

# 第 3 章 心得及建議

## 3.1 有關車站安全意識部分

日本鐵道公司對安全極為重視，在大阪環市線每個車廂中，都有配置及張貼防處爆裂物之作法，如照片 3-1 車廂張貼防處爆裂物之海報及照片 3-2 防處爆裂物作法。且幾乎新站設置或改建時（包括東京、靜岡、米原、京都.....等車站）都有分類處理之透明垃圾桶，如照片 3-3 東京車站透明垃圾桶，強調對反恐及爆裂物之重視。同時，火車駕駛艙與車長室透明度高，如照片 3-4 透明的車長室，顧客可以看到執勤中駕駛與列車長之一舉一動，間接監督駕駛執勤，提高列車行駛之安全度。並可供生動活潑的鐵道教育及體驗。



照片 3-1 車廂張貼防處爆裂物之海報



照片 3-2 防處爆裂物作法



照片 3-3 東京車站透明垃圾桶



照片 3-4 透明的車長室

## 3.2 廣告空間出租

### 3.2.1 JR 車站及車廂設置廣告情形

1、車站方面：JR 車站廣告大致分為 3 類

(1). 柱面：不論方形柱及圓形柱，除設置必要指標外，大多數皆設有廣告版面，版面有海報型、燈箱型、數位型等。(如照片 3-5~照片 3-12)



照片 3-5 新千歲車站-圓形柱燈箱廣告



照片 3-6 新千歲車站-方形柱數位廣告



照片 3-7 札幌車站-方形柱燈箱廣告



照片 3-8 新宿車站-方形柱燈照海報廣告



照片 3-9 新宿車站-方形柱燈箱廣告



照片 3-10 名古屋車站-方形柱燈箱廣告



照片 3-11 大阪車站-數位型廣告



照片 3-12 大阪車站-數位型廣告

(2). 牆面：牆壁面主要在於設置相關指標，廣告空間主要設置在上下樓梯附近、通道及交叉轉角處，其他視人潮多寡選擇設置。(如照片 3-13 照片 3-13 札幌車站-上下樓梯處~照片 3-20)



照片 3-13 札幌車站-上下樓梯處燈箱及海報式廣告



照片 3-14 札幌車站-通道處燈箱及海報式廣告





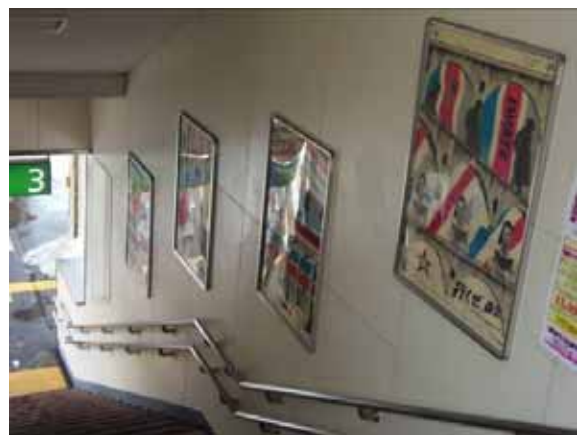
照片 3-15 東京地區車站-上下樓梯處燈箱廣告



照片 3-16 東京地區車站-通道處廣告



照片 3-17 東京地區車站-交叉轉角處海報廣告



照片 3-18 東京地區車站-上下樓梯處海報廣告



照片 3-19 東京地區車站-上下樓梯處燈箱廣告



照片 3-20 東京地區車站-通道處燈箱廣告

(3). 柱子或牆面上方在較長通廊設置一系列數位燈箱或液晶 (LED) 螢幕。(如照片 3-21~照片 3-26)



照片 3-21 新宿車站-通廊柱面數位廣告



照片 3-22 新千歲車站-通廊牆面燈箱廣告



照片 3-23 新千歲車站-通廊牆面燈箱廣告



照片 3-24 札幌車站-通廊柱面燈箱廣告



照片 3-25 札幌車站-通廊柱面燈箱廣告



照片 3-26 東京地區車站-通道柱面燈箱廣告

## 2、月台層方面：

JR 月台層有地下月台、地面月台、高架月台，不論何種形式月台，大多數設有大型廣告看板，地下層設於月台牆壁面居多，兩月台中間設置較少，其他月台層另行設置架子支撐廣告版面。燈光顯示分為燈箱型與燈照型 2 種。(如



照片 3-27~照片 3-34)



