3 桁架橋擴充

配合主系統，將每一橋孔之桁架部分，依照桁架組合構造，分成：1.上弦、2.下弦、3.末端撐柱、4.直桁、5.斜桁、6.撐柱、7.板梁、8.斜撐及 9.節點，並取消大梁及橫隔梁，期於構件均與一般梁式橋相同。行動裝置與主系統相同，可依使用者所輸入桁架構件，將有填資料之構件自動組合成為 3D 桁架橋之示意模型（並非依照真實比例繪製），模型可放大、縮小、旋轉及平移，圖 6.4 為行動裝置自動生成之 3D 桁架橋示意模型，畫面中兩跨桁架橋刻意輸入不同項目之構件，第一跨上方有撐柱，第二跨則無，均依照主系統之基本資料自動產生。

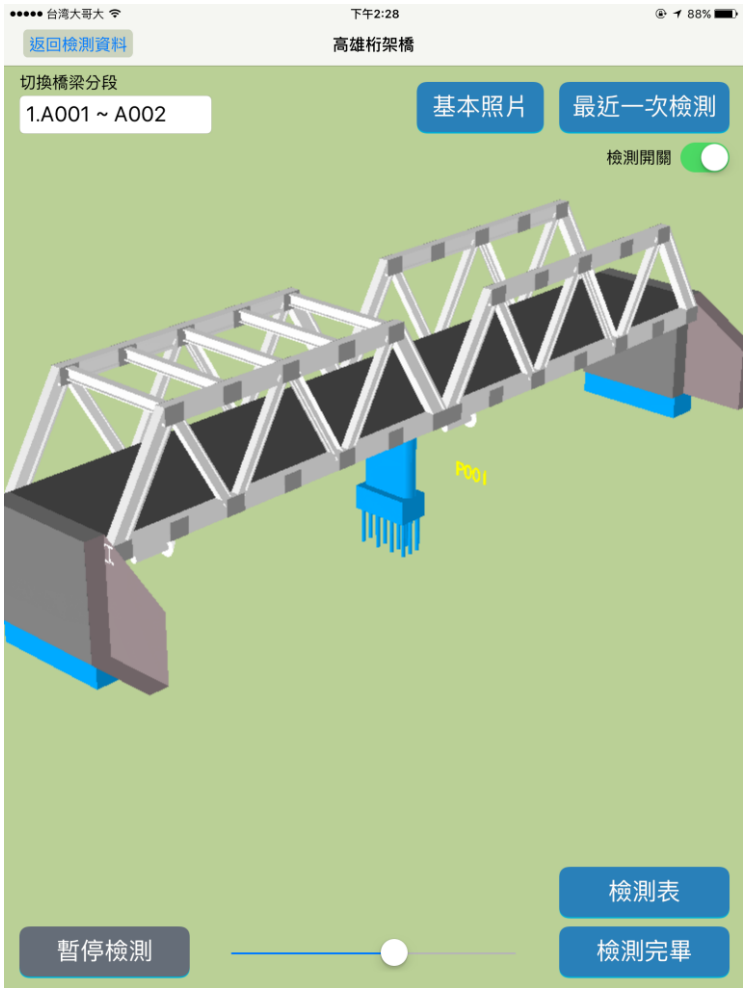


圖 6.4 桁架橋 3D 模型系統畫面(行動裝置)

6.1.4 雙層橋擴充

行動裝置之雙層橋之 3D 模型與主系統相同，依使用者在基本資料中所建立之構件資料自動產生，每一跨上、下層之大梁數量及型式均可依照主系統之資料而產生對應之 3D 模型，但目前僅針對雙層之梁式橋繪製其模型，特殊型式之雙層橋，如雙層拱橋或桁架橋等待後續補上。與主系統相同，本研究針對臺灣地區較常見之雙層橋橋墩，繪製了框架式及單柱式兩種樣式供使用者選擇，圖 6.5 為單柱式橋墩的雙層橋 3D 模型。

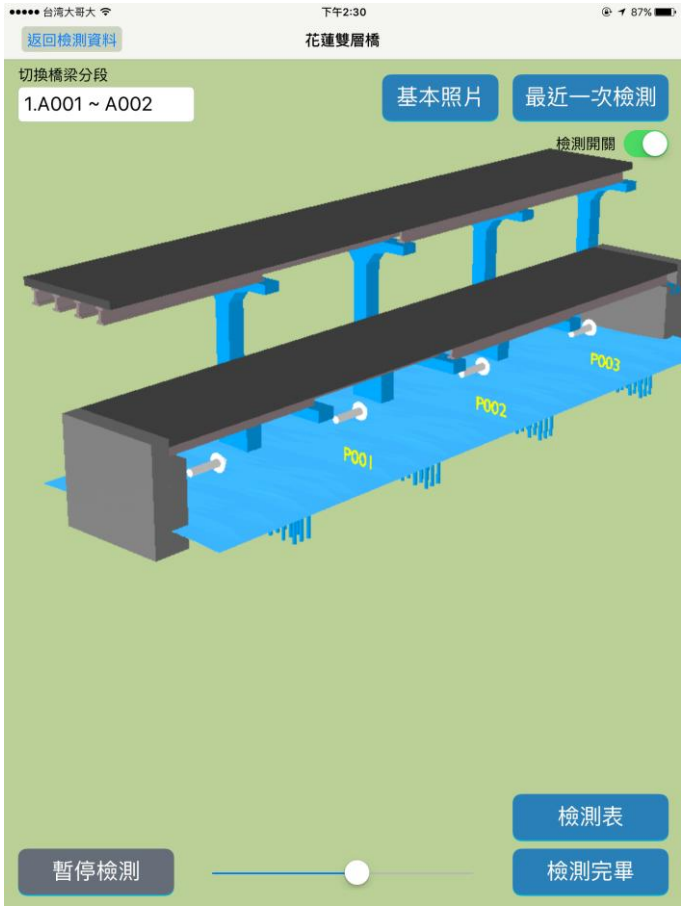


圖 6.5 雙層橋 3D 模型系統畫面(行動裝置)

6.2 檢測行為資訊紀錄

配合第二代 TBMS 主系統之檢測行為查核模組，行動裝置 APP 增加「檢測路徑 GPS 座標紀錄」功能以及「檢測人員選取」功能。

6.2.1 檢測路徑 GPS 座標紀錄

當檢測人員使用行動裝置 APP 開始檢測後，行動裝置 APP 每 30 秒會自動記錄一次 GPS 座標（行動裝置本身需具有 GPS 定位功能），此功能是在系統後端進行，不會影響使用者操作行動裝置 APP，只要使用者持續使用行動裝置 APP 進行橋梁檢測，記錄功能就會一直開啟，但若橋梁一日檢測不完，或是中午要遠離橋梁現地去用餐，可使用 APP 之「暫停檢測」功能或直接關閉 APP，這時便不會記錄 GPS 座標，直到使用者點選「繼續檢測」，系統又會恢復每 30 秒會記錄一次 GPS 座標。

6.2.2 檢測人員選取

第二代 TBMS 主系統中可預先建立檢測人員資料，在登入行動裝置 APP 後即可透過網路下載檢測人員至平板中，如圖 6.6 所示，使用者可搜尋「姓名」、「所屬單位」或「身分證字號」，系統會列出符合條件的人員，點選之後即可下載。在開始檢測前，過去由使用者自行輸入檢測人員名稱之方式，改為點選「新增/編輯」按鈕，如圖 6.7 所示，再從已下載之檢測人員列表中選擇即可，如圖 6.8 所示。

圖 6.6 檢測人員資料下載(行動裝置)

圖 6.7 檢測人員選取功能(行動裝置)

圖 6.8 新增及編輯本次檢測人員(行動裝置)

6.3 本章小結

本計畫針對第二代 TBMS APP 已完成部分為：配合主系統完成橋梁類型之擴充（包含箱涵、擴建橋、桁架橋及雙層橋），及配合主系統記錄檢測行為查核模組所需資訊。目前第二代 TBMS APP 已可支援絕大多數類型橋梁之構件化之定期檢測，並且能夠自動產生 3D 圖形。另外，為配合第二代 TBMS 主系統之檢測行為查核模組，已於 APP 增加「檢測路徑 GPS 座標紀錄」功能以及「檢測人員選取」功能。

第七章　橋梁檢測及維修外部稽核

7.1 稽核樣本數抽樣方法

依據 103 年度橋梁維護管理作業評鑑方式－縣市政府部分中所提到，評鑑標的為 6 公尺（含）以上之正常使用中橋梁，即使用狀態為『正常使用』及設施種類為『橋梁』，故本研究將以 6 公尺以上正常使用之橋梁做為樣本數母體。在臺灣地區橋梁管理系統中，6 公尺以上正常使用之橋梁總數約為兩萬四千餘座，其中各縣市政府管轄之橋梁為 17,623 座、公路總局為 2,738 座、高速公路局為 2,347 座、鐵路局為 1,062 座，這些橋梁即為抽樣母體。針對外部稽核樣本數之規劃，本研究提出兩種方式決定抽樣樣本數，分別為統計公式推導法以及比例抽樣法，分述於 7.1.1 小節及 7.1.2 小節。

7.1.1 公式推導法

本研究採用 Don A. Dillman (2000) 提出之樣本數估算方式如下：

$$N_s = \frac{(N_p)(p)(1-p)}{(N_p-1)(B/C)^2+(p)(1-p)} \quad \text{(公式 7.1)}$$

N_s = 須完成的樣本數

N_p = 母群體規模

(p)(1-p)：母群體異質性程度，通常設 p=0.5 (此為最保守策略，因為變異數最大的情況會發生在母體兩半互為不同類別)

B：可容忍的抽樣誤差，通常設 0.03 (抽樣誤差正負 3%)

C：可接受的信賴區間(信心水準)，通常設 1.96 (該數值為可接受的信賴區間 95%所對應的 Z 分數)

此估算方式意義在於設定一個信心水準和可接受的抽樣誤差範圍，來估算所需要的樣本數，並可利用過往資料決定 p 值，使抽樣樣本數更具代表性。在橋梁檢測的過程中，最大的限制因素為路程，考慮到實務上檢測廠商可能因路程遙遠，而降低檢測品質或虛報檢測結果，故本研究提出橋梁可及性之概念。將各橋梁按照道路等級劃分其可及性，分為可及性高與可及性低兩種，可及性高之道路為國道、省道、市道、縣道及市區道路，可及性低之道路為區道、鄉道、農路、村里道路及專用公路，如圖 7.1 所示。

圖 7.1 道路等級分類

假設各縣市政府的橋梁檢測，存在有單位間的差異，並考量各縣市政府所轄橋梁數量規模亦有所不同，因此對於樣本之抽選，本研究採取分層隨機抽樣法，以各縣市政府與可及性作為分層，再運用「比例配置法（Stratified sampling with proportional allocation）」，決定各分層之樣本抽出比例，亦即以各層橋梁數佔全體橋梁數之比例，乘上該組擬抽選之樣本數量，即為該分層應隨機抽出之橋數。

7.1.2 比例抽樣法

由「An Audit Report on The Department of Transportation's Bridge Inspection Program December 2009 Report No. 10-017」報告中得知，美國執行外部稽核時之抽樣比例為 1.5%，本研究應用其比例抽樣之思維，提出以各縣市政府橋梁樣本之平均值為主，樣本數在平均值以內即抽取一定數量之樣本，在各標準差範圍內再行增加一定數量之樣本，以作為外部稽核抽樣之樣本數。

7.2 稽核樣本數抽樣方案

7.2.1 抽樣方案

本研究針對 22 個縣市政府提出 10 種不同的方案，分別為方案一 A、方案一 B、方案一 C、方案二 A、方案二 B、方案二 C、方案三 A、方案三 B、方案三 C 及方案四，分述如下：

1. 方案一 A

   以橋梁為抽樣之單位，採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，即公式 7.1，其中 p 值為歷史資料之結果，以本稽核計劃而言，即為最終母體資料完整性之值，用以定義母體資料的異質性，係參照 99 年臺灣地區橋梁管理資訊系統橋梁資料查核計畫，該計畫使用 3%的抽樣誤差與 95%之信賴區間，其意義為在 95%信心水準下，抽樣的結果將可代表母體，並容許 3%的誤差值；因此方案一 A 將公式 7.1 之 p 值設定為 0.9，B 值設為 0.03 (抽樣誤差正負 3%)，C 值設為 1.96 (該數值為可接受的信賴區間 95%所對應的 Z 分數) 進行推算。

2. 方案一 B

   同樣使用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，參數 p、B 及 C 之設定都與方案一 A 相同，唯一改變的是方案一 B 是以橋孔為抽樣單位。

3. 方案一 C

   同樣使用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，參數 p、B 及 C 之設定都與方案一 A 相同，唯一改變的是方案一 C 是以橋梁構件為抽樣單位。

4. 方案二 A

   以橋梁為抽樣之單位，採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，即公式 7.1，為了在可接受之誤差範圍內，盡可能降低樣本數，因此方案二 A 將公式 7.1 之 p 值同樣設定為 0.9，但抽樣誤差調整為正負 5% (即 B 為 0.05)，信賴區間調整為 90% (即 C 為 1.645)進行推算

5. 方案二 B

   同樣使用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，參數 p、B 及 C 之設定都與方案二 A 相同，唯一改變的是方案一 B 是以橋孔為抽樣單位。

6. 方案二 C

   同樣使用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，參數 p、B 及 C 之設定都與方案二 A 相同，唯一改變的是方案一 B 是以橋梁構件為抽樣單位。

7. 方案三 A

   採用平均值與標準差的概念，將 22 個縣市政府的總橋數，除以 22 個縣，得到所轄橋數的平均值，將所轄橋數在平均值以下的縣市，設定抽 3 個稽核樣本，在平均值以上之部份，橋數每多一個標準差，增加一個抽樣樣本。基本抽選數量設定為 3 個樣本是經本計畫討論之結果，以 60 個工作天能完成全臺稽核之限制情況下，所設定出之門檻值。

8. 方案三 B
   與方案三 A 之樣本數計算方式相同，唯一改變的是方案三 B 是以橋孔為抽樣單位。
9. 方案三 C
   與方案三 A 之樣本數計算方式相同，唯一改變的是方案三 C 是以橋梁構件為抽樣單位。
10. 方案四
    使用方案二B之方式,同樣採Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，參數 p、B 及 C 之設定都與方案二 B 相同，同樣是以橋孔為抽樣單位，但加入限制條件，將各縣市之最少樣本數限制為 3，即使用方案二 B 算出不足 3 個樣本之縣市將自動補為 3，另因縣市政府間橋孔數差異可達 10 倍以上，本計畫考量執行時程與成本之情況下，將以最多 3 倍為準，限制縣市政府最多抽樣數為 9 個樣本。

上述各方案之比較如表 7.1 所示。

表 7.1 方案說明

NO	方案別	樣本單位	抽樣方法	參數及限制條件
1	方案一 A	橋梁	採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，即公式 7.1	P=0.9 B=0.03 C=1.96
2	方案一 B	橋孔		
3	方案一 C	構件		
4	方案二 A	橋梁	採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，即公式 7.1	P=0.9 B=0.05 C=1.645
5	方案二 B	橋孔		
6	方案二 C	構件		
7	方案三 A	橋梁	採用平均值與標準差的概念	最少 3 個樣本，每逾一標準差增加 1 樣本
8	方案三 B	橋孔		
9	方案三 C	構件		
10	方案四	橋孔	採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式，即公式 7.1	P=0.9 B=0.05 C=1.645 最少 3 個樣本 最多 9 個樣本

7.2.2 橋梁構件數量推估

由於現行稽核仍以第一代 TBMS 為標的，而一代系統資料庫並未構件化，因此無法明確知道一座橋有多少構件，僅能用推估方式得到一個大概的數量，推估方式如表 7.2 所示。

表 7.2 構件數量計算方式

NO	構件名稱	計算方式	說明
1	引道路堤	每橋 2 個	橋頭及橋尾
2	引道護欄	每橋 2 個	橋頭及橋尾
3	河道	每橋 1 個	跨越一條河
4	引道護坡	每橋 2 個	橋頭及橋尾
5	橋台基礎	每橋 2 個	橋頭及橋尾
6	橋台	每橋 2 個	橋頭及橋尾
7	翼牆/擋土牆	每橋 2 個	橋頭及橋尾
8	摩擦層	每橋 1 個	全橋摩擦層視為一構件
9	橋面排水設施	每橋 1 個	全橋排水設施視為一構件
10	緣石及人行道	每橋 1 個	全橋緣石及人行道視為一構件
11	橋護欄	每橋 1 個	全橋護欄視為一構件
12	橋墩保護措施	橋孔數減 1	橋墩數為橋孔數減 1
13	橋墩基礎	橋孔數減 1	橋墩數為橋孔數減 1
14	橋墩墩體/帽梁	橋孔數減 1	橋墩數為橋孔數減 1
15	支承/支承墊	橋孔數加 1	橋墩及兩端橋台
16	防落設施	橋孔數加 1	橋墩及兩端橋台
17	伸縮縫	橋孔數加 1	橋墩及兩端橋台
18	主構件(大梁)	等同橋孔數	一跨之大梁視為一構件
19	副構件(橫隔梁)	等同橋孔數	一跨之橫隔梁視為一構件
20	橋面版	等同橋孔數	一跨之橋面版為一構件

7.2.3 每日稽核預算推估

在預算規劃方面，以一天稽核兩座橋梁為目標，採三人為一組執行稽核作業，一個月所需之花費約為 1,045,988，如表 7.3 所示，以每月 21 個工作天計算，每工作天之費用約為 49,809 元。

表 7.3 每月稽核預算

項目	單價(元)	單位	數量	總數	複價(元)	備註
人事	60,000	元/月	3	3	180,000	
交通	2,000	元/日	3	63	126,000	
住宿	2,500	元/人夜	3	63	157,500	檢據報銷
膳雜	500	元/人日	3	63	31,500	
保險	76	元/人日	3	63	4,788	意外險 200 萬
雜費	1,000	元/次	1	21	21,000	五金耗材購買
設備租用	25,000	元/日	1	21	525,000	橋檢車租用
總計		新臺幣 1,045,988 元				

7.3 各方案計算結果

7.3.1 縣市政府方案

依 7.2 節所述之各方案計算結果如表 7.4 至 7.13。方案一 A 樣本數為 380，執行天數為 196 天，預算初估約 976 萬元，詳細結果如下表；

表 7.4 方案一 A 結果

縣市	橋數	可及性高橋梁數	可及性低橋梁數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	合計樣本數	執行天數	預算
基隆市	177	161	16	3	1	4	2	99,618
臺北市	261	255	6	5	1	6	3	149,427
新北市	1,053	418	635	9	14	23	12	597,708
桃園市	820	192	628	4	13	17	9	448,281
新竹縣	923	161	762	3	16	19	10	498,090
新竹市	140	103	37	2	1	3	2	99,618
苗栗縣	1,309	254	1,055	5	23	28	14	697,326
臺中市	1,853	599	1,254	13	27	40	20	996,180
彰化縣	1,843	340	1,503	7	32	39	20	996,180
南投縣	1,592	215	1,377	5	29	34	17	846,753
雲林縣	1,303	162	1,141	3	24	27	14	697,326
嘉義縣	872	85	787	2	17	19	10	498,090
嘉義市	124	76	48	2	1	3	2	99,618
臺南市	1,382	291	1,091	6	23	29	15	747,135
高雄市	1,199	269	930	6	20	26	13	647,517
屏東縣	1,110	238	872	5	19	24	12	597,708
宜蘭縣	695	92	603	2	13	15	8	398,472
花蓮縣	569	98	471	2	10	12	6	298,854
臺東縣	307	40	267	1	6	7	4	199,236
澎湖縣	20	2	18	1	1	2	1	49,809
金門縣	70	18	52	1	1	2	1	49,809
連江縣	1	1	0	1	0	1	1	49,809
總計	17,623	4,070	13,553	88	292	380	196	9,762,564

方案一 B 樣本數為 386，執行天數為 199 天，預算初估約 991 萬元，詳細結果如下表；

表 7.5 方案一 B 結果

縣市	橋孔數	可及性高橋孔數	可及性低橋孔數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	合計樣本數	執行天數	預算
基隆市	478	452	26	5	1	6	3	149,427
臺北市	1,795	1,780	15	21	1	22	11	547,899
新北市	2,833	1,930	903	23	11	34	17	846,753
桃園市	1,264	397	867	5	10	15	8	398,472
新竹縣	1,361	336	1,025	4	12	16	8	398,472
新竹市	612	403	209	5	2	7	4	199,236
苗栗縣	1,977	524	1,453	6	17	23	12	597,708
臺中市	3,079	1,214	1,865	14	22	36	18	896,562
彰化縣	2,678	632	2,046	7	24	31	16	796,944
南投縣	2,368	447	1,921	5	23	28	14	697,326
雲林縣	2,063	387	1,676	5	20	25	13	647,517
嘉義縣	1,366	153	1,213	2	14	16	8	398,472
嘉義市	269	201	68	2	1	3	2	99,618
臺南市	2,613	909	1,704	11	20	31	16	796,944
高雄市	2,126	718	1,408	8	17	25	13	647,517
屏東縣	1,916	463	1,453	5	17	22	11	547,899
宜蘭縣	1,452	249	1,203	3	14	17	9	448,281
花蓮縣	1,292	307	985	4	12	16	8	398,472
臺東縣	566	77	489	1	6	7	4	199,236
澎湖縣	41	3	38	1	1	2	1	49,809
金門縣	169	35	134	1	2	3	2	99,618
連江縣	10	10	0	1	0	1	1	49,809
總計	32,328	11,627	20,701	139	247	386	199	9,911,991

方案一 C 樣本數為 387，執行天數為 198 天，預算初估約 986 萬元，詳細結果如下表；

表 7.6 方案一 C 結果

縣市	總構件數	可及性高構件數	可及性低構件數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	總樣本數	執行天數	預算
基隆市	7,311	6,805	506	4	1	5	3	149,427
臺北市	20,592	20,355	237	13	1	14	7	348,663
新北市	43,398	24,476	18,922	16	12	28	14	697,326
桃園市	25,316	6,837	18,479	4	12	16	8	398,472
新竹縣	27,940	5,761	22,179	4	14	18	9	448,281
新竹市	7,888	5,378	2,510	3	2	5	3	149,427
苗栗縣	40,046	9,034	31,012	6	20	26	13	647,517
臺中市	59,212	21,109	38,103	14	25	39	20	996,180
彰化縣	55,433	11,468	43,965	7	29	36	18	896,562
南投縣	48,376	7,678	40,698	5	26	31	16	796,944
雲林縣	40,718	6,237	34,481	4	22	26	13	647,517
嘉義縣	27,118	2,822	24,296	2	16	18	9	448,281
嘉義市	4,529	3,101	1,428	2	1	3	2	99,618
臺南市	47,011	13,128	33,883	9	22	31	16	796,944
高雄市	39,517	11,035	28,482	7	19	26	13	647,517
屏東縣	36,114	8,213	27,901	5	18	23	12	597,708
宜蘭縣	24,883	3,805	21,078	2	14	16	8	398,472
花蓮縣	21,301	4,429	16,872	3	11	14	7	348,663
臺東縣	10,313	1,373	8,940	1	6	7	4	199,236
澎湖縣	709	61	648	1	1	2	1	49,809
金門縣	2,711	621	2,090	1	1	2	1	49,809
連江縣	107	107	0	1	0	1	1	49,809
總計	590,543	173,833	416,710	114	273	387	198	9,862,182

方案二 A 樣本數為 105，執行天數為 56 天，預算初估約 279 萬元，詳細結果如下表；

表 7.7 方案二 A 結果

縣市	橋數	可及性高橋梁數	可及性低橋梁數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	合計樣本數	執行天數	預算
基隆市	177	161	16	1	1	2	1	49,809
臺北市	261	255	6	1	1	2	1	49,809
新北市	1,053	418	635	2	3	5	3	149,427
桃園市	820	192	628	1	3	4	2	99,618
新竹縣	923	161	762	1	4	5	3	149,427
新竹市	140	103	37	1	1	2	1	49,809
苗栗縣	1,309	254	1,055	1	6	7	4	199,236
臺中市	1,853	599	1,254	3	7	10	5	249,045
彰化縣	1,843	340	1,503	2	8	10	5	249,045
南投縣	1,592	215	1,377	1	8	9	5	249,045
雲林縣	1,303	162	1,141	1	6	7	4	199,236
嘉義縣	872	85	787	1	4	5	3	149,427
嘉義市	124	76	48	1	1	2	1	49,809
臺南市	1,382	291	1,091	2	6	8	4	199,236
高雄市	1,199	269	930	1	5	6	3	149,427
屏東縣	1,110	238	872	1	5	6	3	149,427
宜蘭縣	695	92	603	1	3	4	2	99,618
花蓮縣	569	98	471	1	3	4	2	99,618
臺東縣	307	40	267	1	1	2	1	49,809
澎湖縣	20	2	18	1	1	2	1	49,809
金門縣	70	18	52	1	1	2	1	49,809
連江縣	1	1	0	1	0	1	1	49,809
總計	17,623	4,070	13,553	27	78	105	56	2,789,304

方案二 B 樣本數為 106，執行天數為 56 天，預算初估約 279 萬元，詳細結果如下表；

表 7.8 方案二 B 結果

縣市	橋孔數	可及性高橋孔數	可及性低橋孔數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	合計樣本數	執行天數	預算
基隆市	478	452	26	1	1	2	1	49,809
臺北市	1,795	1,780	15	5	1	6	3	149,427
新北市	2,833	1,930	903	6	3	9	5	249,045
桃園市	1,264	397	867	1	3	4	2	99,618
新竹縣	1,361	336	1,025	1	3	4	2	99,618
新竹市	612	403	209	1	1	2	1	49,809
苗栗縣	1,977	524	1,453	2	4	6	3	149,427
臺中市	3,079	1,214	1,865	4	6	10	5	249,045
彰化縣	2,678	632	2,046	2	6	8	4	199,236
南投縣	2,368	447	1,921	1	6	7	4	199,236
雲林縣	2,063	387	1,676	1	5	6	3	149,427
嘉義縣	1,366	153	1,213	1	4	5	3	149,427
嘉義市	269	201	68	1	1	2	1	49,809
臺南市	2,613	909	1,704	3	5	8	4	199,236
高雄市	2,126	718	1,408	2	4	6	3	149,427
屏東縣	1,916	463	1,453	1	4	5	3	149,427
宜蘭縣	1,452	249	1,203	1	4	5	3	149,427
花蓮縣	1,292	307	985	1	3	4	2	99,618
臺東縣	566	77	489	1	1	2	1	49,809
澎湖縣	41	3	38	1	1	2	1	49,809
金門縣	169	35	134	1	1	2	1	49,809
連江縣	10	10	0	1	0	1	1	49,809
總計	32,328	11,627	20,701	39	67	106	56	2,789,304

方案二 C 樣本數為 106，執行天數為 57 天，預算初估約 283 萬元，詳細結果如下表；

表 7.9 方案二 C 結果

縣市	總構件數	可及性高構件數	可及性低構件數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	總樣本數	執行天數	預算
基隆市	7,311	6,805	506	1	1	2	1	49,809
臺北市	20,592	20,355	237	3	1	4	2	99,618
新北市	43,398	24,476	18,922	4	3	7	4	199,236
桃園市	25,316	6,837	18,479	1	3	4	2	99,618
新竹縣	27,940	5,761	22,179	1	4	5	3	149,427
新竹市	7,888	5,378	2,510	1	1	2	1	49,809
苗栗縣	40,046	9,034	31,012	1	5	6	3	149,427
臺中市	59,212	21,109	38,103	3	6	9	5	249,045
彰化縣	55,433	11,468	43,965	2	7	9	5	249,045
南投縣	48,376	7,678	40,698	1	7	8	4	199,236
雲林縣	40,718	6,237	34,481	1	6	7	4	199,236
嘉義縣	27,118	2,822	24,296	1	4	5	3	149,427
嘉義市	4,529	3,101	1,428	1	1	2	1	49,809
臺南市	47,011	13,128	33,883	2	6	8	4	199,236
高雄市	39,517	11,035	28,482	2	5	7	4	199,236
屏東縣	36,114	8,213	27,901	1	5	6	3	149,427
宜蘭縣	24,883	3,805	21,078	1	3	4	2	99,618
花蓮縣	21,301	4,429	16,872	1	3	4	2	99,618
臺東縣	10,313	1,373	8,940	1	1	2	1	49,809
澎湖縣	709	61	648	1	1	2	1	49,809
金門縣	2,711	621	2,090	1	1	2	1	49,809
連江縣	107	107	0	1	0	1	1	49,809
總計	590,543	173,833	416,710	32	74	106	57	2,839,113

方案三 A 樣本數為 79，執行天數為 46 天，預算初估約 229 萬元，方案三 B 樣本數為 80，執行天數為 48 天，預算初估約 239 萬元，方案三 C 樣本數為 81，執行天數為 48 天，預算初估約 239 萬元，詳細結果如下表；

