

出國報告（出國類別:考察）

2015年國際橋梁研討會(參展主題國) 及第十屆臺美公路橋梁工程研討會

主辦機關：交通部臺灣區國道高速公路局

姓名職稱：范植谷 交通部常務次長

蔡書彬 路政司專門委員

陳柏源 路政司技正

陳彥伯 高公局兼代局長

林生發 高公局技術組科長

賴榮俊 高公局中工處工務課課長

謝清淋 高公局拓建處交管課課長

黃紹翔 高公局工務組正工程司

胡志誠 高公局工務組工程員

派赴國家：美國

出國期間：104年6月5日至104年6月15日

報告日期：104年9月2日

出國報告摘要

報告名稱：2015年國際橋梁研討會(參展主題國)及第十屆臺美公路橋梁工程研討會

主辦機關：交通部臺灣區國道高速公路局

出國人員：范植谷 交通部常務次長

蔡書彬 路政司專門委員

陳柏源 路政司技正

陳彥伯 高公局兼代局長

林生發 高公局技術組科長

賴榮俊 高公局中工處工務課課長

謝清琳 高公局拓建處交管課課長

黃紹翔 高公局工務組正工程司

胡志誠 高公局工務組工程員

出國類別：考察

出國地區：美國

出國期間：104年6月5日至104年6月15日

報告日期：104年9月2日

分類號目：H1/交通建設

關 鍵 字：國際橋梁研討會 (The International Bridge Conference, IBC)；

主題國家 (Featured Country)；美國道路暨運輸界協會

(American Road and Transportation Builders Association,

ARTBA)；美國西賓州工程學會 (Engineer' s Society of

Western Pennsylvania)；美國聯邦公路總署 (FHWA)；舊

金山海灣大橋 (Bay Bridge)。

內容摘要：

本局與美國加州運輸署（California Department of Transportation簡稱 CalTrans）橋梁技術合作協議自民國91年起，雙方藉由資訊交流及人員互訪方式，增進彼此之橋梁管理技術交流。此次由於在舊金山轉機前往匹茲堡的機會，由CalTrans相關人員帶領前往舊金山海灣大橋（Bay Bridge）進行參觀。

2015年第32屆國際橋梁研討會在美國賓夕凡尼亞州的匹茲堡市的大衛勞倫斯會展中心召開，為國際橋梁屆一年一度的盛會，中華民國受邀擔任這次年會的主題國家，參展的機構多達147個，我國主題館設置於會展的正中央，占地約為全場15%，這是我國首次如此高規格的受到大會邀請。

國際橋梁研討會為美國橋梁工程管理機關、設計顧問公司、材料供應廠商等實務界參加之國際交流會議，由美國西賓州工程學會與美國道路暨運輸界協會共同主辦，為橋梁工程實務界之最新資訊與技術溝通的重要平臺。

本次考察行程主要在於全程參與2015年國際橋梁研討會，目標以宣傳臺灣工程及觀光為主軸，以三大主題「臺灣在永續的經營」、「臺灣在防災的努力」以及「臺灣的風土人情」分別展現我國在工程建設及觀光建設上的努力，並獲當地媒體報導（詳附錄2）。

為期擴大此次訪美展出之效益，並於2015國際橋梁研討會後賡續辦理第十屆臺美公路與橋梁工程研討會，由我國公路相關機關（高公局、國工局、公路總局）持續與美國聯邦公路總局進行技術交流。

目 次

壹、目的.....	1
貳、籌備參展過程與行程安排	3
參、參訪過程.....	8
一、舊金山新海灣大橋（Bay Bridge）參訪	8
二、2015 年第 32 屆國際橋梁研討會（主題國）	12
三、第十屆臺美公路與橋梁研討會	22
肆、心得.....	28
一、舊金山新海灣大橋（Bay Bridge）	28
二、2015 年第 32 屆國際橋梁研討會	31
三、第 10 屆臺美公路橋梁研討會.....	33
四、沿途公路建設相關	37
伍、建議.....	41
附錄 1：范植谷次長專題演講「The Bridges」簡報	
附錄 2：媒體報導我國參加 2015 國際橋梁研討會	
附錄 3：紐約港貨櫃中心簡報	

壹、目的

國際橋梁研討會（The International Bridge Conference, IBC）為美國橋梁工程實務界之國際交流會議，由美國西賓州工程學會（Engineers' Society of Western Pennsylvania）與美國道路暨運輸界協會（American Road and Transportation Builders Association, ARTBA）共同主辦，依慣例於每年6月份假匹茲堡羅倫斯會議中心（David L. Lawrence Convention Center）舉行，得以完整瞭解美國橋梁工程實務界之最新資訊與技術。

基於我國與美方自2005年長期辦理橋梁工程研討會所建立的密切交流關係，經大會籌備委員，同時也是我國與美方長期技術交流重要活動之「臺美橋梁工程研討會」美方主任委員，Mr. Myint Lwin推薦臺灣爭取2015 Featured Country，經IBC大會籌備委員會同意後。2012年4月16日，正式接獲大會邀請，由2012會議主席Mr. Matthew P. McTish簽署邀請函，當時由我國交通部毛治國部長、高公局曾大仁局長，中華顧問工程司廖慶隆董事長聯合署名接受邀請，邀請函中以Taiwan, Republic of China正式稱呼我國，以示重視。

臺灣參加2015年國際橋梁研討會（The International Bridge Conference, IBC）主題國家（Featured Country）參展，考察行程主要在於全程參與2015年國際橋梁研討會，目標以宣傳臺灣工程及觀光為主軸，以三大主題「臺灣在永續的經營」、「臺灣在防災的努力」以及「臺灣的風土人情」分別展現我國在工程建設及觀光建設上的努力，

為期擴大此次訪美展出之效益，並於2015國際橋梁研討會後賡續辦理第十屆臺美公路與橋梁工程研討會，由我國公路相關機關（高公局、國工局、公路總局）持續與美國聯邦公路總局進行技術交流。

MATTHEW P. MCTISH, P.E.
Conference Chair
McTish, Kuntel & Associates

MICHAEL J. ALTERIO
Alpha Structures Inc.

VICTOR E. BERTOLINA, P.E.
SAI Consulting Engineers, Inc.

CALVIN BORING, JR.
Trumbull Corporation

ENRICO T. BRUSCHI, P.E.
AECOM

MATTHEW A. BUNNER, P.E.
HDR Engineering, Inc.

RICHARD L. CONNORS, P.E., PMP
Bureau Veritas North America, Inc.

JOHN C. DIETRICK, P.E., S.E.
Michael Baker Jr., Inc.

JAMES GARRETT, JR., PH.D., P.E.
Carnegie Mellon University

KENT HARRIES, Ph.D., FACI, P.Eng.
University of Pittsburgh

DONALD W. HERBERT, P.E.
Pennsylvania Dept. of Transportation

GEORGE M. HORAS, P.E.
Alfred Benesch & Company

DONALD KILLMEYER, JR., P.E.
IKS consultants, Inc.

ERIC S. KLINE, PCS
KTA-Tator, Inc.

THOMAS G. LEECH, P.E., S.E.
Garnett Fleming, Inc.

M. MYINT LWIN, P.E., S.E.
Federal Highway Administration

THOMAS P. MACIOJCE, P.E.
Pennsylvania Dept. of Transportation

JAMES R. MADARA, P.E., L.S.
Garnett Fleming, Inc.

RONALD D. MEDLOCK, P.E.
High Steel Structures, Inc.

GERALD J. PITZER, P.E.
Consultant

W. JAY ROHLEDER JR., P.E. S.E.
FIGG

GARY RUNCO, P.E.
Borton-Lawson

HELENA RUSSELL
Bridge design & engineering

LOUIS J. RUZZI, P.E.
Pennsylvania Dept. of Transportation

STEPHEN G. SHANLEY, P.E.
Allegheny County, Dept. of Public Works

RACHEL STIFFLER
Vector Corrosion Technologies

JAMES L. STUMP, P.E.
Pennsylvania Turnpike Commission

THOMAS J. VENA, P.E.
AAA Consultants Inc.

KENNETH J. WRIGHT, P.E.
HDR Engineering, Inc.

Honorary Members

CARL ANGELOFF, P.E.
Bayer Material Science, LLC

JAMES D. DWYER
ARM, Corp.

JOHN F. GRAHAM, Jr., P.E.
STRAEN, Inc.

HERBERT M. MANDEL, P.E.
GAI Consultants, Inc.

LISLE E. WILLIAMS, P.E., PLS
Consultant

Executive Members

JOEL ABRAMS, Ph.D.
Consultant

REIDAR BJORHOVDE, Ph.D., P.E.
The Bjorhovde Group

ARTHUR W. HEDGREN, Jr., Ph.D., P.E.
Consultant



INTERNATIONAL BRIDGE CONFERENCE®
June 10-13, 2012

Sponsored by the Engineers' Society of Western Pennsylvania

April 16, 2012

Dr. Chi-Kuo Mao, Minister
Ministry of Transportation and Communications
Taiwan, Republic of China
50, Ren-Ai Road, Sec. 1
Taipei, 10052
Taiwan, Republic of China

Dear Dr. Mao,

The International Bridge Conference (IBC) has been sponsored by the Engineers' Society of Western Pennsylvania (ESWP) for the past 29 years. ESWP is a Pittsburgh-based, non-profit professional membership organization of more than 800 engineers representing many engineering disciplines that was founded in 1880. Each year, the Conference attracts approximately 1,500 attendees from around the world to discuss bridge related issues.

On behalf of the Executive Committee of the International Bridge Conference®, we are pleased to extend to the Ministry of Transportation and Communications, Taiwan, Republic of China, an invitation to be the "Featured Country" at the 2015 International Bridge Conference®. The Conference will be held in Pittsburgh, PA in June 2015.


As the "Featured Country", you will have an opportunity to showcase the Taiwan bridge program and its cultures to this international audience of bridge industry practitioners.

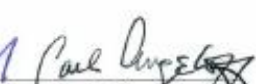
In general, the "Featured Country" is expected to provide:

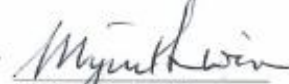
- A Keynote Speaker, historically the Commissioner of Transportation or Executive Director, for the Opening Session of the Conference.
- A Chair for the Featured Country Session, usually the Chief Bridge Engineer.
- Technical presentations for the Featured Country Session.
- Displays and Exhibits for the Featured Country Exhibit Hall Booth.

