

出國報告書（出國類別：其他）

## 城際電聯車 600 輛購車案 檢驗測試報告

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：朱華鈺 正工程司

蕭建廷 正工程司

吳昌諭 副工程司

派赴國家/地區：日本/東京、博多

出國期間：112年5月11日至5月25日

報告日期：112年7月31日

## 壹、 目錄

壹、 目錄 .....	i
貳、 目的 .....	1
參、 檢驗週報表 .....	2
肆、 車輛製造商及測試項目簡介 .....	5
一、 日立集團概述： .....	5
二、 笠戶工廠概述： .....	5
三、 日立笠戶製造工廠實績： .....	8
四、 電車線檢查車測試項目說明： .....	9
五、 檢驗過程 .....	10
(一). 定義與縮寫 .....	10
(二). 測試標準 .....	10
(三). 測試目的： .....	10
(四). 接觸力量測(最大/平均接觸力) .....	11
(五). 高度量測(接觸線動態高度) .....	14
(六). 偏差量測(接觸線動態偏差值) .....	18
(七). 磨耗量量測(接觸線磨耗量) .....	22
(八). 支點偵測(電線電桿位置-電桿號碼).....	25
(九). 電車線電桿位置量測(架空線電桿位置-電桿距離、里程).....	28
(一〇). 電車線高速檢測設備影像錄製.....	31
(一一). 接觸損失時間量測(離線率) .....	33
(一二). 重量量測 .....	37
(一三). 電壓波動測試 .....	40
(一四). 工具校正紀錄 .....	42
伍、 專題報告 .....	43
一、 電車線檢測設備日立先端科技股份有限公司簡介： .....	43
二、 HSL 公司軌道檢測設備簡介 .....	47
(一). 檢查規格 .....	47
(二). 測量項目 .....	47
(三). 定義與縮寫： .....	49
(四). 電車線檢測設備測試採用標準如下： .....	50
(五). 設備組成： .....	51
(六). 環境溫度及環境濕度 .....	53
(七). 量測條件 .....	53
(八). 車輛之介面規格 .....	53
(九). 設備規格 .....	54
陸、 心得及建議 .....	60
一、 心得 .....	60
(一). 日本 HSL 總公司及製造工廠測試後感想 .....	60
(二). 日立水戶工場感想 .....	61
(三). 日立製造工廠測試後感想 .....	62
(四). 台、日、韓車輛製造商合作心得感想 .....	63
二、 建議 .....	65

(一). 技術傳承，精確落實 .....	65
(二). 專職講師，落實操作 .....	66
(三). 永磁馬達，值得考量 .....	66

# 圖目錄

圖 1 笠戶工廠 .....	5
圖 2 鋁合金雙層結構 .....	7
圖 3 摩擦攪拌接合 FSW .....	7
圖 4 NC 加工 3D .....	7
圖 5 新幹線製造實績 .....	8
圖 6 單軌車輛實績 .....	8
圖 7 測試現場 .....	11
圖 8 接觸力測試 .....	11
圖 9 接觸力偵測器及振動治具 .....	12
圖 10 高度量測 .....	14
圖 11 高度量測示意圖 .....	14
圖 12 高度調整 .....	15
圖 13 高度調整 1 .....	15
圖 14 電車線偵測器 .....	15
圖 15 目標反射器底仰視 .....	16
圖 16 目標反射器 .....	16
圖 17 高度測試現場 .....	16
圖 18 磨耗檢測治具 .....	18
圖 19 磨耗量偵測器 .....	19
圖 20 偏表量測高度調整 .....	20
圖 21 偏差量測治具 .....	20
圖 22 磨耗偏差量測 .....	20
圖 23 磨耗量測高度調整 .....	20
圖 24 磨耗量測高度調整 1 .....	20
圖 25 磨耗偏差檢測治具示意圖 .....	22
圖 26 磨耗量測寬度治具 .....	23
圖 27 磨耗量測治具 .....	23
圖 28 支點檢測測試模擬 .....	25
圖 29 支點量測治具架設 .....	26
圖 30 支點量測 .....	26
圖 31 支點量測測試 .....	26
圖 32 支點量測治具(鏡子) .....	26
圖 33 支點量測測試(左側) .....	27
圖 34 支點量測測試(右側) .....	27
圖 35 電車線電桿量測示意圖 .....	28
圖 36 電車線量測 .....	29
圖 37 電車線量測結果 .....	29
圖 38 電車線量測結果 .....	29
圖 39 電車線量測結果 .....	29
圖 40 電車線量測結果 .....	29
圖 41 電車線量測結果 .....	29
圖 42 電車線高速檢測設備影像錄製示意 .....	31

圖 43 錄製現場 .....	32
圖 44 錄製現場 .....	32
圖 45 接觸損失時間量測示意圖 .....	33
圖 46 電弧偵測器 .....	34
圖 47 接觸損失時間量測.....	34
圖 48 接觸損失時間量測調整 .....	34
圖 49 電弧偵測試背視圖.....	35
圖 50 電弧偵測側視圖 .....	35
圖 51 電弧測試 .....	35
圖 52 電弧測試 .....	35
圖 53 重量量測_磨耗量偵測器 .....	37
圖 54 磨耗量偵測器重量.....	37
圖 55 高度偵測器重量.....	37
圖 56 重量量測_高度偵測器.....	37
圖 57 重量量測_集電弓監測單元 .....	37
圖 58 集規弓監測單元重量.....	37
圖 59 電弧偵測器重量結果.....	38
圖 60 電弧偵測器重量.....	38
圖 61 車輛姿態偵測器重量結果 .....	38
圖 62 車輛姿態偵測器重量.....	38
圖 63 控制單元重量結果.....	38
圖 64 控制單元重量 .....	38
圖 65 電壓波動測試說明.....	40
圖 66 低電壓 80V .....	41
圖 67 超額電壓 137.5V .....	41
圖 68ISO 14001：2015 證書.....	43
圖 69ISO 9001：2015 證書.....	43
圖 70HSL 人員合照.....	44
圖 71HSL 製造工廠.....	44
圖 72HSL 總公司合影.....	44
圖 73HSL 公司產品 .....	44
圖 74HSL 公司產品 1 .....	44
圖 75 位移計檢測裝置 2 次元.....	45
圖 76 慣性法檢測裝置.....	45
圖 77 光截式檢查裝置.....	45
圖 78 軌道監控裝置 .....	45
圖 79 電車線非接觸式檢查裝置 .....	45
圖 80 車輛底部電射檢測裝置 .....	47
圖 81 實績 Doctor yellow .....	47
圖 82 軌道高低差異測量.....	47
圖 83 軌道左右方向的變形.....	48
圖 84 軌距及水平 .....	48
圖 85 軌道平面性 .....	48
圖 86 檢測設備 .....	51

圖 87 檢測示意圖 .....	52
圖 88 磨耗量檢測器 .....	54
圖 89 磨耗量檢測器安裝示意圖 .....	55
圖 90 磨耗量檢測器功能示意圖 .....	55
圖 91 高度偵測器實體 .....	56
圖 92 電弧偵測器側視圖 .....	57
圖 93 電弧偵測器 .....	57
圖 94 集電弓監控單元實體 .....	57
圖 95 接觸力偵測器實體圖 .....	58
圖 96 外部硬碟存取箱 .....	59
圖 97 外部硬碟存取箱側視 .....	59
圖 98HSL 總公司會議 .....	60
圖 99HSL 會議室電子看板 .....	60
圖 100ED151 電力機車 .....	61
圖 101 電力機車說明圖 .....	61
圖 102 笠戶工廠合照 .....	62
圖 103 笠戶工廠合照 1 .....	62

## 表目錄

表 1 第一週報表.....	2
表 2 第二週報表.....	3
表 3 第三週報表.....	4
表 4 縮寫表.....	10
表 5 各頻率量測結果 .....	12
表 6 各頻率量測結果 .....	12
表 7 各頻率量測結果 .....	13
表 8 各頻率量測結果 .....	13
表 9 接觸力量測判定結果.....	13
表 10 高度量測結果.....	17
表 11 高度量測結果 1.....	17
表 12 高度量測判定結果 .....	17
表 13 偏差量測結果.....	21
表 14 偏差量測判定結果 .....	21
表 15 磨耗量量測結果 .....	24
表 16 磨耗量量測判定結果.....	24
表 17 支點偵測判定結果 .....	27
表 18 電車線電桿位置量測結果.....	30
表 19 電車線電桿位置判定結果.....	30
表 20 電弧偵測量測結果 .....	36
表 21 電弧偵測判定結果 .....	36
表 22 重量量測判定結果統計表.....	39
表 23 電壓波動判定結果 .....	41
表 24 HSL 檢測事業項目表.....	46
表 25 檢查規格.....	47
表 26 定義與縮寫表.....	49
表 27 檢測設備組成表 .....	51

## 貳、 目的

- 一、 臺灣因地狹人稠，整體交通十分仰賴大眾運輸系統，營運多年的臺鐵正面臨設備與車輛老舊問題，為汰換老舊車輛以提供更安全、舒適又便捷的運輸運具，積極進行「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫」項下「城際電聯車 600 輛」為其中購車案之一，本購車案由台灣日立股份有限公司得標，決標金額：換算新臺幣約 442 億 9,122 萬元，107 年 12 月 26 日簽約，至 113 年全部交車完成並投入營運，本局為確保車輛製作品質、了解車輛結構組裝並提升維修技術、降低故障率，以增進行車安全等目的。
- 二、 城際電聯車 600 輛購車案，採購歷程 106 年 12 月重新公告並採最有利標方式對外公開招標。107 年 5 月進行第一次開標時，僅日本日立製作所與瑞士施泰德鐵路 (Stadler Rail) 兩家公司投標而宣布流標。107 年 10 月進行第二次開標時，兩家公司皆符合資格審查並同時進入評選程序。107 年 12 月 26 日臺鐵宣布本型車由日立製作所得標，採購預算新台幣 442.9 億元，隨後於 2019 年 1 月 15 日完成簽約。
- 三、 EMU3000 型是臺鐵局最新型城際電聯車，每列車組採用 12 輛固定編組總共採購 50 列 600 輛，其中第 23~26 編組 (4 列 48 輛) 作為觀光列車之用、第 37、38 編組 (2 列 24 輛) 設有電車線檢查設備，為本局繼 2006 年採購太魯閣 (8 列車組 64 輛) 及 2012 年採購普悠瑪 (19 列 38 組 152 輛) 傾斜式電聯車之後，再度採購之城際電聯車，也是目前本局採購數量最多之單一車型電聯車，交車期程為 110 年至 113 年。
- 四、 為確保城際電聯車 600 輛電車線檢查車之製造品質，本批檢驗人員於 112 年 5 月 11 日起至 5 月 25 日止，會同台灣德國萊因技術監護顧問股份有限公司 (獨立驗證與認證 IV&V)，至日本東京及笠戶製造工廠，進行為期 15 天檢驗測試相關工作。以確認車輛性能及製造品質符合規範要求，並可藉由此機會學習當地相關維修管理思維及技術，俾利提升本局未來車輛維修技術觀念。



參、 檢驗週報表

表 1 第一週報表

城際電聯車600輛購案出國檢驗測試		
期間	自112年5月11日至112年5月14日	
日期	星期	辦理事項
5月11日	四	自松山機場→日本東京羽田機場。
5月12日	五	1、日本東京設備型式測試啟始會議： (1) 設備原廠製造廠介紹各部門及認識相關幹部。 (2) 設備測試期程進度說明。 (3) 製程及品質管控說明。 2、電車線檢測設備測試程序說明及注意事項。 3、規範澄清事項。
5月13日	六	例假日。
5月14日	日	例假日。
備註:		

表 2 第二週報表

城際電聯車600輛購案出國檢驗測試		
期間	自112年5月15日至112年5月21日	
日期	星期	辦理事項
5月15日	一	檢測電車線設備之型式測試 ● 接觸力量測 ● 高度偵測 ● 偏差量測
5月16日	二	(延續昨日活動) 檢測電車線設備之型式測試 ● 電壓量測 ● 支點偵測 ● 磨耗量量測。
5月17日	三	(延續昨日活動) 檢測電車線設備之型式測試 ● 重量量測 ● 電壓波動 ● 絕緣耐受電壓
5月18日	四	移動日，由東京移動至福岡
5月19日	五	日立車輛製造工廠： 1、會同萊因公司進行製造安裝與測試階段稽核。 2、稽核啟始會議：會同萊因公司稽核日立製造工廠是否確實將系統保證作業納入設計階段、並針對立約商執行系統保證之部門進行訪查，包含執行 RAMS 保證、風險分析、品保體系及現場生產單位，以確保達到規範 RAMS 相關要求。
5月20日	六	例假日。
5月21日	日	例假日。
備註：		

表 3 第三週報表

城際電聯車600輛購案出國檢驗測試		
期間	自112年5月22日至112年5月25日止	
日期	星期	辦理事項
5月22日	一	(延續上週測試見證) <ul style="list-style-type: none"> <li>● 進行製造安裝與測試階段稽核。</li> <li>● 稽核軟硬體測試及驗證工具。</li> <li>● 品保文件稽核。</li> <li>● 出廠測試文件稽核</li> <li>● 台鐵人員內部討論。</li> <li>● 稽核見證總結會議。</li> </ul>
5月23日	二	車輛檢查及出廠測試見證。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水密測試。</li> <li>● 空氣壓縮機出廠測試。</li> <li>● 蓄電池充電器量測。</li> </ul>
5月24日	三	車輛檢查及出廠測試見證。 <ul style="list-style-type: none"> <li>● 曲線通過出廠測試。</li> <li>● 絕緣阻抗測試。</li> </ul>
5月25日	四	移動日，日本福岡機場→桃園機場，賦歸。
備註:		

## 肆、 車輛製造商及測試項目簡介

### 一、 日立集團概述：

創業：1910年 創立於日本茨城縣日立市

總部位於東京丸之內

營業額：9,368.6 百萬日幣

員工數：307,275 人

350,864 人（含子公司，截至 2021 年 3 月 31 日。）

全球 5 大軌道車輛製造商與整合供應商，提供最尖端的軌道車輛科技，更能夠提供全方位的軌道車輛上的產品，在軌道系統具備無縫整合。

業務涵蓋：車輛、牽引整流/變流器、交通管理系統、號誌系統、牽引馬達、電力設備、SiC 模組、能源供應系統和設備機廠系統。

### 二、 笠戶工廠概述：

- (一). 設計與製造軌道車輛（高速鐵路/城際電車/通勤車/地鐵/單軌列車）、轉向架、空調系統的年產量約 720 輛。過去十年間，全球範圍提供了 3600 輛的實績（包含窄軌／標準軌）。曾經設計、製造台灣高鐵車輛



圖 1 笠戶工廠

以及臺鐵 DR2900 型 15 輛、DR3000 型 81 輛(自強號)、TEMU1000 (太魯閣號)

(二). 笠戶工廠包含：

1. 車體廠。
2. 組裝廠。
3. 轉向架組裝廠。
4. 空調廠。
5. 品質保證檢驗廠。
6. 試車軌道。
7. 碼頭。

(三). 笠戶工廠的優勢

1. 軌距具有「窄軌」之車輛實績，且熟悉本局路線狀況。
2. 自有技術開發產品及擁有豐富的車輛製造經驗。
3. 在台灣已經有實績及製造經驗，早期的 DMU2900 型及太魯閣號，以及新北市三鶯線之車輛，皆為日立笠戶工廠製造。
4. 成立專案組織與人員管理本購車案。
5. 強化現地專案管理的制度。
6. 透過太魯閣車輛移交經驗，提供保固維修及技術移轉。
7. 故障及維修保養訓練。

