

出國報告（出國類別：國際會議）

參加「2015年國際橋梁研討會(IBC)」
及
「第10屆臺美公路及橋梁工程研討會」
出國報告

服務機關：交通部臺灣區國道新建工程局

姓名職稱：陳福將 處長

陳宏仁 組長(時任副組長)

卓高端 主任

周重遠 副工程司

馮焱明 幫工程司

派赴國家：美國

出國期間：104年6月5日~6月15日

報告日期：104年9月15日

摘 要

「國際橋梁研討會(International Bridge Conference, IBC)」係一年一度於美國舉行之國際橋梁工程實務交流會議，由美國西賓州工程學會(ESWP)與美國道路暨運輸界協會(ARTBA)共同主辦，慣例於每年 6 月份的第 2 個星期假匹茲堡市勞倫斯會議中心舉行，會議為期 3 天，規模約為 1,200~1,500 人與會參加，透過參與此研討會，可蒐集、吸收、交流美國及國際間最新橋梁工程實務之相關資訊及技術。

與我國進行長期技術交流且關係友好密切的「國際橋梁研討會, IBC」大會籌備委員 Mr. Myint Lwin，推薦臺灣爭取擔任 2015 年「國際橋梁研討會, IBC」主題國家(Featured Country)，我國於 2012 年 4 月 16 日接獲由時任會議主席 Mr. Matthew P. McTish 署名之大會邀請函，其中並以「Taiwan, Republic of China」之正式名稱稱謂我國以表重視，我方由時任交通部長之行政院毛院長治國代表接受邀請。此次會議是我國少數得以國家正式英文全名出席參加的重要國際研討會，所代表意義深遠。

本次出國行程之安排，主要為參加「2015 IBC 國際橋梁研討會」及「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」，我國以「SAFE Taiwan – Symbiosis with the Environment」(安全臺灣－與環境共生)作為展覽主題，主題下研擬：「永續臺灣」、「防災臺灣」、「發現臺灣」等 3 項子題，本局在「永續臺灣」子題下以「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程」及「高雄港聯外高架道路計畫」參與研討會主題國展示及主題講座分享，均獲得與會各界代表極大迴響熱烈討論，以及一致的讚揚推崇，成功達到展現我國橋梁工程邁向永續經營的目標與精緻化成果，整合國內產官學界的工程研發技術走向國際的預訂目標。

目 次

一、 前言與目的	1
二、 過程	3
2.1 行程概要	3
2.2 行程經過與內容	6
三、 心得及建議	29
附錄 I、匹茲堡河川橋梁巡禮－途經橋梁	
附錄 II、2015 IBC 參展廠商名錄	

參加「2015 年國際橋梁研討會(IBC)」 及「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」 出國報告

一、前言與目的

鑒於國內公路橋梁平均橋齡多已超過 20 年以上，自 2005 年開始由本局、交通部臺灣區國道高速公路局及交通部公路總局等 3 個單位，共同籌組第 1 屆「臺美公路及橋梁工程研討會」，以建立臺、美兩國工程技術的正式交流平台，每年輪流在臺、美兩地舉行研討會議，迄 2013 年止已辦理九屆，雙方關係密切深厚。

「國際橋梁研討會(International Bridge Conference, IBC)」係一年一度於美國舉行之國際橋梁工程實務交流會議，由美國西賓州工程學會(Engineers' Society of Western Pennsylvania, ESWP)與美國道路暨運輸界協會(American Road and Transportation Builders Association, ARTBA)共同主辦，該研討會自 1984 年舉辦第 1 屆研討會議後，慣例於每年 6 月份的第 2 個星期假匹茲堡市勞倫斯會議中心(The David L. Lawrence Convention Center, Pittsburg)舉行，會議為期 3 天，規模約為 1,200~1,500 人與會參加，議程包含：專題講座(Keynote Sessions)、主題國專題講座(Featured Country Session)、技術講座(Technical Sessions)、專題研討(Workshops)及橋梁產業展覽(Exhibition)等，發表論文議題包括：橋梁設計、施工、維護、創新觀念、檢測技術與儀器、評估、修復、基礎問題及永續經營等，透過參與此研討會，可蒐集、吸收、交流美國及國際間最新橋梁工程實務之相關資訊及技術。

「國際橋梁研討會, IBC」大會主辦單位自 2007 年起將展覽區之中央攤位設定為主題國展覽區，邀請於國際間在橋梁工程領域發展具有卓越成就與貢獻的國家，組團共襄盛舉參加此一橋梁工程界之年度盛會，2007 年首屆邀請的主題國家為中國，2011 年邀請的主題國家為南韓。

與我國進行長期技術交流且關係友好密切的「國際橋梁研討會, IBC」大會籌備委員 Mr. Myint Lwin (同時也是「臺美公路及橋梁工程研討會」美方主任委員，時任美國聯邦公路總署 FHWA 橋梁司司長)，特別推崇我國 30 年來在公路橋梁技術之創新研發成果，因此推薦臺灣爭取擔任 2015 年「國際橋梁研討會, IBC」主題國家(Featured Country)，經大會討論同意後，我國於 2012 年 4 月 16 日接獲由時任會議主席 Mr. Matthew P. McTish 署名之大會邀請函，其中並以「Taiwan, Republic of China」之正式名稱稱謂我國以表重視，我方由

時任交通部長之行政院毛院長治國代表接受邀請，擔任 2015 年「國際橋梁研討會, IBC」主題國家(Featured Country)。此次會議是我國少數得以國家正式英文全名出席參加的重要國際研討會，所代表意義深遠。

另原訂於 2014 年由美方在美國舉辦的「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」, 考量臺、美雙方主要參與人員均一同參加 2015「國際橋梁研討會, IBC」, 而且會議舉行時間及地點也都可以和「國際橋梁研討會, IBC」緊密結合，因此在 103 年 8 月 26 日由時任交通部次長之交通部陳部長建宇主持的「臺灣參與 2015 國際橋梁研討會」第 2 次籌備會議中決議，與美方就兩研討會合併考量規劃。

藉由參加 2015「國際橋梁研討會, IBC」, 以及「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」兩具重量級之國際研討會，期望能達到以下目的：

- 提升我國橋梁工程技術，與美方創造更多元的合作關係。
- 收集、吸收、交流世界各國最新橋梁工程相關資訊與技術。
- 展現我國橋梁工程邁向永續經營的目標與精緻化成果
- 整合國內產官學界的工程研發技術走向國際

二、過程

2.1 行程概要

本次出國參展時間為自 104 年 6 月 5 日出國至 6 月 15 日返國，全程共計 11 日，以參加「國際橋梁研討會(IBC, International Bridge Conference)」及「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」為主，內容包含辦理 IBC 主題國展示(Featured Country Exhibition)、專題講座(Keynote Sessions)、主題國專題講座(Featured Country Session)、參加橋梁產業展覽(Bridge Industry Exhibition)、參與臺美研討會專題研討、建設參訪等，行程地點包含加利佛尼亞州舊金山市(San Francisco, California)、賓西凡尼亞州匹茲堡市(Pittsburgh, Pennsylvania)、紐澤西州澤西市(Jersey City, New Jersey)及紐約州紐約市(New York City, New York) (如圖 2.1-1)。此行相關行程概要如表 2.1-1。

本次出國參展行程之指導單位係為交通部，由范常務次長植谷代表領隊，主辦單位為交通部臺灣區國道高速公路局，共同主辦單位包含本局、公路總局、運輸研究所、部屬其他工程單位、內政部營建署、財團法人國家實驗研究院地震工程研究中心及陽明海運股份有限公司等，共計 10 個單位協辦單位為包含國內主要工程顧問公司、營造工程廠商等共 9 家，秘書單位為財團法人中華顧問工程司，總計產官學界共 22 個單位、55 人參加與會。(如圖 2.1-2)

