

出國報告（出國類別：參訪）

參訪可動式岔心製造運用及 日本鐵路月台門設置情形

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：徐仁財 副局長

陳仲俊 處長

王立德 科長

楊惇惠 段長

連 峰 幫工程司

陳柏均 幫工程司

派赴國家/地區：日本/大阪、東京

出國期間：107年10月15日至10月20日

報告日期：107年12月

目 錄

壹、出國參訪目的.....	1
一、參訪目的.....	1
貳、參訪成員及行程.....	2
一、參訪成員.....	2
二、參訪行程.....	2
參、參訪過程及重點.....	4
一、大和軌道製造株式會社（107年10月16日）.....	4
（一）參訪目的.....	4
（二）大和軌道製造株式會社簡介.....	5
（三）考察重點.....	7
二、大阪地區月台門設置（107年10月17日）.....	14
（一）考察目的.....	14
（二）月台門類型評估.....	14
（三）考察重點.....	17
（四）月台門型式優缺點比較（針對不同型式車輛開門位置）.....	23
三、JR西日本員工培訓中心（107年10月18日）.....	26
（一）參訪目的.....	26
（二）西日本旅客鐵道（JR西日本）及培訓中心簡介.....	26
（三）考察重點.....	28
四、可動式岔心及彈簧式轉轍器路線設置（107年10月19日）.....	35
（一）參訪目的.....	35
（二）北越急行鐵道公司北北線簡介.....	35
（三）可動式岔心設置考察重點.....	38
（四）江之島電鐵線簡介.....	41
（五）彈簧式轉轍器設置考察重點.....	42
肆、參訪心得及建議.....	45
（一）參訪心得.....	45
（二）建議.....	46

表 目 錄

表 1 參訪成員名單.....	2
表 2 參訪行程計畫表.....	2
表 3 月台門型式優缺點比較表.....	23

圖 目 錄

圖 1	大和軌道製造株式會社發展歷程.....	5
圖 2	大和軌道製造株式會生產工廠產品簡介.....	5
圖 3	大和軌道製造株式會社之品管認證.....	6
圖 4	與大和軌道公司人員進行交流.....	7
圖 5	可連續 64 小時尖軌自動加工機.....	7
圖 6	25 公尺車床之鋼軌加工設備.....	8
圖 7	硬頭鋼軌熱處理設備.....	8
圖 8	零件加工設備.....	8
圖 9	道岔墊板自動加工設備.....	9
圖 10	鋼軌縱向焊接-電子溶接設備.....	9
圖 11	高錳鋼岔心焊接成品.....	10
圖 12	高錳鋼岔心焊接技術簡介.....	10
圖 13	特殊合金不銹鋼焊接後之金相組織.....	10
圖 14	焊接點中間介質示意圖.....	11
圖 15	高錳鋼岔心焊接步驟圖.....	11
圖 16	滾輪式床板成品.....	12
圖 17	現場展示之可動式岔心.....	13
圖 18	岔心部分近照.....	13
圖 19	聖彼德堡地鐵系統全高式月台門.....	15
圖 20	法國里爾地鐵自動滑門.....	15
圖 21	臺北捷運板南線南港展覽館站月台門.....	16
圖 22	港鐵迪士尼線欣澳站的半高式月台門.....	16
圖 23	東急電鐵田園都市線月見野站鋼索式安全閘門.....	17
圖 24	地下鐵大阪環狀線心齋橋站月台門設置情形.....	18
圖 25	JR 總持寺站月台門設置現況.....	19
圖 26	高槻站月台門控制設備 1.....	19
圖 27	高槻站月台門控制設備 2.....	20
圖 28	月台門使用情形.....	20
圖 29	月台門系統開啟流程圖.....	22
圖 30	西日本旅客鐵道企業概況.....	26
圖 31	西日本旅客鐵道培訓中心.....	27
圖 32	參訪人員與培訓中心人員合影.....	29
圖 33	與培訓中心人員進行交流.....	29
圖 34	JR 西日本設施部門年齡結構.....	30
圖 35	設施部門員工細目.....	30
圖 36	人才培育目標.....	30

圖 37	設施部門研習項目與種類.....	31
圖 38	2017 年度設施部門研習成果.....	32
圖 39	培訓中心設施布置圖及空照圖.....	33
圖 40	在來線實習線現場照片.....	33
圖 41	小型車庫與模擬用電車及工程車.....	33
圖 42	人員實習情況.....	34
圖 43	北北線路線圖.....	36
圖 44	北北線路線斷面圖.....	36
圖 45	白鷹號列車及 HK 100 列車.....	37
圖 46	列車目前最快行駛速度為時速 110 公里.....	37
圖 47	北北線路線情況.....	37
圖 48	地下車站（僅設一座岸壁式月台）及松代站.....	38
圖 49	與北越急行人員現場交流情形.....	39
圖 50	松代站可動式岔心道岔.....	39
圖 51	可動式岔心近照.....	39
圖 52	道岔尖軌及道岔合成枕.....	40
圖 53	可動式岔心轉轍馬達.....	40
圖 54	江之島電鐵線路線圖.....	41
圖 55	路面軌道段及列車.....	41
圖 56	與江之島電鐵人員現場交流情形.....	42
圖 57	彈簧式轉轍器現場照.....	43
圖 58	轉轍器油壓缸近照.....	43
圖 59	轉轍拉桿與拐軸部分.....	43
圖 60	阪急嵐山線彈簧式轉轍器.....	44

壹、出國參訪目的

一、參訪目的

道岔屬於軌道系統之重要設備，是由一股道分為二或三股道的軌道裝置，其目的在使列車可安全迅速轉換股道，其中使用可動式岔心之道岔具有可使列車高速通過（時速 160 公里以上）及通過噪音較低之優點，已普遍使用於高速鐵路，本國除台灣高鐵外，臺中捷運及臺北捷運環狀線亦將使用，目前於部分的鐵路建設計畫正評估使用；彈簧式轉轍器因適合列車運行方向固定、通過速度慢之路線，目前正考慮於集集線使用；月台門在本國則已普遍使用於捷運，台灣高鐵亦有部分車站使用，而日本鐵道（新幹線、在來線及地鐵）則已有豐富的使用經驗，在來線部分更有數種型式在試辦中，未來亦將更廣泛設置。

交通部臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵局）作為鐵路運輸的營運單位，評估新式設備引進及使用，在可動式岔心道岔及彈簧式轉轍器部分，較重要之課題主要為是否需配置新的號訊設備，以及如何融於臺鐵局既有之系統；日常維修保養之頻率及備品（如岔心、床板及轉轍器）之準備及採購。月台門部分臺鐵局已有相關評估及計畫在辦理中，亦曾進行考察。然而，還有許多困難尚待解決，諸如臺鐵局列車型式眾多，車門空間不同，影響月台門柱設置；號訊系統如何整；實際操作之人員配合等。

本次期望藉由實地觀察設備，並製造廠商及營運單位技術人員交流，以及考察不同型式，包含 2018 年 3 月完成啟用之車站其設置之較新式月台門，學習日本之經驗，得以與臺鐵局現況比較及評估，了解設備適用性或得到不同之應對方案。

近年來臺鐵局現場路線養護人員面臨人力不足以及年齡斷層課題，除藉由請增員額及招考人員來補充人力，同時也建置第二訓練中心及實習場地，並將相關教材予以數位化，加強原有的訓練能量，增加新進人員的實習經驗並有效的將資深人員的經驗傳承，而日本方面鐵道單位的人員訓練、設備及場地等設立建置完整，期望藉由參訪日本的訓練中心，汲取相關經驗，作為臺鐵局未來相關場地設置參考。

貳、參訪成員及行程

一、參訪成員

本次參訪成員名單，詳下表。

表 1 參訪成員名單

姓名	職稱	單位
徐仁財	副局長	交通部臺灣鐵路管理局
陳仲俊	處長	交通部臺灣鐵路管理局工務處
王立德	科長	交通部臺灣鐵路管理局工務處
連峰	幫工程司	交通部臺灣鐵路管理局工務處
陳柏均	幫工程司	交通部臺灣鐵路管理局工務處
楊惇惠	段長	交通部臺灣鐵路管理局臺北電務段

二、參訪行程

本次參訪行程共計 6 天 5 夜（107 年 10 月 15 日至 107 年 10 月 20 日），主要參訪道岔製造商（大和軌道製造株式會社）位於兵庫縣之製造工廠，與大阪周遭車站之月台門，以及參訪西日本鐵路公司培訓中心，再移動至東日本，參訪北越急行鐵道公司營運之北北線以及江之島電鐵營運之江之島電鐵線，參訪行程如下表。

表 2 參訪行程計畫表

日期	行程地點	行程內容	備註
第 1 天 107 年 10 月 15 日 (星期一)	桃園中正機場→日本大阪	去程	夜宿大阪
第 2 天 107 年 10 月 16 日 (星期二)	大和軌道製造株式會社 (兵庫縣姬路市)	參訪可動式岔心製造	夜宿大阪
第 3 天 107 年 10 月 17 日 (星期三)	大阪地下鐵心齋橋站、JR 西日本京都線總持寺站、高槻站 (大阪)	參訪月台門設置使用	夜宿大阪
	阪急電鐵嵐山線上桂站	參訪彈簧式轉轍器路線使用	

第 4 天	107 年 10 月 18 日 (星期四)	西日本鐵路公司培訓中心 (吹田市)	參訪路線養護 人員培訓設施	夜宿東京
		搭乘新幹線，大阪至東京	路程	
第 5 天	107 年 10 月 19 日 (星期五)	北越急行鐵道公司 (北北線松代站)	參訪可動式 岔心路線使用	夜宿東京
		江之島電鐵 (江之島站)	參訪彈簧式轉 轍器路線使用	
第 6 天	107 年 10 月 20 (星期六)	日本東京→桃園中正機場	回程	

叁、參訪過程及重點

一、大和軌道製造株式會社（107年10月16日）

（一）參訪目的

道岔為軌道系統之重要設備，為使列車安全迅速的轉換股道，其構造形狀及材質，極具專業及特殊性，一般各道岔製造廠所設計出產之道岔，除線形相同外，其設計理念各有獨特性，而可動式岔心道岔相較一般道岔更加複雜，具有設計製造能力及實績之製造廠需有更良好精密的技術。

