

出國報告書（出國類別：其他）

傾斜式電聯車（太魯閣號）16 輛購案  
監造檢驗及監督（第 1 梯次）

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：副工程司 鍾永凱

助理工務員 林天舜

派赴國家：日本

出國期間：104 年 10 月 26 日至 11 月 16 日

報告日期：105 年 2 月 16 日



## 摘要

為配合國家交通建設政策的推行，以因應本島東西部旅客需求量的增加，並加速汰換老舊車輛，台灣鐵路管理局95年及101年分別購入太魯閣自強號（48輛）及普悠瑪自強號(136輛)列車後，再次後續擴充4組(32輛)傾斜列車，並分別向日商日立株式會社及日本車輛製造株式會社各自購置2組(16輛)自強號，且預定於104年12月底陸續交車投入營運，以強化臺鐵局營運車隊及服務品質，並符合國家整體交通運輸及觀光政策需求。

本小組為太魯閣自強號之第一梯次監造人員，為了確保車輛品質依契約規範規定赴車輛原製造廠監造檢驗工作，以確保車輛性能及製造品質符合規範要求，並於各項牽引動力系統、空氣供給及軀機系統、輔助電源系統及客室設備等，分別與原廠設計人員及製造品管相關人員進行技術研討及修正，以符合本局所需之品質。

本局所增購之2組列車太魯閣自強號，預定105年1月陸續交車投入營運後，東西部幹線的運能將為之增加，對於本局之運能及解決旅客運輸需求，將有莫大之助益。



## 目 次

壹、目的-----	02
貳、監造週報表-----	03
參、監造(檢驗)過程-----	06
一、列車動力系統-----	06
二、列車牽引馬達-----	07
三、列車電力變壓器-----	08
四、列車真空式廁所-----	09
五、SIV 輔助動力系統-----	10
六、供氣系統裝置-----	11
七、客室座椅-----	12
八、車間跳線-----	13
肆、心得與建議-----	14
一、心得-----	14
二、建議-----	22
伍、全自動連結器專題報告-----	23
陸、附件-----	29

## 壹、目的:

本局為了因應東西部旅客運量激增需求及縮短行車時間與提升服務品質，分別增購2組太魯閣自強號以強化整體營運車隊，為了確認車輛性能及製造品質符合規範，本批監造人員於104年10月26日起至11月16日止至日本車輛製造廠，執行為期22天之監造檢驗及監督確認工作。

此行目的為赴各設備製造廠執行檢驗、測試、製造及組裝過程之品質監造檢驗等工作，包括牽引動力系統製造廠、牽引馬達製造廠、空氣供給及軀機製造廠、輔助電源系統製造廠、座椅製造廠、動力跳線及控制跳線製造廠、真空廁所及水箱製造廠等。

也藉此監造機會學習先進國家車輛製造、維修、保養與管理等相關技術，期能提升自我能力與維修品質進而降低車輛事故，讓行車安全及旅客滿意度更加提升。

## 貳、 監造週報表

第一週

傾斜式電聯車(太魯閣號)16輛購案出國監造		
期間:自104年10月26日至11月16日止		
日期	星期	辦 理 事 項
10月26日	一	1、去程(松山機場搭乘中華航空→羽田機場→大井町市) 2、入住東橫旅館。
10月27日	二	1、日立車輛水戶工廠說明動力模組製造進度。 2、安全教育。 3、製造動力模組工場巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
10月28日	三	1、日立車輛山手工廠說明牽引馬達製造進度。 2、安全教育講習。 3、製造牽引馬達工場巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
10月29日	四	1、日立車輛國分工廠說明車輛變壓器製造進度。 2、安全教育講習。 3、製造變壓器工場巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
10月30日	五	1、移動日:日立市→川崎市。 2、入住東橫旅館。
10月31日	六	例假
11月1日	日	例假
備註:		

監造人員: 鍾永凱

林天舜

第二週

傾斜式電聯車(太魯閣號)16輛購案出國監造		
期間:自104年10月26日至11月16日止		
日期	星期	辦 理 事 項
11月2日	一	1、五光神戶工廠說明廁所裝置製造進度。 2、工廠安全教育講習。 3、製造廁所設備工場巡查生產工作流程及檢查試驗狀況。
11月3日	二	1、材料檢驗報告審查。 2、製造測試報告審查。
11月4日	三	1、移動日：東京市→神戶姬路市 2、入住東橫旅館。
11月5日	四	1、富士電機工廠說明輔助電力供應裝置製造進度。 2、安全教育講習。 3、製造輔助電力供應裝置工場巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
11月6日	五	1、納博特斯克工廠說明供氣系統裝置製造進度。 2、安全教育講習。 3、製造供氣及剎車系統供應裝置巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
11月7日	六	例假
11月8日	日	例假
備註:		

監造人員：鍾永凱  
林天舜

第三、四週

傾斜式電聯車(太魯閣號)16輛購案出國監造		
期間:自104年10月26日至11月16日止		
日期	星期	辦 理 事 項
11月9日	一	1、移動日:神戶市→新大阪市。 2、入住東橫旅館。
11月10日	二	1、住江工廠說明客室座椅製造進度。 2、安全教育講習。 3、製造座椅工場巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
11月11日	三	1、移動日:新大阪市→品川市 2、入住東橫旅館
11月12日	四	1、材料檢驗報告審查。 2、製造測試報告審查。
11月13日	五	1、YUTAKA 高崎工廠說明車輛跳線製造進度。 2、安全教育講習。 3、製造跳線工場巡查該生產工作流程及檢查試驗狀況。
11月14日	六	例假
11月15日	日	例假
11月16日	一	返國:品川市→羽田機場→松山機場。

監造人員: 鍾永凱  
林天舜

## 參、 監造(檢驗)過程

本次監造(檢驗)傾斜式電聯車(太魯閣號) 牽引動力系統、牽引馬達、空氣供給及軔機、輔助電源系統、座椅、動力跳線及控制跳線、真空廁所及水箱等製造及製品試驗項目，以下介紹其概要。

### 一、列車動力系統(日立車輛水戶工廠)

依據規範牽引動力整流／變流器之設計應符合IEC 60146-2之規定，或符合同等級標準臺鐵局所同意之規範，施行型式測試與例行測試。

(一)日立公司水戶工廠為專門製造、組裝、整合測試動力變流器系統之現代化工場。

(二)依IEC 60146-2之製品測試項目與日立工廠之例行測試如下：(如附件一)

- 1、目視確認：外觀檢查符合IEC 60146-2測試項目7.3.1之規定。
- 2、設計尺寸檢查：依IEC 60146-2測試項目7.3.1之規定，量測製造完成實體尺寸符合設計文件規定。
- 3、AC絕緣耐壓：依IEC 60146-2測試項目7.3.3之規定，在回路與框架間以交流電壓做絕緣值耐壓試驗符合設計值。
- 4、保護動作確認試驗：依IEC 60146-2測試項目7.3.4之規定，使用中如有異常狀況發生，保護機制的測試與確認均符合設計值。
- 5、過負荷試驗：依IEC 60146-2測試項目7.3.7之規定，在負荷變動時如過負荷狀態下的測試，以確保裝置之安全均符合設計值。
- 6、其它例行測試：電子基板測試、測台一定時間的運轉測試及機能試驗、繼電器機能測試、動力負載測試等均符合日立工廠例行測試規定。(如圖3-1.2.3.4)



圖 3-1 動力系統檢查



圖 3-2 馬達接觸器組裝



圖 3-3 動力系統散熱片組裝



圖 3-4 動力系統配件組裝

## 二、列車牽引馬達(日立車輛山手工廠)

每一輛馬達車應裝置 4 個 3 相交流感應非同步自體冷卻，絕緣應為 H 級以上之牽引馬達，牽引馬達應安裝於轉向架上，直接經由撓性連結裝置連接單級減速齒輪組再傳動至車軸，且為最新型式及經實際軌道營運驗證之設計，牽引馬達應能整具完全互換，所有應定期更換之元件(無論是機械式或電力式)，亦應可完全互換。依據規範規定牽引馬達應依照 IEC60349-2 或同等級標準臺鐵局所同意之規範，施行型式測試與例行測試。

(一)該日立山手工廠為馬達專門生產製造、組立、測試工場。

(二)依IEC60349-2之製品測試項目與日立工廠之例行測試如下：(如附件二)

1、外觀尺寸及重量檢查:設計的尺寸及外觀、重量，量測。(圖3-7、圖3-8)

2、線圈阻抗測定:利用直流電源加入線圈所產生的直流電流，計算出阻抗。

- 3、堵轉試驗:將迴轉機利用治具將轉子固定不動，利用加入交流電壓及提高頻率測試所輸出的堵轉電流符合IEC60349-2測試項目7.1.2.2之規定。(圖3-5)
- 4、無負載試驗：加入一定的測試交流電壓及頻率，以輸出電流計算出輸出功率。
- 5、高速試驗:利用一定交流電壓及頻率讓迴轉機以額定120%的轉速運轉以測定軸承是否按裝正確及有異音的狀況發生符合IEC60349-2測試項目8.3之規定。(圖3-6)
- 6、耐電壓試驗:先利用1000伏特高阻計量測線圈緣絕值是否正確，再利用交流高壓加入迴轉機線圈並接地以測量測其絕緣阻抗。