表 7.10 方案三 A 結果

縣市	橋數	樣本數	執行天數	預算
基隆市	177	3	2	99,618
臺北市	261	3	2	99,618
新北市	1,053	4	2	99,618
桃園市	820	4	2	99,618
新竹縣	923	4	2	99,618
新竹市	140	3	2	99,618
苗栗縣	1,309	4	2	99,618
臺中市	1,853	5	3	149,427
彰化縣	1,843	5	3	149,427
南投縣	1,592	5	3	149,427
雲林縣	1,303	4	2	99,618
嘉義縣	872	4	2	99,618
嘉義市	124	3	2	99,618
臺南市	1,382	4	2	99,618
高雄市	1,199	4	2	99,618
屏東縣	1,110	4	2	99,618
宜蘭縣	695	3	2	99,618
花蓮縣	569	3	2	99,618
臺東縣	307	3	2	99,618
澎湖縣	20	3	2	99,618
金門縣	70	3	2	99,618
連江縣	1	1	1	49,809
總計	17,623	79	46	2,291,214

表 7.11 方案三 B 結果

縣市	橋孔數	樣本數	執行天數	預算
基隆市	478	3	2	99,618
臺北市	1,795	4	2	99,618
新北市	2,833	5	3	149,427
桃園市	1,264	3	2	99,618
新竹縣	1,361	3	2	99,618
新竹市	612	3	2	99,618
苗栗縣	1,977	4	2	99,618
臺中市	3,079	5	3	149,427
彰化縣	2,678	5	3	149,427
南投縣	2,368	4	2	99,618
雲林縣	2,063	4	2	99,618
嘉義縣	1,366	3	2	99,618
嘉義市	269	3	2	99,618
臺南市	2,613	5	3	149,427
高雄市	2,126	4	2	99,618
屏東縣	1,916	4	2	99,618
宜蘭縣	1,452	3	2	99,618
花蓮縣	1,292	3	2	99,618
臺東縣	566	3	2	99,618
澎湖縣	41	3	2	99,618
金門縣	169	3	2	99,618
連江縣	10	3	2	99,618
總計	32,328	80	48	2,390,832

表 7.12 方案三 C 結果

縣市	總構件數	樣本數	執行天數	預算
基隆市	7,311	3	2	99,618
臺北市	20,592	3	2	99,618
新北市	43,398	4	2	99,618
桃園市	25,316	3	2	99,618
新竹縣	27,940	4	2	99,618
新竹市	7,888	3	2	99,618
苗栗縣	40,046	4	2	99,618
臺中市	59,212	5	3	149,427
彰化縣	55,433	5	3	149,427
南投縣	48,376	5	3	149,427
雲林縣	40,718	4	2	99,618
嘉義縣	27,118	4	2	99,618
嘉義市	4,529	3	2	99,618
臺南市	47,011	5	3	149,427
高雄市	39,517	4	2	99,618
屏東縣	36,114	4	2	99,618
宜蘭縣	24,883	3	2	99,618
花蓮縣	21,301	3	2	99,618
臺東縣	10,313	3	2	99,618
澎湖縣	709	3	2	99,618
金門縣	2,711	3	2	99,618
連江縣	107	3	2	99,618
總計	590,543	81	48	2,390,832

方案四樣本數為 111，執行天數為 62 天，預算初估約 309 萬元，詳細結果如下表；

表 7.13 方案四結果

縣市	橋孔數	可及性高橋孔數	可及性低橋孔數	高樣本數	低樣本數	總樣本數	修正後樣本數	執行天數	預算
基隆市	478	452	26	1	1	2	3	2	99,618
臺北市	1,795	1,780	15	5	1	6	6	3	149,427
新北市	2,833	1,930	903	6	3	9	9	5	249,045
桃園市	1,264	397	867	1	3	4	4	2	99,618
新竹縣	1,361	336	1,025	1	3	4	4	2	99,618
新竹市	612	403	209	1	1	2	3	2	99,618
苗栗縣	1,977	524	1,453	2	4	6	6	3	149,427
臺中市	3,079	1,214	1,865	4	6	10	9	5	249,045
彰化縣	2,678	632	2,046	2	6	8	8	4	199,236
南投縣	2,368	447	1,921	1	6	7	7	4	199,236
雲林縣	2,063	387	1,676	1	5	6	6	3	149,427
嘉義縣	1,366	153	1,213	1	4	5	5	3	149,427
嘉義市	269	201	68	1	1	2	3	2	99,618
臺南市	2,613	909	1,704	3	5	8	8	4	199,236
高雄市	2,126	718	1,408	2	4	6	6	3	149,427
屏東縣	1,916	463	1,453	1	4	5	5	3	149,427
宜蘭縣	1,452	249	1,203	1	4	5	5	3	149,427
花蓮縣	1,292	307	985	1	3	4	4	2	99,618
臺東縣	566	77	489	1	1	2	3	2	99,618
澎湖縣	41	3	38	1	1	2	3	2	99,618
金門縣	169	35	134	1	1	2	3	2	99,618
連江縣	10	10	0	1	0	1	1	1	49,809
總計	32,328	11,627	20,701	39	67	106	111	62	3,088,158

從縣市政府之各方案比較結果發現，樣本數最少與預算最低為方案三 A，樣本數為 79，執行天數為 46 天，預算初估約 229 萬元；最具代表性為方案一 B，樣本數為 386，執行天數為 199 天，預算初估約 991 萬元，詳細結果如表 7.14。

從學理性基礎而言，方案一與二經由抽樣公式推導，配以不同之參數，抽樣之結果較能反映母體情況(在設定參數下)。方案一 B 雖然最具代表性，但就實際執行時間與成本而言，從開始稽核到結束需在三個月內完成，而方案二與方案三皆能在 60 個工作天內完成，符合實際之需求，成本也相對較低。就抽樣樣本分布而言，各方案中，以橋孔數為母體(B 方案)較能實際反映各縣市情況，避免抽樣不均的情形發生。綜上所述，針對縣市政府外部稽核，本研究建議之抽樣方案為方案二 B。

表 7.14 縣市政府方案比較

	方案一			方案二			方案三			方案四
方案代碼	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
樣本數	380	386	387	105	106	106	79	80	81	111
執行天數	196	199	198	56	56	57	46	48	48	62
預算(萬元)	976	991	986	279	279	283	229	239	239	309
優點	1.有統計學理基礎 2.最具代表性 3.增加樣本統計效率 4.各縣市政府資料容易分析比較			1.有統計學理基礎 2.具有代表性 3.增加樣本統計效率 4.各縣市政府資料容易分析比較			1.方法簡易 2.成本較低			1.具有代表性 2.增加之限制可彌平縣市間抽樣差距

7.3.2 部屬機關方案

雖然部屬機關為自辦稽核，但本研究仍以 4.2 節所述之方式計算高公局、公路總局與鐵路局之抽樣樣本，供三局做抽樣樣本數之參考，計算結果如表 7.15 至 7.23。

高公局最理想方案為方案一 B，如表 7.15 所示，樣本數為 377，執行天數為 189 天，預算初估約 941 萬元，最節省方案為方案三 A 與三 C，樣本數為 11，執行天數為 6 天，預算初估約 30 萬元。亦可使用方案二 B，樣本數為 97，執行天數為 49 天，預算初估約 244 萬元。

公路總局最理想方案為方案一 B，如表 7.18 所示，樣本數為 374，執行天數為 188 天，預算初估約 936 萬元，最節省方案為方案三全體，樣本數為 19，執行天數為 11 天，預算初估約 55 萬元。亦可使用方案二 B，樣本數為 97，執行天數為 50 天，預算初估約 249 萬元。。

鐵路局最理想方案為方案一 B，如表 7.21 所示，樣本數為 54，執行天數為 180 天，預算初估約 896 萬元，最節省方案為方案三 B，樣本數為 25，執行天數為 15 天，預算初估約 74 萬元。亦可使用方案二 B，樣本數為 94，執行天數為 47 天，預算初估約 234 萬元。

表 7.15 高公局方案一

方案一 A				
工程處	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	850	119	60	2,988,540
高公局中區工程處	796	112	56	2,789,304
高公局南區工程處	708	99	50	2,490,450
總計	2,354	330	166	8,268,294
方案一 B				
工程處	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	6,821	124	62	3,088,158
高公局中區工程處	7,955	144	72	3,586,248
高公局南區工程處	6,034	109	55	2,739,495
總計	20,810	377	189	9,413,901
方案一 C				
工程處	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	75,839	128	64	3,187,776
高公局中區工程處	85,127	144	72	3,586,248
高公局南區工程處	66,342	112	56	2,789,304
總計	227,308	384	192	9,563,328

表 7.16 高工局方案二

方案二 A				
工程處	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	850	34	17	846,753
高公局中區工程處	796	32	16	796,944
高公局南區工程處	708	28	14	697,326
總計	2354	94	47	2,341,023
方案二 B				
工程處	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	6,821	32	16	796,944
高公局中區工程處	7,955	37	19	946,371
高公局南區工程處	6,034	28	14	697,326
總計	20,810	97	49	2,440,641
方案二 C				
工程處	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	75,839	32	16	796,944
高公局中區工程處	85,127	36	18	896,562
高公局南區工程處	66,342	28	14	697,326
總計	227,308	96	48	2,390,832

表 7.17 高公局方案三

方案三 A				
工程處	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	850	4	2	99,618
高公局中區工程處	796	4	2	99,618
高公局南區工程處	708	3	2	99,618
總計	2354	11	6	298,854
方案三 B				
工程處	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	6,821	3	2	99,618
高公局中區工程處	7,955	5	3	149,427
高公局南區工程處	6,034	3	2	99,618
總計	20,810	11	7	348,663
方案三 C				
工程處	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
高公局北區工程處	75,839	4	2	99,618
高公局中區工程處	85,127	4	2	99,618
高公局南區工程處	66,342	3	2	99,618
總計	227,308	11	6	298,854

表 7.18 公路總局方案一

方案一 A				
工程處	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	503	62	31	1,544,079
公路總局第二區養護工程處	697	85	43	2,141,787
公路總局第三區養護工程處	579	71	36	1,793,124
公路總局第四區養護工程處	331	41	21	1,045,989
公路總局第五區養護工程處	642	79	40	1,992,360
總計	2,752	338	171	8,517,339
方案一 B				
工程處	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	3,648	90	45	2,241,405
公路總局第二區養護工程處	5,107	126	63	3,137,967
公路總局第三區養護工程處	2,097	52	26	1,295,034
公路總局第四區養護工程處	1,188	29	15	747,135
公路總局第五區養護工程處	3,101	77	39	1,942,551
總計	15,141	374	188	9,364,092
方案一 C				
工程處	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	41,383	87	44	2,191,596
公路總局第二區養護工程處	57,812	121	61	3,038,349
公路總局第三區養護工程處	28,716	60	30	1,494,270
公路總局第四區養護工程處	16,319	34	17	846,753
公路總局第五區養護工程處	38,823	81	41	2,042,169
總計	183,053	383	193	9,613,137

表 7.19 公路總局方案二

方案二 A				
工程處	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	503	17	9	448,281
公路總局第二區養護工程處	697	24	12	597,708
公路總局第三區養護工程處	579	20	10	498,090
公路總局第四區養護工程處	331	11	6	298,854
公路總局第五區養護工程處	642	22	11	547,899
總計	2,752	94	48	2,390,832
方案二 B				
工程處	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	3,648	23	12	597,708
公路總局第二區養護工程處	5,107	33	17	846,753
公路總局第三區養護工程處	2,097	13	7	348,663
公路總局第四區養護工程處	1,188	8	4	199,236
公路總局第五區養護工程處	3,101	20	10	498,090
總計	15,141	97	50	2,490,450
方案二 C				
工程處	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	41,383	22	11	547,899
公路總局第二區養護工程處	57,812	31	16	796,944
公路總局第三區養護工程處	28,716	15	8	398,472
公路總局第四區養護工程處	16,319	9	5	249,045
公路總局第五區養護工程處	38,823	21	11	547,899
總計	183,053	98	51	2,540,259

表 7.20 公路總局方案三

方案三 A				
工程處	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	503	3	2	99,618
公路總局第二區養護工程處	697	5	3	149,427
公路總局第三區養護工程處	579	4	2	99,618
公路總局第四區養護工程處	331	3	2	99,618
公路總局第五區養護工程處	642	4	2	99,618
總計	2,752	19	11	547,899
方案三 B				
工程處	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	3,648	4	2	99,618
公路總局第二區養護工程處	5,107	5	3	149,427
公路總局第三區養護工程處	2,097	3	2	99,618
公路總局第四區養護工程處	1,188	3	2	99,618
公路總局第五區養護工程處	3,101	4	2	99,618
總計	15,141	19	11	547,899
方案三 C				
工程處	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
公路總局第一區養護工程處	41,383	4	2	99,618
公路總局第二區養護工程處	57,812	5	3	149,427
公路總局第三區養護工程處	28,716	3	2	99,618
公路總局第四區養護工程處	16,319	3	2	99,618
公路總局第五區養護工程處	38,823	4	2	99,618
總計	183,053	19	11	547,899

表 7.21 鐵路局方案一

方案一 A				
工務段	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	152	40	20	996,180
宜蘭工務段	167	44	22	1,095,798
臺中工務段	203	54	27	1,344,843
嘉義工務段	198	53	27	1,344,843
高雄工務段	117	31	16	796,944
花蓮工務段	95	25	13	647,517
臺東工務段	128	34	17	846,753
總計	1,060	281	142	7,072,878
方案一 B				
工務段	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	761	59	30	1,494,270
宜蘭工務段	679	53	27	1,344,843
臺中工務段	1,060	83	42	2,091,978
嘉義工務段	588	46	23	1,145,607
高雄工務段	401	31	16	796,944
花蓮工務段	496	39	20	996,180
臺東工務段	554	43	22	1,095,798
總計	4,539	354	180	8,965,620
方案一 C				
工務段	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	9,433	61	31	1,544,079
宜蘭工務段	8,950	58	29	1,444,461
臺中工務段	12,991	84	42	2,091,978
嘉義工務段	8,658	56	28	1,394,652
高雄工務段	5,598	36	18	896,562
花蓮工務段	6,079	39	20	996,180
臺東工務段	7,162	46	23	1,145,607
總計	58,871	380	191	9,513,519

表 7.22 鐵路局方案二

方案二 A				
工務段	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	152	13	7	348,663
宜蘭工務段	167	14	7	348,663
臺中工務段	203	17	9	448,281
嘉義工務段	198	17	9	448,281
高雄工務段	117	10	5	249,045
花蓮工務段	95	8	4	199,236
臺東工務段	128	11	6	298,854
總計	1,060	90	47	2,341,023
方案二 B				
工務段	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	761	16	8	398,472
宜蘭工務段	679	14	7	348,663
臺中工務段	1,060	22	11	547,899
嘉義工務段	588	12	6	298,854
高雄工務段	401	8	4	199,236
花蓮工務段	496	10	5	249,045
臺東工務段	554	12	6	298,854
總計	4,539	94	47	2,341,023
方案二 C				
工務段	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	9,433	16	8	398,472
宜蘭工務段	8,950	15	8	398,472
臺中工務段	12,991	21	11	547,899
嘉義工務段	8,658	14	7	348,663
高雄工務段	5,598	9	5	249,045
花蓮工務段	6,079	10	5	249,045
臺東工務段	7,162	12	6	298,854
總計	58,871	97	50	2,490,450

表 7.23 鐵路局方案三

方案三 A				
工務段	橋梁數	橋樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	152	4	2	99,618
宜蘭工務段	167	4	2	99,618
臺中工務段	203	5	3	149,427
嘉義工務段	198	5	3	149,427
高雄工務段	117	3	2	99,618
花蓮工務段	95	3	2	99,618
臺東工務段	128	3	2	99,618
總計	1,060	27	16	796,944
方案三 B				
工務段	橋孔數	橋孔樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	761	4	2	99,618
宜蘭工務段	679	4	2	99,618
臺中工務段	1,060	5	3	149,427
嘉義工務段	588	3	2	99,618
高雄工務段	401	3	2	99,618
花蓮工務段	496	3	2	99,618
臺東工務段	554	3	2	99,618
總計	4,539	25	15	747,135
方案三 C				
工務段	構件數	構件樣本數	執行天數	執行預算
臺北工務段	9,433	4	2	99,618
宜蘭工務段	8,950	4	2	99,618
臺中工務段	12,991	5	3	149,427
嘉義工務段	8,658	4	2	99,618
高雄工務段	5,598	3	2	99,618
花蓮工務段	6,079	3	2	99,618
臺東工務段	7,162	3	2	99,618
總計	58,871	26	15	747,135

7.4 外部稽核評分方式

本外部稽核分兩部分進行，一部分為基本資料與檢測資料稽核，另一部分為維修資料稽核，稽核對象為前述之 6 公尺（含）以上之正常使用橋梁，並針對基本資料、檢測資料及維修資料作分析，以建立外部稽核之評分方式與標準。

7.4.1 基本資料評分方式

外部稽核以現地稽核為主，將針對現地稽核可查核之欄位做篩選，並與中華顧問工程司之橋檢人員討論，將現地稽核無法查核的欄位去除，就現行 TBMS 基本欄位資料中，對所有結構型式之橋梁共選出 30 個欄位，針對特殊結構型式橋梁則會再增加 1 至 6 個特殊欄位。表 7.24 中，粗線框起來有灰色網底之欄位即為現地查核之欄位，各欄位之查核標準如表 7.25 所示。

以現場可查核欄位之正確性為評分基礎，檢核基本資料欄位時，倘該欄位屬於隱蔽部位無法判斷時，不予扣分。當現地存在多種不同型式構件時，TBMS 所載型式僅需符合其中一項，即視為正確(現地同時存在多柱式橋墩及壁式橋墩，此時 TBMS 所載如為多柱式橋墩，即視為正確)。TBMS 所載橋名與現地橋名出現些微差異時，視為正確。以現場可查核欄位之 30%作為給分底線 ，錯誤率超過 30%則權重為 0，不予給分。

就外部稽核所查核之 45 個基本資料欄位來判定，欄位完全正確時權重以 1 計，1-3 個欄位錯誤時權重以 0.8 計，4-6 個欄位錯誤時權重以 0.6 計，7-9 個欄位錯誤時權重以 0.4 計，10-13 個欄位錯誤時權重以 0.2 計，14 個欄位以上錯誤時權重為 0。基本資料檢核之配分總分為 30 分。

7.4.2 檢測資料評分方式

在檢測資料查核方面，外部稽核對各構件之 D、E、R 值進行現地資料稽核，檢核 TBMS 各管理機關或其廠商所填寫之 D、E、R 值，與外部稽核人員所判定的是否接近（因 DER&U 法之判斷方式較為主觀，不同人所做出之判斷很難完全相同）。本外部稽核抽選之樣本是以橋孔為單位，故除了整體檢測項目需要全部檢核，逐跨及逐墩檢測項目僅需稽核被抽中之橋孔即可。以表 7.26 之測試橋梁為例，若抽選中 S01 橋孔，粗線框起來有灰色網底之欄位即為現地查核之欄位，除了整體檢測項目外，逐墩僅需稽核 A01 及 P01，逐跨僅需稽核 S01 即可。

為降低稽核人員主觀判定與廠商檢測人員主觀判定之落差，將容許部分誤差值，以 D、E、R 加總值作為判斷標準，正負差距值在 2(含)以內視為正確，超過則視為錯誤。例如原始檢測資料之 D、E、R 值為(2、1、1)，稽核人員所判定之 D、E、R 值為(2、2、2)時，2+1+1=4 與 2+2+2=6 相差 2，故視為正確，若稽核人員所判定之 D、E、R 值為為(2、3、2)時，因 2+3+2=7，7 與 4 相差 3，故視為錯誤。倘原始檢測資料為無法檢測（即 E=0），而現場判定為可檢測時，不需計算差值，直接視為錯誤。

在分數計算上，稽核結果完全正確時權重以 1 計，錯誤 1 處時以 0.8 計，錯誤 2 處時以 0.6 計，錯誤 3 處時以 0.4 計，錯誤 4 處時以 0.2 計，錯誤達 5 處時以 0 分計。目視檢測紀錄之配分總分為 70 分。基本資料及檢測資料之外部稽核評分標準如表 7.27 所示。

表 7.24 基本資料及稽核欄位表(測試橋一)

橋梁名稱	測試橋一	橋梁編號	E031	使用狀態	正常使用	設施種類	橋梁
管　理　資　料							
		管理機關	臺北市政府	轄下機關	新建工程處		
所在縣市	臺北市	所在區鄉	萬華區	道路等級	市區道路	路線	萬大路至中和景平路
橋頭里程	無 K+無 M	橋尾里程	無 K+無 M	竣工年月	65 年 8 月	最近維修年月	103 年 12 月
原始造價	元	合約編號	無	起始橋墩編號 P			
交流/匝道	否	匝道編號				是否有竣工圖	是
設計單位	○○局	監造單位	不詳	施工單位	○○營造公司	竣工圖說保存地點	○○工程處
檢測週期	24 月/次	跨越物體	新店溪	改道長度	9.7km	年平均每日交通量	257814
參考地標	萬大路	附掛管線	不詳				
河　川　資　料							
是否為跨河橋	是	跨越河川類別	中央管河川	河川管理單位	第十河川局	河川名稱	新店溪
上游 500 公尺構造物	無						
下游 500 公尺構造物	無						
上游最近水位站	中正橋	計畫洪水位	10.28EL	計畫河寬	0M		
計畫堤頂高程	11.83EL	設計河床高程	-4.42EL	設計橋梁出水高	1.73M		
幾　何　資　料							
橋梁總長	1179.1M	A1 進橋版長度	不詳 M	A2 進橋版長度	不詳 M		
最大淨寬	24.5M	最小淨寬	21M	橋版投影面積	27119M^2		
總車道數	4	總橋孔數	30	最大跨距	50M		
跨距分配	30+13@50+41.5+8@30.2+30+2@33+30+3@30m						
最高橋墩高度	12.3M	最低橋上淨高	橋上無跨越物 M	最低橋下淨高	10M		
橋頭 GPS 經度	121.○○○	橋頭 GPS 緯度	25.○○○	橋尾 GPS 經度	121.○○○	橋尾 GPS 緯度	25.○○○
結　構　資　料							
結構形式	梁式橋						
支撐端型式	簡支	主梁材質	預力混凝土	主梁型式	I 型梁	鋼構接合型式	
橫梁型式	矩形梁	橋面版材質	鋼筋混凝土	鋪面材質	瀝青混凝土(AC)	伸縮縫型式	GAI-TOP
支承型式	合成橡膠支承	橋台型式	懸臂式	橋台基礎型式	直接基礎	翼牆/擋土牆型式	懸臂式
橋墩材質	鋼筋混凝土	橋墩型式	多柱式	橋墩基礎型式	樁基礎	橋墩最淺基礎深度	36M
橋基保護工法	拋石					橋墩最深基礎深度	40M
設　計　資　料							
設計活載重	○○○	地盤種類	臺北盆地	防落設施	防震拉桿	防落橋長度	0.9M
設計水平地表加速度	0.12G	設計垂直地表加速度	不詳 G	規範設計水平地表加速度	0.6G		
建　檔　資　料							
建檔人員	蔡○○	建檔單位	○○公司	資料原始紀錄日期	2008-12-18 13:12:26	資料最新修改日期	2015-04-09 14:19:09
備　註							

表 7.25 基本資料欄位與判定標準

NO	欄位名稱	稽核動作	說明	稽核橋型
1	橋梁名稱	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
2	使用狀態	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
3	設施種類	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
4	所在縣市	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
5	所在區鄉	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
6	轄下機關	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
7	是否為跨河橋	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
幾　何　資　料				
8	最大淨寬	有無填寫，是否正確性	儀器量測，誤差不可超過 1M	所有橋型
9	最小淨寬	有無填寫，是否正確性	儀器量測，誤差不可超過 1M	所有橋型
10	總車道數	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
11	總橋孔數	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
12	最大跨距	有無填寫，是否正確性	儀器量測，誤差不可超過 1M	所有橋型
13	最低橋上淨高	有無填寫，是否正確性	儀器量測，誤差不可超過 0.5M	所有橋型
14	橋頭 GPS 經度	有無填寫，是否正確性	僅比對電子地圖至秒位，將目前經緯度格式換算為度分秒格式，每秒精度約為 30M，誤差為不可超過一秒	所有橋型
15	橋頭 GPS 緯度	有無填寫，是否正確性		所有橋型
16	橋尾 GPS 經度	有無填寫，是否正確性		所有橋型
17	橋尾 GPS 緯度	有無填寫，是否正確性		所有橋型
結　構　資　料				
18	結構形式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
19	支撐端型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
20	橫梁型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
21	支承型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
22	橋墩材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
23	橋基保護工法	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
24	主梁材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
25	橋面版材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
26	橋墩型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
27	主梁型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
28	鋪面材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
29	鋼構接合型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
30	伸縮縫型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	所有橋型
特　殊　欄　位　（特殊橋才需查核）				
31	橋塔材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	吊橋、斜張橋
32	橋塔型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	吊橋、斜張橋
33	主纜索型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	吊橋
34	吊索型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	吊橋
35	吊索佈置型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	吊橋
36	索面系統型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	斜張橋
37	索面佈置型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	斜張橋
38	鋼纜型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	斜張橋
39	錨定裝置	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	斜張橋
40	橋面版位置	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	拱橋、π 橋
41	拱上結構型式	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	拱橋
42	拱圈材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	拱橋
43	橫桿材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	拱橋
44	吊材材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	拱橋
45	立柱材質	有無填寫，是否正確性	現場判定正確性	拱橋

表 7.26 檢測資料及稽核欄位表(測試橋二)

橋梁定期檢測評估表

橋墩編號	A001~A002	本段橋長	35M	總跨數	2 跨	CI	91.63	PI	89.92
結構形式	梁式橋								

檢測項目		評估值			檢測項目		評估值			檢測項目	評估值		
		D	E	R			D	E	R		D	E	R
1.引道路堤	近端	1			5.橋台基礎	近端	3	3	2	9.排水設施	1		
	遠端	1				遠端	3	3	2				
2.引道護欄	近端	1			6.橋台	近端	3	3	2	10.緣石及人行道	0		
	遠端	1				遠端	2	3	2				
3.河道		1			7.翼牆/擋土牆	近端	3	2	2	11.橋護欄	1		
						遠端	1						
4.引道路堤-保護措施	近端	0			8.鋪面		1			21.其他	1		
	遠端	0											

橋墩資料

橋墩數	12.橋墩／橋基保護設施			13.橋墩基礎			14.橋墩墩體/帽梁			15.支承/支承墊			16.防落設施			17.伸縮縫		
	D	E	R	D	E	R	D	E	R	D	E	R	D	E	R	D	E	R
A01	0			0			0			1			0			1		
A02	0			0			0			1			0			1		
P01	0				0		1			1			0			1		

橋孔資料

橋孔數	18.主構件(大梁)			19.次要構件(橫隔梁)			20.橋面版		
	D	E	R	D	E	R	D	E	R
S01	3	2	3	2	2	2	3	3	3
S02	3	3	3	2	2	2	1		

表 7.27 外部稽核評鑑表(基本資料及檢測資料)

<table>
<tr><td colspan="9">橋梁維護管理外部稽核評鑑表(基本資料及檢測資料)</td></tr>
<tr><td>橋名</td><td></td><td>檢測機構</td><td colspan="3"></td><td>檢測日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>管理機關</td><td></td><td>所在區鄉</td><td></td><td>路線</td><td></td><td>道路等級</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>橋長</td><td></td><td>竣工日期</td><td></td><td>結構形式</td><td></td><td>新 CI/新 PI</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>跨越體</td><td></td><td>抽核位置</td><td colspan="6"></td></tr>
<tr><td colspan="2">稽核項目</td><td>配分</td><td colspan="4">評　比　內　容</td><td>權數</td><td>評分</td></tr>
<tr><td>基本資料檢核</td><td>欄位驗證</td><td>30</td><td colspan="4">□完全正確（1.0）
□1-3 個欄位錯誤為（0.8）
□4-6 個欄位錯誤為（0.6）
□7-9 個欄位錯誤為（0.4）
□10-13 個欄位錯誤為（0.2）
□14 個欄位以上錯誤為（0）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>目視檢測紀錄檢核</td><td>現況實際查驗</td><td>70</td><td colspan="4">□0 處（1.0）
□1 處錯誤（0.8）
□2 處錯誤（0.6）
□3 處錯誤（0.4）
□4 處錯誤（0.2）
□5 處錯誤以上（0）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">總合</td><td>100</td><td colspan="4">總評分</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>稽核意見</td><td colspan="8"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">橋梁現勘照片</td><td colspan="3"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">稽核單位</td><td colspan="3"></td><td>稽核日期</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

