

出國報告（出國類別：考察）

參訪2023年 Asia Pacific Rail 研討會

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職稱：謝昀霖/鐵道調查組副調查官

派赴國家/地區：泰國/曼谷

出國期間：民國112年5月31日至6月1日

報告日期：民國112年8月23日

公務出國報告提要 系統識別號

出國報告名稱：「參訪2023年Asia Pacific Rail研討會」出國報告

頁數：15頁 含附件：否

出國計畫主辦機關：國家運輸安全調查委員會

聯絡人：郭芷桢

電話：(02) 7727-6228

出國人員姓名：謝昀霖

服務機關：國家運輸安全調查委員會

單位：鐵路調查組

職稱：副調查官

電話：(02) 7727-6268

出國類別：1考察2進修3研究4實習5視察6訪問7開會
8談判9其他

出國期間：民國112年5月31日至6月1日

出國地區：泰國/曼谷

報告日期：民國112年8月23日

分類號/目

關鍵詞：Asia Pacific Rail、鐵道安全、數位鐵道、號誌通訊、維修管理

內容摘要：

每年舉辦的Asia Pacific Rail研討會是目前亞太區域規模最大之鐵道展覽暨研討會，每年均邀請鐵道製造商、營運業者、相關技術開發商及鐵道監理等公部門共襄盛舉，展覽最新的產品與技術，並分享其運營監管經驗，本會為瞭解國際鐵道運輸業者發展現況及未來趨勢，故指派人員參加本次研討會，拓展鐵道專業之國際視野。

本次分就鐵道安全、數位鐵道、號誌通訊、基礎設施維修管理及減碳綠能等各主題下所參與的會議進行說明，並提出數據資料庫的重要性、與國際同步未來鐵路移動通信系統(FRMCS)的發展，及增加國際能見度之心得與建議。

目錄

壹、目的.....	4
貳、行程.....	5
參、參訪內容.....	6
一、 歐洲的安全法規與安全文化(Safety Regulation and Safety Culture in Europe).....	6
二、 數位鐵道在連接能力的優勢(The Benefit of Connectivity in a Digital Railway).....	9
三、 號誌通訊系統應用實例(Best Practices in Efficient Signalling and Communication)	10
四、 軌道維修的數位化(Digitization of Track Maintenance: An Outlook to the Future of Digitized Tack and Machine Maintenance).....	11
五、 移動性的未來(The Future of Mobility- The Path to Net-Zero Rail).....	12
六、 鐵道安全與保安之創新(Innovation in Rail Safety and Security).....	12
肆、心得.....	14
伍、建議.....	15

壹、目的

每年舉辦的 Asia Pacific Rail 研討會(以下簡稱 Asia Pacific Rail)是目前亞太區域規模最大之鐵道展覽暨研討會，至今(112年)已經舉辦了25屆，每年均邀請鐵道製造商、營運業者、相關技術開發商及鐵道監理等公部門共襄盛舉，展覽最新的產品與技術，並分享其運營監管經驗，希冀藉由彼此的互相交流，拓展商機，更是強化鐵道科技的應用，追求鐵道運輸的效率與安全。

今年 Asia Pacific Rail 共有鐵道安全、數位鐵道、號誌與通訊、基礎設施維修管理及減碳綠能等數個主題，分別邀請相關的專家或專業廠商進行分享。本會為瞭解國際鐵道運輸業者發展現況及未來趨勢，故指派人員參加本次研討會，拓展鐵道專業之國際視野。

貳、行程

本次 Asia Pacific Rail 於泰國曼谷國際貿易展覽中心舉辦，時間為112年5月31日至6月1日，共計2日，行程規劃如表 1。

表1 行程

日期	起迄地點	規劃說明
5月30日	臺北 - 曼谷	啟程
5月31日至6月1日	曼谷	參加 Asia Pacific Rail
6月2日	曼谷 - 臺北	返程

參、參訪內容

本次 Asia Pacific Rail 場地在泰國國際貿易展覽中心(BIETC)舉辦，於捷運 Bang Na 站直接步行空中走廊即可抵達，會展中央共有眾多鐵道技術相關廠商展覽其最新產品，會展兩側設有兩處開放式的會議場地及一處大型的主題會議場地。Asia Pacific Rail 包含主題甚多，共有鐵道安全、數位鐵道、號誌通訊、基礎設施維修管理及減碳綠能等主題，謹就參與各主題下之會議進行說明。