圖 3-5 堵轉試驗



圖 3-6 馬達固定於試驗平台



圖 3-7 尺寸量測



圖 3-8 重量量測

### 三、列車動力變壓器(日立車輛國分工廠)

依據規範規定主變壓器組應符合 IEC 60310 規範，額定功率應足以符合列車組全部負荷需求，同時應有電流短路或過電壓等保護功能設計，於保護設備作用前，主變壓器所有繞組應能承受短暫限定期間之機電過負荷。

(一)該日立國分工廠為專門製造車輛及電力用變壓器工場。

(二) 依 IEC 60310之製品測試項目與日立工廠之例行測試如下：(如附件三)

- 1、構造檢查:包含外觀及尺寸量測檢查。(圖3-9、圖3-10)
- 2、極性試驗:加電壓測試以確定變壓器為加極性或減極性。
- 3、絕緣阻抗測定:以高阻計確定其絕緣阻抗值。
- 4、線圈阻抗測定:加直流電壓所產生的電流以計算出阻抗值符合IEC 60310 測試項目10.2.4之規定。
- 5、變壓比測定:一次測加額定交流高電壓以測量二次測高壓輸出電壓相除計算出變壓比符合IEC 60310測試項目10.2.5之規定。
- 6、無負荷試驗:一次測加額定電壓所產的二次側電壓是否正確符合IEC 60310 測試項目10.2.6.1之規定。
- 7、負荷試驗:加額定電壓及負載阻抗以測定輸出功率。
- 8、耐壓試驗:交流高電壓及接地以確定漏洩電流。



圖 3-9 變壓器外觀檢查



圖 3-10 變壓器試驗場

#### 四、真空式廁所(五光神戶工廠)

依據規範規定真空式廁所設備系統包括便器、尿器、控制單元、污水收集箱、附屬組件及其管線等組成，設備及元件均應能耐酸鹼性，設計時應考量不得影響外

界環境及產生異味。真空式廁所系統應採低度真空型式，利用負壓原理將排泄物送入污水收集箱內，系統空氣消耗量/每次循環應儘量減少。便器及尿器應能以最少之沖水量即能將附著於便器上之殘留物完全沖刷乾淨。

(一)五光公司專為鐵道車輛設計製造廁所設備之工場。

(二)製品試驗項目為:外觀及尺寸確認、配線確認、真空測試、水位測試、漏水測試、整體測試。

構造檢查:包含外觀及尺寸確認。(圖3-11)

1、配線確認:含結線狀況及絕緣阻抗測試。(圖3-12)

2、真空測試:試驗真空度。

3、水位測試:水箱水位測試。

4、漏水測試:水箱漏水測試。

5、整體測試:組合測試整體功能。

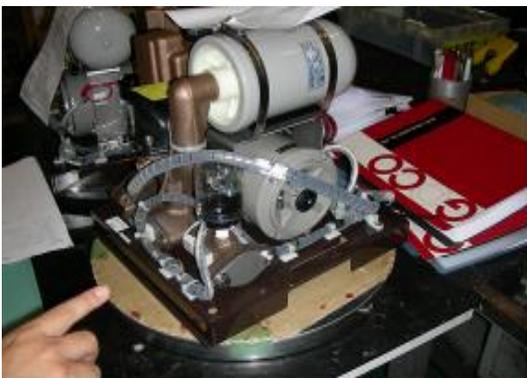


圖 3-11 真空廁所製造組裝



圖 3-12 真空廁所組裝配線

#### 五、SIV 輔助動力系統(富士電機工廠)

依據規範輔助動力系統整流/變流器之設計應符合 IEC 60146-2 之規定，或符合同等級標準臺鐵局所同意之規範，施行型式測試與例行測試。

(一)富士電機公司神戶工廠專為鐵道車輛製作充電器及 SIV 輔助電源之工場。

(二)依 IEC 60146-2之製品測試項目與日立工廠之例行測試如下:(如附件四)

1、目視確認:外觀檢查符合IEC 60146-2測試項目7.3.1之規定。

- 2、設計尺寸檢查：量測製造完成實體尺寸符合IEC 60146-2測試項目7.3.2之規定。
- 3、AC、DC絕緣耐壓：在回路與框架間以直流電壓做絕緣值耐壓試驗符合IEC 60146-2測試項目7.3.3之規定。
- 4、構造/配線/部品檢查：檢視內部之製作符合圖面施作。(圖3-13、圖3-14)
- 5、接觸器/繼電器動作試驗：確保各項部品動作是否正確及動作電壓的確認。
- 6、保護動作確認試驗：使用中如有異常狀況發生，保護機制的測試與確認均符合IEC 60146-2測試項目7.3.4之規定。
- 7、過負荷試驗：在負荷變動時如過負荷狀態下的測試，以確保裝置之安全均符合IEC 60146-2測試項目7.3.7之規定。



圖 3-13 輔助動力箱組裝



圖 3-14 輔助動力箱配線

## 六、供氣系統及軔機系統(納博特斯克 Nabtesco 公司)

依據規範規定空氣壓縮機工作能力應於 10 分鐘內將全列車各風缸之空氣壓力由零增至正常工作壓力 8.5 bars 以上。在最大環境溫度下，空氣壓縮機及馬達應能在全額輸出下連續運轉；空氣壓縮機應有足夠的容量，空氣壓縮機之工作循環不得超過 40%。

(一)納博特斯克(Nabtesco):專為鐵道車輛開發及設計製造氣動剎車裝置。

(二)製品試驗項目為:外觀檢查、單品檢查、保壓閥及安全閥動作試驗、漏氣確認試驗、負荷溫度上升試驗、容積效率確認試驗、絕緣試驗。

- 1、外觀檢查：空壓機完成後外觀組裝正確。
- 2、單品檢查：各項組裝的物品檢查。
- 3、保壓閥及安全閥動作試驗：保壓閥及安全閥依照設計值調整並動作值的確認。
- 4、漏氣確認試驗：各項組裝品無漏氣及異常檢知。
- 5、負荷溫度上升試驗：連續30分鐘運轉後一定的壓力測量各部的溫度值。
- 6、容積效率確認：在一定的容積下運轉時間。
- 7、絕緣試驗：測量馬達的絕緣阻抗及絕緣耐壓。



圖 3-15 組裝完成空壓機



圖 3-16 組裝完成的  
單元軔缸及停留軔缸

#### 七、客室座椅(住江工業公司)

依據規範規定座椅結構強度在組立狀態下最少應能承受 400 公斤水平力(施力點離地面 80 厘米)；每一座墊應能承受 200 公斤平均垂直負荷；座椅手靠應能承受 200 公斤平均垂直負荷及 100 公斤水平力；把手應能承受 150 公斤任何方向之水平力。上述各種負荷下均不得產生永久變形。

(一)住江工業專為鐵道車輛開發及設計製造座椅之工廠。

(二)製品試驗項目為:外觀檢查、震動檢查、拉力檢查、尺寸量測檢查、旋轉試驗。

- 1、外觀檢查:座椅完成後須做外觀及作動檢查。
- 2、震動檢查:將其一定之荷重放置於椅墊上做上下震動一定次數之試驗檢查。

- 3、拉力檢查:將一定之力量作椅背之拉力試驗。
  - 4、尺寸量測檢查:將完之骨架作立體量測確定。
  - 5、旋轉試驗:將座椅作一定次數之旋轉測試無機械疲勞及故障情形發生。
- (圖3-17、圖3-18)



圖 3-17 座椅組裝完成



圖 3-18 組裝焊接情形

#### 八、車間跳線(YUTAKA 高崎工廠)

依據規範規定兩車組間之跨接電纜插座應為防水型，安裝角度應有適當的傾斜，以防雨水滲入，且應提供托架作為跨接電纜插頭(鋁合金製)不使用時置放。

(一)YUTAKA公司：專為鐵道車輛車間跳線之開發、設計及製造的工廠。

(二)製品所作試驗項目為：偏移試驗、耐久試驗、振動試驗、防水試驗。



圖 3-19 偏移試驗裝置



圖 3-20 耐久試驗裝置

- 1、偏移試驗：將跳線二端固定於試驗架上，予以互相左右移動試驗，並有標路長度的變化。

- 2、耐久試驗：試驗車輛間的跳線前後移動一定的試驗次數，以確保內部電線是否有斷損。
- 3、振動試驗：車輛間的跳線接頭予以一定次數振動試驗無損壞情形發生。
- 4、防水試驗：車輛間的跳線予以防水測試是否有進水情形發生。

