

出國報告(出國類別：其它)

電力機車 68 輛購案
檢驗及監督(114 年第 8 梯次)

服務機關：國營臺灣鐵路股份有限公司

職稱姓名：助理工程師 陳正雄

助理工程師 李佳泉

機車長 李國源

司機員 石昇偉

派赴國家：日本

出國期間：114 年 5 月 6 日至 6 月 4 日

報告日期：114 年 7 月 18 日

摘要

國營臺灣鐵路股份有限公司(以下稱本公司)現役電力機車 GE200、300、400 型使用逾 40 年，E1000 型使用也近 30 年。上述車種性能已不符合現今使用，且維修保養所用零件大多已停產，妥善率難以提升，運用時故障誤點事故頻傳，致使本公司無法提供優質的運輸服務。為解決及改善問題，此次向株式會社東芝採購 E500 型電力機車，逐年替換舊型電力機車，提升準點率及給予旅客更優良的服務品質。

本梯次監造人員於 114 年 5 月 6 日起至 6 月 4 日奉派至日本府中市東芝府中試驗所，於機車製造期間執行檢驗工作，確保各項作業流程均符合契約規範，追蹤車輛製造進度，遇有不良缺失處提出改善及釋疑，並隨時回報狀況至本公司機務處。

駐廠期間亦同時參訪東芝府中試驗所廠房設施，瞭解車輛製造之工序工法，管理方式，做為本公司車輛維修之參考依據，精進維保品質。



目次

壹、目的-----	3
貳、檢驗週報表-----	4
參、檢驗測試結果及過程相片-----	10
一、E537 車輛稱重例行測試-----	10
二、E537 絕緣測試出廠測試-----	13
三、E537 集電弓例行及出廠測試-----	16
四、E537 高壓設備出廠測試-----	22
五、E537 列車自動防護系統(ATP)例行測試-----	27
六、E537 空調機出廠測試-----	33
七、E539 油漆例行測試-----	37
八、E537 電磁波例行測試-----	42
肆、改善通知事項-----	45
伍、心得與建議-----	56
陸、專題報告-----	61

壹、目的

本公司為因應現役機車車齡老舊，故障率高，妥善率差，與其它軌道運輸競爭對手相比，已無法再提升準點率及乘座舒適度，旅客也期待有改善空間，為此本公司制訂「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫」，採購新型車輛取代既有老舊車輛，提升本公司客貨運服務品質，其中高性能機車購案，68 輛 E500 型電力機車，由日本株式會社東芝得標，為確保製造品質及交期能如期如質完成，本公司派赴監造人員至日本東芝府中試驗所，依契約規範執行檢驗工作，於製造過程可能發生之缺失予以修正改善。也藉此監造機會觀摩立約商的製造流程、檢驗器具、物料管理、工序工法，學習其優點及經驗，提升本公司維修保養品質。

本次檢驗為第 8 梯次，由富岡機廠助理工程師李佳泉、高雄機務段助理工程師陳正雄、七堵機務段機車長李國源、彰化機務段司機員石昇偉共計 4 員出任檢驗及監督人員，於 114 年 5 月 6 日至 6 月 4 日期間至日本東芝府中試驗所進行監造作業，包含現場組裝檢視，過程檢驗，以保證各項工作均能符合採購規範要求。



圖 1-1 討論檢驗流程



圖 1-2 檢視跳線座



圖 1-3 檢視集電弓安裝



圖 1-4 參訪牽引馬達分解流程

貳、檢驗週報表

第一週

表四

車輛檢驗週報表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 114 年 05 月 05 日 至 114 年 05 月 11 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.05.05	一	1. 日本國定假日。
114.05.06	二	1. 日本國定假日。 2. 第五梯監造人員(石昇偉、陳正雄、李國源、李佳泉)移動日。
114.05.07	三	1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540 組裝進度及施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. E537：車體水密例行測試書 7.2 節—車體配備組裝完成後的固定位置水密測試。 3. E537：高壓設備出廠測試程序書 7.2 節—主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水功能。
114.05.08	四	1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540 組裝進度及施工狀況。 2. E537：絕緣測試出廠測試程序書 7.1 節—電氣絕緣測試(絕緣阻抗)。
114.05.09	五	1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540 組裝進度及施工狀況，並開立缺失改善事項。
114.05.10	六	1. 例假。
114.05.11	日	1. 例假。
備註：		

檢驗人員

車輛科

副處長

處長

第二週

表四

車 輛 檢 驗 週 報 表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 114 年 05 月 12 日 至 114 年 05 月 18 日止		
年 月 日	星 期	辦 理 事 項
114.05.12	一	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540 組裝進度及施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. E537：空調機出廠測試程序書 7.2 節—排水裝置。 3. E537：列車自動防護系統(ATP)例行測試程序書 7.1 節—天線單元(CAU)安裝檢查。 4. E537：高壓設備出廠測試程序書 7.1 節—最小空氣間隙與最小表面電氣洩漏路徑。 5. E537：集電弓例行測試程序書 7.1 節—集電弓升降弓測試、7.2 節—整體運轉測試包括追隨性整合測試。
114.05.13	二	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540 組裝進度及施工狀況，並開立缺失改善事項。 2. E537：列車自動防護系統(ATP)例行測試程序書 7.2 節—駕駛室啟用。 3. E537：電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試程序書 7.1 節—APC 系統的靜態測試、7.3 節—接地與隔離開關。 4. E539：油漆例行測試程序書。
114.05.14	三	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540 組裝進度及施工狀況。 2. E537：電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試程序書 7.3 節—輔助電源接地或短路之偵測電路、7.4 節—輔助電源過載保護裝置。 3. E537：電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試程序書 7.4 節—電力電路之過電壓或過低電壓保護措施、7.5 節—接地故障偵測系統。
114.05.15	四	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540、E541 組裝進度及施工狀況。 2. E537：機車控制監視系統(LCMS)例行測試程序書 7.6 節—傳輸檢查。 3. E537：電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試程序書 7.5.2 節—蓄電池電氣測試 6.1~6.5 項。 4. E541：轉向架例行測試程序書 7.2 節—輪軸組殘留不平衡量、7.3 節—車輪踏面輪廓。

114.05.16	五	1. 檢視 E536、E537、E538、E539、E540、E541 組裝進度及施工狀況。 2. E537：軔機與供氣系統例行測試程序書 7.4 節—總風管洩漏檢驗、7.7 節—軔管洩漏檢驗、7.8 節—軔機系統功能測試、7.10 節—暫停軔機功能測試、7.11 節—停留軔機功能測試。
114.05.17	六	1. 例假。
114.05.18	日	1. 例假。
備註：		

檢驗人員

車輛科

副處長

處長

第三週

表四

車輛檢驗週報表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 114 年 05 月 19 日 至 114 年 05 月 25 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.05.19	一	1. E537：駕駛室及控制設備功能出廠測試程序書 7.4 節—電子警鐘運作測試。
114.05.20	二	1. E537：牽引及 APU 之電路連續性出廠測試程序書 7.2 節—牽引馬達於固定位置進行起動測試、7.3 節—牽引馬達起動測試。 2. E537：電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試程序書 7.5.2 節—蓄電池電氣測試 6.6~6.11 項、7.6 節—蓄電池充電系統。 3. E537：電力轉換裝置之牽引動力單元性能出廠測試程序書 7.2 節—冷卻裝置及冷卻系統。 4. E537：空調機出廠測試程序書 7.1 節—容量。
114.05.21	三	1. E537：電力轉換裝置之 APU/HEP 性能、蓄電池及蓄電池充電器出廠測試程序書 7.1 節—輔助供電系統、7.2 節—輔助供電設備冷卻系統。 2. E537：集電弓出廠測試程序書 7.1 節—運轉測試。 3. E537：低速試運轉出廠測試程序書 7.1 節—馬達線路連接測試。
114.05.22	四	1. E537：低速試運轉出廠測試程序書 7.2 節—INCH(寸動)模式之低速運轉功能、7.3 節—速度控制模式之低速運轉功能、7.4 節—牽引力模式之低速運轉功能、7.5 節—電軔指令之低速運轉功能、7.6 節—無人裝置功能、7.7 節—牽引系統效率測試、7.8 節—溫度等級測試。 2. E537：電磁波例行測試程序書 7.1 節—車內磁場量測測試。 3. E537：列車自動防護系統(ATP)例行測試程序書 7.3 節—緊軔隔離與動力切斷。 4. E537：完成車振動測試例行測試程序書 7.1 節—完成車振動測試。 5. E537：軔機與供氣系統出廠測試程序書 7.9 節—軔力對軔缸壓力之曲線圖。

114.05.23	五	1. E537：機車靜態車輛界限例行測試程序書 7.1 節—車下設備的測量、7.2 節—靜態車輛界限。 2. E537：車輛稱重例行測試程序書 7.1 節—車輛稱重。 3. E540：油漆例行測試程序書。
114.05.24	六	1. 例假。
114.05.25	日	1. 例假。
備註：		

檢驗人員

車輛科

副處長

處長

第四週

表四

車輛檢驗週報表

專案名稱：電力機車 68 輛案		
期間：自 114 年 05 月 26 日 至 114 年 06 月 01 日止		
年 月 日	星期	辦 理 事 項
114.05.26	一	1. E537：連結器尺寸測量及解鎖/閉鎖例行測試程序書 7.2 節—功能測試。
114.05.27	二	
114.05.28	三	1. E542：轉向架例行測試程序書 7.2 節—輪軸組殘留不平衡量、7.3 節—車輪踏面輪廓。 2. E537：轉向架出廠測試程序書 7.1 節—車輪表面檢查、7.2 節—車軸軸承溫升測試、7.3 節—輪軸組反壓測試、7.4 節—輪軸組非破壞性測試。
114.05.29	四	1. E538：軀機與供氣系統例行測試程序書 7.4 節—總風管洩漏檢驗、7.7 節—軀管洩漏檢驗、7.8 節—軀機系統功能測試、7.9 節—緊急軀機功能測試、7.10 節—暫停軀機功能測試、7.11 節—停留軀機功能測試。 2. E538：軀機與供氣系統出廠測試程序書 7.6 節—空氣相關元件之密封測試、7.7 節—軀缸壓力調整設備、7.8 節—開瓦間隙自動調節裝置。
114.05.30	五	
114.05.31	六	1. 例假。
114.06.01	日	1. 例假。
備註：		

檢驗人員

車輛科

副處長

處長

參、檢驗測試結果及過程相片

一、E537 車輛稱重例行測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039]、車輛稱重例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1004[ECS-QA-E7-TP-0056])之規定進行測試。

1、車輛稱重 7.1 節，測試車輪及車軸負載的分佈差別應符合 IEC61133，測試結果如下

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0056
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0056
 P - 3

序號 SERIAL No. E537

附件 Attachment : 測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	車輛稱重 Vehicle Weighing	7.1	23/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

項目 Item		合格標準 Criteria	測量 Measured	結果 Result	
轉向架 1 Bogie 1	#1 車軸 #1 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4*	16.1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0.1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	#2 車軸 #2 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4*	16.1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0.1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	#3 車軸 #3 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6 ~ 16.4*	15.7	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

備註: *標準根據為 EN15528。
 Note: * Criteria is determined in accordance with of EN15528.

日期 Date: <u>23/05/2025</u>	日期 Date: <u>2025/5/23</u>
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

圖 3-1-1-1 E537 車輛稱重 7.1 節報告書(1)

序號 SERIAL No. E537

		項目 Item	合格標準 Criteria	測量 Measured	結果 Result
轉向架 2 Bogie 2	#4 車軸 #4 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6~16.4'	15.8	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	#5 車軸 #5 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6~16.4'	16.1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	#6 車軸 #6 axle	車軸負載, 公噸 Axle Load, t	15.6~16.4'	16.1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		車輪負載左右差異, 公噸 Left-right difference of Wheel Load, t	~ 0.8	0	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

備註：*標準根據為 EN15528。

Note: * Criteria is determined in accordance with of EN15528.

日期 Date: 23/05/2025

日期 Date: 2025/5/23

測試人員

由下列人員見證

Tested by

Witness by

檢查人員

Checked by

核定人員

Approved by

圖 3-1-1-2 E537 車輛稱重 7.1 節報告書(2)

2、會同東芝人員進行車輛稱重例行測試，並確認測試之條件及程序與程序書內相符合，其測試過程相片如下



圖 3-1-2-1 牽引車連結稱重車輛



圖 3-1-2-2 放置砝碼模擬人員重量



圖 3-1-2-3 放置砝碼模擬滅火瓶重量



圖 3-1-2-4 將車輛推至量測設備



圖 3-1-2-5 記錄站電腦開始量測



圖 3-1-2-6 第一轉向架軸重開始顯示

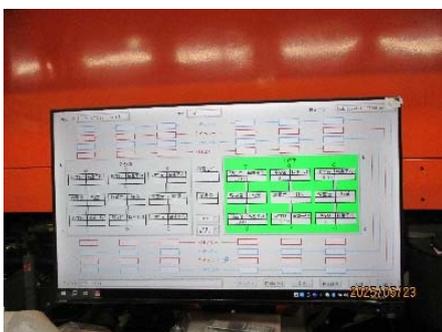


圖 3-1-2-7 第一轉向架每軸重測畢

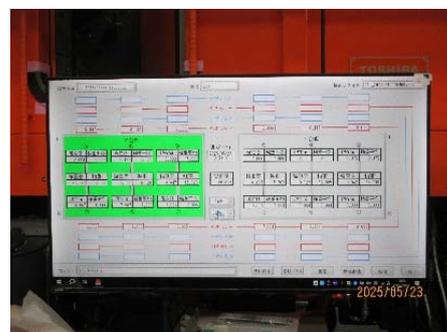


圖 3-1-2-8 第二轉向架每軸重測畢

二、E537 絕緣測試出廠測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040]、絕緣測試出廠測試程序書(EL68-SYS-TP-2003[ECS-QA-E7-TP-0084])之規定進行測試。

1、電氣絕緣測試(絕緣組抗)7.1 節，本測試的目的是根據 IEC61133 的第 8.7.3 節確認電纜的絕緣阻抗，測試結果如下

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TP-0084
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TP-0084
P - 3

TOSHIBA

序號 SERIAL No. E537

附件 Attachment : 測試紀錄 Test Record

測試編號 Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1.	電氣絕緣測試(絕緣阻抗) Electrical Insulation Test (Insulation Impedance)	7.1	08/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試編號 Test ID	Test item	Criteria	通過 / 失敗 Pass / Fail
1-1	測試類別/Category A1	等於或大於 5 MΩ Equal to or greater than 5 MΩ	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-2	測試類別/Category A2	等於或大於 5 MΩ Equal to or greater than 5 MΩ	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-3	測試類別/Category A3	等於或大於 5 MΩ Equal to or greater than 5 MΩ	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-4	測試類別/Category BC	等於或大於 1 MΩ Equal to or greater than 1 MΩ	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date : 08 / 05 / 2025	日期 Date :
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

圖 3-2-1-1 E537 電氣絕緣測試(絕緣組抗)7.1 節報告書

2、電氣絕緣測試(耐電壓)7.2 節，本測試的目的是根據 IEC61133 的第 8.7.2 節確認電纜的耐受電壓能力，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TP-0084
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TP-0084
 P - 4

序號 SERIAL No. E537

附件 Attachment : 測試紀錄 Test Record

測試編號 Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2.	電氣絕緣測試(耐電壓) Electrical Insulation Test (Voltage Withstand)	7.2	08/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試編號 Test ID	Test item	Criteria	通過 / 失敗 Pass / Fail
2-1	測試類別/Category A1	沒有短路 No short circuit.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
2-2	測試類別/Category A2	沒有短路 No short circuit.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
2-3	測試類別/Category A3	沒有短路 No short circuit.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
2-4	測試類別/Category BC	沒有短路 No short circuit.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date : 08/05/2025	日期 Date :
測試人員 ; Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

3、會同東芝人員於廠內高壓作業區進行絕緣測試出廠測試，並確認測試之條件及程序與程序書相符合，其測試過程相片如下



圖 3-2-3-1 測試設備-高阻計



圖 3-2-3-2 測試設備-耐壓測試器



圖 3-2-3-3 類別 A3 輔助電路測試接線



圖 3-2-3-4 測試設備-耐壓測試器



圖 3-2-3-5 ID 1-1 類別 A1 測試結果



圖 3-2-3-6 ID 1-4 類別 BC 測試結果



圖 3-2-3-7 ID 2-1 類別 A1 測試結果



圖 3-2-3-8 ID 2-4 類別 BC 測試結果

三、E537 集電弓例行測試及出廠測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039]、集電弓例行測試程序書(EL68-PAN-TP-1001[ECS-QA-E7-TP-0061])之規定進行測試。

1、集電弓升降弓測試 7.1 節，本測試的目的是量測集電弓從降弓高度到最高升弓高度所需時間，及從最高升弓高度到降弓高度的降弓所需時間，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0061
Test report Document No: ECS-QA-E7-TR-0061
P - 3

序號 SERIAL No. 24221

4. 測試結果 Test Result

No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1.	集電弓升降弓測試 Raising and lowering test of Pantograph	7.1	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	檢測項目 Inspection items	合格標準 Criteria	通過/失敗 Pass / Fail
1-1 前端 Front END	按下集電弓 升弓開關 Turn on PanUS	集電弓應在 10 秒內(t≤10s) 由降弓位置升到最高升弓高度。 Pantographs should be risen from housed height position to maximum extension within 10 seconds. (t≤10s)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	按下集電弓 降弓開關 Turn on PanDS	集電弓應在 10 秒內(t≤10s) 由最高升弓高度降到降弓高度。 Pantographs should be lower from maximum extension to housed height within 10 seconds. (t≤10s)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-2 後端 Rear END	按下集電弓 升弓開關 Turn on PanUS	集電弓應在 10 秒內(t≤10s) 由降弓位置升到最高升弓高度。 Pantographs should be risen from housed height position to maximum extension within 10 seconds. (t≤10s)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	按下集電弓 降弓開關 Turn on nDS	集電弓應在 10 秒內(t≤10s) 由最高升弓高度降到降弓高度。 Pantographs should be lower from maximum extension to housed height within 10 seconds. (t≤10s)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 12/05/2025