目前臺鐵局路線上之道岔共計 3,687 套，其中 PC 枕型道岔計 1,133 套，合成枕型道岔計 8 套，其餘木枕型道岔（包含 50kg-N 關節式木枕型、50kg-N 木枕型及 37kg 木枕型）計 2,546 套，雖岔枕型式不同，道岔岔心全為固定式，若規劃中的鐵路建設計畫之道岔採用可動式岔心，即為一全新少量之設備，相關備品準備或不同製造廠之相容性，對臺鐵局即為一重要課題，甚至往後若有抽換需要，整套道岔之採購準備及需求訂定更是重要。

考量大和軌道株式會社曾多次得標臺鐵局道岔設計及製造業務，為一極具規模之製造工廠，具有完整之設計製造能力，從可動式岔心、高錳鋼岔心焊接、尖軌加工加熱處理、墊板設計製造程序、各組件之設計生產、品管作業皆相當縝密精良，擁有豐富多樣產品及大量的實績，在特殊道岔也有獨到的設計，爰藉由本次參訪，了解相關設備之製造程序，製造廠商之設計經驗與服務能力。

(二) 大和軌道製造株式會社簡介

大和軌道株式會社位於兵庫縣姬路市，成立於 1944 年，草創時期企業名稱為大和工業株式會社，於 2002 年自大和工業株式會社分離獨立為軌道貨物部門，以大和軌道製造株式會社經營軌道相關業務，目前員工計 130 人。



圖 1 大和軌道製造株式會社發展歷程

大和軌道製造株式會社分別設有鍛造工廠、砂模工廠、螺栓工廠、枕木工廠及道岔工廠，以設計、開發及製造軌道產品為主，包含各種類型及號數之道岔、伸縮接頭、絕緣接頭及異型鋼軌等。其產品供應群，在日本國內為日本各鐵路事業單位，國外則以美國、印尼及臺灣（含臺鐵局、鐵工局、台灣高鐵公司及中鋼）為主，平均年營收額近 60 億日圓。

另該公司致力發展道岔產品之設計及製造，以提供高品質軌道設備，於 2003 年 12 月取得鐵道軌道用品 ISO9001 認證，於 2005 年 12 月取得 ISO14001 認證。

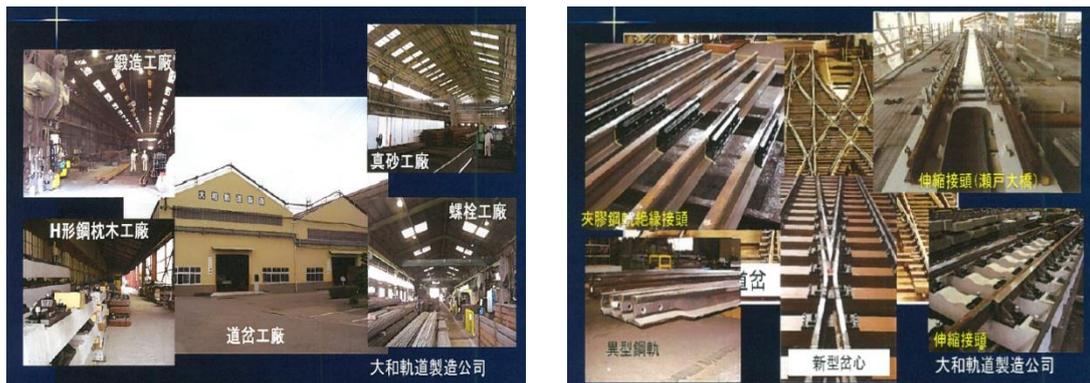


圖 2 大和軌道製造株式會社生產工廠產品簡介



圖 3 大和軌道製造株式會社之品管認證

由大和軌道製造株式會社之簡報，說明其核心技術及主要競爭力如下：

- 1、出產之軌道產品，例如道岔的各項零配件、夾膠絕緣接頭及伸縮接頭等，均採自主設計研發及製造，持續精進道岔效能及品質。
- 2、持續引進最新穎的製造工藝及最新銳設備，大量採用自動化生產設備，提高產能。
- 3、生產之高速度、高運量及高密度班次之分歧器（道岔）品質及耐用性均受各鐵道機構肯定。
- 4、可將兩根鋼軌的縱向剖面，接合為 1 整根鋼軌之鋼軌電子束溶接機，是該公司專利技術。
- 5、各項零配件成品以無線射頻標籤追蹤管理，並建立自動化倉儲存放。
- 6、公司的經營理念為製造安全、受信賴的軌道設備產品，讓公司站在世界軌道技術的前端。

(三) 考察重點

10月16日參訪之大和軌道製造株式會社之生產工廠，以生產設備、軌道材料製程技術及研發專利為主，可分為：自動化生產設備介紹、高錳鋼岔心焊接、滾輪式床銼、可動式岔心展示等4項。



圖4 與大和軌道公司人員進行交流

1、自動化生產設備：

日本為人口老化嚴重之國家，且人工薪資昂貴，大和軌道製造株式會社引進一系列軌道自動加工設備，提高生產能力，提升產品競爭力，簡介如下：



圖5 可連續64小時尖軌自動加工機



圖 9 道岔墊板自動加工設備



圖 10 鋼軌縱向焊接-電子溶接設備

2、高錳鋼岔心焊接：

鋼軌接頭為軌道不連續處，是連續性軌道結構中之最大弱點，鋼軌接頭受高速列車或貨運重車的輪錘衝擊，極易造成接頭下沉及損壞，嚴重影響行車安全及乘車舒適感，除了軌道結構弱點的問題，其衝擊聲響更衍生噪音防治問題，故世界上各軌道機構，在軌道上均儘量採用無接頭之長焊鋼軌。

惟因高錳鋼岔心材質特殊，無法直接與一般鋼軌進行接，亦熱劑焊接、電阻火花焊接及瓦斯壓接等常用之鋼軌焊接工法，均無法使用，所以道岔與鋼軌的可焊接性也成為新型道岔設計時需考量之議題。

有鑒如此，大和軌道株式會社引進高錳鋼岔心焊接技術，以克服高錳鋼岔心與鋼軌不連續之問題。以一段特殊合金不銹鋼 (Maustinox) 作為高錳鋼與普通鋼軌 (高碳軌) 兩種不同材料之介質，因該介質金相組織為沃斯田鐵之鋼材，使得具有既能與高錳鋼岔心焊接也能與普通鋼軌焊接

之性能。



圖 11 高錳鋼岔心焊接成品



圖 12 高錳鋼岔心焊接技術簡介

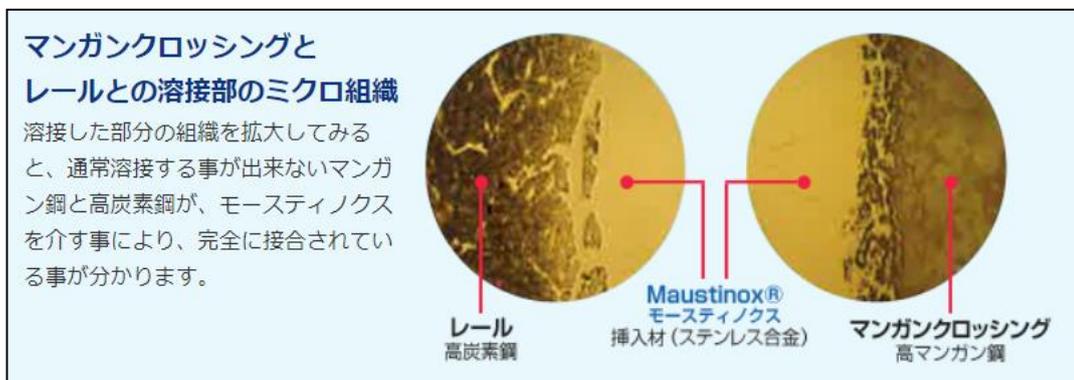


圖 13 特殊合金不銹鋼焊接後之金相組織

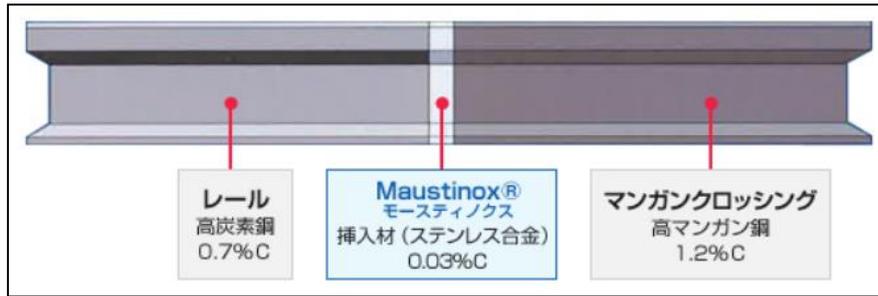


圖 14 焊接點中間介質示意圖

一般常用的高錳鋼岔心焊接步驟，是先以電阻火花焊接機將普通鋼軌與一段特殊合金不銹鋼進行焊接，焊接完成後，留取適當長度，再以電阻火花焊接機將高錳鋼岔心前後兩端（趾端、踵端）進行焊接。

大和軌道株式會社亦先於工廠內以電阻火花焊接機將高錳鋼岔心與普通鋼軌完成焊接，使高錳鋼岔心趾端、踵端向外延伸出一

段鋼軌，可於後續鋪設於路線上時再與導軌（普通鋼軌）焊接，消除鋼軌接頭，完成無接頭之長軌區間，達到軌道強化、養護省力及降低噪音等目的。



圖 15 高錳鋼岔心焊接步驟圖

3、滾輪式床板：

臺鐵局現有道岔數量共計 3687 套，大部分道岔為 10 年前建置或抽換之舊型滑床板，以滑床板塗佈潤滑油之方式讓尖軌搬轉移動，僅少部分近年來採購之 UIC60 型道岔，才有配置尖軌滾輪。