(四). 日立 A-train 系列

1. A-train 概成為 Advanced(先進的)、Amenity(舒適的)、Ability(能力的)、Aluminum(鋁合金)
2. 摩擦攪拌接合(FSW)優點
  - (1). 焊接方式能夠以高精隨度製造出高品質對鋁製雙層車身結構，FSW 焊托時所需最高溫度為 480 度，達低於 MIG(惰性氣保護金屬極電弧焊)焊接所需的 660 度。
  - (2). 焊接處高強度。
  - (3). 降低焊接處的變形及收縮。
  - (4). 在焊托處幾乎不會造成色變。
  - (5). 不需要焊條及保護。
  - (6). 氣體不會產生飛濺、煙霧及紫外線。
  - (7). 不會產生瑕疵(如氣孔或裂痕)。
  - (8). 能將兩片材料緊固的結合。
  - (9). 組合滑軌以及鋁擠結構形成一個單一的組件，使內裝模組能夠以更簡單的方式緊固於滑軌上。
  - (10). 提高維修簡易性。

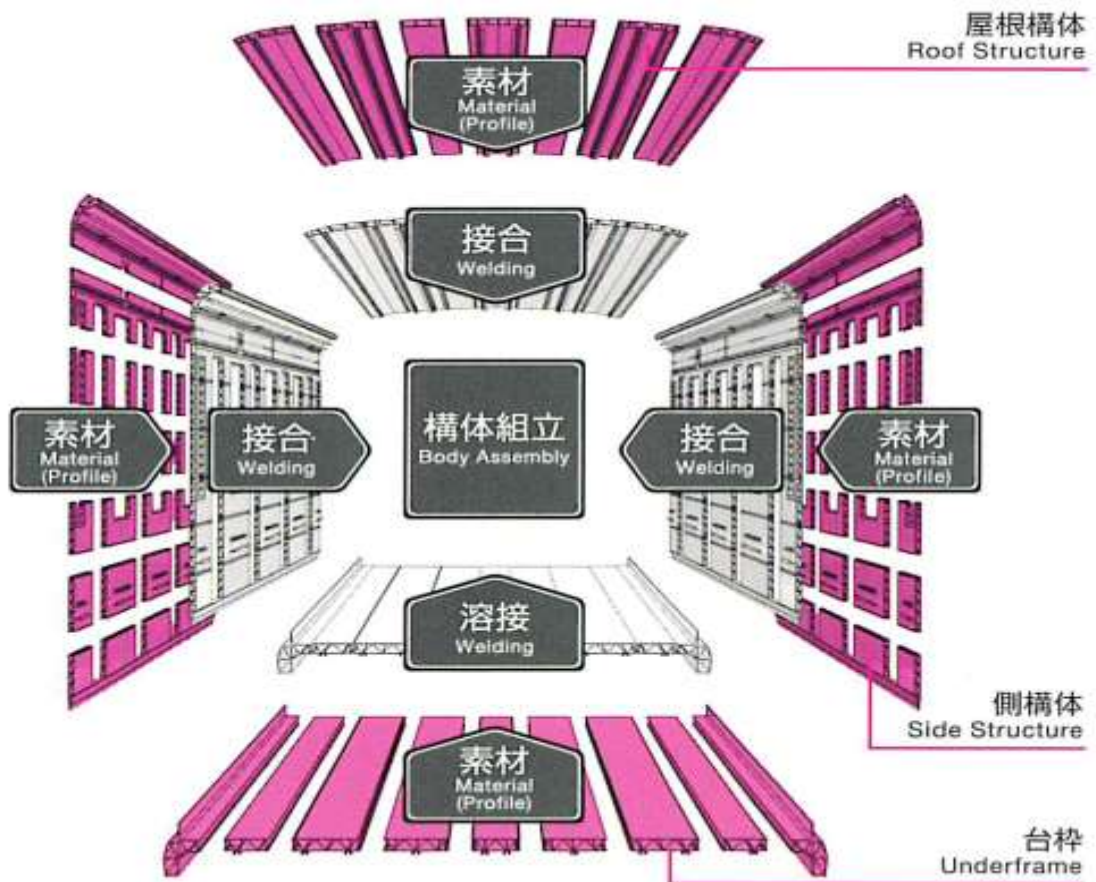


圖 2 鋁合金雙層結構



圖 3 摩擦攪拌接合 FSW

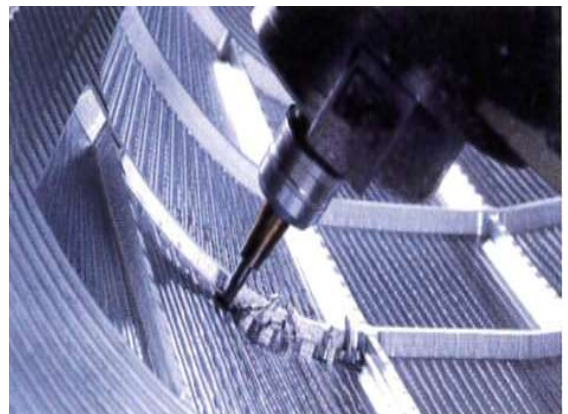


圖 4NC 加工 3D

### 三、 日立笠戶製造工廠實績：



東京モノレール 株式会社殿納  
10000形 モノレール車両  
Type 10000 Straddle Type Monorail EMU  
for Tokyo Monorail Co., Ltd.



大阪高速鉄道 株式会社殿納  
2000系 モノレール車両  
Type 2000 Straddle Type Monorail EMU  
for Osaka Monorail Co., Ltd.



沖縄都市モノレール 株式会社殿納  
1000形 モノレール車両  
Type 1000 Straddle Type Monorail EMU  
for Okinawa Urban Monorail, Inc.



沖縄都市モノレール 株式会社殿納  
モノレール分岐装置  
Turnout Device of Straddle Type Monorail Track  
for Okinawa Urban Monorail, Inc.



ドバイNAKHEEL社殿納  
モノレール車両  
Straddle Type Monorail EMU  
for NAKHEEL, Dubai UAE.



重慶市軌道交通総公司殿納  
1000形 モノレール車両  
Type 1000 Straddle Type Monorail EMU  
for Chongqing Rail Transit General Corp.



シンガポール セントーサ開発公社殿納  
モノレール車両  
Straddle Type Monorail EMU  
for Sentosa Development Corporation, Singapore.



韓国 大邱広域市都市鉄道3号線納  
モノレール車両  
Straddle Type Monorail EMU  
for Daegu Urban Railway Line No.3, Korea

圖 6 單軌車輛實績



北海道旅客鉄道 株式会社殿納 H5系新幹線電車  
Series H5 High Speed Train EMU for  
Hokkaido Railway Co.



東日本旅客鉄道 株式会社殿納 E5系 新幹線電車  
Series E5 High Speed Train EMU for  
East Japan Railway Co.



東日本旅客鉄道 株式会社殿納 E6系 新幹線電車  
Series E6 Dual Voltage High Speed Train EMU for  
East Japan Railway Co.



東日本旅客鉄道 株式会社殿納/  
西日本旅客鉄道 株式会社殿納  
E7系・W7系 新幹線電車  
Series E7-W7 High Speed Train EMU for East Japan Railway Co.  
and West Japan Railway Co.



東海旅客鉄道 株式会社殿納/  
西日本旅客鉄道 株式会社殿納  
N700系 新幹線電車  
Series N700-0/3000 High Speed Train EMU  
for Central Japan Railway Co. and West Japan Railway Co.

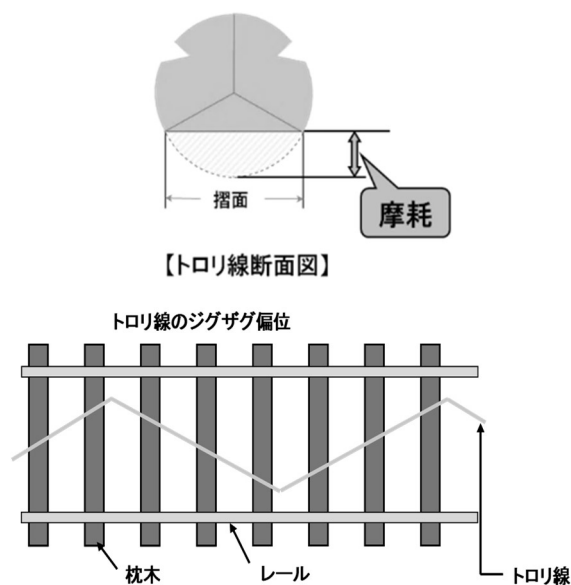
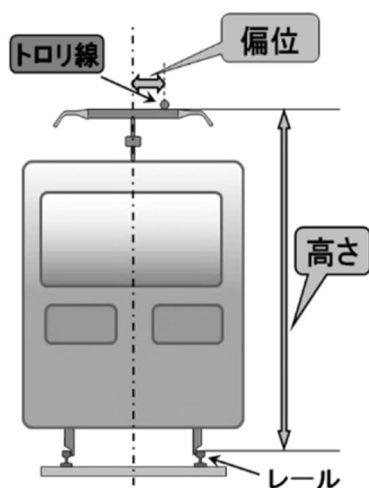


西日本旅客鉄道 株式会社殿納/  
九州旅客鉄道 株式会社殿納  
N700系 新幹線電車  
Series N700-7000/8000 High Speed Train EMU  
for West Japan Railway Co. and Kyushu Railway Co.

圖 5 新幹線製造實績

#### 四、 電車線検査車測定項目説明：

- (一). 接触量測(最大/平均接触力)Contact Force Measurement。
- (二). 高度量測(接触線動態高度)Height Measurement。
- (三). 偏差量測(接触線動態偏差値)Deviation Measurement。
- (四). 磨耗量量測(接触線磨耗量)Wear Measurement。
- (五). 架空電車線電圧 Train Line Voltage。
- (六). 支点偵測(電車線電桿位置-電桿號碼)Support Point Detection。
- (七). 電車線電桿位置量測(架空線電桿位置-電桿距離、里程)Overhead Wire Pole Distance Measurement。
- (八). 電車線高速検測設備影像録製 Overhead Catenary Inspection System Camera Image Recording。
- (九). 接触損失時間量測(離線率)Contact Loss Time Measurement。
- (一〇). 目視外観検査 Visual Inspection。
- (一一). 重量量測 Weight Measurement。
- (一二). 絶縁電阻測定 Insulation Resistance Test。
- (一三). 絶縁耐電圧測定 Insulation Withstand Voltage Test。





## 五、 檢驗過程

### (一). 定義與縮寫

表 4 縮寫表

英文縮寫	英文	中文
AC	Alternating Current	交流電
DC	Direct Current	直流電
EM	Electric Motor Car	馬達車
EN	European Norm	歐盟標準
HSL	Hitachi High-Tech Solutions Corporation	日立先端科技
IEC	International Electrotechnical Commission	國際電工委員會
OCIS	Overhead Catenary Inspection System	電車線高速檢測設備

### (二). 測試標準

1. JIS E5006:2017:軌道車輛之電氣設備。
2. EN50317:軌道應用-現行集電裝置-集電弓與電車線間動態交互作用量測之要求與驗證。

### (三). 測試目的：

1. 本次電車線檢查設備由日立集團之子公司 Hitachi High-Tech Solutions Corporation(以下簡稱：HSL)負責設計及製造，依據契約規範規定辦理型式測試(Type Test)，以驗證電車線檢查設備符合規範相關規定，以維設備品質。
2. 本次為設備廠之型式測試，將所得各項目之數據，確認可以達到標準，以確保安裝於車輛上時，所得之數據是否準確。

(四). 接觸力量測(最大/平均接觸力)

1. 測試方法：

- (1). 將集電弓安裝於治具上。
- (2). 將集電舟振動治具放置於集電舟上。
- (3). 透過集電舟振動治具對集電舟施加 0.5Hz 至 20Hz 的振動。
- (4). 確認接觸力量測值和振動治具所施加之接觸力值的差異是否於判斷基準內。

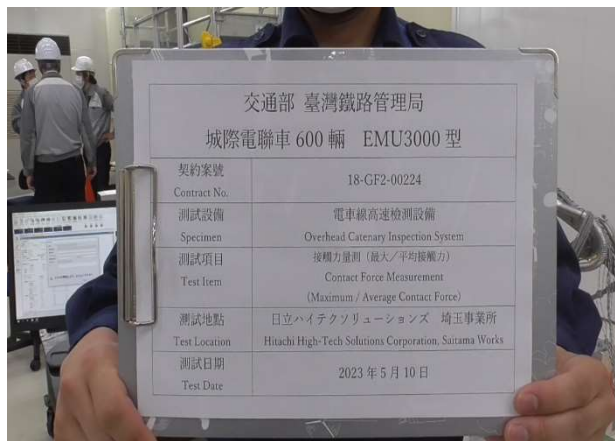


圖 7 測試現場



圖 8 接觸力測試

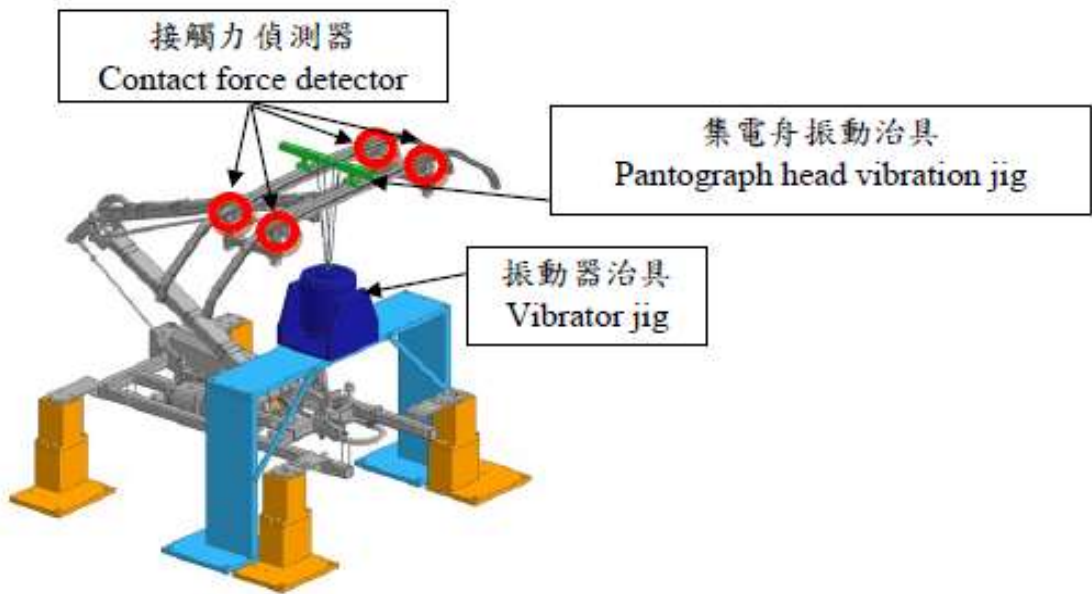


圖 9 接觸力偵測器及振動治具

2. 測試結果：

表 5 各頻率量測結果

待測物	測試頻率(Hz)									
	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0
集電舟 1	4.4	4.7	2.8	1.3	0.4	-0.4	-1.5	-1.9	1.7	-2.5
集電舟 2	-3.9	-4.4	-3.3	-3.2	-2.9	-3.3	-2.9	-2.7	-2.7	-1.9

表 6 各頻率量測結果

待測物	測試頻率(Hz)									
	5.5	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5	9.0	9.5	10
集電舟 1	-2.6	-3.0	-4.1	-4.6	-4.9	-5.1	-5.5	-3.6	2.0	5.0
集電舟 2	-2.1	-3.1	-3.6	-3.9	-4.0	-3.9	-4.4	-3.9	-2.3	-1.0

表 7 各頻率量測結果

待測物	測試頻率(Hz)									
	10.5	11.0	11.5	12.0	12.5	13.0	13.5	14.0	14.5	15.0
集電舟 1	4.8	2.9	0.6	-1.0	-2.5	-3.1	-4.3	-4.6	-5.2	-5.9
集電舟 2	-0.7	-0.8	-0.8	-1.5	-2.0	-2.8	-3.6	-3.8	-4.3	-4.5

表 8 各頻率量測結果

待測物	測試頻率(Hz)									
	15.5	16.0	16.5	17.0	17.5	18.0	18.5	19.0	19.5	20.0
集電舟 1	-6.4	-6.8	-6.9	-7.1	-6.6	-6.1	-6.2	-6.5	-6.9	-8.1
集電舟 2	-5.1	-5.7	-5.9	-5.8	-5.3	-5.2	-5.2	-55.9	-6.7	-8.2

