

## 壹、出國依據及目的

### 一、出國依據

依據空調通勤電聯車 296 輛契約規範，臺灣鐵路管理局 101 年 2 月 23 日鐵人二字第 1010005372 號函同意赴日本辦理「空調通勤電聯車 296 輛監造檢驗」。

### 二、出國目的

隨著國內高鐵通車營運，臺鐵局面臨長途載客運輸任務逐漸轉變，都會區與都會區之間的運輸及轉乘運輸將是營運重點之一。配合臺鐵局營運轉型及營運車輛汰舊換新，區間用車輛之添購勢必調整增加，以應都會區捷運化運能所需，提高通勤通學及區間運輸品質。臺鐵局繼採購 160 輛 EMU700 型通勤電聯車後，再招標添購的 296 輛電聯車已開始打造，預定 101 年 9 月交車。本批新車空調通勤電聯車 296 輛由臺灣車輛公司得標，前 16 輛由技術合作廠商日本車輛製造株式會社負責製造，其餘 280 輛將在新竹縣新豐鄉的臺灣車輛公司依日製樣車生產製造。為確保車輛性能及製造品質，並藉此機會研習車輛製造及維修技術，俾利未來車輛維修，提高營運服務品質，配合車輛生產時程，臺鐵局依契約規定分批派員赴車輛製造廠監造檢驗，本批於 101 年 2 月 27 日啟程至 101 年 3 月 27 日完成任務返國。監造檢驗工作主要對現車製造與規範規定作查對與監督立約商測試，檢驗施工工藝及品質；另外亦針對已往車輛設計及使用上不理想的部份，與車輛製造廠設計、生產及品管部門進行研討。

## 貳、出國成員及監造檢驗過程

### 一、出國成員

林孟春 交通部臺灣鐵路管理局臺北檢車段 機電主任

李育政 交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段 檢修主任

### 二、監造檢驗過程

本批次赴日本車輛監造檢驗為 101 年度第 2 批派員監造檢驗，自 101 年 2 月 27 日至 101 年 3 月 27 日止共 30 天，監造檢驗主要地點為車輛製造廠日本車輛公司、動力系統設備製造廠日本東芝株式會社及相關試驗機構。監造檢驗作業前，在日本車輛公司聽取該公司簡報及各部門介紹、EMU800 生產進度概況說明、工廠勞安注意事項講習等，監造檢驗主要辦理過程摘錄如下表：

日期	星期	辦理事項
101 年 2 月 27 日	一	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 搭乘 CX530 班機自臺灣桃園國際機場至日本中部國際機場。</li> <li>2. 搭乘機場快線抵達名古屋。</li> <li>3. 行程安排與準備。</li> </ol>
101 年 2 月 28 日	二	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 日本車輛公司豐川工廠歡迎會及相關工作人員介紹。</li> <li>2. 日本車輛公司向臺鐵局監造檢驗人員說明 EMU800 最新生產進度以及有關行程。</li> <li>3. 日本車輛公司向臺鐵局監造檢驗人員辦理勞工安全衛生教育訓練。</li> <li>4. 觀看日本車輛公司簡介影片。</li> <li>5. 參觀豐川工廠及 EMU800 生產線。</li> <li>6. 前往相關生產及品管部門拜會。</li> </ol>
101 年 2 月 29 日	三	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ED801 屋頂隔熱絕緣材料施工及車架側牆板連接處修正作業。</li> <li>2. EM801 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>3. EP801 外牆色帶塗裝作業。</li> <li>4. EM802 車架邊緣地板材研磨作業。</li> <li>5. EP802 外牆洗淨。</li> <li>6. EM802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。 ED802 屋頂隔熱絕緣材料施工及車架側牆板防水膠塗裝作業。</li> <li>7. 轉向架框架(序號：12035)荷重試驗： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 疲勞負荷試驗之垂直負荷試驗。</li> <li>(2) 保證負荷試驗之垂直負荷試驗。</li> </ol> </li> <li>8. 牽引馬達吊架荷重試驗： <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 保證負荷試驗之垂直負荷試驗。</li> <li>(2) 疲勞負荷試驗之垂直負荷試驗。</li> </ol> </li> <li>9. 轉向架框架(序號：12045)焊接目視檢查、螢光磁粉探傷檢查、超音波探傷檢查。</li> </ol>

101 年 2 月 29 日	三	10. 轉向架框架(序號：12047)焊接目視檢查、螢光磁粉探傷檢查、超音波探傷檢查。
101 年 3 月 1 日	四	1. ED801 床緣地板材研磨作業。 2. EM801 外牆帶塗裝作業。 3. EP801 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。 4. EM802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。 5. EP802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。 6. EM802 外牆洗淨。 7. ED802 屋頂隔熱絕緣材料施工及車架側牆板連接處修正作業。 8. 轉向架框架(序號：12048)焊接目視檢查、螢光磁粉探傷檢查、超音波探傷檢查。
101 年 3 月 2 日	五	1. ED801 前頭車頭部最終完成塗裝處理及外牆洗淨。 2. EM801 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。 3. EP801 車下配管托架等焊接作業。 4. EM802 外牆帶塗裝作業。 5. EP802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。 6. EM802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。 7. ED802 床緣地板材研磨作業。 8. 轉向架框架(序號：12049)焊接目視檢查、螢光磁粉探傷檢查、超音波探傷檢查。
101 年 3 月 3 日	六	行程安排與準備
101 年 3 月 4 日	日	資料整理
101 年 3 月 5 日	一	1. EDC801 床緣地板材研磨作業。 2. EMB801 側門以及通道門預組合作業及外牆色帶塗裝作業。 3. EP801 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。 4. EMB802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。

101 年 3 月 5 日	一	<ul style="list-style-type: none"> <li>5. EP802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>6. EMA802 外牆洗淨。</li> <li>7. EDC802 屋頂隔熱絕緣材料施工及床板連接處修正作業。</li> <li>8. 今日無排定檢查項目，視察轉向架及現車施工作業。</li> </ul>
101 年 3 月 6 日	二	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. EDC801 外牆洗淨。</li> <li>2. EMB801 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。</li> <li>3. EP801 移至南邊廠房、車下配管托架等焊接作業。</li> <li>4. EMB802 側門以及通道門預組合作業及外牆色帶塗裝作業。</li> <li>5. EP802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>6. EMA802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>7. EDC802 床緣地板材研磨作業。</li> <li>8. 今日無排定檢查項目，視察轉向架及現車施工作業。</li> <li>9. 日本車輛公司向臺鐵局監造檢驗人員說明 TCMS 振動測試程序、主變壓器測試程序及首件檢查(FAI) 事宜。</li> <li>10. 出發前往東京。</li> </ul>
101 年 3 月 7 日	三	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. EDC801 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>2. EMB801 移至南邊廠房、車下配管托架等焊接作業。</li> <li>3. EP801 車下配線管路作業。</li> <li>4. EMB802 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。</li> <li>5. EP802 側門以及通道門預組合作業、側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>6. EMA802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</li> <li>7. EDC802 外牆洗淨。</li> <li>8. 今日排定東芝株式會社府中工場 TCMS 振動測試行程。 <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 東芝株式會社府中工場辦理 TCMS 之 CU 振動測試之展示測試。</li> </ul> </li> </ul>

101 年 3 月 7 日	三	<p>(2) 現場檢視 TCMS 之 CU 振動測試之展示測試。</p> <p>(3) 參觀 296 輛購案(EMU800)及 136 輛購案(傾斜式電聯車)之 TCMS 軟體設計平台。</p>
101 年 3 月 8 日	四	<p>1. EDC801 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</p> <p>2. EMB801 移動至南邊廠房。</p> <p>3. EP801 移動準備、配管配線等作業起始日、天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>4. EMB802 移動至南邊廠房、車下配管托架等焊接作業。</p> <p>5. EP802 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。</p> <p>6. EMA802 側門以及通道門預組合作業及外牆色帶塗裝作業。</p> <p>7. EDC802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。</p> <p>8. 今日排定東芝株式會社三重工場主變壓器首件檢查 (FAI)行程。東芝株式會社三重工場致歡迎辭並確認主變壓器首件檢查(FAI)及振動測試行程。</p> <p>(1) 東芝株式會社三重工場向臺鐵局監造檢驗人員報告主變壓器型式測試紀錄。</p> <p>(2) 現場檢視主變壓器首件檢查(FAI) #1 初步檢查之目視檢查。</p> <p>(3) 參觀東芝株式會社三重工場馬達繞線製作、主變壓器框架結構製作、136 輛購案(傾斜式電聯車)之矽鋼片繞組製作等。</p>
101 年 3 月 9 日	五	<p>1. EDC801 側門以及通道門預組合作業、外牆色帶塗裝作業。</p> <p>2. EMB801 移動準備、配管配線等作業起始日。</p> <p>3. EP801 移動準備、配管配線等作業起始日、天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>4. EMB802 車下配線管路作業。</p> <p>5. EP802 移動至南邊廠房、車下配管托架等焊接作業。</p>