## 肆、心得與建議：

### 一、心得

這次到日本車輛設備製造廠檢驗及監督傾斜式太魯閣號車輛的製造過程，從松山機場來到羽田機場就發現旅客出境動線規劃井然有序，到了羽田車站直接看到的是單軌電車(圖 4-1)運輸的快速、安靜，站區占地小非常的適合市區土地面積小，人口稠密的地方建設，為了安全需要與捷運一樣有月台門(圖 4-2)，該設施非常清楚的以中、英、韓、日的指示標誌(圖 4-3)，到了東京車站內有非常醒目的旅遊指示牌，還有簡介各旅遊景點的資料(圖 4-4)，以上這些都是值得我們國內學習的地方。

此次參訪日本鐵路車輛製品工廠及假日體驗鐵路運輸相關設施，其工廠管理理念及務實作業，值得各廠段效法，另保存老舊鐵路設施及文化古蹟得以讓後人懷念並且繼續利用變成活的古蹟，謹摘述如下：



圖 4-1 羽田機場單軌電車



圖 4-2 羽田機場單軌電車軌道及月台門



圖 4-3 羽田車站月台上指示牌



圖 4-4 東京車站旅遊標示牌

#### (一) 鐵路車輛製品工廠 5S 的執行：

車輛跳線製造工廠（YUTAKA 高崎工廠）及製造車輛座椅工廠（住江工廠），各工廠均有共通的特點就是貫徹 5S(整理、整頓、清潔、清掃、教養)非常成功。

- 1、清潔、清掃：各工廠地面(圖 4-5)及工作桌乾淨整理有序(圖 4-6)，為了工場地面清潔及產品的品質不受污染，進入場內均須穿著鞋套(圖 4-7)。
- 2、整理、整頓：製品工廠一定有成品及半成品在工場內均擺放在架上，每一架上均有標示物品的名稱及編號(圖 4-8)，進入電腦化管理系統便知數量多寡為了達到品質的穩定及交貨期的準時，也導入了電腦生產設備(圖 4-9)及自動測試設備，各設備均有標示名稱及功能(圖 4-10)，如有安全危害之處所均有標示(圖 4-11)。
- 3、教養：工廠為了達技術的精進而推行自有工作證照制度，每一技術人員均須接受訓練考核，通過後便發給一張合格證(圖 4-12.13)才可從事此項工作，以避免因訓練不足而產生工安事件及提高製品的品質。每一個人當月的目標(圖 4-14)、證照、工場管理方式(圖 4-15.16)，均貼於公佈欄上，讓技術人員均有其成就感及向心力。



圖 4-5 場房地面、安全走道均整潔乾淨



圖 4-6 工作桌擺放整齊



圖 4-7 進入場房須穿著鞋套



圖 4-8 產品放置井然有序並有名稱編號



圖 4-9 自動電腦裁剪機



圖 4-10 自動測試設備均有清楚標示



圖 4-11 設備危害之處所均有標示



圖 4-12 技術人員考核證照



圖 4-13 技術員證照圖示



圖 4-14 技術員當月目標均貼於公佈欄

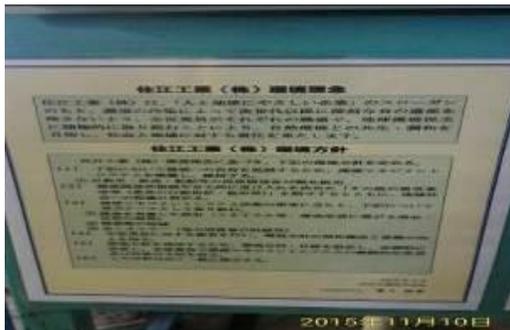


圖 4-15 將工廠的環境  
理念貼於公佈欄

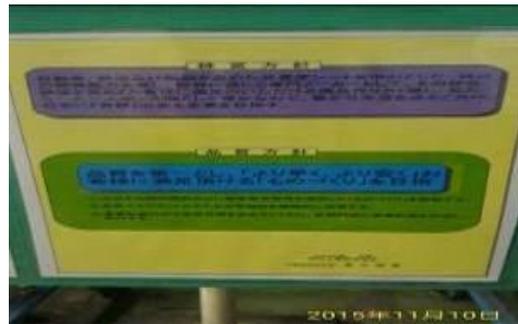


圖 4-16 將工廠的經營、  
品質方針貼於公佈欄

## (二) 鐵路車輛的比較與改進：

日本交通運輸網絡的快捷、便利與多樣性（JR 新幹線高速鐵路、市區輕軌、地面電車等等）。

- 1、具有不同視野的新幹線雙層車廂列車(如圖 4-17)： 雙層車廂內(如圖 4-18)其上下樓梯扶手設置(如圖 4-19)利用非常醒目黃色標示，讓身障及老年人均方便使用，月台設有明亮的 LED 指示牌，提供進站列車相關資訊也包括列車編成在內(如圖 4-20)。
- 2、便利的短程輕軌運輸(如圖 4-21)：日本市區短程輕軌列車非常的方便，配合市區規劃及基礎建設（電車線）共構而成，環保觀點上來說貢獻頗大。日本有許多的支線及公車、地面電車，為節省人力也有刷卡及投幣機(如圖 4-22)，但投幣機是可以對換零錢，或許可以建議引進此種投幣機用於乘座人數較少的支線上。
- 3、運輸網絡善用色彩計畫：日本鐵路線路非常之多，有些以結合車廂顏色來區分運轉路線。通勤電車(如圖 3-23)

- 4、車廂內裝兼具功能與維修性：有些扶手的設計在站立位跟座位間方便乘客扶持(如圖 4-24)，而且為了方便更換日光燈管，有些是沒有燈罩(如圖 4-25)，在引進新的通勤電聯車時建議可考以慮的方向之一。
- 5、油電混合車 HYBRID：日本旅遊的鐵路網站上常有介紹，山梨縣的小海線(如圖 4-26)鐵道，該油電混合車 HYBRID (如圖 4-27)是由 JR 東日本研究開發的產品，專門用在高原鐵路，它是著重於環保耗油量低，在快要進站前、出站離開及平坦的路面均使用電池電力行駛，在月台上並不會聞到油煙的味道，須爬坡加速時才使用引擎出力加速，當引擎作動時便可自動充電，車內有液晶面板(如圖 4-28)可觀看運作情形，車內內裝素雅華麗(如圖 4-29)，廁所採用弧形設計(如圖 4-30)，設施齊全方便進出(如圖 4-31)，所使用的連結器為全自動連結器(如圖 4-32)，是台鐵所沒有的，當採購支線鐵路時建議油電混合車是可以考慮的方向之一。



圖 4-17 高速鐵路雙層車箱



圖 4-18 高速鐵路車箱門旁扶手用黃色標示

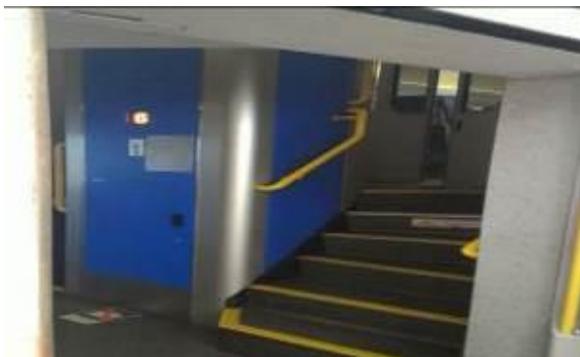


圖 4-19 高速鐵路上二樓車箱扶手、樓梯均有黃色標示



圖 4-20 月台 LED 標示牌



圖 4-21 都市輕軌電車



圖 4-22 車輛上可對換零錢的投幣機



圖 4-23 地鐵通勤電聯車



圖 4-24 站立與座位間均有黃色扶手



圖 4-25 通勤電聯車內無燈罩日光燈



圖 4-26 小海線月台



圖 4-27 油電混合車



圖 4-28 油電混合車內的液晶面板



圖 4-29 油電混合車內裝設施



圖 4-30 油電混合車內廁所採弧形設計



圖 4-31 油電混合車內廁所設施齊全



圖 4-32 油電混合車採用全自動連結器

### (三)車站結合地方文化特色與發展：

1、姨捨車站：日本鐵道車站有現代化也有部分的車站，是早期歷史建築，如小海線的姨捨車站(如圖 4-33)保存的非常完善讓人連想到台鐵的山佳站。

2、大井町車站：現代化的車站如大井町車站(如圖 4-34)跟大型商場結合，跟台北車站一樣，不但可增加車站空間的利用率，也可增加財源收益。

3、道後溫泉站：日本溫泉是發展觀光的一大利基，乘座地面輕軌鐵道的道後溫泉線，剛好有一部看似使用已久的車子(如圖 4-35)，內裝是木質設計(如圖 4-36)，連窗戶的鎖扣(如圖 4-37)、拉環，像以前台鐵的藍皮普通車一樣年代久遠，為了促進觀光複製了一部蒸氣機車(如圖 4-38)以增加觀光區的能見度，道後溫泉站(如圖 4-39)也是古老的車站結合道後溫泉區(圖 4-40)形成一個著名觀光景點。



