

104-93-0244

出國報告（出國類別：其他）

赴匹茲堡出席「2015 國際橋梁研討會 (2015 International Bridge Conference)」

服務機關：交通部運輸研究所

姓名職稱：江明益助理研究員

派赴國家：美國

出國期間：104 年 6 月 5 日至 104 年 6 月 13 日

報告日期：104 年 8 月

赴匹茲堡出席「2015 國際橋梁研討會(2015
International Bridge Conference)」出國報告

著 者：江明益

出版機關：交通部運輸研究所

地 址：10548 台北市敦化北路 240 號

網 址：www.iot.gov.tw (中文版>圖書服務>本所出版
品)

電 話：(02)23496805

出版年月：中華民國 104 年 9 月

印 刷 者：承亞興企業有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 20 冊

行政院及所屬各機關出國報告提要

頁數：69 含附件

報告名稱：赴匹茲堡出席「2015 國際橋梁研討會(2015 International Bridge Conference)」

主辦機關：交通部運輸研究所

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話：

交通部運輸研究所/孟慶玉/02-23496755

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話：

江明益/交通部運輸研究所/運輸計畫組/助理研究員/(02)2349-6805

出國類別：☐1.考察☐2.進修☐3.研究☐4.實習☒5.其他

出國期間：104 年 06 月 05 日至 06 月 13 日

出國地區：美國

報告日期：104 年 09 月 04 日

分類號/目：HO／綜合類（交通類）

關 鍵 詞：國際橋梁研討會，主題國家，美國加州運輸署，美國西賓州工程學會，美國道路暨運輸協會，匹茲堡羅倫斯會議中心，橋梁檢測
內容摘要：

為利推動我國橋梁營運及維護永續發展，本次出國計畫主要係參加美國西賓州工程學會與美國道路暨運輸協會共同主辦舉辦之「國際橋梁研討會」，其中，今年我國爭取到擔任 2015 國際橋梁研討會(The International Bridge Conference, IBC)主題國家(Featured Country)，且成功於國際橋梁研討會宣揚我國相關交通建設進步成果。本次參訪及考察行程主要包含全程參與 2015 年國際橋梁研討會，並觀摩美國及世界各地進駐之廠商與機構展示攤位，聆聽與吸取各橋梁相關議題演講精髓，完成參加 2015 年國際橋梁研討會重要任務。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

國際橋梁研討會係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，主要由美國西賓州工程學會 (Engineer's Society of Western Pennsylvania) 與美國道路暨運輸協會 (American Road and Transportation Builders Association, ARTBA) 共同主辦，依慣例於每年 6 月份於匹茲堡羅倫斯會議中心 (David L. Lawrence Convention Center) 舉行，為美國橋梁工程實務界之最新資訊與技術溝通的重要平台，今年我國爭取到擔任 2015 國際橋梁研討會 (The International Bridge Conference, IBC) 主題國家 (Featured Country)，期望藉由本次國際橋梁研討會宣揚我國相關交通建設進步成果。本次參訪及考察行程主要包含全程參與 2015 年國際橋梁研討會，並觀摩美國及世界各地進駐之廠商與機構展示攤位，聆聽與吸取橋梁相關議題演講精髓，完成參加 2015 年國際橋梁研討會重要任務。且今年為最後一次於匹茲堡城市舉辦，下一屆 2016 年將移往馬里蘭州 National Harbor 城市舉行。本次國際橋梁會議之後，緊接著係我國與美方 FHWA 橋梁技術部門召開之第十屆臺美會議，雙方透過資訊交流及人員互訪方式，增進彼此之橋梁管理技術知識。另外，此次由於在舊金山轉機前往匹茲堡的機會，規劃一日參訪位於舊金山灣之新完工通車海灣大橋 (Bay Bridge)，以及最著名之金門大橋 (Golden Gate Bridge)，並藉由加州運輸署 (California Department of Transportation 簡稱 CalTrans) 相關人員的解說及前往現地參訪，瞭解 CalTrans 在橋梁方面之新建、舊橋結構拆除與施工的作業過程，作為本所相關橋梁業務未來推動與發展之參考。此次考察過程中特別感謝交通部范次長植谷辛勤率團帶領指導，以及中華顧問工程司相關人員的安排與協助。

目 錄

第一章 前言	1
第二章 歷年主題國家簡述	5
第三章 行程概要	9
第四章 2015 IBC 會議概況	11
第五章 技術參訪	19
第六章 心得與建議	46
附錄 參訪照片集錦	49

圖目錄

圖1 國際橋梁會議邀請函(IBC Invitation Letter)	4
圖2 2015IBC 主題國臺灣網頁首頁	15
圖3 本所奉派人員江明益助理研究員出席 1	16
圖4 本所奉派人員江明益助理研究員出席 2	16
圖5 2015IBC 會場各國參展廠商攤位	17
圖6 2015IBC 大會會場註冊及報到櫃台	17
圖7 2015IBC 大會會場外廳實景.....	18
圖8 2015 IBC 大會交通部范次長植谷進行 Keynote 演講.....	18
圖9 舊金山海灣大橋-新橋與舊橋.....	20
圖10 舊金山海灣大橋-新橋	21
圖11 舊金山金門大橋	24
圖12 從舊金山金門大橋主跨鋼纜淨斷面.....	24
圖13 上圖:匹茲堡美國鋼鐵大樓總部 下圖:匹茲堡平板玻璃公司總 部大樓	27
圖14 匹茲堡城市鳥瞰	28
圖15 匹茲堡 Fort Pitt Bridge	28
圖16 匹茲堡 Ohio Connecting Railroad Bridge	29
圖17 匹茲堡 Monongahela 斜坡纜車	29
圖18 匹茲堡輕軌車站及月台	32
圖19 匹茲堡輕軌車箱內部	32
圖20 匹茲堡輕軌路線圖	33
圖21 匹茲堡歷史建築-賓州車站	33
圖22 布魯克林大橋一景	36

圖 23 從 East River 遠眺布魯克林大橋及曼哈頓大橋.....	36
圖 24 紐約市中央車站大廳.....	38
圖 25 紐約市中央車站月台通道回音牆.....	38
圖 26 紐約地鐵博物館入口.....	39
圖 27 紐約地鐵博物館利用廢棄月台展示舊車廂	40
圖 28 紐約地鐵博物館入口親子互動展示區.....	40
圖 29 2015 年美國費城之鐵路列車出軌事故	43
圖 30 費城列車出軌車頭部分絞成一團.....	43
圖 31 下榻飯店附近之 AmTrak 營運軌道(與 NJ Transit 共用).....	44
圖 32 AmTrak 之電力桿結構	44
圖 33 已恢復正常營運之 AmTrak	45
圖 34 下榻飯店附近之 AmTrak 車站 (New Jersey Metropark Station)	45
圖 35 舊金山捷運 BART 車站	49
圖 36 舊金山捷運 BART 系統路廊與公路共用	49
圖 37 全體團員合影於舊金山市政廳.....	50
圖 38 舊金山當地著名之輕軌捷運.....	50
圖 39 2015 IBC 大會會場演講廳.....	51
圖 40 2015 IBC 大會 PennDOT 主題演講	51
圖 41 2015 IBC 大會會場主題國臺灣館.....	52
圖 42 2015 IBC 全體合影.....	52
圖 43 從華盛頓山遠眺匹茲堡市莫衣加希拉河上之橋梁	53
圖 44 匹茲堡當地鐵路橋墩剝落且防落裝置不足之情形	53
圖 45 匹茲堡當地公路鋼構橋橋支承嚴重鏽蝕之情形	54
圖 46 匹茲堡當地公路橋橋墩混凝土塊剝落之情形	54

圖 47 匹茲堡歷史建築-賓州車站	55
圖 48 匹茲堡歷史建築-賓州車站	55
圖 49 匹茲堡歷史建築-賓州車站	56
圖 50 匹茲堡歷史建築-賓州車站	56
圖 51 前往紐約途中於 80 號洲際公路 Loganton 處遇上遊覽車拋錨	57
圖 52 紐約布魯克林橋人行步道及自行車道設計	57
圖 53 紐約市地鐵博物館月台閘門展示區	58
圖 54 紐約市地鐵博物館車廂模型展示區	58
圖 55 紐約市中央車站月台	59
圖 56 紐約市中央車站軌道系統	59

表目錄

表 1 IBC 歷屆主題州/國.....	5
表 2 中國大陸發表議題及代表團	6
表 3 南韓發表議題及代表團.....	7
表 4 2015 IBC 暨第 10 屆臺美會議行程表.....	9
表 5 住宿飯店	10
表 6 Keynote Session	14
表 7 Featured Country Session(時間：6/8 13:00-17:00).....	14