We will be honored to have Taiwan as the "Featured Country" at the 32nd International Bridge Conference® in 2015. Please call Cori Stellfox, Conference Manager, of the ESWP Office, at 1-412-261-0710, or Myint Lwin at 1-202-366-4589 if you have any questions.

Sincerely,


Matthew P. McTish,
2012 Conference Chair


Carl Angeloff
Bayer Material Science


Myint Lwin, FHWA
Office of Bridge Technology

Accepted by:


Dr. Chi-Kuo Mao, Minister
Ministry of Transportation & Communications
Taiwan, Republic of China


Dr. Dar-Jen Tseng, Executor
Director General, National Freeway Bureau


Dr. Ching-Lung Liao, Sponsor
Chairman, China Engineering Consultants, Inc.
Taiwan, Republic of China

圖 1-1 國際橋梁會議 (IBC) 邀請函_Invitation Letter

貳、籌備參展過程與行程安排

自2012年4月16日收到美方寄來之邀請函起，直到2015年6月10日閉幕為止，臺灣為參加2015年國際橋梁研討會主題國家參展，前後歷經三年有餘的時程。在接獲正式邀請通知時由毛治國前部長代表簽署接受，後續的籌備工作期間由葉匡時前部長帶領指導，而在正式參展時則由現任陳建宇部長指派范植谷次長擔任代表團團長，前後總共三任交通部長參與此事之決策。

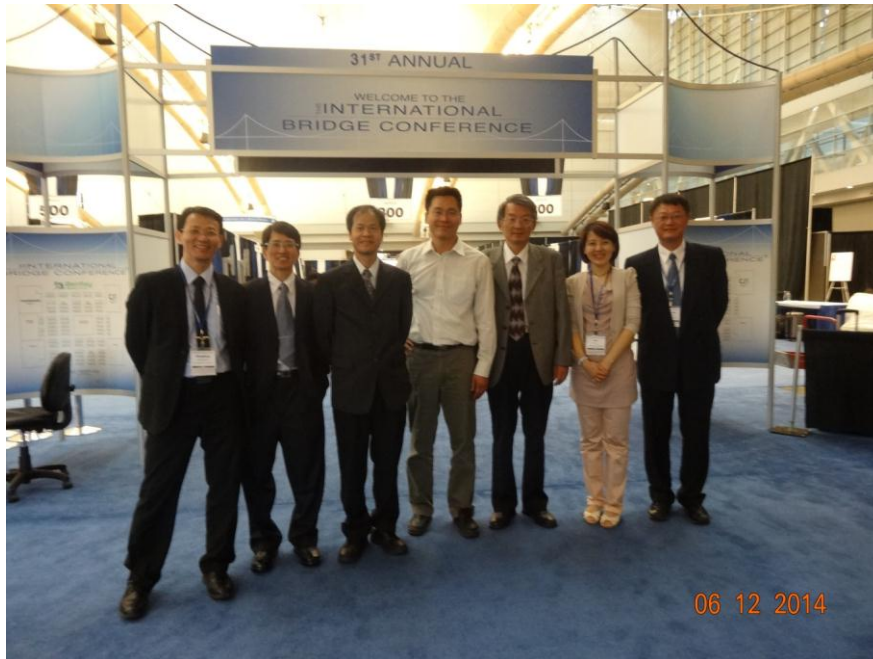
2012年第八屆臺美橋梁與公路工程研討會由美方主辦時，由公路總局吳盟分前局長率團參與。美方為使臺灣籌備人員對國際橋梁研討會的辦理情形有清楚的瞭解，特別安排當年的臺美研討會於匹茲堡舉行，並禮遇臺灣代表團進入國際橋梁研討會會場參觀。

2013年6月間共有4名成員奉派參加2013IBC，此次之觀摩重點主要是全面且全程瞭解IBC之辦理程序，回臺後，由高速公路局曾大仁前局長主持工作會議。該次工作會議中討論參展議題以工程及觀光與文化行銷為主，避免涉入政治議題，並討論2014年參加預展之規劃構想等。



照片2-1 參與2013IBC之4名成員（高速公路局及中華顧問工程司）

2014年高速公路局、公路總局組及中華顧問工程司成7人小組（如照片2-2）前往參加2014IBC，並設攤以作預展。2014年之預展攤位如照片2-3，主要目的為告知來訪之賓客，臺灣將於2015年前來作為IBC主題國，因此預展內容即針對後續之參展主題作重點式介紹。



照片 2-2 參與 2014 國際橋梁研討會預展之 7 名成員
(高速公路局、公路總局、中華顧問工程司)



照片 2-3 2014 國際橋梁研討會臺灣預展攤位

為推動2015IBC主題國之籌備工作，由交通部擔任指導單位，在各項籌備工作上給予政策性指導，高速公路局擔任主辦單位，委託財團法人中華顧問工程司擔任執行單位，組織架構如圖2-1所示。共同主辦單位由內政部營建署、交通部路政司、交通部運輸研究所、臺灣區國道新建工程局、公路總局、高速鐵路工程局、臺灣鐵路管理局、鐵路改建工程局、交通部觀光局、財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心及陽明海運股份有限公司等，另邀集產業界代表如臺灣世曦工程顧問股份有限公司、中興工程顧問股份有限公司、林同棧工程顧問股份有限公司、大陸工程股份有限公司、聯鋼營造工程股份有限公司、遠揚營造工程股份有限公司、世瑩股份有限公司及中國鋼鐵結構股份有限公司等，以擴大2015IBC主題國臺灣代表團的規模。2015IBC臺灣主題館平面配置圖及全景如圖2-2及照片2-4所示。

