

出國報告（出國類別：開會）

參加「**2026國際橋梁會議(IBC)**」

服務機關：交通部高速公路局中區養護工程分局

姓名職稱：蘇英豪副分局長

派赴國家/地區：美國/馬里蘭州、維吉尼亞州

出國期間：**115年6月11~18日**

報告日期：**115年8月18日**

摘 要

2026年「國際橋梁會議（The International Bridge Conference®, IBC）」係由美國西賓夕法尼亞工程師協會（Engineers' Society of Western Pennsylvania, ESWP）於2026年6月15~17日假馬里蘭（Maryland）州奧克森崗（Oxon Hill，又譯為「牛津崗」）國家港灣（National Harbor）地區之蓋洛德國家渡假會議中心（Gaylord National Resort & Convention Center）舉辦，今年度會議焦點主題（Spotlight Theme）為「讓我們搭建橋梁」（Let Us Build Bridges）。

此一大型研討會係國際橋梁界之年度盛會，共有技術會議（Technical Sessions）、專題研討會（Workshops）、廠商展示會（Exhibit）、聯邦公路管理局（Federal Highway Administration, FHWA）所轄特納-費爾班克公路研究中心（Turner-Fairbank Highway Research Center）參訪等學術及實務交流活動並行舉辦，內容既豐富且多元，著實有獲益良多之感。

本報告將就筆者參加該國際性研討會及實地參訪等見聞之歷程、觀感、心得及建議等作一摘述，其中部分資料係參引所列參考文獻，為利版面簡潔而不一一於文稿處標註，併為敘明。

目 次

摘要	1
第一章 目的	3
第二章 過程	4
2.1 行程紀要	4
2.2 研討會之籌辦	5
2.3 研討會歷程	13
2.4 廠商展示會	33
2.5 趣味跑步	38
2.6 特納-費爾班克公路研究中心參訪	38
2.7 美國交通見聞	46
第三章 心得及建議	49
參考文獻	52
附錄	53

第一章 目的

國際橋梁會議（The International Bridge Conference®, IBC）係橋梁產業之國際性頂級盛會，由西賓夕法尼亞工程師協會（Engineers' Society of Western Pennsylvania, ESWP）於1984年在該協會所在地匹茲堡（Pittsburgh）首次舉辦，迄今已舉辦40餘屆，每年吸引眾多來自全美國及世界各地之橋梁從業人員（業主、工程師、資深決策者、政府官員、設計師、施工廠商及供應商）參加。

高速公路局現經管及將新建之國道橋梁日益增加，為交流橋梁工程之規劃、設計、施工、營運、養護等方面經驗，且參與該橋梁界國際性年會可與世界各地橋梁工程專家交流以汲取新知，俾提升國內橋梁新建及養護之技術及品質，爰循例編列此出國計畫。筆者本次奉派赴美國參加2026年6月15~17日於馬里蘭州奧克森崗（Oxon Hill）國家港灣（National Harbor）地區之蓋洛德國家渡假會議中心（Gaylord National Resort & Convention Center）舉辦之該年會，並參加該研討會所安排赴維吉尼亞（Virginia）州麥克萊恩（McLean）參訪聯邦公路管理局（Federal Highway Administration, FHWA）所轄特納-費爾班克公路研究中心（Turner-Fairbank Highway Research Center），俾藉參加此一居於世界領導地位國家所辦國際性學術及實務經驗交流兼具之研討會暨實地觀摩其國家級公路研究中心之機會，以開展宏觀之視界及汲取新觀念與新思維，對橋梁規劃設計理念及實務技術之提昇亦具甚大助益，作為推動後續國道橋梁建設及管理養護可與國際接軌之參考。

第二章 過程

2.1 行程紀要

2.1.1 班機規劃

臺灣至美國諸多大城市（紐約、洛杉磯、舊金山、芝加哥、休士頓等）雖多有直飛班機，惟至本次研討會舉辦地點馬里蘭州奧克森崗鄰近之大城市首都華盛頓特區（Washington, D.C.）於舉辦時（2026年6月中旬）尚無直飛班機而須至前述城市轉機（迄2026年6月26日始有長榮航空直飛）。考量入境美國時須於轉機航點先出海關安檢及提領行李，再重新託運行李（不能直掛）並轉至國內線航廈入海關安檢後搭機至目的地，該轉機時間約需3~4小時，爰轉機地點、銜接航班（與前段航班同家航空公司為宜）之規劃須慎選，筆者乃自桃園機場搭機先飛抵舊金山，轉機後飛抵華盛頓特區，再續至馬里蘭州。參加研討會後，返程自華盛頓特區飛抵舊金山，轉機再返抵桃園機場，畫下本次學習觀摩旅程之句點。

另華盛頓特區、馬里蘭州及維吉尼亞州位處美國東部，時區較臺灣慢13小時，研討會舉辦時值夏季因實施日光節約時間而撥快1小時，改為慢12小時，洽與臺灣時間日夜顛倒，增添行程中身心需調適該時差之負擔。

2.1.2 研討會所含活動

本屆研討會係於2026年6月15~17日舉辦，除例行之論文發表會，其間另同時安排下列活動，與會者可選擇自由參加，其中之參訪活動須另報名付費。

- 1.廠商展示會（Exhibit）：2026年6月15~16日於會議中心之展覽廳內展出。
- 2.趣味跑步（Fun Run）：2026年6月16日上午6時30分起跑，自會議中心沿著波托馬克河（Potomac River）左岸跑至伍德羅·威爾遜紀念橋（Woodrow Wilson Memorial Bridge）下折返，來回約3英里。
- 3.搭車參訪（Bus Tour）：2026年6月16日下午赴維吉尼亞州麥克萊恩（McLean）參訪聯邦公路管理局（Federal Highway Administration, FHWA）所轄特納-費爾班克公路研究中心（Turner-Fairbank Highway Research Center）。

2.2 研討會之籌辦

2.2.1 研討會緣起

國際橋梁會議（The International Bridge Conference®, IBC，其註冊標識如圖1）係由美國志願者所組成團體「西賓夕法尼亞工程師協會（Engineers' Society of Western Pennsylvania, ESWP）」策劃，乃國際橋梁產業之頂級年度盛會，為橋梁行業各個領域之成員提供繼續教育及交流機會。



圖1 國際橋梁會議（The International Bridge Conference®, IBC）標識

本研討會係1984年首次於主辦單位西賓夕法尼亞工程師協會所在地匹茲堡（Pittsburgh）舉辦，此後每年多於該地舉辦，2016年首次移至馬里蘭州奧克森崗（Oxon Hill，又譯為「牛津崗」）國家港灣（National Harbor）舉辦，2024年則首次移至德州聖安東尼奧（San Antonio）舉辦，均吸引眾多來自全美及世界各地之橋梁業主、工程師、資深決策者、政府官員、設計師、施工廠商及供應商等從業人員參加。該研討會含主題演講（Keynote Session）、頒獎典禮（Awards Program）、特色機構會議（Featured Agency Session）、技術論文發表會（Technical Sessions）、專題研討會（Workshops）、廠商展示會（Exhibit）、參訪（Tour）等活動，為橋梁行業各方面之成員提供繼續教育及交流機會。

今年本研討會為第43屆年會，於2026年6月15~17日在馬里蘭州奧克森崗國家港灣之蓋洛德國家渡假會議中心（Gaylord National Resort & Convention Center）舉辦（如圖2之公告），下屆已訂於2027年6月29日至7月1日在田納西州納什維爾市（Nashville, Tennessee）之奧姆尼納什維爾（Omni Nashville）酒店舉辦（如圖3之預告）。



圖2 2026年國際橋梁會議時間及地點公告



圖3 2027年國際橋梁會議時間及地點預告

2.2.2 研討會主辦單位簡介

本研討會主辦單位西賓夕法尼亞工程師協會（其會徽如圖4）創立於1880年，迄今已有146年歷史，其宗旨是透過技術活動、公共服務參與及社會組織，促進工程、建築和應用科學領域的專業發展。



圖4 西賓夕法尼亞工程師協會會徽

- 1.使命（Mission）：推動工程專業發展，並打造賓州西部成為工程卓越及創新中心。
- 2.目標（Objectives）：尋找並培養下一代工程師、提供職涯發展及人脈拓展機會、合作處理具有區域及市政重要性之工程問題、重點介紹工程及相關領域各面向之成就。
- 3.策略（Strategic Initiatives）：推廣ESWP並為協會之成功奠定基礎、提供世界一流之專業發展、培養並支持未來工程師。

2.2.3 研討會場簡介

本屆國際橋梁會議舉辦地點蓋洛德國家渡假會議中心（Gaylord National Resort & Convention Center）係萬豪（Marriott）連鎖酒店經營品牌之一，位於馬里蘭州中部之奧克森崗（Oxon Hill，又譯為「牛津崗」），鄰近首都華盛頓特區（Washington, D.C.）東南側，坐落於波托馬克河（Potomac River）左岸之國家港灣（National Harbor）（詳圖5之地理位置、圖6~7之正面及河岸側外觀、圖8），係一宏偉之19層建築，其室內花園中庭常年保持約攝氏22度之宜人氣候（詳圖9）。

本會議中心共有93間活動室（Event Room）、101間分組討論室（Breakout Room），總活動面積50,529平方公尺，可容納1萬人，搭配附近之熱鬧暢貨中心、現場音樂表演場地之米高梅國家海港飯店（MGM National Harbor）、矗立著摩天輪之渡輪碼頭

等，係頗具規模之大型渡假會議中心。



圖5 蓋洛德國家渡假會議中心地理位置



圖6 蓋洛德國家渡假會議中心正面外觀

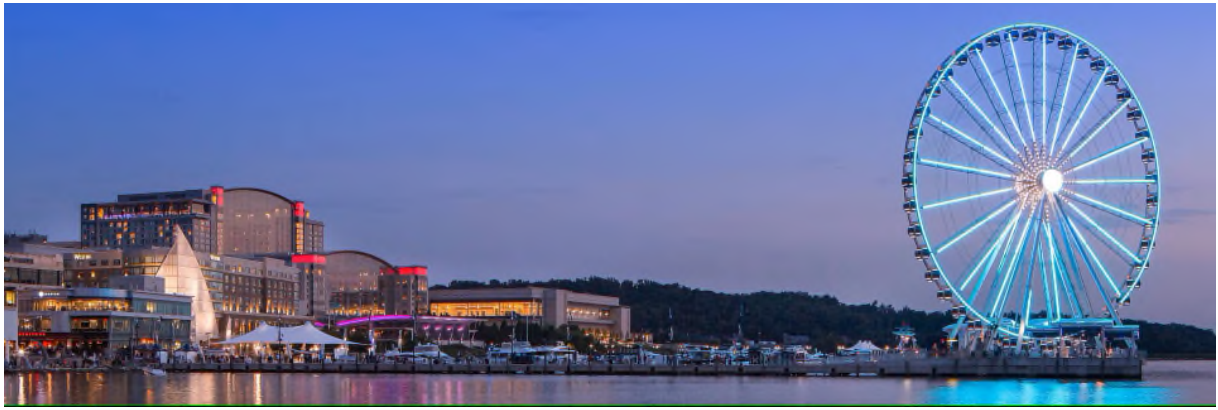


圖7 蓋洛德國家渡假會議中心河岸側外觀



圖8 蓋洛德國家渡假會議中心標識牌



圖9 蓋洛德國家渡假會議中心之室內花園中庭

本研討會係擇本會議中心3樓之Cherry Blossom Ballroom、Woodrow Wilson、Baltimore、Annapolis等不同規模會議室（詳圖10之平面圖、圖11之尺寸及可容納人數表）分別舉辦主題演講（Keynote Session）、頒獎典禮（Awards Program）、特色機構會議（Featured Agency Session）、技術論文發表會（Technical Sessions）、專題研討會（Workshops）等，其中主場所用Cherry Blossom Ballroom可容納高達720人（詳圖12之實景），廠商展示會（Exhibit）則於1樓之5個展覽廳（Prince George's Exhibition Hall，詳圖13之平面圖、圖14之尺寸及可容納人數表）擇鄰近河畔之E廳（長91.1公尺、寬38.1公尺、高7.3公尺）舉辦。