表 9 接觸力量測判定結果

量測目標	平均誤差值(%)	合格標準	判定結果
集電舟 1	-2.6	誤差值<10%	■合格
集電舟 2	-3.7		

### (五). 高度量測(接觸線動態高度)

1. 測試條件：使用量測夾具以確認偵測器精確度。
2. 測試方法：
  - (1). 於 4400mm 高度(由鋼軌頂面計算)安裝目標反射器。
  - (2). 以 100mm 為間距測量高度直到 5600mm。
  - (3). 確認控制單元電腦上的高度數值是否均於判定基準內。



圖 10 高度量測

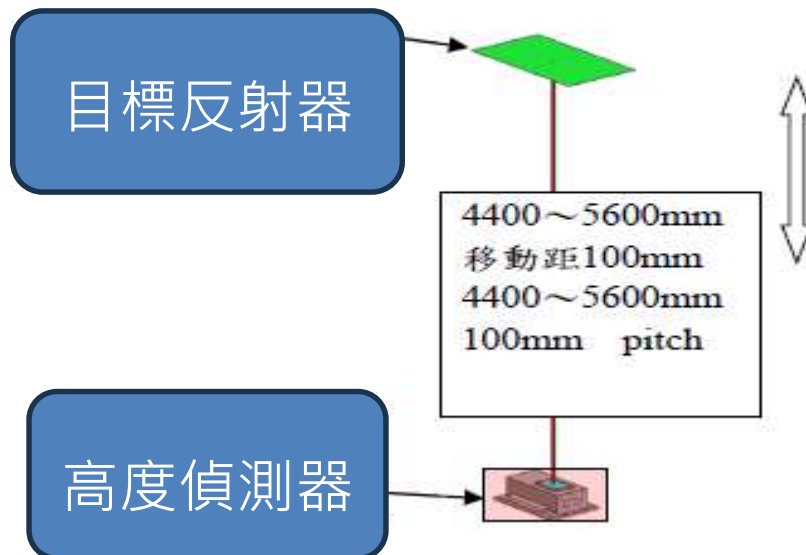


圖 11 高度量測示意圖



圖 12 高度調整



圖 13 高度調整 1

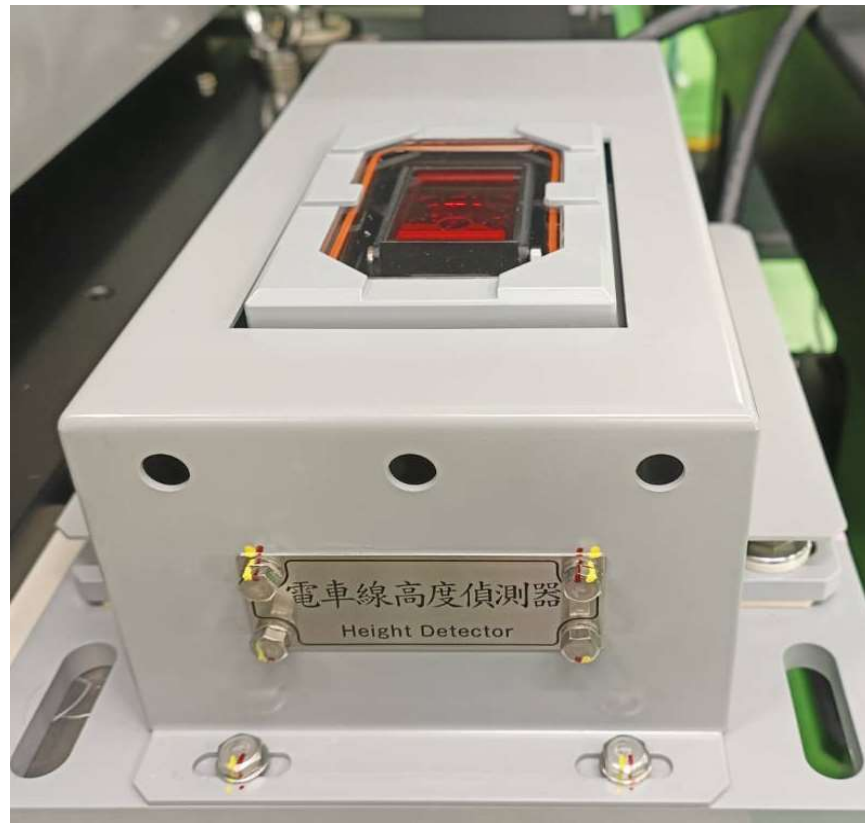


圖 14 電車線偵測器

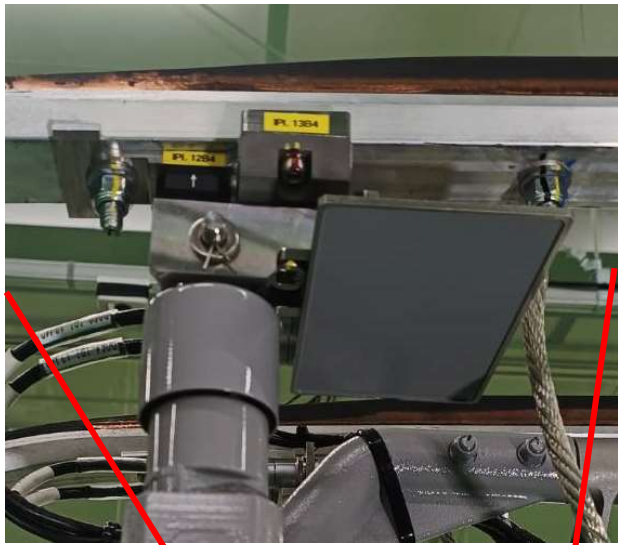


圖 16 目標反射器

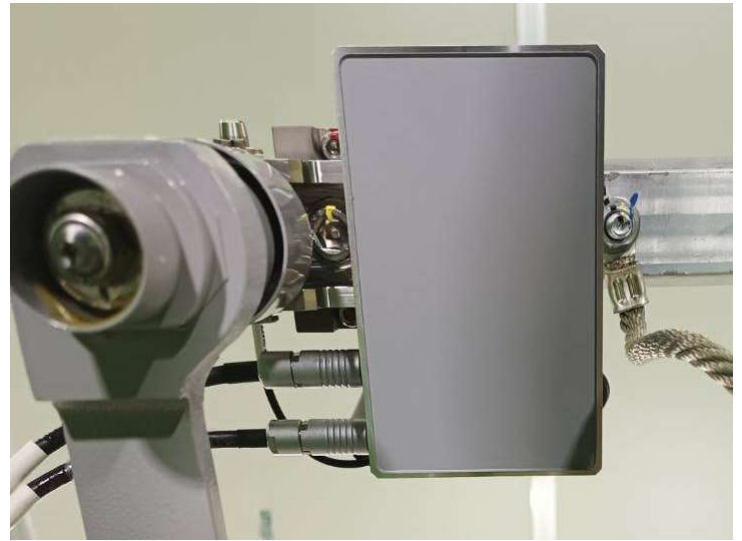


圖 15 目標反射器底仰視

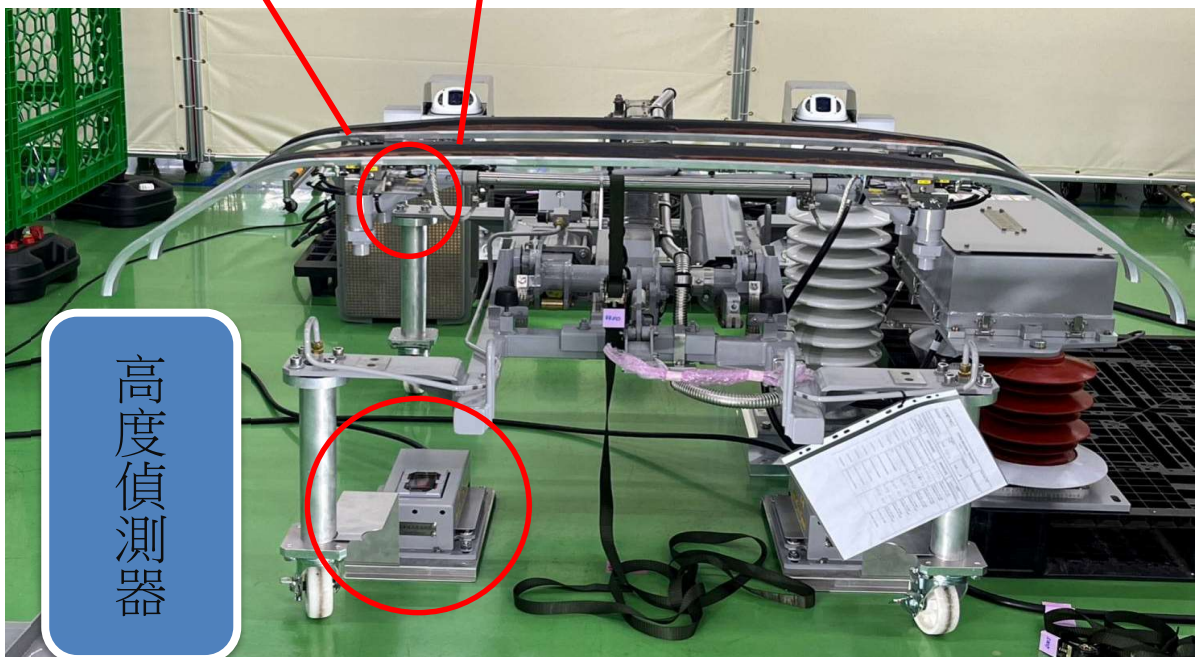


圖 17 高度測試現場

### 3. 測試結果

表 10 高度量測結果

待測物	量測高度(單位 mm)						
	4400	4500	4600	4700	4800	4900	5000
集電舟 1	4399	4500	4599	4700	4801	4901	5001
集電舟 2	4396	4496	4597	4699	4799	4900	5000

表 11 高度量測結果 1

待測物	量測高度(單位 mm)					
	5100	5200	5300	5400	5500	5600
集電舟 1	5101	5202	5304	5406	5506	5607
集電舟 2	5101	5201	5300	5401	5500	5599

表 12 高度量測判定結果

感測器	誤差值		合格標準	判定結果
	最小	最大		
感測器 1	-1	7	誤差值 ±10%	■合格
感測器 2	-4	1		



## (六). 偏差量測(接觸線動態偏差值)

### 1. 測試方法

- (1). 將測試樣本安裝於治具上。
- (2). 分別於 4400mm、5000mm、5600mm 等高度測量 0mm、 $\pm 100\text{mm}$ 、 $\pm 200\text{mm}$ 、 $\pm 300\text{mm}$ 、 $\pm 400\text{mm}$ 、 $\pm 450\text{mm}$  等水平偏差量。
- (3). 確認控制單元電腦上的偏差數值是否均於判定基準內。

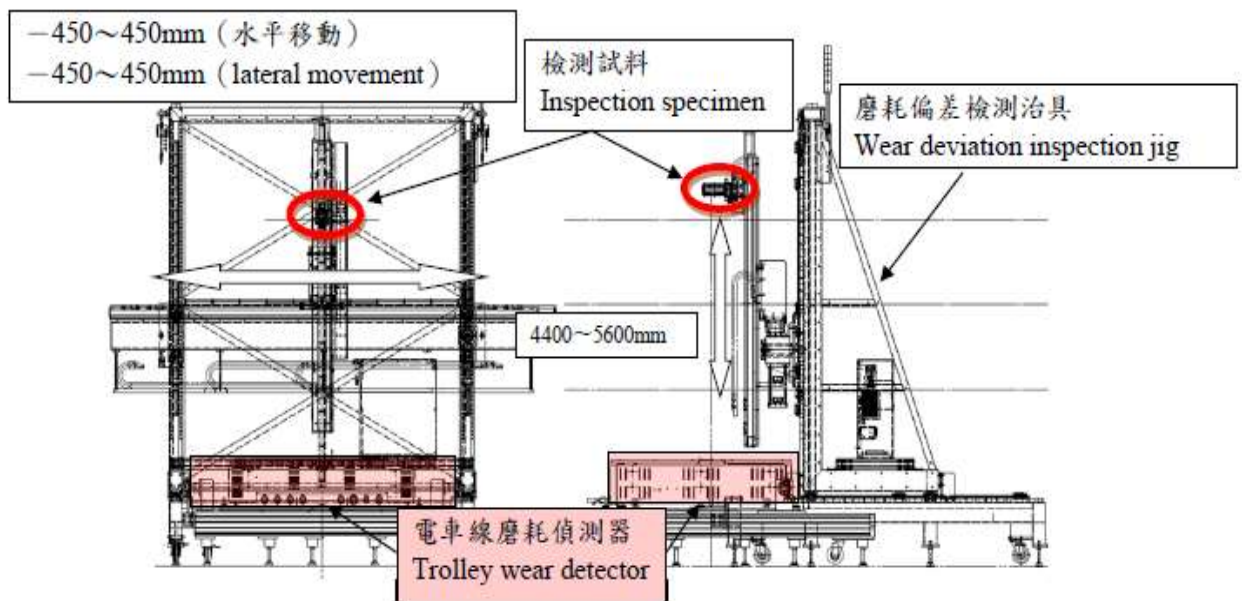


圖 18 磨耗檢測治具



圖 17 磨耗檢測治具實體

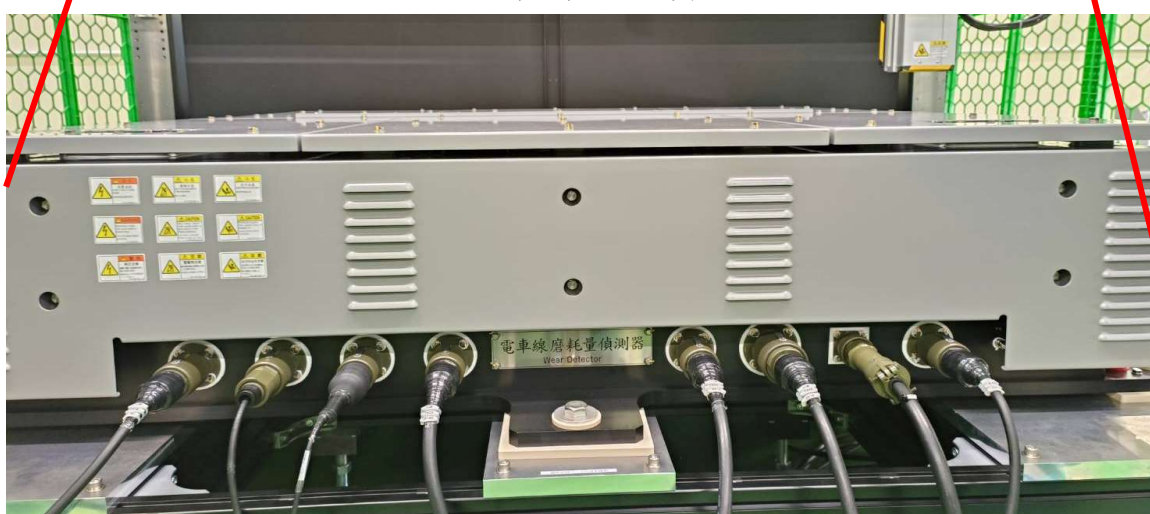


圖 19 磨耗量偵測器

交通部 臺灣鐵路管理局 城際電聯車 600 輛 EMU3000 型	
契約案號 Contract No.	18-GF2-00224
測試設備 Specimen	電車線高速檢測設備 Overhead Catenary Inspection System
測試項目 Test Item	偏差量測 (接觸線動態偏位值) Deviation Measurement (Dynamic Stagger of Contact Wire)
測試地點 Test Location	日立ハイテクソリューションズ 埼玉事業所 Hitachi High-Tech Solutions Corporation, Saitama Works
測試日期 Test Date	2023 年 5 月 15 日