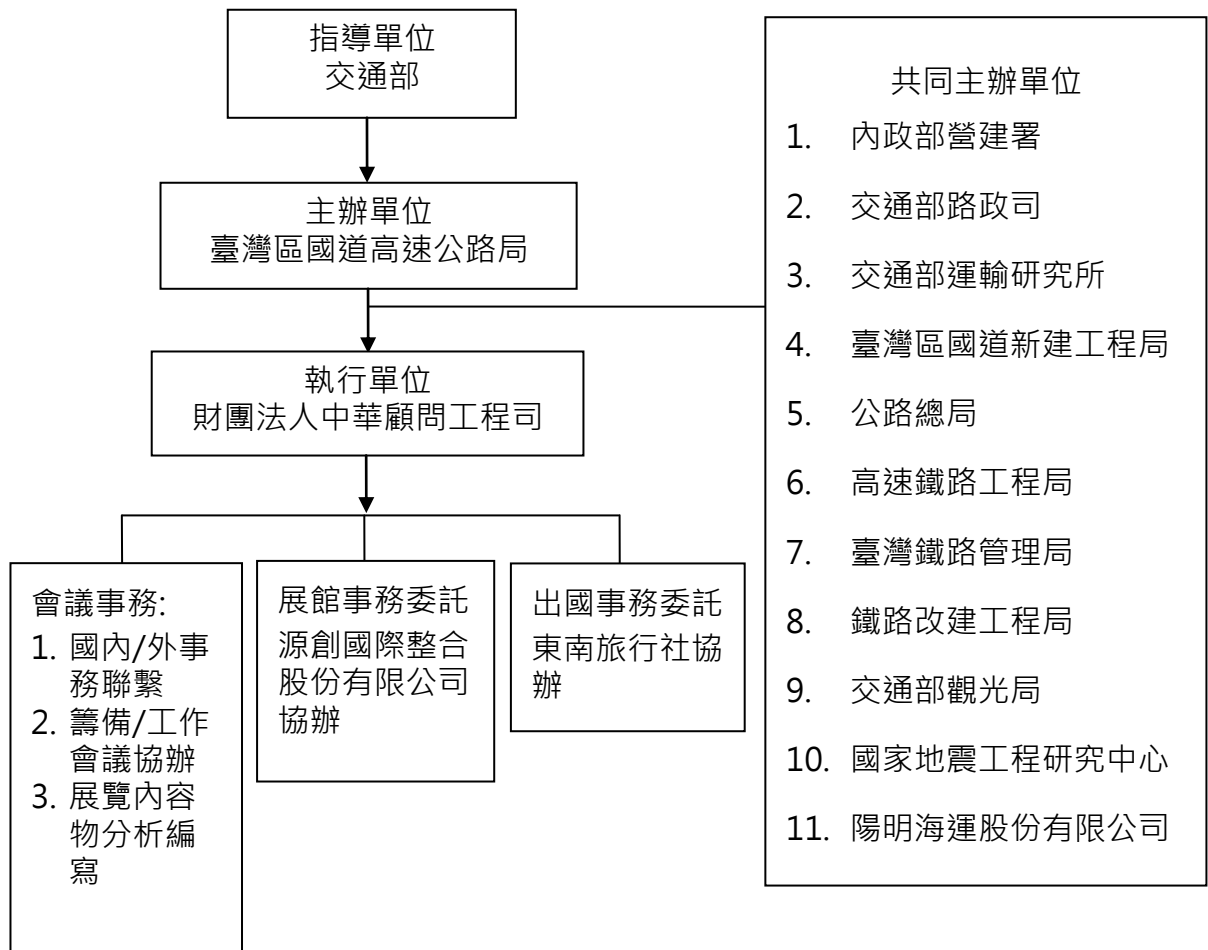


圖 2-1 2015 國際橋梁會議籌備組織架構

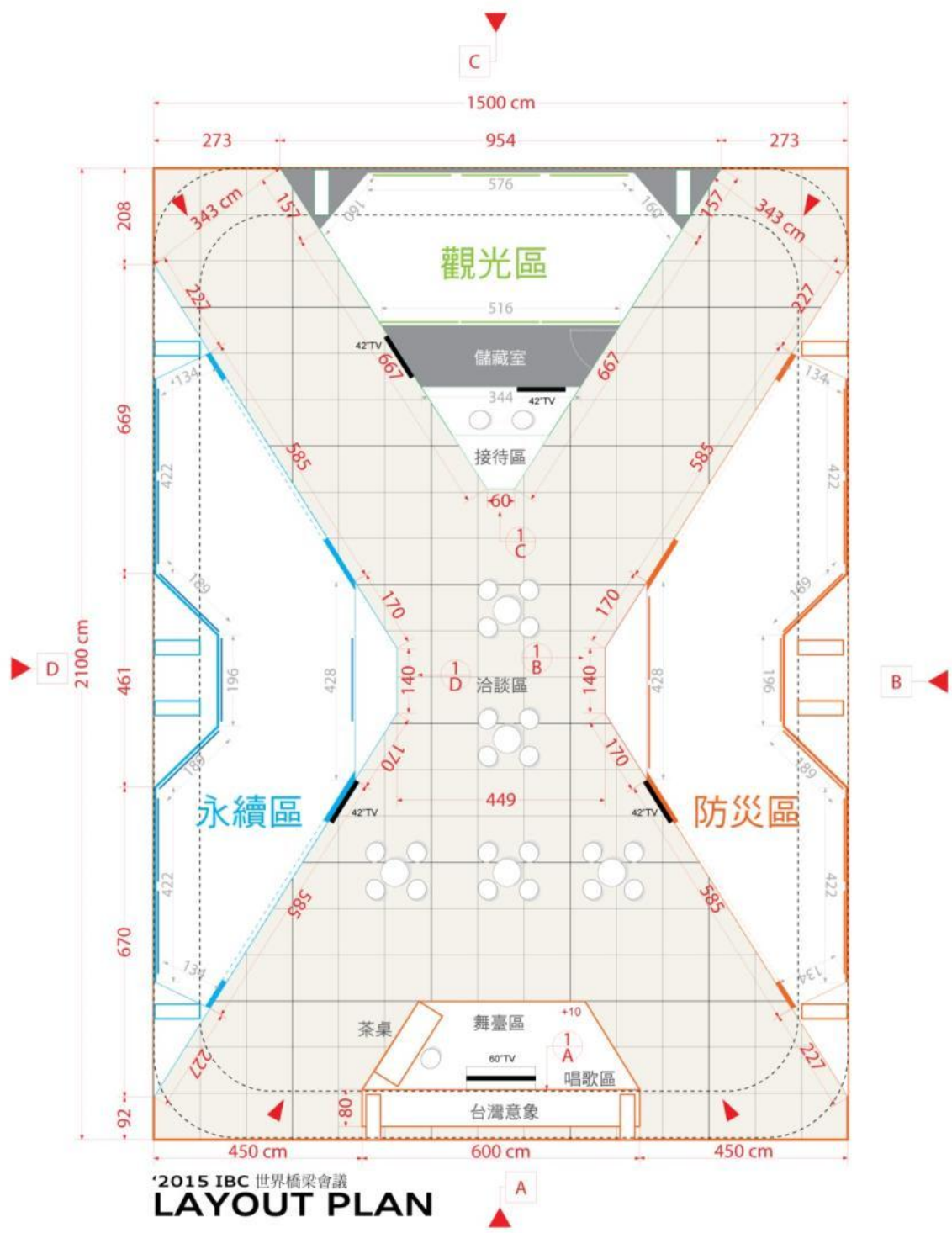


圖 2-2 臺灣主題館平面配置圖



照片 2-4 臺灣主題館全景

參、參訪過程

此次2015年考察行程主要在於參與2015年國際橋梁研討會及第十屆臺美公路與橋梁研討會，行程安排如表3-1。

表3-1 參訪行程表

日期 (104年)	概要	地點
6/05 (五)	桃園/舊金山 (BR028 2330/2000)	舊金山
6/06 (六)	舊金山/匹茲堡 (UA1750 2249/0640+1) 新海灣大橋參訪	舊金山
6/07 (日)	清晨抵達匹茲堡/展覽現場準備工作	匹茲堡
6/08 (一)	開幕儀式/下午展覽開始/代表團歡迎晚宴	匹茲堡
6/09 (二)	全日 IBC/Boat Tour/國際歡迎宴會	匹茲堡
6/10 (三)	上午 IBC 下午臺美研討會 晚間臺美歡迎晚宴 (美方)	匹茲堡
6/11 (四)	全日臺美研討會 晚間臺美感謝晚宴 (臺方)	匹茲堡
6/12 (五)	匹茲堡-紐澤西工程參觀-紐約	紐約
6/13 (六)	紐約市區建設參訪	紐約
6/14 (日)	紐約/桃園 (BR031 0125/0455+1)	飛機上
6/15 (一)	抵達桃園	桃園

一、舊金山新海灣大橋（Bay Bridge）參訪

利用在舊金山停留轉機的時間，由加州交通廳資深橋梁工程師David W. Wu 帶領參訪連接舊金山與奧克蘭的新海灣大橋（San Francisco - Oakland Bay Bridge）。

1989年舊金山大地震（Loma Prieta Earthquake in Oct.17, 1989），使得連接舊金山與奧克蘭的海灣大橋東段上層橋面板垮下來（如照片3-1），除了交通中斷之外也造成了許多的傷亡，加州公路局於是著手規劃設計於舊橋旁新建新的東段海灣大橋，原訂2007年可以完工通車的規劃，因故延長工期經過十多年的施工，花費加州公路當局超過64億美元的新東段海灣大橋（New East End Bay Bridge）於2013年的9月2日完工開放通車完工通車，單塔柱又非對稱的自錨定懸索橋型（照片3-2），全白色的橋身成為舊金山的新地標。



照片3-1 1989年舊金山大地震使舊海灣大橋東段上層橋面板垮



照片3-2 新海灣大橋，單柱式不對稱自錨定式懸索橋

新東段海灣大橋為雙向各5車道的橋板設計，不再沿用舊橋的上下雙層（一層一車行方向）的鋼橋型式設計，此外在新橋的南側另外規劃提供人行與腳踏車共用的步道，本次就是沿著這長達2.25英里的海灣大橋步道（Bay Bridge Trail or Bridge Path）參訪（照片3-3~照片3-6）。

新橋計有10個車道橋寬258.33英尺，根據金氏世界紀錄，這是目前世界上最寬的橋樑，也是世界最大的自錨式懸索橋（2047 英尺）及首座單塔自錨式懸索橋。新橋採用最先進的抗震技術設計而成，具有現代感的流暢線條。這座單塔式橋體高出海平面 525英尺，基礎埋入岩石之中，可抵禦嚴重的地震災害。唯一的

一座鋼橋塔有四條支柱，相互完全以梁連接，這些梁的作用有點像電路中保險絲，吸收地震產生的絕大部分衝擊力，保護塔的四條支柱不受傷害。萬一有一條支柱遭到破壞，其他支柱依然可以支撐。



照片 3-3 左方為拆除中的舊橋，右方為新橋



照片 3-4 左側為舊上下雙層海灣大橋傳統路燈，右側為新橋與新式 LED 路燈



照片 3-5 海灣大橋南側的人行與腳踏車步道



照片 3-6 人行與腳踏車步道的車道設計

為了維持海灣大橋龐大的交通，新海灣大橋係採用先建後拆，在此次參觀時新橋已通車1年多，旁邊的舊橋仍在進行拆除工作，從現場觀察尚待拆除仍在現場的舊橋維持的十分良好，據瞭解為了符合嚴苛的環保法規，拆除中不得有任何物件或鐵件掉入水中，從照片3-7中可看到還需大費周章於海上構築臨時橋墩以支撐舊橋上部結構再進行拆除，所有鐵件並須妥善保存，計畫再重新利用於加州奧克蘭博物館新建工程，所以拆除工作進行的十分緩慢，預計要到2018年才能完成。



照片 3-7 構築臨時橋墩以支撐舊橋上部結構再進行拆除

二、 2015 年第 32 屆國際橋梁研討會（主題國）

2015年第32屆國際橋梁年會（ the 32th Annual International Bridge Conference ）在美國賓夕凡尼亞州的匹茲堡市（ Pittsburgh, Pennsylvania ）的大衛勞倫斯會展中心（ David L. Lawrence Convention Center ）召開，為國際橋梁屆一年一度的盛會，高公局自我國簽屬同意擔任2015年國際橋梁研討會主題國參展後，即會同財團法人中華顧問工程司積極著手辦理各項備展相關工作，將近三年之備展工作，並於去（103）年於該研討會中設攤展出（預告2015主題國），本（104）年6月8日至10日並以研討會年度主題國之角色正式展出。

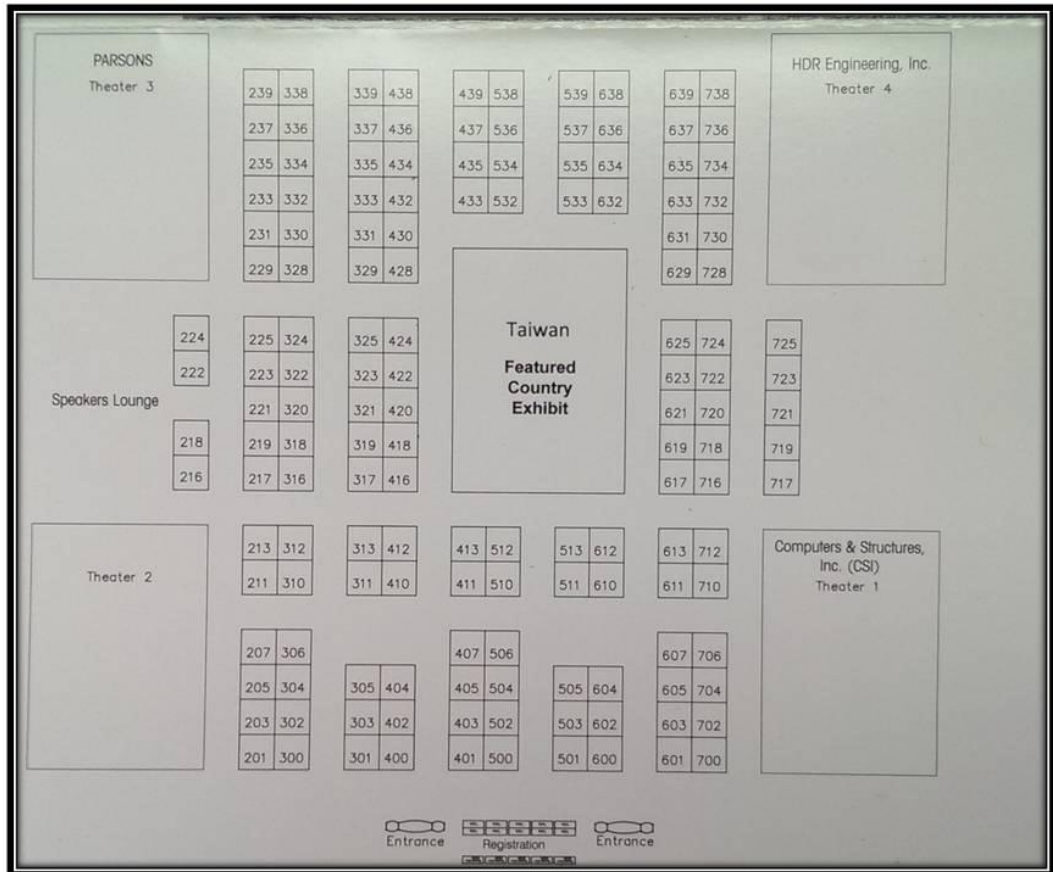


圖 3-1 2015IBC 展場配置圖

我國代表團由本部范次長率團，代表團成員共邀集國內產、官、學界橋梁工程先進約55人參團，展出內容除搭設臺灣主題館展出外，團長並於開幕式中演講介紹主題館主要展出內容，而各分項主題另於研討會中設有主題國時段（6/8，下午）由各權責單位簡報說明，2015年國際橋梁研討會議程如表3-2。主題國家所參展的主題標語「SAFE Taiwau Symbiosis with the Environment」 臺灣工程與環境共生展場主題館分三大單元：分別是「永續臺灣」(Sustainable Management)「防災臺灣」(Natural Disaster Prevention)「觀光臺灣」(Discover Taiwan)。主題主要是「臺灣工程與環境共生」，有關高速公路的部分則有：國道橋梁的興建、國道生態的維護、橋梁耐震補強、橋梁監測與檢測系統等。