照片 3-27 東京地區車站-月台層柱面燈箱廣告



照片 3-28 東京地區車站地下月台層牆面燈箱廣告



照片 3-29 東京地區車站-牆面燈照廣告



照片 3-30 東京地區車站-月台間燈照廣告



照片 3-31 東京地區車站-月台間燈照廣告



照片 3-32 名古屋地區車站-月台層燈箱廣告



照片 3-33 名古屋地區車站-月台層廣告



照片 3-34 新千歲車站-地下月台層牆面燈箱廣告

### 3、車廂方面：

- (1). JR 新幹線列車及長途列車，僅於車廂兩端壁面設置廣告版面。(如照片 3-35~照片 3-36)
- (2). JR 短途、通勤、通學、區間列車(捷運化)皆設有廣告空間，除在車廂兩端壁面設置外，在車廂門開啓兩側壁面亦設有廣告版面；並且在置物架上方也設置廣告空間；甚至在兩側拉環中間同樣設置廣告，少部分設置數位燈箱。(如照片 3-37~照片 3-46)



照片 3-35 新幹線列車-兩端壁面廣告



照片 3-36 新幹線列車-兩端壁面廣告



照片 3-37 通勤電車車頂之海報廣告



照片 3-38 通勤電車行李架上方之海報廣告



照片 3-39 通勤電車車頂之海報廣告



照片 3-40 通勤電車行李架上方之海報廣告



照片 3-41 通勤電車中車門兩旁之海報廣告



照片 3-42 通勤電車之數位行駛  
資訊顯示及廣告顯示





照片 3-43 通勤電車中車門兩旁之海報廣告



照片 3-44 通勤電車車頂之海報廣告



照片 3-45 通勤電車車頂之海報廣告



照片 3-46 通勤電車之數位顯示廣告

### 3.2.2 JR 設置廣告空間評論

#### 1、車站部份：

- (1). JR 車站內設置廣告可視為被鼓勵的。
- (2). 廣告版面大小皆為相同，可視為通用設計。
- (3). 柱面廣告顯然是嵌入式設計，防止行人旅客碰撞，可視為工程設計時已規劃妥當。
- (4). 廣告版面設置整齊一致，顯得美觀。
- (5). 包覆柱子方式廣告較為稀少，僅見於特殊位置或狀況。
- (6). 牆壁式廣告在厚度方面盡量縮小，防止碰撞。
- (7). 通廊兩側壁面設置廣告燈箱有增加照明效果。

#### 2、月台部分：

JR 月台層燈箱廣告設置，其大小顯有因地制宜情形，且有多元化狀況。

### 3、 車廂部分：

JR 車廂廣告空間亦可視為被鼓勵。其廣告空間位置及版面大小皆為統一型式，亦可被視為通用設計。

### 3.2.3 本局與 JR 比較或可學習之處：

- 1、 本局廣告一向無統一做法，為節省成本，所有廣告空間設置費用皆由廣告公司負責，自然造成各行其是之廣告空間佈置。雖然地下層月台在建造車站時已設置，但在臺灣缺乏廣告誘因，與台北捷運公司一樣，鮮有客戶願做廣告，並無任何收入。在台北車站 B1 層東通廊建造時同時設有廣告空間，因人潮通行較多，獲得廣告客戶點頭，故形成與日本 JR 通廊相同效果。
- 2、 為今之計，今後做法，宜在 1 至 3 年內逐漸將各車站廣告空間固定化，版面大小訂定相同規格，重新開始，可使車站未來美觀化與 JR 相似。
- 3、 今後新建車站亦應同步先規劃好廣告空間位置，儘量設置嵌入式廣告空間，減少旅客碰撞兼顧美觀，同時納入通用設計。
- 4、 露天型月台層可視需要設置大型燈箱式廣告，提供本局業務宣傳及美化車站之用。

### 3.3 有關體驗 JR 北海道觀光列車部分

北海道旅客鐵道釧路支社所推出「濕原號」列車成功的心得：

「濕原號」列車從 2000 年營運至今已 11 年的歷史，為何參訪民眾逐漸年增加，更於今年(2012 年)3 月 12 日與本局 CK124 締結姐妹列車，將會再造成另一波的人潮。

經過親自參訪及資料研究，可歸納「濕原號」列車成功經營所擁有的特色，可分為下列因素：

- 1、活動設計：本列車的活動設計分為活動前、出發時及行程中的規劃和車上服務有其特色，茲分述如下：
  - (1). 活動前的設計：當「濕原號」要開車當日，列車很早就進入月台，讓民眾拍照的機會，如照片 3-47 旅客與機車合照，連機車駕駛台都是允許拍照的。
  - (2). 出發時的設計：當要開車時便有一群志工及員工在月台上，非常愉悅的歡送所有的旅客，照片 3-48 歡送列車的人員，讓人有備受尊崇的感覺，也讓車上的旅客高興的展開旅程。



