

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：其他)

**ME01 標三列電聯車(普通車)增購工程
國外駐廠監造第 3 梯次
出國報告**

服務機關：交通部高速鐵路工程局／捷運工程處

姓名職稱：李簡派正工程開熙／溫副工程司清霖

派赴國家：日本

出國期間：104 年 6 月 29 日至 9 月 4 日

報告日期：104 年 11 月 23 日

摘 要

台灣桃園國際機場聯外捷運系統建設計畫(以下簡稱本計畫)之機電系統統包工程(ME01 標)係由丸紅、川崎重工及日立製作所等三家日商公司聯合承攬，95 年 2 月 27 日開工(NTP)，其中電聯車工程由川崎重工(Kawasaki Heavy Industries)負責。ME01 合約所需交付之 28 列車(普通車 17 列、直達車 11 列)，已於 102 年 9 月 11 日全數運抵青埔機廠。

為因應機場捷運中壢延伸線未來營運需求，增購 3 列普通車電聯車(以下簡稱新增三列車)，採 ME01 標契約變更方式，並由原本三家聯合承攬改為川崎重工為代表廠商，其他 2 家則無主辦項目，此新增三列車於 103 年 6 月 27 日決標，103 年 11 月 28 日完成設計作業後，隨即開始準備後續生產作業。

原 28 列車係採委辦監造方式，為增進本局/處同仁本職學能，新增三列車改由具機電專業同仁赴日本神戶川崎兵庫工廠參與電聯車海外駐廠監造作業，本報告係本局/處赴日本所執行之監造作業第三(最後)梯次報告。

目 次

第一章：目的.....	4
1.1. 駐廠監造.....	4
1.2. 品質查證.....	4
第二章：行前準備.....	5
2.1. 依據.....	5
2.2. 其他準備事項.....	5
第三章：過程.....	6
3.1. 出國成員及任務.....	6
3.2. 會驗點.....	6
3.3. 行程紀要.....	7
3.4. 轉向架目視及尺寸檢測(BR02).....	7
3.5. 完整轉向架目視及尺寸檢測(BR03).....	8
3.6. 靜態界線及尺寸檢測(CR01).....	8
3.7. 車重量測(CR02).....	9
3.8. 電路連續性測試(CR03).....	11
3.9. 絕緣及高壓測試(CR04).....	12
3.10. 功能測試(空氣) (CR05).....	13
3.11. 功能測試(電氣) (CR06).....	13
3.12. 低速行駛測試(CR07).....	13
3.13. 車體水密測試(CR08).....	14
第四章：心得及建議.....	15
4.1. 務實檢討量測方法：.....	15
4.2. 品質制度.....	15
4.3. 經驗回饋.....	15

4.4. 能力培養.....	16
附錄.....	17
附錄 A：監造工作紀錄(含每日工作紀錄、雙週會記錄).....	17
附錄 B：駐廠監造查驗紀錄(ERS1000 及 2000 系列).....	17
附錄 C：BR 系列測試紀錄.....	17
附錄 D：CR 系列測試紀錄.....	17
附錄 E：改正行動通知表(CAR)及清單.....	17
附錄 F：材料進廠檢驗資料.....	17

第一章：目的

1.1. 駐廠監造

本計畫核心機電系統採統包方式，廠商必須負責設計及製造。設計完成進入製造過程中，依據品質計畫，製造階段中之會驗點由監造人員與廠商參與見證，即為駐廠監造之主要任務。

相較於 ME01 標原 28 列車(17 列普通車、11 列直達車)委由 SC01 標監造，本次駐廠監造係由業主自辦。

由於本梯次為本新增三列車駐廠監造最後一梯次，因此另肩負彙整前 2 次梯之未結案項目之彙整，且必須於最後階段判定仍無法執行完畢之項目有哪些必須在製造工廠完成之任務，以確保所有會驗點均被妥適執行完畢。