圖 4-33 小海線的姨捨車



圖 4-34 大井町車站



圖 4-35 道後溫泉線輕軌車輛



圖 4-36 輕軌車輛內裝木質設計



圖 4-37 輕軌電車窗戶鎖扣



圖 4-38 道後溫泉線的蒸氣火車



圖 4-39 道後溫泉站



圖 4-40 道後溫泉館

## 二、建議：

- (一) 台鐵車輛車型多樣，舉凡動力牽引設施及電子卡箱、牽引馬達、變壓器，都是屬於車輛重要設施，在未來購車計畫可思考建立有系統的維修、品質管控及與研究單位、民間廠商建立產官學合作的模式相互合作，建立國內自有軌道工業，以提高維修技術及修車品質。
- (二) 建立維修備品電腦化管控系統，在有計劃性的預定時間內該更換的零件予以建檔，預先購料才能增進維修品質，如Nabtesco公司是製造業與台鐵服務業不同其電腦化管理系統雖不適用於台鐵，但是其中材料管理系統相當適合於台鐵使用，因為每個使用人員各持有一台小型顯示器可供操作並可將材料編號輸入或條碼感應後即可了解目前的用料庫存及使用情況，在管理上相當的方便，建議能夠考慮或參考這樣先進的電腦化管理系統，讓現有緩動料和現場維修欠料等問題能夠因此而得到改善。
- (三) 設備製造工廠的製造流程大致每一階段都配有品管做檢查確認，確認無誤後才可再往下一階段進行，以此方式走完整個流程，假如流程中出了問題，輕者線上及時處理，嚴重者移除障礙再請專人解決，如此才不會影響整個流程的順暢進而影響整體的預定目標，各廠段修車流程須有如產線一樣進行管控，建議每一車輛維修組裝流程須進行管控，其中一個環節出了問題須立即處理解決，才能確保修車品質。
- (四) 在監造檢驗過程中相關部品工廠採自動化設備生產，且作業人員皆需經過考核認定發給證照後才能從事相關之工作，相對於台鐵也應仿效此種制度，積極訓練員工，熟練自身的工作技能，避免因技術不純熟而發生工安事件。

## 伍、全自動連結器專題報告

### 一、日本所使用的全自動連結器

全自動連結器除一般連結器具有的機械部份之連結裝置外，尚有電氣、壓力空氣之連結裝置，一般安裝在列車前後端部。

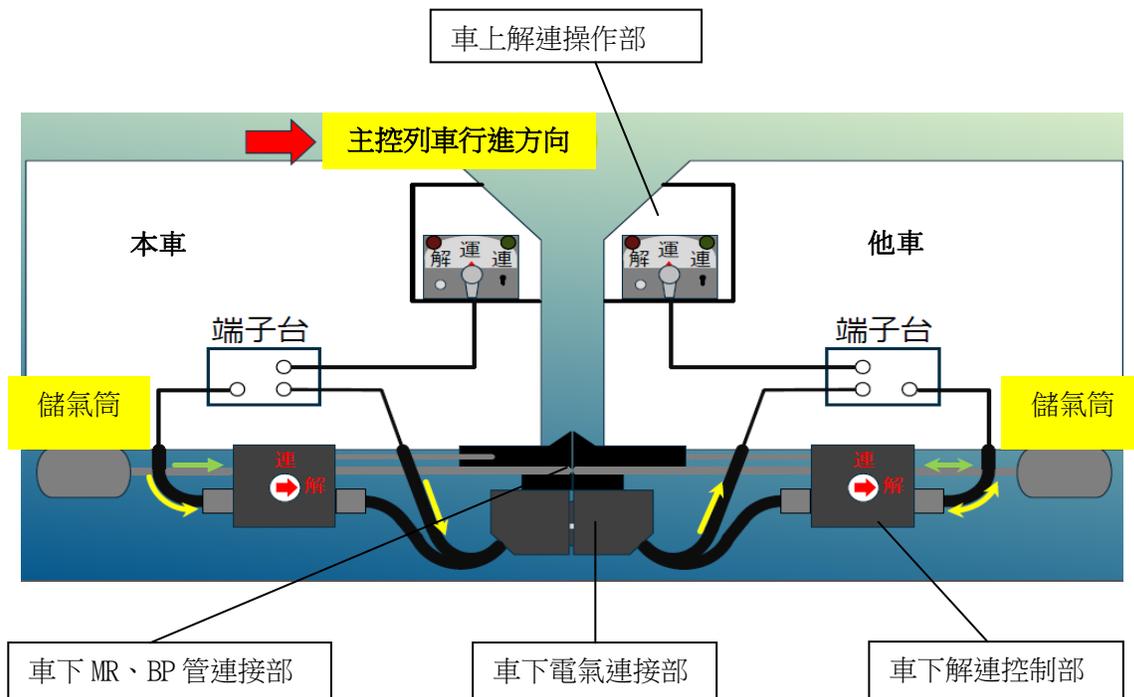


圖 5-1 日本 JR 車輛的全自動連結器配件相當簡單



圖 5-2 日本 JR 車輛的全自動連結器配件相當簡單

日本所使用的全自動連結器控制簡圖如下：



(一)、優點：全自動連結器是列車連結或解連時所使用的一種快速、安全、便捷的車輛設備，連結或解連時間約一至二分鐘即可完成，而整合後並無跳線、軔管脫落斷損之風險，目前在日本已使用將近五十年之久，是一種相當成熟的產品(實際照片如圖5-1、圖5-2)。

(二)、缺點:因設備增加所以採購、保養及維修成本也相對提高。

## 二、本局目前所使用的是機械式連結器(Mechanical Couplers)

機械式連結器安裝在列車前後端部和車輛之間，只具有機械部份之連結裝置，其餘如電氣、壓力空氣等相關連結皆須人工操作。

(一)、優點:因結構簡單易連結牽引且因設備少成本相對減少。

(二)、缺點:雖然結構簡單但其餘如電氣、壓力空氣等相關連結皆須人工操作，在運用上相對增加人力、成本及運用拆掛時效率降低等。

本局所使用的形式相當多樣，計有自動連結器、密著式連結器及半固定式連結器等，相關說明如下：

### 1、自動連結器(Automatic Couplers)：

自動連結器具有結構簡單牽引力大且機車容易連結牽引的優點，缺點是因兩連結器之間間隙較大，常造成列車起動及加減速時易衝動。

目前台鐵使用過的有柴田式、沙朗式、愛蘭式、AAR-E 型等連結器都是。(圖 5-3，5-4)。

### 2、密著式連結器(Tight-lock Couplers)

由於安裝自動連結器常造成列車起動及加減速時衝動，使乘客感到不適，因此新購客車尤其是電聯車、柴聯車等客車皆採用密著式連結器，甚至用半固定式連結器，以消除連結器之間間隙，提高乘坐舒適度。(圖 5-5，5-6)

### 3、半固定式連結器(Semi-Permanent Couplers)

列車之間(非頭尾)車輛連掛除了緊急或保養時甚少將連結器解連，連結器的連接面為法蘭式凸緣直接使用螺栓結合兩凸緣(如太魯閣號使

用)；或兩個殼型連接器抱住兩凸緣後由四支螺絲鎖緊固定(如 EMU700 型電聯車使用)(圖 5-7，5-8)。



圖 5-3 貨車沙朗式連結器



圖 5-4 電力機車愛蘭式連結器



圖 5-5 PP 車密著式



圖 5-6 500 型密著式連結器



圖 5-7 700 型半固定式連結器



圖 5-8 太魯閣號半固定式連結器

三、綜合上述得知目前本局所使用的連結器相關連結，如電氣、壓力空氣之連結裝置均是手動拆掛之方式，雖然結構簡單成本低，但連結或解連時所需拆掛的配件相當多，例如 500 型電車就包括了輔助電力 AC440V 跳線兩條、79 芯控制跳

線兩條、MR 管兩條、BP 管一條及機械連結器一組等(實際照片如圖 5-9、圖 5-10)，當連結或解連後還須將氣軔管考克共六處打開或關閉，如人員在軌道上操作拆掛程序相當複雜且危險，連掛後常因操作不當易有跳線接點接觸不良等情形發生，如在室外風雨中拆掛時更容易使跳線進水進而會有內部短路等情形發生，也因此更容易讓車輛故障亦或控制異常。在時效上包括人員派遣、至現場等待、拆掛相關配件、重新車輛啟動確認再加上因人員操作不當致重新拆掛等不確定性至少約三十分鐘左右，因此；欲拆掛解連時相當費時費工。