照片 3-47 旅客與機車合照



照片 3-48 歡送列車的人員

- (3). 行程中的規劃及車上服務：

- (a). 行程的書面資料發放：由服務人員先送上本行程的書面資料，如照片 3-49 介紹行程的 DM，其中包括路線說明、沿路風光介紹、票價的種類、介紹其他景點、車上的設施及車上販賣商品等資料。



- (b). 贈送乘車證明書：爲了滿足旅客留下乘車紀念的需求，列車行駛中便贈送乘車證明書，如照片 3-50 乘車證明書，證明書內容有有活動的 LOGO、車輛圖形及乘車時間。
- (c). 當地旅遊介紹資料提供：車上有一空間，如照片 3-51 置放資訊的空間，備妥所有相關本行程的文宣及當地旅遊介紹，而且是免費拿取，並且更備有紀念戳章，供旅客留下回憶。



照片 3-49 介紹行程的 DM



照片 3-50 乘車證明書



照片 3-51 置放資訊的空間



照片 3-52 販賣紀念商品

- (d). 販賣只有車上限賣的商品：從列車開車前至行程中，此空間是車上最擁擠的地方，如照片 3-52 販賣紀念商品，擠滿了購物的旅客。
- (e). 提供車上服務人員制服及標牌：便利旅客拍照紀念，如照片 3-53 穿制服拍照的小孩。
- (f). 不同語言的翻譯：爲了服務不同國家的旅客，車上安排了工讀生來從

事翻譯的工作，盡量減少語言上的隔閡。

- (g). 專人的說明：於機車後方，加掛守車並安排專人解說，如照片 3-54 親切的解說人員，針對沿途景點、車上設備及 C11 機車解說。
- (h). 安排列車交會：在回程中刻意安排一個停約 20 分中的交會，不僅可以讓旅客下車參觀車站，更再一次提供旅客照相的機會，而且讓旅客捕捉到另一列車對面開來的照片，如照片 3-55 塘路湖站交會。



照片 3-53 穿制服拍照的小孩



照片 3-54 親切的解說人員



照片 3-55 塘路湖站交會



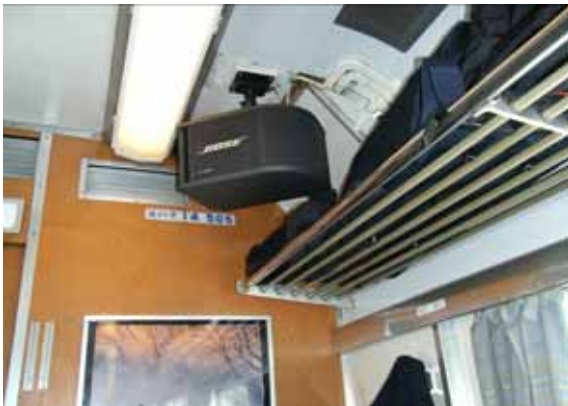
照片 3-56 易於交談的車廂設計

2、車上的規劃：本列車爲了讓在活動中的旅客更容易欣賞風景，車上也有添加創意的設計：

- (1). 座椅的設計：以 4 人對座的座椅設計，如照片 3-56 易於交談的車廂設計，讓旅客交談及欣賞風景更加容易。
- (2). 播音設備的加強：因爲了讓旅客聽清楚播音內容，爲了克服原車廂播音設備不良的問題，更加設外接的音響，如照片 3-57 外接的播音系統。
- (3). 近距離觀賞機車平台：於機車後方車廂特別規劃一個守車，並設計可近距

離的接近機車，除了可聽到列車行進中機車所發生震撼人心的聲音外，更可欣賞沿路的風景。

- (4). 整體的標示設計：無論是 LOGO、車名牌、列車車序牌及所有的標示皆是一致性且經過精心設計，如照片 3-58 整體的標示設計，無論您從上述的任何指示標示去辨識，就可清楚了解你所搭的就是「濕原號」列車。



