

出國報告(出國類別：其他)

傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案
監造檢驗及監督(第 2 梯次)

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：副工程司 劉青旻
工務員 朱昭璋

出國地區：日本

出國期間：104 年 9 月 22 日至 10 月 16 日

報告日期：104 年 12 月 11 日

摘要

為配合國家觀光政策的推行，以及因應本島東西部旅客需求量的增加，臺鐵局繼 2006 年及 2012 年分別購入太魯閣號 (48 輛)及普悠瑪號(136 輛) 列車後，再次增購 4 組(32 輛)傾斜列車，並分別向日商日立株式會社購置 2 組(16 輛)太魯閣號，及日本車輛製造株式會社購置 2 組(16 輛)普悠瑪號，且預定於 104 年 12 月底陸續交車投入營運，以強化臺鐵局營運車隊，符合國家整體交通輸運及觀光政策需求。為確保車輛製造品質及培訓種子師資，分批選派專精於各系統之同仁前往日本車輛製造廠及相關系統元件製造廠，執行監造與檢驗工作。本批次 2 人至日本車輛豐川製作所，辦理傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案之監造及檢驗作業，駐廠監造。檢驗期間自 104 年 9 月 22 日起至 104 年 10 月 16 日止，共計 25 日。

本批次監造檢驗除加強車輛製造品質(往例缺失)外，重點為減震系統優化作為，鑒於普悠瑪號列車自投入商業運轉以來，乘客對於乘坐品質的要求更臻細緻，故立約商對於普悠瑪號之抗搖設計各增設了 1 組橫向與垂直油壓減震器，及改善中心銷橡膠止檔予以優化，尤其橫向擺動之優化主要擷取日本新幹線現車技術之半主動式油壓減震器，以有效吸收來自軌面橫向的振頻，藉以提升旅客乘坐舒適度。本批次人員依規定執行各項測試及監造任務，立約商且將相關測試報告送交臺鐵局審核，監造期間皆依規範執行各項監造及檢驗，達成階段性任務。

目次

壹、目的	2
貳、監造過程	3
一、監造週報表	3
二、監造過程說明	7
三、轉向架組立監造	7
(一)轉向架概述	7
(二)普悠瑪號轉向架說明	7
(三)普悠瑪號轉向架框架主體製造流程說明	10
(四)普悠瑪號轉向架框架主體組立過程	15
(五)普悠瑪號轉向架框架主體試驗及加工	17
四、車體施工監造	19
(一)普悠瑪號車體概述	19
(二)普悠瑪號車體(六面體)組焊後內、外觀作業過程	20
參、專題報告(車輛轉向架減震優化)	25
一、橫向乘座舒適度提高對策	25
二、垂直乘座舒適度提高對策	26
肆、心得及建議	27

壹、目的

- 一、為配合國家觀光政策的推行，以及因應本島東西部旅客需求量的增加，臺鐵局繼 2006 年及 2012 年分別購入太魯閣號 (48 輛)及普悠瑪號(136 輛) 列車後，現再次增購 4 組(32 輛)列車，並分別向日商日立株式會社購置 2 組(16 輛)太魯閣號，及日本車輛製造株式會社購置 2 組(16 輛)普悠瑪號，且預定於 104 年 12 月底陸續交車投入營運，以實質強化臺鐵局營運車隊，符合國家整體交通輸運及觀光政策需求。

- 二、為確保車輛製造品質及培訓種子師資，本次分批選派專精於各系統之同仁前往日本車輛製造廠及相關系統元件製造廠，執行監造與檢驗工作，以期確保新購車輛設計、製造及組裝過程之品質，並執行檢驗、測試及監造工作，確保本購案 2 組(16 輛)普悠瑪號之系統、設備零件及材料測試等皆符合本購車案之規範，且實質管控施工進度，得以如質如期交車投入營運，並藉予吸取日本鐵路相關之維修及管理先進技術，導入引用於國內軌道系統平台之參據。

貳、監造過程

一、監造週報表

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案赴日本辦理車輛監造檢驗(第 2 梯次)		
期間：自 104 年 9 月 22 日 至 104 年 10 月 16 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
9 月 22 日	二	自桃園國際機場搭乘中華航空公司班機→日本中部國際機場→搭乘名古屋鐵道/空港線/常滑線/名古屋本線→愛知縣豐川市國府車站→入住豐川飯店(Toyokawa Comfort Hotel)整備車輛監造事宜。
9 月 23 日	三	1、日本車輛豐川製作所會議室開會： (1)、日本車輛豐川製作所介紹各部門及認識相關幹部。 (2)、日本車輛豐川製作所簡介及產品說明。 (3)、日本車輛豐川製作所製程及品質管控說明。 2、場區勞安教育講習及注意事項說明。 3、討論監造相關事宜。 4、參觀製作所各工場生產線。
9 月 24 日	四	1、TEMB2072 車體貼隔熱材料工程檢視 2、TEP2036 車體噴隔音漆塗佈工程檢視 3、TEMA2071 車體底漆施工工程檢視 4、TED2036 車體底漆施工工程檢視 5、TED2037 車體底漆施工工程檢視 6、TEMA207 車體底漆施工工程檢視 7、TEP2037 車體底漆施工工程檢視 8、TEMA2075 車體結構檢查工程檢視 9、TED2038 車體結構檢查工程檢視
9 月 25 日	五	1、TED2035 轉向架橫樑水密試驗工程檢視 2、TEMA2069 車體地板鋪設作業工程檢視 3、TEP2035 車體地板鋪設作業工程檢視 4、TEMA2071 車體貼隔熱材料工程檢視 5、TED2036 車體噴隔音漆塗佈工程檢視 6、TEMB2074 車體底漆施工工程檢視 7、TEP2038 車體結構檢查後修正工程檢視 8、TEMA2075 車體結構檢查工程檢視 9、TED2038 車體底漆施工工程檢視
9 月 26 日	六	例假日
9 月 27 日	日	例假日
備註： 第 18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 第 19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案赴日本辦理車輛監造檢驗(第 2 梯次)		
期間：自 104 年 9 月 22 日 至 104 年 10 月 16 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
9 月 28 日	一	1、TED2035 車門試裝工程檢視 2、TEMA2069 車門試裝工程檢視 3、TEP2035 車門試裝工程檢視 4、TEMB2070 車體地板鋪設作業工程檢視 5、TED2036 車體地板鋪設作業工程檢視 6、TED2037 車體貼隔熱材料工程檢視 7、TEMA2073 車體貼隔熱材料工程檢視 8、TEP2037 車體底漆施工工程檢視 9、TEMB2074 車體底漆施工工程檢視 10、TEMA2075 車體結構檢查工程檢視
9 月 29 日	二	1、TED2035 轉向架塗裝工程檢視 2、TEMA2069 轉向架退火工程檢視 3、TEP2035 轉向架橫樑水密試驗工程檢視 4、TEMB2070 轉向架磁粉探傷試驗工程檢視 5、TED2037 車體噴隔音漆塗佈工程檢視 6、TEMA2073 車體噴隔音漆塗佈工程檢視 7、TEP2037 車體底漆施工工程檢視 8、TEMB2074 車體底漆施工工程檢視
9 月 30 日	三	1、移動日，豐川→豐橋→東京→新宿→阿佐谷 2、入住 Smile Hotel 飯店
10 月 1 日	四	TOSHIBA(東芝)府中事業所，TCMS 及車下牽引馬達檢視
10 月 2 日	五	HITACHI(日立)走行制御事業部，橫向半主動式油壓減震器製造檢視
10 月 3 日	六	例假日
10 月 4 日	日	例假日
備註： 第 18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 第 19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案赴日本辦理車輛監造檢驗(第 2 梯次)		
期間：自 104 年 9 月 22 日 至 104 年 10 月 16 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
10 月 5 日	一	1、TED2035 車體塗裝工程檢視 2、TEMA2069 車體批土拋磨工程檢視 3、TEP2035 車體批土工程檢視 4、TEMB2070 車體批土工程檢視 5、TEMB2072 車門試裝工程檢視 6、TED2035 轉向架加工(上工作母機端銑)工程檢視
10 月 6 日	二	1、TED2035 車體安裝玻璃工程檢視 2、TEMA2069 車體塗裝工程檢視 3、TEP2035 車體批土拋磨工程檢視 4、TEMB2070 車體批土工程檢視 5、TEMA2069 轉向架加工(上工作母機端銑)工程檢視
10 月 7 日	三	1、TED2035 車體安裝玻璃工程檢視 2、TEMA2069 車體安裝玻璃工程檢視 3、TEP2035 車體塗裝工程檢視 4、TEMB2070 車體批土拋磨工程檢視 5、TEMB2072 車體批土工程檢視 6、TEP2035 轉向架加工(上工作母機端銑)工程檢視 7、TEMB2070 轉向架加工(上工作母機端銑)工程檢視
10 月 8 日	四	1、移動日，豐川→豐橋→神戶→三宮 2、入住三宮 1-2-3 Hotel 飯店
10 月 9 日	五	Nabtesco 株式會社鐵道公司神戶工場，氣軔製品製造工程檢視。
10 月 10 日	六	例假日
10 月 11 日	日	例假日
備註： 第 18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 第 19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