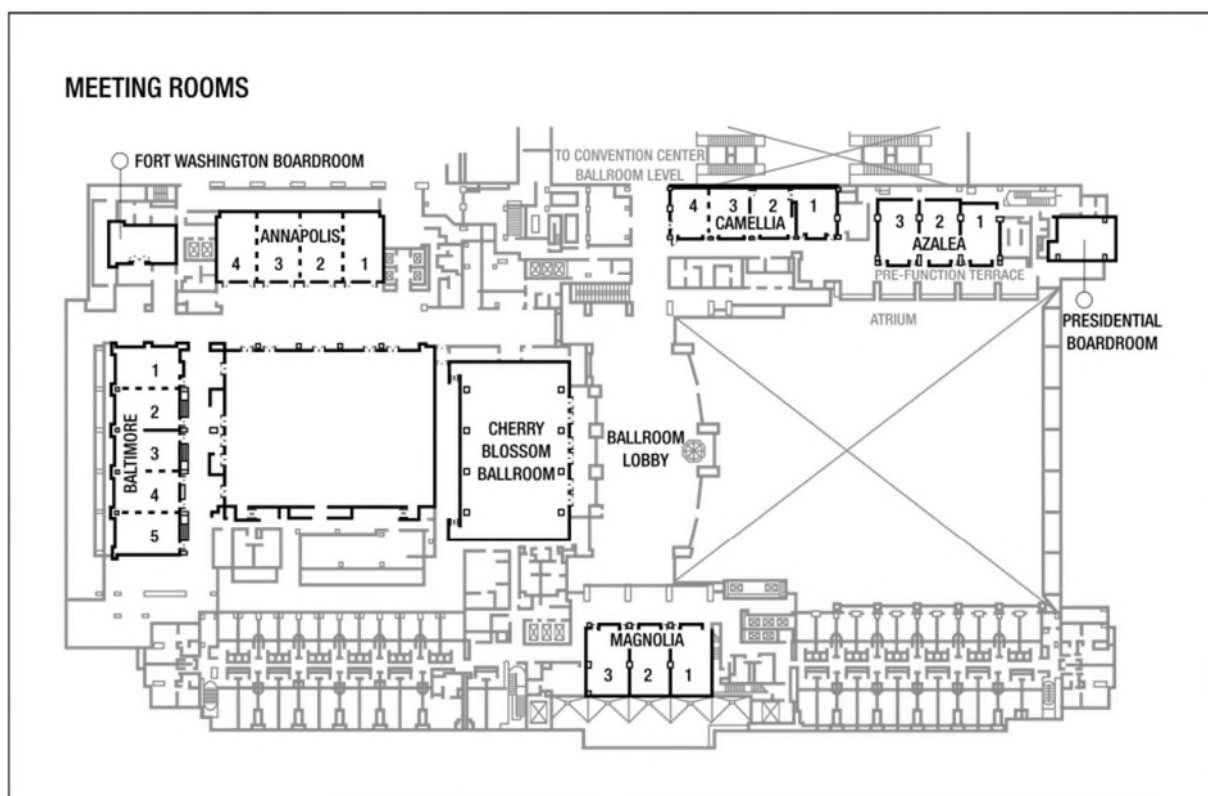


圖10 本研討會舉辦之各會議室平面圖

<u>Meeting Room</u>	<u>Dimensions</u> <u>(LxWxH)</u>	<u>Area</u> <u>(sq_mt)</u>	<u>Theater</u>	<u>Schoolroom</u>	<u>Conference</u>	<u>U-Shape</u>	<u>Reception</u>	<u>Banquet</u>
Woodrow Wilson Ballroom	41.5x31.1x6.7	1280.2	1400	756	-	-	1378	840
Woodrow Wilson A	31.1x20.4x6.7	630.6	748	432	-	-	679	480
Woodrow Wilson B	10.7x17.4x6.7	182.5	176	96	40	45	196	130
Woodrow Wilson C	10.7x17.4x6.7	184.6	176	96	40	45	199	130
Woodrow Wilson D	9.8x17.4x6.7	169.3	176	96	40	45	182	120
Baltimore 1&2	13.7x16.8x4.3	211.2	182	110	40	42	228	120
Baltimore 1	13.7x8.5x4.3	107.3	96	54	34	36	116	60
Baltimore 2	13.7x8.2x4.3	103.9	96	54	34	36	112	60
Baltimore 3-5	13.4x24.7x4.3	305.6	273	180	52	63	340	210
Baltimore 3	13.7x7.9x4.3	103.7	96	54	34	36	112	60
Baltimore 4	13.4x8.2x4.3	106.3	96	54	34	36	114	60
Baltimore 5	13.4x8.5x4.3	106.1	96	54	34	36	114	60
Annapolis	13.1x32.6x4.3	412.1	384	216	82	96	444	270
Annapolis 1	13.1x7.9x4.3	100.9	96	54	34	36	109	70
Annapolis 2	13.1x8.2x4.3	104.3	54	54	34	36	112	70
Annapolis 3	13.1x8.2x4.3	104.1	96	54	34	36	112	70
Annapolis 4	13.1x8.2x4.3	102.7	96	54	34	36	111	70
Fort Washington Boardroom	13.1x7.9x4.3	95.6	-	-	18	-	-	-
Cherry Blossom Ballroom	35.4x21.6x6.1	739.2	720	439	-	-	796	500
Cherry Blossom Lobby	54.3x25x61	1076	-	-	-	-	-	-

圖11 本研討會舉辦之各會議室尺寸及可容納人數表（Capacity Chart）



圖12 Cherry Blossom Ballroom實景

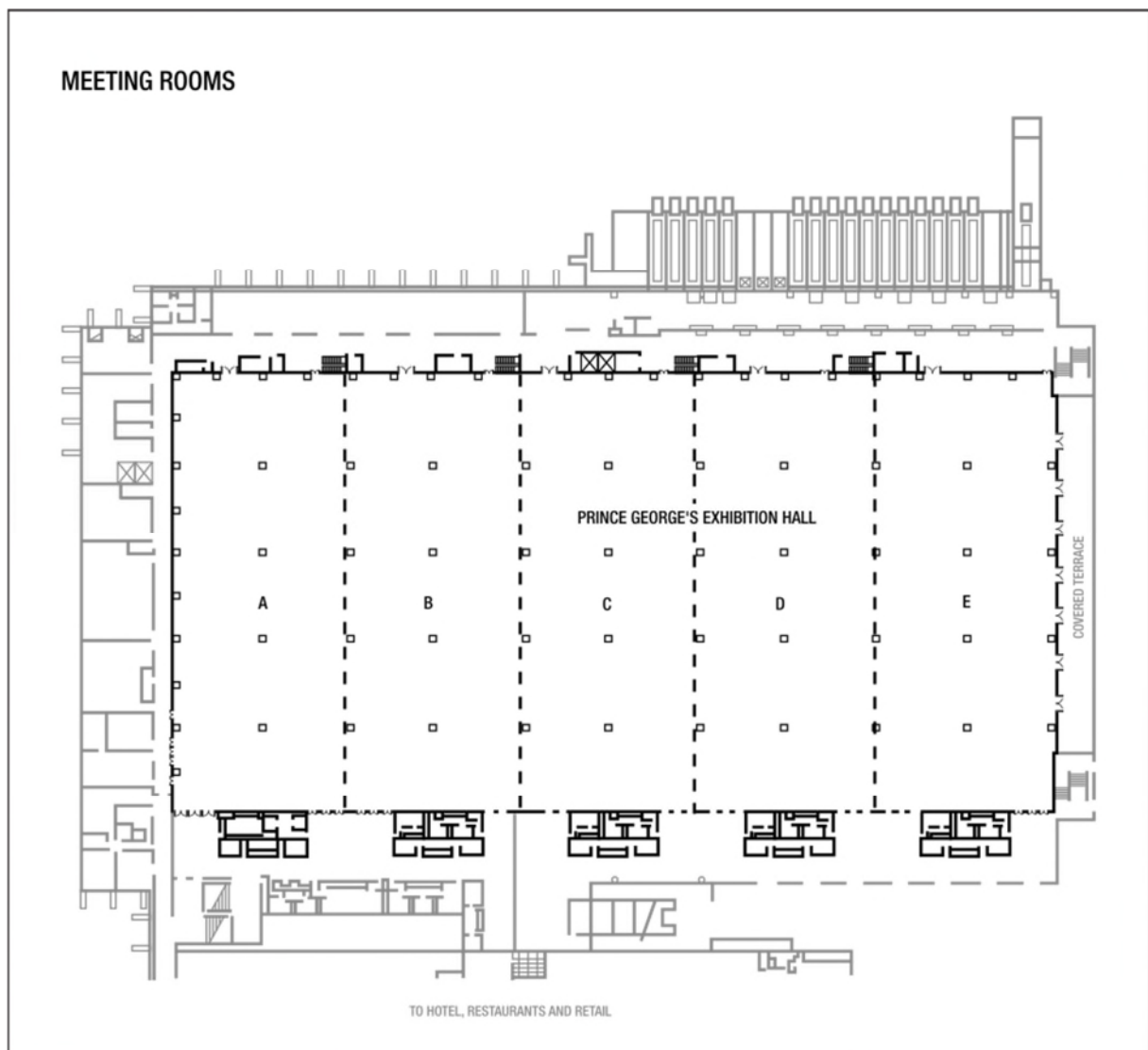


圖13 展覽廳平面圖

<u>Meeting Room</u>	<u>Dimensions</u> (LxWxH)	<u>Area</u> (sq.mt)	<u>Theater</u>	<u>Schoolroom</u>	<u>Conference</u>	<u>U-Shape</u>	<u>Reception</u>	<u>Banquet</u>
Prince George's Exhibition Hall	91.1x183.5x7.3	16609.7	10000	8515	10000	10000	10000	10000
Prince George's A	91.1x35.7x7.3	3240.5	3488	1661	-	-	3488	2000
Prince George's B	91.1x36x7.3	3265.8	3515	1674	-	-	3515	2000
Prince George's C	91.1x37.2x7.3	3368.4	3626	1727	-	-	3626	2000
Prince George's D	91.1x36.6x7.3	3315.9	3569	1700	-	-	3569	1990
Prince George's E	91.1x38.1x7.3	3419.2	3680	1753	-	-	3680	1990

圖14 展覽廳尺寸及可容納人數表（Capacity Chart）

2.2.4 研討會贊助廠商

本研討會舉辦所需資金除來自使用者付費之參加者所繳報名費、購買論文集費用及與本研討會主題相關之參展廠商展示其產品之設攤費用外，其他主要來自贊助廠商所捐贈贊助款。按本研討會主辦單位之呼籲，廠商贊助係展現其對橋梁產業發展的承諾之絕佳機會，並具下列效益：

- 1.可接觸數百名與會之政府機構、顧問公司、承包商、製造商、學術界、特殊產品供應商等橋梁產業決策者。
- 2.提高贊助廠商產品及服務於全球之知名度。
- 3.認定為本研討會之主要支持者。

本屆研討會之贊助廠商計**21**家，其中主要廠商計**13**家，分為白金（Platinum）、金（Gold）、銀（Silver）、銅（Bronze）等4級各**1**、**1**、**7**、**4**家，其名錄詳附錄1。

2.3 研討會歷程

2.3.1 報到註冊

筆者於本屆研討會開幕日**2026年6月15日**一早即至會場蓋洛德國家渡假會議中心註冊處報到，走進會議中心之寬敞大廳（Lobby）即見指引本研討會各類場地之立牌（詳圖15），報到註冊處旁並有本屆研討會焦點主題（Spotlight Theme）為「讓我們搭建橋梁」（Let Us Build Bridges）之立牌（詳圖16），即於該處完成首要之報到註冊手續

(詳圖17~20)。



圖15 研討會各類場地之指引



圖16 研討會焦點主題



圖17 研討會報到註冊處



圖18 研討會與會者報到註冊



圖19 研討會工作人員



圖20 筆者與研討會工作人員合影

筆者於報到註冊後領得出席證（詳圖21，下方附貼係供辨識與會者之身分類別，以筆者非來自美國，爰附貼為**International**）及參訪公路研究中心之憑證（**Ticket**，詳圖22）等，即展開參與內容豐富之各類活動。依主辦單位提供之本屆與會者名單，總計有來自13國之809人與會，其中大多為來自美國計757人，而筆者係臺灣唯一與會者。

2026 International Bridge Conference®

Alex

Ying-Hao Su

Taichung Taiwan

**Ministry of Transportation and
Communications**

Full Registration

INTERNATIONAL

圖21 筆者參加本屆研討會之出席證

TUESDAY 12:30



IBC BUS TOUR

TUESDAY, JUNE 16, 12:30 PM

TURNER FAIRBANKS HIGHWAY

RESEARCH CENTER TOUR

BOARD AT GAYLORD BUS LOOP

TICKET REQUIRED AT CHECK-IN

GOV'T ISSUED ID REQUIRED FOR ENTRY!

