

出國報告（出國類別 考察）：

交通部臺灣鐵路管理局「電力機車 68 輛購案」轉向架測試、進度督 導及廠勘出國報告

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：副局長馮輝昇

處長 鄭國璽

科長 魏大翔

副工程司 陳勝國

幫工程司 黃柏文

幫工程司 李守謙

派赴國家/地區：捷克/歐洲、日本/亞洲

出國期間：112 年 5 月 13 日至 5 月 25 日

報告日期：112 年 8 月 14 日

摘要

本局 68 輛電力機車購案（下稱本案）於 108 年決標，經過概念設計（CDR）及細部設計（DDR），目前已進入測試及製造階段。此為本局重大採購案件，履約期間立約商及本局應頻繁面對面開會討論，惟近年受到新冠疫情的影響，主要透過視訊會議方式進行專案討論，然部分實務作業與生產製造品質仍無法全面掌控；近期全球疫情稍減，遂規劃此次出國行程，以實際參與測試、視察組裝生產工廠，並與立約商技術團隊、生產製造及公司高層面對面討論，期能有效確保雙方對於品質標準及執行期程要求認知的一致性，並針對相關重點議題討論釐清，俾使後續執行作業更加順利圓滿。

本次行程首先到捷克參加轉向架疲勞測試。轉向架係車輛行駛之核心組件，承載車身重量外並裝設動力馬達及減速軔機，運轉過程長時間處於複合受力狀態，故其振動測試至關重要，本次至 VZU Plzen (Research and Testing Institute Plzen Ltd.)動態測試實驗室參與轉向架疲勞測試型式測試，確認設計方案與試驗結果、本案需求相符。

5 月 18 日移動至日本，下榻東京品川車站附近飯店，該站正進行「TOD 東京品川門戶規劃」，規劃將車輛建築與公共空間串連都市。整體規劃之初始階段將於 2024 年完成，目前已有部份工地開工，馮副局長與同仁勘查品川車站現址狀況及相關規劃文件。並於在日期間之交通空檔，觀察東京站及長野站之商場共構經營模式，可為未來臺鐵公司經營參考。

藉 5 月 21 日週日空檔赴長野縣勘查由信濃鐵道經營，行使於長野-輕井澤區間之六文錢觀光列車，近距離觀察舊列車重生改造方式、後勤維修方案、運轉模式、車廂服務及與沿途停靠站之旅遊資源整合，可作為本局車輛維修參考及山嵐、海風號未來營運借鏡。

重點行程為視察組裝本案機車之府中工廠，並與立約商 Toshiba Infrastructure System & Solutions Corporation 公司（下稱 TISS）高層主管、專案管理團隊與技術

人員進行會議討論。透過實際參訪廠區，瞭解本局 68 輛電力機車案生產流程及品管方式，並實際參加樣車水密測試，檢視車廂組裝品質。

此外，TISS 公司反應受到新冠疫情影響、部份零組件原物料上漲供貨短缺、國際物流等不可抗力因素及本案契約變更影響，本局所採購電力機車首輛樣車交期較原訂期程延後至今年 9 月，本團領隊馮副局長當面向 TISS 總公司高層主管及府中工廠廠長表達我們了解 TISS 公司所面臨的挑戰與課題，但請該公司務必克服困難，如期如質的達成今年 9 月交車目標。

造訪 YUTAKA 工廠，該廠為日本軌道車輛電氣連結設備領導廠商，日本國內市場佔有率超過 90%。本局長久使用該公司產品，故該公司為參訪人員詳盡介紹、展示產品生產線及各項測試設備。

現已為後新冠疫情期，本局將調派機務廠段人員駐廠監造，本局機務處同仁先行勘查監造辦公室、TISS 公司員工宿舍（作為住宿選項之一）及附近交通、生活環境，亦整合於本案報告，作為接下來首批監造同仁參考，減少機務廠段同仁抵日初期之摸索及適應成本。

目次

本文	6
1 目的	6
1.1 確認履約進度	6
1.2 參與轉向架型式測試-振動疲勞測試	6
1.3 設計技術研討、維修理念分享及操作習慣溝通	6
2 時間及行程	7
2.1 簡要行程表	7
3 團員組成	8
3.1 團員組成	8
3.2 團員簡歷	8
3.2.1 馮副局長輝昇	8
3.2.2 鄭處長國璽	8
3.2.3 魏科長大翔	9
3.2.4 陳副工程司勝國	9
3.2.5 黃幫工程司柏文	9
3.2.6 李幫工程司守謙	9
4 過程	10
4.1 5月15日~5月17日 皮爾森 VZU Plzen 動態測試實驗室	10
4.1.1 轉向架疲勞測試型式測試程序略述	10
4.1.2 本次檢驗所見	20
4.2 5月19日 東芝府中工廠	28
4.2.1 車體水密例行測試程序略述	28
4.2.2 本次檢驗所見	33
4.3 5月21日 長野-輕井澤 六文錢觀光列車	34
4.3.1 行程說明	34
4.3.2 列車外觀設計	35
4.3.3 列車內裝設計	37

4.3.4	列車餐飲及禮賓服務.....	52
4.3.5	乘車小結.....	60
4.4	5月22日 參訪 YUTAKA 廠.....	61
4.4.1	與本案關聯.....	61
4.4.2	零配件製造/倉儲.....	61
4.4.3	成品測試.....	65
4.4.4	參訪小結.....	69
4.5	5月22日 府中工廠/東芝公司總部.....	73
4.5.1	車輛組裝廠勘查.....	73
4.5.2	東芝公司總部簡報.....	80
4.5.3	東芝公司總部會談與本局要求事項.....	83
4.6	5月23日~5月25日 府中工廠.....	84
4.6.1	車輛組件工廠勘查.....	84
4.6.2	檢驗駐點辦公室/宿舍.....	93
4.6.3	最終檢討會議.....	102
5	視察/拜會單位說明.....	103
5.1	皮爾森 VZU Plzen 動態測試試驗室.....	103
5.2	東芝府中工廠.....	104
5.3	信濃鐵道 六文錢觀光列車.....	104
5.4	YUTAKA 廠.....	107
6	心得及建議.....	110
6.1	購車案測試與檢驗.....	110
6.1.1	轉向架振動測試.....	110
6.1.2	車廂水密測試.....	110
6.2	東芝公司高層會談及車輛組裝工廠參訪.....	110
6.2.1	東芝公司高層會談.....	110
6.2.2	車輛組裝工廠.....	111
6.2.3	車輛零配件生產.....	111

6.2.4	監造環境.....	111
6.2.5	總結.....	111
6.3	信濃鐵道 六文錢觀光列車.....	112
6.3.1	車輛部份.....	112
6.3.2	服務.....	112
6.3.3	運行.....	112
6.4	YUTAKA 公司.....	112
6.4.1	工廠管理.....	112
6.4.2	各項測試設備.....	113
6.4.3	自動連結器.....	113
6.5	行程偶得.....	113
6.5.1	停車牌與車序牌.....	113
6.5.2	成田快鐵 NEX 列車可取之處.....	114
	附錄：返國後續記事.....	116
1	建立每日進度回報機制.....	116
2	東芝公司檢討契約變更報價.....	118
3	與東芝公司高層互動.....	118

本文

1 目的

1.1 確認履約進度

由於新冠疫情，本案已逾規劃進度，雖廠商完成不可抗力契約展期申請及趕工計畫，但本局仍有必要廠勘檢視實際進度，及與立約商面對面溝通，表達本局期望如期如質交車之立場。

1.2 參與轉向架型式測試-振動疲勞測試

本次出國行程包含至皮爾森 VZU Plzen (Research and Testing Institute Plzen Ltd.) 之動態測試實驗室參與轉向架疲勞測試型式測試。轉向架安裝在車輛的車體與軌面之間，支撐著車輛的重量、吸收振動、牽引車輛，使車輛在直線、彎曲軌道上平穩行駛，本次測試用於確認本案轉向架在扭曲、彈跳、牽引、側搖、橫向受力等嚴苛情況下，是否能保證在生命週期內可正常運作。

1.3 設計技術研討、維修理念分享及操作習慣溝通

履約期間多以線上會議及紙本書審方式進行設計文件審查，無法看見實物及現場解說。藉由此次出國，與立約商研討設計細節，了解本案機車實際配置，同時面對面溝通，交換車輛維修理念；本次出國成員包含機務處行車技術科成員，可與廠商溝通本局司機員駕駛習慣，降低交車後修改駕駛室機率。

2 時間及行程

2.1 簡要行程表

日期	地點	行程說明
5/13 (六)	台灣—奧地利	移動日 (桃園-維也納) #不包含馮副局長及鄭處長
5/14 (日)	奧地利—捷克	移動日 (維也納-捷克) #不包含馮副局長及鄭處長
5/15 (一)	皮爾森	參與轉向架疲勞測試型式測試第三階段檢查 (磁粉探傷等檢查) #不包含馮副局長及鄭處長
5/16 (二)	皮爾森	參與轉向架疲勞測試型式測試第三階段檢查 (磁粉探傷等檢查) #不包含馮副局長及鄭處長
5/17 (三)	捷克-土耳其	上午：參與轉向架疲勞測試型式測試第三階段檢查 (磁粉探傷等檢查) 下午：移動日 (布拉格-伊斯坦堡) #不包含馮副局長及鄭處長
5/18 (四)	土耳其-日本	移動日 (伊斯坦堡-東京) #不包含馮副局長及鄭處長
5/19 (五)	府中	廠勘車輛組裝工廠 #不包含馮副局長及鄭處長
5/20 (六)	東京 台灣-日本	資料整理及研讀 馮副局長及鄭處長移動日
5/21 (日)	東京	上午：討論下週擬提問、確認內容 下午：彙整上午討論資料
5/22 (一)	府中/川崎	上午：東芝簡報專案進度/府中工廠 下午：拜會東芝吉野副社長/川崎
5/23 (二)	群馬	到 YUTAKA 確認莒光跳線製造狀況
5/24 (三)	府中	上午：廠勘零組件製造工廠 下午：廠勘車輛組裝工廠
5/25 (四)	府中 日本-台灣	上午：檢討會議/府中工廠 下午：移動日 (東京-桃園)

3 團員組成

3.1 團員組成

考察日期： 2023/05/13(六)~05/25(四)	考察目的：電力機車 68 輛購車案轉向架測試、進度督導及廠勘
職稱	姓名
1 本局副局長	馮輝昇
2 機務處處長	鄭國璽
3 車輛科科长	魏大翔
4 副工程司	陳勝國
5 幫工程司	黃柏文
6 幫工程司	李守謙

3.2 團員簡歷

3.2.1 馮副局長輝昇

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
馮輝昇	副局長	臺鐵局	台灣大學土木研究所碩士、博士候選人	02-23895333 hsfengl024@gmail.com
工作經歷				
1. 1997-2003：交通部高速鐵路工程局幫工程司、副工程司 2. 2003-2014：行政院經濟建設委員會都市及住宅發展處技正 3. 2014-2015：行政院國家發展委員會國土發展處組長 4. 2015-2019：臺中市政府交通局副局长 5. 2019~：交通部臺灣鐵路管理局副局長 6. 擅長交通規劃、交通工程、智慧交通系統、鐵路運營和空間發展規劃。 7. 2016 年參與製定台灣公路智能交通設計規範，2017 年榮獲台灣智能交通學會智慧交通卓越服務銀獎。2019 年推動智慧鐵路 IOT 平台計畫，2020 年擔任行車控制 4.0 系統研發案計畫主持人，2021 年負責督導推動臺鐵轉型改革工作。				

3.2.2 鄭處長國璽

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
鄭國璽	處長	臺鐵局機務處	台灣科技大學自動化與控制研究所畢業	+886-937-873601 0754903@railway.gov.tw
工作經歷 Working Experience				
1. 2004-2006：民航局飛航服務總臺工務員 2. 2006-2007：民航局飛航服務總臺副工程司 3. 2007-2017：民航局飛航服務總臺助航設備課課長 4. 2017-2018：民航局飛航服務總臺航電技術室副主任 5. 2018-2020：民航局飛航服務總臺航電技術室主任 6. 2020~2023：臺鐵局機務處副處長 7. 2023~：臺鐵局機務處處長				

3.2.3 魏科長大翔

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
魏大翔	科長	臺鐵局機務處	成功大學機械工程學系畢業	+886-932-200898 tr762926@gmail.com
工作經歷 WorkingExperience				
1. 2003-2012: 檢查員，交通部臺灣鐵路管理局高雄檢車段 2. 2012-2017: 主任，交通部臺灣鐵路管理局高雄檢車段 3. 2017-2018: 副段長，交通部臺灣鐵路管理局高雄檢車段 4. 2018-2019: 副廠長，交通部臺灣鐵路管理局高雄機廠 5. 2019~2020: 段長，交通部臺灣鐵路管理局台北檢車段 6. 2020~ : 車輛科科長，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

3.2.4 陳副工程司勝國

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
陳勝國	副工程司	臺鐵局機務處	元智大學機械工程學系畢業	02-22367410 tr771046@gmail.com
工作經歷 WorkingExperience				
1. 1999-2004: 助理工務員，交通部臺灣鐵路管理局七堵檢車段 2. 2004-2014: 工務員，交通部臺灣鐵路管理局機務處 3. 2014-2018: 幫工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處 4. 2018- : 副工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

3.2.5 黃幫工程司柏文

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
黃柏文	幫工程司	臺鐵局機務處	臺灣大學土木工程學研究所畢業	+886-988-341371 emu300ct@gmail.com
工作經歷 WorkingExperience				
1. 2013-2016: 技術助理，交通部臺灣鐵路管理局台北機務段 2. 2016-2017: 司機員，交通部臺灣鐵路管理局台北機務段 3. 2017-2019: 助理工務員，交通部臺灣鐵路管理局機務處 4. 2019-2022: 工務員，交通部臺灣鐵路管理局機務處 5. 2022~ : 幫工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

3.2.6 李幫工程司守謙

姓名	職稱	任職單位	教育程度	聯絡方式
李守謙	幫工程司	臺鐵局機務處	交通大學電子工程學系畢業	+886-936-600049 seanlee800201@gmail.com
工作經歷 WorkingExperience				
1. 2017-2023: 工務員，交通部臺灣鐵路管理局機務處 2. 2023~ : 幫工程司，交通部臺灣鐵路管理局機務處				

4 過程

4.1 5月15日~5月17日 皮爾森 VZU Plzen 動態測試實驗室

轉向架為重要設備，本案要求轉向架生命週期須達 30 年，並考量本項測試在本國無法執行，顧慮到成本、時程，實為難以重現之測試，在 112 年核定本項測試之程序書後，即將本測試視為出國檢驗、廠勘目標之一。

4.1.1 轉向架疲勞測試型式測試程序略述

轉向架疲勞測試執行約需 2 個月，分為四階段：測試準備、負載驗證測試、靜態疲勞負載測試、加速壽命測試，以下各別說明：

1. 測試準備

考量模擬彈簧剛性較高，可能須在模擬彈簧下插入墊片，以達到合理的輪重分布，並得以在標準範圍內調整負載。

在轉向架特定部位設置應變規(如圖 4.1.1-1、表 4.1.1-1)，並依 EN13749 附錄 C、D 規定條件對指定位置、方向施加靜態負載(如表 4.1.1-2)後，確認滿足各反作用力滿足合格標準的公式，若初次未滿足，須插入墊片調整直到滿足合格標準(如表 4.1.1-3)。

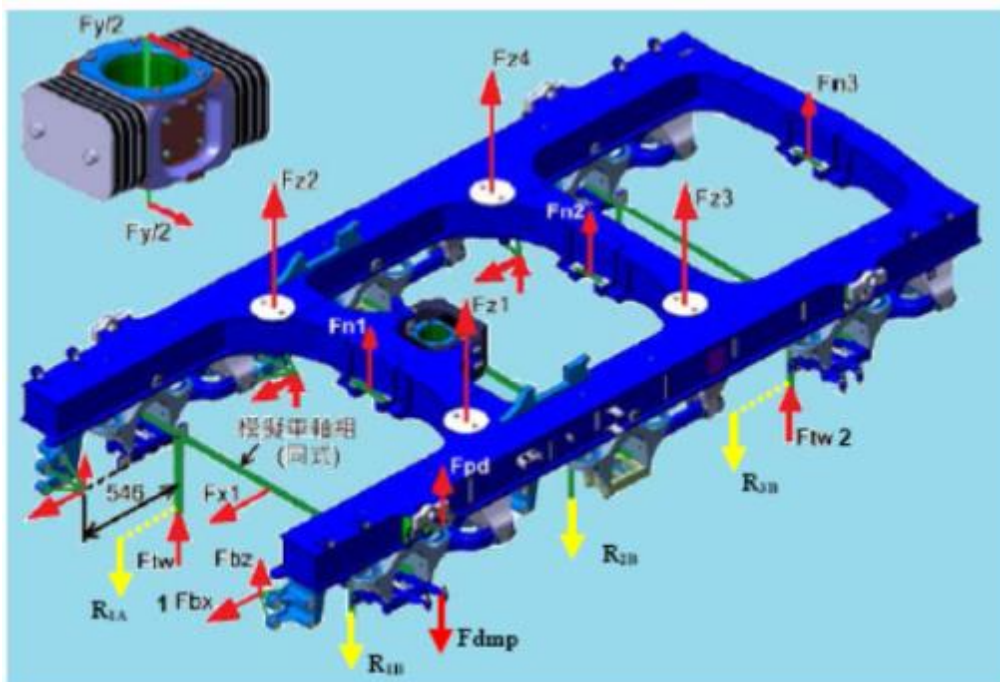


圖 4.1.1-1 負載及反作用力位置

表 4.1.1-1 負載及反作用力符號

符號	說明
Fx1, Fx2, Fx3	車軸縱向負載
Fy	牽引中心柱橫向負載
Fz1, Fz2	外側承墊垂直向負載
Fz3, Fz4	內側承墊垂直向負載
Fbx, Fbz	縱向的直立初缸負載
Fpd	施加在減震器上的減震器負載
Fdmp	施加在軸箱上的減震負載
Fn1, Fn2, Fn3	馬達扭矩反作用力垂直向負載
Ftw1, Ftw2	軌道扭曲負載條件車輪垂直向負載
R1A, R1B, R2A, R2B, R3A, R3B	各車輪踏面上的車輪反作用力負載

