



玖. 出國考察 及研究報告

一、交通建設考察出國報告

(一) 前言

本次至美國參訪主要係率領由交通部臺灣區國道高速公路局、交通部公路總局、交通部國道新建工程局、臺灣營建研究院、學術界及設計顧問公司等單位代表14人組成代表臺灣之團隊，共同參加2008第四屆臺美橋梁工程研討會，該研討會係由美方之聯邦公路總署（Federal Highway Administration，以下簡稱FHWA）、美國FHWA所設專屬公路研究中心Turner -Fairbank Highway Research Center（以下簡稱TFHRC）、紐澤西州交通廳（State of New Jersey Department of Transportation，以下簡稱 NJ DOT）等官方單位與我民間團體之臺灣營建研究院共同籌備舉辦。臺灣的成員除了持續發表有關橋梁耐震補強技術與公路建設應用如自充填混凝土等先進材料與工法的文章外，也將提供臺灣對於生態永續理念具體落實於高速公路工程規劃、建設的經驗，同時對於運用交通管理手法有效提昇公路運輸容量與效能，減少新建公路建設所耗用地球資源之實際經驗，分享臺灣應用智慧型運輸管理系統於高速公路管理之案例等9篇專文，美方則發表橋梁有關各領域13篇專文。研討會後參訪美國紐約市、紐澤西州、維吉尼亞州橋梁與公路管理單位。

未來透過此機制之良好聯繫與互動，無論我國官方單位或民間



團體，相信可為臺美雙方建立一暢通之管道，提供彼此專業技術交流與支援，提升國內工程人員國際觀，促進國內橋梁工程生命週期之規劃、設計、施工、維護管理等各階段之前瞻性技術發展。

（二）參訪過程

1. 2008臺美橋梁維護工程研討會

2008臺美橋梁維護工程研討會為期兩日，會場地點位於美國紐澤西州Princeton，開幕當日首先由美國FHWA橋梁司司長Myint Lwin及本局陳副局長分別代表臺美雙方發表開幕歡迎演說，



研討會會場

隨後由TFHRC Dr. Phillip Yen、臺灣營建研究院副院長徐力平作簡短引言，正式揭開研討會序幕。研討會所討論之議題涵蓋橋梁計畫之規劃(planning)與執行(operating)、橋梁檢測維護策略、複合災害之防治(multi-hazard mitigation)、智慧型路網、先進材料及技術等相關論文，內容相當廣泛且豐富。

經過兩天緊湊而精彩的研討，臺美雙方在技術與經驗上進行實質且深入地交流，並對於未來的交流提出討論且獲致如下的共識：

- (1)臺美雙方共同開發地震、沖刷、颱風與洪水等災害之橋梁多重災害破壞案例資料庫，並與Dr. George Lee合作取得需要的資料。
- (2)雙方可就建立橋梁安全檢監測與評估之標準作業程序等相關議題進一步發展。
- (3)交換雙方有關耐震補強研究之成果與經驗。
- (4)快速橋梁興建工法雙方已進行研究計畫之合作，未來能更進一步合作發展。
- (5)雙方可就SCC應用實例與環境衝擊議題等經驗進行交流。
- (6)發展跨越已知斷層橋梁設計策略。

而雙方將在近期內，將臺灣在耐震補強與橋梁安全檢監測與評估之標準作業程序之研究寄送TFHRC，請美方進行審視及提供建議；在一年內發展建檔技術交換相關資料並盡快開啟合作計畫。



研討會臺美代表合照

2. 參訪行程

(1) 參觀紐約市橋梁工程

紐約市由哈德遜河所圍繞，通常其橋梁結構都非常龐大，多以鋼拱橋結構形式為主，其優點是造型優美，但缺點是後續養護較為繁瑣，尤其是防蝕工作，在現場發現許多鋼結構橋梁之鏽蝕狀況相當嚴重，但因維護經費有限，也無法依實際所需維護頻率進行油漆之塗裝，此乃該市橋梁安全之隱憂之一。

