

出國報告（出國類別：開會）

參加 2024 年第五屆公路工程國際會議 報告

服務機關：交通部高速公路局

姓名職稱：林生發副總工程司、楊慕泉科長

派赴國家：泰國

出國期間：113年9月3日至9月7日

報告日期：113年12月5日

公務出國報告摘要

頁數：21

報告名稱：參加 2024 年第五屆公路工程國際會議報告

主辦機關：交通部高速公路局

出國人員姓名／服務機關／職稱／電話：

林生發／交通部高速公路局／副總工程司／02-29096141#2022

楊慕泉／交通部高速公路局／科長／02-29096141#2110

出國類別：開會

出國期間：113 年 9 月 3 日至 9 月 7 日

出國地點：泰國曼谷

關鍵詞：大數據分析、M-FLOW

內容摘要：

2024 年第五屆公路工程國際會議由泰國公路局、泰國道路協會及亞澳道路協會共同主辦，在泰國曼谷隆重舉行，主題為“為亞洲及其他地區打造面向未來的道路(Future-Proofing Roads for Asia and Beyond)”。為使本局辦理之國道工程於智慧、科技及創新等面向增加國際交流，本局與承辦「國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程」可行性評估及綜合規劃之林同棧工程顧問股份有限公司以「大數據分析應用於國道拓寬計畫之交通壅塞改善策略」為題投稿獲接受，故以作者身分派員與會。

本文係參加 2024 年第五屆公路工程國際會議之報告，內容包括：行程紀要、會議主題及內容、大數據分析應用於國道拓寬計畫之交通壅塞改善策略、M-FLOW-多車道自由流等。

目 錄

一、前言	1
二、目的	1
三、行程紀要.....	2
四、公路工程國際會議.....	4
4.1 會議主題及內容.....	4
4.1.1 高效、廣泛、安全的道路管理.....	7
4.1.2 智慧出行、數位科技與道路創新.....	8
4.1.3 道路網絡的可持續性與韌性.....	9
4.2 大數據分析應用於國道拓寬計畫之交通壅塞改善策略.....	12
4.3 M-FLOW-多車道自由流.....	16
4.3.1 什麼是 M-FLOW ?	16
4.3.2 臺灣經驗.....	18
五、心得及建議.....	20

表目錄

表 3-1	出國行程概要.....	2
表 4-2	iCHE2024 會議議程一覽表.....	7

圖目錄

圖 4-1	泰國曼谷國際貿易展覽中心(BITEC)交通位置.....	5
圖 4-2	BITEC 會場平面配置情形.....	6
圖 4-3	計畫範圍.....	12
圖 4-4	國 1 楊梅至頭份段 2014 年至 2020 年壅塞機率（平日）.....	13
圖 4-5	國 1 楊梅交流道至新竹系統交流道（南向）旅次組成.....	14
圖 4-6	新竹路段（南向）流量及速度分布圖.....	15
圖 4-7	新竹路段（南向）VD 資料分析示意圖.....	15

照片目錄

照片 3-1	筆者參加本次會議現場情形.....	3
照片 4-2	M-FLOW 現場照片.....	16
照片 4-3	M-FLOW 現場相關照片.....	17
照片 5-4	BTS E13 Bang Na 站至 BITEC 之行人廊道.....	21

一、前言

2024 年第五屆公路工程國際會議（The 5th International Conference on Highway Engineering 2024, iCHE2024）由泰國公路局（Department of Highways, DOH）、泰國道路協會（Roads Association of Thailand, RATH）及亞澳道路協會（the Road Engineering Association of Asia and Australasia, REAAA）共同主辦，以「為亞洲及其他地區打造面向未來的道路（Future-Proofing Roads for Asia and Beyond）」為會議主題，並分「A 高效、廣泛、安全的道路管理（Efficient, Inclusive and Safe Road Management）」、「B 智慧出行、數位科技與道路創新（Smart Mobility, Digital Technology and Innovation for Roads）」、「C 道路網絡的可持續性與韌性（Sustainability and Resilience of Road Networks）」等 3 個徵稿子題。期間並與世界道路協會（Permanent International Association of Road Congresses, PIARC）之「未來的運輸機構（Transport Agency of the Future）」國際研討會併同於 9 月 4 日至 6 日在泰國曼谷國際貿易展覽中心(BITEC) 舉辦。

二、目的

iCHE2024 活動為美國公路部 111 年歷史上的一個重要里程碑，該部一直是制定公路運輸標準的關鍵參與者。本次會議聚集來自世界各地的專家、工程師、學者和行業領袖共同見證、交流經驗並加強區域和全球合作網絡。其目標是推動公路運輸的未來獲得國際認可，並將國家提升到地區的領先地位。

為使本局辦理之國道工程於智慧、科技及創新等面向增加國際交流，本局與承辦「國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程」可行性評估及綜合規劃之林同棧工程顧問股份有限公司以「大數據分析應用於國道拓寬計畫之交通壅塞改善策略」(Introducing Big Data Analysis in the Cause of Traffic Congestion and the Improvement Strategies of National Freeway Widening Project)為題投稿獲接

受，於9月5日在會議中發表。

三、行程紀要

本次參加於泰國曼谷舉辦之公路工程國際會議，自113年9月3日出發至9月7日返國，全程共計5日，以參加開／閉幕式、與PIARC簽約儀式、主題演講、公共論壇、及各子題研討會為主，此外，於會場亦與策展之技術顧問、材料設備供應廠商進行交流。筆者參加本次會議現場情形略如，行程概要彙整如表3-1。

表3-1 出國行程概要

日期	起迄地點	行程摘要	備註
9/3 (二)	臺北至曼谷	去程	
9/4 (三)	曼谷	開幕式、與PIARC簽約儀式、主題演講、子題研討會、展覽區交流	
9/5 (四)		主題演講、子題研討會、展覽區交流	論文發表
9/6 (五)		公共論壇、閉幕式	
9/7 (六)	曼谷至臺北	回程	



筆者於展場入口處合影



見證 RATH 與 PIARC 簽署協議



於展覽區與廠商交流

照片3-1 筆者參加本次會議現場情形

四、公路工程國際會議

4.1 會議主題及內容

今(2024)年第五屆公路工程國際會議以「為亞洲及其他地區打造面向未來的道路(Future-Proofing Roads for Asia and Beyond)」為主題，並分「A 高效、廣泛、安全的道路管理(Efficient, Inclusive and Safe Road Management)」、「B 智慧出行、數位科技與道路創新(Smart Mobility, Digital Technology and Innovation for Roads)」、「C 道路網絡的可持續性與韌性(Sustainability and Resilience of Road Networks)」等3個子題。

本次會議於9月4~7日舉行，為期3天，在泰國曼谷國際貿易展覽中心(BITEC)舉行；議程包含：開／閉幕式(Opening/Closing Ceremony)、與PIARC簽約儀式、主題演講(Keynote Session)、公共論壇(Public Forum)、及各子題研討會(Workshop)，詳如表4-2所示。