道岔尖軌採用滑床板，其優點為構造簡單，但缺點則是必需派員定期塗佈潤滑油，若潤滑油不足則造成滑床板面乾燥，尖軌搬轉阻力會增大，

嚴重時造成道岔搬轉故障。

而大和軌道製造株式會社所設計之滾輪式床板，係將床板開槽於槽孔內設置滾輪，其有三大優點，簡述如下：

- (1) 因滾輪設置於床板槽孔內，而非直接將滾輪加設於床板上，故未因設置滾輪而提高 PC 枕高度，而降低石碴層厚度。
- (2) 就養護觀點，因滾輪床板係設置 PC 枕上，當進行砸道車砸道作業時，不影響砸道作業，不用擔心砸道車之砸道機構砸壞滾輪系統。
- (3) 雖滾輪式床板不須注油潤滑，惟仍須定期清除灰塵及碎石，因該滾輪設在床板邊緣，其槽孔亦在床板邊緣，除有利清潔作業，當遇連續下雨，可自然排水較不易積泥垢，不妨礙尖軌搬轉移動。



圖 16 滾輪式床板成品

4、可動式岔心展示介紹：

現場展示大和軌道製造株式會社製作之可動式岔心道岔，道岔號數為 8 號，床板為配合成枕木使用螺栓設計，鋼軌部分使螺栓及配件固定於床板，配件開孔為長條孔，可配合岔枕位置調整，床板亦開有溝槽配合固定，所有相關設計皆有專利現場人員，並表示該會社具有以下能力：

- (1) 岔心部分可依客戶需求採用錳鋼岔心或拼接式岔心。
- (2) 可配合使用之岔心轉轍器，設計相關配件或連桿。
- (3) 床鈹可配合岔枕設計，如木枕、合成枕或是 PC 枕；標準軌距或窄軌軌距，配件部分亦可設計採用扣夾型式。

綜合以上之介紹，考量臺鐵局正致力於道岔 PC 枕化，以及採用扣夾型式，岔心使用錳鋼岔心，若使用可動式岔心道岔應用前述各項條件，同時考慮床鈹之設計，將成為完全客製化之設備，除扣夾外，岔枕及床鈹將與現有道岔皆不相容，並牽涉許多廠商專利，考量廠商幾乎不可能開放其設計予其他廠商製造，相關備品將只能向原廠採購，若不同建設計畫使用不同廠商之產品，臺鐵局路線將有 2 種以上之可動岔心道岔，且數量皆少的情形。同時，採購數量若未達經濟規模，將嚴重影響廠商之意願，將大幅增加備品準備難度。



圖 17 現場展示之可動式岔心



圖 18 岔心部分近照

二、大阪地區月台門設置（107 年 10 月 17 日）

（一）考察目的

旅客跌落月台主要因素有以下幾點，其中又以使用 3C 產品未注意月台邊緣造成跌落事故有逐步增加之趨勢，而裝設月台安全閘門將可有效隔離月台邊緣與旅客乘車區域，有效保障旅客乘車安全。

- 1、使用 3C 產品未注意月台邊緣跌落月台（如圖 1-8 使用 3C 產品未注意月台邊緣跌落月台及圖 1-9 台鐵公告）。
- 2、不明原因跌落月台。
- 3、推擠跌落月台。
- 4、視障民眾不慎跌落月台。
- 5、旅客強制跨越月台軌道。
- 6、輕生跳軌。

目前臺北捷運和台灣高鐵的部分車站都有裝設月台安全閘門，但臺鐵局礙於車型繁多、車門位置不同，裝設月台安全閘門面臨較多困難。為解決相關問題，參訪日本鐵道月台安全閘門規劃及辦理成果，以利作為臺鐵局日後推動方向。

（二）月台門類型評估

先就月台門類型、發展、現況調查與成果、全線開啟式之型式及其阻隔材質說明、擬用型式之外觀（高度、跨距、門柱尺寸）初步說明、設置條件評估及閘門型式等，進行初步月台門類型篩選，挑選合適之月台門進行考察。

早於 1960 年代，在列寧格勒（現俄羅斯聖彼德堡）的地鐵系統早已經採用類似現時全高式月台門的鋼門（如下圖 19 聖彼德堡地鐵系統全高式月台門）。



圖 19 聖彼德堡地鐵系統全高式月台門

及至 1983 年，法國的自動捷運系統 VAL 的里爾地鐵，為列車月台特別訂造自動滑門，成為世界上最早安裝玻璃全高式月台門的地鐵系統（如圖 20 法國里爾地鐵自動滑門）。



圖 20 法國里爾地鐵自動滑門

後來，於 1987 年啟用的重型鐵路系統新加坡地鐵同樣採用玻璃全高式月台門。其後，歐洲及亞洲多個地區的鐵路系統相繼採用全高式月台門，成為現時鐵路系統的安全標準之一（如圖 21 臺北捷運板南線南港展覽館站月台門）。



圖 21 臺北捷運板南線南港展覽館站月台門

隨後出現的半高式月台門是在全高式月台門的基礎上發展。香港地鐵（今港鐵）在 2005 年率先採用半高式月台門（如圖 22 港鐵迪士尼線欣澳站的半高式月台門）。



圖 22 港鐵迪士尼線欣澳站的半高式月台門

而今為因應多種車型列車對應不同開門位置開發出鋼索式安全閘門。如日本東急電鐵田園都市線月見野站(如圖 23 東急電鐵田園都市線月見野站鋼索式安全閘門)及韓國鐵道光州都市鐵道 1 號線鹿洞站採用鋼索式安全閘門。

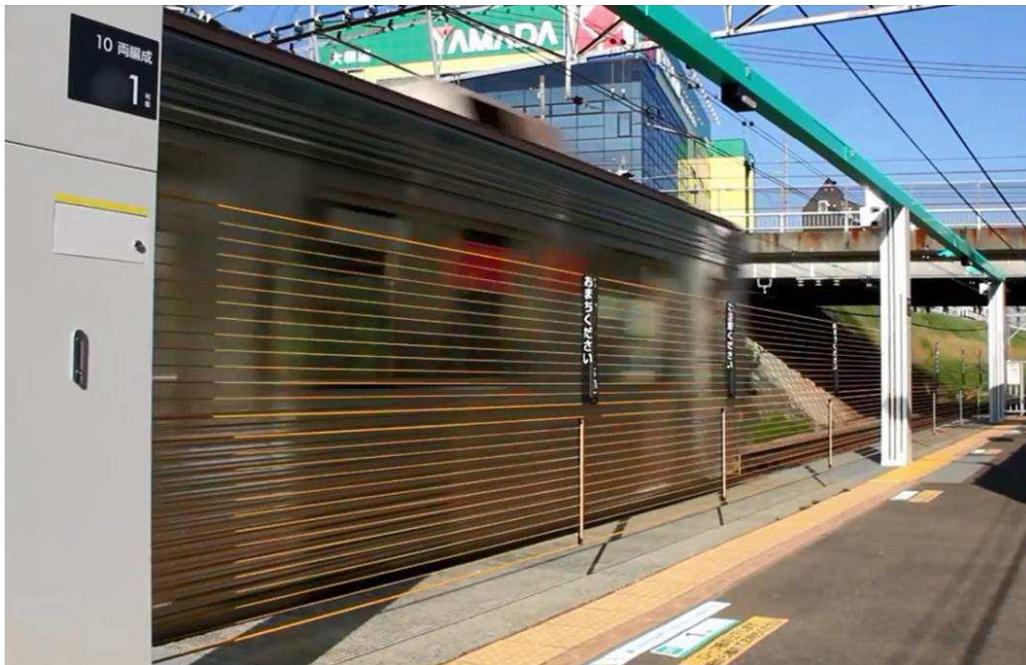


圖 23 東急電鐵田園都市線月見野站鋼索式安全閘門

綜上所述，在此次現況調查中發現，臺鐵局的環境因受限於多種車型列車對應不同開門位置以及任務型加開班次調度服務旅客的列車車型開門位置不確定性，無法如臺北捷運或台灣高鐵為統一位置開關門，故全高式月台門或半高式月台門皆不適宜，而鋼索式安全閘門就是為了因應多種車型列車對應不同開門位置，較能應應臺鐵車種繁多的課題。

(三) 考察重點

10 月 17 日參訪大阪周遭軌道月台門設置，依序參訪大阪地下鐵御堂筋心齋橋站、JR 西日本總持寺站及 JR 西日本高槻站，其月台門型式分別為滑門式、雙滑門式及鋼索式，考察要點如下。

1、大阪地下鐵御堂筋心齋橋站月台門設置現況

車站及月台門基本資料

- (1).站名：心齋橋 - しんさいばし - Shinsaibashi
- (2).鐵路類型：大阪地下鐵（御堂筋線、長堀鶴見綠地線）
- (3).站房形式：地下車站
- (4).車站上下客人數：平均每日 185,978 人次
- (5).月台配置：2 島式月臺、4 股道（每線皆 1 島 2 股）
- (6).備註：本次參訪為御堂筋線月台門設置情形