日期 Date:

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

由下列人員見證
Witness by

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-3-1-1 E537 集電弓升降弓測試 7.1 節報告書

2、整體運轉測試包括追隨性整合測試 7.2 節，本測試目的驗證集電弓整體運轉包括追隨性整合測試，以量測集電弓的接觸力驗證其追隨性，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0061
 Test report Document No: ECS-QA-E7-TR-0061
 P - 4

序號 SERIAL No. 24221

No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2.	整體運轉測試包括追隨性整合測試 Overall operation test including the followability integration test	7.2	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	檢測項目 Inspection items	合格標準 Criteria		結果 Result	通過/失敗 Pass / Fail	
前端 Front END	2-4	最高工作高度 Upper operating height	接觸力 Pushing force	74N±15N	72.5 N	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-5		高度 Height	1685mm±40mm	1682.5 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-6	標準工作高度 Nominal operating height	接觸力 Pushing force	74N±10N	79.5 N	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-7		高度 Height	725mm±40mm	725 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-8	最低工作高度 Lower operating height	接觸力 Pushing force	74N±15N	84.5 N	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-9		高度 Height	335mm±40mm	333.7 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 12/05/2025

日期 Date:

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

由下列人員見證
Witness by

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-3-2-1 E537 整體運轉測試包括追隨性整合測試 7.2 節報告書(1)

序號 SERIAL No. 24221

測試 ID Test ID	確認項目 Inspection items	合格標準 Criteria	結果 Result	通過/失敗 Pass / Fail		
後端 Rear END	2-15	最高工作高度 Upper operating	接觸力 Pushing force	74N±15N	72.5 N	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-16		高度 Height	1685mm±40mm	1682.5 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-17	標準工作高度 Nominal operating height	接觸力 Pushing force	74N±10N	79.5 N	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-18		高度 Height	725mm±40mm	725 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-19	最低工作高度 Lower operating height	接觸力 Pushing force	74N±15N	84.5 N	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2-20		高度 Height	335mm±40mm	333.7 mm	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: <u>12/05/2025</u>	日期 Date:
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

圖 3-3-2-2 E537 整體運轉測試包括追隨性整合測試 7.2 節報告書(2)

3、會同東芝人員於廠內作業區進行集電弓例行測試，並確認測試之條件及程序與程序書相符合，其測試過程相片如下



圖 3-3-3-1 集電弓升降測試用碼錶



圖 3-3-3-2 啟動準備升弓程序



圖 3-3-3-3 集電弓升弓



圖 3-3-3-4 升弓及降弓時間測試結果



圖 3-3-3-5 集電弓工作高度測試用雷射測距儀



圖 3-3-3-6 集電弓接觸力測試用彈簧秤



圖 3-3-3-7 集電弓接觸力量測



圖 3-3-3-8 集電弓工作高度量測

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040]、集電弓出廠測試程序書(EL68-PAN-TP-2001[ECS-QA-E7-TP-0024])之規定進行測試。

4、集電弓的運轉測試 7.1 節，本測試目的是在完成車運轉測試時，確認集電弓沒有發生問題，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0024
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0024
P - 3

附件 Attachment : 測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1.	集電弓的運轉測試 Test run for Pantograph	7.1	21 / 05 / 2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	結果 Result
1.	集電弓的運轉測試 Test run for Pantograph	確認 DDU 上沒有顯示故障代碼 Confirm that Fault code is not displayed in DDU	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date : 21 / 05 / 2025	日期 Date : 2025 / 5 / 21
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

5、會同東芝人員於廠內測試軌道進行集電弓出廠測試，以最高速度 25km/h 行進往返一趟，確認測試之條件及程序與程序書相符，其測試過程相片如下



圖 3-3-5-1 確認集電弓的運轉測試流程



圖 3-3-5-2 啟動機車並確認軌道狀況



圖 3-3-5-3 開啟集電弓攝影機



圖 3-3-5-4 機車開始加速至 25km/h



圖 3-3-5-5 確認集電弓運轉狀態



圖 3-3-5-6 確認 DDU 是否有故障顯示

四、E537 高壓設備出廠測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040]、高壓設備出廠測試程序書(EL68-HVE-TP-2001[ECS-QA-E7-TP-0025])之規定進行測試。

1、測量最小電氣間隙 7.1 節，本測試目的在對集電弓和 AC 高壓穿套之間的電氣間隙進行量測，確認最小電氣間隙內沒有其他的導電零件，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0025
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0025
P - 3

附件 Attachment 1: 測試紀錄 Test Record

測試 ID Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	測量最小電氣間隙 Measurement of Minimum Clearance Distance	7.1	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	測試項目 Test Item	合格標準 Criteria	結果 Result
1-1	繩子 S1 的長度。 String S1 length	$310\text{mm} \leq S1 \leq 315\text{mm}$	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	搜尋結果。 Search result	沒有其他導電零件。 No other conductive parts	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-2	繩子 S2 的長度。 String S2 length	$230\text{mm} \leq S2 \leq 235\text{mm}$	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	搜尋結果。 Search result	沒有其他導電零件。 No other conductive parts	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-3	確認高度 Confirmation of height	繩子 S1 不能碰到喇叭的頂端。 String S1 must not reach the tip of the horn	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 12/05/2025

日期 Date:

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

由下列人員見證
Witness by

圖 3-4-1-1 E537 測量最小電氣間隙 7.1 節報告書

2、測量最小爬電距離 7.1 節，本測試目的在對集電弓和 AC 高壓穿套之間的爬電距離進行量測，測量每個設備的高度和直徑以及確認外型圖上的最小爬電距離至少應有 825mm，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0025
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0025
 P - 4

測試 ID Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2	測量最小爬電距離 Measurement of Minimum Creepage Distance	7.1	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	測試項目 Test Item	爬電距離 Creepage Distance [mm]		高度 Height [mm]		直徑 Diameter [mm]		結果 Result
		合格標準 Criteria	圖數值 Drawing Value	合格標準 Criteria	測量值 Measured	合格標準 Criteria	測量值 Measured	
2-1	支撐礙子 Support Insulator	825 以上 Over 825	1050	360±15	360	118±6	119	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	高壓穿套 Air Through Bushing	825 以上 Over 825	≥1000	357±1	357	168±7	170	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	高壓 比壓器 High Voltage Transformer	825 以上 Over 825	850	356±2	357	326±2	325	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 12/05/2025	日期 Date:
測試人員 Tested by 檢查人員 Checked by 核定人員 Approved by	由下列人員見證 Witness by

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-4-2-1 E537 測量最小爬電距離 7.1 節報告書(1)

測試 ID Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2	測量最小爬電距離 Measurement of Minimum Creepage Distance	7.1	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	測試項目 Test Item	爬電距離 Creepage Distance [mm]		高度 Height [mm]		直徑 Diameter [mm]		結果 Result
		合格標準 Criteria	規格數值 Specification Value	合格標準 Criteria	測量值 Measured	合格標準 Criteria	測量值 Measured	
2-1	AC 高壓穿套 AC Through Bushing	合格標準 Criteria	規格數值 Specification Value	合格標準 Criteria	測量值 Measured	合格標準 Criteria	測量值 Measured	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		825 以上 Over 825	1035	385±15	386	140±7	140	
	避雷器 Surge Arrester	合格標準 Criteria	圖數值 Drawing Value	合格標準 Criteria	測量值 Measured	合格標準 Criteria	測量值 Measured	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
825 以上 Over 825		1300	350±5	350	180±5	178		
	真空斷路器 VCB	合格標準 Criteria	規格數值 Specification Value	合格標準 Criteria	測量值 Measured	合格標準 Criteria	測量值 Measured	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
		825 以上 Over 825	1100	576±2	576	—	—	

*廠商未提供真空斷路器的直徑。

※Diameter of the VCB is not disclosed by supplier.

日期 Date: 12/05/2025	日期 Date:
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

圖 3-4-2-2 E537 測量最小爬電距離 7.1 節報告書(2)

3、主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水功能 7.2 節，本測試目的為進行車體水密例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1001[ECS-QA-E7-TP-0015])規定的防水測試後，確認主變壓器與高壓穿套連結裝置的防水功能，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0025
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0025

P - 6

測試 ID Test ID	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
3	主變壓器與高壓穿套 連結裝置之防水功能 Waterproof function of the main transformer and the high voltage bushing couple device	7.2	07/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	測試項目 Test Item	合格標準 Criteria	結果 Result
3	連結裝置之防水測試 Waterproof test for couple device	水沒有滲入。 No water invasion	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 07/05/2025	日期 Date:
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

4、會同東芝人員於廠內高壓作業區進行高壓設備出廠測試，測試過程相片如下



圖 3-4-4-1 電氣間隙測量棉繩 230mm



圖 3-4-4-2 電氣間隙測量棉繩 310mm



圖 3-4-4-3 使用棉繩量測是否有導電零件



圖 3-4-4-4 使用棉繩量測是否有導電零件



圖 3-4-4-5 測量高壓比壓器爬電距離



圖 3-4-4-6 測量高壓穿套爬電距離



圖 3-4-4-7 檢查主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水功能



圖 3-4-4-8 檢查主變壓器與高壓穿套連結裝置之防水功能

五、E537 列車自動防護系統(ATP)例行測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039]、列車自動防護系統(ATP)例行測試程序書(EL68-ATP-TP-1001[ECS-QA-E7-TP-0065])之規定進行測試。

1、天線單元(CAU)安裝檢查 7.1 節，本測試目的為 BTM 透過 CAU 接收地上感應子的數據，為確保傳輸品質，需特別注意 CAU 的安裝，測試結果如下

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0065
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0065
P - 5

序號 SERIAL No. E537

4. 測試結果 Test Results

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1.	天線單元(CAU)安裝檢查	7.1	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass
2.	Installation Inspection for CAU			<input type="checkbox"/> 失敗 Fail

CAU 安裝檢查/Installation Inspection

ATP CAU 序號/Serial number of ATP CAU: E1 2399/00

測試 ID Test ID	項目 Item	長度 Length (mm)		結果 Result
		合格標準 Criteria	測量結果 Measured	
1-1	Z	200 ±10	204	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
1-2	T (T=T1-T2)	< 7	0	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
2	P (P=P1-P2)	≤ 6	1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 12/05/2025

日期 Date:

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by:

由下列人員見證
Witness by

圖 3-5-1-1 E537 天線單元(CAU)安裝檢查 7.1 節報告書

2、駕駛室啟用(前端駕駛室)7.2.1 節，本測試目的為開啟 ATP，並依測試項目操作 ATP 輸入資料，在此期間 MMI 應無顯示錯誤訊息，測試結果如下

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0065
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0065
 P - 6

序號 SERIAL No. E537

No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
3.	駕駛室啟用(前端駕駛室) Cabin Activation (Front Cab)	7.2.1	13/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

駕駛室啟用(前端駕駛室)/ Cabin Activation(Front Cab)

測試 ID Test ID	操作 Action	結果 Result
3-1	MMI 未出現錯誤訊息 No error message on MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
3-7	MMI 未出現錯誤訊息 No error message on MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
3-8	MMI 顯示「黏著力降低」 "Reduced Adhesion" is shown on MMI.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
3-9	MMI 「黏著力降低」顯示熄滅 "Reduced Adhesion" is extinguished from the MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
3-16	在啟動期間 MMI 未出現錯誤碼 No error codes have appeared on MMI during the start-up	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 13/05/2025

日期 Date:

測試人員

由下列人員見證

Tested by

Witness by

檢查人員

Checked by

核定人員

Approved by

3、駕駛室啟用(後端駕駛室)7.2.2 節，本測試目的為開啟 ATP，並依測試項目操作 ATP 輸入資料，在此期間 MMI 應無顯示錯誤訊息，測試結果如下

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0065
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0065
 P - 7

序號 SERIAL No. E537

No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
4.	駕駛室啟用(後端駕駛室) Cabin Activation (Rear Cab)	7.2.2	13/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

駕駛室啟用 (後端駕駛室) / Cabin Activation (Rear Cab)

測試 ID Test ID	操作 Action	結果 Result
4-1	MMI 未出現錯誤訊息 No error message on MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
4-7	MMI 未出現錯誤訊息 No error message on MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
4-8	MMI 顯示「黏著力降低」 "Reduced Adhesion" is shown on MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
4-9	MMI 「黏著力降低」顯示熄滅 "Reduced Adhesion" is extinguished from the MMI	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
4-16	在啟動期間 MMI 未出現錯誤碼 No error codes have appeared on MMI during the start-up	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 13/05/2025

日期 Date:

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

由下列人員見證
Witness by

圖 3-5-3-1 E537 駕駛室啟用(後端駕駛室)7.2.2 節報告書

4、緊軔隔離與動力切斷 7.3 節，本測試目的為確定 ATP 隔離功能是正確的，依測試項目將 ATP 斷路器 OFF 後操作主控制器把手，以及將 BCN 斷路器 OFF 後確認緊急緊軔被執行，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0065
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0065
 P - 8

序號 SERIAL No. E537

No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
5.	緊軔隔離與動力切斷 Isolation of Brakes and TCO	7.3	22/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

緊軔隔離與動力切斷 / Isolation of Brakes and TCO

測試 ID Test ID	操作 Action	結果 Result
5-2	當推動主控制器把手可出力 Powering is applied when traction is applied.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
5-3	數位車速表有顯示 The Speedometer display is lit	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
5-4	MMI 已斷電 The MMI is powered off	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
5-5	當推動主控制器把手可出力 Powering is applied when traction is applied.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
5-6	緊急緊軔被執行。 EB is applied	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
5-7	當推動主控制器把手可出力 Powering is applied when traction is applied.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 22/05/2025

日期 Date: 2025.5.22

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

由下列人員見證
Witness by

圖 3-5-4-1 E537 緊軔隔離與動力切斷 7.3 節報告書

5、會同東芝人員於廠內作業區進行列車自動防護系統(ATP)例行測試，測試過程相片如下



圖 3-5-5-1 CAU 裝檢查



圖 3-5-5-2 CAU 安裝量測儀器-直尺



圖 3-5-5-3 量測 CAU 之 Z 的尺寸



圖 3-5-5-4 量測 CAU 之 T1 的尺寸



圖 3-5-5-5 前端駕駛室 ATP 準備啟用



圖 3-5-5-6 前端駕駛室 ATP 開機啟用



圖 3-5-5-7 前端駕駛室 ATP 輸入資料



圖 3-5-5-8 確認前端駕駛室 ATP 在啟動期間未出現錯誤訊息



圖 3-5-5-9 後端駕駛室 ATP 準備啟用



圖 3-5-5-10 後端駕駛室 ATP 開機啟用



圖 3-5-5-11 後端駕駛室 ATP 開機後執行緊軔測試



圖 3-5-5-12 後端駕駛室 ATP 輸入資料



圖 3-5-5-13 關閉 ATPMN 斷路器



圖 3-5-5-14 推動主控制器確認可出力



圖 3-5-5-15 關閉 BCN 斷路器



圖 3-5-5-16 確認緊急緊軔被執行

六、E537 空調機出廠測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之出廠測試計畫書(EL68-SYS-PL-0007[ECS-E7-0040]、空調機出廠測試程序書(EL68-ACV-TP-2001[ECS-QA-E7-TP-0022])之規定進行測試。

1、容量 7.1 節，本測試目的為使用扇葉式空氣流量計量測 4 個 SA 出風口風速並經由公式計算出風量，以驗證空調機單元符合規範需求及設計規格，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0022
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0022
P - 3

序號 SERIAL No. B-110083, B-110082

附件 Attachment: 測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	容量 Capacity	7.1	20/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	確認項目 Inspection items	合格標準 Criteria	結果 Result		通過/失敗 Pass / Fail
1-1	前端空調機運轉 Front END VAC operation	確認冷空氣從 SA 區域吹出 Confirm that cold air from SA area is exhausted.	OK		<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	於指定位置量測風量[m ³ /min] The measurements in a defined position. Air volume[m ³ /min]	≥16.3	量測點 (僅記錄以用於計算) Measurement points (Only record for calculation)	風量總和 Sum of Air volume	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
			量測點/Point①: 9.5	33.0	
			量測點/Point②: 4.7		
			量測點/Point③: 9.9		
量測點/Point④: 8.9					

日期 Date: 20/05/2025

測試人員
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

日期 Date: 2025/5/20

由下列人員見證
Witness by

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-6-1-1 E537 容量 7.1 節報告書(1)

序號 SERIAL No. B-110083, B-110082

測試 ID Test ID ID	確認項目 Inspection items	合格標準 Criteria	結果 Result		通過/失敗 Pass / Fail
1-2	後端空調機運轉 Rear END VAC operation	確認冷空氣從 SA 區域吹出 Confirm that cold air from SA area is exhausted.	OK		<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	於指定位置量測風量[m ³ /min] The measurements in a defined position. Air volume[m ³ /min]	≥16.3	量測點 (僅記錄以用於計算) Measurement points (Only record for calculation)	風量總和 Sum of Air volume	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
			量測點/Point①: 10.7	38.1	
			量測點/Point②: 8.6		
			量測點/Point③: 9.4		
量測點/Point④: 9.0					

日期 Date: <u>20105/2025</u>	日期 Date: <u>2025/5/20</u>
測試人員 Tested by 檢查人員 Checked by 核定人員 Approved by	由下列人員見證 Witness by

圖 3-6-1-2 E537 容量 7.1 節報告書(2)