7.4.3 維修資料評分方式

為確保維修資料稽核之可行性，前述樣本數抽樣方式，將於各縣市政府分配之樣本數中，限制必須抽選出一座當年度有維修紀錄之橋梁，以執行維修資料之外部稽核。維修資料的稽核分為兩部分，一部分為針對應維修已維修之構件數量，

已抽選到之橋梁有維修之數量為主，確認現地之維修數量與 TBMS 中之維修紀錄相同，針對 TBMS 維修資料清點維修數量，全部符合時權重以 1 計，1 件不符時以 0.5 計，2 件以上不符時以 0 計；另一部分為構件修復後改善狀況及品質，以構件修復後是否達到原有設計功能為主，針對 TBMS 之維修資料比對維修構件與維修工法，修復後達原有構件設計功能時權重以 1 計，修復後構件服務功能尚可時以 0.75 計，修復後構件服務功能亟待改善時以 0.5 計，修復後未達構件服務功能效果時以 0 計。應維修已維修之構件數量配分為 50 分，構件修復後改善狀況及品質配分為 50 分，詳細之外部稽核評分標準，如表 7.28 所示。

7.4.4 外部稽核作業辦法

依據前述之外部稽核評分方式，整理後提出『縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法』(詳附件)。本外部稽核作業辦法與文獻內提到之中華顧問工程司目前所執行的外部稽核有所差異，中華顧問工程司所執行之外部稽核較屬於針對危險性橋梁做整體評估，本外部稽核較中華顧問工程司更為精進之作法，在於將其本質回歸外部稽核，針對資料面作探討，而非針對橋梁危險性做評估，並且將統計方法納入樣本數選擇之依據，使橋梁抽選更為公平有效，相信後續執行本作業辦法後，可確實稽核基本資料、檢測資料以及維修資料，使資料填寫與橋梁檢測及維修更為確實。

表 7.28 外部稽核評鑑表(維修)

<table>
<tr><td colspan="8">橋梁維護管理外部稽核評鑑表(維修)</td></tr>
<tr><td>橋名</td><td></td><td>檢測機構</td><td colspan="2"></td><td>檢測日期</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>管理機關</td><td></td><td>所在區鄉</td><td></td><td>路線</td><td></td><td>道路等級</td><td></td></tr>
<tr><td>橋長</td><td></td><td>竣工日期</td><td></td><td>結構形式</td><td></td><td>新 CI/新 PI</td><td></td></tr>
<tr><td>跨越體</td><td></td><td>抽核位置</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="2">稽核項目</td><td>配分</td><td colspan="3">評　比　內　容</td><td>權數</td><td>評分</td></tr>
<tr><td rowspan="2">維修紀錄檢核</td><td>應維修已維修查驗</td><td>50</td><td colspan="3">□全符合（1.0）
□1 件不符（0.5）
□2 件以上不符（0）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>構件修復後改善狀況及品質</td><td>50</td><td colspan="3">□修復後達原有構件設計功能（1.0）
□修復後構件服務功能尚可（0.75）
□修復後構件服務功能亟待改善(0.5)
□修復後未達構件服務功能效果（0）</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">總合</td><td>100</td><td colspan="3">總評分</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>稽核意見</td><td colspan="7"></td></tr>
<tr><td rowspan="4">橋梁現勘照片</td><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td colspan="3"></td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>稽核單位</td><td colspan="2"></td><td>稽核日期</td><td colspan="4"></td></tr>
</table>

7.5 外部稽核試辦與結果

7.5.1 試辦單位及樣本抽選

本次外部稽核試辦依本所要求擇三個縣市進行試辦，經工作會議討論過後，就近選擇臺北市、新北市以及桃園市所轄橋梁為試辦對象，每單位僅抽一座橋進行試辦，由於外部稽核包含維修資料之稽核，因此從第一代 TBMS 中篩選出近年有填寫維修紀錄之橋梁做為母體，再採隨機抽樣的方式抽選出橋梁及橋孔。以臺北市為例，系統中有填寫維修紀錄之年份為 103 年，103 年內有維修之橋梁有 7 座，共 204 個橋孔，以隨機抽樣方式從此 204 個橋孔內抽選一個橋孔作為外稽試辦。最終抽選結果分別為臺北市華中橋之 S006 橋孔，新北市重新大橋 E 匝道橋之 S003 橋孔，以及桃園市后圳橋(桃 24 線)(0K+401M)之 S001 橋孔。

7.5.2 華中橋試辦經過

華中橋位於臺北市萬華區與新北市中和區交界處，全長 1179.1 公尺，總橋孔數為 30 孔。本計畫於 104 年 11 月 9 日上午 10 點至現地進行稽核試辦，全程共花費 3 小時。由於華中橋 S06 橋孔為於河道深槽區，如圖 7.2 所示，因此特別使用無人飛行載具（UAV）協助拍攝 S06 之橋下狀況，過程如圖 7.3 所示，圖 7.4 為 UAV 所拍攝的 S06 橋下狀況。

圖 7.2 華中橋 S06 橋孔位置

圖 7.3 使用 UAV 協助檢測

圖 7.4 UAV 由橋下往上拍攝之照片

本次試辦依照前述 7.4 節所訂之評分方式，針對基本資料欄位、全橋性檢測資料、S06 橋孔檢測資料、及維修資料作稽核，試辦過程如圖 7.5。

圖 7.5 華中橋試辦過程

7.5.3 重新大橋 E 匝道橋試辦經過

重新大橋 E 匝道橋位於新北市三重區，全長 153.4 公尺，總橋孔數為 6 孔。本計畫於 104 年 11 月 9 日下午 2 點至現地稽核試辦，共花費 2 小時 30 分。本次試辦依照前述 7.4 節所訂之評分方式，針對基本資料欄位、全橋性檢測資料、S03 橋孔檢測資料、及維修資料作稽核，試辦過程如圖 7.6 所示。

圖 7.6 重新大橋 E 匝道橋試辦

7.5.4 后圳橋試辦經過

后圳橋位於桃園市大園區，全長 35 公尺，總橋孔數為 2 孔。本計畫於 104 年 11 月 17 日上午 10 點至現地稽核試辦，共花費 2 小時。試辦依照前述 7.4 節所訂之評分方式，針對基本資料欄位、全橋性檢測資料、S01 橋孔檢測資料、及維修資料作稽核，試辦過程如圖 7.7 所示。

圖 7.7 后圳橋試辦

7.5.5 試辦結果與建議

華中橋試辦結果，共一筆基本資料錯誤，檢測資料皆正確，維修數量符合紀錄，修復後達到原有構件設計功能，本次稽核試辦檢測作業稽核結果為 94 分，維修作業稽核結果為 100 分。重新大橋 E 匝道橋試辦結果，基本資料與檢測資料皆正確，維修數量符合紀錄，修復後達到原有構件設計功能，本次稽核試辦檢測作業稽核結果為 100 分，維修作業稽核結果為 100 分。后圳橋試辦結果，基本資料皆正確，檢測資料有 4 筆不符合，分別為 A01 與 P01 的支承與伸縮縫，維修數量 1 筆新設欄杆不符合，修復後未達到原有構件設計功能且服務功能亟待改善，本次稽核試辦檢測作業稽核結果為 44 分，維修作業稽核結果為 50 分。

經過本次外部稽核現地試辦，並與參與人員進行討論後，將相關經驗歸納並整理成「縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法」(詳附件)，可供相關單位參考。此外，本計畫對於外部稽核作業之相關建議如下：

1. 檢核基本資料欄位時，倘該欄位屬於隱蔽部位無法判斷時，不予扣分。當現地存在多種不同型式構件時，TBMS 所載型式僅需符合其中一項，即視為正確。(例如現地同時存在多柱式橋墩及壁式橋墩，此時 TBMS 所載如為多柱式橋墩，即視為正確)
2. TBMS 所載橋名與現地橋名出現些微差異時，視為正確。(例如 TBMS 登載為「華中橋」，而現地橋名柱為「華中大橋」時，視為正確)
3. 近端及遠端之認定，以 TBMS 所載資料為主。

4. 執行外部稽核之第三單位及其受僱人均應公正執行相關稽核作業，對於辦理稽核作業所需之各項橋梁資料，應負保密責任，不得對外公開，不得提供其他個人、機關、團體或公司行號參考，亦不得作為營利使用，若因違背而損及相關單位或他人權益時，相關損害賠償及法律責任，概由執行外部稽核之第三單位負責。
5. 外部稽核資料控管原則：
   (1) 交通部於外部稽核廠商評選決標或委任後，提供抽查橋梁之基本資料及最近一次定期檢測紀錄之紙本及 Word 檔。
   (2) 不提供外部稽核廠商「臺灣橋梁管理資訊系統」之帳號及密碼。
   (3) 於外部稽核廠商投標聲明書中加入兩項聲明事項：
      i. 本廠商(含員工)去年及今年(本案之簽約年)無承攬任何橋梁管理機關之檢測、QC、QA 等工作。
      ii. 本廠商(含員工)於本案中所得到及產出之任何橋梁資料均不得對外公開，亦不得做為其他標案投標之用。

7.6 本章小結

外部稽核之目的在於對 TBMS 所登載之基本資料、檢測資料與維修資料作資料正確性的判別，藉由統計抽樣的方法決定出縣市政府之抽樣樣本數，共抽選 106 個橋孔，執行天數為 56 天，並藉由現地稽核比對資料之正確性。依據本研究提出之外部稽核評分方式，整理成為「縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法」(詳附件)。就現地試辦結果來說，試辦橋梁之檢測與維修作業尚稱完整且正確，僅少數欄位有填寫不實之問題，可知外部稽核確時能達到預期之功效，待正式執行後，定可使橋檢作業與維修作業更趨完善。

第八章　系統試用與教育訓練

8.1 系統試用

104年度縣市政府橋梁評鑑將第二代TBMS之基本資料及定期檢測資料新增列為加分項目，新增一座橋梁完整基本資料可加0.1分，使用行動裝置APP完整檢測一座橋並上傳主系統可加0.1分，因此許多縣市均上傳少量橋梁資料。本研究針對北部及中部縣市政府橋梁檢測業務人員及承攬廠商進行訪談，以了解其試用狀況。表8.1為北部縣市政府之訪談紀錄，表8.2為中部縣市政府訪談紀錄。

表8.1 北部某縣市政府系統試用訪談

訪談日期	2015/11/25	
受訪人員	○○市政府高○○工程司、○○公司張○○主任工程師及張○○工程師、○○公司葉○○主任、○○公司林○○工程師	
NO	使用單位意見	研究團隊回覆
1	主系統構件化的部分，每根大梁及橋墩柱均需要建立資料，雖然較費時，但因為重要構件，並且建立基本資料是一次性工作，是有必要且可以接受的，但在檢測時，對於密排梁要逐個拍照並填寫D=1將耗費大量時間。	前最新版之行動裝置APP已可針對大梁批次輸入D=1，當一跨所有大梁狀況均良好時，可以一次將整跨之大梁填入D=1，並且僅需拍攝1張囊括所有大梁之照片即可。
2	基本資料和檢測資料之列印功能是否已完成?	基本資料及檢測資料已可列印，但日後可能還需要調整。
3	行動裝置APP中的，「從已下載橋梁選擇」和「選取歷史檢測紀錄」按鈕名稱易使人混淆，建議可以修改名稱。	團隊會再討論要修改成那兩個名稱，或是在按鈕下方增加文字說明。
4	第二代TBMS的GIS模組是使用Google Map，未來是否需要付費?	Google目前提供每日2.5萬次免費地圖顯示，以TBMS使用量，不太可能超過這次數。
5	第二代TBMS何時能提供資料交換平台?未來檢測廠商將直接使用第二代TBMS，但橋隧涵管將從第二代TBMS中將資料撈回。	應會在105年度開發此功能。
6	行動裝置APP易閃退。	舊款的平版效能不足，易造成閃退，建議使用較新的平板。
7	目前一代TBMS使用的21項構件的定期檢測表會繼續存在第二代TBMS中嗎?	第二代TBMS之定期檢測表列印格式與現行的表單排列方式不同。
8	建議在行動裝置APP的劣化圖示部份，增加「其他」項目，由使用者自行填寫。	團隊會持續蒐集劣化類型的相關意見，持續增加劣化圖示選項，也不排除增加「其他」這一項目。
9	橋梁定期檢測時，為顧及歷史資料的一致性，檢測人員會沿用過往檢測表中之近、遠端，但也會遇到難以判斷的時候，建議在定期檢測表中增加「近、遠端定義」一欄，由檢測人員自己填寫。	團隊會增加此一欄位。
10	未來人行天橋的資料是存在一代TBMS還是第二代TBMS中?	人行天橋的資料會以現有形式繼續存在一代TBMS系統中，不會改為第二代TBMS。
11	許多特殊橋梁，尚無法於第二代TBMS中建立構件資料，未來要如何評鑑?	會繼續進行特殊橋梁模組的擴充。
12	本府6成以上的橋梁有設計圖，在面對構件化過程中是有利的。	對於沒有設計圖之橋梁，建議105年進行一代TBMS橋梁定檢時，順便調查各構件資料，於105年底前完成橋梁構件化基本資料，106年便可使用第二代TBMS定期檢測。

表 8.2 中部某縣市政府系統試用訪談

訪談日期	2015/11/16	
受訪人員	○○縣政府黃○○科長、○○公司張○○經理、羅○○工程師	
NO	使用單位意見	研究團隊回覆
1	假的斜張橋或拱橋(具有其外形但主要受力行為並非如此)應如何輸入第二代 TBMS。	未來將針對更特殊型式之橋梁建立「特殊橋型」擴充功能。
2	構件無法檢測時建議可拍照證明無法檢測之狀況(例如基礎看不到時)。	謝謝建議，未來將新增此功能。
3	建議行動裝置 APP 中之劣化紀錄可修改(目前需整筆刪除重新新增)。	謝謝建議，未來將新增此功能。
4	跨越野溪是否算跨河橋(跨合橋選是才會出現河道)？地方政府很重視河道，目前僅視跨越中央管及現管河川之橋梁為跨河橋。	在 TBMS 之定義中並無「野溪」，只有分跨越「河川」、「排水渠道」及「非跨河橋」
5	橋梁上下游一公尺內之河道護岸是否要檢測？	若橋梁管理機關覺得有需要，研究團隊可以新增此檢測項目。
6	大型橋梁需要兩組檢測人員同時進行檢測，是否能有兩組行動裝置 APP 同時檢測一座橋？	目前新版之行動裝置 APP 已可支援多台行動裝置檢測同一座橋。
7	現場發現有構件沒有建立構件資料時，能否透過行動裝置 APP 新增？	礙於行動裝置 APP 無法做得太複雜，目前暫時無此功能，但可透過行動裝置開啟第二代 TBMS 主系統網頁編輯構件資料。
8	檢測單位(公司名稱)能否存於行動裝置 APP 中，下次直接選取即可。	謝謝建議，未來將新增此功能。
9	建議行動裝置 APP 的劣化圖示可增加更多劣化項目。	請再提供各構件需新增之劣化類型，研究團隊會再將之新增至行動裝置 APP 中。
10	定期檢測表目前還無法列印。	列印功能已初步完成，可能需要再調整。
11	建議能否在一個 3D 構件示意圖上標示多個劣化位置，並且在圖示旁自行註記文字。	謝謝建議，目前在技術上有難度，未來會再繼續研究可行之方案。
12	當有輸入劣化之長、寬時，行動裝置 APP 能否自行計算面積。	謝謝建議，未來將新增此功能。

8.2 成果推廣教育訓練

本計畫已舉辦北部兩場，中部一場，南部一場以及東部一場，共五場第二代 TBMS 成果推廣教育訓練，參訓人數共計 146 人，詳表 8.3，訓練議程詳表 8.4。各場次教育訓練照片如圖 8.1 至圖 8.5 所示。

表 8.3 各場次教育訓練參訓人數

場次	日期	地點	報名人數	實到人數
1	2015/11/03(二) 北部場(1)	中央大學工程五館 E6-A206 電腦教室	29	25
2	2015/11/10(二) 北部場(2)	中央大學工程五館 E6-A206 電腦教室	51	41
3	2015/11/13(五) 南部場	高雄應用科技大學 資 202 電腦教室	44	31
4	2015/11/16(一) 中部場	中國文化大學推廣教育中心 303 電腦教室	46	38
5	2015/11/20(五) 東部場	東華大學創新研究園區	16	11

表 8.4 教育訓練議程

時間	課程名稱	講員
09:00~09:30	報到	
09:30~09:40	開場致詞	運研所長官
09:40~09:50	二代橋梁管理系統簡介	中央大學姚乃嘉教授
09:50~10:50	基本資料模組（一般橋）	中央大學廖先格博士
10:50~11:10	休息	
11:10~12:10	基本資料模組（特殊橋）	中央大學廖先格博士
12:10~13:10	午休用餐	
13:10~14:10	檢測資料模組及行動裝置應用程式	中央大學廖先格博士
14:10~14:30	休息	
14:30~15:30	維修資料模組及其他功能模組	中央大學廖先格博士
15:30~16:00	防災資訊模組及地理資訊模組	中央大學廖艾貞小姐
16:00~16:30	意見交流	中央大學姚乃嘉教授

圖 8.1 北部場(1)教育訓練

圖 8.2 北部場(2)教育訓練

圖 8.3 南部場教育訓練

圖 8.4 中部場教育訓練

圖 8.5 東部場教育訓練

8.3 問卷統計

8.3.1 主系統問卷

表 8.5 為五場教育訓練回收問卷彙整後，針對主系統之滿意度等問題之統計結果，由統計結果可看出各機關或單位對於二代 TBMS 主系統之整體滿意度相當高（很滿意+滿意共 87.2%），認為系統功能很便利的人數也相當多（很滿意+滿意共 81%），有半數的人認為第二代 TBMS 有助於工作效能之提升（填「是」者佔 50.8%），最後在建立橋梁完整構件資料所需時間上，平均輸入一跨所需之時間，有填答之人員中，大部份所需時間均在每跨 20 分鐘以內，這與本計畫所建議之數值相同，由統計表中也可發現數字集中在 5~10 及 10~15 分鐘這兩個區間，代表熟悉系統後，平均輸入一跨所需時間可再降低。

針對填寫不滿意之問卷，其不滿意之原因包含：1.作業冗長、2.資料蒐集不易、3.人力時間不足、4.舊有資料錯誤多，以及 5.不易得到橋下資訊(如橋下淨高不足、難以到達橋下、深水區)。

表 8.5 主系統問卷統計

系統整體滿意度	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	29	87	16	1
百分比	21.8%	65.4%	12.0%	0.8%
系統功能便利性	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	28	79	24	1
百分比	21.2%	59.8%	18.2%	0.8%
是否有助於工作效能之提升	是	尚可	否	
填答人數	66	57	7	
百分比	50.8%	43.8%	5.4%	

建立一座完整橋梁(含構件)之基本資料約需多少時間	平均一跨之時間	填答人數
	0~5(分鐘)	16
	5~10(分鐘)	23
	10~15(分鐘)	23
	15~20(分鐘)	10
	20~25(分鐘)	4
	30~35(分鐘)	9
	40~45(分鐘)	1
	50~55(分鐘)	2
	60~65(分鐘)	4
	90~95(分鐘)	2
	100~105(分鐘)	1

8.3.2 行動裝置問卷

表 8.6 為五場教育訓練回收問卷彙整後,針對行動裝置 APP 之滿意度等問題之統計結果，由統計結果可看出各機關或單位對於二代 TBMS 行動裝置 APP 之整體滿意度相當高（很滿意+滿意共 70.3%)，認為行動裝置 APP 功能很便利的人數超過六成（很滿意+滿意共 66.6%)，大部份的人認為行動裝置 APP 對於工作效能之提升持正面看法（填「是」者佔 41.4%，「尚可」者佔 46.8%），由各項統計結果顯示，行動裝置 APP 仍有精進之空間。針對填寫不滿意之問卷，其不滿意之原因包含：1.行動裝置在橋下不便使用(如植生過高、深水區、無道路、橋墩過高)、2.人力時間不足，以及 3.財產保管責任問題。

表 8.6 行動裝置問卷統計

應用程式(APP)整體滿意度	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	17	61	31	2
百分比	15.3%	55.0%	27.9%	1.8%
應用程式(APP)功能便利性	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	20	54	34	3
百分比	18.0%	48.6%	30.6%	2.7%
是否有助於工作效能之提昇	是	尚可	否	
填答人數	46	52	10	
百分比	41.4%	46.8%	9.0%	

8.3.3 使用者意見

五場教育訓練針對主系統之使用者意見彙整如表 8.7，關於行動裝置之使用者意見彙整如表 8.8，程式修改幅度較大之建議，會於維護階段逐步修正。

表 8.7 主系統使用者意見及處理方式

NO	使用者意見	中央大學回覆	處理方式
1	系統(伺服器)效能及速度需提升。	明年度將租賃新的伺服器，應可大幅提升系統效能及處理速度。	未來處理
2	有更多構件（如支承等）能夠批次新增及修改。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
3	跨河橋 3D 模型仰視時,橋面版集大梁會被河面擋住，是否可選擇關閉顯示或透明化處理？	謝謝建議，未來會增加河道透明化功能。	未來處理
4	完成上傳(資料更新)之範例，可增列於留言板(公佈欄)供輸入人員參考。	謝謝建議，待製作完成後即會再系統中公告。	未來處理
5	建議增加各種形式構件之照片，或點滑鼠右鍵可連結至相關說明，將有助於新進人員使用此系統並正確填列資料。	謝謝建議，未來會在欄位後方增加圖示及說明。	未來處理
6	建議 3D 模型可依真實比例繪製。	要依真實比例繪製需要各部位之詳細參數（如各構件之長、寬、高），將大大增加建檔單位之負擔。	暫不處理
7	建議有偵錯功能，可以檢視有無輸入錯誤的地方。	謝謝建議，此功能尚需進一步研究。	暫不處理
8	目前 3D 模型尚無法適用於所有橋型,例如雙層拱橋（且同時含單拱、雙拱）。	謝謝建議，未來將針對特殊橋梁建立「特殊橋型」擴充功能。	未來處理

NO	使用者意見	中央大學回覆	處理方式
9	功能表單建議更人性化。	謝謝建議，未來會再調整。	未來處理
10	於系統操作畫面中之主標題可顯示目前輸入之項目階層	謝謝建議，未來會再調整。	未來處理
11	資料編輯時可顯示所在路徑，改善使用者建置到一半被打斷而忘了編輯進度。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
12	建議新增局部改建資訊的建檔（如換底或補強）。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
13	建議可輸出 Excel 檔，供其他統計之用。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
14	系統登入後主畫面柱狀分析圖橋梁應為現正使用中的橋。	謝謝建議，未來會再調整。	未來處理
15	主系統作業仍太煩雜瑣碎，建議再簡化。	謝謝建議，此部份尚需進一步討論如何改善。	暫不處理
16	建議統計資料不顯示巡查時間。	檢測人員查核模組之相關統計資料將視交通部運顏所意見調整。	暫不處理
17	構件建檔列表能否有順序填寫（能依橋梁結構型式顯示或隱藏）。	謝謝建議，未來會再調整。	未來處理
18	希望各類構件皆能出現在 3D 模型上。	部分構件太小或被遮蔽，實難全數出現於 3D 模型上。	暫不處理
19	目前並無橋梁+箱涵複合式橋梁選項，例如台中市無名橋(龍-11)為 3 孔箱涵+1 孔橋梁。	謝謝建議，此功能尚需進一步研究。	暫不處理
20	翼牆/擋土橋構件只有橋頭、橋尾可選、建議可提供其他位置選項，例如 P1、P2 等位置。	謝謝建議，未來會再調整。	未來處理
21	可複製現有構件並任意增加數量。	謝謝建議，此功能尚需進一步研究。	暫不處理
22	拱橋 3D 模型比例與實際差距甚大。	要依真實比例繪製需要各部位之詳細參數（如各構件之長、寬、高），將大大增加建檔單位之負擔。	暫不處理
23	以工程處登入時之統計圖表，可同時顯示各段之統計資料（目前一次只能看到一個段）。	謝謝建議，未來會再調整。	未來處理
24	構件編號應可考慮制定統一編碼員則，以讓各機關皆能統一。	謝謝建議，但部份機關以有自己之編碼原則，即使同一機關不同橋上之構件編號方式亦有所不同，實難統一。	暫不處理
25	桁架橋構件之接合型式及構件種類，建議可批次輸入及批次修改。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
26	桁架橋上、下弦建議增加箱型桿	謝謝建議，已增加此選項。	已處理
27	建議混凝土強度單位由 PSI 調整為 kgf/cm^2。	這部份會影響所有已輸入之資料，需再進行討論。	暫不處理
28	基本資料建置過程太繁瑣及耗時，填列項目過於詳細，許多欄位非經專業無法填列。	並非所有資料欄位均為必填，對於新建及有竣工圖之橋梁可完整填寫，無竣工圖之橋梁可視情況填寫。	暫不處理

表 8.8 行動裝置使用者意見及處理方式

NO	使用者意見	中央大學回覆	處理方式
1	資料傳輸效能再增快。	傳輸速度與網路速度有關，建議可在 Wifi 環境下傳輸。	已處理
2	希望能開發手機版之 APP。	此部份將視交通部運研所之規劃及預算而定。	暫不處理
3	平板拍照功能不強，可能還需要搭配其他攝影工具。	建議可搭配具 Wifi 或藍芽功能之相機或攝影機。	暫不處理
4	程式運行的速度需再提升	謝謝建議，會持續優化此 APP。	未來處理
5	系統不穩容易發生錯誤。	謝謝建議，會持續優化此 APP。	未來處理
6	Android 版在操作上可再改善。	謝謝建議，會持續優化此 APP。	未來處理
7	DER 值、照片等是否可直接在 APP 中修改，方便檢測人員現場操作。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
8	華為 7 吋平板安裝 APP 後，畫面邊緣被切除。	日後可能需購至此一廠牌之平版才能進行測試及修正。	暫不處理
9	應考慮執行單位的人力是否可行。	此部份將視交通部及各機關之政策而定。	暫不處理
10	在戶外若網路訊號不佳，資料無法上傳，是否有因應方式或替代方案？	檢測資料可在有 3G、4G 或 iTaiwan 網路之處上傳。	已處理
11	主系統基本資料修改後，需重新下載橋梁資料至行動裝置中，重新再進行檢測，建議可以修改此部份功能。	謝謝建議，未來會增加此功能。	未來處理
12	針對跨多的高架橋能否有較快速的輸入方法？	目前已有大梁 D=1 批次輸入功能。	已處理
13	劣化圖示無法正確點在 3D 圖上，3D 圖太小，損傷圖較大。	構件 3D 模型可放大後再進行劣化標示。	已處理
14	iOS 版系統環境整體大勝 Android 版系統。	會持續優化 Android 版之 APP。	未來處理
15	現場作業不方便攜帶，橋下並非平板使用之良好作業環境，例如植生過高、水中、無道路、過高、髒汙、財產損壞問題。	建議使用防摔殼+有背帶之透明防水套。	已處理
16	陽光或反光等問題使得現場不易看清楚平版之畫面。	建議可購買 AMOLED 螢幕之平版，能降低反光問題。	暫不處理
17	建議增加橋梁基本資料照片拍攝功能	謝謝建議，納供未來參考。	未來處理

8.4 本章小結

本計畫完成兩個試用單位訪談，取得寶貴之意見，可作為後續系統調整之參考。並舉辦北部兩場，中部一場，南部一場以及東部一場，共計五場第二代 TBMS 成果推廣教育訓練，參訓人數共計 146 人。透過教育訓練之問卷調查，可知道大部份使用者對系統均持正面且滿意之態度，在建立橋梁完整構件資料所需時間之調查上，平均輸入一跨所需之時間在每跨 20 分鐘以內，與本計畫所建議之數值相同，而在熟悉系統後，平均輸入一跨所需時間可再降低至 10~15 分鐘左右。使用者在問卷中也提出相當多之建議，為日後系統精進之重要資料。

第九章　第二代 TBMS 推動策略

9.1 第二代 TBMS 推動策略

第二代 TBMS 之推動時程，依 103 年召開之縣市政府 104 年橋梁評鑑會議所達成之共識，推動目標為：(1)104 年開放各單位建立少量橋梁構件資料，橋梁檢測維持輸入第一代 TBMS；(2)105 年所有橋梁基本資料二代化，橋梁檢測維持輸入第一代 TBMS；(3)106 年全面使用第二代 TBMS，橋梁基本資料及檢測資料均二代化。基於此一進程，本計畫 104 年已將第二代 TBMS 預備好，供使用單位建立橋梁構件資料，第一代 TBMS 中之橋梁基本資料已於 104 年 6 月底全數轉換至第二代 TBMS 中，使用者僅需補輸入構件資料即可，同時本計畫亦完成第二代 TBMS 之資料交換模組，若在第一代 TBMS 中有新增或刪除橋梁，則第二代 TBMS 亦會同步新增及刪除，因此不須再重新轉換基本橋梁資料。為順利推動第二代 TBMS，本計畫草擬之策略如表 9.1 所示。