101 年 3 月 9 日	五	<p>6. EMA802 2 號線放上架高用轉向架以及地板布下先行作業。</p> <p>7. EDC802 側牆玻璃、前頭玻璃、地板布裝設。 今日排定大阪市立工業研究所主變壓器衝擊及振動測試行程。</p> <p>8. 檢視主變壓器衝擊及振動測試。</p> <p>(1)溫度繼電器：縱向(Longitudinal)、橫向(Transverse)、垂直向(Vertical)之共振測試(Resonant test)、隨機振動測試(Random Vibration test)及衝擊測試(Shock test)。</p> <p>(2)油流繼電器：縱向(Longitudinal)、橫向(Transverse)、垂直向(Vertical)之共振測試(Resonant test)、隨機振動測試(Random Vibration test)及衝擊測試(Shock test)。</p> <p>9. 原定辦理之油流繼電器衝擊及振動測試，因測試件安裝治具之安裝孔尺寸不合，將另作安排。</p> <p>10. 通知改善事項：振動測試件安裝方向應與測試件裝車方向一致。</p>
101 年 3 月 10 日	六	行程安排與準備
101 年 3 月 11 日	日	資料整理
101 年 3 月 12 日	一	<p>1. EDC801 車下導管(架高轉向架)</p> <p>2. EMA801 --</p> <p>3. EP801 車下空氣配管。</p> <p>4. EMB801 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>5. EMB802 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>6. EP802 車下配管裝設。</p> <p>7. EMA802 移動至南邊廠房。</p> <p>8. EDC802 車下導管(架高轉向架)。</p>

101 年 3 月 12 日	一	<p>9. 轉向架序號 12036 機械加工前中心點定位測量及塗裝後目視檢查。</p> <p>10. 轉向架序號 12037、12040、12041、12044、12045、12048、12049 等 7 組機械加工。</p> <p>11. 今日無排定檢查項目，視察轉向架及現車施工作業。</p>
101 年 3 月 13 日	二	<p>1. EDC801 移動至南邊廠房。</p> <p>2. EMA801 --</p> <p>3. EP801 車下空氣配管。</p> <p>4. EMB801 車下空氣配管。</p> <p>5. EMB802 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>6. EP802 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>7. EMA802 車下配管裝設。</p> <p>8. EDC802 車下導管(架高轉向架)。</p> <p>9. 轉向架序號 12036、12037、12040、12041、12044、12045、12048、12049 等 8 組機械加工。</p> <p>10. 今日無排定檢查項目，視察轉向架及現車施工作業。</p>
101 年 3 月 14 日	三	<p>1. EDC801 車下配管裝設。</p> <p>2. EMA801 --</p> <p>3. EP801 車下配線。</p> <p>4. EMB801 車下空氣配管。</p> <p>5. EMB802 車下空氣配管。</p> <p>6. EP802 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>7. EMA802 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>8. EDC802 移動至南邊廠房。</p> <p>9. 轉向架序號 12036、12037、12041、12044、12045、12048、12049 等 7 組機械加工。</p> <p>10. 轉向架序號 12035、12040 等 2 組機械加工後尺寸量測檢查。</p> <p>11. 今日排定神奈川 TUV SUD Otama 試驗工場辦理 TCMS 之 EMC 測試行程。</p>

101 年 3 月 14 日	三	<p>12. 東芝株式會社於神奈川 TUV SUD Otama 試驗工場辦理 TCMS 之 EMC 測試。</p> <p>13. 因修正後 TCMS 之 EMC/EMI 測試程序尚未經 TRA 審查原則同意，現場檢視 TCMS 之 EMC 測試，係依東芝提供之文件「Supplier EMC Type Test Procedure TILTING TCMS Revision 1.0 February 3,2012」第 5.2.1 節辦理 TCMS Equipment Radiated Immunity Test。</p> <p>14. 今日進行測試項目為 TU1 之 Radio-frequency electromagnetic field AM 試驗(側面水平、側面垂直、正面水平、正面垂直)及 Radio-frequency electromagnetic field, from digital mobile phones 試驗(側面水平、側面垂直、正面水平、正面垂直)，結果正常。</p>
101 年 3 月 15 日	四	<p>1. EDC801 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>2. EMA801 --</p> <p>3. EP801 車下配線。</p> <p>4. EMB801 車下配線。</p> <p>5. EMB802 車下空氣配管。</p> <p>6. EP802 車下空氣配管。</p> <p>7. EMA802 天花板、車下電線配管、天花板配線。</p> <p>8. EDC802 車下配管裝設。</p> <p>9. 轉向架序號 12046、12047 等 2 組機械加工前中心點定位測量及塗裝後目視檢查。</p> <p>10. 轉向架序號 12036、12037、12038、12039、12041、12044、12045、12048、12049 等 9 組機械加工。</p> <p>11. 今日排定東芝株式會社府中工場 TCMS 首件檢查(FAI)行程。</p> <p>聽取東芝株式會社府中工場說明 EMU800 TCMS 之 Central Unit 及 Terminal Unit 試驗紀錄(尚有部份測試項目未完成)。</p>



101年3月15日	四	12. 現場檢視 TCMS 首件檢查(FAI) ，辦理項目如下： (1) TCMS 之 CU 安裝箱體外觀目視檢查及尺寸量測。 (2) TCMS 之 CU 拆解後模組外觀目視檢查及尺寸量測。
101年3月16日	五	1. EDC801 天花板、車下電線配管、天花板配線。 2. EMA801 -- 3. EP801 天花板內裝作業。 4. EMB801 車下配線。 5. EMB802 車下配線。 6. EP802 車下空氣配管。 7. EMA802 車下空氣配管。 8. EDC802 天花板、車下電線配管、天花板配線。 9. 轉向架序號 12047 機械加工前中心點定位測量及塗裝後目視檢查。 10. 轉向架序號 12036、12038、12039、12042、12043、12044、12045、12046、12047、12048、12049 等 11 組機械加工。 11. 轉向架序號 12037、12041 等 2 組機械加工後尺寸量測檢查。 12. 今日排定東芝株式會社府中工場靜式變流器(SIV)首件檢查(FAI)行程。 13. 聽取東芝株式會社府中工場說明 EMU800 SIV 之型式測試紀錄，包括 SIV 之水密測試紀錄、目視及尺寸測試紀錄、靜式變流器測試紀錄等。 14. 現場檢視 SIV 首件檢查(FAI) ，辦理項目如下： (1)SIV 目視檢查、尺寸檢查。 15. (2)SIV 啟動、負載、短路、重置、停機等測試。
101年3月17日	六	行程安排與準備
101年3月18日	日	資料整理
101年3月19日	一	1. EDC801 車下配線。

101 年 3 月 19 日	一	<p>2. EMB801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>3. EP801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>4. EMB802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>5. EP802 天花板內裝作業。</p> <p>6. EMA802 車下配線、天花板內裝作業。</p> <p>7. EDC802 車下配線。</p> <p>8. 轉向架序號：12036、12038、12039、12042、12043、12046、12047、12048、12049 等 9 組機械加工。</p> <p>9. 轉向架序號：12035、12037、12040、12041、12044、12045 等 6 組機械加工後尺寸量測檢查。</p> <p>10. 視察轉向架及現車施工作業。</p> <p>11. 今日配合傾斜式 136 輛電聯車案軸頸軸承 FAI，赴 NTN(株)桑名製作所監造檢驗 EMU800 之車軸軸頸軸承，並視察各式軸承之製造、檢驗及組裝生產流程。</p>
101 年 3 月 20 日	二	行程安排與準備
101 年 3 月 21 日	三	<p>1. EDC801 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>2. EMB801 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>3. EP801 車下空壓機、充電器箱等安裝作業。</p> <p>4. EMB802 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>5. EP802 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>6. EMA802 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>7. EDC802 天花板內裝作業。</p> <p>8. 轉向架序號：12038、12039、12042、12043、12046、12047 等 6 組機械加工。</p> <p>9. 轉向架序號：12035、12036、12037、12040、12041、12044、12045、12048、12049 等 9 組機械加工後尺寸量測檢查。</p>