圖22 筆者參加參訪公路研究中心之憑證

2.3.2 研討會議程

本屆研討會於2026年6月15~17日舉辦，其議程詳附錄2，發表論文計91篇，依屬性歸類為下列22項主題。

- 1.加速橋梁工法（Accelerated Bridge Construction, ABC）
- 2.人工智慧/數位化交付（AI / Digital Delivery）
- 3.橋梁建設－承包商觀點（Bridge Construction – A Contractor's Perspective）
- 4.橋梁設計（Bridge Design）
- 5.橋梁養護及修復（Bridge Preservation and Repair）
- 6.橋梁修復（Bridge Rehabilitation）
- 7.複雜設計（Complex Design）
- 8.施工（Construction）
- 9.橋梁產業之新興技術（Emerging Technologies in the Bridge Industry）
- 10.特色機構（Featured Agency）
- 11.歷史橋梁之修復（Historic Bridge Rehabilitation）
- 12.國際主要橋梁之設計及施工（International Major Bridge Design and Construction）
- 13.主題演講/頒獎典禮（Keynote Session / Awards）
- 14.載重之評級及分析（Load Rating & Analysis）
- 15.活動橋梁設計/修復（Movable Bridge Design/ Rehab.）
- 16.業主觀點（Owner's Perspective）
- 17.行人天橋（Pedestrian Bridges）
- 18.鐵路（Railroad）
- 19.研究（Research）
- 20.地震（Seismic）
- 21.特別專題（Special Topics）
- 22.懸索橋評估（Suspension Bridge Evaluation）

主辦單位除印製1紙本屆研討會議程供與會者便於隨身攜帶查閱外，亦如往例開發智慧型手機APP軟體「International Bridge Conf」，俾與會者隨時查詢論文發表之主題

、時間及地點，並及時獲知主辦單位發送之最新訊息（詳圖23~28之操作畫面）。



圖23 智慧型手機APP「International Bridge Conf」下載畫面



Welcome, initializing...

圖24 智慧型手機APP「International Bridge Conf」開啟起始畫面

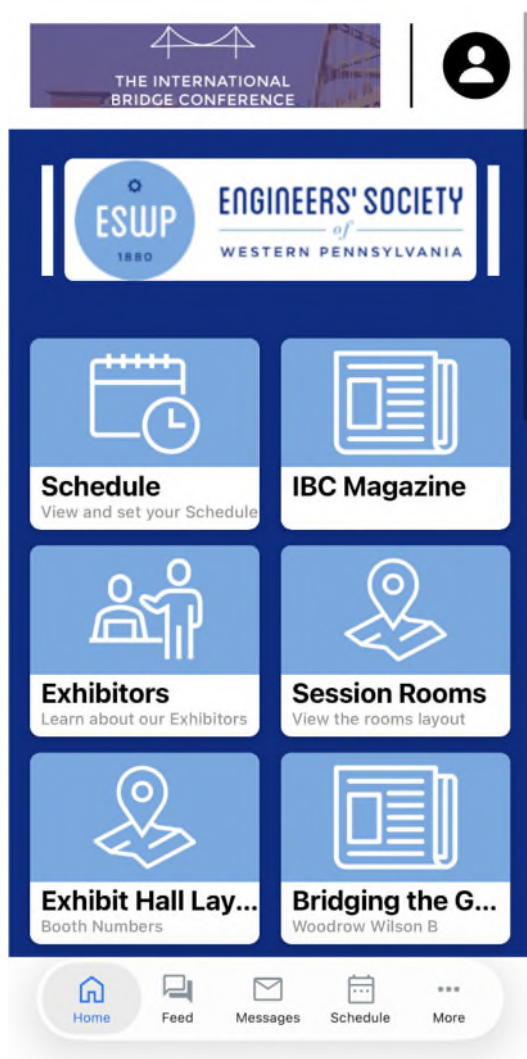


圖25 智慧型手機APP「International Bridge Conf」各類操作選項畫面(1)



圖26 智慧型手機APP「International Bridge Conf」各類操作選項畫面(2)

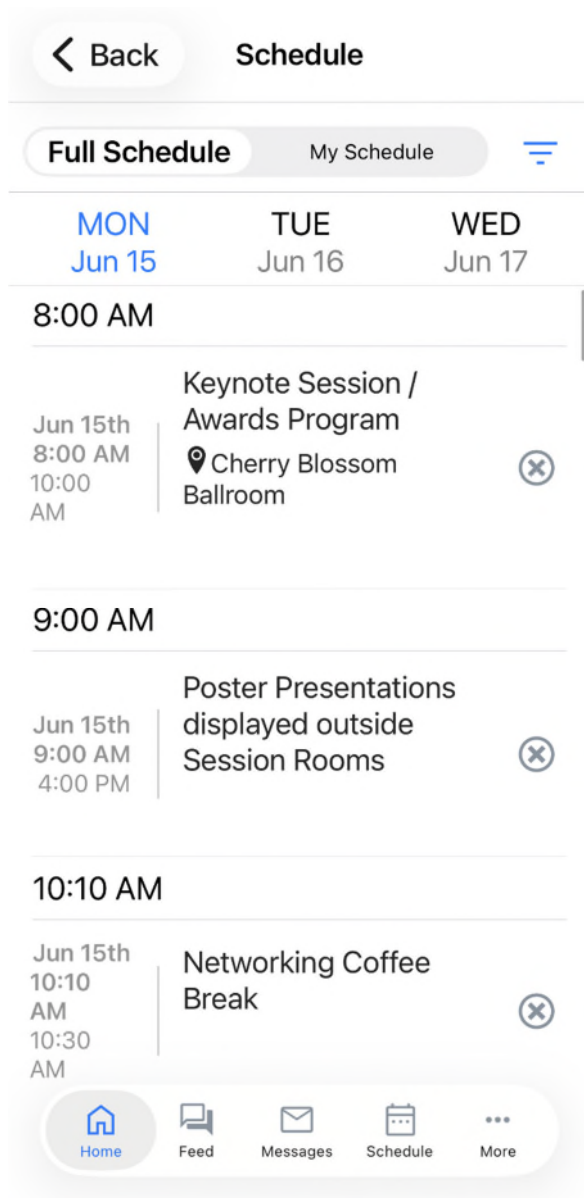


圖27 智慧型手機APP「International Bridge Conf」顯示議程畫面

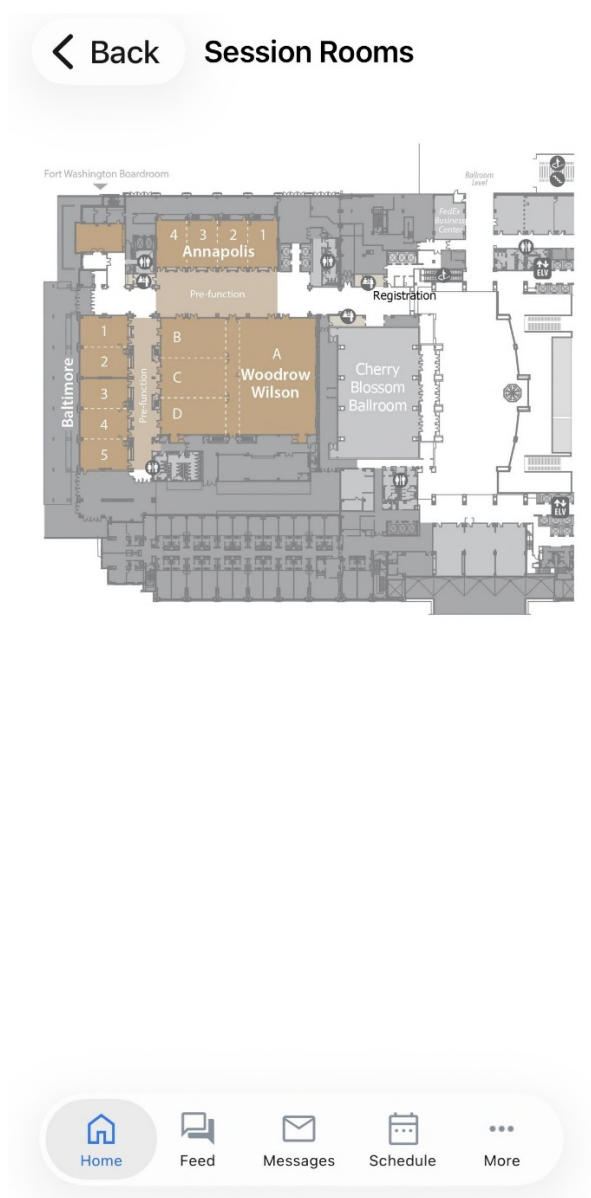


圖28 智慧型手機APP「International Bridge Conf」顯示會場畫面

就如此大型之國際研討會及現今高度電子化時代而言，確需此一智慧型作業系統，亦為方便眾多與會者之貼心服務。

2.3.3 開幕儀式及頒獎典禮

本屆研討會於2026年6月15日上午8時由大會主席Jennifer C. Laning（詳圖29~30）主持開幕儀式，隨即由地主馬里蘭州交通管理局（Maryland Transportation Authority, MDTA）總工程司Jim Harkness致歡迎詞及講述該州公路橋梁情形（詳圖31）。



圖29 大會主席Jennifer C. Laning



圖30 大會主席開幕致詞



圖31 馬里蘭州交通管理局總工程司Jim Harkness講述公路橋梁

本研討會每屆頒發7類獎項（1個個人獎、6個團體獎）以表彰當年度傑出之個人及機構，所頒發獎章均以對世界橋梁工程有重大影響之傑出工程師命名。本屆研討會獲獎人員及橋梁獲獎名單及頒獎情形詳圖32~34。

2026 IBC AWARD WINNERS

INTERNATIONAL
BRIDGE CONFERENCE®

Congratulations to this year's Winners

 ROEBLING MEDAL – David Goodyear, PE, SE, NAE, DGCE 	 RICHARDSON MEDAL – US 181: New Harbor Bridge; Corpus Christi, TX 
 LINDENTHAL MEDAL – Nanjing Xinchengwei Yangtze River Bridge; Nanjing, Jiangsu Province, China 	 FIGG MEDAL – Wumengshan Bridge; Zhongzhai Township; Liuzhi Special District, Liupanshui City, Guizhou Province, China 
 HAYDEN MEDAL – Kangaroo Point Bridge; Brisbane, Australia 	 LICHTENSTEIN MEDAL – Brooklyn Bridge Rehabilitation Project; New York, NY 
 COOPER MEDAL – Chenab Bridge; Jammu & Kashmir, India 	