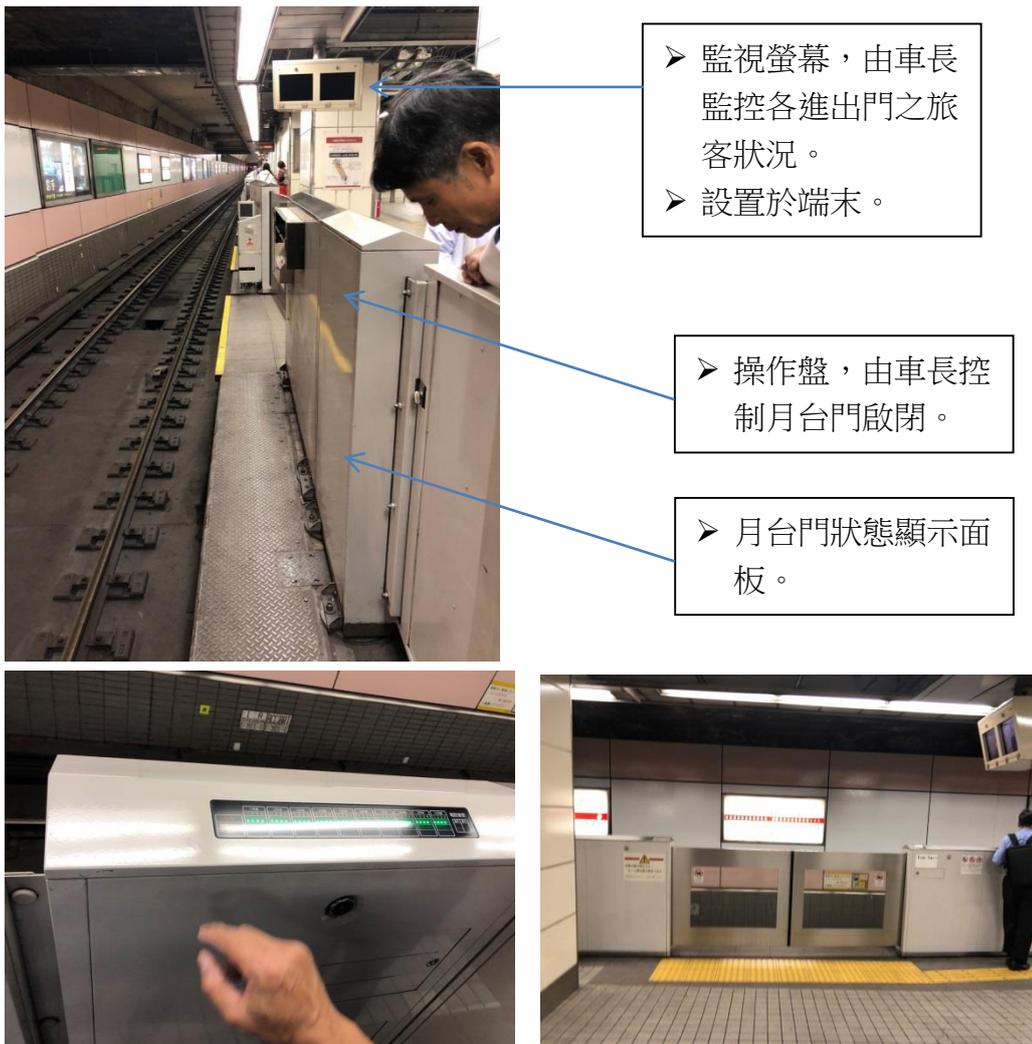


圖 24 地下鐵大阪環狀線心齋橋站月台門設置情形

2、JR 總持寺站月台門設置現況

車站基本資料

- (1).站名：JR 總持寺 - じえいあーるそうじじ - JR-S ō jji
- (2).鐵路類型：JR 西日本
- (3).站房形式：地面車站
- (4).月台配置：1 島式月臺、2 股道
- (5).備註：月台門開啟控制方式類似心齋橋站，於端末設置操作盤。



圖 25 JR 總持寺站月台門設置現況

3、高槻站月台門設置現況

車站基本資料

- (1).站名：高槻 - たかつきえき - Takatsuki
- (2).鐵路類型：JR 西日本
- (3).站房形式：地面車站
- (4).月台配置：2 島式月臺、2 座岸壁式月台、6 股道



➤ 月台門控制設備
設置於端末

圖 26 高槻站月台門控制設備 1

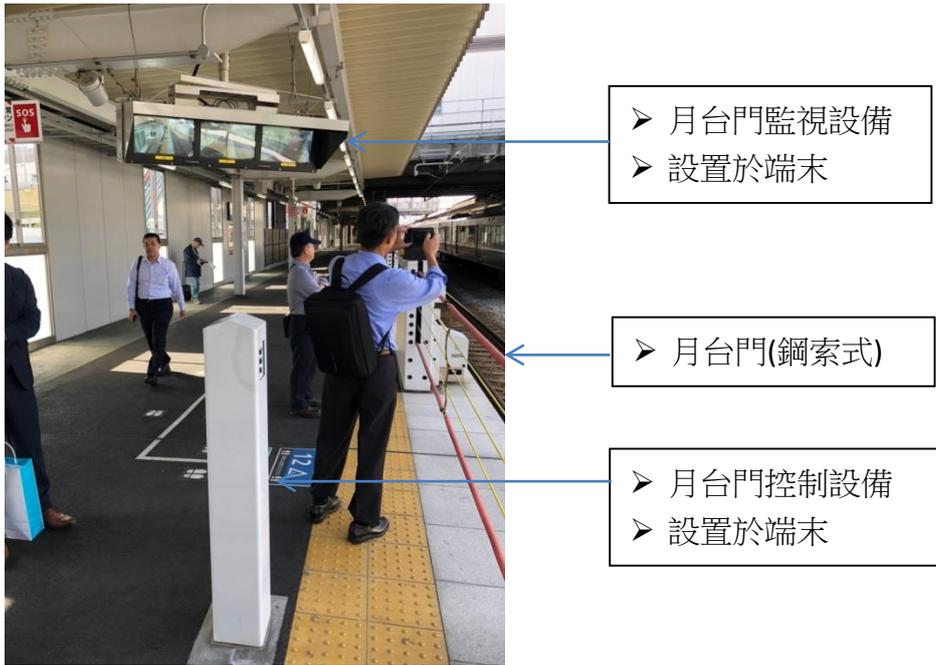


圖 27 高槻站月台門控制設備 2



圖 28 月台門使用情形

本次參訪的 3 座車站月台門，目前皆採人工控制開關車門，主要由車長負責，停車位置皆依賴司機員控制，因此若司機員停車位置有誤差，可能發生車門位置正位於月台門柱，而有列車須重新調整停靠位置之情形，將影響列車停靠時間。各型式月台門皆可於月台側裝設感應設備，偵測列車節數及停靠位置，開啟對應之月台門，如此若列車採較短編組時，不會開啟列車範圍以外之月台門。

4、月台門開啟方法

月台門（PSD）的一個特性是可以不需要經過信號聯鎖系統的控制下而獨立運作的。為實現此目的，子系統應與開門控制單元（Door Control Unit, DCU）和現場控制單元（Local Control Unit, LCU）一起使用。操作方法可以在初步架構設計報告（Preliminary Design Report, PDR）階段和期末設計報告（Final Design Report, FDR）階段中進行修改和決定。

月台門（PSD）操作的最重要決定是如何使列車門與月台門（PSD）同步。在先進的信號聯鎖系統（例如 Automatic Train Operation, ATO）控制的情況下，系統同時控制列車門和月台門（PSD），與月台門（PSD）操作相關的狀態被傳遞至系統。如果月台門（PSD）在沒有信號聯鎖系統控制的情況下運行，則操作流程圖如圖 1 所示。列車運行的信息是通過傳感器（Sensors）傳給子系統來執行開/關門的控制。

有兩種選擇來同步列車門和月台門（PSD）的開啟。首先是利用傳感器偵測列車門開啟的狀態，傳感器組偵測停在月台上列車的車門，當列車車門打開時，傳感器偵測值發生了變化，現場控制單元（LCU）辨認出列車車門正在打開的同時，也產生開門的指令開啟月台門；關閉程序的確認是與開門得程序相同。另一個方法是使用已預設參數的運算法進行操作。

從偵測列車系統所獲得的信息，為安全的考量，避免任何意外發生，現場控制單元（LCU）在列車速度小於 2m/s 即開始準備並在列車完全停止後才會發出「打開月台門（PSD）」指令。

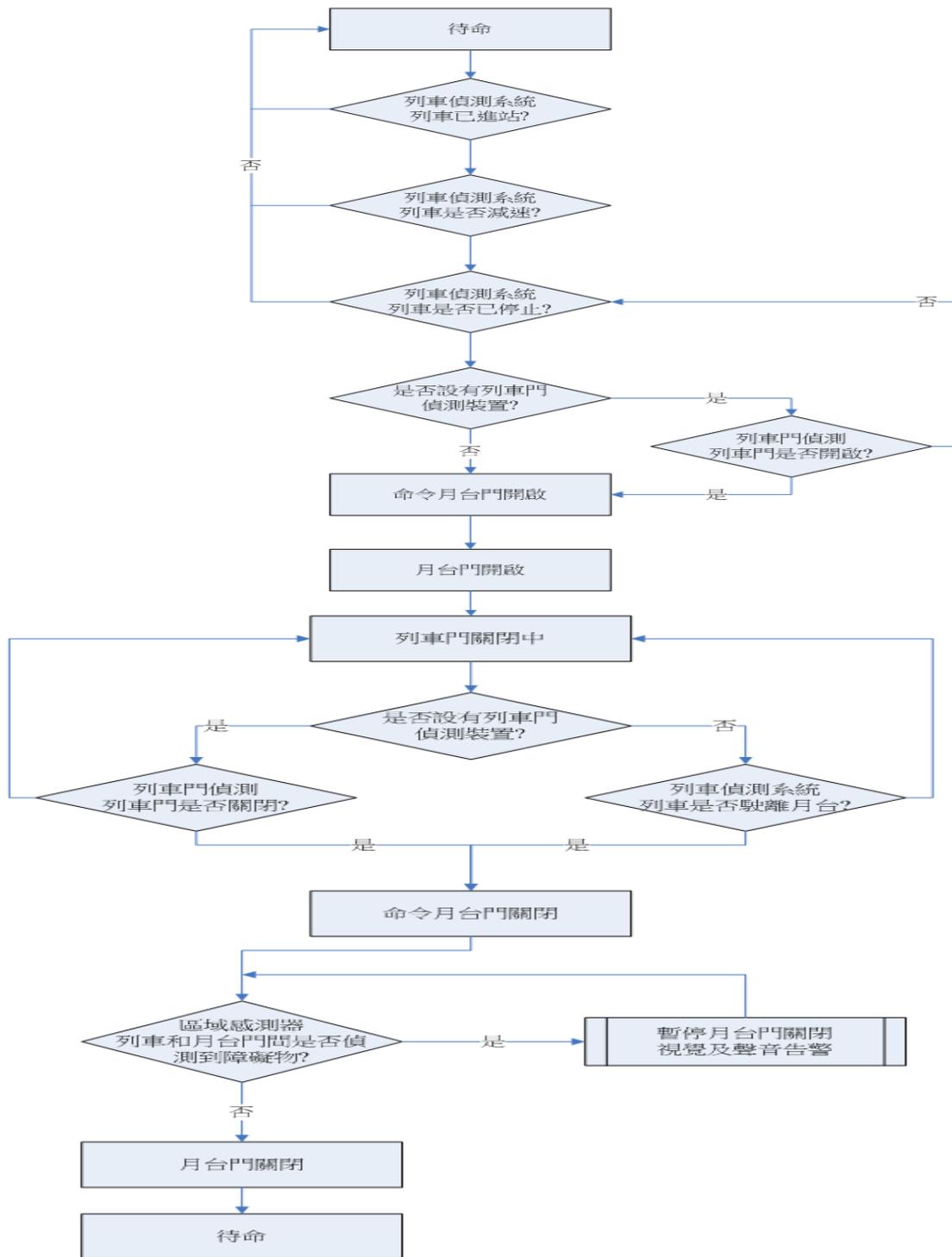


圖 29 月台門系統開啟流程圖

(四) 月台門型式優缺點比較 (針對不同型式車輛開門位置)