101 年 3 月 21 日	三	<p>10. EDU34-15 No.12048 R003 轉向架框架尺寸及目視檢查。</p> <p>11. EDU34-16 No.12049 R003 轉向架框架尺寸及目視檢查。</p> <p>12. 視察轉向架及現車施工作業。</p>
101 年 3 月 22 日	四	<p>1. EDC801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>2. EMB801 車下空壓機、充電器箱等安裝作業。</p> <p>3. EP801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>4. EMB802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>5. EP802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>6. EMA802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>7. EDC802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>8. EDC803 車架尺寸量測檢查。</p> <p>9. 轉向架序號：12042、12043、12046、12047 等 4 組機械加工。</p> <p>10. 轉向架序號：12035、12036、12037、12038、12039、12040、12041、12044、12045、2048、12049 等 11 組機械加工後尺寸量測檢查。</p> <p>11. EBU35-1 EDC803 R011 車架尺寸及目視檢查。</p> <p>12. EDU34-15 No.12039 R003 轉向架框架尺寸及目視檢查。</p> <p>13. 參訪名古屋鐵道舞木檢查場。</p>
101 年 3 月 23 日	五	<p>1. EDC801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>2. EMB801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p>

101 年 3 月 23 日	五	<p>3. EP801 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>4. EMB802 車下空壓機、充電器箱等安裝作業。</p> <p>5. EP802 車下空壓機、充電器箱等安裝作業。</p> <p>6. EMA802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>7. EDC802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>8. EMA803 車架尺寸量測檢查。</p> <p>9. 轉向架序號：12046、12047 等 2 組機械加工。</p> <p>10. 轉向架序號：12036、12037、12038、12039、12040、12041、12042、12043、12044、12045、12048、12049 等 12 組機械加工後尺寸量測檢查。</p> <p>11. EBU35-2 EM.803 R011 車架尺寸及目視檢查。</p> <p>12. EDU34-3 No.12036 R003 轉向架框架尺寸及目視檢查。</p> <p>13. EDU34-5 No.12038 R003 轉向架框架尺寸及目視檢查。</p>
101 年 3 月 24 日	六	資料整理
101 年 3 月 25 日	日	資料整理
101 年 3 月 26 日	一	<p>1. EDC801 車下空壓機、充電器箱等安裝作業。</p> <p>2. EMB801 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>3. EP801 室內內裝作業、室內電裝作業。</p> <p>4. EMB802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>5. EP802 管路清掃、車下各閥類、充電器箱水箱、污水箱等安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>6. EMA802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p> <p>7. EDC802 管路清掃、車下各閥類安裝、連結器安裝、室內內裝作業。</p>

101 年 3 月 26 日	一	8. EDU-34 NO.9 12042 、NO.10 12043 等 2 組轉向架框架尺寸及目視檢查。 9. EBU35-4 EMB803 R011 車架尺寸及目視檢查。
101 年 3 月 27 日	二	1. 資料整理。 2. 返程搭乘機場快線抵達日本中部國際機場。 3. 搭乘 CX531 班機自日本中部國際機場至臺灣桃園國際機場。

### 三、轉向架框架靜態負載試驗

空調通勤電聯車 296 輛之轉向架由日本車輛製造株式會社負責設計及製造，依據契約規範規定辦理轉向架靜態負載試驗(Bogie Frame Static Load Test)，已先由廠商將轉向架之設計文件、轉向架之有限元素分析(Finite Element Analysis of Bogie Frame, FEA)及轉向架靜態負載試驗程序(Static Load Test Procedure of Bogie Frame)等提送臺鐵局審查，101 年 2 月 29 日進行轉向架靜態負載試驗，驗證轉向架在設計條件下使用其任何部份應無瑕疵或永久變形，且試驗所測得之應力應低於所用材料之降伏點。

本購車案之轉向架靜態負載試驗係在日本車輛製造株式會社豐川工廠(Nippon Sharyo Toyokawa Plant)之疲勞試驗室辦理。101 年 2 月 29 日辦理其中保證負載試驗在垂直方向作用負載試驗、疲勞負載試驗在垂直方向作用負載試驗、保證負載試驗在牽引馬達負載試驗、疲勞負載試驗在牽引馬達負載試驗等 4 項。

試驗後將所得到各設定點之應力值與轉向架框架使用材料之容許應力值做比較，以確認其應力值是否低於所用材料之降伏點。另外，比較各設定點位移計(Displacement Transducer)負載前及卸載後之數值，以確認轉向架框架是否有永久變形產生。經試驗現場監驗試驗辦理過程，及檢視試驗結束由廠商提出試驗結果報告，轉向架框架沒有發生永久變形；保證負載試驗試驗點之應力值小於轉向架框架使用材料之容許應力。疲勞負載試驗試驗結果其應力點落於材料疲勞負載圖(Material Fatigue Diagram)之包絡線內。

轉向架靜態負載試驗之過程照片如下。

轉向架框架靜態負載試驗之試驗結果報告摘要如附件。



#### 四、監造檢驗討論事項

監造檢驗期間現車實際查對施工工藝及品質與監督車輛製造檢驗測試；對已往車輛設計及使用上不理想的部份，與車輛製造廠設計、生產及品管部門進行研討。

101年3月1日

臺鐵局監造人員提出：上下車門門袋端部未密封，灰塵、水氣將經由門鉸與門袋間隙進入車廂側牆、天蓬，並污染 DI 視窗玻璃等設備，請將孔洞密封。



車輛製造廠商回應：已封住，如照片所示。之後所有車輛也會依此方式封住。



101年3月12日

臺鐵局監造人員提出：天蓬空調風道分隔板銜接處不平整，及與襯板間之間隙過大，(如照片所示)。



車輛製造廠商回應：追加鉚釘以縮小接合點的空隙，今後的車輛也會採相同的處理。



101年3月12日

臺鐵局監造人員提出：枕樑開孔處未加焊鋼板補強。



車輛製造廠商回應：和設計一同檢證下所得出的結果，確認出缺失之部位不施予補強也毫無問題，故遵照原設計圖指示，只於枕樑朝內側之中央區塊施予補強。



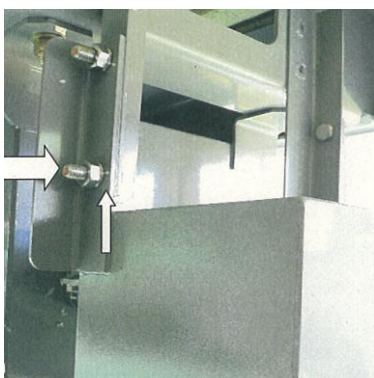


101 年 3 月 12 日

臺鐵局監造人員提出：安裝車下設備之螺栓未加裝彈簧墊圈，請確實依照「設備安裝要領書 AC110280」辦理。



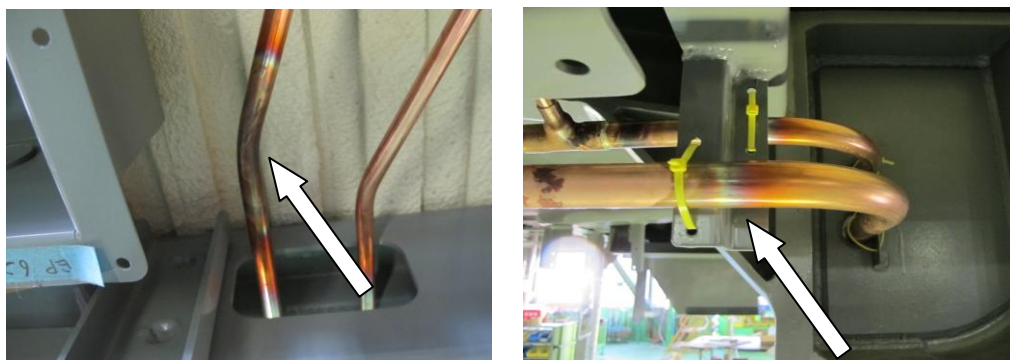
車輛製造廠商回應：這只是預組裝，實際組裝時會加上墊圈並於完全鎖上螺絲後，畫上標註記號，參考下圖。