工程名稱：104 年傾斜式電聯車(普悠瑪號)16 輛購案赴日本辦理車輛監造檢驗(第 2 梯次)		
期間：自 104 年 9 月 22 日 至 104 年 10 月 16 日止		
日期	星期	辦 理 事 項
10 月 12 日	一	1、日本國定假日(體育日)，日本車輛豐川製作所未上班。 2、進行文件資料審查及文書作業。
10 月 13 日	二	1、TED2035 車體內電路配線工程檢視 2、TEMA2069 車體風道安裝工程檢視 3、TEP2035 車體風道安裝工程檢視 4、TEMB2070 車體風道安裝工程檢視 5、TEMB2072 車體安裝玻璃工程檢視 6、TEP2036 車體安裝玻璃工程檢視 7、TEMA2071 車體塗裝工程檢視 8、TED2036 車體風道安裝工程檢視
10 月 14 日	三	1、TED2035 車體內電路配線工程檢視 2、TEMA2069 車體內電路配線工程檢視 3、TEP2035 車體風道安裝工程檢視 4、TEMB2070 車體風道安裝工程檢視 5、TEMB2072 車體風道安裝工程檢視 6、TED2035 轉向架配管工程檢視
10 月 15 日	四	1、TED2035 車體內電路配線工程檢視 2、TEMA2069 車體內電路配線工程檢視 3、TEP2035 車體內電路配線工程檢視 4、TEMB2070 車體下各管路配線工程檢視 5、TEMB2072 車體下各管路配線工程檢視 6、TED2035 車軸軸箱、一次懸吊油壓減震器托架安裝工程檢視 7、TEMA2069 車軸軸箱、一次懸吊油壓減震器托架安裝工程檢視
10 月 16 日	五	自東橫飯店(中部國際空港本館)→日本中部國際機場搭乘中華航空公司班機→桃園國際機場→搭乘相關交通工具返家。
備註： 第 18 編組：TED2035+TEMA2069+TEP2035+TEMB2070+TEMB2072+TEP2036+TEMA2071+TED2036 第 19 編組：TED2037+TEMA2073+TEP2037+TEMB2074+TEMB2076+TEP2038+TEMA2075+TED2038		

二、監造過程說明

- (一)此次增購的 2 組普悠瑪號列車，乃延續先前購製的 17 編組，訂為 18、19 編組，本梯次監造小組進駐日本車輛豐川製作所，於車輛製造期間負責監造及檢驗工作，每日與日本車輛相關品管部門會議，瞭解車輛製造進度，由日本車輛報告各部品、組件施工項目、執行情況、製造進度，以期順利達成 104 年 12 月底交付臺鐵局的既定目標。對於增購的 2 組普悠瑪號列車，監造小組亦依契約及日本車輛提供之製造流程、施工進度，進行監造及檢驗作業，祈能如期如質於 104 年 12 月底完成交付任務。
- (二)因車體及轉向架刻正依既定工作時程打造中，故本梯次監造項目為車體組立後結構檢查，車體外觀批土、拋磨、噴漆，車體室內隔音、隔熱，電路配線施工等作業，以及轉向架組立作業、磁粉探傷、水氣密試驗、退火、塗裝等監造作業。

三、轉向架組立監造

(一)轉向架概述

轉向架 (Bogie、日文稱台車)，是鐵道車輛的重要組件之一，它直接承載車體自身重量和載客貨重量，並引導車輛沿鐵路軌道運行，以確保車輛順利通過曲線，並具有減緩來自車輛運行時帶來震動和衝擊的作用，因此轉向架的設計也決定了車輛的穩定性和旅客乘坐車輛時的舒適性。

(二)普悠瑪號轉向架說明

- 1.普悠瑪號車輛編成，以 2 組 8 輛車廂為一完整的列車編組，列車編組的動力車與拖車(無動力車)比例為 4 輛動力車、4 輛拖車，轉向架即分為馬達車轉向架及拖車轉向架。
- 2.普悠瑪號列車編組之轉向架框架主體結構由側樑與橫樑組成，以轉向架上視圖俯看，與英文字母 H 略同(如圖 2-1 所示)，左右兩側為側樑，由各形片狀高強度耐候性鋼材組合焊接而成，並與鑄造成品軸箱圈簧座對焊，作為空氣彈簧與車軸作用力支撐，橫樑由兩支圓形密封鋼管平行橫立，其密封特性可取代空氣彈簧用的儲氣風缸，減少轉向架附屬零件，高強度鋼構且能安裝載負牽引馬達。

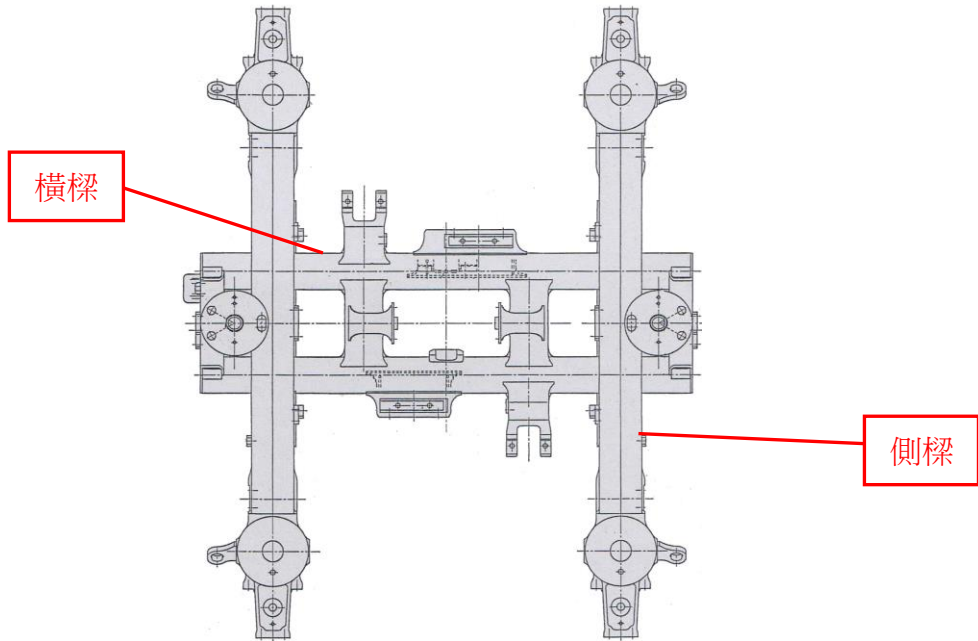


圖 2-1 轉向架俯視圖

3.馬達車轉向架與拖車轉向架，兩種轉向架外觀大致相同，皆為傾斜空氣彈簧式轉向架，主要區分方法為：馬達車轉向架須載負牽引馬達，故其兩支橫樑上各焊接結合一組牽引馬達托架及齒輪箱托架，作為安裝牽引馬達使用(如圖 2-2 所示)；拖車轉向架因為無動力裝置，所以橫樑上焊接結合碟式軔機托架，作為安裝碟式軔機裝置使用，(如圖 2-3 所示)。