表 3-2 2015 年國際橋梁研討會議程

	時段 Duration	議程名稱 Special Session	代表成員及應辦事項 Representative & NOTE
6/07 (日)	18:00-20:30	“Kickoff” Reception	范次長等 14 位
6/08 (一)	9:00-10:00	Special P3 Session	
	10:00-11:45	專題演講 Keynote Session	主講人: 范次長植谷 (10:30~11:00)
	12:00 -13:00	開展 Opening	■ 演唱表演、書法表演
	13:30 - 17:00	主題國演講 Featured Country Session	■ 開幕引言：陳局長彥伯 ■ 主持人 I：朱執行長旭 ■ 主持人 II：夏副局長明勝
	17:00-19:00	展覽區大會歡迎會 Reception	18:00 先行離開 (9 人留守至 19:00)
	18:30-20:00	代表團歡迎晚宴 Reception Dinner	
6/09 (二)	8:00 - 17:00	主題國展覽 Exhibition	■ 備展單位輪值成員 ■ 休息時段進行演唱表演及 書法表演
	13:00-17:00	大會自費行程 BOAT TOUR	
	16:30-17:30	International Welcome Reception	
6/10 (三)	8:00 - 13:30	主題國展覽 Exhibition	■ 12:00 進行閉幕前名片摸彩
	13:30-16:00	撤展 Move out	

研討會開幕晚宴，由大會安排各方代表相互介紹認識。依事前規劃的贈禮安排，由范次長致贈所備禮品予Mr. Myint Lwin、大會會長Ms. Rachel Stiffler、兩位執行委員Mr. Thomas J. Vena及Mr. Thomas Leech，如照片3-8。



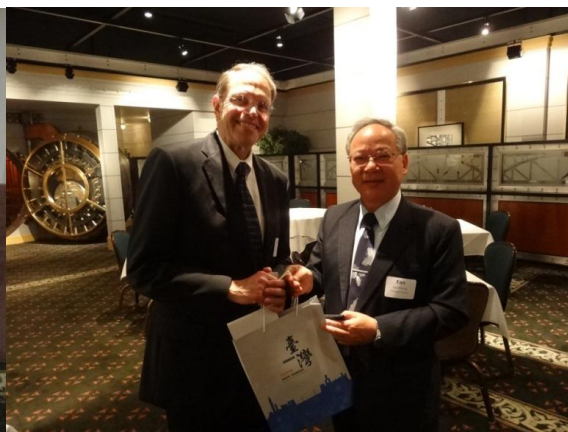
(a) Mr. Myint Lwin



(b) Miss Rachel Stiffler



(c) Mr. Thomas J. Vena



(d) Mr. Thomas Leech

照片 3-8 2015IBC 開幕晚宴范次長致贈禮物予美方友人

在主題館內的配置上，依照所展示的永續、防災及觀光三大主題作為區塊的分隔，並保留參訪動線的流暢，同時在場館內的中央位置設置歇息洽談的休息區，桌上擺設具有臺灣特色風味的茶點。另外，在場館的前方搭設表演舞臺，並安排書法表演的寫字桌等，場館的後側則為接待區，供駐場工作人員提供諮詢，如照片3-9~照片3-11。



照片 3-9 主題國臺灣的展區



照片 3-10 訪客駐足觀賞臺灣展區之裸視 3D 影片



照片 3-11 訪客於臺灣展區索取書法合影

參展活動另一項重要的宣傳介紹活動為6月8日上午的專題演講（Keynote Speech），以及在6月8日下午4個小時的主題國專題研討場次（Featured Country Session）。專題演講由代表團團長范次長代表臺灣主題國進行演說，約600人聽講，范次長以「The Bridges」主題進行英文專題演講（簡報如附錄1），演講內容將我國於橋梁全身命週期各階段之最新發展成果，向國際橋梁工程界介紹。

MONDAY JUNE 8

10:30 AM

The Planning, Construction, and Maintenance Based on a Bridge Lifecycle

*Dr. Fan Chih-Ku,
Administrative Deputy Minister,
Ministry of Transportation and
Communications, R.O.C.,
Taipei, Taiwan (R.O.C.)*



Dr. Fan Chih-Ku earned his Ph. D. degree from the Department of Transportation and Logistics Management at National ChiaoTung University, Taiwan. He is now the Administrative Deputy Minister of the Ministry of Transportation and Communications (MOTC) which oversees railway, highway, and tourism affairs. Before his current position, Dr. Fan served as section head for the Taiwan Railways Administration (TRA). He also served as Chairman of the board of directors of the Taiwan Motor Transport Co., Ltd. Later, he transferred to the position of Deputy Director-General of the TRA before assuming the position of Director-General of the TRA in 2007.

In his service for the Taiwan Motor Transport Co., Ltd., he led the company's transfer from a government-owned enterprise to a privately-held company through an employee buy-out method. The TRA was previously the only rail service in Taiwan, whose market was severely challenged when the Taiwan High Speed Rail began operating in 2007. Dr. Fan brought innovational ideas, which were based on the advantages of 'round island track net' and 'excellent station location', to the TRA. These new strategies resulted in an enhanced public image and an increased number of riders.

圖 3-2 大會手冊中主題國專題演講者—范植谷次長之講者資料介紹



照片 3-12 范次長發表演說，右側為大會主席 Miss Rachel Stiffler

MONDAY JUNE 8

**FEATURED COUNTRY SESSION:
TAIWAN**

TIME: 1:00–5:00 PM

ROOM: HDR Engineering Theater 4 (Video)



1:00 PM

Introduction of Featured Country

Chen Yen-Po, Director General/Taiwan Area National Freeway Bureau, MOTC

1:10 PM

Introductions

Ju Hsu, CEO/China Engineering Consultant, Inc.

1:15 PM

Quality and Aesthetic Design in Taichung Railway Viaduct

1:35 PM

Seismic and Flood-Resistance Capacity Promotion and Service Life Elongation Method for Existing Bridge by Employing Substructure Replacement Technique

Dr. Lin Cheng-Wei, Senior Engineer/CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan

1:55 PM

Introduction of the Taiwan Area National Freeway Bridge Seismic Retrofit Program

Peng Kang-Yu, Chief Engineer/T.Y. Lin International Taiwan Inc.

2:15 PM

Viaduct Engineering of The National Freeway No. 1 Widening Works in Taiwan

Chiang Chi-Heng, Manager/CECI Engineering Consultants, Inc., Taiwan

2:35 PM

Q&A / Open discussion

3:00 PM COFFEE BREAK

3:20 PM

Introductions

Dr. Shiah Ming-Shen, Deputy Director General/Directorate General of Highways, MOTC

3:25 PM

Proactive Hazard Prevention and Early Warning System Applied to Highway Management in Taiwan

Chen Wen-Shin, Engineer/Directorate General of Highways, MOTC

3:45 PM

Bridge early forecasting system development for multiple hazards

Prof. Chang Kuo-Chun, Director/National Center for Research on Earthquake Engineering, Taiwan

4:05 PM

Innovative 3-Dimensional Bridge Modeling for Bridge Management in Taiwan

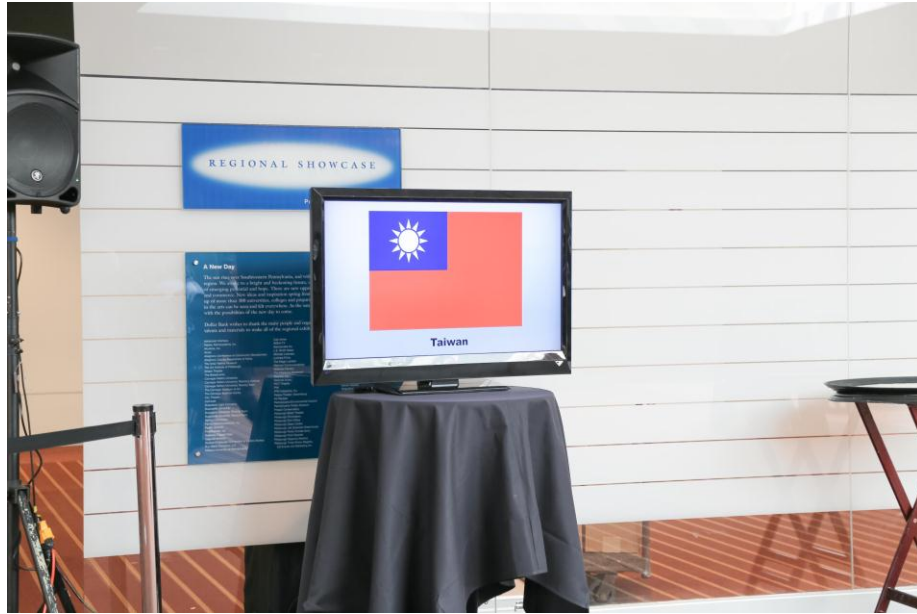
Liao Hsien-Ke, Ph.D. Candidate/National Central University, Taiwan