內容	鋼纜(進)升(出)降式		鋼管門筏式	鋼門(進)降(出)升式	備註
	SKD HI-TECH (韓國)	日本信號 (日本)	近鐵測試階段	近鐵設計階段	
高度 X 寬度	1.75m X 20M	1.3m X 10M	1.3m X 5M	1.3m X 20M	
優缺點	淨空較大, 不會阻礙車門開啟, 方便乘客進出	淨空較小, 容易阻礙車門開啟, 乘客進出困難	淨空較小, 容易阻礙車門開啟, 乘客進出困難	淨空較大, 不會阻礙車門開啟, 方便乘客進出, 惟仍在設計階段	
重量 優缺點	約 650Kg/20M 平均重量較輕	約 500 Kg/10M 平均重量較輕	約 1,000kg 平均重量較重	約 1,000kg 平均重量較重	
阻隔材料 優缺點	28 根鋼索 強度高, 韌性強	8 根鋼索 強度弱, 韌性弱	4~5 只鋼管 強度高, 韌性強	塑鋼門板 強度高, 韌性強	
線索、鋼纜材料間距 優缺點	56mm 鋼纜密度高不易攀越	200mm 鋼纜密度低易攀越	超過 300mm 鋼管密度低易攀越	無 無法攀越	
鋼纜、鋼管材料之 固定方式及運動方式 優缺點	8 條鋼纜組成一單元, 以固定帶相互連接, 並設置側向阻擋裝置, 使之成為一體做垂直升降 整體之上下、側向均牢固, 韌度強, 安全性高	8 條鋼纜組成一單元, 以固定帶相互連接, 無側向阻擋裝置, 鋼纜各自分別做垂直升降 鋼纜密度低, 又無側向阻擋裝置, 整體韌度較弱	鋼管做左右方向開關 阻擋效果不強	整面升降 阻擋效果強	
系統性問題優缺點	彈性材質, 重量較輕, 不會造成嚴重意外事故	彈性材質, 重量較輕, 不會造成嚴重意外事故	鋼性材質, 可能會造成嚴重意外事故	鋼性材質, 可能會造成嚴重意外事故	

表 3 月台門型式優缺點比較表

針對上述比較表，作下列說明：

- 1、韓國 SKD HI-TECH 公司為最早生產鋼纜（進）升（出）降式月台門，超過 10 年以上經驗，安裝實績在韓國有 3 個車站，在日本有 1 個車站，在瑞典有 1 個車站。基本上能從實裝上所獲取的經驗，將此型式之月台門的應用達到最佳化及最安全的設計。
- 2、日本信號原為韓商 SKD HI-TECH 在日本的合作廠商，利用其代理之便自行開發設計，惟開發 20 公尺跨距之月台門其部份為專利設計，故將其簡化，以 10 公尺跨距在日本大坂近鐵試裝在實裝。其優缺點已在上述比較表中說明，其中鋼纜阻隔材料較稀疏，間距 200mm 又無側向阻隔裝置，在垂直上下運動時易造成意外。
- 3、鋼管門筏式因跨距小，體積較重，對於多種不同型式列車開門位置之不同會造成限制，所以仍然停滯在試裝階段。
- 4、鋼門（進）降（出）升式仍在設計中，諸多問題尚待解決，應只是概念設計階段。
- 5、在功能上，鋼纜（進）升（出）降式月台門應比較符合多車種及列車開門位置之不同的解決方案；在效益上，在投資成本上也符合經濟效益；在美觀上，因本體為簾空透視型式，除增加防護旅客安全外，月台仍然保持原有之自然形態。
- 6、在月台門控制部份如下列說明。

(1).光電偵測車門開啟連動開啟安全門

- a. 在每組閘門左側立柱上安裝光電（屋外耐候型），當列車停止定位光電偵測列車後柵欄門連動開門。
- b. 當列車關門離開後光電組偵測無列車時柵欄門進行下降關門動作。
- c. 功能：列車停妥後偵測車門開啟時連動開啟門。
- d. 組成：有13組光電偵測列車。
- e. 開門動作：當列車進站碰觸光電進行計時判定時間若延長判定為要停靠,帶現有光電穩態時回覆偵測訊號給 PEDC 通知 DCU 進行開門。
- f. 關門動作：當列車離站後光電組回覆偵測訊號給 PEDC 通知 DCU 進行關門。

除上述光電偵測車門開門程序外，應特別安裝光電偵測感測器以確認乘客安全：

- g. 物體感應功能/殘餘乘客檢測功能和性能，確保更可靠的乘客檢測功能。
- h. 如何確保物體感應功能時的安全性，考慮乘客接觸20公尺長的阻隔鋼纜，也要停止運動。

(2).車載無線傳輸系統直接對月台門進行控制的方式全門

- a. 列車進站前，號誌系統（SIG）會發出開始閃燈訊號並傳給中央介面盤（PSC），月台門指示燈（DOI）將開始閃動。
- b. 號誌系統確認列車停在允許範圍內，或由列車司機按下手動開門指令，車載無線傳輸系統向月台門控制系統發出開門命令到中央介面盤（PSC）。
- c. 中央介面盤（PSC）是通過繼電器接收門開命令的從PSC 通過硬線向DCU 發送門開命令。DCU 收到門開命令之後300毫秒以內打開滑動門。
- d. 開門時，月台門指示燈（DOI）會閃動。自動滑門全部開啟時，月台門指示燈（DOI）點亮，中央介面盤面板（PSC）及MCP、LCP上所有自動滑門/緊急門之關閉且鎖定狀態指示燈熄滅，道旁月台門狀態燈（PSIL）紅燈亮。
- e. 月台門開啟後，月台門指示燈（DOI）會保持亮燈。
- f. 列車即將離站時，車載無線傳輸系統發出關門命令到中央介面盤（PSC），中央介面盤通過硬線之迴路，向滑門控制單元（DCU）發送關門命令，自動滑門的滑門控制單元執行關門命令。
- g. 在接收到關門指令，月台門指示燈（DOI）於關門時會閃動。
- h. MCP、LCP 的門全關（ALL Doors close & locked）的信號燈點亮。

建議採用光電偵測車門開啟連動開啟月台門方式，以與號誌系統脫勾，簡化操作方便性，降低整合成本。

三、JR 西日本員工培訓中心（107 年 10 月 18 日）

（一）參訪目的

臺鐵局近年於路線養護人力（工務、電務）面臨兩大問題，分別為人力不足及經驗斷層，加以日間列車班次密集，難以騰出時間及空間進行路線養護工作，主要養護工作均以夜間封鎖路線施工，時間極為有限，如何維持路線養護之頻率及品質便成為臺鐵局之重要課題。

目前人力不足部分主要以增加員額，招考新進人員因應，輔以購置新式養護機具及機械配合作業，降低人力需求並提升作業效率；經驗斷層則須依賴教育訓練以傳承資深人員之經驗，需利用臺鐵局員工訓練中心定期開設各種班別進行訓練，並將相關課程教材格式及電子化，以更有系統的留存資料，惟前述部分以教師室內講授為主，實際操作則以現場直接施作，較難有系統及較安全之環境練習。因此臺鐵局正設置新的訓練基地，以實習場地為主，以提升新進人員之實作經驗。

西日本旅客鐵道之培訓中心設立已久，培訓中心內之實習場地與相關設備完整齊全，培訓經驗豐富，同時 JR 西日本近年亦面臨養護人員經驗斷層之課題，因此本次參訪了解其培訓中心之硬體設施，可作為臺鐵局設置新訓練基地之參考外，借鏡日本對人力經驗斷層之應對作為，對臺鐵局在人力問題上，如何維持甚至提升路線養護品質，亦為重要之課題。

（二）西日本旅客鐵道（JR 西日本）及培訓中心簡介

西日本旅客鐵道（以下簡稱 JR 西日本），成立於 1987 年 4 月 1 日，資本額 10 億美元，員工人數為 28,383 人，整個集團員工人數為 47,869 人，共有 153 家子公司，主要經營運輸業、零售業及不動產業。在軌道運輸部分，路線長度總計 4,900.6 公里，包含在來線 4,088 公里、新幹線 812.6 公里，車站數量 1,169，乘客數量每年 19.13 億人，每天約 500 萬人。



圖 30 西日本旅客鐵道企業概況

西日本旅客鐵道培訓中心（以下簡稱培訓中心）位於大阪府吹田市，自日本國鐵時代即已設立，主要培訓 JR 西日本之員工，包含司機員、運轉人員、路線養護人員等，並辦理相關認證資格、證照人員之課程，此部分也訓練其關係企業之員工。目前置進行新建場館工程，主要用於設備維護人員之訓練，同時為因應氣候變化增加之天然災害，此新建場館包含天然災害之實習場，規劃有橋梁、隧道等構造，以模擬應對相關邊坡、土石災害及橋梁隧道之檢測維護，預計 2020 年完工。



