

# 出國報告

## 交通關鍵基礎設施—公路橋梁 保安防護設計實務研習與交流

服務機關：交通部高速公路局第二新建工程處

姓名職稱：張瑜超 正工程司兼主任

派赴國家/地區：美國/馬里蘭州

出國期間：109年2月17日至109年3月21日

(因疫情影響而中止)

報告日期：109年6月8日

## 摘要

關鍵基礎設施(Critical Infrastructure)一詞，係指維持社會功能或經濟功能正常運作的重要政府資產，經常被提及的關鍵基礎設施，包括了：蔽護設施、產能設施、農經設施、供水設施、公共衛生設施、運輸系統、社經保安防護(人員)設施、供電設施、再生能源、通訊設施、物流設施、社會服務設施及財政服務設施等，由此可見，交通運輸系統乃常見關鍵基礎設施、維持社會正常運作之重要部分。本局職司臺灣區高速公路系統之穩定運作，本研習期盼以防恐思維及保安防護角度，另類審視公路橋梁設計應考慮事項，或檢討既有公路橋梁應加強防護之面向。

南方澳大橋斷裂事件適於 108 年 10 月 1 日發生，當日適值本研習案接受面試，各級長官對於橋梁維護均甚關切，亦適逢高速公路局組織編修逾 1 年 10 個月，橋梁新工與維管等銜接議題亦討論熱烈，本研習案承交通部及高公局各級長官指示與期許，從原僅研習單一議題，擴增為「交通關鍵基礎設施—公路橋梁保安防護設計」、「具鋼索結構橋梁之例行性檢測、養護工作」、「美國聯邦暨各州政府橋梁檢測人員培訓及資格」及「瞭解橋梁新工與維管成效待改進之處理方案」等 4 個議題。

本研習案原訂期程 91 日，因受未可預期之新冠肺炎疫情影響，僅執行 34 日即被迫中止並返國，並已獲交通部通知延至 110 年重啟研習計畫，爰本次僅就研習資料蒐集及部分現地研習行程所獲成果做一階段性整理，全案將俟 110 年完整執行 3 個月計畫後，呈現更完整的研習成果。

關鍵字：關鍵基礎設施、防護、保安設計、橋梁檢測、鋼索、養護、人員資格

## 目 次

研習目的	1
研習過程	2
壹、成案階段	2
貳、研習行程規劃與實際執行狀況	3
參、各研習分項之辦理情形	4
一、有關「交通關鍵基礎設施—公路橋梁保安防護設計」相關議題	4
1.研習資料蒐集	4
2.實地研習交流	5
(1)往訪馬里蘭州交通局轄下材料與技術辦公室	5
(2)往訪加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地	6
二、有關「具鋼索結構橋梁之例行性檢測、養護工作」相關議題	11
1.研習資料蒐集	11
2.實地研習交流	12
(1)往訪馬里蘭州大學橋梁評估及軟體技術研究中心	12
(2)往訪加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地	12
三、有關「美國聯邦暨各州政府橋梁檢測人員培訓及資格」相關議題	19
1.研習資料蒐集	19
2.實地研習交流：往訪加利福尼亞州交通局結構維護檢測部門	20
四、有關「瞭解橋梁新工與維管成效待改進之處理方案」相關議題	23
1.研習資料蒐集	23
2.實地研習交流：加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地	23
五、後記	27
肆、心得及建議	28
附錄：交通部核定函、訪學邀請函、中止研習通知及研習資料(依序)節錄	

## 研習目的

關鍵基礎設施(Critical Infrastructure)一詞，係指維持社會功能或經濟功能正常運作的重要政府資產，交通運輸系統乃常見關鍵基礎設施、維持社會正常運作之重要部分。高快速公路系統，向來是臺灣地區重要的運輸骨幹，無論人流或物流，公路系統均是點對點的最基礎交通運輸條件，也因此，公路運輸系統的穩定性，實乃為民服務的政府、無時無刻均應念茲在茲的重要事項。公路系統中，常見提供予車輛使用的主要工程結構，不外乎橋梁及道路，並輔以隧道或邊坡而提供行車所需空間，或輔以高填方或擋土牆而維持行車線型與高程。

公路運輸系統，既然已公認為關鍵基礎設施之一部，則無論道路、橋梁、隧道、邊坡.....等各式各樣構造物，均應妥善規劃、設計與維護以維持其功能。歷來，工程界均以使用需求來審視各項構造物之設計與施工，而對於未可確切掌握的條件(例如：活載重、地震力或風力.....)，則多以加大安全係數或設計規範進版予以因應，至對於未可預期的突發狀態(例如：車輛突然發生爆炸、對於橋梁或道路之影響，或恐怖分子破壞特定構造物、以癱瘓社會運作.....等)，從而如何予以預防或防護，這些屬於國家安全層級的議題，相關討論向來付之闕如。

國際交流日益頻繁，人員往來、全球網絡通訊即時性，均增加風險管控的困難性；美國發生 911 事件後，美國聯邦政府及歐美各國相關專業領域，已耗費諸多心思研究，如何能夠將關鍵基礎設施之保安防護概念，於規劃、設計、施工與維護等各個工程生命階段予以檢討、納入、甚至實踐。經過多年的研議，美國聯邦公路總署終於在 2017 年，出版了橋梁保安設計手冊(Bridge Security Design Manual)，本次研習即是透過安排相關參訪與交流，實地瞭解此項輔助規範，以及相關公路保安防護理念，於美國實地推展或執行狀況，盼有助於關鍵基礎設施理念於臺灣地區公路系統的推展。

## 研習過程

### 壹、成案階段

筆者獲通知代表高公局競逐交通部 109 年選送人員赴國外專題研究計畫後，隨即投身研習準備工作；由於關鍵基礎設施無論在國內或國外，均是相對新穎的研究議題，就連國外學術單位在此議題上，亦不易尋得合作對象。經過多方接洽，本案獲美國馬里蘭大學橋梁評估與軟體技術中心(BEST, Bridge Evaluation and Software Technology)主持人傅崇基教授(Chung C. Fu)允予協助，筆者並獲邀為美國馬里蘭大學短期訪問學人【如附錄】，並獲提供研習辦公空間及使用設備。

交通部訂 108 年 10 月 1 日下午 2 時召開遴選會議，惟是日上午 9 時適巧發生南方澳大橋斷橋事件，是所有評選委員除聆聽筆者報告研習主題及準備進度外，多圍繞在橋梁檢測與維護管理等相關議題，盼筆者若有機會成行，亦藉機瞭解美方相關制度或執行狀況。

本案獲遞補錄取後，除對於研習主題，設定「藉由實務研習與交流經驗，助益發展本土化橋梁保安防護設計理念」之目標外，筆者獲機關首長召見勉勵，並承蒙提示研習建議方向包括：

- 1.借鏡國外執行橋梁檢測作業之相關經驗，助益國內現有橋檢作業，及
- 2.瞭解橋梁新工與維管成效待改進(例：伸縮縫銜接 AC)之處理方案。

本案亦受服務機關期許，包括：

- 1.善用研習機會，除新工之規設外，亦將橋梁檢測作業納入考量，及
- 2.助益橋梁全生命週期新工及維管，避免落橋事件(例：南方澳)發生。

交通部於核定函，亦提示：「鑑於南方澳大橋斷裂事件，建議瞭解美國針對鋼索結構之橋梁，如何辦理例行性檢測、養護等工作，並瞭解各州政府橋梁檢測人員培訓及資格等規定，納入研究計畫範疇」【如附錄】；綜上，本研習案乃具多面向之任務，盼為國內橋梁保安防護及檢測管理維護等議題，酌盡棉薄之力。

## 貳、研習行程規劃與實際執行狀況

筆者綜整前述上級各項提示，於 109 年 2 月 17 日啟程赴美，以美國馬里蘭州\大學公園市\馬里蘭大學為研習根據地，規劃研訪對象及預定行程包括：

- 1.根據地：馬里蘭大學橋梁評估及軟體技術中心(BEST，原訂 02/20 至 02/21)、
- 2.往訪馬里蘭州交通局(MDOT，原訂 03/03 至 03/05)及專案工地、
- 3.往訪加利福尼亞州交通局(CALTran，原訂 03/16 至 03/19) 及專案工地、
- 4.往訪維吉尼亞州交通局(VDOT，原訂 03/31 至 04/02) 及專案工地、
- 5.往訪佛羅里達州交通局(FDOT，原訂 04/14 至 04/16) 及專案工地、
- 6.出席北美地區關鍵基礎設施防護及耐受度國際研討會(CIPRna，原訂 04/27 至 04/30，會議地點為美國路易斯安納州，紐奧良市)，及
- 7.往訪美國運輸部聯邦公路總署(FHWA，原訂 05/12 至 05/13)，
- 8.預定於同年 5 月 17 日返國。