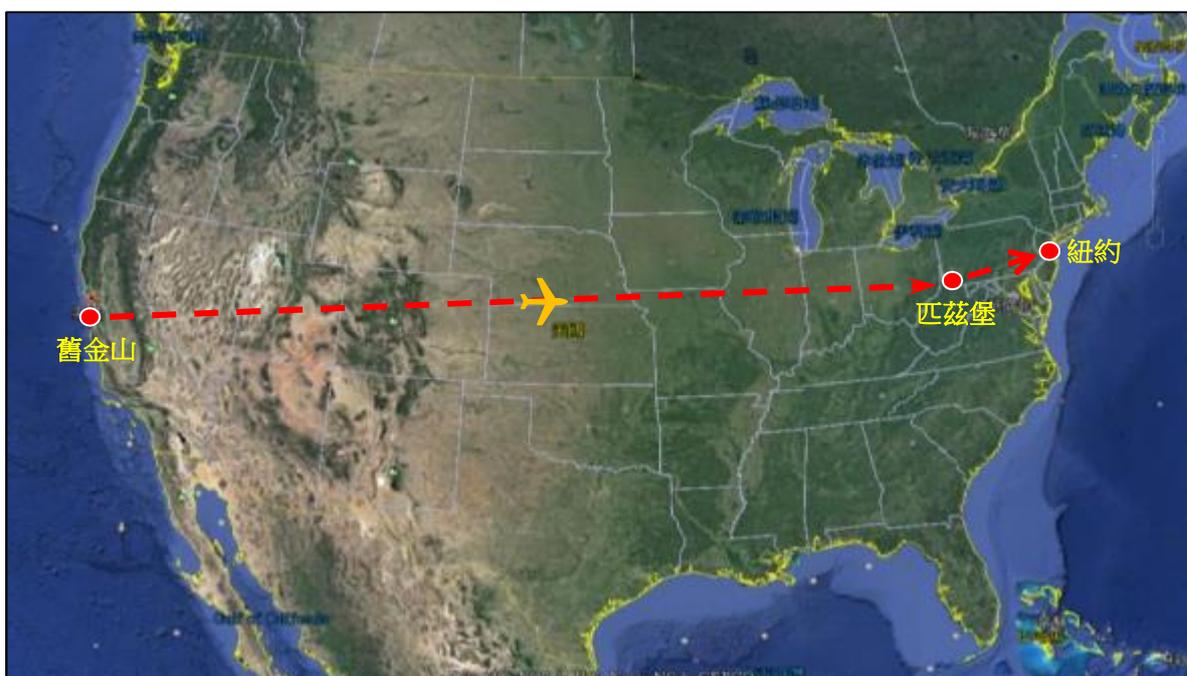


圖 2.1-1 出國參展行程示意圖

表 2.1-1 出國參展行程概要

日期		起迄地點	行程摘要
6/5	五	臺北市(桃園機場)→美國加州舊金山市	<ul style="list-style-type: none"> 去程，前往美國加州舊金山(San Francisco, California)
6/6	六	加州舊金山市	<ul style="list-style-type: none"> 參觀舊金山奧克蘭海灣大橋(Oakland Bay Bridge)及拜訪管理單位加州交通廳(Caltrans) 參觀舊金山金門大橋(Golden Gate Bridge)
6/7	日	加州舊金山市→賓州匹茲堡市	<ul style="list-style-type: none"> 去程，前往賓州匹茲堡(Pittsburgh, Pennsylvania) IBC 會場展覽前置作業
6/8~6/12	一~五	賓州匹茲堡市	<ul style="list-style-type: none"> 參加「2015 IBC 國際橋梁研討會」 參加第「10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」
6/13	六	賓州匹茲堡市→紐澤西州澤西市	<ul style="list-style-type: none"> 回程，前往紐澤西州澤西市(Jersey City, New Jersey) 建設參觀
6/14	日	紐澤西州澤西市→紐約州紐約市	<ul style="list-style-type: none"> 回程，前往紐約市(New York City, New York) 建設參觀
6/15	一	紐約州紐約市→臺北市	<ul style="list-style-type: none"> 回程，返回臺北



圖 2.1-2 出國參展團隊－產官學界成員-(1)



圖 2.1-2 出國參展團隊－產官學界成員-(2)



圖 2.1-2 出國參展團隊－產官學界成員-(3)

2.2 行程經過與內容

本次出國參展時程共計 11 日，扣除來回班機航程，停留美國時間為 8 日，行程內容安排頗為豐富，包含參加「國際橋梁研討會(IBC, International Bridge Conference)」、「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」、橋梁工程與城市建設參觀等，而且行程地點跨越美國大陸東西兩岸，除搭乘國際航班外，尚須轉乘美國國內航線及高速公路巴士，主要行程內容記要如后：

2.2.1 「2015 IBC 國際橋梁研討會」

本次「2015 IBC 國際橋梁研討會」係於 104/6/8~6/10 在美國賓西凡尼亞州匹茲堡市(Pittsburgh, Pennsylvania)舉行，共計有 100 多個單位報名參加與會。大會會場設在位於阿勒格尼河(Allegheny River)河畔的勞倫斯會議中心-The David L. Lawrence Conventional Center (如圖 2.2.1-1)，會議中心二樓展場的中央區為主題國家(Featured Country)展示場，四處角隅分布置為獨立主題講座會場，其餘空間規劃為展覽攤位，提供下一年度主題國家宣傳預展，以及提供橋梁產業廠商展示相關產品(如圖 2.2.1-2)，另在會議中心 3 樓並設有多間中小型獨立會議室，提供做為技術講座(Technical Sessions)及主題研討會(Workshops)發表交流場地(如圖 2.2.1-3)。