表 4.1.1-2 垂直向靜態/驗證負載位置及負載值

測試 ID	說明	負載位置及負載值			
		外側承墊負載		內側承墊負載	
		Fz1 (kN)	Fz2 (kN)	Fz3 (kN)	Fz4 (kN)
1-1	垂直向靜態負載	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2
1-2	垂直向驗證負載	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0

表 4.1.1-3 測試準備之合格標準

測試 ID	公式 No.	合格標準	結果	通過 / 失敗
1-1	①	$ R_{1Aa} - R_{1Ba} / (R_{1Aa} + R_{1Ba}) < 0.10$		
		$ R_{2Aa} - R_{2Ba} / (R_{2Aa} + R_{2Ba}) < 0.10$		
		$ R_{3Aa} - R_{3Ba} / (R_{3Aa} + R_{3Ba}) < 0.10$		
	②	$ 2 \cdot (R_{2Aa} + R_{2Ba}) / (R_{1Aa} + R_{1Ba} + R_{3Aa} + R_{3Ba}) - 1 < 0.04$		
		$ 2 \cdot (R_{3Aa} + R_{3Ba}) / (R_{2Aa} + R_{2Ba} + R_{1Aa} + R_{1Ba}) - 1 < 0.04$		
		$ 2 \cdot (R_{1Aa} + R_{1Ba}) / (R_{3Aa} + R_{3Ba} + R_{2Aa} + R_{2Ba}) - 1 < 0.04$		
1-2	③	$ 2 \cdot (R_{2Ab} + R_{2Bb}) / (R_{1Ab} + R_{1Bb} + R_{3Ab} + R_{3Bb}) - 1 < 0.08$		
		$ 2 \cdot (R_{3Ab} + R_{3Bb}) / (R_{2Ab} + R_{2Bb} + R_{1Ab} + R_{1Bb}) - 1 < 0.08$		
		$ 2 \cdot (R_{1Ab} + R_{1Bb}) / (R_{3Ab} + R_{3Bb} + R_{2Ab} + R_{2Bb}) - 1 < 0.08$		

2. 負載驗證測試

為確認轉向架框架在運行過程中是否能承受其負載，而進行負載測試驗證，在正式開始測試前會先施加兩次的負載以確認數據穩定，確認到應變規獲得可重複的結果，才會執行正式的負載驗證測試並記錄數據。若負載結果有落差（超過±5%），則需檢查轉向架框架的設置、固定及纜線連接等測試平台的狀況，有需要時進行修正。

依據 EN13749 附錄 C、D 規定條件，決定負載驗證測試條件（如表 4.1.1-4），本項測試共有 14 項測試條件，分別依條件施加負載後，記錄施加負載數值（如

表 4.1.1-5)，再記錄各檢測點之應變規結果（如表 4.1.1-6），檢查確認是否在合格標準的-0/+5%內。

表 4.1.1-4 負載驗證測試條件

測試 ID.	負載敘述	施加負載數值											
		Fz1 (kN)	Fz2 (kN)	Fz3 (kN)	Fz4 (kN)	Fy (kN)	Fx# (kN)	Fn# (kN)	Fbx (kN)	Fbz (kN)	Fpd (kN)	Flw (kN)	Fdmp (kN)
2-1	垂直向	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-2	垂直向 + 橫向	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0	177.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-3	垂直向 - 橫向	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0	-177.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-4	垂直向 + 牽引	-120.0	-120.0	-38.4	-38.4	0.0	60.7	-32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-5	垂直向 - 牽引	-38.4	-38.4	-120.0	-120.0	0.0	-60.7	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-6	垂直向 + 橫向 + 牽引	-120.0	-120.0	-38.4	-38.4	177.0	60.7	-32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-7	垂直向 - 橫向 - 牽引	-38.4	-38.4	-120.0	-120.0	-177.0	-60.7	32.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2-8	垂直向 + 制動	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	0.0	-70.4	0.0	35.2	-10.6	0.0	0.0	0.0
2-9	垂直向 - 制動	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	0.0	-70.4	0.0	35.2	10.6	0.0	0.0	0.0
2-10	垂直向 + 橫向 + 扭曲 1	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0	177.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.9	0.0
2-11	垂直向 - 橫向 - 扭曲 1	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0	-177.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-14.9	0.0
2-12	標稱垂直向 + 扭曲 2	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	56.4	0.0
2-13	標稱垂直向 - 扭曲 2	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-56.4	0.0
2-14	垂直向 + 減震器	-108.0	-108.0	-113.0	-113.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	0.0	10.0

表 4.1.1-5 施加負載結果

項次	負載敘述	施加負載數值											
		Fz1 (kN)	Fz2 (kN)	Fz3 (kN)	Fz4 (kN)	Fy (kN)	Fx# (kN)	Fn# (kN)	Fbx (kN)	Fbz (kN)	Fpd (kN)	Flw (kN)	Fdmp (kN)
2-1	垂直向												
2-2	垂直向 + 橫向												
2-3	垂直向 - 橫向												
2-4	垂直向 + 牽引												
2-5	垂直向 - 牽引												
2-6	垂直向 + 橫向 + 牽引												
2-7	垂直向 - 橫向 - 牽引												
2-8	垂直向 + 制動												
2-9	垂直向 - 制動												
2-10	垂直向 + 橫向 + 扭曲 1												
2-11	垂直向 - 橫向 - 扭曲 1												
2-12	標稱垂直向 + 扭曲 2												
2-13	標稱垂直向 - 扭曲 2												
2-14	垂直向 + 減震器												

表 4.1.1-6 應變規結果，以測試 ID2-1 為例

測試 ID 2-1		垂直向					
檢測點	測得應力, MPa	合格標準, MPa	通過/失敗	檢測點	測得應力, MPa	合格標準, MPa	通過/失敗
U01		<350		U33		<350	
U02		<350		U34		<350	
U03		<350		U35		<350	
U04		<350		U36		<350	
U05		<350		U37		<350	
U06		<350		U38		<350	
U07		<350		U39		<350	
U08		<350		U40		<350	
U09		<350		U41		<350	
U10		<350		U42		<350	
U11		<350		U43		<350	
U12		<350		U44		<350	
U13		<350		U45		<350	
U14		<350		U46		<350	
U15		<350		U47		<350	
U16		<350		U48		<350	
U17		<350		U49		<350	
U18		<350		U50		<350	
U19		<350		U51		<350	
U20		<350		U52		<350	
U21		<350		U53		<300	
U22		<350		U54		<300	
U23		<350		U55		<300	
U24		<350		U56		<300	
U25		<350		U57		<300	
U26		<350		U58		<300	
U27		<350		R01-A		<350	
U28		<350		R01-B		<350	
U29		<350		R01-C		<350	
U30		<350		R02-A		<350	
U31		<350		R02-B		<350	
U32		<350		R02-C		<350	

註: 350MPa 為鋼板的降伏強度。
300MPa 為鑄鋼的降伏強度。

3. 靜態疲勞負載測試

為確認轉向架框是否能通過加速壽命測試，以靜態方式進行疲勞負載的評估。施加靜態疲勞負載條件 1 個週期（如表 4.1.1-7），並測量應力後，與轉向架架框材料之容許應力比較。應變規測量結果可能會因負載施加頻率高低而有不同結果，但負載施加頻率逐漸升高時可以找到測量結果無差異的最高頻率，在比較複數不同頻率間的結果後，選擇適用於測試的最高頻率，記錄測到的最大值。

依據表 4.1.1-7 所列負載值施加負載（公差-0/+5%），確認施加位置的應力值是否符合合格標準（如表 4.1.1-8），再單獨施加扭曲負載 F_{tw} ，並測量施加位置的位移量，釋放施力後另外依照表 4.1.1-2 施加垂直向驗證負載，量測車輪反作用力並確認計算是否滿足合格標準公式，如不滿足將添加墊片調整直到計算結果滿足合格標準（如表 4.1.1-9）。

依據圖 4.1.1-2~圖 4.1.1-5，X、Y、Z 軸的負載組合從時間 0 開始，頻率分別為 0.1Hz、1Hz、2Hz、3Hz、4Hz，並測量 U21、U22、U23、U25、U33 及 R01-C 應變規的結果，注意檢查高頻與低頻的輸出有無在公差 5%以內(如表 4.1.1-10)，最後決定疲勞負載測試的振動頻率。

表 4.1.1-7 靜態疲勞負載條件

項次	疲勞	負載週期	負載振幅							
			Fz1	Fz2	Fz3	Fz4	Fy	Fx#	Fn#	Ftw
	負載敘述		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
1	標稱垂直向	1	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	0.00	0.00	0.00	0.00
2	+/- 彈跳	1	-14.6	-14.6	-17.1	-17.1	0.00	0.00	0.00	0.00
3	+/- 側搖	1	7.9	-7.9	7.9	-7.9	0.00	0.00	0.00	0.00
4	+/- 橫向動態	1	0.00	0.00	0.00	0.00	59.3	0.00	0.00	0.00
5	+/- 橫向準靜態	1	0.00	0.00	0.00	0.00	59.3	0.00	0.00	0.00
6	+/- 牽引力	1	-42.1	-42.1	42.1	42.1	0.00	62.8	-33.9	0.0
7	+/- 扭曲	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	7.5

表 4.1.1-8 施加負載結果

測試 ID	負載條件	負載幅度								結果: 通過 / 失敗	
		Fz1	Fz2	Fz3	Fz4	Fy	Fx#	Fn#	Ftw		
	負載敘述	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN		
3-1	標稱垂直向	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1		
	合格標準	-83.2	-83.2	-83.2	-83.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1		
	標稱垂直向										
	測量值										
	通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	+/- 彈跳	-14.6	-14.6	-17.1	-17.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1		
	合格標準	-15.3	-15.3	-18.0	-18.0	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1		
	+/- 彈跳										
	測量值										
	通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	+/- 側搖	8.3	-7.9	8.3	-7.9	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1		
	合格標準	7.9	-8.3	7.9	-8.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1		
	+/- 側搖										
	測量值										
	通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	+/- 橫向動態	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	62.3	+0.1	+0.1	+0.1		
	合格標準	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	59.3	-0.1	-0.1	-0.1		
	+/- 橫向動態										
	測量值										
	通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	+/- 橫向準靜態	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	62.3	+0.1	+0.1	+0.1		
	合格標準	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	59.3	-0.1	-0.1	-0.1		
	+/- 橫向準靜態										
	測量值										
	通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	+/- 牽引力	-42.1	-42.1	44.2	44.2	+0.1	65.9	-33.9	+0.1		
	合格標準	-44.2	-44.2	42.1	42.1	-0.1	62.8	-35.6	-0.1		
	+/- 牽引力										
測量值											
通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗		
+/- 扭曲	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	7.9		
合格標準	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	7.5		
+/- 扭曲											
測量值											
通過 / 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗		

表 4.1.1-9 車輪平衡調整結果

測試 ID 3-1	車輪反作用力 (kN)						④ $ 2 - (R_{1A}+R_{1B}) / (R_{1A}+R_{1B}+R_{3A}+R_{3B}) - 1 $			結果 ④ > 0.08	通過 / 失敗
	R _{1A}	R _{1B}	R _{2A}	R _{2B}	R _{3A}	R _{3B}	(i,j,k) -2,1,3	(i,j,k) -3,2,1	(i,j,k) -1,3,2		
墊片狀態											
初始狀態											<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
調整後											<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗

表 4.1.1-10 慢速與快速負載的應變規比較結果

測試 ID	位置	測量變形量, $\mu\text{m/m}$					合格標準	通過 / 失敗
		0.1 Hz	1 Hz	2 Hz	3 Hz	4 Hz		
3-2	U21	測量值					"%於 0.1Hz"應 在 5%以內	<input type="checkbox"/> 通過
		%於 0.1Hz						<input type="checkbox"/> 失敗
	U22	測量值						<input type="checkbox"/> 通過
		%於 0.1Hz						<input type="checkbox"/> 失敗
	U23	測量值						<input type="checkbox"/> 通過
		%於 0.1Hz						<input type="checkbox"/> 失敗
	U25	測量值						<input type="checkbox"/> 通過
		%於 0.1Hz						<input type="checkbox"/> 失敗
U33	測量值					<input type="checkbox"/> 通過		
	%於 0.1Hz					<input type="checkbox"/> 失敗		
R01-C	測量值					<input type="checkbox"/> 通過		
	%於 0.1Hz					<input type="checkbox"/> 失敗		

在 0.1 Hz 下測得的應變是基本應變，從 0.1 Hz 到其他頻率值的應變變化率應通過
"%於 0.1Hz" = (i Hz 時的應變) / (0.1Hz 時的應變) · (i=1,2,3,4) 來計算。

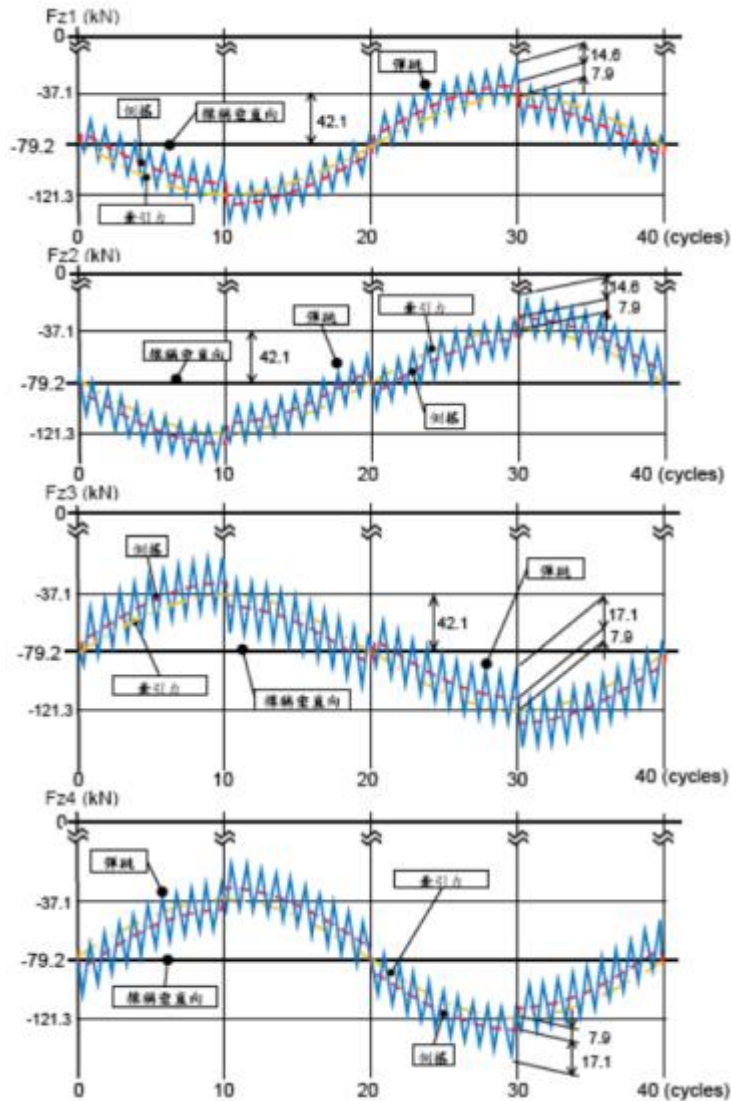


圖 4.1.1-2 各負載條件的負載規律 (Z 方向, 1/2)

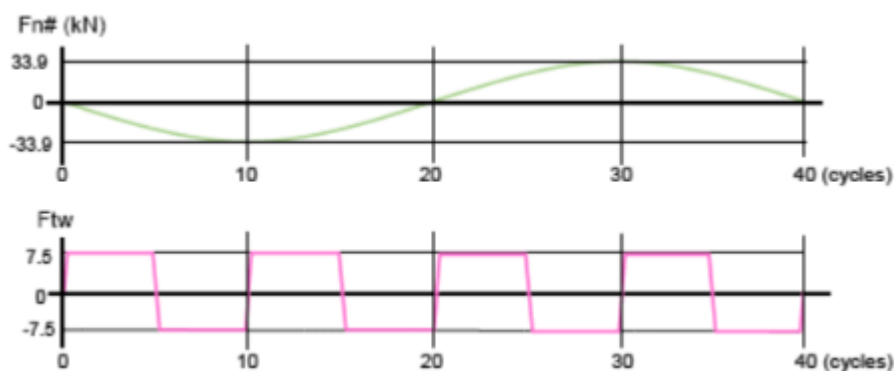


圖 4.1.1-3 各負載條件的負載規律 (Z 方向, 2/2)

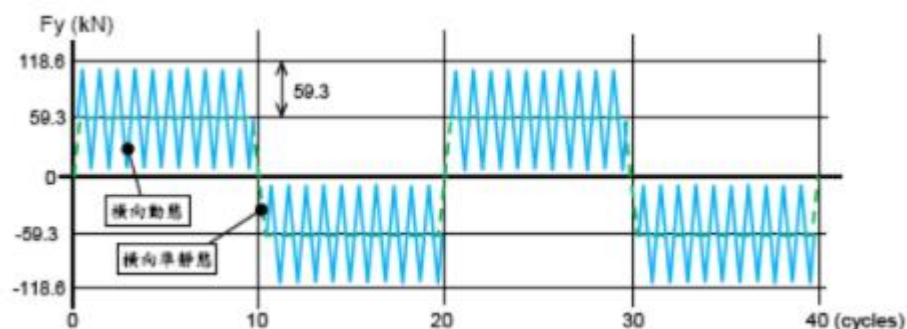


圖 4.1.1-4 各負載條件的負載規律 (Y 方向)

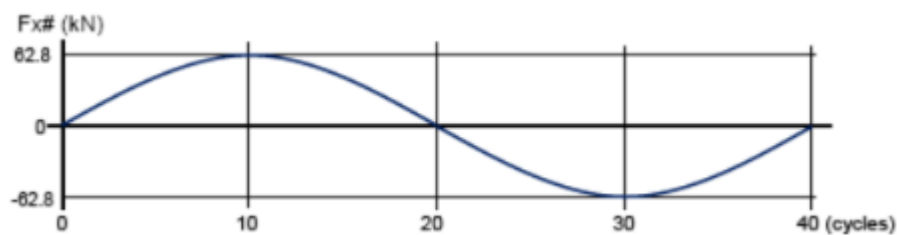


圖 4.1.1-5 各負載條件的負載規律 (X 方向)