前述預定行程，受未可預期新冠肺炎疫情影響，致生下列狀況而行程受阻：

- 1.於 03/05，馬里蘭州政府宣布 COVID-19 公共衛生緊急狀態(與本研習案規劃參訪馬里蘭州交通局 MDOT 行程相涉)，馬里蘭大學為保護師生，亦請各研究機構暫緩旅行、交流或訪學等活動；
- 2.於 03/09，佛羅里達州政府宣布 COVID-19 公共衛生緊急狀態(與本研習案規劃參訪佛羅里達州交通局 FDOT 行程相涉)；
- 3.於 03/12，維吉尼亞州政府宣布 COVID-19 公共衛生緊急狀態(與本研習案規劃參訪維吉尼亞州交通局 VDOT 行程相涉)；
- 4.於 03/13，美國白宮(聯邦政府)宣布 COVID-19 公共衛生全國緊急狀態(與本研習案規劃參訪美國聯邦公路總署 FHWA 行程相涉)；
- 5.於 03/15，本案訪學指導教授，馬里蘭大學 BEST 主持人傅崇基老師電郵告知，略為「由於聯邦及各州辦公室關閉、或對於外界參訪有所顧慮，先前往訪請求均遭婉拒(現況不宜，日後再洽)；因已陸續發布緊急狀態，為健康及安全起見，在情況更糟之前，促請儘速返臺」。
- 6.於 03/17，馬里蘭大學校方電郵通知，要求全員除必要外，請勿進入校園。
- 7.於 03/18，「北美關鍵基礎設施防護及耐受度國際研討會」主辦單位通知略為，

原訂 04/28 舉行 CIPRna 研討會活動計 3 日，將延期至同年 10/27 舉行，並追加探討 COVID-19 疫情對於各種關鍵基礎設施的影響與因應措施。

8.於 03/19，馬里蘭大學校方電郵通知，依州政府教育委員會決議，於 2020 年春季全學期實施線上教學。(避免所有師生群聚或肢體接觸)

故本案實際執行狀況，原預定 91 日，實際執行 34 日，略為：

- 1.於 02/19 初訪馬里蘭大學橋梁評估及軟體研究中心(協助聯繫各受訪單位)
- 2.於 02/28 初訪馬里蘭州交通局(另洽商工地研訪細節)
- 3.於 03/11 至 03/14 往訪加利福尼亞州交通局(含專案工地)
- 4.因疫情嚴峻，於 03/15 傳訊逐級向上請示，奉覆先行返國
- 5.於 03/16~18 收整、03/19 離開研習駐地，03/21 返國，並居家檢疫 14 日

### 參、各研習分項之辦理情形

一、有關「交通關鍵基礎設施—公路橋梁保安防護設計」相關議題：

#### 1.研習資料蒐集

- (1)美國(布希政府)國土安全部第 7 號總統指令：關鍵基礎設施之鑑別、優先順序及保護。(Homeland Security Presidential Directive/ HSPD-7 : Critical Infrastructure Identification, Prioritization, and Protection, Administration of George W. Bush, Dec. 17, 2003)
- (2)美國聯邦公路總署與美國州公路運輸官員協會共同出版「橋梁與隧道保安建議」。(Recommendation for Bridge and Tunnel Security, published by FHWA associated with AASHTO, September 2003)
- (3)美國維吉尼亞州運輸研究會委員會議，「維吉尼亞州內運輸系統於恐怖主義之評估與風險管理」研究報告。(Assessing and Managing Risk of Terrorism to Virginia's Interdependent Transportation Systems, Final Contract Report, Virginia Transportation Research council, 2004)
- (4)美國聯邦公路總署 FHWA-HRT-06-072 出版品—橋梁隧道保安之多年期研究發

- 展布建計畫。(Multiyear Plan for Bridge and Tunnel Security Research, Development, and Deployment, Publication No. FHWA-HRT-06-072, March 2006)
- (5)美國聯邦公路總署(橋梁與結構基礎設施辦公室)FHWA-HIF-17-032 出版品—橋梁保安設計手冊。(Bridge Security Design Manual, June 2017)
- (6)美國聯邦公路總署 FHWA-IF-18-054 出版品—關鍵運輸基礎設施衝擊防護入門。(Primer on Impact Protection for Critical Transportation Infrastructure, Publication No. FHWA-IF-18-054, December 2018)

## 2.實地研習交流

### (1)往訪馬里蘭州交通局轄下材料與技術辦公室

由於關鍵基礎設施防護議題及相關資料蒐集不易，經與訪學指導老師傅崇基教授討論後，決定前往馬里蘭州交通局拜訪材料與技術辦公室副主任吳中龍博士尋求協助，此拜訪行程於 2020 年 2 月 28 日成行，約 1 小時的討論，商談甚歡。



圖 A 由左至右：材料與技術辦公室副主任吳中龍博士、筆者、傅崇基教授

吳中龍博士同為佛羅里達大學校友、於維吉尼亞州交通局服務多年，迄 2019 年第 3 季轉調至馬里蘭州交通局材料與技術辦公室服務。吳博士就其所知並表示，維吉尼亞州交通局僅於 2004 年曾經就恐怖主義對於運輸關鍵基礎設施影響提出風險評估報告，後續尚無實際運用案例；至於馬里蘭州交通局轄下公路交通系統之橋梁，因該州境內有諸多重工業，鋼鐵資源充足，故多採用鋼構 I 型簡支梁，梁長通常不超出 20 公尺，遇有損壞或故障可隨時因應處理，故就其瞭解，該州交通局尚未就關鍵基礎設施防護之相關議題，進行深入討論或產出相關文獻。吳博士已慨允續洽該州交通局專案工地供本研習案往訪，惟因疫情已先緩下。

## (2) 往訪加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地

傑洛戴斯蒙橋，跨越長堤港內外港區重要航道上，1968 年以鋼桁梁橋方式興建，因應近年航輪噸數提高及橋梁老舊維護耗資，經評估檢討後，以建設雙塔斜張新橋替換現有舊橋，水面上淨高由現有 155 英尺，提升為 205 英尺。

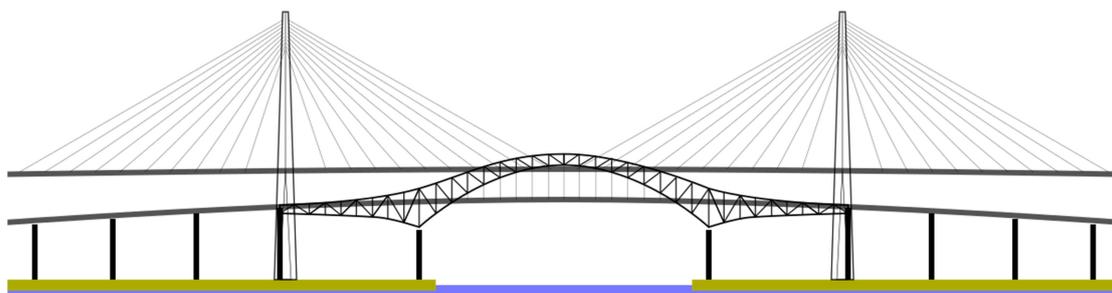


圖 B1 加州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案，新雙塔斜張橋與舊鋼桁梁橋比對

於新冠肺炎疫情逐漸蔓延的環境下，筆者仍與加利福尼亞州交通局結構維護檢測部門(南區)趙責主任聯繫，並承蒙趙主任允予協助安排，往訪該州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁(Gerald-Desmond Bridge)改建專案工地，由資深橋梁工程師 Tanya Wyckoff 女士陪同講解。



圖 B2 加州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案，新雙塔斜張橋與舊鋼桁梁橋比對

依照 FHWA 所頒訂之手冊，橋梁保安設計應檢討考慮的事項包括：

- a. 橋梁防護規劃(含：緩解威脅的策略、通行控制、專案間之協調……)，
- b. 材料性能(含：爆材、鋼筋混凝土、結構鋼……)，
- c. 爆炸現象(含：爆炸型態、遠、近爆炸行為、衝擊波與橋梁構件之互相反應)，
- d. 結構元件力學行為：
  - (a) 傳統鋼筋混凝土構件之剪力、撓曲、張力與壓力反應，
  - (b) 預力混凝土構件、高強度混凝土或鋼纖維混凝土構件之反應，
  - (c) 結構鋼之構件剪力、撓曲、張力與壓力反應，
- e. 結構動態反應(含：一階自由度分析、多階自由度分析、有限元素分析)，
- f. 鋼筋混凝土柱之防護性設計指引
- g. 鋼構塔之防護性設計指引
- h. 鋼筋混凝土塔之防護性設計指引
- i. 高強度鋼纜之防護性設計指引
- j. 其他橋梁組件之防護性設計指引
  - (a) 受撓曲之構件(型式、設計荷重、破壞模式、成效評估準則及設計之考量)
  - (b) 橋面板(型式、設計荷重、破壞模式、成效評估準則及設計之考量)
  - (c) 其它構件(含：盤式支承、橋台、桁架橋、……)之設計應考慮事項
- k. 以橋梁反恐輔助規劃軟體進行試演算



圖 C 傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地資深橋梁工程師 Tanya Wyckoff 女士解說



圖 D 傑洛戴斯蒙橋梁改建專案，對於關鍵基礎設施(橋梁)防護之評估(示意)

