

去(106)年10月20日報名參加由交通部運輸研究所主辦，國立臺灣科技大學協辦之「公路橋梁檢測人員培訓」二天初訓及1天回訓的免費課程，了解我國橋梁檢測及維護管理相關規定及檢測方式。

依據「交通部公路橋梁檢測人員資格與培訓要點」，公路橋梁目視檢測人員之培訓及發證由公路主管機關或其指定機關辦理；培訓分成初訓及回訓兩類。協助各公路橋梁管理機關培訓專業之橋梁檢測人員，並持續精進其資格及培訓制度，俾提升我國公路橋梁檢測質量及健全橋梁維護管理制度，有興趣的朋友可留意網站訊息，把握機會報名參訓以取得橋檢資格。

初訓課程包含：公路養護規範、臺灣地區橋梁管理資訊系統操作、公路鋼筋混凝土結構橋梁之檢測及補強規範、橋梁檢測及維護管理、公路鋼結構橋梁檢測及補強規範；回訓課程包含：移動式橋梁振動檢測及訊號分析、腐蝕環境下橋梁常見缺失與成因探討、橋梁殘餘壽齡與保全評估決策模式及公路早期防救災決策支援系統等。期間安排三次隨堂測驗，建議學員要考前溫書才會取得較佳成績。教授內容繁多，以下僅針對公路養護規範、臺灣地區橋梁管理資訊系統操作及橋梁目視檢測實務，簡要介紹課程內容：

公路養護規範

■ 公路系統

依照公路法第二條規定分為國道、省道、市道、縣道、區道、鄉道及專用公路，公路的行政層級維持四級，類別增至六類(不計專用公路)。

■ 公路技術規範

公路設計、施工、養護及交通工程之各項技術規範，由交通部定之。

公路各類的技術規範如：公路橋梁設計規範、公路橋梁耐震設計規範、公路鋼筋混凝土橋梁檢測及補強規範、公路鋼結構橋梁檢測及補強規範及公路養護規範等，均係依據公路法第33條訂定。

■ 簽證

依據 92.7.2 總統令公告之公路法第33條之1訂定「公路工程設計、監造之指定規模及相關專業技師簽證科別」(詳圖1)，然「公共工程專業技師簽證規則」第2條規定：「公共工程實施技師簽證，除其他法規另有規定者外，依本規則之規定」，現今實際是以後者規定執行，有前後倒置現象。

<p>「公路工程設計、監造之指定規模及相關專業技師簽證科別」</p> <p>壹、公路法第 33 條之 1 第 1 項「中央公路主管機關指定工程規模以上者」如下：</p> <p>一、 國道、省道、縣道：單一工程標案達政府採購法所定巨額採購以上。</p> <p>二、 鄉道：單一工程標案達政府採購法所定查核金額以上。</p> <p>貳、公路法第 33 條之 1 第 1 項「相關技師科別」如下：</p> <p>一、 流量調查：交通工程技師。</p> <p>二、 航空測量：測量技師。</p> <p>三、 工址調查：土木工程技師、大地工程技師、應用地質技師。</p> <p>四、 定線工程：土木工程技師、交通工程技師、測量技師。</p> <p>五、 路工工程：土木工程技師、大地工程技師、結構工程技師。</p> <p>六、 橋梁工程：土木工程技師、結構工程技師、水利工程技師、大地工程技師；其中水利技師僅限於河川橋梁、大地工程技師僅限於橋梁基礎。</p> <p>七、 隧道工程：土木工程技師、大地工程技師、結構工程技師；其中結構工程技師僅限於隧道支撐、襯砌。</p> <p>八、 排水工程：土木工程技師、水利工程技師。</p> <p>九、 照明工程：電機工程技師。</p> <p>十、 隧道機電工程：電機工程技師、機械工程技師、冷凍空調工程技師。</p> <p>十一、 交通管誌與監控系統：交通工程技師、電機工程技師、電子工程技師。</p>

圖 1 公路工程設計、監造之指定規模及相關專業技師簽證科別

■ 公路養護規範架構

公路養護規範分為十章，如下所列：

- 第一章 總則
- 第二章 養路巡查
- 第三章 路基及邊坡
- 第四章 鋪面
- 第五章 橋梁
- 第六章 隧道
- 第七章 排水設施
- 第八章 交通工程設施
- 第九章 交控設施
- 第十章 路容景觀

■ 橋梁檢測結果之評估

採用 D. E. R. U. 方式評定之，分別依劣化程度(Degree, D)、劣化範圍(Extent, E)、劣化情況對橋梁結構安全性與服務性之影響度(Relevancy, R) 等三項予以評定後，再評估該劣化構件需維修之急迫性 (Urgency, U)。其檢測評等準則如下表。