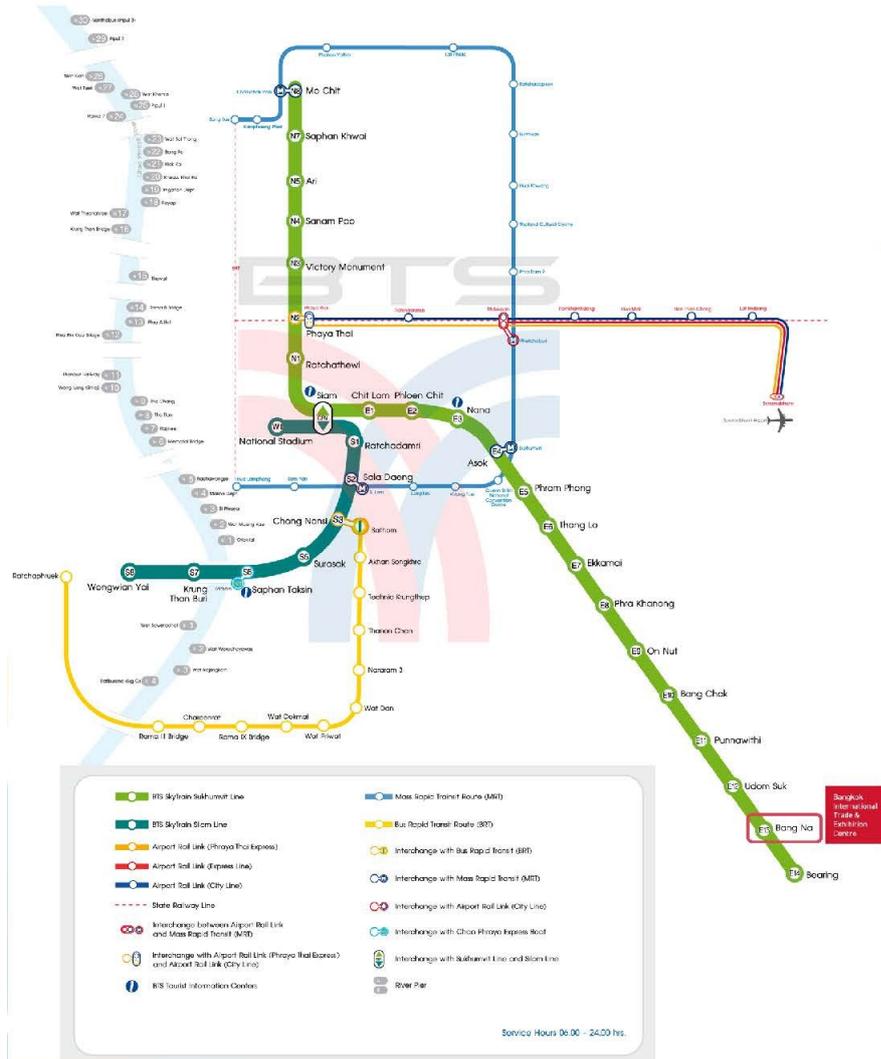


圖4-1 泰國曼谷國際貿易展覽中心(BITEC)交通位置

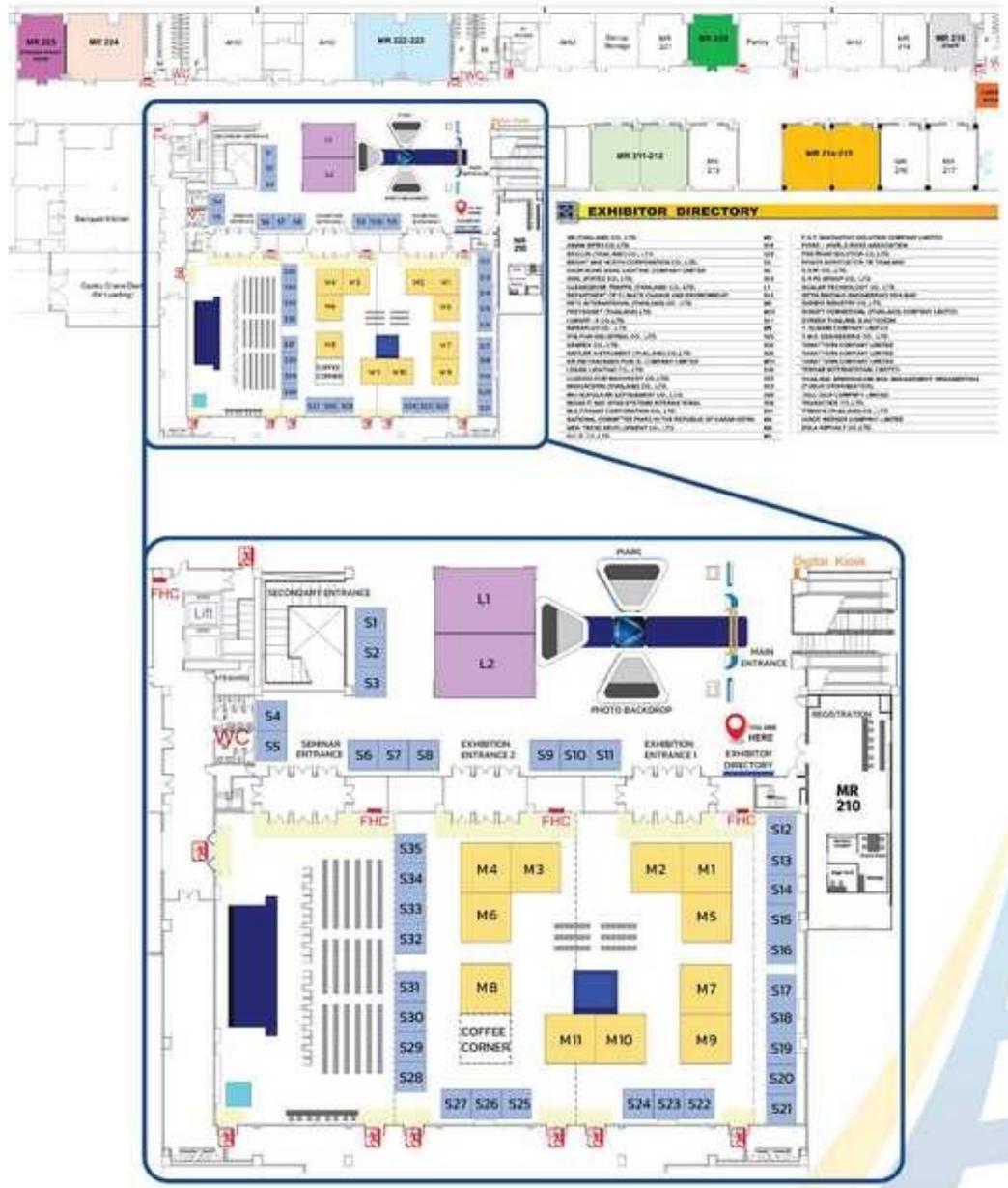


圖4-2 BITEC 會場平面配置情形

表4-2 iCHE2024 會議議程一覽表

Day 1: Wed 4 Sep 2024					
start from 8:00	Registration				
09:00 – 09:30	Opening Ceremony [GH201] **Dress Code: Business Professional**				
09:30 – 10:00	Signing Ceremony with PIARC [GH201]				
10:00 – 10:30	Opening of Exhibition [GH202-203]				
10:30 – 11:00	Coffee Break				
11:00 – 11:45	[GH201] Keynote Session : Green Roads for All: Building Road Infrastructure for Sustainable Future				
11:45 – 13:00	Lunch Break				
13:00 – 14:30	[MR211-212] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-1: Management	[MR222-223] Track B: Smart Mobility, Digital Technology and Innovation for Roads Topic B-1: AI in Road Transport	[MR224] Track C: Sustainability and Resilience of Road Networks Topic C-1: Resilient Road Infrastructure and Disaster Management for Extreme Natural Events	[MR214-215] PIARC TC3.1 Workshop: Future-Proofing Road Safety for Asia and Beyond	[GH201] Workshop 1: LED-Future of Road Lighting
14:30 – 15:00	Coffee Break				
15:00 – 16:30	[MR211-212] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-2: Safety	[MR222-223] Track B: Smart Mobility, Digital Technology and Innovation for Roads Topic B-2: Smart Mobility	[MR224] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-3: Operation	[MR214-215] Track D: PIARC International Seminar (Innovation)	[GH201] Workshop 2: Toward Digital Construction for Smart and innovative infrastructure
16:30 – 18:00	[GH202-203] Networking Reception				
Day 2: Thu 5 Sep 2024					
09:15 – 10:00	[GH201] Keynote Session : Roads to Resilience: Adapting Infrastructure to Changing Climate				
10:00 – 10:30	Coffee Break				
10:30 – 12:00	[MR211-212] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-4: Survey → AI	[MR222-223] Track B: Smart Mobility, Digital Technology and Innovation for Roads Topic B-3: Highway and Traffic Engineering	[MR224] Track C: Sustainability and Resilience of Road Networks Topic C-2: Climate Change Adaptation Actions for Road Infrastructure	[MR214-215] Track D: PIARC International Seminar (Creating a stronger future focused workforce)	[GH201] Workshop 3: Smart Mobility
12:00 – 13:00	Lunch Break				
13:00 – 14:30	[MR224] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-5: Survey → AI	[MR223] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-6: Efficient, Planning & Inclusive	[MR222] Track C: Sustainability and Resilience of Road Networks Topic C-3: Environment Sustainability in Road Infrastructure and Transport	[MR214-215] Track D: PIARC International Seminar (Public Value Creation by Transport Agencies)	[MR211-212] Workshop 4: Asphalt Hot In-plant Recycling: Paving the way for a green & sustainable road infrastructure