傑洛戴斯蒙橋梁改建專案，係美國目前少數新建橋梁工程，已將關鍵基礎設施防護納入評估檢討的工程計畫，然而所有人員均避談此議題(因為太過敏感)；據口頭討論得知，該團隊依照相關準則檢討結果，認為此橋梁若受衝擊，風險最高的構件就是錨頭(如圖 D)，且能夠立刻造成基礎設施癱瘓、影響交通運輸，所以錨頭設計必須將保安防護納入考量，並適時設置路障設施。(如圖 E1~E5)

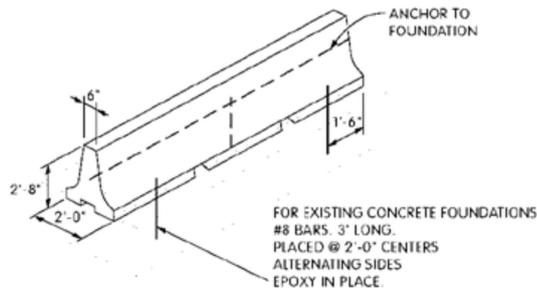
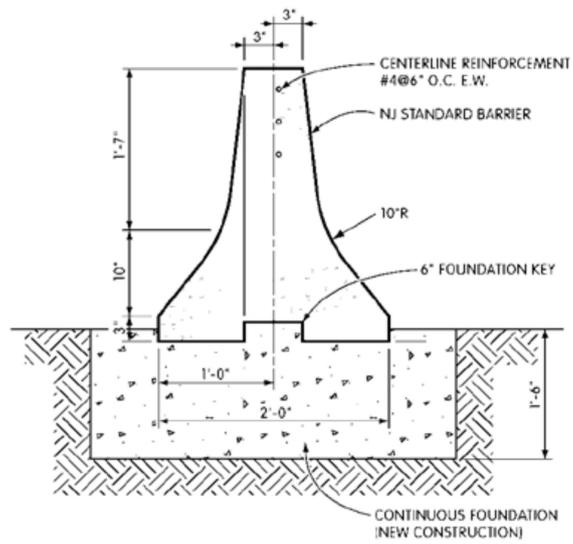


圖 E1 固定式路障設施(類似混凝土護欄)



圖 E2 活動(柵欄升降)式路障設施



圖 E3 活動(機械抬升)式路障設施

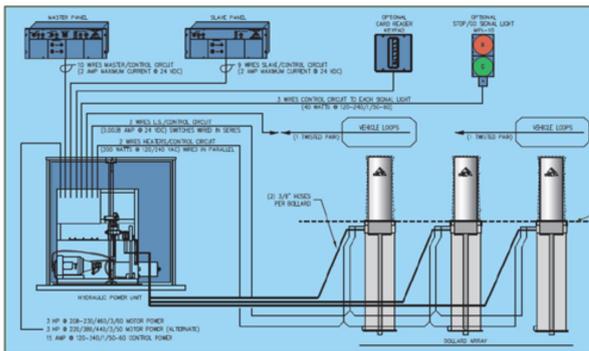


圖 E4 活動(油壓頂升)式路障設施



圖 E5 活動(自動墜落)式路障設施

各項關鍵基礎設施，受美國國土安全部與特勤單位列管；橋梁構件若評估須受關鍵基礎設施規範監督，則相關設計、施工及維護，亦為保密工作不得透露，因此本工程之錨頭設計與施工，團隊相關人員並不清楚內容，也避談此議題。

## 二、有關「具鋼索結構橋梁之例行性檢測、養護工作」相關議題：

### 1. 研習資料蒐集

- (1) 美國國家協同公路研究計畫第 534 號報告書—懸索橋平行鋼纜檢測與強度評估指引。(NCHRP Report 534 : Guidelines for Inspection and Strength Evaluation of Suspension Bridge Parallel Wire Cables, 2004)
- (2) 美國國家協同公路研究計畫第 353 號實務合集—橋梁斜拉鋼纜系統檢測與維護。(NCHRP Synthesis 353 : Inspection and Maintenance of Bridge Stay Cable Systems – A Synthesis of Highway Practice, 2005)
- (3) 美國聯邦公路總署 FHWA-IF-11-045 出版品—懸索橋鋼纜檢測與強度評估入門。(Primer for the Inspection and Strength Evaluation of Suspension Bridge Cables, Publication No. FHWA-IF-11-045, May 2012)
- (4) 第 16 章「複合橋梁」，美國橋梁檢測員參考手冊(Chapter 16 Complex Bridges, Bridge Inspector's Reference Manual, FHWA NHI-049/050, December 2012)
- (5) 懸吊拱橋鋼纜之快速評估法，第 7 屆橋梁維護、安全、管理及延壽國際研討會議論文。(Fast Assessment of Hanger Cables on Arch-Girder Bridges, Proceedings of the Seventh International Conference on Bridge Maintenance, Safety, Management, and Life Extension, 7-11 July 2014)
- (6) 美國州公路運輸官員協會「橋梁複合構件檢測指引」。(Guidelines for Inspecting Complex Components of Bridges, requested by Standing Committee on Highways, AASHTO, January 2015)
- (7) 美國國家協同公路研究計畫第 848 號研究報告—於後拉法預力橋與斜拉鋼纜系統使用非破壞檢測方法之施測指引。(NCHRP Research Report 848 : Inspection Guidelines for Bridge Post-Tensioning and Stay Cable Systems Using NDE Methods, 2017)
- (8) 中華人民共和國行業標準(JTG-○○○○，徵求意見稿)\_公路纜索結構體系橋樑養護技術規範(Technical Code of Maintenance for Cable-Supported Bridge)

## 2.實地研習交流

### (1)往訪馬里蘭大學橋梁評估與軟體技術中心

馬里蘭大學橋梁評估與軟體技術中心，與美國東北部各州交通局，均有橋梁檢測、研究及建教合作案件，主持人傅崇基教授亦是馬里蘭大學資深研究教授及美國各種專業學(協)會現任會員，研習所需官、產、學、研等資源豐富。



#### Membership

- Professional Engineers of Maryland, Virginia and Washington, D.C., 1979-present,
- Fellow of **American Society of Civil Engineering (ASCE)**, 1999-present, Member, 1978-1999,
- Member of Society of **SIGMA XI**, 1978-present,
- Member of **American Concrete Institute (ACI)**, 1989-present,
- Member and subcommittee chairman of ACI Committee 209 "Creep and Shrinkage", 1990-present.
- Member of **Transportation Research Board**, 1998-present
- Member of **American Institute of Steel Construction (AISC)**, 2003-present
- Member of **Precast/Prestressed Concrete Institute (PCI)**, 2003-present

圖 F 馬里蘭大學橋梁評估與軟體技術中心主持人傅崇基教授

於本研習案獲交通部錄取後，傅教授即積極聯繫相關往訪單位，於筆者抵達美國東岸後，無論生活上或研習所需資料，傅教授均悉心照顧，甚為感謝；惟受疫情影響，各項準備工作均已緩下，待 110 年重啟聯繫及往訪事宜。

有關臺灣地區 108 年 10 月 1 日發生南方澳斷橋意外一事，傅教授表示美國大部分地區甚少使用懸吊拱橋(與南方澳橋類似)，惟中國大陸內陸地區頗常見，傅教授亦針對懸吊拱橋之破壞機理與快速評估方法(前頁之研習資料蒐集第(5)項)，於 2014 年進行了相關研究及發表文章，並提供文獻予筆者參考。

### (2)往訪加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地

雖然傑洛戴斯蒙橋梁替換專案，是以新建斜張橋取代既有鋼桁梁橋，然而就新建橋梁而言，未來完工之後，仍然有維護管理的需求，筆者也因此就教趙青主任，瞭解目前美國對於新建工程採用懸索的橋梁，無論是斜張橋、脊背橋、懸索橋或懸吊拱橋，分別於新建施工與維護管理階段，採用的施工規範或維護準則，俾回饋臺灣地區橋梁管理參用。



圖 G1 研習成員於新建橋上合影



圖 G2 傑洛戴斯蒙橋梁鋼纜施工



圖 G3 現有傑洛戴斯蒙鋼桁梁橋



圖 G4 研習成員於新建橋下合影

趙責主任表示，有關纜索使用於橋梁新建工程，現況多於工程契約，以特訂規範加以規定；至於橋梁交付使用後之纜索維管檢測工作，目前是採用 NCHRP 534—懸索橋平行鋼纜檢測與強度評估指引(2004)、NCHRP 353—橋梁斜拉鋼纜系統檢測與維護(2005)，及 FHWA-IF-11-045—懸索橋鋼纜檢測與強度評估入門(2012)等 3 本手冊，依照該橋梁的工程特性，撰寫維護管理手冊作為主要執行依據。