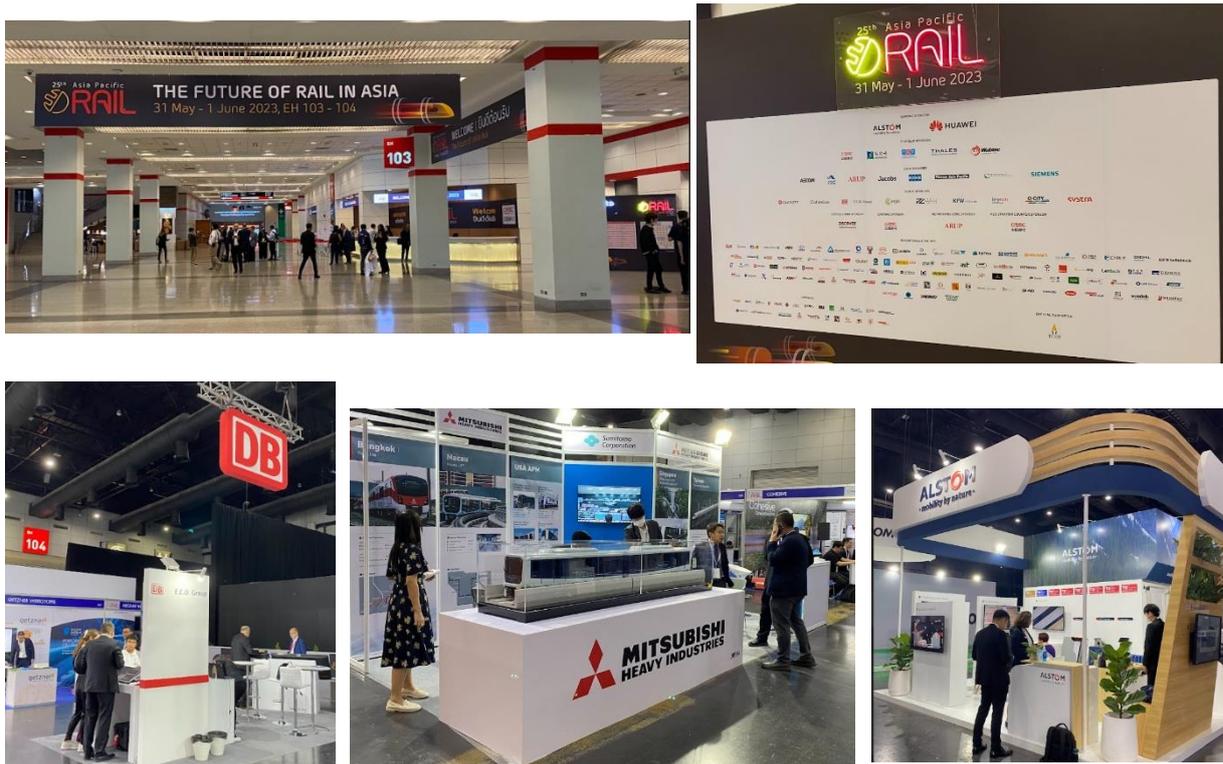


圖1 Asia Pacific Rail 現場

一、歐洲的安全法規與安全文化(Safety Regulation and Safety Culture in Europe)

本場次由 TÜV NORD Rolling Stock & Infrastructure 部門經理 Kevin Liu 分享其經驗，主要是分享歐洲目前應用的安全法規及安全文化，分述如下：

(一)安全法規

1. 目前歐洲共有27個國家加入歐盟(European Union, EU)，除英國於2020年脫歐外，主要均以歐盟為一主體代表。而歐盟為建立單一鐵道區(Single European Railway Area, SERA)，確保各成員國鐵道安全及互通性(Interoperability)，針對鐵道安全部分，發布 Directive (EU)2016/798，取代原有的 Directive (EU)2004/49作為各國遵循依據之一。該指令主要說明通用安全方法(Common Safety Method statements, CSM)，通用安全指標(Common Safety Indicators, CSI)、安全管理系統