★★ STUDENT POSTER WINNERS: ★★



Saeed B. Nia
Iowa State University



Shadi Azad
Iowa State University

圖32 本屆研討會獲獎之人員及橋梁



圖33 個人獎頒獎



圖34 團體獎頒獎

2.3.4 論文發表會

論文發表會係本研討會之主體，發表者以圖文並茂之簡報簡要論述後，與會者再與論文發表者詢答，俾獲雙向交流之效，大會所安排每場講述及詢答時間計30分鐘。研討會論文集未印製發行，與會者雖繳交報名費，惟論文集未含其中，須另付費購買其電子檔。另基於智慧財產保護，大會原則禁止拍攝會場播放之簡報（實際雖未嚴禁，惟與會者僅偶爾拍照）。

鑒於本屆研討會發表之論文多達91篇且部分論文係按其屬性安排於多個會場同時發表致與會者未能全部聆聽，僅能擇一參與，爰筆者擇部分場次聆聽（詳圖35~36），謹就所聆聽較有感受之2篇議題摘述如下。



圖35 筆者聆聽主題演講



圖36 筆者參與專題研討會

一、災難性洪水後之快速橋梁重建：以永續性及韌性為導向之設計（**Rapid Bridge Replacement After Devastating Floods: Designing for Sustainability and Resilience**）

本文係論述科羅拉多州亞當斯縣（Adams County, Colorado）沙溪（Sand Creek）144號大道橋梁遭災難性洪水沖毀（詳圖37~38），該縣經採韌性設計策略、早期承包商參與及模組化InQuik橋梁系統，與RockSol Engineering、Zak Dirt Construction及CMC等專業廠商合作，僅5個月便完成橋梁重建，比原預估時間提早1年多。藉由先進材料、預先工程化組件，及施工管理/總承包商（Construction Manager/General Contractor, CM/GC）之合作，團隊可加速施工進度、將人力需求降至最低，並減低成本，建成1座可抵禦未來之洪水並降低長期維護需求之永久性、耐用且永續之結構。



圖37 沙溪144號大道橋因洪水而損害
狀況(1)



圖38 沙溪144號大道橋因洪水而損害
狀況(2)

沙溪144號大道橋梁因1場猛烈暴雨引發當地極端洪災而致該橋之翼牆及橋台後方發生嚴重沖刷，衍生路面坍塌及結構嚴重受損，經評估無法原地修復，而橋梁封閉迫使每日近1,000輛車須改行1條狹窄且無鋪面之道路。該縣面臨須盡快恢復安全通行並確保重建之橋梁具耐久性，能抵禦未來洪水，但鄉村地區機構面臨維護資源有限、採購週期漫長及預算受限等窘境之迫切且複雜挑戰，經委託RockSol Engineering進行結構及水力評估，並採聯邦公路管理局（FHWA）之施工管理/總承包商（CM/GC）交付模式，將Zak Dirt Construction納入設計階段。該加速及協作方案之優勢如下，可營造統一之決策環境，讓工程師、承包商及製造商同步評估各種替代方案，整合能降低長期維護成本之材料及設計策略，從而加速選定最具結構韌性及永續性且最具成本效益之解決方案。

- (一) 承包商能及早就施工性提供意見
- (二) 即時驗證成本及進度
- (三) 加快採購速度並降低交貨風險
- (四) 設計及規劃同步進行
- (五) 具備立即動員執行緊急工程之能力

經評估預鑄梁搭配場鑄橋面板（**Precast girders with cast-in-place deck**）、折彎機成形槽形梁（**Press-brake tub girders**）、波紋金屬涵管（**Corrugated metal culverts**）、全場鑄混凝土橋（**Full cast-in-place concrete bridge**）、預製模組化橋梁系統(**InQuik**)（**Prefabricated modular bridge system, InQuik**）等5種重建策略在施工性、韌性及工期效率等面向之比較，擇最佳綜合解決方案之**InQuik**模組化系統。本案由**RockSol Engineering**設計基礎系統，而作為**InQuik**橋梁系統在美國之授權供應商**CMC**擔任系統工程師及製造商，採預先工程化之**InQuik**方法論設計上部結構及橋台，特點如下：

- (一) 一體化設計方法：結構採全一體化橋台設計（詳圖39），搭配場鑄橋面，透過以下方式提升韌性。
 - 1.消除易受水及碎屑侵入之接縫
 - 2.強化在沖刷或沉陷下之載重分佈
 - 3.簡化長期維護
 - 4.提高洪水期間之剛度
- (二) **ASTM A1094 (GalvaBar)** 鋼筋：採此鋅合金塗層鋼筋以提升永續性及生命週期表現，具下列優點。
 - 1.卓越之耐腐蝕性
 - 2.延長使用壽命
 - 3.降低長期維護成本
 - 4.經實證在高濕度環境中表現
- (三) 模組化預製：**InQuik**組件係於受控之預鑄廠中以精密夾具製造而成（詳圖40），俾確保尺寸精度、高品質及鋼筋佈置之一致性。

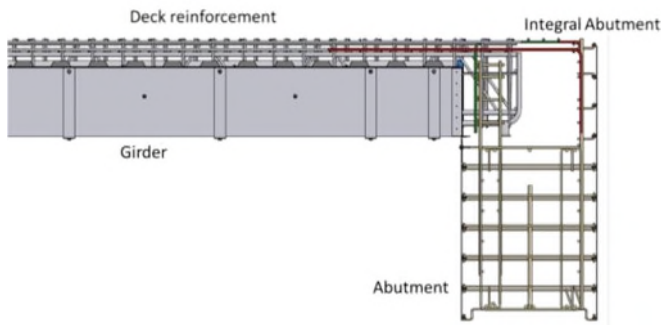


圖39 顯示一體式連接的施工圖細節



圖40 梁體於夾具上預鑄

本橋施工順序係打樁完成後，將卡車運來之預鑄橋台吊放就位，同日澆置混凝土以填滿模板。待橋台混凝土強度達3,000psi後，即安裝5塊預鑄12噸上部結構板，再將鋼筋橋面板接合，隨後澆置橋面板混凝土，以形成一體化結構，續完成瀝青鋪面、護欄安裝、標線繪製等工程，即完成本橋（詳圖41~44）。前述現場人力減少、省去模板及臨時支撐、高效率之施工順序安排，直接促成節省成本及時程（詳表1之模組化與傳統場鑄方案就成本、進度及勞動力表現之量化比較）之施工過程，展現模組化系統於加速施工之優勢。



圖41 預鑄橋台自運送車起吊



圖42 預鑄橋台吊放



圖43 結構板安裝順序



圖44 完工之橋梁

表1 模組化與傳統場鑄方案成本、進度及勞動力表現之量化比較

績效指標	傳統場鑄估算	模組化InQuik方案結果
工時	約3000小時	450小時
專案交付時間	18個月	5個月
總安裝成本	基準值	約基準值之50%
所需施工團隊規模	大型熟練施工團隊	小型施工團隊，快速安裝

本橋梁重建工程堪稱快速、具韌性且永續基礎建設交付之典範，透過整合式設計、先進材料、模組化施工、協作式之施工管理/總承包（CM/GC）模式，專案團隊於5個月內恢復關鍵之交通要道，並將工時減少85%且成本減半，可供汲取經驗如下。隨著氣候變遷引發災害頻率及嚴重程度日益增加，本案例展現結構工程師、承包商及製造商如何攜手合作，打造不僅能快速復原，更能為未來災害做好準備之基礎設施。

- (一) 承包商及早參與有助於降低風險並加速決策過程
- (二) 模組化解決方案之表現於緊急情境下優於傳統方法
- (三) 預鑄化設計縮短設計週期並提升施工性
- (四) 一體式橋梁於易發生洪水之環境具備卓越之韌性
- (五) 施工管理/總承包商（CM/GC）模式促進災後快速復原所需合作

二、1-488N&S橋梁之加速橋梁工法（Accelerated Bridge Construction of Bridges 1-488N&S）

德拉瓦州黑鳥（Blackbird, Delaware）的13號公路（雙向4車道之次要幹道，每日每向平均交通量為13,500輛）跨越黑鳥溪（Blackbird Creek）之1-488S橋係建於1920年、長42英尺之混凝土拱橋，具有混凝土拱體剝落、裂縫嚴重且外露鋼筋腐蝕等缺陷，名列德拉瓦州缺陷橋梁之首，1-488N橋係建於1933年、長40英尺之混凝土剛性框架橋（詳圖45~46）。此2座橋梁均因跨徑過短致河道束縮而有沖刷問題，且因其木樁長度過短而易受沖刷。



圖45 建於1920年之1-488S原橋



圖46 建於1933年之1-488N原橋

本文係論述此2座橋梁重建工程採用加速橋梁施工技術之設計及實施過程暨其優點

及所汲取經驗，另新建之長**120英尺**單跨橋梁完全由預鑄橋梁構件組成，將具使用壽命**100年**，並展現致力應用超高性能混凝土（**Ultra-High Performance Concrete, UHPC**）之決心。

此2座橋梁之重建設計曾評估**CON/SPAN**拱橋、**NEXT**梁及場鑄橋面之標準**PCEF**梁等結構類型，鑒於該路段交通量龐大且人流密集，並須趁**13號公路**封閉**45天**期間完成，工期頗緊迫，且需將原位於較陡豎曲線底部而不符合視距致事故率偏高之橋面高程提升約**8.5英尺**，德拉瓦州交通部（**DeIDOT**）乃決定採由球根**T形梁**（**Bulb Tee Beam**）、矮橋台（**Stub Abutment**）、預力樁、引道板、枕木板、力矩板及**T形護牆**等預鑄構件組成之預鑄橋梁技術取代傳統工法，並以發泡玻璃骨料（**Foamed Glass Aggregate, FGA**）作為回填材料，橫向相鄰之梁體及引道板則採超高性能混凝土接合。**2025年9月8日**開工，**13號公路**北向車道封閉後即敲除原橋（詳圖47），南向車道於**9月15日**封閉。**2025年10月20日**，北向車道先恢復通車，歷時**43天**，隔天南向車道亦恢復通車，歷時**37天**。若採較常見之標準施工技術，規模相似之橋梁重建工程約需**1年**。

為確保打入之預鑄樁能與預鑄橋台所留孔洞（預留餘裕以因應打樁偏差）組裝，須嚴格要求打入樁位公差，承包商乃搭建鋼製模板（詳圖48）。

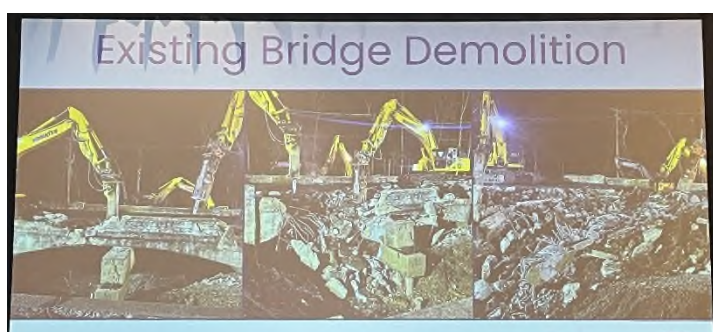


圖47 原橋敲除



圖48 打樁作業

德拉瓦州交通部過往專案通常採場鑄橋台，其鋼筋綁紮、模板搭建、混凝土澆置及養護均耗時甚多。預鑄橋台由2座長**55英尺**之矮橋台組成，預鑄為較小段而非單一大型構件係為將橋台之重量（每個重約**40公噸**）及尺寸減至最低，以緩解難以運輸及安裝之

疑慮。橋台就位（詳圖49）後即於預鑄樁與橋台孔洞間空隙灌漿，因工期緊迫，乃採用添加2%早強劑之I型4,500psi混凝土（DelDOT「A」級），俾於達28天抗壓強度50%之澆置後4天內即可吊梁（詳圖50）。上部結構由8根長125英尺、深5.5英尺、寬6英尺之預力預鑄球根T形梁（每根重約105噸）組成，可節省耗時費力之場鑄橋面板工序。吊梁完成後即於接合處澆置超高性能混凝土（UHPC），並安裝其餘預鑄構件。