筆者於工地參訪結束後，自行尋找相關文獻，歸納得以下個人看法供參：

- a. 美國於 1967 年，跨越俄亥俄州河(Ohio River)之銀橋(Silver Bridge)，發生坍塌奪走 46 人命，美國國會 1968 年通過聯邦公路法案，並由 FHWA 負責建立全國橋梁清冊(National Bridge Inventory, NBI)、制定橋梁基本構件編碼及評量指引(Recording and Coding Guide for the Structural Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges, CoRe and SI&A)，並建立國家橋梁檢測標準(National Bridge Inspection Standards, NBIS)，及由美國州公路官員協會(AASHTO)配合制定橋梁構件檢測指引手冊(Guide Manual for Bridge Element Inspection)，據以執行。
- b. 美國現行橋梁檢測(主要係針對傳統橋梁)，概分為：
  - (a) 初始檢測(Initial): 依照前述 NBI 及 CoRe and SI&A 之規定，對於橋梁整體，依好(good)、尚可(faire)、劣(poor)及無法評等(N/A)製成記錄及評量表，
  - (b) 定期檢測(Routine): 原則以每 2 年為 1 週期，就不同橋梁部位、採用每日、每週或每月應目視檢測之項目，定期實施與紀錄，
  - (c) 破壞檢測(Damage): 遇有突然環境改變或人為破壞所進行之檢測，
  - (d) 深度檢測(In-Depth): 輔助定期檢測無法提供之檢測成果，常見如非破壞檢測、衝錘法、鋼筋探測器、深度裂縫(超音波)檢測…等，及
  - (e) 特殊檢測(Special): 以常用檢測方法針對特定議題實施檢測(例如，河川淘刷、路基淘空、基礎裸露…)
- c. 美國 NBIS 認為，斜張橋、懸索橋、懸吊拱橋、脊背橋等類別之橋梁，較一般橋梁為複雜，需就專業檢測步驟、搭配額外檢測訓練及經驗並經認可後，始可進行此類複雜橋梁的檢測工作；也考量此領域之橋梁，難有完全相同之條件，必須有對該特定橋梁相當熟悉的人員來進行檢測工作，因此多有針對特定橋梁專案，於工程契約要求建立「維護手冊」之規定，俾維護管理工作之遂行。
- d. 一般而言，懸索橋梁常見的缺陷如后：
  - (a) 腐蝕(Corrosion)、
  - (b) 疲勞開裂(Fatigue Cracking)、
  - (c) 超載(Overloads)、
  - (d) 碰撞損壞(Collision Damage)、
  - (e) 熱損壞(Heat Damage)、
  - 及(f) 塗裝失效(Paint Failure)。

e. 美國橋梁檢測員手冊有關「懸索橋」之建議檢測項目包括：

(a) 主纜索錨定單元(Main Cable Anchorage Elements)：如圖 H

(b) 主纜索(Cables)

(c) 纜索轉向鞍座(Saddles)

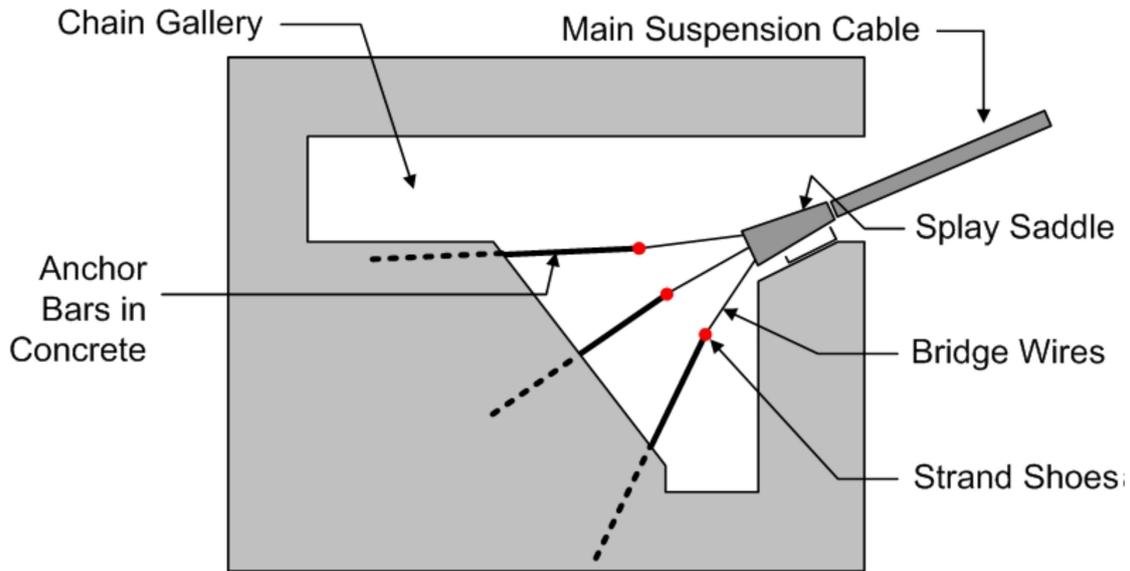


圖 H 主纜索錨定單元(Main Cable Anchorage Elements)

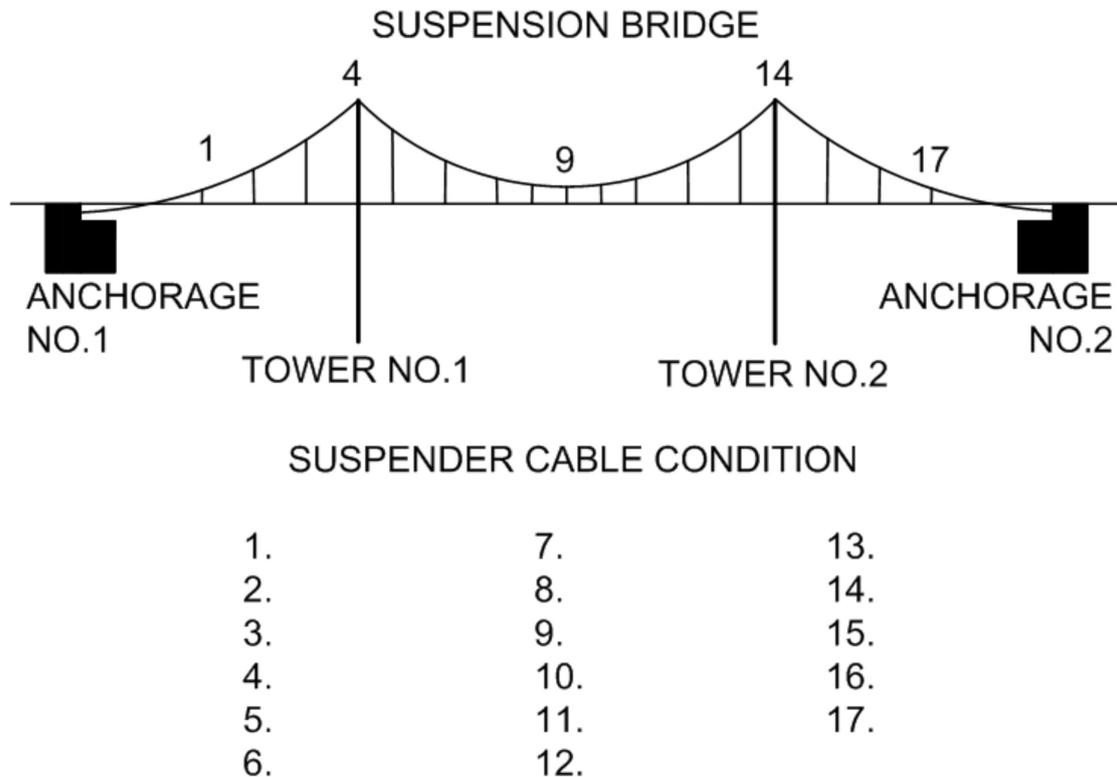


圖 I 美國橋梁檢測員手冊有關「懸索橋」之檢測紀錄建議格式

(d)吊索纜繩與接頭(Suspender Cables and Connections)

(e)鋼腱承力座(Sockets)

(f)纜箍(Cable Bands)

(g)紀錄保存與書面化(Recordkeeping and Documentation)

f.美國橋梁檢測員手冊有關「斜張橋」之建議檢測項目包括：

(a)鋼纜包材(Cable Wrapping)

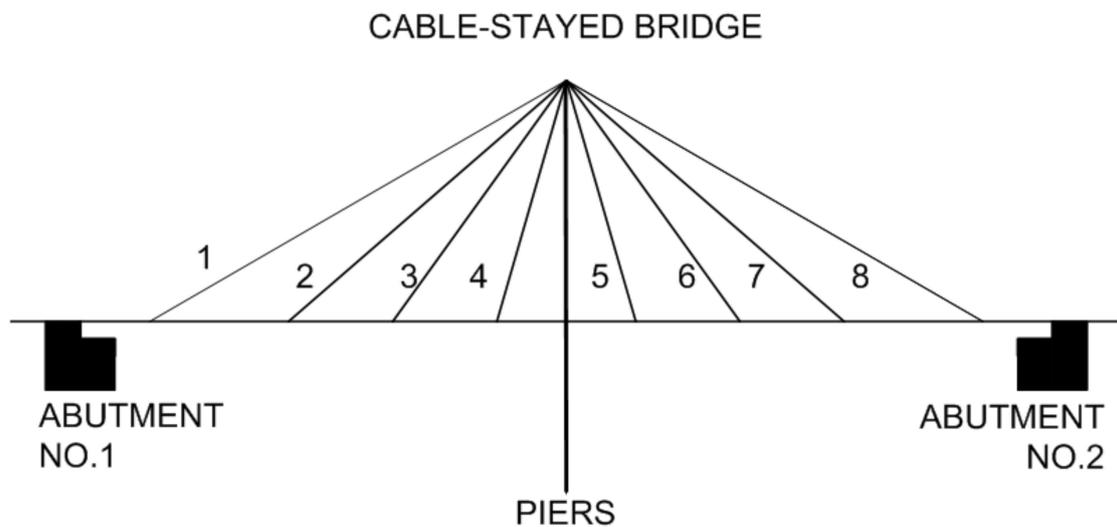
(b)鋼纜護套(Cable Sheathing Assembly)