照片 3-57 外接的播音系統



照片 3-58 整體的標示設計

3、外部條件：除了活動設計及車上規畫以外的條件，更有值得去學習的精神及理念，如下所列：

- (1). 旅遊指南的周全化：為了營造整體觀光旅遊的活動，所有應有的旅遊資訊皆擁有且免費提供，例如釧路新體驗徹底指南書、釧路市區圖及釧路駕車指引地圖，如照片 3-59 中文的駕車導覽地圖，而且有不同語言的導覽資料。
- (2). 宣傳的普遍化：宣傳工作不止於車站部分，而是不僅在網路或相關媒體的宣傳，更普及在機場或旅館，皆可以看到相關的資料。
- (3). 參與的全面化：此活動在本地被視為全地區的工作，就從本次參訪時的歡迎會中可窺視端倪，當日參加歡迎會的成員包括行政單位的市長、議會的議長、媒體的代表及當地地區社團代表。
- (4). 沿線風光的多樣化：本列車行駛的地區是屬於保護的濕原(溼地)，沿路風光真是讓人目不暇給，除了可以看到日本國寶鳥丹頂鶴，如照片 3-60 在雪地嬉戲的丹頂鶴，更可欣賞到成群的野生鹿馳騁及覓食在山林裡，而且整個地區風景是多變的，一時是平原，一時又是河流及小山坡，讓人陶醉的這個如詩如畫的環境裏。





照片 3-59 中文的駕車導覽地圖



照片 3-60 在雪地嬉戲的丹頂鶴

本局於 102 年 3 月 12 日與北海道旅客鐵道釧路支社完成，CK124 與 C11 締結為姐妹列車的儀式，並且將於今年 6 月 9 日起於三支線及花蓮行駛 CK124 列車，更訂名為「仲夏寶島號」蒸汽懷舊觀光郵輪式列車，在了解日本方面經營濕原號列車的各種值得借鏡的長處後，並在往後加以改良及應用，相信如此我們便朝著國際化觀光的活動跨出一大步。

### 3.4 鐵道博物館經營管理

博物館除了有豐富的列車展示外，最重要還有整個磁浮列車的發展及其利用的原理，而其表現的方式是利用模型的說明及參觀的人直接操作的方法，給參觀的人印象深刻，且透過互動方式讓人有深入其境的感覺。

再此博物館亦有一個教育的功能，如轉轍器操作原理、地震時安全措施及行車控制的原理等，都透過簡單的實際操作，讓參觀的人很容易了解鐵路的安全及各種操作的道理，這是值得我們去學習的。

本館開館約 1 年，參觀人數已超過 10 萬人，確實發揮出博物館的功能，但全館有員工有 61 人，如照片 3-61 大門接待處人員及照片 3-62 紀念品商店人員再加上清潔外包的成本，雖有門票及紀念品銷售的收入，恐怕還是入不敷出，在我們也要設置鐵路博物館之際，此建置成本及維護成本皆需要加以考慮。



照片 3-61 大門接待處人員



照片 3-62 紀念品商店人員

### 3.5 有關路線建設及維修保養部分

#### 3.5.1 高運量地段提早規劃雙複線（複複線）

一般路線多為雙軌；即 1 組複線，當路線容量不足時最簡易作法就是在原有路線旁增建 1 組複線去提升運量就是所謂雙複線（複複線），甚至追加至 3 組複線稱為三複線。雙複線的運轉方式有分為方向別與路線別兩種，各有各的優劣點。方向別運轉一般如圖 3-1 (a) 所示，以中間 2 股線（A 線）為一組的上下行正線，外側 2 股線（B 線）為另外一組正線之方式。路線別運轉方式如圖 3-1 (b) 所示，以一側之 2 股線（A 線）為一組正線，另一側之 2 股線（B 線）為一組正線所形成之方式。

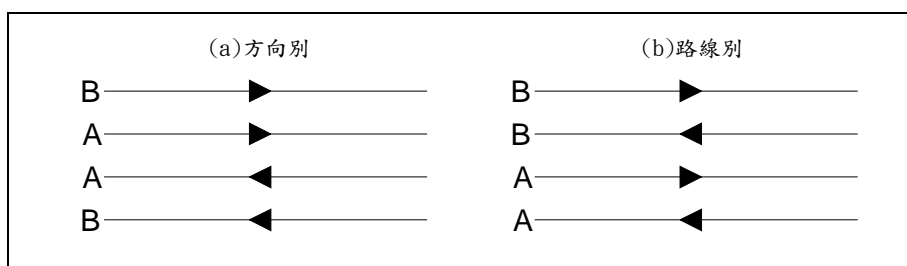


圖 3-1 路線的使用方式

另外從營業運轉等的利用者觀點看，如圖 3-2 (a) 所示慢速與快速車的轉乘方便，同時有事故或確保維修空間等，要進行運轉路線變更較為容易，故以方向別較為有利，如照片 3-63 東海道本線塚本車站及照片 3-64 右側通過線及月台柵欄。若快速車不停靠外側線時外側不必設月台或設置月台柵欄，如圖 3-2 (b)。