101 年 3 月 13 日



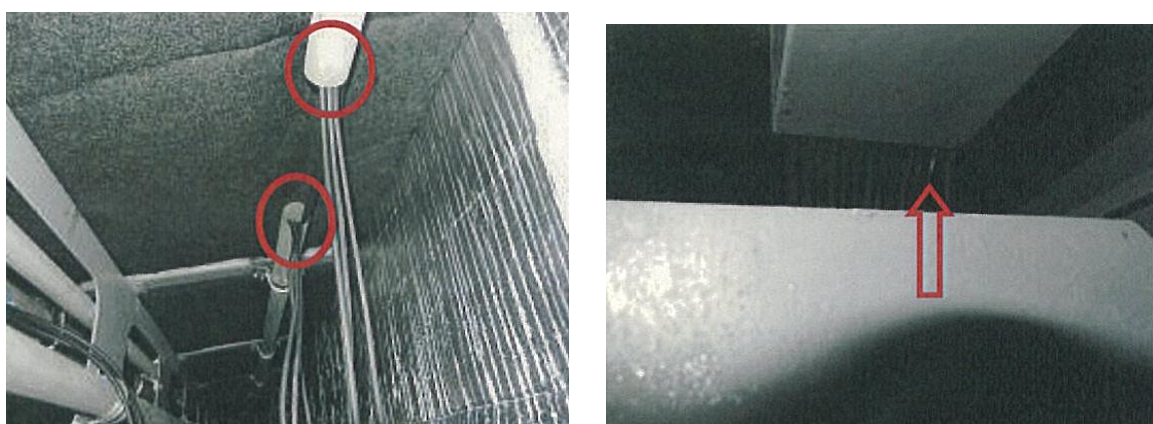
臺鐵局監造人員提出：車下空氣配管(銅管)彎管作業使用加熱方式後處理，不符「艙裝配管標準 AC110281」，請確實依標準辦理。



車輛製造廠商回應：常溫的狀態下是以彎管器來彎曲銅管，不過，如果在實際裝設時有可能會發生需要做微調整的情況存在，需要微調整的情況，如果是可以使用彎管器來調整的情況下會將配管拆下，使用彎管器來進行微調整，但是如果出現無法使用彎管器來做調整的情形下，則也有可能採用加熱微調整作業。上述情形已對配管作業人員實施指導。

101年3月13日

臺鐵局監造人員提出：天花板電線管施作穿線，電線管進、出管口處未作防護套保護，易造成電線刮傷致絕緣不良。

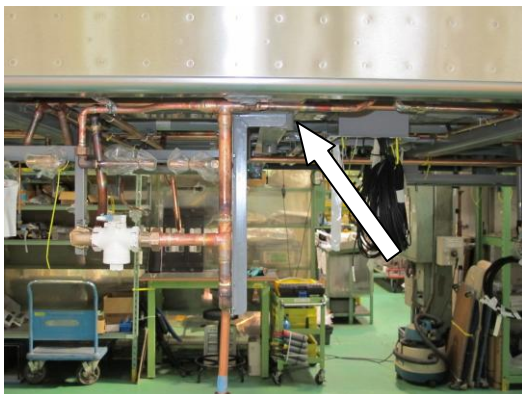


車輛製造廠商回應：於管線開口處用保護膠帶或是橡膠墊片作保護，今後的車輛也會施予相同的處理。



101 年 3 月 26 日

臺鐵局監造人員提出：壓力空氣配管與 Under frame 接觸，不符「EMU800 型通勤電聯車艙裝配管標準(AC110281)」。



車輛製造廠商回應：此部位是要用管夾固定的部位，提出改善缺失時，此部位尚未裝設管夾，而並非是空氣配管和鋼體底座接觸。

101 年 3 月 26 日

臺鐵局監造人員提出：車下壓力空氣配管與配管交叉，且交叉配管與由任接頭太過接近，將影響後續維修工作。



車輛製造廠商回應：依設計變更通知書(AC121192)，變更由任接頭之位置。

## 參、心得與建議

### 一、心得

車輛採購及車輛改造案依契約規範規定，立約商須於車輛生產製造前提出設計文件及詳細的檢查和測試規範供臺鐵局審查，出國前已經參加過審查會並與立約商做過詳細討論，了解其一般檢驗項目及應辦理之檢驗程序，實際參與監造檢驗後，仍發現有不符規定及需要改進的地方，雖然已向車輛製造廠商提出改善通知及獲得回應及改善，惟整個車輛生產流程過長，臺鐵局無法全程派員監督，宜再加強研擬車輛生產過程之品質稽核及不符規定時之處置辦法。

日本是國際知名的鐵路車輛生產國家及使用國家，出國監造檢驗期間搭乘其地鐵、區間城際列車或新幹線列車，常有驚喜的發現，甚至走在路上也會看到別人的巧思。以下提出幾項心得：

- (一)有關搭乘火車逃生議題，之前消防安全課程常有談到民眾不知餐廳或飯店落地窗玻璃擊破要領，而無法順利逃生案例，目前臺鐵局客車車廂之旅客逃生路徑係規劃利用車廂前後端之上下車門或車廂側邊之上下車門，如果車門阻塞或損壞無法打開通行，旅客也可取車廂內側牆上設置之破窗器將側窗擊破後逃生。雖然破窗器旁邊已張貼破窗器操作程序，惟旅客仍有不熟擊破車窗要領而延誤逃生的疑慮。美國芝加哥伊利諾伊區域通勤鐵路公司向日本車輛公司採購之雙層電車 160 輛正在日本車輛公司豐川工廠生產製造中，監造檢驗期間利用空檔參觀其車輛，發現其車廂側窗玻璃之密封橡皮條設計與臺鐵



局車輛不同，而是在密封橡皮條之壓條上設計 2 個橡膠小手把，緊急時利用 2 個手把將玻璃壓條向操作者方向拉開，即可將玻璃卸下，俾利人員逃生及救援。



(二) 臺鐵局列車廁所內都有安裝洗手盆及水龍頭，洗手用水由車下水箱供應，現今車輛保養段補充水箱的水源，有來自自來水者，也有用地下水者，作為洗手用水應該沒有問題，但為避免旅客誤飲，實有必要在洗手盆邊張貼「非飲用水」之警語。(如下圖)



(三) 新車均將提供手機自助充電服務，日本車廂類似標示牌供參考。



(四) 日本地鐵車廂規劃提供安裝心律調整器旅客特別區域及座位，並在附近張貼警語，提醒該區域旅客將手機關機。小小的規劃設計，大大的感動人心。



(五)日本火車車廂規劃在上下車門處安裝隱藏式折疊椅，非尖峰時段可以使用乘坐。



(六)日本火車站張貼新車即將推出營運的廣告。



(七)公路旁電線桿上之斑馬紋警示塗裝，不是直接在現場電線桿油漆施工，而是先將斑馬紋印刷在塑膠布再予以固定在電線桿上，容易維護。爬電線桿踩踏之螺栓圓周壓花，具止滑功能，增進工作人員安全。



## 二、心得專題報告-- 電動牽引馬達之維修檢測探討

### (一)、前言

做為鐵路驅動機械之動力源，各種大大小小的電動牽引馬達，廣泛地活躍在一般鐵路動力牽引系統的使用上。

隨著鐵路驅動系統之複雜化、大型化，自穩定動作之觀點，對高可靠度之要求，乃是理所當然，於是日常保養、檢點乃變成重要之工作。以往，對這些保養、檢點業務都以深厚之經驗與知識為基礎加以進行，隨著設備老化的來臨，維修技術除工作人員經驗的累積外，仍須儀器檢測的研判為依據。