圖 5-9 台鐵 500 型連結器  
連掛的配件相當複雜



圖 5-10 台鐵 500 型連結器  
連掛的配件相當複雜

如採用日本全自動連結器後欲拆掛解連時約一至二分鐘即可完成。因為全自動連結器在列車相互連結與解連時不須使用人力將跳線、氣軔管拆掛及連結器分離等動作，完全可由司機員在列車上操作既可達到連結與拆掛的目的地。

在於營運運用及車輛調度上能夠迅速的減掛列車或增掛列車，例如；1、支線運用上可視旅客人數多寡迅速調整車輛數，讓旅客不必為了等車和人擠人而使服務品質下降。2、因拆掛迅速可讓全路區間車在營運路線上常須兩組拆組或連掛時的運用更具彈性與效率。3、在各廠段維修和運用調度上更具效率與方便性，如排運用出庫之車輛遇臨時故障時，即可迅速更換編組讓準點率更加提高，而在維修保養需求上常因變換股道而使工作人員過度等待的問題也能夠一併得到改善。

因此使用全自動連結器可提高效率外更大大的降低工作人員之工安問題及其危險因子產生外，也能讓運用更具彈性化準點率更加提升。

雖然全自動連結器缺點是設備增加造成採購、保養及維修成本提高，但是全自動連結器也相對地減少了機械式連結器周邊相關設備，再加上上述優點可看出是利大於弊，因此這是本局採購新車時可考慮採用的一項車輛重要設備。

全自動連結器如發生操作或控制故障時亦可用手動方式解連，利用工具將兩車控制部旋轉至解或連後，再用手扳動其中一車機械連結器手動解鎖操作把手即可分離車輛，解連時一樣快捷方便(如圖 5-13、5-16)。

全自動連結器的重要配件實際照片如下:(圖 5-11、圖 5-12、圖 5-13、圖 5-14、圖 5-15、圖 5-16)。



圖 5-11 兩相對應的全自動動連結器



圖 5-12 全自動連結器的自動(手動)解連操作部



圖 5-13 全自動動連結器的自動(手動)解連控制部



圖 5-14 全自動連結器的機械與 Air 對準連接部



圖 5-15 全自動連結器的  
跳線鋁合金端子部



圖 5-16 全自動連結器的  
手動解鎖操作部

#### 四、結語：

全自動連結器它適合於可依編組運用需求加掛車箱，不須由調車人員結合跳線及連結器，可完全由司機一人操作即可。台鐵相關的旅遊支線（如集集線、平溪線等）遇假日出遊人數眾多，可迅速在月台上拆掛增加車輛運用的機動性，因此這是本局採購新車時可考慮採用的一項車輛重要設備。

# 陸、附件一

## 1. Visual Inspection 目視確認

Visual inspection should be carried out to confirm equipment aspect.

機器の外観検査を実施し異常ないことを確認すること。

The following items should be written on the maker's plate of the equipment

- (1) Trade mark (2) Type (3) Manufacturing number (4) Year of manufacture
- (5) Weight

機器の銘板に下記が記載されていることを確認すること。

- (1)メーカーの商標 (2)型式 (3)製造番号 (4)製造年 (5)質量

<b>RESULT</b>	<b>Satisfactory</b>
---------------	---------------------

## 2.Dimension and Tolerance 寸法検査

The dimension and tolerance of equipment should be measured and be confirmed to meet the outline drawing No.313-3C468723.

機器の寸法を測定し外形図番313-3C468723と相違ないことを確認すること。

<b>RESULT</b>	<b>Satisfactory</b>
---------------	---------------------

## 3.Weighing 質量測定(Type Test)

#### 4. Dielectric and Insulation Test 絶縁耐圧・絶縁抵抗試験

##### 4.1.2 Test Condition 試験条件

Insulation resistance should be measured by megger and be confirmed to meet Table 4.1.

メガにて絶縁抵抗を測定し、表4.1の通りであること。

Table 4.1 Test Condition of Insulation Resistance 絶縁抵抗測定条件

No.	Measuring Part 測定部位	Specified Value 規定値	Megger メガ	Measured Value
1	HT Conductor - LT Circuit 高压導電部-低压回路	Equal or Greater than 20MΩ 20MΩ以上	1000V	100MΩ
2	HT Conductor - Box Frame 高压導電部-箱枠	Equal or Greater than 20MΩ 20MΩ以上	1000V	100MΩ
3	LT Circuit - Box Frame 低压回路-箱枠	Equal or Greater than 10MΩ 10MΩ以上	500V	100MΩ

<b>RESULT</b>	<b>Satisfactory</b>
---------------	---------------------

##### 4.2.2 Test Condition 試験条件

The sine wave voltage indicated in Table 4.2 should be applied for 1 minute and be confirmed normality.

商用周波数の表3.1に示す電圧を1分間印加して、異常のないこと。

Table 4.2 Dielectric Test Condition 絶縁耐圧試験条件

No.	Applied Portion 印加部位	Applied Voltage 印加電圧	Result 結果
1	HT Conductor - LT Circuit 高压導電部-低压回路	AC4050V	<b>Satisfactory</b>
2	HT Conductor - Box Frame 高压導電部-箱枠	AC4050V	<b>Satisfactory</b>
3	LT Circuit - Box Frame 低压回路-箱枠	AC1200V	<b>Satisfactory</b>

<b>RESULT</b>	<b>Satisfactory</b>
---------------	---------------------

5.2 Measurement of Capacitance/Resistance 抵抗測定

No.	Measuring Point 測定箇所	Schematic Symbol 回路記号	Specified Value 規定値	Measured Value
1	Earth Resistor 1 for Power unit パワーユニット接地抵抗器1	RPG1	91.0 Ω ± 4.5 Ω	90.6 Ω
		RPG2		90.6 Ω
		RPG3		89.7 Ω
2	Earth Resistor for Filter capacitor フィルタコンデンサ接地抵抗器	RFG1	100.0 Ω ± 5.0 Ω	99.2 Ω
		RFG2		99.5 Ω
		RFG3		98.7 Ω
3	Earth Resistor 2 for Power unit パワーユニット接地抵抗器2	RPB	1.00 Ω ± 0.20 Ω	1.04 Ω
4	Serial Resistor of VCT(K) 真空接触器K用直列抵抗器	KSRe	2.35 Ω ± 0.30 Ω	2.34 Ω
5	Serial Resistor of VCT(AK) 真空接触器AK用直列抵抗器	AKSRe	2.35 Ω ± 0.30 Ω	2.35 Ω

<b>RESULT</b>	<b>Satisfactory</b>
---------------	---------------------

Table 16.1.1 Protective Operation Set Value

表16.1.1 保護動作セット値

No.	Fault 事故の種類	Signal 略称	Set value 検出値	Measured Value	Protection					Reset
					VCB Trip	K-AK Open	SK Open	Gate off	OVT on	
1	Secondary Over Current 1 主変圧器2次過電流1	ISOCD1 (U phase)	8.67V±0.26V (2600A)	8.72V				○		A
			-8.67V±0.26V (-2600A)	- 8.70V						
		ISOCD1 (V phase)	8.67V±0.26V (2600A)	8.65V						
			-8.67V±0.26V (-2600A)	- 8.65V						
2	Secondary Over Current 2 主変圧器2次過電流2	ISOCD2 (U phase)	9.67V±0.29V (2900A)	9.71V	○	○		○		C
			-9.67V±0.29V (-2900A)	- 9.70V						
		ISOCD2 (V phase)	9.67V±0.29V (2900A)	9.60V						
			-9.67V±0.29V (-2900A)	- 9.62V						
3	DC Link Over voltage 1 FC過電圧1	OVD1	※ 5.00V±0.15V (2000V)	5.00V				○ (INV)		A
4	DC Link Over voltage 2 FC過電圧2	OVD2 (Upper)	5.50V±0.17V (1100V)	5.46V				○		B
		OVD2 (Lower)		5.47V						
5	DC Link Over voltage 3 FC過電圧3	OVD3 (Upper)	6.00V±0.18V (1200V)	5.98V		○		○	○	B
		OVD3 (Lower)		5.98V						
6	DC Link Low voltage 1 FC低電圧1	LVD1	※ 3.75V±0.11V (1500V)	3.76V				○ (INV)		A
7	DC Link Low voltage 2 FC低電圧2	LVD2	※ 2.68V±0.13V (1000V at Ep=29kV)	2.68V		○		○		A
			※ 1.77V±0.08V (655 at Ep=19kV)	1.72V						
8	AC Line Over voltage 架線過電圧	EPOV	120.0V±3.6V (AC30kV)	118.5V		○		○		A
9	AC Line Low voltage 架線低電圧	EPLV	70.0V±2.1V (AC17.5kV)	69.3V				○		A
10	AC Line Interruption 架線停電(電圧)	EPF	54.0V±1.0V (AC13.5kV)	53.6V						A
11	Abnormal AC Line Frequency 架線停電(周期)	FID	61.20Hz±1.80Hz	61.8Hz				○		A
			58.50Hz±1.70Hz	58.1Hz						

※:Apply the same temporary voltage to both input of CLU for TV1 and TV2.