第一章 前言

參加 2015 年在美國匹茲堡舉行的「國際橋梁研討會」(International Bridge Conference 2015，簡稱 2015 IBC)，開啟臺灣與世界各地橋梁工程實務與研究交流觀摩機會，提昇臺灣橋梁工程與交通建設技術與專業程度，並提高國際能見度。本次在美國匹茲堡舉行的橋梁研討會，除專題演講外，更精心布置以臺灣交通事業相關的主題展館，這是我國第一次在國際舞台舉辦的交通主管業務的專題展出。

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，主要由美國西賓州工程學會(Engineer's Society of Western Pennsylvania)與美國道路暨運輸協會(American Road and Transportation Builders Association, ARTBA)共同主辦，依慣例於每年 6 月份於匹茲堡羅倫斯會議中心(David L. Lawrence Convention Center)舉行，為美國橋梁工程實務界之最新資訊與技術溝通的重要平台，今(104)年我國爭取到擔任 2015 國際橋梁研討會(The International Bridge Conference, IBC)主題國家(Featured Country)，期望藉由本次國際橋梁研討會宣揚我國相關交通建設進步成果。本次參訪及考察行程主要包含全程參與 2015 年國際橋梁研討會，觀摩美國及世界各地進駐之廠商與機構展示攤位，聆聽與吸取各演講精髓，完成參加 2015 年國際橋梁研討會重要任務。此外，今年為最後一次於匹茲堡城市舉辦，下一屆 2016 年將移往馬里蘭州 National Harbor 城市舉行。我國與美方相關機構包括 FHWA 橋梁技術合作已行之有年，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。此次藉由在舊金山轉機前往匹茲堡的機會，規劃 1

日參訪位於舊金山灣之新完工通車海灣大橋（Bay Bridge），透過 CalTrans 相關人員的解說及帶領前往現地參訪，瞭解 CalTrans 在橋梁方面之橋梁新建、舊橋結構拆除與施工的作業過程，作為本所相關橋梁業務未來推動與發展之參考。此次考察過程中特別感謝交通部范次長植谷辛勤率團帶領指導，以及中華顧問工程司相關人員的安排與協助。

基於我國與美方自 2005 年起，長期辦理橋梁工程研討會所建立的密切交流關係，經國際橋梁研討會籌備委員，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，由我國交通部毛部長署名接受，邀請函中以 Taiwan, Republic of China 正式稱呼我國，以示重視。為辦理本屆 2015 年 IBC 參展事宜，交通部函示指派高公局為業務連繫窗口、財團法人中華顧問工程司為秘書單位。

國際橋梁研討會(The International Bridge Conference, IBC)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(Engineers' Society of Western Pennsylvania)與美國道路暨運輸協會(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。

此次為籌劃 2015 年主題國宣傳工作，會前由財團法人中華顧問工程司前往觀摩並商討協請大會協助事宜。承蒙大會籌備會協助，以

貴賓身分接待我國交通部組成之代表團。

本次 2015 IBC 我國組團參加單位包括交通部路政司、交通部運輸研究所、臺灣區國道高速公路局、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、觀光局、國家地震工程研究中心、中華顧問工程司、台灣世曦、中興工程、林同棧工程顧問、大陸工程、聯鋼營造、遠揚營造、世瑩公司、中國鋼鐵、遠通電收等共 20 個單位機構，共計 56 人組成代表團，並由交通部范次長植谷率團赴美參加。

另外，為增進國際橋梁建設技術的觀摩機會，本次行程除研討會議主體內容外，更規劃參訪舊金山海灣大橋改建工程以及匹茲堡當地橋梁參觀，以順道參訪紐約地區鐵路相關建設，如紐約中央車站、紐約地鐵博物館等。

MATTHEW P. McTISH, PE
Conference Chair
McTish, Kunkin & Associates

MICHAEL J. ALIBON
Alpha Structures Inc.

VICTOR E. BERTOLINA, PE
SE Consulting Engineers, Inc.

CAVIN BORG, JR.
Tensile Corporation

ERICO T. BRUSCHI, P.E.
ARCOS

MATTHEW A. DUNN, P.E.
RBS Engineering, Inc.

RICHARD L. CONNORS, PE, PVP
Eurot Wofford North America, Inc.

JOHN C. DUFFRICK, PE, S.E.
Michael Baker Jr., Inc.

JAMES GARRETT, JR., Ph.D., PE
Carnegie Mellon University

KURT J. GARRIS, Ph.D., FASCE, FEng
University of Pittsburgh

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

GEORGE M. HERAS, PE
A-Hed Barusch Company

DONALD KILLMEYER, JR., P.E.
McConnell Inc.

ERIC S. KLINE, P.E.
KSI-Tate, Inc.

THOMAS C. LIEFFCH, PE, S.E.
Gardner Wharff, Inc.

M. MYINT LWIN, PE, S.E.
Piedmont Engineering

THOMAS P. MAZUR, PE
Pennsylvania Dept. of Transportation

JAMES R. MARGARA, PE, L.S.
Garrett Fleming, Inc.

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

GERALD J. PITZER, PE
Consultant

W. JOY ROHLFEDER, JR., PE, S.E.
RBS

CARY RUNCO, PE
Baker-Jensen

HELENA RUSSELL
Bridge design & engineering

LOUIS J. RUZZI, PE
Pennsylvania Dept. of Transportation

STEPHEN G. SHAWBY, PE
Allegheny County Dept. of Public Works

RACHEL STIFFLER
AECOM Construction Technologies

JAMES L. STUMPE, PE
Pennsylvania Turnpike Commission

THOMAS J. VENA, PE
AAK Consultants, Inc.

KENNETH J. WRIGHT, PE
HDR Engineering, Inc.

Chairman Members

CARL ANGELOFF, PE
Bayer Material Science LLC

JAMES D. DAWYER
ARL Corp.

JOHN F. GRAHAM, Jr., P.E.
S. TRACH, Inc.

HERBERT M. MANDEL, PE
GRI Consultants, Inc.

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

Executive Members

JOEL ABRAMS, Ph.D.
Consultant

SEIDAR BURKHOWE, Ph.D., PE
The Sutcliffe 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-Kao 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 1888. 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 2012 International Bridge Conference®. The Conference will be held in Pittsburgh, PA in June 2012.

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 2012. 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
Matthew P. McTish,
2012 Conference Chair

Carl Angelo
Carl Angelo
Bayer Material Science

Myint Lwin
Myint Lwin, FHWA
Office of Bridge Technology

Accepted by:

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

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

Pittsburgh Engineers' Building • 337 Fourth Avenue • Pittsburgh, PA 15222 • USA • P: 412-261-0710 • F: 412-261-1606 • E: c.stellfox@eswp.com

圖1 國際橋梁會議邀請函(IBC Invitation Letter)

第二章 歷年主題國家簡述

國際橋梁研討會自開辦以來除了第 1 屆及第 2 屆以外，每一屆都挑選出一個主題機構(Featured Agency)來作為主要展示單位，展示內容即為該單位在橋梁工程方面所具有的特色。表 1 所示即為歷年主題機構的列表，主要多為各州的交通廳，但在 2008 年時是由 FHWA 擔任主題機構，便是其中較為特殊的安排。

表 1 IBC 歷屆主題州/國

屆數	年份	主題國(州/機構)	屆數	年份	主題國(州/機構)
32	2015	Republic of China	16	1999	Louisiana DOT
31	2014	-	15	1998	Massachusetts
30	2013	Mass DOT	14	1997	New Jersey
29	2012	Missouri DOT	13	1996	Minnesota
28	2011	Republic of Korea	12	1995	West Virginia
27	2010	Maryland State Highway and Maryland Transportation Authority	11	1994	Virginia
26	2009	Pennsylvania DOT	10	1993	North Carolina
25	2008	Federal Highway Administration (FHWA)	9	1992	Ohio
24	2007	People's Republic of China	8	1991	California
23	2006	Delaware DOT	7	1990	Texas
22	2005	Maine DOT	6	1989	Illinois
21	2004	Pennsylvania Turnpike	5	1988	Michigan
20	2003	South Carolina DOT	4	1987	Connecticut
19	2002	Utah DOT	3	1986	Florida
18	2001	New York State DOT	2	1985	N/A
17	2000	Kentucky DOT	1	1984	N/A

自 2007 年(第 24 屆)起，開始由美國以外的國家受邀擔任主題機構，也改稱為主題國(Featured Country)。當年是由中國大陸擔任首任主題國，並提出「中國年」作為其標語。該團由中國大陸前交通運輸

部總工程師鳳懋潤帶領，鳳總工程師並擔任開幕儀式貴賓，發表以各座大橋為主題的 7 篇演講，代表團包含官方機構、民間機構及學術及社團機構約 100 人，如表 2 所列。