(c)阻尼器(Dampers)

(d)橋面端錨及橋塔錨定單元(Anchorages)

(f)其它建議項目(Other Inspection Items)：錨定管之間距、翼板接合處、伸縮縫

(g)紀錄保存與書面化(Recordkeeping and Documentation)



#### CABLE CONDITION

- |    |    |
|----|----|
| 1. | 5. |
| 2. | 6. |
| 3. | 7. |
| 4. | 8. |

圖 J 美國橋梁檢測員手冊有關「斜張橋」之檢測紀錄建議格式

(出國報告之研習資料，附有「美國橋梁檢測員參考手冊」第 16 章複合橋梁供參)

g. 以上內容，再搭配 NCHRP 534—懸索橋平行鋼纜檢測與強度評估指引(2004)、NCHRP 353—橋梁斜拉鋼纜系統檢測與維護(2005)，及 FHWA-IF-11-045—懸索橋鋼纜檢測與強度評估入門(2012)等 3 本手冊，綜整檢討並據以編撰，產出特定橋梁所需之「維護管理手冊」，例如：

(a) 於 NCHRP-353，針對目視檢查，會提供諸多實務上的案例，部分項目建議每日實施一次或每週實施一次，部分項目建議每 2 年或每 5 年完成一次。

(b) 對於初學者，可參考 FHWA-IF-11-045-懸索橋鋼纜檢測與強度評估入門一書，並提供以下內容，以利工程人員編撰特定橋梁之維護管理手冊：

i. 檢測指引及試驗室試驗方法

(i) 纜索檢測(檢測等級及頻率)

(ii) 纜索檢測(鋼腱性質測試及鍍鋅測試)

ii. 現場及試驗室數據評估：總覽

(i) 鋼腱褪壞之圖像及評估

(ii) 鋼腱性質

iii. 纜索強度評估

iv. 檢測資料書面化、報告提交及建議事項

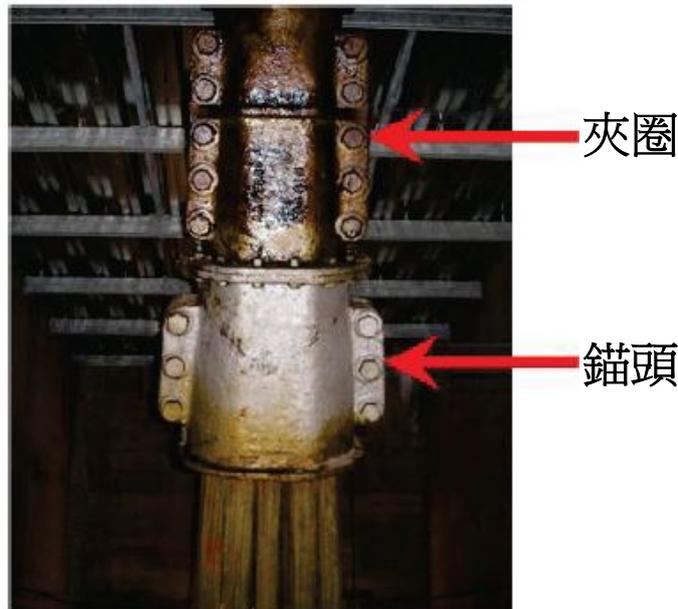


圖 K 固定鋼腱並傳遞力量之夾圈及錨頭



圖 L1 吊索纜繩及接頭



圖 L2 纜箍



圖 M 目視檢測纜索保護狀況

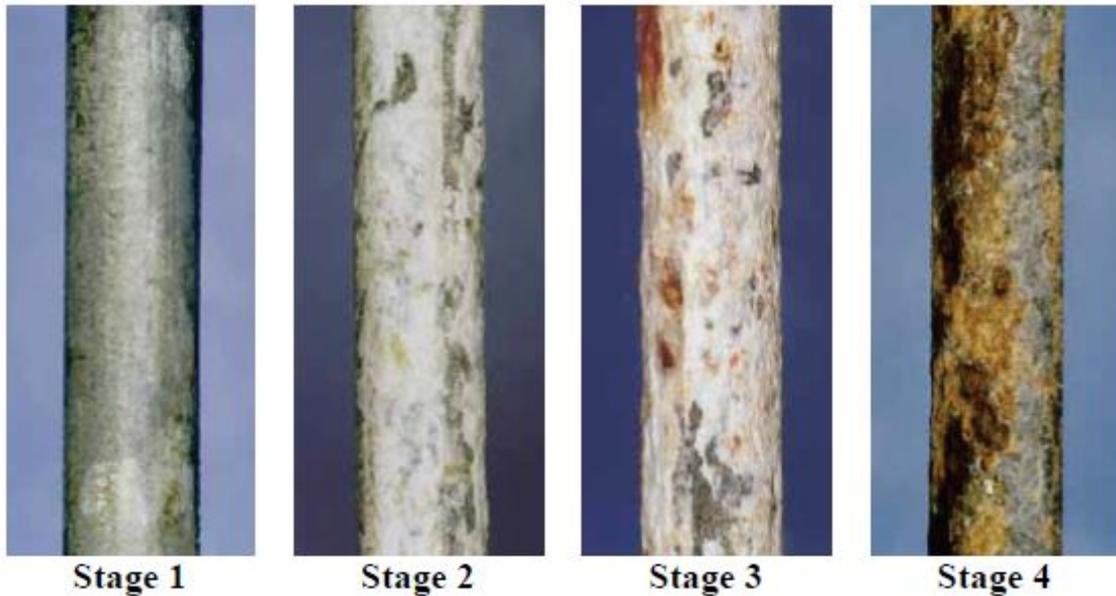


圖 N 鋼腱鏽蝕褪壞 4 階段之典型圖片

h.針對鋼索結構橋梁，美國 NBIS 採「實務指引」及「專用手冊」概念執行橋檢，各橋梁間互通有限；中國大陸則因近年大量使用鋼纜構築橋梁，業籌編「公路纜索結構體系橋樑養護技術規範」已近完成，相關橋檢規定可詳附錄(節錄)。

### 三、有關「美國聯邦暨各州政府橋梁檢測人員培訓及資格」相關議題：

#### 1. 研習資料蒐集

- (1) 台灣與美國之橋梁檢測系統與制度，陳永銘、許阿明撰文，臺灣公路工程第 34 卷第 10 期，2008 年 10 月。
- (2) 美國國家橋梁檢測標準一條文(23 CFR 650, Subpart C, National Bridge Inspection Standards, 2004)
- (3) 美國聯邦公路總署備忘錄「國家橋梁檢測標準之檢測團隊主導人員資格認定要求」。(Memorandum on Review of Team Leader Qualifications for the National Bridge Inspection Standards, April 13, 2015)
- (4) 美國聯邦公路總署組織表。(The Organization Chart of the Federal Highway Administration, Department of Transportation, effective March 5, 2018)
- (5) 美國明尼蘇達州交通局「橋梁安全檢測驗證資訊」。(MnDOT Bridge Safety Inspection Certification Information, revised August 22, 2018)
- (6) 美國威斯康辛州交通局「結構檢測現場手冊」。(Structure Inspection Field Manual, Wisconsin Department of Transportation, 2018)
- (7) 美國佛羅里達州交通局「橋梁檢測團隊主導人員要求」。(Safety Bridge Inspection Team Leader Requirements in Florida, revised July 25, 2019)
- (8) 美國羅德島州交通局，橋梁載重評估指引(Bridge Load Rating Guidelines, Department of Transportation, State of Rhode Island, November 2019)
- (9) 美國華盛頓州橋梁檢測手冊，第 1 章 橋梁檢測組織要求。(Chapter 1 Bridge Inspection Organization Requirements, Washington State Bridge Inspection Manual M36-64.11, January 2020)
- (10) 線上專題討論：美國國家橋梁檢測標準之改革建議(進行中) (Webinar : Review of Proposed Changes to the National Bridge Inspection Standard (NBIS), January 13, 2020)
- (11) 美國國家公路學院課程表(National Highway Institute Catalog, February 2020)

## 2.實務研習交流：往訪加利福尼亞州交通局結構維護檢測部門

筆者接洽之加利福尼亞州交通局結構維護檢測部門(南區)趙青主任，轄管加州南區之州政府層級以上轄管橋梁檢測工作，遵循 FHWA 訂頒美國國家橋梁檢測標準(National Bridge Inspection Standards, NBIS)辦理橋梁檢測，檢測工作多採自辦方式，並於期限內製發檢測報告，至於少數採用委辦檢測的計畫，則編製監督計畫，以抽檢方式查證委辦檢測成效。