表 9.1 第二代 TBMS 推動策略

年度	事　　項	目前狀況
103	提供可配合第二代 TBMS 之橋梁檢測契約範本	已完成並放置於 TBMS 首頁供下載
	於 104 年評鑑辦法中將使用第二代 TBMS 列為加分項	已完成
104	建立第二代 TBMS 資料交換模組	已完成
	舉辦完整之第二代 TBMS 教育訓練	已完成
	了解各機關試用第二代 TBMS 後之意見	已完成
	於 105 年評鑑辦法中將使用第二代 TBMS 建立構件資料列為評鑑項目	已完成
	於 105 年評鑑會議中再次宣達 106 年全面使用第二代 TBMS	本計畫進行
105	逐縣市巡迴訪問，協助承辦人員及檢測廠商使用第二代 TBMS	明年度進行
	於 106 年評鑑辦法中全面以第二代 TBMS 作為計算之依據	明年度進行

9.2 橋梁分類分級

除了 9.1 節中所提的推動策略外，本計畫也建議各縣市政府橋梁需進行分級管理，交通部部屬機關已訂定各自之橋梁分級方式(如公路總局有 A~F 類橋梁)，本研究則針對縣市政府提出初步之分類分級建議。

橋梁於分類分級之後可有不同之管理策略，如檢測頻率可隨之調整，不需要所有橋梁均一視同仁，針對重要且有沖刷問題之跨河橋梁應加強為汛期前後均檢測，而對非跨河且狀況良好之鄉間小橋則可放寬至 4 年檢測一次。

9.2.1 本研究之橋梁分類方式

目前各縣市政府承辦人員進行檢測發包時會優先考量橋梁的道路等級、是否為跨河橋與目視檢測結果中 D 值與 R 值≧3 的橋梁，因此橋梁劣化現況與所處區域的安全考量為縣市政府首要考量檢測的重點。若單以橋梁的安全性為主要考量時，大部分縣市政府會要求檢測廠商加強檢測有沖刷問題之跨河橋梁。故本研究以橋梁是否為跨河橋、橋墩是否落於河道上與橋梁的道路等級為分類，如圖 9.1 所示。

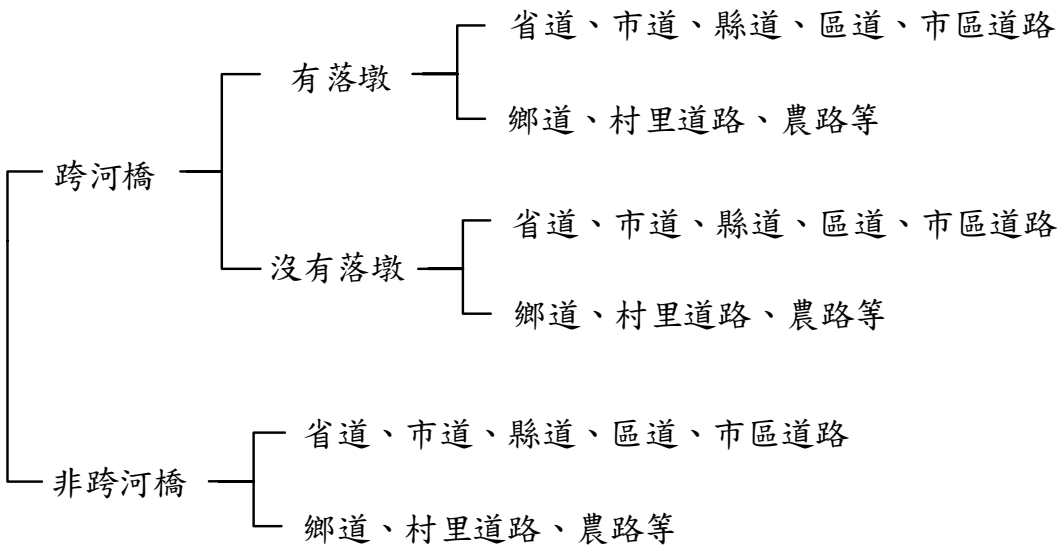


圖 9.1 橋梁分類圖

9.2.2 檢測分級方式

為加強重要性橋梁之檢測頻率，本研究將檢測重點著重於經濟影響與危害程度較高之橋梁上，而重要性低與安全性高的橋梁則會延長檢測時間，因此本研究在不考慮目前規範下將橋梁檢測等級分成四種等級，分別為第一級的一年檢測兩次；第二級的一年檢測一次；第三級的兩年檢測一次與第四級的四年檢測一次。以兩年定期檢測一次的工作量為正常工作量，將其工作量值定為 1，以區分四種等級的工作量，各等級的工作量如表 9.2 中所列。因第一級橋梁於汛期後的檢測項目以公路總局檢測跨河橋標準:河道、橋台基礎、橋台、橋墩保護措施、橋墩基礎及橋墩墩體等易受颱洪影響之 6 個構件為主，因此其工作量視為 2.5 倍。

表 9.2 縣市政府橋梁檢測等級表

檢測等級	檢測頻率	檢測工作量
第一級	一年兩次（汛期前後均檢測）	2.5 倍
第二級	一年一次	2 倍
第三級	兩年一次	1 倍
第四級	四年一次	0.5 倍

9.2.3 橋梁分類分級檢測量試算

本研究優先選取臺北市政府、新北市政府與雲林縣政府分析未來實施分級檢測時橋梁檢測工作量可能的改變，因臺北市政府為財力分級第一級之機關；新北市政府為財力分級第二級之機關，且所轄區域涵蓋都會與鄉間，橋梁種類繁多；雲林縣政府為財力分級第四級之機關，為中南部農業區域單跨橋梁眾多縣市之代表，因此優先選擇此三縣市進行試算。

首先將各機關所轄橋梁總數，依是否為跨河橋、跨河橋是否有落墩與道路等級將橋梁分為六類後，在使用第一代 TBMS 系統內決策支援模組的「橋梁維修排序」將橋梁依「立即維修」、「近期維修」、「例行維修」與「不需維修」四種維修的優先順序，將橋梁分成 24 種類別。由於「公路養護規範」規定縣市政府應於兩年定期檢測所轄橋梁一次，橋梁等級均預設為第三級，因此橋梁定期檢測總工作量會等同於總所轄橋數，詳見表 9.3 至 9.5。

表 9.3 臺北市政府原始定期檢測工作量表

跨河橋有落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	2	2	第三級	0	0	2
近期維修		18	18		0	0	18
例行維修		49	49		1	1	50
不需維修		8	8		0	0	8
跨河橋有落墩總工作量							78
跨河橋無落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	4	4	第三級	1	1	5
近期維修		27	27		1	1	28
例行維修		80	80		4	4	84
不需維修		33	33		1	1	34
跨河橋無落墩總工作量							151
非跨河橋	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	7	7	第三級	0	0	7
近期維修		10	10		0	0	10
例行維修		25	25		3	3	28
不需維修		10	10		4	4	14
非跨河橋總工作量							59
總計							288

表 9.4 新北市政府原始定期檢測工作量表

跨河橋有落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	7	7	第三級	7	7	14
近期維修		34	34		40	40	74
例行維修		62	62		54	54	116
不需維修		8	8		3	3	11
跨河橋有落墩總工作量							215
跨河橋無落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	13	13	第三級	23	23	36
近期維修		44	44		89	89	133
例行維修		127	127		232	232	359
不需維修		27	27		39	39	66
跨河橋無落墩總工作量							594
非跨河橋	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	6	6	第三級	0	0	6
近期維修		14	14		6	6	20
例行維修		45	45		14	14	59
不需維修		27	27		4	4	31
非跨河橋總工作量							116
總計							925

表 9.5 雲林縣政府原始定期檢測工作量表

跨河橋有落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	1	1	第三級	10	10	11
近期維修		12	12		73	73	85
例行維修		7	7		12	12	19
不需維修		2	2		1	1	3
跨河橋有落墩總工作量							118
跨河橋無落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	0	0	第三級	2	2	2
近期維修		9	9		38	38	47
例行維修		3	3		34	34	37
不需維修		1	1		7	7	8
跨河橋無落墩總工作量							594
非跨河橋	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第三級	3	3	第三級	56	56	59
近期維修		44	44		332	332	376
例行維修		73	73		479	479	552
不需維修		15	15		43	43	58
非跨河橋總工作量							1045
總計							1257

立即維修的橋梁應可提升等級至第一級或第二級，近期維修的橋梁維持在第三級，例行維修與不需維修的橋梁檢測可視情況降低其等級。跨河橋梁有落墩的橋梁有受沖刷之虞，檢測等級可予以提升；跨河橋無落墩的橋梁檢測等級為第二級至第四級；非跨河橋檢測等級為第二級至第四級，由於無沖刷上的問題，橋梁的安全性較跨河橋高，若無人為意外或地震、颱風等天災因素影響，橋梁崩壞的可能性低。臺北市政府、新北市政府與雲林縣政府實施檢測分級後推估的工作量預估於表 9.6 至表 9.8 中。

表 9.9 為上述三縣市進行試算前後之檢測工作總量。其中可看出對於大都會地區如臺北市其工作量會稍微增加，因都市地區橋梁交通量大，橋梁需要投入較多之資源進行檢測與維護；對於含概都會與鄉間之縣市，如新北市，工作量略為減少；而對於單跨橋梁眾多縣市，如雲林縣，工作量可減少約一成以上。

表 9.6 臺北市政府實施分級定期檢測工作量表

跨河橋有落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第一級	2	5	第一級	0	0	5
近期維修	第一級	18	45	第二級	0	0	45
例行維修	第二級	49	98	第三級	1	1	99
不需維修	第三級	8	8	第三級	0	0	8
跨河橋有落墩總工作量							157
跨河橋無落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第二級	4	8	第二級	1	2	10
近期維修	第三級	27	27	第三級	1	1	28
例行維修	第四級	80	40	第四級	4	2	42
不需維修	第四級	33	16.5	第四級	1	0.5	17
跨河橋無落墩總工作量							97
非跨河橋	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第二級	7	14	第二級	0	0	14
近期維修	第三級	10	10	第三級	0	0	10
例行維修	第四級	25	12.5	第四級	3	1.5	14
不需維修	第四級	10	5	第四級	4	2	7
非跨河橋總工作量							45
總計							299

表 9.7 新北市政府實施分級定期檢測工作量表

跨河橋有落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第一級	7	17.5	第一級	7	17.5	35
近期維修	第一級	34	85	第二級	40	80	165
例行維修	第二級	62	124	第三級	54	54	178
不需維修	第三級	8	8	第三級	3	3	11
跨河橋有落墩總工作量							389
跨河橋無落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第二級	13	26	第二級	23	46	72
近期維修	第三級	44	44	第三級	89	89	133
例行維修	第四級	127	63.5	第四級	232	116	179.5
不需維修	第四級	27	13.5	第四級	39	19.5	33
跨河橋無落墩總工作量							417.5
非跨河橋	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第二級	6	12	第二級	0	0	12
近期維修	第三級	14	14	第三級	6	6	20
例行維修	第四級	45	22.5	第四級	14	7	29.5
不需維修	第四級	27	13.5	第四級	4	2	15.5
非跨河橋總工作量							77
總計							883

表 9.8 雲林縣政府實施分級定期檢測工作量表

跨河橋有落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第一級	1	2.5	第一級	10	25	27.5
近期維修	第一級	12	30	第二級	73	146	176
例行維修	第二級	7	14	第三級	12	12	26
不需維修	第三級	2	2	第三級	1	1	3
跨河橋有落墩總工作量							232.5
跨河橋無落墩	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第二級	0	0	第二級	2	4	4
近期維修	第三級	9	9	第三級	38	38	47
例行維修	第四級	3	1.5	第四級	34	17	18.5
不需維修	第四級	1	0.5	第四級	7	3.5	4
跨河橋無落墩總工作量							73.5
非跨河橋	省、市、縣、區道及市區道路			鄉、村里、農路			總工作量
	等級	橋數	工作量	等級	橋數	工作量	
立即維修	第二級	3	6	第二級	56	112	118
近期維修	第三級	44	44	第三級	332	332	376
例行維修	第四級	73	36.5	第四級	479	239.5	276
不需維修	第四級	15	7.5	第四級	43	21.5	29
非跨河橋總工作量							799
總計							1105

表 9.9 實施分級前後定期檢測工作量比較

縣市政府	分級前總工作量	分級後總工作量	增減百分比
臺北市政府	288	299	增加 3.8%
新北市政府	925	883	減少 4.5%
雲林縣政府	1257	1105	減少 12.1%

9.3 基本資料委外建置費用

各機關在現有人力之下，要建立完整之橋梁構件資料有困難之處，建議可委外辦理，第二代 TBMS 構件資料之建立花費時間與橋孔數息息相關，初步估計每孔約需 20 分鐘，以此乘以各機關所轄橋孔數，可得總花費時間，再以每日工作 8 小時計算，可換算為工作天，顧問公司工程師日薪以 2,000 元計，相乘即可得到所需之人事成本，如表 9.10 所示。機關可以此做為委外建置橋梁構件資料之參考，然此費用不包含現地調查費、管理費及廠商利潤等，若機關所轄橋梁多數已無竣工圖，則委外廠商勢必要進行現勘，以得到橋梁各構件之資訊。

表 9.10 基本資料委外建置人事經費推估

	總橋孔數*	花費時間 (孔/分鐘)	總花費時間 (分鐘)	總花費工作天	薪資 (元/日)	所需人事花費
高公局	22,694	20	453,880	946	2,000	1,891,167
公路總局	14,825	20	296,500	618	2,000	1,235,417
鐵路局	4,256	20	85,120	177	2,000	354,667
臺中市政府	3,093	20	61,860	129	2,000	257,750
彰化縣政府	2,714	20	54,280	113	2,000	226,167
新北市政府	2,660	20	53,200	111	2,000	221,667
南投縣政府	2,501	20	50,020	104	2,000	208,417
臺南市政府	2,360	20	47,200	98	2,000	196,667
雲林縣政府	1,895	20	37,900	79	2,000	157,917
高雄市政府	1,881	20	37,620	78	2,000	156,750
苗栗縣政府	1,853	20	37,060	77	2,000	154,417
屏東縣政府	1,840	20	36,800	77	2,000	153,333
臺北市政府	1,814	20	36,280	76	2,000	151,167
嘉義縣政府	1,337	20	26,740	56	2,000	111,417
宜蘭縣政府	1,267	20	25,340	53	2,000	105,583
新竹縣政府	1,234	20	24,680	51	2,000	102,833
桃園縣政府	1,222	20	24,440	51	2,000	101,833
花蓮縣政府	1,213	20	24,260	51	2,000	101,083
臺東縣政府	562	20	11,240	23	2,000	46,833
新竹市政府	480	20	9,600	20	2,000	40,000
基隆市政府	449	20	8,980	19	2,000	37,417
嘉義市政府	176	20	3,520	7	2,000	14,667
金門縣政府	67	20	1,340	3	2,000	5,583
澎湖縣政府	41	20	820	2	2,000	3,417

*總橋孔數為『正常使用』之『橋梁』總跨數，不含箱涵及人行陸橋

9.4 橋梁委外定期檢測費用

因使用第二代 TBMS 所有構件均須拍照，故行動裝置 APP 檢測所花費之時間較傳統檢測（僅拍照劣化部分）為多，使用行動裝置 APP 檢測一跨約 50~140 分鍾（視橋梁劣化程度有所不同），傳統紙筆檢測一跨約 40~95 分鐘，使用行動裝置檢測時間增加約 25~47%，若橋梁狀況良好，檢測時間約較目前一代 TBMS 以紙本作業之時間增加30%;若橋梁具劣化情況,則檢測時間約增加40%至50%。因此各機關在委外辦裡橋梁定期檢測時，應視所轄橋梁之現況，適度增加委外檢測之預算。

9.5 第二代 TBMS 維運成本

105 年以後一代 TBMS 與第二代 TBMS 將合併一起維護，若第二代 TBMS 無另外新增特別需求，則所需之維護經費約 640 萬（含一代 TBMS 主系統、一代 TBMS QA 系統、第二代 TBMS 主系統、第二代 TBMS QA 系統、iOS 版行動裝置 APP、Android 版行動裝置 APP 之維護）。

9.6 本章小結

本研究針對第二代 TBMS 後續推動策略提出七項建議：1.於 105 年評鑑會議中再次宣達 106 年全面使用第二代 TBMS、2.於 106 年評鑑辦法中全面以第二代 TBMS 作為計算之依據、3.105 年逐縣市巡迴訪問，協助承辦人員及檢測廠商使用第二代 TBMS、4.鼓勵各縣市政府進行橋梁分類分級管理，針對不同等級之橋梁訂定不同之檢測頻率、5.委外建置橋梁基本資料、6.委外進行橋梁目視檢測，最後 7.系統需有充足之維護費用,使系統能在正式上線後因應使用者之建議進行調整，符合使用者之需求。

第十章　結論與建議

為持續協助全國各主要橋梁管理機關提升橋梁維護管理作業之品質及效率，本計畫以前期計畫建置之第二代 TBMS 系統為基礎，賡續開發、擴充及調校系統相關功能，相關結論及建議如后。

10.1 結論

一、本期計畫共完成下列工作：(1)擴充主系統橋梁類型；(2)擴充行動裝置 APP 橋梁類型；(3)開發橋梁檢測行為查核模組；(4)擴充主系統橋況分析模組；(5)開發主系統資料交換模組；(6)研議橋梁維護管理外部稽核作業方式並進行實地試辦；(7)辦理系統操作巡迴教育訓練；(8)研議第二代 TBMS 推動策略;及(9)參與並協助籌辦第十屆臺美橋梁研討會、2015 年國際橋梁研討會。

二、關於橋梁類型擴充,本計畫除完成桁架橋之構件化功能並實際應用至第二代 TBMS 主系統及 APP 外，亦完成擴建橋(即二代橋或多代橋)、雙層橋及箱涵等型之擴充，因此第二代 TBMS 可支援之橋梁類型為版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、斜張橋、吊橋、剛架橋、π 橋、桁架橋、箱涵、擴建橋及雙層橋，前述各類型橋梁均已採用構件化方式輸入第二代 TBMS 中，並可透過 APP 進行逐構件檢測。

三、關於橋梁 3D 模型擴充，本計畫已完成擴建橋、雙層橋、桁架橋及箱涵等類型之 3D 示意模型，因此第二代 TBMS 主系統及 APP 可自動生成版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、斜張橋、吊橋、剛架橋、π 橋、桁架橋、箱涵、擴建橋及雙層橋之 3D 示意模型。前述 3D 模型除可放大、縮小及平移，並可連結至最近一次定期檢測紀錄，倘該構件最近一次定期檢測 D 值為 3 時，構件會自動變為鮮黃色，當 D 值為 4 時，構件會變為紅色，進一步點選該構件時，可自動連結到該構件之基本資料、最近五筆定期檢測資料。

四、關於橋梁檢測行為查核功能,本計畫建置之檢測行為查核模組主要透過行動裝置 APP 記錄檢測人員執行橋梁定期檢測作業之時空資訊，再將相關資訊傳回第二代 TBMS 主系統,除可統計檢測人員之總檢測時數、總檢測橋數、總檢測橋孔數、總檢測橋梁長度、總檢測橋面版面積、填寫 E=0 的筆數外，系統也會將檢測員檢測過之橋梁依長度或結構型式分類統計,並據以計算出檢測員相關實蹟,該員所參與過之每一筆定期檢測紀錄亦可自動加總顯示。此外，本模組亦會記錄檢測人員頭像、總檢測時間及檢測路徑，當檢測人員使用行動裝置 APP 開始檢測時，APP 每 30 秒記錄一次 GPS 座標，行動裝置 APP 亦可支援多台行動裝置同時間檢測同一座橋，使用者開始檢測時只需設定好主裝置及次裝置,系統即會自動將各裝置上傳之紀錄合併成同一筆紀錄，各裝置之檢測路徑亦可各別顯示。

五、關於資料交換功能,本計畫完成之資料交換模組於 104 年 7 月對外開放使用，使用者可將第一代 TBMS 之基本資料及使用者帳號，單向同步至第二代 TBMS，毋需重新設定，此外，使用者於第一代 TBMS 新增、刪除或修改之基本資料，亦可自動同步至第二代 TBMS。

六、關於其他模組或功能擴充，本計畫除完成橋況分析模組之安全評估表擴充、常用統計分析表格擴充，亦更新前期計畫完成之地震後應特別檢測橋梁搜尋功能，改以中央氣象局提供之震度格點搜尋位於震度四級以上區域之橋梁，讓使用者能更精確的搜尋出地震後應辦理特別檢測之橋梁。

七、關於橋梁維護管理外部稽核作業方式之研擬及試辦，本研究使用統計抽樣法估算縣市政府之抽樣數，研擬「縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法」及「外部稽核標準作業程序」，針對臺北市、新北市及桃園市政府橋梁進行實地試辦，並依試辦結果檢討調整前述作業辦法及程序，以供相關單位作為未來辦理橋梁外部稽核作業之參考。

八、關於研究成果推廣，本計畫除針對第二代 TBMS 之操作使用辦理 5 場成果推廣活動(北部 2 場、中部 1 場、南部 1 場、東部 1 場)，亦協助交通部籌辦「第十屆臺美橋梁研討會」及「2015 年國際橋梁研討會」，並於前述研討會向外界簡介本計畫開發之第二代 TBMS。

10.2 建議

一、第二代 TBMS 已可適用於一般常見之橋型，主要之功能模組亦開發完成，已可正式上線，為加速使用者熟悉第二代 TBMS，建議未來可持續針對系統之操作及使用辦理巡迴教育訓練。

二、針對造型罕見型式特殊之橋梁，建議未來可持續以客製化方式協助相關單位建立構件化基本資料及 3D 模型，俾增加第二代 TBMS 適用範圍。

三、第二代 TBMS 所需輸入資料較第一代 TBMS 繁多，建議未來持續調整構件資料輸入方式，並提供更多批次輸入功能，讓使用者能更為快速且簡便地建立各項橋梁資料。

四、關於橋梁 3D 模型，部分構件之 3D 模型樣版型式較少(例如橋護欄、引道護欄)，建議未來可持續擴充模型庫，俾使第二代 TBMS 生成之 3D 模型能與現場更為貼近。

五、關於第二代 TBMS 行動裝置應用程式(APP)，建議持續優化相關功能並配合作業系統(iOS、Android)更新調整 APP，以提高現場檢測作業效率及 APP 之穩定性。

六、關於橋梁評鑑，建議未來可就橋梁評鑑項目開發對應之第二代 TBMS 評鑑計算功能，以方便各機關快速了解評鑑結果。

七、關於橋梁外部稽核，本計畫研擬之「縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法」雖經實地試辦及調校，然並未經過大規模試行，故實際運作時難免疏漏，建議定期檢討調整相關內容，以降低執行爭議及提高稽核成效。

參考文獻

1. 中華顧問工程司，『混凝土、鋼橋一般檢測手冊』，臺灣省住宅及都市發展局，1996。
2. 昭淩工程顧問有限公司，『公路橋梁一般目視檢測手冊』，交通部臺灣區國道高速公路局，1996。
3. 國立中央大學土木系橋梁工程研究中心，『混凝土橋梁檢查手冊』，臺灣省交通處公路局，1997。
4. 黃宣菁，『臺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，1997。
5. 姚乃嘉、任以永、李俊憲，『地理資訊系統在橋梁管理之應用』，營建管理季刊，第三十九期，P.20-29，1999。
6. 陳榮宗，『鋼桁架橋結構行為－以高捷 LER45 桁架橋為例』，碩士論文，國立高雄第一科技大學，1999。
7. 洪珮菁，『鐵路鋼桁架橋設計分析研究』，碩士論文，中華科技大學土木防災工程研究所，2000。
8. 唐治平、蔣偉寧、施建志、莊秋明、林呈、周憲德，『橋梁設計維修支援系統之建立(II)---國內現有自然災害危害評估及防治方法之整合研究』，交通部科技顧問室，2000。
9. 蔣偉寧、姚乃嘉等，『建立臺灣地區橋梁管理系統研究報告』，交通部運輸研究所，2001。
10. 姚乃嘉、李俊憲，『以生命週期為導向之橋梁資訊管理系統之發展策略』，生命週期導向之橋梁管理系統研討會，2002。
11. 陳生金、黃慶東、楊國珍等，『橋梁耐震能力評估準則之建立研究報告』，交通部公路總局，2003。
12. 交通部，『公路養護手冊』，交通部技術標準規範公路類公路工程部，2003。
13. 唐治平、蔣偉寧、莊秋明、李錫堤、林呈，『高快速公路橋梁鄰近區域之自然災害度潛勢分析研究報告』，交通部公路總局，2004。
14. 蔣偉寧、顏上堯、姚乃嘉、許文科、洪東謀，『橋梁重要程度等級之建立研究報告』，交通部公路總局，2004。
15. 蔣偉寧、姚乃嘉、王仲宇等，『生命週期導向之橋梁資訊管理系統建立及維護管理作業自動化技術開發研究報告』，交通部科技顧問室，2004。
16. 楊振翰，『臺灣地區橋梁維護管理現況與未來發展之研究』，碩士論文，國立中央大學營建管理研究所，2005。
17. 廖先格、姚乃嘉，『臺灣地區橋梁管理系統介紹』，橋梁維護管理訓練講習課程講義，交通部運輸研究所，2006。
18. 國立中央大學，『臺灣地區橋梁管理資訊系統橋梁資料檢核計畫研究報告』，交通部運輸研究所，2007。
19. 國立中央大學，『縣市政府老舊及受損橋梁整建計畫(二)研究報告』，交通部運輸研究所，2009。
20. 國家地震研究中心，『公路橋梁耐震評估及補強準則之研究成果報告』，交通部公路總局，2009。
21. 徐俊，王志平，陳惟珍，『老齡桁架橋的檢測評估方法』，同濟大學橋梁工程系，2010。
22. 曾紹武，『某組合桁架橋節點構造方案的比選』，陝西鐵路工程職業技術學院，2010。
23. 陳純森，『鋼結構工程之工地管理』，高雄市結構技師公會學術委員會，2010。

24. 國立中央大學,『臺灣地區橋梁管理資訊系統橋梁資料查核計畫研究報告』,交通部運輸研究所，2010。
25. 黃清林,『中鋼協建台 27 線 3k+480 新發大橋重建工程 鋼橋施工與挑戰』,聯鋼營造工程股份有限公司，2011。
26. 張文鴻,『以三維模型輔助橋梁目視檢測之研究』,碩士論文,國立中央大學營建管理研究所，2012。
27. 馮春源,『鋼結構用鋼材與銲材』,天泰銲材，2012。
28. 國立中央大學,『102 年度臺灣地區橋梁管理系統維護管理服務建議書』,交通部運輸研究所，2013。
29. U.S. Department of Transportation, "Intermodal Surface Transportation Efficiency Act of 1991," U.S. Department of Transportation, 1991.
30. FHWA, "Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and APPraisal of the National's Bridges," FHWA, 1995.
31. Arne Henriksen, "Bridge Management—Routine Maintenance: Recent Experience with the Routine Management Module in the DANBRO Bridge Management System, Transportation Research Board," Washington, DC, 2000.
32. Don A Dillman, "Mail and internet surveys: The tailored design method," Wiley, New York, 2000.
33. Stephen J. Ressler, P.E., Ph.D., "Designing and Building File-Folder Bridges," American Society of Civil Engineers, 2001.
34. Dan M. Frangopol, "Bridge Life-Cycle Cost Analysis and Life-Cycle Management: A Brief Retrospective and Future Trends," International Forum on Integrated Life-Cycle Management of Infrastructures-Bridges (2003) 1-21.
35. Nie-Jia Yau, Hsien-Ke Liao and Jean-Shiann Lee, "An Overview of Taiwan Bridge Management System (T-BMS)," Construction and Professional Practices, Proceedings of the tenth East Asia-Pacific Conference on Structural Engineering and Construction (EASEC-10), Bangkok, Thailand, 3-5 August, 2006.
36. Nie-Jia Yau and Hsien-Ke Liao, "Development of Bridge Management System in Taiwan," Proceedings of the 5th International Conference on Construction Project Management / 2nd International Conference on Construction Engineering and Management, 1-2 March 2007.
37. Nie-Jia Yau and Hsien-Ke Liao, "Visual Inspection and Evaluation for Special Bridges," Proceedings of 2007 International Symposium on Integrated Life-cycle Design and Management of Infrastructure, 16-18 May 2007.
38. Miguel E. Ruiz, Eduardo A. Castelli, and Tomás A. Prato, "A new Bridge Management System for the National Department of Transportation of Argentina," Bridge Maintenance, Safety Management, Health Monitoring and Informatics - IABMAS '08: Proceedings of the Fourth International IABMAS Conference, 2008.
39. John Keel, "An Audit Report on The Department of Transportation's Bridge Inspection Program," Report No. 10-017, December 2009.
40. Reed M. Ellis, Paul D. Thompson, Rene Gagnon, and Guy Richard, "Design and Implementation of a New Bridge Management System for the Ministry of Transport of Québec," Bridge Maintenance, Safety and Management - IABMAS'10: Proceedings of the Fifth International IABMAS Conference, 2010.
41. H. Furuta and E. Watanabe, "Bridge maintenance and practical bridge management systems in Japan," Bridge Maintenance, Safety and Management - IABMAS'10: Proceedings of the Fifth International IABMAS Conference, 2010.
42. T. Matsui, Y. Wada, S. Sakai and T. Yasuzato, "APProach for bridge management using BMS in West Nippon Expressway Company Limited," Bridge Maintenance, Safety and Management - IABMAS'10: Proceedings of the Fifth International IABMAS Conference, 2010.