2、排水裝置 7.2 節，本測試目的為驗證空調機室外排水功能及出風口、回風口之水密功能，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0022
 Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0022
 P - 5

序號 SERIAL No. 8-110083, 8-110082

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2	排水裝置 Drain device	7.2	12/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	確認項目 Inspection items	合格標準 Criteria	結果 Result
2-1	將水從 CF 灌入 Pour the water from CF.	排水孔以外的地方沒有漏水 No water leakage from sources other than drain holes.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	移除排水孔膠帶 Remove the tapes of drain holes.	水應透過 6 個排水孔排出 Water should be drained through six drain holes.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
2-2	將水從 CF 灌入 Pour the water from CF.	排水孔以外的地方沒有漏水 No water leakage from sources other than drain holes.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	移除排水孔膠帶 Remove the tapes of drain holes.	水應透過 6 個排水孔排出 Water should be drained through six drain holes.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 12/05/2025

日期 Date:

測試人員

由下列人員見證

Tested by

Witness by

檢查人員

Checked by

核定人員

Approved by

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-6-2-1 E537 排水裝置 7.2 節報告書

3、會同東芝人員於廠內作業區進行空調機出廠測試，測試過程相片如下



圖 3-6-3-1 DDU 畫面確認空調機運轉



圖 3-6-3-2 空調機箱確認接觸器動作



圖 3-6-3-3 確認冷空氣從 SA 區域吹出



圖 3-6-3-4 使用空氣流量計量測風速



圖 3-6-3-5 將水從 CF 灌入



圖 3-6-3-6 檢查 SA 出風口是否漏水



圖 3-6-3-7 檢查排水孔排水情形



圖 3-6-3-8 檢查排水孔排水情形

七、E539 油漆例行測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039]、油漆例行測試程序書(EL68-BDY-TP-1005[ECS-QA-E7-TP-0057])之規定進行測試。

- 1、油漆例行測試，本測試目的為對機械室側牆總成、駕駛室結構、車架進行油漆塗料類型證明書核對、塗裝狀態異常檢查、使用膜厚計檢驗油漆膜厚及油漆色調核對，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號：ECS-QA-E7-TR-0057
Test Report Document No.: ECS-QA-E7-TR-0057

P - 4

序號 SERIAL No. E539

附件 Attachment：測試紀錄 Test Record

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	機械室側牆總成 Machine Room Side Panel Assy	7.1	13/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	實測值 Measured value	結果 Result
1	1	油漆類型 Paint type	油漆類型符合測試程序書的表 7-2 中所列之測試 ID 1 之實際的產品型號與用途。 Paint type is conforming to Table 7-2 Test ID 1 "Actual product type and usage" of the test procedure.	Confirmed Attachment 3 Page 1	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2	塗裝狀態 Painting condition	塗裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷 There are no abnormalities in painting and no excessive externally damage or scratch.	-	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	3	油漆膜厚 Painting thickness	120~5350 (μm)	1. 329 (μm) 2. 701 (μm) 3. 355 (μm) 4. 1221 (μm) 5. 446 (μm) 6. 715 (μm)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: <u>13/05/2025</u>	日期 Date: <u>13/05/2025</u>
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2023

圖 3-7-1-1 E539 油漆例行測試報告書(1)

序號 SERIAL No. E539

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
2	駕駛室結構 Cab Structure	7.2	13/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	實測值 Measured value	結果 Result
2	1	油漆類型 Paint type	油漆類型符合測試程序書的表 7-2 中所列之測試 ID 2 之實際的產品型號與用途。 Paint type is conforming to Table 7-2 Test ID 2 "Actual product type and usage" of the test procedure.	Confirmed Attachment Page 2	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2	塗裝狀態 Painting condition	塗裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷 There are no abnormalities in painting and no excessive externally damage or scratch.	-	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	3	油漆膜厚 Painting thickness	120~5350 (μm)	7. 2136 (μm) 8. 1574 (μm) 9. 864 (μm) 10. 729 (μm) 11. 836 (μm) 12. 1408 (μm)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: <u>13/05/2025</u>	日期 Date: <u>13/05/2025</u>
測試人員 Tested by	由下列人員見證 Witness by
檢查人員 Checked by	
核定人員 Approved by	

圖 3-7-1-2 E539 油漆例行測試報告書(2)

序號 SERIAL No. E539

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
3	車架 Underframe	7.3	13/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	實測值 Measured value	結果 Result
3	1	油漆類型 Paint type	油漆類型符合測試程序書的表 7-2 中所列之測試 ID 3 之實際的產品型號與用途。 Paint type is conforming to Table 7-2 Test ID 3 "Actual product type and usage" of the test procedure.	Confirmed - Attachment 3 Page 3	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2	塗裝狀態 Painting condition	塗裝無異常，無過度的外部損傷或是刮傷 There are no abnormalities in painting and no excessive externally damage or scratch.	-	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	3	油漆膜厚 Painting thickness	80~250 (µm)	13. 108 (µm) 14. 120 (µm) 15. 95.9 (µm) 16. 111 (µm)	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: <u>13/05/2025</u>	日期 Date: <u>13/05/2025</u>
測試人員 Tested by 檢查人員 Checked by 核定人員 Approved by	由下列人員見證 Witness by

圖 3-7-1-3 E539 油漆例行測試報告書(3)

序號 SERIAL No. E539

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
4	色調 Hue	7.4	13/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	項次 No.	測試項目 Test Items	合格標準 Criteria	結果 Result
4	1	確認油漆供應商所提供之報告書 Painting supplier's report confirmation	報告書中各檢視項目均無異常情形 There are no abnormalities in the results of each inspection item in the report.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
	2	色調 Hue in painting	油漆色調無明顯差異 The hue is no abnormalities in painting.	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

日期 Date: 13/05/2025 日期 Date: 13/05/2025
 測試人員 由下列人員見證
 Tested by Witness by
 檢查人員
 Checked by
 核定人員
 Approved by

圖 3-7-1-4 E539 油漆例行測試報告書(4)

2、會同東芝人員於廠內作業區進行油漆例行測試，測試過程相片如下



圖 3-7-2-1 油漆厚度測試儀器-膜厚計



圖 3-7-2-2 膜厚計校正試片



圖 3-7-2-3 量測車架油漆膜厚



圖 3-7-2-4 量測駕駛室結構油漆膜厚



圖 3-7-2-5 量測機械室側牆油漆膜厚



圖 3-7-2-6 油漆塗裝色調比對樣片



圖 3-7-2-7 比對油漆塗裝色調



圖 3-7-2-8 比對油漆塗裝色調

八、E537 電磁波例行測試

依據電力機車 68 輛採購規範(19-GF2-00133)之例行測試計畫書(EL68-SYS-PL-0006[ECS-E7-0039]、電磁波例行測試程序書(EL68-EMC-TP-1001[ECS-QA-E7-TP-0090])之規定進行測試。

1、車內磁場量測測試 7.1 節，本測試目的為使用高斯計在程序書指定條件及位置，量測人體曝露於鐵路環境中電氣電子設備產生的電磁場強度，測試結果如下

TOSHIBA

測試報告書文件編號: ECS-QA-E7-TR-0090
Test Report Document No: ECS-QA-E7-TR-0090
P - 3

序號 SERIAL No. E537

4. 測試結果 Test Results

項次 No.	測試項目 Test Items	程序書章節 Procedure Section	測試日期 Date (DD/MM/YYYY)	結果 Result
1	車內磁場量測測試 Onboard Magnetic Field measurement test	7.1	22/05/2025	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail

測試 ID Test ID	條件 Condition	合格標準 Criteria	實測值, mG Measured Value, mG	結果 Results
1-1	以最大加速度將車速由0 km/h加速至130 km/h(*註1)。 Accelerate from 0km/h to 130km/h(*note1,2) at maximum acceleration.	機車於最大加速度下，前端駕駛室司機員側之磁場強度應小於833 mG。 The magnetic field level at maximum acceleration on the front driver's side shall be less than 833 mG.	X 5.76	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
			Y 1.12	
			Z 2.58	
2-1	以電軔施以最大減速度將車速由130 km/h(*註1,2)減速至0 km/h。 From 130km/h(*note1,2), it stops at 0km/h with maximum deceleration by dynamic braking.	機車於最大減速度下，前端駕駛室司機員側之磁場強度應小於833 mG。 The magnetic field level at maximum deceleration on the front driver's side shall be less than 833 mG.	X 1.70	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
			Y 0.23	
			Z 0.37	

日期 Date: 22/05/2025

日期 Date: 2025.5.22

測試人員 ;
Tested by
檢查人員
Checked by
核定人員
Approved by

由下列人員見證
Witness by

Copyright © TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS Corporation 2024

圖 3-8-1-1 E537 車內磁場量測測試 7.1 節報告書(1)

序號 SERIAL No. E537

測試 ID Test ID	條件 Condition	合格標準 Criteria	實測值, mG Measured Value, mG		結果 Results
3-1	以最大加速度將車速由0 km/h加速至130 km/h(*註1)。 Accelerate from 0km/h to 130km/h(*note1,2) at maximum acceleration.	機車於最大加速度下，後端駕駛室司機員側之磁場強度應小於833 mG。 The magnetic field level at maximum acceleration on the rear driver's side shall be less than 833 mG.	X	0.62	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
			Y	0.29	
			Z	0.75	
4-1	以電軔施以最大減速度將車速由130 km/h(*註1)減速至0 km/h。 From 130km/h(*note1,2), it stops at 0km/h with maximum deceleration by dynamic braking.	機車於最大減速度下，後端駕駛室司機員側之磁場強度應小於833 mG。 The magnetic field level at maximum deceleration on the rear driver's side shall be less than 833 mG.	X	1.67	<input checked="" type="checkbox"/> 通過 Pass <input type="checkbox"/> 失敗 Fail
			Y	0.19	
			Z	0.88	

*註 1: 由於測試軌道距離的限制，本測試在府中工廠測試軌道進行時，機車目標速度可為低速(20km/h±10)。
 *註 2: E507 號機車及其之後的測試目標機車速度可以在 TRA 幹線以 0km/h 至 130km/h 之間執行，因為根據 E501 交車測試確認的機車速度，沒有顯著差異。
 *Note1: The target locomotive speed can be low speed (i.e.20km/h±10) when this test conduct at test track in Fuchu complex due to restriction of test track distance.
 *Note 2: The target locomotive speed for E507 and later locomotives can be carried out with between 0km/h to 130km/h in TRC mainline because there are no significant different depending on locomotive speed which confirmed by E501 commissioning test.

日期 Date: 22/05/2025

日期 Date: 2025.5.22

測試人員
 Tested by
 檢查人員
 Checked by
 核定人員
 Approved by

由下列人員見證
 Witness by

圖 3-8-1-2 E537 車內磁場量測測試 7.1 節報告書(2)

2、會同東芝人員於廠區測試軌道進行電磁波例行測試，啟動機車並以最大加速至目標速度 25km/h 及以電軔施以最大減速由 25km/h 減至 0km/h 來量測電磁波，測試過程相片如下



圖 3-8-2-1 電磁波量測儀器-三軸磁向量/等級高斯計



圖 3-8-2-2 設置高斯計至規範高度



圖 3-8-2-3 以最大加速至目標速度



圖 3-8-2-4 量測 XYZ 軸磁通量



圖 3-8-2-5 量測 XYZ 軸磁通量



圖 3-8-2-6 量測 XYZ 軸磁通量

肆、改善通知事項

1、改善事項聯絡書

本梯次於駐廠檢驗期間，開立共 11 項通知改善事項，其中 4 項東芝改善後，開立改善事項聯絡書並由檢驗人員簽結，書面內容如下表 4-1-1~表 4-1-4 所示

表 4-1-1 東芝人員回覆 114.5.7 E537 通知改善單內容

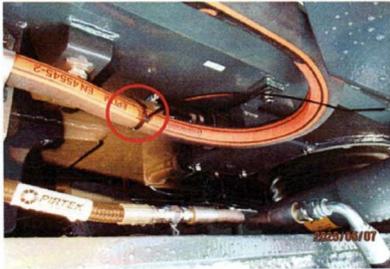
TOSHIBA		20 EL68-NCR-00217 Rev.0
改善事項聯絡書		
改善通知單編號 No. : 250507_E537-1	回答日期 Date : 2025/05/12	
類型 Type : <input checked="" type="checkbox"/> 說明 Explanation <input type="checkbox"/> 改善 Improvement <input type="checkbox"/> 其他 Others	車號 Train No. : E537	
缺失內容 Punch Items E537 前後端 ATP 速度探針 TCCN 使用電線綁帶固定 		
改善內容 Improvement / 說明 Explanation 測試過程中暫時固定用,交車時不會是上圖的狀態		
東芝人員簽名 Toshiba Signature	台鐵檢驗人員簽名 TRC Signature 茲接受以上改善內容或說明。 Accept the above improvement or explanation.	

表 4-1-2 東芝人員回覆 114.5.9 ALL 通知改善單內容

TOSHIBA

改善事項聯絡書

EL68-NCR-00219 Rev.0

改善通知單編號 No. : 250509_All-1

回答日期 Date : 2025/05/12

類型 Type :

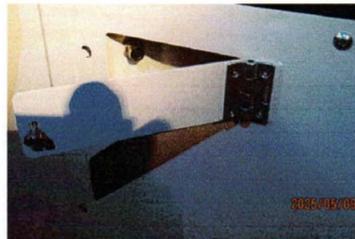
說明 Explanation 改善 Improvement 其他 Others

車號 Train No. :

All

缺失內容 Punch Items

前後端 LCMS 接頭未標示



改善內容 Improvement / 說明 Explanation

駕駛艙前後段助手席附近各貼有 EPORT1 或 EPORT2 標籤。

該接頭用途為東芝內部 PTE 接統用和軟體更新用，台鐵人員不會經常碰觸。

另外已提交給台鐵一套 PTE 相關的連接線和整台電腦。

相關文件請參閱 User Manual of Portable Test Equipment (PTE) Tool for LCMS

5.2.2. Save to PTE via Cable Connection

As shown in Figure 5-2, connect the Ethernet cable to the maintenance port on the front or rear cab, and save the recorded data in the Data Recorder to the PTE by operating from the PTE screen.

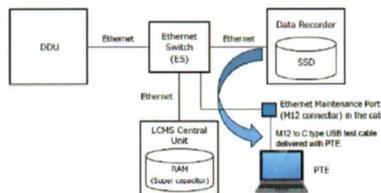


Figure 5-2 Save Recorded Data by Connecting Cable to Maintenance Port

東芝人員簽名 Toshiba Signature

台鐵檢驗人員簽名 TRC Signature

茲接受以上改善內容或說明。

Accept the above improvement or explanation.

TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION

表 4-1-3 東芝人員回覆 114.5.9 E536 通知改善單內容

TOSHIBA

改善事項聯絡書

EL68-NCR-00221 Rev.1

改善通知單編號 No. : 250509_E536

回答日期 Date : 2025/05/16

類型 Type :

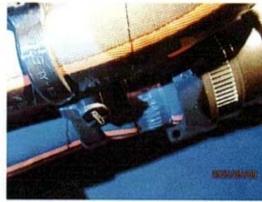
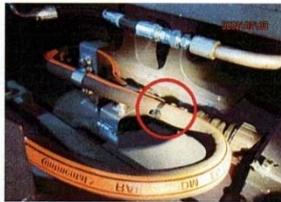
說明 Explanation
 改善 Improvement
 其他 Others

車號 Train No. :

E536

缺失內容 Punch Items

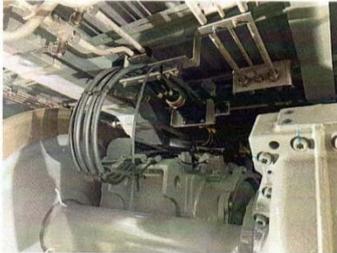
E536 前後端 ATP 速度探針 TCCN 使用電線綁帶固定



改善內容 Improvement / 說明 Explanation

本案車許多部位都採取該方法。該固定方式包括日本國內機關車,有眾多使用實績。

下圖為相同固定方式,台鐵別方案 EMU900 車下照片參考



東芝人員簽名 Toshiba Signature

台鐵檢驗人員簽名 TRC Signature

茲接受以上改善內容或說明。(得則同意)

Accept the above improvement or explanation.

TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION

表 4-1-4 東芝人員回覆 114.5.12 E537 通知改善單內容

TOSHIBA

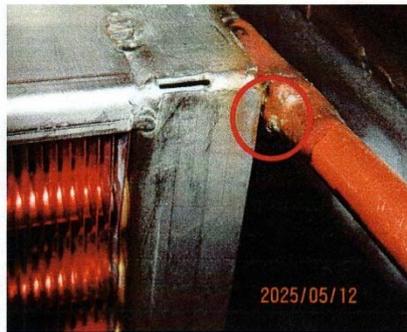
改善事項聯絡書

EL68-NCR-00224 Rev.0

改善通知單編號 No. : 250512_E537-2	回答日期 Date : 2025/05/28
類型 Type : <input checked="" type="checkbox"/> 說明 Explanation <input type="checkbox"/> 改善 Improvement <input type="checkbox"/> 其他 Others	車號 Train No. : E537

缺失內容 Punch Items

後端空調機冷凝器銅管焊接處異常



改善內容 Improvement / 說明 Explanation

這不是鐵鏽，而是銅管銅焊過程中的助焊劑殘留
 此事發生的現象，我們認為是銅焊後清潔不完全所造成。
 該現象雖不影響產品品質，將要求供應商加強清潔及出貨前檢查。

東芝人員簽名 Toshiba Signature

台鐵檢驗人員簽名 TRC Signature

茲接受以上改善內容或說明。

厚則同意

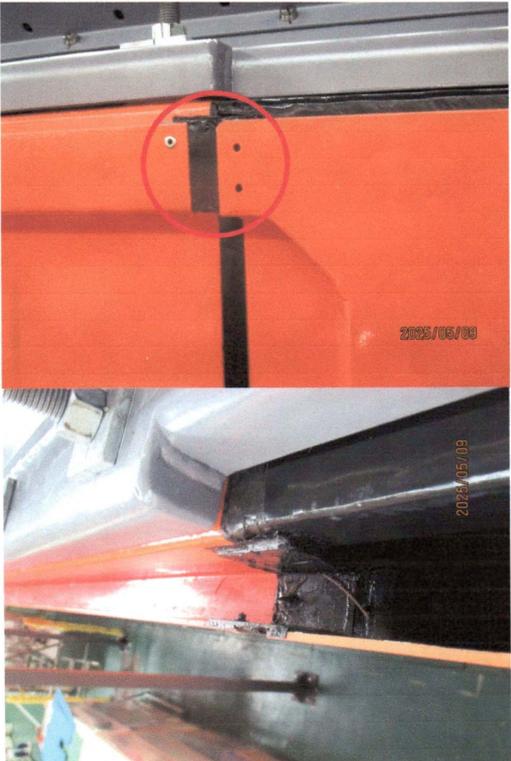
Accept the above improvement or explanation.