圖 2-2 馬達車轉向架框架主體



圖 2-3 拖車轉向架框架主體

4.轉向架其他主要零組件另有車輪、軸、軸箱、圈簧、空氣彈簧、油壓減震器、軔機系統、中心盤等，如圖 2-4 所示。

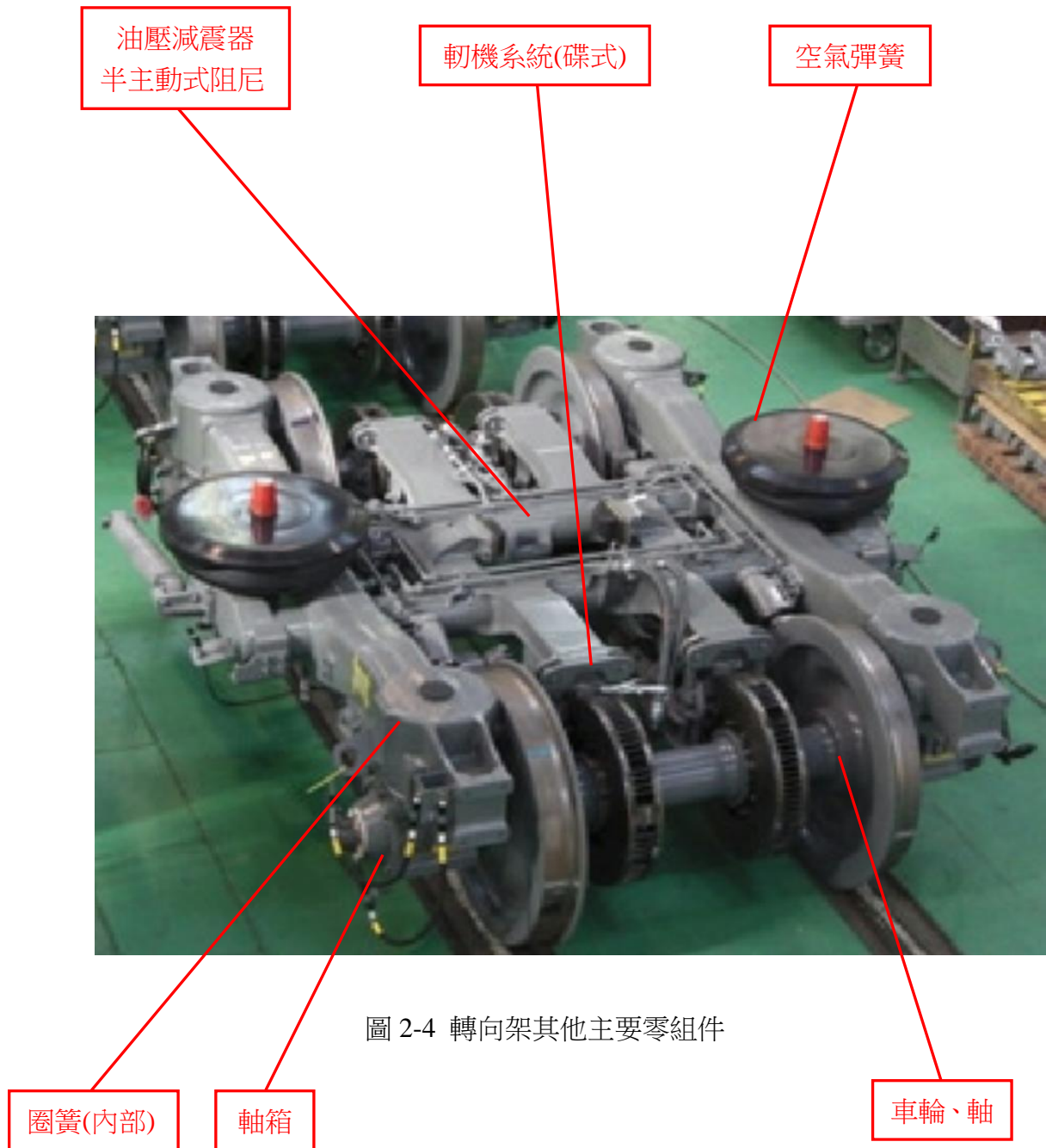
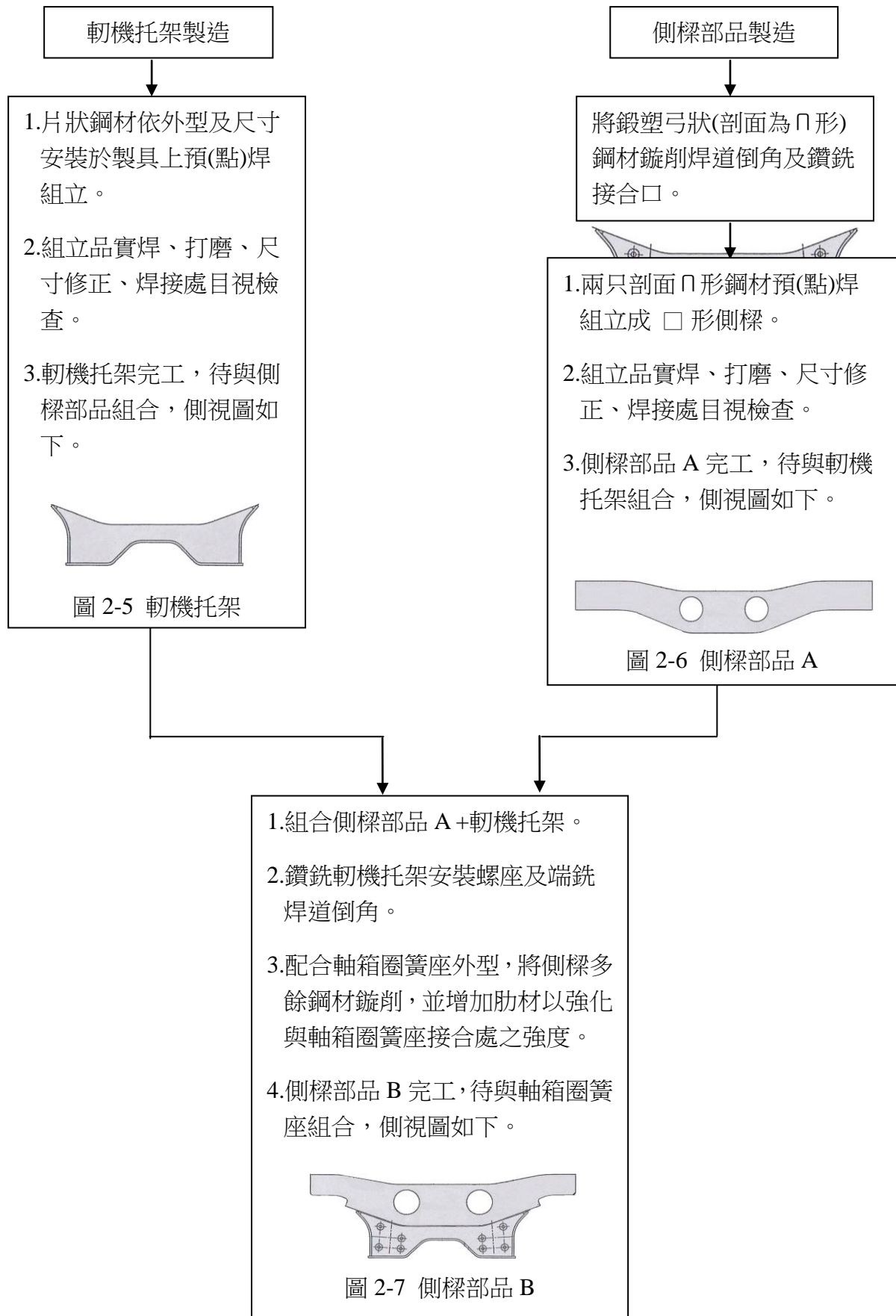