4:25 PM

Q&A / Open discussion

圖 3-3 大會手冊中 6 月 8 日下午之主題國專題研討場次的議程表

國際橋梁研討會於6月9日下午舉行國際歡迎會(International Welcome Reception)，主要邀請的對象為非美國籍的各國海外人士進行交流，臺灣代表團的所有團員也在受邀之列，並以螢幕輪播各參與國國旗，我國國旗也在其中。



照片 3-13 IBC 國際歡迎會播放中華民國國旗

國際橋梁研討會大會並於6月9日下午安排搭乘遊輪觀賞匹茲堡市內多座跨河橋梁，以使參加者可以從河面上觀賞各式鐵、公路橋梁。匹茲堡又名為「橋梁之城」(City of Bridge)，橋梁數量眾多且造型各異。



照片 3-13 匹茲堡市區橋梁景

該研討會之主辦單位對於我國展覽館展出讚譽有加，並表示係歷次主題國家（歷次主題國家為中國及韓國）展示最為壯觀且內容最為豐富；我國參展之新聞並獲中央社、聯合報等共10篇報導。（詳附錄2）國際橋梁研討會閉幕時臺灣團員合影（如照片3-14），大會並致贈各國與會代表匹茲堡市區橋梁圖鑑（Pittsburgh Three Rivers-Downtown Bridges，圖3-4）



照片3-14 團員解說臺灣主題國展版內容



照片3-15 國際橋梁研討會閉幕時臺灣團員合影

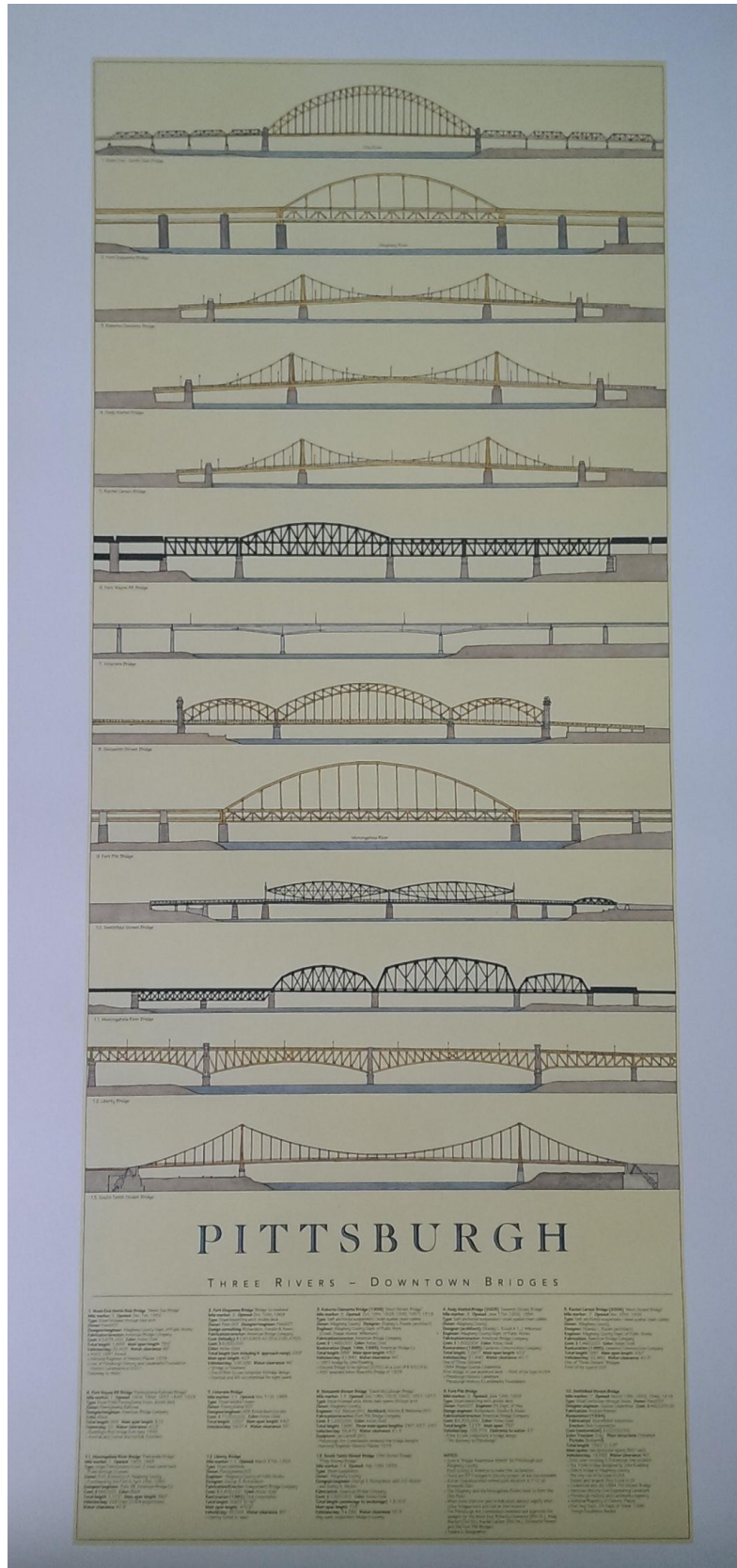


圖3-4 匹茲堡市區橋梁圖鑑

三、第十屆臺美公路與橋梁研討會

國際橋梁研討會在6月10日中午閉幕後，緊接著在羅倫斯會展中心323研討室召開為期一日半的第十屆臺美公路與橋梁研討會。為使雙方未來合作的內容更加具體落實且永續發展，雙方代表並提前於6月9日進行會前會之交流討論。

6月9日上午9：30於匹茲堡羅倫斯會展中心三樓舉行會前會，美方代表為顏文暉博士及Linda Kuo，臺方代表由范植谷次長領團，率同陳彥伯局長、陳宏仁副組長、夏明勝副局長、曹壽民董事長、周家蓓組長、朱旭執行長、陳銘鴻博士、陳柏源技正、林生發科長、黃紹翔正工程司等人共同參與討論。



照片 3-16 6月9日臺美研討會會前圓桌討論

藉由此次的圓桌會議討論，雙方具體達成以下共識：

1. 臺美合作有互補作用，雙方都使用ACI規範及AASHTO設計標準，然而臺灣的天然災害多，美方可藉此瞭解這些規範的抗災行為。
2. 日本的交流代表團員有老、中、青各1/3比例，用意傳承，可供我們參考。
3. 長期規劃、長期合作議題、長期人才培訓。
4. Workshop以50人為上限為宜，人太多將會難控制。
5. 必須由同一機構長期專責主導合作事宜，才能維持固定形式與架構，整

個合作的系統才能維持。

6. 有關臺美雙方簽訂協議書事宜：
 - (1) 雙方同意辦理簽訂協議書以使交流制度化及法制化，也使相關作業辦理時有所依據。
 - (2) 雙方簽訂協議書必須透過 AIT，較其他國家困難。
 - (3) 以 1992 年之協議書內容為既有架構，再去作重新啟動（reactive），並非是新訂的合作協議書。
 - (4) 周家蓓教授將先草擬更新之協議書內容，再由三局補充具體合作項目。只要臺美雙方合作內容談定，預估年底之前完成簽約。
 - (5) 協議內容擴大至公路工程範疇，或擴及 ITS 等，只要臺美雙方有共識可逐步擴展。
7. 每一年維持固定的交流型式，每4~5年可以擴大辦理(增加討論新議題)。
8. 高速公路局將指定一位副總工程司以上層級者作為臺美合作主要窗口，高公局局長擔任主席，並由公路總局、鐵工局等副局長組成執行委員會。



照片 3-17 臺美雙方 6 月 9 日會後成員合影

表3-3 第十屆臺美公路與橋梁研討會辦理流程

6/10 (三)	14:00-17:00	10th 臺美開幕及第一天議程	貴賓致詞: 范植谷次長
	18:00-20:00	歡迎晚宴 Welcome Dinner	Host: 美方
6/11 (四)	8:30-12:00	10th 臺美	各主講人依議程發表
	13:00-17:00	10th 臺美	各主講人依議程發表
	18:30-20:30	歡送晚宴 Farewell Dinner	Host: 臺方
6/12 (五)	14:30-16:30	紐澤西 Pulaski Skyway 工程參訪	由 AOROA 公司簡報說明

此次臺美研討會臺方發表6篇、美方發表8篇文章，雙方在一日半的研討過程中熱烈討論交流，最後總結出三點結論：

1. 臺美雙方建立資料庫平臺，交流歷年因地震、沖刷而毀損之橋梁紀錄。
1. 長期橋梁性能、橋檢試驗方法及資料交換平臺建立。
2. 美國今年12月在邁阿密的ABC（橋梁快速施工）研討會，可安排一個“Taiwan Special Session”。



照片 3-18 陳局長於臺美橋梁工程研討會上發言

表 3-4 第十屆臺美公路與橋梁研討會會議議程

10th US-Taiwan Bridge Engineering Workshop
Technical Program

<i>June 10, 2015 (Wednesday)</i>			
Time	Presentation	Speaker	Moderator
8:30-12:00	IBC Meeting	TBD	TBD
<i>12:00– 13:30</i>	IBC Lunch Break		
<i>13:30 – 13:45</i>	Welcome Address / Opening Remarks <ul style="list-style-type: none"> • <i>US side</i> • <i>Taiwan Side</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Phillip Yen</i> • <i>Chih-Ku Fan</i> 	<i>Phillip Yen</i>
<i>13:45– 16:00</i>	<u>Theme I: Multi-hazard Mitigation Methodologies</u> <ul style="list-style-type: none"> • <i>Bridge Design for Multi-hazard</i> • <i>Seismic Evaluation and Retrofitting of Existing Bridges in Taiwan</i> • <i>Resilient Bridge Design to Extreme Loads</i> • <i>Development of Real-time Monitoring System for Bridge Multi-hazards</i> • <i>The Best Practice of Connection Detail for Extreme Loads</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>George Lee</i> • <i>YC Sung</i> • <i>Francois Fayad/_ S. Marjanishvili</i> • <i>YB Lin</i> • <i>Harry Capers</i> 	<i>George Lee/ KC Chang</i>
<i>16:00 – 16:15</i>	Break		
<i>16:15 – 17:15</i>	Discussion: Multihazard Mitigation Methodologies	<i>All Participants</i>	
<i>17:15 – 17:30</i>	Announcements and Adjourn		