表2 中國大陸發表議題及代表團

	主講人	講題
1	江蘇省長江大橋建設總部主任	潤揚長江大橋
2	重慶交大教授	巫山長江大橋
3	江蘇省長江大橋建設總部副主任	南京長江第三大橋
4	江蘇省交通部副局長	蘇通大橋
5	杭州灣大橋建設總部副總工程師	杭州灣跨海大橋
6	中交公路規劃設計院	西堠門大橋
7	中鐵大橋勘測設計院	長大跨度鐵路橋梁
	主持人	鳳懋潤(Maorun Feng) 前交通運輸部總工程師
代表團組成		
官方機構		
交通運輸部(總工程司、組長)、交通運輸部公路科學研究院(副院長)、中交公路規劃設計院、中交第一公路勘察設計研究院(副總工程司)、湖南省交通運輸廳、湖南省交通規劃勘察設計院、黑龍江省公路建設局、黑龍江省公路建設經費控制中心、重慶交通科研設計院、湖北省交通規劃設計院、煙台市公路建設管理局、北京市市政工程設計研究總院、招商局重慶交通科研設計院、中鐵大橋局集團有限公司、中國鐵路工程總公司、鐵道部工程設計鑑定中心、鐵道第一、三勘察設計院、中國鐵道科學研究院、中鐵 22 局集團公司		
民間機構		
中國船級社實業公司(總經理、副總經理)、中國交通建設股份有限公司、湖南省建築工程集團總公司、北京國際工程項目管理有限公司、寧波科技工業集團有限公司、成都市新築路橋機械股份有限公司、江蘇省交通科學研究院股份有限公司、上海振華港口機械(集團)股份有限公司、杭州灣跨海大橋建設總部、蘇通大橋建設總部、南京長江第三大橋建設總部		
學術及社團機構		
重慶交通大學、湖南大學土木系、長沙理工大學、西南交通大學、清華大學、茅以升科技教育基金會、中國公路學會		

在 2011 年(第 28 屆)則由南韓擔任主題國，其 Slogan 為「Korea-Reliable Partner」。該團由國土交通暨海洋事務部道路政策局局長 Hyeong-Ryeol KIM (Director General, Road Policy Bureau, Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs (MLTM), Republic of Korea)帶領，KIM 局長並發表「韓國橋梁的綜覽與政策(Overview and Policy of KOREA Bridge)」專題演講。韓國代表團在研討會中發表韓國橋梁的研發及政策，以及各座大橋為主題的 8 篇演講，代表團包含官方機構、民間機構及學術及社團機構約 100 人，如表 3 所列。

表 3 南韓發表議題及代表團

	主講人	講題
1	國土海洋部 ITS 及道路環境處處長	統一遠端監測及地震補強計畫之國家橋梁政策
2	漢陽大學教授等學者	南韓近年之主要橋梁
3	建設運輸技術評估規劃研究所主任	南韓橋梁之研發
4	三星 C&T 公司總經理	通往仁川國際機場之新連結－仁川橋
5	GS 工程及建設公司總經理	木浦大橋之設計與施工
6	POSCO 工程及建設公司副總裁	Yeongduk 一號斜張橋之設計與施工
7	現代工程及建設公司總經理	蔚山港區 Geogum 跨海大橋之介紹
8	SK 工程及建設公司副總裁	吊橋之創新與美學-Gum-ga 脊背橋與釜山-巨濟連絡道
代表團組成		
● 國土交通暨海洋事務部 道路政策局 局長 ● 國土交通暨海洋事務部 資訊及公路環境組 組長 ● 國土交通暨海洋事務部 道路管理組 副組長 ● 韓國漢城大學(Seoul National University) 教授 ● 韓國明知大學(Myong Ji University) 教授 ● 韓國成均館大學(Sungkyunkwan University) 教授 ● 韓國漢陽大學(Hanyang University) 教授 ● 韓國建設運輸產業估價及規劃協會(KICTEP) 理事長 ● DM Engineering, Co., Ltd. 總裁 ● 韓國建設產業協會 ● 超長跨橋梁研究中心 主任		

第三章 行程概要

本次美國參訪團總計參加兩場會議，分別是 6/7-6/10 IBC 會議以及 6/10-6/11 第十屆台美研討會，因此依工作性質分為兩團，經中華顧問工程司辦理旅行社評選議價流程後，委託東南旅行社承理本案出國相關事務，以兩場會議為安排軸心據以規劃行程。

考察行程主要在於全程參與 2015 年國際橋梁研討會，攤位展示佈置等工作及各演講、參展主題，並與該大會之會議管理公司(Stetson Convention Services, Inc.)進行細部的討論。除此之外，藉由舊金山轉機前往匹茲堡的機會，規劃 CalTrans 安排參訪位於舊金山地區的海灣大橋改建工程及舊金山金門大橋，紐約地區鐵路相關建設，則包括紐約中央車站、紐約地鐵博物館等，行程安排如下表：

表 4 2015 IBC 暨第 10 屆臺美會議行程表

日期	行程	
6/05(五)	臺北/舊金山 (BR028 2330/2000)	
6/06(六)	舊金山/匹茲堡 (UA480 2235/0624+1)	
6/07(日)	清晨抵達匹茲堡/展覽現場準備工作	
6/08(一)	開幕儀式/下午展覽開始/代表團歡迎晚宴	
6/09(二)	全日 IBC/Bus Tour/國際歡迎宴會	
	第一團(僅參加 2015IBC)	第二團(2015IBC+10th 台美)
日期	行程	行程
6/10(三)	上午 IBC 下午撤展後往紐約	上午 IBC 下午臺美研討會 晚間臺美歡迎晚宴(美方)
6/11(四)	紐約市政建設參訪 晚餐後前往機場	全日臺美研討會 晚間臺美感謝晚宴(台方)
6/12(五)	紐約 / 臺北 (BR031 0145/0515+1)	匹茲堡-費城(中餐)-紐約(工程+觀光局紐約辦事處)
6/13(六)	抵達臺北	紐約市區建設參訪

6/14(日)		紐約 / 台北 (BR031 0145/0515+1)
6/15(一)		抵達台北

表5 住宿飯店

舊金山	SHERATON PLAEASANTON HOTEL / TEL: 925-46333305990 Stoneridge Mall Road·Pleasanton, California, 94588
匹茲堡	DOUBLETREE BY HILTON & SUITES DOWNTOWN / TEL: 412-2815800 One Bigelow Square, Pittsburgh
紐約	HILTON WOODBRIDGE AT METROPARK TEL: 732-4946200 120 Wood Avenue South, Iselin, NJ 08830

第四章 2015 IBC 會議概況

本次代表團在於 2015 IBC 開幕前 1 日(6/7，星期日)，由財團法人中華顧問工程司先前往展場(The David L. Lawrence Convention Center)，進行主題國臺灣館攤位施工、佈置等前期進場準備工作及各參展攤位佈置，並完成與會註冊程序。

研討會於 The David L. Lawrence Convention Center 二樓主要展示廳，展示廳中央為攤位展示區，四角落分別為 1~4 會議區間 (SESSIONS&SEMINAR)，及 1 處討論區(WORKSHOPS)。研討會首日由主議題討論(KEYNOTESESSION)開始，共有 6 位開場來賓進行各約 15 分鐘演講，致詞來賓為 Rich Fitzgerald(Chief Executive of the County of Allegheny, PA), Frank DePaola(Administrator, Highway Division, Massachusetts Department of Transportation), John Baxter(Associate Administrator for Infrastructure, Federal Highway Administration, Washington, DC), Michael Flowers, P.E.(President & CEO, American Bridge Company, Coraopolis, PA), The Honorable Bill Shuster(Chairman, U.S. House Transportation & Infrastructure Committee(PA 9th District)), Michel P. Lewis, Director, Rhode Island Department of Transportation, 2013 AASHTO President, Providence, RI)。

本年度主題國演講者由交通部范次長植谷擔任，進行 25 分鐘演講「全生命週期之橋梁規劃、建造與養護(The planning, construction and maintenance based on a bridge's lifecycle)」，內容為臺灣的重大工程項目、遭遇的挑戰與困難、預算的有效運用編列、以及各項投資的分配等，因多項工程預期獲得經濟復甦的成效，增加就業機會的建設成

效。會場區分為廠商展示區及演講區(共 4 區)，本年度廠商展示區佈置情形如參訪照片，以大型投影幕採劇場形式呈現，播放之施工影片由營造廠商製作提供，縮時攝影的施工影片，多半是 ABC(accelerated bridge construction program)主題，現場之佈置、音響、燈光委由 Stetson Convention Service Company 製作或租用，提供參訪訪客爆米花，另有六面立型海報及供自由取閱之文宣品，內容均為計畫工程介紹、特殊橋梁工法。我國於演講議題部分，共有 7 個議題在 6/8 (星期一)下午 1300~1700 展開演講。