TOSHIBA INFRASTRUCTURE SYSTEMS & SOLUTIONS CORPORATION

3、通知改善事項

本梯次於駐廠檢驗期間，開立共 11 項通知改善事項，其中 7 項東芝尚未回覆或開立改善事項聯絡書後因內容說明檢驗人員無法接受而尚未簽結，交由下梯次監造人員追蹤，書面內容如下表 4-2-1~表 4-2-7 所示

表 4-2-1 通知改善事項單 114.5.9 ALL 內容

通 知 改 善 事 項	
專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.05.09 (五)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
ALL	前、後端排水管道開 2 孔之作用不明，是否應安裝拉釘？避免橡膠墊年久翹曲。 

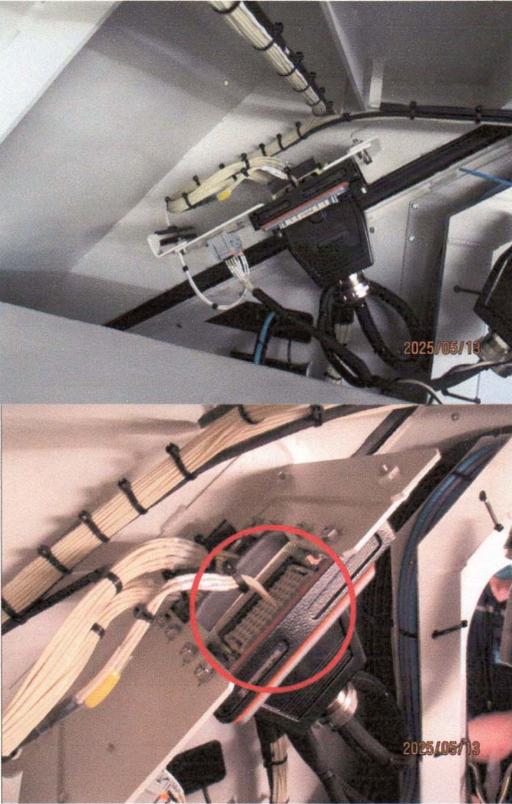
承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

表 4-2-2 通知改善事項單 114.5.13 ALL 內容

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.05.13 (二)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
ALL	<p>車內電氣插座後方 Pin 孔外露，恐有水氣/灰塵侵入之虞。</p> 

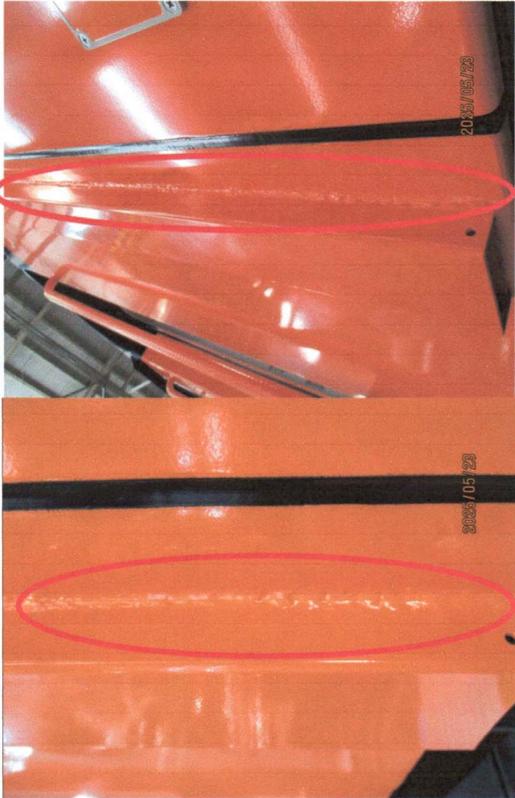
承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

表 4-2-3 通知改善事項單 114.5.23 E540 內容

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.05.23 (五)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E540	<p>車側排水管道銲道不平整。</p> 

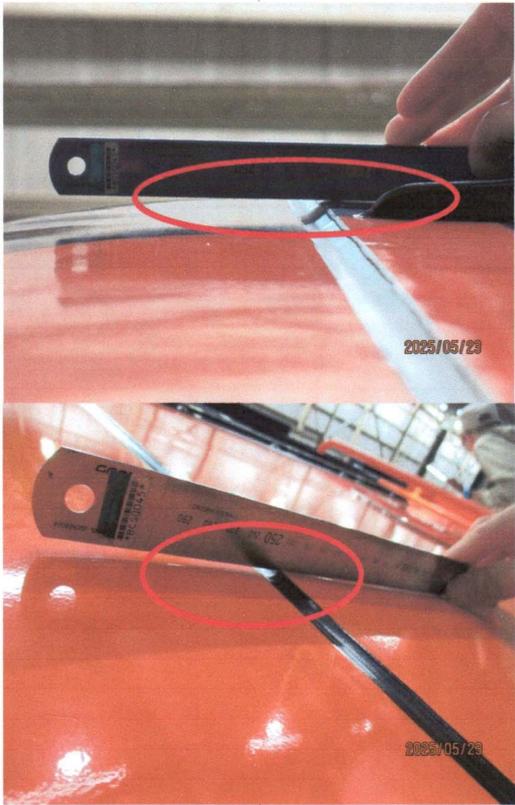
承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

表 4-2-4 通知改善事項單 114.5.23 E540 內容

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.05.23 (五)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
E540	<p>後端駕駛台端板與側板組裝有明顯落差。</p> 

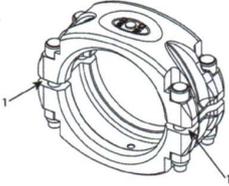
承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

表 4-2-5 通知改善事項單 114.5.23 ALL 內容

通 知 改 善 事 項

專案名稱：電力機車 68 輛案							
日期：114.05.23 (五)	地點：東芝府中事業所						
車 號	不 良 處 所						
ALL	<p>套筒聯軸器之間凹槽未使用專業訓練教材所指 AUTOL TOP 2000，此工項於府中廠內施作。</p>  <p>3.7 潤滑計畫 套筒聯軸器的潤滑點 (圖24)</p>  <p>圖 24</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>潤滑點</th> <th>潤滑劑</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>關閉套筒之間的凹槽 (僅適用於水平位置的套筒！)</td> <td>AUTOL TOP 2000</td> </tr> </tbody> </table>	項目	潤滑點	潤滑劑	1	關閉套筒之間的凹槽 (僅適用於水平位置的套筒！)	AUTOL TOP 2000
項目	潤滑點	潤滑劑					
1	關閉套筒之間的凹槽 (僅適用於水平位置的套筒！)	AUTOL TOP 2000					

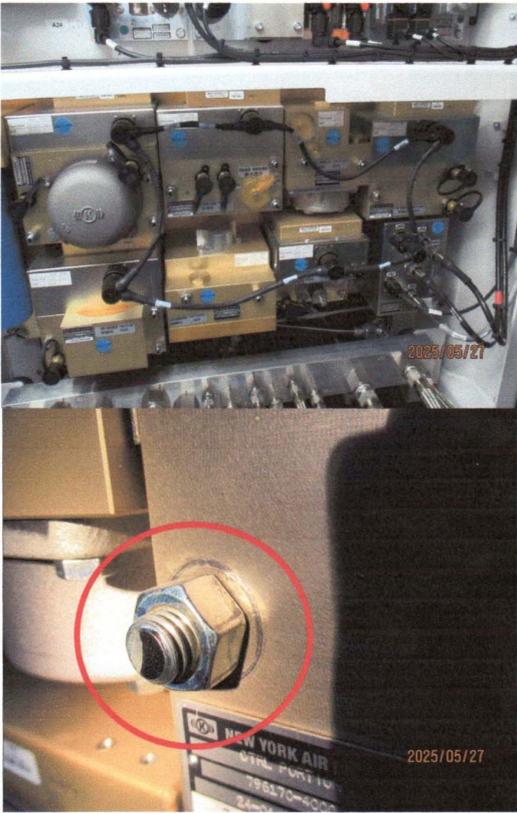
承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

表 4-2-6 通知改善事項單 114.5.27 ALL 內容

通知改善事項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.05.27 (二)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
ALL	<p>軔機控制總成閥體之固定零件未註記 I-Mark；且螺栓與螺帽未設置平墊圈，易使鋁製閥體變形。</p> 

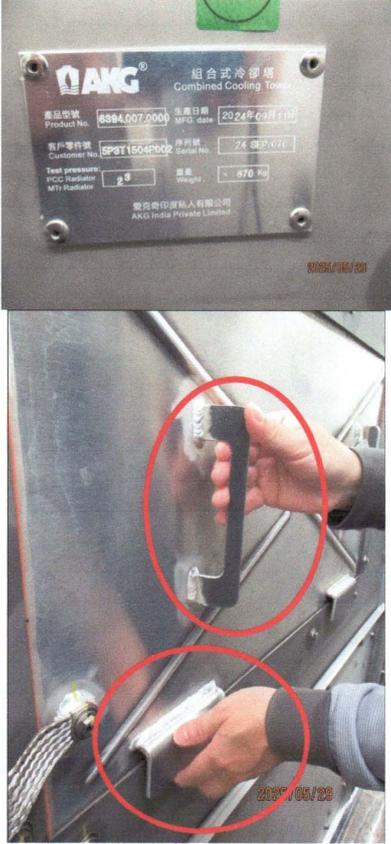
承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

表 4-2-7 通知改善事項單 114.5.29 ALL 內容

通知改善事項

專案名稱：電力機車 68 輛案	
日期：114.05.29 (四)	地點：東芝府中事業所
車 號	不 良 處 所
ALL	<p>組合式冷卻塔檢修蓋把手及卡榫邊緣銳利，執行檢修拆裝時有割傷之可能。</p> 

承造廠人員簽名

檢驗人員簽名

本通知改善事項表格，填寫時應一式二份，檢驗人員及承造廠人員均簽名後，檢驗人員及承造廠各執一份。

伍、心得與建議

一、前言

本次出國赴日本東芝府中工廠，進行本公司 E500 型電力機車監造任務，在過程中實地觀察日本當地的鐵道運作、通勤情況與工廠內部規劃。透過此次經驗，對日本鐵道工程的製造流程與使用環境有了更深一層的了解，亦可做為未來國內相關系統改進與借鏡之參考。本文將依優點與缺點分項敘述心得，並提出具體建議，期能作為台灣未來鐵道政策及設計改進的重要依據。

二、優點分析

1. 工廠內部規劃與安全措施完善

東芝府中工廠整體規劃清晰，行走動線標示明確，以顏色及標線有效區分人員通行與工作區、設備存放區域。特別是在轉彎視野受限處設置反射鏡，有效降低人員碰撞風險，展現對職場安全的重視與細節管理能力。廠區內皆有規劃防滑材質地面與明確的警告標示，使人員作業安全更具保障。



圖 5-2-1-1 以顏色區分標示人員通行區



圖 5-2-1-2 以標線劃分工作區及零件放置



圖 5-2-1-3 通行轉角處設置反射鏡



圖 5-2-1-4 易發生碰撞處張貼警示標語

2. 廠房內部車輛調移使用簡易調車機

東芝北府中車輛廠房內之出廠測試線，設有如下圖所示之簡易調車機，簡易調車機未使用時可由固定式起重機吊掛至專區停放，使用時吊掛到定位後由現場人員啟動使用控制器操作，進行小距離的車輛移動作業，大幅減少調車司機員的繁瑣工作；簡易調車機亦配備有安全裝置，在微動開關裝置碰撞到人或物時會立即停止動作，使用簡易調車機時，雖移動速度不快，調移之車輛四周仍均派員戒護，顯見東芝對於勞安之重視及員工訓練之紮實。



圖 5-2-2-1 簡易調車機外觀



圖 5-2-2-2 簡易調車機連掛車輛

3. 零組件拆裝管理

準備裝配(或拆卸後)之零組件(含螺絲、螺帽)，集中放置於同一處(下圖範例為輔助排障器相關零組件放置於單一棧板上)，除方便管理外，亦能使組裝人員在安裝前一次性整理、清點該次作業所需零組件品項及數量，且明確知道把所有零件用完即表示安裝正確，大幅減少人員疏失造成組裝缺件情形，進而造成設備損壞或零件壽命縮短。



圖 5-2-3-1 輔助排障器及其零組件至於同一棧板上



圖 5-2-3-2 輔助排障器及其零組件至於同一棧板上

4. 補充電解質

位於東芝北府中車輛場房內工具室，常備電解質補充錠，供有需要之員工取用，如圖 5-2-4-1 及 5-2-4-2。高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引一文指出，雇主應於作業場所提供勞工充足飲用水及電解質，以利勞工取得與補充水分及電

解質（鹽分）；對於有鹽分攝取限制之勞工，雇主應另諮詢醫師之建議。經與定期常駐之職業醫生諮詢，本國人飲食之鹽分攝取已充足，惟大量排汗、服用利尿劑…等情形方需補充電解質。相關資訊供參，實際須經職業醫生評估，避免鹽分攝取過量引發疾病。



圖 5-2-4-1 電解質補充錠



圖 5-2-4-2 工具室擺設之電解質補充品

5. 預防熱危害

位於東芝北府中廠房廁所的小便斗前，一張寫漢字及日文的宣導文件映入眼簾（如圖 5-2-5-1），該文件是以尿液之顏色建議水份攝取量，避免員工脫水熱危害。

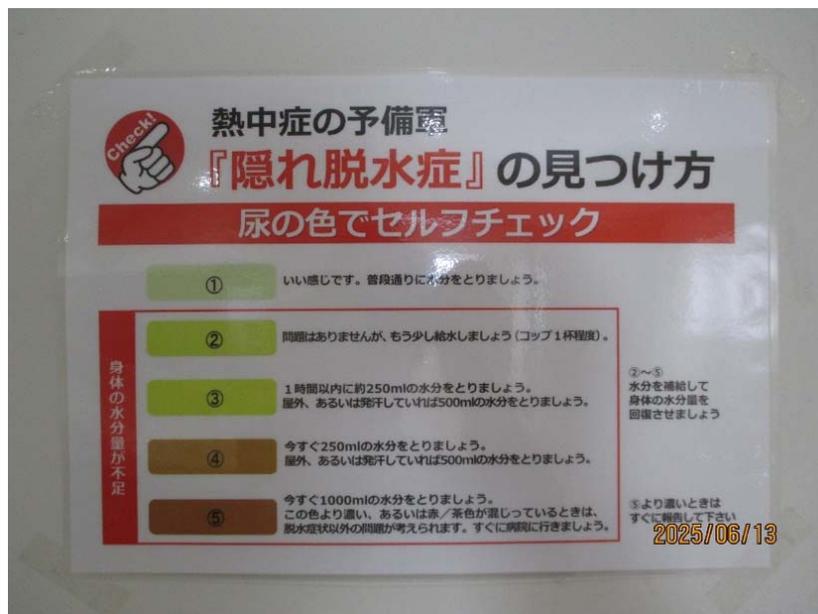


圖 5-2-5-1 北府中廠預防熱中暑宣導文件

試想本公司無論運工機電不乏烈日下戶外作業之工項及員工，為此透過簽約之職業醫生獲得腎臟科協會相關資料（如圖 5-2-5-2 及圖 5-2-5-3），並實際應用於富岡機廠調車班（如圖 5-2-5-4）。

尿液顏色與體內水分的關係

	透明無色	體內水分過多，不需再喝水
	淺稻草色	體內水分足夠
	淺黃色	體內水分足夠
	黃色	體內水分相對不足，需要喝水
	深黃色	體內水分不足，需要多喝水
	琥珀色	體內水分非常不足，需要趕快多喝水

圖 5-2-5-2 尿液顏色與體內水分的關係

參考文獻 施得恩，異常尿液顏色---小心是身體健康的警訊，
<https://www.kgh.com.tw/Dep/Article/85/91>。

異常尿液顏色的常見原因

	紅色	食物，藥物，泌尿道感染、結石及癌症
	橙色	食物，藥物，肝膽疾病，泌尿道感染
	綠色	食物，藥物，泌尿道感染
	藍色	食物，藥物
	紫色	泌尿道感染(紫色尿袋症候群)
	褐色	食物，藥物，肝膽及腎臟疾病，橫紋肌溶解症
	黑色	食物，藥物
	白色	尿中礦物、尿酸等過多，泌尿道感染