(2) 拜會紐約市交通廳

本拜會行程由橋梁部門橋梁檢測及管理局執行長Bojidar S. Yanev介紹「紐約市橋梁：路網與專案管理」，談到在紐約市這樣一個老都會，各式各樣的橋梁管理，每年橋梁維護預算約6千萬美元，但實際維護所需經費約9千萬美元。因此在有限的經費下，如何落實橋梁檢測制度與擬定橋梁維護計畫便成為相當重要的課題，這課題牽涉對檢測結果與標準之正確性與一致性、橋梁構件維護之優先次序與預算分配之複雜問題。

(3) 參訪紐澤西收費公路公司

本次參訪聽取NJ Turnpike的拓寬計畫：「交流道6～9路段拓寬計畫」（The New Jersey Turnpike Interchange 6 to 9 Widening Program），計畫內容包含近35英里長的道路拓寬，將以dual-dual



turnpike roadway方式在現有雙向6車道的路線，於兩旁各增設3車道的新路線進行拓寬；部分交流道亦將配合進行拓寬。對於涉及複雜法律與民眾權益的法務工作與用地取得，該公司乃委託專業機構辦理，而主辦單位將大部分的心力放在跨州協調、民意參與、環境與生態保護以及施工管理，因參與廠商包含許多廠商，其介面協調與工作統籌將是一項艱鉅的挑戰。

結束拓寬計畫簡報與座談後，繼續參觀紐澤西交通管理中心，實際觀摩該州在交通管理的整合式作法。該交管中心的最大特色是由紐澤西州交通廳、紐澤西收費公路公司(NJ turnpike authority)以及州警局3個單位的業務相關同仁合署辦公，負責該地區的交通管理事宜，當轄內道路有任何事件發生時，3個單位的同仁便能當場討論、決定交通因應措施，據以執行。

(4)參觀Woodrow Wilson橋梁工程

本計畫除了將原有舊橋的雙向6車道改建為雙向12車道之外，其中有2車道更將供高承載車輛(HOV)使用，以鼓勵大眾運輸或車輛共乘，紓緩本路段交通成長的壓力。新橋也將配置人行道與腳踏車道，使本座橋梁能服務更多元的運具。

(5)參觀Turner Fairbank研究中心

該研究中心屬於FHWA之研究機構，本次拜會參觀了鋼結構實驗室、超高強度混凝土(Ultra-High Performance Concrete)實驗室、非破壞評估實驗室、水工實驗室及風動實驗室，也參觀了室外的加勁土橋台(Reinforced Earth Abutment)及鋪面荷重試驗場。值得一提的是，喧擾一時的明尼蘇達州斷橋殘骸，因破壞原因需送往該中心進行專業鑑定工作，本代表團得以近距離觀察破壞殘骸。

(6)參觀華盛頓特區與維吉尼亞州地區公路

實地參觀當地道路設施及交通運作。發現美國東北或因冬夏溫差較大，高速公路常常發生縱向裂縫。但是當地並不常看見路面刨除重鋪，而是用環氧樹脂混凝土修補裂縫，修補後的路面仍能保持相當良好的平整度。同時美國東北地區的高速公路在車道線上是不設置標記的，可確保駕駛人變換車道時的舒適性。

(三)心得與建議

本研討會由臺灣民間工程機構(臺灣營建研究院)作為聯繫窗口，結合政府工程主辦機關與民間工程顧問機構，與美國政府公路工程與研究機構合作，建立橋梁工程技術交流平台，重啟臺美官方技術交流之新契機。每年分別由



臺、美輪流負責召開研討會，針對彼此感到興趣之工程議題，提出計畫或執行成果、研究或創新成果等供交流分享，雙方亦可就共識方案，擬訂計畫據以執行並共享成果，如此該技術交流機制將可持續推動，而由民間研究機構作為聯繫窗口，也可避免許多不必要之干擾及合作中斷之風險。

交通部雖在公路工程方面有許多委託研究，但仍缺乏自身之實驗室。短期或可結合產業界或學校的實驗室，就本土性的公路工程課題，進行系統性的委託研究。但長期而言，仍宜仿效美國聯邦公路總署，設置如Turner-Fairbank之類的常設研究機構，就相關課題進行長期性的研究發展，以提昇本國的公路工程技術，也可讓目前國內過剩的研究人力有地方能發揮所長。