1. Quality and Aesthetics of Taichung Elevated Railway
2. Introduction of the Taiwan Area National Freeway Bridge Seismic Retrofit Program
3. Proactive Hazard Prevention and Early Warning System Applied on Highways Management in Taiwan
4. Novel Sensors Development for Bridge Multi-hazards Mitigation
5. Seismic and Flood-Resistance Capacity Promotion and Service Life Elongation Method for Existing Bridge by Employing Substructure Replacement Technique
6. Viaduct Engineering of the Widening Project of Freeway No.1 in Taiwan
7. Innovative 3-Dimensional Bridge Modelling for Bridge Management in Taiwan

本年度主題國演講議題及現場展場文宣品、屏幕及多媒體展現，均以橋梁工程技術及管理為呈現主軸。由我國交通部主辦之主題國展

覽館，共區分三大主軸：永續臺灣、防災臺灣及發現臺灣；各主軸又包含幾項子題：

- 永續臺灣(Sustainable Management)
 - Environmental and Ecological Reservations
 - Archaeological Sites Preservation
 - Carbon Emissions Management
- 防災臺灣(Natural Disaster Prevention)
 - Seismic Concerns
 - Scour Problems
- 發現臺灣(Discover Taiwan)
 - Taiwan's total land area is about 36,000 square kilometers (14,400 square miles). It is shaped like a leaf that is narrow at both ends.
 - Taiwan lies on the western edge of the Pacific "rim of fire," and continuous tectonic movements have created majestic peaks, rolling hills and plains, basins, coastlines, and other natural landscapes.

表 6 Keynote Session

時間	6/8 10:30-11:00
題目	全生命週期之橋梁規劃、建造與養護 The planning, construction and maintenance based on a bridge's lifecycle
主講人	范植谷常務次長

表 7 Featured Country Session(時間：6/8 13:00-17:00)

時段	議程名稱	主講人	主持人
13:00-13:10	Introduction of Featured Country		陳彥伯局長
13:10-13:15	介紹主講人		朱旭執行長
13:15-13:35	Quality and Aesthetic Design in Taichung Railway Viaduct	林正偉博士	
13:35-13:55	Seismic and Flood-Resistance capacity promotion and service life elongation method for existing bridge by employing Substructure Replacement Technique	林正偉博士	
13:55-14:15	Introduction of the Taiwan Area National Freeway Bridge Seismic Retrofit Program	彭康瑜 總工程師	
14:15-14:35	Viaduct Engineering of The National Freeway No. 1 Widening Works in Taiwan	蔣啟恆經理	
14:35-15:00	Q&A / Open discussion		
15:00-15:20	茶敘休息 Break		
15:20-15:25	介紹主講人		夏明勝 副局長
15:25-15:45	Proactive Hazard Prevention and Early Warning System Applied to Highway Management in Taiwan	陳文信 副工程司	
15:45-16:05	Bridge early forecasting system development for multiple	張國鎮主任	

時段	議程名稱	主講人	主持人
	hazards		
16:05-16:25	Innovative 3-Dimensional Bridge Modeling for Bridge Management in Taiwan	廖先格先生	
16:25-17:00	Q&A / Open discussion		



圖2 2015IBC 主題國臺灣網頁首頁



圖3 本所奉派人員江明益助理研究員出席 1



圖4 本所奉派人員江明益助理研究員出席 2



圖5 2015IBC 會場各國參展廠商攤位



圖6 2015IBC 大會會場註冊及報到櫃台

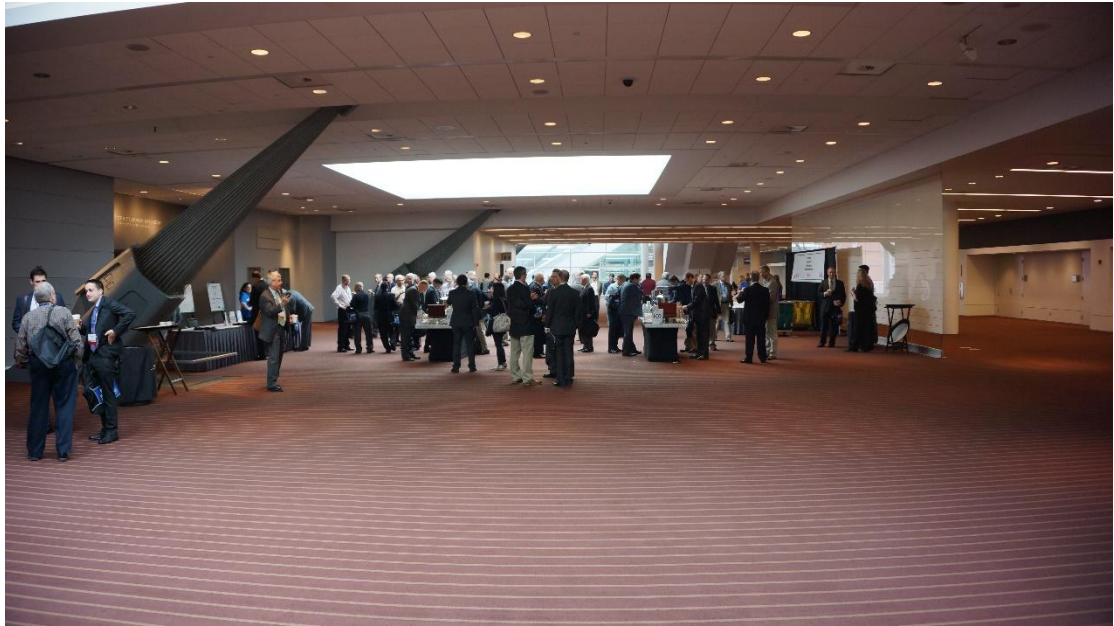


圖7 2015IBC 大會會場外廳實景



圖8 2015 IBC 大會交通部范次長植谷進行 Keynote 演講

第五章 技術參訪

本代表團由於在舊金山轉機前往匹茲堡的機會，規劃一日參訪舊金山新完工通車之海灣大橋（Bay Bridge），以及最著名之金門大橋（Golden Gate Bridge），並藉由 CalTrans 相關人員的解說及前往現地參訪，茲簡要說明如下。

● 舊金山海灣大橋

舊金山-奧克蘭海灣大橋（San Francisco-Oakland Bay Bridge），當地多簡稱為海灣大橋（Bay Bridge），又譯為灣區大橋，正式名稱為 James "Sunny Jim" Rolph Bridge，是一座位於美國舊金山灣區，連接舊金山、耶爾巴布埃納島（Yerba Buena Island）、以及奧克蘭的橋梁。海灣大橋是橫跨全美國的 80 號州際公路(I80)一部份，每天約有 24 萬輛次車輛行經這座橋梁。海灣大橋改建前原橋由 Ralph Modjeski 設計；1936 年 11 月 12 日完工通車，比舊金山另一著名橋梁金門大橋早六個月通車。

這座橋由大致等長的兩部分組成。舊的西段連接舊金山市區到耶爾巴布埃納島，較新的東段連接耶爾巴布埃納島到奧克蘭。西段是雙懸索橋。原來的東半段的最大橫跨是一個懸臂橋。在 1989 年地震，東半段上層甲板的一部分坍塌到下層甲板，和橋梁關閉一個月。2002 年，大橋東段開始改造工程，修建一個堤道連接到一個自錨式懸索橋。新海灣大橋於 2013 年 9 月 2 日建成，造價超過 65 億。

加州運輸署工程服務分署代表 CalTrans 歡迎接待，對於加州政府面臨橋梁結構物老劣化、天然環境限制、有限經費、輿論關注、民意

機關要求、改變的運輸需求等挑戰說明，對於策略上著重長期、經濟效益及耐受程度，透過結構設計、新建、管理、資源與工具、改革與創新、品質與危機管理等具體行動實踐，以最高的效益、最快的工具兩方向驗證，說明 CalTrans 的管理策略。其次分別進行橋梁評估及調查流程、State Highway Operation and Protection Program (SHOPP)的計畫回顧、橋梁置換及維修案例等議題進行說明，並親自率領全體團員步行上海灣大橋參觀。