14:30 – 15:00	Coffee Break				
15:00 – 16:30	[MR224] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-7: Efficient & Planning	[MR223] Track A: Efficient, Inclusive and Safe Road Management Topic A-8: Safety	[MR222] Track C: Sustainability and Resilience of Road Networks Topic C-4: Advancing Sustainable Transportation: Reducing the Carbon Footprint and Addressing Environmental, Economic, Social and Engineering Aspects	[MR214-215] Track D: PIARC International Seminar (Envisioning the IA of the Future)	[MR211-212] Workshop 5: Technology and Innovation for Road Safety
18:00 – 20:30	[GH201] Gala Dinner & Cultural Show (invitation only) **Dress Code: Business Casual**				
	10:30 – 11:00 Automatic Road Marking Machine Demonstration 13:00 – 17:00 and 14:00 – 18:00 Technical Visit: M-Flow 				
Day 3: Fri 6 Sep 2024					
09:00 – 10:00	[MR211-212] iCHE Special Session: Optimizing Road Safety and Accessibility for all	[MR222-223] iCHE Special Session: Advancing Mobility Through Digital Innovation	[MR224] iCHE Special Session: Building sustainable and Robust Road Infrastructure	*09:00 – 10:30* [MR214-215] Special Session by REAAA Climate Change, Resilience and Disaster Management Working Committee	
10:00 – 12:00	[GH201] Public Forum : CAV Friendly-Road Infrastructure : What's next?				
12:00 – 13:00	Lunch Break				
13:00 – 15:00	[GH201] Public Forum : Future-Ready Roads for EV				
15:00 – 15:10	Room preparation for the closing ceremony				
15:10 – 16:00	[GH201] Outstanding Paper Awards & Closing Ceremony				
16:00	End of the Conference				

4.1.1 高效、廣泛、安全的道路管理

本子題共收錄 37 篇論文，對於道路管理員的廣泛任務，從規劃有效的道路網絡到管理道路基礎設施和交通系統，以促進經濟成長和社會發展以及改善全國公民的生活。此外，亦涵蓋道路安全管理，對於實現農村地區無障礙環境的社會公平至關重要。

4.1.2 智慧出行、數位科技與道路創新

本子題共收錄 12 篇論文，總結道路交通是現代社會的一個重要面向，使人們能夠獲得基本服務、參與經濟活動以及與他人聯繫。並探討新技術和數位轉型概念在道路運輸中的應用，優化了路網運營，增強了智慧交通系統。此外，亦探探論新興技術和創新的實施，這些技術和創新有助於在道路設計、施工、運營和維護過程中為道路機構提供支援。

智慧交通系統(ITS)正在徹底改變我們管理交通以及與交通互動的方式。透過整合感測器、通訊系統和數據分析等先進技術，ITS 體現了交通系統的效率、安全性和永續性。這些系統可實現即時交通管理的動態路線規劃，並改善公共交通服務，減少壅塞並最大限度地減少對環境的影響。借助智慧交通系統，城市可以適應不斷變化的交通模式、提供及時的資訊並創建更智慧、反應更靈敏的基礎設施。成功的 ITS 部署包括公共交通、智慧化號誌/交通控制系統，先進的公共運輸系統。

- 公共交通優先系統 (PTPS) 旨在透過在十字路口、交通號誌和專用車道上優先讓公車、電車或其他交通車輛優先通行，從而提高公共交通的效率、可靠性和吸引力。這些系統旨在提高公共交通網路的整體效能，並鼓勵更多人使用公車服務。
- 智慧化號誌/交通控制系統 (ATCS) 透過動態改變綠燈分流時間來適應即時交通模式，優化交通流量，ATCS 演算法根據交叉口的交通需求和相鄰交叉口的預期到達時間不斷調整交通號誌配時。它透過在綠燈前逐漸移動車輛來大大縮短行車時間，並透過創造更順暢的交通來減少擁塞。
- 先進公共運輸系統(APTS)是一種透過整合先進技術、高效管理策略和以用戶為中心的服務來增強公共交通網路的綜合方法。APTS 旨在提高公共交通的整體品質、可靠性和可及性，使其成為比私家車更具吸引力的替代方案。

4.1.3 道路網絡的可持續性與韌性

本子題共收錄 16 篇論文，闡述可持續且有彈性的道路基礎設施和網絡，以確保道路運輸系統的可用性和可靠性。並說明氣候變遷和洪水、地滑和地震等自然災害對全球的影響日益顯著，對道路網絡造成了毀滅性影響，擾亂了交通，並造成了重大的經濟和社會損害。亦介紹道路網絡的復原力、強而有力的災害管理計畫的制定、為減輕這些事件的影響而對復原力基礎設施的投資，以及對不斷變化的條件之持續監測和適應。此外，還討論了脫碳工作，例如：使用低碳材料和採用永續的建築實踐，使交通系統更能適應氣候變遷的影響，並減少道路建設和維護的碳足跡。