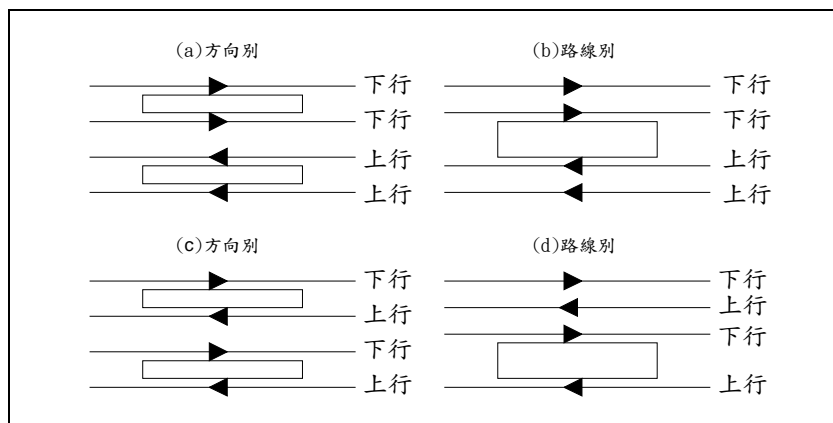


圖 3-2 雙複線的中間站



若用地取得容易，運轉控制系統不同時（ATC 與 ATS）客貨分離之線區則以運轉別較為有利，如圖 3-2（c）。若有一組上下行路線列車不停靠時亦可不必設月台如圖 3-2（d）。



照片 3-63 東海道本線塚本車站



照片 3-64 右側通過線及月台柵欄

### 3.5.2 旅客車站優化設計

#### 1. 車站通過線安全考量

對於有通過列車的車站可參考如照片 3-65 新幹線小田原站通過線不臨月台，高速列車通過所引起風壓不致對月台旅客造成危害。在來線可參考 JR 東海道本線（JR 神戶線）的塚本車站，該站為雙複線區間為確保旅客安全因此通過現設置柵欄防護設施，照片 3-66 在來線塚本站通過線設月台柵欄。



照片 3-65 新幹線小田原站通過線不臨月台



照片 3-66 在來線塚本站通過線設月台柵欄



照片 3-67 柱桿林立的月台



照片 3-68 山手線濱湊町車站

## 2. 月台空間檢討

本局月台普遍有過小或空間問題，如照片 3-67 柱桿林立的月台，特別在天橋或地下道出入口處，「鐵路建設作業程序」對於月台邊緣與建築物之間距月台邊緣與建築物間之距離規定如下：

月台上的柱子最外側與月台邊緣：1m 以上。

天橋、地下道之入口，候車室牆柱外側：1.5m 以上。

以上規定數據係最下限值，且未說明月台寬度計算方式，因此以目前月台淨空常有不足問題，可參考日本月台寬度計算式有改善工程順位計算式及大都市通勤站計算。並將柱桿整合將月台空留給旅客，如照片 3-68 山手線濱湊町車站，月台寬度不大；影響旅客上下車只剩兩棚柱。

### 3.5.3 軌道重軌化

日本新幹線與臺灣高鐵使用 JIS-60kg 鋼軌，在來線部份依『軌道整備心得』-「路線依其輸送量及重要性分 1 級線、2 級線、3 級線、4 級線四等級」（各線等級參閱「線路區間別線路等級表」）。再依『軌道構造基準』對於使用鋼軌規定—（1）使用於正線上之鋼軌應在下列所規定之鋼軌重量以上。但 2 級線及 1 級線以及 1 級線之副正線可視使用頻度採用 50N。（2）重要側線比照 4 級線。

|      |                 |
|------|-----------------|
| 1 級線 | 60              |
| 2 級線 | 60              |
| 3 級線 | 50N(含 50T 及 50) |
| 4 級線 | 50N(含 50T 級 50) |

本局正線採用 2 種不同規格鋼軌 UIC60kg、JIS-50kgN 鋼軌，考量列車

提速並參考北越急行作法，在來線高速運轉區間鋼軌應提升至 60kg 級，斷面尺寸如圖 3-3 UIC-60kg/JIS-60kg/JIS-50kg-N 鋼軌斷面圖所示。鋼軌尺寸變更過程因應不同尺寸鋼軌時採用不同鋼軌斷面之異形鋼軌連接，如照片 3-69 塚本車站異形鋼軌所示。為加強軌道橫向阻力防止軌道挫屈時應在 PC 枕木端部安裝防挫屈板，如照片 3-70 防挫屈板。