圖 O1 及 O2 加州交通局辦公廳外觀及訪客證

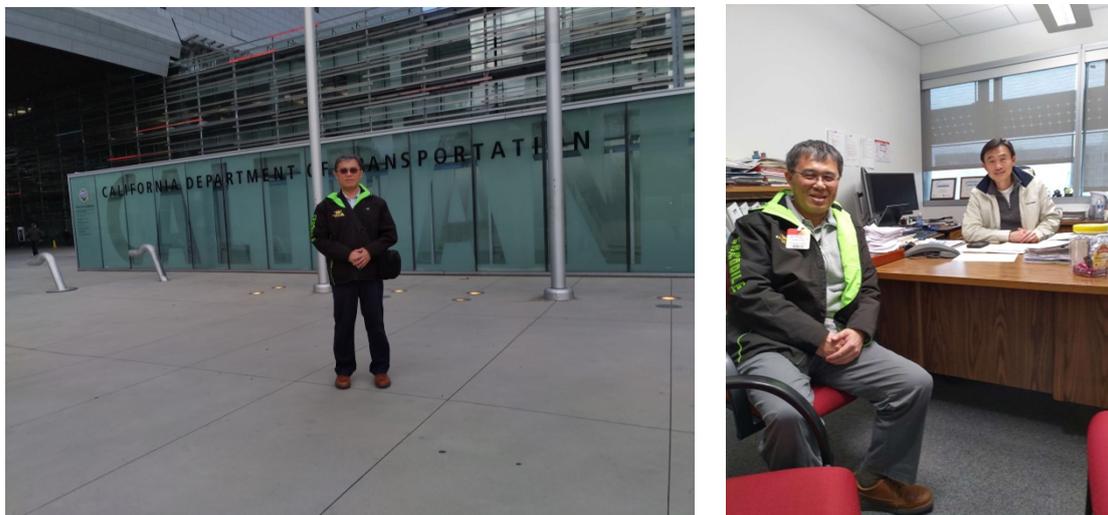


圖 O3 及 O4 筆者與加州交通局結構維護檢測部門(南區)趙青主任對談及留影

美國國家橋梁檢測標準(NBIS)，由美國聯邦公路總署(FHWA)制定，包括：§ 650.301 目的、§ 650.303 適用性、§ 650.305 定義、§ 650.307 橋梁檢測組織、§ 650.309 人員資格、§ 650.311 檢測頻率、§ 650.313 檢測程序、§ 650.315 橋檢資料建立與儲存、及§ 650.317 參考手冊。其中，§ 650.307 要求各州交通部門成立橋檢組織，置橋檢計畫經理人(Program Manager)，建立橋檢方針、程序、品保與

品管作業、橋檢資料建立與儲存，至於§ 650.309 人員資格章節所規範人員為：  
(a)州橋檢計畫經理人，(b)橋檢團隊主導人員(Bridge Inspection Team Leader)。

有關州內橋梁檢測計畫經理人(Statewide Bridge Inspection Program Manager)之資格要求為：有執業登記之專業技師，並有 10 年以上橋檢經驗，且完成 FHWA 認可之橋梁檢測全套訓練課程。

橋檢團隊主導人員(Bridge Inspection Team Leader)之資格要求，則至少應符合下列條件之一：(1)具有技師資格(Professional Engineer)，(2)有 5 年以上橋檢經驗，(3)取得 NICET 認證之第 3 級或第 4 級橋檢人員資格，(4)大學畢業，並通過 NCEES 之 FE 考試(Fundamentals of Engineering)、有 2 年橋檢經驗，並完成 FHWA 認可之橋梁檢測全套訓練課程，或(5)專科畢業、有 4 年橋檢經驗，並完成 FHWA 認可之橋梁檢測全套訓練課程。

對於新建橋梁或既有橋梁承載活載重能力之評估(i.e., bridge load rating )工作，應由具執業登記之專業技師來執行；至於水下橋檢員，則必須完成 FHWA 認可之橋梁檢測全套訓練課程，或完成 FHWA 認可之水下橋梁檢測訓練課程。

綜上內容可知，NBIS 明文規定橋檢團隊主導人員(Bridge Inspection Team Leader)之資格，惟並未規定橋檢員或助理橋檢員之資格，這部分開放予各州自行運用，並希望所有參與人員，儘量能受過專業訓練或完成相關課程，取得證明；就目前蒐集資料所呈現，各州多已於該州橋檢手冊第 1 章橋梁檢測組織有所定義，若舉華盛頓州交通局為例，該州橋檢組織之構成大略為：

- (1)州橋檢計畫經理人(Statewide Program Manager, SPM)
- (2)受委任計畫經理人(Delegated Program Manager, DPM)
- (3)(橋檢)團隊主導人員(Team Leader, TL)
- (4)助理橋檢員(Assistant Inspector)
- (5)橋梁荷重評估工程師(Load Rating Engineer, LRE)
- (6)水下橋檢潛水員(Underwater Bridge Inspector Diver, UBID)
- (7)聯邦橋檢業務駐州聯絡員(FHWA Division Bridge Engineer, DBE)

各州並於橋檢手冊，就所定義人員與職務，明確規範所需應對、符合或回訓之課程，只要將所指定之課程名稱或代碼，於該州交通局網站或美國國家公路學院(National Highway Institute, NHI)網站輸入，就可查得該項訓練課程之開課狀況或排程(可能是 NHI 自辦課程，也可能是外部訓練機構或顧問公司送經 NHI 審核核准的課程)，部分課程也提供預先登記候位或排(補)位狀態查詢，相當便利。

以下擷取部分指定課程與訓練時數供參：

橋梁狀態檢測基礎班(Bridge Condition Inspection Fundamentals)，24 小時

橋梁狀態檢測訓練班(Bridge Condition Inspection Training)，72 小時

橋梁狀態檢測最新資訊(Bridge Condition Inspection Update)，16 小時

橋梁設備財產編碼(Bridge Inventory Coding)，18 小時

使用中橋梁之安全檢測(NHI Safety Inspection of In-Service Bridge)，74 小時

橋梁檢測回訓課程(NHI Bridge Inspection Refresher Training)，18~20 小時

公路橋梁水流穩定與沖刷(NHI Stream Stability and Scour at Highway Bridges, and for Bridge Inspectors)，24 小時(一般課程)及 8 小時(橋檢員課程)

橋梁水下檢測(NHI Underwater Bridge Inspection)，24 小時

鋼橋斷裂重點檢測技術(NHI Fracture Critical Inspection Techniques for Steel Bridges)，25 小時

染料滲入試驗(NDT – Dye Penetrant Testing)，12 小時

磁性粒子試驗法(NDT – Magnetic Particle Testing)，20 小時

超音波檢驗法(NDT – Ultrasonic Testing)，32 小時

筆者與趙主任就美國橋檢體系與臺灣地區橋檢體系，進行深度討論後認為：

(1)美國 FHWA 每年至少約 5 億美元的橋檢預算，包括法規檢討、代表聯邦政府對各州橋檢業務之獨立監督及抽樣稽核，支援各轄下機構辦理各項研究發展計畫及訓練課程，使美國橋梁檢測工作，成為具有相當經濟規模之市場。(2)臺灣地區欲常態穩定推展橋檢工作，應先瞭解 FHWA 組織架構，以及於美國聯邦政府及美國運輸部之角色與功能，方有助於臺灣地區在橋檢工作的定位及後續推展。

#### 四、有關「瞭解橋梁新工與維管成效待改進之處理方案」相關議題：

##### 1. 研習資料蒐集

- (1) 美國德克薩斯州交通局特訂規範第 4604 章斜張纜索(Stay Cables, 4604, Special Specification, ver.2004, Texas DOT)
- (2) 美國聯邦公路總署與美國德克薩斯州交通局合作，第 FHWA/TX-07/0-5320-1 號出版品—水泥混凝土(與瀝青混凝土)鋪面轉換之設計與施工優良實務(Best Practices of Concrete Pavement Transition Design and Construction, Publication No. FHWA/TX-07/0-5320-1, TxDOT Cooperated with FHWA, April 2007)
- (3) 懸索橋梁纜線除濕系統(Cable Dehumidification Systems for Suspension Bridges - Faust by AECOM\_TSP2 Western Bridge Preservation Partnership Meeting, May 8-10, 2013)
- (4) 美國加利福尼亞州交通局施工標準規範第 60 章既有結構—60-3.03B 甲基丙烯酸酯合成樹脂橋面板處理，以及 60-3.04B 聚酯混凝土披覆。(p.861, 60-3.03B Methacrylate Resin Bridge Deck Treatment, P.864, 60-3.04B Polyester Concrete Overlays, Section 60 Existing Structures, Standard Specifications, Department of Transportation, California State Transportation Agency, State of California, 2018)
- (5) 國際標準組織—ISO 19427(2019)：鋼纜繩—懸索橋梁主纜用預先組構平行纜線規範。(International Standard ISO 19427 : 2019 Steel wire ropes – Pre-fabricated Parallel Wire Strands for Suspension Bridge Main Cables - Specification)
- (6) 進橋板與路面，美國佛羅里達州交通局橋梁維護課程系列(Approach Slabs and Approach Roadway, Chapter 6, Florida DOT Bridge Maintenance Course Series)
- (7) 橋面伸縮縫，美國佛羅里達州交通局橋梁維護課程系列(Deck Expansion Joints, Chapter 8, Florida DOT Bridge Maintenance Course Series)