圖 5-2-5-3 異常尿液顏色的常見原因

參考文獻 施得恩，異常尿液顏色---小心是身體健康的警訊，
<https://www.kgh.com.tw/Dep/Article/85/91>。



圖 5-2-5-4 實際應用範例

陸、專題報告

一、連結器

1. 前言

客貨車車廂間連接包含：**連結器—牽引與緩衝**、空氣管路—軀機與供氣、風檔與渡板—車勤與旅客、電氣接頭—控制與供電。因涉及廣泛，故僅針對連結器進行探討。

2. 客貨車具備條件

為什麼軌道車輛皆有連結器？為什麼需要連結器？以下為客貨車必須具備之條件[1]：

- 高速行車之輪軸：車輪、車軸。
- 給油裝置：潤滑。
- 緩和車輛動搖之各種裝置：避震、減震。
- **車輛連結裝置及緩衝裝置：牽引|制動、編組連掛、能量吸收。**
- 軀機裝置：煞車。
- 燈光設備及空調設備：客服設備。
- 旅客安全及保護貨物之設備：座椅、扣件。
- 公共衛生設備：客服設備。
- 堅固的車體：安全。
- 不得抵觸車輛界限：車輛界限與建築界限。

3. 連結器之分類

車廂兩端的裝有連結器，可依需求以機械方式連掛或解連車輛。一般由器頭和緩衝裝置組成。根據使用方法和需求，有全自動連結器、半自動連結器、半固定式連結器、固定式連結器……等類型。

3.1. 依分離頻率分類[1]

3.1.1. 永久式連結器：簡單來說，就是利用金屬棒連結兩車廂，例如：烏來台車。

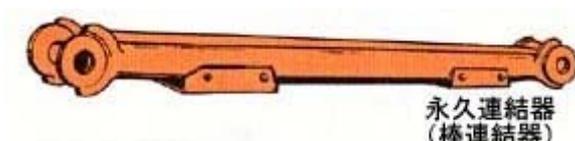


圖 6-1-3-1 永久式連結器[2]

3.1.2. 半永久式連結器：臺鐵 EMU700、EMU800、TEMU1000、TEMU2000 車廂間皆為半永久/半固定式連結器。

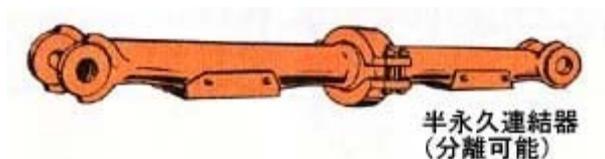


圖 6-1-3-2 半永久式連結器[2]

3.1.3. 可分離式連結器：插銷聯環式連結器、螺旋聯環式連結器、半自動連結器（連掛結合後可自動落鎖）、全自動連結器（含電氣及空氣管路連接）。

3.1.3.1. 插銷聯環式連結器

「插銷聯環式」係用一支聯環，裝於兩車端連結頭的中間，再用插銷由上部貫穿連結頭及聯環兩端，構造簡單強度不大，現為鐵路之小型車輛採用，例如阿里山小火車。



圖 6-1-3-3 插銷聯環式連結器

3.1.3.2. 螺旋聯環式連結器

「螺旋聯環式」在車端中央之牽引桿上裝設聯環他車端用之螺旋裝置，連結車輛時，將聯環套裝於對方之掛鈎，再使用螺旋予以拉緊，又於端樑之左右兩端設緩衝器，內部有彈簧，藉以防車輛間彼此之衝動，但操作較複雜危險。



圖 6-1-3-4 插銷聯環式連結器[3]

3.1.3.3. 半自動連結器

可自動落鎖須手動解鎖之連結器，分有：柴田式、沙朗式、愛蘭式、密著式，而臺鐵常用為柴田式與密著式，文中另有說明。

3.1.3.4. 全自動連結器

操作容易，且可縮短連掛/解連時間。於車輛連結或摘放同時，可將列車軀管及電氣連接線等一併連結或解連。惟臺灣為海島型國家，非跨境需求之地區—歐陸，亦非狹長型國家—日本，使用全自動連結器實現兩編組連掛，運能提昇有限。



圖 6-1-3-5 全自動連結器[4]

3.2. 半自動連結器常見種類[1]

3.2.1. 柴田式（AAR-Type E）

就是傳統所謂的詹氏勾，由美國鐵路工程師 Janney 所發明的。可自動連結落鎖，但勾上之後還有幾公分的間隙，所以啟動與停止時衝動大。臺鐵 E500 即使用柴田式連結器。



圖 6-1-3-6 本公司採購之 E500 連結器

3.2.2. 密著式（AAR-Type H^{註1}、APTA-H^{註2}）

器頭左右邊有定位的凹槽與尖凸牙，可緊密連結減少衝動。臺鐵 EMU500 全車、EMU600 全車、EMU700 兩端、EMU800 兩端、TEMU2000 兩端、TEMU1000 兩端及 4,5 車間皆為密著式半自動連結器。

註 1：AAR，美國鐵路協會（Association of American Railroads）。

註 2：APTA，美國公共交通協會（American Public Transportation Association）。



圖 6-1-3-7 密著式連結器[5]

1. 半自動詹尼連結器

E500 型採用福伊特生產之半自動詹尼連結器，因涉及商業機密及技術規範，在此摘錄檢修訓練教材[6]概略說明，詳細資訊請參閱細部設計文件及相關技術手冊。

1.1. 技術資料

表 6-1-1 E500 連結器技術資料表

項目	特徵	數值	行程
連結器類型	半自動詹尼連結器		
連結器頭部	E 型 AAR M-211		
容許力	壓縮	1500kN	55mm
	拉伸	1000kN	27.5mm
總重量		625kg	
長度	連結器面至轉軸	約 1045mm	
擺動範圍	水平	正負 18 度	
	垂直	正負 5 度	

1.2. 連結器架構

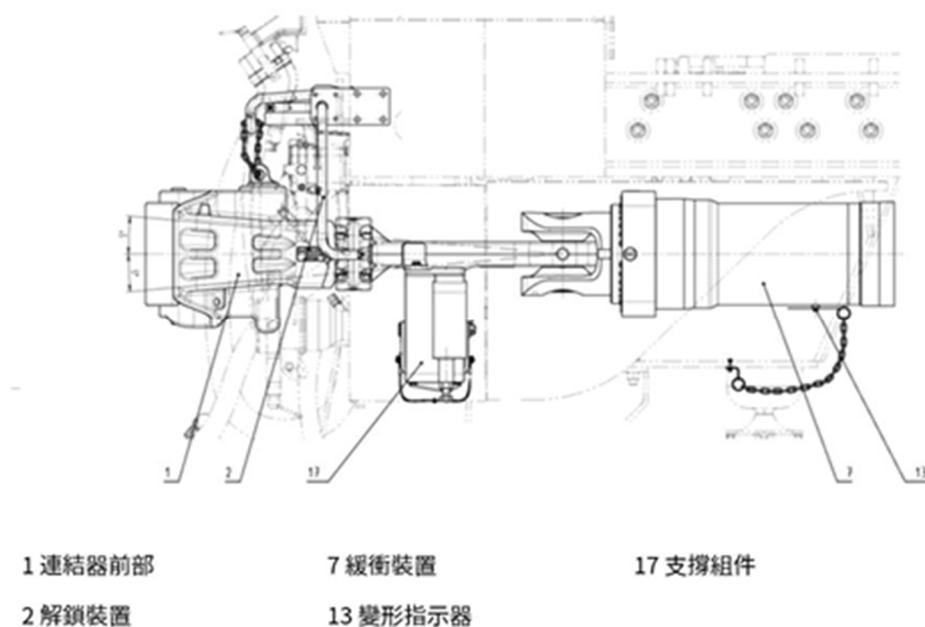


圖 6-1-3-8 連結器各部說明

3.3. 功能

連結器功能可以根據不同的操作模式進行分類。

3.3.1. 聯結和分離操作

- 至少兩個連結器中必須有一個肘是打開的。
- 靠近的連結器會自動連結。
- 即使連結器有橫向或垂直偏移，也可在容許範圍內自動連結。
- 已連結的車輛可以手動解鎖。
- 一旦解鎖的車輛分離，連結器即置於肘開位。

3.3.2. 牽引模式

- 在壓縮和牽引上提供可靠的機械連結。
- 車輛間實現全向運動。
- 車輛間的碰撞由能量吸收元件緩衝。

3.3.3. 連結器解聯

- 提供永久性的垂直支撐。

3.3.4. 能量傳遞

連結時壓縮與拉伸之能量傳遞順序：前車連結器→器頭→胴身→緩衝套環→緩衝裝置→潰縮管→大樑。

3.3.5. 能量吸收

在牽引客貨車期間，能量吸收元件可以保護乘客、貨物和車輛免受傷害或損壞。能量吸收元件的零組件如下：

- 安裝在後端的潰縮管可以吸收衝擊並保護車輛免受損壞。
- 緩衝裝置中的橡膠彈性體能夠吸收震動，提高乘客舒適度。

3.4. 工作原理

3.4.1. 連結

當車輛接近連結器頭對齊，連掛並自動建立可靠的機械連結。

3.4.2. 解鎖

連結器可以手動解鎖。

3.4.3. 全向運動

鉸接頭可使連結器能夠進行限制角度下之全向運動。

3.4.4. 能量吸收

圖 9 為總能量吸收的力與位移之曲線。不同能量吸收零件在不同位移階段下發揮其作用。

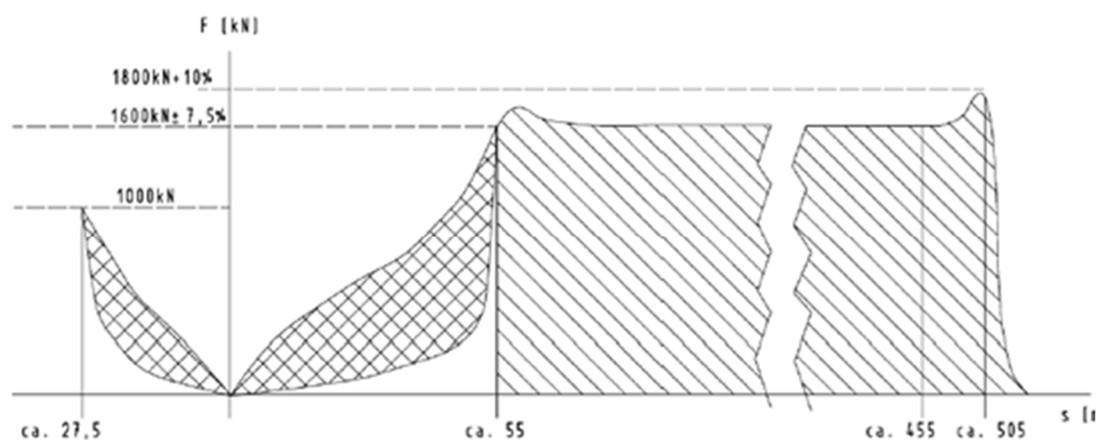


圖 6-1-3-9 能量吸收元件的理論力-位移曲線

4. 定期檢修

4.1. 定期檢修項目

依專業訓練教材[6]及一般檢修訓練教材[7]可製作連結器定期檢修項目表，依表所示僅必要之清潔、油潤、調整，亦無各零件之檢修限度及年限。另材料手冊[8]所列舉，僅提供連結器總成及緩衝裝置總成採購，無細部零件可更換，須至定期保養附件[9]方有細部資料供參，惟製造商是否願意提供細部零件之採購仍屬未知。

表 6-1-2 連結器定期檢修項目

檢修級別	ML1	ML2/ML3	OH1	OH2
週期	3 天	3 月/1 年	6 年	12 年
準備	N/A		分離已連結的連結器： 必須檢查可動部件是否動作平順、零件必須重新潤滑。	N/A
整體	N/A	清潔、目視檢查。 在迴轉範圍內垂直迴轉耦合器。	清潔、目視檢查、檢查車輛底架上的緊固螺絲是否緊固。 在迴轉範圍內垂直迴轉連結器。 在迴轉範圍內水平迴轉連結器。 檢查連結器的傾斜度，必要時進行調整。 修復油漆塗層的損壞。	N/A
連結器頭部	N/A	用壓縮空氣清潔連結器鎖定部件。 確認動作平順。	同左。	N/A
緩衝裝置	N/A	清潔或打開排水孔。	同左。	N/A
套環接頭	N/A	檢查下套環孔內是否充滿潤滑脂，必要時依潤滑計畫重新潤滑。	同左。	N/A

4.2. 檢修困境

依上述表格內容推斷，E500 型所配備之連結器無重整檢修之資料，故定期檢修將面臨下列問題須提前解決：

4.2.1. 連結器桿之鋼製接頭軸承

連結器桿後端呈眼狀之部位內擠入鋼製接頭軸承，該零件與緩衝裝置之插銷實現連結器左右上下偏擺；惟該接頭軸承亦承受牽引力、制動力及連掛衝擊力，該零件是否可承受 6 年甚至 12 年之衝擊與疲勞。建議應列入檢查項目內，甚至應列入定期更換。

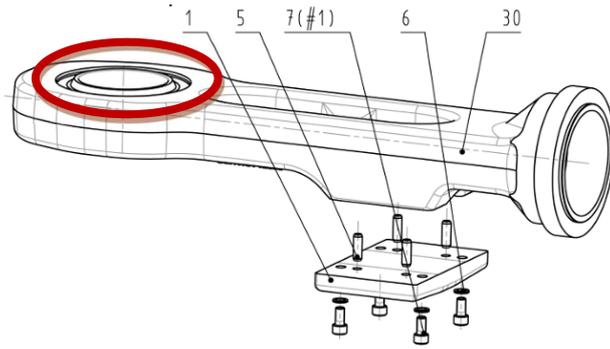


圖 6-1-4-1 連結器桿[6]

4.2.2. 緩衝裝置之橡膠

緩衝裝置須吸收連掛衝擊、傳達牽引及壓縮，內含 3 片緩衝橡膠，惟作者所掌握之技術文件皆未提及更換限度或週期，恐屆時須採購總成更換或委由原廠保養。

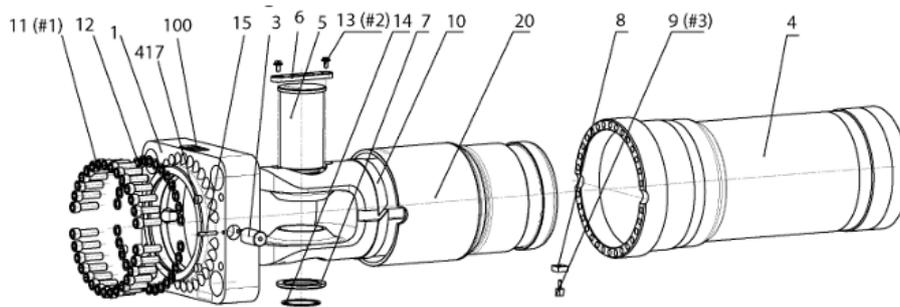


圖 6-1-4-2 緩衝裝置[6]

4.2.3. 連結器拆裝

於檢修手冊中對於連結器拆裝流程，須先將連結器下方零組件拆卸，例如：跨接電纜、空氣管路、側裙、主排障器、車身框架……等，前置作業過於繁瑣，安裝後仍須反序組裝。建議可試作以不拆卸零組件之方式拆裝連結器，如 TEMU2000 車頭連結器。

4.2.4. 各零件檢修限度

至今本文作者所掌握技術文件中，並未同 TEMU1000 提供每一個零件之檢修限度，當進行 OH1 或 OH2 檢修時，僅能委外進行保養；然政策與經費未必支持下，本公司僅能以傳承之經驗進行檢修，本公司勢必承擔其風險。

4.2.5. 動力車檢修規章

鐵路機車車輛檢修規則中，第二章營運時速未達二百公里機車車輛之檢

修，第 8 條機車之定期檢修分為四級；其各級檢修工作重點如下：

- 一級檢修：以視覺、聽覺、觸覺、嗅覺，就有關行車主要機件之狀態及作用施行檢修。
- 二級檢修：以清洗、注油、測量、調整、校正、試驗，用以保持動力、傳動、行走、軔機、集電設備、儀錶等裝置動作圓滑、運用狀態正常之檢修或局部拆卸檢修。
- 三級檢修：對動力、傳動、行走（含轉向架）、軔機、儀錶、車身、連結器、控制、電氣、輔助等裝置主要機件之特定部分施行拆卸並作細部分解之檢修。
- 四級檢修：對一般機件施行全盤檢修，各重要機件施行重整之檢修。

比較連結器定檢項目表內容及動力車檢修規章後，一、二級尚屬符合；三級檢修需對連結器主要機件之特定部分施行拆卸並作細部分解之檢修，然定檢項目表並無 3 年之保養項目；四級檢修對重要機件施行重整之檢修，檢修項目更無有關於重整之描述；綜上，三、四級有違反動力車檢修規章之疑慮。因材料與設計日新月異，檢修規章已不符技術演進，應研議增列第五項：「計畫檢修：對重要機件可制定保養計畫，並報請交通部備查。」即可對重要特定零組件增加保養彈性，解開三、四級維修困境之束縛。

4.3. 檢修精進

因本公司較其他國營事業薪資水準偏低，技術類科起薪更無法與業界相比，致人員流動頻繁，無法長期培養專精人才；在短期無法解決人才問題下，檢修輔助工具升級用以提昇檢修品質，可納入考量。



圖 6-1-4-3 連結器塊規[10]

以 2 次 4B 保養作為車輛之使用壽齡，其中第一次 4B 保養以更新代替維修，並於第二次 4B 直接報廢車輛。考慮滯留日數及進廠保養期程，該車預計 25~28 年報廢，避免 20 年後零組件取得不易且價格翻數倍，甚至停產或製造商倒閉。

4.4. 採購風險

本公司車種 EMU700、EMU800、EMU900、TEMU2000、E500 皆採用福伊特（VOITH）連結器，雖說皆為同一廠牌卻無法通用增加備料之困難；且該代理商是否能同時應付眾多車種之採購或委外維修，採購期程勢必增延，巧婦難為無米之炊。