(Safety Management Systems, SMS)及調查(Investigation)等相關安全議題，各成員國需依循此歐盟指令分別制定自己國家的法律或規範。

2. 上開通用安全方法(CSM)係為讓各成員國的鐵道系統達到一致的安全評估與要求而制定標準作業程序，其中需透過獨立評估機構(Independent Assessment Body，歐盟簡稱為 AsBo)，來確保所有程序均為適當的。圖2為 CSM 風險管理之架構，而 AsBo 於 CSM 架構中角色所需負責的任務即是：

- (1) 什麼是重大改變？
- (2) 定義危害(Hazard)階段。
- (3) 風險(Risk)分析與評估。
- (4) 危害管理與紀錄。
- (5) 證明系統符合安全要求。

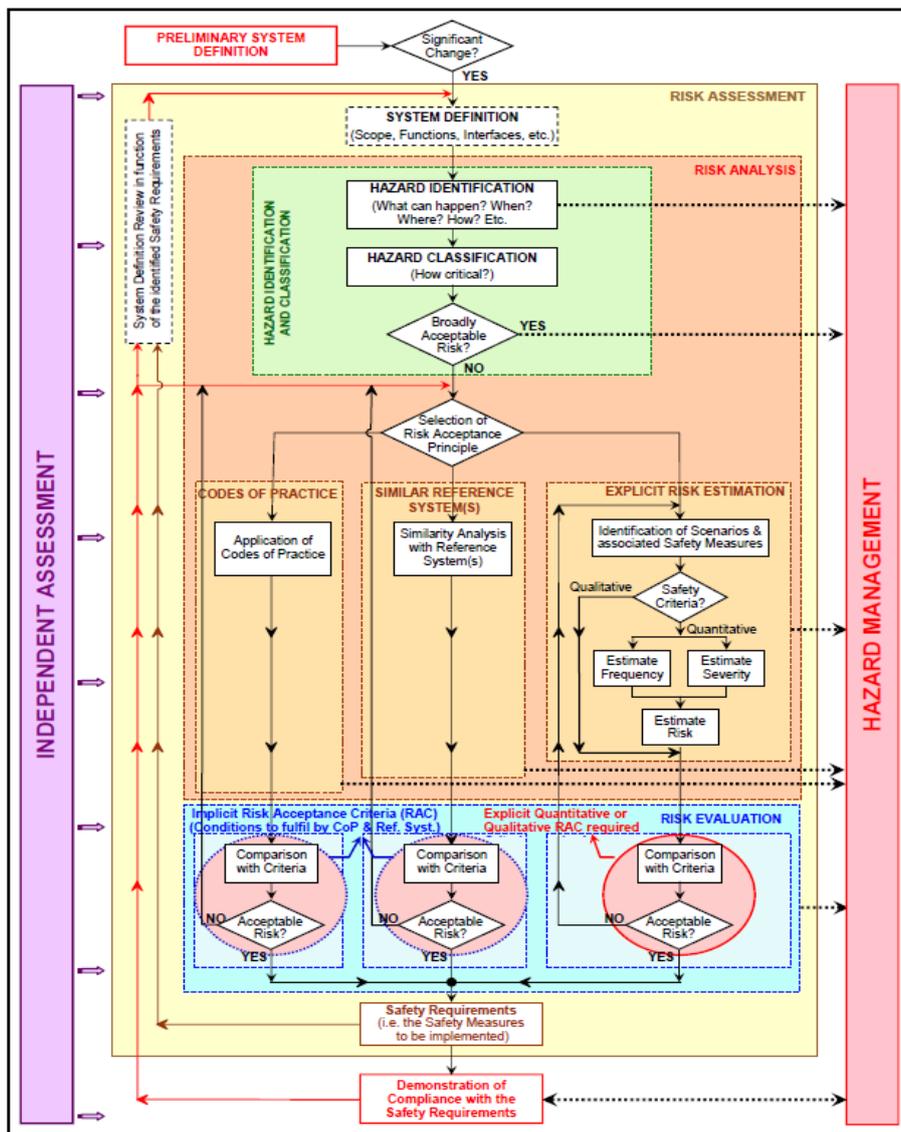


圖2 CSM 風險管理之架構(資料來源: 歐盟網站)