圖 2-4 轉向架其他主要零組件

(三)普悠瑪號轉向架框架主體製造流程說明



側樑製造

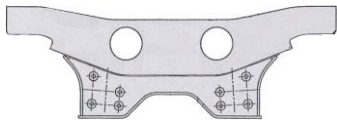


圖 2-8 側樑部品 B

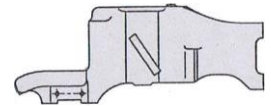


圖 2-99 軸箱圈簧座(鑄造)

- 1.組合側樑部品 B+軸箱圈簧座。
- 2.將側樑部品與軸箱圈簧座安裝於製具上預焊組立。
- 3.組立品實焊、打磨、尺寸修正、焊接處目視檢查，轉向架吊耳、軔機托架安裝螺座亦於此一併焊接組立。
- 4.側樑完工，待與橫樑部品組合，側視圖、俯視圖如下。

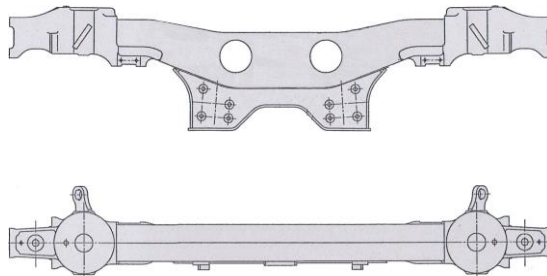


圖 2-10 側樑側視圖、俯視圖

橫樑製造

- 1.圓形鋼管與各型托架安裝於製具上預(點)焊組立。
- 2.組立品實焊、打磨、尺寸修正、目視檢查。

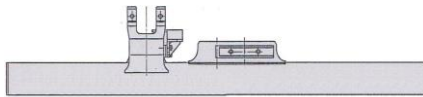


圖 2-11 橫樑部品

- 1.兩只圓形鋼管安裝於製具上，平行橫立與支樑(點)預焊組立。
- 2.組立品實焊、打磨、尺寸修正、焊接處目視檢查。
- 3.橫樑完工，俯視圖如下，待與側樑部品組合。

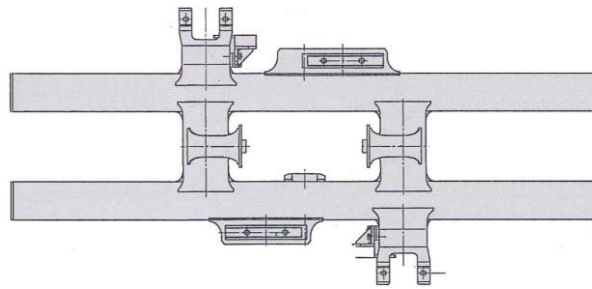


圖 2-12 橫樑上視圖

轉向架框架主體製造

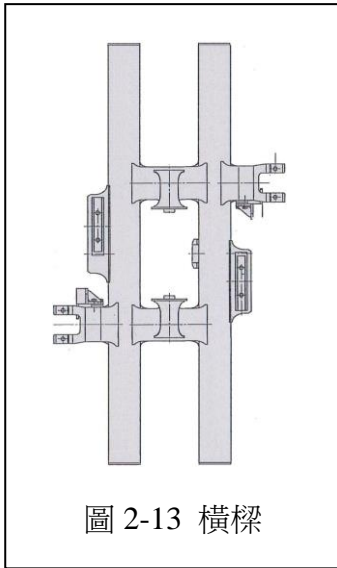


圖 2-13 橫樑

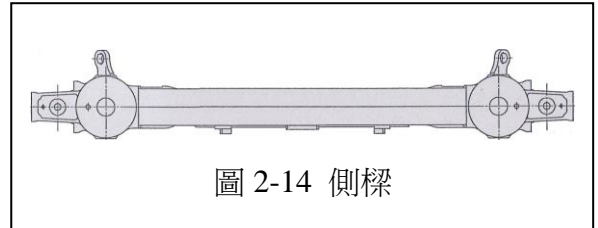


圖 2-14 側樑

- 1.組合側樑+橫樑。
- 2.將側樑與橫樑安裝於製具上預(點)焊組立。
- 3.組立品實焊、打磨、尺寸修正、焊接處目視檢查。因組立轉向架其焊接處所繁多，故實焊、打磨轉向架時，皆須安裝於大型可 360 度旋轉之專用夾具上，以利工作人員施工。
- 4.清潔轉向架橫樑內部，確認無任何異物，焊接密封轉向架橫樑端口及空氣彈簧座，使中空的橫樑成為儲氣風缸。
- 5.轉向架框架主體完工，俯視圖如下，待其他試驗及加工。

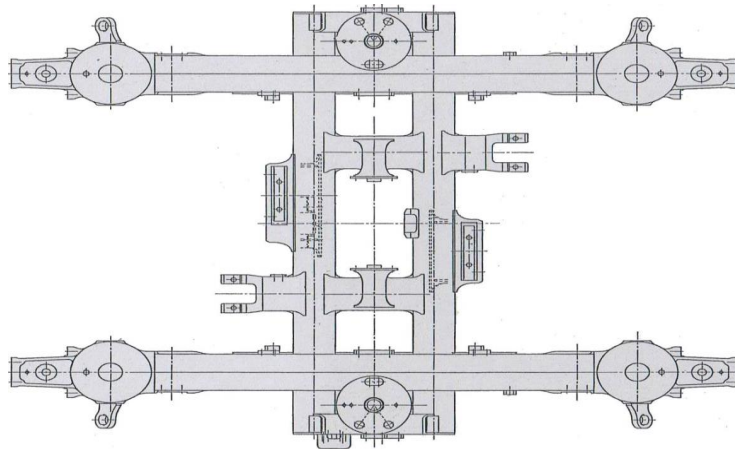


圖 2-15 轉向架框架主體(馬達車)俯視圖

轉向架框架主體水氣密試驗。
將水灌入橫樑內各排水孔封閉，使其保壓並接上差壓閥及壓力錶，在一定時間一定壓力下，測試洩漏量，以確保作為儲氣風缸功能的橫樑其密封性良好。

轉向架框架主體再經下述製程，始為完工

- 1.退火熱處理。
- 2.相關焊接處，磁粉及超音波探傷檢驗。
- 3.噴砂處理。
- 4.噴漆塗裝。
- 5.於大型工作母機，鑽、銑各接合孔、面，待組合軔機、減震系統及車輪等零組件。