圖9 舊金山海灣大橋-新橋與舊橋



圖10 舊金山海灣大橋-新橋

● 舊金山金門大橋

金門大橋（Golden Gate Bridge）是美國舊金山的地標。它跨越連接舊金山灣和太平洋的金門海峽，南端連接舊金山的北端，北端接通加州的馬林縣。金門大橋的橋墩跨距長 1280.2 米，建成時曾是世界上跨距最大的懸索橋，寬度 27.5 米，雙向共 6 條行車線，橋身呈褐紅色，金門大橋擁有世界第四高的橋塔，高達 227.4 米，全橋總長度是 2737.4 米。金門大橋的最初的構想來源於橋梁工程師約瑟夫·斯特勞斯。斯特勞斯在此前設計了 400 多座內陸的小型橋梁。他花了 10 多年時間遊說北加州的居民。這座橋的其他主要設計者包括決定其藝術造型和顏色的艾爾文·莫羅、合作進行複雜的數學推算的工程師查爾斯·埃里斯、橋梁設計師里昂·莫伊塞弗。

大橋於 1933 年 1 月 5 日開始施工，1937 年 4 月完工，同年 5 月 27 日對外開放予行人。斯特勞斯在南橋墩澆築混凝土之前放入了一塊取自他的母校俄亥俄州辛辛那提大學的磚頭。翌日，隨著羅斯福總統在華盛頓按下一個電鈕，該大橋正式對外開放予汽車使用。

1957 年之前金門大橋是世界上最長的懸索橋，兩個橋墩在 1964 年之前擁有世界上懸索橋中最長的跨度。這兩個橋墩直到不久之前還是世界上最高的懸索橋橋墩。Golden Gate 吊橋竣工於 1937 年，主跨 1280 公尺，邊跨各 343 公尺，橋塔高達 227 公尺，基礎並嵌入岩層 7.6 公尺，以避免因地震力造成破壞。橋面總寬約 25 公尺，其中含 18 公尺之車道及兩側各 3.5 公尺之人行步道，當地政府並將吊橋之人行步道與兩側河畔之遊憩景點串聯，將 Golden Gate 吊橋型塑成著名景點之地標，相當值得國內學習。

該橋興建於 1933 年，耗費四年半之工期，由於橋型之優美及其巨大之規模，截至目前仍受世界矚目及讚嘆，Golden Gate 吊橋橋面版同樣係由兩側主要懸纜懸吊支撐，懸纜直徑 927 公釐，堪稱最巨大之懸吊纜索，每條纜索約 2.3 公里長並包含 27572 條細鋼絲，其總長度加起來可繞行世界三周。然而錨碇端之岩盤幸運地並未開挖太深，致使構築吊橋三要素(橋台、鋼纜、錨碇)得以具備，否則以 Golden Gate 吊橋所處之位址係位於海岸邊，終年遭受強烈海風之吹襲，並加之以位處地震帶旁，恐怕所耗費之規模與考量更加複雜與困難。據了解該橋設計時其公路設計速率係每小時 100 英里，倘若站立於跨徑中點處，其搖擺振幅最大可達 8 公尺，對於此種現象，吾等一時難以想像，遂親自乘車體驗一番，結果全然無搖晃之感覺。惟據查其計算數值即約 8 公尺左右，實為設計者之大膽突破，也是對於材料控制及結構特性甚有把握，方得付諸執行。

而 Golden Gate 吊橋另一項特色即是與環境融為一體，如減少橋墩數，採超大跨徑，且橋型雖大，卻不遮掩週遭之海景，其跨河挑高之淨空，更可容納船隻於其下運行無阻，而非考量以機械抬啟橋樑之方式因應，其縱斷高程佈設與落墩之考量模式，相當值得國內規劃單位參考借鏡。



圖11 舊金山金門大橋



圖12 從舊金山金門大橋主跨鋼纜淨斷面

● 匹茲堡橋梁及輕軌建設

匹茲堡位於賓夕法尼亞州西南部，是賓州第二大城市。據愛麗格納河(Allegheny River)與蒙隆梅海拉河(Monogaheli River)匯合成俄亥俄河(Ohio River)的河口，有 446 座大大小小的橋梁，是世界上擁有橋梁最多的城市，故被稱為橋梁之都(The Bridge Capital)。

匹茲堡還曾是大名鼎鼎的鋼鐵之城，1875 年安德魯卡內基在匹茲堡郊區開辦鋼鐵廠，得利於新技術，非常成功。到 1911 年，匹茲堡的鋼鐵產量幾乎占全美國鋼鐵產量的一半。二戰時，匹茲堡給美國提供了上億噸的鋼鐵。鋼鐵業給匹茲堡帶來經濟效益的同時，也帶來了鋪天蓋地的空氣污染。二戰後，匹茲堡興起了一場淨化空氣，保護環境的運動。從 70 年代到 80 年代大多鋼鐵廠關閉，鋼鐵工人因此失業。鋼鐵業頹廢了，但生物科技，醫藥業，旅遊業及機器人科技工業上有頗大發展。如今的匹茲堡污穢全無，河水清清，百橋搖曳，環境優美。且該城犯罪率低，消費不高，有“最適合居住的美國城市”之美譽。晴朗的日子，從弗特皮特隧道(Fort Pitt Tunnel)進入匹茲堡，很有開闊一新的感覺。弗特皮特隧道悠長而暗淡，開車出隧道的一剎那，亮黃色的弗特皮特橋(Fort Pitt Bridge)在眼前，江水在橋下蕩漾，江上有無數過往船隻。河兩邊是風格各異的高樓，連綿起伏的山城街道，來往有序的水陸交通，一時間，匹城之亮麗之繁忙竟讓人目不暇接。

火車站廣場(Station Square)建於古舊的已不再用的火車站內，是匹城最受歡迎的購物景點之一。火車站廣場內有用舊式火車車廂改制的工藝品小店，很別致；廣場外有露天音樂噴泉，與市區隔蒙隆梅海拉河相臨。市區內的橋梁幾乎都是亮黃色。黃色和黑色是匹城的市

色。有不少堅固的鋼鐵橋梁，寫著鋼鐵之城曾經的輝煌。

市區內有很多高樓大廈，最高的是美國鋼鐵樓(US Steel Tower)，840 多英尺（約 256 米）高，形如其名，樓身是黑色的鋼鐵，感覺十分堅固挺拔。最高城曾有旋轉餐廳，可供遊人在匹城最高點欣賞市景。但 2001 年 9 月 11 日恐怖分子用飛機轟炸美國後，匹城將最高層旋轉餐廳取締，自此，那浪漫的旋轉樓城成為美國鋼鐵樓的歷史。很遺憾！

如今，匹茲堡登高賞景最理想的去處是華盛頓山（Mt. Washington）。可乘坐杜庫爾斯斜面電纜車（Duquesne Incline Cable Car），車道建於 1877 年，紅色的木造纜車在 60 度傾斜的軌道上，以每小時 6 英里的速度爬行約 400 英尺，就到了華盛頓山。山上建有許多眺望台，匹茲堡全景盡在眼底，三河之交，百橋縱橫，市區內無數入雲建築物，高聳挺拔；郊外山巒起伏，林蔭深深，更有火車轟隆隆從山間隧道裡穿過，直把匹城之美勾勒得有聲有色。

斜面電纜車夜間依然營業，遊客不少，兩行平行軌道在黃綠彩燈的點綴下，美妙無比。三條河流穿梭其下，河上倒映著各色夜燈，橫跨江水的橋亦燈光點點，色彩斑斕。城中心愛麗格納公園內一組噴泉，噴泉水忽上忽下遊動著，在夜光燈下，影影綽綽。天上正掛著半輪月亮，城市的街道上，車人漸稀，但高樓和長橋上的燈卻營營閃爍著，與河面上的燈光月影相輝映。夜裡的匹城竟比白日更風情萬種。