	0	1	2	3	4
D	無此項目	良好	尚可	差	嚴重損壞
E	無法檢測	0~10%	10%~30%	30%~60%	60%~100%
R	無法判定重要性	微	小	中	大
U	無法判定急迫性	例行維護	3年內維護	1年內維護	緊急處理維護

特殊橋梁之檢測評估可由公路養護管理機關依橋梁之特殊性另訂之。

臺灣地區橋梁管理資訊系統操作

依據交通部運輸研究所「臺灣地區橋梁管理資訊系統」106年10月之資料統計，臺灣地區公有「正常使用」橋梁共27,937座(含箱涵，不含人行天橋)，其中屬公路總局者為3,208座，為部屬機關所轄橋數最多者，其次為高公局之2,369座，而鐵路局為1,629座，各縣市政府及其他機關(內政部及觀光局等)所轄橋數共計20,731座。民國80年以前竣工之橋梁有7,926座，這些橋梁齡均在26年以上，佔總橋數的41%，4年之後，民國80至90年建設高峰期竣工的橋梁，便會慢慢成為橋齡30年以上之橋梁，橋梁30年以上之橋梁所佔之比例會快速增加，橋梁管理及維護之工作量及經費勢必隨之增長。

■ TBMS2 (Taiwan Bridge Management System, 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、(10)資料交換模組以及(11)檢測行為查核模組，系統架構圖詳圖2，橋梁基本資料表架構詳圖3。

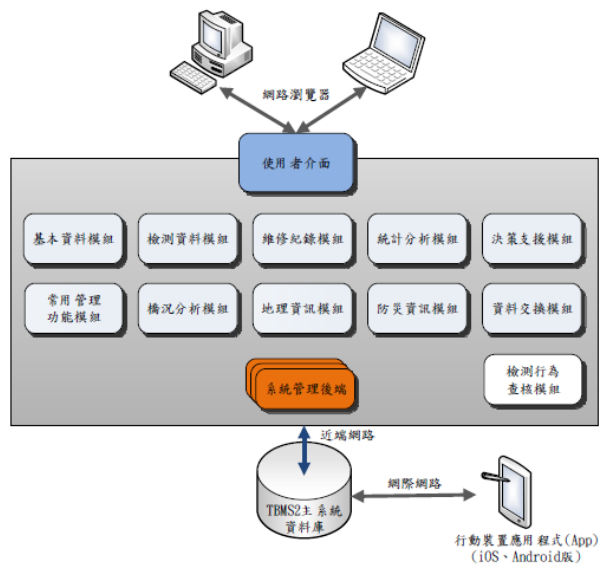


圖 2 TBMS2 系統架構圖



圖 3 TBMS2 橋梁基本資料表架構圖

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)，有版橋、梁式橋、箱型橋、拱橋、斜張橋、吊橋、 π 橋以及桁架橋，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。

■ 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

■ 維修紀錄模組

當橋梁進行維修作業時，需先選擇此次維修是修復那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，亦可同時勾選不同橋梁之建議維修工法。建議維修工法勾選完成後，針對維修後之狀況需上傳照片佐證，再填寫實際維修所用之工法、數量及單價即可。

■ 地理資訊模組

TBMS2 之地理資訊系統採用 Google Map 平台，其優點是圖資更新快速，並可透過 KML 檔快速匯入各類資訊。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。

■ 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

■ TBMS2 APP 功能模組

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)，點選構件可進行評估(或使用檢測表)，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。

✚ 橋梁目視檢測實務介紹

■ 橋梁安全檢測之目的

1. 確保橋梁經常處於良好狀況，以利公路交通流暢。
2. 使橋梁養護人員實際了解橋梁現況與使用情形，同時對構造物受損狀況能充分掌握，且能視構造物損壞程度及交通狀況，適時對用路者提出有關警訊。
3. 安全檢測結果可評定橋梁之危險等級，供研判修復方法、限速限載及經費編列之依據。
4. 將本質極繁雜之養護業務整理成有系統、有效率之資訊體系與管理系統。
5. 提高公路運輸機能。