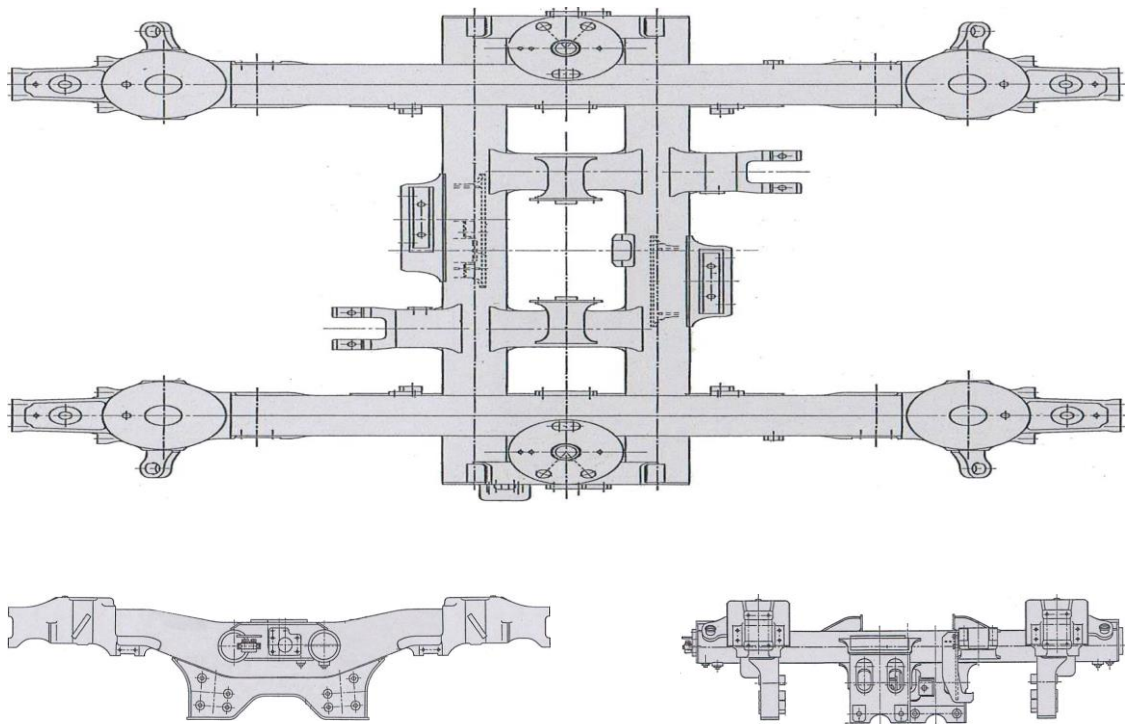


圖 2-16 轉向架(馬達車)三視圖

(四)普悠瑪號轉向架框架主體組立過程

1. 軋機托架製造



圖 2-17 片狀鋼材於製具上預焊組立



圖 2-18 軋機托架待與側樑部品組合

2. 側樑部品製造



圖 2-19 鍛塑鋼材銼削焊道倒角接合口



圖 2-20 II形鋼材預焊成□形側樑



圖 2-21 側樑部品 A 待與軋機托架組合



圖 2-22 組合側樑部品 A+軋機托架



圖 2-23 鑽銑軋機托架安螺座及倒角



圖 2-24 側樑部品 B 待與圈簧座組合



圖 2-25 組合側樑部品 B+軸箱圈簧座



圖 2-26 側樑待與橫樑部品組合

3. 橫樑製造

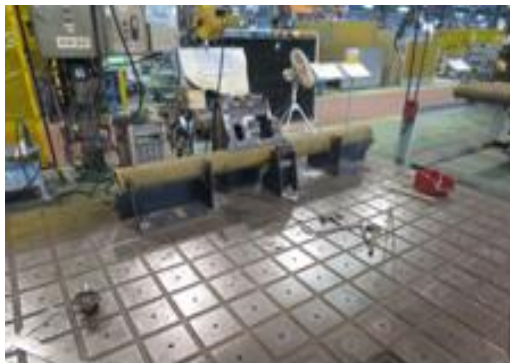


圖 2-27 圓形鋼管與托架於製具上預焊



圖 2-28 橫樑待與側樑組合

4. 轉向架框架主體製造



圖 2-29 側樑部品+橫樑部品預焊



圖 2-30 360 度旋轉體焊接



圖 2-31 焊接密封橫樑端口



圖 2-32 框架主體待其他試驗及加工

(五) 普悠瑪號轉向架框架主體試驗及加工



圖 2-33 框架主體水氣密試驗



圖 2-34 框架主體進行退火



圖 2-35 焊接處進行磁粉探傷檢驗



圖 2-36 塗裝噴漆



圖 2-37 待組合軋機、減震系統



圖 2-38 框架安裝碟式軋機主體

四、車體施工監造

(一)普悠瑪號車體概述

- 1.普悠瑪號車體是採用鋁合金打造，鋁合金車體有材質輕、延展性佳、耐衝擊、強度高、耐蝕性佳、不易變形、承載力大、具輕量化高節能等特色。
- 2.受惠於鋁合金擠出加工大型材的生產技術，支柱及外皮結合成一原件材料，以減少熔接的次數而成功降低車體的生產成本，鋁擠成型的製作方法，簡言之就是將鋁錠加熱到可塑溫度之後，再利用擠壓機與擠型模具將鋁合金擠壓出所需形狀的長條。
- 3.要製造橫斷面一致的產品，鍛製型鋁合金大多都以擠製方式成形，普悠瑪號車體經模具加工擠出中空三角構架大型鋁合金鈹材(如圖 18 所示)，再將各鋁合金鈹材焊接成所需板面(如圖 2-39、圖 2-40 所示)。

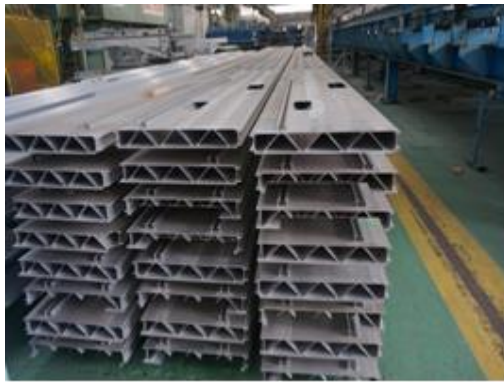


圖 2-39 鋁合金鈹材

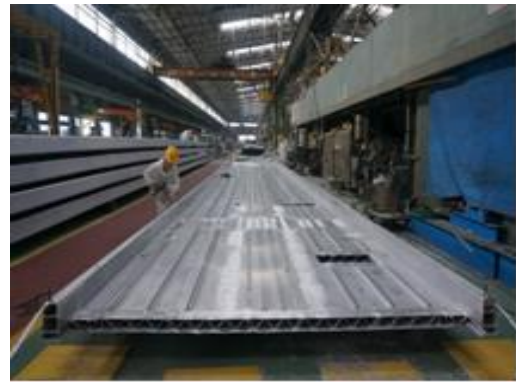


圖 2-40 板面(車體底鈹)



圖 2-41 板面(車體側鈹)