圖 31 西日本旅客鐵道培訓中心

(三) 考察重點

10月18日至培訓中心參訪，由培訓中心人員進行簡報，分別簡介JR西日本概況及培訓中心有關路線養護人之訓練，簡報後進行提問及交流，接著參觀實習線。依據簡報內容及提問，簡述要點如下：

- 1、JR西日本截至2016年7月1日為止，設施建設部門(相當臺鐵局工務、電務)約3,900人。其中，保養在來線人員為1,739人；保養新幹線人員為437人，相對其在來線路線長度4,088公里；新幹線路線長度812.6公里，養護人員顯得極少，係因其路線養護作業大量外包予關係企業，公司所屬人員主要工作為量測、檢查及監督養護作業。
- 2、目前設施部門員工的年齡結構以19~38歲以及53~62歲為主，40~50歲年齡間員工人數相較極少，同樣面臨年齡斷層問題，其主要因應作為係請資深人員將其經驗予以文字化、數量化以紙本或電子方式保存，並加以傳授予較資淺人員，達到經驗保留及傳承目的。
- 3、培訓中心之人才培育目標為建立「理想的員工形象」，再確立人才培育方針，而人才培育的基本原則包含3項如下：
 - (1).集體研習(培訓中心)。
 - (2).OJT(各單位在職訓練)。
 - (3).自行鑽研。
- 4、培訓中心設施建設部門課程安排分為通識、保養鐵軌、土木、建築及機械等5類，再依不同級別分為教育、追蹤、初級、進階、專家、行家及經理等7級，針對不同專業以及不同年資經驗階級，各有相對應之課程，例如新進人員參加追蹤級課程；新任主任或現場主管則參加行家或經理級課程，其課程各有其目標，如新手教育或培養主管的管理能力。另外，對選中的主管候選人還有教育課程，也有特定證照的取得課程。
- 5、課程時間從數天到3~4個月不等，依培訓中心人員介紹，新進人員需受訓3個月才分配至各單位，並須回訓及現場作業3年以上，方認為可獨立進行作業。
- 6、課程的講師人員，主要由退休人員、資深人員以及具有中等經驗人員擔任，由各講師依據其專業編寫教材，再共同討論，最後由其中一人統整修定，以維持教材之一致性。
- 7、依據簡報，在2017年僅設施建設部門的研習就有88次、共計287天，並有1,248人次，相較該部門之員工人數3,200人(2017年)，回訓比例相當高，此培訓中心之訓練能量也相當可觀。



圖 32 參訪人員與培訓中心人員合影



圖 33 與培訓中心人員進行交流



圖 34 JR 西日本設施部門年齡結構

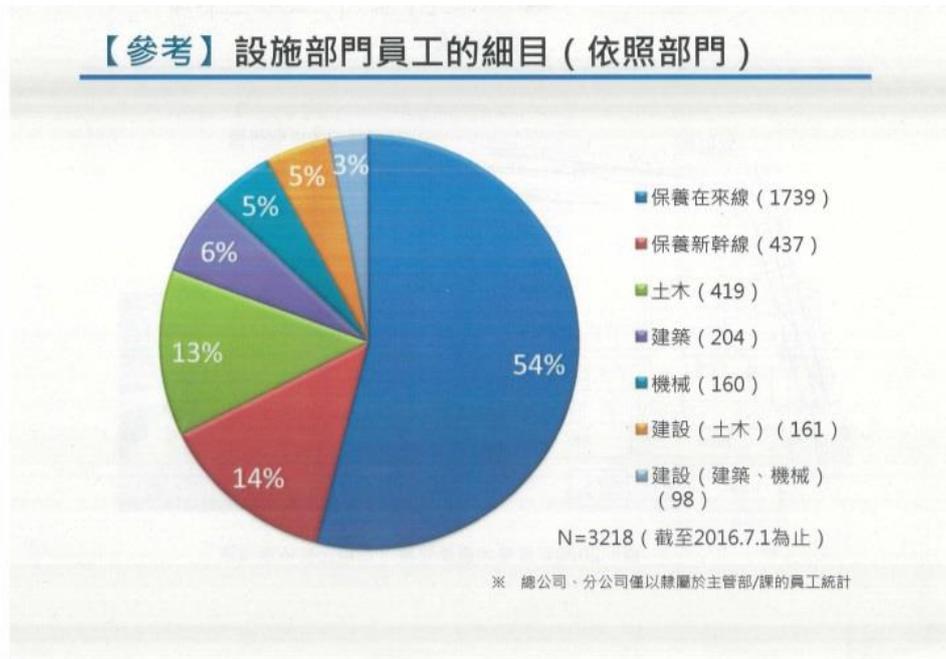


圖 35 設施部門員工細目

人才培育

- 理想的員工形象
「實踐企業理念，會自行思考、行動的員工」
- 人才培育方針
「讓教導、學習的文化扎根，踏實地培育下一代旗手」
- 人才培育的基本
 1. 集體研習（研習中心）
 2. OJT（在職訓練）
 3. 自行鑽研

圖 36 人才培育目標

設施部、新幹線設施部 研習一覽

課程名稱	通識	保養維修	土木	建築	機械
經理		現署長、新任助理	現場長	現場長	現場長
行家		新任主任	新任主任	新任主任	新任主任
專家		鐵路工學 轉職管理(匠) 運作保安(幹) 新幹線開局技術	設計協議		
進階		保養維修PDCA管理 工程管理OJT指導要點 保養升級新幹線維修	土木機務管理 土木工程管理 土木設計	受災度判定 鐵路建築概論講座 鐵路中的通用設計 建築設備技術 建築構造技術 建築企劃設計 建築企劃工程管理 建築CS技術	機械的品質管理 機械工程計劃 機動車、通信設備 (應用)
初級	環保對象講座	設計業務(基礎) 管理室工程業務 (基礎)	土木機務業務規定 土木業務(基礎) 設計協議(基礎) 土木設計(實務) 專業鐵路業務概論	建築檢查業務(基礎) 建築設計業務(基礎) 建築設計業務(基礎) 建築工程業務(基礎)	機動車、通信設備 (基礎) 空調機(基礎) 昇降機(基礎) 機械保養的基礎 運作保安(機械)(幹) 機械工程設計、估價(基礎)
追蹤	綜合職員工第4、6年 (追蹤) 特用為專業職第2年 (追蹤)	綜合職第1年進修業務概論 綜合職第1年追蹤 特用為專業職第3年(追蹤)		建築保養技術	低壓電氣處理特別教育 機械設備概論
教育	NEXTSTEP				
取得證照	所作業負責人 新列車監視員				

研習種類

■ 研習種類

經理	經營、管理員工、管理業務、管理技術等的知識、心理素質、行動力
行家	為了進行職場教育、OJT、自行指導，研習業務知識及教育方法
專家	以培育主要業務的專家為目的的密集研習
進階	針對OJT的指導業務、特定業務，習得高度的知識和技術
初學	新手教育(第一次負責該業務的員工的研習)
追蹤	新進員工的研習及其追蹤的研習
教育	對於選中的將來職場領導候選人，灌輸意識和教導廣泛的業務知識
取得證照	為了取得特定證照的研習

圖 37 設施部門研習項目與種類

2017年度研習成果

部門	2017年度成果		
	研習次數	總天數(天)	人數上限(人)
通識	4	15	209
保養鐵軌	34	117	441
土木	13	58	188
建築	16	38	227
機械	20	56	174
環保	1	3	9
合計	88	287	1,248

圖 38 2017 年度設施部門研習成果

在實習場地部分，此培訓中心設置有兩條實習線，分別為在來線及新幹線，其中在來線部分長度約 800 公尺，新幹線部分長度約 110 公尺。針對在來線之實習線，其設置要求為盡量和現場一致，從路線佈設、鋼軌、道岔、轉轍器、電力桿、電車線、平交道等全部具備，全部配置使用中之設備，例如，鋪設之軌枕有混凝土枕、合成枕及木枕 3 種；平交道路面有道版、瀝青路面及鋼性路面，亦有目前使用中之 3 種平交道警報機，另有一小型車庫及月台，同時，相關信號設備也有連鎖，僅電車線沒有接上高壓電。此外，本實習場地也提供關係企業進行實習，而各相關企業也有規模較小之實習場。