■ 橋梁檢測員有如下的五項基本的義務：

1. 研擬檢測計畫
2. 準備作業
3. 執行檢測作業
4. 準備檢測報告
5. 確定需要維護保養及維修的項目

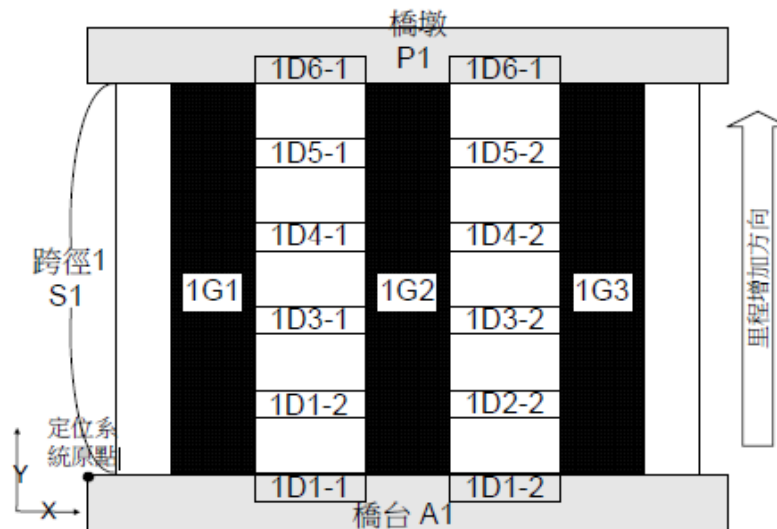
■ 橋梁檢測的準備作業

現場檢測工作的成敗決定於先期的準備作業是否充分，作業包括：

1. 研讀橋梁結構檔案準備作業的第一個步驟係研讀該座橋梁的各種相關資料包括：
 - (1) 橋梁竣工圖
 - (2) 檢測報告
 - (3) 維護保養與維修記錄
 - (4) 地質資料
 - (5) 水文資料
 - (6) 氣象及潮汐資料
 - (7) 其他資料

2. 建立橋梁結構的定位系統

如圖 3.3 所示之定位系統主要將橋梁分成橋台(A)、跨號(S)、橋墩(P)、大梁(G)、橫隔梁(D)等部份，定位系統以橋梁里程數較少之一端。面對里程數增加之方向，以 A1 橋台之左端 設定為原點，分別以檢測員之右手方向及正前方向定義為定位系統之 X 軸正向與 Y 軸正向，定位之準則如下圖所示。



3. 研擬檢測順序

通常橋梁檢測係由橋面版及上部結構開始，再進行到下部結構。

4. 準備摘要

在出發到現場進行檢測之前，先準備妥摘要、表格及簡圖，以減少現場不必要的作業。影印前一次檢測報告的簡圖，如此前一次的缺陷記錄可以很容易地更新，多準備幾份影本，以便備用。若檢測員有兩人以上為一組，可進行檢測前的討論並交換意見。

5. 交通維持

當在橋面上進行檢測時，檢測員得特別注意檢查交通維持的設施，並且根據交通安全守則辦理適當地使用交通維持設施包括交通錐、標誌及號誌車等。另外為配合交通管制需要，檢測時程可以配合調整，例如封閉車道可以縮短檢測對交通影響的時間，同時也可以提高檢測的效率。

6. 其他考慮因素

- (1) 需要時間
- (2) 交通尖峰時間
- (3) 安裝時間
- (4) 通道
- (5) 整體狀況
- (6) 申請許可

■ 檢測設備

1. 標準工具為了能執行準確及範圍廣泛的檢測，必須要配備適當的工具，現場檢測時主要的工具如下：
 - (1) 清用的工具如長柄掃帚、鋼刷、刮刀、平頭起子、鏟子等。
 - (2) 檢測用的工具如小刀、敲擊錘頭（帶有皮握把）、鉛垂、工具皮帶附袋子。
 - (3) 協助目視檢測的工具如望眼鏡、手電筒、放大鏡、檢測鏡子、染色滲透液。
 - (4) 量測工具如捲尺、卡尺、裂縫觀測鏡、厚薄觀水平尺及量角器、溫度計。
 - (5) 文件記錄工具、檢測表格、現場記事本、三角板、照相機、廣角照相機、粉筆及標示器、中心打孔器。
 - (6) 其他設備：C型夾、潤滑油、防昆蟲的雨衣、醫藥箱等。
2. 對於一些特別的橋梁或者特殊檢測作業需要這些配備，檢測員亦須了解特殊裝備及其應用。
 - (1) 測量儀器
 - (2) 非破壞性試驗儀器
 - (3) 水中檢測設備
 - (4) 其他特殊設備
 - (5) 空中攝影裝備
3. 協助檢測之機具
協助檢測的機具目前大致有以下幾種類型：
 - (1) 鉸式升降機型
 - (2) 工作平台型(Mobile Scaffold)
 - (3) 多吊臂桿型(Snooper)