4. 加速壽命測試

加速壽命測試在靜態疲勞負載測試結果通過後才執行，而本測試與前節靜態疲勞負載測試施加負載方式相同（如圖 4.1.1-2~圖 4.1.1-5），但另依規定之施加負載週期數（如表 4.1.1-11）執行測試，週期分為三階段，振幅在第 2、3 階段依 EN13749 圖 G.2 分別增加至 1.2 倍、1.4 倍。

在加速壽命測試執行前需要執行非破壞檢查（如表 4.1.1-12），檢查轉向架框焊接處（如圖 4.1.1-6）有無裂縫。

在加速壽命測試期間，每一百萬次週期就要對轉向架框焊接處（如圖 4.1.1-6）檢查有無裂痕，每兩百萬次週期要對轉向架依表 4.1.1-2、表 4.1.1-3 的垂直向驗證負載測量車輪反作用力並調整，在第四百萬次、六百萬次、八百

萬次週期後，進行磁粉探傷檢查轉向架框所有鉚道，確認有無裂痕（各項檢查時間如表 4.1.1-13）。

在加速壽命測試後，將拆解轉向架框以執行全面性的目視檢查確認是否有裂痕。

最後依據上述各項測試程序執行後記錄數據，並確認滿足合格標準（如表 4.1.1-14~表 4.1.1-20）。

表 4.1.1-11 疲勞負載階段

		疲勞		負載規格							
階段	項目	負載敘述	週期	Fz1 kN	Fz2 kN	Fz3 kN	Fz4 kN	Fy kN	Fx# kN	Fn# kN	Ftw kN
1	動態 x10	1 標稱垂直向	0	-79.2	-79.2	-79.2	-79.2	0.00	0.00	0.00	0.00
		2 +/- 彈跳	6,000,000	-14.8	-14.8	-17.1	-17.1	0.00	0.00	0.00	0.00
		3 +/- 側搖	300,000	7.9	-7.9	7.9	-7.9	0.00	0.00	0.00	0.00
		4 +/- 橫向 動態	6,000,000	0.00	0.00	0.00	0.00	59.3	0.00	0.00	0.00
		5 +/- 橫向 準靜態	300,000	0.00	0.00	0.00	0.00	59.3	0.00	0.00	0.00
		6 +/- 牽引力	150,000	-42.1	-42.1	42.1	42.1	0.00	62.8	-33.9	0.0
		7 +/- 扭曲	600,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	7.5
2	動態 x12	2 +/- 彈跳	2,000,000	-17.5	-17.5	-20.5	-20.5	0.00	0.00	0.00	0.00
		3 +/- 側搖	100,000	9.5	-9.5	9.5	-9.5	0.00	0.00	0.00	0.00
		4 +/- 橫向 動態	2,000,000	0.00	0.00	0.00	0.00	71.2	0.00	0.00	0.00
		5 +/- 橫向 準靜態	100,000	0.00	0.00	0.00	0.00	71.2	0.00	0.00	0.00
		6 +/- 牽引力	50,000	-50.5	-50.5	50.5	50.5	0.00	75.3	-40.7	0.0
		7 +/- 扭曲	200,000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	9.0
		3	動態 x14	2 +/- 彈跳	2,000,000	-20.4	-20.4	-24.0	-24.0	0.00	0.00
3 +/- 側搖	100,000			11.1	-11.1	11.1	-11.1	0.00	0.00	0.00	0.00
4 +/- 橫向 動態	2,000,000			0.00	0.00	0.00	0.00	83.0	0.00	0.00	0.00
5 +/- 橫向 準靜態	100,000			0.00	0.00	0.00	0.00	83.0	0.00	0.00	0.00
6 +/- 牽引力	50,000			-58.9	-58.9	58.9	58.9	0.00	87.9	-47.5	0.0
7 +/- 扭曲	200,000			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.0	10.5

- 1) 項次 1(標稱垂直向)負載是在測試過程中不會變化的靜態負載。
- 2) 項次 2~7 的負載為動態負載，依圖 9-1、圖 9-2、圖 9-3、圖 9-4 所示的規律變化。
- 3) 項次 2(+/- 彈跳)、項次 3(+/- 側搖)以及項次 6(+/- 牽引力)是除了項次 1(標稱垂直向)外在 Fz1、Fz2、Fz3、Fz4 位置施加的垂直向負載。
- 4) 項次 7(+/- 扭曲)是施加在 Ftw 位置的垂直向負載。
- 5) “週期”1 次的定義是零(0)-尖峰值-零(0)-尖峰值-零(0)。

表 4.1.1-12 非破壞檢查項目

非破壞檢查項目	檢測點	說明
目視檢查	所有鉚道	
磁粉探傷試驗(MPI)	所有鉚道	

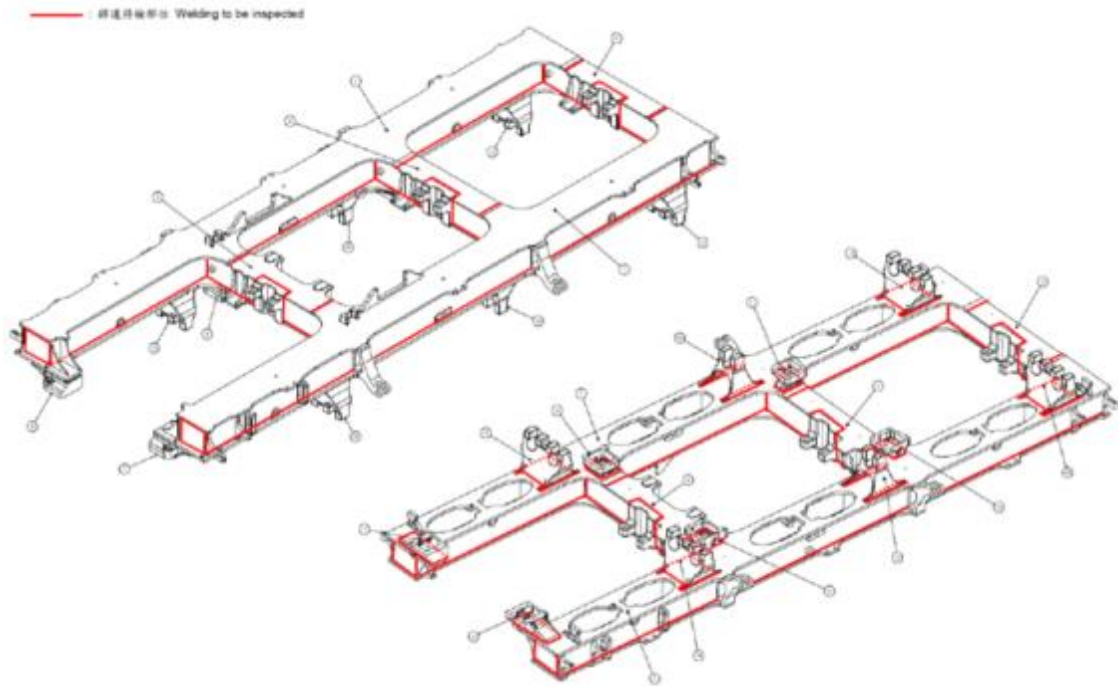


圖 4.1.1-6 轉向架框非破壞檢查銲道位置圖

表 4.1.1-13 檢查執行時間表

階段	週期 (百萬次)	①重要銲道 目視檢查	②車輪反作用力 測量及調整	③磁粉探傷 檢查
階段 1	1	○		
	2	○	○	
	3	○		
	4	○	○	○
	5	○		
	6	○	○	○
階段 2	7	○		
	8	○	○	○
階段 3	9	○		

表 4.1.1-14 測試前的非破壞性檢查結果

測試 ID	NDT 檢查重點	合格標準	結果	通過/失敗
4-1	目視檢查 (轉向架框、軸箱、引 導拉桿及牽引中心)	未發現裂痕		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	磁粉探傷檢查			<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗

表 4.1.1-15 每一百萬次週期後確認裂痕

測試 ID	週期 (百萬次)	合格標準	重要評選檢測點編號						通過 / 失敗
			1	2	3	4	5	6	
4-2	1	全部檢測點 未發現裂痕							<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	2								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	3								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	4								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	5								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	6								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
4-3	7								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
	8								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗
4-4	9								<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗

表 4.1.1-16 Ftw1 及 Ftw2 負載點的位移量

測試 ID	週期 (百萬次)	負載點的位移量 (mm)	
		Ftw1	Ftw2
4-1	0		
4-2	1		
	2		
	3		
	4		
	5		
	6		
4-3	7		
	8		
4-4	9		

表 4.1.1-17 每兩百萬次週期之車輪平衡調整結果

測試 ID	週期 (百萬次)	墊片狀態	車輪反作用力 (kN)						⑤ $ 2 - (R_{1A} + R_{2B}) / (R_{1A} + R_{2B} + R_{3A} + R_{3B}) - 1 $			結果 ⑥ < 0.08	通過 / 失敗
			R _{1A}	R _{1B}	R _{2A}	R _{2B}	R _{3A}	R _{3B}	(i,j,k) =(2,1,3)	(i,j,k) =(3,2,1)	(i,j,k) =(1,3,2)		
4-2	2	初始狀態										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
		調整後										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	4	初始狀態										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
		調整後										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
	6	初始狀態										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
		調整後										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
4-3	8	初始狀態										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	
		調整後										<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗	

表 4.1.1-18 第四百萬、六百萬、八百萬次週期後磁粉探傷結果

測試 ID	週期 (百萬次)	合格標準	結果	通過/失敗
4-2	4	未發現裂痕		<input type="checkbox"/> 通過
	6			<input type="checkbox"/> 失敗
	8			<input type="checkbox"/> 通過
				<input type="checkbox"/> 失敗

表 4.1.1-19 一千萬次週期後磁粉探傷後拆解檢查結果

測試 ID	項目	合格標準	結果	通過/失敗
4-5	對轉向架框、軸箱、引導拉桿及牽引中心執行完整磁粉探傷和拆解檢查	未發現裂痕		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗

表 4.1.1-20 破壞性檢查結果

測試 ID	項目	合格標準	結果	通過/失敗
4-5	轉向架框破壞性檢查 (目視檢查)	未發現裂痕		<input type="checkbox"/> 通過 <input type="checkbox"/> 失敗

4.1.2 本次檢驗所見

首日檢驗測試前，實驗室首先歡迎東芝、本案 IVV、本局機務同仁蒞臨（如圖 4.1.2-1），並先說明檢驗注意事項，因為施加負載是利用油壓傳導，測試環境的地面可能受油汙導致易滑倒，也要注意設備邊緣鋒利。測試儀器會對轉向架週期性施力，為避免危險，需要在規定區域行走，且為安全需戴安全帽與反光背心。因實驗室不只接本案轉向架的測試，拍照、錄影需經詢問許可才行（如圖 4.1.2-2）。



圖 4.1.2-1 出席人員

BE ESPECIALLY CAREFUL BECAUSE:

- The propellant medium is pressurized oil
- Slippery floor often contaminated with oil
- Sharp edges
- Move only along marked (reserved) paths
- Do not come near running test benches
- Use protective helmets to protect your head when you are in the testing hall
- Photos and videos can only be taken with consent



圖 4.1.2-2 檢驗注意事項

實驗室已開立並接案 115 年以上，主要專注在能源、交通科技的測試、研究、開發，且實驗室也經 IOS 9001、IEC 17025 等認證，可執行並開立 EN 13749、IEC 61373 等測試與合格證明（如圖 4.1.2-3、圖 4.1.2-4）。

WHO ARE WE?

Výzkumný a zkušební ústav Plzeň s.r.o.
(hereinafter referred to as „VZÚ Plzeň“)

The company with more than 115 years tradition offers a wide range of services in the field of accredited testing, research and development. The company is mainly focused on the field of energy and transport technology.

Quality Management System

- Certificate in the field of research, development and testing meets the requirements of CSN EN ISO 9001:2009 on quality management systems
- Accredited Testing Laboratory No. 1047, accredited by CIA according to CSN EN ISO/IEC 17025:2005 for testing and No. 2246 for calibrating
- Certification according to AS9001 for the aerospace industry

圖 4.1.2-3 實驗室介紹

Dynamic Testing Laboratory

Fields of activity:

- Strength tests of bogie frames and their components strength (in terms of both the static and fatigue (TSI, EN 13749, VDV152, UIC)
- Fatigue tests of structural materials at temperatures up to 1000 °C
- Vibration resistance tests (EN 61373)
- Strain gauge measurements of stresses under the operational conditions
- Calculation prediction of operational fatigue life, FEM, MBS, short duration events – crash simulation, HCF, LCF, fluid mechanics
- Measurement of technological and residual stresses
- Noise and vibration prediction and measurement
- Thermal spraying and Cold spraying to be resistant to wear, abrasion, erosion, corrosion, high temperature based on metal, alloy, cermet, ceramic
- Mechanical testing, metallography, NDT testing, fractography analyses

圖 4.1.2-4 實驗室可驗證項目

簡報時展示了實驗室內環境（如圖 4.1.2-5）、委託實驗室之客戶如西門子、龐巴迪等知名鐵路設備商（如圖 4.1.2-6）。



圖 4.1.2-5 實驗室環境



圖 4.1.2-6 委託實驗室客戶

在聽完實驗室簡報（如圖 4.1.2-7）後，穿戴好勞安裝備移動到本案轉向架實驗場地，本次檢驗時首日剛好在加速壽命測試第一千萬次週期完成前，本局機務同仁至實際現場確認測試執行狀況（如圖 4.1.2-8～圖 4.1.2-12），期間由實驗室、東芝駐廠人員、本案 IVV 個別釋疑（如圖 4.1.2-13），並於首日離開前各單位合影（如圖 4.1.2-14），在離開測試場地前於門口看見實驗室為本次實驗建置測試儀器之立體圖，在取得同意後留影（如圖 4.1.2-15）。



圖 4.1.2-7 實驗室簡報



圖 4.1.2-8 加速壽命測試第一千萬次週期前 (1/4)



圖 4.1.2-9 加速壽命測試第一千萬次週期前 (2/4)



圖 4.1.2-10 加速壽命測試第一千萬次週期前 (3/4)



圖 4.1.2-11 加速壽命測試第一千萬次週期前 (4/4)



圖 4.1.2-12 電腦設置測試條件以維持多日執行測試



圖 4.1.2-13 本局機務同仁討論測試過程



圖 4.1.2-14 本局機務同仁、東芝、本案 IVV、實驗室出席人員合照



圖 4.1.2-15 實驗室針對本次測試架設測試環境之立體圖

於加速壽命測試第一千萬次週期執行完畢後，在依程序書執行拆解轉向架框目視檢查、磁粉探傷之前，實驗室內部先進行拆解轉向架框前的磁粉探傷測試（如圖 4.1.2-16~圖 4.1.2-19），實驗室內部進行拆解轉向架框前的磁粉探傷測試通過，未發現裂痕，整體測試待全數完成、整理數據之後，東芝另外提供報告供本局確認。



圖 4.1.2-16 實驗室確認磁粉探傷測試設備序號、型號、廠牌（1/2）



圖 4.1.2-17 實驗室確認磁粉探傷測試設備序號、型號、廠牌（2/2）



圖 4.1.2-18 實驗室內部的拆解轉向架框前的磁粉探傷測試 (1/2)



圖 4.1.2-19 實驗室內部的拆解轉向架框前的磁粉探傷測試 (2/2)

4.2 5月19日 東芝府中工廠

4.2.1 車體水密例行測試程序略述

車體水密例行測試分為三階段：車體配備組裝完成前水密測試、車體配備組裝完成後固定位置水密測試、車體配備組裝完成後移動情形下水密測試。

1. 測試前設備配置

為達本案契約採購規範附錄 G 第 2.1(2)C 條「噴灑距離 2m 以內」、「噴水量大於 11L/min/m²」、「噴水時間至少連續 10 分鐘以上」的要求，東芝採用特定噴嘴規格（如表 4.2.1-1），且為達成「噴灑效果狀似下雨般之環境場景均勻分佈」，東芝計算後設計噴嘴配置（如表 4.2.1-2、圖 4.2.1-1～圖 4.2.1-3、表 4.2.1-3），且確認噴灑範圍滿足「不可有疏漏測試」之要求（如圖 4.2.1-4、圖 4.2.1-5），同時，測試儀器需如程序書要求準備（如表 4.2.1-4）。

表 4.2.1-1 噴嘴規格

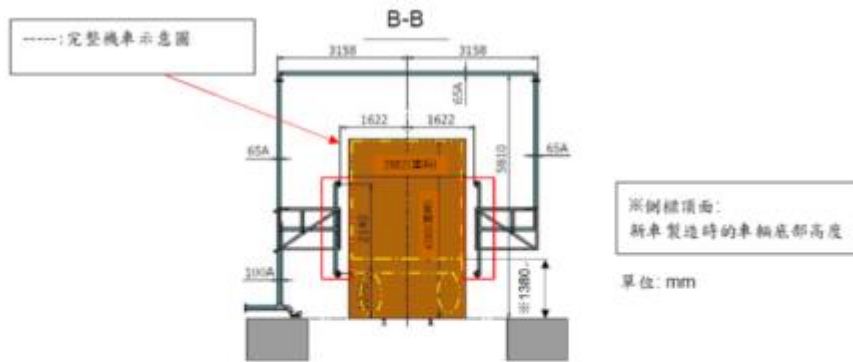
噴嘴型式	1*1/2F BBXP 150 S316
噴嘴壓力	0.35 MPa
噴水量(額定)	150 L/min
噴灑角度	120°
有效噴嘴數量	62 個