圖49 預鑄混凝土橋台安裝



圖50 預鑄球根T形梁吊裝

德拉瓦州交通部首度於此橋梁重建工程採全預鑄枕木板與引道板，以緩解橋台後方之沉陷問題並改善行車舒適性。枕木板寬51.5英尺，引道板長30英尺x寬12英尺10英吋x厚1.5英尺，外側引道板並含預鑄橋護欄。

因重建橋梁高程提升8.5英尺所回填大量材料約17,000立方碼，須選用安全且高效俾可加速施工之材料，乃採由100%回收玻璃製成，具透水性、高摩擦角及低單位重（較一般回填材料輕約85%）等獨特材料特性之發泡玻璃骨料，除積水情況外，幾可於任何天候鋪設，爰降雨期間仍得鋪設而保持進度。高摩擦角與低單位重之特性亦減輕擋土牆承受側向土壓及降低路堤沉陷。

德拉瓦州交通部連接橋梁上部結構之原標準做法係利用灌漿楔槽、鉚接剪力連接板及後張拉桿將各梁體連接，惟導致橋面出現反射性縱向裂縫，乃於2015年橋梁重建工程首次嘗試採用超高性能混凝土，依據FHWA於2023年出版之「超高性能混凝土結構設計」（Structural Design with Ultra-High Performance Concrete）指南所訂UHPC接合處混合料規範其最小抗壓強度為17.5ksi，此後成為該州連接相鄰上部結構元件之標準做法

並已有眾多完工實例，並因該州持續致力使用UHPC，周邊之預鑄廠商購置可重複使用之模板，朝向UHPC應用常態化。

以往UHPC材料係以高能量、高剪力之攪拌機於現場攪拌，惟因增添下列複雜性，導致效率低及增加浪費風險：

- (一) 多數橋梁重建／修復工程之施工場地相對較小，不利於攪拌機、配料及UHPC輸送系統之佈置。
- (二) UHPC場拌需大幅增加人力，視澆置規模，通常調配20~25人負責攪拌、從攪拌機運送至接縫處及執行一般品質保證與品質控制（QA/QC）等作業。
- (三) 若場拌作業中斷將導致材料損失及需採取補救措施，攪拌機故障情況於德拉瓦州之UHPC工程屢見不鮮，愛德拉瓦州交通部規定每件UHPC工程無論澆置規模大小，均須配備至少2台攪拌機。

此2座重建橋梁所用UHPC係首次於混凝土廠攪拌，UHPC廠商Cor-Tuf UHPC培訓Heritage Concrete廠之員工並頒發認證，俾使用標準攪拌機，以提升現場作業難以達成之控制精度。透過預拌混凝土車上緩慢旋轉之攪拌筒，UHPC得以保持約4小時之工作性，運抵工地後裝入容量為2立方碼且可控制流量之混凝土料斗（詳圖51）以填滿接縫。相較於現場攪拌作業所用手推車或運料車容量為6~14立方英尺（僅料斗之10~25%），有效提高UHPC澆置速度，也改善工地整潔度，終順利完成橋梁重建（詳圖52）。



圖51 超高性能混凝土澆置



圖52 完工之橋梁

許多加速橋梁工法應用案例通常需以較高成本換取較短工期，而此2座橋梁重建採

此類工法可分別於**43**、**37**天完成，相較於傳統工法需**548**天大幅降低約**92%**，實際成本亦略低約**3%**（詳圖53），可謂重大成功。本專案採數項專屬德拉瓦州之施工技術，且隨著設計細節日益完善、加速橋梁工法日益普及，及廠商累積更多經驗，有助於某些情況降低成本，而汲取經驗（詳圖54）如下：

- (一) 預鑄構件組裝適用性及施工性係主要關鍵，故其細部設計至關重要，因一旦有誤將難以變更，嚴重影響成本及工期。
- (二) 與預鑄件製造商及承包商保持開放之溝通管道，其就哪些做法行之有效、哪些效果欠佳，及未來專案可納入之改進方案均提供寶貴意見。
- (三) 德拉瓦州於加速橋梁施工技術位居各州前茅，該州交通部仍尋求其他州及聯邦機構協助，設計階段制定細節及規範時聯繫多個州，俾該州交通部於將先前實施之技術應用於本專案時得以借鏡並加以改進。
- (四) 選擇對UHPC經驗豐富之承包商至關重要，運用混凝土料斗澆置UHPC有助於提升速度與效率，可減少作業人力。
- (五) 採用場外攪拌UHPC可避免於工區設置大型攪拌機，不僅能攪拌更大批量，並有更完善之品質管控。隨著場外攪拌UHPC經由預拌混凝土車運送方式日益普及，提升施工效率，將有更多UHPC供應商調整配比設計以因應此工法，推動產業發展。

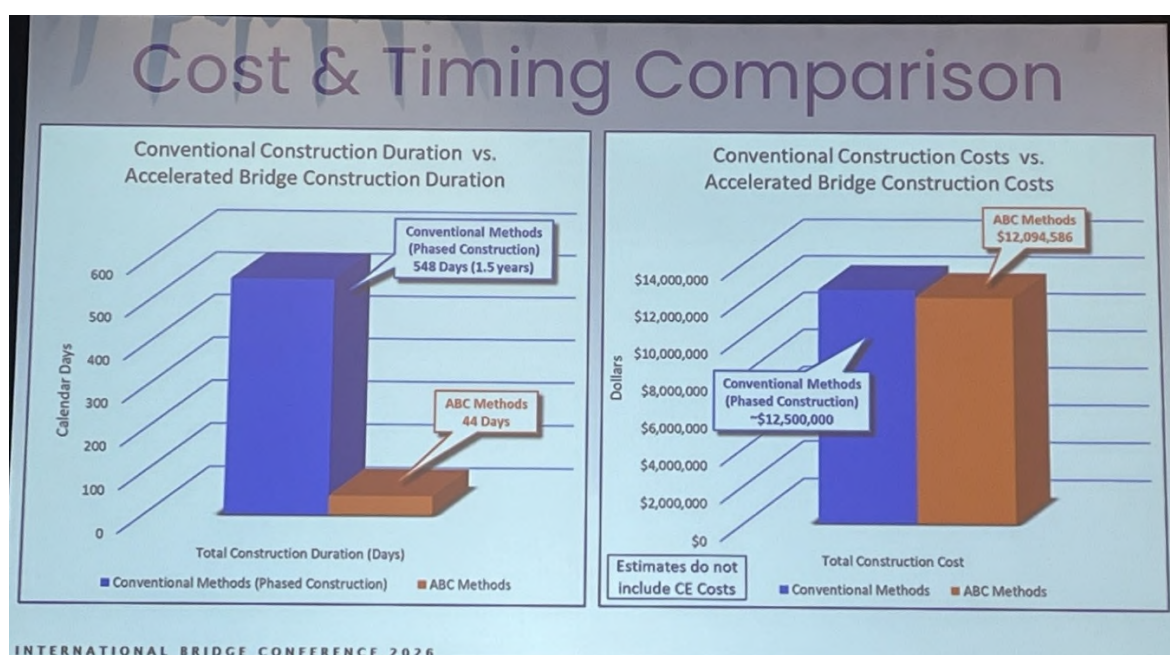


圖53 1-488N&S橋梁重建採加速橋梁工法之工期及成本比較

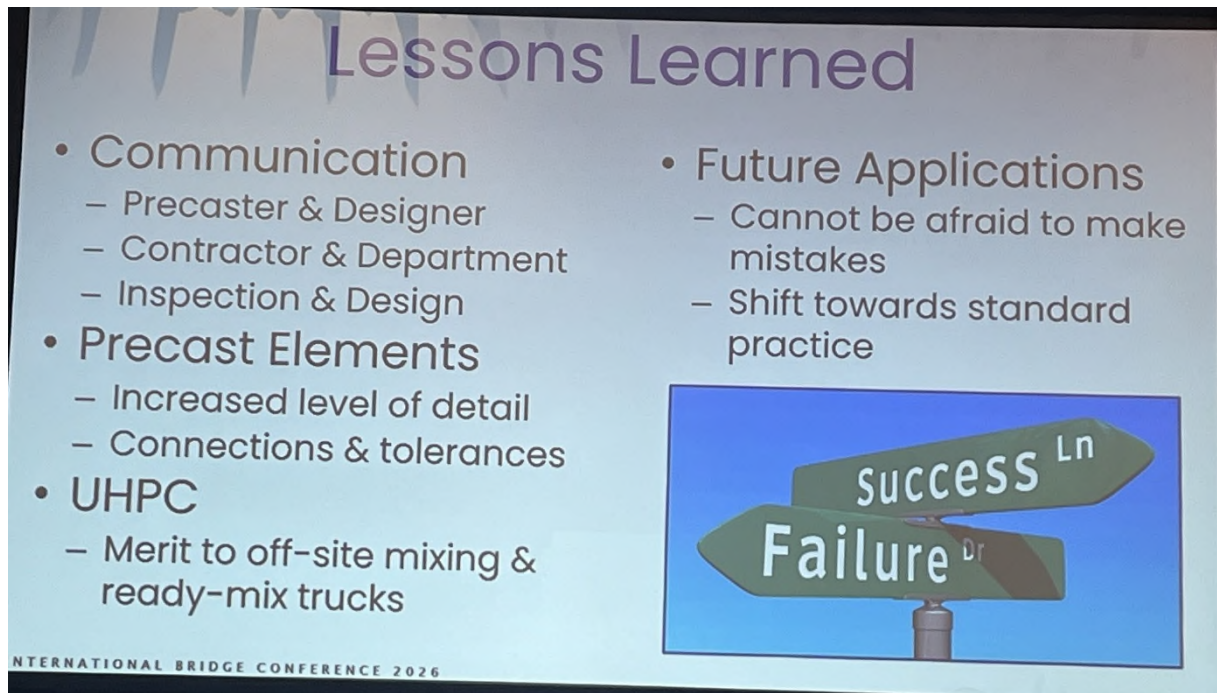


圖54 1-488N&S橋梁重建採加速橋梁工法所汲取經驗

2.4 廠商展示會

國際大型研討會常見同時舉辦相關廠商之展示會，亦係研討會之重點觀摩活動，供廠商及政府部門研究機構展示其產品及技術，會場設於1樓之Hall E，面積約3,420平方公尺，計有下列79家廠商參展（攤位擺設情形詳圖55~56，配置詳圖57之平面圖）。

1. Acrow Corporation of America
2. AECOM
3. Anderson UnderBridge
4. Bentley Systems
5. Bridge Grid Flooring Manufacturers Association
6. Bureau Veritas
7. CAST CONNEX
8. CMC
9. Collins Engineers, Inc.
10. Computers and Structures, Inc.
11. ConeLabs

12. Control Point Associates Inc.
13. COWI
14. CTS Cement Manufacturing
15. DBM Vircon
16. Diamant Polymers Inc.
17. D.S. Brown
18. DYWIDAG
19. Earth Wall Products LLC
20. Eastern Pneumatics & Hydraulics Inc.
21. Echem Consultants LLC / Duricorr LLC
22. Eriksson Software
23. Fraco Products
24. Freyssinet, Inc.
25. FYFE
26. Geoquest USA
27. GFT
28. Greenman-Pedersen, Inc. (GPI)
29. GWY, LLC
30. HRC – Headed Reinforcement Corp
31. Hydro-Technologies / Modified Concrete Suppliers
32. Infrasense Inc.
33. Jakob, Inc.
34. Kistler Instrument Corporation
35. Klaas Coatings North America LLC
36. KTA-Tator, Inc.
37. LARSA, Inc.