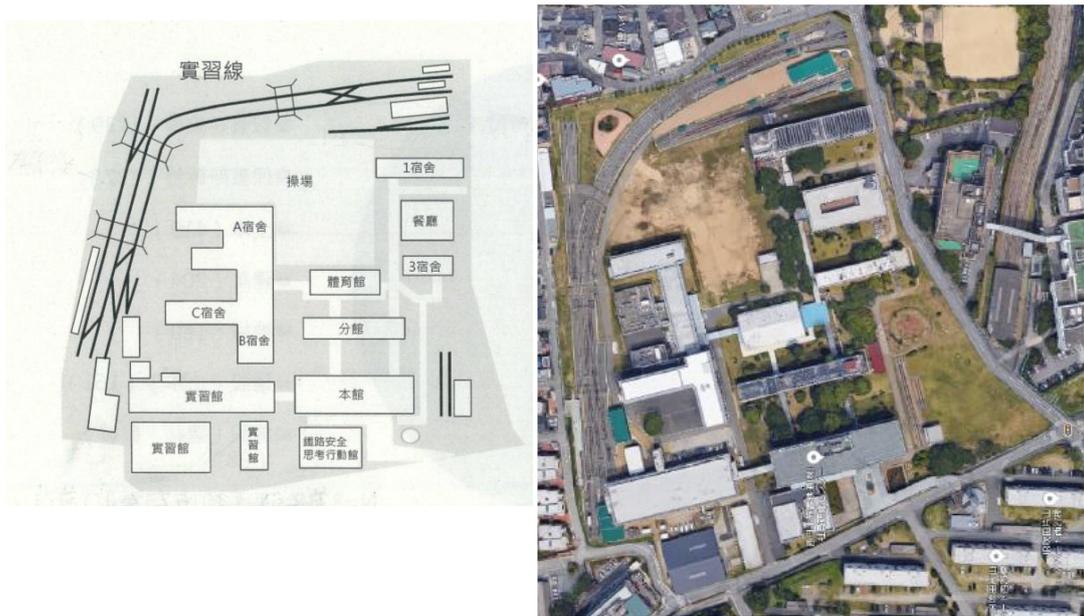


圖 39 培訓中心設施布置圖及空照圖



圖 40 在來線實習線現場照片

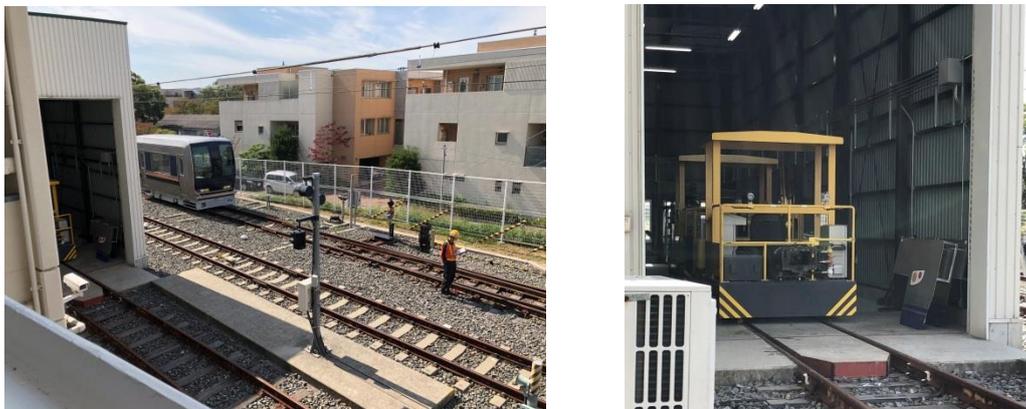


圖 41 小型車庫與模擬用電車及工程車



圖 42 人員實習情況

四、可動式岔心及彈簧式轉轍器路線設置（107 年 10 月 19 日）

（一）參訪目的

可動式岔心目前已普遍使用於高速鐵路，部分運行速度較快之一般鐵路也有使用，惟多屬標準軌距（1435mm），國內已使用之台灣高鐵及預計使用之臺中捷運及臺北捷運環狀線亦屬標準軌距，而窄軌鐵路（1067mm）部分主要以日本及澳洲較有運用經驗，為了解窄軌鐵路使用可動式岔心之實際經驗，藉以評估臺鐵局設置之可行性。

北越急行鐵道公司營運之北北線，為日本國內少數道岔設置可動式岔心之窄軌鐵路，且營運時速曾達 160 公里/小時，故特藉此出國考察之機會參訪此路線，了解其實際使用之經驗。

彈簧式轉轍器主要在轉轍器基座與連桿間，裝設一類似油壓缸之設備，藉由內部彈簧與油壓阻尼器之推力擠壓道岔尖軌，使尖軌保持密合並固定於定位方向，當列車自順向進入道岔時，可自然導引至另一股道，當列車自反向進入，則以車輪擠壓尖軌開通路線，當列車完全駛離後，尖軌受彈簧與油壓阻尼器之推力再回復定位。此設備不需人力或機器進行扳轉，可節省人力或較高費用裝設電動轉轍器，適合列車運行方向固定，道岔不需時常扳轉之路線，然而列車進入道岔速度有較大的限制，多半用於單線運轉的支線。

由於彈簧式轉轍器國內尚無使用之紀錄及經驗，因此本次出國參訪安排搭乘阪急嵐山線以及參訪江之島電鐵線，藉以了解此項設備實際運用情形。

（二）北越急行鐵道公司北北線簡介

北北線為北越急行鐵道公司唯一營運之路線，連接新瀉縣南魚沼市的六日町站與新瀉縣上越市的犀瀉站，路線長度 59.5 公里，採用窄軌軌距（1067mm）。於 1968 年日本國鐵時代動工新建，於 1980 年因隧道工程困難及其他因素暫停施工，後於 1984 年成立第三事業北越急行鐵道公司（由沿線的地方政府及企業或中央政府等共同出資所成立的鐵道公司，是 JR 及私鐵以外的另一種鐵道營運型態），北北線工程才得以持續。最初計畫為地方支線，非電化區間。後日本政府同意用高規格路線與新幹線連接，於 1989 年開始以高規格路線工程建設，經 8 年時間完成，於 1997 年 3 月啟用。

於 1989 年開始高規格化工程，雖全線設計為單線，設計時即已考量到高速運行需求，並以最高速度時速 200 公里建置，全線比照「新幹線」，除路線多以直線佈設，開鑿長隧道以減少坡度及當地冬季豪雪影響，總計隧道及橋梁分別占路線長度 67.8% 及 15.9%，而道岔在號誌站及部分車站則採用可動式岔心，以

利列車高速通過。

開通時最高級列車「白鷹」的最高運行速度為時速 140 公里，比一般日本鐵路在來線的最高時速 130 公里，還快 10 公里，全線於 2003 年 3 月達成時速 160 之營運目標，曾經是日本窄軌鐵路的營運速度紀錄保持者，且由於 JR 東日本及 JR 西日本聯營的特急「白鷹」列車廣受旅客歡迎，特急列車收益龐大令北越急行成為少數能夠從鐵路事業經營中獲利的日本第三部門鐵路公司，且是純利最高的日本第三部門鐵路公司。然而隨者北陸新幹線於 2015 年開通，所有白鷹號列車升格為新幹線列車改行駛新幹線，現行本線上行走的白鷹號列車已經全數停運，目前營運速度已降至 110 公里/小時。

ほくほく線 路線図



圖 43 北北線路線圖

ほくほく線 路線図



圖 44 北北線路線断面圖



圖 45 白鷹號列車及 HK 100 列車



圖 46 列車目前最快行駛速度為時速 110 公里



圖 47 北北線路線情況



圖 48 地下車站（僅設一座岸壁式月台）及松代站

（三）可動式岔心設置考察重點

10月19日上午由東京搭乘上越新幹線至越後湯澤站換車，經上越線至六日町站後，由北越急行渡邊社長帶領搭乘該公司HK 100型列車到松代站（まつだい），再到路線上參觀設置之可動式岔心之道岔，於現場進行提問及交流，並進行道岔扳轉，考察要點如下：

- 1、此項設備為因應列車高速通過需要而設置，而無高速通過需要的處所即未設置，並未全線設置。雖可動式岔心具有降低噪音之優點，然北北線位置較偏遠，人口居住不密集，並非設置之考量因素。
- 2、依北越急行公司人員說明，北北線啟用時營運速度並未直接達到時速160公里，因對當時來說，時速130公里以上是未知領域，故當時採1年約增加時速10公里方式測試，至2003年方達到營運速度時速160公里，當時1天26個班次，採9輛車廂編組，於2015年北路新幹線開通後，營運速度降至時速110公里，1天40個班次，1輛車廂編組。
- 3、北北線為日本國內在來線首次設置可動式岔心，整套道岔、床板等皆為客製設計，採用JIS-60鋼軌、合成枕木及整鑄式錳鋼岔心，於岔心端加裝一轉轍馬達以轉動岔心，岔心及尖軌進行連動，1年進行1次大型檢查。由於岔心為整鑄式，其構造連續，可提高岔心強度及穩定性，又因採用錳鋼材質，具有良好耐磨性及耐久性，故列車通過時除可降低振動，更可有效減少岔心磨耗量。再者，因目前列車運量已大幅減少，所以該可動式岔心鋪設至今約25年尚未更換，也未發生故障。



圖 49 與北越急行人員現場交流情形



圖 50 松代站可動式岔心道岔

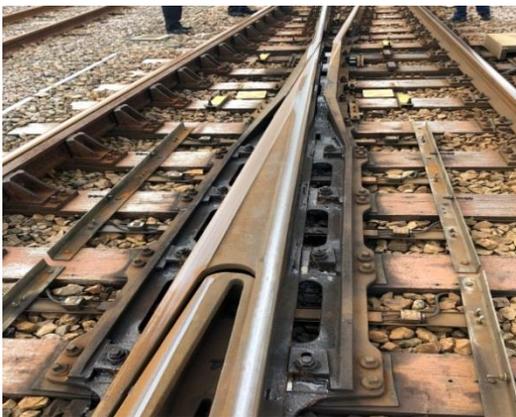


圖 51 可動式岔心近照



圖 52 道岔尖軌及道岔合成枕



圖 53 可動式岔心轉轍馬達

可動式岔心道岔與固定式岔心道岔優缺點比較：

1、優點：

- (1).可動式岔心道岔因鼻端連續，使軌距線不中斷，利於列車高速通過，於窄軌鐵路（北北線）通過速度可達時速 160 公里。
- (2).相較傳統固定式岔心道岔鼻端鋼軌不連續，列車車輪撞擊引發噪音及振動，因可動式岔心鼻端為連續段，可避免車輪撞擊所引發之振動及噪音。
- (3).可動式岔心鼻端為連續，避免車輪衝擊，進而延長岔心壽命。

2、缺點：

- (1).可動式岔心道岔較需再安裝岔心轉轍器及相關基鈹扣件，連鎖裝置需增加檢核點，使工務、電務介面更加複雜，增加養護難度。
- (2).可動式岔心與固定式岔心兩者電動轉轍器構造及電路系統不同，需考量整合相容性及可靠度。
- (3).且因可動式岔心需增加 1 組電動轉轍器，號誌設備現場維修工作將大幅增加。

(四) 江之島電鐵線簡介

江之島電鐵線為江之島電鐵的鐵路線，由神奈川縣藤澤市藤澤站起途經江之島站前往鎌倉市鎌倉站，路線長度 10 公里，採用窄軌軌距（1067mm），全線於 1910 年開通，其一大特色為腰越站至江之島站之間有一小段路線，列車是行駛在一般的道路而非專屬軌道區域內。

