

出國報告(出國類別：其他)

空調通勤電聯車 520 輛檢驗

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：幫工程司 王漢吉

幫工程司 張復源

派赴國家/地區：韓國/義王/昌原、日本/東京

出國日期：108 年 11 月 18 日至 108 年 12 月 17 日

報告日期：109 年 2 月 17 日

目錄

目錄	1
壹、 出國目的	2
貳、 檢驗週報	3
參、 檢驗過程	12
肆、 專題報告	32
伍、 心得與建議	38
陸、 附錄	
附錄一、韓國樂鐵公司/昌原工廠車輛製造 PPT-公開版	48
附錄二、車體雨水槽進水改善計畫簡報	50
附錄三、雨水槽焊接部位平直度方案	53

壹、 出國目的

依據本局制定「台鐵整體購置及汰換車輛計畫(2015-2024年)」，已辦理採購的各級車隊，計有空調通勤電聯車 520 輛、城際客車 600 輛及機車 102 輛等，其中空調通勤電聯車 520 輛案，由現代樂鐵 (Hyundai Rotem) 公司，位於韓國東南部慶尚南道的昌原工廠(簡稱昌原工廠)與日本設備製造商合作，共同進行車輛設計、製造、組裝、測試等事宜。現代樂鐵 (Hyundai Rotem) 公司預計於 2020 年 6 月第一批共 2 編成 20 輛車交車，可增加本局大眾運輸容量、增加車隊調度運用靈活性及解決車齡老舊妥善率不佳問題，有效提升本局行車服務品質及競爭力。

空調通勤電聯車 520 輛案車輛製作過程，由本局提供鐵路車輛技術，另與德國萊因 TUV 共同審查全案設計圖說、車輛製造廠人員技術、廠房設備標準、各類技術標準及各類程序書等文件，期能就理論上設計出符合本局要求的車輛性能，減少因設計盲點的品質不良，致使車輛無法順利交車情形發生。

此次赴韓國昌原工廠及日本東芝公司，即為確認車輛製造能否依圖說設計生產、各設備測試結果是否在誤差範圍內，倘若測試結果不合格要找出是設計不良、製造不良或人員技術能力不足等何因素造成，不因趕工省略各項測試程序，造成本局重大損失，進而有損本局名譽；若測試結果符合圖說設計，則請昌原工廠檢視車輛製造及設備製造等流程，在人員技術熟練、生產工藝優化及不降低車輛製造品質等因素下，縮短後續車隊交貨期程，進而達到雙贏。

車輛製造從零組件的尺寸量測有無在公差範圍內，到設備測試有無達到預期功能，再到車輛組成的整合測試，各環節的確認、確認、再確認，是本局對車輛品質的保證，也是對大眾運輸安全性、可靠度、準點率及舒適感的使命感。

貳、 檢驗週報

空調通勤電聯車 520 輛檢驗第一週週報

案號名稱	空調通勤電聯車 520 輛案	
期 間	自 108 年 11 月 18 日至 108 年 11 月 24 日止	
年/月/日	星 期	辦 理 事 項
2019/11/18	一	啟程： 松山國際機場華航櫃台→韓國/首爾-金浦國際機場。 (CI260 台北 09：20→金浦 12：45)
2019/11/19	二	一、InterCon Systems Co.Ltd 公司介紹。 二、TCMS 型式測試-主要測試： 三、1. 目視和絕緣測試。2. 輸入電壓變化和運轉測試。 四、TCMS 型式測試-測試結果確認： 五、1. 低溫啟動測試。2. 高溫啟動測試。3. 濕熱及循環測試。4. 溫度變化測試。5. 過電壓測試。6. 靜電放電測試。7. 暫態突波保護測試。8. 傳導發射測試。9. 輻射發射測試。10. 隨機振動測試。11. 模擬年限測試。12. 衝擊測試。 六、現代集團參觀 VR 及試用。 七、討論及問答。
2019/11/20	三	移動日： 首爾/義王→釜山/昌原。 (KTX409 義王 10：21→昌原 12：55)
2019/11/21	四	樂鐵公司昌原工廠： 一、公司介紹及人員介紹、TRA 專案工程進度說明、現代樂鐵車輛製造方法概述。 二、轉向架及車體等工場介紹說明。 三、車體工場：六面體尺寸及平整度等量測法介紹。 四、討論及問答。

2019/11/22	五	移動日： 韓國/釜山-金海國際機場→日本/東京-成田國際機場。 (JL958 金海 14：05→成田 16：10)
2019/11/23	六	例假日
2019/11/24	日	例假日
備 註		

空調通勤電聯車 520 輛檢驗第二週週報

案號名稱	空調通勤電聯車 520 輛案	
期 間	自 108 年 11 月 25 日至 108 年 12 月 1 日止	
年/月/日	星 期	辦 理 事 項
2019/11/25	一	一、TOSHIBA(東芝)公司介紹。 二、東芝府中(FUCHU)事務所介紹。
2019/11/26	二	一、測試結果說明： 1.主控制器。2.牽引馬達。3.主變壓器。4.直流成分抑制箱。5.浪湧限制電阻器。6.VCB。7.一次側比流器。8.高壓絕緣比壓器。 二、討論及問答。
2019/11/27	三	一、牽引整流器/變流器測試結果說明： 1.目視檢查。2.尺寸與公差驗證。3.重量測量。4.耐電壓測試。5.測試絕緣電阻。6.機械、電氣防護、測試設備之測試。7.整流測試。8.安全要求檢查。9.承受振動與衝擊的測試。10.電容相容性測試。11.電阻測試。12.電容測試。13.閘極控制單元測試。 二、型式測試見證： 1.目視檢查。2.標誌檢查。3.機械/電氣防護/測試設備之測試。4.重量測量。 三、討論及問答。
2019/11/28	四	一、牽引控制單元的測試結果說明： 1.目視檢查。2.冷啟動檢查。3.乾熱測試。4.供電過電壓。 二、型式測試見證： 1.耐電壓測試。2.接觸器測試。3.測試電壓感測器(DCPT1.2、ACPT)。

		三、討論及問答。
2019/11/29	五	一、牽引控制單元的測試結果說明： 1. 介面測試。2. 順序測試。3. 牽引整流器/變流器 隔離運作測試。4. 保護順去測試。 二、型式測試見證最後會議。
2019/11/30	六	例假日
2019/12/1	日	例假日
備 註		

空調通勤電聯車 520 輛檢驗第三週週報

案號名稱	空調通勤電聯車 520 輛案	
期 間	自 108 年 12 月 2 日至 108 年 12 月 8 日止	
年/月/日	星 期	辦 理 事 項
2019/12/2	一	移動日： 日本/東京-成田國際機場→韓國/釜山-金海國際機場。 (KE716 成田 12：45→金海 15：20)。
2019/12/3	二	一、車體工場：編號 016-EMB-002(#16)車 車頂空調機安置底座焊接施工。 二、車體工場：編號 013-EPA-003(#15)車 側邊結構總成焊接施工。 三、車體工場：編號 011-ED-003(#8)車 車體結構總成焊接施工及車架鑽孔施工。 四、討論及問答。
2019/12/4	三	一、轉向架工場：轉向架主要組件及部份組件等部份焊接 施工。 二、車體工場：編號 019-EMA1-004(#19)車 側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測。 三、討論及問答。
2019/12/5	四	一、車體工場：編號 002-EMA1-001(#3)車 車體結構總成施工、尺寸抽驗量測，有不良處所，開 通知改善事項單。 二、通知改善事項單：TRA520-0001、TRA520-0002。 三、討論及問答。
2019/12/6	五	一、車體工場：編號 013-EPA-003(#15)車 側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測。 二、車體工場：編號 013-EPA-003(#15)車 車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測。

		<p>三、車體工場：編號 002-EMA1-001(#3)車</p> <p>水密測試：側牆多處滲水，判定不合格；空調機做安裝處，2 處焊接處已經完全脫開，開通知改善事項單。</p> <p>四、通知改善事項單：TRA520-0003、TRA520-0004。</p> <p>五、討論及問答。</p>
2019/12/7	六	例假日
2019/12/8	日	例假日
備 註		

空調通勤電聯車 520 輛檢驗第四週週報

案號名稱	空調通勤電聯車 520 輛案	
期 間	自 108 年 12 月 9 日至 108 年 12 月 15 日止	
年/月/日	星 期	辦 理 事 項
2019/12/9	一	<p>一、車體工場：編號 014-EMA2-003(#14)車 車底結構總成 2 施工、尺寸抽驗量測。</p> <p>二、車體工場：編號 016-EMB-002(#16)車 車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測，車頂框架有不良處所，開通知改善事項單。</p> <p>三、塗裝工場：編號 010-ED-002 (#2)車 隔音材料厚度檢測。</p> <p>四、通知改善事項單：TRA520-0005。</p> <p>五、討論及問答。</p>
2019/12/10	二	<p>一、車體工場：編號 016-EMB-002(#16)車 側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測。</p> <p>二、車體工場：編號 015-EPB-002(#17)車 車頂框架結構及蒙皮焊接施工。</p> <p>三、討論及問答。</p>
2019/12/11	三	<p>一、車體工場：編號 021-ED-005(#18)車 側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測，有不良處所，開通知改善事項單。</p> <p>二、車體工場：編號 010-ED-002(#2)車 已做隔音材質厚度檢測，卻尚未做水密試驗，日後測試無法得知是否可防漏水，開通知改善事項單。</p> <p>三、通知改善事項單：TRA520-0006、TRA520-0007。</p> <p>四、討論及問答。</p>
2019/12/12	四	<p>一、車體工場：編號 013-EPA-003(#15)車 車底結構總成 2 施工、尺寸抽驗量測。</p>

		<p>二、車體工場：編號 015-EPB-002(#17)車 車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測。</p> <p>三、車體工場：編號 021-ED-005(#18)車 車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測</p> <p>四、車體工場：編號 010-ED-002(#2)車 側牆夾層已被隔音材料塗裝,討論如何測試水密試驗 及是否符合契約規範。</p> <p>五、討論及問答。</p>
2019/12/13	五	<p>一、編號 020-ED-004(#12)車、012-EMA1-003(#13)車及 014-EMA2-003(#14)車等末端結構總成施工、尺寸抽 驗量測。</p> <p>二、編號 020-ED-004(#12)車駕駛室結構總成施工、尺寸 抽驗量測。</p> <p>三、編號 010-ED-002(#2)車經討論去除影響水密試驗隔 音材料塗層,再依水密試驗標準做試驗;隔音材料塗 層未處理完成無法做水密試驗,開通知改善事項單。</p> <p>四、通知改善事項單: TRA520-0008、TRA520-0009。</p> <p>五、討論及問答。</p>
2019/12/14	六	例假日
2019/12/15	日	例假日
備 註		

空調通勤電聯車 520 輛檢驗第五週週報

案號名稱	空調通勤電聯車 520 輛案	
期 間	自 108 年 12 月 16 日至 108 年 12 月 17 日止	
年/月/日	星 期	辦 理 事 項
2019/12/16	一	<p>一、車體工場：編號 019-EMA1-004(#19)車 車頂、HVAC 塊(前/後)施工、尺寸抽驗量測。</p> <p>二、車體工場：編號 019-EMA1-004(#19)車 車頂框架結構及蒙皮焊接施工。</p> <p>三、水密試驗場： 編號 010-ED-002(#2)車確認影響水密試驗隔音材料 塗層去除，進行水密試驗測試，測試結果合格。 編號 002-EMA1-001(#3)車進行水密試驗測試(16： 30)，測試結果合格。</p> <p>四、討論及問答。</p>
2019/12/17	二	<p>移動日： 韓國/釜山-金海國際機場→桃園國際機場。 (CI189 金海 11：20→桃園 13：00)</p>
備 註		