3. 另歐盟也發布 Regulation (EU)402/2013，強制要求鐵路業者針對未使用 CSM 並經 AsBo 確認，不得上線營運。而本次分享的 TÜV NORD 公司即是獲得歐盟 National Safety Authorities 下的 Eisenbahn – Bundesamt (即德國鐵道局)認可之 AsBo。

(二)安全文化

1. 歐盟針對鐵道安全文化提供給鐵道業者使用的工具，是採用2019年發布的 Model 2.0，如圖3。該 Model 主要由行為人模式、四個文化推動因素及四個鐵道安全原則構建，並再區分24個屬性來協助識別組織文化的優劣，分述如下：

(1) 分析文化推動因素

- a. E1互動狀況：包含團隊工作及合作、人際間價值、與監管部門之間的關係。
- b. E2組織形式：包含組織角色及責任、組織設計架構、組織系統的運作。
- c. E3傳播狀況：包含安全資訊分享傳遞、職能管理、領導能力等軟性技能。
- d. E4強化穩固：管理者形塑組織安全願景、管理者確保獎懲等管理作為符合組織安全願景、人為與組織因素之專業知識。

(2) 建立行為人的模式

(3) 安全原則

- a. F1控制主要的風險：包含風險意識、遭遇風險後的組織回復能力、保持懷疑態度。
 - b. F2確實瞭解工作環境：包含識別時間壓力、工作負荷及疲勞等現況、系統複雜度、異常情形的報告。
 - c. F3經驗學習：包含系統化的識別、登記及分析異常情形、與安全有關的回饋能用於改善並落實、向其他組織學習的能力。
 - d. F4整合組織安全：包含在符合組織營運策略下發展安全願景、資源有效分配、組織內的個人於決策時均能考量安全。
2. 依據歐盟 Regulation (EU)402/2013，鐵道業者除了在安全管理系統(SMS)要求下採用通用安全方法(CSM)，並要求最高管理階層應推廣積極的安全文化(Positive Safety Culture)。此外，歐盟亦於網站上制定歐洲鐵路安全文化宣言(The European Railway Safety Culture Declaration)，相關鐵道業者可於網站上註冊並簽