TV1、TV2の入力に同時に模擬電圧を印加する。

Reset Action リセット方法

A:Return to normal 状態復帰 / B:Notch off ノッチオフ / C:Reset リセット

Table 16.1.2 Protective Operation Set Value

表16.1.2 保護動作セット値

No.	Fault 事故の種類	Signal 略称	Set value 検出値	Measured Value	Protection					Reset
					VCB Trip	K-AK Open	SK Open	Gato off	OVT on	
12	Charging Failure 充電不良	CHF	※ 0.50V±0.05V (200V) 0.2s after AK turn on AKオンから0.2sec後に200V以下	0.49V	—	○	—	○	—	C
13	Grounding 主回路接地	GD1	2.40V±0.12V 3A	2.43V	—	—	—	○	—	C
			-2.40V±0.12V -3A	- 2.40V						
14	Grounding (K open) 主回路接地(K開放時)	GD2	2.40V±0.12V 3A	2.40V	○	—	—	—	—	C
			-2.40V±0.12V -3A	- 2.38V						
15	Traction Motor Over Current 主電動機過電流	MMOC (U Phase)	8.40V±0.25V (2100A)	8.37V				○		B
			-8.40V±0.25V (-2100A)	- 8.37V						
		MMOC (V Phase)	8.40V±0.25V (2100A)	8.38V						
			-8.40V±0.25V (-2100A)	- 8.37V						
		MMOC (W Phase)	8.40V±0.25V (2100A)	8.37V						
			-8.40V±0.25V (-2100A)	- 8.36V						
16	Converter Temperature Rising コンバータ温度上昇	THDC	97°C±2.5°C	97.0°C				○		A
17	Inverter Temperature Rising H インバータ温度上昇(H)	THDIH	88°C±2.2°C	88.0°C				○		A
18	Inverter Temperature Rising L インバータ温度上昇(L)	THDIL	83°C±2.1°C	83.0°C				○ (B)		A
19	Phase Imbalance 相電流不平衡	PUD (U Phase)	0.40V±0.20V (80A)	0.44V				○		C
			-0.40V±0.20V (-80A)	- 0.40V						
		PUD (V Phase)	0.40V±0.20V (80A)	0.44V						
			-0.40V±0.20V (-80A)	- 0.40V						
		PUD (W Phase)	0.40V±0.20V (80A)	0.45V						
			-0.40V±0.20V (-80A)	- 0.40V						

※:Apply the same temporary voltage to both input of CLU for TV1 and TV2.

TV1、TV2の入力に同時に模擬電圧を印加する。

Reset Action リセット方法

A:Return to normal 状態復帰 / B:Notch off ノッチオフ / C:Reset リセット

Table 16.1.3 Protective Operation Set Value

表16.1.3 保護動作セット値

No.	Fault 事故の種類	Signal 略称	Set value 検出値	Measured Value	Protection					Reset
					VCB Trip	K-AK Open	SK Open	Gate off	OVT on	
20	Pulse Generator Failure パルスセンサ異常	PGD	According to detection logic of CLU マイコン論理判断	Satisfactory	—	○	—	○	—	C
21	Watch Dog Timer マイコン異常	WDT	—	Satisfactory	—	○	—	○	—	C
22	Gate Driver Control Power Low Voltage ゲート電源低電圧	GPLVD (CONV)	28.5V±1.4V	28.5V	—	○	—	○	○	C
		GPLVD (INV)	28.5V±1.4V	28.5V						
23	DC 110V Control Power Low Voltage DC110V電源低電圧	P110LVD	74.00V±3.70V	75.5V	—	○	—	○	○	C
24	DC 5V Control Power Low Voltage 5V電源低電圧	P5LVD	4.60V±0.30V	4.58V	—	○	—	○	○	C
25	DC 15V Control Power Low Voltage 15V電源低電圧	P15LVD	13.50V±0.70V	13.18V	—	○	—	○	○	C
26	DC -15V Control Power Low Voltage -15V電源低電圧	M15LVD	-13.50V±0.70V	- 13.18V	—	○	—	○	○	C
27	DC 24V Control Power Low Voltage 24V電源低電圧	P24LVD	21.60V±1.20V	21.43V	—	○	—	○	○	C
28	Reverse Motion Detection 後退検知	BSD	-5.90Hz±0.20Hz	- 6.00Hz	—	○	—	○	—	B
29	Over Slip 大空転	WSDP	>9.30Hz	10.06Hz	—	○	—	○	—	A
30	Over Skid 大滑走	WSDB	<-10.50Hz	- 11.00Hz	—	○	—	○	—	B
31	Abnormal OVT turn on OVT誤点弧	OVF (Upper)	0.50V±0.10V	0.47V	—	○	—	○	—	C
		OVF (Lower)		0.48V						
32	K Operation Failure K不投入	KFD	K Open	Satisfactory	—	○	—	—	—	C
33	AK Stuck AK固渋	AKFD	AK Close	Satisfactory	○	—	—	○	—	C

※:Apply the same temporary voltage to both input of CLU for TV1 and TV2.

TV1、TV2の入力に同時に模擬電圧を印加する。

Reset Action リセット方法

A:Return to normal 状態復帰 / B:Notch off ノッチオフ / C:Reset リセット

Table 16.1.4 Protective Operation Set Value

表16.1.4 保護動作セット値

No.	Fault 事故の種類	Signal 略称	Set value 検出値	Measured Value	Protection					Reset
					VCB Trip	K-AK Open	SK Open	Gate off	OVT on	
34	Converter Commutation Failure コンバータ不一致検知	CFDC	—	Satisfactory	○	○		○		C
35	Inverter Commutation Failure インバータ不一致検知	CFDI	—	Satisfactory	○	○		○		C
36	ESA Fault Current ESA故障電流	ECTR	12.60V±0.37V	12.61V	○	○		○		C
37	DC Component 主変圧器1次電流直流成分	DCRR	7.00V±0.11V	6.90V	○	○		○		C
			-7.00V±0.11V	- 6.96V	○	○		○		C
38	Main Transformer Failure 主変圧器故障	MTFR	—	Satisfactory		○		○		A
39	Main Transformer Temperature Rising 主変圧器温度上昇	MTHR2	—	Satisfactory		○		○		A
40	Main Transformer Blower MCB Trip 主変圧器送風機用ブローア MCBトリップ	MTBM	—	Satisfactory		○		○		A
41	Abnormal Brake Torque Feedback ブレーキトルクフィードバック 異常	OBTD	13.00V±0.39V (At BTP=10V)	13.10V		○		○		A
42	Synchronizing Voltage Abnormal 同期電圧MCBトリップ	SYN	—	Satisfactory		○		○		A
43	SK Opemd SK開放	SKO	—	Satisfactory		○		○		A
44	ACCT Failure ACCT故障	ACCT	—	Satisfactory						D

※:Apply the same temporary voltage to both input of CLU for TV1 and TV2.

TV1、TV2の入力に同時に模擬電圧を印加する。

Reset Action リセット方法

A:Return to normal 状態復帰 / B:Notch off ノッチオフ / C:Reset リセット

D:Set PWM SW1 and SW2 to F position. Then Battery switch turn off and turn on. /

D:PWMのSW1とSW2をFにセットして、制御電源「切」→「入」。

---

17. Load Test 負荷試験

Conducting test should be performed by using RL load.

RL負荷を用い通電試験を行うこと。

<b>RESULT</b>	<b>Satisfactory</b>
---------------	---------------------

18. Power Interruption Test 電源遮断試験(Type Test)

19. Self Diagnostic Function 自己診断機能 (Type Test)

20. Communication with TCMS TCMSとの通信確認 (Type Test)

21. Acoustic Noise 騒音測定 (Type Test)

22. Temperature Rise ヒートラン試験(Type Test)

23. Vibration 振動試験(Type Test)

24. Sealing 散水試験(Type Test)

25. System Combination 組合せ試験(Type Test)

## 附件二

### 1. Measurement of winding resistance (terminal to terminal)

Mfg. No.	Calculated value (115°C)			Tolerance	Result
	U-V	V-W	W-U	Resistance(Ω)	
864285-1	0.2860	0.2860	0.2860	0.260~0.317 (0.2886±10%)	Satisfactory

### 2. Locked rotor test

Mfg. No.	Frequency : 109Hz, Voltage : 321V			Tolerance	Result
	Voltage (V)	Current (A)	Input (kW)	Current(A)	
864285-1	321.0	104.4	13.77	97.9~108.1 (103.0±5%)*	Satisfactory

\*)The average current on first four motors : 103.0A

### 3.No-Load test

Condition: 1400V, 83Hz

Mfg. No.	Current (A)	Input (kW)	Tolerance Current(A)	Result
864285-1	56.8	10.70	49.6~60.6 (55.1±10%)*	Satisfactory

\*)The average current on first four motors : 55.1A

### 4.Over speed test

Condition: Rotation speed  $6777\text{min}^{-1}$  for a period of 2 minute.