■ 安全維護

安全維護是橋梁檢測首要工作，由於檢測工作經常會暴露在危險的情況下，所以參加檢測的人員都要非常地謹慎。態度、警覺與常識是維持安全的三項重要因素。

1. 安全基本原則

橋梁檢測員最關心的是製造一個安全的工作環境，良好的工作習慣是為重要的因素，包括：

- (1) 保持良好的睡眠，工作時提高警覺。
- (2) 維持健康的體能狀態。
- (3) 使用適當的工具。
- (4) 保持工作範圍的完整。
- (5) 遵守工作安全守則。
- (6) 應用一般常識與良好的判斷。
- (7) 避免飲酒及服食藥物。

2. 個人保護

適當的檢測服裝。工作時得穿著適當的服裝，並能配合當時的氣候。橋梁檢測員檢測時得穿工作鞋及配戴工作袋，裝簡單的工具及記事本等。工

作時最好能夠戴安全帽以保護頭部，在橋面上工作時得穿上反光衣。在特別的工作環境下，例如噴砂等，得配戴護目鏡及口罩，必要時得戴上防毒面具。水上作業時，得穿上救生衣，在水上，道路上方或者高空作業時，得繫上安全帶及繫索以確保個人安全。手套則視實際需要而配戴。

3. 安全預防措施

以下係檢測作業的一般安全措施：(1) 所有現場的電纜或電線都要假設有電的，所有電源線在檢測時最好全部切斷，特別是跨越鐵路橋梁，得特別注意火車高壓電線的事先處理。(2) 相互照應，檢測時最好維持 2 個人一組，以便互相支援。(3) 水上作業最好能夠準備有船隻，救生圈等配備，還有無線電對講，以便緊急時可以對外求援。(4) 穿著防水褲在水上作業時要很小心，因為它會進水而妨礙游泳。(5) 如果不能避免需在交通上方檢測，作業時得將工具、筆記本及眼鏡等加以繫好，而不致於掉落影響到下面的交通。(6) 進入密閉的場所，例如箱型梁內部，得配備手電筒，必要時得考慮準備氧氣設備，對於內部是否有毒氣存在的可能，也要事先加以檢查鑑定，以免發生危險。(7) 特殊橋梁檢測其難度較一般橋樑為高，因此進行高空吊掛或是搭架進行，其安全通行方法與防墜設施，都是必須謹慎準備。

■ 目視檢測評估準則

國內大多數單位使用之 D. E. R. & U. 目視檢測評估準則。此方法將橋梁結構劣化的情形，依「嚴重程度(Degree)」、「範圍(Extend)」、「對橋梁結構安全性與服務性之影響(Relevancy)」及「維修急迫性(Urgency)」，稱為 D. E. R. & U. 四個部份加以評估。此法之優點敘述如下：

1. 可簡化檢測工作
2. 強調缺陷對橋梁整體重要性之影響
3. 簡化電腦資料之輸入

DER&U 評估法將一般橋梁分為 21 項檢測項目特殊橋梁分為 23~24 項，檢測項目如下表所示。

(1)引道路堤	(8)摩擦層	(15)支承/支承墊
(2)引道護欄	(9)橋面排水設施	(16)止震塊/拉桿
(3)河道	(10)緣石及人行道	(17)伸縮縫
(4)引道護坡-保護措施	(11)欄杆及護牆	(18)主構件(大梁)
(5)橋台基礎	(12)橋墩保護設施	(19)副構件(橫隔梁)
(6)橋台	(13)橋墩基礎	(20)橋面版/鉸接版
(7)翼牆/擋土牆	(14)橋墩墩體/帽梁	(21)其他
(22)橋塔或拱肋(拱圈)	(23)鋼纜	(24)吊材或立柱

DER&U 評估法對每一個檢測項目依「劣化程度(Degree)」、「劣化範圍(Extent)」以及對橋梁安全性與服務性的「重要性(Relevancy)」，分別給予 0~4 之評分，再針對該劣化構件需維修之「急迫性(Urgency)」加以評

定，評估準則如下表。

	0	1	2	3	4
程度(D)	無此項目	良好	尚可	差	嚴重損害
範圍(E)	無法檢測	< 10% < 30% < 60% <			
重要性(R)	無法判定重要性	微	小	中	大
急迫性(U)	無法判定急迫性	例行維護	3年內	1年內	緊急處理維修

◆ 實際操作範例請詳培訓課程講義。

(PS：取材自交通部運輸研究所培訓課程講義教材)