表 4.2.1-2 噴灑直徑、流量計算

項目	規範要求	頂面	側面	車輛端面
噴灑距離	2000mm 之內	1200mm	1300mm	1550mm
噴灑直徑	—	4157mm	4503mm	5369mm
有效範圍噴灑直徑	—	3198mm	3464mm	4130mm
單個噴嘴的流率需求: q	—	108 L/min	108 L/min	150 L/min
有效噴灑面積: S	—	8m ²	9.4 m ²	13.4 m ²
噴灑容積/m ² (= q / S)	11 L / min/m ²	13.5 L/min/m ²	11.4 L/min/m ²	11.2 L/min/m ²
單列的噴嘴數量		2	2+2	4
單列水流		650 L/min (=108x6)		600 L/min (=150x4)
列數		9		2



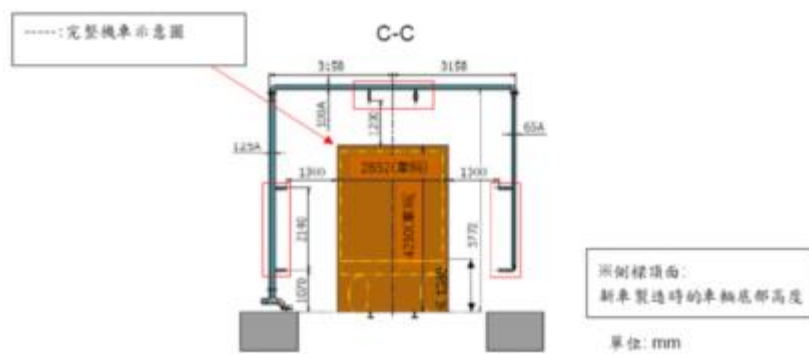
圖 4.2.1-1 用於測試的噴嘴配置



名稱	單列數量
單個噴嘴的流率需求: q	150 L/min
噴嘴數量: N	4 pcs
單列的流率需求: Line: $Q = q \times N$	600 L/min

備註：單列需要的流率會在測試開始和結束時進行確認和記錄。

圖 4.2.1-2 用於車輛端面測試的噴嘴配置（圖 4.2.1-1 所指第 1 列及第 11 列）



名稱	單列數量
單個噴嘴的流率需求: q	150 L/min
噴嘴數量: N	4 pcs
單列的流率需求: $Q = q \times N$	600 L/min

備註：單列需要的流率會在測試開始和結束時進行確認和記錄。

圖 4.2.1-3 用於側面/頂面測試的噴嘴配置（圖 4.2.1-1 所指第 2 列至第 10 列）

表 4.2.1-3 噴嘴數量配置

總計		62 個(=2x3x9 列+4x2 列)
位置	車頂	18 個(=2x9 列)
	A 側	18 個(=2x9 列)
	B 側	18 個(=2x9 列)
	車頭	4 個(=4x1 列)
	車尾	4 個(=4x1 列)

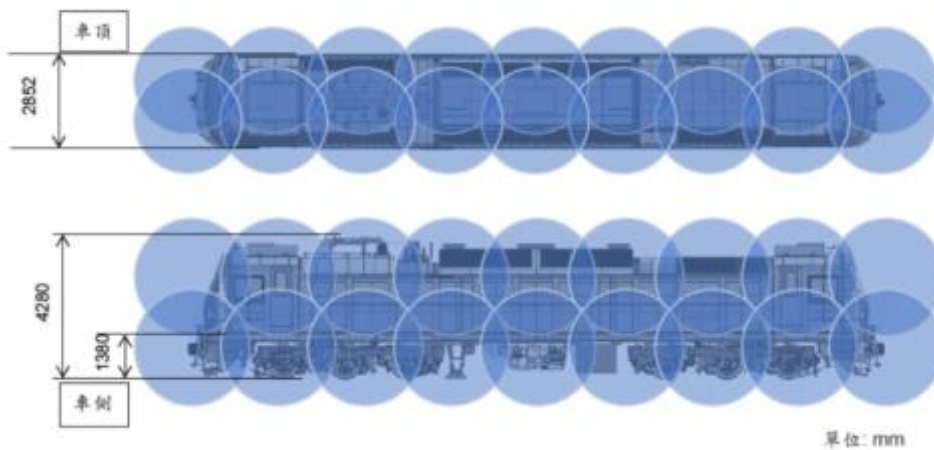


圖 4.2.1-4 頂面及側面的有效噴灑範圍



圖 4.2.1-5 車輛端面的有效噴灑範圍

表 4.2.1-4 測試儀器

項目	儀器	型式	數量	相關測試章節	製造商	備註
1	水密測試設施	(TISS No. 101496490)	1	7.1 7.2 7.3	京王建設 (Keio Construction)	
2	紋盤	EME-1300-SUINR331-4HV	1	7.3	Maxpull Industries	用於拖曳機車
3	纖維鏡	VJ-ADV5	1	7.1 7.2 7.3	RF Co	

2. 車體配備組裝完成前水密測試

在駕駛室、側牆、車頂與車架上的大部分設備已安裝，車頂上未安裝集電弓、VCB 與其他電氣零件，機械室頂部邊樑安裝面上安裝墊片並安裝車頂結構，以規定鎖固扭矩 200Nm 鎖緊螺栓，車頂開口部位上安裝治具以密封開口部的狀態下（如圖 4.2.1-6、圖 4.2.1-7）進行測試。

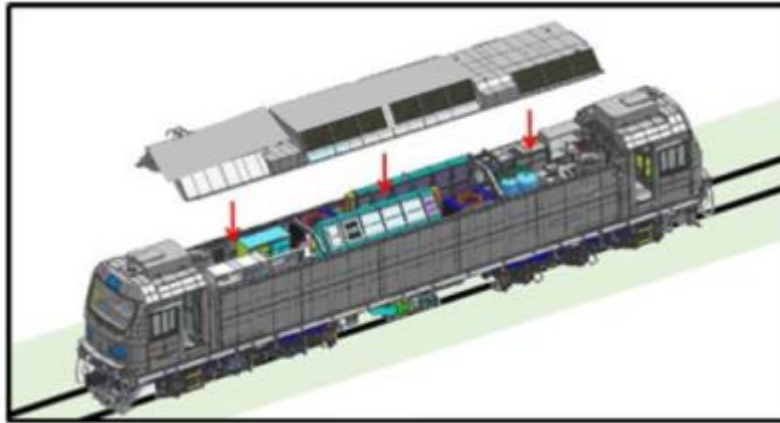


圖 4.2.1-6 車身結構狀態示意圖

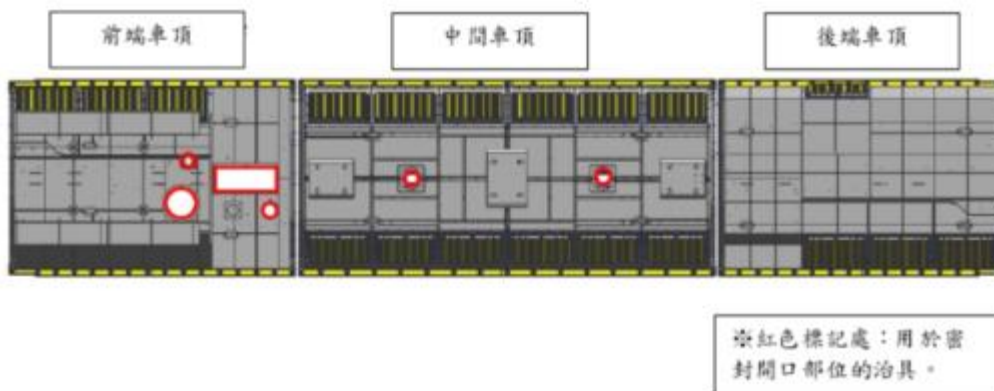


圖 4.2.1-7 車頂狀態

測試前確認噴嘴距離車輛 2 公尺以內，並在車內配置檢查人員於灑水時檢查（如圖 4.2.1-8），以便在噴灑 10 分鐘期間與噴灑完成 15 分鐘後檢查，同時在噴灑前後拍照噴嘴流量計的壓力位準，確認噴水量滿足表 4.2.1-2 的要求。如遇到設備夾縫處難以確認是否漏水，另用手電筒、鏡子、纖維鏡（如表 4.2.1-4）以目視檢查確認（如圖 4.2.1-9），最後在測試實施日期後三天再次目視檢查確認有無水侵入痕跡。

4.2.2 本次檢驗所見

本次出國檢驗車體配備組裝完成前水密測試，東芝執行測試時車內並無水入侵（如圖 4.2.2-1、圖 4.2.2-2），但測試後 15 分鐘再檢查卻發現車內進水，經檢查為機械室內冷卻塔下方密封墊片有不完備處導致漏水，已要求東芝重新測試，東芝另於 112 年 5 月 29 日執行車體配備組裝完成前水密測試並通過。



圖 4.2.2-1 測試時確認駕駛室內有無水入侵之跡象



圖 4.2.2-2 測試時確認機械室內有無水入侵之跡象

4.3 5月21日 長野-輕井澤 六文錢觀光列車

4.3.1 行程說明

為考察日本鐵道觀光列車經營，5月21日週日由本局馮副局長率機務處鄭處長及有關承辦人員搭乘新幹線 ASAMA 653 號自東京站出發前往輕井澤站。本次特地挑選為臺鐵局姊妹鐵道之一的信濃鐵道，自2014年7月11日開始行駛的六文錢（ろくもん）觀光列車，六文錢列車為目前信濃鐵道主推的觀光列車，2013年信濃鐵道為強化營運經營條件，於是將原本自JR東日本接收而來的115系S8編成改造成為六文錢觀光列車其外觀如圖4.3.1-1、圖4.3.1-1 六文錢列車外觀（3號車）圖4.3.1-2所示。其列車名稱「六文錢」是以為日本戰國時代「真田幸村」為主題的觀光列車，採用真田家的家紋「六文錢」命名。而「真田氏」的根據地正是位於信濃鐵道線之中的上田站，為信濃鐵道結合並推廣在地歷史文化的展現。



圖 4.3.1-1 六文錢列車外觀（3號車）



圖 4.3.1-2 六文錢列車外觀

此行將搭乘六文錢列車早上的輕井澤至長野站的洋食行程，除考察列車硬體設備之外，亦將體驗該列車的洋食餐點及參與上田、戶倉等站的觀光活動安排，並計畫抵達長野站後搭乘新幹線離開。由於本局刻正辦理山嵐、海風號觀光列車的改造案及支線新購 60 輛柴油客車的美學設計等，本次參訪信濃鐵道除了考察觀光列車本身的硬體設備外，亦將針對列車營運時的餐點服務以及各站活動安排等等規劃進行記錄，將可作為山嵐、海風號及支線新購 60 輛柴油客車的軟硬體設計上的參考。

4.3.2 列車外觀設計

列車的車輛起源部分，六文錢列車原為 JR 東日本在 1997 年因為北陸新幹線通車至長野時由 JR 東日本讓渡給信濃鐵道的 115 系 11 組 33 輛其中一編組。至於 115 系則為日本國鐵自 1963 年開始製造的近郊型直流電車，計 1963 至 1983 年 20 年間，一共製造了 1921 輛，為日本國鐵時代近郊型通勤電車的 대표車型。而本次搭乘的六文錢列車於 2013 年 8 月由大阪車輛工業改造原有的 115 系 S8 編成，其改造車號自 1 號車開始分別為駕駛馬達車 Kumoha (クモハ) 115-1529、2 號車為馬達車 Moha (モハ) 114-1052，3 號車則為駕駛拖車 Kuha (クハ) 115-1021。外觀、

內裝設計由日本 JR 九州設計顧問，同時也是日本鐵道著名鐵道車輛設計師水戶岡銳治操刀，其車輛改造銘板如圖 4.3.2-1 所示，其中外觀使用真田幸村大坂冬之陣上場的赤備代表色、以深紅色為底色、加上黑色及金色字線條點綴，並搭配真田家的六文錢、洲濱紋、雁金紋三種家紋圖示的巧妙設計，如 圖 4.3.2-2 ~ 圖 4.3.2-4 所示，為設計師水戶岡銳治獨特的設計風格。



圖 4.3.2-1 六文錢列車車內銘板



圖 4.3.2-2 六文錢列車 1 號車車身上的家紋圖示設計



圖 4.3.2-3 六文錢列車 3 號車車身上的家紋圖示設計



圖 4.3.2-4 六文錢列車車身上的家紋圖示設計



圖 4.3.2-5 原為上下台門位置的大窗

而特別的是，因應六文錢觀光列車設定，故已不需要同一時間讓大量旅客同時上下車，因此原有近郊型列車的三處上下台門多有因應車內隔間設計需要，將上下台門則封起改為設置大窗的狀況，如圖 4.3.2-5 所示，此種改造方式與山嵐、海風號使用 EMU500 型作為改造樣車類似，然而 115 系近郊型電車為碳鋼製車體，EMU500 型則是不銹鋼車體，在車體材質上有所不同，但改造設計方式可作為山嵐、海風號之參考。

4.3.3 列車內裝設計

至於在六文錢列車的內裝部分，六文錢列車係由原近郊型電車改造而來，然而內部因應觀光列車及餐飲需求而改造，在整體的內裝風格上，其內部使用長野線產的木材為主，以木色地板及木色座椅家具為主，並且在窗框及設計上均使用木頭材質，座椅則是大量使用織物布面，如圖 4.3.3-1 所示。在車輛天花板設備上，大致保留原 115 系電車原有的空調通風口未做變更，但照明部分全數更新，並且將天花板及車側橫板全數使用白色設計，如圖 4.3.3-2 所示，整體客室設計如圖

4.3.3-3，其風格以木頭呈現出的暖色系為主，帶給搭乘的旅客溫暖愉悅的乘車感受。



圖 4.3.3-1 內裝及坐椅



圖 4.3.3-2 六文錢列車天花板



圖 4.3.3-3 六文錢列車車廂內部

在列車編組上係由 1、2 及 3 號車組成，其中 1 號車為專供搭乘的旅客乘車的指定席車廂，第 2 及 3 號車則是供購買餐飲服務乘車計畫的旅客搭乘的車廂，其內部詳細內裝如下所述：

1. 1 號車 Kumoha (クモハ) 115-1529 號：

為朝向輕井澤方向的 1 號車，車廂內部整體如圖 4.3.3-4 所示，主要提供給購買為專供搭乘的旅客乘車而不購買餐點服務的指定席車廂，內部座位設計上，最前端為駕駛室，車內可見機櫃設備放置於駕駛室後方如圖 4.3.3-5，另一側則放置沙發區，而緊鄰駕駛室後方沙發為原有的上下台門區域，在兩上下台門區域之間的部分設置有 4 組四人桌型座（如圖 4.3.3-6）及 4 組二人桌型座椅（如圖 4.3.3-7），其對向座椅為了滿足車內空間需要，而設置折疊桌，並且為便利旅客抓握於桌面外緣上設置圓形把手，以便利旅客進出座位。車廂中央最則是設置提供親子休憩的遊戲池區域（如圖 4.3.3-8），可滿足親子乘車時的休閒需要；而在桌型座對面則為提供在車上走動的旅客可站立的休憩處，可見由上下台門封起的痕

跡如圖 4.3.3-9。至於在第一車的最末則是有伴手禮服務櫃臺（如圖 4.3.3-10）以及沙發區（如圖 4.3.3-11）。



圖 4.3.3-4 六文錢列車 1 號車廂內部



圖 4.3.3-5 駕駛室後方的機櫃



圖 4.3.3-6 四人桌型座



圖 4.3.3-7 二人桌型座



圖 4.3.3-8 車內遊戲池



圖 4.3.3-9 車廂內站立休憩處



圖 4.3.3-10 伴手禮服務櫃臺



圖 4.3.3-11 休憩沙發區域

2. 2 號車 Moha (モハ) 114-1052 號：

為編組中央提供餐食的 2 號車，車廂內部整體如圖 4.3.3-12 所示，在車廂內部設計上，最大特色為僅保留前端上下台門，上下台門至前端區域為縱向沙發區域，左側放置有紀念章（如圖 4.3.3-13）、右側沙發則放置紀念牌、帽子等（如圖 4.3.3-14），旅客可持六文錢列車的 DM 至此加蓋紀念戳章，靠近中段至後段則是提供用餐旅客乘坐的區域，其中設有提供 1 人乘坐的吧台區域，以及提供 2 人一組旅客為主的縱向櫃臺座位如圖 4.3.3-15 所示，車體的正中央則是 4 人桌型座及 2 人桌型座位，4 人桌型座及 2 人桌型座位樣式與 1 號車的對號做樣式類似，其車內座位概觀如圖 4.3.3-16 所示；而車內後端則為供餐備餐吧台，如圖 4.3.3-17。本次搭乘六文錢列車，即安排在位於 2 號車的桌型座。



圖 4.3.3-12 六文錢列車 2 號車廂內部



圖 4.3.3-13 左側放置紀念章的沙發區



圖 4.3.3-14 右側放置紀念牌、帽子的沙發區



圖 4.3.3-15 縱向櫃臺座位



圖 4.3.3-16 坐椅概觀



圖 4.3.3-17 供餐吧台

3. 3 號車 Kuha (クハ) 115-1021 號：

為編組靠近長野方向的 3 號車，車廂內部整體如圖 4.3.3-18 所示，為較為隱密的個室設計，其中靠近長野方向設置駕駛室，駕駛室後方助理側同樣設置沙發區域、如圖 4.3.3-19 所示，可以提供乘車旅客欣賞前方列車行駛的風景，而六文錢列車並未設置大型全景式車窗而僅有一個觀景小窗，所看出去的風景如圖 4.3.3-20 所示，可避免本務司機員遭到旅客打擾，但又可讓旅客在助理側欣賞前端風景，在設計上是一種兼顧安全及滿足旅客好奇心的設計。沙發區域靠近車體中段則設有上下台門；靠近車體中段處均為隱密性極高的二人桌型座日式包廂如圖 4.3.3-21 所示，後端則是可供身障旅客使用的大型盥洗室，其外觀如圖 4.3.3-22 所示、內部如圖 4.3.3-23、圖 4.3.3-24 所示，以及備餐區域。當日所見，3 號車所有座位均銷售完畢，由於座位具隱密性，因此可看到車上服務人員一一拜訪每