有關電動牽引馬達之線圈絕緣檢測，楔部鬆弛檢測、轉部鬆弛、疲勞龜裂之檢測以及軸承之健全性檢測等在此將加以介紹。

### (二)、事故、不良之分析

依多年臺鐵局電動牽引馬達之維修經驗，電動牽引馬達所發生之事故、不良，如圖 1、圖 2 所示。由此圖可了解電動牽引馬達的那一部分發生怎樣的不良，自何時開始較易發生。

由圖 1 可知，在經過 10~20 年的運轉後，事故、不良的發生頻率比以前會有大幅增加的傾向，而這些不良的原因，大約有一半是線圈的絕緣劣化；而其他的原因，則有環境、振動、軸承等因素。

自圖 2 的事故發生部位別之分類中，可知不論是鼠籠型或捲繞型電動牽引馬達，其靜部線圈及其週邊發生不良之情況也相當多。

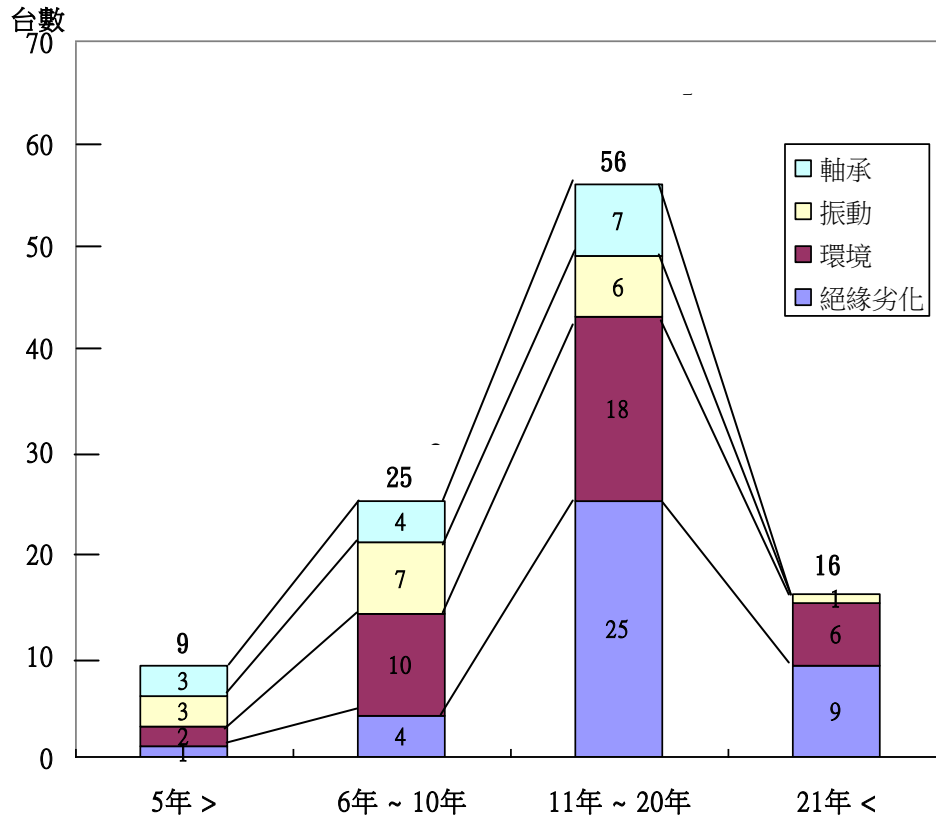
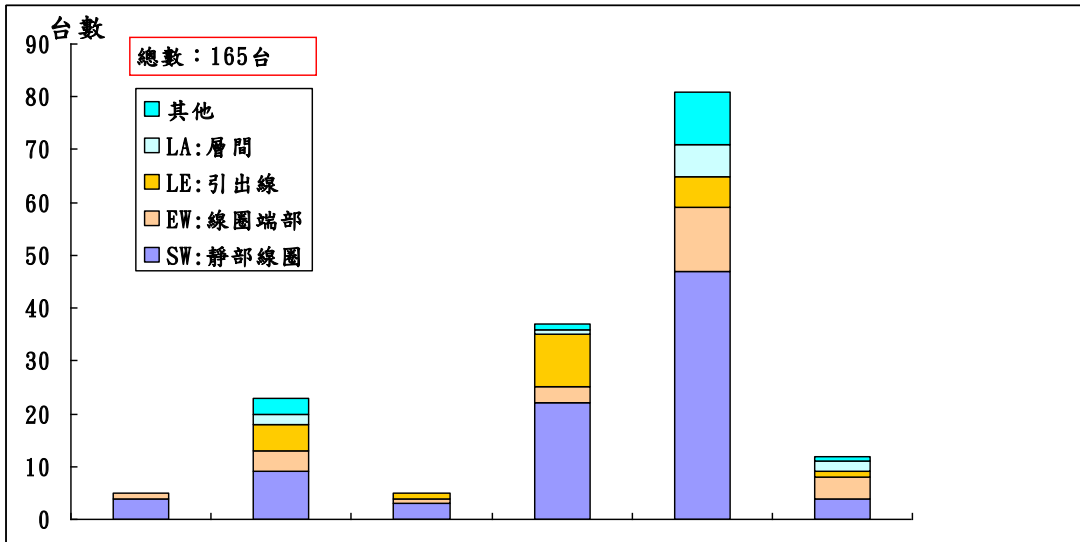


圖 1 運轉年數與事故原因之關係

這也顯示出，使用在各式各樣的用途之電動牽引馬達，所存有的非常特別的一種代表性傾向。在進行電動牽引馬達的檢查與保養管理時，轉部、軸承、靜部線圈等是不可欠缺的主要部份。

將以上資料作一整理時，可知電動牽引馬達在經過 10 年~20 年的運轉後，隨著老化之進展，發生不良、事故之情況有增加之傾向，發生之原因有振動、軸承、環境、線圈絕緣劣化等。對於這些發生在電動引馬達引馬達主要部位磨損、鬆弛、老化等，在進行日常或定期檢查時之保養管理項目、檢測方法、劣化因素，及近一步之對策，目前已實用化之內容，列出如表 1。

接下來介紹其中具代表性之檢測方法。



275KW <	275KW ≥	275KW <	275KW ≥	275KW <	275KW ≥
1800V		440V	925V		440V
捲繞型			鼠籠型		

圖 2 事故發生部位別分類

### (三)、靜部線圈之絕緣檢測方法

#### 1. 電氣非破壞性試驗

由於靜部線圈使用有機材料做絕緣，在運轉中亦會受到熱、電氣、環境、機械諸條件之影響，而受到複合性應力之作用，致使絕緣劣化逐漸蔓延，逐漸自初期所持有之耐壓值降低，而使絕緣能力降低到運轉所必須之界線以下；因此，在運轉期間須進行絕緣檢測，以評估裂化之水準，進而推測剩餘壽命，以實施適當的預防保養對策是相當重要的。

表 1 電動牽引馬達主要部位的檢測方法

區分	主要部 品、部位	保養管理項 目	檢測方法	裂化原因	預防保養方法
靜部	靜部線圈	絕緣裂化	ID、VI	運轉時間、啟動 頻度、累積溫	評估剩餘壽命、更換 線圈



		支持部鬆弛	HT、VI	度、振動	增設間隔板套環，加強穩固
		絕緣層表面狀況	ID、VI	污損、潮濕	洗淨、進行凡立水處理
	楔部	楔部鬆弛	HT、VI	累積溫度、振動	用凡立水黏固、更換楔部
	引接線	絕緣裂化	DT、VI	累積溫度、污損(油氣)	更換引線
	靜部鐵心	鐵心鬆弛、變形	DT、VI	啟動頻度、累積溫度、振動	用凡立水黏固
溝片鬆弛、變形		DT、HT、VI	增設間隔板，加強穩固		
轉部	轉部導體棒	導體棒鬆弛	HT、VI	啟動頻度、累積溫度	充填凡立水黏固
		焊接端部龜裂	PT、UT		修補焊接端、更換轉部導體棒
	短路環	支持物之間隙	HT、VI	啟動頻度	更換支持物
	固定環	應力腐蝕破損	PT、UT	溼氣	消除龜裂、更換保持環
	轉部鐵心	鐵心鬆弛、變形	DT、VT	啟動頻度、累積溫度	充填凡立水黏固
槽溝鬆弛、變形		DT、HT、VI	加強熔接、加強穩固		
軸承	滑動軸承	巴氏合金磨損、剝離	DT、PT	運轉時間、啟動頻度、振動	補修、更換合金、更換巴氏合金
		油錐磨損	DT		更換油錐齒、更換油錐
	轉軸絕緣	絕緣裂化	HT、VI	運轉時間、振動	補修、更新
主軸	耦合器之耦合部	磨損、變形	DT、VI	轉矩脈動、振動	補修主軸、更換耦合器