在面臨道路交通運輸需求成長需求壓力的同時，道路的擴建也面臨環境保護氣候變遷、道路系統韌性、節能減碳及淨零碳排等相關議題。

亞洲開發銀行會場中推廣綠色道路工具包，促進資源有效運用及永續道路發展，實踐未來道路滿足環境融合及社會關懷的考量，達成永續發展之目標。共有 9 項重要議題包含道路部門強化用續之政策及行動方案，例如降低環境衝擊及改善社會包容性。可作為決策者或工程師創建更具永續性及效益性道路基礎建設之指導原則。

綠色道路 9 項重要議題臚列如下：

1. 支持脫碳，降低二氧化碳排量。減少道路建設中的碳排放反映了對環境永續性和負責任工程的更廣泛承諾，採用綠色建築方法和政策可以顯著減少碳排放。透過合作和持續創新，建築業可以為更綠色的地球做出貢獻，展示永續基礎設施發展的實際好處。
 - 低碳道路規範
 - 沿路使用節能照明
 - 道路建設中的材料回收
 - 使用節能的“綠色水泥”

2. 為了增強道路開發的氣候適應能力，設計和維護能夠承受氣候影響的基礎設施至關重要，例如高架道路和透水性路面。這涉及使用永續材料、進行氣候影響評估和制定適應計畫。更新政策和標準以納入氣候適應能力、培訓員工和與社區互動也是關鍵策略。透過關注這些領域，從業者可以創造一個強大的交通網絡來應對氣候變遷帶來的挑戰。
 - 用於穩定邊坡的深根植被
 - 橋梁氣候調適措施
 - 耐高溫的瀝青路面
 - 推廣基於自然的道路解決方案等
3. 強化水及土地資源管理。旨在確保道路開發支持水資源和土地利用的可持續管理減少環境影響並提高復原力。
 - 涵洞和道路排水分流
 - 綠色道路的土壤生物工程
 - 土壤和水保護的控制選項
4. 降低汙染排放。地球目前面臨嚴重的威脅 - 氣候變遷。造成這種威脅的一個主要因素是包括交通在內的各種人類活動的碳足跡。道路和高速公路基礎設施是碳足跡的重要貢獻者之一，因為它排放了大量的溫室氣體。然而，有多種解決方案可以幫助減少道路和高速公路基礎設施的碳足跡。
 - 減少細顆粒含量高的材料的使用
 - 採取快速的路面排水措施，防止路面積水
 - 考量與道路的距離和空氣動力學，規劃種植路邊植被以攔截道路灰塵和環境污染物
 - 使用特殊蓄能植物對道路沿線土壤進行生物修復
5. 改善生活品質。降低道路基礎建設對環境衝擊，還包括創造對所有年齡層人員之友善的公共空間，支持永續旅遊，並以長遠的眼光來促進更好的生活品質。

- 城市熱島-涼爽的鋪面和其他解決方案
 - 將非機動車道和人行道與車輛隔開
 - 控制速度以確保交通和行人安全
6. 保育生物多樣性。支持生物多樣性保護的道路是一個非常重要的概念，道路建設對周圍環境有重大影響，無論是正面的還是負面的。道路基礎設施發展需要考慮可能受到影響的生物多樣性。因此，保護野生動物棲息地和食物來源、維護當地植物和樹木以及盡量減少對環境的影響對於維持生態平衡非常重要。
- 敏感區域設置圍籬
 - 安全通道（涵洞、生態管道、野生動物立體交叉和地下通道）
 - 以高架橋通過來避開或穿越敏感區域
7. 加強災害防備作為。改善備災工作涉及整合迅速復原基礎設施和先進技術，以盡量減少自然災害的影響。城市地區的透水路面有助於管理暴雨逕流，透過讓水滲入地下降低洪水的風險。高架道路和橋梁設計為可適應洪水水位的波動，確保洪水期間的可及性，在平面道路淹水時作為替代路線，防止重大損害。此外，資訊科技和預警系統的使用透過提供及時警報和促進有效溝通來增強災難應變能力，使社區能夠在緊急情況下採取積極主動措施。
8. 採用永續的材料採購並於施工落實。注重材料和施工技術的選擇和使用，最大限度地減少對環境的影響並支持長期永續發展。
- 使用熱拌瀝青的替代品
 - 道路交通一次性挖掘
 - 材料生命週期的高效利用
 - 使用生物基材料作為黏合劑
9. 促進包容性成長。旨在確保基礎設施發展，特別是道路服務的基礎設施發展，有助於廣泛的經濟成長，造福社會各階層，包括弱勢和邊緣群體。該主題強調基礎設施在減少不平等、增加機會和提高所有人生活品質方面的作用。

- 社區參與種植/維護路邊樹木
- 透過道路和運輸計畫促進性別和原住民平等
- 為殘疾人士和老年人制定特別規定

4.2 大數據分析應用於國道拓寬計畫之交通壅塞改善策略

國道 1 號是臺灣西部最重要的交通大動脈。自 1978 年全面通車以來，交通量日益增加。如今整條主線至少是雙向 6 車道。其中，汐止至五股段、五股至楊梅段已採用高架方式進行拓寬，交通改善效果顯著。新竹地區是目前經常性壅塞最嚴重的路段，短程及中程交通量大，短期內無法緩解。因此，推動國道 1 號楊梅至頭份段拓寬工程以有效解決交通問題。

本工程範圍約 39 公里，如圖 4-3，通過湖口、竹北、新竹、及頭份等 4 處交流道與新竹系統交流道 1 處，為瞭解高速公路壅塞的時間和特徵，因此利用交通大數據按時間、車道進行分段分析，判斷各路段的壅塞情況是否相互關聯。



圖4-3 計畫範圍

高速公路自 2012 年 12 月 30 日起實施基於距離的電子不停車收費(ETC)，每 5 分鐘統計各路段按車型的車流量、行駛時間和平均車速。迄今已累積了超過 200 億條數據。本計畫引用相關統計數據，結合 SQL 資料庫系統，以及 Tableau