43. Bryan T. Adey, Leo Klatter, and Jung S. Kong, "Overview of Existing Bridge Management Systems," The IABMAS Bridge Management Committee, 2010.
44. J. Bien, "Modelling of structure geometry in Bridge Management Systems," Archives of Civil and Mechanical Engineering, Vo. XI, No. 3, pp. 519-532, 2011.
45. Z. Mirzaei, B. Adey, L.Klatter, and J. Kong, "Overview of Existing Bridge Management Systems," The IABMAS Bridge Management Committee, 2012.
46. InspectTech Collector Movile, Bentley's software. http://www.bentley.com/zh-TW/Free+Software/InspectTech+Collector+Mobile.htm, accessed on December 22, 2013.
47. Akula, M., Sandur, A., Kamat, V., and Prakash, A. (2015). "Context-Aware Framework for Highway Bridge Inspections." J. Comput. Civ. Eng., 29(1), 04014027.

附件一、縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法

壹、 本辦法稽核對象為 TBMS 及 TBMS2 內，橋長 6 公尺以上且使用狀態為正常使用之「車行橋梁」(不含箱涵及人行天橋)。

貳、 稽核橋梁由交通部及內政部(營建署)會同各縣市政府公開隨機抽選，抽選橋孔數視縣市政府總橋孔數而定，詳表一。

參、 抽選時間原則上於每年一月第一週內舉行，舉辦地點由運研所另發函通知；抽選順序依次分別為縣(市)政府、內政部及交通部，相關單位不克出席時，由運研所代為抽選。完成抽選後，由運研所提供獲選橋梁之基本資料、最新定期檢測記錄及維修資料，交由外部稽核單位辦理現地稽核。

肆、 抽選橋孔之稽核項目、檢核欄位、判定標準及計分方式如下：

(一) 橋梁檢測作業

(1) 基本資料檢核(總分 30 分)

(a) 共查核 45 個欄位，相關檢核欄位及判定標準詳表 7.25。

(b) 欄位完全正確時權重以 1 計，錯誤 1~3 個欄位時以 0.8 計，錯誤 4~6 個以 0.6 計，錯誤 7~9 個以 0.4 計，錯誤 10~13 個以 0.2 計，錯誤達 14 個欄位時以 0 計。

(2) 檢測紀錄檢核(總分 70 分)

(a) 檢測項目以構件檢測資料正確性為主。

(b) 全橋性之檢測資料皆須檢核(引道路堤、引道護欄、河道、引道路堤-保護措施、橋台基礎、橋台、翼牆/擋土牆、鋪面、排水設施、緣石及人行道、橋護欄、其他)，其餘僅檢核抽選橋孔之檢測資料即可(主構件、次要構件、橋面版、橋墩/橋基保護設施、橋墩基礎、.橋墩墩體/帽梁、支承/支承墊、防落設施、伸縮縫)。

(c) 以 D、E、R 加總值作為判斷標準，正負差距值在 2(含)以內視為正確，超過則視為錯誤。例如原檢測 D、E、R 值為(2、1、1)，稽核 D、E、R 值為(2、2、2)以正確計，若為(2、3、2)以錯誤計。

(d) 倘原檢測紀錄為無法檢測但現場可檢測時，視為錯誤。

(e) 稽核結果完全正確權重以 1 計，錯誤 1 處以 0.8 計，2 處 0.6 計，3 處 0.4 計，4 處 0.2 計，達 5 處以 0 分計。

(3) 「檢測作業評比」定義為「獲選橋梁檢測評分總計/獲選橋梁總座數」。

(二) 橋梁維修作業

(1) 應維修已維修查驗(總分 50 分)

(a) 以抽選橋梁應維修已維修之構件數量為主。

(b) 針對 TBMS 維修資料清點維修數量，全部符合時權重以 1 計，1 件不符時以 0.5 計，2 件以上不符時以 0 計。

(2) 構件修復後改善狀況及品質(總分 50 分)

(a) 以構件修復後是否達到原有設計功能為主。

(b) 針對 TBMS 之維修資料比對維修構件與維修工法。

(c) 修復後達原有構件設計功能時權重以 1 計，修復後構件服務功能尚可時以 0.75 計，修復後構件服務功能亟待改善時以 0.5 計,修復後未達構件服務功能效果時以 0 計。

(3) 「維修作業評比」定義為「獲選橋梁維修評分總計/獲選橋梁總座數」。

(三) 其它

(1) 檢核基本資料欄位時,倘該欄位屬於隱蔽部位無法判斷時，不予扣分。當現地存在多種不同型式構件時，TBMS 所載型式僅需符合其中一項，即視為正確。(例如現地同時存在多柱式及壁式橋墩，此時 TBMS 登載多柱式橋墩，視為正確)

(2) TBMS 所載橋名與現地橋名出現些微差異時,視為正確。(例如 TBMS 登載為「華中橋」，而現地橋名柱為「華中大橋」時，視為正確)

(3) 近端及遠端之認定，以 TBMS 所載資料為主。

伍、 為避免爭議，並利觀摩學習，執行外部稽核單位得視情況邀集各縣市政府及相關單位(如營建署、公路總局、高公局及臺鐵局)共同參與現地稽核。運研所亦得視情況邀集各縣市政府確認稽核結果。

陸、 執行外部稽核之第三單位及其受僱人均應公正執行相關稽核作業，對於辦理稽核作業所需之各項橋梁資料，應負保密責任，不得對外公開，不得提供其他個人、機關、團體或公司行號參考，亦不得作為營利使用，若因違背而損及相關單位或他人權益時，相關損害賠償及法律責任，概由執行外部稽核之第三單位負責。

表一 縣市政府抽樣樣本數

縣市	橋孔數	可及性高橋孔數	可及性低橋孔數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	合計樣本數	執行天數	預算
基隆市	478	452	26	1	1	2	1	49,809
臺北市	1,795	1,780	15	5	1	6	3	149,427
新北市	2,833	1,930	903	6	3	9	5	249,045
桃園市	1,264	397	867	1	3	4	2	99,618
新竹縣	1,361	336	1,025	1	3	4	2	99,618
新竹市	612	403	209	1	1	2	1	49,809
苗栗縣	1,977	524	1,453	2	4	6	3	149,427
臺中市	3,079	1,214	1,865	4	6	10	5	249,045
彰化縣	2,678	632	2,046	2	6	8	4	199,236
南投縣	2,368	447	1,921	1	6	7	4	199,236
雲林縣	2,063	387	1,676	1	5	6	3	149,427
嘉義縣	1,366	153	1,213	1	4	5	3	149,427
嘉義市	269	201	68	1	1	2	1	49,809
臺南市	2,613	909	1,704	3	5	8	4	199,236
高雄市	2,126	718	1,408	2	4	6	3	149,427
屏東縣	1,916	463	1,453	1	4	5	3	149,427
宜蘭縣	1,452	249	1,203	1	4	5	3	149,427
花蓮縣	1,292	307	985	1	3	4	2	99,618
臺東縣	566	77	489	1	1	2	1	49,809
澎湖縣	41	3	38	1	1	2	1	49,809
金門縣	169	35	134	1	1	2	1	49,809
連江縣	10	10	0	1	0	1	1	49,809
總計	32,328	11,627	20,701	39	67	106	56	2,789,304

附件二、期末簡報

第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃 (3/3)

期末審查報告

國立中央大學

計畫主持人：姚乃嘉教授

協同主持人：黃榮堯教授、蔡閔光博士

民國104年12月16日

簡報大綱

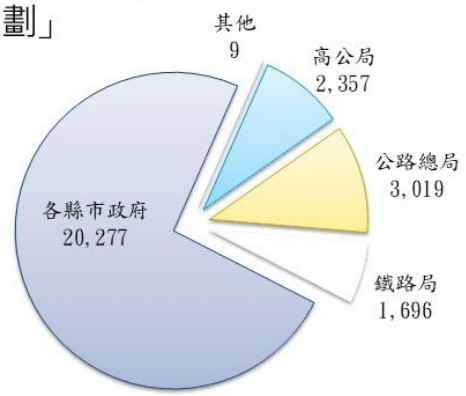
一. 計畫背景
二. 期中審查意見回覆
三. 今年度工作項目
四. 對象與範圍
五. 特殊橋擴充
六. 資料交換模組
七. 檢測行為查核模組
八. QA系統
九. 橋梁安全評估表擴充
十. 常用管理功能擴充
十一.地震後應特別檢測橋梁
十二.行動裝置App擴充
十三.橋梁外部稽核
十四.系統試用單位訪談
十五.成果推廣教育訓練
十六.TBMS2推動策略
十七.學術活動及成果
十八.系統展示

一、計畫背景

- 「臺灣地區橋梁管理資訊系統」於民國89年正式上線，104年12月之資料統計，共有正常使用橋梁及箱涵共27,358座(不含人行天橋)。

- 運研所自102年起委託中央大學(本團隊)進行「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統建置規劃」之研究，以構件化、行動化、以及客製化為主軸。

- 今年度繼續進行「第二代臺灣地區橋梁管理資訊系統」之功能擴充及相關系統開發。



二、期中審查意見回覆(1/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
蔡委員宗成	順利執行TBMS2各項功能所需搭配之硬體及軟體規格為何？	研究團隊建議之軟硬體規格為： CPU：Intel Pentium G3240，雙核心3.1GHz以上。 RAM：DDR3 1,600MHz，8GB。 作業系統：Windows 7 Professional 64或更新之作業系統。 瀏覽器：Chrome (版本45以上)。
	除了以五跨顯示二代橋3D模型外，能否直接顯示全橋3D模型？	因橋梁屬細長型結構，若以全橋顯示，長大型橋梁將成為一直線，其3D模型並不適用；況且以目前之硬體技術顯示長大型之全橋十分緩慢。
	第一代及第二代系統的資料同步功能何時可啟用？	高公局、鐵路局及縣市政府之同步功能目前已啟動。公路總局因在今年初即開始建立橋梁構件資料，研究團隊早已於4月22日將公路總局在TBMS1之基本資料轉入TBMS2；另因目前部份橋梁已建立構件資料，若啟動同步功能會將目前TBMS2之資料覆蓋過去，故公路總局之同步功能並未啟動。
	橋梁檢測及維修外部稽核作業建議由橋梁管理單位自行辦理。	目前橋梁檢測已由各橋梁管理單位自行發包；外部稽核則將由運研所統一發包辦理，以避免稽核標準不一之情況發生。
王委員瑞麟	系統開發已近完善，現階段應儘速讓各單位實際操作，至於其它諸如網路速度等技術問題則應儘速改善，以免非系統本身問題影響使用者信心。	目前公路總局已在全面建立橋梁基本資料，另外臺北市、新竹市、苗栗縣、嘉義縣、高雄市、屏東縣、宜蘭縣及金門縣亦已開始試用TBMS2。建議各使用單位儘速改善其網路速度以免降低使用效率。
	檢測行為查核模組非常重要，應儘速建置。	謝謝委員意見，積極建置中。

二、期中審查意見回覆(2/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
王委員瑞麟	目前所提抽樣方式係以22個縣市政府為母體，而非將每個縣市政府視為母體，因此稽核結果並無法互相比較。如係因工作量龐大不易執行，則可參考土資場抽樣方式，僅抽選一基本數量，不因土資場數量而改變抽樣數。因此，抽樣樣本數只要公平合理即可，如最小3個、最多6個，至於離島部分則可另外辦理。	目前抽樣方式採用分層抽樣，分層抽樣可在層級間相互比較，若要更精確須以各縣市政府為母體，但其樣本數將過大，難以在期間內完成；抽樣方式以期中審查會議決議為主。
	另山區省道之可及性未必會比市區鄉道高，故以可及性作為分層抽樣因子之作法，建議可再討論。	團隊提出可及性之目的為將樣本數做合理的分配，為考慮全部橋梁管理單位之情況，團隊仍建議採可及性方式處理。
	評鑑與外部稽核是否可延長至兩年一次，可再討論。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行討論。
	目前外部稽核是套用三級品管的精神，目的雖在輔助橋梁評鑑，但實質上與ISO對外部稽核的定義不同，因此外部稽核之名稱建議適度修正。	謝謝委員意見，外部稽核的名稱會在做討論，若有必要將修訂之。
趙委員啟宏	是否能透過程式撰寫或其它方式，解決橋梁管理單位因電腦軟、硬體設備較舊、速度慢、網路頻寬不足而導致操作TBMS2系統不便之狀況？	因目前TBMS2伺服器主機記憶體明顯不足，我們將調整伺服器設定，以暫時因應目前需求，建議規劃採購新設備已符合使用需求。
	TBMS2 App安裝在iOS系統上運作都很順利，但在Android系統上則會出現無法安裝情形，其原因為何？	Android版本之APP所需之作業系統為Android 4.3以上，版本過舊會導致APP安裝失敗。
	桁架橋之構件化可考慮採用結構單元劃分。目前研究團隊提出的兩個方案中，較為詳細的方案二似乎較佳。	謝謝委員意見，將採方案二進行開發。
	稽核制度的設計如何與稽核目的結合？請予說明	外部稽核之目的是藉稽核找出基本資料、檢測資料與維修資料錯漏之處，屏除過往僅針對嚴重劣化橋梁做稽核的方式，使各橋被抽選的機會相同，以期藉此評鑑橋梁檢測是否確實，故採用統計抽樣決定樣本數，使抽樣結果具代表性。

二、期中審查意見回覆(3/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
曾委員志煌	抽樣方式應視運研所每年有多少經費可用於外部稽核，實務上應如何操作，同時也要兼顧各縣市政府是否接受，從結果來看，目前所提抽樣方案變異性頗大，仍有調整空間。	謝謝委員意見，研究團隊會再與運研所密切討論並配合辦理。
	桁架橋方案之選擇應視使用單位及實務操作需求而定，如採方案一，則整個桁架將被視為一個構件，此時DER值該如何填寫？	如採方案一，則整個桁架僅會有一筆DER值。
	依目前橋梁數量，檢測全國橋梁所需費用可能高達7億，但因縣市政府財力有限，故如何誘導縣市政府做好橋梁檢測十分重要。	謝謝委員意見，研究團隊會納入考量。
葉委員韓生	橋梁可能會擴建3次以上，所以「二代橋」之名稱可否再調整？	謝謝委員意見，「二代橋」之名稱將改為「擴建橋」。
	外部稽核和橋梁評鑑的定位要明確，對部屬機關而言，是否各自邀請外部審查委員審查即可算是外部稽核，亦或是由交通部統一評鑑才算是外稽可再釐清。	謝謝委員意見，目前縣市政府是以統一評鑑為主，部屬機關依交通部指示辦理。
	箱涵之結構型式與橋梁不同，建議先了解使用單位需求，並思考是否採用不同構件分類。	謝謝委員意見，箱涵各項表格之填寫方式是沿用現有TBMS，而現行TBMS之箱涵表格設計係依各使用單位之意見所制定。
許委員書耕	外部稽核的標靶為何？DER&U的結果是Yes、No或數值差異？	結果目前規劃是採Yes、No，不考慮數值程度差異。
	一般抽樣係以信賴度來決定樣本數，現如規定樣本數至少為3，則信賴度會是？另各樣本每年被抽到的機率應相同，不該因為已被抽過而被排除。	謝謝委員意見，將遵照辦理。
	外部稽核樣本為橋梁、橋孔或構件時，對應的稽核成本應不同。	目前外部稽核所需成本之推估方式，是以人員工作至橋梁現地，稽核該橋梁單一性質構件（如鋪面）以及抽樣橋孔內各構件所需的時間為主。

二、期中審查意見回覆(4/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
蘇委員振維	TBMS2伺服器究應以租用或是採購方式，可再討論	謝謝委員意見，將依運研所指示辦理。
	縣市政府橋梁GPS座標偏移部分，能否由各縣市政府拍攝具有GPS座標之橋梁照片，再由研究團隊擷取座標資訊後更新至TBMS中？	橋梁資料之維護屬於各橋管單位之職責，自動擷取照片中GPS座標之方式是否可行，研究團隊將再研究其可行性。
	外部稽核抽樣方法是否已與中華顧問工程司討論如何抽樣才能兼顧代表性？	研究團隊已與中華顧問工程司密切討論，並建立以統計方法為基礎之抽樣方式以兼顧代表性。
交通部路政司	本部未來將要求高公局、公路總局及鐵路局建立外部稽核制度。	謝謝委員意見，將依運研所指示辦理。
	外部稽核是否能規劃為3~5年的長期專案計畫？	謝謝委員意見，研究團隊將再進行討論。
	狀況指標能否有效反應出應維修橋梁？當檢測結果出現很多E=0時，應如何克服？TBMS2能否協助解決？	TBMS2之APP要求使用者必須填寫U值，未來將回歸到DER&U之設計初衷，以U值作為是否需維修之判斷。
高公局	高公局各工程處均邀請外界專家學者審查檢測成果，與運研所橋梁評鑑之外部稽核目的並不相同建議還是回歸到三級品管精神來要求檢測廠商。	謝謝委員意見，將依運研所指示辦理。
	水下檢測頻率與定期檢測不同，因此水下看不到之部份填E=0是正常的，至於計算CI或PI時是否要納入計算，可再討論。	謝謝委員意見。
	橋梁是否安全是民眾關切重點，高公局編列橋梁經費大多用於維修與改善，至於橋梁檢測經費約佔20%。	謝謝委員意見。
	E=0之原因為何？建議可再洽相關單位了解。	謝謝委員建議。
	DER&U定義了21個檢測構件的作法，其實就是構件化，TBMS2構件化與目前之差別只是資料呈現方法不同（每根大梁一筆DER值與每跨大梁一筆DER值），至於CI或PI的計算，則並無差異，對橋梁管理機關而言，如何落實橋梁檢測才是重點。	目前TBMS2中新CI及新PI之計算會將每一根大梁之DER值納入計算。

二、期中審查意見回覆(5/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
公路總局	如本局同仁誤用測試版輸入二代系統部分，建請協助將資料救回，並匯入正式版系統。	礙於以下幾點，研究團隊無法協助救回誤輸入至測試版之資料： 1. 測試版系統並未進行資料庫備份。 2. 八月底因幫地方政府辦理教育訓練，加上本研究案之期中審查需DEMO系統，因此更新了整個測試版系統及資料庫，當時並未得知有單位誤輸入資料，所以資料庫都清空了。 3. 測試系統系供測試用，裡面的資料可能會被任意刪改，貿然將此資料轉入正式版，恐造成更大的問題。
	建議TBMS2橋梁基本資料增加複製功能。	謝謝委員意見，將於明年度進行開發。
	本局104-105年基本資料於二代系統鍵入，DERU於一代系統鍵入，如此系統併用，請問使用上有無問題？	兩套系統併用並無問題。俟公路總局要全面使用TBMS2時，研究團隊會一次將一代系統之檢測資料移至TBMS2。
	3D生成之仰視圖中，大梁支數因線條太細不易判讀，請予調整。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行調整。
	TBMS2操作上感覺速度較慢，且照片讀取困難，建議改善。	建議運研所更新現有之伺服器。
	DERU五年變化統計線立意甚好，建議增加DERU突然變動時之警示功能，俾進一步檢視是否異常。	謝謝委員意見，將於明年度進行開發。
	桁架橋、箱涵、斜張橋、脊背橋等3D操作手冊請中大協助盡快提供，俾本局辦理資料構件化。	斜張橋、脊背橋之基本資料操作手冊已於五月中完成，桁架橋及箱涵為今年才進行開發，將儘速提供。
	等震圖已匯入防災模組，俾啟動震後巡檢，惟目前簡訊尚未收到，請再確認發送功能。	由於各單位需收到簡訊之人員名冊尚未建立，故簡訊發送功能尚未啟動。
	建議提供複合式統計分析功能(例如20年+鋼橋+中路式+模組伸縮縫+...)，以快速篩選出符合搜尋條件之橋數及名單。	謝謝委員意見，研究團隊會再調整相關功能。
	上傳資料遺失是否為網路頻寬不足所造成，請協助釐清。	是，使用單位如有頻寬的限制，會有機率造成送出資料時，網頁回應速度過慢，導致資料遺失的機率發生，建議升級單位使用頻寬。

二、期中審查意見回覆(6/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
公路總局	建議增加全橋3D圖形複製功能，以節省輸入時程。	因3D顯示會依據使用者電腦等級，決定速度快慢，如以全橋顯示會有載入過慢會無法顯示的問題。
	構件式輸入，感覺像把竣工圖所有資料逐跨件輸入，是否有此需要？例如磨耗層5cm，欄杆高度，基樁逐跨深度輸入等，因3D產出非real model僅為示意，又已有河床高程圖套疊基礎頂高程，了解沖刷或裸露，已有警示提醒後續應作為，建議無需過多資料輸入，細部資料可查閱竣工圖，另建議規定必填項目，以免後續外界考評時，誤以為完整性不足。	系統已有建議必填欄位（黃色網底）及重要欄位（藍色網底），其中磨耗層厚度及欄杆高度均為非必填項目。 河床高程圖除基礎頂高程，亦需有基樁深度才能判斷沖刷之危險性。
	建議系統增列構件「無此項」選項，以釐清未輸入或無此構件。	因構件化後，會依填入的資料產生對應的檢測資料，若無此構件則無需新增構件資料。
	有關E=0無法檢測部分，如橋墩包覆鋼板，及橋面版使用鋼浪鈑，如何填寫檢測值。	謝謝委員意見，將依運研所指示辦理。
	台76線貓羅溪橋為單拱雙車道斜張橋，請協助建置。	橋梁3D模型僅為示意圖，目前尚無法針對每座橋繪製特殊模型。未來維護階段或可針對特殊橋梁建立客製化3D模型。
	檢測方式建議維持有劣化才上傳及拍照，非逐跨逐構件檢測及拍照上傳。	謝謝委員意見，依運研所指示辦理。
	使用TBMS2建立構件化資料時，發現操作介面不友善、一代橋檢系統整合更新與資料同步問題、現況資料輸入無法完整於系統中顯示等情況，期許未來持續針對系統之開發及使用進行調整，並輔以教育訓練，以利同仁更加熟悉系統操作。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行調整。
	建議增設「基樁頂」項目，並可由此項增設基樁之數量。	目前已可在橋墩基礎處選擇「樁基礎」，並輸入基樁之數量。
	護欄寬度有預設，無法配合橋寬。橋面排水設施選項太少。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行調整。

二、期中審查意見回覆(7/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
公路總局	過密集梁，橋寬無法配合密集梁寬度修正，造成圖形下層(密集梁)比上層(橋面板)寬。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行調整。
	橋孔數量無法自行設定，該系統上部分橋梁孔數錯誤，卻又無法修正(例如台78線1K+435高架橋應為31孔數，系統上為30孔數)。	TBMS2比照現有系統，已建立之橋梁其橋孔數無法由使用者自行修正，若有需要可請研究團隊協助修正。
	伸縮縫、橋墩資料表、支承、防落設施、橋孔資料表均須單筆點入方可編輯細項資料，十分耗時建議置於各構件列表內直接填寫或修改。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行調整。
	快速公路高架橋之匝道、環道無輸入選項。	在基本資料主表中有「交流道或匝道」之欄位。
	快速公路及部分省道(多為4線至6線道道路)南下(或東行)北上(或西行)多座橋梁設計方式為：橋台(A1及A2)為單一結構，橋墩(各墩)為各2個獨立單元(如：P1R、P1L、P2R、P2L…等)，系統上無法作業（例如台78線1K+435高架橋）。	建議將結構體明顯分開之橋梁，分為兩座橋建入系統。
	承上，多處橋墩為一個基礎配置群樁及多數墩柱設計，該系統上無法作業。例如P1R(第1右側橋墩)的配置為一個基礎配置32支基樁(短邊4支×長邊8支)及3支墩柱設計，系統上為了遷就墩柱數量便把個基礎切成3個輸入，而每個基礎支基樁數量變成10.66667支(32/3)，該P1橋墩變成有6個墩柱6個基礎，每個基礎有10.66667支基樁，與現地不符(例如台78線13K+693河川橋)。	基樁數量不需平均，只要6個墩柱下的基樁數量總和是32支即可。
	快速公路及部分省道(多為4線至6線道道路)南下(或東行)北上(或西行)實為2個結構之橋面板，中間亦有中央隔欄分隔，該中央隔欄分隔無法顯示(例如台78線1K+435高架橋)。	建議將結構體明顯分開之橋梁，分為兩座橋建入系統。

二、期中審查意見回覆(8/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
公路總局	部分橋梁因南下(或東行)北上(或西行)區分，配置橋台(A1及A2)為各2個獨立單元(橋墩亦同)，如：A1R、A1L、P1R、P2L、A2R、A2L等，但產生A1R與A1L(A2R與A2L)之起(迄)里程不同，系統上無法作業(例如台78線19K+041穿越橋)。	建議將結構體明顯分開之橋梁，分為兩座橋建入系統。
	承上，部分橋梁右側(RT)與左側(LT)之橋梁長度不同，例如右側(RT)配置3橋墩4孔數而左側(LT)配置4橋墩5孔數，系統上無法作業(例如台78線19K+041穿越橋)。	建議將結構體明顯分開之橋梁，分為兩座橋建入系統。
	「橋墩型式」選擇「柱式」後，於「墩柱投影形狀」選擇「圓形」以外選項均無效果，如果要橢圓形柱則須於「橋墩型式」選擇「牆(壁)式」，但該橢圓形則變成與牆壁一樣，成為整面(如台78線4K+413河川橋)。	橋梁3D模型僅為示意，部分型式之構件模型未來可再進行擴充。
	一代轉二代後，橋墩資料表–橋墩保護設施型式–無，但橋墩保護設施顯示(1)，必須將該筆刪除，橋墩保護設施才會顯示(0)。又快速公路橋墩數量多，橋墩保護設施需每筆點入修改，相當耗時。	已刪除「無」的項目資料。
	同一編號橋墩有2座以上墩柱，其基礎頂高程又不同時，於橋墩資料表之編輯資料填寫，僅可填一高程數值，無法填各墩基礎頂高程。	資料詳細之程度必須有所取捨，過細之資料亦會造成填寫上之負擔，同一墩位不同橋墩基礎頂高程不同時，建議填最高的。
	支承中有橋台、墩、孔，定義為何?防落設施是否能有批次輸入。	謝謝委員意見，研究團隊會再進行調整。
	有關台61線291K+209-292K+988高架橋部分：其起始橋墩為P33-P78橋墩沒有A1-A2橋台，其3D生成時會顯示A001-P037橋墩且3D生成畫面P33橋墩前會多一座橋面版。P78橋墩也是一樣顯示至A2畫面	在橋梁基本資料表中「起始橋墩編號」輸入「33」，並勾選「橋墩與橋孔數相同」即可。

二、期中審查意見回覆(9/10)