個包廂說明餐點及沿線風景狀況，以避免旅客遺漏列車資訊，如圖 4.3.3-25。



圖 4.3.3-18 六文錢列車 3 號車廂內部



圖 4.3.3-19 駕駛室後方助理沙發區域



圖 4.3.3-20 駕駛室助理側後方的觀景小窗所看出去的風景



圖 4.3.3-21 二人桌型座日式包廂



圖 4.3.3-22 大型盥洗室外觀



圖 4.3.3-23 大型盥洗室內部一

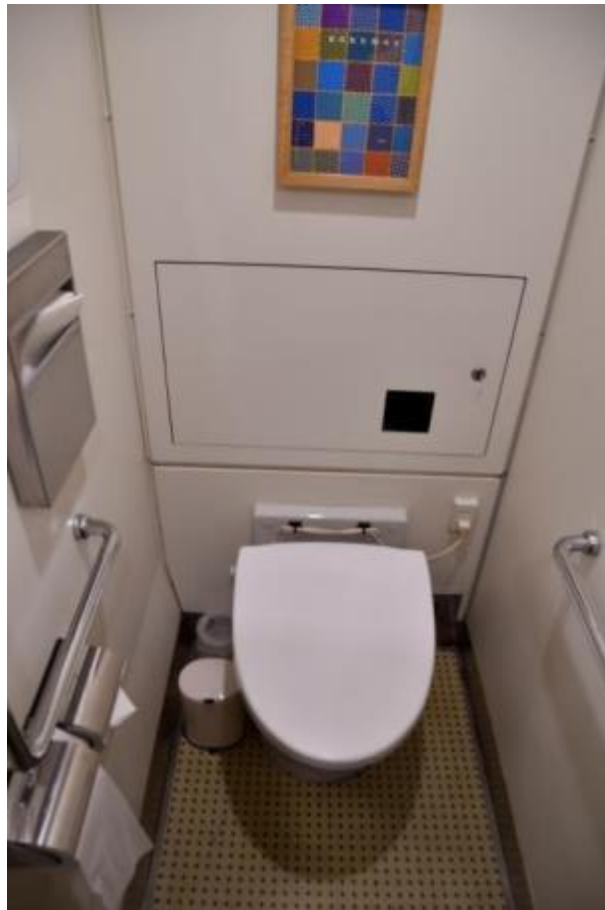


圖 4.3.3-24 大型盥洗室內部二



圖 4.3.3-25 服務人員拜訪包廂狀況

4.3.4 列車餐飲及禮賓服務

在列車餐點服務設計上，六文錢列車依據行駛方向不同，有著不同行程，以滿足不同旅客需求，其中輕井澤至長野的為「洋食」行程，長野至輕井澤則是「和食」行程，主要差異為車上提供的餐點一為西式餐點一為日式餐點，兩者均附贈當地特產及特色飲品，其票價為 15,800 日圓。另外尚有姨捨夜間漫遊行程，除了提供洋食料理外，也提供當地特產及信州酒類 4 品種，其票價為 24,800 日圓。除此之外，也提供下午由長野至輕井澤的茶點行程，票價則是較為親民的 9,800 日圓，圖 4.3.4-1 顯示的為這幾種列車的開行日期，除六日提供完整洋食、和食行程外，週五及週一則是提供洋食及茶點行程，差異為下午由長野至輕井澤所提供的餐點不同。

コースのご案内

※乗車料金はインターシタが乗降はすべて別払です

らくもんのクラシックコース!

らくもん 洋食 コース

軽井沢⇄10:30a ● 長野⇄12:37a

- 洋食コース料理 (primo steu/軽井沢産)
- ウェルカムドリンク付き
- 日頃のワイナリー農がおすすめするワイン またはソフトドリンク
- お土産付き

旅行代金 **15,800**円/人、消費税別

長野ならではの創作和食!

らくもん 和食 コース

長野⇄13:36a ● 軽井沢⇄15:46a

- 創作和食料理 (竹葉亭/手島市)
- ウェルカムドリンク付き
- 日頃のワイナリー農がおすすめするワイン またはソフトドリンク
- お土産付き

旅行代金 **15,800**円/人、消費税別

気軽に楽しめる軽井沢

らくもん 小昼 コース

長野⇄13:36a ● 軽井沢⇄15:46a

- 長野のおやつセット (竹葉亭/手島市)
- ウェルカムドリンク付き
- 日頃のワイナリー農がおすすめするワイン またはソフトドリンク

旅行代金 **9,800**円/人、消費税別

姨捨ナイトクルーズコース

軽井沢⇄14:50a ● 長野⇄20:15a

- 洋食コース料理 (華園園ガーデンカフェ/小諸市)
- 信州ワインを4種類
- お土産も贈る! 信州ソフトドリンク贈り
- お土産付き

旅行代金 **24,800**円/人、消費税別

乗車券+指定席プラン

- 指定席料金は大人1,020円、小児510円
- 乗車券代: 乗車区間の乗車券代
- 対象乗車: らくもん各コースの1号車 ※乗車ナイトクルーズは別

らくもん特製弁当

※乗車料金を別添付の乗車券に500円、特製弁当は別添付の乗車券に別添付

詳しい運行時刻はこちら

運転日カレンダー (2023年5月1日～2023年9月30日)

● 洋食コース+和食コース運行 ● 洋食コース+小昼コース運行 ● 和食+イトワイルドコース運行

5月	6月	7月	8月	9月
日 月 火 水 木 金 土	日 月 火 水 木 金 土	日 月 火 水 木 金 土	日 月 火 水 木 金 土	日 月 火 水 木 金 土
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30

※プランの詳細はウェブサイトをご覧ください

発売箇所

乗車券+指定席プラン、姨捨ナイトクルーズ

らくもん予約センター
026-276-0069
営業日: 土、日、祝日、年末年始
営業時間: 10:00-12:00、14:00-17:00

乗車券+指定席プラン

らくもんAPP予約センター
※乗車券+指定席プラン、姨捨ナイトクルーズ、小諸駅、上田駅、軽井沢駅、長野駅
※乗車券代: 乗車区間の乗車券代
※対象乗車: 乗車区間1号車の1号車
※予約料: 予約料は別途お支払いください

しなの鉄道株式会社
お問い合わせは予約センターへ
らくもん

圖 4.3.4-1 六文錢列車不同行程組合及開行日期

本次考察所搭乘的，為六文錢列車最受歡迎的週日洋食行程，本行人原先是被安排進入六文錢貴賓室參觀內部，而信濃鐵道為了讓搭乘六文錢列車的旅客感受尊榮感，特別布置原本位於輕井澤車站內提供給天皇使用的貴賓室給搭乘六文錢列車的旅客使用，其貴賓室外可見六文錢貴賓室的專屬符號（如圖 4.3.4-2），內部則是以柔和的照明及溫暖的木質家具為主，如圖 4.3.4-3、圖 4.3.4-4 所示，貴賓室外也提供六文錢列車的有關資訊看板，如圖 4.3.4-5 所示。在開始沈浸在觀光列車旅途的氛圍後，本行人員隨即被安排進入月台乘車，在乘車前本局馮副局長則是與協助安排本次行程的輕井澤觀光協會土屋會長芳春及信濃鐵道營業課宮本課長直人合照，如圖 4.3.4-6。此時深紅色的六文錢列車已在月台等候貴賓上車，如圖 4.3.4-7。在開車前，車站人員特別吹響日本戰國時期的號角（如圖 4.3.4-8），象徵六文錢列車即將啟程。列車就在旅客全數到位後開始緩緩移動，此時提供給乘車旅客享用的前菜及菜單已經放置在我們的桌上，如圖 4.3.4-9。依據六文錢列車提供的菜單（如圖 4.3.4-10），本次洋食料理包含了前菜 5 種、麵包、湯品、主餐、甜點以及餐後飲品等，搭乘的旅客可在乘車後開始享用前菜，並依序上菜。而為了使乘車旅客有足夠的時間可享用餐點，列車自輕井澤開車後的行駛速度較緩慢，同時在起初的中輕井澤、信濃追分、小諸、田中站等，停靠時間都較短，以避免打擾車上旅客用餐，及有較多時間可欣賞沿途風景。



圖 4.3.4-2 六文錢貴賓室專屬符號



圖 4.3.4-3 六文錢貴賓室內部照明



圖 4.3.4-4 六文錢貴賓室內部木質家具



圖 4.3.4-5 六文錢貴賓室外的列車介紹看板



圖 4.3.4-6 馮副局長與輕井澤觀光協會會長及信濃鐵道人員合照



圖 4.3.4-7 等待中的六文錢列車



圖 4.3.4-10 六文錢列車菜單

在列車緩緩行駛的鈍行用餐時光後，六文錢列車停靠準備停靠真田家族發跡地上田站，六文錢列車安排停靠本站，可在月台與身穿戰國時代武裝的車站人員紀念合影，本局人員也特別與別具特色的車站人員合照，如圖 4.3.4-11、圖 4.3.4-12。隨著列車離開上田站，用餐也隨即進入尾聲，除了甜點之外，在飲品上六文錢列車提供、強調在地連結的信州千曲杏桃西打（如圖 4.3.4-13）則是在用餐尾聲中最令人印相深刻的部分。而列車也在此時進入了戶倉站，迎接列車抵達的是高舉布條的車站人員，歡迎列車進入長野縣千曲市，如圖 4.3.4-14。而表定列車停靠 17 分鐘，信濃鐵道則是安排旅客可在此購買六文錢饅頭；在車站人員的提醒之下，本行人員看到了本局與信濃鐵道交換列車塗裝的 S9 編組停放於戶倉站內，象徵臺鐵局與信濃鐵道兩者友好交情，因此本局人員也與信濃鐵道人員相互合影，如圖 4.3.4-15 所示。而列車啟動停靠下一站屋代站後，本次的信濃鐵道線觀光之旅也進入尾聲，隨著列車進入篠之井站後便進入 JR 東日本所轄的路線區域內，最終回到了與新幹線路線共構的長野站。



圖 4.3.4-11 本局馮副局長與上田站人員合照



圖 4.3.4-12 本局機務同仁與上田站人員合照



圖 4.3.4-13 十分具有特色的信州千曲杏桃西打



圖 4.3.4-14 戶倉站人員高舉布條



圖 4.3.4-15 本局人員與信濃鐵道 S9 自強號塗裝編組共同合照

4.3.5 乘車小結

濃鐵道六文錢觀光列車係改造自原有的 115 系電車，改造費用約為 1 億日圓，行駛於輕井澤與長野，同路段搭乘 JR 新幹線僅需半小時，票價約 3,500 日圓，搭乘觀光列車則乘車時間為 2.5 小時，最低票價 15,800 日圓，但旅客趨之若鶩，且受到疫情影響不大，顯示優質的鐵道觀光列車與行程，搭配高品質服務體驗，具經營效益。本局山嵐、海風號車輛改造與信濃鐵道六文錢列車類似，而除了硬體的改造美學規劃外，六文錢列車提供的餐飲及各站在地文化連結及細膩的服務體驗規劃，都可作為本局未來規劃山嵐、海風號的參考。

4.4 5月22日 參訪 YUTAKA 廠

4.4.1 與本案關聯

本次東芝電力機車 68 輛案，在設計上類似 GE 電力機車的 MA 功能、具備 HEP 供電系統，其 HEP 設置於 PCC (Power Converter Cubicle) 之中，其功能與電聯車的靜式變流器類似，將來自主變壓器的電力透過半導體電子卡轉換為 3 相 440V 交流電提供給後方的客車編組冷氣照明電源使用。

本局推拉式電車組目前使用的為單相 1500V 電力並透過 74 芯跳線提供給推拉式編組冷氣照明電力，傳統莒光號及鳴日號客車編組則使用單芯三相 440V 接頭供電，並預計在 68 輛新購電力機車案替換既有的 E1000 及 GE 機車後，將既有的推拉式客車編組全數統一為新型 440V 接頭，莒光號及鳴日號客車則是使用轉換接頭以相容原有的 440V 三相單芯接頭。而本次電力機車 68 輛購案除包含 HEP 的 PCC 設備由東芝府中工廠製造外，新型的供電由位於日本群馬高崎市的 YUTAKA 製作所製造。本次訪查除關切莒光號 440V 單芯轉換接頭生產進度外，同時亦訪視 PP 跳線製造狀況及成品測試情形，以確保跳線生產品質合乎本局營運需求。

4.4.2 零配件製造/倉儲

本行人員抵達高崎車站後轉乘信越本線群馬八幡，再由 YUTAKA 公司人員接送至位於群馬縣高崎市的 YUTAKA 製作所工廠。在與 YUTAKA 製作所成員交換名片後，由以松本社長慶一為首的 YUTAKA 團隊與本局馮副局長率領的臺鐵路團隊展開會談，如圖 4.4.2-1 所示，在 YUTAKA 介紹該廠的過去及生產製品後，本局馮副局長則是說明說明此行到訪源由及目的，如圖 4.4.2-2 所示。



圖 4.4.2-1 YUTAKA 團隊與本局會談



圖 4.4.2-2 本局馮副局長說明此次到訪源由目的

在會談完畢後，本行人員隨即分為 A、B 組開始參訪 YUTAKA 廠區，一進入場區後，松本社長先向本局馮副局長說明工廠作業人員證照狀況，如圖 4.4.2-3 所示，其參觀部分包含 YUTAKA 各型式連接頭製造（如圖 4.4.2-4、圖 4.4.2-5）、連接跳線生產（如圖 4.4.2-6）、接線箱裝配過程（如圖 4.4.2-7、圖 4.4.2-8）、導通測試（如圖 4.4.2-9）、跳線接頭生產過程及完成成品展示（如圖 4.4.2-10）等等，其中可發現 YUTAKA 廠大部分裝配仍仰賴人工，但在跳線接頭部分，部分製程已改為以機器人自動化生產，圖 4.4.2-11 為松本社長向本局馮副局長說明自動化機具的生產情形。

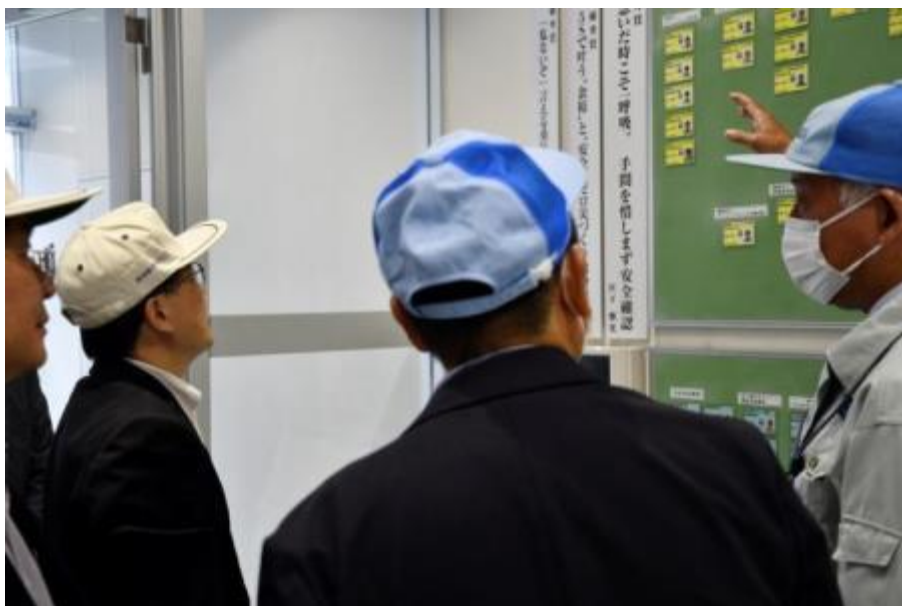


圖 4.4.2-3 松本社長向本局人員說明工廠作業人員證照狀況



圖 4.4.2-4 本局參訪 YUTAKA 各型式連接頭製造情形一



圖 4.4.2-5 YUTAKA 各型式連接頭製造情形二



圖 4.4.2-6 本局人員檢驗連接跳線生產情形



圖 4.4.2-7 本局人員檢驗接線箱裝配過程一



圖 4.4.2-8 本局人員檢驗接線箱裝配過程二



圖 4.4.2-9 本局人員檢驗跳線導通絕緣測試情形



圖 4.4.2-10 本局人員檢驗製造成品情形



圖 4.4.2-11 YUTAKA 製作所松本社長向本局馮副局長說明自動化機具的生產情形

4.4.3 成品測試

除了跳線組件的生產過程外，本行人員此次最重要的為檢驗即將安裝於 68 輛新購電力機車使用的新型跳線，在 YUTAKA 製作所公司的安排之下，安排於當日進行轉動試驗，模擬 68 輛新購電力機車 PP 客車編組在安裝新接頭後跳線下緣是否超出界線，其測試結果大致符合標準（如圖 4.4.3-1），在跳線扭動情形下仍保持接頭不鬆拖，如圖 4.4.3-2 所示。而本次所使用的跳線接頭，為使本局女性員工也可以輕鬆操作，其材質由既有常用的鋼製變更為鋁合金，其跳線可方便女性人員安裝狀況，其中圖 4.4.3-3 為本次使用的新型接頭可由女性抓取的狀況；圖 4.4.3-4 則是女性人員安裝接頭之狀況。

而除了新購電力機車 68 輛所使用的接頭測試之外，YUTAKA 製作所公司亦安排左右扭轉測試，確認跳線在左右扭轉後，其內部各線不至於破損，如圖 4.4.3-5 則為本局馮副局長視察測試機台操作情形如圖 4.4.3-6；。除扭轉外，YUTAKA 人員亦安排參觀振動測試機台，確認跳線在振動情形下連接頭是否鬆脫如圖 4.4.3-5 所示，其測試標準如圖 4.4.3-6 所示。除此之外，亦安排參觀接頭水密測試設備，並說明水密測試執行狀況及條件，圖 4.4.3-7 為 YUTAKA 廠方人員向本局馮副局長說明水密測試機台狀況。