等相關大數據分析軟體，統計各路段、各時段發生壅塞機率，以時空圖展現速度變化。研究分析區分：平日、假日和連續假日。

壅塞機率定義為：針對特定時間、特定路段，平均車速低於 40 公里/小時的天數佔所有天數的比例。如圖 4-4 所示。該路段機率超過 30% 屬重現性壅塞路段

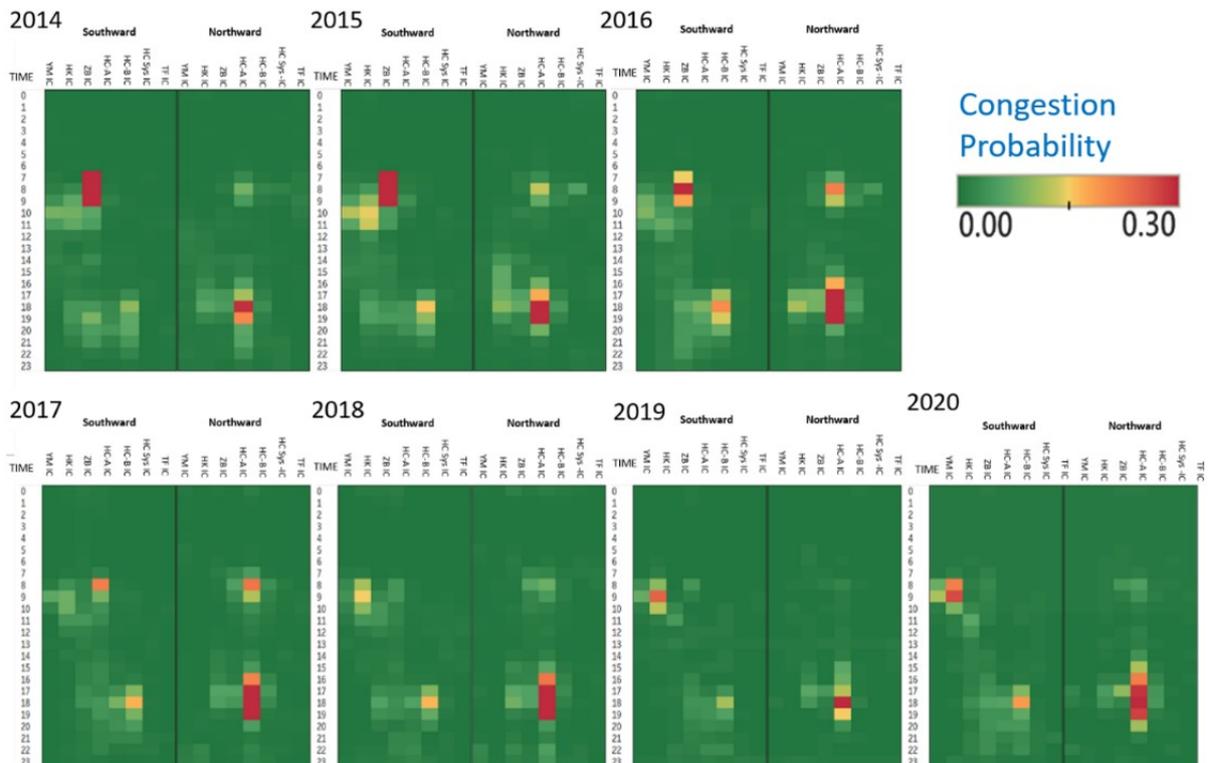


圖4-4 國1 楊梅至頭份段 2014 年至 2020 年壅塞機率（平日）

新竹路段是區內旅次量最高的路段，也是壅塞機率最高的路段。因此，可知大量的區內旅次是造成交通壅塞的原因。如圖 4-5 所示。

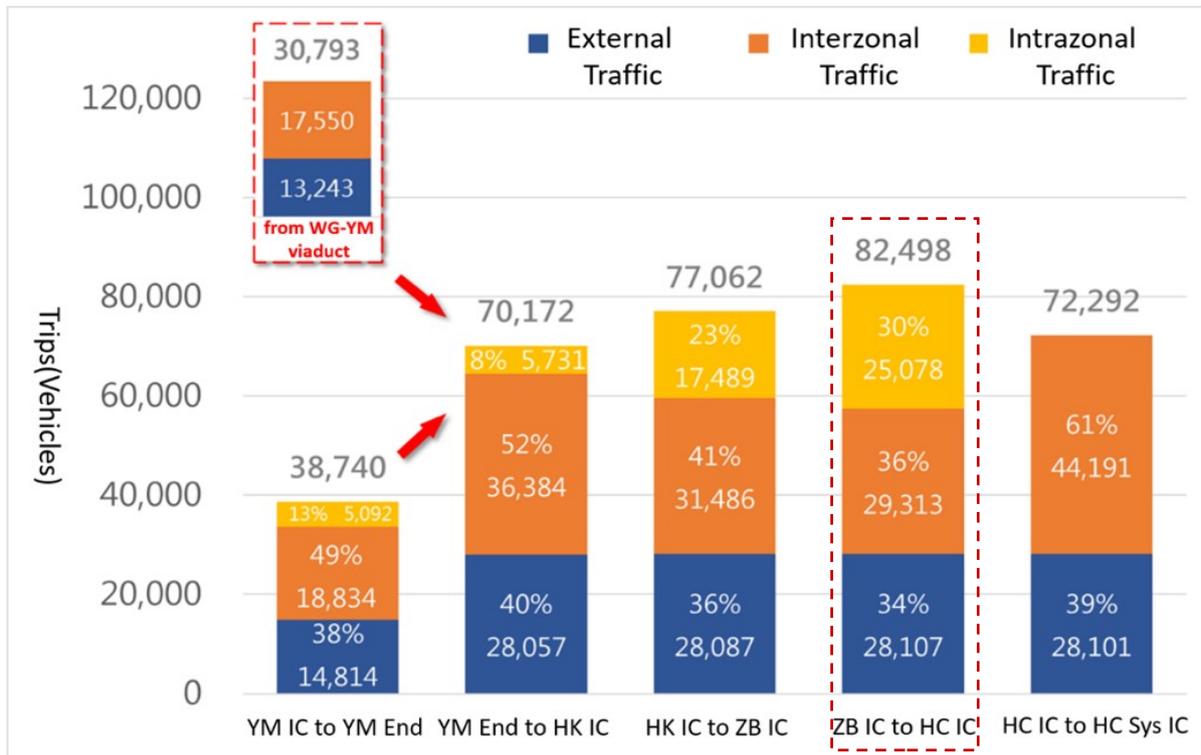


圖4-5 國1楊梅交流道至新竹系統交流道（南向）旅次組成

以新竹路段為例，於上午 9:30 平均速度下降到時速最低 20 公里，上午 11 點至中午 12 點壅塞開始疏解，速度和流量逐漸增加，如圖 4-6 所示。位於竹北交流道入口匝道上游的 91K+180 是第一個壅塞點，區內旅次交通流量大造成嚴重壅塞；93K+190 是竹北交流道入口匝道下游、新竹交流道出口匝道上游，外側車道比內側車道嚴重許多；推測竹北交流道入口匝道與新竹交流道出口匝道距離過近，僅 1.7 公里，因車流交織導致外側車道嚴重壅塞，如圖 4-7 所示。

由此可見，壅塞的原因並非單純是某些路段道路容量不足所致，或互相關連假日和連續假日之壅塞原因主要是受通過性旅次量增加影響，導致主線車流量達到飽和。為有效提高服務水平，高速公路拓寬勢在必行。起點（楊梅）和終點（頭份）路段的交通壅塞情況並不嚴重，但考慮到“車道平衡”，高速公路拓寬範圍應沿著整段延伸。