(二)普悠瑪號車體(六面體)組焊後內、外觀作業過程



圖 2-42 焊道凹陷補焊及整修磨平-1



圖 2-43 焊道凹陷補焊及整修磨平-2



圖 2-44 各焊道之滲透性探傷檢驗-1



圖 2-45 各焊道之滲透性探傷檢驗-2



圖 2-46 滲透性探傷試驗



圖 2-47 超音波探傷檢驗-1



圖 2-48 超音波探傷檢驗-2



圖 2-49 車體塗裝作業-噴底漆-1



圖 2-50 車體塗裝作業-噴底漆-2

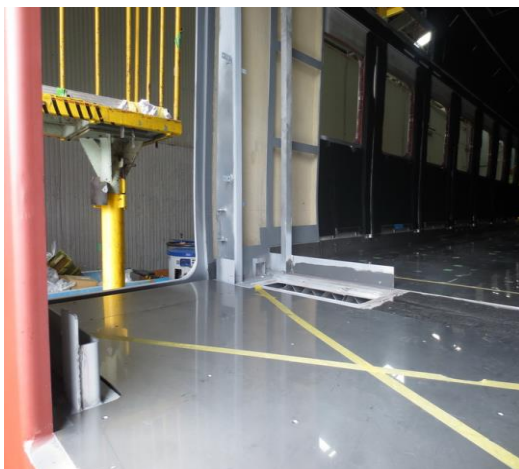


圖 2-51 車體內裝不銹鋼地板安裝



圖 2-52 車體內裝噴隔音漆及貼隔熱材



圖 2-53 車體通道門及上下車門試裝-1



圖 2-54 車體通道門及上下車門試裝-2



圖 2-55 車體外觀批土、拋磨、整平-1



圖 2-56 車體外觀批土、拋磨、整平-2



圖 2-57 車體外觀塗裝及噴漆作業-1



圖 2-58 車體外觀塗裝及噴漆作業-2



圖 2-59 玻璃安裝及密合作業-1



圖 2-60 玻璃安裝及密合作業-2

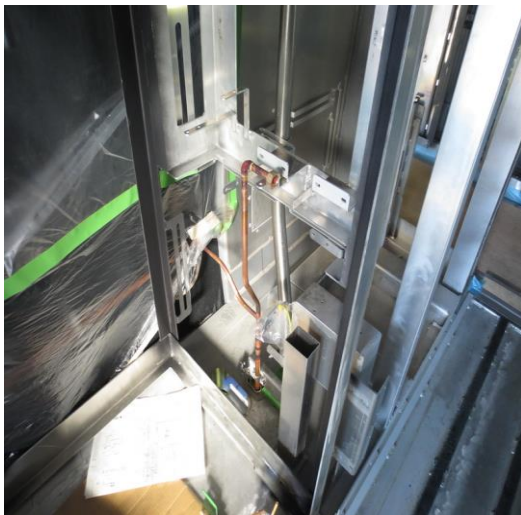


圖 2-61 車廂內配管安裝作業

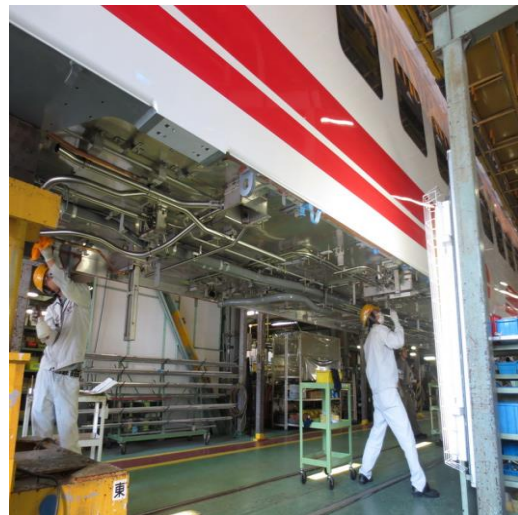


圖 2-62 車底配管安裝作業



圖 2-63 車廂內配線安裝作業



圖 2-64 車底配線安裝作業



圖 2-65 車頂風管安裝作業

參、專題報告(車輛轉向架減震優化)

一、橫向乘坐舒適度優化對策

(一)將橫向油壓減震器由被動式提昇為半主動式

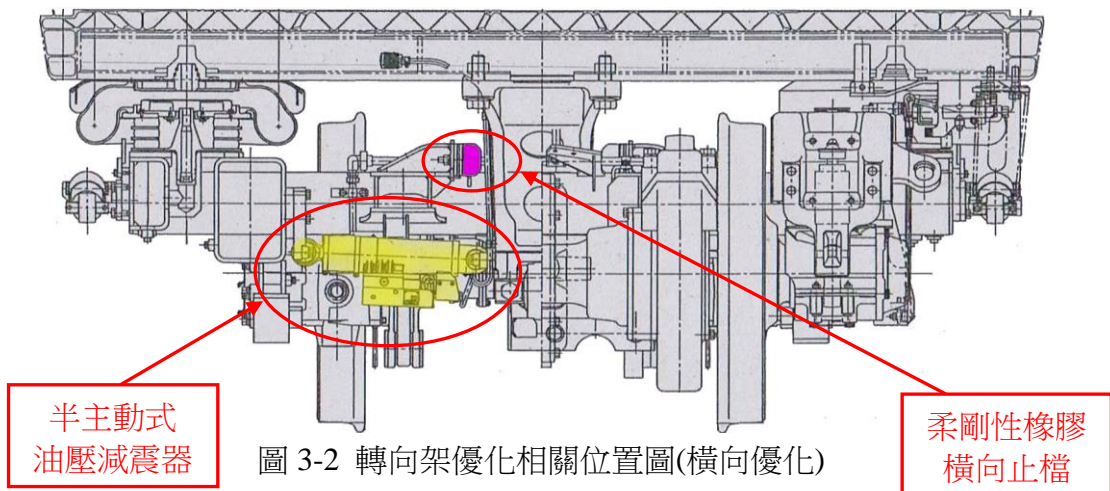
- 1.半主動式油壓減震器(如圖 3-1 所示)配合加速度感知器及控制裝置，可抑制車體的橫向左右移動，降低車輛運行時軌道與轉向架產生的震動傳遞至車體(廂)，及車輛運行時車體產生的震動。
- 2.半主動式油壓減震器，除了在車輛高速行駛可控制外，在低速通過急曲線及道岔時亦可控制，使旅客乘坐舒適度大為提高。半主動式油壓減震器安裝於車體中心盤與轉向架間，如圖 3-2 黃色部份所示。

(二)將橫向止檔橡膠由高剛性更換為中剛性

橫向止檔橡膠有柔剛性、中剛性、高剛性，經實車測試後發現柔剛性較能消除地板面橫向 10Hz 震波，但為搭配半主動式控制裝置，選擇以中剛性橡膠作為橫向止檔橡膠，並安裝於轉向架上，如圖 3-2 紫色部份所示。



圖 3-1 半主動式油壓減震器



半主動式
油壓減震器

圖 3-2 轉向架優化相關位置圖(橫向優化)

柔剛性橡膠
橫向止檔

二、垂直乘坐舒適度優化對策

(二)將軸箱支撐裝置(一次懸吊)各增加一只垂直油壓減震器,並配合垂直油壓減震器之裝置,下軸箱增設油壓減震器托架(如圖 3-3 綠色部份及圖 3-4 所示)。

(二)軸箱支撐裝置增設油壓減震器,可大幅吸收震動能量以減少車身之上下震動。

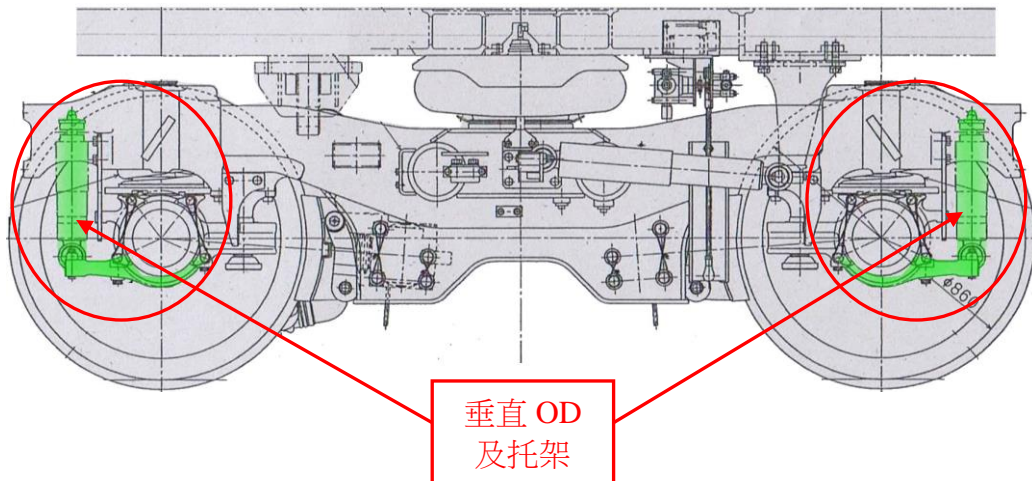


圖 3-3 轉向架優化相關位置圖(垂直優化)