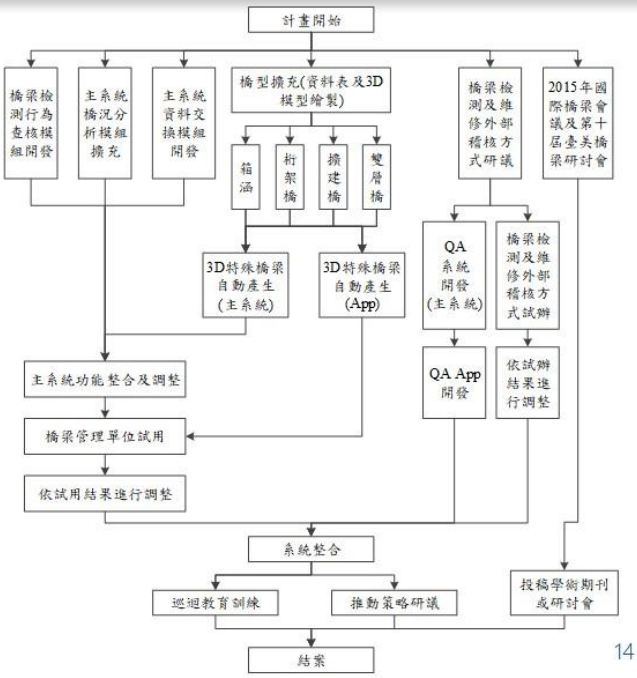
委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
公路總局	有關多跨距及長距離橋梁，因主梁、橫梁及跨距數量眾多，因單一項目重覆建置需花較多時間，為簡化構件建置流程，有關主梁及橫梁模組建置可否採「批次建置」。	主梁、橫梁已有批次新增之功能，未竟完善之處研究團隊會再進行調整。
	登錄箱型梁時系統顯示數量不符，要刪除時沒辦法一批刪除，需個別刪除，故是否可增加批次刪除。	謝謝委員意見，將於明年度進行改善。
	有關橋檢二代系統，是否可新增「更新」選項，以供橋檢系統使用者自行依需要由橋檢一代系統資料更新至橋檢二代系統，避免重複輸入建置。	因資料轉換牽涉較多資料細節，故不開放使用者自行轉換，避免覆蓋其他資料。
	有關橋梁二代21項次基本構件化作業，可否全部新增「批次建置」選項。	因部分構件有資料對應關係，無法全部構件均有批次建置的功能，可批次建置的構件，將於明年系統維護階段建立此功能。
	進入3D動態生成時，需要重新登入才能夠回復到原系統畫面，請予改善。	此狀況應為閒置太久無操作系統，系統將會自動登出已確保資訊安全。
	建議一代橋系統資料更新匯入二代系統資料更新量，不影響覆蓋二代橋。	一代與二代構件差異大，匯入過去資料，其大部分的構件資料均需補齊，且同步方式需要再行規劃設計，故今年暫不處理。
	系統中已建立構建化資料。於一代橋梁系統新建資料、圖片新增部份能自動匯入二代系統中，以利資料完整。	已設定排程機制，同步轉移一代橋梁基本照片至二代。
	有關二代橋管系統圖型成像如護欄(實心、穿透性)並無差異。路堤護欄採用短點柱成形方式是否有特別意義。	橋梁3D模型僅為示意，部分型式之構件模型未來可再進行擴充。

二、期中審查意見回覆(10/10)

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆
臺鐵局	外部稽核的樣本數比本局目前稽核的數量還多，能否減少？	可採用不同方案調整樣本數量。
	本案所提桁架橋構件化方案均不夠詳細，仍需備註說明損壞構件為何。	謝謝委員意見，將採方案二進行開發。
	基礎看不到填E=0是正常的，建議可採不同方式表示基礎「正常埋在土中」及「無法看到基礎是埋在土中或裸露」。	謝謝委員建議，研究團隊會納入考量。
運研所運計組	TBMS2能否以第一代TBMS方式介接高公局資料？	高公局之資料會交換至一代系統，可再透過同步功能轉至TBMS2，但僅有基本資料主表，無構件化資料。
	TBMS切換至2代時，臺鐵局能否仍繼續沿用1代系統？	若運研所決定繼續維持一代系統，臺鐵局就能繼續使用。
	對於尚未建模或是其它型式特殊橋梁，TBMS2如何因應？	橋梁3D模型僅為示意，只要基本資料有正確輸入，模型未來都可再進行擴充。
	進入TBMS2後，現場橋梁檢測作業功率變化為何請予說明。	依橋梁劣化構件數量之不同所需之時間亦不同，但較現行之檢測方式，增加之時間應在50%以內。
	第1代TBMS伺服器是否足數使用，請予說明。	目前之伺服器過於老舊且記憶體不足，明年度將以租賃方式更新伺服器。
	請儘量搜集德州橋梁稽核之抽樣方式、檢核標準作業程序及時程供參。	謝謝委員意見，依運研所指示辦理。
	請針對現行外部稽核制度及相關作業方式提出精進建議。	謝謝委員意見，依運研所指示辦理。
	在橋梁檢測外部稽核方面，請著手規劃檢核標準作業方式、結果記錄及相關表格。另維修作業稽核部分亦請比照辦理。	謝謝委員意見，依運研所指示辦理。

三、今年度工作項目(1/2)

- 擴充主系統橋梁類型
- 擴充行動裝置App橋梁類型
- 開發橋梁檢測行為查核模組
- 擴充主系統橋況分析模組之安全評估表
- 開發主系統資料交換模組
- 其他相關功能擴充及調整
- 研議橋梁檢測及維修外部稽核方式，並擇三個橋梁管理單位實地試辦
- 開發QA系統
- 橋梁管理單位實地測試
- 系統操作巡迴教育訓練
- 研議TBMS2推動策略
- 投稿學術期刊或研討會
- 參與2015年國際橋梁會議及第十屆臺美橋梁研討會



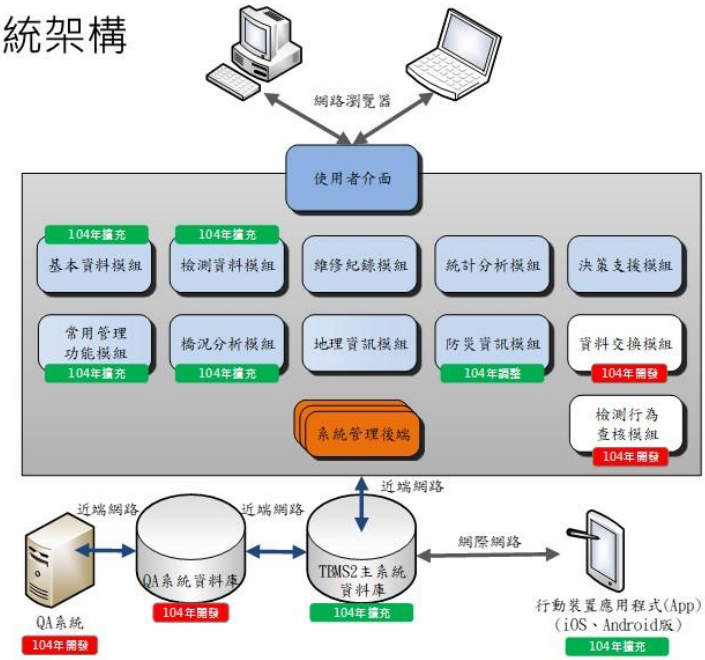
三、今年度工作項目(2/2)

- TBMS2系統架構

圖例：

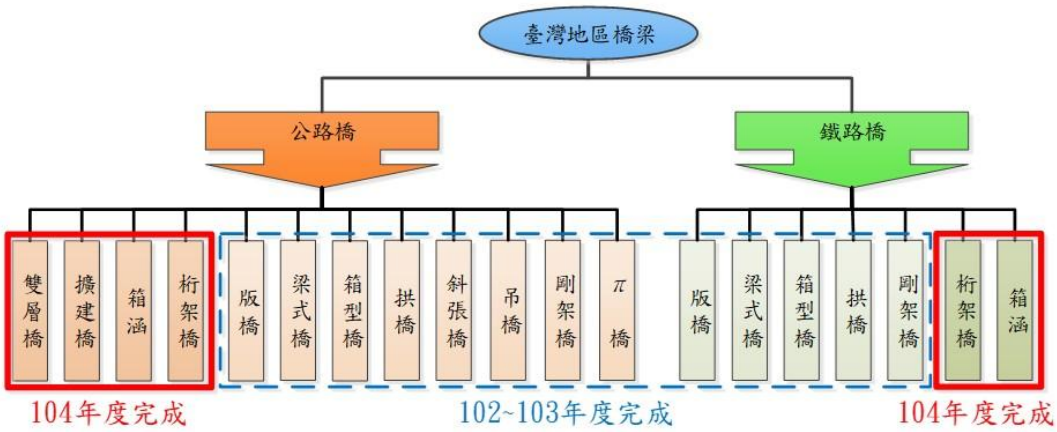
104年擴充

104年新增



四、對象與範圍

- 本計畫所開發第二代TBMS之使用單位，包含交通部及所轄之公路總局、高公局及鐵路局，內政部營建署及各縣市政府等



五、特殊橋-箱涵(1/12)

- 箱涵基本資料表
  - 較橋梁基本資料欄位少
  - 將欄位名稱中之「橋梁」改為「箱涵」

- 箱涵擴建資料表
  - 較橋梁擴建資料欄位少
  - 將欄位名稱中之「橋梁」改為「箱涵」

17

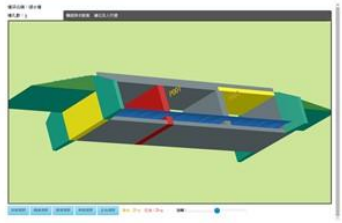
五、特殊橋-箱涵(2/12)

- 增加箱涵構件資料表
  - 端牆/側牆
  - 基礎保護工法
  - 中隔版
  - 頂版
  - 底版

18

五、特殊橋-箱涵(3/12)

- 箱涵3D模型
  - 依使用者輸入之箱涵孔數及存在之構件，自動產生3D箱涵示意模型
  - 最近一次定期檢測之D值為3時，構件變為黃色；當D等於4時，構件變為紅色
  - 點選構件可連結構件之基本資料、最近五筆定期檢測資料(含DER折線圖)、檢測照片、維修記錄
- 箱涵檢測資料表
  - 依箱涵之構件產生對應之定期檢測表



五、特殊橋-擴建橋(4/12)

- 於「詳細/擴建記錄」中新增擴建記錄

- 再依一般橋梁之方式建立擴建之「各構件資料」

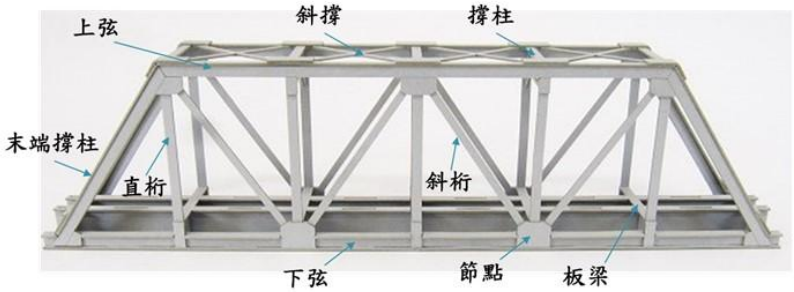
五、特殊橋-擴建橋(5/12)

- 擴建橋3D模型
  - 在原有橋梁旁邊會產生半透明的擴建橋
  - 半透明的擴建橋僅為示意用，不隨基本資料改變
  - 橋的透明度可透過畫面右下方之控制桿調整
  - 點選半透明之示意橋可切換至實際之擴建橋3D模型

21

五、特殊橋-桁架橋(6/12)

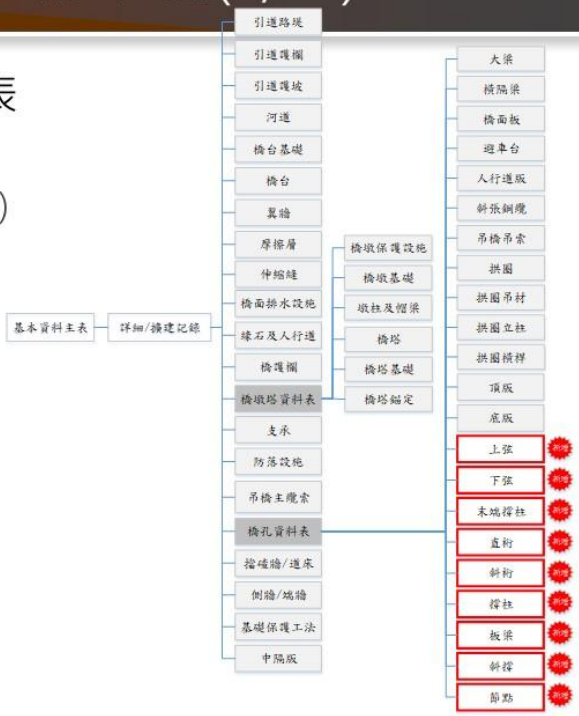
- 桁架橋構件化
  - 每一橋孔之桁架部分，依照桁架組合構造，分成：1.上弦(top chord)；2.下弦(bottom Chord)；3.末端撐柱(end post)；4.直桁(verticals)；5.斜桁(diagonals)；6.撐柱(strut)；7.板梁(floor Beam)；8.斜撐(bracing)；9.節點
  - 一跨桁架無論桿件多寡，均只有9個構件



22

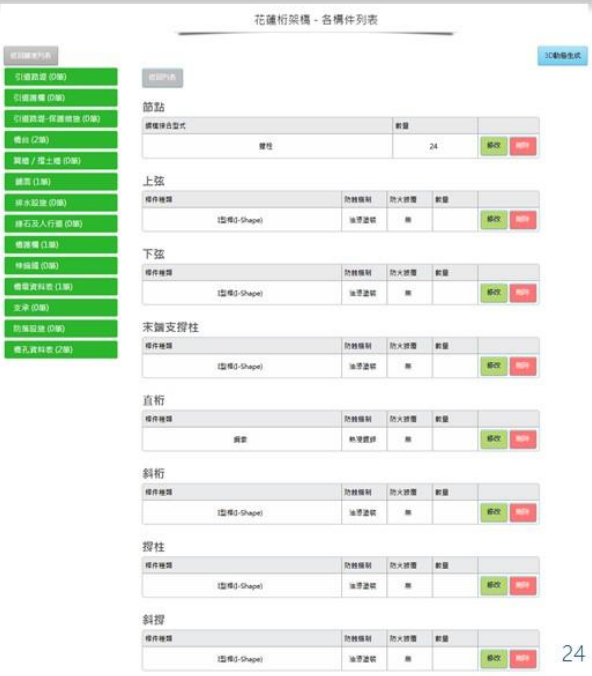
五、特殊橋-桁架橋(7/12)

- 增加桁架構件資料表
  - 上弦(top chord)
  - 下弦(bottom Chord)
  - 末端撐柱(end post)
  - 直桁(verticals)
  - 斜桁(diagonals)
  - 撐柱(strut)
  - 板梁(floor Beam)
  - 斜撐(bracing)
  - 節點



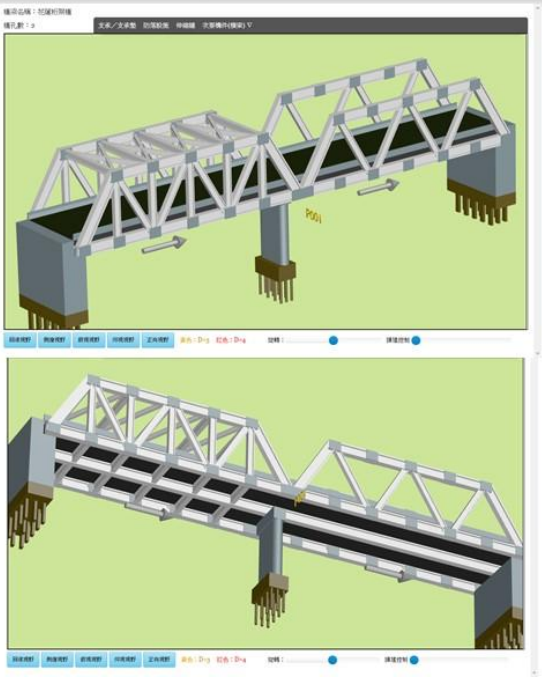
五、特殊橋-桁架橋(8/12)

- 桁架構件基本資料表
  - 桁架橋在「基本資料主表」及「詳細/擴建記錄」均與一般梁式橋相同
  - 當「橋孔資料表」中結構型式選擇桁架橋時，會增加「桁架型式」及「桁架類型」
  - 桁架橋沒有大梁及橫隔梁這兩個構件，取而代之的是九類桁架構件



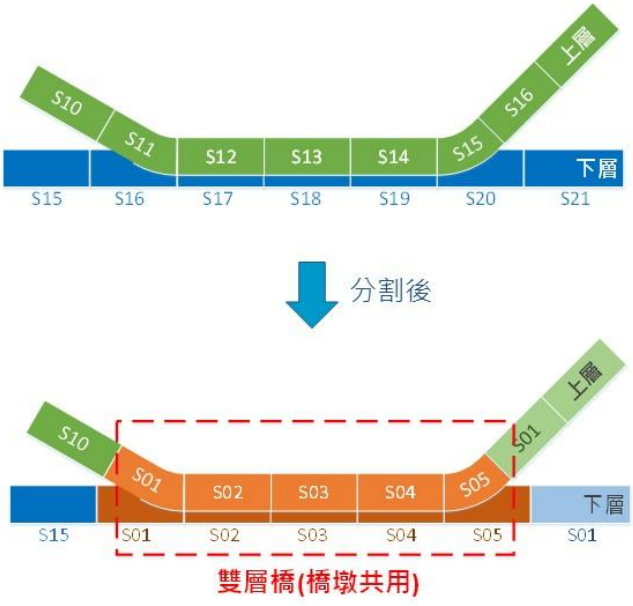
五、特殊橋-桁架橋(9/12)

- 桁架橋3D模型
  - TBMS2可依使用者所輸入的桁架構件，將有填資料之構件自動組合成為3D桁架橋之示意模型
  - 九類桁架構件不一定要全數輸入，3D模型僅會生成有輸入之構件
- 桁架檢測資料表
  - 依桁架之構件產生對應之定期檢測表。



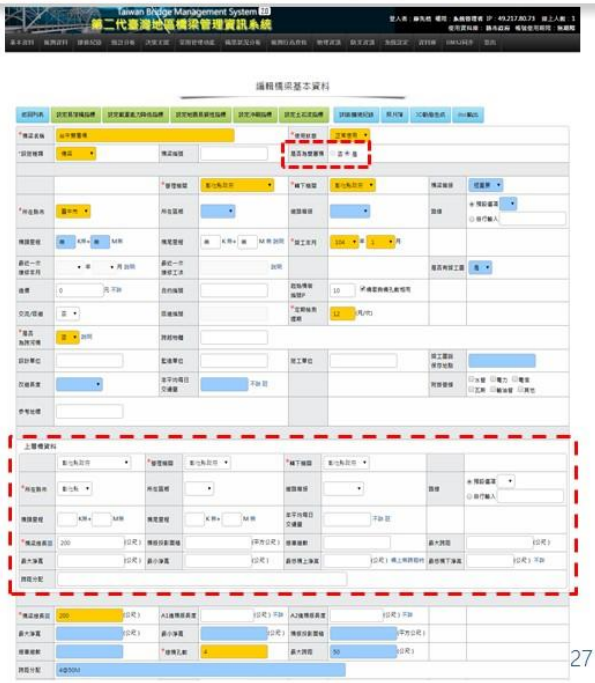
五、特殊橋-雙層橋(10/12)

- 雙層橋分割
  - 必須將雙層段分割成為單獨一座橋梁
  - 「上層橋」之S11~S15（即「下層橋」之S16~S20）將成為「雙層橋」之S01~S05



五、特殊橋-雙層橋(11/12)

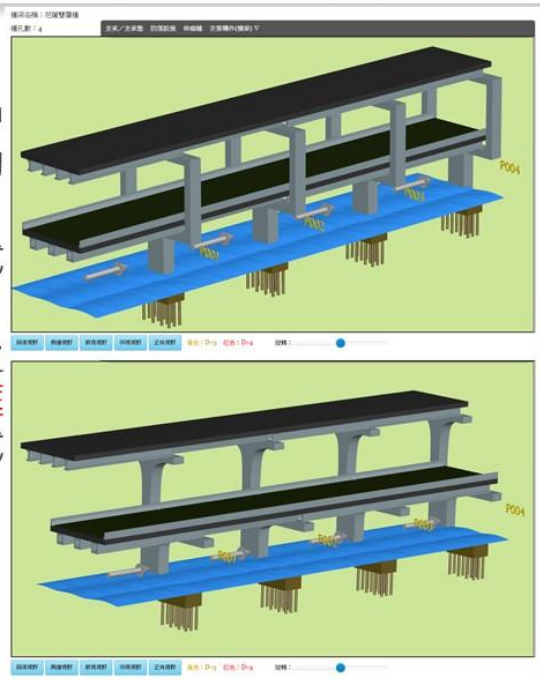
- 雙層橋基本資料表
  - 於「基本資料主表」增加上層橋之資料欄位
  - 橋墩型式會自動變為「雙層橋墩」
  - 橋孔構件資料中自動產生上層及下層之大梁、橫隔梁、橋面版之編輯按鈕，可自由編輯每一跨上、下層之大梁數量及型式



27

五、特殊橋-雙層橋(12/12)

- 雙層橋3D模型
  - 依使用者在基本資料中所建立之構件資料自動產生
  - 目前僅針對雙層之梁式橋繪製其模型
  - 針對臺灣地區較常見之雙層橋橋墩，繪製了框架式及單柱式兩種樣式供使用者選擇



28

六、資料交換模組(1/3)

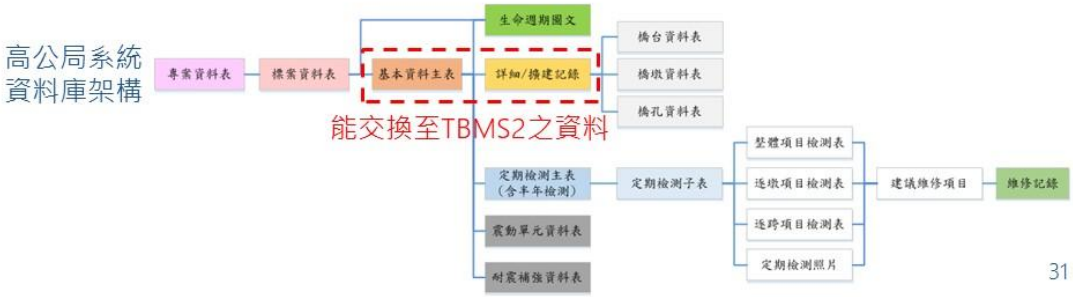
- 配合公路總局要求工務段建立TBMS2構件資料，已於今年四月底(4/30)將公路總局之橋梁基本資料由一代系統匯入二代(檢測及維修資料暫不匯入)
- 六月中完成資料交換模組之開發
- 高公局、鐵路局及各縣市政府之橋梁基本資料在今年六月底(6/24)由一代系統匯入二代(檢測及維修資料暫不匯入)
- 6/24開啟兩代系統之資料交換功能(公路總局除外)

六、資料交換模組(2/3)

- 資料同步規則(一代系統單向同步至TBMS2)
  - 於第一代系統中新增橋梁：系統會將一代系統中該橋的基本、擴建、橋孔、橋台、橋墩資料轉換至TBMS2
  - 於第一代系統中刪除橋梁：系統會刪除TBMS2中該橋的所有資料。
  - 於第一代系統中修改橋梁基本資料：系統會同步二代系統中「基本資料主表」與一代系統相對應之欄位，「詳細/擴建記錄」及各構件資料不會同步修改。
  - 使用者帳號同步：於第一代系統中新增、修改或編輯使用者帳號及密碼時，二代系統也會同步
  - 基本資料每日凌晨二點同步一次
  - 使用者帳號每五分鐘同步一次

六、資料交換模組(3/3)

- 與其他系統進行資料交換
  - 各橋梁管理機關未來若使用自行開發之橋梁管理系統，可將橋梁資料透過資料交換機制上傳到TBMS2
  - 目前已知高公局系統並無構件化資料，未來若要與TBMS2進行資料交換，僅「基本資料主表」及「詳細/擴建記錄」能夠匯入，各構件資料及構件下之檢測資料及維修紀錄將無法匯入TBMS2中



七、檢測行為查核模組(1/7)

- 檢測人員資料登錄
  - 使用身分證字號作為唯一識別碼
  - 考量到人員異動，及顧問公司人員可同時負責多個縣市之橋檢測業務，因此檢測人員之資料獨立於各機關之資料庫

七、檢測行為查核模組(2/7)

- 檢測人員經歷
  - 統計之資料包含:
    - 總檢測時數
    - 總檢測橋數
    - 總檢測橋孔數
    - 總檢測橋梁長度
    - 總檢測橋面版面積
    - 填寫E=0的筆數
    - 檢測過之橋梁長度統計
    - 檢測過之結構型式統計
  - 參與過之每一筆定期檢測記錄會列在頁面最下方

七、檢測行為查核模組(3/7)

- 檢測路徑及時間
  - 與定期檢測記錄已整合
  - 當檢測人員使用行動裝置App開始檢測後，每30秒記錄一次GPS座標
  - 橋梁一日檢測不完，或中午用餐時間，可「暫停檢測」功能或直接關閉App
  - 點選「繼續檢測」恢復每30秒會記錄一次座標
  - 支援多台行動裝置同時檢測同一座橋

七、檢測行為查核模組(4/7)

- 實際檢測案例
  - 環鄉橋 (112縣道 19K+250M)
    - 3孔梁式橋，總長59M，淨寬20M，每跨11支大梁，跨老街溪
  - 分兩組人員同時檢測：
    - 主裝置組：耀升、家偉；著漁夫裝，帶長桿攝影裝置、至橋下檢測A1、P1、S1及S2之構件
    - 次裝置組：明諺、定宏；穿雨鞋，先檢測橋面上之構件，再檢測橋下A2、P2、S3之構件

七、檢測行為查核模組(5/7)

- 實際檢測路徑

主裝置組檢測路徑
(1小時24分)

次裝置組檢測路徑(橋上)
(35分)

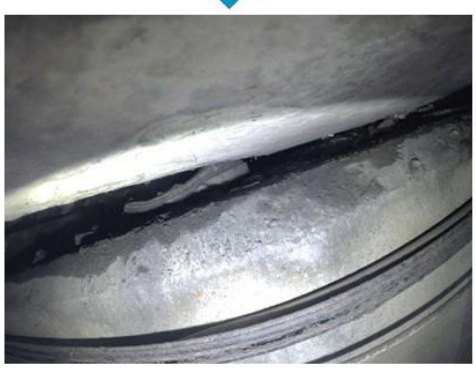
次裝置組檢測路徑(橋下)
(55分)

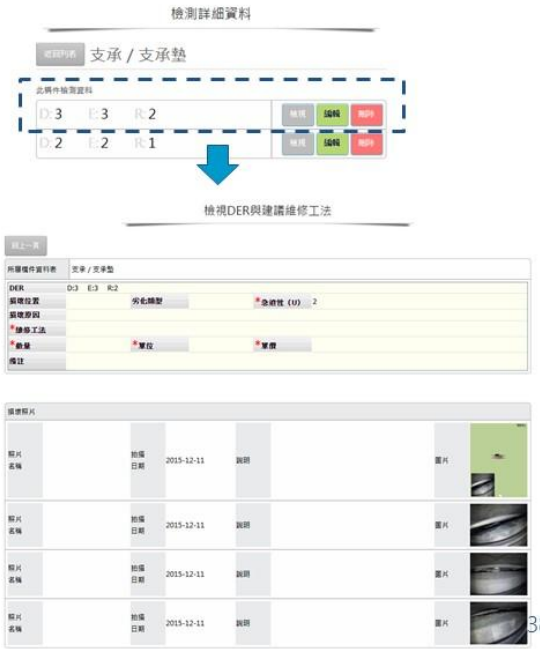
七、檢測行為查核模組(6/7)

- 實際上傳之檢測記錄

七、檢測行為查核模組(7/7)

- 實際上傳之劣化記錄





八、QA系統

- QA是一套獨立的系統
  - 具有獨立的帳號密碼
  - 橋梁檢測廠商無法登入QA系統
  - QA廠商亦無法登入主系統
- QA廠商將自己檢測之成果輸入QA系統，系統可將QA檢測結果與主系統之定期檢測資料並排，方便進行比對

九、橋梁安全評估表擴充

管理機關	評估表名稱	系統建置時間
公路總局	耐洪能力評估	103年完成
	承載能力評估	103年完成
縣市政府	落橋評估	103年完成
	強韌性評估	103年完成
	穩定性評估	103年完成
	載重能力評估	**104年完成**
	耐洪能力評估	**104年完成**
高公局	落橋評估	**104年完成**
	強韌性評估	**104年完成**
	載重能力評估	**104年完成**
	耐洪能力評估	**104年完成**
	沖刷潛能評估	**104年完成**

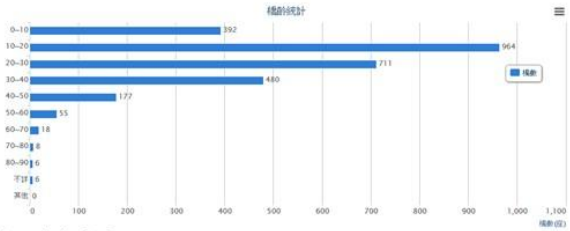
十、常用管理功能擴充

- 橋齡統計

橋齡統計分析結果

橋齡	0~10	10~20	20~30	30~40	40~50	50~60	60~70	70~80	80~90	不詳	其他
橋數	392	964	711	480	177	55	18	8	6	6	0

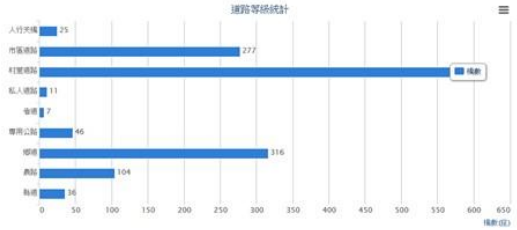
平均橋齡 22.4



- 道路等級統計

道路等級統計分析結果

道路等級	人行天橋	市區道路	村里道路	私人道路	省道	專用公路	縣道	鄉道	其他
橋數	25	277	585	11	7	46	316	104	36



十一、地震後應特別檢測橋梁(1/2)