註：UT：超音波探傷檢查                      ID：絕緣診斷  
 PT：染色浸透檢查                            DT：尺寸檢查  
 VI：目視檢查                                    HT：敲音檢查

歷年的線圈耐壓水準，其最終目的雖可自電氣性絕緣破壞電壓求出，以進行評估；但由非破壞性試驗之數據，可推測、評估出其健全性與殘存破壞電壓，此乃絕緣檢測之目的。

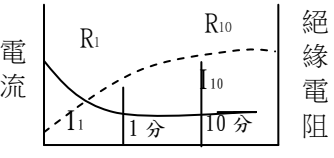
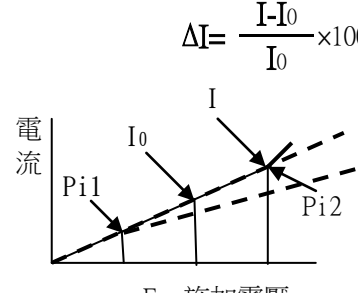
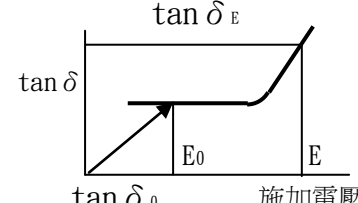
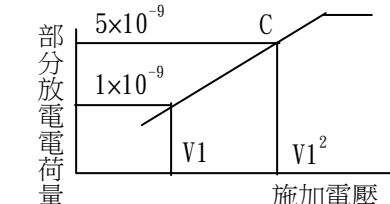
非破壞性試驗，如表 2 所列，其所實施之項目有：直流試驗、交流電流試驗、耗損因素試驗( $\tan \delta$  試驗)、絕緣電阻試驗、耐壓試驗、部分放電試驗(電暈試驗)。這些試驗項目，雖有某些互有關聯，但在一般情況，直流試驗、感應正切試驗之數據，可表示絕緣層污損、吸收溼氣之程度；交流電流試驗與部分放電試驗之數據，可視為主絕緣層的裂化度之指標。在開放型之電動牽引馬達，由於其具有外氣可直接侵入線圈之構造，因此線圈端部之吸濕、污損情況相當嚴重，在此情況，期望能先洗淨線圈後，再進行檢測。在進行檢測數據之評估時，是否可用之判定基準雖已訂定，但目前所使用之判定值，存有某些瑕疵。而且，絕緣層的老化，是隨著時間而逐漸進展，因此評估之基準，除了絕對值之評估外，數據之老化(趨向管理)也是重要的判定因數。近年來也趨向於施行檢測數據的老化管理。

## 2. 楔部之鬆弛檢測

在靜部鐵心之槽內，用來固定線圈之楔部，由於經年的溶合、熱裂化等而產生鬆弛現象。如以此狀態繼續運轉時，由於槽內線圈之電磁振動，造成楔部或絕緣層之磨損，也會導致絕緣破壞情況。因此，在進行楔部之檢測時，除進行本身之裂化檢測外，對於在槽內之線圈之固定裂化檢測，亦應同時進行。

表 2 電動牽引馬達之絕緣檢測項目(電氣非破壞特性試驗，施行這些檢測的項目)

NO	試驗項目	目的	檢測項目及定義	試驗裝置	備註
1	絕緣電阻試驗	絕緣層之吸濕狀況	絕緣電阻 $R_i$ (1 分鐘之值)	絕緣電阻計或高阻計	
2	耐壓試	確認絕緣	---	耐壓試驗器	

	驗	耐力			
3	直流試驗	絕緣層之吸濕狀況	成極指數 $PI = \frac{I_1}{I_{10}} \left( = \frac{R_{10}}{R_1} \right)$ 	直流試驗裝置 或絕緣電阻計	
4	交流電流試驗	判定絕緣內部之裂化	第一次電流急增點 $P_{i1}$ 第二次電流急增點 $P_{i2}$ 電流急增率 $\Delta I = \frac{I - I_0}{I_0} \times 100(\%)$ 	耐壓試驗器 交流電流計	E: 額定電壓 (V)
5	損耗因素試驗 (tan δ 試驗)	絕緣層之吸濕狀況 判定絕緣內部之裂化	$\tan \delta_0 \quad \Delta \tan \delta = \tan \delta_E - \tan \delta_0$ 	耐壓試驗器 tan δ 計	E: 額定電壓 (V)
6	部分放電試驗 (電暈試驗)	判定絕緣內部之裂化	部份放電 開始電壓 $V_1$ 	電暈試驗器 耐壓試驗器	

楔部之鬆弛檢測以敲音檢測使用得最廣。其法為用手置於楔部，再用木槌敲打其表面，則自傳送到手上的微弱振動程度，可用於判定其鬆弛之水準；此方法以往都需依賴熟

練的專門技術人員之經驗。為進一步提升精確度與量測之定量化，目前已普遍採用如圖 3 所示的脈衝槌以進行敲音檢測。

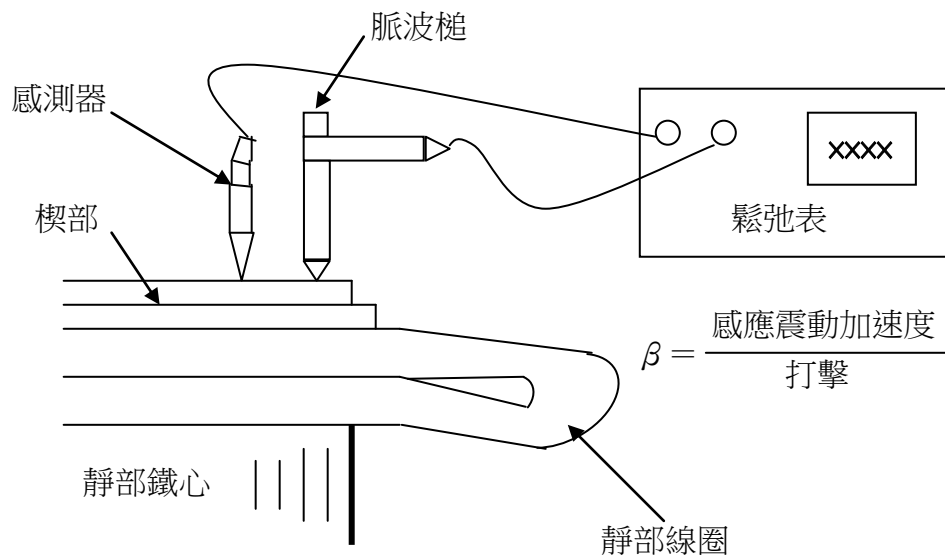


圖 3 楔部之鬆弛敲音檢測

此種敲音檢測方法係由脈波槌之打擊，利用感測器以檢取感應振動量，但必須將打擊力所造成之感應振動加速度予以減除之後，所得之數值才是用來評估的單位鬆弛量。與以往由熟練人員之敲打所做的檢查相比，更可客觀地、定量地施行檢測之優點，圖 4 為楔部之鬆弛造成之轉部損壞。