1.2. 品質查證

製造的過程中電聯車各子系統供應商之品管則依據三級品管制度由電聯車製造商川崎公司主導，駐廠監造人員督導，以查證品質、落實品質計畫之執行。

第二章：行前準備

2.1. 依據

對廠商做品質查證主要是依據下列文件：

- 一般條款第 10 章「品質管理」。
- 業主需求(VII) 「品質計畫要求」。
- 行政院公共工程委員會所頒佈之有關品質管理相關規定。
- 國際標準組織頒訂之 ISO9000。
- 機電系統統包工程依據上述規定所提送業主核可的整體「品質計畫」：
「CKS-ME01-PLN-MQM-0002-0 品質計畫 0 版」。
- 機電系統統包工程-電聯車工程依據上述規定所提送核可的
「CKS-ME01-PLN-ERS-0004-1 電聯車工程—品質計畫 1 版」。
- 本處奉核之駐廠監造計畫。
- 廠商依據合約所提送之各會驗點測試程序，包含 BR 系列、CR 系列程序書
(分述如 3.2 節)。

2.2. 其他準備事項

行前熟讀上述規定及文件，並於赴日本第一週與前一梯次人員確實做好交接工作，以確保駐廠任務順利執行。

第三章：過程

3.1. 出國成員及任務

李簡派正工程司開熙：為本次駐廠監造領隊，負責督導及共同執行駐廠監造作業。

溫副工程司清霖：負責執行本駐廠監造作業。

3.2. 會驗點

依據電聯車品質計畫，於車輛製造商製造期間之會驗點分別為 BR 及 CR 系列共 11 個會驗點：

1. 車體目視及尺寸檢測(BR01)
2. 轉向架目視及尺寸檢測(BR02)
3. 完整轉向架目視及尺寸檢測(BR03)
4. 靜態界線及尺寸檢測(CR01)
5. 車重量測(CR02)
6. 電路連續性測試(CR03)
7. 絕緣及高壓測試(CR04)
8. 功能測試(空氣) (CR05)
9. 功能測試(電氣) (CR06)
10. 低速行駛測試(CR07)
11. 車體水密測試(CR08)(細分為兩大部分：CR08-1 及 CR08-2)

上述會驗點於本梯次駐廠監造時，因製造流程安排之故，BR01 及 CR08-1 未參與見證，由前 2 梯次駐廠監造人員見證。

另，除了上述主要會驗點外，在整個製造過程實有賴廠商所執行的一級品管，其一級品管包含許多自主檢查項目，駐廠監造人員視現場製造流程及時間狀況，請川崎品管人員安排由駐廠人員觀察，包含啟運前檢查(PSI)、前端逃生門安裝、開啟及收回功能檢視、轉向架與車體結合(bogieing)等。

3.3. 行程紀要

表 3.3.1 行程表

日期	地點	行程內容	人員	
			李開熙	溫清霖
104 年 6 月 29 日 (星期一)	神戶	● 臺北→桃園機場→關西機場→ 神戶市區		V
7 月 2 日 (星期四)			V	
至 7 月 6 日 (星期一)	神戶	● 第 1 梯次與第 2 梯次監造作業 交接。 ● 監造電聯車製造、自主品管及 測試作業。	V	V
至 8 月 21 日 (星期五)	神戶	● 監造電聯車製造、自主品管及 測試作業。	V	
至 9 月 3 日 (星期四)				V
至 8 月 22 日 (星期六)	神戶	● 神戶市區→關西機場→桃園機 場→返回臺北	V	
至 9 月 4 日 (星期五)				V

3.4. 轉向架目視及尺寸檢測(BR02)

本項檢測目的在於檢查轉向架架框及承樑(未安裝任何零組件)機械加工面之精度，川崎採用的三軸量測儀，是全工廠裡最精密的量測工具之一，再搭配分釐卡，精度均在 0.01mm 以內，以確保轉向架架框及承樑在後續其他零組件安裝後之精度及列車行走之震動、噪音、穩定等等。量測之過程以目視為主，監造人員須能判讀分釐卡及百分錶讀值。

3.5. 完整轉向架目視及尺寸檢測(BR03)

本項檢測係量測轉向架安裝各項零組件後之尺寸，依組裝流程分為軸距量測及其他所有尺寸量測。

分成兩次量測之原因係安裝軸承蓋之後無法量測軸距，故先量測軸距後，再安裝軸承蓋及里程錶。軸距之安裝位置在 BR02 架框階段已經先量過，標準為 2100+/- 1mm，BR03 因施加壓力會有變化，但實際量測結果，最大之公差在 0.5mm 內，顯示架框之精度良好。

本項檢測之重點在於量測尺寸前，需先施加荷重於承樑之空氣彈簧位置，施加之重量為空重(W0)，依據轉向架所屬之車型(DMC1-M1-M2-DMC2)不同，所施加之重量也不同，程序書內無施加重量之公差，故請廠商之測試人員盡量調整至小數點第二位(以公噸為單位)，過大或過小均不適合，因為過大會造成主懸吊間隙太小，反之則間隙太大，若是量測結果不符則須調整墊片。