表 3-5 第十屆臺美公路與橋梁研討會會議議程（續）

June 11, 2015 (Thursday)			
Time	Presentation	Speaker	Moderator
8:00 – 09:30	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Design of Highway Bridges for Extreme Events</i> <p><u>Session II: Long Term Bridge Performance</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>FHWA Long Term Bridge Performance Program Updates</i> • <i>Field Tests and Long-Term Monitoring of Bridge Performance</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Myint Lwin</i> • <i>Hamid Ghasemi</i> • <i>CC Chen</i> 	Myint Lwin Yen-Po Chen
09:30 – 09:45	Break		
09:45 – 10:45	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Some Geotechnical Risks Associated with Southwestern Pennsylvania Coal Fields</i> • <i>Development of the Second Generation of Taiwan Bridge Management System</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Tom Leech</i> • <i>HK Liao</i> 	
10:45 – 11:45	<i>Discussion: Long Term Bridge Performance</i>	<i>All Participants</i>	
11:45 – 13:15	Lunch		
13:15 – 15:15	<p><u>Session III: Bridge Inspection and NDE Technique</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>State of the Practice in Condition Assessment of Concrete Bridge Decks in the United States</i> • <i>Introduction to Taiwan Distance-Based MLFF ETC Implementation</i> • <i>Technology/Software used for bridge inspections in the US</i> • <i>Design and Construction of Precast Segment Bridge in Taiwan</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Hoda Azari</i> • <i>CC Chien</i> • <i>Jeremy Shaffer</i> • <i>CH Chiang</i> 	Harry Capers/ Hsu Ju
15:15 – 15:30	Break		
15:30 – 16:15	Discussions: Bridge Inspection and NDE Technique Issues	<i>All Participants</i>	
16:15 – 17:00	Discussion Session of Cooperative Tasks in all themes	<i>All Participants</i>	George Lee
17:00 – 17:15	Conclusion / Closing Remarks	Yen-Po Chen Myint Lwin	Phillip Yen

本次訪美行程范次長除全程參與國際橋梁研討會及臺美研討會開幕式致詞，於研討會前後轉機空檔期間，為擴大本次訪美效益，並由本部觀光局駐美代表處協助安派參訪舊金山、費城及紐約等地之觀光業務，瞭解我國觀光業務於當地推廣情形，另並由陽明海運安排紐約港參訪行程（紐約港簡報如附錄3）。

其餘團員於臺美研討會後，並前往紐澤西參訪Pulaski Skyway的橋梁維護工程，Pulaski Skyway全長5.6公里，目前正在進行整建工程，工程內容包括更換引道、上構及下構的鋼構件、提昇耐震能力、改善排水及照明，以及重新塗漆。為避免造成用路人的不便，紐澤西交通廳在考慮諸多改建方案後，最後採取半半施工的方式進行，預計在2020年完工。

參與該項工程計畫的ARORA公司原訂帶領臺灣代表團前往現地參訪，但因工程進度的施作影響現地的參訪條件，因此紐澤西交通廳臨時婉拒現地參訪的安排，改於室內由ARORA公司的計畫經理對該項計畫進行簡報說明，會後雙方亦針對計畫之相關內容進行提問與答詢。

肆、心得

一、舊金山新海灣大橋（Bay Bridge）

新東段海灣大橋（New East End Bay Bridge）其抗震標準是以在舊金山灣區回歸期1,500年的大地震來設計的，設計壽命是150年。工程因考量經費及施工技術人力，其中最重要部分單塔柱和所有鋼材均委由中國上海振華重工完成，中國為美國建造跨海大橋，被媒體稱為「中國製造業首次進軍世界大型鋼結構市場」。中國自改革開放以來，橋梁施工技術進步神速，施工廠商已具備國際競爭力，加上已開發先進國家因製造業外移，相關營建及製造技術已不具競爭力及優勢，值得吾人及國內工程界嚴肅面對及檢討省思。

參訪海灣大橋時，是沿著這長達2.25英里的海灣大橋步道（Bay Bridge Trail or Bridge Path）步行參觀，近距離檢視海灣大橋各項設施，心得如下：

1. 新的景觀地標：新海灣大橋為單塔柱又非對稱的自錨定懸索橋型，全白色的橋身及橋塔高高聳立在舊金山灣區航道上，成為舊金山的新地標。考量平常維護及防災避難功能，於橋下附設了主橋巡檢梯道，。
2. 世界最寬橋梁：新東段海灣大橋為雙向各5車道的橋板設計，總橋寬為78.74公尺，不再沿用舊橋的上下雙層（一層一車行方向）的鋼橋型式設計。此外，在新橋的南側另外規劃提供人行與腳踏車共用的步道。



照片 4-1 海灣大橋南側的人行與腳踏車步道

3. 複合型活動滑板+模組型伸縮縫 (Modulus Expansion Joint)：由於橋梁是長跨徑連續橋，橋梁因為熱漲冷縮而累積的伸縮量非常大，因此，這座新海灣大橋的伸縮縫就裝置模組式伸縮縫來因應。
4. 橋面伸縮縫為模組型伸縮縫構造，車行平順，噪音量低，最大伸縮量可達2M，以伸縮滑板搭配模組型伸縮縫來克服長向伸縮與側向側移的變位並可有效隔離不同結構橋體。



照片 4-2 12 單元模組型伸縮縫



照片 4-3 團員檢視模組式伸縮縫

5. 地景照明燈柱：橋面照明以高桅桿單柱式燈柱設置於中央分隔帶上的 LED 路燈照明，每一座燈具的照明方向與角度都精確定位，且大致往車輛行進方向照射，每一車道上的車輛均可獲得充分的照度，橋面上行駛車輛駕駛不會有眩光的產生，駕駛往前目視非常清楚又沒有壓力。燈柱搭配弧形且不同高度配光之投射照明燈，襯托出雄壯宏偉橋塔，形成一地景特色景觀及裝置藝術。



照片 4-4 具裝置藝術性照明路燈

6. 空間視覺感受：規劃在橋面上設置高大整齊排列的燈柱，並於橋頭中央分隔帶種植筆直的中東海棗，整體景觀一氣呵成、主題明確、空間造景氣勢磅礴，序列性視覺景觀相當豐富。
7. 水資源再利用：橋頭自行車道兩側種植四季花序植栽，並設置雨水回收自動噴灑系統，充分利用自然資源節能減碳。
8. 天然素材活化利用：在美國舊金山、匹茲堡、紐約沿途路旁所見喬木、灌木、草花植栽區，花圃綠覆地表面均灑布木屑，可有效保護表土免受沖刷並能充分保濕及兼具水土保持。以天然素材保護環境、回歸自然作法值得借鏡。



照片 4-5 雨水回收噴灌系統



照片 4-6 雨水回收清潔口

由於橋梁是長跨徑連續橋，橋梁因為熱漲冷縮而累積的伸縮量非常大，由於傳統的齒型伸縮縫伸縮量不夠大，在此無法適用，因此，這座新海灣大橋的伸縮縫就裝置模組式伸縮縫來因應。在國內，原先國道3號許多長跨徑的橋梁也都使用模組式伸縮縫，但常常損壞，耐久性不佳，現在大都改用大型的齒型伸縮縫來取代，至於海灣大橋的模組式伸縮縫其耐久性如何？因該橋甫通車不久，尚無資料可供審閱，只能留待時間來檢驗。

二、 2015 年第 32 屆國際橋梁研討會

國際橋梁研討會 (The International Bridge Conference, IBC) 為美國橋梁工程管理機關、橋梁設計、維護檢測等技術服務廠商、施工及材料供應廠商等實務界參加之國際交流會議，展示期間會場周邊亦同時進行不同主題之技術研討會。本局負責之策展主題為：

1. 「永續臺灣」(Sustainable Taiwan)，展示本局將高速公路從生態屏障改變成為綠廊及安全引導大規模遷徙的臺灣紫斑蝶等作為和設施。
2. 「防災臺灣」(Natural Disaster Prevention)，展示本局持續推動之國道橋梁耐震補強工程計畫及相關補強措施，包括鋼板包覆工法、混凝土包覆工法、主被動碳纖維圍束工法、多柱構架填充填充剪力牆工法、帽梁補強工法、加設連梁以降低帽梁受力、基礎補強、CIDH: Cast-in-drilled-hole concrete piles現場鑽掘混凝土基樁、CISS: Cast-in-Steel-Shell concrete piles內灌混凝土鋼管樁、耐震消能設施、反力分散裝置裝置、液態阻尼器及隔震裝置等工法。

本次年會有多項加速橋梁重建施工法、橋梁混凝土面層快速修復工法、防蝕材料及橋梁非破壞性檢測儀器發表，我們主題國所發表雙層橋施工工法、生態廊道、白米景觀橋、國道耐震補強工法等，都讓許多會員駐足詢問，本次主題國展覽可以說是智慧的累積、專業的呈現、技術的交流，更是國力的展示。

此外，隨著科技發展日新月異，展場中也常可見到結合高科技最新發展之施工、維護及檢測監測技術。此次參展廠商中即有一家號稱採用軍方釋出之聲納技術，可在能見度為零之汙水中精確進行橋梁基礎水下檢測並以圖形介面輸出檢測結果，如圖4-1。相關技術未來若發展得更成熟，對於國內河川橋梁基礎檢測將有甚大助益；惟國內公家機關囿於採購法之限制，對於此類獨家或專利技術的採用仍有相當的難度。