圖 4 楔部之鬆弛造成之轉部損壞

### 3. 線圈之目視檢測

電動牽引馬達線圈除前述之檢測外，對於線圈端部之目視檢點，亦是極為重要的檢測方法之一，主要檢點項目如圖 5 所示。

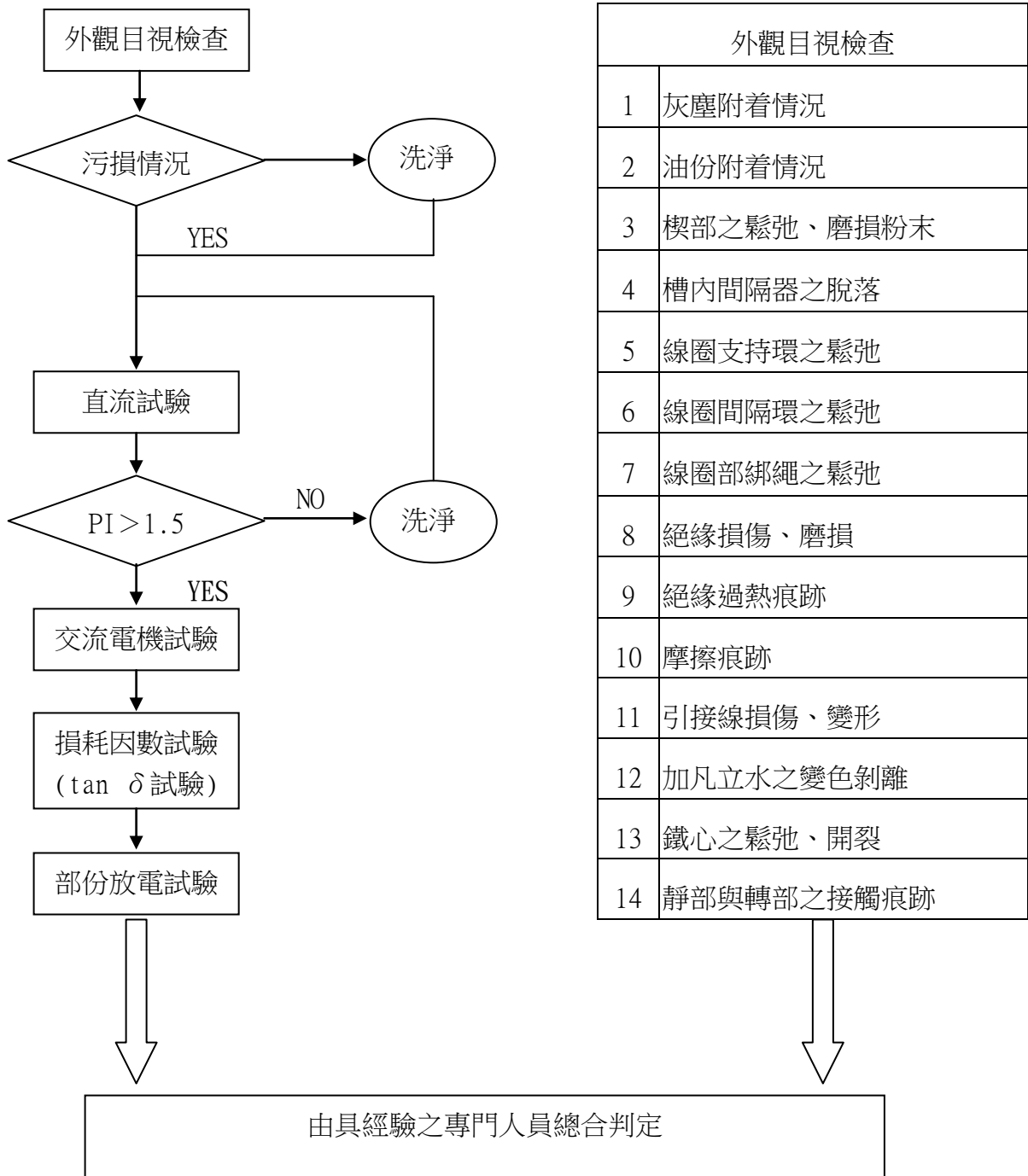


圖 5 絕緣劣化檢測之要領(由目視檢查與電氣非破壞性試驗結果之總合判定進行評估)

在臺鐵局為數眾多的屬籠式感應電動牽引馬達，由於啟動時，會有額定運轉電流 5~6 倍之啟動電流流過，由此巨大電流而產生電磁振動力，特別在定子線圈之端部，即會受到此強大機械應力之作用，並將此應力施加在鐵芯出口部旁邊的線圈絕緣層。此外，由於構成線圈端部的各種材料之振動、鬆弛，也會促使劣化加速。

而且，在開啟式電動牽引馬達中，由於定子線圈端部附着灰塵等而造成污損，如此將形成環境性的劣化要因之重疊，因此，在進行開啟檢查之際，應詳細的檢視定子線圈兩側之端部，必要時更應使用放大鏡進行檢查，經此檢查應能將定子線圈綁線之斷落、磨耗、粉末之附着、局部性絕緣過熱痕跡、摩擦痕跡、引接線的損傷痕跡等不良情況或其他前兆檢查出來，而加以整修。

#### 4. 絕緣檢測之總合評估

有關絕緣健全性檢測評估，應對前述電氣非破壞性試驗、楔部之鬆弛檢查、線圈之目視檢查等之各個結果，進行綜合性之總合檢查評估(參照圖 5)，而且也應注意這些檢查量測數據之經年變化，與以往之值及標準值相比，如有很大變化時，即時看起來仍然絕緣健全，對於參與電動牽引馬達維修保養或管理的工作人員而言，這也是獲知異常的檢查方法之一，如能在發生不良之前，採取適當之整修對策，這未嘗不是檢修技術的一種非凡成果。

#### 5. 絕緣檢測方法之動向

參訪日本名古屋鐵道株式會社舞木檢查場，日本近來對電動牽引馬達已逐漸實用化之絕緣檢測方法。其一，為電動牽引馬達檢測的專家檢測系統之實用化，前面說明之所有電動牽引馬達檢測結果之方法，都須考慮到各種條件檢測結果之整體性，並做出檢測結論判斷，這都需要藉助於有專門維修知識與工作經驗的維修技術人員。

在日本進行專門性電動牽引馬達判斷、評估的支援系統，係使用電子計算機，將以往需靠專門維修知識與工作經驗的維修技術人員之思考過程、判斷理論予以規則化，並使用此進行自動的推論，由此能做出與專家相同之結論，此種系統稱為絕緣專家檢測系統。而檢測則必須基於檢測之結果做適切之評估才有效。故即時非維修專業技術人員，只要使用此系統，即可獲得十分接近之效果，這是深具意義的。

另一種方法，即是在運轉中量測局部放電特性，亦即為活線檢查法。當槽內之線圈鬆動時，槽內線圈表面為防止電暈所使用之低電阻層，會受損傷，則由槽溝之放電，更易損傷，而這是能在運轉中量測線圈表面與鐵芯槽間所發生的電暈之方法，這是偵測線圈損傷的主要方法中之良好方法。具體而言，雖能利用電動牽引馬達安裝在接引線之耦合電容器，以進行檢出。但如在電動牽引馬達的安裝現場進行量測時，由於電暈脈波與外部雜訊無法分離，目前日本亦在繼續進行研討解決各種檢查方法。

#### (四)、轉部之檢測方法

轉部之檢測主要進行導體棒之鬆弛檢測、銀焊部或其端部疲勞所產生之龜裂檢測、鐵芯之鬆弛檢測、固定環之應力腐蝕破裂等之檢測。

##### 1. 導體棒之鬆弛檢測

轉部之導體棒，通常係使用黃銅或銅棒插裝在鐵芯槽中，在將兩端以銀焊之方式，焊接在短路環上。

啟動時，由於有很大的電流在導體棒中流動，由此電流產生之加熱，電磁振動等，以防止導體棒鬆弛為目的之方法，如圖 6 所示，在槽內做環氧樹脂凡立水處理或鍛造加工。

電動牽引馬達經過長年累月的運轉，裝在槽內之導體棒將會自固定狀態產生鬆弛現象，此種現象持續存在時，將會導致導體棒之磨損，甚至折損等不良狀況。因此，為檢測出此導體棒之鬆弛，可使用與檢測楔部鬆弛相同的方法，即由脈波錘以進行敲音檢測。如槽內之導體棒鬆弛時，則自錘之敲打所得之鬆弛量，將與有效固定時之量有所差別，此即為檢測方法所著眼之處。由此檢測如確認有鬆弛現象時，需施行環氧樹脂凡立水之再處理或鍛造加工等。