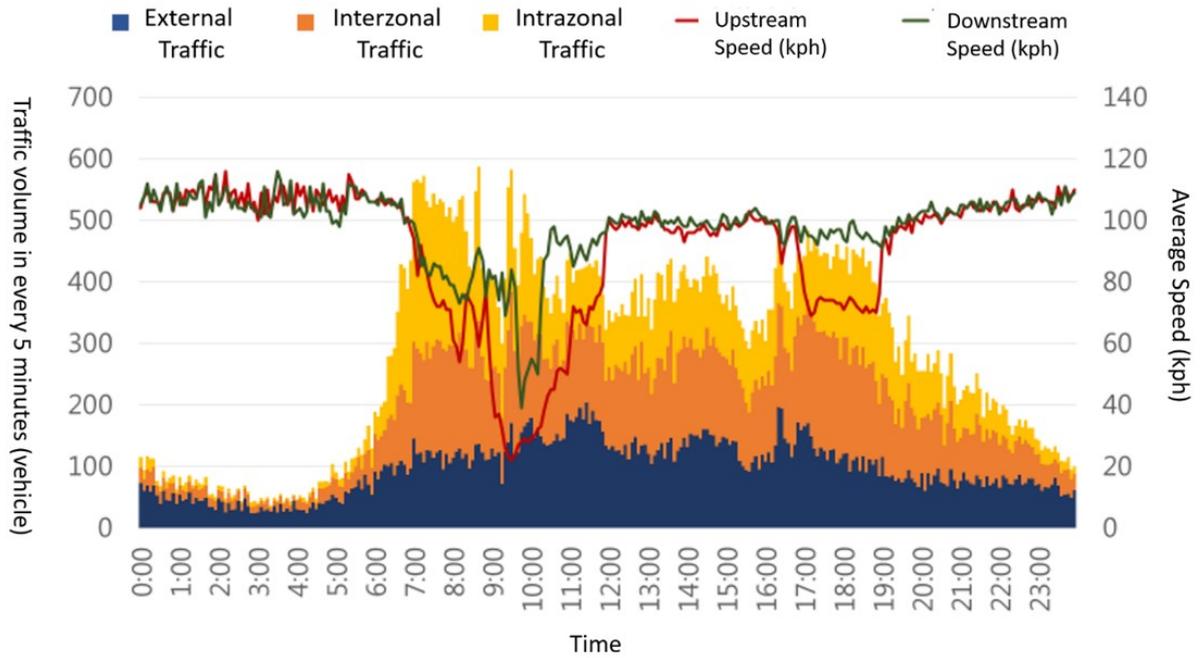


圖4-6 新竹路段（南向）流量及速度分布圖

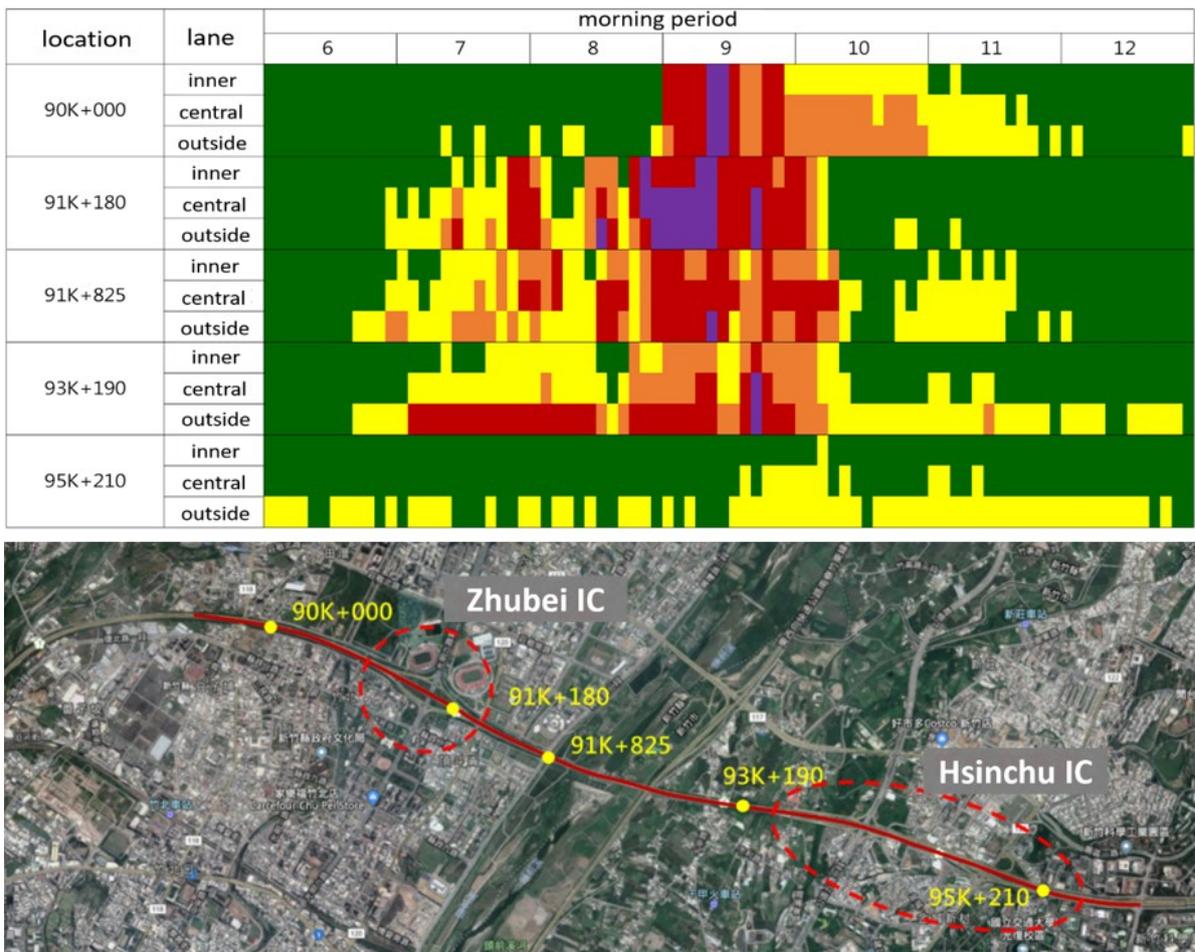


圖4-7 新竹路段（南向）VD 資料分析示意圖

4.3 M-FLOW-多車道自由流

4.3.1 什麼是 M-FLOW ？

為緩解收費站交通壅塞情形，泰國交通部成功部署了名為 M-FLOW（多車道自由流）的創新電子收費系統。M-Flow 無縫整合尖端技術，結合應答器和自動車牌識別(ALPR)，熟練地識別車輛並簡化交易處理。M-FLOW 系統具有令人印象深刻的吞吐能力，每車道每小時可輕鬆容納 2,000 至 2,500 輛車輛，速度比傳統的基於路障的收費方法快五倍。

現在，駕駛者可以無縫穿越收費站區域，無需停車或減速，從而顯著減少延誤－這是導致旅行時間效率低下的長期挑戰。這個突破性的系統優化了通行費支付流程，並直接解決收費站遇到的旅行時間延誤的重大問題。