### 5.Dielectric test

Condition: A.C. 50Hz 4600V for a period of 1 minute.

Mfg. No.	Test items	Dielectric test	
	Over speed test	Insulation resistance with 1000V megger	
864285-1	Satisfactory	2000 MΩ	at 25 °C 54 %
		Satisfactory	

Reference test

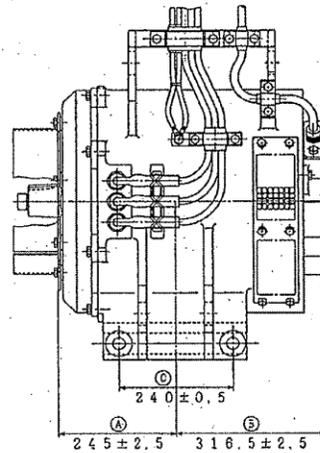
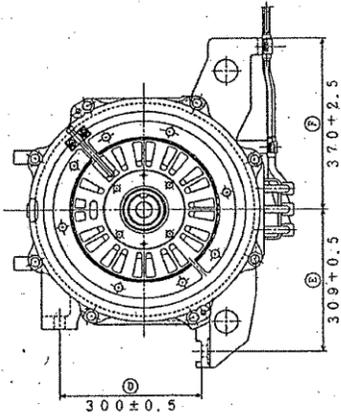
Dimensional inspection

Mfg.No. : 864285-3

Measured position : Refer to Fig. 310RY13-405

Unit : mm

Sign	A	B	C	D	E	F	Result
Design value	245	316.5	240	300	309	370	<i>Satisfactory</i>
	±2.5	±2.5	±0.5	±0.5	±0.5	±2.5	
Measured	<i>245.0</i>	<i>316.5</i>	<i>240.0</i>	<i>299.9</i>	<i>308.8</i>	<i>370.6</i>	



Mass measurement

Mfg.No. : 864285-3

Measured	Tolerance	Result
<i>445</i>	not more than 460kg	<i>Satisfactory</i>

# 附件三

---

## 1. Preliminary check

### 1.1 Visual Inspection

Visual inspection was carried out to confirm outline drawing.

- (1) Terminal markings
- (2) Construction
- (3) Rating plate

RESULT	Satisfactory
--------	--------------

### 1.2 Dimensional check

The dimensions and tolerance of equipment was measured and be confirmed to meet the outline drawing No.311-2TA63024.

RESULT	Satisfactory
--------	--------------

1.3 Measurement of completed mass (Type Test) : Not applicable

2. Polarity check

Polarity check was carried out by the inductive kick method.

Winding	Terminal	S.W. on	S.W. off
Primary /	U-V / u2.v2	+	-
	U-V / u1.v1	+	-
Secondary /	U-V / a2.b2	+	-
	U-V / a1.b1	+	-

Criteria : Subtractive polarity (S.W. on : + , S.W. off : -)

RESULT	Satisfactory
--------	--------------

3. Measurement of winding resistances

The test was made by d.c. drop-of-potential method.

The measured value of resistance was corrected to reference temperature, i.e. 85°C

Winding	Terminal	Supply current(A)	Measured voltage(V)	Resistance value(Ω)	
				at 21.5 °C	at 85°C
Primary	U.V	2.5456	6.2777	2.4661	3.0766
Secondary	u2.v2	3.0878	0.029449	0.009537	0.01190
	u1.v1	3.0852	0.029478	0.009555	0.01192
Auxiliary	a2.b2	3.0856	0.046680	0.015128	0.01887
	a1.b1	3.0860	0.045660	0.014796	0.01846

Criteria : Primary 3.242Ω±10%/Secondary 0.0125Ω±10%/Auxiliary 0.0186Ω±10%

RESULT	Satisfactory
--------	--------------

6. Measurement of impedance voltages

7. Measurement of load losses

Impedance voltages and load losses were measured at all windings by the wattmeter system with rated current and rated frequency(60Hz).

Connection Measure/Short	Base capacity (kVA)	Measured voltage (V)	Impedance voltage at 85°C (%)	Measured load loss (W)	Load loss at 85°C (W)	Percent reactance (%)
U-V/u2-v2	783	7139	31.74	20879	22352	31.61
U-V/u1-v1	783	7099	31.57	21113	22544	31.43
U-V/u2-v2~u1-v1	1566	7273	32.34	37549	41335	32.24
U-V/a1-b1	170	4389	19.54	3024	3615	19.42
U-V/a2-b2	170	4404	19.61	3060	3668	19.49
U-V/a1-b1~a2-b2	340	4478	19.94	6022	7234	19.82
u2-v2~u1-v1/ a1-b1~a2-b2	340	560	29.80	7104	8128	29.70

Criteria : Reactance U-V/u1-v1,U-V/u2-v2: 31.8%±10% (Primary-Secondary,based on 783kVA)  
U-V/a1-b1,U-V/a2-b2: 17.2~21.5% (Primary-Auxiliary,based on 170kVA)

<b>RESULT</b>	Satisfactory
---------------	--------------

8. Determination of total losses (Type Test) : Not applicable

9. Temperature rise test (Type Test) : Not applicable

10. Measurement of insulation resistance

The insulation resistances were measured by the 1000 volts megger, on each winding.

Unit: MΩ				
Primary – Secondary	Primary – Auxiliary	Secondary – Auxiliary	u2-v2 – u1-v1	a2-b2 – a1-b1
>2000	>2000	>2000	>2000	>2000

Primary – Earth	(Secondary) u2-v2 – Earth	(Secondary) u1-v1 – Earth	(Auxiliary) a2-b2 – Earth	(Auxiliary) a1-b1 – Earth
>2000	>2000	>2000	>2000	>2000

Criteria : Not less than 300MΩ ( at 20°C )

Oil temperature : 21.5 °C

<b>RESULT</b>	Satisfactory
---------------	--------------

4. Measurement of voltage ratios

The voltage ratio was measured by ratio meter.

Rated voltage				calculated voltage ratio	Measured error (%)
Winding (kV)	Terminal	Winding (kV)	Terminal		
Primary  22.5	U·V	Secondary	u2·v2	23.94	+0.19
		0.940	u1·v1	23.94	+0.20
		Auxiliary	a2·b2	53.19	+0.03
		0.423	a1·b1	53.19	+0.03

Criteria : + / - 0.5% of the ratio declared on the rating plate

RESULT	Satisfactory
--------	--------------

5. Measurement of no-load current and no-load loss

No-load loss and the no-load current were measured at rated frequency and corrected to primary no-load current.

Supply terminal : u1-v1

Test frequency : 60Hz

Applied voltage (kV)			No-load current (A)			No-load loss (kW)	
% Voltage	Average voltage	Effective voltage	I <sub>02</sub>	I <sub>01</sub> *1	(%)*2	Measured value	Corrected value
100	0.940	0.952	2.78	0.12	0.14	0.82	0.81

\*1 Correction to primary no-load current

\*2 % based on 1906 kVA

RESULT	Satisfactory
--------	--------------

11. Dielectric tests

11.1 Induced over-voltage withstand test

The test was carried out applying the following test voltage on primary line-side.

Primary winding(line-side)	:	60kV
Duration	:	44sec
Test frequency	:	167Hz
Test condition	:	Oil temp. 25.0 °C
		Amb.temp. 22.0 °C
		Humidity 51 %

Criteria : To withstand

RESULT	Withstood
--------	-----------

11.2 Seperate-source voltage withstand test

The test was carried out applying the following test voltage on each winding to ground.

Test frequency : 50Hz

Test item		Test voltage (kV)	Duration (min)	RESULT
Primary(Earth side)---The other windings and earth		6.5	1	Withstood
Secondary	u2-v2---The other windings and earth	4.2	1	Withstood
	u1-v1---The other windings and earth	4.2	1	Withstood
Auxiliary	a2-b2---The other windings and earth	3.0	1	Withstood
	a1-b1---The other windings and earth	3.0	1	Withstood

Test condition	:	Oil temp. 21.5 °C
		Amb.temp. 21.0 °C
		Humidity 70 %

Criteria : To withstand

RESULT	Withstood
--------	-----------

11.3 Full wave impulse voltage withstand test (Type test) : Not applicable

# 附件四

## 1. 構造試験

- (1) 構造検査 ..... 判定 (良)・否
- (2) 寸法検査 ..... 判定 (良)・否

## 2. 絶縁抵抗測定及び絶縁耐力試験

◎測定条件 温度 19 °C 湿度 73 %  
 主回路：1000Vメガーで5MΩ以上、 制御回路：500Vメガーで5MΩ以上

部位	絶縁抵抗測定値	耐電圧	判定
主回路(入力AC423V、出力AC440V) - 制御回路(DC110V)、接地間	800 MΩ	AC1900V, 60秒間	(良)・否
制御回路(DC110V) - 接地間	1000 MΩ	AC1200V, 60秒間	(良)・否