參、 檢驗過程

檢驗日誌

108年11月18日

- 1.啟程：09：20 台北/松山-國際機場 中華航空/CI260 班次。
- 2.抵達：12：45 韓國/首爾-金浦國際機場。
- 3.入住：Reborn Suwon Silkroad Hotel(11/18-11/20)。

108年11月19日

- 1.InterCon Systems Co.Ltd 公司簡介，其公司沿革、產品及實績等。如圖 3-1 及附錄一所示。
- 2.行程：如圖 3-2 所示。
- 3.早上：TCMS 型式測試及出廠測試程序(硬體)。
- 4.下午：TCMS 軟體設計部門。
- 5.絕緣及電壓抗干擾測試：如圖 3-3 所示。
絕緣阻抗量測：電子量測儀使用 DC500V 檔位，量測的絕緣電阻值要高於 20MΩ。
電壓抗干擾性測試：測試訊號為 60HZ 的正弦波或 AC 1000V、超過 1 分鐘。
- 6.輸入電壓變化和運轉測試：當輸入電壓設定在 77VDC、110VDC 及 137.5VDC 時，MU、LU 及 DDU 輸出電壓在誤差值為+5VDC±5%內。如圖 3-4 所示。
- 7.尺寸檢查：量測各設備尺寸是否在設計公差內。如圖 3-5、3-6 所示。
- 8.DDU 通訊及偵錯測試：TCMS 各單元間通訊及故障偵錯等設定。如圖 3-7、3-8 及 3-9 所示。
- 9.TCMS 型式測試書面報告：由 TUV 攜回相關資料確認。如圖 3-10 所示。
- 10.DDU 實驗室：TCMS 軟體設計部門。如圖 3-11 所示。
- 11.現代集團參觀 VR：VR 視野模擬駕駛室，教育訓練使用。如圖 3-12 所示。



圖 3-1 InterCon Systems Co., Ltd

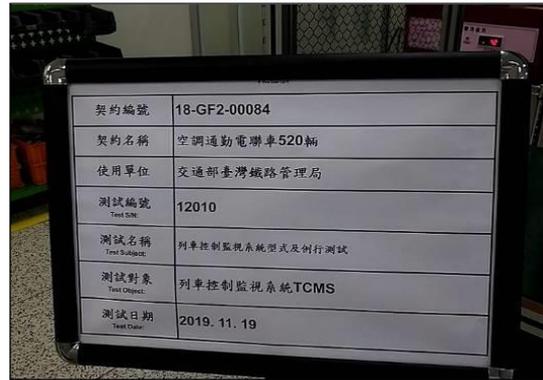


圖 3-2 TCMS 型式測試



圖 3-3 絕緣及電壓抗干擾測試

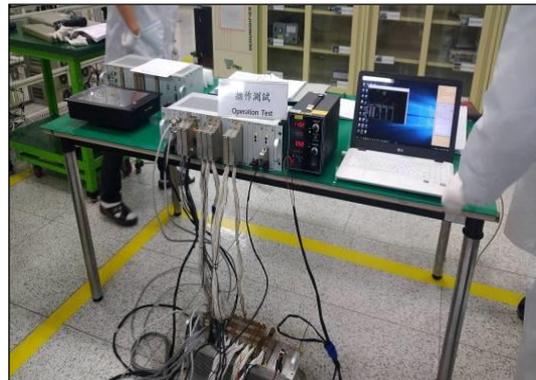


圖 3-4 輸入電壓變化和運轉測試



圖 3-5 尺寸檢查-1

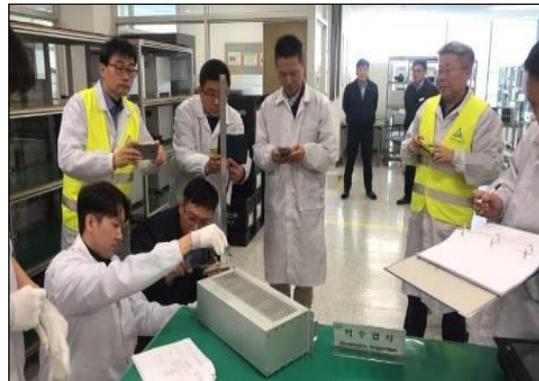


圖 3-6 尺寸檢查-2



圖 3-7 DDU 通訊測試



圖 3-8 ETH 連接線拆除

TEST ITEM			Try Count	OK Count	Err Count
RS485	CH01	CH08	4814	4838	276
R1R0	CH01	CH02	2838	2266	370
ETH	CH01	CH02	6536	6168	368
DI #1	CH01	CH24	277	259	18
DI #2	CH01	CH24	277	259	18
DI #3	CH01	CH24	277	259	18
DI #4	CH01	CH24	277	259	18
DO	CH01	CH16	277	259	18
AI	CH01	CH03	277	259	18
PWM			277	259	18

圖 3-9 ETH 偵測出訊號異常



圖 3-10 TCMS 型式測試書面報告



圖 3-11 TCMS 軟體設計部門



圖 3-12 VR 視野模擬駕駛室

108年11月20日-移動日

1. 啟程：10：20 首爾/京畿道-高鐵光明站 韓國高速鐵路/KTX409 次。
2. 抵達：12：55 釜山/昌原中央車站。
3. 入住：Changwon Hotel(11/20-11/22)。

韓國高鐵罷工影響，原定班次取消，尋找最近較晚班次前往昌原。

108年11月21日

1. 現代樂鐵公司昌原工廠簡報介紹、車體各部總成施工進度介紹及各部門負責人介紹。如附錄二所示。
2. TRA 專案工程進度說明：本進度表為舊版，待現代樂鐵公司重新修正進度表。如圖 3-13 所示。
3. 車底框架結構總成施工介紹：此項施工分成車底框架結構總成 1ST 及車底框架結構總成 2ND，以車架地板結構為分界點，量測車底結構的長度、寬度、對角距離及直線平整度等。如圖 3-14 所示。
4. 車頂結構施工介紹：由縱樑及橫樑所構成，100 公斤工作人員行走任一處，

無明顯可視變形及發出變形回彈聲響，檢視有無依照圖面焊接、脫焊及變形。如圖 3-15 所示。

5. 車體負荷測試介紹：應能承受滿載質量 1.5G 之垂直負荷，且無永久變形。如圖 3-16 所示。
6. 側牆結構施工介紹：側牆各開口處都要補強，避免負荷時變形，量測各開口的長度、寬度、對角距離及焊接工序，現代樂鐵公司表示使用雷射焊接，不會有漏水情形發生。如圖 3-17、3-18 所示。
7. 轉向架結構施工介紹：轉向架組件安裝，轉向架電腦控制自動焊接機及 3D 立體掃描器。如圖 3-19 所示。
8. 車體六面體組裝：前端牆、後端牆、車頂、左側牆、右側牆及車底框架等組成，組裝完成後再做水密試驗。如圖 3-20 所示。

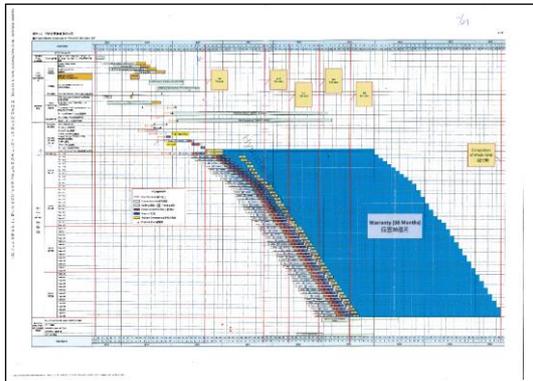


圖 3-13 TRA 專案工程進度說明



圖 3-14 車底結構施工介紹



圖 3-15 車頂結構施工介紹



圖 3-16 車體負荷測試介紹



圖 3-17 側牆結構施工介紹-1



圖 3-18 側牆結構施工介紹-2



圖 3-19 轉向架結構施工介紹



圖 3-20 車六面體組裝

108年11月22日-移動日

1. 啟程：14：05 韓國/釜山-金海國際機場 全日空航空/JL958。
2. 抵達：16：10 日本/東京-成田國際機場。
3. 入住：APA Hotel Higashi-Shinjuku Kabukicho(11/22-12/2)。

108年11月23日-例假日

108年11月24日-例假日

108年11月25日

TOSHIBA 及 TOSHIBA 東芝府中事務所介紹：東芝公司的沿革、產品種類、產品實績、海外事業部及敦親睦鄰活動。如圖 3-21、3-22 及附錄三所示。

108年11月26日

測試結果書面說明：1. 主控制器。2. 牽引馬達。3. 主變壓器。4. 直流成分抑制箱。5. 浪湧限制電阻器。6. VCB。7. 一次側比流器。8. 高壓絕緣比壓器。如圖 3-23、3-24 所示。



圖 3-21 TOSHIBA 介紹-1



圖 3-22 TOSHIBA 介紹-2



圖 3-23 測試結果書面說明-1



圖 3-24 測試結果書面說明-2

108 年 11 月 27 日

(一)、牽引整流器/變流器測試結果說明：

1. 目視檢查。
2. 尺寸與公差驗證。
3. 重量測量。
4. 耐電壓測試。
5. 測試絕緣電阻。
6. 機械、電氣防護、測試設備之測試。
7. 整流測試。
8. 安全要求檢查。
9. 承受振動與衝擊的測試。
10. 電容相容性測試。
11. 電阻測試。
12. 電容測試。
13. 閘極控制單元測試。

(二)、型式測試見證：

1. 目視檢查：目視檢查、尺寸與公差驗證，量測 CI 箱子的尺寸、量測 CI 箱子吊掛螺絲孔的尺寸；對照油漆顏色是否為送審顏色；檢視外觀有無破損或不良。如圖 3-25、3-26、3-27 所示。
2. 標誌檢查：對照 CI 箱子外的各銘牌是否為原製造廠設計型式、是否不潔、位置及數量。如圖 3-28、3-29 所示。
3. 重量測量：量測箱子的重量是否在設計值(1073kg~1160kg)間，以避免影響車輛配重。如圖 3-20 所示。