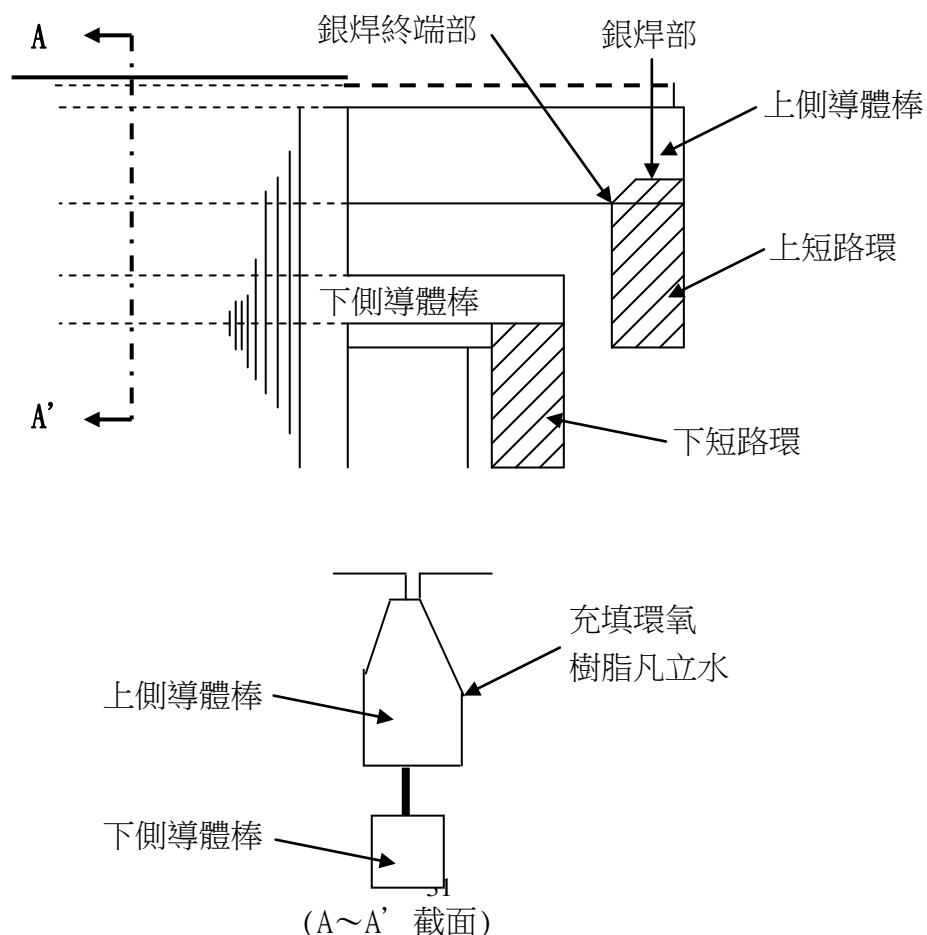


圖 6 轉部導體棒之電磁振動對策(由環氧樹脂凡立水之充填處理可防止槽內之電磁振動)

## 2. 銀焊部或終端部產生疲勞龜裂之檢測

導體棒與短路環雖附有銀焊，但在啟動時或運轉中，均可能反覆遭受熱漲、振動等作用。尤其是在銀焊部，最易因應力集中、經過長時間之運轉後，造成疲勞龜裂之現象。此種有無疲勞龜裂之檢查，可利用染色浸透探傷檢查，來進行檢測。

在此情況，由於導體棒、銀焊部之表面塗有凡立水，因此須先將此塗層除去，並將表面磨去後，才能進行該項檢查。

然而，在銀焊終端部所發生之導體棒之疲勞龜裂，雖也可使用染色浸透探傷檢查法將之檢測出；但由於除去凡立水，再塗裝需耗費許多時間，因此近來大多利用超音波探傷法來檢測，即可自凡立水薄膜上精確的進行檢測之技術。與以往需先除去凡立水薄膜在進行檢測之情況相比，可大幅縮減現場的維修工作天數，且由於其檢查之精確度相當高，相信此種檢測方法將可作為臺鐵局在進行電動牽引馬達定期檢查時應用(如圖 7)。

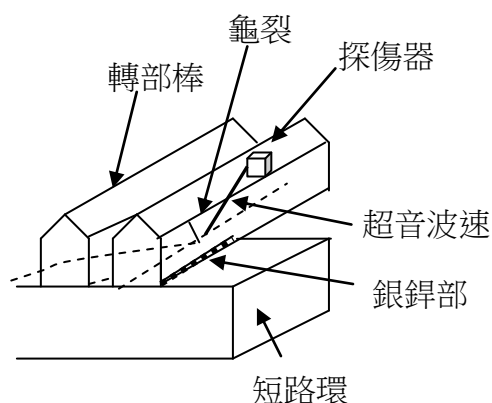


圖 7 導體棒與短路環的銀焊部之龜裂探傷

## 3. 鐵芯之鬆弛檢測

鐵芯之鬆弛檢測，可使用撬棒之方法。一般電動牽引馬達在製造鐵芯時，為維持一定面壓而將鐵芯疊積起來，並用夾板將兩端固定，但由於運轉而遭受加熱或熱循環之重覆進行，導致鐵板表面凡立水之裂化、溶化等現象，使製作時面壓產生緩慢的變化。因此，在進行開放檢查時，應將撬棒插入空氣槽內，施加一力量在撬棒上，則由於撬棒之傾倒量，可檢測出鐵芯面壓之鬆緩情況(如圖 8)，如研判鐵芯面壓太小時，則需繫緊以進行面壓之修正。



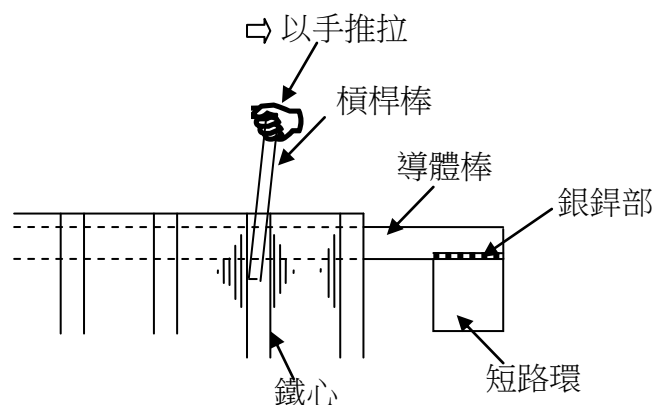


圖 8 使用槓桿棒進行鐵芯面壓之檢測

### (五)、軸承之檢測技術

軸承因運轉而磨損或由於軸承座與巴氏合金間之剝離，導致需改鑄巴氏合金或更換軸承座，這些處置主要還是利用染色浸透探傷檢查而加以檢測出來。

此外，軸承潤滑油的特性變化，列如：自污染度、粘度、酸化度、混入物等之分析，也能檢測出是軸承油本身或由軸承所生異常所造成的。此種檢測必須再運轉中的一些週期內施行，並由此作趨向管理，亦有可能知道發生異常之時期。

而且，自軸承之振動、聲音之變化或聲音之特徵，也可以檢測出軸承本身所產生之異常，由於此種研判可以在現場簡單的施行，因此常被使用。

### (六)結語

本報告乃為赴日本監造通勤電聯車 296 輛案期間，參訪日本名古屋鐵道株式會社舞木檢查場，及在臺鐵局從事將近 20 年電動牽引馬達維修經驗，針對電動牽引馬達檢測已使用之技術，由於電動牽引馬達之用途、多機種以及設置環境之多樣性，且由於啟動時之電流等，對維修保養人員而言，任一項工作均是難題，因此只有使用適當的檢測方法，藉由這些檢測數據鉅細無遺的管理、檢討，當可對電動牽引馬達所發出的無言之聲，做適當的維修處理。

### 肆、建議事項

- 一、日本車廂針對視障旅客之無障礙設施較完備，包括廁所配置、隔間入口、門鎖操作、扶手、座椅手把等都有點字設計，有關車輛通用設計檢討時宜納入考量，以嘉惠視

障旅客，並提升臺鐵局服務品質。



二、部份日本列車上下車門外側裝設開門按鈕開關，非尖峰時段，可由旅客自行由車外開門，無旅客上下車之車門則不會開啟，此時只有列車長控制的車門會開啟，以減少車廂冷氣或暖氣外洩，節能減碳保護地球的環保設計臺鐵局可參考研議。