38. LeJeune Bolt Company
39. LUSAS
40. Mapei Corporation
41. Marcon Metal USA
42. McClain & Co., Inc.
43. McDonough Marine Service
44. Michael Baker International, Inc.
45. MSE North America
46. MST Rebar
47. Nassau Industrial Supply
48. National Concrete Bridge Council (NCBC)
49. National Steel Bridge Alliance
50. Neenah Foundry
51. New Millennium
52. Nucor Skyline
53. OpenBrIM Platform
54. Pennoni
55. Perryman Company
56. Polyvantis
57. Proto X-ray Diffraction
58. RBC Bearings
59. Resensys LLC
60. R. J. Watson, Inc.*
61. Roads & Bridges
62. RWDI
63. Scarbrough Global

64. Scougal Rubber Corp.
65. Sensequake
66. Sika Corporation*
67. Sixense, Inc.
68. Sky Climber Services, LLC
69. Spanweld Bridges
70. St. Louis Screw and Bolt/ Haydon Bolts
71. Taylor Devices, Inc.
72. Texas Department of Transportation
73. Tourney Consulting Group
74. V&S Galvanizing
75. Valmont Coatings
76. Vector Corrosion Technologies*
77. Viathor, Inc.
78. VSL Civil Construction
79. WireCo



圖55 展示會一景(1)



圖56 展示會一景(2)

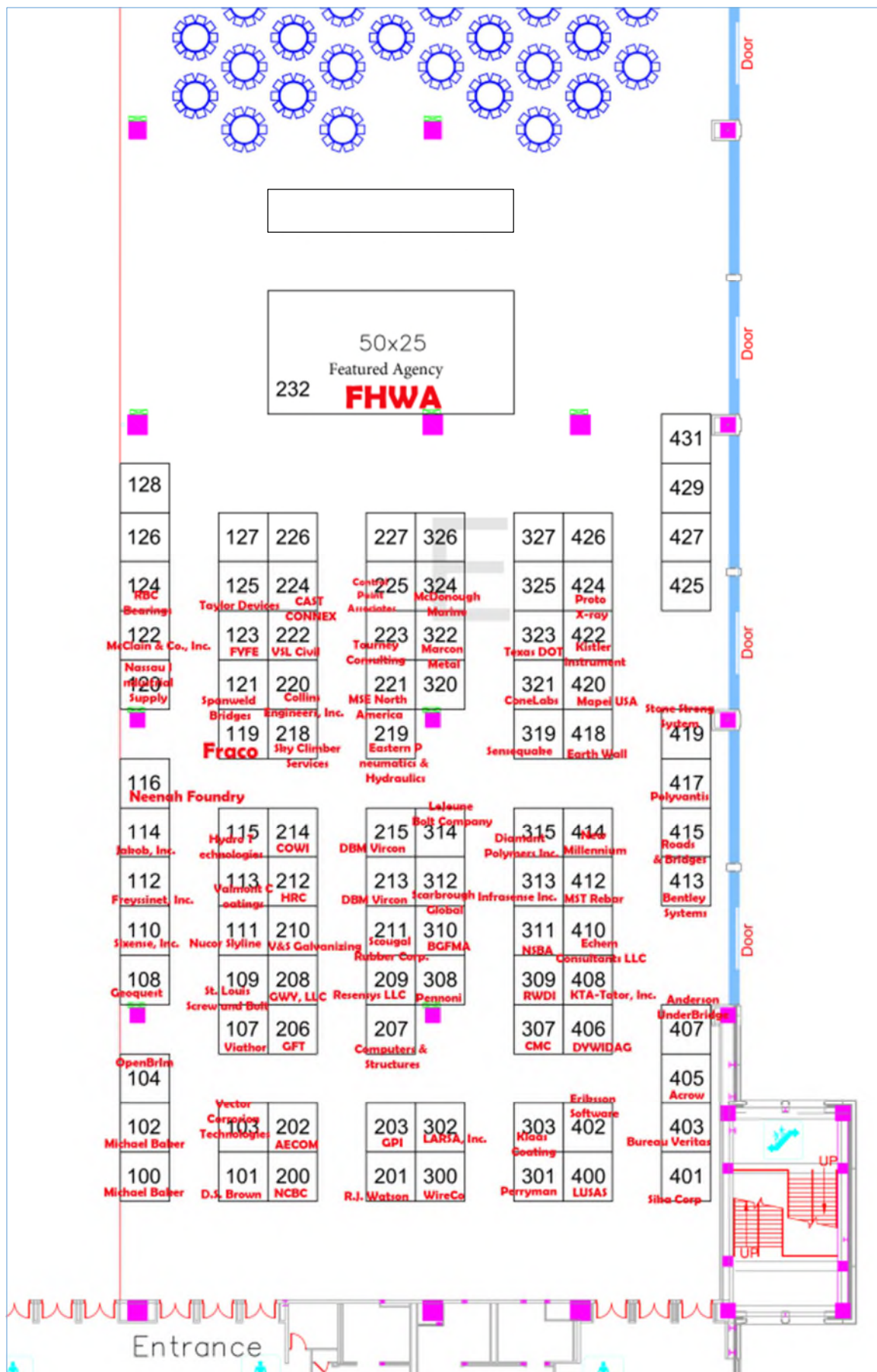


圖57 展示會攤位配置平面圖

參展廠商擺設之物品係以樣品展示、影片播放等方式展示，並備有產品型錄資料或光碟片供與會者索取參考，物樣可謂包羅萬象及豐富多元。與會者可於參觀廠商展示之產品時洽其商議施工之課題及經驗交流，讓與會者具體了解現今最新橋梁技術產品應用實務。

2.5 趣味跑步（Fun Run）

本研討會舉辦地點位處波托馬克河（Potomac River）畔之國家港灣遊憩區，主辦單位乃於研討會第2天2026年6月16日上午6時15分舉辦供住宿該會議中心或鄰近飯店之與會者可晨跑之趣味跑步，自會議中心沿著波托馬克河左岸跑至伍德羅·威爾遜紀念橋（Woodrow Wilson Memorial Bridge）下折返，來回約3英里（詳圖58）。



圖58 趣味跑步路線

2.6 特納-費爾班克公路研究中心（Turner-Fairbank Highway Research Center）參訪

本研討會每屆均安排赴舉辦地點鄰近之橋梁工地參訪（**Site Tour**），本屆一改以往模式，其參訪活動係安排赴國家級研究機構「特納-費爾班克公路研究中心」，乃屬聯邦公路管理局（**Federal Highway Administration, FHWA**）之研究、發展及技術辦公室，計有**15**個實驗室、輔助設施及資料庫，致力於為全球公路界提供與現有及新型公路技術相關之先進應用研究及開發。研究人員為科學家及工程師，專業知識涵蓋**100**多個土木工程、結構工程、路面工程、化學、安全、數學、運算發展、建模及模擬、資訊技術、水力學、空氣動力學、成像、幾何設計、光度學、能見度、人為因素等交通運輸相關之學科。

該公路研究中心位於首都華盛頓特區西北方之維吉尼亞州麥克萊恩（**McLean, VA**，詳圖59），主辦單位於出發前所寄參訪該公路研究中心須知之郵件提示，若訪客未攜帶符合「**Real ID**」規範之證件，將不得進入，且勿拍攝鄰近之中央情報局（**CIA**）建築物（詳圖60），爰能藉此參加研討會之便獲准蒞臨該位處美國管制區之重要官方設施，並親歷實地觀摩世界級之研究機構於公路技術之相關先進應用研究及開發情形，實屬頗為難得機會。

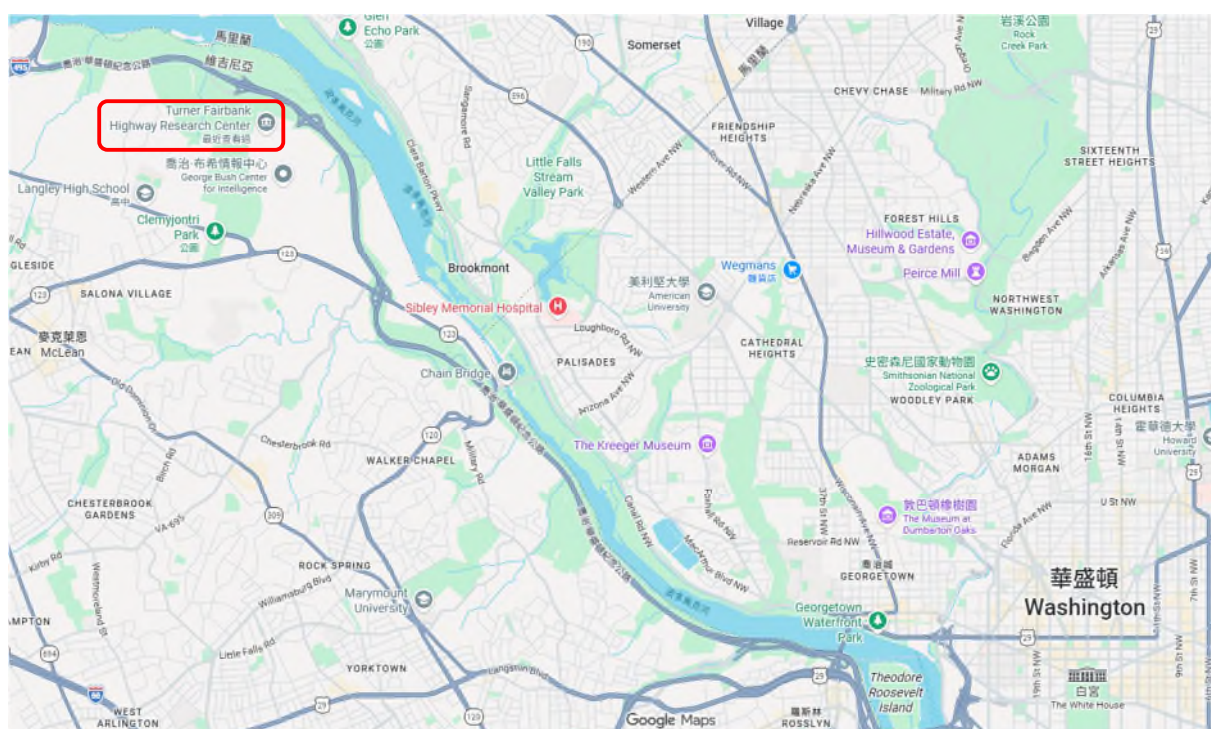


圖59 特納-費爾班克公路研究中心地理位置

Hello!

This is your confirmation for this afternoon's bus tour to the Turner-Fairbank Highway Research Center. The bus will depart right at 12:30 PM today. Please meet us in the bus loop at 12:15 PM. Wear closed toes shoes please! Also, all visitors need to have a Real ID-compliant license or a passport. If they don't have this, they are not permitted in the facility. Lastly, please do not take photos of the CIA's buildings to the left as you drive in from the George Washington Parkway.

Any questions, please visit the IBC Registration desk.