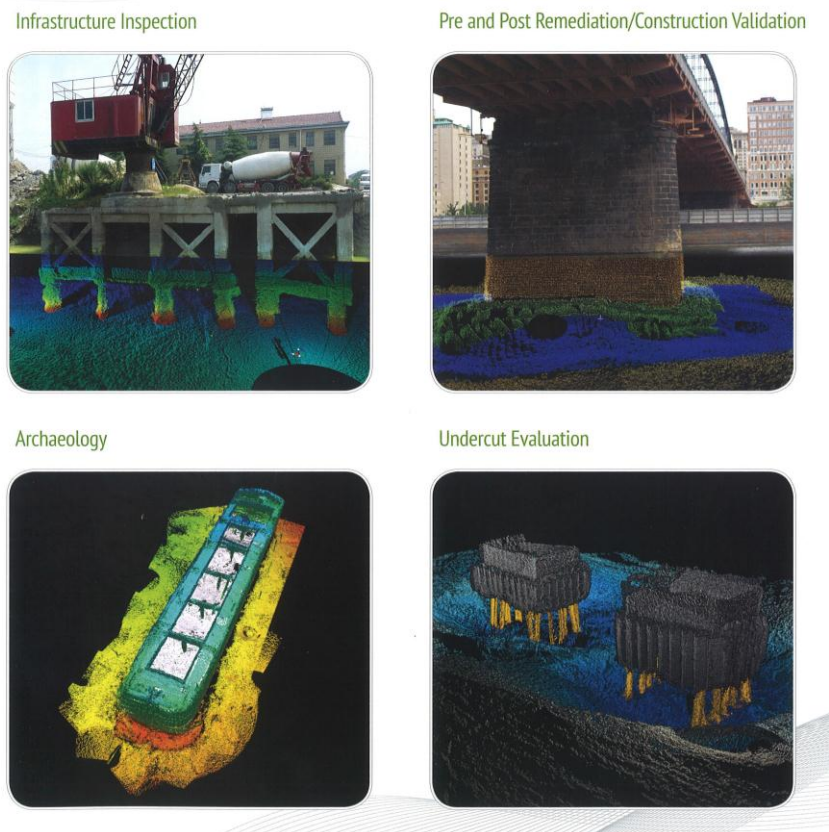


圖4-1 橋梁基礎水下檢測3D顯示的新科技

參與國際研討會或展覽，可就大會手冊上各個研討會場的議題，以及各攤位廠商展示的產品主題先行瞭解，以便找到合適的交流對象去學習。在活動結束之後持續保持聯繫追蹤，保持友好的互動，可延伸參展的成效。此外，透過資深人員帶領新進人員參與國際交流，可迅速與國外對談者建立關係，並達到經驗傳承之效。

另一方面，此次臺灣為了國際橋梁研討會主題國的策展，邀集國內產官學相關單位共襄盛舉，各單位與會代表也藉此機會進行交流。相關心得如下：

1. 鐵路管理局的橋梁換底工法，因歷年颱風沖刷大甲溪特殊之泥岩地質，使主河道下降，且讓鐵路橋梁橋墩20公尺深度沉箱，裸露約2/3，達13.3公尺。透過國內首創的鐵路橋梁換底工法，先施作新橋墩，再將新舊帽梁結合，以低震動拆除舊橋墩，轉由新橋墩支承。交流過程中，發現鐵路與公路橋梁換底工法不太一樣，鐵路橋梁轉由新橋墩承受後，對於後續橋墩的差異沉陷可透過軌道墊高的方式調整，而公路橋梁是將橋梁上部結構頂升至新橋墩。

2. 公路總局的公路防救災資訊系統，當上游發生強降雨，透過雨量監測及相關分析，可提早對可能產生災情的公路進行封閉預警，並將道路封閉及改道資訊提供給用路人，有效避免人員傷亡。此部分相當值得國道學習，國道設計標準較高，面對目前的極端氣候強降雨等，國道主線較少因此封閉，然而近年來因強降雨，造成地方道路甚至交流道出口淹水，使得車流回堵在交流道上，相關新聞時有所聞。也許將來可以透過資源整合的方式，以交通部的高度層級，進行高速公路局與公路總局於防災上的合作，將國道、交流道等資訊納入公路總局之防災系統路網之中，提供便民有效且完整的防災資訊。
3. 此次參展得有觀光局駐紐約辦事處的支援，提供十分實用可貴的在地協助。而外交部駐美經濟文化辦事處科技組周家蓓組長更是積極協調臺美雙方簽署合作協議，此類牽涉國際外交締約事項實屬專門領域，各部會間之交流模式宜相互參考，才可有效率的達成目標。臺灣的產業應朝向國際市場發展，公部門可以利用類似國際參展的機會，善加結合利用民間的力量，將臺灣的民間產業宣傳介紹給國際社會友人，帶領產業走向國際。

三、第 10 屆臺美公路橋梁研討會

臺美雙方共發表14篇論文，其中臺方6篇、美方8篇，大都討論規範、檢測、防災探討等議題。

(一) 橋梁設計規範

國內現行交通部頒公路橋梁設計規範均係參考美國州公路及運輸官員協會之公路橋梁設計規範（AASHTO）為藍本修訂，目前國內於橋梁設計方面仍持續沿用工作應力（WSD）及極限強度設計法（USD），而「載重及抵抗係數設計法」（LRFD）係目前國際上及美國橋梁設計規範（AASHTO）的發展趨勢，以統計方式分析各種力量使材料破壞的機率，其主要理論為將各種載重（含極端事件）乘以不同放大係數（載重抵抗係數），成為應力需求，直接以材料強度（不打折）作為材料強度，最後比較材料強度大於應力需求，即為符合安全需求，此一設計方法是將外力放大而強度不打折，其背後隱藏了長年累積大量對於材料破壞所做

的統計分析成果。

LRFD之各項載重係數需藉由蒐集大量數據及材料強度的統計、可靠度分析來建立，美國聯邦公路總署（FHWA）多年來持續進行研究計畫，為建立可靠之LRFD多重災害設計方法而努力。

此外，在臺美公路橋梁研討會中，美方也提到911恐怖攻擊事件後，美國開始關注結構設計除考量結構承受恐怖攻擊破壞強度外，相關結構系統亦依整體結構幾何配置與拓樸學（topology）來評估，當整體結構之某構件遭受破壞後，剩餘結構系統能有較佳之復原性來維持整體結構之穩定性，理想上後續相關研究可結合前述多重災害觀點，於結構設計分析時依據可能承受個別極限事件之載重與受損結構之復原性，應可做為我國新建橋梁及耐震補強設計參考應用。

(二) 橋梁檢測技術

其中美方Hoda Azari博士發表最新橋梁非破壞性檢測技術（Nondestructive Evaluation, NDE），介紹美國聯邦公路總署（Federal Highway Administration）Turn-Fairbank Highway Research Center非破壞性檢測實驗室（Nondestructive Evaluation Lab）所發展的檢測機具，如圖4-2。



圖 4-2 非破壞性監測數據收集分析儀

有別於以往傳統上對於橋面板混凝土劣化及鋼筋鏽蝕的檢測大都是使用透地雷達 (GPR)、超音波 (Ultrasonic) 及敲擊聲波回音 (Impact-Echo) 等單獨人工攜帶與操作的器具，需要耗費許多的人力，且無法立即對檢測的數據及結果判讀。該實驗室團隊便將各項檢測儀器一起整合到一臺自走式的機器當中，這臺複合式的機具稱為非破壞性監測數據收集分析儀 NDE- Robotic Data Collection。對於混凝土的劣化及橋板鋼筋的腐蝕狀況檢測均可以一次完成，同時，當儀器掃描過後還能立即分析產生以下的成果，包括：儀器定位情形 (Robot Position)，檢測過程(Data Collection Process)，檢測數據分析(Analysis)，檢測狀況標示(Condition Map)，劣化趨勢之判讀 (Condition Rating)，影像紀錄 (Images) 等。

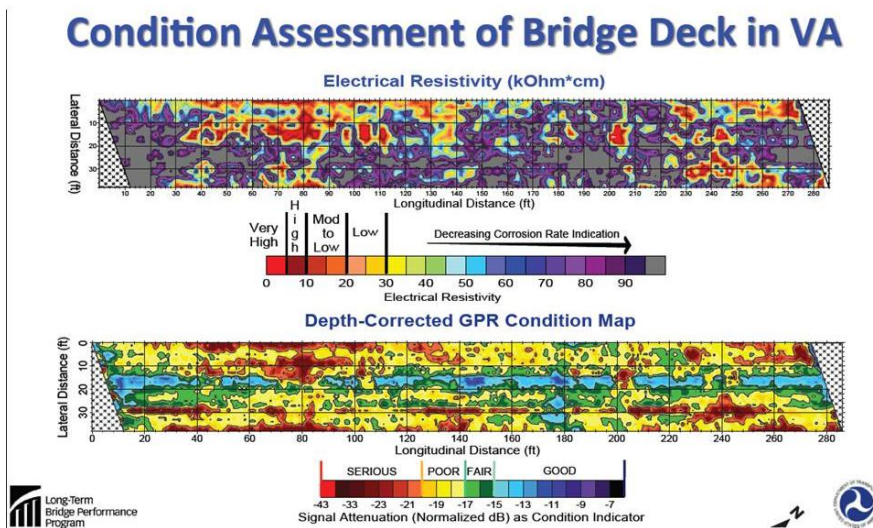


圖 4-3 透地雷達單元之探測數據評估

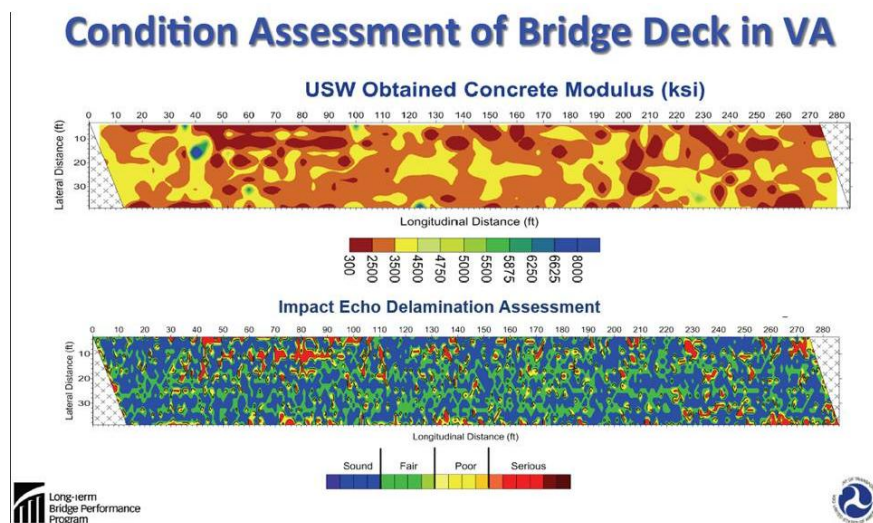


圖 4-4 敲擊聲波回音之劣化評估

在會中，也請教美方是否有研究對預力混凝土鋼絞線之檢測技術，美方表示另外有個專案計畫來辦理有關預力損失與劣化的研究，特別是預力鋼絞線大都配置在橋梁的梁腹或底板，且為曲線配置，檢測儀器不是仰測就是側邊檢測，然無法使用現在這臺水平檢測的NDE- Robotic Data Collection。