圖 2.2.1-1 研討會場址－勞倫斯會議中心

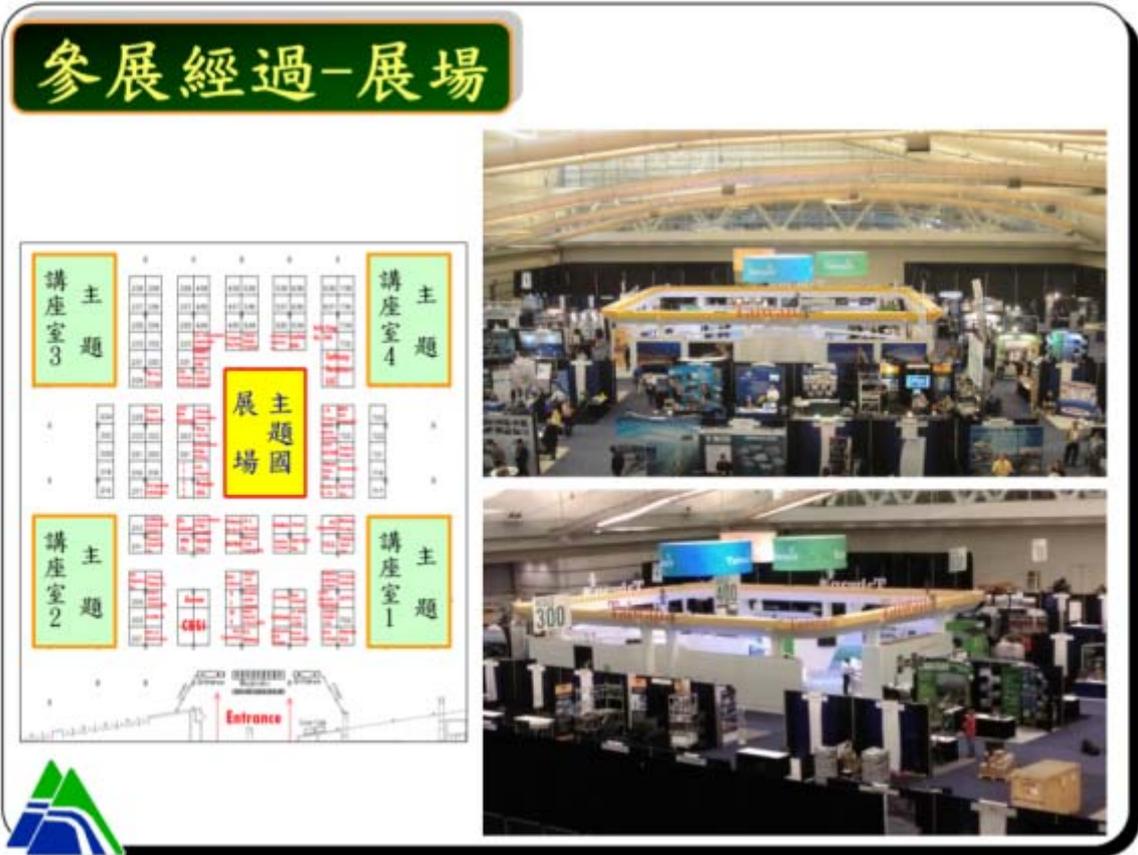


圖 2.2.1-2 研討會場址－2 樓展場規劃

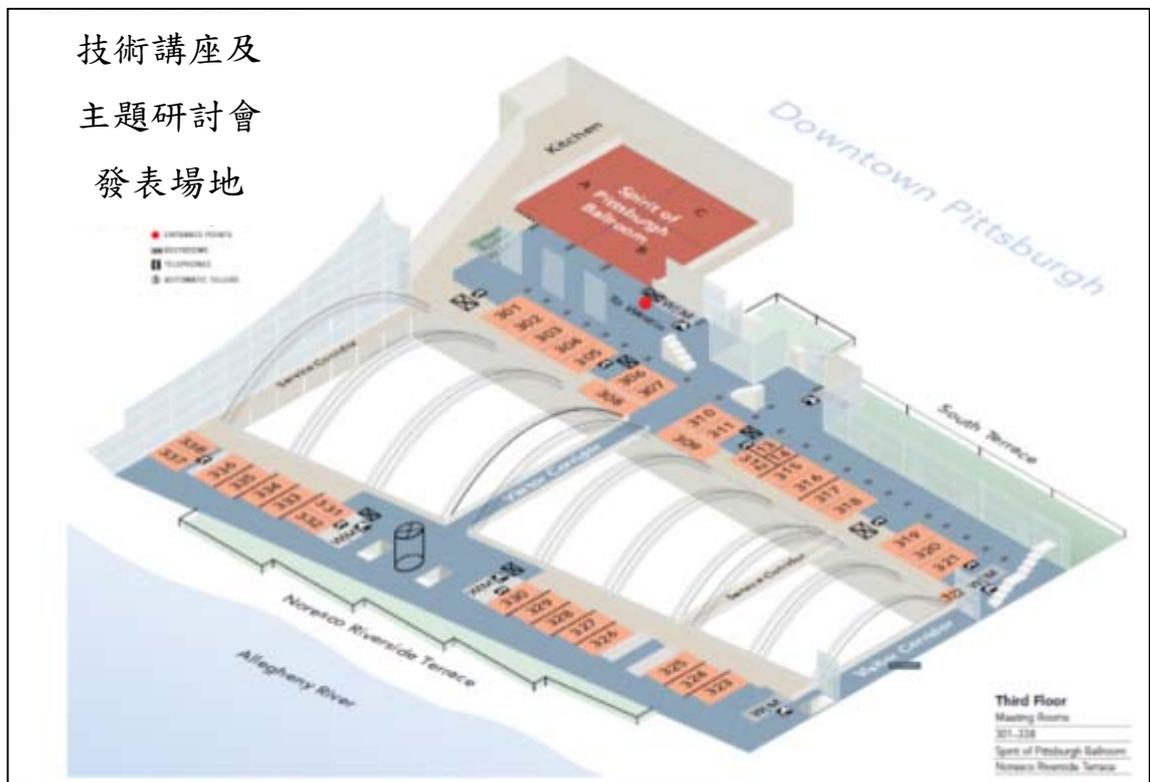


圖 2.2.1-3 研討會場址－3 樓會議室規劃

一、參展主題、議題及交流

我國受邀擔任本屆 IBC 研討會之主題國家(Featured Country)，係以「SAFE Taiwan – Symbiosis with the Environment」(安全臺灣－與環境共生)作為展覽主題，主題下研擬：「永續臺灣」、「防災臺灣」、「發現臺灣」等 3 項子題，再依此規劃展場布置(如圖 2.2.1.1-1~圖 2.2.1.1-3)。



圖 2.2.1.1-1 2015 IBC 主題國參展主題

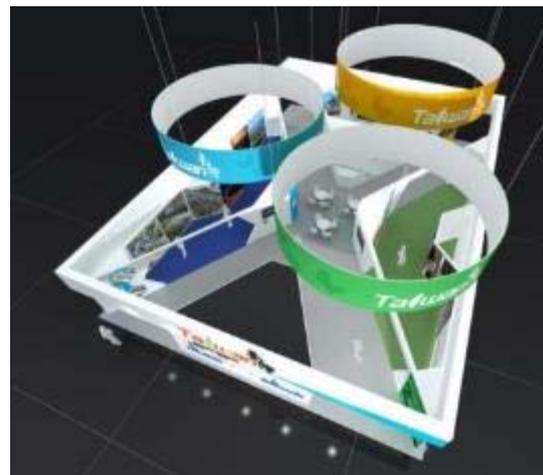
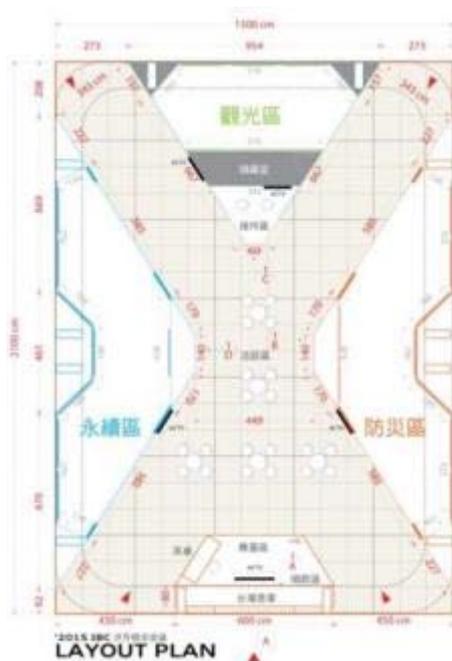


圖 2.2.1.1-2 主題國展示－展場平面及俯視設計圖



圖 2.2.1.1-3 主題國展示－展場布置

在 2015 IBC 開幕式的主題講座 (Keynote Session)中，我參展團團長交通部范常務次長植谷應邀發表以「The planning, Construction and Maintenance Based on a Bridge's Lifecycle—全生命週期之橋梁規劃、建造與養護」為題之專題演講，介紹我國橋梁工程運作現況(如圖 2.2.1.1-4)。在 IBC 研討會之主題國專題講座 (Featured Country Session) 中，本局陳局長彥伯以「Introduction of Featured Country—主題國介紹」作為開場演說，先向參加講座來賓簡要介紹我國，接著再由我參展團各單位分別進行專題演講，本局於「永續臺灣」子題下之「造型橋梁」議題中，以「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程」及「高雄港聯外高架道路計畫」參與研討會主題國展示及主題講座分享(表 2.2.1.1-1、表 2.2.1.1-2)，均獲得與會各界代表極大迴響熱烈討論，以及一致的讚揚推崇(如圖 2.2.1.1-5~圖 2.2.1.1-7)。



圖 2.2.1.1-4 主題講座－團長范常務次長植谷專題演說

表 2.2.1.1-1 2015 IBC 研討會我國參展議題

項次	參 展 議 題	
1	永續臺灣 Sustainable Management	1.1 生態保育(國道、蘇花改、高鐵官田水雉) 1.2 文化遺址保存(蘇花改、台中鐵路高架) 1.3 碳管理(蘇花改、台中鐵路高架) 1.4 工程紀錄 3D 錄影、橋梁攝影展 1.5 造型橋梁(白米橋、 五楊拓寬、高港高架 台中鐵路高架) 1.6 施工及營運管理(蘇花改隧道工程)
2	防災臺灣 Natural Disaster Prevention	2.1 地震災害模擬、耐震補強、近斷層設計 2.2 沖刷監測與模擬、補強(換底工法)、資料庫 2.3 防災預警
3	觀光臺灣 Discover Taiwan	3.1 世界保育重地 3.2 多元文化匯集之處 3.3 美食王國 3.4 臺灣產業聚落風雲 3.5 觀光局宣傳影片

國工局參展議題與內容

– Viduct Engineering of the Widening Project of Freeway No.1 in Taiwan



圖 2.2.1.1-5 主題國展示—本局參展展示板設計



圖 2.2.1.1-6 主題國展示—本局現場展示及解說

表 2.2.1.1-2 主題國專題講座—講座講題-(1)

FEATURED COUNTRY SESSION : TAIWAN R.O.C.	
Title—講題	Speaker—演講者
Introduction of Featured Country	CHEN Yen-Po 陳彥伯 Director General / Taiwan Area National Expressway Engineering Bureau, MOTC
Section I	
Introductions	JU Hsu 朱旭 CEO / China Engineering Consultant, Inc.
Quality and Aesthetic Design in Taichung Railway Viaduct	
Seismic and Flood-Resistance Capacity Promotion and Service Life Elongation Method for Existing Bridge by Employing Substructure Replacement Technique	LIN Cheng-Wei 林正偉 Senior Engineer / CECI Engineering Consultant, Inc., Taiwan
Introduction of the Taiwan Area National Freeway Bridge Seismic Retrofit Program	PENG Kang-Yu 彭康瑜 Chief-Engineer / T.Y.Lin International Taiwan Inc.
Viaduct Engineering of the National Freeway No.1 Widening Works in Taiwan	CHIANG Chi-Heng 蔣啟恆 Manager / CECI Engineering Consultant, Inc., Taiwan

表 2.2.1.1-2 主題國專題講座－講座講題-(2)

FEATURED COUNTRY SESSION : TAIWAN R.O.C.	
Title－講題	Speaker－演講者
Section II	
Introductions	SHIAH Ming-Shen 夏明勝 Deputy Director General / Directorate General of Highways, MOTC
Proactive Hazard Prevention and Early Warning System Applied to Highway Management in Taiwan	CHEN Wen-Shin 陳文信 Engineer / Directorate General of Highways, MOTC
Bridge Early Forecasting System Development for Multiple Hazards	CHANG Kuo-Chun 張國鎮 Director / National Research on Earthquake Engineering, Taiwan
Innovation 3-Dimensional Bridge Modeling for Bridge Management in Taiwan	LIAO Hsien-Ke 廖先楷 Ph.D. Candidate / National Central University, Taiwan



圖 2.2.1.1-7 主題國專題講座－本局講題發表

二、2015-IBC 匹茲堡河川橋梁巡禮-Boat Tour

今年 IBC 研討會會場所在的匹茲堡市，位於由阿勒格尼河(Allegheny River)及莫農加希拉河(Monongahela River)兩河匯流成俄亥俄河(Ohio River)之匯流處，是賓州第二大城，境內有 446 座橋梁，因此有「橋梁城市」(The City of Bridges)美名。

今年大會於研討會期間有安排一場「匹茲堡河川橋梁巡禮」，自會展中心旁的阿勒格尼河碼頭開始，溯河朝向上游到 Senator Robert D. Fleming 大橋(第 62 街大橋)，折返順流朝向下游，到俄亥俄河的 McKees Rocks 大橋，再折返溯游向上莫農加希拉河至 Birmingham 大橋為止，而後返回會展中心碼頭(如圖 2.2.1.2-1)，全程長約 45 公里，途經約 20 座各具特色的大小橋梁(如圖 2.2.1.2-2、附錄 I)。

匹茲堡市水運便利發達，早年為美國鋼鐵業重鎮，鋼料料源取得容易、成本較為低廉，因此境內橋梁普遍以使用鋼料設計為主，但是也因鋼結構橋梁數量眾多，在近年衍生出橋梁維護工作繁重的問題(如圖 2.2.1.2-3)。