Thank you,
Kristina Emmerson | Conference Manager
Engineers' Society of Western Pennsylvania
337 Fourth Avenue, Pittsburgh, PA 15222
P: 412-261-0710, ext. 11 • F: 412-261-1606
Email: K.Emmerson@eswp.com



圖60 主辦單位所寄參訪公路研究中心須知之郵件

本參訪活動共38人參加，乘坐遊覽車前往（詳圖61~62）該公路研究中心，車程約1小時，抵達後檢視參訪者證件及領取識別證佩掛，先聆聽該公路研究中簡介，再分3組參訪其水力、結構、鋼添加物製造（Steel Additive Manufacturing）、非破壞性評估（Non-Destructive Evaluation）等4個實驗室（其分組行程表詳圖63），每分組由1人引導至各實驗室並由專人解說其業務及刻辦理之實(試)驗（摘述如下），歷程雖僅約短暫之2小時，卻有大開眼界及收獲良多之感。



圖61 參訪者集合候車



圖62 參訪者等候上車

Department of Transportation
Federal Highway Administration
Turner-Fairbank Highway Research Center
6300 Georgetown Pike
McLean, VA 22101

International Bridge Conference Visits TFHRC

Tuesday, June 16, 2026
1:30 pm – 3:30 pm
Conference Room: T-104/105

AGENDA

Opening Speaker: Joey Hartmann

GROUP A w/ Tour Guide: Jennifer Nicks

	Labs	Presenters
1:30 – 1:45	Turner-Fairbank Overview Presentation	Jean Nehme
1:50 -2:10	Hydraulics	James Pagenkopf
2:10 – 2:30	Structures	Tim Barrett
2:35 – 2:55	Steel Additive Manufacturing	Ryan Slein
3:00 -3:20	Non-Destructive Evaluation	Hoda Azari
3:25	Wrap-Up	Conference Room

GROUP B w/ Tour Guide: Debbie Walker

	Labs	Presenters
1:30 – 1:45	Turner-Fairbank Overview Presentation	Jean Nehme
1:50 -2:10	Non-Destructive Evaluation	Hoda Azari
2:15 – 2:35	Hydraulics	James Pagenkopf
2:35 – 2:55	Structures	Tim Barrett
3:00 -3:20	Steel Additive Manufacturing	Ryan Slein
3:25	Wrap-Up	Conference Room

GROUP C w/ Tour Guide: Erin Stewartson

	Labs	Presenters
1:30 – 1:45	Turner-Fairbank Overview Presentation	Jean Nehme
1:50 -2:10	Steel Additive Manufacturing	Ryan Slein
2:15 – 2:35	Non-Destructive Evaluation	Hoda Azari
2:40 – 3:00	Hydraulics	James Pagenkopf
3:00 -3:20	Structures	Tim Barrett
3:25	Wrap-Up	Conference Room

圖63 特納-費爾班克公路研究中心參訪行程表

(一) 水力實驗室：簡介其水力試驗設備及儀器暨橋梁基礎因洪水沖刷之模型試驗情形（詳圖64~67），其研究洪水對公路基礎設施之影響，因洪水將致橋梁沖刷，係美國橋梁損壞之主因（每年約25~30座倒塌），且有數千座橋梁遭沖刷風險極高。



圖64 公路研究中心水力實驗室一景(1)



圖65 公路研究中心水力實驗室一景(2)

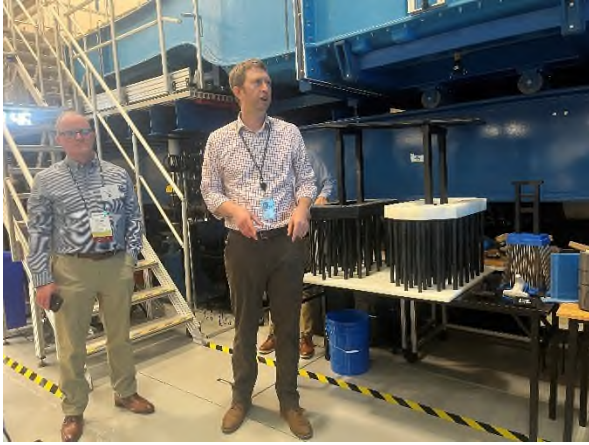


圖66 橋梁基礎沖刷實驗解說

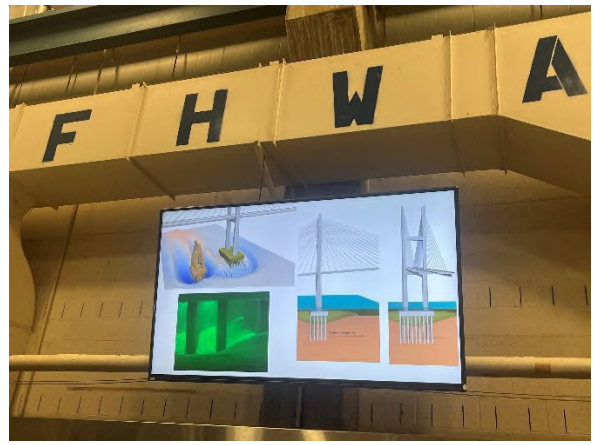


圖67 水力實驗室模擬橋梁基礎沖刷情形

(二) 結構實驗室：簡介其內之結構試驗設備及儀器，並說明UHPC橋梁載重試驗情形（詳圖68~71）暨在美國應用情形（詳圖72）。其係經由分析及實驗研究以確認橋梁系統於典型及極端荷載條件之性能，並含提高耐久性之橋梁系統進行測試。該研究數據有助於改善國家橋梁設計規範，並提高美國橋梁建設之安全性、可靠性及成本效益。



圖68 公路研究中心結構實驗室一景(1)



圖69 公路研究中心結構實驗室一景(2)



圖70 UHPC梁試體(1)

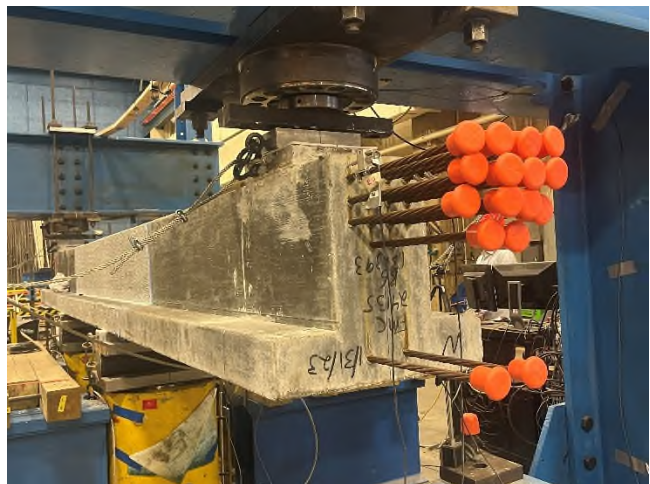


圖71 UHPC梁試體(2)



圖72 美國應用UHPC橋梁情形

(三) 鋼添加物製造實驗室：簡介鋼添加物製造試驗設備及儀器，並說明其具備自動化、能製造幾何結構複雜之零件、元件優化、整合式組裝、數位庫存管理，及減少材料浪費等優勢（詳圖73~75）。



圖73 鋼添加物實驗情形(1)



圖74 鋼添加物實驗情形(2)



圖75 公路研究中心鋼添加物實驗室設備

2.7 美國交通見聞

2.7.1 華盛頓特區捷運系統

筆者自研討會場往返住宿地及班機起降地華盛頓特區機場所搭乘運具主要為便捷之大眾運輸「華盛頓都會區捷運（Washington Metrorail）」，對其離峰時段收費較尖峰時段大幅減低之差別費率頗有感。

該捷運系統現有紅線、黃線、綠線、橘線、銀線、藍線等6條路線（詳圖76，首條路線於1976年開始營運），總長128英里，設有98個車站，係由華盛頓都會區交通管理局（Washington Metropolitan Area Transit Authority, WMATA）營運，其服務地區涵蓋華盛頓特區、馬里蘭州西部及維吉尼亞州北部，人口約400萬，面積約1,500平方英里（4,000平方公里），每天載客量約50萬人次，其繁忙程度於美國各城市捷運系統僅次於紐約。



System Map

wmata.com
Information: 202-GO-METRO | TTY: 202-962-2033
Metro Transit Police: 202-962-2121 | Text: MYMTPD (696873)

Terminal stations

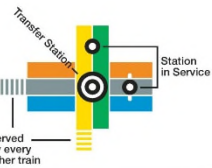
- R** Red Line • Glenmont / Shady Grove
- Y** Yellow Line • Huntington / Mt Vernon Sq & Greenbelt
- G** Green Line • Branch Av / Greenbelt
- O** Orange Line • New Carrollton / Vienna
- S** Silver Line • Ashburn / Downtown Largo & New Carrollton
- B** Blue Line • Franconia-Springfield / Downtown Largo

Station Features

- P** Parking
- H** Hospital
- A** Airport

Connecting Rail Systems

- AMTRAK**
- MDA**
- AMT**



Metro is accessible.

Map is not to scale

圖76 華盛頓特區捷運系統路線圖

搭乘該捷運系統付費原係使用須先購買及加值之SmarTrip®卡，2025年5月28日起啟用“Tap. Ride. Go.”方式後亦可用感應式信用卡、金融卡或行動錢包於進出閘門感應以支付車費，可提高便利性，並消除不熟悉美國捷運系統之乘客所面臨搭乘障礙。筆者為免若買SmarTrip®卡須先查所搭時段之起訖點票價以免儲值不足支付，或搭乘後扣款之

餘額未再搭乘使用將閒置無用之困擾，乃採免儲值之手機錢包方式支付較便利。其票價除按搭乘距離計費外，並按搭乘時段分為尖峰時段（平日夜間9時30分前）及離峰時段（平日夜間9時30分後及假日）之差別費率。以搭乘較長路程而達收費上限而言，離峰時段全票收費2.75美元，係尖峰時段所收6.75美元之37%（即大幅減低63%），可鼓勵部分乘客改於離峰時段搭乘以分散需求，並可減低因尖峰時段乘客較多而須以較密集之列車班距運行所需更多列車、司機及站務人員之成本，亦可使離峰時段閒置之運能得以利用，提升整體系統效率及落實使用者付費。

2.7.2 路口交通安全之防護

筆者住宿地及研討會場所在馬里蘭州常見之無號誌路口設有停車再開（**Stop**）標誌（詳圖77），汽車行經該路口須完全停止，而非僅減速慢行，俾觀察確認路口交通狀況再開，另於行人穿越線前設有停等（**Stop**）行人通過標誌及停止線前畫停車再開（**Stop**）標字（詳圖78），而駕駛亦均守法確實遵行，有效避免此等路口發生交通事故及防護行人安全。



圖77 路口所設停車再開標誌



圖78 路口所設停等行人通過標誌

第三章 心得及建議

本次奉派赴美國參加國際性橋梁研討會及參訪其安排之國家級研究機構「聯邦公路管理局特納-費爾班克公路研究中心」，藉此汲取橋梁工程於規劃、設計、施工、營運、養護等方面之新近技術發展及實務經驗，實屬相當難得及可貴之機會，本章將概述此次學習行程之心得及建議。

(一) 加速橋梁工法大幅縮減工期並降低造價，值得推廣

以筆者於本屆研討會聆聽之多篇論文中較有感受而於本文摘述之2個應用加速橋梁工法案例而言，科羅拉多州亞當斯縣沙溪144號大道橋梁重建工程透過整合式設計、先進材料、模組化施工、協作式之施工管理/總承包模式，將工期由傳統工法所需18個月大幅縮減為5個月並將成本減半，而德拉瓦州黑鳥的13號公路跨越黑鳥溪之1-488橋梁重建工程採預鑄橋梁技術、輕量化回填材料、超高性能混凝土接合等，將工期由傳統工法所需548天大幅降低為43天，實際成本亦略低約3%，均顛覆採加速橋梁工法常需以較高成本換取較短工期之迷思。雖然臺灣與美國因當地工料價格不同致各類工法橋梁造價有異，惟此等美國應用加速橋梁工法案例因可較傳統工法大幅縮減工期，有利於較快完成啟用以紓解交通而盡早發揮其建設效益，頗值得臺灣參採效法，俾公共建設加速完成，讓民眾有感。

臺灣先前興建第二高速公路及高速鐵路等重大建設計畫時即因橋梁數量頗大而自歐洲引進具營建自動化功效之支撐先進工法、節塊推進工法、懸臂工法、預鑄節塊工法等，已有效降低該建設計畫所建橋梁造價及縮減工期，並使臺灣橋梁工程技術獲得提升，即為成功典範之前例。隨著近年來營造業勞動力成本之大幅上升及技術熟練工人日益短缺之缺工危機，迫使業者須開發更易施工及更少人力之自動化、智能化施工，另因橋梁工程技術及相關施工機具之進一步演進，創建諸多可大幅縮減工期之加速橋梁工法，爰本文摘述之應用此等工法案例即頗值得供臺灣刻推動公路及捷運等重大建設時建造橋梁工程於採傳統工法外之另類思考，朝向預鑄化、材料高性能化及輕量化、自動化之加速橋梁工法，以期能獲既可縮短工期又能減少造價之雙重效益。尤以先前依據舊版規範建造之橋梁面對近年來地球暖化衍生極端