4. 機械/電氣防護/測試設備之測試：明天測試。



圖 3-25 尺寸量測-1



圖 3-26 尺寸量測-2



圖 3-27 顏色目視檢查



圖 3-28 標誌檢查-1



圖 3-29 標誌檢查-2



圖 3-30 重量測量

108年11月28日

(一)、牽引控制單元的測試結果說明：

1. 目視檢查。
2. 冷啟動檢查。
3. 乾熱測試。
4. 供電過電壓。

(二)、牽引整流器/變流器型式測試見證：

1. 耐電壓測試：牽引整流器變流器高壓迴路耐壓測試、測耐壓後再做一次絕緣量測。如圖 3-31、3-32 所示。

2. 各類接觸器測試：AK 接觸器、K 接觸器、測 DCHK 接觸器及測 MCOK1~4 等。

如圖 3-33~3-39 所示。

3. 測試電壓感測器(DCPT1.2、ACPT)。如圖 3-40、3-41、3-42 所示。



圖 3-31 高壓迴路耐壓測試



圖 3-32 測耐壓後的絕緣量測



圖 3-33 AK 接觸器測試



圖 3-34 K 接觸器測試



圖 3-35 DCHK 接觸器測試-1



圖 3-36 DCHK 接觸器測試-2



圖 3-37 MCOK4 線圈電阻量測



圖 3-38 MCOK3 作用電壓 52V



圖 3-39 MCOK3 跳脫電壓 43V



圖 3-40 DCPT-1 測試



圖 3-41 DCPT-2 測試

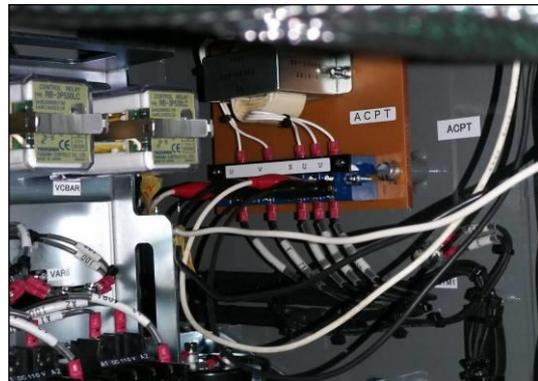


圖 3-42 ACPT 測試

108年11月29日

(一)、牽引整流器/變流器型式測試見證：如圖 3-43~3-51 所示。

1. 介面測試。
2. 順序測試。
3. 隔離運作測試。
4. 保護順序測試。

(二)、型式測試見證最後會議。如圖 3-52 所示。



圖 3-43 介面測試-1



圖 3-44 介面測試-2



圖 3-45 VCBAR 測試



圖 3-46 APC 測試



圖 3-47 FWD 訊號顯示



圖 3-48 REV 訊號顯示



圖 3-49 VZVR 測試



圖 3-50 TCU 及 C/I 連結測試



圖 3-51 CUT 測試



圖 3-52 結束會議

108 年 11 月 30 日-例假日

108 年 12 月 1 日-例假日

108 年 12 月 2 日

1. 啟程：12：45 日本/東京-成田國際機場 大韓航空/KE716 班次。
2. 抵達：15：20 韓國/釜山-金海國際機場。
3. 入住：Crown Hotel(12/2-12/17)。

108 年 12 月 3 日

1. 施工協調會：討論目前車輛進度及相關資料，請現代樂鐵公司儘速提供中文/英文版簡報、全專案施工進度表、前 2 編組施工進度表、單列編組施工進度表、單車施工進度表、週報表及日報表、車輛施工圖面等進版資料。如圖 3-53 所示。
2. 編號 016-EMB-002(#16)車/車頂空調機安置底座焊接施工抽驗，發現有一處未電焊，樂鐵公司當場改善。如圖 3-54、3-55 所示。
3. 編號 013-EPA-003(#15)車/側邊結構總成焊接施工。
4. 編號 011-ED-003(#8)車/車體結構總成焊接施工抽驗。如圖 3-56 所示。
5. 車架鑽孔施工。如圖 3-57 所示。



圖 3-53 施工協調會



圖 3-54 車頂焊接施工-1

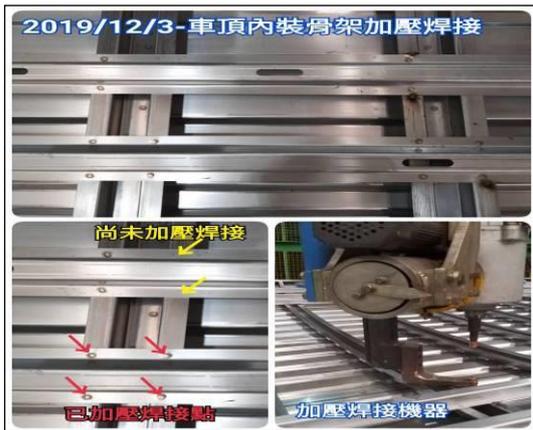


圖 3-55 車頂焊接施工-2



圖 3-56 車體結構總成焊接施工



圖 3-57 車架鑽孔施工

108年12月4日

1. 轉向架主要組件及部份組件等部份焊接施工抽驗。如圖 3-58、3-59 所示。
2. 編號 019-EMA1-004(#19)車/車底框架結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-60、3-61 所示。



圖 3-58 轉向架組件焊接-1



圖 3-59 轉向架組件焊接-2



圖 3-60 車底框架結構總成施工



圖 3-61 車底框架結構總成尺寸抽驗量測

108 年 12 月 5 日

1. 編號 002-EMA1-001(#3)車/車體結構總程施工、尺寸抽驗量測，發現數處框架四周有毛邊未磨平，日後工作人員容易發生割傷情形，開通知改善事項單。如圖 3-62、3-63 所示。

後部天花板框架縱樑連接處，明顯可視未平整，高低落差過大約 3~5mm，日後安裝天花板會變形或安裝不良。如圖 3-64 所示。

2. 車輛停放在水密試驗場所，等待做水密試驗。如圖 3-65 所示。
3. 通知改善事項單：TRA520-0001、TRA520-0002

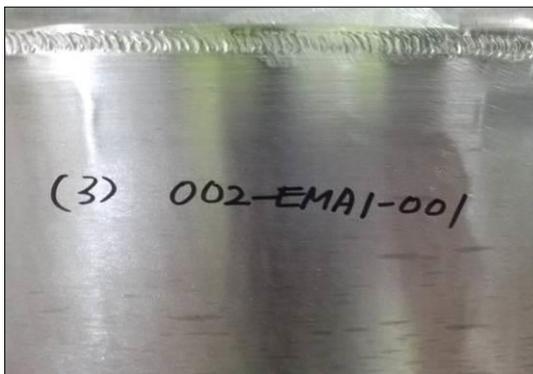


圖 3-62 車體結構總成施工



圖 3-63 框架四周有毛邊



圖 3-64 天花板框架連接處落差過大



圖 3-65 水密試驗場所

108年12月6日

1. 編號 013-EPA-003(#15)車/側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測，側牆開口處長寬及對角尺寸。如圖 3-66 所示。
2. 編號 013-EPA-003(#15)車/車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-67 所示。
3. 編號 002-EMA1-001(#3)車/水密測試：側牆多處不間斷漏水狀，判定不合格；水密測試時發現後部車頂內部結合處(空調機做安裝處)，2 處焊接處已經完全脫開，開通知改善事項單。如圖 3-68~3-71 所示。
4. 通知改善事項單：TRA520-0003、TRA520-0004。



圖 3-66 側邊結構總成施工



圖 3-67 側邊結構總成尺寸抽驗量測



圖 3-68 水壓錶



圖 3-69 水密試驗



圖 3-70 側牆多處滲水



圖 3-71 焊接處已經完全脫開

108年12月7日-例假日。

108年12月8日-例假日。

108年12月9日

1. 編號 014-EMA2-003(#14)車/車底結構總成 2 施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-72~3-74 所示。
2. 編號 016-EMB-002(#16)車/車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測，車頂框架有不良處所，開通知改善事項單。如圖 3-75 所示。
3. 編號 010-ED-002(#2)車/隔音材料厚度檢測。如圖 3-76、3-77 所示。
4. 通知改善事項單：TRA520-0005。

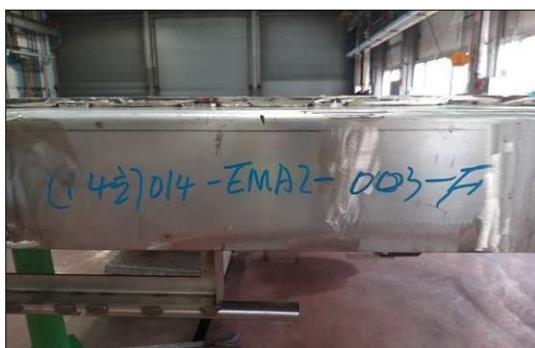


圖 3-72 車底結構總成 2 施工



圖 3-73 車底結構總成 2 尺寸抽驗量測



圖 3-74 車底結構總成 2 尺寸抽驗量測



圖 3-75 車頂結構總成施工



圖 3-76 隔音材料厚度檢測-1



圖 3-77 隔音材料厚度檢測-2

108年12月10日

1. 編號 016-EMB-002(#16)車/側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-78、3-79 所示。
2. 編號 015-EPB-002(#17)車/車頂框架結構焊接施工。如圖 3-80、3-81 所示。
3. 編號 017-EMA2-004(#20)車/車底框架結構總成 1ST 施工。
4. 昌原工廠 QC 組長做車體雨水槽進水改善計畫簡報第一次說明。如附錄四 所示。

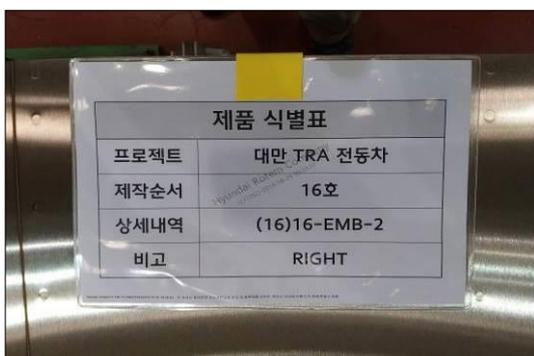


圖 3-78 側邊結構總成施工

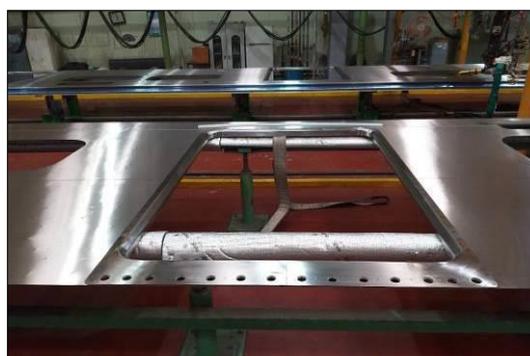


圖 3-79 側邊結構總成尺寸抽驗



圖 3-80 車頂框架結構焊接施工-1



圖 3-81 車頂框架結構焊接施工-2

108年12月11日

1. 編號 021-ED-005(#18)車/側邊結構總成施工、尺寸抽驗量測，發現側牆總成上緣支架部分電焊處不良(1/4 有凹槽現象)，開通知改善事項單。如圖 3-82、3-83 所示。
2. 報表上 2019/12/09 塗裝工場編號 010-ED-002(#2)號車，已做隔音材質厚度檢測，卻尚未做水密試驗，日後測試無法得知是否可防漏水，開通知改善事項單。
3. 現代樂鐵公司鐵路車輛研究所本項目負責人，做車體雨水槽進水改善計畫

簡報第二次說明；會議中告知水密試驗場的噴水量不符契約規範。

4. 通知改善事項單：TRA520-0006、TRA520-0007。



圖 3-82 側邊結構總成施工-1



圖 3-83 側邊結構總成施工-2

108 年 12 月 12 日

1. 編號 013-EPA-003(#15)車/車底結構總成 2 施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-84、3-85 所示。
2. 編號 015-EPB-002(#17)車/車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-86、3-87 所示。
3. 編號 021-ED-005(#18)車/車頂結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-88、3-89 所示。
4. 與 QC 組長討論通知改善事項單 TRA520-0007：編號 010-ED-002(#2)車/側牆夾層已被隔音材料塗裝案，如何改善再進行水密試驗。