對於底層鋼筋或下層鋼筋，該檢測車是否也能精確測量鏽蝕程度？答案是對於第一層鋼筋的測定會較準確，第二層以後由於回波訊號較弱，所得的結果在判斷上可能會有較大的誤差，但至少這部檢測車若用在剛性路面等這類鋼筋相對單純的構件是非常方便且準確的。

由於臺灣國道3號彰化2號高架橋橋面因新工時調整縱坡之需，排置旋楞鋼管再加鋪輕質混凝土，惟其強度及接著黏結力因日久而降低，導致劣化、積水、坑洞等情事，當初因鋪面下層狀況需作更清楚了解，故採用透地雷達（GPR）作掃描檢測。但因下半部反射訊號微弱而無法判讀深層包含物位置資訊，對於積存於加鋪輕質混凝土與原橋面版間之滲漏水及旋楞鋼管直徑、位置、深度亦無法準確檢測得知，導致施工時仍需以試挖方式來了解深層結構物損壞機制。此部分與Hoda Azari博士所回答吻合，顯示透地雷達之應用目前仍僅能對單一固定上層位置能反射訊號之面層鋼筋等構造物提供判讀資訊，於實地應用上仍需依實際需要選用。

(三) 防災部分

臺灣位於亞熱帶氣候及環太平洋地震帶，不但地震頻繁且常有颱風、豪雨發生加上河川陡峭水流湍急導致橋墩冲刷極為嚴重，因此橋梁設計時即需考量多重災害等極端事件之組合載重，加上我國橋梁設計規範原則上等同於美國AASHTO規範且天災頻繁，於臺美橋梁會議中，美方對於我國之橋梁檢測及相關災害資料，表達了高度的興趣，希望後續的臺美橋梁合作的議題中，我方提供將一定數量現有之橋梁檢測料依美國橋梁管理系統要求之格式填報於美國之橋梁管理系統，增加其研究計畫資料蒐集之廣度。

橋梁全生命週期的議題方興未艾，其中養護與檢測更是橋梁建康的保證，發展養護檢測技術將會是國內外的趨勢。在美國與臺灣無正式外交情形下，加州運輸署與臺灣高速公路局簽訂官方技術交流合作協議，實為難能可貴，未來如何

加強與該署進行資訊交流、人員互訪，以提升雙方公路橋梁技術，以及雙方如何進行相關議題的具體合作方式，是重要的業務推動課題。

四、沿途公路建設相關

(一) 橋梁部分

匹茲堡是美國早期有名的鋼鐵重鎮，故除了橋梁之城（City of Bridges），匹茲堡又被稱為鋼鐵之城（Steel City），也因此當地跨河橋梁大量使用鋼橋，IBC大會安排的搭船導覽（Boat Tour）河上橋梁，過程中看到不同鋼橋結構。參觀過程中，部分鋼橋防蝕塗裝已產生剝落、銹蝕嚴重的情形（照片4-7），後續養護成本恐會增加。亦有部分橋梁使用耐候鋼材（無須油漆塗裝，照片4-8），透過鋼材的特殊性達到防蝕效果，此部分在臺灣較少使用，但可減少後續防蝕的維護成本，值得臺灣借鏡參考。



照片4-7 防蝕塗裝已產生剝落、銹蝕嚴重之鋼橋



照片4-8 使用耐候鋼材之鋼橋

另一方面，在參訪過程中，恰巧觀察到鋼橋維護塗裝施工的環保作為，噴砂除鏽及塗裝作業，均以密閉方式進行施工（照片4-9），對於環保要求的標準及施工設備，可作為我國進行鋼橋維護塗裝作業標準參考。



照片4-9 鋼橋維護塗裝施工

此外，在參訪過程搭車行經橋梁路段伸縮縫處，並未有明顯的震動或噪音，代表美國伸縮縫施工品質相當優異；相較之下，臺灣橋梁伸縮縫常因不平順或車輛行經時噪音太大，而遭民眾詬病。以國道為例，伸縮縫之更新維護受限於施工條件，需維持部分車流通行，採半半施工（會有車行震動影響混凝土耐久性），甚至在都會區路段，採夜間施工（AC、混凝土養治時間不足影響耐久性），使得國道橋梁伸縮縫會有服務年限降低、後期平整度不佳的問題。若能仿效美國，以

封路改道的方式進行伸縮縫更換，延長施工時間為12小時以上，甚至24小時，應可提升國道橋梁伸縮縫之耐久性與施工品質。

(二) 路面部分

在參訪的路程中，發現美國公路不少採用剛性路面（混凝土路面），有耐久性佳，抗磨損的優點，相對可降低後續維護成本。而在AC路面（瀝青混凝土路面），當有裂縫產生時，當局會先以瀝青膠填縫修補，即便行駛在佈滿瀝青膠修補後的車道上，車行還是相當平穩，較少有像臺灣有車轍、坑洞的情形。相較之下，以臺灣國道為例，摒除環境因素（常降雨、車流較大、重車等），瀝青混凝土之配比（材料本身）及施工品質仍有需向美方學習之處。

(三) 防護設施

參訪搭車路程中，注意到美國公路中央的RC護欄有別於臺灣，其高度較高，目測約有100公分，臺灣為80~85公分，且中央RC護欄上並未像臺灣一樣設置防眩板（遮蔽對向車道之車燈）。臺灣設置防眩板可視為體貼用路人，減少夜間眩光造成眼間的不適感，提高行車的安全性。美國公路未設置防眩板，是否是因為RC護欄高度較高，已可遮蔽對向車頭燈，值得進一步了解。而採用較高的RC護欄，對於底盤重心較高的休旅車，可降低車輛翻越護欄的機率，但也可能會讓駕駛有視覺阻隔感。此外，美國公路在中央分隔帶較寬的路段，會在中央分隔帶的綠帶上種植花卉，在臺灣國道上較少有這方面的配置。

(四) 服務區休息站

路程中，有在美國公路的休息站稍作停留，該休息站雖然不大，但相當有特色，外觀為斜屋頂建築，內部為木造裝潢，感覺像是咖啡館，其室內牆壁掛設著該公路興建過程的黑白照片，將公路文物與休息站完美結合，令人印象深刻，此部份值得國內參考，如照片4-10及照片4-11。



照片 4-10 美國公路休息站外觀



照片 4-11 休息站內部陳設公路興建時的相關照片

伍、建議

- 一、 本次我國在IBC的展出，有關生態保育與補償這部分，我國做得很細緻，美方對於我國的所作所為表示讚賞，建議日後若有道路建設之計畫案件時，應該是先更深入地探討建設計畫對生態的影響。雖然公共工程建設計畫都必須經過環境影響評估程序（Environmental Impaction Assessment，EIA），但事先的評估總是無法完全顧及當地複雜的生態系，故事後的生態調查與補償仍必須編列預算持續進行。
- 二、 橋梁的劣化檢測或監測對於橋梁的延壽很重要，也是全生命周期及永續經營的重要一環，建議國內亦應建立相關設備之研發與研究的機制。目前看來，美方對於檢測這方面也還停留在將個別的設備整合成一具多合一的設備階段，對於檢測尚未有令人耳目一新的發展。因此，橋梁之檢測似乎已遇到瓶頸，現今科技發展飛快，人類體檢已經發展到試驗植入晶片感應應用，在此發想：是否在橋梁興建之初也能預先植入相關晶片於構件中，完工後的養護階段只要手持感應設備就能讀取內部資訊，判讀後可作為後續養護的依據？有待土木界結合科技界思考。
- 三、 舊金山新東段海灣大橋於1996年初期規劃時是選用傳統的鋼筋混凝土橋，造價非常便宜且施工快速，但因各種因素最後卻選用了最貴的設計方案，這中間的取舍令人玩味。不過，新海灣大橋終究成為新的地標，不僅耐震能力提高且標榜節能減碳，國內值得以新海灣大橋的經驗為借鏡。
- 四、 新海灣大橋特別在一側設置了人行與腳踏車步道，使得目前該橋的橋面寬度暫列世界最寬的橋梁，該人行步道完全開放給民眾使用，其實就是對橋梁最好的宣傳了，而且平時還能作為橋梁的檢修步道使用。此外，人車分道也相對安全，對於國內熱門的自行車環島，在部分人車爭道的橋梁路段可以思考增建此類步道。
- 五、 新海灣大橋的路燈的型式確實令人耳目一新，新海灣大橋中央分隔帶上單柱式的LED路燈雖然設置間距很密，但是卻造就橋梁特殊的景觀，令人稱許。建議國內對於路燈的創意可更開放大膽，於設計階段辦理照度模擬，

施工階段能精確定位，開放通車後必能吸引眾人目光，對於景觀的加分一定會有其功效，惟採用特殊路燈須考量造價及備品供應。

- 六、 模組式伸縮縫在國內工程界似乎都避之惟恐不及，但是在新海灣大橋上卻全面使用，是否在施工安裝上或設計的配合上仍有盲點存在，也建議我國工程界能納入研究。
- 七、 美國公共建設於規劃時即詳加考量空間視覺景觀配置與資源活化再利用措施，所以各項建設不論橋梁、建築、綠地、古蹟都是民眾日常生活的一部分，以更宏觀的視野來作公共建設值得作為我們努力的方向。
- 八、 臺美公路工程技術研討會推動：美國聯邦公路總署、加州運輸署與臺灣公路單位、各大工程顧問公司共同舉辦之「臺美公路工程技術研討會」，由臺美雙方輪值於臺灣與美國召開，經由臺美雙方專家學者及官方代表參與，以增進臺美雙方合作情誼，並交流雙方最新研究議題成果。為使未來臺美交流制度化及法制化，辦理相關作業時能有所依據，後續將推動臺美雙方合作協議書簽訂。
- 九、 近年來，全球受到天災地震及極端氣候的影響，常面臨複合災害的挑戰，而臺灣位於亞熱帶氣候及環太平洋地震帶，不但地震頻繁且常有颱風、豪雨發生，且河川陡峭水流湍急導致橋墩冲刷極為嚴重，臺灣相關防災經驗相當值得提供其他國家參考，未來可透過臺美研討會，分享臺灣防災經驗。