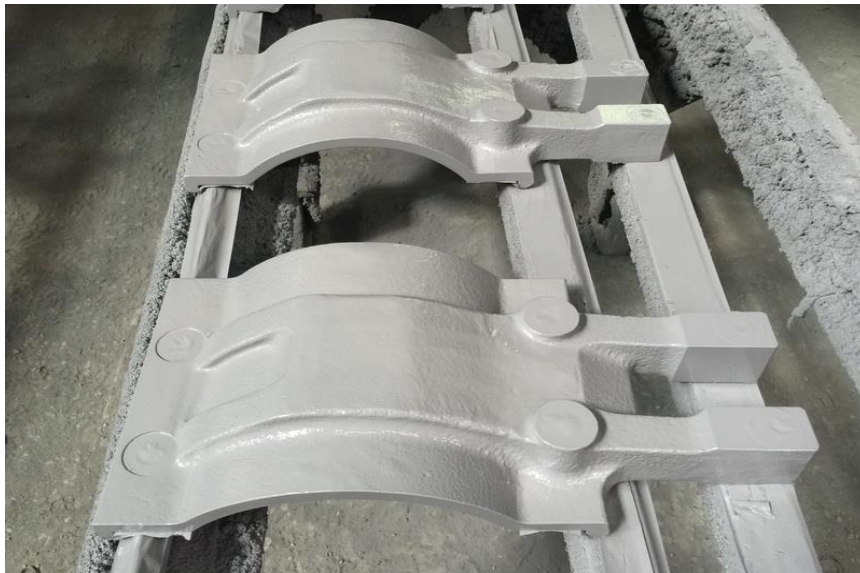


圖 3-4 下軸箱重新打造增設油壓減震器托架

肆、心得及建議

一、為因應全球暖化，各國陸續發展中的油電混合車

全球氣候變遷與新能源發展潮流中，環境保護議題為近年來世界各國所重視，國際上亦有多種環境保護公約及規範，其中對環境的管理「節能減碳」，為現今世界各國施政之重要方針。

按行政院計劃，路局將於 109 年環島全線電氣化，電氣化後將可全線不使用柴油動力車輛，屆時唯有支線因地形及建構成本等問題，尚無法電氣化，仍須使用內燃機(柴油引擎)作為動力來源，在欲降低石化燃料(柴油)的使用量，又無法減少支線列車班次需求下，依目前的態勢及科技首推油電混合車。

本次利用例假日公餘時間至 JR 東日本篠ノ井線，於長野-松本間搭乘油電混合 HB-E300 系柴聯車(如圖 4-1 所示)，並藉此機會瞭解油電混合車的優、缺點。

(一)HB-E300 系柴聯車簡介

HB-E300 系柴聯車 (HB-E300 系氣動車) 是一款由 JR 東日本所開發的觀光用柴聯車，以兩輛車為一個編成，前、後各有一間駕駛室，為 JR 東日本首度量產化的串聯式混合動力柴聯車(串聯式混合動力：是指發電機與蓄電池可同時供應牽引馬達出力)。2010 年 10 月開始實際投入營運，作為與新幹線接續的地區型觀光列車。

此情境與路局環島幹線搭配平溪、深澳、內灣、集集等支線相同。

(二)動力系統及運轉方式

每個動力轉向架上各結合一具三相牽引馬達，車輛在起步與停站時柴油引擎停止運轉，單倚靠蓄電池提供的電力運作，因此可以大幅降低起步與怠速時的噪音。

車輛於行駛中需要急加速或遇登坡時，可以同時使用柴油引擎驅動的發電機及蓄電池的電力；車輛在煞車減速時，牽引馬達即轉作感應式發電機，將所產生的電力回充至蓄電池中(如圖 4-7 所示)，因此具有降低油耗的效果。

由數據得知新一代的 HB-E300 系柴聯車，在氮氧化合物 (NO_x) 與懸浮微粒 (PM_{2.5}) 等柴油引擎最常見的排氣污染項目上，大幅減少了 60%，油耗效率改善 10%。由於起步與停站怠速時柴油引擎停止運轉，因此運轉噪音大幅降低了約 20 分貝。



圖 4-1 JR 東日本篠ノ井線油電混合車



圖 4-2 HB-E300 系柴聯車



圖 4-3 HB-E300 乾淨明亮的內觀



圖 4-4 HB-E300 寬敞的觀景窗



圖 4-5 HB-E300 視野良好的駕駛台



圖 4-6 HB-E300 運轉台 TCMS

(三)出力系統示意圖及控制說明

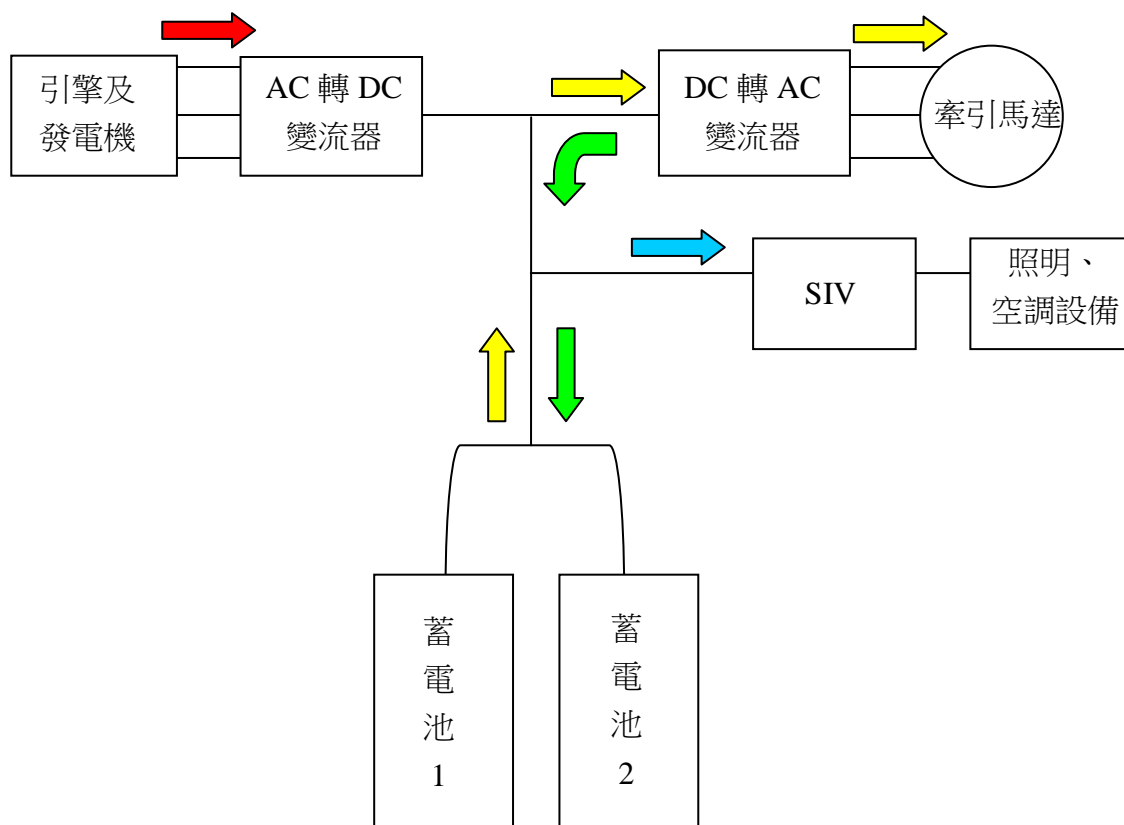


圖 4-7 出力系統示意圖

發車起步：蓄電池中儲存的電力驅動牽引馬達自靜止狀態起步，此時柴油引擎停止運轉(圖 4-7 黃色箭號所示)。

加速狀態：當列車需要急加速或遇到上坡狀況時，柴油引擎開始運轉並驅動發電機，由發電機與蓄電池同時提供牽引馬達所需的電力(圖 4-7 黃、紅色箭號所示)。

煞車狀態：當列車進行煞車減速時，牽引馬達即轉作感應式發電機，利用車輛的動能產生電力，回充至蓄電池中儲存(圖 4-7 綠色箭號所示)。

停車狀態：列車於進站停留等候狀態時，車廂之空調與照明等所需電力由蓄電池提供。(圖 4-7 藍色箭號所示)