圖 22 磨耗偏差量測



圖 20 偏表量測高度調整



圖 21 偏差量測治具



圖 23 磨耗量測高度調整



圖 24 磨耗量測高度調整 1

2. 測試結果：

表 13 偏差量測結果

高度座標	水平座標(單位 mm)										
	-450	-400	-300	-200	-100	0	+100	+200	+300	+400	+450
5600mm	-448	-398	-298	-198	-98	0	100	200	300	401	451
5000mm	-448	-398	-298	-199	-99	0	100	200	301	400	451
4400mm	-450	-400	-300	-200	-100	-1	100	201	301	401	452

表 14 偏差量測判定結果

誤差值		合格標準	判定結果
最小值	-2	誤差值±10mm	■合格
最大值	2		

## (七). 磨耗量量測(接觸線磨耗量)

### 1. 測試方法

- (1). 於磨耗檢測試的量測範圍內使用治具設置架空線滑動面寬度測試樣本，並透過控制裝置電腦來量測滑動面的寬度(靜態精度)。
- (2). 將測試樣本安裝於治具上。
- (3). 分別於 4400mm、5000mm、5600mm 等高度測量 16mm、12mm、8mm、4mm 等滑動面寬度數值。
- (4). 確認控制單元電腦上的滑動面寬度數值是否均於判定基準內。

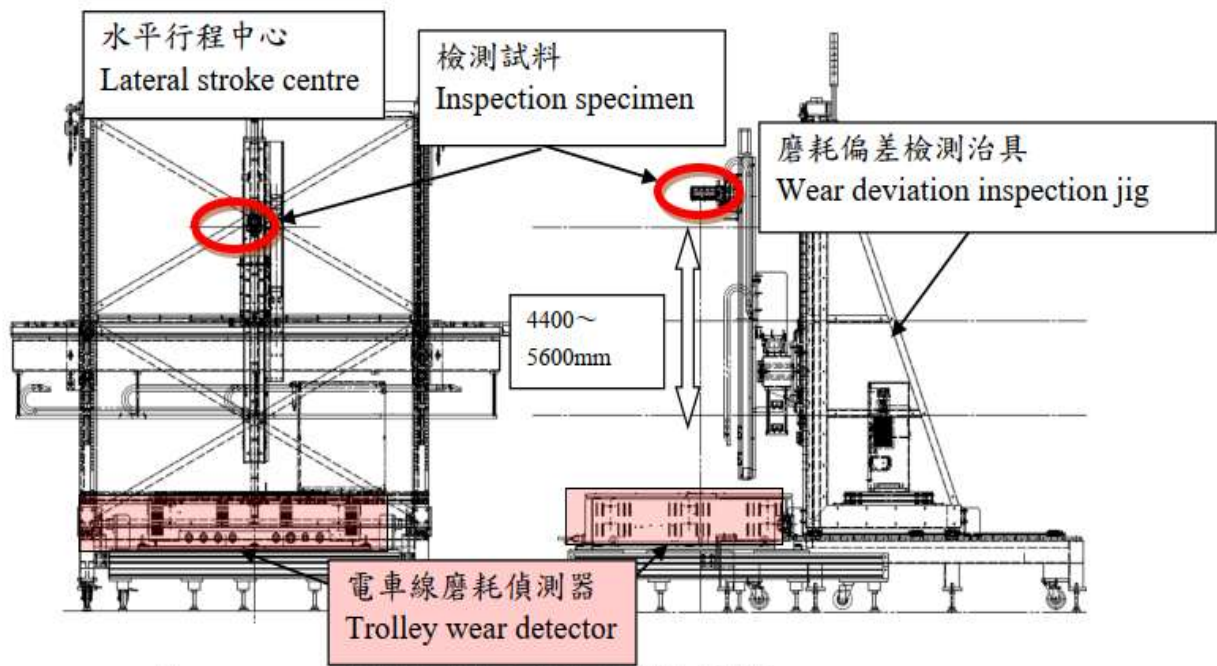
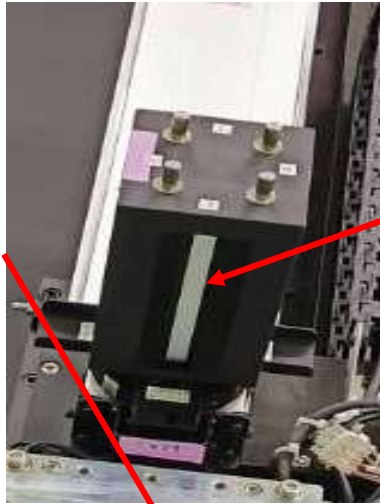
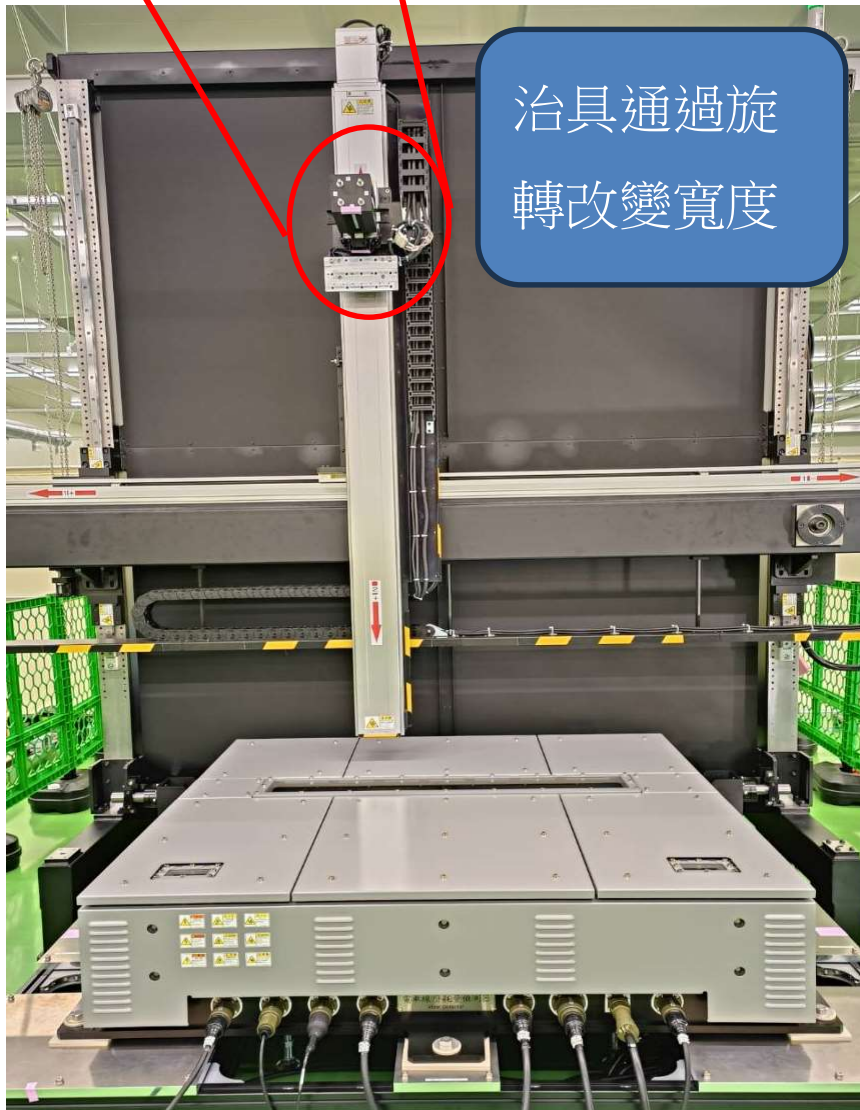


圖 25 磨耗偏差檢測治具示意圖



4mm、8mm、  
12mm、16mm 等  
寬度數值量測

圖 26 磨耗量測寬度治具



治具通過旋  
轉改變寬度

圖 27 磨耗量測治具

2. 測試結果：

表 15 磨耗量量測結果

高度座標	滑動面寬度(單位 mm)			
	4mm	8mm	12mm	16mm
5600mm	3.94	7.98	11.98	16.08
5000mm	3.94	8.06	12.16	16.16
4400mm	3.94	8.04	12.00	16.14

表 16 磨耗量量測判定結果

誤差值		合格標準	判定結果
最小值	-0.06	誤差值 ±0.2mm 內	■合格
最大值	0.10		

## (八). 支點偵測(電線電桿位置-電桿號碼)

1. 測試條件：使用量測夾具以確認可偵測到檢測器。
2. 測試方法：
  - (1). 移動測試樣本以確認於量測範圍內高度可偵測到樣本。
  - (2). 將測試治具安裝於檢測器上。
  - (3). 將樣本通過距離偵測器 1m、5m 遠的位置。
  - (4). 藉由控制電腦的螢幕面來確認輸出數據。確認可偵測到在各位置上的樣本。

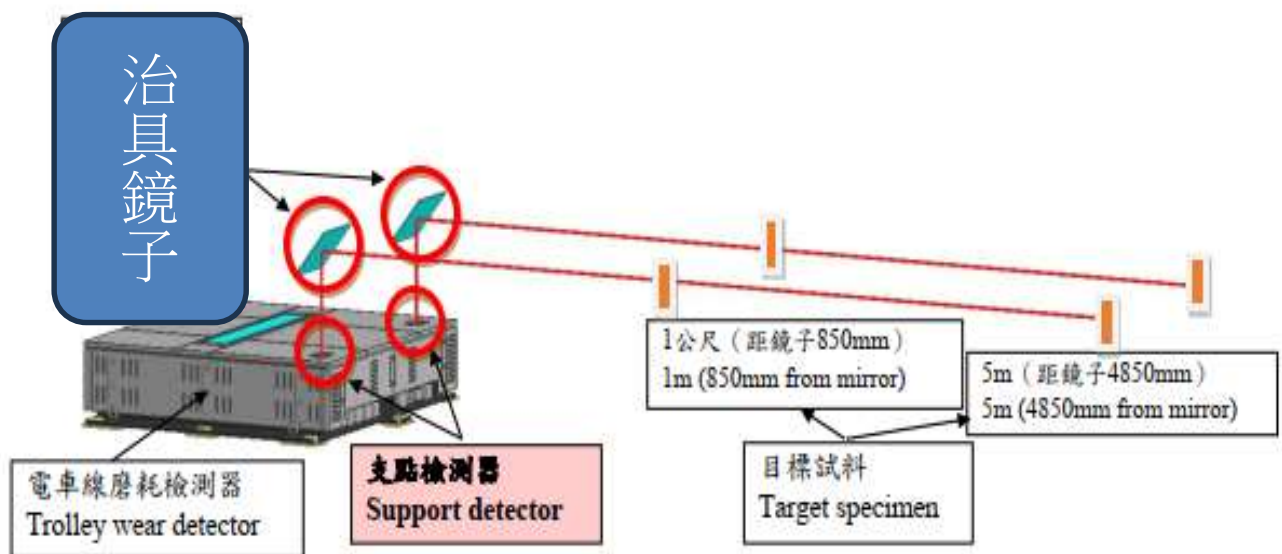


圖 28 支點檢測測試模擬



交通部 臺灣鐵路管理局	
城際電聯車 600 輛 EMU3000 型	
契約案號 Contract No.	18-GF2-00224
測試設備 Specimen	電車線高速檢測設備 Overhead Catenary Inspection System
測試項目 Test Item	支點偵測 (電車線電桿位置-電桿號碼) Support Point Detection (Overhead Wire Pole Position-Pole Number)
測試地點 Test Location	日立ハイテクソリューションズ 埼玉事業所 Hitachi High-Tech Solutions Corporation, Saitama Works
測試日期 Test Date	2023 年 5 月 16 日

圖 30 支點量測



圖 29 支點量測治具架設



圖 31 支點量測測試



圖 32 支點量測治具(鏡子)



圖 34 支點量測測試(右側)



圖 33 支點量測測試(左側)

3. 測試結果：

表 17 支點偵測判定結果

位置	距離		合格標準	判定結果
	1M	5M		
左側	偵測到	偵測到	是否可 偵測到	■合格
右側	偵測到	偵測到		

### (九). 電車線電桿位置量測(架空線電桿位置-電桿距離、里程)

1. 測試條件：使用量測夾具以確認偵測器精確度。
2. 測試方法：使用量測治具、測量距離中心 1.6m 至 5m 範圍內的目標距離，並檢查其精度。
  - (1) 將樣本放在距軌道中心 1600mm 的位置。
  - (2) 量測樣本與各感測器的距離。
  - (3) 與實際量測的距離相比，確認感測器量測的距離均於判定基準內。
  - (4) 將樣本放在距軌道中心 5000mm 的位置，並重複上述 2、3 步驟。
  - (5) 確認電桿距及里程皆可顯示。

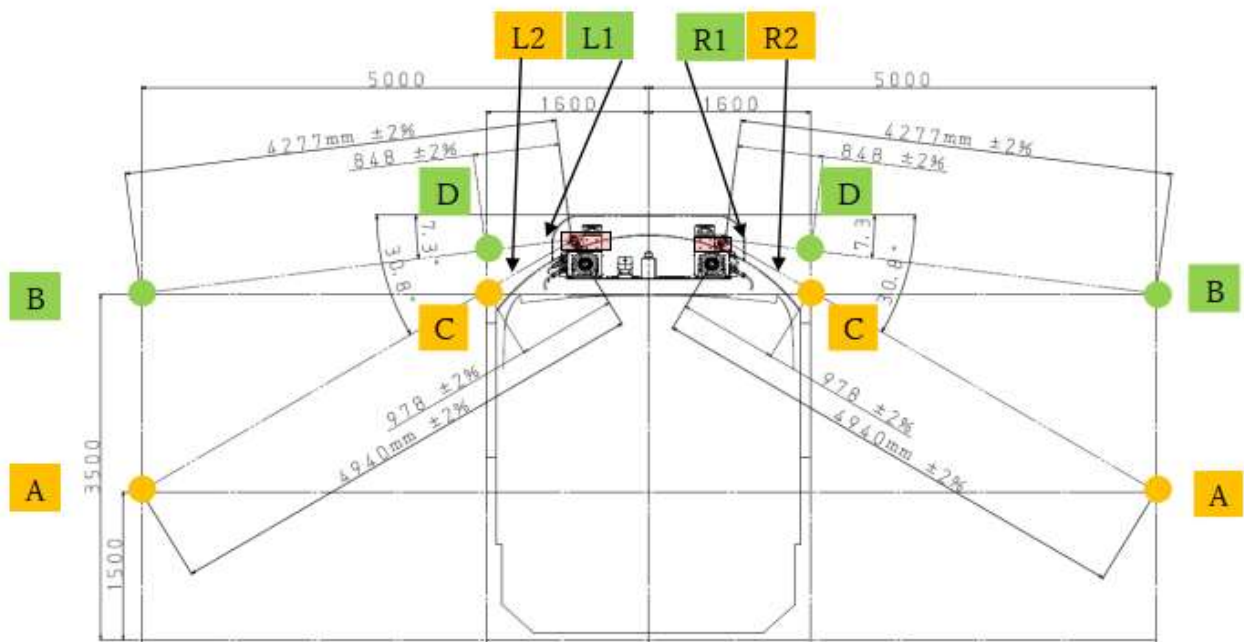


圖 35 電車線電桿量測示意圖

城際電聯車 600 輛 EMUS5000 型	
契約案號 Contract No.	18-GF2-00224
試設備 Equipment	電車線高速檢測設備 Overhead Catenary Inspection System
試項目 Test Item	電車線電桿位置量測 (電車線電桿位置 - 電桿距離、里程) Overhead Wire Pole Position Measurement (Overhead Wire Pole Position-Pole Distance, Mileage)
試地點 Location	日立ハイテクソリューションズ 埼玉事業所 Hitachi High-Tech Solutions Corporation, Saitama Works
試日期 Test Date	2023 年 5 月 12 日