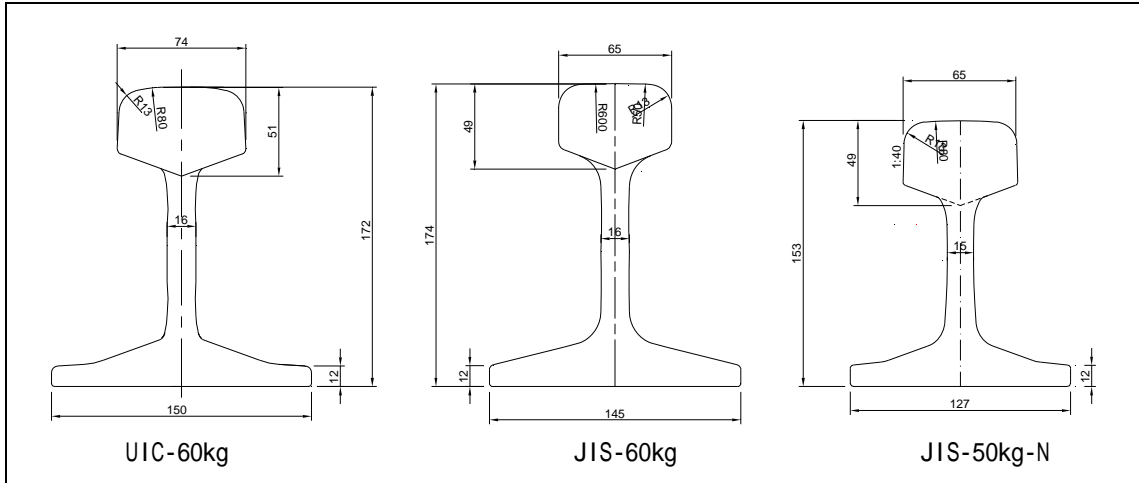


圖 3-3 UIC-60kg/JIS-60kg/JIS-50kg-N 鋼軌斷面圖



照片 3-69 塚本車站異形鋼軌



照片 3-70 防挫屈板

### 3.5.4 軌道長軌化

德國在 1926 開始發展連續長焊鋼軌 (Continuous Welded Rail) 簡稱長軌，1945 年規定為標準路線配備，日本在 1939 年在鶴見編組場內進行試鋪。而臺灣在 1970 年代鐵路電氣化時代引進臺灣鐵路。

長軌有下列優點：

- (1). 焊接鋼軌因無接頭，其軌道結構得以均勻強化。



- (2). 可減免接頭魚尾鈹等配件。
- (3). 能延長鋼軌壽年約三分之一。
- (4). 減少鋼軌磨損及扣件損壞。
- (5). 節省養路作業勞力約二分之一，且延長養路週期。
- (6). 減少車輛損傷及車輛彈簧斷裂。
- (7). 可節省牽引力約百分之五。
- (8). 提高行車速度。
- (9). 增加軌枕壽年。
- (10). 延長路基及道碴使用年限。
- (11). 減少車輛振動，增進乘車舒適感。
- (12). 減少行車噪音波及沿線居民。

日本新幹線正線除臨近東京都小半徑曲線段外幾乎全部是長軌，在來線則因經費及其他原因，局部尚未完全長軌化。特別在道岔部份，日本由於以下原因未將道岔與長焊鋼軌焊接成一體：

- (1). 號誌方面需要很多絕緣接頭。
- (2). 還沒有把錳鋼岔心與普通鋼軌焊接成一體的方法。
- (3). 2 種不同類型軌道焊接成一體，鋼軌的縱向力會增大。

對於岔心與鋼軌的連結，目前有三種比較通用的解決方案。

#### (1). 組合式岔心

是在工廠把鋼軌焊聯成整體岔心並進行熱處理予以加強，德國鐵路普遍採用組合式岔心。具有較高的耐磨性與較長的使用壽命，又可很方便的與普通鋼軌進行焊接，而不需採用特殊的焊接技術與焊接材料，如照片 3-71 組合式岔心所示。