##### 2. 實務研習交流：加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地

由於本次研習受新冠肺炎疫情影響，僅加利福尼亞州長灘區傑洛戴斯蒙橋梁改建專案工地有幸成行，故就該案現地所見，探討新工與維管可供學習之處。

### (1) 鍍鋅鋼筋

傑洛戴斯蒙橋梁改建專案，因位於港區，屬於高鹽分環境，故使用鍍鋅鋼筋施工(圖 L)，本局亦已於代辦金門大橋工程使用，惟應避免鍍鋅層產生微裂縫。



圖 P1 及 P2 於高鹽分環境，結構工程使用鍍鋅鋼筋

### (2) 於橋腹板下方設置鐵氟龍滑動面，達成滑動需求

橋梁上部結構與下部結構之界面，遇有滑動需求時，常見設計乃使用盤式支承，若有抗震需求，則設置剪力鋼箱與抗拉拔裝置；於傑洛戴斯蒙橋梁改建專案則調整設計，盤式支承本體係固定於橋墩，而於橋腹板下方設置鐵氟龍滑動面，同樣達成滑動需求，並有助於現場施工及簡化維護管理。



圖 Q1 及 Q2 於橋腹板下方設置鐵氟龍滑動面，達成滑動需求

### (3) 使用可轉向式模組型伸縮縫

本項改建專案，因主橋梁屬於長跨距施工，主橋跨為鋼骨結構搭配混凝土橋面板，所以伸縮量達數十公分，經設計檢討後，選擇採用可轉向式模組型伸縮縫，筆者詢及維管需求，施工單位表示橋梁維護訓練課程已有模組型伸縮縫專章。



圖 R1 及 R2 模組型伸縮縫之主橫梁及轉向機制



圖 R3 及 R4 模組型伸縮縫之預組立及完成狀況

(4)以聚酯混凝土披覆，做為橋面板所用鋪面

橋面板完成後，若使用柔性鋪面，除非進入箱室檢查，否則不易查覺結構裂縫，若發生滲水或白華則為時已晚；加州交通局施工標準規範，則搭配當地環保再生材料，使用聚酯混凝土披覆，做為橋面板所用鋪面，且因無內部黏結力，故遇橋面板有結構裂縫產生，聚酯混凝土披覆即隨之產生裂紋，並可目視察覺。



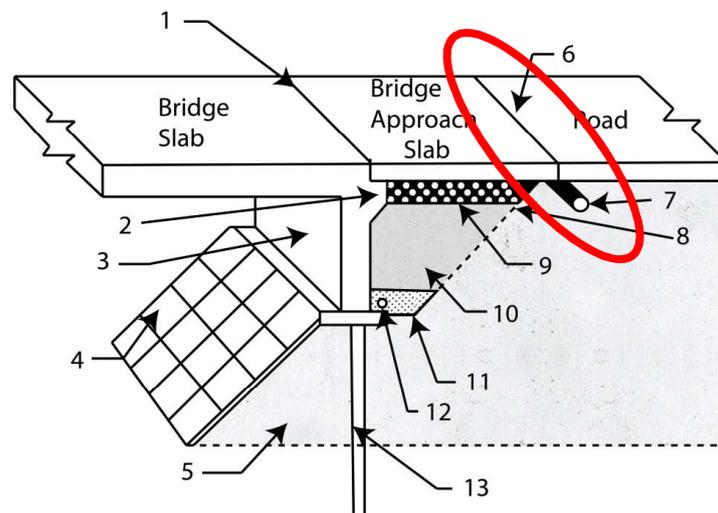
圖 S1 及 S2 以聚酯混凝土披覆，做為橋面鋪面，並可供間接判斷橋面裂縫

### (5)水泥混凝土(與瀝青混凝土)之鋪面銜接方式檢討

前述使用聚酯混凝土披覆做為橋面鋪面，還有一項優點，即聚酯混凝土與結構混凝土強度相近，於橋面伸縮縫附近之橋面區段，聚酯混凝土與橋面伸縮縫旁之無收縮混凝土銜接，其接合面之力量可正常傳遞，提供民眾用路服務後，不易產生接合面破壞；反觀臺灣地區，因著重行車舒適，於橋面板或進橋板多鋪設瀝青混凝土，當施工狀況不佳時，容易產生接合面坑洞或破壞，維修成效亦有限。

高公局施工技術規範，橋面伸縮縫於新建工程案件，多採用後裝法施工，即橋面瀝青混凝土鋪築壓密完成後，割開路面並安裝伸縮縫，所以施工重點在於伸縮縫兩側之無收縮混凝土灌注、搗實且不允許振動，俾使無收縮混凝土強度至少發展至設計強度，銜接已壓密之橋面 AC，接合面即不易破壞。

若限於施工條件，橋面伸縮縫不得不採用先裝法施工，就會有熱拌瀝青混凝土鋪面、銜接至既有橋面伸縮縫兩側已固化無收縮混凝土之狀況，此時：(1)橋面板落實 AC 鋪面分層夯實，橋面 AC 與伸縮縫無收縮混凝土銜接應無疑義，(2)至於路工銜接進橋板側，AC 厚度較大，若施工狀況不佳，易產生路面高差。



- |                      |                              |
|----------------------|------------------------------|
| 1. Expansion Joint   | 8. Backfill Excavation Limit |
| 2. Paving Notch      | 9. Special Backfill          |
| 3. Abutment          | 10. Granular Backfill        |
| 4. Slope Protection  | 11. Porous Fill              |
| 5. Bridge Embankment | 12. Subdrain                 |
| 6. Joint             | 13. Pile                     |
| 7. End Drain         |                              |

圖 T 橋台與進橋板示意圖(摘錄美國佛羅里達州，橋梁維護訓練課程資料圖示)

美國聯邦公路總署與美國德克薩斯州交通局於 2007 年曾經主導一研究案，針對水泥混凝土與瀝青混凝土之鋪面銜接，有過實驗性的調整設計，水泥混凝土板體採厚度漸變方式，與漸變厚度之瀝青混凝土順接，詳見圖 Q1 及圖 Q2。

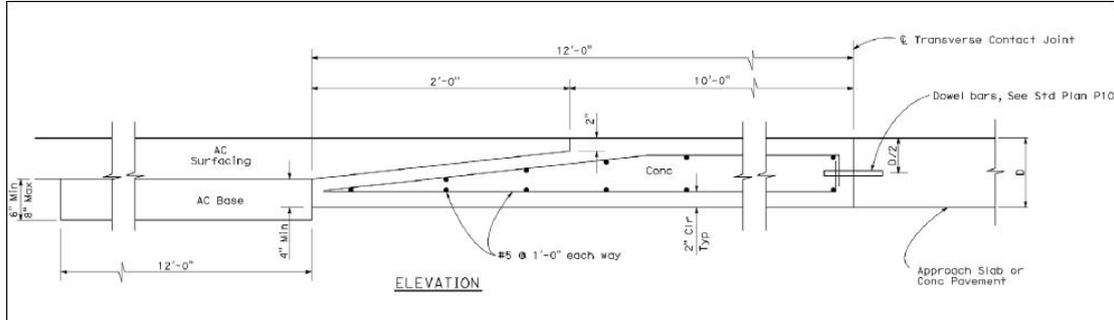


圖 U1 水泥混凝土與瀝青混凝土鋪面銜接之實驗性調整設計(示意圖)

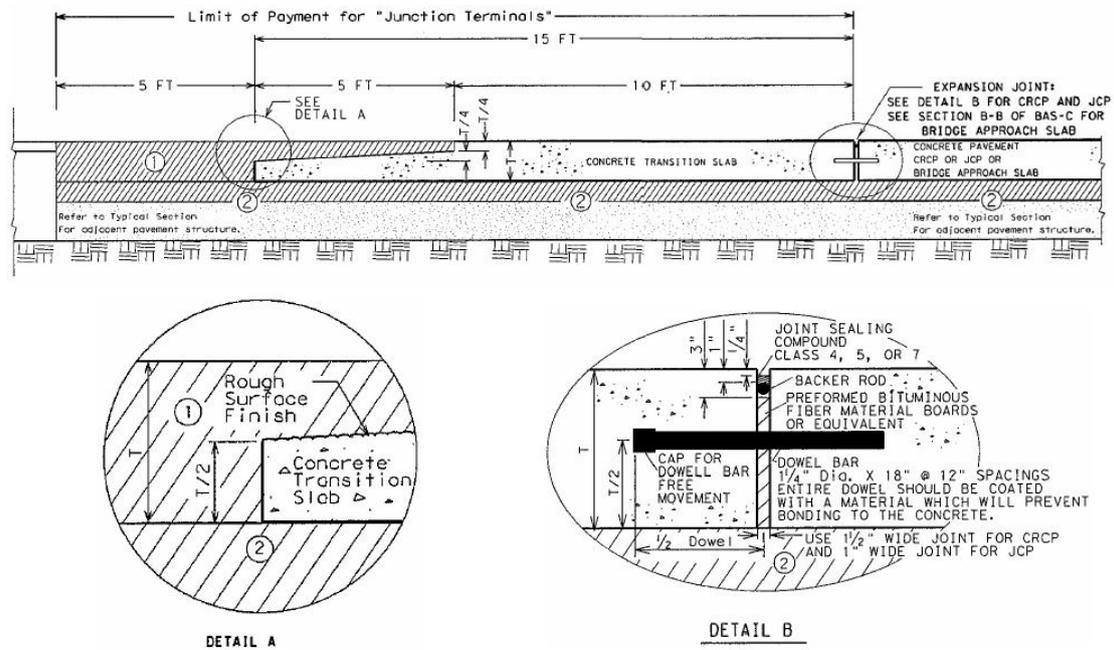


圖 U2 水泥混凝土與瀝青混凝土鋪面銜接之實驗性調整設計(詳細圖)