全路段為單線配置，其中有 4 個車站和 1 個號誌站佈設雙軌，可作為列車會車用，最高運行速度 60 公里/小時，道岔轉轍使用彈簧式轉轍器。



圖 54 江之島電鐵線路線圖



圖 55 路面軌道段及列車

(五) 彈簧式轉轍器設置考察重點

10月19日下午至藤澤站後，換乘江之島電鐵線至江之島站後，江之島電鐵人員帶領至路線實際觀察彈簧式轉轍器運作，並進行提問與交流，考察要點如下：

- 1、依現場觀察，道岔形式為關節式道岔，轉轍器類似閘柄式轉轍器再加裝油壓缸之設備，另於標誌部分之深藍色圓板加註白色 S 字樣。平時固定於定位，列車通過時變為反位，列車完全通過後約 5 秒回復至定位。
- 2、因此向設備完全採機械原理自行運作，無人員現場操作或監看，亦無連接號訊系統至車站，為避免列車通過後未自動回復定位或尖軌未完全靠密，使對向列車通過造成擠岔，於道岔前端約 30 公尺，另設置燈號顯示尖軌駛靠密，用以告警司機員。
- 3、本組道岔為鋼軌為 37 公斤級，採用合成枕，依江之電鐵人員表示，自 1980 年代鋪設完成，於 2012 年更新；彈簧式轉轍器於 2017 年更新。彈簧式轉轍器部分每 4 年須回廠調整 1 次，因此需準備 1 套備品用以替換。
- 4、日常保養方面，道岔部分和一般道岔相同，油壓缸部分無特別保養，僅床板由車站人員 2 個月上油 1 次。設置至今，僅於 10 年前故障 1 次，發生轉轍器未回復定位導致尖軌未靠密，經燈號告警後，司機員將列車停止後，至轉轍器位置以手動扳轉。
- 5、綜合江之電鐵線與 10 月 17 日阪急嵐山線之觀察，列車反向通過轉轍器時，並未有特殊晃動不穩或影響乘車舒適度的情形，軌距與鋼軌重量對轉轍器作用也無影響。



圖 56 與江之島電鐵人員現場交流情形

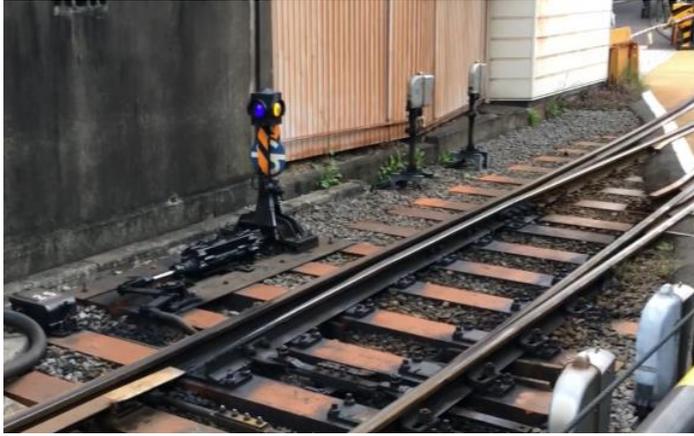


圖 57 彈簧式轉轍器現場照



圖 58 轉轍器油壓缸近照



圖 59 轉轍拉桿與拐軸部分



圖 60 阪急嵐山線彈簧式轉轍器

彈簧式轉轍器與普通轉轍器優缺點比較：

1、優點：

- (1).彈簧式轉轍器因固定開通方向，無人為開通方向錯誤之問題。
- (2).因藉由油壓缸之設備內部彈簧與油壓阻尼器保持及回復固定開通方向，不須人力扳轉，降低人力需求。
- (3).相較普通轉轍器僅增加油壓缸設備，現場養護作業增加有限。

2、缺點：

- (1).列車順向進入道岔卻不需要改變股道時，仍需由人力進行扳轉，不適合需要常變換道岔開通方向之站場或路線。
- (2).油壓缸設備須定期回廠調整，使用單位如無相關技術或配合廠商，可能或造成設備故障。

肆、參訪心得及建議

(一) 參訪心得

- 一、依據本次參訪及相關文獻資料，道岔配置可動式岔心後，藉由岔心可動消除固定式岔心鋼軌不連續處引發之問題，使列車可用較高速度通過，並消除岔心處輪軌撞擊引發之振動及噪音。高速鐵路及北北線即為了高速運行需求而設置，以使用窄軌設計之北北線營運速度達時速 160 公里；對照臺中捷運或臺北捷運環狀線設置目的為減振降噪。因此，依臺鐵局目前最高營運速度為時速 130 公里，降低噪音即為使用可動式岔心之最重要目的
- 二、如同道岔設計，可動式岔心道岔設計製造技術已相當成熟，而各廠商也有其特殊設計，且多有專利權，在岔心及床板部分通用性低，於後續維修備品準備及採購，在規範訂定及圖面使用將遇到專利問題，或只能使用原廠產品。同時，國際上可動式岔心道岔多為標準軌距，窄軌鐵路使用之單位甚少，廠商製造將為純客製化設計及開模，若採購數量未達經濟規模，可能面臨無廠商願意製造或單價極高之問題。

同時，若不同鐵道建設計畫採用不同廠商之產品，臺鐵局路線可能將有 2 種以上之可動式岔心道岔，且數量皆少的情形，養護維修及備品準備將更加困難，考量臺鐵局長年面臨單一設備而有多種廠牌衍伸之各種問題，新式設備又有多種廠牌將更增加負擔。
- 三、參考北北線之使用經驗，道岔可動式岔心部分使用約 25 年尚無更換紀錄，相較固定式岔心道岔之岔心約 5 年需更換 1 次，顯示其磨耗及損壞頻率是很低的，不過考量該路線無論於高速行駛階段或現今降速行駛階段，其每日班次行駛密度及每班次車廂數相較臺鐵局是很低的，若用於臺鐵局路線損壞頻率可能較為提高。
- 四、以本次參訪了解及相關資料得知，目前日本鐵路裝設月台門之車站比例尚不高，主要原因仍為列車車種型式眾多，而不同種類之列車長度、車門間距及停車位置均不相同，導致設置月台門仍有困難，然而，以大阪車站而言，除有 1 側月台已設置鋼索式月台門外，另有一側月台正進行雙滑門式月台門施工，且據了解，JR 西日本於大阪周遭地區開始有較大規模月台門建置計畫，預計再於 10~20 座車站設置月台門，主要評估考量為車站每日進出人次達 10 萬，即達設置標準，顯見日本鐵路月台門設置已逐漸脫離評估階段。

五、JR 西日本在面臨員工年齡斷層的問題，以留存及傳承資深人員之經驗為應對方法，以電子化、文字化及數量化有系統地保存及教授，講師也以退休及資深人員為主，加上較長時間的訓練及較頻繁的回訓，以及良好場地的實習，增加資淺人員的經驗，克服員工青黃不接衍生的路線養護品質不佳之問題。

六、JR 西日本培訓中心的訓練除以專業分類，更針對不同年資及階級有不同的課程，加上相關證照班別，提供課程的專業完整，並且定期開班，課程天數從新進人員的數月到回訓專業班別的數天皆有。

現場實習部分則由良好並接近現場的實習線提供，實習線全依現場狀況配置路線、相關設備，現場有使用之設備同樣布置於實習線，藉此提供訓練人員有效的實習經驗，此部分值得臺鐵局建置實習線參考。

七、綜合五、六點，臺鐵局現今亦採取類似方法的保留資深人員之經驗，然而現場人員不足工作繁重，較難定期派員回訓，以及接受人員較長期的訓練，導致在部分課程不易定期開班，另外，員工訓中心能量不足亦難以提供長時間的訓練，目前期望近期招考補足之人力受訓後，回到現場減緩人力不足的壓力，同藉由建立第二訓練基地，包含實習線的建置，提升訓練能量，並提供良好及足夠的訓練。

參考 JR 西日本之認定，一名與員工需在訓練中心反覆回訓以及現場作業，合計約 3 年方有獨立作業之能力，需投入足夠之資源才能達到訓練目的，而人員養成極為不易，因此如何保留人才一直都是，未來也是臺鐵局極為重要的課題。

(二) 建議

一、由於降低噪音為使用可動式岔心之最重要目的，考量採用此項設備而增加的配合措施及可能風險，包含人員訓練、建立維修保養程序、備品準備以及號訊系統相容性及穩定等，建議應先綜合評估各種減振降噪方案後，當道岔配置可動岔心效益較高時，再考慮設置。

二、臺鐵局作為營運單位，設備之養護維修訓練及備品準備至為重要，因此，若多項鐵道建設計畫皆有使用需求，建議考慮可動式岔心道岔部分採購招標可設計皆交由同一廠商製造，增加廠商製造意願降低單價，並使養護維修及備品單純化。同時，可於工程施作或採購整組道岔時，包含較多數量之備品，較長之保固期，以及於保固期間定期提供養護訓練。

三、經現場考察彈簧式轉轍器之使用，並參考江之島電鐵人員之經驗，本項設備設置容易，故障機率極低，可有效減少人力需求，且不需人力

扳轉亦減少人為錯誤可能性，且抽換調整頻率不高，考量臺鐵局集集線為單線運轉，營運速度也不高，部分道岔應適合使用此項設備。

四、對臺鐵局而言，設置月台門最大的困難之一為車種型式繁多，而不同車型的車廂輛數、車廂長度、車門位置間距及車門數量均有不同，因此月台門開門幅度越大，應越能對應更多車型、車門位置間距及車門數量。就本次參訪之 3 座車站以開門幅度來說，滑門式月台門約 2.6 公尺；雙滑門式月台門約 4~5 公尺；鋼索式月台門可達 8.5 公尺，應以雙滑門式及鋼索式較適合臺鐵局的車站。

雙滑門式雖比鋼索式更能阻止人員侵入軌道，然而月台門版較重以及月台門柱較厚（為容納 2 片門版）為其缺點，考量臺鐵局有很多月台之邊緣距離樓梯、電梯、電扶梯、候車室等建物之淨距離僅 1 公尺，若設置雙滑門式月台門旅客恐難通行。

五、目前日本鐵路月台門仍採人工控制，主要由車長負責，於培訓中心亦有模擬機練習此一月台門開啟作業。考量臺鐵局車長工作繁重，以及現有號誌系統之穩定性，建議採用光電偵測車門開啟連動開啟月台門方式，以與號誌系統脫勾，簡化操作方便性，減少人員負擔，並降低整合成本。