#### (2). 錳鋼岔心過渡段

在工廠把錳鋼岔心兩端焊聯一塊過渡段，使鋼軌得以與過渡段焊接，從而解決錳鋼岔心與普通碳素鋼軌難以焊接的問題。在歐洲如奧地利、法國、英國等國在鑄造錳鋼岔心時，在岔心兩端焊接一段中間過渡段。該過渡軌塊主要是鋼的奧氏體組織，具有既能與高錳鋼焊接也能與普通材質的鋼軌焊接的性能，高雄捷運採用此法；如照片 3-72 高雄捷運錳鋼岔心過

渡段、照片 3-73 本局 UIC60 錳鋼岔心過渡段所示。



照片 3-71 組合式岔心



照片 3-72 高雄捷運錳鋼岔心過渡段



照片 3-73 本局 UIC60 錳鋼岔心過渡段



照片 3-74 夾膠無縫接頭

### (3). 夾膠接頭

前述方法對於新鋪或抽換道岔可行，但對於現有使用中道岔則無法使用。另外一種簡易方式就是利用高強度螺栓、魚尾鉞及膠結材料，以提高接頭阻力的方式處理。類似目前台鐵採用夾膠絕緣接頭方式（無須絕緣功能），來處理錳鋼岔心與普通鋼軌連結問題，如高鐵機廠線道岔採用此法；如照片 3-74、照片 3-75 曲線 EJ (R=800)所示。

【摘錄 文昇書局－新世紀鐵路工程學】

目前本局新採購道岔已採用錳鋼岔心過渡段方式，現有使用中道岔採夾膠接頭方式處理，還需加速推動。除上述道岔原因外還有伸縮接頭（Expansion Joint，EJ）的限制，依日本 JIS-1126 伸縮接頭種類區分曲線用（ $R = 400 \sim 3000m$ ）及直線用 2 類，如表 3-1 伸縮接頭種類及照片 3-75 曲線 EJ (R=800)，與曲線軌道相同的是外軌側鋼軌是比較容易發生磨耗，如照片

3-76 曲線 EJ 外軌磨耗情況，因此需要多準備備品。但台鐵目前僅採購直線形 EJ，大大限制了長軌的使用範圍。但如果道岔長軌化能夠推展那需要設置伸縮接頭的處所也將大幅降低。

表 3-1 伸縮接頭種類

| レールの種類       |     |            | 曲線用        |     |     |     |       |       |       |       |       |       | 直線用 |   |
|--------------|-----|------------|------------|-----|-----|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|---|
|              |     |            | 曲線半径 R (m) |     |     |     |       |       |       |       |       |       |     |   |
|              |     |            | 400        | 500 | 600 | 800 | 1 000 | 1 200 | 1 500 | 2 000 | 2 500 | 3 000 |     |   |
| 50kgN<br>レール | 50N | 普通レール      | ○          | ○   | ○   | ○   | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○   | ○ |
|              |     | 熱処理<br>レール | HH340      | ○   | ○   | ○   | ○     | ○     | ○     |       |       |       |     |   |
|              |     | レール        | HH370      | ○   | ○   | ○   | ○     | ○     | ○     |       |       |       |     |   |
| 60kg<br>レール  | 60  | 普通レール      | ○          | ○   | ○   | ○   | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○   | ○ |
|              |     | 熱処理<br>レール | HH340      | ○   | ○   | ○   | ○     | ○     | ○     |       |       |       |     |   |
|              |     | レール        | HH370      | ○   | ○   | ○   | ○     | ○     | ○     |       |       |       |     |   |

備考 直線用は付図 1 及び付図 2 の A 及び B を、曲線用は付図 1 及び付図 2 の C、D、E 及び F をそれぞれ示す。



照片 3-75 曲線 EJ (R=800)



照片 3-76 曲線 EJ 外軌磨耗情況

### 3.5.5 道岔 FFU 或 PC 化

合成枕木是由長玻璃纖維及強化硬質聚氨酯樹脂所構成複合材料而成形的枕木 (Fiber-reinforced Foamed Urethane, FFU)。日本鐵道總合研究所軌道材料研究室自 1980 年開始開發合成枕木，其優點是耐腐蝕、耐天候、耐疲勞、絕緣性佳、加工性能好、重量輕。合成枕木的重量與加工處理性與木枕相當，但在鐵路高腐蝕環境和高負載條件下，其耐久性是木材無法相比的。但目前合成枕木的單價還是比較高，因此使用場所和長期成本分析是很重要的，根據長期成本分析比較下日本鐵路使用在重要處之鋼軌接頭、道岔、鋼樑橋枕、省力