圖 3-84 車底結構總成 2 施工



圖 3-85 車底結構總成 2 尺寸量測



圖 3-86 車頂結構總成施工



圖 3-87 車頂結構總成尺寸量測



圖 3-88 車頂結構總成施工



圖 3-89 車頂結構總成尺寸量測

108 年 12 月 13 日

1. 編號 020-ED-004(#12)、012-EMA1-003(#13)及 014-EMA2-003(#14)等車末端結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-90、3-91 所示。
2. 編號 020-ED-004(#12)車/車駕駛室結構總成施工、尺寸抽驗量測。如圖 3-92、3-93 所示。
3. 現場抽驗時發現車側側牆排水管前後管徑不同，是否能依契約要求排水（排水量流量計算為何），開通知改善事項單。如圖 3-94、3-95 所示。
4. 通知改善事項單 TRA520-0003-編號 002-EMA1-001(#3)車：
5. 車體雨水槽進水改善計畫中車側板上處，有預留焊接飾板高度，未製作樣品及工法設計，致現車焊接時水平直線凹凸不平，開通知改善事項單。如圖 3-96、3-97 所示。
6. 通知改善事項單：TRA520-0008、TRA520-0009。



圖 3-90 末端結構尺寸抽驗量測-1



圖 3-91 末端結構尺寸抽驗量測-2



圖 3-92 駕駛室結構總成尺寸量測

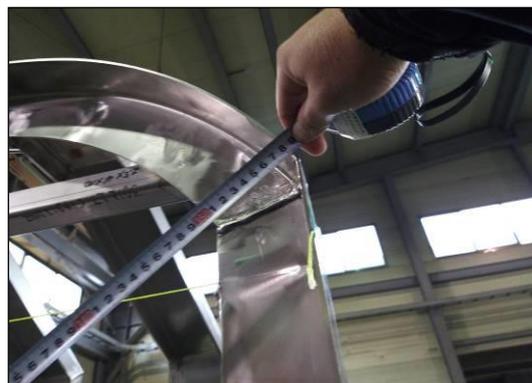


圖 3-93 駕駛室結構總成尺寸量測



圖 3-94 側牆排水管前後管徑不同



圖 3-95 側牆排水管前後管徑不同

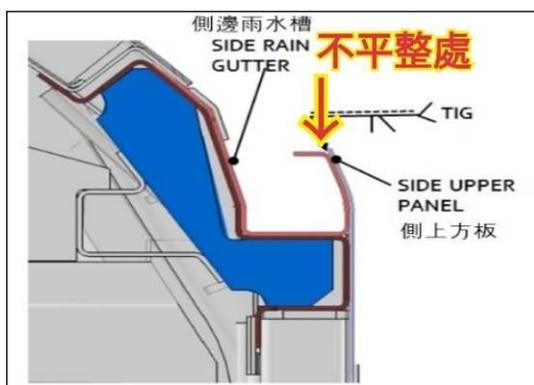


圖 3-96 改善方案



圖 3-97 實際施工

108年12月14日-例假日。

108年12月15日-例假日。

108年12月16日

1. 編號 019-EMA1-004(#19)車/車頂、HVAC 塊(前/後)施工、尺寸抽驗量測。
2. 編號 019-EMA1-004(#19)車/車頂框架結構及蒙皮焊接施工。
3. 水密試驗場：至合格試驗場進行水密測試。如圖 3-98、3-99 所示。
4. 通知改善事項單 TRA520-0007/編號 010-ED-002(#2)車/確認已將隔音材料塗層去除，進行水密試驗測試，測試結果合格。
5. 通知改善事項單 TRA520-0003/編號 002-EMA1-001(#3)車：確認依車體雨水槽進水改善計畫改善車廂漏水情形，進行水密試驗測試(16:40 開始)，測試結果合格。



圖 3-98 編號 010-ED-002(#2)車



圖 3-99 隔音材料塗層去除

108年12月17日

1. 啟程：11：20 韓國/釜山-金海國際機場 CI189 班次。
2. 抵達：13：00 桃園國際機場。

肆、 專題報告

水密測試

高速行駛中的列車會與列車周圍空氣形成氣壓，此氣壓伴隨著車速變動會對含車體結構、車頭、車頂、空調機組、車門、車窗、車間走道、轉向架(從側邊而非從底部)、車下設備、車外設備箱等區域，造成連續性的搖動，使得列車會慢慢出現氣密性差、噪音及漏水等問題，因此車廂的水密性能就對行駛中列車的安全性及舒適性產生危險因素。

列車製造過程中於全車六面體組合後，進行靜態的水密測試，以期能在最原始狀態下測試水密，並在車廂內裝、塗裝、車門、車窗及相關組件安裝完成後，進行動態水密試驗。

列車車頂處另設計有排水槽，作用為防止雨水從車門處淋濕進出車廂的旅客及列車進出月台時雨水濺濕月台上的旅客，排水槽的排水量就需要考量。

一、 水密測試場所：以昌源工廠水密測試場所為範例

(一)、水密測試基本特性：

- 1.車體水密測試方法依 IEC61133 或同等級標準施行。
- 2.噴嘴噴灑範圍包含車體結構、車頭、車頂、空調機組、車門、車窗、車間走道、轉向架(從側邊而非從底部)、車下設備、車外設備箱等區域，噴灑效果狀似下雨般之環境場景均勻分佈；車輛前後端必須另設輔助設備進行測試，不可有疏漏測試之處，達到整車測試效果。
- 3.測試裝置之噴嘴與車體距離 2 公尺以內，噴水量不得少於 11 L/min/m² 及噴水時間至少連續 10 分鐘以上等基本要求，有關於噴嘴的配置、噴水角度、壓力及車輛移動速度等規劃設計資料，必須提送臺鐵局審核。
- 4.車體水密測試分車體結構焊接完成後及車體配備組裝完成後二階段測試。

(二)、噴水流量的計算如下：

1.公式及定義：

$$\text{流量公式 } W = Q \times N / A$$

$$W : \text{每平方米的流量} [L / \text{min} / \text{m}^2]$$

$$Q : \text{每個噴嘴的流量} [L / \text{min}] = 14.9 (L / \text{min})$$

N : 噴水頭數量

A : 面積

2.計算噴水量：如圖 4-1、4-2 所示。

1) Roof Area 屋頂

$$W = Q \times N / A$$

$$Q = 14.9(L/\text{min})$$

$$N = 68 \text{ 個 (長 17 個 x 寬 4 個)}$$

$$A = 83.1 \text{ m}^2 (20400\text{mm} \times 4076.5\text{mm})$$

$$W = 14.9 \times 68 / 83.1$$

$$W = 12.18 (L / \text{min} / \text{m}^2)$$

2) Side Area 側面

$$W = Q \times N / A$$

$$Q = 14.9(L/\text{min})$$

$$N = 51EA \text{ (長 17 個 x 寬 3 個)}$$

$$A = 48.96 \text{ m}^2 (20400\text{mm} \times 2400\text{mm})$$

$$W = 14.9 \times 51 / 48.96$$

$$W = 15.52 (L / \text{min} / \text{m}^2)$$

3) End Area 端部

$$W = Q \times N / A$$

$$Q = 14.9(L/\text{min})$$

$$N = 20EA \text{ (長 4 個 x 寬 5 個)}$$

$$A = 9.12 \text{ m}^2 (2850\text{mm} \times 3200\text{mm})$$

$$W = 14.9 \times 20 / 9.12$$

$$W = 32.67 (L / \text{min} / \text{m}^2)$$



圖 4-1 水壓壓力錶



圖 4-2 進行水密試驗測試

二、 排水管之排水能力計算：

(一)、雨量等級：以中央氣象局資料為例、如圖 4-3 所示。

1.大雨：24 小時累積降雨超過 80 毫米或 1 小時降雨超過 40 毫米。

2.暴雨、大豪雨和特大豪雨：

豪雨：

24 小時累積降雨超過 200 毫米或 3 小時累積降雨超過 100 毫米。

換算體積為 0.034 m³(3 小時累積降雨超過 100 毫米)。

大豪雨：

24 小時內超過 350 毫米。

換算體積為 0.015 m³(如果 24 小時內超過 350 毫米)。

超大豪雨：

24 小時內超過 500 毫米或以上。

換算體積為 0.021 m³(24 小時內超過 500 毫米)。

新雨量分級定義與警戒事項之關聯		
民國104年 9月 1日正式實施		
名稱	雨量	警戒事項
大雨	80mm/24hr以上 或 40mm/1hr以上	山區：可能發生山洪暴發、落石、坍方。 平地：排水差或低窪地區易發生積淹水。 雨區：強陣風、雷擊。
	200mm/24hr以上 或 100mm/3hr以上	山區：山洪暴發、落石、坍方、土石流。 平地：易發生積淹水。 雨區：強陣風、雷擊、甚至冰雹。
豪雨	350mm/24hr以上	山區：山洪暴發、落石、坍方、土石流、崩塌。 平地：積淹水面積廣大，河川中下游防河水溢淹。 雨區：強陣風、雷擊、甚至冰雹。
	500mm/24hr以上	山區：大規模山洪暴發、落石、坍方、土石流、崩塌。 平地：易有大範圍積淹水。 雨區：強陣風、雷擊、甚至冰雹。
※ 對突發性或連日降雨量未達特報等級，研判有致災之虞，將由中央氣象局發布即時訊息。 ※ 上述警戒事項為通案性描述，因各地對雨量承受度有異，致使災害程度不同。		

圖 4-3 中央氣象局雨量分級表

(二)、排水管排水量：

1.公式及定義：

$$\text{水流量公式 } Q = \varepsilon \varphi AV$$

Q：水流量

$$V = \text{排放速度 } (= \sqrt{2gh})$$

$$g = \text{重力 } (= 9.8 \text{ m/s}^2)$$

$$\varphi = \text{摩擦係數 (對於水 } \varphi = 0.97)$$

$$\varepsilon = \text{施工係數}$$

$$(\varepsilon = 0.97 \text{ 對於光滑圓形的開口})$$

$$(\varepsilon = 0.62 \text{ 對於銳邊的開口})$$

h = 水高

Q_R: 屋頂總雨水量

Q_d：排水管水量

R: 台灣的降雨 (mm/h)

2.以本案排水管準圖及數據為例：如圖 4-4 所示。

2.1.基本數據

1).前排水管數據

排水管尺寸: Ø27.2mm, t=1.45mm

排水管數：2EA

$$d_1 = 27.2 - 2.9 = 24.3 \text{ mm}$$

$$h_1 = 46 \text{ mm}$$

$$A_1 = (2 * \Pi * d_1^2) / 4 = (2 * \Pi * 0.0243^2) / 4 = 9.27 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$V_1 = \sqrt{2gh_1} = 0.95 \text{ m/s}$$

2).後排水管數據

排水管數：2EA

$$A_1 = 2 * 42 * 46 = 3.864 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$V_1 = \sqrt{2gh_1} = 0.95 \text{ m/s}$$

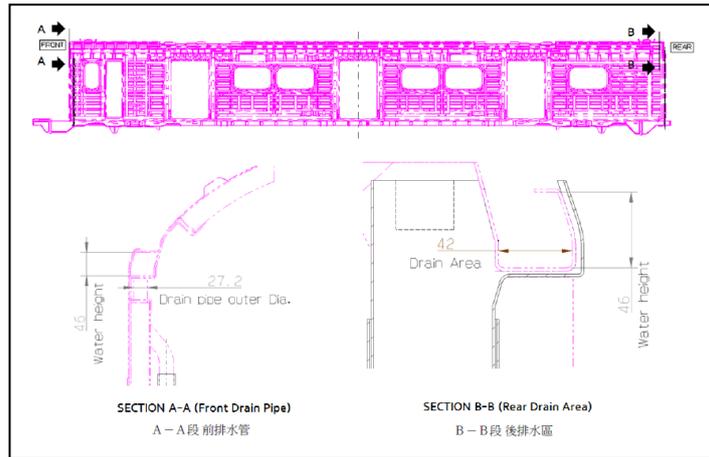


圖 4-4 排水管基準圖

2.2 排水管排水量

$$\text{總水流量 } Q_{d1} = Q_{d1,F} + Q_{d1,R}$$

1). 前排水管水量($Q_{d1,F}$)

$$\begin{aligned} Q_{d1,F} &= \varepsilon \varphi AV = \varepsilon \varphi A_1 V_1 \\ &= 0.97 * 0.97 * (9.27 * 10^{-4} * 0.95) \\ &= 8.287 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 2,983 \text{ mm}^3/\text{h} \end{aligned}$$