## 3. 検出器動作確認 ..... 判定 (良)・否

### (1) 直流電圧検出器

入力電圧	0V	400V	750V	1200V
出力電圧	0.00 V	3.22 V	6.00 V	9.56 V
規格	0.0V±0.03V	3.2V±0.03V	6.0V±0.06V	9.6V±0.1V

### (2) 電流検出器の確認

名称	出力電圧	規格	出力電圧	規格
ACCT	14.6 mV	±30mV以下	10.0 V	10V±0.1V (at 2000A)
CTU	-14.7 mV		9.99 V	10V±0.1V (at 1200A)
CTW	-21.0 mV		9.98 V	10V±0.1V (at 1200A)
GCT	-3.70 mV		4.00 V	4V±0.04V (at 5A)

## 4. 主回路定数測定 ..... 判定 (良)・否

部位	測定値	規格
ACHRe	15.3 Ω	15Ω±10%
FC1	7600 μF	7500 μF±5%
FC2	7600 μF	7500 μF±5%
DRe1	2006 Ω	2000Ω±10%
DRe2	2005 Ω	2000Ω±10%
GC	98.6 μF	100 μF±5%

5. 制御回路動作確認 ..... 判定 (良)・否

6. シーケンス確認

(1) 運転シーケンス ..... 判定 (良)・否  
 (2) 空ノッチシーケンス ..... 判定 (良)・否

7. 接触器・継電器動作試験

No.	部品符号	動作・釈放電圧				コイル抵抗値		判定
		測定値		規格値		測定値	規格値	
		動作電圧	釈放電圧	動作電圧	釈放電圧			
1	ACK	65.6 V	33.8 V	DC66V以下	DC12.1V以上	—	—	(良)・否
2	ACAK	65.6 V	33.5 V	DC66V以下	DC12.1V以上	—	—	(良)・否
3	3phMK	65.7 V	33.9 V	DC66V以下	DC12.1V以上	—	—	(良)・否
4	MKAR2	282 V	184 V	AC374V以下	AC44V以上	—	—	(良)・否
5	MKAR1	54.8 V	20.2 V	DC66V以下	DC11V以上	1485 Ω	1468 Ω ± 147 Ω	(良)・否
6	MCX1	52.3 V	19.5 V	DC66V以下	DC11V以上	1486 Ω	1468 Ω ± 147 Ω	(良)・否
7	MCX2	51.2 V	19.2 V	DC66V以下	DC11V以上	1484 Ω	1468 Ω ± 147 Ω	(良)・否
8	RSR	59.1 V	30.2 V	DC66V以下	DC11V以上	7820 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
9	VCBA	63.2 V	29.9 V	DC66V以下	DC11V以上	7710 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
10	VCBB	62.4 V	29.7 V	DC66V以下	DC11V以上	7680 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
11	APCS	60.5 V	29.4 V	DC66V以下	DC11V以上	7750 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
12	MTO	63.8 V	29.7 V	DC66V以下	DC11V以上	7780 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
13	MTThR	61.5 V	30.7 V	DC66V以下	DC11V以上	7660 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
14	SIVST	60.8 V	29.1 V	DC66V以下	DC11V以上	7690 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
15	SVFR1(2)	61.0 V	30.0 V	DC66V以下	DC11V以上	7750 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
16	PS	63.8 V	31.4 V	DC66V以下	DC11V以上	7710 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否
17	SIVFR	61.6 V	30.7 V	DC66V以下	DC11V以上	7770 Ω	7570 Ω ± 750 Ω	(良)・否

8. 制御電源動作確認試験

測定項目	測定値	規格	判定
DC+5V	5.08 V	DC+5.00V ± 0.15V	(良)・否
DC+15V	15.0 V	DC+15.0V ± 0.45V	(良)・否
DC-15V	-15.0 V	DC-15.0V ± 0.45V	(良)・否
DC+24V	24.1 V	DC+24.0V ± 1.3V	(良)・否
AC 24V	22.1 V	AC21.6V~23.9V	(良)・否

9. 光量測定試験

No.	部位	光量	規格	判定
1	コンバータU	— 19.6 dBm	-22dBm以上	(良)・否
2	コンバータX	— 19.2 dBm		(良)・否
3	コンバータV	— 20.4 dBm		(良)・否
4	コンバータY	— 19.7 dBm		(良)・否
5	インバータU	— 20.0 dBm	-22dBm以上	(良)・否
6	インバータX	— 20.3 dBm		(良)・否
7	インバータV	— 19.8 dBm		(良)・否
8	インバータY	— 20.1 dBm		(良)・否
9	インバータW	— 20.1 dBm		(良)・否
10	インバータZ	— 20.4 dBm		(良)・否

19. 入力電圧急変試験 ..... 判定 (良) ・ 否

試験条件		
入力電圧	負 荷	制御電圧
338V ⇔ 423V	定格負荷	110 V
423V ⇔ 508V	定格負荷	110 V
◎規格：出力電圧変動 AC440± 20%以内(瞬時)		

20. 電力中断試験 ..... 判定 (良) ・ 否

試験条件			
入力電圧	停電時間	負 荷	制御電圧
423 V	約10 ms	定格負荷	110 V
423 V	約500 ms	定格負荷	110 V
423 V	約1 s	定格負荷	110 V
◎規格：機器に異常のないこと			

21. 負荷短絡 ..... 判定 (良) ・ 否

試験条件		
入力電圧	負 荷	制御電圧
423V	定格負荷⇒短絡	110 V

22. モニタ機能確認試験 ..... 判定 (良) ・ 否

23. ROMシール 貼り付け ..... 判定 (良) ・ 否

24. 時計設定・故障モニタクリア ..... 判定 (良) ・ 否

25. 温度上昇試験 (形式試験のみ) ..... 判定 (良) ・ 否

条件：入力電圧423V、定格負荷運転

◎規格：コンバータIGBT温度センサー部、インバーター温度センサ部の温度上昇値が許容値内であること

No	測定点	許容値 [K]	測定値 [K]
1	コンバータIGBTセンサー部	48	31.9
2	インバータIGBTセンサー部	56	39.7
3	コンバータユニット、インバータ温度周囲温度	(参考値)	18.2
4	周囲温度	-	-

測定点は付図に示す。

15. 静特性確認試験

15-1. 入力電圧変動試験 ..... 判定 (良)・否

負荷条件	入力				AC440V出力								
	電圧 (V)	電流 (A)	力率	電力 (kW)	線間電圧 (Vrms)			相電流 (Arms)			力率	電力 (kW)	周波数 (Hz)
					U-V	V-W	W-U	U	V	W			
無負荷	357	30.9	—	—	443.8	439.3	442.7	0	0	0	—	—	60.0
無負荷	423	29.9	—	—	442.0	436.7	438.7	0	0	0	—	—	60.0
無負荷	517	25.9	—	—	442.3	438.9	440.8	0	0	0	—	—	60.0
定格負荷	357	470.7	—	—	444.9	445.0	439.6	234.9	234.6	240.8	—	—	60.0
定格負荷	423	392.8	0.96	159.0	444.4	444.4	437.2	233.5	233.3	240.5	0.85	153.1	60.0
定格負荷	517	321.8	—	—	443.2	439.0	438.2	234.7	232.1	237.6	—	—	60.0

・規格：出力電圧AC440V±3%以内、出力電圧周波数60Hz±1Hz以下

15-2. 負荷変動試験 ..... 判定 (良)・否

負荷条件	入力				AC440V出力								
	電圧 (V)	電流 (A)	力率	電力 (kW)	線間電圧 (Vrms)			相電流 (Arms)			力率	電力 (kW)	周波数 (Hz)
					U-V	V-W	W-U	U	V	W			
50%負荷	423	197.4	—	—	444.6	441.8	440.8	118.8	118.1	119.5	0.85	76.3	60.0

・規格：出力電圧AC440V±3%以内、出力電圧周波数60Hz±1Hz以下

16. 効率算定 ..... 判定 (良)・否

◎測定条件 入力電圧：423V、負荷条件：定格

入力電力 (kW)	出力電力 (kW)	効率	規格
159.0 kW	153.1 kW	96.3 %	90%以上

17. 起動停止試験 ..... 判定 (良)・否

試験条件			添付枚 No
入力電圧	制御電圧	負荷条件	
357V	110V	無負荷	OSC 1-1
357V	110V	定格負荷	OSC 1-2
423V	110V	無負荷	OSC 1-3
423V	66V	無負荷	OSC 1-4
423V	121V	無負荷	OSC 1-5
423V	110V	定格負荷	OSC 1-6
517V	110V	無負荷	OSC 1-7
517V	110V	定格負荷	OSC 1-8

18. 負荷急変試験 ..... 判定 (良)・否

試験条件		
入力電圧	負荷	制御電圧
423V	126kVA ↔ 180kVA	110V
◎規格：出力電圧変動 AC440±20%以内(瞬時)		