二、引領臺灣紫斑蝶安全遷徙專題報導

（一）緣起

臺灣紫斑蝶每年冬季會集體在臺灣南部山谷越冬，春季則在春分日前後開始往北遷徙至臺灣中北部地區，這種生態現象與舉世聞名的美洲帝王斑蝶，由美國北部、加拿大遷徙至墨西哥越冬的情形類似。2003年6月大英博物館出版「蝴蝶」一書，即臺灣的「紫蝶幽谷」和墨西哥「帝王斑蝶谷」並列為世界上兩個大規模的「越冬型蝴蝶谷」。

96年3月初，本局接獲義守大學提供之資訊，得知紫斑蝶遷徙路徑將於清明時節飛越國道3號林內段，與車流交會恐對紫斑蝶遷徙造成影響，急需保護引領飛行。本局基於國道主管機關之立場，及推動生態工程之理念，乃成立「辦理紫斑蝶遷徙減輕措施工作推動小組」，積極投入紫斑蝶之保育，並首創「讓路給紫斑蝶」的措施，使臺灣躍升國際媒體版面，有效提升我國在國際生態保育上的正面形象，且使紫斑蝶生態與紫斑蝶遷徙行為的課題，成為國內熱門之話題。

（二）辦理過程與措施

今年持續於國道3號林內段辦理對紫斑蝶遷徙之減輕影響措施與試驗工作。於紫斑蝶遷徙期間，視遷徙情形以及高速公路交通狀況，採行下列各項減輕影響措施與試驗：

1. 建立預警通報機制

為有效掌握紫斑蝶遷徙資訊，爭取更多的封閉車道的作業時間，使紫斑蝶的尖峰遷徙皆能夠封閉外側車道，以降低紫斑蝶的傷亡，為紫斑蝶飛越國道3號林內段爭取更多安全的空間，本年度新增預警通報機制作業。



觀察紫斑蝶遷徙動態

2. 遷徙尖峰時段封閉北上外側車道

經96年調查得知，本路段進行外側車道封閉時行車速率仍可達100公里／小時，當紫斑蝶遷移之蝶流量達每分鐘500隻以上時，駕駛人已可察覺紫斑蝶遷移現象；在考量降低對於紫斑蝶遷徙之衝擊



尖峰時段封閉北上外側車道

及尊重生命之理念下，兼顧用路人之權益，於蝶流量達每分鐘500隻以上時，封閉國道3號北上外側車道，範圍由去年251k+700—252k+300擴大為251k—253k，以降低國道車流對紫斑蝶遷徙之影響。



3. 防護網試驗

於路堤及橋梁外側護欄處架設防護網，經96年試驗結果顯示，架設防護網能提高紫斑蝶穿越國道時的飛行高度，確可有效減少紫斑蝶與交通車流的衝突。惟調查發現部分紫斑蝶於飛越防護網後會有降低飛行高度及受風向、車輛氣流影響產生被動偏離之情形；為提高對紫斑蝶遷移之保護，今年架設之防護網將提高為4公尺，採連續架設方式設置於國道3號北上252k+100－251k+700，其中橋梁段300公尺、路堤段100公尺，共計400公尺。



護欄設置防護網以提高紫斑蝶穿越國道時的飛行高度



4. 路堤段植栽導引

路堤段利用植栽導引紫斑蝶飛越為極佳方式。在達到導引功能要求上，同時考量生態綠化之手法，栽植當地適生潛在植被；在植栽發育成長期間，路堤段仍搭配設置防護網等措施。本年度本局選用高度2.5公尺喬木總計150株，高度100及60公分之灌木各100株，總計350株；植栽範圍從清水溪西側橋臺起，向南延伸。