橋梁巡禮途中，正好遇到 Birmingham 大橋正在進行維護工作，施工廠商設置懸掛式工作架作為施工動線及空間，並將鋼梁梁身及鋼拱施工作業區整段包覆，除了能防止噴砂除鏽及油漆噴塗作業期間的塵沙與噴漆外洩，避免污染環境外，也能做為施工期間物品墜落防護之用，兼具環保及工安功能，可作為國內橋梁維護施工之參考(如圖 2.2.1.2-3~圖 2.2.1.2-4)。

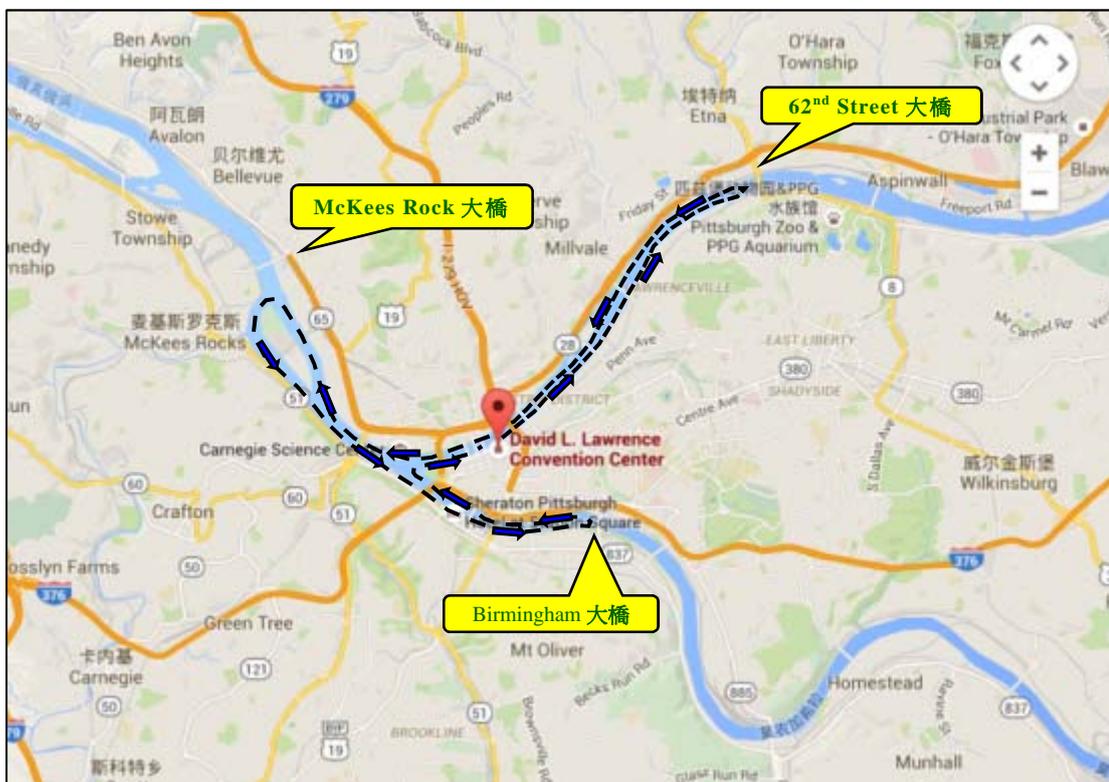


圖 2.2.1.2-1 匹茲堡河川橋梁巡禮路線圖



圖 2.2.1.2-2 勞倫斯會議中心碼頭及匹茲堡河川橋梁一景



圖 2.2.1.2-3 匹茲堡鋼橋鏽蝕及維護作業一景

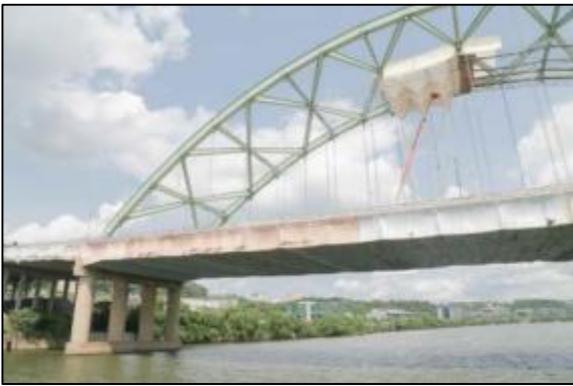


圖 2.2.1.2-4 匹茲堡鋼橋維護作業
—噴砂廢砂回收漏斗(左圖)、橋下懸掛式工作平台(右圖)

三、2015-IBC 會場商展

本屆大會參與商展之單位及廠商，包含：我國(2015 主題國)、美國聯邦公路及運輸官員協會 AASHTO、西賓州工程師學會 EAWP (Engineers' Society of Western Pennsylvania，大會秘書單位)、維吉妮亞州交通運輸廳 VDOT (2016 主題單位)、各學術及同業團體、各橋梁設計、繪圖、測量、施工、檢測、維護及管理軟硬體材料與設備廠商，共計有近 130 家與會展示(廠商名錄如附錄 II)，除了有上千名以上土木工程產業相關同仁互相交流觀摩以外，更有來自全美各地的土木工程學科學生藉由參加研討會及展場，從中學習吸收知識。

現場展示產品中，有關橋梁檢測維護作業車展示部分吸引相當多與會者的目光，其中所展示的多關節長臂式橋梁工作車(如圖 2.2.1.3-1)具有以下功能，如能考量引進國內，對國內橋梁檢測與維護工作將有極大幫助。

- 能伸展至雙向箱梁之交接內側(如圖 6)，適用於高橋墩、長跨距、寬橋面之橋梁檢測及小型維護工作。
- 將工作臂伸直亦可用來檢視高橋墩。

另外，美國複合材料製造商協會 ACMA (American Composites Manufacturers Association)展示會員廠商生產的非金屬複合材料防蝕加強筋 (Composites Material Rebar)，包含：玻璃纖維加強筋 (GFRP Rebar)、玄武岩纖維加強筋 (Basalt Rebar、Rock Rebar)等產品(如圖 2.2.1.3-2)，此類產品具有的材料特性為：高抗拉強度、重量輕、強度/重量比值高、抗腐蝕，雖然所展示型錄中說明已有相當多的應用實例，但就其材料性質與應用，應尚待進一步探討。



圖 2.2.1.3-1 多關節長臂式橋梁工作車



圖 2.2.1.3-2 玄武岩纖維加強筋
及其應用產品

2.2.2 「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」

原訂於 2014 年由美方在美國舉辦的「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」，考量臺、美雙方主要參與人員均會一同參加「2015 IBC 國際橋梁研討會」，而且會議舉行時間及地點也都可以和「國際橋梁研討會, IBC」緊密結合，因此在 103 年 8 月 26 日由時任交通部次長之交通部陳部長建宇主持的「臺灣參與 2015 國際橋梁研討會」第 2 次籌備會議中決議，與美方就兩研討會合併考量規劃，因此，「第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會」緊接著在「2015 IBC 國際橋梁研討會」後，於 104/6/11~6/12 在相同會場－匹茲堡市勞倫斯會議中心舉辦。

我參展團中有部分未辦理與公路工程相關業務之參展單位，因未參與本研討會議，因此於「2015 IBC 國際橋梁研討會」會議結束後即先行返國，由其他辦理與公路工程相關業務單位參加研討會議。臺美雙方並就所關心的「公路橋梁複合災害」、「橋梁長期性能」、「橋梁安全檢測技術」等 3 項主題分別提出相關議題。研討會開始並由美方主辦代表 FHWA 顏文輝博士及我方團長交通部范常務次長植谷分別致詞，感謝雙方長久以來所維持的良好技術交流友誼，並預祝大會順利成功。(如圖 2.2.2-1)



圖 2.2.2-1 臺美研討會－雙方致詞

本局所提出的交流議題，係在「橋梁長期性能」主題下以「國道 1 號五股至楊梅段拓寬工程」與「台 74 線臺中生活圈 4 號線工程」之橋梁監測成果、以及「高雄港聯外高架道路工程」預鑄節塊吊裝快速橋梁構建工法進行成果研討交流 (如表 2.2.2-1~表 2.2.2-2、圖 2.2.2-2~圖 2.2.2-3)。本屆「臺美公路及橋梁工程研討會」並做成以下結論：

- 建議建立臺美雙方橋梁長期性能維護資料庫的交換協議與平台
- 建議建立臺美雙方橋梁檢測資料庫交換及檢測技術交流的協議與平台
- 歡迎臺灣加入美方 ABC 快速橋梁構建工法領域，並歡迎參加 104/12 在邁阿密舉行的 ABC 工法研討年會。