2). 後排水管水量($Q_{d1,R}$)

$$\begin{aligned} Q_{d1,R} &= \varepsilon \varphi AV = \varepsilon \varphi A_1 V_1 \\ &= 0.97 * 0.97 * (3.864 * 10^{-3} * 0.95) \\ &= 34.548 * 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \\ &= 12,434 \text{ mm}^3/\text{h} \end{aligned}$$

3). 總排水管水量($Q_{d1} = Q_{d1,F} + Q_{d1,R}$)

$$Q_{d1} = Q_{d1,F} + Q_{d1,R} = (2,983 + 12,434) \text{ mm}^3/\text{h} = 15,417 \text{ mm}^3/\text{h}$$

4). 排水管排水比率

$$\text{前端排水管} : (2,983/15,417) \text{ mm}^3/\text{h} \doteq 19\%$$

$$\text{後端排水管} : (12,434/15,417) \text{ mm}^3/\text{h} \doteq 81\%$$

2.3 車頂總降雨水量(QR)：如圖 4-5 所示。

$$QR = \text{車頂面積(不包含HVAC區塊)} * R(\text{m}/\text{h})$$

$$(19.05 \text{ m} * 2.74 \text{ m}) * R (\text{m}/\text{h}) = 52.197 \text{ m}^2 * R (\text{m}/\text{h})$$

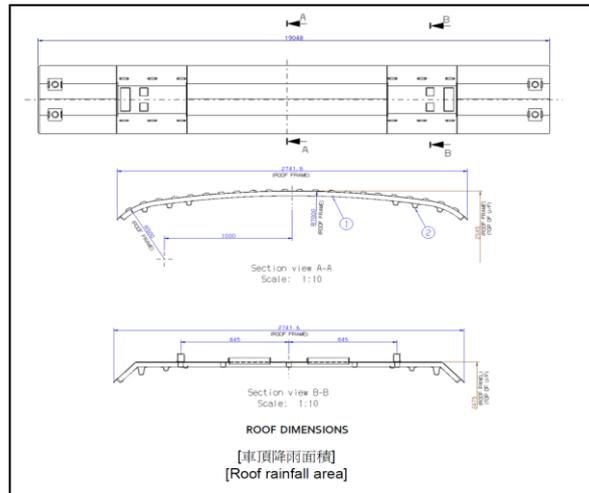


圖 4-5 車頂降雨面積

2.4 最大降雨量：

若滿足 $Q_{d1} > QR$ ，排水管具有足夠的排水能力。

$$Q_{d1} > QR = 15,417 \text{ mm}^3/\text{h} > 52.197 \text{ m}^2 * R \text{ (m/h)}$$

$\therefore R \text{ (m/h)} > 295$ ；排水管具有 295 mm/h 的排水能力。

水密測試主要目的在模擬列車運轉時，遇到大雨或更嚴重的暴風雨等，對列車造成危害範圍。通過此項水密試驗的車廂，可大大提升高速列車的安全性、舒適性及可靠度。

伍、心得與建議

一、心得

(一)、MOXA 國產化產品 (TCMS)：如圖 5-1、5-2 所示。

此次檢驗設備製造商 TCMS 軟體開發進度，在訪問設備廠商工程師時得知，本案 TCMS 設計研發由台灣 MOXA 公司的協助，該工程師並表示 MOXA 的產品在國際間，不論是軟硬體功能提供、協助設備廠商開發功能或產品售後服務上，是 CP 值很高的一家公司。

MOXA 的產品被採用，未來本局 TCMS 的保養維護、設備拆修及故障查修技術等，不論是受訓、技術轉移或日後相關技術的升級，不會有溝通不良、無法升級及技術討論找不到設備商等問題。

政府推動軌道工業相關產業的國產化，國內企業願意投入開發設備，本局有一定的銷售市場，完成一系統的產業鏈後，可大幅減少需要進口設備，而轉由國內廠商接單生產，可增加國內的就業機會，並避免國外廠商的市場壟斷。多方面同時著手改善國內鐵道工業技術，使其本局技術能與世界軌道技術接軌。

MOXA 是國內技術成熟的 3C 產業設備商，選擇自己拿手項目入門，透過相對應的認證及實績，慢慢建立服務團隊，故能從本案眾多供應商中脫穎而出，在龐大的商機及政府的優惠及獎勵下，相信能吸引更多的企業投入形成良性的產業鏈。



圖 5-1 TCMS 軟體工程



圖 5-2 TCMS 軟體工程

(二)、牽引整流器/變流器單元散熱裝置改善：如圖 5-3~5-5 及表 5-1 所示。

IGBT(Insulated Gate Bipolar Transistor/絕緣閘極雙極性電晶體)是輸入端為場效電晶體(MOSFET)、輸出端為雙極性電晶體(BJT)構造的複合式半導體元件，又利用了 BJT 的雙載流子達到大電流(低導通壓降)的目的，具有 MOSFET 閘極電壓控制方式(高輸入阻抗)及 BJT 的雙載子大電流的方式(導通電壓低)，進而達到較快速切換速度、驅動功率小、飽和壓降低、控制電路簡單及承受電流大等優點，廣泛運用於 600V 以上變流系統。本局不論電力機車、城際列車及通勤電聯車等大電力牽引變頻/整流器控制模組中均使用此型式電力電子元件。

隨著 IGBT 的工作電壓、電流等級的提高，IGBT 工作的可靠度也越來越嚴格提升。C/I 模組的不良原因依故障單元，可大致分為控制晶片單元故障和控制模組單元故障。引起 C/I 模組故障的原因，有電源端或負載端變動超過額定值、電源電路或控制電路故障、散熱裝置故障及模組電路擊穿等，不論是哪種故障可概分為絕緣崩潰和熱崩潰，其中絕緣崩潰會受熱崩潰影響。

熱崩潰原因有模組散熱裝置不良、電流過大、涌浪電流衝擊、短路電流衝擊等。涌浪電流衝擊和短路電流衝擊產生的熱量，使晶片瞬間熱過載，晶片局部溫度快速上升使 PN 介面崩潰而發生失效，通常由一個或若干個衝擊周期內引起。模組散熱不良和電流過大是因產生的熱量，不能被完全交換至外部，而在內部形成熱量累積，使晶片溫度變成惡性循環持續上升，最終也是使 PN 介面崩潰，通常由連續工作周期內產生。

現在 IGBT 技術日益成熟，也由於功率密度的提高、晶片面積的減小，其自身的散熱能力會變差，本次購案為改善熱交換率，將 C/I 散熱板增加數量，減少連續週期工期中產生的熱累積，並採用工作電流較高的晶片，減少瞬間電流衝擊造成熱無法轉移產生的熱崩潰。多管齊下減少 IGBT 的故障點，可加晶片使用年限，減少設備成本的支出及減少庫存成本；可減少現場的工作量，人力調度較不吃緊；提高車輛妥善率、車隊調度較靈活、減少故障率等都有助提升企業形象。

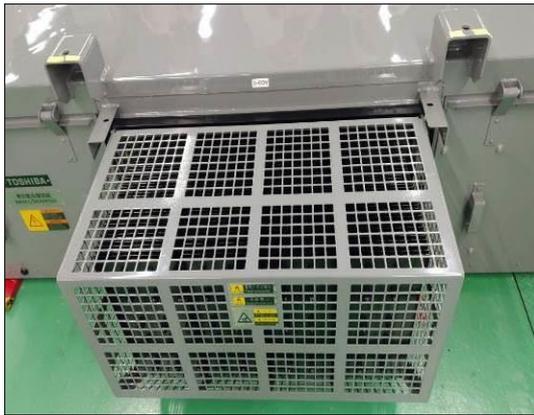


圖 5-3 CI-整流器單元



圖 5-4 CI-變流器單元

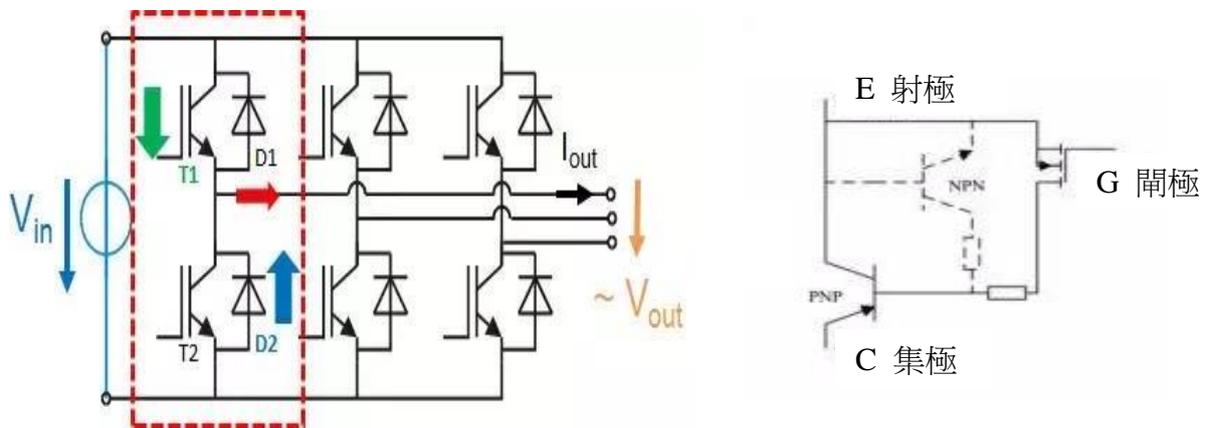


圖 5-5 IGBT 整流電路圖及 IGBT 元件示意圖

	BJT	MOSFET	IGBT
結構示意圖			
驅動方式	基極電流	閘極電壓	閘極電壓
驅動電流	雙載子	單一載子	單一載子
驅動功率	高	低	低
輸入組抗	低	高	高
切換速度	慢(us)	快(ns)	中
飽合電壓	低	高	低

表 5-1 元件示意圖及特性比較表

(三)標準作業程序的修訂：如圖 5-6~5-12 所示。

標準作業程序是對經常性、重複性等作業，如各種檢驗、維修及操作，加上本局累積的技術、經驗及技術文件，將目標拆分成數個步驟，以統一格式將執行過程予以撰寫成書面文件保存，減少因人員退休、離職等異動時增加的故障率，長期改善可將個人的經驗累積為本局的財富。

標準作業程序編寫完成，要經過現場教育訓練檢視邏輯可行，才可以生效簽發，生效後再全面進行教育訓練。製作完成生效的程序書可供新進人員經過在職訓練，能具有正確一致的修車觀念、縮短正式訓練時間，修車效率及品質不致出現太大落差。

標準作業程序往往讓人覺得是機械化的訓練、沒考慮人性化的管理，無法有效在現場操作，有時是制定後未滾動檢討程序書，造成可操作性下降、過於繁雜不切實際，所以隨者時間、設備而有所改變時，標準作業程序實施一段時間必須要修訂。