編號有感地震發生

↓

系統介接中央氣象局KMZ檔及格點(grid)資料

↓

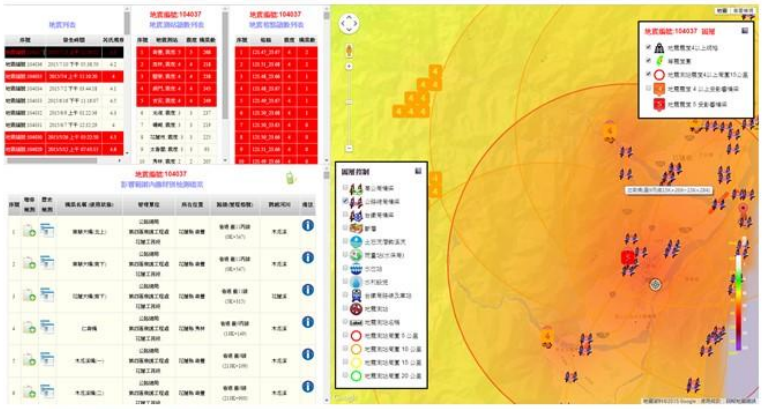
自動化篩選出4級(含)以上橋梁

↓

發送通知給相關聯絡人

↓

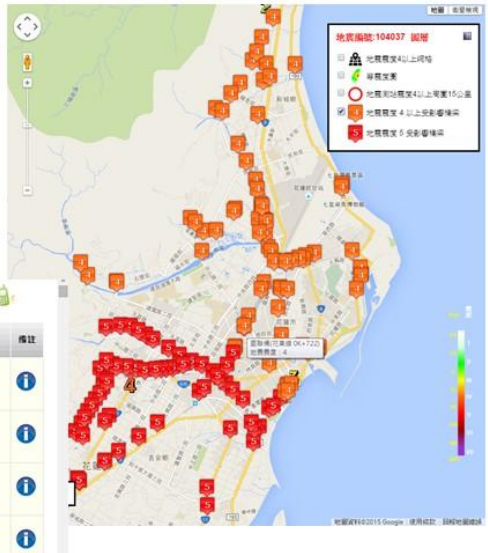
使用者可至系統上查詢震後橋梁清單



通知內容範例：
『地震編號:104037
2015/07/23 00:26:12 M:4.3 達震度四級以上!共53座橋梁應進行地震特別檢測 交通部公路總局:9 交通部鐵路管理局:6 花蓮縣政府:35 臺灣港務股份有限公司:3
http://goo.gl/lsqV1f 』

十一、地震後應特別檢測橋梁(2/2)

- 影響範圍內應特別檢測橋梁
  - 在Google Map上顯示震度4以上範圍內之橋梁
  - 以不同顏色及數字標示區分不同震度區域之橋梁
  - 依使用者權限顯示橋梁清單



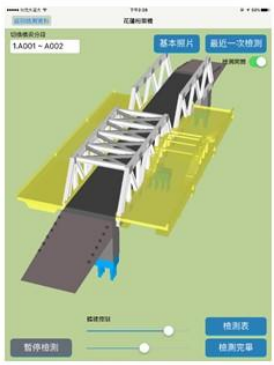
地震編號:104037
影響範圍內應特別檢測橋梁

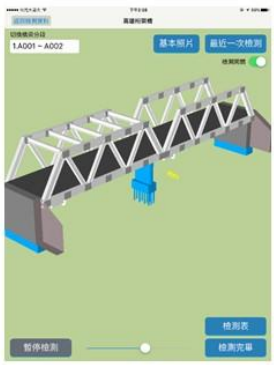
序號	增修檢測	歷史檢測	橋梁名稱 (使用狀態)	管理單位	所在位置	路線(里程樁號)	跨越河川	備註
1			東華大橋(北上)	公路總局第四區養護工程處花蓮工務段	花蓮縣 壽豐	省道 臺11丙線 (0K+547)	木瓜溪	
2			東華大橋(南下)	公路總局第四區養護工程處花蓮工務段	花蓮縣 壽豐	省道 臺11丙線 (0K+547)	木瓜溪	
3			花蓮大橋(南下)	公路總局第四區養護工程處花蓮工務段	花蓮縣 壽豐	省道 臺11線 (5K+315)	花蓮溪	
4			仁壽橋	公路總局第四區養護工程處花蓮工務段	花蓮縣 秀林	省道 臺9丙線 (13K+149)	木瓜溪	

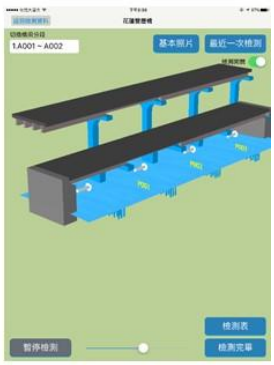
十二、行動裝置App擴充(1/2)

- 支援箱涵、擴建橋、桁架橋及雙層橋型檢測

箱涵


擴建橋


桁架橋


雙層橋

十二、行動裝置App擴充(2/2)

- 檢測行為資訊紀錄
  - 當檢測人員使用行動裝置App開始檢測後，行動裝置App每30秒會自動記錄一次GPS座標（行動裝置本身需具有GPS定位功能）
  - 從TBMS2主系統下載檢測人員至平板中，檢測時由已下載清單中選取檢測人員

十三、橋梁外部稽核

工作項目

- 針對道路橋梁(包含國道橋梁及省道橋梁)檢測及維修外部稽核作業提出具體規劃(抽樣方式、稽核方式、判定標準、結果呈現、辦理期程及所需經費)，並擇選橋梁管理單位進行實地試辦(至少擇選3個單位)

完成成果
提出抽樣方式 規劃辦理期程 推估所需經費 提出稽核方式 • 稽核整體流程 • 稽核欄位 決定判定標準 • 稽核評分方式 • 稽核評分標準 擇選橋梁管理單位進行實地試辦

抽樣方案說明

	方案一			方案二			方案三		
抽樣方式	統計抽樣			統計抽樣			比例抽樣		
方案代碼	A	B	C	A	B	C	A	B	C
樣本單位	橋梁	橋孔	構件	橋梁	橋孔	構件	橋梁	橋孔	構件
抽樣方法	採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式			採用 Don A. Dillman (2000)提出之樣本數估算方式			採用平均值與標準差的概念		
參數及限制條件	p=0.9 B=0.03 C=1.96			p=0.9 B=0.05 C=1.645			最少 3 個樣本，每逾一標準差內增加1 樣本		

外部稽核抽樣方法-統計抽樣

- 採用Don A. Dillman 提出之樣本數估算公式：

$$N_s = \frac{(N_p)(p)(1-p)}{(N_p - 1)(\frac{B}{C})^2 + (p)(1-p)}$$

  - Ns：須完成的樣本數
  - Np：母群體規模
  - (p)(1-p)：母群體異質性程度，通常設p=0.5 (此為最保守策略，因為變異數最大的情況會發生在母體兩半互為不同類別)
  - B：可容忍的抽樣誤差，通常設0.03 (抽樣誤差正負3%)
  - C：可接受的信賴區間(信心水準)，通常設1.96 (該數值為可接受的信賴區間95%所對應的Z分數)

- 搭配分層隨機抽樣法與比例配置法
- 大部分樣本數估算法皆需要標準差或變異數

$$n = \frac{\left(\sum_{h=1}^{H} N_h \sigma_h\right)^2}{N^2\left(\frac{d^2}{Z_{\alpha/2}^2}\right) + \sum_{h=1}^{H} N_h \sigma_h^2}$$

式中 h：第 h 層的元素個數
N：母體元素總個數(查核範圍總橋數)
d：估計誤差
σ_h：第 h 層的標準差，未知時以 S_h 估計之

外部稽核抽樣方法-比例抽樣

美國作法	本研究作法
由「An Audit Report on The Department of Transportation's Bridge Inspection Program December 2009 Report No. 10-017」報告中得知	本研究提出
直接抽樣1.5%的橋梁數量	各縣市政府橋梁樣本數量之平均值為主 樣本數在平均值以內即抽取一定數量之樣本 在各標準差範圍內再行增加一定數量之樣本

方案計算-統計抽樣(橋孔)

計算整體抽樣樣本數

計算各縣市政府可及性高低之數量

整體抽樣樣本數按照縣市政府與可及性之分層比例分配

依各縣市政府抽樣樣本數推估執行天數與預算

預計一天稽核兩座橋梁
以三人為一組執行
執行費用約為49,809元/工作天

項目	單價	單位	數量	總數	複價	備註
人事	60,000	元/月	3	3	180,000	
交通	2,000	元/日	3	63	126,000	
住宿	2,500	元/人夜	3	63	157,500	檢據報銷
膳雜	500	元/人日	3	63	31,500	
保險	76	元/人日	3	63	4,788	意外險200萬
雜費	1,000	元/次	1	21	21,000	五金耗材購買
設備租用	25,000	元/日	1	21	525,000	橋檢車租用，檢據報銷
月小計(元)					$ 1,045,988	

- 國道、省道、市道、縣道、市區道路
- 區道、鄉道、農路、村里道路、專用公路、私人道路

方案計算-統計抽樣(橋孔)

方案二B
106個橋孔
執行天數56天
預算約279萬元

縣市	橋孔數	可及性高橋孔數	可及性低橋孔數	可及性高樣本數	可及性低樣本數	合計樣本數	執行天數	預算
基隆市	478	452	26	1	1	2	1	49,809
臺北市	1,795	1,780	15	5	1	6	3	149,427
新北市	2,833	1,930	903	6	3	9	5	249,045
桃園市	1,264	397	867	1	3	4	2	99,618
新竹縣	1,361	336	1,025	1	3	4	2	99,618
新竹市	612	403	209	1	1	2	1	49,809
苗栗縣	1,977	524	1,453	2	4	6	3	149,427
臺中市	3,079	1,214	1,865	4	6	10	5	249,045
彰化縣	2,678	632	2,046	2	6	8	4	199,236
南投縣	2,368	447	1,921	1	6	7	4	199,236
雲林縣	2,063	387	1,676	1	5	6	3	149,427
嘉義縣	1,366	153	1,213	1	4	5	3	149,427
嘉義市	269	201	68	1	1	2	1	49,809
臺南市	2,613	909	1,704	3	5	8	4	199,236
高雄市	2,126	718	1,408	2	4	6	3	149,427
屏東縣	1,916	463	1,453	1	4	5	3	149,427
宜蘭縣	1,452	249	1,203	1	4	5	3	149,427
花蓮縣	1,292	307	985	1	3	4	2	99,618
臺東縣	566	77	489	1	1	2	1	49,809
澎湖縣	41	3	38	1	1	2	1	49,809
金門縣	169	35	134	1	1	2	1	49,809
連江縣	10	10	0	1	0	1	1	49,809
總計	32,328	**11,627**	**20,701**	**39**	**67**	**106**	**56**	**2,789,304**

方案計算-比例抽樣(橋梁)

計算各縣市政府樣本之平均數與標準差

各縣市政府之樣本與平均數做比較

低於平均數則抽樣樣本為3，每高於平均數一標準差內增加1抽樣樣本數

依各縣市政府抽樣樣本數推估執行天數與預算

平均值801　標準差604

縣市	方案三A			
	橋數	樣本數	執行天數	預算
基隆市	177	3	2	99,618
臺北市	261	3	2	99,618
新北市	1,053	4	2	99,618
桃園市	820	4	2	99,618
新竹縣	923	4	2	99,618
新竹市	140	3	2	99,618
苗栗縣	1,309	4	2	99,618
臺中市	1,853	5	3	149,427
彰化縣	1,843	5	3	149,427
南投縣	1,592	5	3	149,427
雲林縣	1,303	4	2	99,618
嘉義縣	872	4	2	99,618
嘉義市	124	3	2	99,618
臺南市	1,382	4	2	99,618
高雄市	1,199	4	2	99,618
屏東縣	1,110	4	2	99,618
宜蘭縣	695	3	2	99,618
花蓮縣	569	3	2	99,618
臺東縣	307	3	2	99,618
澎湖縣	20	3	2	99,618
金門縣	70	3	2	99,618
連江縣	1	1	1	49,809
總計	17,623	79	46	2,291,214

方案結果比較

	方案一			方案二			方案三		
抽樣方式	統計抽樣			統計抽樣			比例抽樣		
方案代碼	A (橋梁)	**B (橋孔)**	C (構件)	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)	**A (橋梁)**	B (橋孔)	C (構件)
樣本數	380	**386**	387	105	106	106	**79**	80	81
執行天數	196	**199**	198	56	56	57	**46**	48	48
預算	976萬	**991萬**	986萬	279萬	279萬	283萬	**229萬**	239萬	239萬
優點	1.最具代表性 2.增加樣本統計效率 3.各縣市政府資料容易分析比較			1.增加樣本統計效率 2.各縣市政府資料容易分析比較			1.方法簡易 2.成本較低		

- 本研究建議採用方案二B(期中審查決議)
- 從學理性基礎而言，方案結果可反映母體情況(在設定參數下)
- 就執行時間與成本而言，能在60個工作天內完成，成本適中
- 就抽樣樣本分布而言，較能實際反映各縣市情況，避免抽樣不均的情形發生

方案比較-高公局

	方案一			方案二			方案三		
抽樣方式	統計抽樣			統計抽樣			比例抽樣		
方案代碼	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)
樣本數	330	377	384	94	97	96	11	11	11
執行天數	166	189	192	47	49	48	6	7	6
預算	827萬	941萬	956萬	234萬	244萬	239萬	30萬	35萬	30萬
高公局北區工程處	119	124	128	34	32	32	4	3	4
高公局中區工程處	112	144	144	32	37	36	4	5	4
高公局南區工程處	99	109	112	28	28	28	3	3	3
總計	330	377	384	94	97	96	11	11	11

55

方案比較-公路總局

	方案一			方案二			方案三		
抽樣方式	統計抽樣			統計抽樣			比例抽樣		
方案代碼	A(橋梁)	B(橋孔)	C(構件)	A(橋梁)	B(橋孔)	C(構件)	A(橋梁)	B(橋孔)	C(構件)
樣本數	338	374	383	94	97	98	19	19	19
執行天數	171	188	193	48	50	51	11	11	11
預算	852萬	936萬	961萬	239萬	249萬	254萬	55萬	55萬	55萬
公路總局第一區養護工程處	62	90	87	17	23	22	3	4	4
公路總局第二區養護工程處	85	126	121	24	33	31	5	5	5
公路總局第三區養護工程處	71	52	60	20	13	15	4	3	3
公路總局第四區養護工程處	41	29	34	11	8	9	3	3	3
公路總局第五區養護工程處	79	77	81	22	20	21	4	4	4
總計	338	374	383	94	97	98	19	19	19

56

方案比較-鐵路局

	方案一			方案二			方案三		
抽樣方式	統計抽樣			統計抽樣			比例抽樣		
方案代碼	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)	A (橋梁)	B (橋孔)	C (構件)
樣本數	281	354	380	90	94	97	27	25	26
執行天數	142	180	191	47	47	50	16	15	15
預算	707萬	897萬	951萬	234萬	234萬	249萬	80萬	75萬	75萬
臺北工務段	40	59	61	13	16	16	4	4	4
宜蘭工務段	44	53	58	14	14	15	4	4	4
臺中工務段	54	83	84	17	22	21	5	5	5
嘉義工務段	53	46	56	17	12	14	5	3	4
高雄工務段	31	31	36	10	8	9	3	3	3
花蓮工務段	25	39	39	8	10	10	3	3	3
臺東工務段	34	43	46	11	12	12	3	3	3
總計	281	354	380	90	94	97	27	25	26

外部稽核欄位

- 針對基本資料、檢測資料、維修資料分析
- 就現場稽核可判斷之欄位為主
- TBMS基本資料共選出45個欄位

TBMS基本資料需稽核欄位

欄位名稱	稽核動作	說明
橋梁名稱	有無填寫，正確性	現場判定正確性
使用狀態	有無填寫，正確性	現場判定正確性
設施種類	有無填寫，正確性	現場判定正確性
管 理 資 料		
所在縣市	有無填寫，正確性	現場判定正確性
所在區鄉	有無填寫，正確性	現場判定正確性
轄下機關	有無填寫，正確性	現場判定正確性
河 川 資 料		
是否為跨河橋	有無填寫，正確性	現場判定正確性
幾 何 資 料		
最大淨寬	有無填寫，正確性	儀器量測，誤差不可超過一公尺
最小淨寬	有無填寫，正確性	儀器量測，誤差不可超過一公尺
總車道數	有無填寫，正確性	現場判定正確性
總橋孔數	有無填寫，正確性	現場判定正確性
最大跨距	有無填寫，正確性	儀器量測，誤差不可超過一公尺
最低橋上淨高	有無填寫，正確性	儀器量測，誤差不可超過50公分
橋頭GPS經度	有無填寫，正確性	僅比對電子地圖至秒位，將目前經緯度格式換算為度分秒格式，每秒精度約為30公尺，誤差為不可超過一秒
橋頭GPS緯度	有無填寫，正確性	
橋尾GPS經度	有無填寫，正確性	
橋尾GPS緯度	有無填寫，正確性	

欄位名稱	稽核動作	說明
結 構 資 料		
結構形式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
支撐端型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橫梁型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
支承型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橋墩材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橋基保護工法	有無填寫，正確性	現場判定正確性
主梁材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橋面版材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橋墩型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
主梁型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
鋪面材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
鋼構接合型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
伸縮縫型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
特 殊 欄 位		
橋塔材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橋塔型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
主纜索型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
吊索型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
吊索佈置型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
索面系統型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
索面佈置型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
拱上結構型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橋面版位置	有無填寫，正確性	現場判定正確性
拱圈材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
橫桿材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
吊材材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
立柱材質	有無填寫，正確性	現場判定正確性
鋼纜型式	有無填寫，正確性	現場判定正確性
錨定裝置	有無填寫，正確性	現場判定正確性

59

TBMS定期檢測需稽核欄位

以各構件檢測DER欄位為主
以桃園后圳橋S001橋孔為例

全橋性資料

橋孔與相鄰橋墩(橋臺)資料

橋梁定期檢測評估子表(1/)

橋梁編號	A001~A002	本段橋長	35M	總跨數	2 跨	CI	91.63	PI	89.92
結構形式	梁式橋								

檢測項目		評估值 D	評估值 E	評估值 R
1. 引道路堤	近端	1		
	遠端	1		
2. 引道護欄	近端	1		
	遠端	1		
3. 河道		1		
4. 引道路堤-保護措施	近端	0		
	遠端	0		
5. 橋台基礎	近端	3	3	2
	遠端	3	3	2
6. 橋台	近端	3	3	2
	遠端	2	3	2
7. 翼牆/護土牆	近端	3	2	2
	遠端	1		
8. 鋪面		1		
9. 排水設施		1		
10. 緣石及人行道		0		
11. 橋護欄		1		
21. 其他		1		

橋墩資料

橋墩數	12. 橋墩/橋基保護設施 D	E	R	13. 橋墩基礎 D	E	R	14. 橋墩墩體/帽梁 D	E	R	15. 支承/支承墊 D	E	R	16. 所屬設施 D	E	R	17. 伸縮縫 D	E	R
A001	0			0			0			1			0			1		
A002	0			0			0			1			0			1		
P001	0			0			1			1			0			1		

橋孔資料

橋孔數	18. 主構件(大梁) D	E	R	19. 次要構件(橫隔梁) D	E	R	20. 橋面版 D	E	R
S001	3	2	3	2	2	2	3	3	3
S002	3	3	3	2	2	2	1		

60

外部稽核評分方式-基本資料

- 基本資料以現場可查核欄位之正確性為評分基礎
- 部分欄位現場無法準確判定(如橋臺、橋墩基礎型式)，需洽詢橋管單位，若橋管單位亦無法判定(沒有圖資)，則判定為正確
- 以現場可查核欄位之30%(14個欄位)作為給分底線，錯誤率超過30%則權重為0
- 欄位完全正確權重為1，1-3個欄位錯誤為0.8，4-6個欄位錯誤為0.6，7-9個欄位錯誤為0.4，10-13個欄位錯誤為0.2，14個欄位以上錯誤為0

61

外部稽核評分方式-檢測資料

- 檢測資料以構件檢測資料正確性為主
- 容許部分誤差值，以DER值相加總，正負誤差在2以內為正確，如原檢測DER值為(2.1.1)，稽核DER值為(2.2.2)為正確，若為(2.3.2)則錯誤
- 若為無法檢測，現場判定可檢測，亦為錯誤
- 完全正確權重為1，1處錯誤為0.8， 2處錯誤為0.6，3處錯誤為0.4，4處錯誤為0.2，5處以上為0

- 基本資料配分為30分，檢測資料配分為70分

62

外部稽核評分表

縣市政府橋梁稽核評鑑表									
橋名		**檢測機構**				**檢測日期**			
管理機關		**所在區鄉**		**路線**		**道路等級**			
橋長		**竣工日期**		**結構形式**		**新CI/新PI**			
跨越體		**抽核位置**							
稽核項目	子項	配分	評 比 內 容					權數	評分
基本資料檢核	欄位驗證	30	□完全正確（1.0） □1-3個欄位錯誤為（0.8） □4-6個欄位錯誤為（0.6） □7-9個欄位錯誤為（0.4） □10-13個欄位錯誤為（0.2） □14個欄位以上錯誤為（0）						0
目視檢測紀錄檢核	現況實際查驗	70	□ 0處（1.0） □1處錯誤（0.8） □2處錯誤（0.6） □3處錯誤（0.4） □4處錯誤（0.2） □5處錯誤以上（0）						0
橋梁評鑑	總分	100	總計						0

外部稽核-維修

- 依前述樣本數抽選方式，各縣市抽選之樣本至少包含一座已維修橋梁
- 針對應維修已維修之構件數量，及維修後改善狀況作為稽核項目
- 應維修已維修構件數量評分標準，全符合權重為1，1件不符為0.5，2件以上不符為0
- 維修後改善狀況評分標準，恢復達原有設計功能之權重為1，服務功能尚可為0.75，服務功能亟待改善為0.5，未達服務功能效果為0
- 維修數量配分為50分，維修狀況配分為50分

外部稽核評分表-維修

縣市政府橋梁稽核評鑑表(維修)									
橋名		檢測機構				檢測日期			
管理機關		所在區鄉		路線		道路等級			
橋長		竣工日期		結構形式		新CI/新PI			
跨越體		抽核位置							
稽核項目	子項	配分	評 比 內 容					權數	評分
維修紀錄檢核	應維修已維修查驗	50	□ 全符合（1.0） □1件不符（0.5） □2件以上不符(0)					0	0
	修復後改善狀況及品質	50	□恢復達原有設計功能（1.0） □服務功能尚可（0.75） □服務功能亟待改善（0.5） □未達服務功能效果（0）					0	0
橋梁評鑑	總分	100	總計						0

外部稽核試辦計畫

- 以臺北市、新北市、桃園市橋梁為主
- 依照抽樣方法抽選一座橋梁試辦(已維修)
- 抽選結果為臺北市華中橋S006橋孔，新北市重新大橋E匝道橋 S003橋孔，桃園市后圳橋(桃24線)(0K+401M) S001橋孔
- 以前述提出之兩項評鑑表稽核
- 試辦稽核人員為中央營管所廖先格博士與劉資祺，並會同中華橋檢人員協助配合

外部稽核試辦結果-華中橋

- 華中橋S006孔，為河道之深槽區，由蔡博士協助以UAV拍攝橋下之狀況。

外部稽核試辦結果-華中橋

UAV拍攝之照片

外部稽核試辦結果-華中橋

104年11月9日上午10點至現地稽核試辦，共花費3小時

主要參與人員為中央大學廖先格博士、劉資祺先生及何逸琨先生，中華顧問工程司毛一祥博士與同事共3人

69

外部稽核試辦結果-華中橋

- 基本資料有一個欄位錯誤，最低橋上淨高應為4.6M，原為橋上無跨越物

70

外部稽核試辦結果-華中橋

- 維修資料無數量與位置，但伸縮縫明顯有維修，排水設施可能因維修過久而再次堵塞

71

外部稽核試辦結果-華中橋

檢測作業稽核結果

稽核項目	子項	配分	評 比 內 容	權數	評分
基本資料檢核	欄位驗證	30	□ 完全正確（1.0） ■ 1-3個欄位錯誤為（0.8） □ 4-6個欄位錯誤為（0.6） □ 7-9個欄位錯誤為（0.4） □ 10-13個欄位錯誤為（0.2） □ 14個欄位以上錯誤為（0）	0.8	24
目視檢測紀錄檢核	現況實際查驗	70	■ 0處（1.0） □ 1處錯誤（0.8） □ 2處錯誤（0.6） □ 3處錯誤（0.4） □ 4處錯誤（0.2） □ 5處錯誤以上（0）	1	70
橋梁評鑑	總分	100	總計		**94**

維修作業稽核結果

稽核項目	子項	配分	評 比 內 容	權數	評分
維修紀錄檢核	應維修已維修查驗	50	■全符合（1.0） □ 1件不符（0.5） □ 2件以上不符(0)	1	50
	修復後改善狀況及品質	50	■ 恢復達原有設計功能（1.0） □ 服務功能尚可（0.75） □ 服務功能亟待改善（0.5） □ 未達服務功能效果（0）	1	50
橋梁評鑑	總分	100	總計		**100**

72

外部稽核試辦結果-重新大橋E匝道橋

104年11月9日下午2點至現地稽核試辦，共花費2小時30分

主要參與人員為中央大學廖先格博士、劉資祺先生及何逸琨先生，中華顧問工程司毛一祥博士與同事共3人

73

外部稽核試辦結果-重新大橋E匝道橋

- 基本資料欄位皆正確
- S003橋孔檢測資料皆正確
- 維修資料為混凝土裂縫修補以及更換伸縮縫填料，經查皆有維修，且狀況達設計功能

74

外部稽核試辦結果-重新大橋E匝道橋

檢測作業稽核結果

稽核項目	子項	配分	評 比 內 容	權數	評分
基本資料檢核	欄位驗證	30	■ 完全正確（1.0） □ 1-3個欄位錯誤為（0.8） □ 4-6個欄位錯誤為（0.6） □ 7-9個欄位錯誤為（0.4） □ 10-13個欄位錯誤為（0.2） □ 14個欄位以上錯誤為（0）	1	30
目視檢測紀錄檢核	現況實際查驗	70	■ 0處（1.0） □ 1處錯誤（0.8） □ 2處錯誤（0.6） □ 3處錯誤（0.4） □ 4處錯誤（0.2） □ 5處錯誤以上（0）	1	70
橋梁評鑑	總分	100	總計		**100**

維修作業稽核結果

稽核項目	子項	配分	評 比 內 容	權數	評分
維修紀錄檢核	應維修已維修查驗	50	■全符合（1.0） □ 1件不符（0.5） □ 2件以上不符(0)	1	50
	修復後改善狀況及品質	50	■ 恢復達原有設計功能（1.0） □ 服務功能尚可（0.75） □ 服務功能亟待改善（0.5） □ 未達服務功能效果（0）	1	50
橋梁評鑑	總分	100	總計		**100**

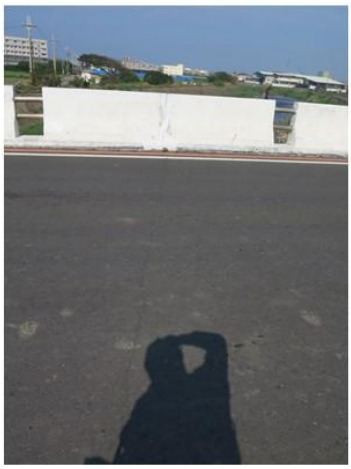
外部稽核試辦結果-后圳橋

104年11月17日上午10點至現地稽核試辦，共花費2小時

參與人員為中央大學廖先格博士、劉資祺先生及白耀升先生，中華顧問工程司毛一祥博士與同事共3人，交通部路政司陳柏源技正，交通部運研所黃俊豪研究員及江明益研究員

外部稽核試辦結果-后圳橋

- 基本資料欄位皆正確
- 檢測資料中，橋台A001及橋墩P001的支承及伸縮縫應為無法檢測(廠商填寫為狀況良好)



77

外部稽核試辦結果-后圳橋

- 維修資料並未看到新設欄杆(70公尺)，其餘皆有維修
- 維修後狀況並未達設計功能，且服務功能亟待改善

78

外部稽核試辦結果-后圳橋

檢測作業稽核結果

稽核項目	子項	配分	評 比 內 容	權數	評分
基本資料檢核	欄位驗證	30	■ 完全正確（1.0） □ 1-3個欄位錯誤為（0.8） □ 4-6個欄位錯誤為（0.6） □ 7-9個欄位錯誤為（0.4） □ 10-13個欄位錯誤為（0.2） □ 14個欄位以上錯誤為（0）	1	30
目視檢測紀錄檢核	現況實際查驗	70	□ 0處（1.0） □ 1處錯誤（0.8） □ 2處錯誤（0.6） □ 3處錯誤（0.4） ■ 4處錯誤（0.2） □ 5處錯誤以上（0）	0.2	14
橋梁評鑑	總分	100	總計		44