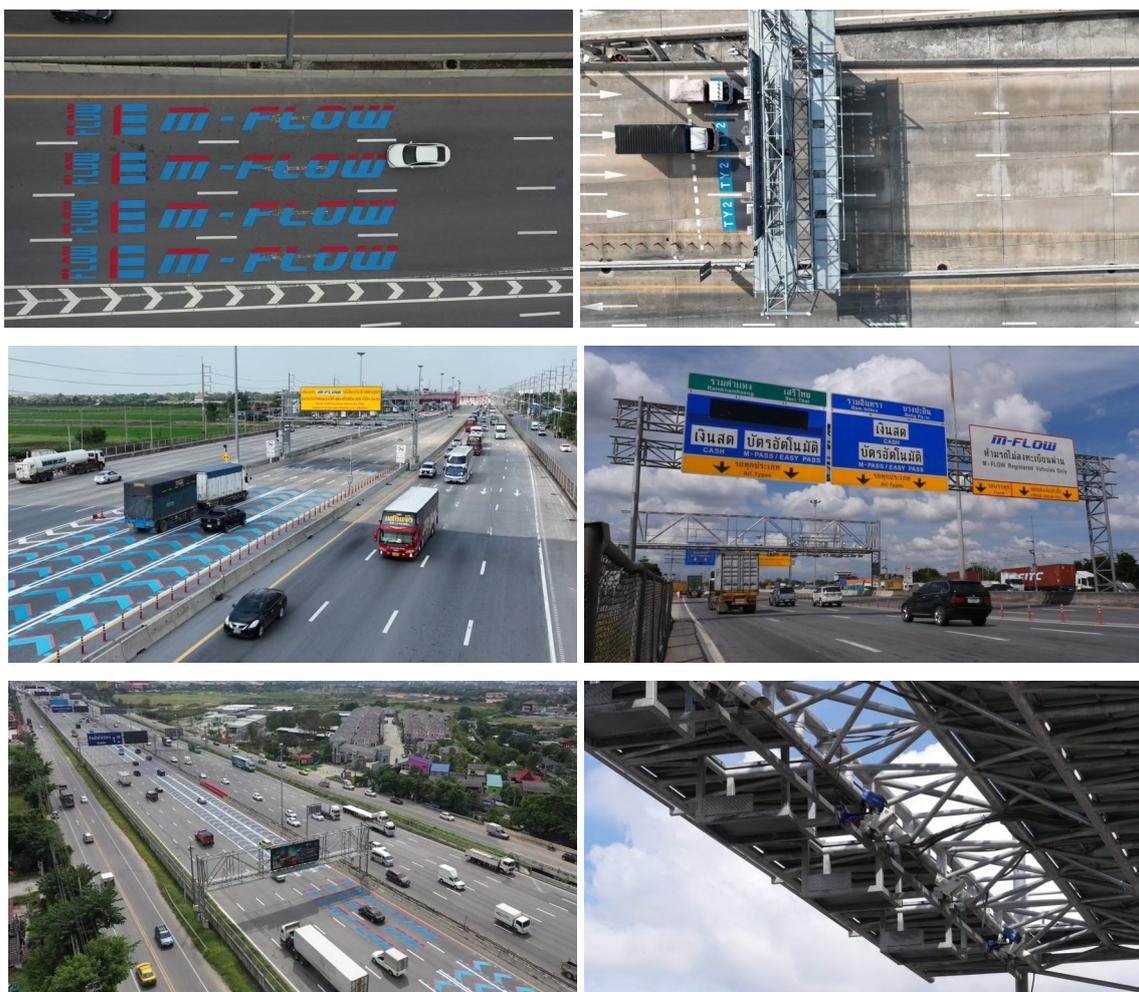


照片4-2 M-FLOW 現場照片

2022 年 2 月，泰國公路局(DOH)在 M9 高速公路上首次實施 M-FLOW，實現了一個重要的里程碑，將 4 個收費站（Tap Chang 1、Tap Chang 2、Thanya Buri 1 和 Thanya Buri 2）轉變為混合系統（將部分 M-FLOW 收費與傳統基於路障的收費方法相結合）。目前 M-FLOW 系統擁有 59 萬名註冊會員和約 76 萬輛註冊車輛，用戶數從第 1 個月的每天 5 萬 7,000 輛顯著增加到截至 2023 年 12 月的每天 12 萬 7,000 輛，佔高速公路用戶的 40%，且這一比例還在持續上升。迄今為止，總交易量已超過 7,100 萬筆。

事實證明，M-FLOW 有助於將尖峰時段收費站的交通排隊長度從 4 公里減少到 0.5 公里。此外，該系統的效益評估揭露，每年可減少旅行延誤超過 330 萬小時，每年減少燃氣消耗超過 1,400 萬公升，對於環境保護做出顯著貢獻－減少二氧化碳（CO₂）和氮氧化物（NO_x）每年排放量分別減少 3.7 萬噸和 150 噸。

憑藉這些巨大的優勢，泰國交通部計劃在未來五年內將持續推廣 M-FLOW 實施。除將於目前營運的高速公路應用混合收費系統外，目前正在建設的 M82 高速公路、拉瑪三世-Dao Khanong-外環高速公路 M82，以及即將建設的 M5 和 M9 Bang Khun Tien-Bang Bua Thong 高速公路將實施完全開放的道路收費系統。M-FLOW 的成功實施代表著提高收費效率和重塑泰國高速公路駕駛體驗方面的實質飛躍。



照片4-3 M-FLOW 現場相關照片

4.3.2 臺灣經驗

根據全球導航系統 TomTom 數據，曼谷塞車嚴重程度在亞洲名列第 4、全球第 8。尖峰時間或大雨時，在路上打結幾小時是家常便飯。而上快速道路前的人工收費閘門，正是堵車幫兇之一，在閘門前堵十多分鐘是常有的經驗。

未來，曼谷高速公路堵車的惡夢有救了，而且救星是來自臺灣的遠通電收。2021 年，其子公司「遠拓國際泰國公司」與 BGSR（BTS、GULF、STEC 和 RATCH）聯營集團合組團隊，取得曼谷 M6 與 M81 兩條高速公路自動收費系統建置與維運案，預計 2025 年完工，金額約 13 億泰銖，要把臺灣的 ETC，裝到泰國高速公路上。

他們成功打敗其他競爭對手，取得標案的兩大關鍵，都跟臺灣經驗脫不了關係。

第一，這是泰國第一次建置高速公路自動收費系統，而遠通電收加入的團隊是投標廠商中唯一一個不但有豐富營運經驗，更願意分享的。其他歐美競爭者，都只是設備提供商，營運經驗付之闕如。

第二，遠通的團隊，提出了比政府規格更佳、更省錢的解決方案。因為泰國政府原本標案仍要求在上交流道處設置閘門，就是為了怕車硬闖、收不到錢。但遠通憑藉臺灣經驗，提出了不需閘門的方案，讓業主的提案與眾不同、更有助緩解塞車，成功得標。

隸屬遠東集團的遠通電收，在臺灣高速公路電子收費系統已累積近 20 年經驗。儘管曼谷這兩條公路的收費系統仍建置中，泰國政府讓他們先在另一條既有道路測試。從 2022 年初起，遠通電收在曼谷的 M9 快速道路開始測試這套名為 M-Flow（multi-lane free flow）的系統。