圖 4.4.3-1 新接頭跳線界線測試結果



圖 4.4.3-2 新接頭跳線測試過程



圖 4.4.3-3 本次使用的新型接頭可由女性人員輕易抓取



圖 4.4.3-4 女性人員安裝接頭之狀況



圖 4.4.3-5 本局馮副局長視察測試機台操作情形



圖 4.4.3-6 跳線左右扭轉測試情形



圖 4.4.3-5 跳線振動測試



圖 4.4.3-6 跳線振動測試標準



圖 4.4.3-7 YUTAKA 廠方人員向本局馮副局長說明水密測試機台狀況

4.4.4 參訪小結

本次除了傳統跳線組件的各零組件生產、測試之外，YUTAKA 製作所也展示目前日本鐵道公司使用的全自動連結器，並說明其生產過程。其中在機械連結器本體及空氣壓力有關組件係由其他廠商所製造提供，YUTAKA 主要生產部分為電氣接

點的連結器，並展示此連結器可在連掛時自動密合，本次人員參觀連結器接合展示情形如圖 4.4.4-1、圖 4.4.4-2 所示；如圖 4.4.4-3 則是 YUTAKA 人員向本局馮副局長及機務處鄭處長說明連結狀況，會後亦針對過去臺鐵局所提出的問題相互交流並提供簡報資料如圖 4.4.4-4 所示。會後則由本局馮副局長致贈 YUTAKA 人員紀念品如圖 4.4.4-5 所示，並進行大合照，如圖 4.4.4-6、圖 4.4.4-7 所示。



圖 4.4.4-1 全自動連結器外觀



圖 4.4.4-2 全自動連結器展示



圖 4.4.4-3 本局人員視察全自動連結器連結狀況



圖 4.4.4-4 YUTAKA 人員簡報全自動連結器資料



圖 4.4.4-5 本局馮副局長致贈 YUTAKA 松本社長紀念品



圖 4.4.4-6 本局人員與 YUTAKA 人員大合照一



圖 4.4.4-7 本局人員、東芝人員與 YUTAKA 人員大合照二

4.5 5月22日 府中工廠/東芝公司總部

4.5.1 車輛組裝廠勘查

東芝針對本局對本案進度之疑慮簡報澄清（如圖 4.5.1-1、圖 4.5.1-2），當下進度雖然比預期進度落後約 2 星期，但東芝說明將採兩班制且假日繼續施工以確認趕上進度，目前缺料部分除低壓設備箱尚未到料，且該料件預計 112 年 6 月初交料，其他部分並不影響整車在日本之測試能於 112 年 8 月 11 日以前完成。



圖 4.5.1-1 東芝簡報進度並針對可能風險說明一



圖 4.5.1-2 東芝簡報進度並針對可能風險說明二

經東芝初步釋疑後，本局人員至府中工廠 25 號廠（本案組裝廠）進行實車確認，東芝說明車端跳線插座、掛座已不以彈簧式蓋板設計，在正常操作下不會產生本局現行偶發蓋板夾傷人員手指之問題（如圖 4.5.1-3～圖 4.5.1-5），也一一展示車下設備並解說（如圖 4.5.1-6～圖 4.5.1-13）。



圖 4.5.1-3 實車正面



圖 4.5.1-4 扳動插座、掛座蓋板

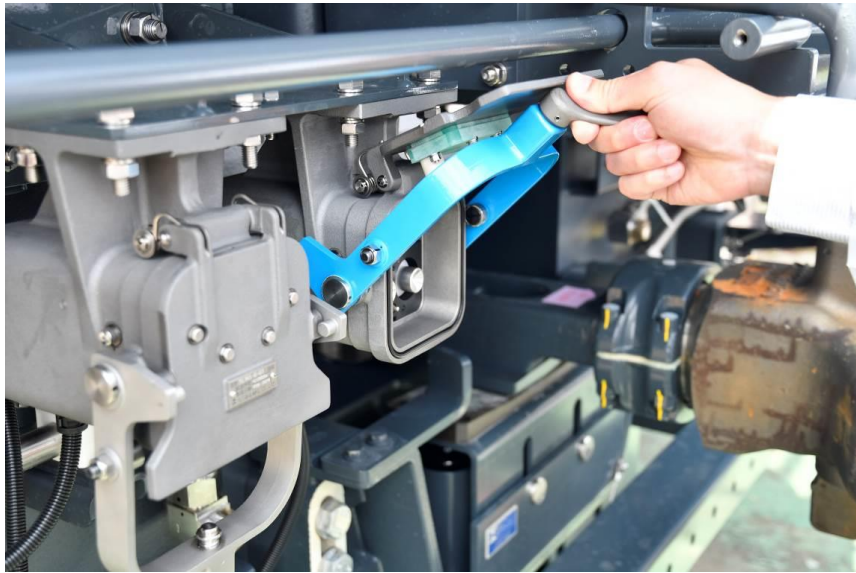


圖 4.5.1-5 鎖定緊固臂



圖 4.5.1-6 東芝對車下設備解說



圖 4.5.1-7 本局馮副局長就車下主變壓器請教



圖 4.5.1-8 冷卻系統排風口



圖 4.5.1-9 車下設備一



圖 4.5.1-10 車下設備二



圖 4.5.1-11 駕駛室側門扶手與踏階

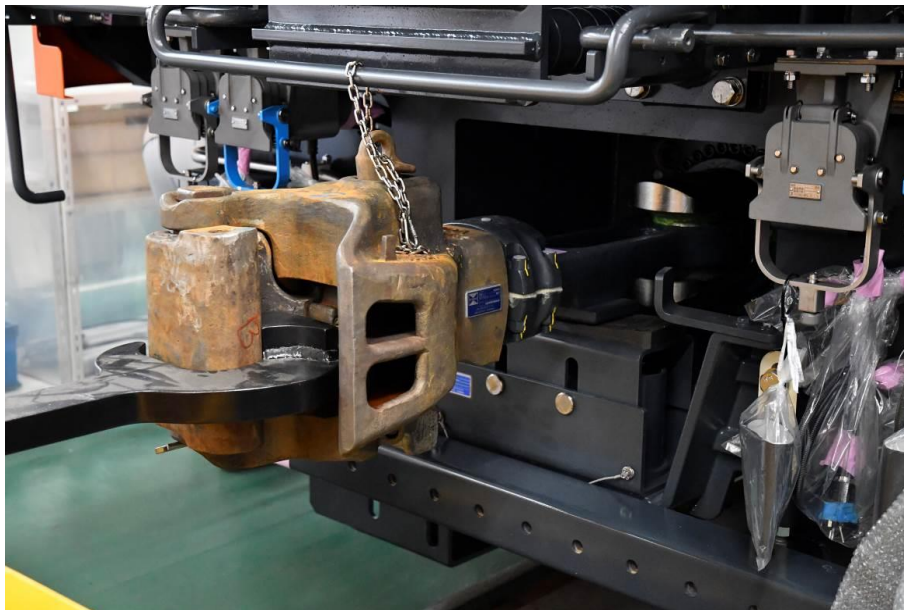


圖 4.5.1-12 E型連結器



圖 4.5.1-13 端部配置

駕駛室與機械室內各設備因配線作業尚未完成，當下僅可見駕駛台、面板盤、組合式冷卻塔、軔機控制單元，東芝隨同解說（如圖 4.5.1-14～錯誤！找不到參照來源。6），雖然車輛仍未組裝完成，但可以見到機械室內各大型設備已在旁備料（如圖 4.5.1-19～圖 4.5.1-18），待車輛內部線路組裝完成後，能以極短時間陸續安裝完畢，以便後續測試，並如期、如質交車。



圖 4.5.1-14 主駕駛席駕駛臺部分設計



圖 4.5.1-15 主駕駛席駕駛臺側邊按鈕



圖 4.5.1-16 部分面板盤配置



圖 4.5.1-17 車頂部件



圖 4.5.1-18 集電弓已安裝於車頂部件



圖 4.5.1-19 電力轉換裝置與牽引馬達鼓風機

4.5.2 東芝公司總部簡報

在 112 年 5 月 22 日上午確認完東芝製造、組裝第 1 輛車之進度後，於下午移動到位於川崎站的東芝公司總部，在與東芝吉野副社長等高層交換名片之後，本局就目前契約變更金額過高、履約能力等項目質疑(如圖 4.5.2-1~圖 4.5.2-7)。

一、為何要拜訪東芝



- 1) 推拉式機車(Push-Pull train)於1996年引進台灣，迄今已超過20年以上，可靠性日益降低，臺鐵爰規劃採購68輛東芝電力機車用以取代推拉式機車。
- 2) 然而，第一批東芝電力機車(6輛)未於2022年10月31前全數交車，交車進度嚴重落後，預計需至2024年3月31日才能完成第一批機車之交付，東芝的履約能力令人存疑。

圖 4.5.2-1 本局簡報 (1/7)

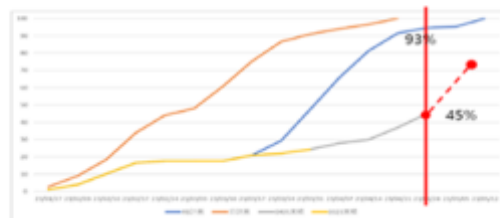
二、確認東芝履約能力

- 國際媒體屢屢傳出東芝面臨財務問題，請問是否影響68輛機車採購案



圖 4.5.2-2 本局簡報 (2/7)

二、確認東芝履約能力



- 目前第一輛機車之製造進度僅達45%，與預期目標93%差異達48%，請問東芝是否有能力繼續完成68輛機車採購案？
- 請問東芝如何追趕進度？

5

圖 4.5.2-3 本局簡報 (3/7)

三、交車時程確認

	2023 Q3	2023 Q4	2024 Q1	2024 Q2	2024 Q3	2024 Q4	2025 Q1	2025 Q2	2025 Q3	2025 Q4	2026 Q1
1批	2023/9 1st	2023/11 2nd 3rd	2024/3 4th - 6th	Toshiba schedule							
2批				TRA wish							
3批								TRA wish			

1 台鐵要求第2批交車期程再提前一季

*2 台鐵要求第3批交車期程應在2026年第1季完成

圖 4.5.2-4 本局簡報 (4/7)

四、契約變更金額過高

品項單價(新臺幣)	Toshiba	S***ier	比較
ATP隔離後限速備援	[Bar chart showing Toshiba price is significantly higher than S***ier]		
CCTV	[Bar chart showing Toshiba price is significantly higher than S***ier]		
駕駛座椅滑動功能	[Bar chart showing Toshiba price is significantly higher than S***ier]		

註：2023/01資訊

- 與歐洲機車製造商S***ier公司相比，Toshiba報價過高，請Toshiba提出合理說明或降價

圖 4.5.2-5 本局簡報 (5/7)

五、後續試車準備

- 1) 第1輛機車即將於2023年9月底運達臺灣，惟迄今仍不見東芝為即將展開的試車預作任何準備。
- 2) 請東芝儘速提出相關試車規劃，規劃內容至少應包括：
 - ① 試車/保固等團隊之成員、專長
 - ② 試車及保固地點之選擇
 - ③ 試車備品之準備狀況與預備存放地點



圖 4.5.2-6 本局簡報 (6/7)



圖 4.5.2-7 本局簡報 (7/7)

4.5.3 東芝公司總部會談與本局要求事項

這次為了新電力機車進度一直未能有效改善，本局馮副局長率隊赴日本東芝府中工廠檢驗，並與東芝公司副社長召開檢討會議（如圖 4.5.3-1、圖 4.5.3-2）。

We are One，是東芝公司的企業精神與口號，與馮副社長的檢討會議，馮副局長一開始致詞，即以 We are One 起頭進行說明，新電力機車採購案決標後，本局一直將東芝公司視為夥伴，共同協力期加速執行作業，但東芝公司一直提出受到相關因素影響，致進度不如預期的回應。

We are not One team，由於新電力機車的交車進度落後，導致老舊電力機車仍需勉力在線上運轉，增加車輛故障、營運中斷的風險，但東芝公司專案團隊未能與本局感同身受，積極改善車輛設計製造執行進度。

馮副局長最後表達本局堅定不變的立場，第一批前 3 輛車務必於今年(112 年)11 月底交車(第 1 輛 9 月底交車)，後 3 輛車明年(113 年)3 月底前交車，期待東芝公司真正展現 We are One 的態度、精神，馮副局長並明確指出目前東芝專案團隊有兩項不足：充分授權不足、橫向整合不足，建議以副社長的高度督導解決。

歷經近 3 小時的會議討論，終獲東芝公司 TISS 副社長的道歉以及承諾，將親自督導確保如期交車。



圖 4.5.3-1 會談討論過程



圖 4.5.3-2 會議結束合照

4.6 5月23日~5月25日 府中工廠

4.6.1 車輛組件工廠勘查

在府中工廠 25 號廠的電力轉換裝置製造、組裝區確認進度（如圖 4.6.1-1），了解到目前已組裝到第 6 輛車的設備，進度初估足以應對後期趕工加速作業。



圖 4.6.1-1 電力轉換裝置組裝

本案車輛採用與以往車輛不同之安全連鎖裝置（如圖 4.6.1-2），利用不同區域的鑰匙聯控，以設備機制確認高壓電已解除，方可打開電力轉換裝置，可有效避免人員觸電



圖 4.6.1-2 電力轉換裝置接地開關與安全連鎖裝置

本案車輛依契約採購規範規定，牽引裝置需以水冷冷卻，考量檢修方便，東芝採用自動接頭（如圖 4.6.1-3），當拔除時會利用自動閥件自動關閉該管水路，避免漏水，無需先排水再拆卸管路。



圖 4.6.1-3 自動接頭

廠勘時發現東芝組裝部門均整齊排序料件、組件、工具（如圖 4.6.1-4、圖 4.6.1-5），可有效減少人員操作時間、管理數量。



圖 4.6.1-4 螺絲等組件整齊排列



圖 4.6.1-5 工具整齊排列

到府中工廠25號廠的電力轉換裝置測試部門區，東芝簡略說明廠區電路規劃、訊號檢查等測試內容（如圖 4.6.1-6、圖 4.6.1-7）。



圖 4.6.1-6 廠區電路規劃

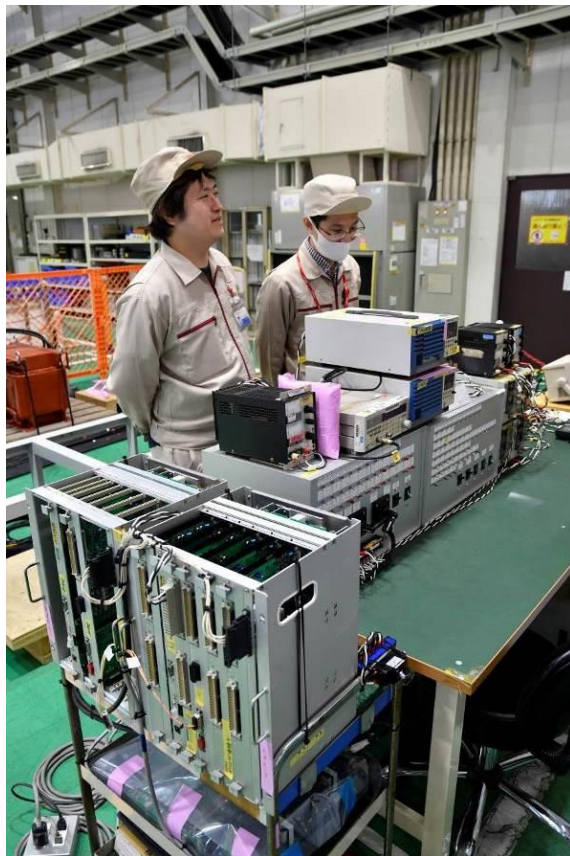


圖 4.6.1-7 東芝就訊號檢查釋疑

廠勘第 25 號廠後，移動到第 27 號廠，該廠製造、測試本案牽引馬達，但因製造完成之馬達送到第 25 號廠準備組裝（如圖 4.6.1-8、圖 4.6.1-9），未能見到東芝依各工法製造本案馬達，而其他案子的馬達因保密協定，無法拍照記錄工法。



圖 4.6.1-8 本案牽引馬達規格



圖 4.6.1-9 本案牽引馬達成品

廠勘時發現日本國內已在鐵路車輛上實裝之鋰電池，經過 EN50126、EN50129 認證，具有充放電 15,000 回仍可維持容量 80% 的長壽命，經撞擊、衝擊、高溫測試證實能應對鐵路環境（如圖 4.6.1-10），目前主要用於具第 3 軌的鐵路環境。

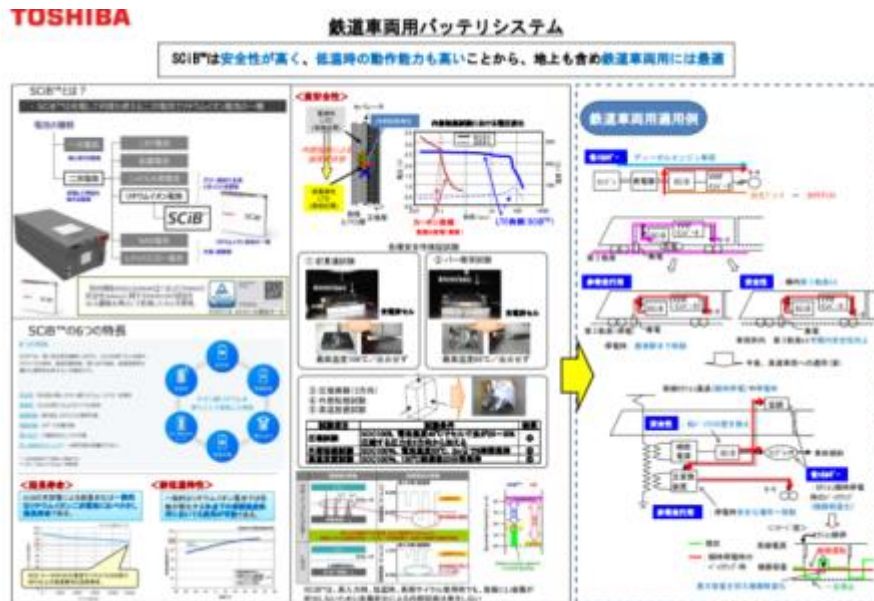


圖 4.6.1-10 鋰電池(SCiB)介紹

除鋰電池外，東芝也向本局人員介紹目前最新型牽引馬達（如圖 4.6.1-11～圖 4.6.1-14），為封閉式牽引馬達，節能、可不用分解馬達即可更換軸承，馬達定子轉子在營運六年的情況下仍維持清潔，減少檢修時間，但東芝說明目前主要用在短距離行駛之車輛，且單價約為一般牽引馬達的二、三倍，較不適用本局路線之鐵路車輛。



圖 4.6.1-11 東芝向本局人員解說新趨勢牽引馬達

東芝PMSM (永磁同步馬達) 概念

ECS-GA-DR-0841

~關於PMSM的特徵~

標準PMSM剖面模型

磁鐵

冷卻構造

因為回轉放熱板機構，可有效的將熱往外排放+軸承部份阻熱
 > 不須機蓋外扇葉讓定子周圍通風，在完全無扇葉的狀態，也可使軸承部位保持與開放式機構同等溫度。

高效率化

PMSM最大的特點⇒**高效率!**
 原因了⇒IM內高速旋轉不會產生損壞
 +平流電流導入用之勵磁電流

IM

1. 2次勵磁電流

PMSM

1. 2次勵磁電流
2. 2次勵磁電流

IM: Induction Motor

高效率且最適當的冷卻構造(封閉式)

Key Word!