圖 13

上圖:匹茲堡美國鋼鐵大樓總部

下圖:匹茲堡平板玻璃公司總部大樓



圖 14 匹茲堡城市鳥瞰



圖 15 匹茲堡 Fort Pitt Bridge



圖 16 匹茲堡 Ohio Connecting Railroad Bridge

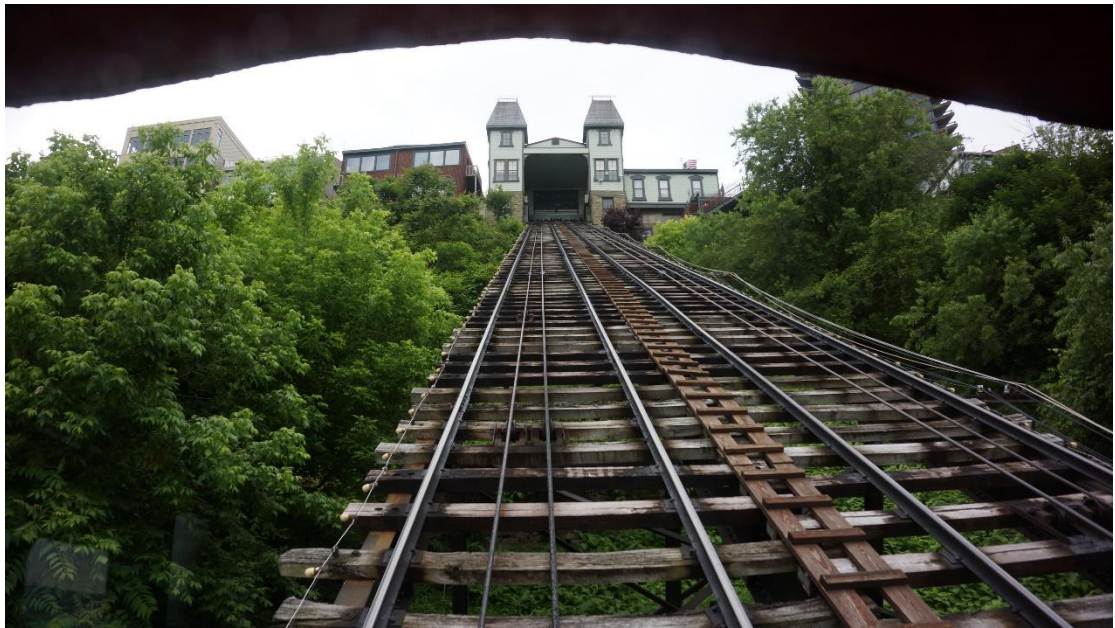


圖 17 匹茲堡 Monongahela 斜坡纜車

匹茲堡輕軌（Pittsburgh Light Rail），在當地簡稱為「T」，是在美國賓夕法尼亞州匹茲堡地區由阿利根尼縣港務局運營的一個輕軌系統。該系統共有兩條線路，全長 42 公里（26.1 英里），包括紅線及藍線兩條線路。1960 年代，匹茲堡曾經一度擁有美國僅存、全國最大的有軌電車網絡。匹茲堡鐵路公司擁有在 41 條線路上運營的超過 600 輛 PCC 型電車。1964 年時該系統被阿利根尼縣港務局買下後，很快被改造成為巴士系統。到 1970 年代，就只剩下寥寥無幾的一些線路，而其中大部分也只是利用市中心以南河對岸華盛頓山隧道（Mt. Washington Tunnel）來抵達南山地區（South Hills）。

到了 1985 年前後，利用一段在匹茲堡市中心挖掘的短短隧道以及一座曾經由鐵路機車使用的橋梁，電車不再經由市中心路面鋪設的軌道進入市區。整個電車系統也很快改用杜瓦克（Duewag，如今成為西門子的一部分）製造的輕軌列車。另外修建了一段不長的延長線去往南山村購物中心（South Hills Village）。1988 年時，賓州火車站輕軌站開通，用於連接 1985 年開通的東向快速公交（East Busway）。但因為附近建築物的限制，通往該車站的隧道一直未能安裝複線。從 1993 年到 2001 年，抵達該車站的列車都非常稀少，幾乎一天都只有一兩趟，但該車站還是被畫在了輕軌地圖上。該車站本來就位於輕軌免費區當中，所以去不去該車站都不能給運營方帶來額外的收入。時至今日（2012 年），雖然該車站已經不再被畫在地圖上，但偶爾出現特殊情況時還是會有列車停靠該站，比如超級盃時期。

到 1993 年時，奧沃布魯克線（Overbrook Line）因安全問題關閉，直到 2004 年經過翻修後重開。到 1999 年時，曾經使用 PCC 車輛的輕軌德雷克支線（Drake shuttle）停止運營。穿越華盛頓山有兩條線

路，一條是走華盛頓山公交隧道（Mt. Washington Transit Tunnel，公交及輕軌使用），另外一條是走路面軌道，但坡度很大。本來有一條棕線途徑後者，但 2011 年時該線被取消，故只有在隧道檢修時此線路才會有車經過。北岸連接線（North Shore Connector）於 2012 年 3 月開通，是由市區的隧道繼續向北掘進，過河後增設兩站，連接北岸的兩個球場。經過大幅縮減，匹茲堡輕軌目前只有紅藍兩條線路。兩條線路在通過隧道共線後進入市區。藍線到了華盛頓交叉口（Washington Junction）後還有兩條支線，一條開往南山村（South Hills Village），一條開往圖書館（Library）。



圖18 匹茲堡輕軌車站及月台



圖19 匹茲堡輕軌車箱內部

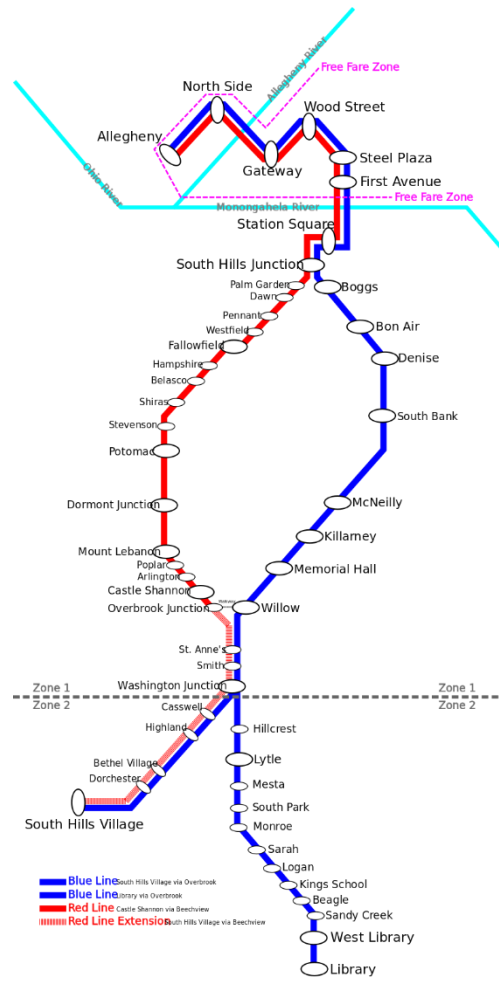


圖 20 匹茲堡輕軌路線圖



圖 21 匹茲堡歷史建築-賓州車站

● 紐約布魯克林大橋

紐約州被稱為帝國之州(The Empire State)，意謂她在各方面的建設居全美之冠。然而在實際走訪的過程中，不經意發現到鋼橋塗漆剝落，由其塗裝的情況看來應是近期所補上，但研判其原先的底漆並沒有很確實，以致剝落情形是呈片狀剝落。此外，在紐約市區內的道路表面發現有很多修補，因為這些修補而使路面不平整，影響行車的舒適性。

經歷過 911 的攻擊後，倒塌的雙子星大樓正在現地重新建造一座新的 104 樓高的自由塔，而華爾街入口處除了柵欄以外，也設有擋板以防止恐怖攻擊的可能。在紐約市跨東河(the East River)的聯外橋梁中，其中以 3 座橋梁最為著名，分別為布魯克林大橋(Brooklyn Bridge)、曼哈頓大橋(Manhattan Bridge)及威廉斯堡大橋(Williamsburg Bridge)，該 3 座懸索橋梁各取其字首字母合稱為 BMW 橋梁，為紐約市區聯外的主要橋梁，其中布魯克林大橋完工時是世界上最長的懸索橋以及第一座使用由鋼鐵製成的懸索的橋梁。位於紐約市曼哈頓與紐澤西州李堡之間的喬治華盛頓大橋(George Washington Bridge)，為一跨越哈德遜河(Hudson River)之收費懸索橋，是紐約市一條交通要道，95 號州際公路、國道 1 號、國道 9 號、國道 46 號等重要高速公路均行經此處。

Brooklyn 吊橋完成於 1883 年，最長跨度 486 公尺，可謂吊橋技術之領航者，因該橋除為世界著名之橋梁外，其建造過程亦富有相當感人之傳奇色彩，由於興建完成迄今已逾百餘年，至今仍為擔負交通運輸之重要橋梁（據 1998 年週日平均交通量為 144,000 輛），並兼具景觀地標效果，故其養護管理相當值得參觀學習。