(四)油電混合車優、缺點

優點：

- 1.採用共管噴射(common rail)柴油引擎，減少氮氧化合物（NO_x）與懸浮微粒(PM_{2.5})的排放量。
- 2.引擎定速運轉供發電機發電，無調速器等裝置。
- 3.車輛於靠站停車中，無引擎怠速聲。
- 4.車輛出發起步，由蓄電池供電，無引擎高轉速噪音。
- 5.車輛下坡或減速，牽引馬達轉為發電機形態，電力回充至蓄電池。
- 6.無液體變速機及所屬相關散熱裝置。
- 7.無引擎與車輪間傳動軸及轉向齒輪箱。
- 8.車廂設備電源由 SIV 供電，無車廂設備發電機。
- 9.發電機與蓄電池可同時供應牽引馬達出力。
- 10.無機械式變速裝置，列車加減速過程較為平滑。

缺點：

- 1.油電混合車屬較新的技術，車輛造價較高。
- 2.油電混合車其鋰電池壽命有限。
- 3.相關變/逆流器等電子模組零件多，在氣候濕度較高的地方，故障易增加。
- 4.相關控制列車出力等 know-how 技術不易取得。

二、車廂空調節能方法

日本國冬天天氣較冷，JR 鐵路公司在其列車車廂設計成可讓旅客自己開關門按鈕(如圖 4-8 所示)，在乘客較少的車站或時段，列車進站交會、待避或始發站，列車未出發前，車廂車門呈關閉狀，旅客欲上車可自行按下車外的開門鈕，該車門即打開，上車後再按車內的關門鈕將車門關閉。若列車欲開車時，再由車長總控制車廂車門開或關。

在臺灣因夏季時間長且氣溫溫度高，本局一般通勤電聯車於車站內交會、待避或始發站，其車門均敞開，車廂冷氣空調不斷流失，無形中產生能源浪費，若本局一般通勤電聯車能採用此設計，亦可減少能源耗損，達節能減碳目的。



圖 4-8 車廂外的開門按鈕

三、材、物料的控管

日本公司 Nabtesco，為普悠瑪列車軀機系統設備之供應商，於監造該公司用於普悠瑪產品過程中，該公司針對材料之控管特別介紹說明。

- (一)對於供應該公司物料之廠商皆需經過相關的認證，以保證其供貨水準。
- (二)廠商於進貨時皆需按照 Nabtesco 公司所排定的時間供貨，以避免同時間供貨區擁擠，造成貨物放置凌亂。
- (三)對於未按時供貨的廠商，將會影響 Nabtesco 公司組裝產品時間，Nabtesco 公司每週定期於供貨入口處，公佈未按時交貨之前三名廠商名稱，讓廠商自律管理出貨時間。
- (四)材料到貨時，倉庫員工掃描其貨品條碼並驗收檢查其外觀後，再放置供料區定位，與一般超商管理物料一樣，員工欲領取材料時，亦是掃描其貨品條碼後再行領出，除由電腦管理供、出料情形，了解庫存物料數量，亦可追蹤該物料安裝於何批所屬物件上，由何時、何人、何日所安裝，若產品他日發生問題時可立即追查，再分析是人或物產生的問題，進而針對錯誤改善。

路局因全線環島鐵路，全臺北、中、南、東皆有機、檢段及機廠，又各型車輛種類繁多、材料元件各有不同，車輛所需的物料有的相同可相互交換搭配使用，有的不同只限單一車種使用，對於各式車輛所需物料控管若能比照 Nabtesco 公司，或研發更高階物料管理系統，定可減少車輛呆料產生，有效降低路局營運成本，更可防止車輛事故。一套好的材料管理系統，可使維修保養單位不待料、不缺料，確保車輛能正常營運使用。與廠商簽署供料契約，確保供料無虞。又若發生事故，亦可由管理系統追查，找出真正發生的原因，對於事故之控管有利無害。

四、員工的基礎教育訓練

日本公司 Nabtesco，對新進員工其基礎訓練皆有一定課程，所有從業人員按其公司規定課程上課訓練並測驗，訓練課程結束後由公司核發證書，課程從零件組裝、安裝螺絲、帽、工具之使用、組裝流程等，各作業流程及方法均有標準作業程序(SOP)，各上課人員均按其標準作業程序學習操作。甚至已上線人員，對其作業有不熟悉時，亦須重新回到基礎教育訓練重新學習。另定期舉辦創新比賽，在作業上有任何較新的構想，提出實作成品，交創新委員評比。

路局近幾年辦理特考有許多新進員工，亦購買許多新型列車，唯保養維修技術傳承還是停留在資深員工或領班教導新進員工之舊模式，對於基礎訓練並沒有或不完全落實，此問題由新進員工學習期滿四個月取得派令後可知。

建議路局統一規劃新進員工針對實作方面的基礎教育訓練，不再由各段或各股自行訓練，最後卻讓新進員工產生技術落差。

五、利用太陽能發電

於日本車輛豐川製作所行政大樓一樓大廳，可看到該公司在廠區屋頂使用太陽能板發電，所回饋的發電基本資料，一般基本資料不外乎發電量與二氧化碳減少量，但較特殊的是其設備安裝日期為 2002 年(如圖 4-9 所示)。可以看出日本車輛早在十幾年前即投入太陽能發電，即使日本國是在緯度較高的地方，發電效率較差，但由此可見日本車輛公司對地球、對環境所盡的心力。

在臺灣緯度底、日照時間長，相較於日本以太陽光發電可得到較高效率，近幾年路局的車站翻新多有使用太陽能板發電或加熱，惟若維修廠、段之搬遷或改建計劃能比照車站，在大型車庫屋頂安裝太陽能板發電，大面積的太陽光發電系統較能符合整體投資成本，相對於小面積太陽能發電系統，所產生的發電效率亦較高，又可降低車庫內溫度，除符合政府節能減碳政策，更是朝地球環境永續發展向前邁一大步。



圖 4-9 太陽能發電回饋的基本資料

六、服務旅客使路局更具競爭力

車站月台使用同一座樓梯上、下樓，為了讓旅客得以迅速進出站，樓梯地板皆有明顯分道標示，讓上、下樓梯之旅客明顯清楚知道進出站動線，不會因方向錯誤而相互交織影響安全及時間，樓梯下樓處另再增設扶手增加下樓旅客之安全性(如圖 4-10 所示)。

參考日本國鐵道運輸服務業，比較同性質的路局，將旅客安全迅速的送至目的地是我們的責任，在增購新車隊投入營運之餘，鐵路沿線各車站站體亦逐漸更新改善中，各車站所推出的服務尚能更符合旅運需求，雖然看似小細節的改善，或將使路局較其他運輸業更能貼合旅客、更具競爭力。



圖 4-10 上、下樓梯明顯分道標示