節能 (Saving Energy)
節省維護時間 (Easy Maintenance)
低噪音 (Low Noise)

圖 4.6.1-12 新趨勢牽引馬達介紹 (1/3)

ECS-GA-DR-0841

特徵：節能/節省維護時間/低噪音

節能

各路線(現車測試)驗證! 可降低20~50%耗電量

節省維護時間

以往的馬達 (開放) PMSM (封閉)

定子轉子保持乾淨的狀態因此**不需要進行清潔**
 ! 張上面相片為營運5年後的調查結果

低噪音

單機測試結果

現車測試結果 (車內噪音)

像T車一樣安靜!

圖 4.6.1-13 新趨勢牽引馬達介紹 (2/3)

ECS-GA-DR-0841

不拆卸式軸承更換構造

ECS-GA-0R-044

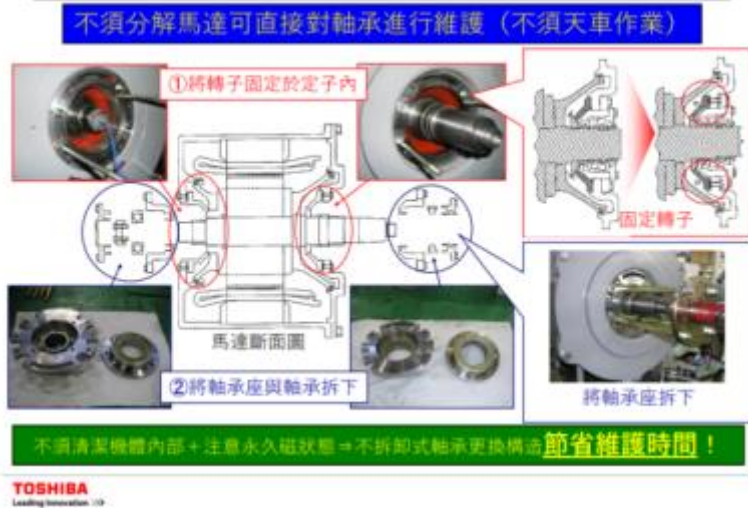


圖 4.6.1-14 新趨勢牽引馬達介紹 (3/3)

廠勘第 27 號廠之後，移動到第 41 號廠，該廠主要針對主控制器測試、LCMS 調校、測試（如圖 4.6.1-15、圖 4.6.1-16），本案主控制器把手向左加長，以便司機員調車時探頭觀望車外時操作，LCMS 介面與以往普悠瑪的介面相近，以降低人員學習成本。



圖 4.6.1-15 主控制器測試環境



圖 4.6.1-16 LCMS 畫面調校中

離開第 41 號廠之後，本局馮副局長臨時指示要求返回第 25 號廠確認第 1 輛車組裝狀況，東芝確實有依馮副社長督導加速趕工（如圖 4.6.1-17）。



圖 4.6.1-17 東芝趕工處理配線

4.6.2 檢驗駐點辦公室/宿舍

為加強本案車輛製造品質，本局預計於 112 年 7 月派員至東芝駐廠，加強東芝製造過程施工品質、檢驗各車測試，這次額外場勘駐點辦公室與宿舍。

宿舍位於東芝府中工廠外，從 25 號廠走路約需要 15 分鐘，位於南區，與 25 號廠往北府中站方向相反（如圖 4.6.2-1、圖 4.6.2-2）

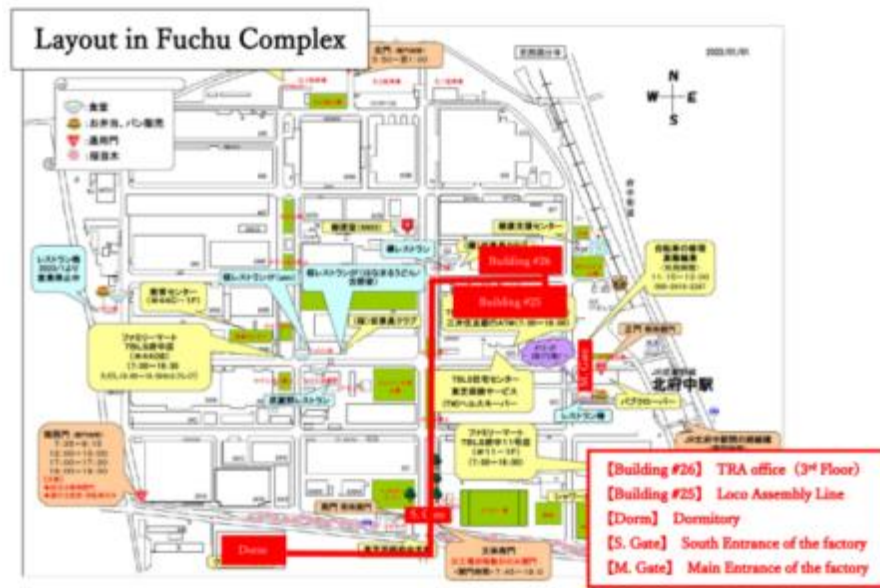


圖 4.6.2-1 廠區、宿舍、出入口地圖



圖 4.6.2-2 宿舍位於府中工廠外

進出時必須利用通行證感應，沒有門禁，其中女生宿舍在C棟6-10樓（如圖4.6.2-3～圖4.6.2-5），入口處具郵箱，每日固定時間寄出（如圖4.6.2-6），入口處與大廳附近有相關注意事項，入住時管理員可一一解說（如圖4.6.2-7～圖4.6.2-9），WIFI 需另外簽約（如圖4.6.2-10）。



圖 4.6.2-3 入口感應處



圖 4.6.2-4 通行證感應卡

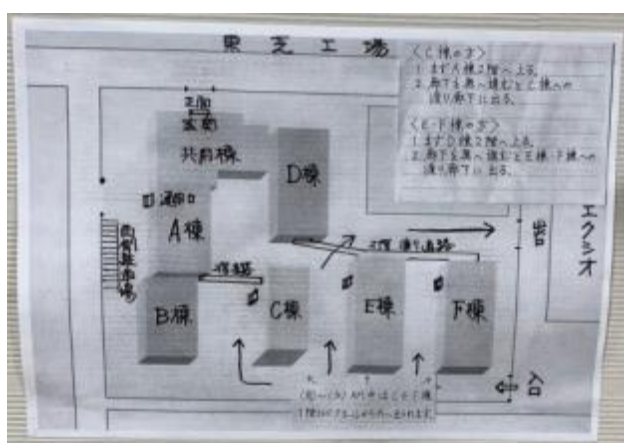


圖 4.6.2-5 宿舍分佈



圖 4.6.2-6 入口處郵箱

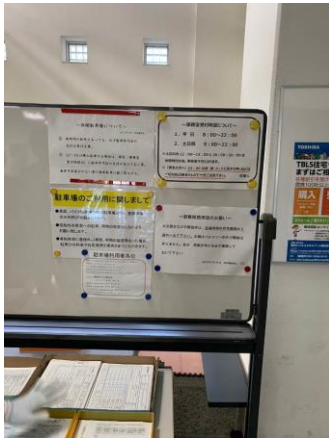


圖 4.6.2-7 入口處與大廳前注意事項 (1/3)

圖 4.6.2-8 入口處與大廳前注意事項 (2/3)



圖 4.6.2-9 入口處與大廳前注意事項 (3/3)

圖 4.6.2-10 WIFI 需另外簽約提供

大廳附近有供應自動販賣機、交誼區（如圖 4.6.2-11、圖 4.6.2-12），在不同樓層有包裹、信件暫存區（如圖 4.6.2-13、圖 4.6.2-14）。



圖 4.6.2-11 自動販賣機

圖 4.6.2-12 交誼區



圖 4.6.2-13 包裹暫存區



圖 4.6.2-14 信件暫存區

樓層樓梯在電梯對面，電梯無使用限制，樓梯間的手推車可自由使用（如圖 4.6.2-15、圖 4.6.2-16），附近有公用打掃、清潔用具借用區（如圖 4.6.2-17），需登記使用，且有垃圾集中區，需分類丟棄（如圖 4.6.2-18～圖 4.6.2-20）

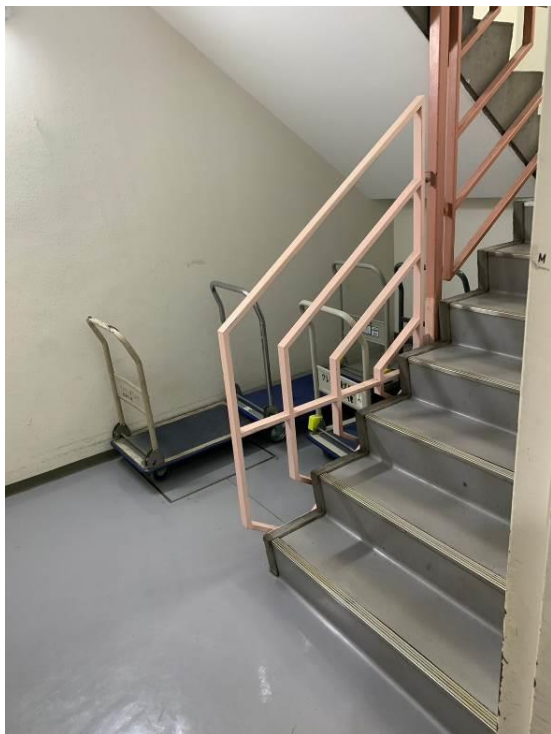


圖 4.6.2-15 手推車與樓梯



圖 4.6.2-16 電梯



圖 4.6.2-17 公用打掃、清潔用具借用區



圖 4.6.2-18 垃圾分類集中區 (1/3)



圖 4.6.2-19 垃圾分類集中區 (2/3)



圖 4.6.2-20 垃圾分類集中區 (3/3)

公用區尚有微波爐、流理臺、電磁爐料理臺可供駐點人員自製料理（如圖 4.6.2-21～圖 4.6.2-23），也有洗衣機、烘衣機可供駐點人員換洗衣物（如圖 4.6.2-24）。



圖 4.6.2-21 微波爐



圖 4.6.2-22 流理臺



圖 4.6.2-23 電磁爐料理臺



圖 4.6.2-24 洗衣機、烘衣機

宿舍門外有火災示警指示燈（如圖 4.6.2-25），方便管理員儘速通知住戶撤離，男廁附近有逃生口，進門右側有一收納櫃（如圖 4.6.2-26），圖中所示垃圾袋為免費的，另外跟管理員適度索取，左側為浴室（如圖 4.6.2-27），浴室熱水無使用時間限制。通過走廊是寢室，備有床舖、書桌、桌上櫃、衣櫃、冷氣、陽

台（如圖 4.6.2-28～圖 4.6.2-32），房間內可吸菸但陽台不可吸菸，整體大小約 5 坪，但因為宿舍在 81 年完工，可能水管些許不通。



圖 4.6.2-25 宿舍門外火警指示燈
分)



圖 4.6.2-26 收納櫃（深 60 公分、寬 99 公



圖 4.6.2-27 浴室



圖 4.6.2-28 標準單人床



圖 4.6.2-29 書桌（寬 180 公分）



圖 4.6.2-30 桌上櫃（寬 134 公分）



圖 4.6.2-31 衣櫃



圖 4.6.2-32 冷氣、陽台

宿舍棟外免費供應腳踏車停放（如圖 4.6.2-33），另外簽約供應汽車長期停放。



圖 4.6.2-33 腳踏車停放區

駐點辦公室在 26 號廠 3 樓（如圖 4.6.2-34），東芝不提供 WIFI，進入大門需
要有感應卡，離開不用（如圖 4.6.2-35），員工餐廳僅供應午餐，現場付費（如圖
4.6.2-36），府中工廠內不得吸菸。



圖 4.6.2-34 駐點辦公室



圖 4.6.2-35 26 號廠進入時需刷感應卡進入



圖 4.6.2-36 員工餐廳每週菜色

4.6.3 最終檢討會議

於 112 年 5 月 25 日上午視察原定 4 處主要零組件生產工場，並臨時指定要求視察組裝工場作業情形，實際了解目前第一批車輛的主要零組件均已生產完成，另組裝工場也如副社長及工廠廠長承諾，重新檢討工序，並加派人力採二班制方式加速趕工，確實感受到東芝公司落實 5 月 22 日下午與副社長檢討會議雙方所達成的共識與承諾，積極加速執行工作的態度與作為。

副局長在視察後的最終檢討會議，提出一個感謝、二點共識及三項要求的總結發言：

一個感謝：感謝吉野副社長說到做到，東芝公司已展現出 We are One team 的實際作為，府中工廠已實際採取積極趕工作為。

二點共識：如期交車共識與專案具高優先性共識。

三項要求：

(1) 東芝團隊應每日向臺鐵局彙報專案執行進度，遇有問題立即反應解決。

(2) 5 月底前提提交車測試計畫草案，以 6 月 15 日完成討論確認為目標。

(3) 加速契約變更作業，包括報價合理檢討調降、第二、三批車輛依目前東芝所提預定進度時程檢討提前等等。

此外，本局團隊技術同仁所提 6 項主要改善建議，請確實檢討落實辦理。

此次三天的專案檢討與視察行程，東芝公司高層及工廠專案執行團隊，應該都很明確認知到本局為確保交車品質與其成的強硬態度與決心，也立即調整團隊運作方式與加派人力加速執行工作。我們將持續以最嚴格、謹慎的態度，監督東芝公司團隊的後續執行工作，確保 E500 新電力機車如期如質交付給本局，提供社會大眾更安全、可靠、優質的運輸服務。

5 視察/拜會單位說明

5.1 皮爾森 VZU Plzen 動態測試試驗室

地址：Orlik 266/15, 316 00, Plzeň, Czech

簡介：

經 ISO 17025：2018 實驗室合格證明，可執行 EN 13749、UIC 615-4 等測試，約有 100 名員工。

歷史：我們公司 Research and Testing Institute Plzeň s.r.o. 的歷史與 ŠKODA 公司密切相關，可以追溯奧匈帝國君主制時代。隨著 ŠKODA 工業區的發展，實驗研究所也成立了，其獨立可以追溯到 1907 年。

1953 年，研究所內成立了工程研究室，匯集了工程性質的科學學科。1960 年，建立了一個動態測試設施，用於模擬複雜的電力運行條件。該研究所專門為母公司斯柯達提供專業服務並參與研發活動。

1993 年，獨立實體 ŠKODA VÝZKUM sro Plzeň 成立，繼續在 ŠKODA 作為公司運營，直到 2006 年成為 ÚJV Řež 公司的唯一所有者。隨後，在 2011 年，恢復了歷史名稱成立了今天的 Výzkumný 公司和比爾森測試機構。

人員：VZÚ Plzeň 的團隊由大約 100 名員工組成，從事研究和檢驗部門的各個領域。具有大學以上學歷的研發人員，幾乎佔總人數的 2/3。此外為中等專業技術人員和工人

VZÚ Plzeň 擁有多項證明滿足質量管理體系標準要求的證書。自 1993 年以來，公司的實驗室已獲得捷克認可協會的認可。目前，所有實驗室均已根據 ČSN EN ISO/IEC 17025:2018 標準獲得認證。另一項認證是根據 ČSN EN ISO 9001:2015 的質量管理體系證書。

VZÚ Plzeň 的認可和認證質量管理體系確保我們所有服務的高質量和穩定，這就是為什麼我們相信在它的幫助下我們將成為您的首選合作夥伴。

認證證書：通過 ČSN EN ISO/IEC 17025:2018 認證的第 1047 號測試實驗室，用於材料的化學、金相和機械測試、動態強度、噪音和振動領域的測試；通過 ČSN

EN ISO/IEC 17025:2018 認證的第 2246 號校準實驗室，用於校準測量幾何量（長度、表面粗糙度和平面角）的量規，校準測量力的量規、機械運動、振動和力矩校準。通過 ÇSN EN ISO 9001:2015 條件的證書，適用於工程、能源、冶金、材料、技術以及熱噴塗、熱處理和維修領域的研究、開發和技術諮詢；符合 AS9100D 條件的證書，用於基於金屬、合金、金屬陶瓷塗層（金屬陶瓷）和等離子噴塗（APS）、高速氧燃料（HVOF）、電弧（AS）和火焰噴塗的陶瓷的熱噴塗（無進展生存期）；符合 ÇSN EN ISO 14922-2 的條件 熱噴塗 - 熱噴塗結構的質量要求。

5.2 東芝府中工廠

地址：日本〒183-0043 Tokyo, Fuchu, Toshiyacho, 1

簡介：

-府中事業所負責東芝涉及社會基礎設施的事業，涵蓋支撐社會基礎設施的組件和系統。以府中團隊的形式致力於能源、送變電系統/工業用系統、水/環境、廣播/通信/防災、交通、電梯共 6 個領域的業務及相關研發。

-面積：655,000 m²

-員工人數：9,000 名

5.3 信濃鐵道 六文錢觀光列車

充分使用長野縣產的木材，打造出舒適溫暖的休息室風格的空間（如圖 5.3-1～圖 5.3-6）。從輕井澤到長野途中，享受信濃鐵道沿線的美麗風景，為您呈上一段接觸這片土地的歷史文化並品嚐美食的旅程。