我方對前述結論則回應，因事涉相關領域較廣，且分屬多個不同單位權管，將於回國研議後儘速回復美方，以利後續技術交流進行。

表 2.2.2-1 臺美研討會－我方議題

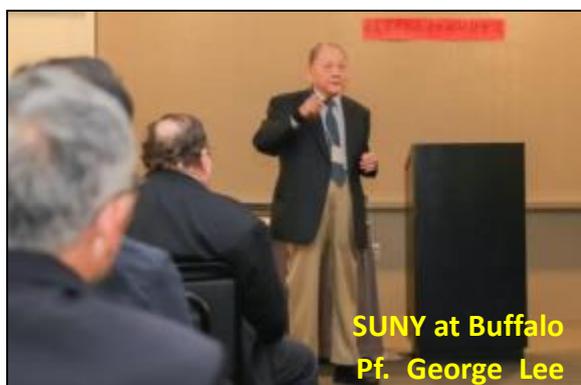
第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會 - 我方議題	
Title－講題	Speaker－演講者
Multi-Hazard Mitigation of Highway Bridges 公路橋梁複合災害	
Introduction of Seismic Retrofit Manual of Highway Bridges in Taiwan	Prof. SUNG Yu-Chi 宋裕棋 Chief of Bridge Engineering Division, NCREE
Development of Real-Time Monitoring System for Bridge Multi-Hazards	Dr. LIN Yung-Bin 林詠彬 Research Fellow, NCREE
Long-Term Bridge Performance 橋梁長期性能	
Field Tests and Long-Term Monitoring of Bridge Performance -The Cases of Wu-Yang Viaduct and No. 74 Provincial Highway Bridges in Taiwan	Dr. CHEN Chun-Chung 陳俊仲 Associate Research Fellow, NCREE
Design and Construction of Precast Segmental Bridge in Taiwan	Mr. CHIANG Chi-Heng 蔣啟恆 Project Manager, CECI Engineering Consultants, Inc. Taiwan
Training Courses on Inspection Technology for Bridge Safety 橋梁安全檢測技術	
Development of the Second Generation of Taiwan Bridge Management System	Mr. LIAO Hsien-Ke 廖先楷 Ph.D. Candidate, National Central University Taiwan
Introduction to Taiwan Distance-Based MLFF ETC Implementation	Mr. CHIEN Cheng-Chuan 簡正詮 Project Manager, Far Eastern Electronic Toll Collection Co, Ltd.



圖 2.2.2-2 臺美研討會－我方議題發表

表 2.2.2-2 臺美研討會－美方議題

第 10 屆臺美公路及橋梁工程研討會 - 美方議題	
Title－講題	Speaker－演講者
Multi-Hazard Mitigation of Highway Bridges 公路橋梁複合災害	
Bridge Design for Multi-hazard	George Lee Distinguished Professor, University at Buffalo, State University of New York
Resilient Bridge Design to Extreme Loads	Shalva Marjanishvili & Francois Fayad Hinman Consulting Engineers, Inc.
The Best Practice of ABC Connection Detail for Extreme Loads	Harry Capers ARORA and Associates, P.C.
Design of Highway Bridges for Extreme Events	Myint Lwin The U.S. Chairman of the Sino-U.S. Highway Technology Exchange & Collaboration Center
Long-Term Bridge Performance 橋梁長期性能	
FHWA Long Term Bridge Performance Program Updates	Hamid Ghasemi Team Leader - Infrastructure Management, FHWA
Advances in Bridge Management and Inspection Software	Jeremy Shaffer Senior Director of Transportation Asset Management, Bentley Systems
Training Courses on Inspection Technology for Bridge Safety 橋梁安全檢測技術	
State of the Practice in Condition Assessment of Concrete Bridge Decks in the United States	Hoda Azari Program Manager, Non-Destructive Evaluation, FHWA
Some Geotechnical Risks Associated with Southwestern Pennsylvania Coal Fields	Tom Leech Adjunct Professor, Carnegie Mellon University



SUNY at Buffalo
Pf. George Lee



FHWA
Dr. Hamid Ghasemi

圖 2.2.2-3 臺美研討會－美方議題發表

2.2.3 舊金山市「奧克蘭海灣大橋(Oakland Bay Bridge)」及「金門大橋(Golden Gate Bridge)」

本次出國行程為配合美國國內班機轉機時間，首先到達美國西岸的舊金山市，於舊金山市主要安排前往參觀奧克蘭海灣大橋(Oakland Bay Bridge)及金門大橋(Golden Gate Bridge)。

一、奧克蘭海灣大橋(Oakland Bay Bridge)

奧克蘭海灣大橋為橫跨全美國 I-80 號州際公路的一部份，跨越舊金山灣銜接舊金山市、耶爾巴布埃納 YBI 島 (Yerba Buena Island, 亦稱作香草島)、以及奧克蘭市。以 YBI 島為中點，分為連接舊金山市的西側橋段，以及連接奧克蘭市的東側橋段兩部分(如圖 2.2.3.1-1)，維護管理單位為加州交通運輸廳 Caltrans。

奧克蘭海灣大橋最早在 1936 年建成，雙層橋面板結構設計，西側橋段包含西側舊金山端引橋及吊橋主橋，東側橋段為鋼結構橋梁(如圖 2.2.3.1-2)，但是在 1989 年 10 月 17 日下午 5 時 4 分，舊金山地區發生芮氏規模 6.9 級大地震，造成加州地區極大的人員生命傷亡及建築結構損壞，奧克蘭海灣大橋也不例外的受到嚴重損傷，東側橋段的其中一跨上層橋面板並墜落至下層橋面板上(如圖 2.2.3.1-3)，經過審慎評估，西側橋段進行整修補強，東側橋段則至 2002 年開始進行改建。

改建後的奧克蘭海灣大橋東側橋段，位於舊橋段北側(如圖 2.2.3.1-4)，全長 3,102 公尺，新建大橋並將原本雙層結構改變為雙向平面單層結構，由奧克蘭自東往西，包含奧克蘭端引道、預力混凝土邊橋(Skyway)、SAS 自錨式吊橋主橋、及耶爾巴布埃納島轉接橋(YBI Transition)(如圖 2.2.3.1-5)，經由轉接橋與耶爾巴布埃納 YB 隧道，在 YBI 島向西銜接西側橋段通往舊金山(如圖 2.2.3.1-6)。

新建大橋另在梁身南側以單邊懸伸方式設置自行車及人行道，提供民眾通行、以及作為欣賞灣區美景的休閒遊憩新景點(如圖 2.2.3.1-7)，自 2002 年 1 月開工，至 2013 年 9 月通車(原訂於 2007 年通車)，工期共 141 個月，工程費約 64 億美元。

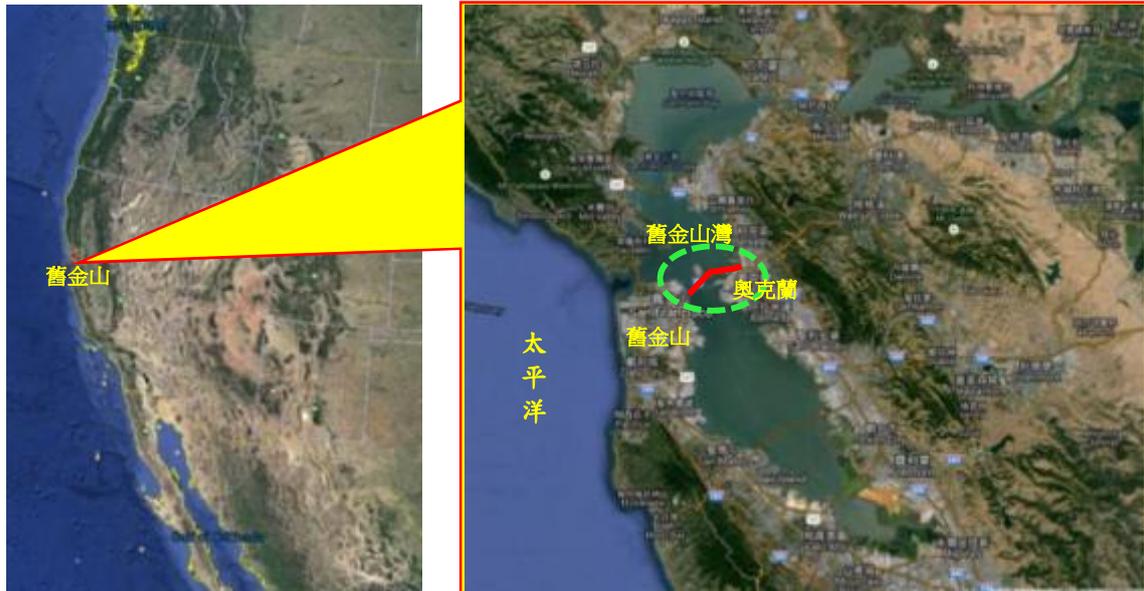


圖 2.2.3.1-1 奧克蘭海灣大橋位置圖



圖 2.2.3.1-2 奧克蘭海灣大橋(改建前)



圖 2.2.3.1-3 1986 年地震橋損情形



圖 2.2.3.1-4 奧克蘭海灣大橋改建前、後平面線形圖



圖 2.2.3.1-5 奧克蘭海灣大橋立面示意圖(改建後)