5. 參考文獻

- Ref 1. 林家榕，客貨車概要，交通部台灣鐵路局員工訓練中心，台北市。
- Ref 2. 伊原一夫，鐵道車輛機構圖鑑，第 64-69 頁。
- Ref 3. 明治村鐵道の蒸気機関車，<http://g-gauge.world.coocan.jp/PROTOTYPE/MEIJIMURA/MEIJIMURA-SL.html>。
- Ref 4. chanai，https://x.com/_chanai/status/1436310060993417219。
- Ref 5. Shibata Tightlock Automatic Coupler (AAR H Contour) SUMITOMO Mod，<https://grabcad.com/library/shibata-tightlock-automatic-coupler-aar-h-contour-sumitomo-model-1>。
- Ref 6. TOSHIBA，E500 型專業訓練電力機車概述，日本。
- Ref 7. TOSHIBA，E500 型一般檢修訓練教材，第 1 冊，日本。
- Ref 8. TOSHIBA，E500 型材料手冊，日本。
- Ref 9. TOSHIBA，E500 型四級檢修保養手冊附件，日本。
- Ref 10. GAUGES FOR CHECKING OF AAR 'H' TYPE CENTER BUFFER COUPLER OF LHB COACHES.，<https://paragoninstruments.com/railway-measurement/2938/>。

二、列車衝動

1、前言

本次出國赴日本東芝府中工廠，進行臺灣鐵路公司 E500 型電力機車之監造任務，除依計畫針對車輛製造品質、組裝工藝、關鍵系統整合情形進行查驗外，亦配合國內實際營運經驗，針對近期旅客反映較多之「列車起步及行駛過程中產生之衝動現象」，進行重點觀察與分析。

在本次監造過程中，除實地參與靜態與動態測試項目，亦與東芝原廠工程團隊進行多次技術討論，並調閱相關測試紀錄、控制邏輯設定參數與列車動態回饋數據。藉此對列車衝動現象之潛在成因有更深入之理解，進而掌握可行的調整策略與改善機制。

本報告即彙整上述實地觀察、技術研析與測試結果，針對衝動現象之系統性原因與可行之優化對策提出分析，期能作為後續量產列車調整參考，並提供未來新型車輛開發與營運調度改善之依據。

1、問題背景與成因分析

2.1 高加速性能與舒適性整合不足

E500 型電力機車於初期上線試車階段即展現出極高的加速性能，其採用東芝（Toshiba）製 SEA-116 型三相鼠籠式交流感應馬達，搭配 VVVF 變頻控制系統，具備高效率輸出特性，加上控制邏輯反應靈敏，為符合重載列車運行需求，其起步與中段加速表現遠優於現役柴電或舊型電力機車，YouTube 上面有很多影片都強調高加速性能。亦因此曾被業界與民間暱稱為「加速王」。

此種性能優勢雖對列車時效有所助益，然由於牽引控制系統之加速度設定曲線未與既有客車車廂之動態響應充分整合，實際營運中常於起步與加減速過程產生劇烈衝擊感（即乘客所述之「衝動現象」）。當 E500 機車與莒光號、自強號等既有客車編組混掛時，因機車與客車間之連結器間隙差異，使得衝動效應被進一步放大，列車衝動屢屢被旅客投訴，成為旅客頻繁反映之不適來源。

2.2 起步衝動主要來源

現行設定下，E500 於起步時若使用「速度控制模式」(Speed Control Mode)，然因其起步初期扭矩參數設定偏高，且制動系統中暫停軔機(Holding Brake)壓力設定值較大，其釋放時機與牽引力啟動時點接近，導致二者同時作用於車體，造成牽引力突升(Torque Spike)現象，形成瞬時衝擊力。此牽引力突變情況於平地或輕載時亦可感受明顯，若加上坡道起步或濕滑軌道條件，則衝擊更為強烈。若司機員未能精準掌握坡度補償操作或釋放/牽引轉換之節奏，則更易導致乘客體感為「突被拉扯」，降低乘坐舒適度。

2.3 中途再加速/減速引發 Jerk (衝動) 現象

E500 機車於中段運行期間，如需因應線形條件、速限變化進行加減速，司機員將透過調整主控制器(Master Controller)(以下稱電門把手)設定新的目標速度。惟在現行速度控制模式下，系統以加速度維持為優先原則，未充分限制「加速度變化率」(即 Jerk)，致使牽引系統在馬達扭力輸出變化過程中出現突變。此一現象在列車進入彎道、變坡點或動態載重改變時尤為顯著，乘客體感常會出現前後晃動或突然重心失衡之情況。此為典型之橫向與縱向加速度交互作用未被有效平緩，亦是構成衝動感受之關鍵因素之一。

2.4 現階段因應作法與其限制

為緩解衝動現象，目前部分資深司機員已採用「牽引力控制模式」(Traction Control Mode)作為替代操作手法。該模式允許司機員自 0%牽引力起步，替代原始速度控制，以人工漸進方式調升輸出，藉以達到平順起動與再加速之過程，達成降低衝動之效果。

然而，此方式之成效高度仰賴司機員操作經驗與手感判斷，導致不同人員操作下之乘坐體驗仍存在顯著差異。此亦暴露出控制邏輯在「人因介面一致性」與「系統標準化」方面仍有優化空間。

2.5 國外同類機型對應作法

在歐洲鐵路領域，德國 Siemens Vectron（特別是 XLoad 版本）與 Alstom Traxx 系列電力機車具備以下實車特性：

- 優化牽引控制與滑移保護功能，可於濕滑或坡度條件下自動調整出力，降低起步時衝擊與空轉風險。
- Traxx 系列高度模組化與環境適應性強，適應多國多電壓與不同載重需求。

雖未列名具體的「多段起步曲線」或「自動坡度補償模組」，但其牽引控制與滑移抑制設計方向，顯示國際先進車型對於出力控制平順度與乘坐舒適性已有高度重視，可作為我國未來控制邏輯優化的重要參考對象。

3、東芝原廠提出改善方案說明

針對前述列車於起步及加減速過程中所產生之衝動現象，東芝原廠工程團隊提出以「降低加速度變化率」(Jerk) 為核心的牽引控制邏輯優化方案。該方案透過重新調整加減速控制曲線，使列車牽引系統在速度變化過程中，具備更平緩、漸進的加速度輸出特性，從而抑制列車推拉現象並改善乘客乘坐舒適度。

本次試驗以三組不同 Jerk 參數設定進行現地實測，依其平滑程度由低至高分為以下三案：體試驗方式如下：

- i. 平均 Jerk 調整為目前設定的 1/3：
 - 調整後之控制邏輯使列車需約三倍時間方可達到原加速度設定值。
 - 儘管延長了起步與加速所需時間，但乘客於加速初段所體驗之衝動感明顯降低，乘坐平穩性提升。
 - 此方案作為基準改善模式，具備較佳可控性與兼容性。
- ii. 平均 Jerk 調整為目前設定的 1/4.5：
 - 於 i 方案之基礎上進一步降低 Jerk 參數，強化加速度平滑度。
 - 實測顯示，在速度變化過程中乘客重心變動幅度更小，衝動感較前述方案減輕。
 - 根據記錄儀器之數據與司機員回饋，本方案於平地起步及再加速階段表現最佳，為原廠首選推薦模式。

- iii. 針對 INCH（起步控制）再降低 Jerk：
 - 針對列車起步瞬間之扭矩控制，進行更緩和之輸出，以防止起步瞬間牽引力突升導致客車產生拉扯感。
 - 此項調整特別適用於列車自靜止起動、坡度起步或車站內出發等場景。
 - 實測中，此模組之 Jerk 最大值已降低為原始設定之 1/9，對乘客初啟動體感改善明顯。

此三種模式在現場試車過程中均由試車司機員實際操作對照，並進行動態紀錄與司機員意見回饋，測試期間同步紀錄牽引輸出數據、列車加速度曲線、駕駛台參數變化數值。

綜合分析結果後，最後選定以平均 Jerk 調整為目前設定的 1/4.5，及針對 INCH（起步控制）再降低 Jerk 為目前設定的 1/9 之數值來做後續列車調整之依據。此兩項方案具備最佳的乘坐體驗改善效果，亦保有牽引效率與駕駛穩定度間之平衡，建議後續批次列車採行該優化邏輯進行調校並持續追蹤運行表現。

4、衝動現象觀察結果與分類分析

根據本次試車過程中所進行之動態測試與司機員操作對照觀察，E500 型電力機車於不同運轉階段皆可能出現不同類型之衝動現象，其成因主要與牽引馬達瞬時扭力輸出、控制模式切換反應及速度補償邏輯有關。

本報告將觀察到之列車衝動依其發生條件與控制系統反應特性，區分為下列五大類型：

- 4.1 起步衝動（Start-Up Jerk）：發生於列車自靜止狀態起步時，當司機員將電門把手由 Off 位操作至 INCH（起動位），在速度控制模式下，馬達立即輸出初始扭矩。因初始輸出扭力過高，將造成列車突然前移之推力感，旅客體感猶如「被拉一把」，為最明顯之衝動類型之一。
- 4.2 加速衝動（Acceleration Surge）：列車行駛中，操作電門把手由低速位往高速位加速，或惰行狀態拉電門把手至超出目前速度位置加速，TCU 為維持加速度需求，會迅速提升馬達輸出。因原始加速度設定曲線（Jerk）斜率過高，即可能導致列車突然加速前推，乘客體感出現後傾與重心失衡，乘坐舒適度下降。

- 4.3 減速衝動 (Deceleration Kick)：列車行駛中，操作電門把手由高速位往低速位減速，或惰行狀態拉電門把手至低於目前速度位置減速，TCU 為維持減速率需求，會迅速提升馬達電軔輸出。因原始減速度設定曲線 (Jerk) 斜率過高，即可能導致列車突然減速拉回，乘客體感出現前傾與重心失衡，乘坐舒適度下降。
- 4.4 均速衝動：於列車維持恆速運轉時，若遇地形變化 (如微上坡或微下坡)，實際速度與設定速度產生微差，TCU 將自動啟動速度補償程序 (Speed Compensation)，輸出小幅扭力以維持目標速度。因補償動作未經抑制瞬時 Jerk，則可能造成輕微衝擊感。此類衝動通常幅度較小，但在長時間行駛中累積頻繁出現，亦可能影響乘坐體驗。
- 4.5 煞車衝動 (Braking Jerk)：此為非牽引控制邏輯所致之衝動，發生於列車行駛中操作自動司軔閥 (Automatic Brake Valve) 進行緊軔時。若緊軔初段之最小減壓設定值過大，或機車和客車軔機作用時機不同步時，將導致制動裝置瞬時作用力過強，引發乘客感知之強烈減速感。該情形與 TCU 速度控制軟體設定無關，屬於氣軔系統設定之問題。

以下列出修改前和修改後之衝動現象差異，以曲線圖表示。

圖表示意 (原廠軟體，未修改)：

- 第一欄，黑色線是電門把手位置，紅色線是實際速度
- 第二欄，紅色線是 BP 管壓力，藍色線是 BC 壓力，綠色線是馬達扭力 (線條往上是出力往下是電軔)
- 第三欄，客車測到的加速度
- 第四欄，客車測到的衝動值