圖 36 電車線量測



圖 37 電車線量測結果

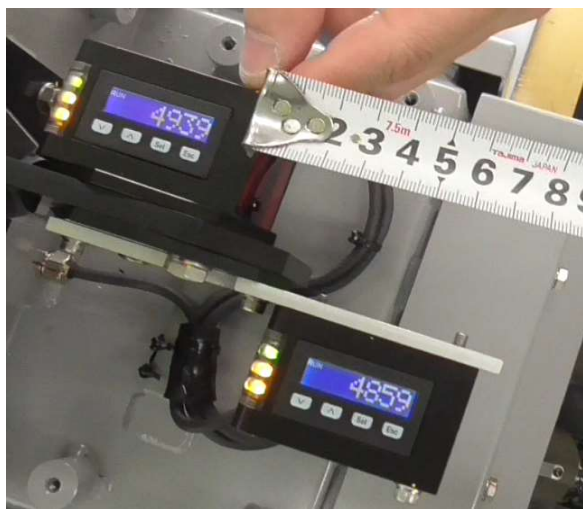


圖 39 電車線量測結果

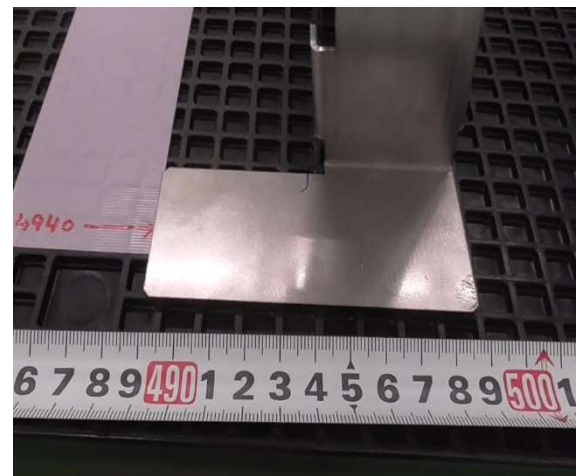


圖 38 電車線量測結果

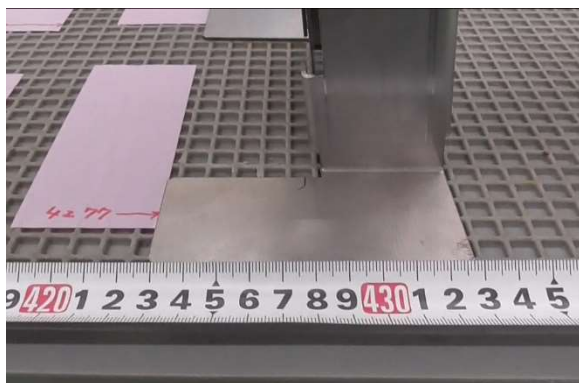


圖 41 電車線量測結果



圖 40 電車線量測結果

### 3. 測試結果：

表 18 電車線電桿位置量測結果

感測器	測試位置(單位 mm)			
	A : 4940	B : 4277	C : 978	D : 848
L1	4944	4274	972	841
L2	4937	4282	973	846
R1	4930	4269	970	843
R2	4933	4268	971	841

表 19 電車線電桿位置判定結果

感測器	誤差值		合格標準	判定結果
	最小值	最大值		
L1	-0.8%	0.1%	誤差值 ±2%內	■合格
L2	-0.5%	0.1%		
R1	-0.8%	-0.2%		
R2	-0.8%	-0.1%		

(一〇). 電車線高速檢測設備影像錄製

1. 測試條件：將集電弓設置於固定位置並開始攝影。
2. 測試方法：拍攝 1 小時並根據已拍攝檔案容量來確保該容量尚足以拍攝 24 小時。
  - (1) 在指定位置安裝集電弓。
  - (2) 拍攝 1 小時，並將其容量換算為 24 小時。
  - (3) 確認拍攝時間是否小於或等於媒體可保存的容量。

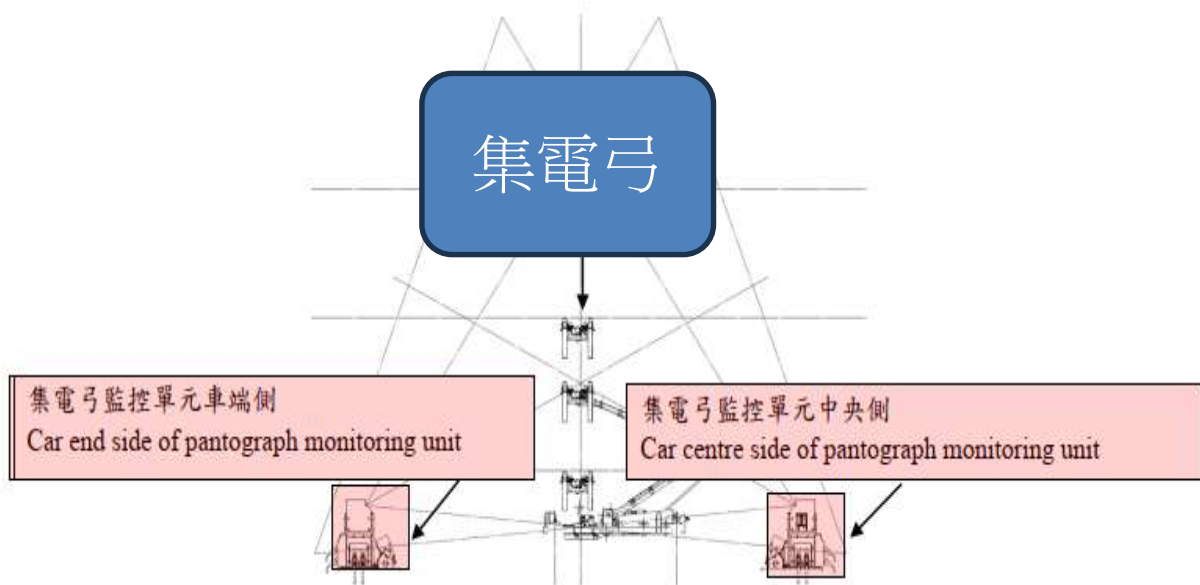


圖 42 電車線高速檢測設備影像錄製示意

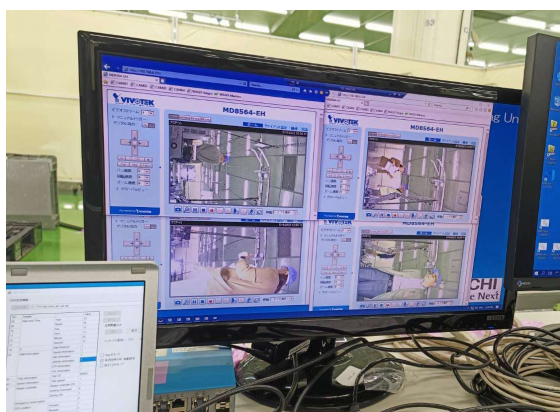


圖 44 錄製現場

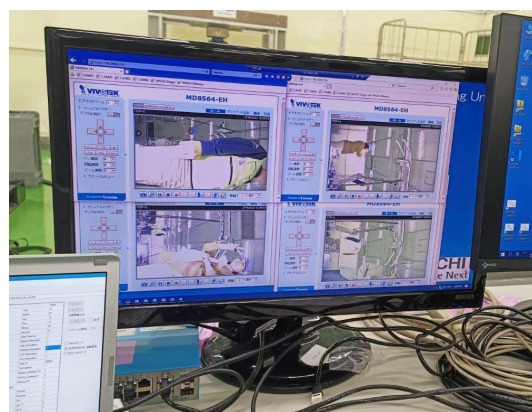


圖 43 錄製現場

3. 測試結果：

項目	測試結果	合格標準	判定結果
電車線 高速檢 測設備 影像錄 製	錄製成功，並可 錄製 24 小時以 上。	錄製是否正 常並可錄製 24 小時以上	■合格

(一一). 接觸損失時間量測(離線率)

1. 測試條件：使用量測夾具以確認偵測器精確度。
2. 測試方法：本測試係作為 EN50317 標準第 9 章測試標準的 1 部分進行：其能從 5m 處照射出強度為  $160\mu w/cm^2\pm 10\%$  的紫外線，並可偵測出轉換為安裝距離的數值並量測該照射時間。
  - (1) 在治具上安裝電弧偵測器。
  - (2) 當集電弓高度為 4400mm 時，向偵測器照射基準強度  $160\mu w/cm^2$ (參考距離為 5m) 的紫外線，並確認分離時間及數量可以 100 $\mu s$  以上的分辨率測量。
  - (3) 當集電弓高度為 5000mm 及 5600mm 時，進行與 2 相同的測試。
  - (4) 確認控制電腦所紀錄之光線照射時間。

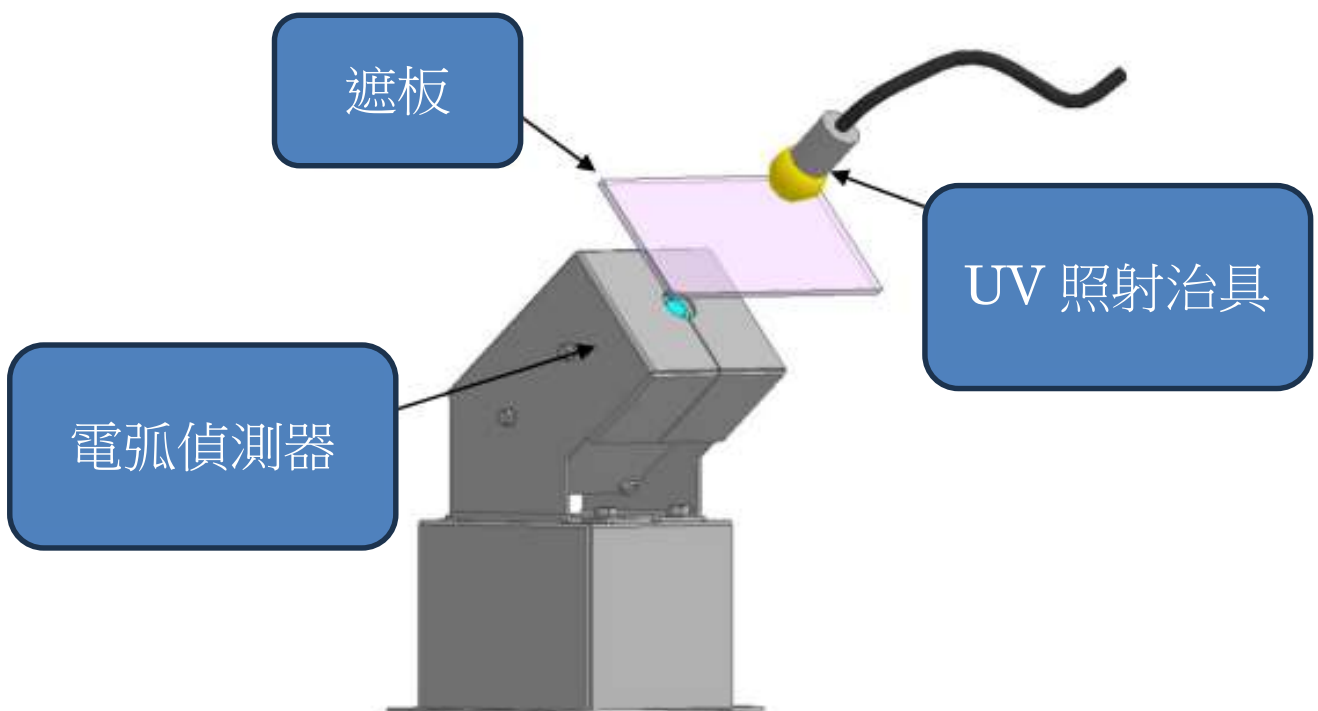


圖 45 接觸損失時間量測示意圖



交通部 臺灣鐵路管理局	
城際電聯車 600 輛 EMU3000 型	
契約案號 Contract No.	18-GF2-00224
測試設備 Specimen	電車線高速檢測設備 Overhead Catenary Inspection System
測試項目 Test Item	接觸損失時間量測 (離線率) <small>精度50%以上</small> Contact Loss time measurement (Contact Loss Rate)
測試地點 Test Location	日立ハイテクソリューションズ 埼玉事業所 Hitachi High-Tech Solutions Corporation, Saitama Works
測試日期 Test Date	2023 年 5 月 16 日

圖 47 接觸損失時間量測



圖 46 電弧偵測器



圖 48 接觸損失時間量測調整



圖 50 電弧偵測側視圖



圖 49 電弧偵測試背視圖

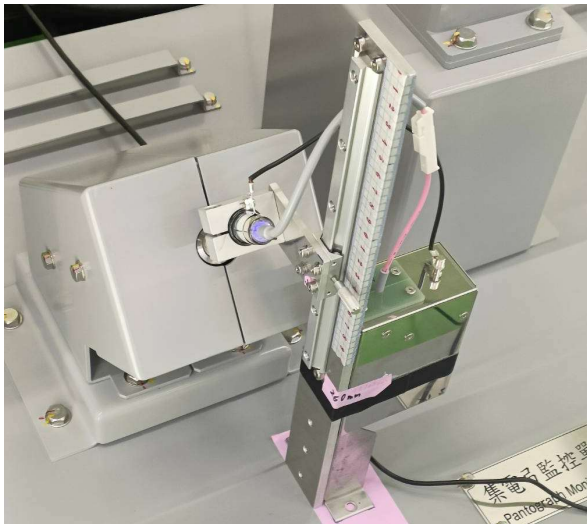


圖 52 電弧測試

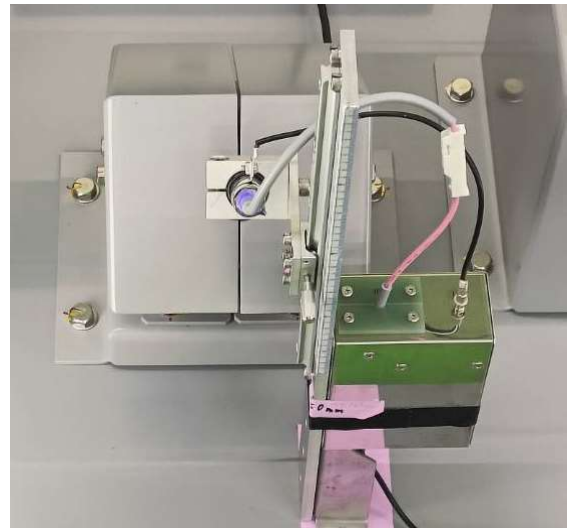


圖 51 電弧測試

### 3. 測試結果

表 20 電弧偵測量測結果

高度座標	照射強度(換算值)	
	感測器(正面)	感測器(背面)
5600mm	160.8	160.9
	0.5%	0.6%
5000mm	160.4	160.7
	0.3%	0.4%
4400mm	160.4	160.5
	0.3%	0.3%

表 21 電弧偵測判定結果

感測器	最短檢測時間	合格標準	判定結果
感測器 (正面)	409.5msec	是否可量測出 光線照射時間 $\geq 100\mu\text{sec}$	■合格
感測器 (背面)	409.5msec		

## (一二). 重量量測

1. 測試條件：應安裝所有零件。
2. 測試方法：應以重量秤量測被測物重量。

交通部 臺灣鐵路管理局	
城際電聯車 600 輛 EMU3000 型	
契約案號 Contract No.	18-GF2-00224
測試設備 Specimen	電車線高速檢測設備 Overhead Catenary Inspection System
測試項目 Test Item	重量量測 Weight Measurement A: 磨耗量偵測器 Wear Detector
測試地點 Test Location	日立ハイテクソリューションズ 埼玉事業所 Hitachi High-Tech Solutions Corporation, Saitama Works
測試日期 Test Date	2023 年 5 月 18 日