上項實驗性調整設計係供參考。由於本局負責維持高速公路的正常服務，不容許因為大量維護管理工作而導致用路障礙衍生民怨，故希望在規劃設計或施工階段就能解決使用上的問題，強化高速公路服務穩定性，增進為民服務之成效。

## 五、後記

1. 本案承蒙美國馬里蘭大學橋梁評估及軟體技術中心博士候選人侯光遠研究員，以及國立高雄科技大學土木工程學系蘇育民助理教授鼎力協助，特申謝忱。

- 2.各子題所列研習資料蒐集，筆者均有檔案備索，惟部分資料動輒百頁以上，基於資源減省而採節錄提供，若讀者認有助於業務推展遂行，歡迎與筆者聯繫。
- 3.受疫情影響，本案大部分預定參訪行程均未能成行，整體研習資料之豐富度仍待提升，此節將在 110 年重啟研習時，持續加強辦理。

## 心得與建議

- 1.關鍵基礎設施，乃屬國安層級的議題，雖然臺灣地區尚非恐怖分子活躍地帶，然身負臺灣地區運輸重任的高速公路系統，必須對於任何可能的突發狀況或風險，有所評估與因應；在國際交流與地球村的概念下，本研習案建議應就關鍵基礎設施防護理念於重要公共運輸設施(陸、海、空)之應用，持續予以關注。
- 2.中國大陸地區於 2002 至 2012 年，發生數次懸吊拱橋斷裂事件，相關研究課題隨之發展；而南方澳大橋事件，促成眾人重視非專業橋梁機構也有橋梁檢測維護需求之相關議題。由於鋼纜橋梁於臺灣地區使用日漸普及，本研習案建議，政府應儘速建立對於鋼索橋梁維管檢測標準並加以施行，俾助益公共安全。
- 3.美國 FHWA 組織龐大，制定 NBIS、下轄 NHI，FHWA 獨立超然，有充足的權責及預算；有關橋梁檢測人員資格及訓練，於 NBIS 已有基本規範，未規範的部分則開放給各州自行運用，並規定所需完成之訓練(含回訓)課程，而這些專業課程又由 NHI 統籌規範及管理，可知美國聯邦與各州之橋梁維管工作，由 FHWA 有制度地運作；本研習案爰建議，應充分瞭解 FHWA 的組織架構及於美國 DOT 的角色，始有助於構建臺灣地區適用之橋檢人員資格與訓練工作。
- 4.自從 107 年 2 月 12 日組織編修後，高速公路新工與維管的溝通平台，從交通部回到了高公局本身，在全生命週期、預防重於治療的管理概念下，新工與維管的交流將更為重要；本研習案謹此建議，各項新建、拓建、改建或整建等工程案，應妥善保存相關紀錄，並落實辦理「施工、維管」回饋至「規劃、設計」的交流活動，適時檢討本局標準作業程序，俾本局工程業務更加靈活有效率。

附錄：交通部核定函、訪學邀請函、中止研習通知及研習資料(依序)節錄

## 交通部 函

地址：10052臺北市仁愛路1段50號  
傳真：(02)2388-5116  
聯絡人：溫正源  
聯絡電話：(02)2349-2533  
電子郵件：b34831133@motc.gov.tw



受文者：交通部高速公路局

發文日期：中華民國109年2月11日  
發文字號：交人字第1095001592號  
速別：最速件  
密等及解密條件或保密期限：  
附件：如主旨(1095001592-0-0.docx、1095001592-0-1.xlsx)

主旨：所報貴局第二新建工程處張正工程司兼主任瑜超參加109年度本部選送人員赴國外專題研究計畫執行書-「交通關鍵基礎設施-公路橋梁保安防護設計實務研習與交流」一案，本部同意辦理，檢送「交通部選送人員赴國外專題研究核定表」1份，請查照轉知。

說明：

- 一、依據「交通部選送人員赴國外專題研究實施計畫」辦理，並復貴局109年1月22日人字第1080044033號函。
- 二、鑑於南方澳大橋斷裂事件，建議瞭解美國針對具鋼索結構之橋梁，如何辦理例行性檢測、養護等工作，並瞭解各州政府橋梁檢測人員培訓及資格等規定，納入研究計畫範疇，並將前開建議研究成果納入出國報告。
- 三、貴局應於人員返國後2個月內辦理心得分享會，並應邀請與研究主題有關機關派員與會，俾有助於研究效益之擴散。
- 四、研究人員於研究期滿返國2個半月內，應依「行政院及所屬各機關出國報告綜合處理要點」規定，提出出國書面報





裝

告及摘要，上傳至「行政院及所屬各機關出國報告資訊網」，並將前開報告併同「交通部選送人員赴國外專題研究建議事項研議情形追蹤表」及「交通部出國專題研究成果面談紀錄表」函報本部，俾追蹤研究成果納入相關政策推動之效益。

五、另本案後續各項行政作業業列入本部人事處所屬人事機構109年度人事業務績效考核項目，相關作業期程及應送表件，請依實施計畫辦理。

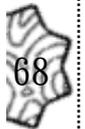
正本：交通部高速公路局

副本：本部路政司、會計處（均含附件）



訂

線





# UNIVERSITY OF MARYLAND

GLENN L. MARTIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
A. JAMES CLARK SCHOOL OF ENGINEERING  
*Department of Civil & Environmental Engineering*

1173 Glenn L. Martin Hall  
College Park, MD 20742  
301-405-1974 TEL 301-405-2585 FAX  
[www.cce.umd.edu](http://www.cce.umd.edu)

September 26, 2019

Mr. Yuchao Chang (張瑜超), Senior Engineering Officer  
The Second Engineering Office of the Freeway Bureau  
Ministry of Transportation and Communication (MOTC)  
Taiwan, ROC

Re: Invitation to Mr. Yuchao Chang for visiting The University of Maryland at College Park,  
dated from Feb. 2020 to May 2020

Dear Mr. Chang,

I am pleased to invite you as a short-term visiting scholar to conduct research study at the Civil and Environmental Engineering Department of University of Maryland at College Park (UMCP), starts from Feb. 2020 to May 2020. I understand your home office, Ministry of Transportation and Communication (MOTC), Taiwan, ROC, will be responsible for all costs including travel, living, and health insurance expenses for your study at UMD. No course is taken and no tuition fee is required for your study here at UMD.

I understand that your main research interest is focused on the topic of a study on the bridge security design and related topics. Your study topic is also one of my recent research interests. During your visit you will be carrying out study under my direction.

You can find more information regarding our department and the university from the website <https://www.umd.edu>. Look forward to seeing you in the near future.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'C. C. Fu'.

C. C. Fu, Ph.D., P.E., F. ASCE  
Director and Research Professor  
The Bridge Engineering Software & Technology (BEST) Center  
Department of Civil and Environmental Engineering  
University of Maryland  
College Park, MD 20742  
Tel: 301-405-2011; <http://blog.umd.edu/ccfu/>  
e-mail: [ccfu@umd.edu](mailto:ccfu@umd.edu)  
<http://www.best.umd.edu>



張瑜超 &lt;tacocyc@gmail.com&gt;

## Fwd: News Alert: Trump to declare national emergency in response to coronavirus

Chung C. Fu &lt;ccfu@umd.edu&gt;

2020年3月15日 下午10:51

收件者: 張瑜超 &lt;tacocyc@gmail.com&gt;

副本: Chung Wu &lt;clwu56@gmail.com&gt;, Yu-Min SU &lt;yuminsu@nkust.edu.tw&gt;, "侯光遠(USA)" &lt;vtmac23@gmail.com&gt;, tacocyc@tcts.seed.net.tw

Thanks for the update. FYI, all my previous requests for meetings with state and federal officials have been turned down due to office shutdown and concerns of outside visitors to their offices. The University doesn't allow students to be in school until April 10th and pending on the University decision afterward. All classes are distant learning until further notice! The US president and the MD governor announced the National Emergency and State Emergency, respectively, within the past two days. For your safety and health I urgently request your returning to Taiwan before it gets worse here with all flights cancelled....C. C. Fu

[隱藏引用文字]

2020年03月15日美國馬里蘭大學指導教授傅崇基老師電郵通知，由於聯邦及各州辦公室關閉、或對於外界參訪有所顧慮，先前往訪請求均遭婉拒；因已陸續發布緊急狀態，為健康及安全起見，在情況更糟之前，促請儘速返臺。