將現行版本速度控制軟體出力衝動曲線與修改後之出力衝動曲線分別列出來，可檢視改善情形

以下圖表係列車衝動之發生樣態 (原出廠軟體) 圖表東芝公司提供：

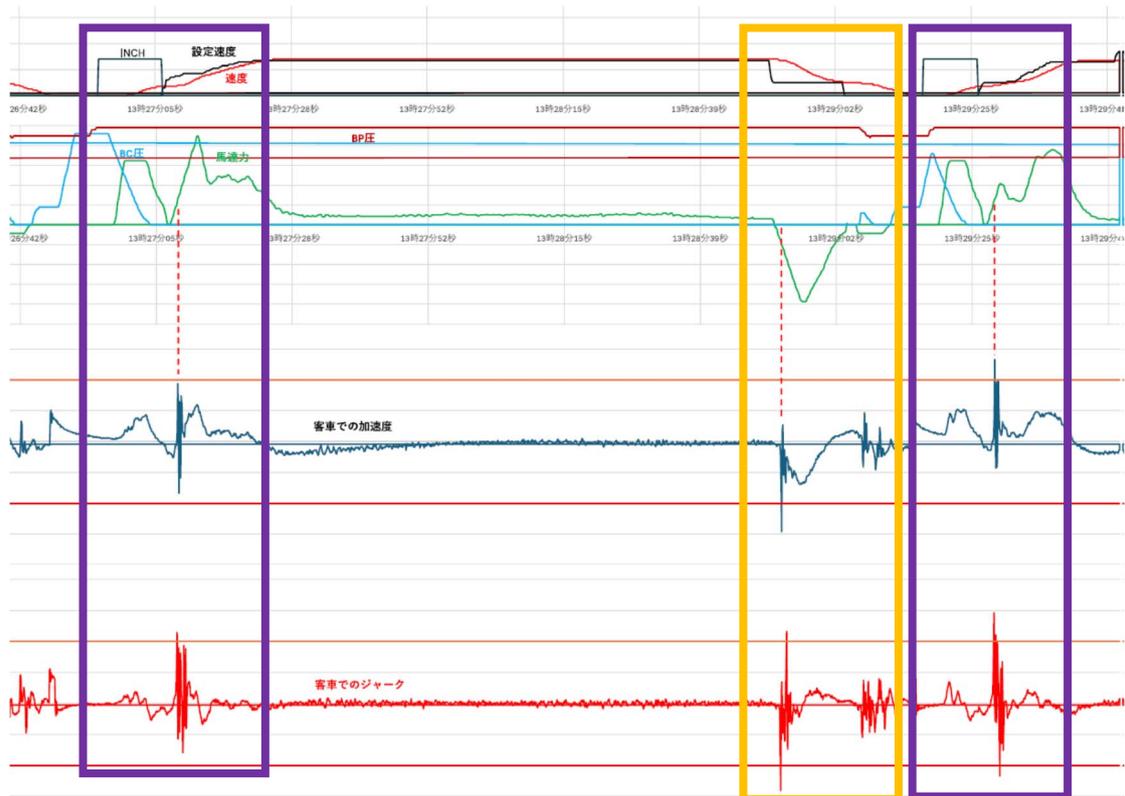


圖 6-2-4-1: 現行版本軟體起步衝動(紫色框標記)和減速衝動(橙色框標記)狀態

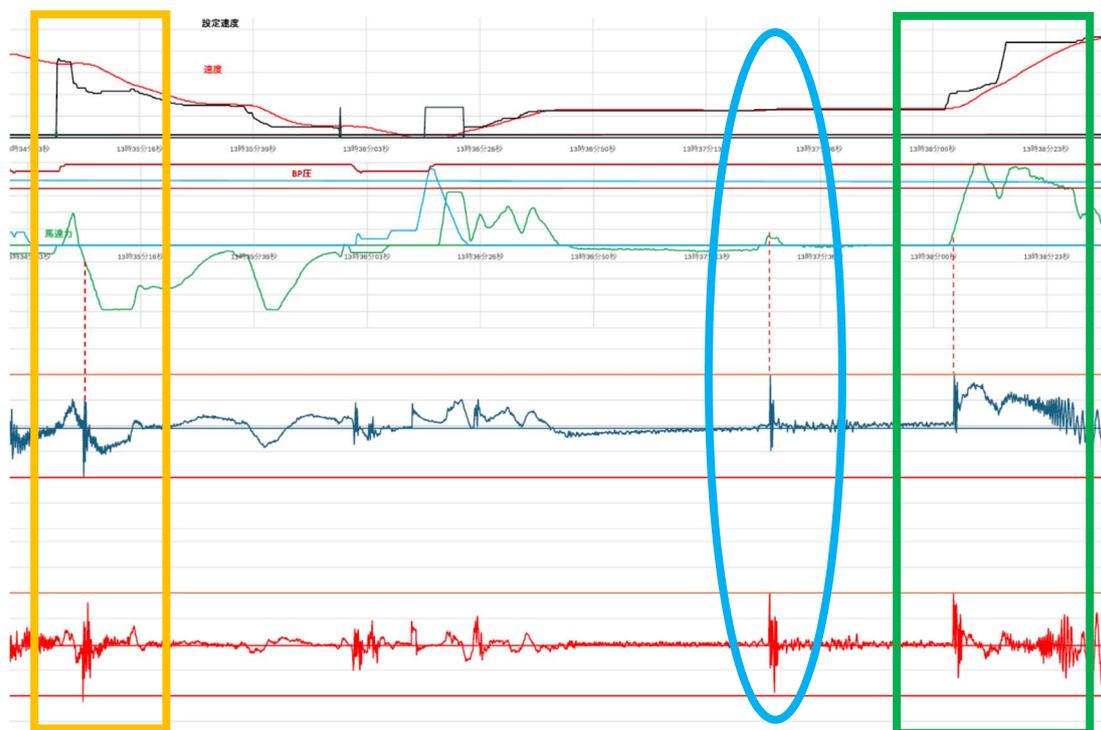


圖 6-2-4-2: 現行版本軟體加速衝動(綠色框標記)和減速衝動(橙色框標記)狀態, 藍色橢圓標記係均速衝動

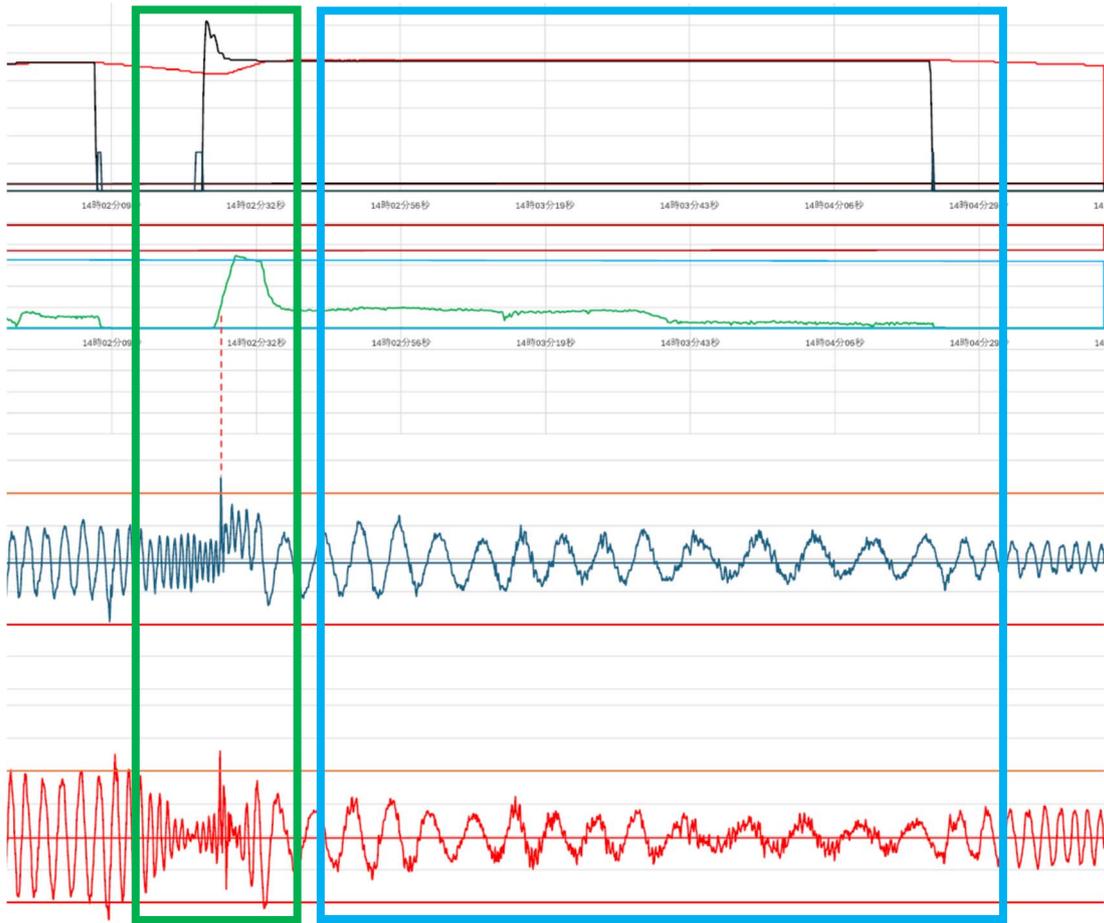


圖 6-2-4-3：現行版本軟體加速衝動（綠色框標記）和均速衝動（藍色框標記）

由以上圖表可以觀察出來：

如圖 6-2-4-1 所示，前後兩次起步，因馬達扭力就迅速的輸出很大的值，皆發生衝動情形（紫色框部分），中間之減速（使用電門把手下壓設定速度），因馬達電軆扭力亦迅速的輸出很大的值，也發生衝動情形（橙色框部分）。

如圖 6-2-4-2 所示，在列車行駛狀態，將電門把手由 OFF 位拉出來，欲做減速動作，因初始位置稍微比現行速度高，然後又再往下推減速，故馬達扭力即刻反應加速旋即立即做電軆減速動作，遂發生衝動情形（橙色框部分）。中途有一段是均速行駛，因地形關係速度有略微增加，馬達扭力原本出力狀態變為電軆，也是發生衝動情形（藍色橢圓部分）。

如圖 6-2-4-3 所示，在列車行駛狀態，將電門把手由 OFF 位拉出來，欲做加速動作，因初始位置比現行速度高甚多，然後又再往下推修正，故馬達扭力即刻反應加速旋即下修輸出扭力，也是發生衝動情形（綠色框部分）。圖表中間部分，列車速度已經達到均速狀態，衝動情形卻是呈現正弦波型態（藍色框部分），推估可能是兩台機車行駛時有發生規律性的推擠壓縮情形，因為不是每個均速行駛狀態都會發生正弦波型態之衝動。

綜上，現行版本軟體在遇到電門把手設定速度與目前當下速度出現差異時，不管差距幅度多大，TCU 電腦皆會迅速反應作馬達扭力輸出，此時往往造成列車大幅度衝動。在已經達到目標速度均速行駛時，遇到因地形或其他因素造成現在速度與設定速度出現些微變化，TCU 電腦也立即輸出過大之扭力，造成列車衝動。值得一提的一點是，在均速行駛時，有時候會發生類似正弦波型態之衝動，如圖 6-2-4-3 之狀態。

東芝公司改善方案：將平均 Jerk 調整為目前設定的 1/4.5，及針對 INCH（起步控制）再降低 Jerk 為 1/9 之數值，測試結果如下圖表

圖表示意（修改平均 Jerk 調整為目前設定的 1/4.5，及針對 INCH（起步控制）再降低 Jerk 為 1/9 後）（東芝提供）：

- 第一欄，黑色線是電門把手位置，紅色線是實際速度
- 第二欄，紅色線是 BP 管壓力，藍色線是 BC 壓力，綠色線是馬達扭力（線條往上是出力往下是電軔）
- 第三欄，客車測到的加速度（第 7 車）
- 第四欄，客車測到的加速度（第 1 車）
- 第五欄，客車測到的衝動值（第 7 車）
- 第六欄，客車測到的衝動值（第 1 車）

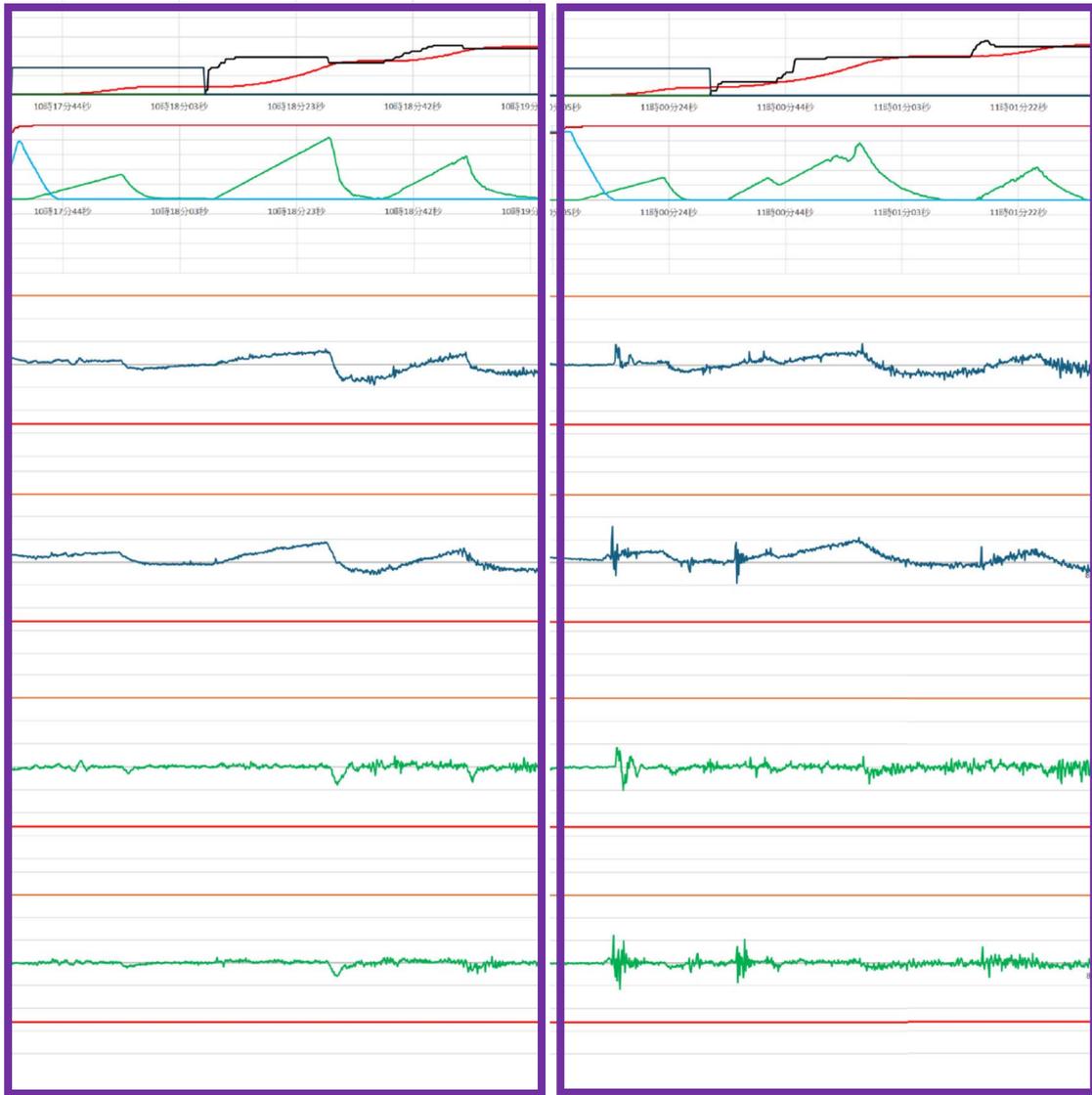


圖 6-2-4-4：改版後起步衝動情形 #1
（紫色框標記）

圖 6-2-4-5：改版後起步衝動情形 #2
（紫色框標記）

由圖表中顯示，可觀察到列車起步衝動值在改版後有緩解許多，由原本劇烈之突波變為較為和緩的波型，或僅出現些微一點點的微小突波，包含加速度曲線（藍色曲線）變和緩及衝動值曲線（綠色曲線）變小，中途操作再加速產生的突波也不大，顯示改變 Jerk 值減緩馬達扭力突然上升有出現成效。

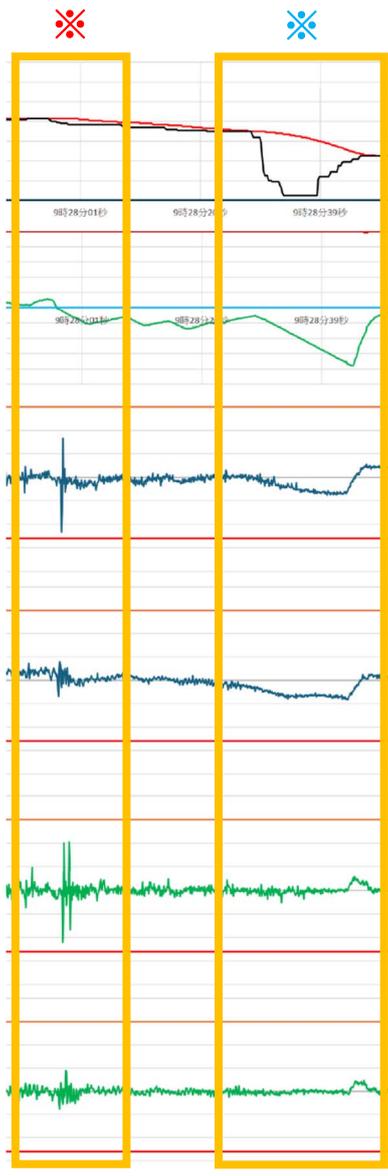


圖 6-2-4-8：改版後減速衝動情形 #1
（橙色框標記）

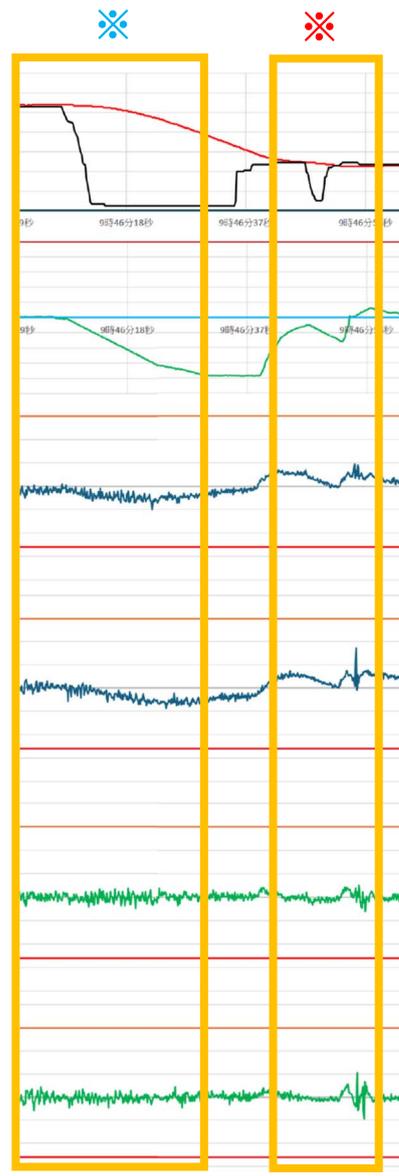


圖 6-2-4-9：改版後減速衝動情形 #2
（橙色框標記）

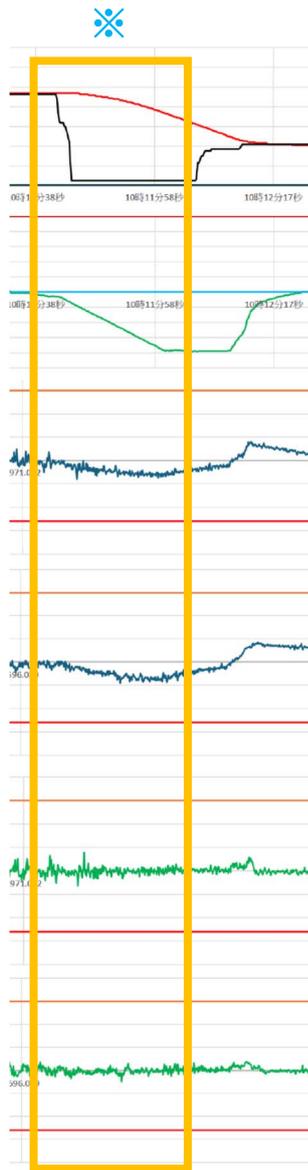


圖 6-2-4-10：改版後減速衝動情形 #3（橙色框標記）

由圖表中顯示，可觀察到已經有速度時，再操作電門把手下推至減速位（比當下速度還低之位置）發生之衝動突波已經有減少趨勢（如圖 6-2-4-8，6-2-4-9，6-2-4-10 之※標記處），操作減速後，藍色加速度曲線呈現緩緩的往下，突波已經減小許多，綠色衝動曲線亦同，顯示改變 Jerk 值減緩馬達電軔扭力突然上升有出現成效。但在圖 6-2-4-8 第一個橙色框（※標記處）電門把手只是稍微推減速至比當下速度略低一點點之位置，和圖 6-2-4-9 第 2 個橙色框（※標記處）刻意將電門把手推減速又再拉加速至超過當下速度，即出現稍大一點之衝動突波，表示 TCU 軟體在處理出力與電軔交替作用之狀況下，仍有修正之空間。

其他衝動狀態分析（軟體改版後）：

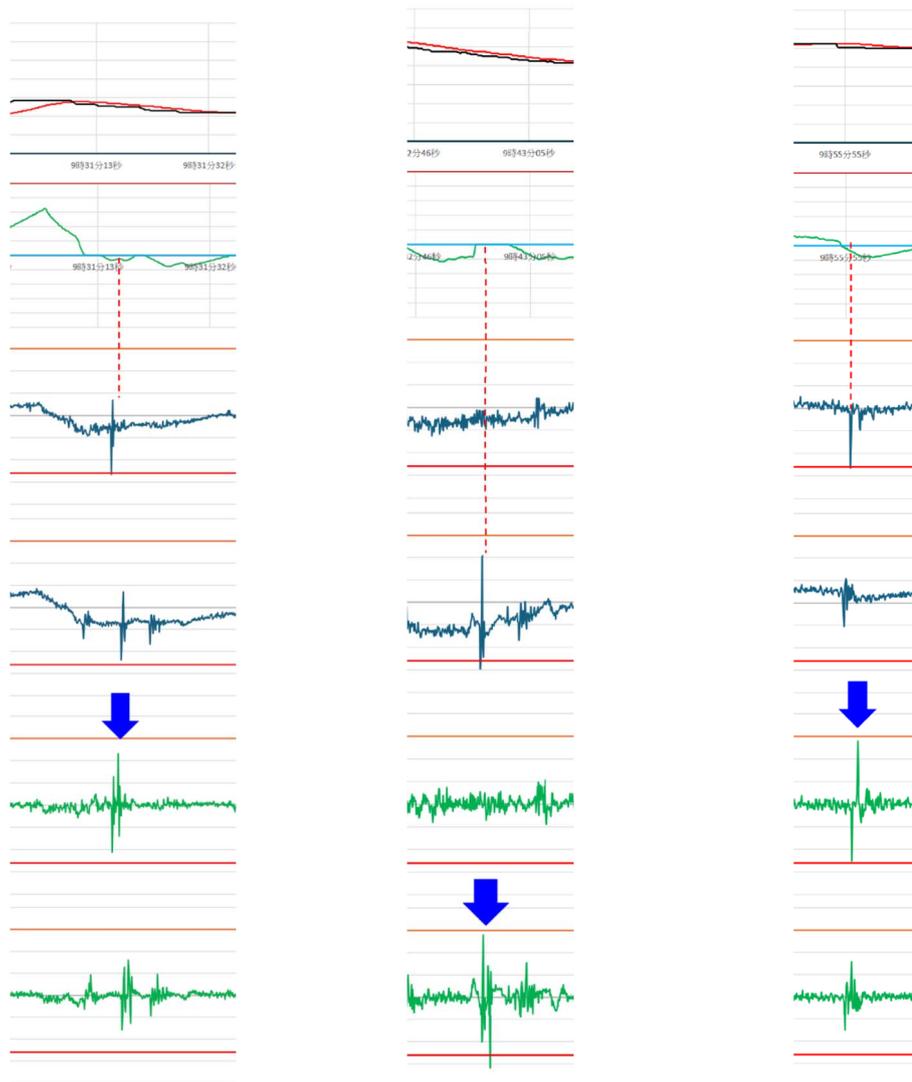


圖 6-2-4-11：其他衝動#1 圖 6-2-4-12：其他衝動#2 圖 6-2-4-13：其他衝動#3

以上各圖表係東芝原廠標示衝動值過大之狀態，

圖 6-2-4-11，圖 6-2-4-12，圖 6-2-4-13 是當下速度與電門把手設定速度差距微小時，將電門把手略微往低速方向推一點點，就因為當下馬達在出力狀態切換成電軔狀態，而造成衝動狀況，從圖表顯示衝動值力量甚至比前面圖表顯示的將電門把手大幅度往低速推還要大。