圖 2.2.3.1-6 YBI 隧道及奧克蘭海灣大橋－西側橋段

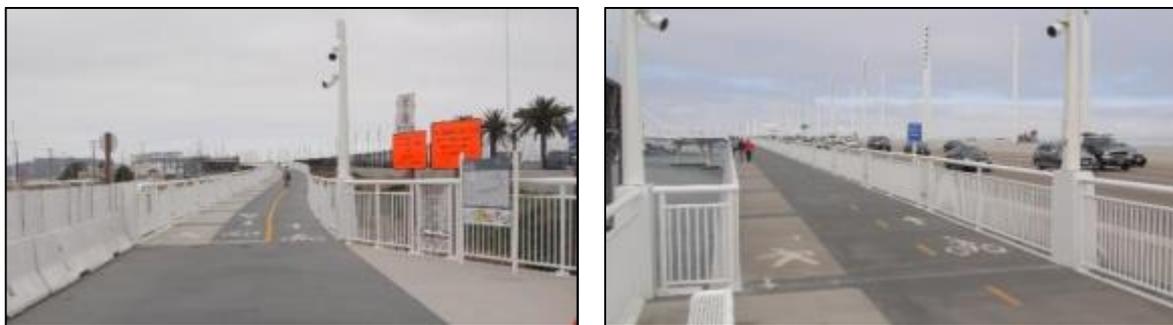


圖 2.2.3.1-7 奧克蘭海灣大橋－東側橋段自行車及行人道

奧克蘭海灣大橋東側橋段中的自錨式吊橋(SAS)主橋，長 $10+180+385+49.385 = 624.385\text{m}$ 公尺，橋寬 78.74 公尺，雙向 10 車道設計，橋塔高 160 公尺(水面上)，為目前世界上最寬的橋梁，也是相同結構形式中的最大跨距橋梁。(如圖 2.2.3.1-8、圖 2.2.3.1-9)

奧克蘭海灣大橋參觀行程係由在加州交通運輸廳 Caltrans 服務的吳文傑先生協助接待及帶領解說參觀，由奧克蘭側引道的自行車及人行道進入(如圖 2.2.3.1-10)，引道旁時令植栽盛開，映入行人眼簾賞心悅目，也還可見到南側的舊海灣大橋尚未拆除之部分橋段；路燈基座施作護蓋，除了具有美觀功能外，還可避免突出的螺栓影響行人安全；顧及加州近年乾旱缺水嚴重，設置有循環水再利用設施，達到節約自來水用量、充分利用水資源的目的。(如圖 2.2.3.1-11~圖 2.2.3.1-13)

參觀途中，見到往來行人不斷，有在地民眾跑步、騎車，也有如同我們的外地訪客，成功化解民眾與高快速公路間的隔閡，拉近彼此距離，也建立民眾對公部門的支持與信任。(如圖 2.2.3.1-14)

仔細觀察奧克蘭海灣大橋，不論是已封閉廢棄的舊橋或是新建大橋，在設計階段均已對營運期間的需求予以周詳考量，皆設置有維護通道、爬梯、檢修平台或檢修工作車，以使維護管理作業能夠安全又方便的進行。(如圖 2.2.3.1-15~圖 2.2.3.1-18)

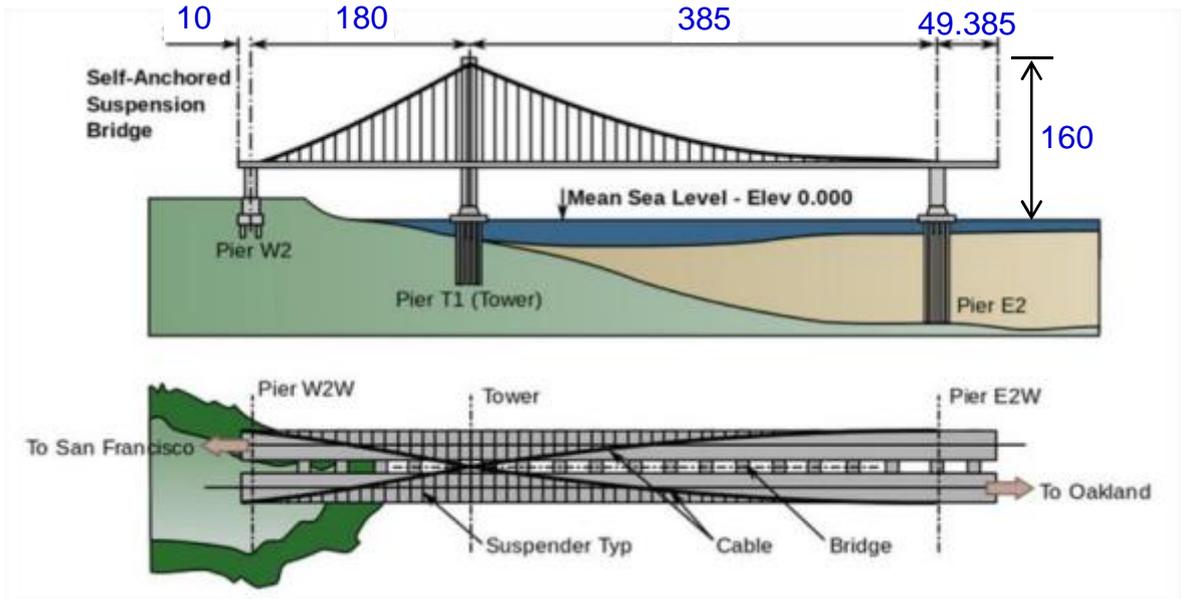


圖 2.2.3.1-8 奧克蘭海灣大橋 SAS 主橋平、立面示意圖



圖 2.2.3.1-9 奧克蘭海灣大橋東側主橋—SAS 自錨式吊橋



圖 2.2.3.1-10 奧克蘭海灣大橋—奧克蘭工區、引道自行車及人行道出入口



圖 2.2.3.1-11 奧克蘭海灣大橋南側舊橋



圖 2.2.3.1-12 奧克蘭海灣大橋引道自行車及人行道－植栽及路燈基座護蓋



圖 2.2.3.1-13 奧克蘭海灣大橋引道自行車及人行道－循環水再利用設施



圖 2.2.3.1-14 奧克蘭海灣大橋引道自行車及人行道－旅人往來形影



圖 2.2.3.1-15 奧克蘭海灣大橋—主、引橋間伸縮縫及檢修平台



圖 2.2.3.1-16 奧克蘭海灣大橋—舊橋及主橋之檢修通道



圖 2.2.3.1-17 奧克蘭海灣大橋—舊橋及主橋之檢修爬梯、通道



圖 2.2.3.1-18 奧克蘭海灣大橋—舊橋及主橋之檢修工作車

二、金門大橋(Golden Gate Bridge)



金門大橋為美國最西側縱貫南北的 US 101 號高速公路／加州 SR1 州道的一部份，跨越舊金山灣通往太平洋的金門海峽，北側銜接馬林縣 (Marin County)，南接舊金山北端 Peninsula，為美國舊金山地區的地標結構物(如圖 2.2.3.2-1)，維護管理單位為金門大橋管理局 (Golden Gate Bridge, Highway and Transportation District)。

金門大橋係由吊橋主橋、鋼桁架拱橋邊橋及鋼桁架引橋組成，全長 2,737 公尺，吊橋主橋長 $345+1,280+345=1,970$ 公尺，橋寬 27.5 公尺，雙向 6 車道設計，橋塔高 227.4 公尺(水面上)，橋下淨空 67 公尺，在 1964 年以前是世界上跨距最大的吊橋(如圖 2.2.3.2-2)。



圖 2.2.3.2-1 金門大橋位置圖

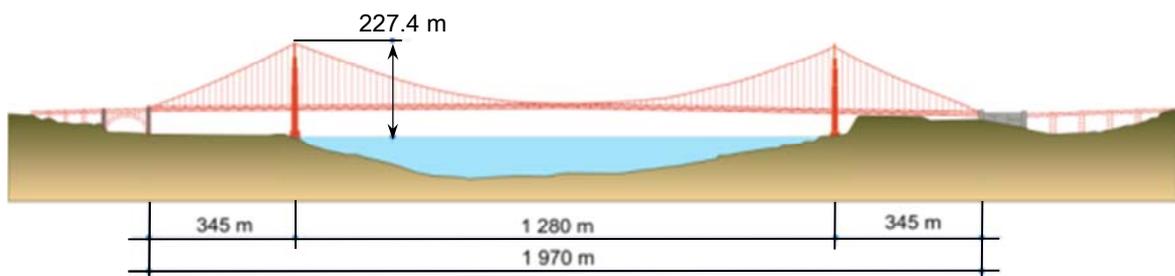


圖 2.2.3.2-2 金門大橋主橋立面圖

金門大橋橋身的顏色為國際橘(international orange)，此色既和周邊環境協調，又可使大橋在金門海峽常見的大霧中顯得更醒目(如圖 2.2.3.2-3)。這座大橋由於新穎的結構設計和超凡脫俗的外觀，被國際橋梁工程界廣泛認為是美的典範，更被美國建築工程師協會評為現代的世界奇跡之一。它也是世界上最上鏡頭的大橋之一。

金門大橋在南端舊金山市設有大橋公園，吸引非常多遊客前往，是到舊金山的旅人必到的朝聖景點，除了可以最近距離觀看大橋外，也可以經此前往大橋人行道，對於工程人來說更是具有無比的吸引力。公園內設有大橋興建說明展示板、吊橋科學知識模型、大橋相關展示品、簡餐店，以及紀念品商店等設施。(如圖 2.2.3.2-4)

在前往大橋步道途中，對於停放在南端收費站雙向車道中間，並且車身標示著「Road Zipper」的陌生工程機具，感覺到相當的奇特，經查詢金門大橋網頁結果，該機具係「護(隔)欄移動工作車」(如圖 2.2.3.2-5)，金門大橋管理局係基於以下原因設置移動式隔欄：