該橋於 1869 年動工興建，歷經 14 年之建造過程，始於 1883 年竣工。期間遭遇相當多之困難問題，如氣壓沉箱施工、吊纜施工等均為棘手且在當時之工程技術都是高難度。吾等佇立於橋頭即可感受興建時之艱辛，豈嘆為觀止所能形容，可謂將人類遇河搭橋之基本潛能發揮到極限。據瞭解該河床岩層約位於 27 公尺深，而橋梁深基礎採沉箱施工，起初因經驗不足及潮位影響，一週約僅下沉 15 公分，而沉箱預訂下沉深度為自平均高潮位下約 13.6 公尺，當初施工機具僅有鏟土機、手推獨輪車、破岩機、捲揚機及 10 噸液壓千斤頂，能完成此工程直令人覺得不可思議，更遑論沉箱定位之技術，確實有太多值得國內工程界辦理跨海橋基施工參考。Brooklyn 吊橋主要三項基本元素為 1.橋台 2.鋼纜 3.錨碇，該橋設計施工特點在於 1.於當時採壓氣沉箱施工 2.跨度長達 486 公尺 3.首座以鋼纜替代傳統鋼筋。而其 4 條主要懸吊纜索，直徑達 406 公釐，每條均由超過 500 條鋼索組成，懸拉自砌石橋台。而載重主要力量傳遞，據現場瞭解應係由兩部份傳遞至橋塔，一部份係橋塔附近以放射狀分佈之纜索，另一則是傳統吊橋傳遞概念，由垂直纜索傳至懸垂主吊纜再傳至橋塔。尚且不論百餘年前之結構計算理論基礎，單就橋塔之面外變形、面內挫屈、精度管理，乃至最重要之風洞效應等當年如何考量，迄今予以回顧似仍是迷團。而就因橋梁養護管理設施方面，特別在每一跨度內均設有自走式檢測工作車於橋面版下，相信應是後來才增設，而橋面欄杆型式則與國內大不相同，係採透空之金屬桁架式欄杆，與橋面結構恰融為一體，再搭配砌石面之橋塔結構，宛如宮殿石柱一般古色古香。



圖22 布魯克林大橋一景



圖23 從 East River 遠眺布魯克林大橋及曼哈頓大橋

● 紐約中央車站

大中央車站 (Grand Central Terminal)，又譯為大中央火車總站，通常慣稱為中央車站) 位於美國紐約市曼哈頓中城，為大都會北方鐵路、紐約地鐵 7 號線、萊辛頓大道線 (4 號、5 號、6 號線) 及 S 線交會的地下化鐵路車站。該站與賓夕法尼亞車站同為大紐約地區重要的交通樞紐，也是美國最繁忙、最著名的鐵路車站之一。

大中央車站座落於紐約市 42 街 89 號，42 街與公園大道路口。如果按月台的數量來說，大中央車站是世界上公共建築空間最大的鐵路車站，它擁有 44 個月台和 67 個股道。車站的地下部份有 2 層，地下一樓有 41 個股道，第 2 層則有 26 個股道。大中央車站為一座布雜學院式 (Beaux Arts) 建築，是一座地下化鐵路及地鐵交會車站。

中央大廳位於車站的正中央，經常擠滿人潮，售票亭和詢問處就設在此處。九一一恐怖攻擊事件之後，大廳上掛了一幅美國國旗。中央大廳經常是人們見面的地方，而詢問處上的四面鐘是車站內最注目的地標，這四面鐘的盤面都是用貓眼石作的，價值大約為 1 千萬美元至 2 千萬美元之間。詢問處裡，有一個祕密通道可通往地下。



圖24 紐約市中央車站大廳



圖25 紐約市中央車站月台通道回音牆

● 紐約地鐵博物館

紐約交通博物館 New York Transit Museum 坐落在一座 20 世紀 30 年代的已廢棄地鐵站，博物館的入口即當年的地鐵站入口。博物館展示著紐約布魯克林市中心的發展細節與紐約的城市公共交通系統，經常舉辦不定時的展覽，互動和教育活動，研討會等。該博物館的重點是向民眾展示城市的地鐵，鐵路，電車和公共汽車系統。民眾也能一窺建構紐約地鐵當時的鋼鐵，石材及骨幹等。

博物館還為兒童提供各種方案，各種互動裝置讓兒童體驗大眾運輸的原理與樂趣，可以說每個年齡層皆可以在此學習到不同深度的歷史知識。



圖 26 紐約地鐵博物館入口



圖 27 紐約地鐵博物館利用廢棄月台展示舊車廂



圖 28 紐約地鐵博物館入口親子互動展示區

● 美國國鐵

國家鐵路客運公司 (National Railroad Passenger Corporation)，商標和常用稱呼 Amtrak，簡稱美國國鐵或者美鐵，是美國經營長途和城際鐵路客運的營利性公司，創立於 1971 年 5 月 1 日。Amtrak 是一個由英文「美國 (America)」和「鐵軌 (track)」組成的混成詞。總部位於華盛頓特區聯合車站。公司依據《1970 年美國鐵路客運服務法案》(Rail Passenger Service Act of 1970) 建立。美鐵所有的優先權股份都由美國聯邦政府所有，並接受政府投資以維持公司運轉。公司的運作即類似準政府機構。董事會成員皆由總統提名經參議院同意而任命。部份普通股份由美國其他私營鐵路公司在 1971 年美國國鐵創立時，以經營鐵路客運權力交換而來。2004 年，部分普通股股份由美鐵購回。2011 財年，美國國會共向美鐵投資 5.63 億美元補助鐵路運營，並追加 9.22 億美元用於資本流通。美鐵 2010 年票箱回報率(售票收入佔運營成本的比率)為 79%，為現有美國各客運鐵路公司中最高。

美鐵有僱員超過 20000 人；全國總路線長 35000 公里，服務覆蓋美國 46 州及加拿大三個省份，總共約 500 個車站。2012 財年共運送 3120 萬人次旅客，累計收入 20 億美元。目前每天美鐵經營 1250 班列車，有著 1 比 100 的出軌事故率。

2015 年美國費城之鐵路列車出軌事故

美國東部時間 2015 年 5 月 12 日，一輛由華盛頓開往紐約的 188 次載客列車，在賓州費城里奇蒙港附近發生重大列車出軌事故。該列車因轉彎時速超過 160 公里，導致出軌。至少造成 8 人死亡，超過

200 人受傷，其中 11 人重傷。此事故是美國國鐵東北走廊線上繼 1987 年巴爾的摩撞車事故以來死亡人數最多的事故。

該列車由車齡一年的 ACS-64 型電力機車牽引，摘掛 7 節乘客車廂，5 月 12 日晚上 19:10 從華盛頓聯合車站始發，預計 21:06 抵達費城三十街車站，10:34 抵達紐約賓夕法尼亞車站。於費城始發時，車上有 238 名乘客與 5 名工作人員，共計 243 人。出軌前 65 秒，列車以 97km/h 行駛，出軌前 16 秒加速至 140km/h。21:23 分時，列車以 164km/h 進入彎道。依照規定，該列車在直線段行駛限速是 112km/h，在彎道段限速是 80km/h。出軌前司機曾啟動緊急制動裝置，但列車前端開始抖動，接著即出軌翻覆。全車所有車廂包括機車頭與 7 節乘客車廂全部脫軌，巨大的衝擊甚至把車廂撕裂，其中機車頭和前 2 節車廂幾乎都立起來，三節車廂嚴重傾覆翻滾。該事故造成美國國鐵東北走廊全線停駛至 5 月 15 日，而紐約至費城段則停駛至 5 月 18 日。

2008 年美國國會曾通過法令律，要求由美國國營鐵路客運公司及其他私營客、貨車公司於 2015 年年底前，必須安裝列車行車速度控制系統(PTC 系統)。該系統使用全球定位系統，當列車超速行駛或可能與另一列車相撞時，會自動將行駛中的列車減速。然而鐵路運輸界向國會陳情，表示系統改善需要更多時間。因此，國會於 2015 年 3 月通過一項議案，允許安裝 PTC 系統的時間延後至 2020 年。美國國家交通安全委員會專家表示，美國國營鐵路客運公司所屬的東北部走廊部分地段，已安裝 PTC 系統，但本次事故發生地段尚未裝設。他表示，「如果這個地段已安裝 PTC 系統的話，這個事故是可以避免的」。



圖 29 2015 年美國費城之鐵路列車出軌事故



圖 30 費城列車出軌車頭部分絞成一團



圖 31 下榻飯店附近之 AmTrak 營運軌道(與 NJ Transit 共用)

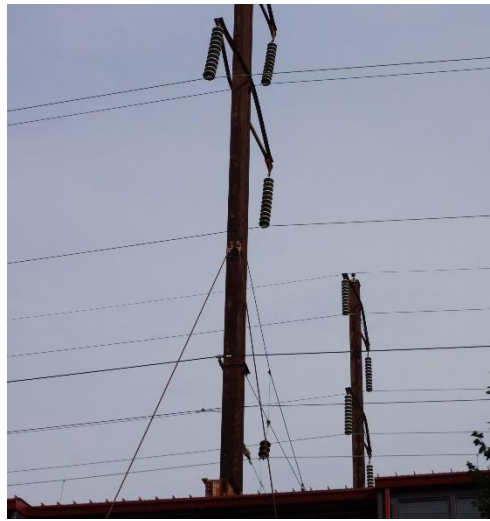


圖 32 AmTrak 之電力桿結構



圖 33 已恢復正常營運之 AmTrak



圖 34 下榻飯店附近之 AmTrak 車站 (New Jersey Metropark Station)