標準作業程序書：以 TOSHIBA 公司為範例

- 1.封面：包含程序書的基本資料讓使用者有檢索依據，如編輯公司名稱、程序書序號、程序書目的、程序書發行資料及撰寫、審核人員等資料。讓使用者拿到程序書能有一個工作概念形成。



圖 5-6 作業程序書封面

2. 修訂紀錄：登載程序書修訂紀錄。

從程序書開始建立，每次修訂記錄都要登載並紀錄簽核，使書面資料完整以便索引。

TOSHIBA				
KD-SEA-449-003 Rev3				
修訂紀錄				
修訂版	日期	修訂人	核准人	備註
0	2019年5月29日			首次發佈
1	2019年6月24日			第 9.11.6 節：新增敘述。
2	2019年7月26日	K. Naito	H. Aoki	第 9.3.1 節：修改

臺灣鐵路管理局 / 空調通勤電聯車 520 輛 2 of 32 牽引馬達型式測試程序

圖 5-7 修訂紀錄

3. 目錄編輯：登載程序書內容及對應頁碼，方便使用者索引。

TOSHIBA	
KD-SEA-449-003 Rev3	
目錄	
1	目標 9
2	測試先決條件 9
3	測試所需的文件 9
4	所需的測試設備 9
5	測試人員 10
6	測試設備 10
7	測試設置 10
8	測試項目 12
9	測試順序 13
9.1	外觀及尺寸檢查和質量測量 13
9.1.1	測試要求 13
9.1.2	測試條件 13
9.1.3	需測量的數據 13
9.1.4	測試程序 14
9.1.5	通過/失敗標準 14
9.1.6	測試結果 14
9.2	繞組電阻測量 15
9.2.1	測試要求 15
9.2.2	測試條件 15
9.2.3	需測量的數據 15
9.2.4	測試程序 15
9.2.5	通過/失敗標準 16
9.2.6	測試結果 16
9.3	溫升 16
9.3.1	測試要求 16
9.3.2	測試條件 16
9.3.3	需測量的數據 17
9.3.4	測試程序 17
9.3.5	通過/失敗標準 17
9.3.6	測試結果 18

臺灣鐵路管理局 / 空調通勤電聯車 520 輛 4 of 32 牽引馬達型式測試程序

圖 5-8 目錄

4. 作業內容：



圖 5-9 作業內容

(1). 目標：本次測試時所希望達成的目的。

訂定牽引馬達型式測試時之作業程序，讓測試人員測試時有所依據，防止測試時發生錯誤。訂定測試交流牽引馬達時之作業程序，使測試交流牽引馬達執行時有所依循、能有效控制，防止測試時誤用之情形。

(2). 測試先決條件：需搭配的三階作業標準書文件。

內文已規範測試流程、測試過程、權責及記錄則可不編指導書。

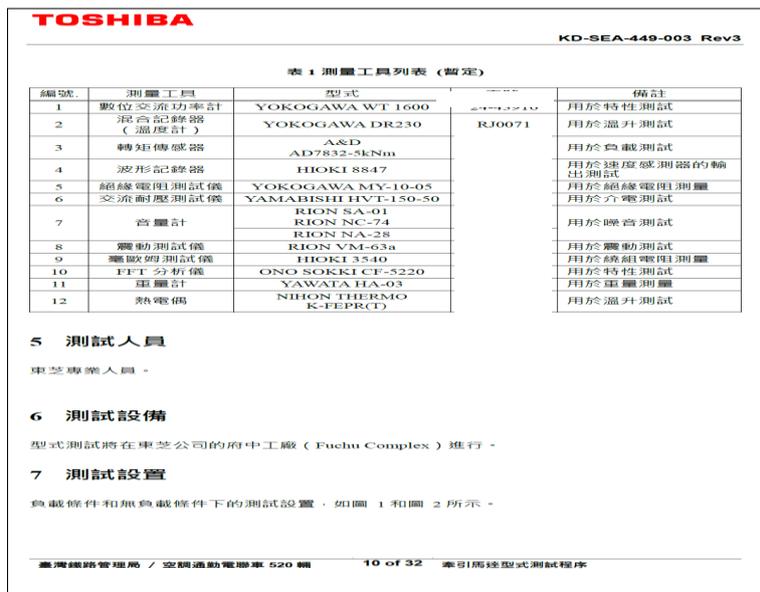


圖 5-10 測量工具列表

(3). 測試所需的文件：填寫本程序書所依據的各項內部及外部之標準或法令。

所依據的國際標準如 IEC、設計的標準值、需要的設計圖面。

所需的測試設備：表列測試工具、需要的設備及相關規定。

(4). 測試人員：使用本程序書的相關作業人員。

作業人員須經過完整教育練合格者。

(5). 測試設備：測試地點或測試工場。

第三方認證的廠房設備、機具設備經合格認證的場地

(6). 測試設置：依不同的測試項目，設計不同的測試型式。

模擬現場實際工作情形。



The image shows a page from a Toshiba test program document. At the top left is the TOSHIBA logo. At the top right is the document ID 'KD-SEA-449-003 Rev3'. The section title is '8 測試項目' (8 Test Items). Below the title, it says '測試項目如表 2 所示' (Test items are shown in Table 2). The table is titled '表 2 測試項目' (Table 2 Test Items) and has three columns: '測試類別' (Test Category), '章節' (Chapter), and '備註' (Remarks). The table lists 11 test items, with some grouped under a parent category (5). The items are: (1) 外觀尺寸檢查和質量測量 (9.1, -), (2) 繞組電阻測量 (9.2, -), (3) 溫升 (9.3, IEC 60349-2), (4) 短時間熱測試/熱機測試 (9.4, IEC 60349-2), (5) 特性 (9.5, IEC 60349-2), (5.1) 轉矩 (9.5, IEC 60349-2), (5.2) 損失 (9.6, IEC 60349-2), (6) 超速 (9.7, IEC 60349-2), (7) 介電 (9.8, IEC 60349-2), (8) 震動 (9.9, IEC 60349-2), (9.10, IEC 60349-2), (10) 絕緣電阻測量 (9.11, -), and (11) 速度感測器測試 (9.12, -). At the bottom of the page, there is a footer: '臺灣鐵道局 / 台灣電力公司 12 of 32 牽引馬達型式測試程序'.

測試類別	章節	備註
(1) 外觀尺寸檢查和質量測量	9.1	-
(2) 繞組電阻測量	9.2	-
(3) 溫升	9.3	IEC 60349-2
(4) 短時間熱測試/熱機測試	9.4	IEC 60349-2
(5) 特性	-	IEC 60349-2
(5.1) 轉矩	9.5	IEC 60349-2
(5.2) 損失	9.6	IEC 60349-2
(6) 超速	9.7	IEC 60349-2
(7) 介電	9.8	IEC 60349-2
(8) 震動	9.9	IEC 60349-2
	9.10	IEC 60349-2
(10) 絕緣電阻測量	9.11	-
(11) 速度感測器測試	9.12	-

圖 5-11 測試項目

(7). 測試項目：本程序書所要做的測試項目。

以相同的程序測試目標，為目標品質保證的參考指引。

依測試項目製作所衍生之各項表單或相關附件。

9	測試順序	13
9.1	外觀及尺寸檢查和質量測量.....	13
9.1.1	測試要求	13
9.1.2	測試條件	13
9.1.3	需測量的數據	13
9.1.4	測試程序	14
9.1.5	通過/失敗標準.....	14
9.1.6	測試結果	14
9.2	繞組電阻測量.....	15
9.2.1	測試要求	15
9.2.2	測試條件	15
9.2.3	需測量的數據	15
9.2.4	測試程序	15
9.2.5	通過/失敗標準.....	16
9.2.6	測試結果	16

圖 5-12 測試順序

(8). 測試順序：對各測試環節，明確定義測試目標、可量化的數據、操作方法、測試標準及表單。

標準作業程序並不能保證車輛維修不會出問題，但可降低新進人員進入職場時對工作程序及流程的不安及恐懼，除作為在職訓練教材外，可協助找出不良原因，並提供其他單位學習與應用，建立一個完整容易辨識的作業程序書，會使現場同仁願意去實施，可作為預防性及妥善性的維護，避免重複犯錯的損失。

(四) 設備絕緣阻抗量測：如圖 5-13 所示

設備絕緣材料的電阻值稱為絕緣電阻。通常絕緣電阻一般達幾十兆歐以上。絕緣電阻會因溫度、厚薄、表面狀況（水分、污物等）的不同而存在較大差異。

絕緣材料在電場作用下將發生極化、電導、介質發熱、擊穿等物理現象，長期工作將會出現老化現象，因此電氣產品可由絕緣值的量測，決定需要提早時機。固體絕緣物質被擊穿後則不可逆地完全喪失了其電氣絕緣性能。因此電氣線路與設備的絕緣選擇必須與電壓等級相配合，而且須與使用環境及運行條件相適應，以保證絕緣的安全作用。尤其是高壓變壓器

絕緣劣化會造成局部放電，會對列車及車上人員造成相當大的危害，建議不僅是設備在保養時的絕緣量測，也要做號紀錄並加以研判安全性

(五)、設備電壓抗擾性量測：如圖 5-14 所示

干擾是指對有用訊號其發射信號與接收信號不同，嚴重時會造成訊號的誤判。干擾分實體線路直接耦合及無線電等模式。列車用電範圍含括具交流性質的如單相 25KV 電車線電壓、三相 440VAC 空調機、單相 110VAC 電器插座、110VDC 電瓶電壓；具諧波性質如靜態變流器輸出為含諧波的 3 相 440V 60Hz 電壓；具直流性質的如 24VDC 之充電、點燈、門機控制、旅客資訊設備系統(旅客資訊及播音系統、行車紀錄影音輔助設備等)等，架構出一個彼此間互相關聯的電力網。

通常測試分為直流耐壓試驗及額定頻率耐壓試驗。直流耐壓試驗-改變不同輸入電壓時洩漏電流的數值，製作製洩漏電流—電壓特性曲線。額定頻率耐壓試驗-輸入電壓為設備額電壓的 1 倍或以上但不低於 1000V，測試時間為 1 分鐘。電氣設備經耐壓試驗能發現設備絕緣的受潮、老化及絕緣結構是否能夠承受電力網上的過電壓(例如閉合空載線路，切斷空載變壓器，系統內發生單相弧光接地等)；由於試驗電壓高，容易在測試時損壞被試設備。

為避免電力網中異常發生造成列車故障，平常大修時拆下的設備就需量測，如分成單體量測(發電機激磁繞組)、組成總成(發電機)時量測及迴車後單車量測、全編組量測等並記錄數據，讓故障品能提早預防保養，減少上線運轉時造成故障。



圖 5-13 TCMS 設備絕緣阻抗量測



圖 5-14 TCMS 設備電壓抗擾性量測

二、建議

(一)、加強日後各型車輛散熱鰭片之清潔

現在 IGBT 技術日益成熟，也由於功率密度的提高、晶片面積的減小，其自身的散熱能力會變差，本次購案為改善熱交換率，將 C/I 散熱板增加數量，減少連續週期工期內產生的熱累積，並採用工作電流較高的晶片，減少瞬間電流衝擊造成熱無法轉移產生的熱崩潰。多管齊下減少 IGBT 的故障點，可加晶片使用年限，減少設備成本的支出及減少庫存成本；可減少現場的工作量，人力調度較不吃緊；提高車輛妥善率、車隊調度較靈活、減少故障率等都有助提升企業形象。