- 為消弭大橋上南北雙向車輛的對撞事故：自 1970 年起，大橋上已發生 35 起嚴重死亡車禍，其中 15 起事故為南北雙向車輛的對撞事故(如圖 2.2.3.2-6)，因此管理單位決定設置實體隔欄以分離雙向車道。
- 解決交通尖峰時刻的車道調撥作業需求：大橋雙向的交通量，由 1984 年的 3,800 萬車次，成長至今日為 4,200 萬車次，而且在交通尖峰時刻，雙向交通量差異明顯(如圖 2.2.3.2-6)，管理單位原來以人工移動往復式導桿方式進行車道調撥作業(如圖 2.2.3.2-7)，但是效率低又不安全，早已不符合實際狀況需求，因此促使管理單位以機械式自動化移動護(隔)欄方式取代改進。(如圖 2.2.3.2-8)

金門大橋的機械式自動化車道調撥作業，是採用護(隔)欄移動工作車及設置可移動式護(隔)欄。每一個以鋼板包覆混凝土的預製隔梁以插銷樁接(Pin Connection)彼此，預製隔梁尺寸為 1 英尺(約 30 公分)寬、32 英寸(約 81 公分)高，設置長度總計為 13,340 英尺(約 4,066 公尺)，現場施工時間為 2015 年 1 月 10~11 日之周末假日，總計 52 小時，工程內容包含：2 部護(隔)欄移動工作車採購(分別配置於南北橋端收費站)、護(隔)欄設置、南北兩側收費站配合改建工作等。

「可移動式護(隔)欄系統設置計畫」所需經費約美金 3,030 萬元(約新台幣 10 億元)，其中 5%由聯邦基金挹注、66%由加州大都會交通委員會配合、最後 5%由金門大橋收費收益支付。完成後不但能快速又安全的滿足金門大橋交通尖峰時刻的不對稱交通量需求，更大大保障用路人安全。



圖 2.2.3.2-3 金門大橋



圖 2.2.3.2-4 金門大橋公園內各項展示品



圖 2.2.3.2-5 金門大橋南側收費站及護(隔)欄移動車(Road Zipper)



圖 2.2.3.2-6 金門大橋對撞事故及交通尖峰時間不對稱車流



圖 2.2.3.2-7 金門大橋車道調撥－人工移動往復式導桿作業



圖 2.2.3.2-8 金門大橋車道調撥－機械式自動化移動護(隔)欄作業



圖 2.2.3.2-8 金門大橋護(隔)欄移動車(底部)及預製樺接式護欄

三、心得與建議

本次出國行程之安排，包含參加「2015 IBC 國際橋梁研討會」、參加「第10屆臺美公路及橋梁工程研討會」、以及城市建設參訪，有關心得及建議綜整如後：

(一) 我國橋梁工程已達國際水準：

- 參展介紹之橋梁工程案例(五楊拓寬及高港高架)，論規模、論技術層次，與其他各國知名橋梁相較，毫不遜色，甚至更為精緻。
- 參加研討會之國外橋梁工程同業，對於「五楊拓寬」詢問度極高，且對於我國自行完成「五楊拓寬」之艱難工程，皆感到驚奇與敬佩。
- 五楊高架連續兩年榮獲公共工程金質獎及結構工程技術獎，今年又獨得全球唯一國際道路協會設計類全球道路成就獎(IRF GRAA)，更印證我國橋梁工程已具備國際級的技術水準。

(二) 環境關懷、永續經營為世界潮流：

- 國外同業對於參展介紹之橋梁工程案例(五楊拓寬及高港高架)，於設計、施工階段的環境關懷、永續經營作法，均深表認同及肯定。

(三) 參展展示板版面設計可再予加強：

- 排版格式可再活潑生動，不要拘膩以論文型式呈現。
- 特色圖片、照片可適當加大，以醒目表現。

(四) 參展分送文宣、折頁等宣傳品得以加深參觀者印象：

- 本局此次攜帶五楊折頁及專輯參展，面對國外橋梁工程同業的詢問，以圖表、摺頁輔助說明，更收事半功倍之效果，建議後續工程可製作部分英文文宣品。

(五) 參展展示影片品質待提昇：

- 此次參展影片規格最高僅為 DVD 品質，應可配合硬體規格升級為高畫質(HQ)品質以上規格。

(六) 持續引進新材料、新工法及新技術

- 持續探討提升橋梁工程耐久性的相關材料，如非金屬加強筋等，並依國內橋梁工程實際需求適時引進。
- 考量引進多關節長臂式橋梁工作車，以利橋梁檢測、維護工作進行。
- 持續推廣採用「快速橋梁建造工法(Accelerated Bridge Construction Method)」，並延續現有已進行的橋梁監測計畫，以獲取長期橋梁性能參數，發展本土化的「快速橋梁建造工法(Accelerated Bridge Construction Method)」。

- 考量引進「可移動式護(隔)欄移動系統(Moveable Barrier System)」，以解決面對快速成長的交通量，卻面臨日益困難的用地取得、無法拓寬車道的困境。
- 參考 FHWA 之「自動化橋面評估系統(RABIT)」(如圖 3-1)，配合國內橋梁檢測工作實際需要，發展自己的自動化橋梁檢測工具。

(七) 景觀及地標性橋梁考量設置建橋紀念公園、自行車及人行道：

- 傳承延續橋梁規劃、設計、建構、維護期間的歷史軌跡。
- 形成地方重要之觀光運動設施、獨具特色之觀光景點，繁榮地方、帶動成長。
- 成功化解民眾與高快速公路間的隔閡，拉近彼此距離，進而建立民眾對公部門的支持與信任。

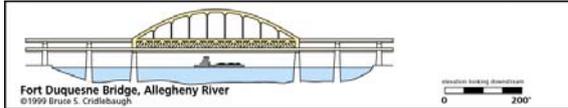
第10屆臺美研討會-美方議題
NDE-Bridge Deck Assessment Tool
RABIT™
橋面評估工具



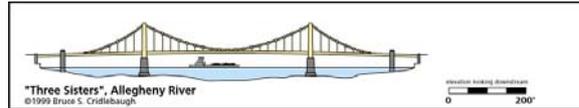
- 1 全景攝影機
- 2 HD畫質橋面攝影機
- 3 電阻探針
- 4 敲擊回波及表面超音波
- 5 GPR透地雷達
- 6 GPS 全球定位系統

圖 3-1、FHWA 研發「自動化橋面檢測系統(RABIT)」

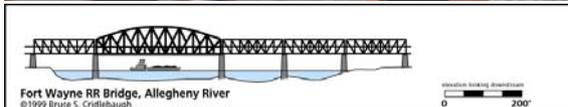
附錄 I 、匹茲堡河川橋梁巡禮－途經橋梁



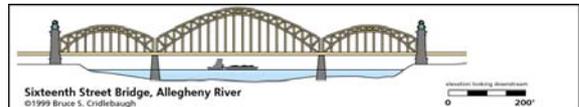
A.) Fort Duquesne 大橋 (1963)－與同為 I-279 州際公路、跨越 Monongahela River 河之 Fort Pitt 大橋為同型式設計孿生橋



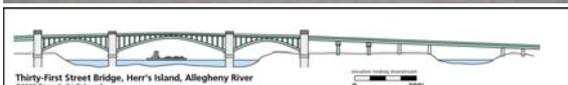
B.) 三姊妹橋 (1928)－美國第一座 SAS 自錨式吊橋，唯三近乎相同橋梁：Roberto Clemente大橋 (第 6 街大橋) Andy Warhol大橋 (第 7 街大橋) Rachel Carson 大橋(第 9 街大橋)



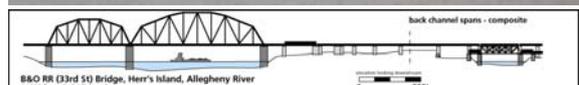
C.) Fort Wayne 鐵路橋 (1904)
上層橋面營運中，下層橋面已封閉



D.) David McCullough 大橋 (1923)

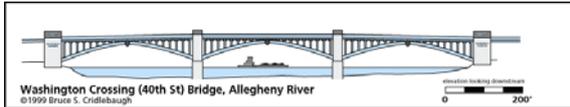


E.) William Raymond Prom 紀念大橋 (1928)
(第 31 街大橋)

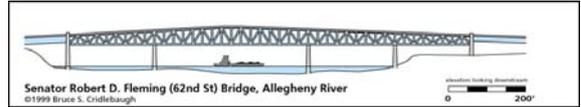


F.) 第 33 街鐵路橋 (1921)

圖 附錄 I-1 跨越阿勒格尼河(Allegheny River)大橋
自下游往上游方向 - (1)

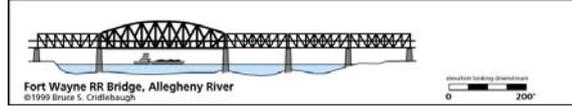


G.) Washington 跨越大橋 (1924)
(第 40 街大橋)

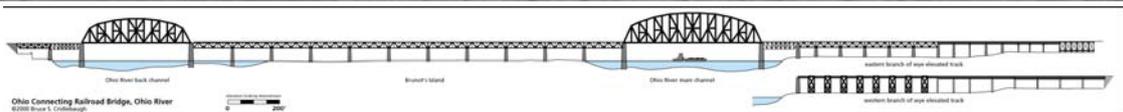


H.) Senator Robert D. Fleming 大橋 (1962)
(第 62 街大橋)

圖 附錄 I-1 跨越阿勒格尼河(Allegheny River)大橋
自下游往上游方向 - (2)