第六章 心得與建議

本次 2015 國際橋梁研討會之主題為「全生命週期之橋梁規劃、建造與養護(The planning, construction and maintenance based on a bridge's lifecycle)」，歷時 3 天的研討會，除參與了許多產、官、學界之研究成果發表外，也認識了一些在國外從事橋梁研究工作的朋友，深覺獲益良多，茲將參與本次研討會之心得及建議分述如后。

6.1 心得

1. 都市建設新舊融合，共生共存

匹茲堡為美國最古老城市之一，經過二百餘年的發展，都市內新舊建築交錯，美國政府單位也努力使得都市發展的過程能兼顧交通的便捷及城市既有風貌的維持，例如市中心位置兩座相鄰但建造日期相差百年的新舊建築物，隔街對望卻不突兀，顯示匹茲堡當局如何巧妙的將老舊建物與都市地鐵系統相結合。

2. 交通建設就地取材，減低環境衝擊

在美國的參訪過程中，沿途經過發達的公路系統，如 I80、I70、I95 等，充分看出美國人的用心，不管在路線的選址與設置、自然邊坡處理(採 1:2 坡度)、生態廊道設置、標線外側之壓紋路取代標鈕，橋台護坡多以大塊礫石(或花崗岩)及布織布分層設置，減少使用混凝土設施，自然邊坡處理並以大碎石(花崗石)鋪於坡面表層，避免水流掏刷邊坡，減少混凝土擋土設施之使用，這種善用大自然力量，將工程建設對環境生態影響程度降到最低，顯示美國對於就地取材、環保及生態的概念，細膩的設計思維，值得

臺灣土木工程界深思。

3. 藉由參與國際會議，展現我國技術並接軌國際

國際橋梁研討會(The International Bridge Conference, IBC)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，除得以完整瞭解美國橋梁工程實務界之最新資訊與技術外，藉由 2015 年參與主題國家展示，是我國將人文、環境及橋梁技術推展到國際的機會，各單位努力也共同促使此活動圓滿成功。

4. 落實減碳， TOD 導向為國際趨勢

二十世紀 60 至 80 年代，受到高速公路的大量興建，尤其在美國西部一帶，州際公路一條條大興土木，自用小汽車達到最鼎盛時期，軌道運輸卻因此受到漠視，美國國鐵(Amtrack)市場不敵小汽車以及飛機的競爭，頓時客源流失甚多。然而多年之後，各大城市都會區卻因為小汽車激增，尖峰時刻交通壅擠不堪，都市空氣污染嚴重，再多的公路網也無法負荷尖峰交通流量，終於在 80 年代後期，又決定回歸軌道大眾運輸的規劃與興建。美國近年開始在推廣多多使用大眾運輸、自行車等交通工具，同樣都是在環保與交通的議題上，大眾運輸的新觀念漸漸受到重視。

6.2 建議

本次考察行程中，多所多處特殊橋樑，如長跨度之車行吊橋、斜張橋及一般預力混凝土橋樑，茲因結構理論、材料強度之研發進步，致使特殊橋樑愈來愈廣受採用。如近日較受矚目之淡江大橋，其橋面

設計包含公路及輕軌，此類特殊橋樑完工營運通車後，雖能即時獲得社會大眾讚嘆，惟其接踵而來的是如何養護管理之問題。尤以臺灣地區位處地震帶，且每年颱風、豪雨頻繁，對於橋樑之維護管理是一項極大考驗。以本次考察之吊橋及斜張橋為例，一般下部結構及上部結構經由近年來之天災考驗，國內已然發展出一套檢測及管理模式，構築吊橋及斜張橋主要三項基本元素為橋台、鋼纜、錨碇，對於橋台尚屬可檢測範圍，至於鋼纜與錨碇（Anchorage；定著部）則屬相當特殊且難度極高之檢測技術，如鋼索應力變化、鋼索端錨檢測，其困難度在於鋼索外層有 HDPE 套管保護及鋼索懸吊方式，如未於設計階段即考量，營運階段勢難辦理檢測，茲提供以下建議供參：

- 1.特殊橋梁(如吊橋或斜張橋)設計單位應規劃提供鋼索檢測之工作車及專用吊纜。
- 2.設計階段提供各部元件施工值，施工階段建立詳細之精度管理。
- 3.特殊橋梁設計階段提送維護管理手冊，以利後續管養單位依手冊辦理。

綜上建議，係考量在全生命週期概念下，未來國內橋梁主管機關應於設計階段，即早規劃並考量後續施工、營運及維護等課題，尤以特殊橋梁之維護更甚重要，此舉除能完整建置特殊橋梁各構建之基本資料及檢測方法外，亦能針對過去管理人員頻繁更換導致資料遺失之情形有所避免，符合永續經營之目標。

附錄 參訪照片集錦



圖 35 舊金山捷運 BART 車站



圖 36 舊金山捷運 BART 系統路廊與公路共用



圖 37 全體團員合影於舊金山市政廳



圖 38 舊金山當地著名之輕軌捷運



圖 39 2015 IBC 大會會場演講廳



圖 40 2015 IBC 大會 PennDOT 主題演講



圖 41 2015 IBC 大會會場主題國臺灣館



圖 42 2015 IBC 全體合影



圖 43 從華盛頓山遠眺匹茲堡市莫衣加希拉河上之橋梁



圖 44 匹茲堡當地鐵路橋墩剝落且防落裝置不足之情形



圖 45 匹茲堡當地公路鋼構橋橋支承嚴重鏽蝕之情形



圖 46 匹茲堡當地公路橋橋墩混凝土塊剝落之情形



圖 47 匹茲堡歷史建築-賓州車站

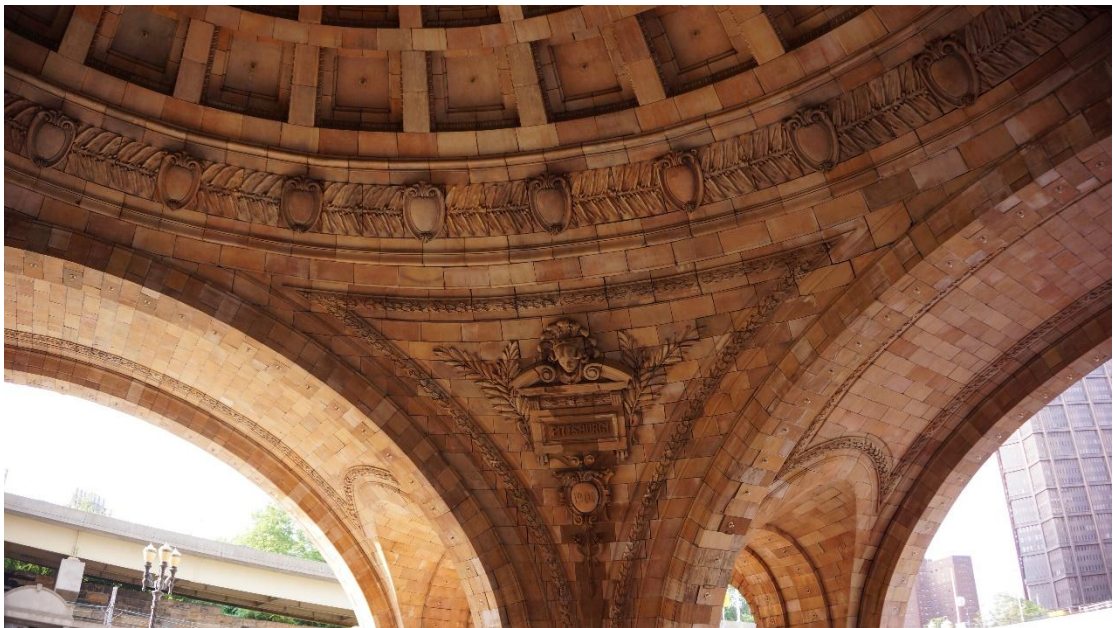


圖 48 匹茲堡歷史建築-賓州車站



圖 49 匹茲堡歷史建築-賓州車站



圖 50 匹茲堡歷史建築-賓州車站



圖 51 前往紐約途中於 80 號洲際公路 Loganton 處遇上遊覽車拋錨



圖 52 紐約布魯克林橋人行步道及自行車道設計



圖 53 紐約市地鐵博物館月台閘門展示區



圖 54 紐約市地鐵博物館車廂模型展示區



圖55 紐約市中央車站月台



圖56 紐約市中央車站軌道系統