圖 53 重量量測\_磨耗量偵測器



圖 54 磨耗量偵測器重量



圖 56 重量量測\_高度偵測器



圖 55 高度偵測器重量

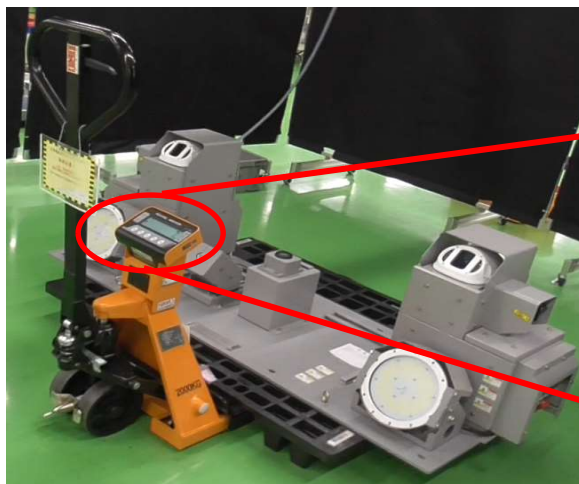


圖 57 重量量測\_集電弓監測單元



圖 58 集規弓監測單元重量



圖 60 電弧偵測器重量



圖 59 電弧偵測器重量結果



圖 61 車輛姿態偵測器重量結果



圖 62 車輛姿態偵測器重量



圖 64 控制單元重量



圖 63 控制單元重量結果

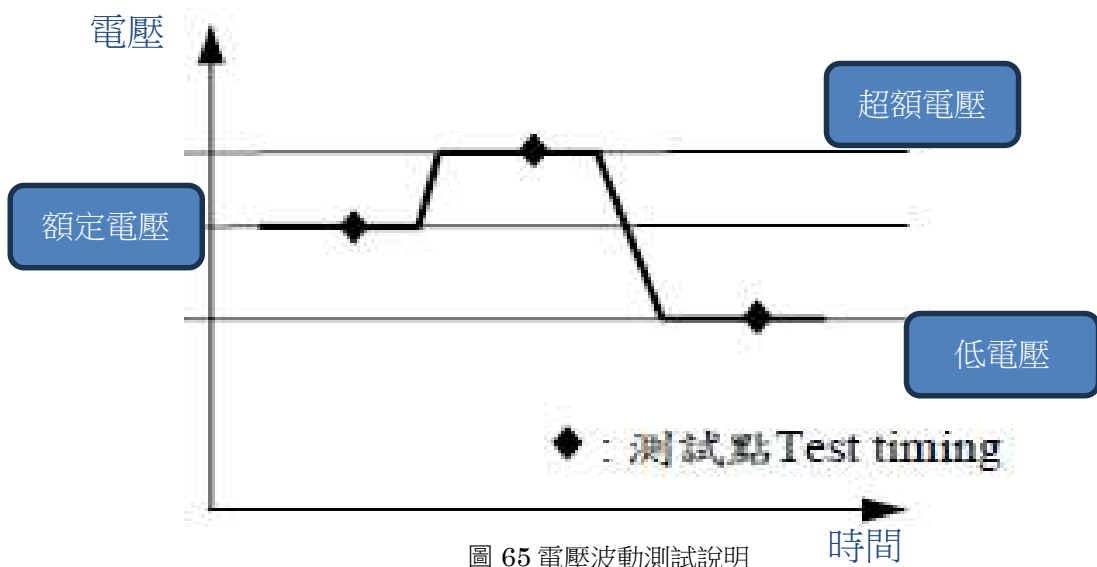
3. 測試結果：

表 22 重量量測判定結果統計表

量測項目	量測重量 (單位 kg)	合格標準 (單位 kg)	判定結果
磨耗量偵測器	322	336(+0-20)	■合格
高度偵測器	6.68	7.8(+0-2)	■合格
集電弓監測 單元-1	112	114(+0-8)	■合格
集電弓監測 單元-2	41	43(+0-4)	■合格
電弧偵測器	3.21	3.5(+0-1.1)	■合格
車輛姿態偵 測器	23.1	24(+0-2)	■合格
控制單元	520	522(+0-30)	■合格
變壓器	102	103(+0-2)	■合格
外部硬碟存 取器	9	11(+0-2)	■合格

### (一三). 電壓波動測試

1. 測試條件：將對裝置施加指定電壓。
2. 測試方法：
  - (1) 向設備施加額定電壓值。
  - (2) 施加電壓須超過最大額定電壓值。
  - (3) 施加電壓須低於最低額定電壓值。
  - (4) 確認各步驟的啟動功能後，將進每下一個測試。



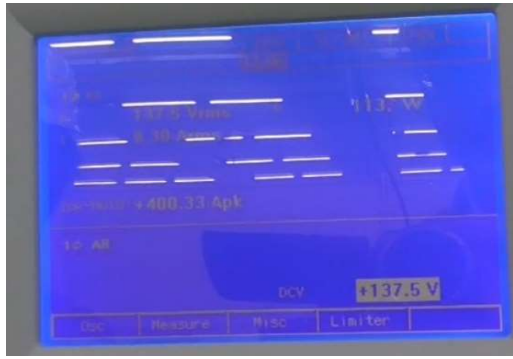


圖 67 超額電壓 137.5V



圖 66 低電壓 80V

3. 測試結果：

表 23 電壓波動判定結果

項目	測試條件	合格標準	判定結果
1	超額電壓 137.5V	系統功能是否 在各步驟時皆 正常	■合格
2	低電壓 80V		



(一四). 工具校正紀錄

表 24 工具校正紀錄表

項次	工具或測試設備名稱	校正日期(日/月/年)	序號
1	絕緣電壓計 型號：tos8850	20/2/2024	L7074
2	附秤重功能手動拖板車 型號：NP-2000	20/11/2023	U2542
3	秤重器 型號：HW-100KC	20/11/2023	U2541
4	捲尺 型號：SFGLM25-75BL	20/5/2023	S6559
5	可程式電源供應器 型號：DP120LM	20/5/2023	L4510
6	混合訊號示波器 型號：MSOX3014T	20/5/2023	H0660
7	DCV/DCA 產生器 型號：TR6142	20/11/2023	L2023
8	訊號產生器 型號：FGX-2005	20/11/2023	F3507
9	紫外線照度計 型號：FGX-2005	20/11/2023	Q2641

## 伍、 專題報告

### 一、 電車線檢測設備日立先端科技股份有限公司簡介：

1. Hitachi High-Tech Solutions Corporation.(以下簡稱：HSL 公司)成立於 1987 年 10 月 1 日。
2. 資本額：4 億日幣
3. 總公司地址：東京都港區虎之門一丁目 17 番 1 號
4. 員工：768 人
5. 主要提供 OT 和 IT 的融合系統，整合 OT、IT 和最新技術(AI 等)來解決客戶問題並提供新的解決方案。
6. 監控系統：製造執行質量控制，它被用於許多社會基礎設施，例如化學品、食品和藥品的製造工廠，以及供水、環境如可靠的控制器有助於提高客戶的生產效率。製造執行系統(MES)和質量管理系統(LIMS)有助於提高生產力並加強質量控制。還為這些產品提供定制的製造和質量控制解決方案。



圖 69 ISO 9001 : 2015 證書



圖 68 ISO 14001 : 2015 證書



圖 71HSL 製造工廠



圖 70HSL 人員合照



圖 72HSL 總公司合影



圖 73HSL 公司產品



圖 74HSL 公司產品 1

7. 鐵路解決方案：鋼軌(軌道)檢查，鋼軌存在高低差或起伏，會使列車乘坐不舒適，導致脫軌等嚴重事故，因此需要進行修復，車輛行駛時鐵軌會承受重載和衝擊，並定期循環運行以確保安全行駛。軌道有水平錯位(導軌)、水平度(左右導軌)、平面度(平整度)，都需進行保養維護。
8. 接觸線(架空線)檢查：如果架線發生變化，車輛就會出現故障，集電弓會受到影響，從而影響車輛運行。接觸線檢測裝置高度、高精度測量車輛高度，並在巡檢過程中顯示。電車線檢測設備安裝在車輛上，設備運行時檢測位置偏差和電車線高度。



圖 76 慣性法檢測裝置



圖 75 位移計檢測裝置 2 次元



圖 78 軌道監控裝置



圖 77 光截式檢查裝置

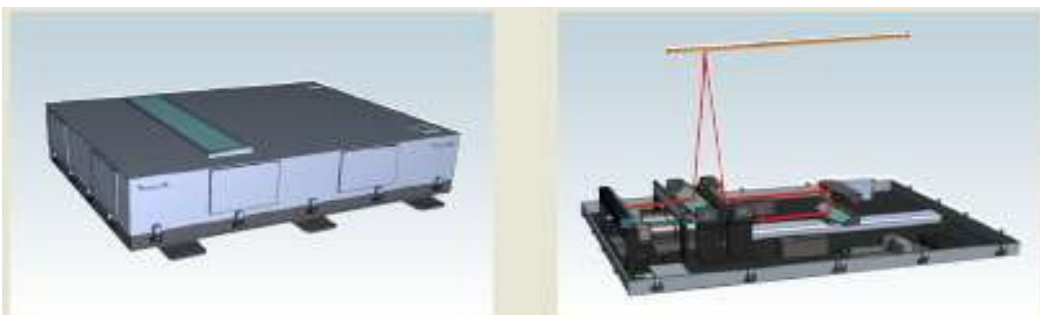


圖 79 電車線非接觸式檢查裝置

表 25HSL 檢測事業項目表

車輛系統	鐵路車輛・車輛電子產品・油電混合動力車輛
	V I S (資訊提供裝置)・車輛控制系統
	數位列車無線系統
運輸系統	運行管理系統
	旅客引導系統
	異常時引導・數位電子看板
	訊號系統・A T C・C B T C
電力・變電系統	電力管理・再生蓄電裝置 (B-CHOP)
	變電設備
管理・監控系統	車輛管理/維護作業管理系統
	I T V (影像相關)
檢測系統	軌道檢測系統 (營業車/檢測專用車)
	電車線檢測系統 (營業車/檢測專用車)
	周邊設備測量裝置
	軌道養護管理系統・監控系統
乘車系統	訂票
	I C 乘車券 I D 管理系統
車站設備	電扶梯/電梯
	空調/泵浦/廣播設備
I o T / A I	雲端/大數據分析/預測診斷
	語音合成系統

## 二、 HSL 公司軌道檢測設備簡介

### (一). 檢查規格

表 26 檢查規格

測量方式	非接觸式雷射測量
測量速度	對應至 275km/h
測量間隔	25cm
測量準確度	重現性(差異標準偏差)：0.3mm 以內



圖 80 車輛底部雷射檢測裝置



圖 81 實績 Doctor yellow

### (二). 測量項目

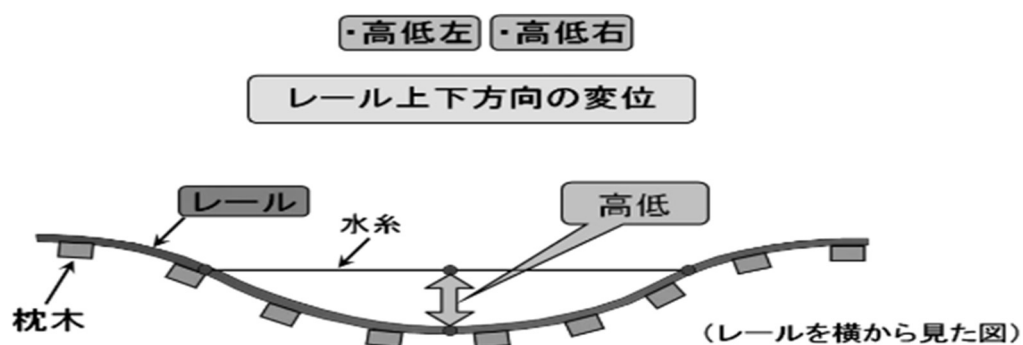


圖 82 軌道高低差異測量

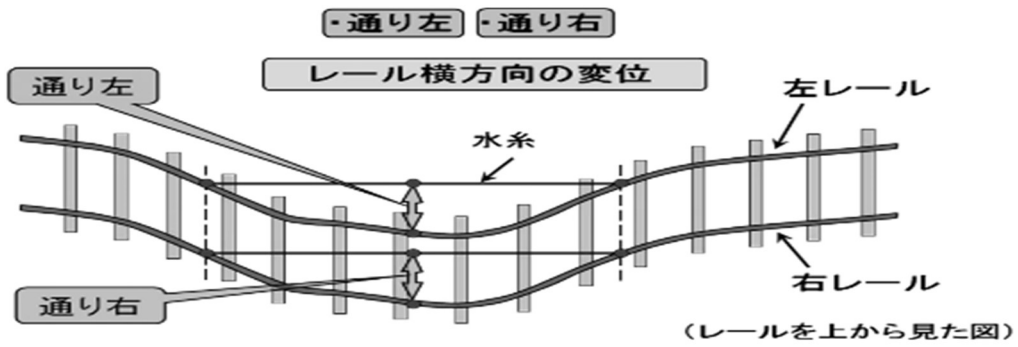


圖 83 軌道左右方向的變形

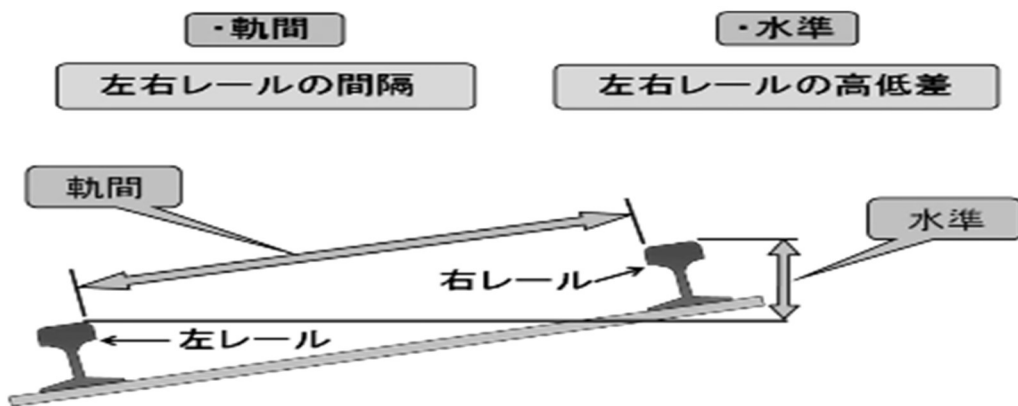


圖 84 軌距及水平

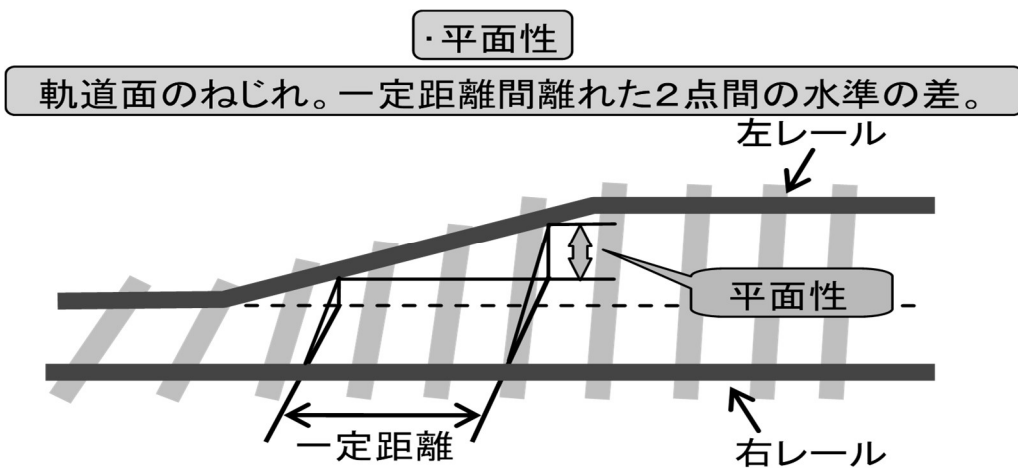


圖 85 軌道平面性

(三). 定義與縮寫：

表 27 定義與縮寫表

縮寫	定義
AC	交流電 Alternate Current
ASYNC	異步 Asynchronous
ATP	列車自動防護 Automatic Train Protection
CCS	懸垂集電檢查系統 Catenary Collecting inspection system
CNS	中華民國國家標準 Chinese National Standard
CT	比流器 Current Transformer
EN	歐盟標準 European Norm
EP	電力車(集電弓車) Electric Pantograph Car
ET	非動力車/拖車 Electric Trailer Car
GPS	全球定位系統 Global Positioning System
HD	高畫質 High Definition
HFS	日立先端科技 Hitachi High-Tech Fine Systems Corporation
HTC	日立製作所 Hitachi, Ltd.
IEC	國際電工委員會 International Electrotechnical commission
IEMU	城際電聯車 Intercity Electric Multiple Unit
JIS	日本工業標準 Japanese Industrial Standards
LAN	區域網路 Local Area Network
LED	發光二極體 Light Emitting Diode
NFB	無熔絲斷路器 Non Fuse Breaker
MCB	微型斷路器