1 號車



圖 5.3-1 1 號車概念圖



圖 5.3-2 1 號車配置

2 號車



圖 5.3-3 2 號車概念圖



圖 5.3-4 2 號車配置

3 號車



圖 5.3-5 3 號車概念圖

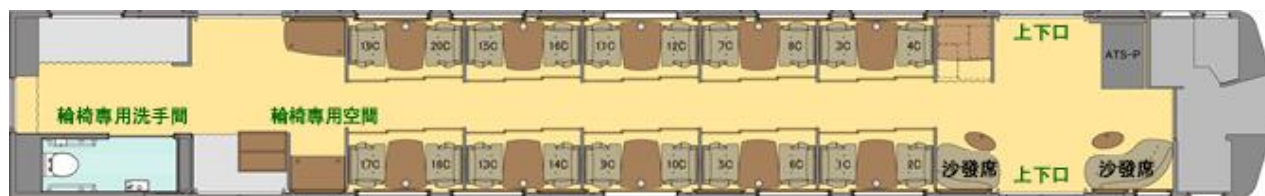


圖 5.3-6 3 號車配置

內容	<p>全部為固定席</p> <p>全程（輕井澤～長野）乘車</p> <p>提供使用產自沿線地區食材的餐食服務</p> <p>輕井澤～長野一日乘車券</p> <p>附贈當地產飲品（一份）</p> <p>停車站的土特產服務</p> <p>客艙乘務員提供的車內服務（旅客指南、商品銷售等）</p>
費用	15,800 日圓（一位/成人兒童均價）
發售日	出行當月的前兩個月的 1 號～7 號
預約受理銷售處	本公司預約中心（僅限電話預約） 網上預約
受理時間	<p>本公司預約中心（公休日：星期六、星期日）</p> <p>10：00～13：00、14：00～17：00</p> <p>TEL：+81-268-29-0069</p> <p>※發售首日商品從 10：00 開始受理。</p>

5.4 YUTAKA 廠

地址：群馬縣高崎市劍崎町 68

簡介：

Yutaka Manufacturing 自 1948 年創業以來，作為電子元器件的專業製造商，尤其是鐵路車輛中使用的跳線耦合器，承擔著交通和電力線等社會基礎設施建設的責任。

以製造鐵道車輛配線耦合器起家，開發製造了日本國內首創的多觸點三相高壓跳線耦合器、自動進行列車分合線操作的列車自動耦合解耦系統，如以及小巧輕便的一觸式連接器，所有這些都採用了我們自己的自主技術。最近，我們開發並交付了與鐵路以太網兼容的連接器和電動自動耦合器，用於在開通的交通線路上運行。

公司員工 176 人，廠內具有

偏移測試設備（如圖 5.4-1）：

在鐵路車輛之間安裝我們的產品時，該測試設備用於確定電纜長度，同時考慮曲線和點的影響。



圖 5.4-1 偏移測試設備

耐久測試設備（如圖 5.4-2）：

鐵路車輛之間使用的配線在通過彎道等時會反復彎曲（彎曲和拉伸）。因此，我們的設備驗證了耐久性



圖 5.4-2 耐久測試設備

振動測試設備（如圖 5.4-3）

我們的產品包括用於鐵路車輛的各種產品。我們通過實施振動測試來進行產品評估，以防止因列車車廂振動引起的任何故障



圖 5.4-3 振動測試設備

連結器綜合測試裝置（如圖 5.4-4）

將連結器直接連接到機械連接兩輛鐵路車輛的機械耦合器的測試裝置，用於評估耦合性能和耐久性等。



圖 5.4-4 連結器綜合測試設備

6 心得及建議

6.1 購車案測試與檢驗

本次出國參與車輛轉向架振動測試（捷克皮爾森）及車輛水密測試（日本府中），這 2 項測試國內均無檢測機構可承辦，所以參觀測試環境、設備及實際參與測試是難得的經驗。

6.1.1 轉向架振動測試

轉向架為車輛承重、轉向及加減速之核心機構，加上轉向架使用年限為 30 年以上，是以轉向架框架應可通過契約規定之振動測試。參與測試過程，發現皮爾森 VZU Plzen 動態測試試驗室是經驗豐富的測試單位，測試現場同時進行他案轉向架框架測試，相當繁忙。但也由於測試專案眾多及場地面積不足因素，測試環境相當緊湊，地上堆滿訊號線、油壓管及各式治具，側面反應出這間試驗室實作經驗豐富。

6.1.2 車廂水密測試

車廂焊接完成後，為確認焊接密合度，防止焊縫漏水，於契約內規定進行水密測試，東芝公司為此測試新設實驗場，測試過程團員全程參與，於機車內檢視受豪雨時之車廂內狀況，結果所有焊縫並無漏水跡象，但是東芝公司忙中有錯，冷卻器安裝時漏裝橡皮墊圈，導致少量水自該處漏入車內，而必須重新執行測試。顯見東芝公司現有人員並不熟悉機車組裝。

6.2 東芝公司高層會談及車輛組裝工廠參訪

6.2.1 東芝公司高層會談

東芝公司相當重視本團來訪，自吉野副社長以下，執行本部、府中工廠等各重要單位負責人均出席與會，會談後亦具體承諾於 6 月 9 日完成組裝，8 月 11 日完成各項測試，9 月交付首輛樣車，11 交付第 2、3 輛車，另明年 4 月完成樣車所有測試並投入營運。

本局與東芝公司在契約變更報價上仍有相當差異，也在會議中對其報價不合理之處提出質疑及建議，東芝公司承諾會後重新檢討調降。

6.2.2 車輛組裝工廠

府中工廠是東芝公司最大工廠，生產多種產品，屬於綜合性工廠，但也由於非車輛專用工廠，與去年參訪之西班牙瓦倫西亞機車製造廠(34輛柴電機車組裝廠)比較，府中工廠車輛組裝部門之規模、規劃、人數及經驗均有明顯落差。

最終檢討會當日已實際了解第一批車輛的主要零組件均已生產完成，組裝工場也已重新檢討工序及加速趕工，確實感受到東芝公司落實雙方共識與承諾，積極加速。

6.2.3 車輛零配件生產

68輛電力機車案之動力、控制、LCMS及馬達均於府中工廠製作，相較於車輛組裝之生澀，這些零配件是東芝公司之強項，也常出貨至各大車輛製造商。經過詢問，得知本案所需已完成生產待用。

6.2.4 監造環境

東芝公司員工宿舍(可供監造租用)雖然不及市區飯店高檔，但勝在距離近，且生活機能齊全之餘尚有費用低廉之優勢，將提供監造人員更多選擇。

6.2.5 總結

經過三天的專案檢討與視察，東芝公司已經明確認知到臺鐵局的強硬態度與決心，也迅速反應加派人力執行工作。本局將持續以最嚴格、謹慎的態度，監督東芝公司團隊的後續執行工作，確保E500新電力機車如期如質交付給臺鐵，提供社會大眾更安全、可靠、優質的運輸服務。

6.3 信濃鐵道 六文錢觀光列車

6.3.1 車輛部份

信濃鐵道使用一組老舊電車(3輛)改裝為六文錢觀光列車，花費僅1億日圓，經過觀察及詢問，主要成本用於提昇車廂內裝。車廂內大量使用木製材料提昇車廂質感，搭配黃色燈光，氣氛極佳，尤其進入隧道時車廂內燈光自動調整，營造溫馨氛圍，更為特殊。軌距與本局相同，車寬受限，但通過合理規劃，乘坐空間並不侷促，可供本局參考。已停產之車輛動力、走行及控制等核心組件均未變更，維修時大量使用同型車輛報廢後堪用料，運轉9年未曾發生故障，堪稱老車重生典範。

6.3.2 服務

觀光列車首重服務，乘坐途中，服務人員細心為旅客提供餐點，行車至特定景點，主動為旅客解說窗外風光，即使雙方有語言障礙，仍可清晰感受到熱誠的服務。行車速度減慢，讓旅客有充分時間欣賞窗外風光，此地居民似乎已熟悉觀光列車慢速行使，還主動與車廂內旅客揮手，讓旅程更添樂趣。停站時，車站當地攤商於月台展示農特產品，增加與旅客互動。

6.3.3 運行

長野至輕井澤路線，信濃鐵道公司為兼顧通勤與觀光需求，採車種及運行時間區隔方式辦理，亦即六文錢觀光列車主要服務觀光旅客，並在特定時段班次行使，一般時段則以常規車輛服務通勤旅客，此種運行方式，值得本局支線營運模式參考

6.4 YUTAKA 公司

6.4.1 工廠管理

本局40年前即開始使用該公司產品，本次參訪，該公司隆重接待，並開放團員自由攝影，這與一般參訪禁止攝影的慣例大相逕庭，也從而得知該公司對自身

產品與技術的自信。從該公司發展史得知，這是一家從工寮開始發展至日本軌道車輛跳線領導品牌的公司。早期一切均人工作業，到現在從進料檢驗、倉儲到領用，均電腦化管理，零組件大量使用 CNC 車床自動化生產，其轉變及進步不可謂不大，或可成為本局轉型之參考。

6.4.2 各項測試設備

與皮爾森 VZU Plzen 動態測試試驗室相同，YUTAKA 公司為旗下產品設計測試設備，並針對不同車型，還原產品裝車後面臨之動態環境。顯見廠勘是認識一家公司最快速有效之方法，建議局內如以評選方式採購重要或高價組件時，可會同政風廠勘投標商履約能力後，再辦理工作小組審標，使初審意見切合實況。

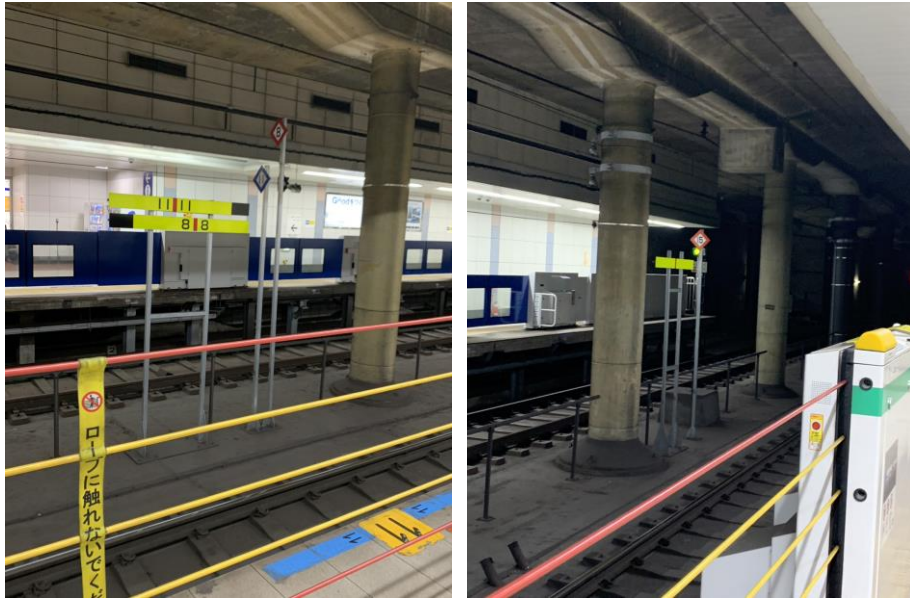
6.4.3 自動連結器

現場展示 1 組氣電同步連結之自動連結器，據悉 YUTAKA 公司發展自動連結器已超過 40 年，產品廣泛運用於日本國內，亦有銷售海外實蹟。本局近 20 年新購城際及區間車均以組為單位運轉，車組前後端常有拆掛作業進行，可考慮使用快速、節省車外人力、不受天候影響之自動連結器，至於車組內車輛拆掛次數少，可使用半永久連結器以節省成本，降低故障率。

6.5 行程偶得

6.5.1 停車牌與車序牌

機場到東京途中，發現羽田機場車站之列車停車牌與車序牌設置於軌道不同側，如此司機只要注意左側停車牌即可，旅客也只要注意月台上的標示，不易產生混淆。



停車牌與車序牌位於軌道兩側

6.5.2 成田快鐵 NEX 列車可取之處

搭乘成田快鐵 NEX 列車時，發現該列車除餐盤杯槽，椅背網袋旁也有折疊式杯架，後續搭乘東海道新幹線時也有類似設計。本局 EMU3000 可以此作為參考，解決杯架安裝位置爭議。



NEX 列車座椅餐盤及杯架



東海道新幹線餐盤及杯架

日本軌道車輛旅客資訊顯示裝置除傳達轉乘資訊外，亦承攬各種廣告，顯示內容靈活有彈性；車門使用通透式強化玻璃取代門板，提昇車廂設計感及空間感；車廂冷氣出風口以擋板導引風向，並避免冷凝水滴下問題，值得臺鐵後續新購車輛及優化改造參考



擋板導引冷氣出風口



旅客資訊系統



通道門



FRONT END 駕駛室、機械室



REAR END 駕駛室、機械室

圖 6.5.1-4 駕駛室、機械室內組裝狀況

2 東芝公司檢討契約變更報價

返國後，東芝於 112 年 6 月 8 日與機務處再討論、檢討報價，目前獲得東芝 10.7%減價。契約變更程序也開始簽核作業。

3 與東芝公司高層互動

返國後，馮副局長致感謝信至東芝公司吉野副社長，並邀請吉野副社長於 10 月來台參加 68 輛電力機車見面會，雙方往來書信如下：

敬愛的吉野副社長，

我已於 5 月 25 日晚上順利地回到台北，此次參訪貴公司行程，非常感謝貴公司團隊的費心安排。尤其是 5 月 22 日與您共同主持的檢討會議非常重要，透過貴我雙方的充分溝通討論，對於如何解決本局新電力機車的延遲交貨總算有了明確地解決方案與共識。相信在您的專案監督下，東芝公司團隊一定會依會議承諾如期如質的完成第一批車輛交貨。

最後一天安排參訪貴公司府中工廠有關 PCC, traction motor 以及 LCMS 等重要系統組件生產與品管作業，我們對於貴公司的科技與技術能力有很好的印象，我們相信貴公司有能如期如質地完成臺鐵新電力機車專案，同時我們也發現在組裝區工作的技術人員明顯增加很多，顯示貴公司已落實您的會議承諾，調整工廠作業優先性，積極在努力趕工。

因此我要再次感謝您說到做到，立即具體落實會議承諾，要求東芝團隊全力趕工，同時也很感謝貴公司安排王甄小姐以及平原先生擔任我們的翻譯與嚮導，讓我們此次參訪如此順利。

最後，配合第一輛機車在 9 月底運送抵達台灣，臺鐵局目前預定於 10 月份在彰化機務段舉辦慶祝典禮，我謹代表臺鐵局誠摯地邀請您出席共同慶祝，” We are One” & ” We are One team” 。

Dear Corporate Vice President Yoshino,

I safely returned to Taipei on the evening of May 25th. I want to express my sincere appreciation for the excellent arrangements made by your team during our visit to your company. The review meeting on May 22nd, which you co-chaired, was particularly important. Through our extensive communication and discussions, we have reached a clear solution and consensus on addressing the delayed delivery of our new electric motorcycles. With your supervision, I believe the Toshiba team will honor their commitment from the meeting and deliver the first batch of vehicles on time and with the expected quality.

During our visit to the Fuchu factory, the TRA team had the opportunity to witness the production and quality control operations related to Toshiba's PCC, traction motor, and LCMS, which are crucial system components. We were highly impressed by your company's technological capabilities. We have full confidence in Toshiba's ability to successfully

complete the TRA's new electric locomotive project on schedule and to the desired quality standards. We also noticed a significant increase in the number of technicians working in the assembly area, indicating that your company has taken the commitments made during the May 22nd meeting seriously, adjusting the factory operations' priorities to actively expedite the work.

Once again, I would like to express my deep gratitude for promptly and effectively implementing the commitments made during the May 22nd meeting. I also want to extend my appreciation for arranging Miss Jane and Mr. Hirahara to serve as our translators and guides, greatly contributing to the smoothness of our visit.

Finally, following the visit to Toshiba's Fuchu factory, I am confident that the first locomotive will arrive in Taiwan by the end of September. Therefore, I cordially invite you to attend the celebratory ceremony, scheduled for October at the Changhua Depot in Taiwan. This occasion will mark a momentous achievement that deserves to be celebrated jointly by Toshiba and TRA. Just as Toshiba's corporate philosophy emphasizes "We are One," we truly embody the spirit of "We are one team."

Best regards,

Feng, Hui-Sheng

Deputy General Director,

Taiwan Railway Administration, MOTC

東芝公司吉野副社長回信如圖 6.5.3-1：

2023/6/5 上午10:58

Gmail - Greeting from TRA, Taiwan

Deputy General Director,
Taiwan Railway Administration, MOTC

hirofumi.yoshino@toshiba.co.jp <hirofumi.yoshino@toshiba.co.jp>
收件者: hsfeng1024@gmail.com

2023年5月31日 清晨7:00

Dear Deputy General Director, Feng, Hui-Sheng

Thank you for your kind email and warm words.

First of all, I am delighted to hear that your visit to our company was a success and that you were satisfied with the arrangements and discussions that took place. It was a great pleasure to co-chair the review meeting on May 22nd and work towards finding a clear approaches to the variation order as well as delayed delivery of your new electric locomotives.

I appreciate your recognition of Toshiba's technological capabilities and your continued patience in our ability to complete the TRA's new electric locomotive project on our agreed schedule and to the desired quality standards. We take great pride in our work, and we are committed to meeting the expectations set during our discussions.

I am honored to accept your invitation to attend the celebratory ceremony scheduled for October at the Changhua Depot in Taiwan. It will indeed be a momentous occasion, and I look forward to joining you and the entire TRA team in celebrating the significant milestone of this project.

Finally and once again, I extend my gratitude for your kind words and appreciation. We value our partnership with TRA and remain committed to the successful completion of this project.

Sincerely yours,

Hirofumi Yoshino

Corporate Vice President

Toshiba Infrastructure Systems & Solutions Corporation

圖 6.5.3-1 東芝吉野副社長回信