這就是臺灣用路人已經很熟悉的 ETC 收費系統：沒有收費員、沒有閘門，每輛車上黏貼具 RFID 功能的電子標籤（eTag），透過門架偵測器，在 0.02 秒內就能完成辨識與收費。測試一年後數據指出，道路流量增加了 13%，過去收費站前

排隊車流可達 4 公里，現已毋須等待，咻地就直接通過。

遠通為臺灣高速公路安裝自動收費系統有長達 20 年經驗，從 2004 年開始，中間歷經幾次重要變形，包括 2013 年起從計次收費轉為「走多少、付多少」的計程收費，當時是全球首個全線轉型案例。以及從 OBU 車上機轉為 eTag 系統，從預先儲值變成自動扣款。

在臺灣，車主可有多種繳費方式，包括儲值、線上繳費，或臨櫃繳費。在泰國之前非得儲值不可，但在遠通建議下，把臺灣經驗移植過來，讓遍地開花的便利商店也可繳費，提升繳費便利性。

更讓泰國官員與業主驚豔的，是遠通除了達到臺灣交通部的 KPI，自己還訂了超高 KPI。例如有民眾到門市申請 eTag，遠通規定 3 分鐘之內要完成，如果太慢就得專案改善。

他們咬牙答應知識移轉，但移轉的是上一世代產品。現在他們已經發展到下一世代技術，運用 5G、車聯網技術來收費。

而對未來的重大意義，是遠通在臺灣近 20 年間，培養出打國際戰的臺灣隊。如今遠通電收輸出海外，9 成設備都是臺製，包括工業電腦、網路設備、鏡頭等，都是臺灣隊的成果。

放眼未來，所有東南亞國家終究都會走向 ETC，因為他們共同的痛點，就是交通壅塞、空污嚴重，還得走向節能減碳，而自動收費不僅有助改善環境，泰國願意接受無閘門設計，也體現社會進步，政府對人民與科技的信任愈來愈高。

遠通在泰國才剛開始而已，泰國有 6,600 公里高速公路，光是在泰國，未來就還有 20 倍成長機會。他們也積極與馬來西亞、印度等政府洽談合作。

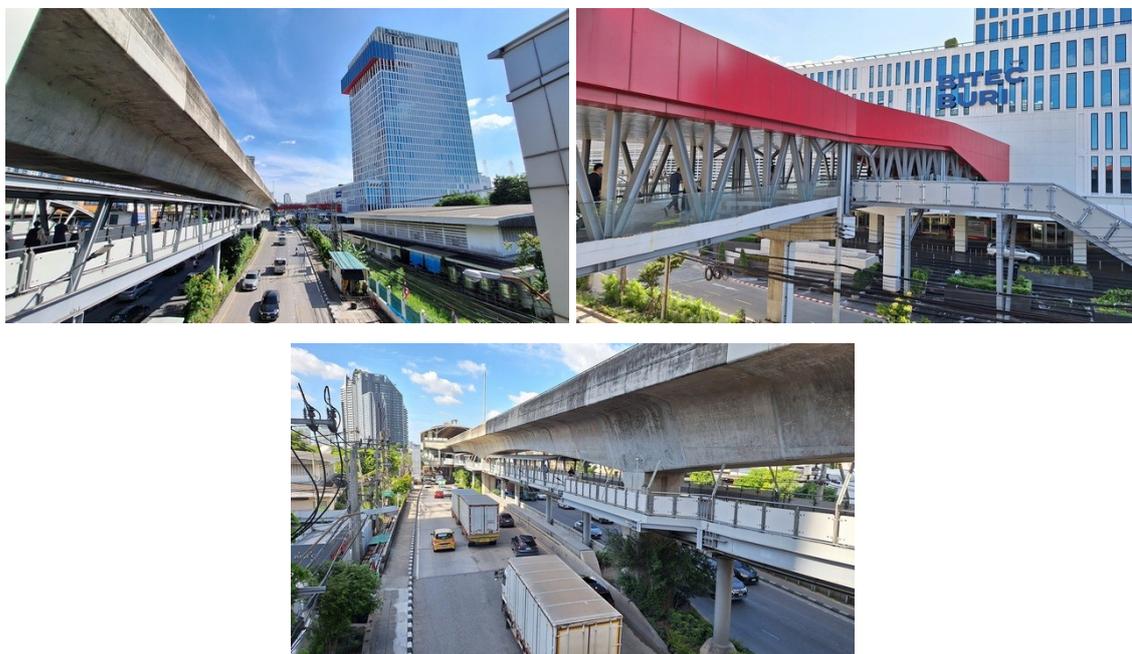
未來，也許整個東南亞的高速公路上，都能看到臺灣隊的身影，讓塞車與空污的噩夢，逐漸成為過去式，也能將智慧化交通管理系統整合起來。

五、心得及建議

筆者很榮幸獲派以作者身份參加 iCHE2024 會議，發表論文，能參與此盛會倍感與有榮焉，數天行程下來深感獲益良多，茲將此行之心得感想列述如后：

1. 交通部高速公路局已全面建立臺灣高速公路網的交通管理系統，設置自動交通監控系統及資訊顯示設備。其目的是透過整合先進技術和交通管理策略，提高事件偵測和處理的速度，提高駕駛安全性，並提高整體交通管理效率。利用大數據亦可以提升高速公路交通管理效率，緩解交通壅塞。研究是第一個使用 ETC 和 VD 數據來評估台灣高速公路性能的研究。本研究僅使用了部分因素，未來可以考慮的因素還有很多，像是重車比例、安全統計等，均是使整個研究更加全面的精進方向。
2. 亞太地區作為世界貿易重要的樞紐，智慧運輸是不可缺少的一環，東南亞國家因經濟快速發展，道路壅塞情形每況愈下，加上節能減碳已是國際潮流，以及疫情爆發後，各國都盡量減少人與人的接觸，不需與人接觸便可快速通行的 ETC 收費系統，因此加速了建置速度。此外，ETC 系統更可透過車輛資訊的蒐集，以數位化、大數據分析方式，進行車輛管理、交通疏導措施，也就是智慧化的交通管理系統，極符合東南亞國家的需求，也正因 ETC 的強大效能，遠通電收憑藉臺灣經驗，終於成功落地泰國，提供其創新的電子收費系統與交控系統整合設計、建置與輔導維運服務。
3. 泰國曼谷的交通種類非常豐富，不只有陸路還有水路交通工具，除一般熟悉的捷運、計程車、火車外，還有十分具有泰國特色的摩托計程車、嘟嘟車、雙條車、運河快船等，十分具有觀光潛力。本次會議以地利之便及避免塞車，以捷運為首選，惟曼谷有空鐵 BTS (Bangkok Mass Transit System)、地鐵 MRT (Bangkok Metro Rapid Transit) 及機場快線 Airport Link 等三套捷運系統，分屬不同公司經營，車票均無法通用，若能統一通用，將是一大進程。另因泰國曼谷非屬地震帶，橋梁墩柱斷面較細小且可採多樣性之變化設計；空鐵 BTS 下方廣泛建構空中廊道，與

車站穿堂層及鄰近商場或建物連通，提供行人通行。



照片5-4 BTS E13 Bang Na 站至 BITEC 之行人廊道