	Miniature Circuit Breaker
OCS	電車線高速檢測設備 Overhead Catenary System
PC	個人電腦 Personal Computer
PT	比壓器 Potential Transformer
RS	建議標準 Recommended Standard
SSD	固態硬碟 Solid State Drive
UPS	不斷電系統 Uninterruptible Power Supply

(四). 電車線檢測設備測試採用標準如下：

1. IEC61000：電磁相容性。
2. IEC60571：路應用-鐵路車輛電子設備。
3. JIS E5004：鐵路車輛-電子設備。
4. JIS E4031：鐵路車輛設備-振動及衝擊測試。
5. IEC60494：鐵路應用-鐵路車輛-集電弓-特性及測試。
6. JIS E5006：鐵路車輛電子設備。
7. IEC 60077-2：鐵路應用-鐵路車輛電氣設備。
8. EN50121-3-2：鐵路應用-電磁相容性第 3-2 部分：機車車輛-儀器。

(五). 設備組成：

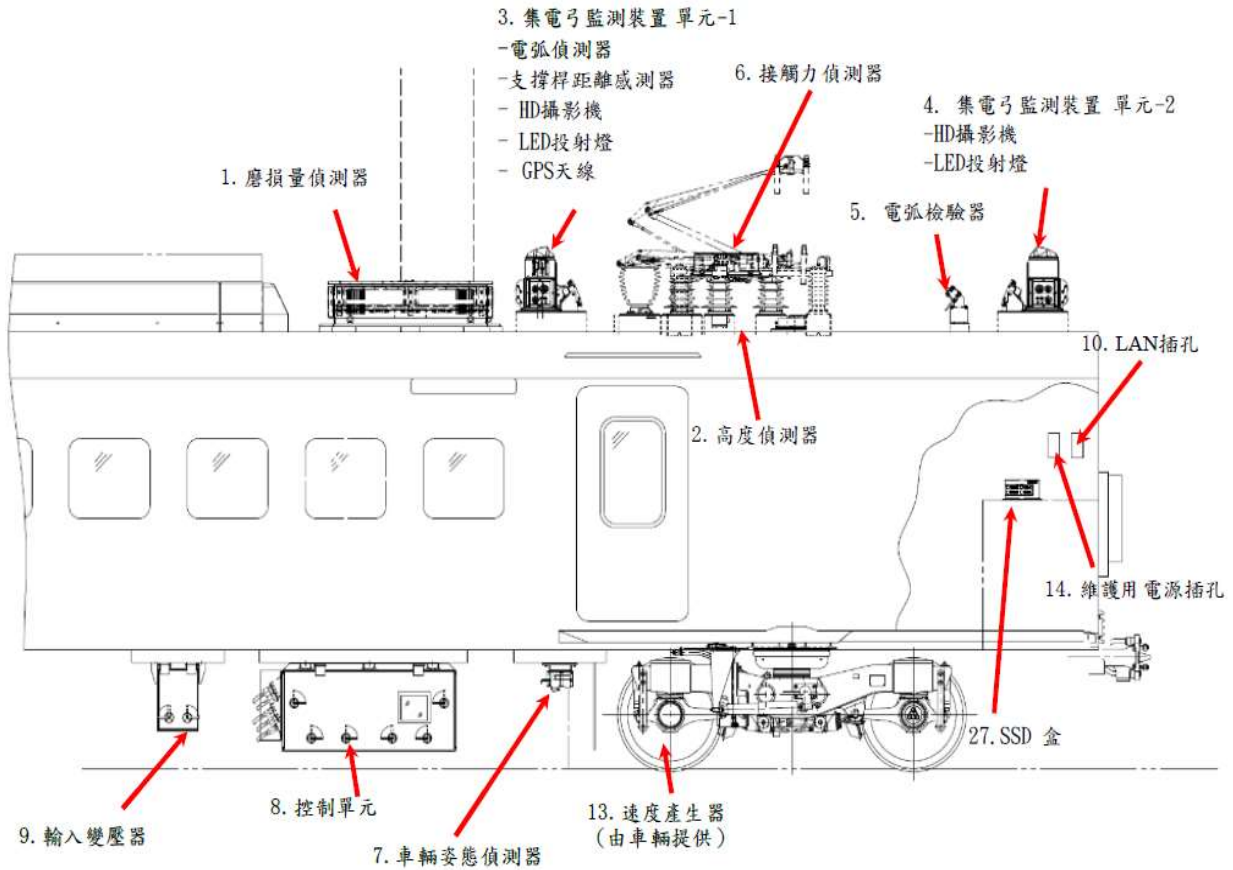


圖 86 檢測設備

表 28 檢測設備組成表

項次	品項	數量	安裝位置
1	磨耗量偵測器	1 組	車頂
2	高度偵測器	1 組	車頂
3	集電弓監控單元 1 電弧偵測器 支撐桿距離感測器 HD 攝影機 LED 投射燈 GPS 天線	1 組	車頂 HD 攝影機 X2 投射燈 X2
4	集電弓監控單元 2 HD 攝影機 LED 投射燈	1 組	車頂 HD 攝影機 X2 投射燈 X2

5	電弧檢測器	1 組	
6	接觸力偵測器 加速計/測力器 擷取單元盒 隔離變壓器 內建光纖絕緣體	1 組	集電弓上
7	車輛姿態偵測器	1 組	車下
8	控制單元	1 組	車下
9	輸入變壓器	1 組	車下
10	LAN 插孔	1 組	車內
11	速度產生器	1 組	車內
12	SSD 盒	1 組	車內



圖 87 檢測示意圖

## (六). 環境溫度及環境濕度

1. 環境條件
  - (1) 環境溫度：車頂設備 0°C 至 45°C
  - (2) 環境濕度：20 至 80%(無凝結)
  - (3) 振動耐受性：符合 JIS-E-4031。
2. 電源
  - (1) 電壓：AC440V±10%，三相。
  - (2) 頻率：60Hz±3Hz。
  - (3) 功率：3KVA 以下。

## (七). 量測條件

1. 量測速度：160km/h 或以上。
2. 簡單懸吊型及導電軌道型。
3. 接觸線高度：4420~5600mm。
4. 接觸線截面積：107mm<sup>2</sup>附槽型硬銅。
5. 主吊線高度：4500~7000mm。
6. 主吊線：截面積 95 mm<sup>2</sup>，外徑 12.5mm 之銅絞線(19 股 /2.5mm)；截面積 49.5mm<sup>2</sup>，外徑 9mm 之銅絞線(7 股 /3.0mm)。
7. 導電軌：斷面積 2,214mm<sup>2</sup>。
8. 擺動幅度：±400mm。
9. 線電壓：AC25KV 60Hz。

## (八). 車輛之介面規格

1. 取樣脈衝：編碼器(雙相型)。
2. 架空線電壓偵測訊號：
  - (1) PT(29KV)。
  - (2) PT 電壓變比=輸出電壓/輸入電壓=100V/30000V=1/300。
3. 鐵路車輛電流偵測訊號：CT(200A)。
  - (1) CT 電流變比=輸出電流/輸入電流=5A/200A=1/40。
  - (2) 傳輸週期：RS485(200ms)。
4. 車輛輪距：如同其他設備，OCS 設備在車輛限制範圍(包絡線)內，無影響。

## (九). 設備規格

### 1. 磨耗量檢測器

- (1) 磨耗量：4~16mm(從接觸線的磨損表面寬度，計算接觸線的剩餘直徑，不包括不平均磨損位置)。
- (2) 擺動幅度：距車輛中心線 450mm 以內(左/右兩側)。
- (3) 垂直高度：4420~4600mm。
- (4) 靜態準確度(靜止車輛及測試樣品時之精度)
- (5) 磨耗：±0.2mm。
- (6) 擺動幅度：±10mm。
- (7) 量測間距：≥2kHz。
- (8) 車輛姿態偵測器：利用測得擺機幅度華搭配車輛姿態量修正，計算接觸線的靜態擺動幅度。
- (9) 安裝位置：磨損量偵測器應安裝在裝有集電弓的車廂上。，高度：3540mm(軌道面上方至裝置面)，接觸線與磨耗檢測試的中心線須與車輛中心線重合。



圖 88 磨耗量檢測器

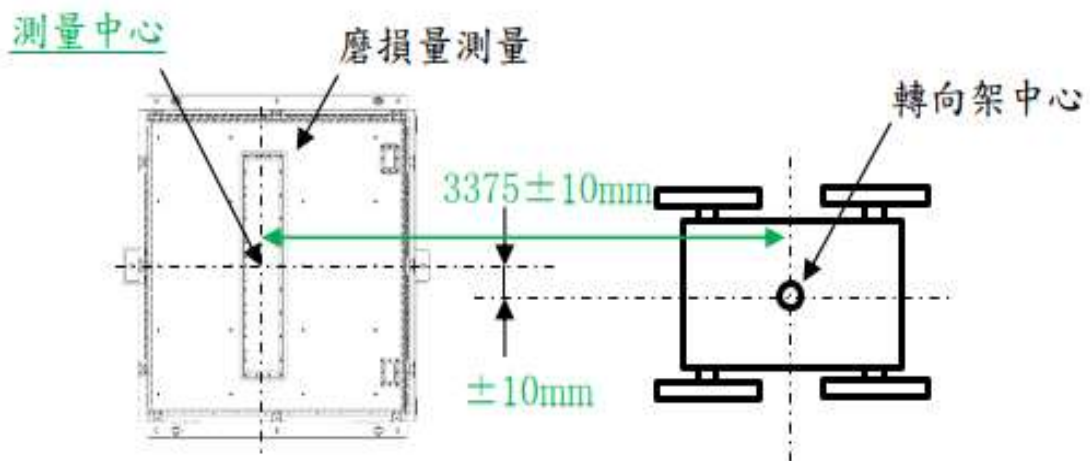


圖 89 磨耗量檢測器安裝示意圖

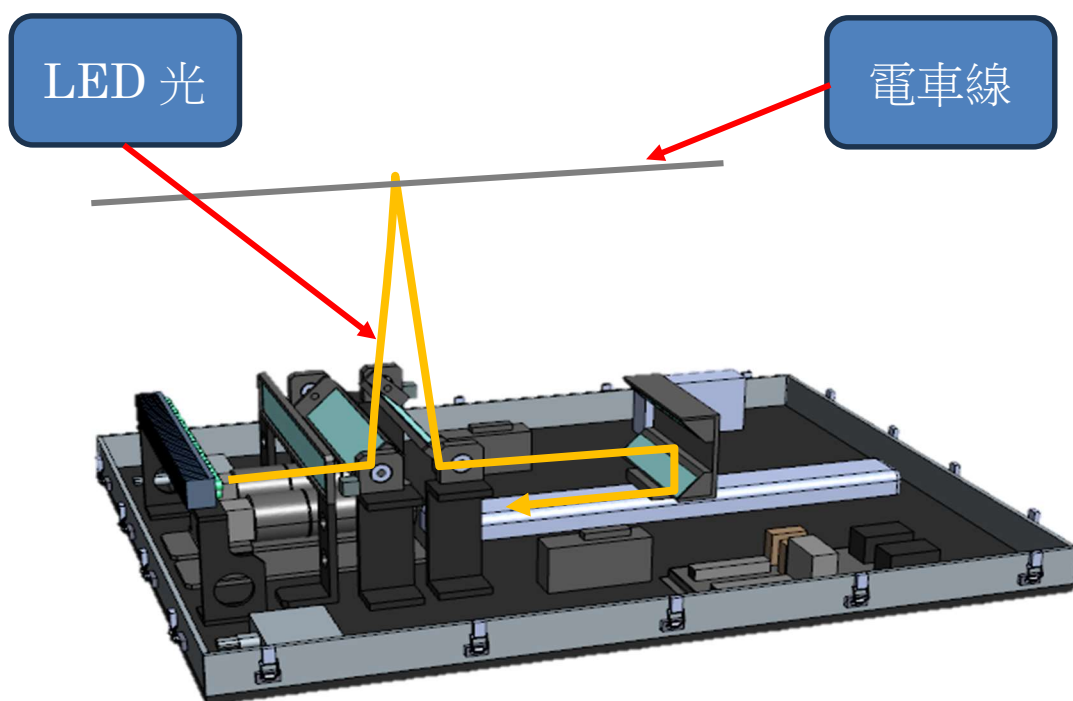


圖 90 磨耗量檢測器功能示意圖

對架空線照射 LED 光，再使用攝影機拍攝架空線底部滑動面，以測量各種位移量。

## 2. 高度偵測器

### (1) 量測範圍

- 垂直高度：4420~4600mm。

### (2) 靜態準確度

- 垂直高度：±10mm(靜止車輛及測試樣品時之準確度)。

### (3) 量測間距

- 垂直高度 $\geq 1\text{kHz}$ 。

### (4) 安裝位置：將高度偵測器的雷射軸光束安裝在距離集電弓中心的車輛寬度方向 $90\text{mm}\pm 5\text{mm}$ ，軌道方向 $70\text{mm}\pm 5\text{mm}$ 處。此外，確保將非接觸式感測器度射隨封部分固定在集電弓上。

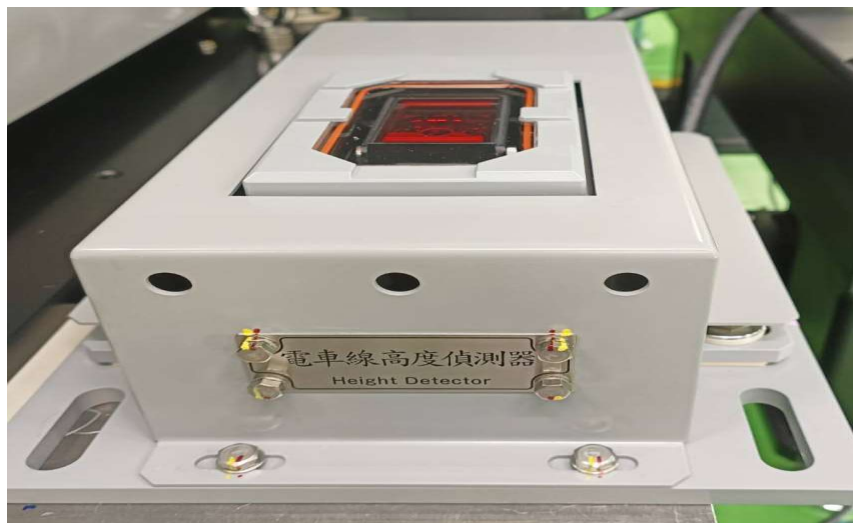


圖 91 高度偵測器實體

### 3. 電弧偵測器

- (1) 偵測目標：接觸線與集電弓之間的電弧。
- (2) 量測範圍
  - 時間  $\geq 100\mu\text{sec}$ 。
  - 強度： $\geq 160\mu\text{W}/\text{cm}^2$ 。
- (3) 量測準確度： $\pm 10\%$ (時間/強度)



圖 93 電弧偵測器



圖 92 電弧偵測器側視圖

### 4. 集電弓監控單元

- (1) 量測範圍距車輛中心線 $\pm 5\text{M}$ 以內。
- (2) 靜態準確度(靜止車輛及測試樣品時之準確度)： $\pm 2\%$ 。
- (3) 安裝位置：水平感測器距軌道中心線 5000mm 處。