署，截至2023年初，已有超過250家鐵道業者或組織簽署該宣言。

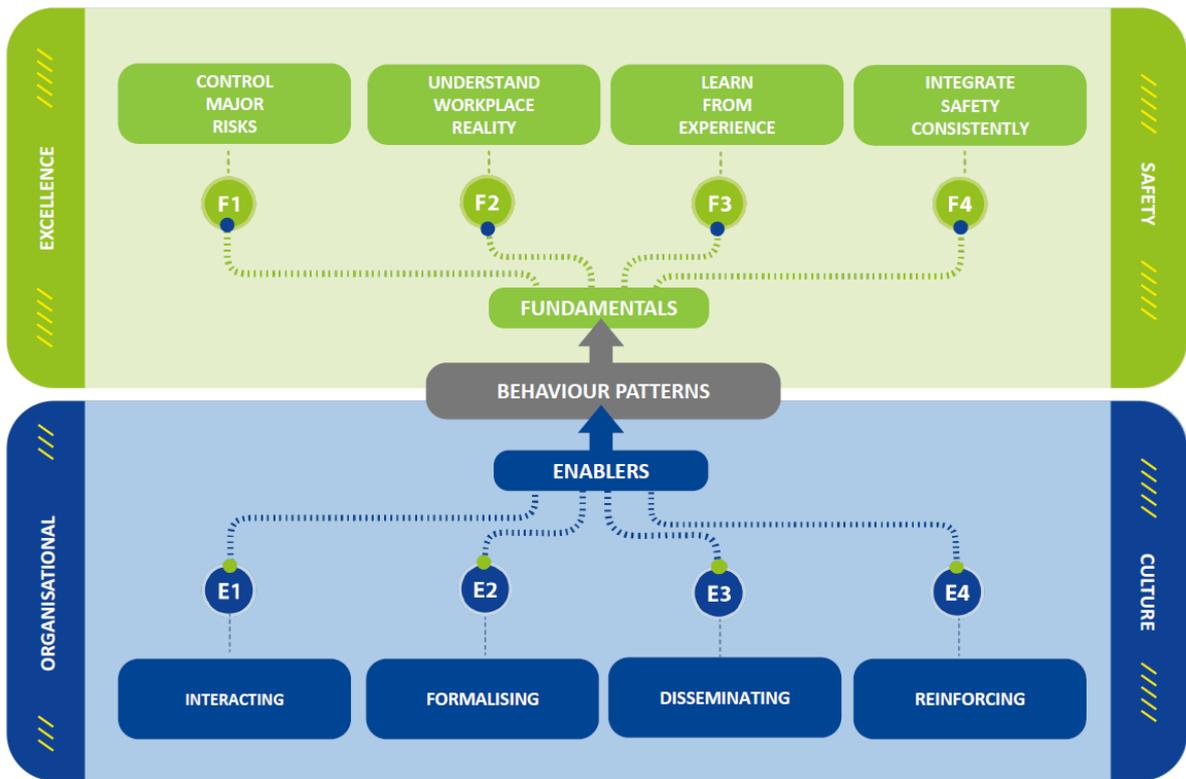


圖3 歐盟鐵道安全文化 Model 2.0(資料來源: 歐盟網站)

二、數位鐵道在連接能力的優勢(The Benefit of Connectivity in a Digital Railway)

本場次由 Alstom Connectivity & Services Solution 部門經理 Jeremy Haskey 分享數位鐵道的優勢，摘述如下：

因應旅客對於列車的上網服務、娛樂資訊需求越來越高，加上物聯網(IOT)的應用，如車輛及軌道資料的即時回饋，與考量未來鐵路移動通信系統(Future Railway Mobile Communications System, FRMCS)的發展，均凸顯未來鐵道將走向數位化，更強調連接能力。Jeremy Haskey 也提到要發展連接能力，可能面臨的挑戰有4G/5G 專用頻譜的取得、頻譜共享的問題、資料量與頻寬的限制等。

目前歐盟雖然對於 FRMCS 的明確規範尚未發布，但 Alstom 已在印度進行中 NCRTC Delhi-Meerut 計畫，利用 Private LTE 取代 GSM-R 來達到 FRMCS 的初步要求，主要是採 LTE 700Mhz 來傳輸部分 CCTV 影像、PTT voice、ETCS 及 ATO 等資料，另使用 Wireless 5Ghz 傳輸全部 CCTV 影像及車載資料。

三、號誌通訊系統應用實例(Best Practices in Efficient Signalling and Communication)

本場次由東日本鐵道公司 Head of Overseas Business Division of E-SIO 經理 Kazue Yasuoka 分享該公司在號誌通訊的演進實例，摘述如下：

- (一)ATS-S(Automatic Train Stop - type S)：緣於1962年5月3日造成數百人傷亡的事故，係一輛列車越過停止號誌後出軌，隨後另一股道列車撞及該出軌列車造成本身出軌，並波及對向列車。此事故係車載警告系統(In-cab warning system)僅有警告司機員，未有自動煞停列車功能，該公司改善對策是於1966年於日本所有營運中車輛安裝 ATS-S 系統，如圖4。當司機員未於停止號誌前5秒作出確認動作(confirmation action)，該系統將自動煞停列車。

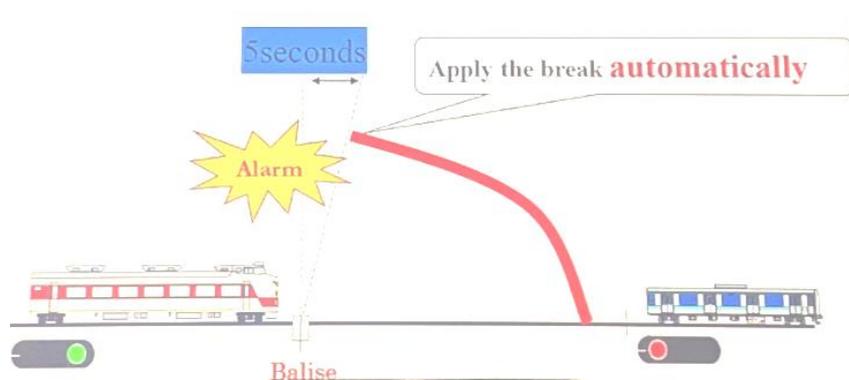


圖4 ATS-S 系統(資料來源: 2023/5/31 Asia Pacific Rail 會場簡報)