(二) 訂定維修標準作業程序

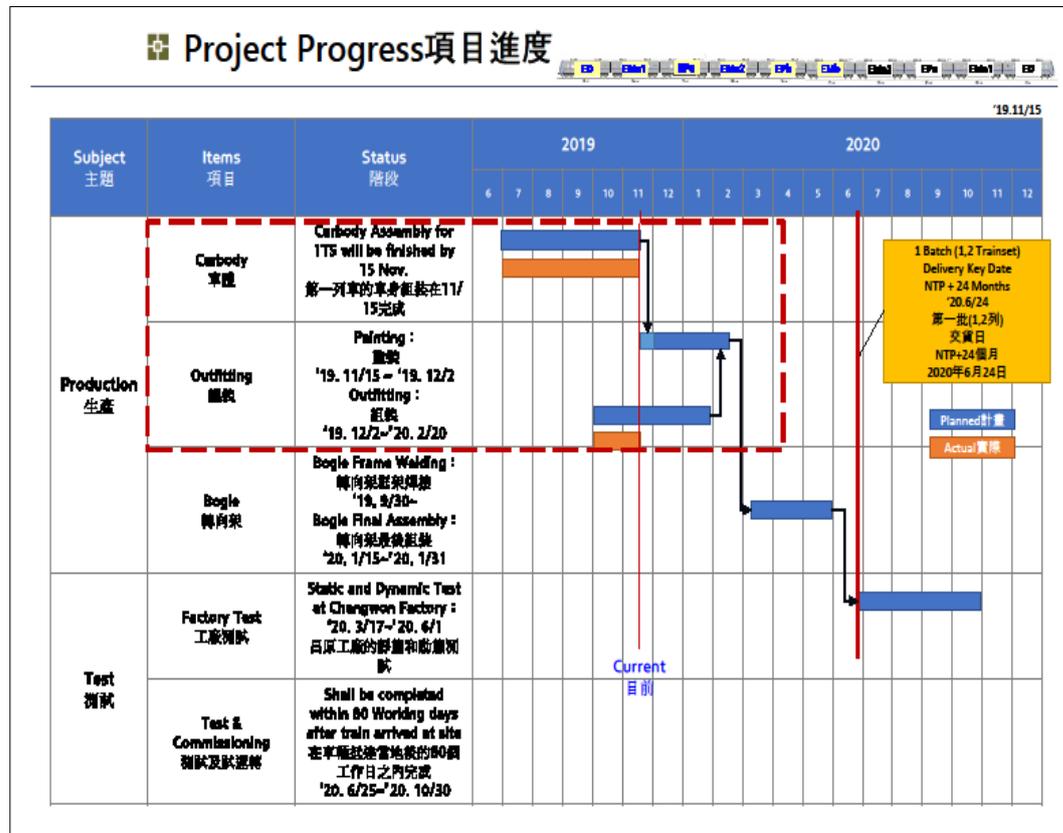
標準作業程序是對經常性、重複性等作業，如各種檢驗、維修及操作，加上本局累積的技術、經驗及技術文件，將目標拆分成數個步驟，以統一格式將執行過程予以撰寫成書面文件保存，減少因人員退休、離職等異動時增加的故障率，長期改善可將個人的經驗累積為本局的財富。

(三)、購車時評估變壓器的最大效率

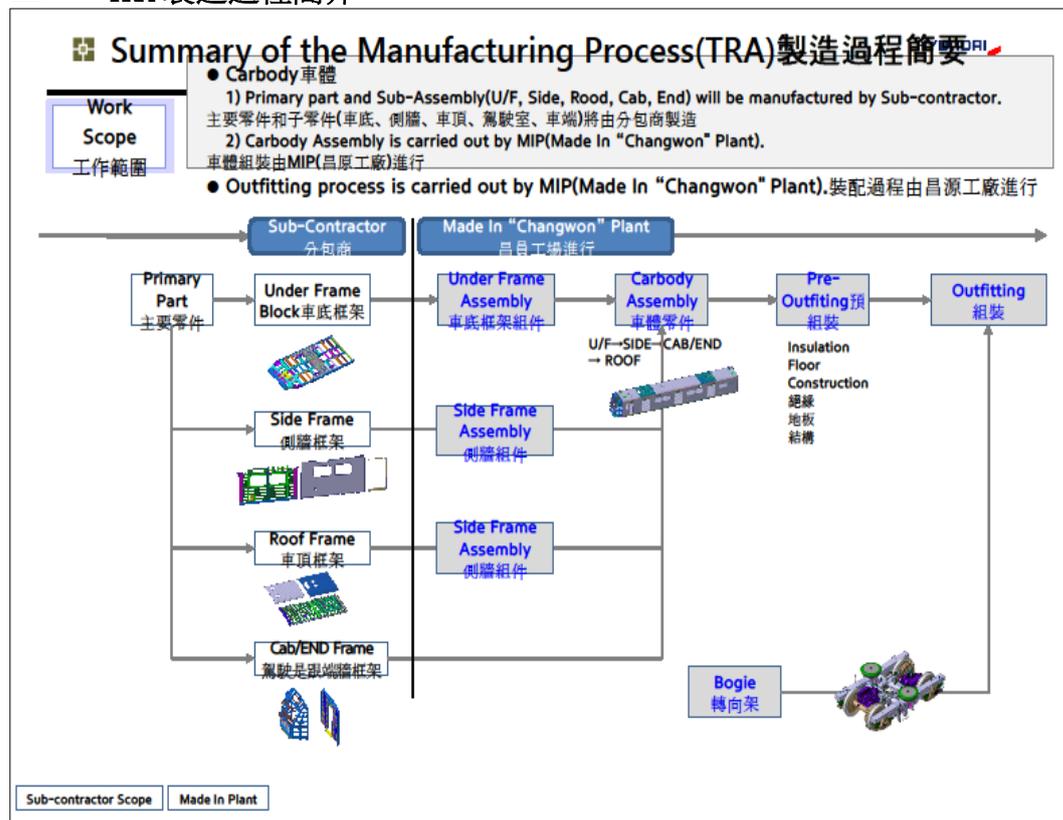
變壓器是一種靜止電機，其主要損失來自鐵損與銅損，所以我們在使用變壓器時，通常會設計讓鐵損比滿載銅損略低，讓最大效率發生於滿載與半載之間。目前相關車輛之主變壓器多處於輕載狀態(半載以下)，建議未來購車時，能調整變壓器運作容量在半載以上，以使其效能發揮最大利用率。

附錄一、韓國樂鐵公司/昌原工廠車輛製造 PPT-公開版

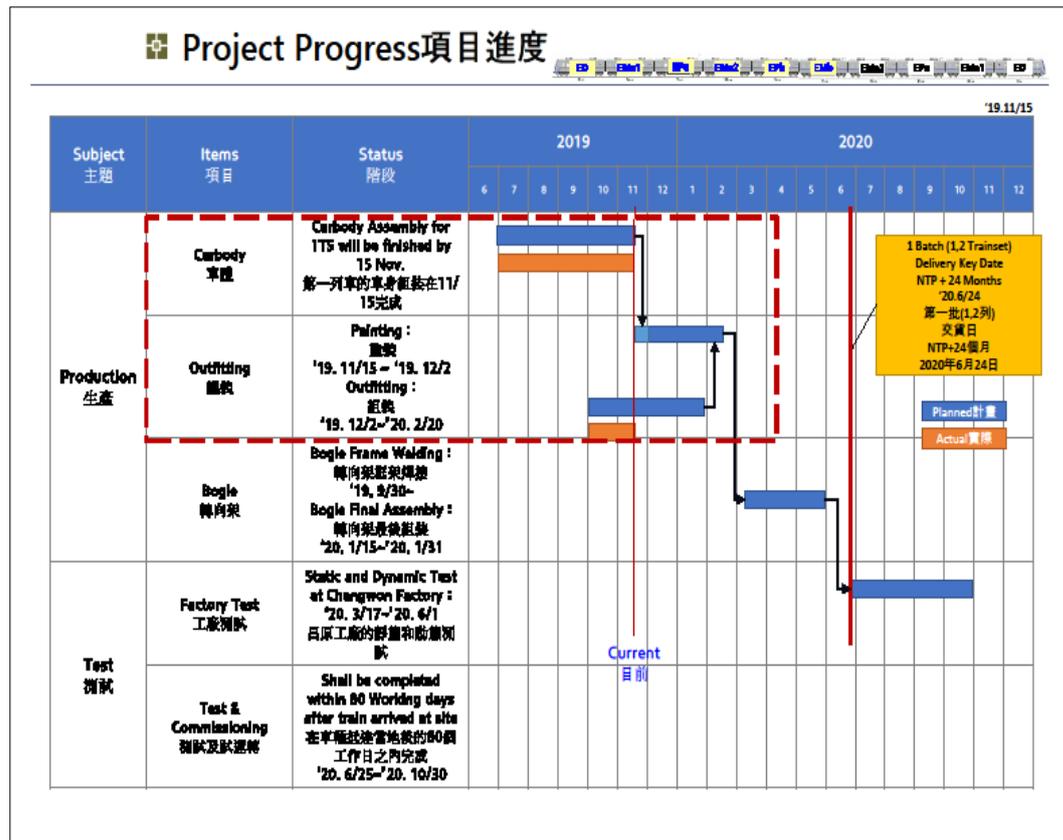
一、 第一列及第二列車項目進度表



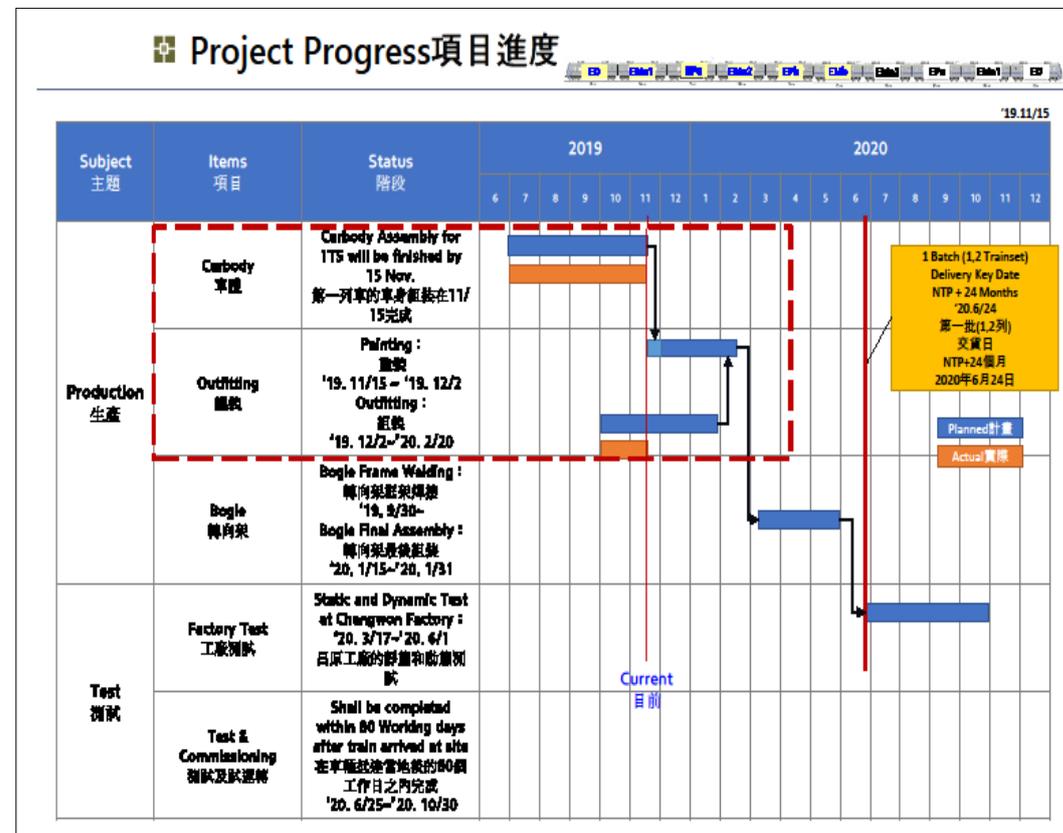
二、 TRA 製造過程簡介



三、 現代樂鐵車體製造方法概述



四、 現代樂鐵車體各部製造方法概述



空調通勤電聯車520輛

2019. 12. 9

Improvement action plan for water Ingress of carbody rain gutter 車體雨水槽進水改善計畫

Improvement plan for water Ingress of carbody rain gutter 車體雨水槽進水改善計畫

Overview 摘要	Water Ingress through the joint between side panel and rain gutter 水邊側板及雨水槽的連接處滲入
Cause 原因	Sealing imperfection of the joint between side panel and rain gutter 側板及雨水槽間的連接處密封不良