護欄設置防護網以提高紫斑蝶穿越國道時的飛行高度

為能夠宣導與傳達紫斑蝶相關知識，建立正確的生態觀念，並聽取專家學者對於本局各項作為的看法與建議，本年度另新增辦理教育訓練1場次及專家學者座談會2場次。



紫斑蝶2008專家座談會



國道3號林內段紫斑蝶遷徙減輕影響相關工作比較表

工作項目	96年	97年
防護網架設	1.路堤段：2.5m及3.5m高各20m。 2.橋梁段：3.3m高、長50m。	1.路堤段：4m高100m。 2.橋梁段：4m高300m。 3.路堤段與橋梁段連續架設。
外車道及外路肩封閉	1.600公尺：251k+700—252k+300清水溪橋南橋臺附近。 2.封閉標準：預估蝶流量每分鐘達2,000隻。	1.2公里：251k+000—253k+000。 2.封閉標準：預估蝶流量每分鐘達500隻。
植栽導引種植	無	1.清水溪橋西橋台路堤段往南50m。 2.喬木：高度2.5m，150株。 3.灌木：春不老（高60cm）、樹杞（高100cm）各100株。
橋下導引試驗	1.燈架以活動方式吊掛於工作架上，紫外線燈管導引通道寬度6m，高度3.6—5.4m，長度18m，左右各100支紫外燈管。 2.模擬透空白色紗幕。	晝光燈管架設於高架橋底部，呈面狀排列：長23m、寬17m。燈具長1.2m，排列方式如下：前後兩端各7m之燈具間距150cm、中間部分間距50cm，共約400組燈具。
其他		辦理「道路生態工法與紫斑蝶生態講習會」及專家學者座談會

（三）觀察過程及結果

依據臺灣生態工法基金會的調查，國道3號林內段97年春季遷徙的高峰期在3月22日到4月7日間，蝶流量在3月25日及4月5日曾觀察到千隻左右的水準，並在3月22、27日及4月4、6日達到每分鐘500以上的水準，其他時間的蝶流量皆為低於此的小規模移動狀態，並在4月10日之後，觀察個體數降至十位數或零。就整體蝶量變化趨勢來看，今年度高峰期的落點和過去3年並無顯著差異，皆在3月底至4月初之間共出現兩次高峰期。至於定向飛行的日周律動上，自上午8時即開始陸續出現，在10—12時達到高峰，峰值出現在上午11時30分左右。

紫斑蝶遷徙期間，天氣狀況為極顯著之指標。在今年度春季遷徙尖峰期間，共出現6次的中高蝶流量（每分鐘大於500隻）都是發生在天氣晴朗而溫暖的天候狀況下。依此經驗法則而建立之經由預警通報機制，封閉車道決策及執行流程效率提升，也為將近七成之紫斑蝶爭取了更多安全飛越高速公路的空間。

防護網的長度與高度皆較96年度增加，且封閉外側車道的門檻亦由蝶流



量每分鐘1000隻下修至500隻，並在路堤段增加植栽導引措施，使得中高蝶流量（每分鐘大於500隻）的平均致死率降低至為2.35%。

（四）結語

本局自去年起採取保護紫斑蝶之措施，引起廣泛之報導與迴響，國外權威媒體，例如英國BBC電視臺、日本朝日新聞並因此而對於臺灣紫斑蝶遷徙的專題報導，已有效提升我國在國際生態保育上的正面形象。而國內也產生一股紫斑蝶熱潮，如文化事業界、出版界、技術學院等領域，為了使國人對於這種臺灣獨特、美麗而珍貴之生態資源有更多更深刻的體會與認識，均熱烈響應本局之紫斑蝶護蝶行動並廣為宣導保育觀念。



局長接受英國BBC電視台專訪

本局仍將盡最大的努力進行各項保護措施，期能降低紫蝶傷亡，相信以如此積極的作為將有助於維護臺灣「蝴蝶王國」的美譽，而每位參與這項工作的同仁皆深感榮幸並將全力以赴。未來，本局更將跳脫傳統工程建設的思維，站在大格局及大視野的宏觀角度來看待國道建設的各項生態工程，將工程手段的設計概念擺在回歸於原始的想法上面，不破壞、不過分擾動、取材自然，以達到保存或增加生物多樣性之目標。如果我們的耐心多一點點，紫斑蝶傷亡就會少一點，臺灣的形象也會高一點。在紫斑蝶高速公路與人類高速公路的交流道上，我們禮讓紫斑蝶前行，而百萬紫斑蝶的生靈，也將年年以翩翩起舞回報。