- (二)ATS-P(Automatic Train Stop - type Pattern)：緣於1988年12月5日一輛列車撞及前方靠站車輛之事故，係司機員於停止號誌前5秒作出確認動作，故 ATS-S 系統未啟動自動煞停。該公司改善對策是對行駛於東京都會區列車安裝 ATS-P 系統，如圖5。該系統係基於列車位置計算速度監控曲線，當列車超速時則由系統自動煞停列車。

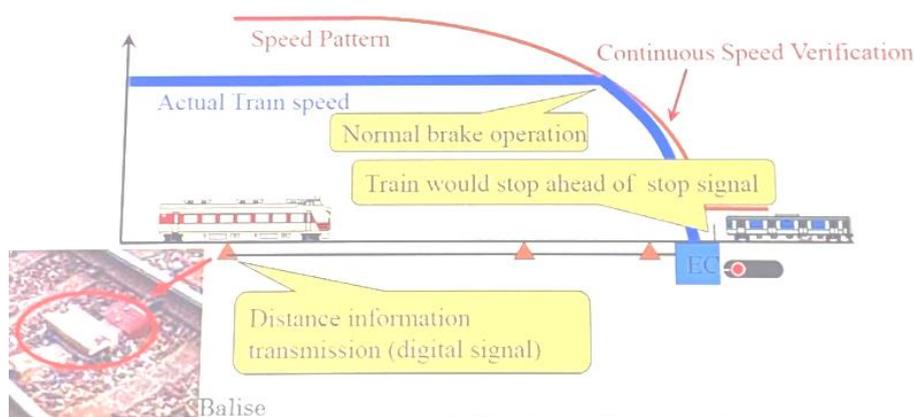


圖5 ATS-P 系統(資料來源: 2023/5/31 Asia Pacific Rail 會場簡報)

(三)ATC(Automatic Train Control)：因應1964年第一條新幹線通車發展之 ATC 系統，係整合地面設備及車載設備，計算速度監控曲線比對列車實際速度，由系統控制列車運行。

(四)ATACS(Advanced Train Administration and Communication System)：於2011年10月正式運作，主要在於利用專用無線傳輸技術(400MHz Dedicated Radio)取代傳統軌道電路，確認本車與前車之位置，透過車載號誌告知司機員，並採移動閉塞方式控制列車運行。此外，該系統亦可同時控制平交道號誌運作。

(五)郊區路線平交道控制系統：倘平交道偵測設備偵測到有車輛卡在平交道或其他異常狀況時，會透過4G/LTE 無線傳輸予中央設備，再由中央設備經無線傳輸告知即將通過該平交道列車自動煞停，如圖6。該系統預計在2024年上線運作。

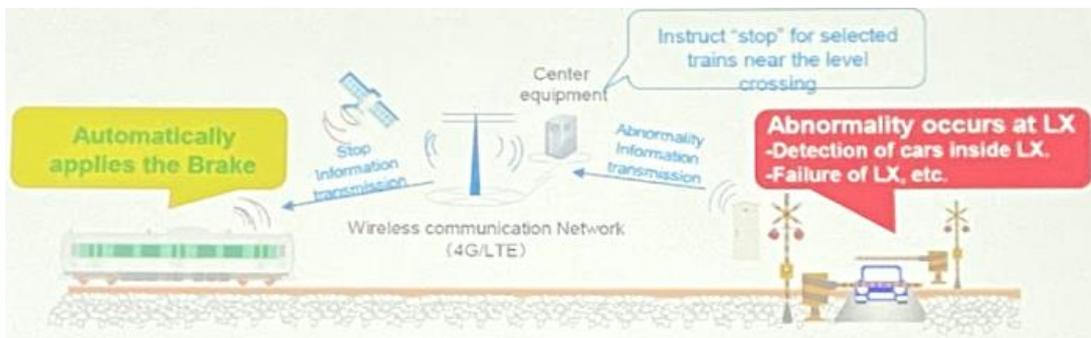


圖6 郊區路線平交道控制系統(資料來源: 2023/5/31 Asia Pacific Rail 會場簡報)