氣候、短時強降雨及地震多等不利氣候變遷及環境不確定因素致其耐洪或耐震能力不足而須補強或重建，考量國道係重要交通命脈及維生管線，肩負快速運輸及救災時效等多重功效，若須長期封路或改道將對城際之交通運輸產生重大衝擊，並增加諸多社會成本，爰國道橋梁若重建或受損修復均須妥善快速完成啟用，採加速橋梁工法即更有其價值。

(二) 本次公務行程有難得機會獲准參訪位處美國管制區之重要官方設施「聯邦公路管理局之特納-費爾班克公路研究中心」，可親歷實地觀摩世界級之研究機構於公路技術之相關先進應用研究及開發情形，也感受該中心就新材料、新工法及新技術之開發先以其大型試驗設備及模擬系統驗證其成效，再經由示範計畫推廣至各州政府，俾降低導入新技術之風險，並提升政策及工程決策之科學依據，頗值得臺灣考量整合公路主管機關、學術界及研究單位之資源，建立跨領域合作機制，以提升整體研究效率，加速新技術之應用，並將其應用本土化。

(三) 此一大型研討會係國際橋梁界之年度盛會，係供眾多政府機構、產業界、學術研究機構等發表其專業研究及實務應用之年度成果，並為世界各國之專業人員齊聚一堂作經驗交流及技術觀摩之絕佳機會，確實係取得大量新近橋梁技術發展資訊之捷徑，頗值得各國派員參加汲取新知，以資學習應用，俾藉由國際性研討會所集結各國專家學者之智慧可對國內技術水準之有效提昇帶來難以衡量之無形效益。往年臺灣相關機關及顧問機構亦派員參加本研討會，而今年據了解其他機關及顧問機構因其業務考量而未能派員，筆者乃為本屆研討會之臺灣唯一與會者，若屬橋梁規劃設計前端之各大顧問公司能派員藉以汲取新知，自設計源頭即有新技術應用之概念，應可有效提升臺灣橋梁技術發展。

(四) 國外舉辦大型國際研討會常見同時搭配廠商展示會，供廠商、政府部門、研究機構展示與研討會主題相關之產品及技術，係重要觀摩活動，讓與會者於聽取學術論文之餘可實地參訪知名相關設備廠商所研發產製及實際應用之產品，俾了解當今世界相關先進技術之發展現況及應用情形，並可籌措分攤部分舉辦研討會所需資金，以降低與會者所需繳交報名費（尤其是遠道而來之國際與會者原已需負擔高額旅宿費

），增加相關人士參與國際性產業技術研討盛會之意願，也增加研討會舉辦成效，此等具多重效益之模式頗值得臺灣舉辦大型研討會之參考。

(五) 大型國際研討會一般係由國際性組織舉辦，而本國際橋梁會議係由單一國家之地區性協會所舉辦實屬難得之少數特例，且迄今已舉辦多達**43**屆，並於每年舉辦時即已敲定下一屆舉辦之時間及地點，而該研討會英文名稱亦已註冊專利，顯見其舉辦之成效已廣受國際橋梁界肯定而能持續舉辦。臺灣現今已有諸多產業技術居世界領先地位，雖因特定因素未能加入國際性組織，惟可考慮藉由產業技術領先之優勢舉辦區域性甚至國際研討會，俾提升臺灣在國際之能見度。

(六) 本研討會吸引**800**餘人報名，加計**79**家展示會廠商人員，合計應有上千名人員參與此一規模盛大之研討會，如此眾多旅客造訪對該研討會舉辦地點馬里蘭州國家港灣及鄰近之首都華盛頓特區所帶來附加觀光效益可謂頗為龐大。臺灣觀光資源豐富並向以美食多樣、人民友善、社會安全等著稱，頗受來訪外國遊客所稱許，爰可如前所述鼓勵業界舉辦大型區域性或國際研討會或展示會以吸引國際旅客來訪及順道旅遊，並藉此增進臺灣觀光產值，一舉數得。

(七) 筆者於美國行走至無號誌路口時，對於汽車駕駛人均確實按所設停車再開（**Stop**）標誌於行經該路口完全停止並觀察確認路口交通狀況再開之路口交通及行人安全維護頗有感，有利外來旅客於初次造訪之生疏街道時可安心行走。臺灣近年來推動路口應禮讓行人先行，已有效提升行人通過路口之安全性，大幅改善以往汽機車與行人爭道之陋習，惟多數駕駛人行經無號誌路口時仍未能按所設停車再開標誌將其車輛完全停止再開，有待民眾持續強化注意自身及他人安全之觀念及守法意識，俾提升交通安全。

參考文獻

- 1.西賓夕法尼亞工程師協會 (Engineers' Society of Western Pennsylvania)
<https://eswp.com/>
2. International Bridge Conference @臉書
<https://www.facebook.com/IntlBridgeConf/>
- 3.維基百科
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/>
- 4.Google Maps
<https://www.google.com/maps/>
- 5.蓋洛德國家渡假會議中心 (Gaylord National Resort & Convention Center)
<https://www.marriott.com/en-us/hotels/wasgn-gaylord-national-resort-and-convention-center/overview/>
6. Steven Noble, "Rapid Bridge Replacement After Devastating Floods: Designing for Sustainability and Resilience", International Bridge Conference Proceedings. (2026)
- 7.Nicholas Dean, "Accelerated Bridge Construction of Bridges 1-488N&S", International Bridge Conference Proceedings. (2026)
- 8.Turner-Fairbank Highway Research Center
<https://highways.dot.gov/turner-fairbank-highway-research-center/facility-overview>
- 9.華盛頓都會區交通管理局 (Washington Metropolitan Area Transit Authority)
<https://www.wmata.com/>

附錄1 贊助廠商名錄

級別	序號	廠商標誌	廠商名稱
白金	1		HDR (Henningson, Durham & Richardson), Inc.
金	1		International Construction Equipment, Inc.
銀	1		AECOM (The Merger of Five Ashland Entities)
	2		Arup Group Limited
	3		Eriksson Software, Inc.
	4		GFT Infrastructure, Inc.

級別	序號	廠商標誌	廠商名稱
	5		Michael Baker International Companies
	6		Mim Muhendislik Construction, Steel Industry Industrial and Trading Co. Ltd.
	7		TYLin
銅	1		AI Engineers, Inc.
	2		Modjeski and Masters, Inc. (M&M)
	3		Stantec Inc.
	4		Urban Engineers, Inc.

附錄2 研討會日程概覽

Monday, June 15, 2026

7:00 AM	Registration Desk open	
8:00 AM – 10:00 AM	Keynote Session / Awards Program	Cherry Blossom Ballroom
10:00 AM – 4:00 PM	Poster Presentations displayed outside Session Rooms	
10:10 AM	Networking Coffee Break	
10:30 AM – Noon	Featured Agency Session	Cherry Blossom Ballroom
10:30 AM – Noon	ABC Session	Woodrow Wilson A
Noon – 1:30 PM	Outdoor Exhibit Demonstrations	
1:30 PM – 3:00 PM	Featured Agency Session	Cherry Blossom Ballroom
1:30 PM – 3:00 PM	Bridge Design 1 Session	Woodrow Wilson A
1:30 PM – 2:00 PM	Bridging the Gap Theatre: Roman Dautzenberg, Aithon Robotics	Woodrow Wilson B
2:00 PM – 2:30 PM	Bridging the Gap Theatre: Farshad Mirshafiei, Sensequake	Woodrow Wilson B
3:00 PM	Networking Coffee Break	

3:30 PM – 5:30 PM	Young Attendees Special Session	Baltimore 3/4/5
3:30 PM – 5:30 PM	Emerging Technologies in the Bridge Industry – AI, Digital Delivery, Robotics, and more Special Session	Cherry Blossom Ballroom
3:30 PM – 5:30 PM	Bridge Preservation and Repair Special Session	Woodrow Wilson A
3:30 PM – 5:30 PM	Bridge Construction – A Contractor’s Perspective Special Session	Annapolis 1/2
3:30 PM – 5:30 PM	Workshop 01: International	Annapolis 3/4
3:30 PM – 5:30 PM	Workshop 02: Advances in Bridge Load Rating, Posting and Overweight Load Permitting	Woodrow C/D

Tuesday, June 16, 2026

6:15 AM	Fun Run	
7:00 AM	Registration Desk open	
8:00 AM – 10:00 AM	Workshop 03: Driving Efficiency in Steel Bridge Design with Innovative Tools, Resources, and Examples	Woodrow C/D
8:00 AM – 10:00 AM	Railroad Session	Baltimore 3/4/5
8:00 AM – 10:00 AM	Load Rating & Analysis 1 Session	Annapolis 1/2

8:00 AM – 10:00 AM	Seismic Session	Annapolis 3/4
8:00 AM – Noon	AI / Digital Delivery 1 Session	Woodrow Wilson A
8:00 AM – Noon	Construction 1 Session	Cherry Blossom Ballroom
9:00 AM – 4:00 PM	Poster Presentations displayed outside Session Rooms	
10:00 AM	Networking Coffee Break	
10:00 AM – 10:30 AM	Bridging the Gap Theatre: Albert Mansour, ConeLabs	Woodrow Wilson B
10:00 AM – Noon	Workshop 04: Extending the In-Service Life of Steel Bridges Through Strengthening and Repair	Woodrow C/D
10:30 AM – Noon	Owner's Perspective Session	Baltimore 3/4/5
10:30 AM – Noon	Bridge Rehabilitation 1 Session	Annapolis 1/2
10:30 AM – Noon	Suspension Bridge Evaluation Session	Annapolis 3/4
Noon – 1:30 PM	Outdoor Exhibit Demonstrations	
12:30 PM – 4:30 PM	Site Tour: Turner-Fairbank Highway Research Center (additional fee & registration required)	

1:30 PM – 3:00 PM	Workshop 05: Autonomy Integrated, Real Time Bridge Digital Twins: State of the Practice	Woodrow C/D
1:30 PM – 5:00 PM	Research Session	Baltimore 3/4/5
1:30 PM – 5:00 PM	Bridge Rehabilitation 2 Session	Annapolis 1/2
1:30 PM – 5:00 PM	AI / Digital Delivery 2 Session	Woodrow Wilson A
1:30 PM – 5:00 PM	Construction 2 Session	Cherry Blossom Ballroom
1:30 PM – 5:00 PM	Bridge Design 2 Session	Annapolis 3/4
3:00 PM	Networking Coffee Break	
3:30 PM – 5:00 PM	Workshop 06: Post-Apocalyptic SNBI – After the First Submittal	Woodrow C/D

Wednesday, June 17, 2026

7:00 AM	Registration Desk open	
8:00 AM – 10:00 AM	Workshop 07: Bridge Construction with FRP Composites — Today and Tomorrow	Woodrow C/D
8:00 AM – 10:00 AM	Historic Bridge Rehabilitation Session	Baltimore 3/4/5
8:00 AM – 10:00 AM	Bridge Design 3 Session	Cherry Blossom Ballroom

8:00 AM – 10:00 AM	<u>Movable Bridge Design / Rehab Session</u>	Annapolis 3/4
8:00 AM – Noon	<u>Load Rating & Analysis 2 Session</u>	Woodrow Wilson A
8:00 AM – Noon	<u>International Major Bridge Design and Construction Session</u>	Annapolis 1/2
9:30 AM – 10:00 AM	<u>Bridging the Gap Theatre:</u> Daniel Sekzer, Jakob, Inc.	Woodrow Wilson B
10:00 AM – Noon	<u>Workshop 08: FRP Reinforced Concrete – Proven Performance, Established Specifications, and Recent Project Recognition for Bridge Solutions</u>	Woodrow C/D
10:00 AM	Networking Coffee Break	
10:30 AM – Noon	<u>Complex Design Session</u>	Baltimore 3/4/5
10:30 AM – Noon	<u>Special Topics Session</u>	Cherry Blossom Ballroom
10:30 AM – Noon	<u>Pedestrian Bridges Session</u>	Annapolis 3/4
Noon	Conference Concludes	