Figure 1. Carbody rain gutter section
圖1. 車身雨水槽部分

Solution 方案	<p>Change joining method 變更接合方式: Sealing 密封 → Continuous welding 連續焊接</p> <p>1) Train set #1,2 第一二列車: Sealing removal 清除密封 → Liner insertion for 3 mm gap compensation (if necessary) 襯板插入, 可補3mm的縫隙(必要時) + Continuous welding 連續焊接</p> <p>2) Train set #3~ 第三列車之後: Side panel size adjustment for 3 mm gap removal 調整側板尺寸以消除3mm的縫隙 + Continuous welding 連續焊接</p>
----------------	---

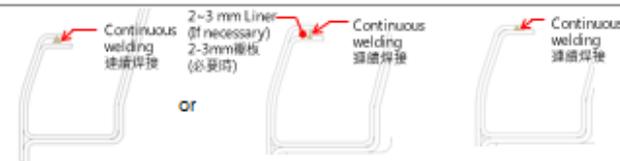


Figure 2. Train set #1,2
圖2. 第一二列車

Figure 3. Train set #3 -
圖3. 第三列車之後



Figure 2. Water Leakage
圖2. 漏水



Figure 3. Water Leakage
圖3. 漏水



Final improvement plan for water Ingress of carbody rain gutter

最終解決方案 Final solution

我們進行了幾次銲接測試，以最大程度地減少銲接變形。結果，我們希望提出如下最終解決方案。
We have conducted several welding tests to minimize weld deformation and as a result, we would like to propose a final solution as follows.

1. 銲接接合方式：密封 → 連續銲接 (TIG)
 1. Change joining method : Sealing → Continuous welding (TIG)
2. 原方式-現行方式
 - 1) # 1,2 列車：拆下密封 → 襯板插入以補償3 mm間隙 (如有必要) + 連續銲接
 - 2) # 3 列車以後：調整側板尺寸以消除3 mm的間隙+連續銲接
2. As-is
 - 1) Train set #1,2 : Sealing removal → Liner insertion for 3 mm gap compensation (If necessary) + Continuous welding
 - 2) Train set #3 ~ : Side panel size adjustment for 3 mm gap removal + Continuous welding



3. 未來進行方式
 - 1) # 1,2 列車：上側板切割 (去除密封) + 連續銲接 (TIG)
 - 2) # 3 列車以後：側面上板形狀調整+連續銲接 (TIG)
3. To-be
 - 1) Train set #1,2 : Side upper panel cutting (sealing removal) + Continuous welding (TIG)
 - 2) Train set #3 ~ : Side upper panel shape adjustment + Continuous welding (TIG)

Final improvement plan for water Ingress of carbody rain gutter

原方式-現行方式 AS-IS

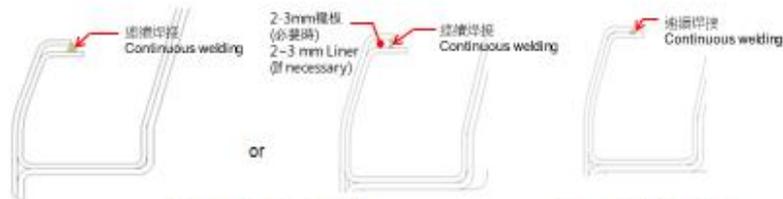


Figure 1. Train set #1,2
圖1. #1,2 列車

Figure 2. Train set #3 ~
圖2. #3 列車

未來進行方式 TO-BE



Figure 3. All train set
圖3. 全列車



Figure 4. Welding sample result
圖4. 銲接樣結果

附錄三、雨水槽焊接部位平直度方案

空調通勤電聯車520輛

[TRA空調通勤電聯車520輛 缺失事項(TRA520-00009)/ 대만 TRA 전동차 520량 - 감독관 지적사항(TRA520-00009)]

檢討確保雨水槽焊接部位平直度方案

레인거터 용접부 직진도 확보방안 검토

TRA520-00009 要求改善檢討書/개선요청 검토서

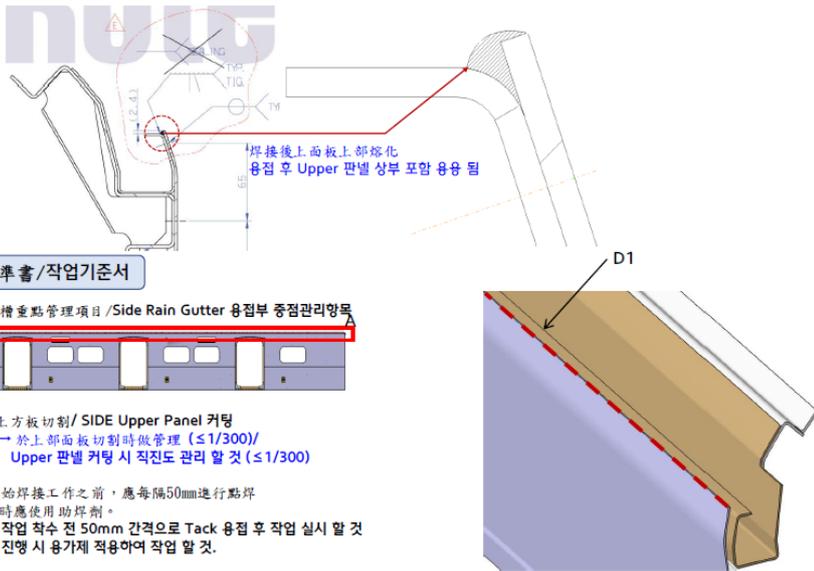
<p>現象/ 要求改善事項 현상/ 개선요청사항</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 側雨水槽的設計更改(密封→全焊接)未按照樂鐵建議的製造標準進行製造。 圖面中保持2mm凸緣，但是由於焊接後熔化等問題，導致焊接線不均勻(表面不平整)。 ● 사이드 레인거터 설계변경(빌링 → 전용점) 사항에 대해 로템에서 제시된 제작 기준대로 제작이 되지 않음. 도면상 2mm 플랜지가 유지되게끔 되어 있으나, 용접 후 용융 등의 문제로 용접라인이 울퉁불퉁함 (면이 고르지 않음). <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="478 1366 710 1556"> </div> <div data-bbox="758 1366 997 1556"> </div> </div> <p>不平整處: 無光滑度 側上方板: 側面上側平滑部位 불평정처: 평할도 안나오는 곳 측상방판: 측면 상부의 평평한 부위</p>
<p>原因/원인</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 手動切割上方面板的上部→表面不平整/ UPPER 판넬 상부 수작업 커팅 실시 → 면이 고르지 않음 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="430 1624 805 1825"> </div> <div data-bbox="813 1657 1308 1825"> </div> </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 注入助焊劑後焊接，焊接後進行焊縫磨光→表面不平整/ 용가제 삽입 후 용접 실시, 용접 후 비드 사상작업 실시 → 면이 고르지 않음 <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="430 1848 582 1993"> </div> <div data-bbox="590 1848 790 1993"> </div> <div data-bbox="798 1848 989 1993"> </div> <div data-bbox="997 1848 1157 1993"> </div> <div data-bbox="1165 1848 1340 1993"> </div> </div>

TRA520-00009 要求改善檢討書/개선요청 검토서

검토결과
(1~21호)
검토결과
(1~21호)

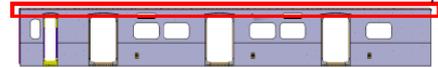
- 在圖面中含括焊縫並建立較高的平滑度管理標準 (透過反映在工作標準書中且包含在重點管理項目裡)
도면에 용접비드 포함 및 상부 평활도 관리 기준 수립 (작업기준서 반영 하여 중점관리 항목에 포함)

圖面
도면



工作標準書/작업기준서

▣ 側邊雨水槽重點管理項目/Side Rain Gutter 용접부 중점관리항목



1. 側上方板切割/SIDE Upper Panel 커팅
→ 於上部面板切割時做管理 (≤1/300)/
Upper 판넬 커팅 시 직진도 관리 할 것 (≤1/300)



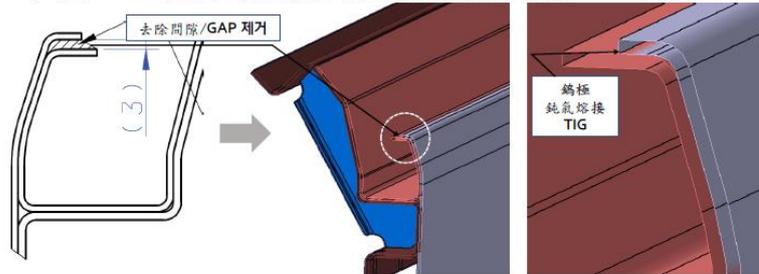
2. 在開始焊接工作之前，應每隔50mm進行點焊
焊接時應使用助焊劑。
용접 작업 착수 전 50mm 간격으로 Tack 용접 후 작업 실시 할 것
작업 진행 시 용가제 적용하여 작업 할 것.

3. 焊接工作結束後，應實施焊接面磨光/용접 작업 완료 후 용접면 사상작업 실시
→ 精加工時，使D1平直度≤1/300/사상작업 시 D1 직진도 ≤1/300 관리 할 것.

TRA520-00009 要求改善檢討書/개선요청 검토서

검토결과
(22-512호)
검토결과
(22호 ~ 512호)

- 去除初始圖面的3mm間隙後，長桁的上部與上方面板表面密合以進行鈎極純氬熔接 (TIG) 焊接。
초기 도면의 3mm GAP 제거 후 캔트레일 상면에 Upper 판넬면을 밀착시켜 용접(Tig) 작업 실시



- 工作時注意事項 (臨時間距, 防止溶化等) 制定工作標準書和教育及管理焊接工/
작업 시 주의사항 (가접 간격, 용량방지 등) 작업기준서 작성 및 작업자 교육/관리 실시
- 焊接時, 雨水槽上方平直度管理/ 용접 시 레인거터 상부 직진도 관리 (≤1/300)



預期效果/기대효과

- ✓ 焊接前後無須磨光
- ✓ 僅在焊接後酸洗
- ✓ 焊接線於外部不可見
→ 美觀度提升
- ✓ 용접 작업 전/후 사상작업 불필요
- ✓ 용접 후 산세척 만 실시
- ✓ 용접라인 외측에서 보이지 않음
→ 미려도 개선