(六)ATOS(Autonomous Decentralized Transport Operation Control System, ATOS)：將原先 Operation Control Center(OCC)更新升級，除含括原有 OCC 功能外，整合既有旅客資訊系統、施工維修作業等各子系統，並納入所有系統監控，改善自動進路設定功能，提升整體運行效率。

四、軌道維修的數位化(Digitization of Track Maintenance: An Outlook to the Future of Digitized Tack and Machine Maintenance)

本場次由 Track Machines Connected 公司經理 Jochen Nowotny 分享該公司在軌道維修數位化的技術，該公司主要是利用列車的偵測器或軌檢車，於運行過程中回傳各項軌道資料，再經由該公司開發的軟體進行整合，將軌道路線數據化，並進行即時監控及分析，以利鐵道業者進行預防性檢修及決策管理。

五、移動性的未來(The Future of Mobility- The Path to Net-Zero Rail)

本場次由 Alstom East Asia 管理部門經理 Toby Tiberghien 分享未來軌道的發展，一開始先說明環境保護及資源有效運用是未來世界發展的主要趨勢，減少碳排放則是其中一項非常重要的議題，而交通運具所帶來的碳排放約佔全球排放量之25%，以每客運公里計算各運具之碳排放量，鐵路運輸相較其他航空及公路運輸是最低最具環保性，加上歐盟及越來越多國家已將減碳列為政策方向，及部分國家逐漸禁止柴油進口，故 Alstom 公司持續研發更具效率，且使用燃料電池及電力之機車，以追求永續運輸。

六、鐵道安全與保安之創新(Innovation in Rail Safety and Security)

本場次由泰國鐵道運輸司(Department of Rail Transport, DRT) Safety and Maintenance Standards 部門長官 Dr. Tayakorn Chandrangsu(以下簡稱 Dr. T)分享該國關於鐵道安全與保安之創新作為，摘述如下：

(一)鐵道事故件數：首先說明泰國鐵道運輸司隸屬於泰國運輸部(Ministry of Transport)，主要負責國家鐵道政策及發展計畫，制定相關鐵道標準之基本要求，並持續與國內外鐵道業者合作。本次會議 Dr. T 先以圖表呈現近年泰國的鐵道事故件數及分類，如表2、表3，並表示泰國城際間鐵道路線屬開放系統，擁有許多道路與鐵路交叉區域，而且幾乎沒有任何阻絕或圍籬設施，所以很難預防一般民眾或車輛進入軌道區域，這也是造成為何這麼多事故的原因之一。

表2 泰國鐵道事故件數

西元年	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
類型							
Derialment	85	61	55	51	29	30	19
Vehicle collides with train	77	71	57	86	66	37	55
Train runs over/hits people	77	83	84	77	64	56	67
Person falling from the train	51	26	32	38	24	19	23
Other accidents	108	126	124	95	87	165	247
Total	398	367	352	347	270	301	411

(資料來源: 2023/6/1 Asia Pacific Rail 會場簡報)

表3 其他事故之類型比例

Other accident	Percentage
Train hits animals	51.47%
Natural disaster	22.16%
Obstacle on track	11.13%
Criminal act	7.77%
Broken rail equipment/track collapse	3.26%
Train carriage detached from the train	1.89%
Vehicle crashes into crossing arms	1.47%
Train collides with other vehicles used on the tracks	0.84%

(資料來源: 2023/6/1 Asia Pacific Rail 會場簡報)

(二)相關安全及保安之作為

1. 各車站進出閘門之控制：拒絕未經授權的人進入鐵道路線。
2. 隨身錄影機：負責警衛工作之安全人員均配戴錄影機，用以嚇阻犯罪及記錄。
3. CCTV：於車站或車廂內安裝 CCTV，用以記錄目前實際運行狀況。
4. 無人機：利用無人機偵測可疑物品或違法進入等潛在威脅，尤其如隧道、橋梁等難以巡查之區域。
5. 旅客及行李檢查：主要車站進入口處設有警衛、金屬探測器或 X 光設施，負責檢查行李是否有爆裂物或武器等危險物品(職於 BTS 高架捷運車站即遇過警衛檢查行李，但依當日經驗警衛並非全營運時段值勤)。
6. 影像辨識：依據 CCTV 影像利用軟體進行影像辨識，判斷乘客異常行為或被遺棄之可疑物。
7. 其他措施：於手機應用程式內設有緊急電話專線、於車站及車廂內設有緊急按鈕(Emergency Point of Contact, EPOC)、嘗試應用機械人擔任車站保安工作、及建置災害警告系統等。