A.) West End 大橋 (1932)

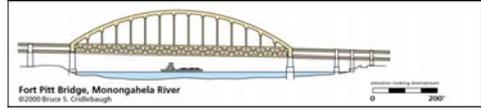
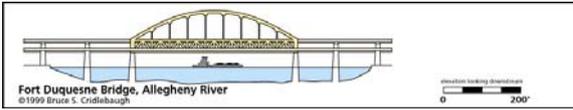


B.) Ohio Connecting 鐵路橋 (1915)



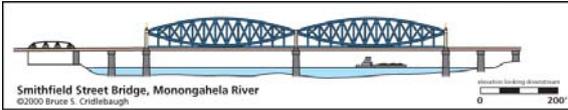
C.) McKees Rocks 大橋 (1931)

圖 附錄 I-2 跨越俄亥俄河(Ohio River)大橋
自上游往下游方向



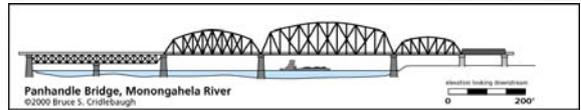
A.) Fort Pitt 大橋 (圖右, 1959)

與同為 I-279 州際公路、跨越 Allegheny River 河之 Fort Duquesne 大橋 (圖右) 為同型式設計孿生橋

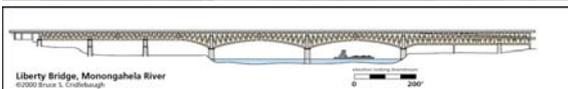


B.) Smithfield Street 大橋 (1883)

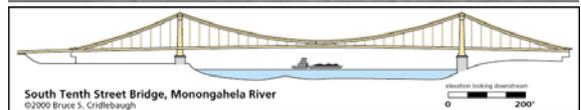
匹茲堡興建的第 1 座橋，目前橋梁為原址重建的第 3 代橋梁，第 1 代橋梁為興建於 1818 年的木製橋梁。



C.) Panhandle 輕軌鐵路橋 (1903)

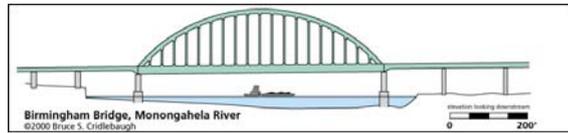


D.) Liberty 大橋 (1928)



E.) 南第 10 街大橋 (1933)

圖 附錄 I-3 跨越莫農加希拉(Monongahela River)大橋
自下游往上游方向- (1)



F.) Birminghamt 大橋 (1976)

圖 附錄 I-3 跨越莫農加希拉(Monongahela River)大橋
自下游往上游方向- (2)

附錄 II、2015 IBC 參展廠商名錄

EXHIBITOR DIRECTORY

IBC EXHIBIT HALL

The IBC Exhibit Hall is located in Hall B of the David L. Lawrence Convention Center, accommodating even more displays than ever before...heavy equipment, active displays and super-sized exhibits, along with numerous enhancements for your enjoyment. With more space than ever to accommodate additional features, the IBC Exhibit Hall is the place to be for attendees and exhibitors! In addition to the many vendor exhibits, the Featured Country display from Taiwan is prominently featured in the center of the Exhibit Hall. Thanks to all of our returning and new Exhibitors!

All registered attendees are welcome to enjoy our strolling luncheon buffets on Monday, Tuesday and Wednesday during the IBC, where you will find lots of goodies displayed throughout the Exhibit Hall. Please stop by and visit with our many exhibitors while enjoying your lunch. In addition, coffee breaks, when scheduled, will be located throughout HALL B.

The IBC Exhibit Hall is open:

- Monday: 11:00 AM–7:00 PM, featuring complimentary Burger Day lunch starting at 12:00 Noon.
- Tuesday: 8:00 AM–5:00 PM, featuring complimentary Healthy Day lunch starting at 12:00 Noon.
- Wednesday: 8:00 AM–1:30 PM, featuring complimentary Taste of Pittsburgh lunch starting at 12:00 Noon.

On the following page, you will find a numerical listing of all exhibitors, followed by an alphabetical listing with full contact information and company description. This listing contains all Exhibitors as of May 22, 2015

2015 IBC Exhibitors Numerical By Booth Number

<u>Center Featured Country: Taiwan</u>	
201 GOMACO Corporation	229 Chengdu Datong Road & Bridge Components Co., Ltd.
203 Certainty 3D	231 American Society of Highway Engineers
205 AJR, Inc.	233 PA Turnpike Commission
207 TRC Engineers, Inc.	239 HCB, Inc.
211 Short Span Steel Bridge Alliance	300 Wire Co World Group
213 P. Joseph Lehman, Inc., Consulting Engineers	301/303/400/402 CBSI (Clodfelter Bridge & Structures)
216 Gaylord National Resort & Convention Center, National Harbor, MD	302 Loadtest
217 Bridge Preservation and Inspection Services, LLC	304 Armtac Limited Partnership
218 IBC 2016	305/405 Aaow
219 Diverse Business Supportive Services Center	306 All Access Rigging Co.
221 Resensys LLC	310 Pannoni Associates Inc.
222/224 VADOT: 2016 Featured Agency	311 HRV Conformance Verification Associates, Inc.
223 Fulhall Inc.	312 Intelligent Infrastructure Systems
225 Jiashao Bridge Construction Command Department	313 CTS Cement Manufacturing Corporation
	316 SPX Hydraulic Technologies
	317/319 Spider

EXHIBITOR DIRECTORY

- | | |
|--|---|
| 318 Big R Bridge | 510 Williams Form Engineering Corp. |
| 320 Headed Reinforcement Corp. | 511 Bentley Systems, Inc. |
| 321 HAKS Engineers, Architects and
Land Surveyors, P.C. | 512 D.S. Brown |
| 322 FRP Bridge Drain Pipe | 513 Viathor, Inc. |
| 323 Marine Solutions, Inc. | 532 Seismic Energy Products, Inc. |
| 324 Tensa America - DEAL | 533 Greenman-Pedersen, Inc. |
| 325 Hatch Mott MacDonald | 534 Trinity Highway Products |
| 328 RI Lee Group | 535 ChemCo Systems |
| 329 Epic Polymer Systems | 536 Evonik Corporation |
| 330 Wirecpe Works Inc. | 537/539 Conduit Constructors |
| 331 International Zinc Association | 538 Cleveland Electric Laboratories Co. |
| 332 Contractors Materials Company | 600 Harcon Corporation |
| 333 Bridge design & engineering | 601 Klass Coatings (North America), LLC |
| 334 Bureau Veritas North America | 602 St. Louis Screw & Bolt |
| 335 STV Inc. | 603 Scougol Rubber Corp. |
| 336 Vesam | 604 Neal Company, The, T-WALL |
| 337 American Engineers Group, LLC | 605 Vector Corrosion Technologies |
| 338 Buzzi Unicem USA | 607 Dynamic Isolation Systems |
| 339 BVA Hydraulics | 610 Con-Serv Inc. |
| 401 Sika Corporation | 611 FIGG |
| 403/405 American Composites
Manufacturers Association | 612 Lusas |
| 407 MDX Software | 613 AZZ Galvanizing Services |
| 410 Skyline Steel | 617 McClain & Co., Inc. |
| 411 Bridge Grid Flooring
Manufacturers Association | 619 Michael Baker International |
| 412 Central Atlantic Bridge Associates | 621 AECOM Technical Services, Inc. |
| 413 Hilman Rollers | 623 Phoros Marine Automatic Power |
| 416 MAGERA USA LLC | 625 L.B. Foster |
| 418 Solis Company Inc. | 629/631/728/730 Safway Services
LLC |
| 420 National Steel Bridge Alliance
(NSBA) | 632 Sealrite USA |
| 422 Moog USA Inc. | 633/635 Seah-Ying Co., Ltd. |
| 424 Enksson Technologies, Inc. | 634 Brayman Precast |
| 428 Euclid Chemical Company | 636 Bee Access Products |
| 430 Watson Bowman ACME | 638 American Piledriving Equipment |
| 432 ICE - International Construction
Equipment | 639 AP/M Peraltaform |
| 433 Teledyne BlueView | 700 Dimetix USA |
| 434 GeoStructures, Inc./Geopier
Foundation Company | 702 Nickel Institute |
| 435 Bridge Deck Solutions | 704 AASHTO |
| 436 WSP, Parsons Brinckerhoff | 706 Perryman Company |
| 438 Multivista Construction
Documentation | 710 Tideland Signal Corp. |
| 439 BOB Bridge | 712 Mishra Group |
| 500 R.I. Watson, Inc. | 716 Larsa Inc. |
| 501 Reinforced Earth Company, The | 717 Rampart Hydro Services |
| 502 Epoxy Interest Group of CRSI | 718 Teramatix |
| 503 Advitam, Inc. | 719 McDermott Light and Signal |
| 504 Sralite | 720 Roads & Bridges |
| 505 Freyssinet | 721 DYWIDAG Systems International
(DSI) |
| 506 Emscol Joint Systems | 722 American Segmental Bridge
Institute (ASBI) |
| | 723/725 Anderson Hydra Platforms Inc. |
| | 724 MMFX Steel Corporation |
| | 732 Wasser Coatings |
| | 738 N.E. Bridge Contractors Inc. |