維修作業稽核結果

稽核項目	子項	配分	評 比 內 容	權數	評分
維修紀錄檢核	應維修已維修查驗	50	□ 全符合（1.0） ■ 1件不符（0.5） □ 2件以上不符(0)	0.5	25
	修復後改善狀況及品質	50	□ 恢復達原有設計功能（1.0） □ 服務功能尚可（0.75） ■ 服務功能亟待改善（0.5） □ 未達服務功能效果（0）	0.5	25
橋梁評鑑	總分	100	總計		50

外部稽核試辦後修正建議

- 檢核基本資料欄位時，倘該欄位屬於隱蔽部位無法判斷時，不予扣分。當現地存在多種不同型式構件時，TBMS所載型式僅需符合其中一項，即視為正確(例如現地同時存在多柱式橋墩及壁式橋墩，此時TBMS所載如為多柱式橋墩，即視為正確)
- TBMS所載橋名與現地橋名出現些微差異時，視為正確(例如TBMS登載為「華中橋」，而現地橋名柱為「華中大橋」時，視為正確)

外部稽核試辦後修正建議

- 近端及遠端之認定，以TBMS所載資料為主
- 執行外部稽核之第三單位及其受僱人均應公正執行相關稽核作業，對於辦理稽核作業所需之各項橋梁資料，應負保密責任，不得對外公開，不得提供其他個人、機關、團體或公司行號參考，亦不得作為營利使用，若因違背而損及相關單位或他人權益時，相關損害賠償及法律責任，概由執行外部稽核之第三單位負責

外部稽核試辦後修正建議

- 外部稽核資料控管原則：
  - 交通部於外部稽核廠商評選決標或委任後，提供抽查橋梁之基本資料及最近一次定期檢測記錄之紙本及Word檔
  - 不提供外部稽核廠商「臺灣橋梁管理資訊系統」之帳號及密碼
  - 於外部稽核廠商投標聲明書中加入兩項聲明事項：
    - 本廠商(含員工)去年及今年(本案之簽約年)無承攬任何橋梁管理機關之檢測、QC、QA等工作
    - 本廠商(含員工)於本案中所得到及產出之任何橋梁資料均不得對外公開，亦不得做為其他標案投標之用

小結

- 本外部稽核之目的在於對TBMS所登載之基本資料、檢測資料與維修資料作資料正確性的判別
- 藉由統計抽樣的方法決定出縣市政府之抽樣樣本數，共抽選106個橋孔，執行天數為56天
- 本研究邀集中華顧問工程司一同進行3次現地試辦
- 提出『縣市政府橋梁維護管理外部稽核作業辦法』
- 提出『外部稽核標準作業程序』
- 現地試辦結果中，試辦橋梁僅少數欄位填寫不實之，外部稽核確實能達到預期之功效，可使橋檢作業與維修作業更趨完善

十四、系統試用單位訪談(1/3)

訪談日期	2015/11/25	
受訪人員	臺北市政府高文良幫工程司、萬鼎工程張善鈞主任工程師、張耿維工程師、中興工程葉啟章主任、臺灣世曦林正偉正工程師	
NO	使用單位意見	研究團隊回覆
1	主系統構件化的部分，每根大梁及橋墩柱均需要建立資料，雖然較費時，但因為重要構件，並且建立基本資料是一次性工作，是有必要且可以接受的，但在檢測時，對於密排梁要逐個拍照並填寫D=1將耗費大量時間。	前最新版之行動裝置App已可針對大梁批次輸入D=1，當一跨所有大梁狀況均良好時，可以一次將整跨之大梁填入D=1，並且僅需拍攝1張囊括所有大梁之照片即可。
2	基本資料和檢測資料之列印功能是否已完成?	基本資料及檢測資料已可列印，但日後可能還需要調整。
3	行動裝置App中的，「從已下載橋梁選擇」和「選取歷史檢測紀錄」按鈕名稱易使人混淆，建議可以修改名稱。	團隊會再討論要修改成那兩個名稱或是在按鈕下方增加文字說明。
4	TBMS2的GIS模組是使用Google Map，未來是否需要付費?	Google目前提供每日25,000次的免費地圖顯示，以TBMS的使用量而言，不太可能超過這次數。
5	TBMS2何時能提供資料交換平台?未來臺北市政府的檢測廠商將直接使用TBMS2，但臺北市政府的橋隧涵管理系統將會從TBMS2中將資料撈回去。	應會在105年度開發此功能。
6	行動裝置App易閃退。	舊款的平版效能不足，易造成閃退建議使用較新的平板。
7	目前一代TBMS使用的21項構件的定期檢測表會繼續存在TBMS2中嗎?	TBMS2之定期檢測表列印格式與現行的表單排列方式不同。

十四、系統試用單位訪談(2/3)

訪談日期	2015/11/25	
受訪人員	臺北市政府高文良幫工程司、萬鼎工程張善鈞主任工程師、張耿維工程師、中興工程葉啟章主任、臺灣世曦林正偉正工程師	
NO	使用單位意見	研究團隊回覆
8	建議在行動裝置App的劣化圖示部份，增加「其他」項目，由使用者自行填寫。	團隊會持續蒐集劣化類型的相關意見，持續增加劣化圖示選項，也不排除增加「其他」這一項目。
9	橋梁定期檢測時，為顧及歷史資料的一致性，檢測人員會沿用過往檢測表中之近、遠端，但也會遇到難以判斷的時候，建議在定期檢測表中增加「近、遠端定義」一欄，由檢測人員自己填寫。	團隊已增加此一欄位。
10	未來人行天橋的資料是存在一代TBMS還是TBMS2中?	人行天橋的資料會以現有形式繼續存在一代TBMS系統中，不會改為TBMS2的構件化形式。
11	許多特殊橋梁，尚無法於TBMS2中建立構件資料，未來要如何評鑑?	會繼續進行特殊橋梁模組的擴充。
12	臺北市政府有6成以上的橋梁有設計圖，在面對構件化過程中是有利的。	對於沒有設計圖之橋梁，建議於105年進行一代TBMS橋梁定期檢測時，順便調查各構件資料，於105年底前完成橋梁構件化基本資料，106年便可使用TBMS2進行定期檢測。

85

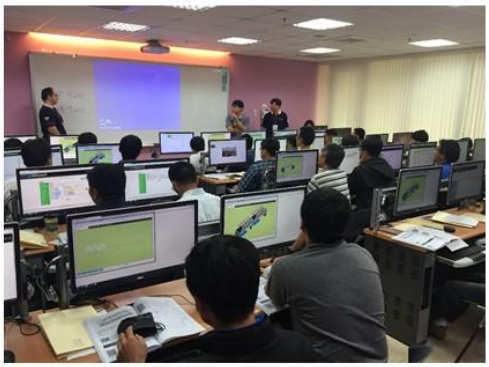
十四、系統試用單位訪談(3/3)

訪談日期	2015/11/16	
受訪人員	苗栗縣政府黃哲君科長、劭盛工程顧問公司張文彬經理、羅文彥工程師	
NO	使用單位意見	研究團隊回覆
1	假的斜張橋或拱橋(具有其外形但主要受力行為並非如此)應如何輸入TBMS2。	未來將針對更特殊型式之橋梁建立「特殊橋型」擴充功能。
2	構件無法檢測時建議可拍照證明無法檢測之狀況(例如基礎看不到時)。	謝謝建議，未來將新增此功能。
3	建議行動裝置App中之劣化紀錄可修改(目前需整筆刪除重新新增)。	謝謝建議，未來將新增此功能。
4	跨越野溪是否算跨河橋(跨合橋選是才會出現河道)?地方政府很重視河道，目前僅視跨越中央管及現管河川之橋梁為跨河橋。	在TBMS之定義中並無「野溪」，只有分跨越「河川」、「排水渠道」及「非跨河橋」
5	橋梁上下游一公尺內之河道護岸是否要檢測?	若橋梁管理機關覺得有需要，研究團隊可以新增此檢測項目。
6	大型橋梁需要兩組檢測人員同時進行檢測，是否能有兩組行動裝置App同時檢測一座橋?	目前新版之行動裝置App已可支援多台行動裝置檢測同一座橋。
7	現場發現有構件沒有建立構件資料時，能否透過行動裝置App新增?	礙於行動裝置App無法做得太複雜，目前暫時無此功能，但可透過行動裝置開啟TBMS2主系統網頁編輯構件資料。
8	檢測單位(公司名稱)能否存於行動裝置App中，下次直接選取即可。	謝謝建議，未來將新增此功能。
9	建議行動裝置App的劣化圖示可增加更多劣化項目。	請再提供各構件需新增之劣化類型，研究團隊會再將之新增至行動裝置App中。
10	定期檢測表目前還無法列印。	列印功能已初步完成，可能需要再調整。
11	建議能否在一個3D構件示意圖上標示多個劣化位置，並且在圖示旁自行註記文字。	謝謝建議，目前在技術上有難度，未來會再繼續研究可行之方案。
12	當有輸入劣化之長、寬時，行動裝置App能否自行計算面積。	謝謝建議，未來將新增此功能。

86

十五、成果推廣教育訓練(1/2)

場次	日期	地點	報名人數	實到人數
北部場(1)	2015/11/03	中央大學工程五館E6-A206電腦教室	29	25
北部場(2)	2015/11/10	中央大學工程五館E6-A206電腦教室	51	41
南部場	2015/11/13	高雄應用科技大學資202電腦教室	44	31
中部場	2015/11/16	中國文化大學推廣教育中心303電腦教室	46	38
東部場	2015/11/20	東華大學創新研究園區	16	11



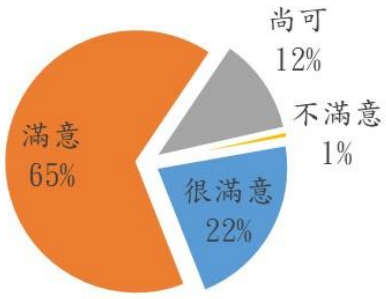
87

十五、成果推廣教育訓練(2/2)

- 問卷調查滿意度

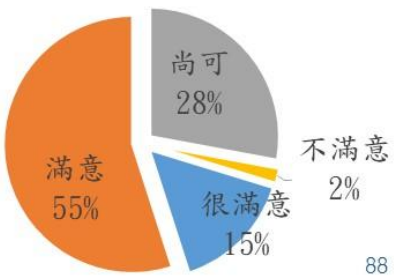
主系統

系統整體滿意度	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	29	87	16	1
百分比	21.8%	65.4%	12.0%	0.8%
系統功能便利性	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	28	79	24	1
百分比	21.2%	59.8%	18.2%	0.8%
是否有助於工作效能之提升	是	尚可	否	
填答人數	66	57	7	
百分比	50.8%	43.8%	5.4%	



行動裝置

系統整體滿意度	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	17	61	31	2
百分比	15.3%	55.0%	27.9%	1.8%
系統功能便利性	很滿意	滿意	尚可	不滿意
填答人數	20	54	34	3
百分比	18.0%	48.6%	30.6%	2.7%
是否有助於工作效能之提升	是	尚可	否	
填答人數	46	52	10	
百分比	41.4%	46.8%	9.0%	



88

十六、TBMS2推動策略(1/2)

- 推動策略進程

年度	事　項	目前狀況
103	提供可配合TBMS2之橋梁檢測契約範本	已完成並放置於TBMS首頁供下載
	於104年評鑑辦法中將使用TBMS2列為加分項	已完成
104	建立TBMS2資料交換模組	已完成
	舉辦完整之TBMS2教育訓練	已完成
	了解各機關試用TBMS2後之意見	已完成
	於105年評鑑辦法中將使用TBMS2建立構件資料列為評鑑項目	已完成
	於105年評鑑會議中再次宣達106年全面使用TBMS2	今年度進行
105	逐縣市巡迴訪問，協助承辦人員及檢測廠商使用TBMS2	明年度進行
	於106年評鑑辦法中全面以TBMS2作為計算之依據	明年度進行

- 二代橋梁定期檢測費用
  - 第二代TBMS所有構件均須拍照
  - 橋梁狀況良好，檢測時間約較目一代增加30%
  - 橋梁有劣化情況，檢測時間約增加40%至50%

十六、TBMS2推動策略(2/2)

- 建議縣市政府橋梁分級

	跨河橋有落墩	跨河橋無落墩	非跨河橋
立即維修	第一級	第二級	第二級
近期維修	第一級	第三級	第三級
例行維修	第二級	第四級	第四級
不需維修	第三級	第四級	第四級

- 建議調整定期檢測頻率

檢測等級	檢測頻率	檢測工作量
第一級	一年兩次（汛期前後均檢測）	2.5倍
第二級	一年一次	2倍
第三級	兩年一次	1倍
第四級	四年一次	0.5倍

十七、學術活動及成果

- 2015年國際橋梁會議及第十屆臺美橋梁研討會
  - 由廖先格博士代表與會
  - 公開發表研究成果

- 投稿學術期刊及學術研討會

NO	類別	期刊或研討會名稱	文章題目	狀態
1	研討會	2015 International Bridge Conference	Innovative 3-Dimensional Bridge Modeling for Bridge Management in Taiwan	已發表
2	研討會	10th International Joint Conference on Software Technologies	Analyzing Taiwan Bridge Management System for Decision Making in Bridge Maintenance	已發表
3	研討會	6th International Conference on Construction and Project Management	A Big Data Approach for Decision Making in Bridge Maintenance	已發表
4	期刊	Safety Science	Enhancing Bridge Inspection and Management for Public Safety in Taiwan	審查中
5	期刊	KSCE Journal of Civil Engineering	Applying Unmanned Aerial Vehicles in Bridge Inspection: A Case Study in Taiwan	審查中

91

十八、系統展示

- 桁架橋3D模型
- 雙層橋3D模型
- 檢測行為查核模組

92

簡報結束　敬請指教

附件三、期末審查委員意見及回覆

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
葉委員韓生	進入箱型梁內部進行檢測而無法接收GPS訊號時，如何因應？	行動裝置應用程式自開始檢測時紀錄 GPS 座標至結束，檢測過程中若 GPS 訊號被遮蔽，系統雖不會紀錄其位置，但只要回到有GPS訊號處即會重新開始紀錄，整體而言還是可以確認檢測人員有至現場檢測，因不會在檢測整座橋過程中都無法收到GPS訊號。	同意。
	外部稽核之欄位是否都要前往現地檢核、量測，若僅針對書面資料進行審查時，哪些欄位可予稽核？	外部稽核確實有必要至現場進行現勘及量測，僅進行書面審查較難發現真正問題所在，例如橋上是否有跨越物、橋頭橋尾 GPS 座標等。	同意。
	外部稽核之時間點為何？是否會影響到橋梁評鑑結果？	外部稽核時間點是在每年一月上旬公開抽選出受稽核樣本後開始，至三月橋梁評鑑前結束。此外，外部稽核成果為橋梁評鑑之重要評分項目。	同意。
	建議於檢測人員資料中，增加檢測人員受訓記錄。	感謝委員意見，將納入後續計畫考量。	同意。
蔡委員宗成	一代TBMS基本資料欄位旁均有小圖示連結功能，建議二代比照辦理。另一代TBMS針對公路總局客製化之統計表建議移植至二代。	感謝委員意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	搜尋橋梁時，建議可提供更完整、多樣之搜尋條件供使用(例如搜尋具有盤式支承之橋梁)。	感謝委員意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	目前地震後應特別檢測之橋梁篩選係以震度四級為界限，未來是否可與其他條件結合後進行篩選，甚或篩選震度五級以上範圍內之橋梁？	若未來各機關針對地震後應特別檢測之橋梁篩選條件有所調整，將配合調整篩選機制。	同意。
趙委員啟宏	報告中對縣市政府橋梁分級提出之概念頗為務實，建議針對橋梁之使用行為進行分類(例如常有重車經過)，並加強說明。	目前縣市政府之橋梁無完整之交通量資訊，難以掌握各橋之「使用行為」，並進行橋梁分級。	同意。
	建議將國震中心開發之橋梁管理系統與及各主要國家系統進行比較分析，以作為後續開發之參考。	謝謝委員意見，已於報告中補充。	同意。

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
趙委員啟宏	使用者意見提及行動裝置應用程式不穩定，其中 Android 版不若 iOS 版穩定，如何改善？	建議購買較新之行動裝置，可選購 RAM 較大之機型。	同意。
	GPS 訊號被遮蔽時，是否可由 3G 或 4G 訊號輔助定位？	行動裝置若具有 3G、4G 的功能便可使用 3G、4G 訊號輔助定位。	同意。
	研究團隊參加之國際會議中(例如 IBC、台美橋梁會議)，是否有相關議題可供系統後續開發參考？	臺美橋梁會議中有提出，雙方合作建立「橋梁災害資料庫」，TBMS 已蒐集兩百多座橋梁受災紀錄，相關需求可作為後續計畫考量。	同意。
曾委員志煌	建議進一步了解第一線同仁對 TBMS2 不滿意之原因為何？	本計畫已訪談臺北市、苗栗縣及其協力廠商，得到許多寶貴意見，大多數意見多與不熟悉系統操作有關，爰未來可加強系統操作教育訓練，以提高滿意見。	同意。
	改變橋梁檢測頻率是非常重要的建議，橋梁屬於何種檢測頻率之資訊須能在系統中記錄，以利落實分級檢測制度。	目前 TBMS2 基本資料中已有橋梁等級及檢測頻率等欄位供選用。	同意。
	UAV 有助增加稽核效率，應可用來支援外部稽核。	感謝委員意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	縣市政府橋梁外部稽核抽選樣本數至少需等於 3 孔，該最少樣本數是否有理論依據？	3 座比較不會有偏頗，若僅抽 1 座，則抽到有問題的橋，分數會很低，且代表性會不足。	同意。
	外部稽核評定分數代表之意義為何？幾分可算及格？是否會有後續勾稽動作？	外稽分數所代表的意義有待此方案執行多年後，透過所得到的案例進行分析後得到。	同意。
王委員瑞麟	新版橋梁檢測規範提及可延長至四年檢測一次，因此研究團隊提出之分級或可成為延長檢測週期之依據。另分級過程中，可考慮以 CI 或 PI 等指標作為分類依據。	感謝委員意見，本計畫建議之橋梁分級中，「立即維修」、「近期維修」、「例行維修」及「不需維修」係以定期檢測構件 DER 值計算出之危險指標為依據進行分群而得結果。	同意。
	特別檢測及維修資料，建議比照定期檢測以模組化輸入。	依現行檢測規範，特別檢測僅為一張快速勾選的評估表，與一代 TBMS 相同；維修資料是依附在各構件基本資料及檢測資料之下，可明確對應到各構件。	同意。
	外部稽核之可及性立論，可再補充說明。	加入可及性之分類是因檢測資料之正確性與可及性相關，亦可不納入抽選機制。	同意。

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
許委員書耕	使用行動裝置應用程式所填載資料，應在橋梁現場填寫完成，並用檢測員頭像佐證。	使用行動裝置應用程式填寫檢測資料時就會開始紀錄 GPS 座標，若在辦公室使用行動裝置應用程式，所記錄之檢測軌跡就會是辦公室之位置。	同意。
	外部稽核之樣本抽選重點在於隨機性，各縣市之樣本數要足夠，至少要 3 個樣本，建議可由 3 個樣本數反向推算抽樣誤差及信賴區間後，再判斷該信度是否可接受。	目前已是在可接受之信度下進行抽樣，若調整各縣市最少可抽出 3 個樣本，則會增加整體樣本數，而樣本數增加必然會提升信度。	同意。
	外部稽核之基本資料與檢測資料可分開評鑑，未必需要基本資料配 30 分，檢測資料配 70 分。	外部稽核之評鑑項目設計是依照橋梁評鑑之項目，橋梁評鑑辦法中將基本資料及檢測作業歸納為第一大項，維修作業為第二大項。	同意。
	建議可用統計推論之方式，比較縣市政府檢測結果與外部稽核檢測結果之差異性，以推估出評鑑分數所代表之意義。	感謝委員意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	橋梁維修樣本數不足時，可單獨進行抽樣及推論，暫不與橋梁檢測併同稽核。	外部稽核需在 3 個月內完成，考量執行期間與成本，將維修樣本數併入檢測考量，後續若時程有所變動，可單獨執行抽樣與稽核。	同意。
交通部路政司	執行外部稽核時，常會花費較多時間在尋找檢測記錄中記載之劣化位置，建議在行動裝置應用程式中，增加劣化所在位置標註或描述功能(例如大梁的前端、後端、左側三分之一處等)。	行動裝置應用程式在進行之劣化位置標示前，系統畫面上之構件 3D 模型可放大、縮小、旋轉，並且有箭頭標示橋頭至橋尾方向，使用者可將劣化位置明確標示在構件上。	同意。
	行動裝置應用程式之拍攝頭像功能，建議可增加橋頭、橋尾處拍攝頭像，超過 100 公尺橋梁則可在橋中央或橋下拍攝頭像，並在軌跡紀錄中，加強約束檢測人員至現地確實檢測之功能。	行動裝置應用程式在檢測過程中，每 30 秒紀錄一次 GPS 座標，同時所有 DER 值及檢測照片都需要在現場填寫完成，即使不要求檢測人員一定要在橋下拍攝頭像，也應可確保檢測人員有確實到現場進行檢測。	同意。
	橋梁分類及對應之檢測頻率，應可透過大數據分析得到建議。	感謝委員意見，將納入後續計畫考量。	同意。

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
交通部路政司	研究團隊針對外稽抽樣方式所提出可及性高低分群，與一般常見之可及性分類(例如是橋梁是否跨河)不同，立論為何？	提出可及性的意義在於是否有確實執行檢測，承包商可能因路程遠近影響檢測之確實性，與是否跨河意義不同。是否有代表性為公式計算得出，與分層較無直接關聯。	同意。
	建議依照目前規劃之抽樣方法實際抽選出 106 座橋，並比較各縣市之樣本是否具有代表性。	目前規劃之抽樣方法具一定之代表性，且在分層抽樣之框架下，可比較各縣市政府間之差異。	同意。
高公局	報告書第 204 頁所提公路總局橋梁分級附件未檢附，建議補充。	感謝指正，已調整報告書內容。	同意。
	震後橋梁應特別檢測橋梁，建議直接分成四級地震範圍內橋梁及五級地震範圍內橋梁。	目前系統上已可區分四級、五級及六級地震範圍內之橋梁。	同意。
公路總局	建議撰寫 TBMS2 之完整操作手冊供使用單位依循。	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	目前兩代系統間基本資料之橋梁總數不同，建議確認。	針對公路總局兩代系統橋數不一致之原因如下：(1)公路總局並未啟用資料同步功能，需由各工務段手動增刪、(2)部份橋梁南北向(或東西向)為獨立結構，在 TBMS 中為一座橋，但在 TBMS2 中因構件化之故，工務段會將之拆分成為兩座橋梁。	同意。
	TBMS2 基本資料欄位有些增刪，例如是否有竣工圖相當重要，在 TBMS2 中似乎被刪除；另外，目前增加之橋梁等級欄位，似乎與公路總局之 A~F 類不同。	是否有竣工圖一欄在 TBMS2 中並未被刪除；公路總局之橋梁等級一欄屬客製化，其選單值是依公路總局之分類，即 A~F 類。	同意。
	結構型式較單純之橋梁(例如 PCI 梁式橋)，其 DER 值是否可以一次整筆輸入，不需逐構件輸入？	目前行動裝置應用程式在大梁之檢測部份已有 D=1 之批次輸入，可將一跨中所有大梁一次輸入。	同意。
	基本資料重要欄位似乎不足(例如進橋版長度、地表加速度…)，建議補充。	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	建議增加基本資料中各構件之批次輸入功能。	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	明年度是否能提供 4~6 台行動裝置供本局同仁試操作？	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
公路總局	橋梁安全評估表是否為最新表格？各單位是否有必要輸入？	橋梁安全評估表，主要係參考各機關委外執行過之橋梁安全評估相關計畫中所使用之表格客製化建立而成，各機關可自行將過去之研究成果輸入 TBMS2，未來是否定期進行橋梁安全評估，可由各機關自行決定。	同意。
	針對 E=0 之定義，希望能由交通部協助訂定。	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。
臺鐵局	外部稽核抽樣數中，縣市政府之抽樣總數為 106 孔，部屬機關各局之抽樣總數也達 90 多孔，但所轄橋孔數卻存有極大落差，是否合理？	母體較大時，所推論出之樣本數幾乎都落在相同區間，母體數超過 10,000 以上，公式推論出之樣本數相差不大。	同意。
	外部稽核檢測資料評分之容許誤差為 DER 值加總後正負 2，但若檢測廠商填 D=2,E=3,R=3，外稽單位填 D=4,E=3,R=3，此類狀況倘算正確，似乎不妥。	考量到外部稽核之時間點與最近一次檢測時間可能相差 1~2 年，這期間劣化有可能加劇，故訂定正負 2 之容許誤差。	同意。
	目前 TBMS2 中尚有許多構件無法批次輸入，建議增加。	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。
運研所港研中心	外部稽核項目多少會影響到檢測行為，對於系統分析模組及決策支援模組，建議針對橋梁老化、沖刷及地震等重要欄位進行檢核，而非僅只考量現場可目視到的稽核項目，此外，也可考量加入書面稽核，並加入一部 UAV 拍攝進行輔助。	目前橋梁外部稽核重點在於資料之正確性，並以現場可稽核項目為主。	同意。
	在報告 P.64 地震防災資訊方面，港研中心自 100 年「橋梁通阻檢測分析模式建立之研究」，建立「臺灣橋梁地震通阻分析模式」網頁，在地震災害發生時，自動擷取地震速報中地震位置、規模及深度並輸入地表震動分析模式，計算出全台各地地表加速度並提供橋梁通行失敗機率，可做為橋梁管理單位震後巡檢優先順序之決策支援。	第二代 TBMS 之震後應檢測橋梁通報是依各機關之規定，於四級地震發生後通知相關人員應進行特別檢測。港研中心報告中所提出之「橋梁通行失敗機率」，可作為日後橋梁管理機關修訂震後應特別檢測橋梁門檻之重要參考。	同意。

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
運研所 港研中心	在報告P.49橋梁維修經費分配方面，港研中心自100年開始之「橋梁殘餘壽齡與保全評估決策模式之研發」研究，103年建立「橋梁保全評估與養護經費決策支援系統」，考量可視老化與潛勢危害(洪水沖刷、地震)等損壞因素下，導入風險概念，並以可靠度分析方法計算橋梁風險值並風險排序，提出單橋及群橋維修策略最佳化方案，輔助橋梁管理單位進行預算分配及經費估計，依不同橋梁現況有效投入經費進行維護與補強工作。	感謝提供寶貴意見，港研中心報告中所提出之諸多分析方法，應可作為未來 TBMS2 持續發展之目標，目前 TBMS2 中之資訊尚不足以支持港研中心所提出之分析模式，有待日後逐漸將所需之重要資訊補齊後方能運用。	同意。
	今年港研中心正進行「橋梁耐震耐洪資料管理模組」之建置，對於橋梁管理單位於橋梁設計完成驗收前如能系統性完整保存詳細參數，如 SAP 分析檔案、結構計算書及地質鑽探資料，有助於未來重新評估橋梁耐震、耐洪殘餘能力，可由系統自動匯出資料供分析計算模式使用，建議TBMS能參考並連結，讓橋管單位依循並建立該資料庫。	感謝提供寶貴意見，將納入後續計畫考量。	同意。
	有關報告撰寫部份建議「運研所」改為「本所」、P.57易「至」災改為易「致」災及公式編碼格式採用(公式一)建議改為(2.1) 及第十一章結論與建議11.1計畫成果建議改為結論，並簡要敘述成果，而非僅條列項目。	感謝指正，已檢視調整報告內容。	同意。
運研所 運計組	對於尚未建模或是其它型式特殊橋梁，TBMS2如何因應？	未來將針對少數非常罕見之特殊橋梁建立特殊橋梁模組，並透過客製化方式建立相應之基本資料及3D模型。	同意。
	請將後續年度可持續辦理項目納入報告書供參。	已將相關內容納入報告書。	同意。

委員姓名	審查意見	研究團隊回覆	本所計畫承辦單位審查意見
主席	請將研究團隊將「檢測頻率調整構想」納入成果報告，港研中心研究報告亦可納入參考。另外部稽核之抽樣數至少取 3。	遵照辦理。	同意。
	本次期末審查原則通過，請研究團隊將各與會所提意見納入考量及製作對照表回應說明後，於 104 年 12 月 25 日前依本所規定格式函送修正報告書，並接續辦理驗收結案等行政事宜。	遵照辦理。	同意。