化軌道及伸縮接頭（EJ）等，如照片 3-77 合成枕木鋼軌接頭照片 3-78 合成枕木道岔照片 3-79 合成枕木橋枕照片 3-80 合成枕木省力化軌道 EJ。

合成枕木最大優點是如木枕般可採用螺旋道釘固定軌道，因此可適應各種廠牌道岔，惟單價較高。如無法採用合成枕木時則採 PC 枕方式，但道岔所有細部尺寸將無法變動，否則只有重新設計與更換墊板或 PC 枕木。



照片 3-77 合成枕木鋼軌接頭



照片 3-78 合成枕木道岔



照片 3-79 合成枕木橋枕



照片 3-80 合成枕木省力化軌道 EJ

### 3.5.6 軌道無碴化（省力化）

自鐵路發明以來鋼軌、枕木、石碴為構成鐵路的三要素，這個結構特性就是利用石碴變形或顆粒重組來吸收車輛運動所產生的能量。石碴軌道因列車的反覆載重而致石碴道床逐漸鬆弛，致使軌道逐漸失去原有平順性。當達到某一限度時，考量安全性及乘車舒適感；則必須恢復其原來幾何狀態，即稱為養路維修作業。這種路線維修作業頻率是隨著列車的通過數量與運轉速度增加而增大。然而；由於近年來列車速度與密度的增加、人事費用的增加、勞動人口的

不足、養護維修時間的縮短、維修標準的提高及由於大型養路機械作業產生的噪音及空氣污染等原因，逐漸給線路維修作業增加了非常大的困擾與限制。故對於近乎無需維修（Maintenance free）作業的軌道結構或稱為省力化軌道；逐漸被鐵路單位所提出。譬如用混凝土道床構築的軌道，雖然早已有之，但還僅限於一些特殊地段；特別是隧道地段因為考量淨空關係最早被採用，但一般軌道則因工程費用、施工進度、災害復舊等因素而未獲得普遍採用。

日本無碴（省力化）軌道型式繁多，如照片 3-81 E 型鋪裝軌道、照片 3-82 填充道床軌道、照片 3-83 TC 型省力化軌道、照片 3-84 小田急合成枕木直結軌道。都是本局可以參考與引用。

【摘錄 文昇書局－新世紀鐵路工程學】



照片 3-81 E 型鋪裝軌道



照片 3-82 填充道床軌道



照片 3-83 TC 型省力化軌道



照片 3-84 小田急合成枕木直結軌道

### 3.5.7 其他

上越新幹線在 2004 年新潟縣地震出軌事故後，作了一系列的防脫軌機制



研究與對策研討，其中一項是鋪設在可能發生強烈震動地區、高速通過轉轍器前方於軌距內設置「地震防脫護軌」，如圖 3-4 地震防脫護軌構想圖。該護軌跳脫過去作法，拆卸螺栓後可翻轉 180 度以供大型綜合礮道，但需要重新更換有預留孔枕木，如照片 3-85 預留安裝孔枕木。新枕木安裝固定金具，如照片 3-86 安裝固定金具。最後安裝護軌，如照片 3-87 新型防脫護軌。臺灣地震頻繁與日本相似，因地震出軌案例也僅有 2010 年臺灣高鐵甲仙地震出軌，但為防範未然也應考量長隧道、深橋樑或其他重要地段酌予考量安置防護措施。

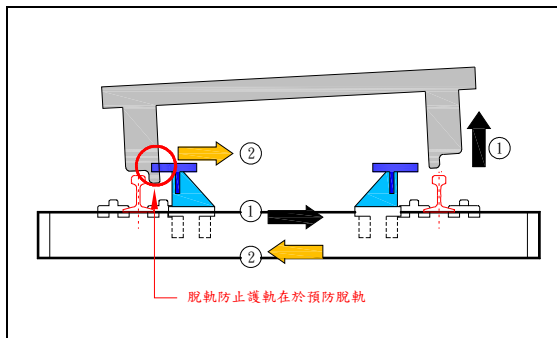


圖 3-4 地震防脫護軌構想圖



照片 3-85 預留安裝孔枕木



照片 3-86 安裝固定金具



照片 3-87 新型防脫護軌

日本對於勞工安全非常重視的國家，鐵路從業人員的安全以更高規格要求，在 JR 西日本發現路線間有「5 秒ルール」標示，如照片 3-88 5 秒規則。那是 JR 西日本在發生工作人員死傷行車事故後所訂定的地方性安全法規。對於曲線或特別指定地段路線作業時要求瞭望人員間隔 5 秒做 1 次確認，以確保工作人員的安全。





照片 3-88 5秒規則