其他衝動狀態分析（軟體改版後）（續）：

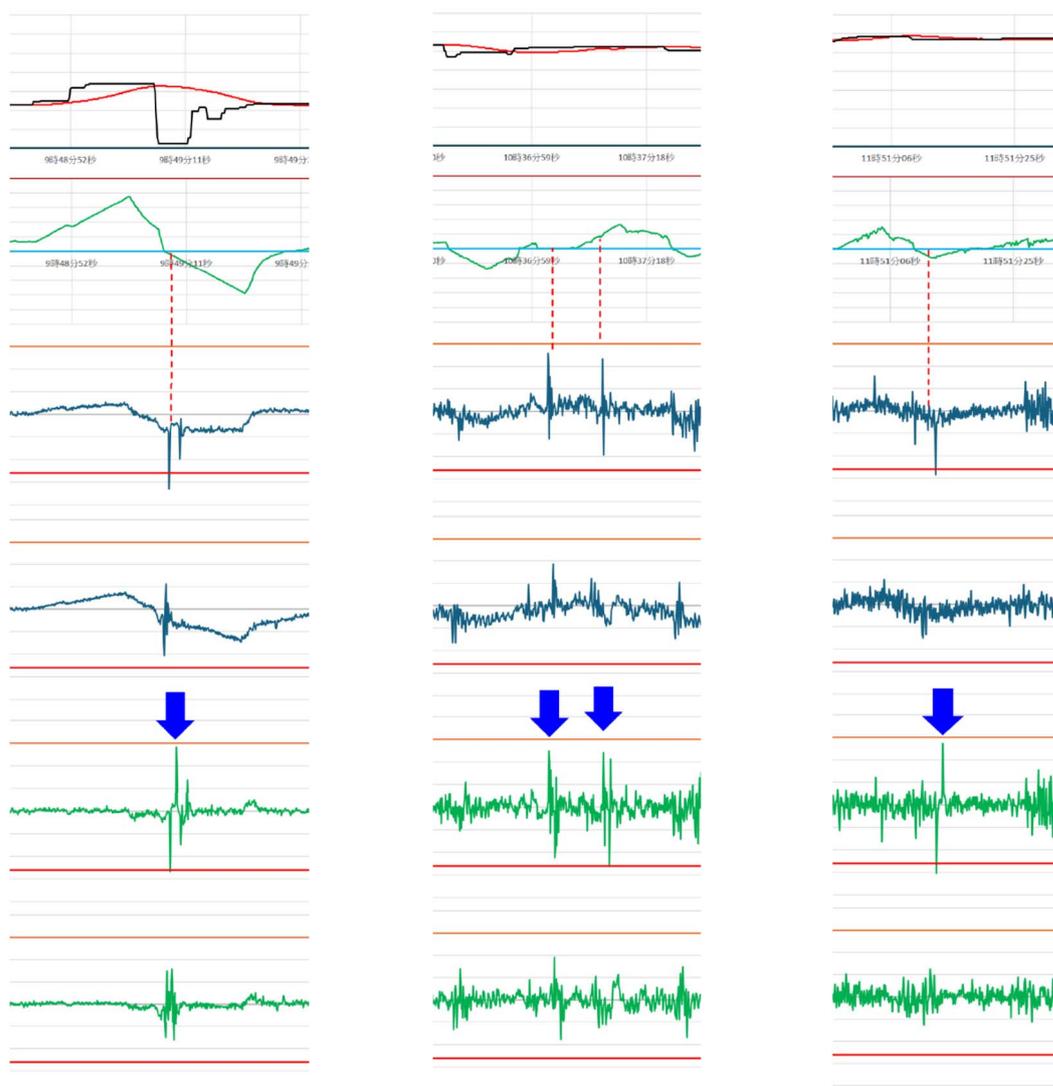


圖 6-2-4-14：其他衝動#4 圖 6-2-4-15：其他衝動#5 圖 6-2-4-16：其他衝動#6

圖 6-2-4-14 之狀態是正在加速中突然將電門把手往極低的速度推，因馬達出力切換電軔，也是造成衝動。

圖 6-2-4-15 之狀態是電門把手在接近當下速度之附近反覆些微上下移動，造成數次衝動情形。

圖 6-2-4-16 顯示電門把手未移動位置但因路線條件變化致速度逐漸增加，之後電門把手稍微往低速方向推一點點，馬達扭力出力切換為電軔狀態，遂發生衝動，之後電門把手又略微移動至較高之速度時，電軔又切換為出力狀態，也是發生些許突波。

其他衝動狀態分析（軟體改版後）（續）：

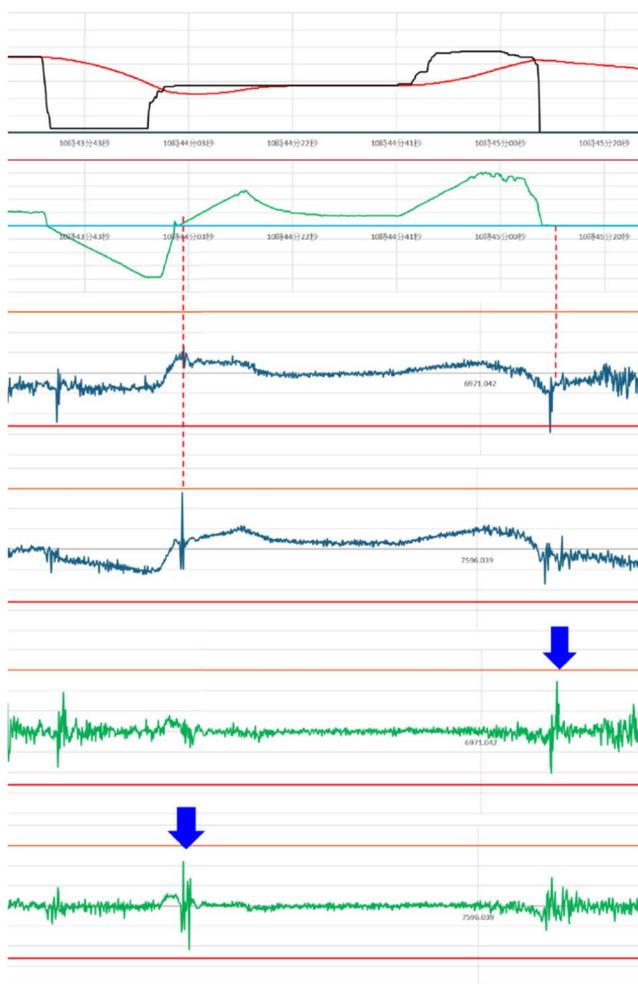


圖 6-2-4-17：其他衝動#7

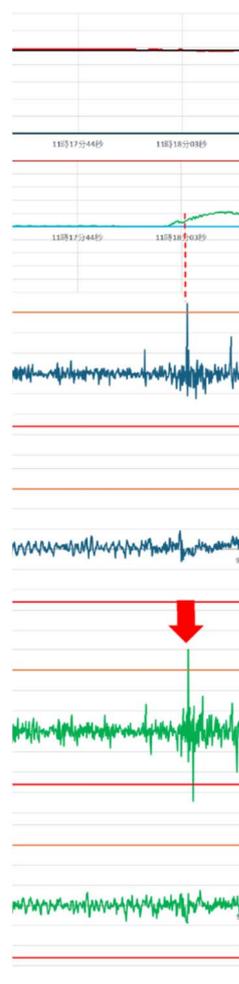


圖 6-2-4-18：其他衝動#8

（續）以上各圖表係東芝原廠標示衝動值過大之狀態，

圖 6-2-4-17 顯示，第 1 個發生衝動的點是電門把手在極低速度位置往高速移動，至超過當下速度時，馬達處於電軔狀態切換為出力狀態遂發生衝動，第 2 個發生衝動的點是在電門把手從出力位收到 OFF 位發生之衝動。

圖 6-2-4-18 顯示之電門把手未移動位置，因路線坡度關係致列車速度逐漸減低，TCU 令馬達輸出扭力補償時，發生衝動。

其他衝動狀態分析（軟體改版後）（續）：

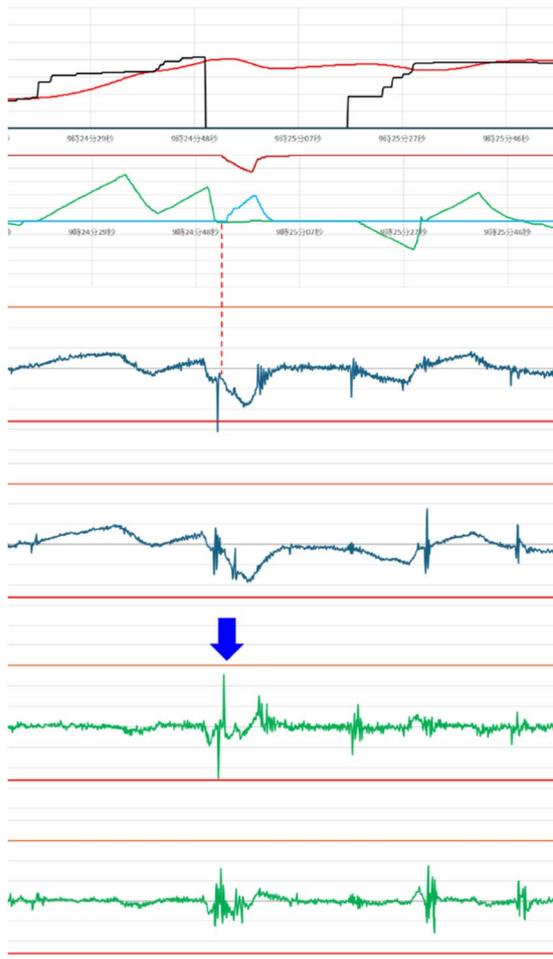


圖 6-2-4-19：煞車衝動#1

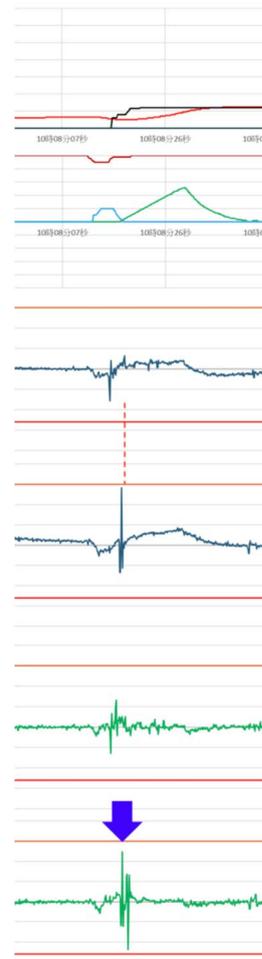


圖 6-2-4-20：煞車衝動#2

（續）以上各圖表係東芝原廠標示衝動值過大之狀態

圖 6-2-4-19 的狀態是列車正在加速中，因遇到狀況（如 ATP 速限壓制或路線有障礙之類狀況）司機員作將電門把手 OFF 並自閥操作緊軔減速，且（自閥）BP 管減壓量很大，此時就發生衝動，屬於煞車衝動類別。

圖 6-2-4-20 的狀態是司機員做（自閥）BP 管小減壓緊軔，沒多久鬆軔後隨即電門把手又再度拉出力，仍然發生衝動，也是屬於煞車衝動類別。

綜上，東芝將 TCU 速度控制出力軟體做改版，將平均 Jerk 調整為目前設定的 1/4.5，及針對 INCH（起步控制）再降低 Jerk 為 1/9 後，在電門把手拉動比較大幅度的量時（純加速或純減速），對衝動的抑制是有產生效果的，但是若是在加速中將電門把手推減速或相反的在減速中將電門把手拉加速，仍然會發生衝動。在已達到目標速度行駛時，微幅拉動電門把手往加速或往減速位時，或是電門把手未移動，因地形坡度變化以致於速度發生變化，TCU 電腦自動加速或減速補償，也仍然會發生衝動，對於這點原廠仍有改善空間。

5、技術評估與應用建議

5.1 調整自閥最小減壓量與軔機作動時機匹配

目前觀察到自動司軔閥於緊軔初段之最小減壓量設定過高，且機車端與客車端軔機作用時機不一致，導致煞車初段出現「空走」現象，乘客體感為突然減速與斷續式衝擊。建議調整最小減壓參數，同時優化軔機控制邏輯，使兩端動作同步，以改善軔機制動初期之平順性。

5.2 平滑化扭力輸出曲線以降低突波感

拉動電門把手後在加速或電軔扭力即將發生時，或是電腦偵測到速度變化即將補償扭力時，建議 TCU 系統調整馬達扭力為從 0KN 開始緩步上升類似指數型的平滑扭力輸出曲線，讓扭力產生不那麼突兀，以減輕起步與速度變化期間的體感衝擊。

5.3 操作行為標準化以降低人為衝動來源

依實際運轉觀察，若司機員於加速中突然操作減速，或於減速過程突然切換至加速，常造成車輛受力方向突變，引發衝動感。建議於教育訓練中強調操作漸進性，避免於動態過程中進行急變操作，從駕駛習慣中改變來緩解衝動，以減少人為因素造成的不適。

5.4 增設最大出力限制功能，降低雨天空轉風險

根據司機員經驗分享，在雨天時設定出力超過 35%~40% 以上（牽引力控制時）即很容易發生空轉，東芝公司之軟體改版並未限制其最大出力，只是延長最大出力發生時間，加速過程中扭力仍可持續的增加到最大 100%，但實務上下雨天在扭力達到超過 40% 以上時，仍有很大機會發生空轉之疑慮。此外，在舊有的 E1000 型機車 DDU 上，有設置出力 100% 及 75% 選項，即速度控制之最大出力之限制，目的是減少空轉情形發生，在該機車運行時，通常都是設定在 75% 出力運轉。然而 E500 型機車 DDU 並無此選項可設定將馬達最大扭力減小，建議原廠可增加此設定選項（只針對速度控制模式下），新增 50% 及 75% 出力，並依照實務經驗將預設扭力設定為 50%，避免發生空轉，在加速度實測時使用 50%

出力即可達到相當於舊有之 E1000 型機車之最大出力性能，對於列車運轉時分不會造成影響。倘若需要大出力時可再切換為 75% 或 100%，兼顧安全與操作彈性。

5.5 建立乘坐體感即時回饋機制

目前乘客對列車起步、加速、煞車過程中之列車衝動反應多僅限每個個案回報，缺乏系統性資料。建議設計簡便乘坐體感回饋方式，例如車廂內設置 QR 問卷碼，或整合至 APP 提供快速評分介面，蒐集乘客對平穩性之即時回饋，作為後續控制邏輯優化與乘坐品質提升之依據。

6、結語

E500 型電力機車具備優異之牽引性能與整體結構穩定性，於本次日本東芝府中工廠之監造過程中，充分展現出原廠對於車輛製造品質、測試精度與技術細節之高度掌握，亦反映出其嚴謹之系統開發流程與品管機制。

惟該型車輛原設計以高速重載為主要目標，實際導入國內營運環境後，面對台鐵現行混編列車組（如莒光號、自強號客車）及不同路線地形條件，在乘客體感舒適性與牽引控制邏輯整合性方面仍存在一定之調整空間。尤其「列車衝動」現象之反覆發生，顯示現階段控制模式尚需針對本地條件進行細緻調整。

藉由本次技術試驗與控制參數調整作業，已成功初步建立出一套兼顧加速效率與乘坐舒適性之牽引控制優化框架，包含平均 Jerk 值之調降、起步控制模組強化（INCH 段輸出優化）、速度控制邏輯平滑化等具體改善方案，經試車驗證與司機員回饋結果皆呈現正面效益。

為使該成果能落實於實務營運，建議未來量產批次車輛應全面導入優化後之控制模式，並搭配：

- 司機員之操作教育訓練（含起步與再加速行為標準化）
- 初期試運行期間之動態觀察機制
- 客觀乘坐體感指標與旅客回饋機制（如 QR 問卷、APP 即時回報）

藉此確保車輛投入營運初期即可穩定運轉，減少抱怨與適應期，提升整體運行品質與乘客滿意度。

進一步而言，若未來 E500 型機車全面導入數位車隊管理平台，將可整合包括：

- Jerk 數據即時記錄器
- GNSS（全球衛星定位）與加速度感測器
- 軌道坡度感測與列車運行工況偵測系統
- 駕駛操作參數與控制器變化軌跡記錄

透過上述資料即時回傳與整合分析，建構完整之機車運行資料庫，進而以 AI 分析模型進行：

- 自動化行車邏輯優化建議（如坡度補償自調參數）
- 空轉與衝動預警
- 維修預測與保養策略建議

使 E500 型機車朝向智慧化營運與自動化故障診斷發展，為我國軌道機車邁向下一代數位化管理奠定技術基礎。