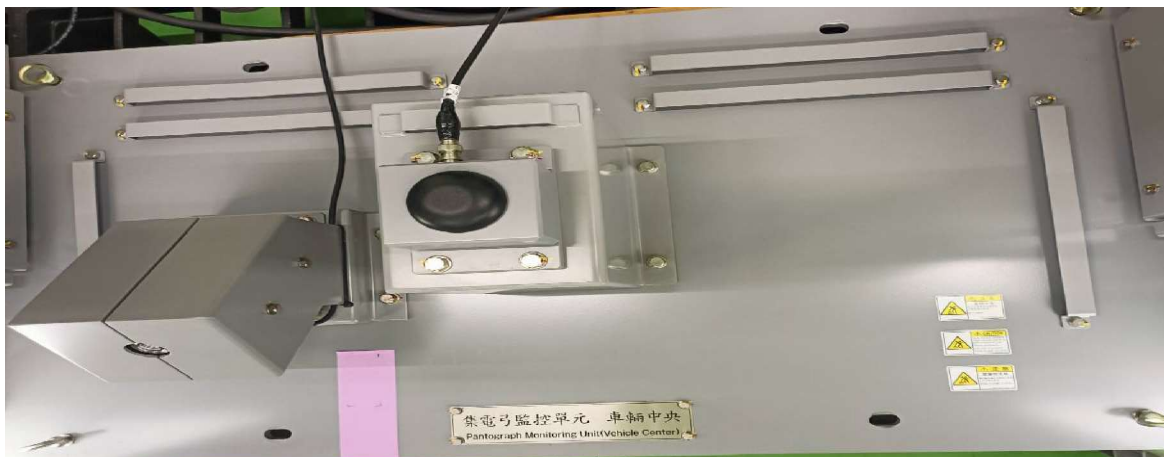


圖 94 集電弓監控單元實體



## 5. 接觸力偵測器

- (1) 集電弓接觸力測量範圍：0 至  $600\pm 10\text{N}$ 。
- (2) 採樣週期：1KHz。
- (3) 溫度範圍： $-30\sim+45^{\circ}\text{C}$ 。
- (4) 測量方向：雙向，向前與向後。
- (5) 測量精度： $\pm 10\%$ 。
- (6) 測量間距：接觸力定時採樣大於 200Hz，距離採樣小於 0.4m。
- (7) 組成：加速計/測力器，擷取單元盒，隔離變壓器(用於將 AC100V 轉換為 DC230V)。內建光纖的絕緣體。



圖 95 接觸力偵測器實體圖

## 6. SSD 控制盒

- (1) 除了控制單元(車下)的 SSD 外，車廂內還設置一個附 USB3.0 介面的 SSD 盒，測量完成後，日期將從控制單元(車下)中的 SSD 複製到車載 SSD。量測中無法將數據從控制單元的 SSD 複製到車上 SSD。
- (2) 儲存在控制單元的 SSD 中的數據透過 USB3.0 介面複製到車載 SSD 以 USB3.0 介 3Gbps 的傳輸速率，1 天機數據(500GB)所需的時間約為 23 分鐘；或可通過將筆記型電腦連接到車上的 LAN 介面來檢索數據。需要的時間是 USB 的 3 倍(約 1 小時)。
- (3) SSD 容量：2T。



圖 96 外部硬碟存取箱



圖 97 外部硬碟存取箱側視

## 陸、 心得及建議

### 一、 心得

#### (一). 日本 HSL 總公司及製造工廠測試後感想

本局近 15 年所採購之電聯車為自太魯閣 TEMU1000 型後，日立公司就未再取得臺鐵的購車案，此次有幸到日本日立車輛製造廠及東京 HSL 總公司，檢視測試設備、列車組裝作業及生產作業，除了感謝臺鐵局長官讓我們有機會到國外參加測試，亦感謝相關各工廠人員，提供技術說明及交流，過程中，對製造流程、工廠動線規劃、測試設備，留下深刻的印象。

本次前往 HSL 總公司位於東京都虎之門，進行型式測試會前會，討論過程及議題交流討論，過程受益良多，於開會前參觀總公司大樓之設計，其各個樓層分屬於日立集團子公司，並作為辦公地點，大樓整體設計非常現代化且科技感十足，如同 EMU3000 型之設計，簡潔明亮，無過多之修飾，1 樓大廳設有一些裝置藝術品，展現出簡單又高質感之設計，呈現出日本整體性美感之國民素質，亦反映在建築市容上，是臺鐵值得學習之處。

位於東京郊區之製造工廠內部環境整齊、清潔且光線充足，機具設備維護相當良好，動線流暢且區隔十分明顯，工作環境整齊，員工服從性高，工作態度認真且有禮貌，由員工守規矩的態度，已經內化到所有員工之習慣，亦顯示出日本製造好品質的原因之一。



圖 99HSL 會議室電子看板



圖 98HSL 總公司會議

每到 HSL 總公司或製造工廠門口均有電子字幕顯示歡迎之詞，令人感受到非常用心，會議中對於本局人員所提出之問題，皆快速找尋相關單位進行答覆，例如本局人員提出車下配線連接之作業規範、焊接作業規範、空調機接線焊接及 JIS E 5006 規範之問題，次日皆馬上提出說明並提出規範進行解釋，本局同時亦進行現場會勘，以確認所提出說明之合理性及正確性。

## (二). 日立水戶工場感想

水戶工廠位於東京郊區，早期有製作電力機車、柴油電力機車，於工廠內有擺放日本第 1 輛電氣機車 ED151(1500VDC、Bo-Bo、大正 13 年、西元 1924 年)該車亦屬日本鐵道文化遺產之一，車號 ED151 其中 ED 之代表意義，E 為電力之英文縮寫，D 代表軸數 A 為 1 軸，D 即為 4 軸之意思。

現在水戶工廠不製造相關機車之產品，主要以電氣設備為主，而民生用品中電梯及手扶梯為主要產品，廠區中有 2 棟特別醒目之高塔(最高者 90 公尺)，做為研究發展和試驗升降式電梯用，其中包含電梯之電纜線斷裂時，作為制動停車試驗用。

水戶工廠內部每條生產線設有各個作業區的組裝工作站，而工作站分別建置電腦作業螢幕，顯示每個工作站作業人員組裝作業流程及所進行之作業確認事項，以及所需人力，使每天生產之量能都可以得到掌握，不會有部分產線生產較快，或生產較慢之情形，導致全部產能分配不均之情形發生，同時可減少生產較快物品庫存之情形發生，各生產線配合以大幅提升生產力。



圖 100ED151 電力機車



圖 101 電力機車說明圖

(三). 日立製造工廠測試後感想

日立將生產電子產品設於水戶，車體製造設於笠戶，電子產品因良率關係，需有防塵相關設備環境，才能提高產品之良率，而車體製造時需有焊接及組裝相關需求，會對環境產生粉塵，同時對防塵要求不高之條件，因產品類別不同故分開 2 個地方製造較為妥適，而臺鐵局屬於維修性質，其車輛狀況與剛生產之乾淨狀況不同，要與製造工廠之乾淨相較，其條件不同故不可與之相比，惟笠戶工廠於 1921 年創立，迄今已逾 100 年，建築物看的出來較為老舊，但內部設備及場地之維護，仍看的出用心程度歷久彌新。

日本鐵道內需市場已可養活多家車輛製造廠，其鐵道規格已發展出 JIS 相關規定，已與歐洲各國體系有不同風格之發展，相較於亞洲國家之韓國及台灣，韓國人民較求新求變之民族風格，也充分展現在都市更新及建築物之新穎設計，亦同時展現於車輛製造工廠，工廠設備新穎，環境乾淨且現代化，日本及韓國車輛製造廠獲該國政府及民眾支持，皆有一定現代化程度之發展，反觀國內車輛製造廠，因未獲國家政府及國人支持，又內需市場不足以支撐研發生產成本，故發展空間受到限制，其車輛製造廠之規模、設備現代化較難與日本及韓國相提並論。



圖 102 笠戶工廠合照



圖 103 笠戶工廠合照 1

(四). 台、日、韓車輛製造商合作心得感想

台灣車輛股份有限公司(下稱：台車公司)製造 EMU800 型、韓商現代樂鐵公司(下稱：HRC 公司)製造 EMU900 型、台灣日立亞太股份有限公司(下稱：日立公司)製造 EMU3000 型，EMU800 型及 EMU900 型可說是通勤車上一代及下一代之購車案，而 EMU900 型及 EMU3000 型可說是同一代之購車案，但車輛屬性有通勤及城際之區別，雖說都是購車案執行履約，因立約商不同、國情不同、情空環境不同，政治背景不同，所面臨之問題、克服之困難皆不可相題並論。

EMU900 型與 EMU800 型可說是前、後代之電聯車產品，相似性非常高，但，所製造出車輛之成果，皆確實反映出各個民族性之差異。韓國人民族性強烈，國人皆支持國產化產品且獲得政府全力支持，在車輛製造方面，其車輛製造廠區及設備，有獲得政府支持或補助，得到國內鐵道之訂單，故製造廠區皆為較新之設備，無論製造或測試設備，皆具有一定規模；台車公司因未獲國家政府及國人支持，又內需市場如捷運及輕軌，未全力扶持，不足以支撐研發生產成本，故發展空間受到限制，較難與日本及韓國相提並論，但，台車公司在車輛製造品質這方面，長期受日本技術影響，EMU800 型整體組裝之品質相較 EMU900 型，有過之而無不及。

韓國人民比較屬於求新求變的性格，也反映在車輛製造方面，其車輛製造廠區及設備皆屬新的設備及設計，HRC 公司已有研發 AR、氫能源車輛之設計且 AR 都已納入新車設計中，在車輛未製造完成，先提供 AR 情境進行車輛內裝模擬，以虛擬體驗內裝設計之感受，另車輛外觀部分亦引進法國設計，車頭有微笑燈條之設計，使 EMU900 型呈現科技感之造型；台車公司設計 EMU800 型僅有工程師進行設計，被製造之框架限制，未有亮眼之車輛外觀，以及使用較新之技術，實為台車公司努力之方向，可帶給國人不一樣之觀感，但，這也是研發製造之成本，無國內其他軌道業之帶動，缺乏製造經驗與設計實績，這是台車公司需努力克服之問題。

日立公司於設計及製造 EMU3000 型時，也反映日本人民守規矩及聽從長官命令之性格，例如在笠戶工廠移動時，地上都有畫

直角之行進路線，我們都會自然的小切一下直角，做為行進方向，而日立工廠之員工都會照直角行走，也展現對於品質確實不打折之習慣，一步一步照著規定進行製作，造就出車輛製造品質之穩定，凡事一體總是二面，因日本規規矩矩的個性，也反映出應變能力及改善速度較慢之問題，台車公司及 HRC 公司對於車輛缺失之改善之應變能力皆為快速，惟品質這項則需向日立公司學習，而日立公司之缺失改善部分，時效上不符合國人之期待，給人有種效率很差之錯覺，是以，EMU800 型、EMU900 型、EMU3000 型各有各的優缺點，態度決定高度，民族性之態度，亦決定了車輛製造水準之高度。

## 二、 建議

### (一). 技術傳承，精確落實

於日本笠戶工廠及 HSL 工廠進行測試時，皆有發現員工守規矩的態度，已經內化到每個人的行為上，誠如上章節「心得」中提到，於工廠移動時，地上都有畫直角之行進路線，我們都會自然的小切一下直角，做為行進方向，而日立工廠之員工都會照直角行走，且行經軌道時亦會左邊確認、右邊確認，再往前行，如此簡單的動作，在臺鐵往往容易被忽略，而日立公司也展現出，一步一步照著規定進行製作，品質不打折之習慣。

臺鐵於 1998 年後即規劃公司化與民營化，故未辦理鐵路特考，直至 2008 年才又開始辦理鐵路特考，將近 10 年未辦理招考，路局內員工的老師傅與新進員工傳承方式之方式，需要更現代化及專業化的改善，例如老師傅對於維修保養工作熟練度已達熟手等級，相關維修步驟將得到化繁為簡，而身教大於言教，新進員工基於人的惰性，必然是學壞的比較快，學好的都很慢，少數自律的員工，仍會一步一步的進行保養步驟進行維護。

孔子曰：「不教而殺謂之虐。不戒視成謂之暴。慢令致期謂之賊。猶之與人也，出納之吝，謂之有司。」在職場上如果臺鐵局未先教導員工，而當員工犯錯時就責備、批評、懲處，這樣就是臺鐵局的錯，這不是嚴格，而是苛刻。臺鐵局長久以來機廠或機務段之實務訓練，長期以來皆仰賴師徒制進行技術傳承，但，並不是人人都是好老師，學生也不是人人都是資優生，所以臺鐵局招考進來的員工，除了訓練中心的理論訓練之外，其機務段或機廠的實務訓練更為重要，因為「品質是做出來的，不是檢查出來的」，雖然臺鐵局無法參照日本每個人都可以內化成自然的守規矩，但一開始新進人員就實施嚴格訓練之方式，如同參照速食連鎖店一樣，教育訓練工讀生，讓工讀生可製作出相同品質的產品，然後不斷不斷的複製，來培訓新進人員維修態度、落實維修保養步驟的觀念，就像日本一步一步照著規定落實保養步驟，是以，落實新進員工保養之訓練，進而讓全體員工皆有此行為，讓落實精確成為臺鐵的企業文化，就是臺鐵努力的目標。



(二). 專職講師，落實操作

臺鐵局長久以來內部沒有所謂的「專職」講師，或機務段或機廠內部「專職」的訓練講師，大多為「兼職」之講師。臺鐵局內部講師的產生，主要都從機務段的主任，或是各處室的主要長官，於課堂上進行授課，該講師其學、經歷都無庸置疑，惟該講師因既有之業務已很繁忙，無多餘的時間準備上課資料。俗話說：「台上 3 分鐘，台下 10 年功」，一個好的講師必須進行課程編排，設計流程及製作上課道具，才會讓上課的學生感受到一場行雲流水絕無冷場的課堂饗宴，若無前述的課程準備，將造成很大的反效果，以至於訓練中心的學員，總有很大感觸，外聘與內聘的講師，授課方式及講課技巧差異很大，問題之造成實屬內聘講師非戰之罪。

建議臺鐵局可挑選具能力之講師，進行專業培訓，先給予時間進行充足的課程編排，設計內容，並提供經費製作上課道具，以提升學員學習興趣，增加課堂吸收資訊，以提升本職專業技能，達到學以致用之目的，而這批講師優先「專職」於員訓中心講課，俟完成一套課程後再「兼職」回原單位。再藉由講師進行全臺灣各運、工、機、電等段，進行講師訓練，設計出符合各單位所需要的「實務」課程內容，例如機務處有車輛保養、維修，運務段有列車長、售票、剪票一線服務同仁，處理各種狀況的 SOP 訓練，以達到全臺灣一致性的服務，避免產生同一狀況，卻因不同車站或不同員工，進行的處理方式不同，導致常有旅客反映，「為什麼這個車站可以，而那個車站不行」的窘境。讓新進同仁得到專業的學習，就如同連鎖速食店一樣的複製，達到臺鐵局服務的一致性及整體性。

(三). 永磁馬達，值得考量

這次在水戶工廠參訪時，還詢問到永磁式馬達 PMSM 之技術，永磁式馬達可說已經不是新的技術，但，台灣軌道車輛卻無使用相關經驗，永磁式同步馬達與三相感應式非同步馬達，兩者可說各有優缺點，就像直流電與交流電、蘋果與橘子一樣，不能說哪個一定比較好，只能說比較適合運用在哪個地方，或每個人的喜好程度而定各有優缺。

永磁式同步機有者體積小，保養少的優點，但相對的成本較高，惟本身之缺點就是大多運用在低轉速部分，所以在國外捷運

部分已有多件使用之實績，而日本東芝更是牽引系統研發製造的佼佼者，在日本有千代田線、丸之內線和銀座線有使用 PMSM 之實績，經技術人員初步評估，PMSM 使用於速度 130KM/hr 之火車，仍是可行之設計，速度控制方式與感應馬達一樣為 VVVF 方式，是以，臺鐵在未來新購車案上，永磁式同步馬達將是可評估納入規範的選項之一，惟該馬達之技術仍掌握在國外廠商，其高成本、技術專利、保養維護，仍需於購車規範前進行評估，是否適用於臺鐵目前之環境，以得到最佳化的運用。