(三)未來挑戰：為因應鐵道安全科技的日新月異，Dr. T 提到 DRT Safety and Maintenance Standards 部門主要任務之一即是在符合國家鐵道政策發展方向下，針對鐵道科技草擬相關的安全規範與要求。例如該部門已就 AI 影像辨識及 Geographic Information System(GIS)制定相關安全規範。另一方面，該部門也

積極尋求與其他機關或組織合作，如 The Thailand Institute of Scientific and Technology Research 及 The Rail Technology Research and Development Agency 等單位，進行鐵道科技的沙盒測試。

肆、心得

安全與效率一直是交通運輸業者與主管機關追求的兩大目標，其中安全又更重於效率，然而注重安全的結果是往往會影響運行效率、影響服務水準，但藉著本次參訪 Asia Pacific Rail 瞭解到不斷發展的科技應用，也許是達成安全與效率平衡的關鍵，謹將參訪所見與想法分享如下，以供參考。

一、數據資料庫的重要性：

(一)依據交通部發布之鐵路行車規則第3條，鐵路機構應依其系統之規模及特性，設置安全管理組織，於民國113年1月1日起實施安全管理系統(SMS)，而安全管理系統的建置重點之一，在於訂定相關的安全指標，用以檢視是否符合可接受的安全水準，如同上述提到歐盟所採用的通用安全方法(CSM)，也需訂定通用安全指標(CSI)以建構 SMS。然制定安全指標或欲進一步管理，則勢必需要有完整的數據資料庫，方能有效分析及運用。

(二)鑒於物聯網(IOT)的技術不斷更新，相關感測設備成本持續下降，以現今航空器發動機為例，透由 IOT 技術回傳資料，計算各零件的使用狀況及生命週期等，有效做到「預防性檢修」。故鐵道業者如要建立完整的數據資料庫，可評估在成本考量下，適時仰賴 IOT 技術並以軟體自動分析，減少人力資源之耗損，同時逐步落實預防性檢修，有助於提升鐵道安全。

二、與國際同步未來鐵路移動通信系統(FRMCS)的發展

目前歐盟正著手於 FRMACS 規範之發布，臺灣鐵道系統應關注及同步 FRMACS 規範之發布，研擬由交通部、各鐵道機關與機構協調國家通訊傳播委員會(NCC)就 FRMACS 規範之鐵路專用頻帶予以保留，供未來臺灣鐵道可同步接軌國際未來鐵路移動通信系統(FRMCS)之發展。

三、增加國際能見度

本次 Asia Pacific Rail 除了有 Alstom、Thales、Wabtec 及西門子等國際傳統大廠參與外，尚有中國大陸的華為(展示鐵道通訊技術)、中國鐵路通信信號(展示自主的 CTCS 列車控制系統)及 Shenhao 科技公司(展示軌道檢查機械人)等，可惜未見臺灣的鐵道業者參與，僅有臺義合資的 Hirun 公司(製造軌道及橋梁支承)於現場分享。試想在持續推動本土軌道產業的同時，倘有國內鐵道營運業者或技術廠商參與此類國際會議或商業性展覽，如臺北捷運在全球公共運輸上的表現實屬有目共睹，可藉此分享其營運經驗或自主開發技術，亦不啻為增加國際能見度或擴大市場之途徑。

伍、建議

服務機關：國家運輸安全調查委員會

出國人職稱：鐵道調查組副調查官

姓名：謝昀霖

出國地區：泰國曼谷

出國期間：民國112年5月31日至6月1日

報告日期：民國112年8月23日

建議事項：

項次	建議項目	處理
1	規劃參與國際大型的研討會或會議，瞭解各國的鐵道發展趨勢、法規制定、監管方式及技術應用等，有助於提升本會鐵道事故調查能量，深化調查報告的改善建議。	<input checked="" type="checkbox"/> 已採行 <input type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行