3.6. 靜態界線及尺寸檢測(CR01)

依據川崎公司之製程，將 CR01 測試分成兩大部分：車底設備及外觀之靜態界線量測，於不同的區域進行量測。

車底設備因配合轉向架與車體連結(bogieing)後，於調整轉向架相關零組件所實施之底盤相關設備尺寸量測；外觀之靜態界線(static gauge)(為車體及轉向架製造完成後之外緣尺寸)則以聯結各車成列車編組後，一次檢查。

車底設備之量測大多可經由目視直接判斷，轉向架之主懸吊高度雖然在轉向架尚未安裝至車底時已經量測過一次，但因實際車重左右仍有些微差距，故與車體結合購仍再次確認；另車體拱勢(camber)於內裝後，在此項測試再次量測，使用水尺量測需簡易計算(如下圖)才能得到拱勢值。

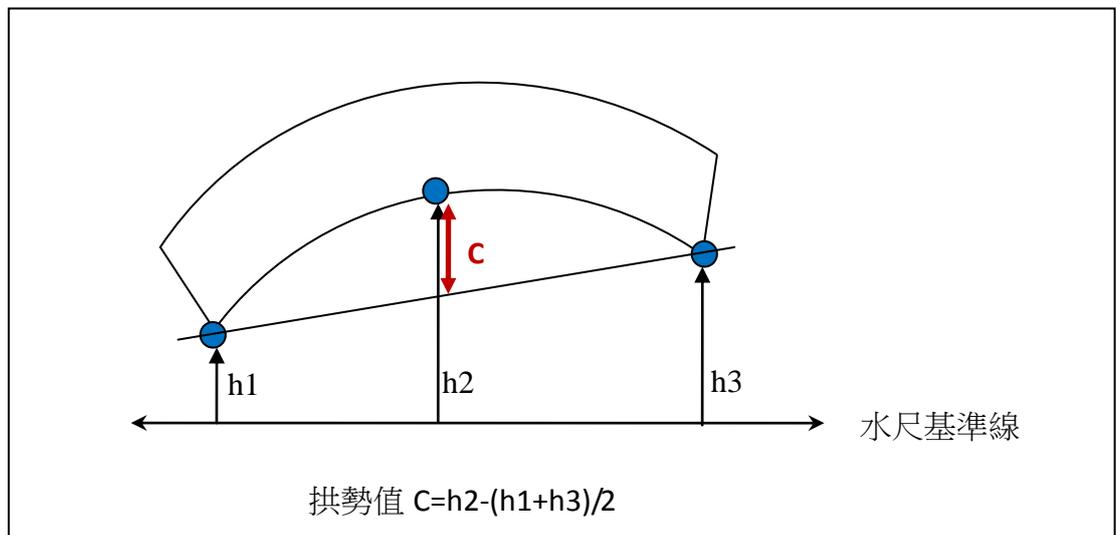


圖 3.6.1 拱勢值計算方式示意圖

水尺的優點是提供一個較精準的基準，如果以軌道當基準往上量測，可能因軌道之公差造成量測結果較不精準，而 CR01 另一項量測：從軌道到地板的高度，則因無拱勢之問題，故以所量測的車門下方之軌道為基準尚屬合宜且較能快速量測。

靜態界線量測之重點在於一開始量測之前，必須先確認為本列車所特製的靜態界線量規是否合於測試程序書，然而程序書僅標示量規之公稱尺寸，並無公差，因此在確認量規時，需紀錄實際量規之尺寸，例如，實際量規比公稱尺寸大 1mm，而規定的靜態界線至少要有 10mm 以上的間隙，實際量出之間隙若為 10mm 時，則應判定為不合格。至於量測過程仍屬於目視檢測，川崎使用堆高機來推拉電聯車，採量規不動、電聯車動的方式進行量測，因此有時會因堆高機行走之停留點與電聯車欲量測之停留點有差異，故須隨時目視檢查間隙，如有略小或有疑義之處，需請廠商重新定位以釐清疑義，許多大於 10mm 甚至 20mm 以上的間隙可輕易由目視判斷。量測時左右同時進行，因此二位監造人員須分別於兩側檢視。

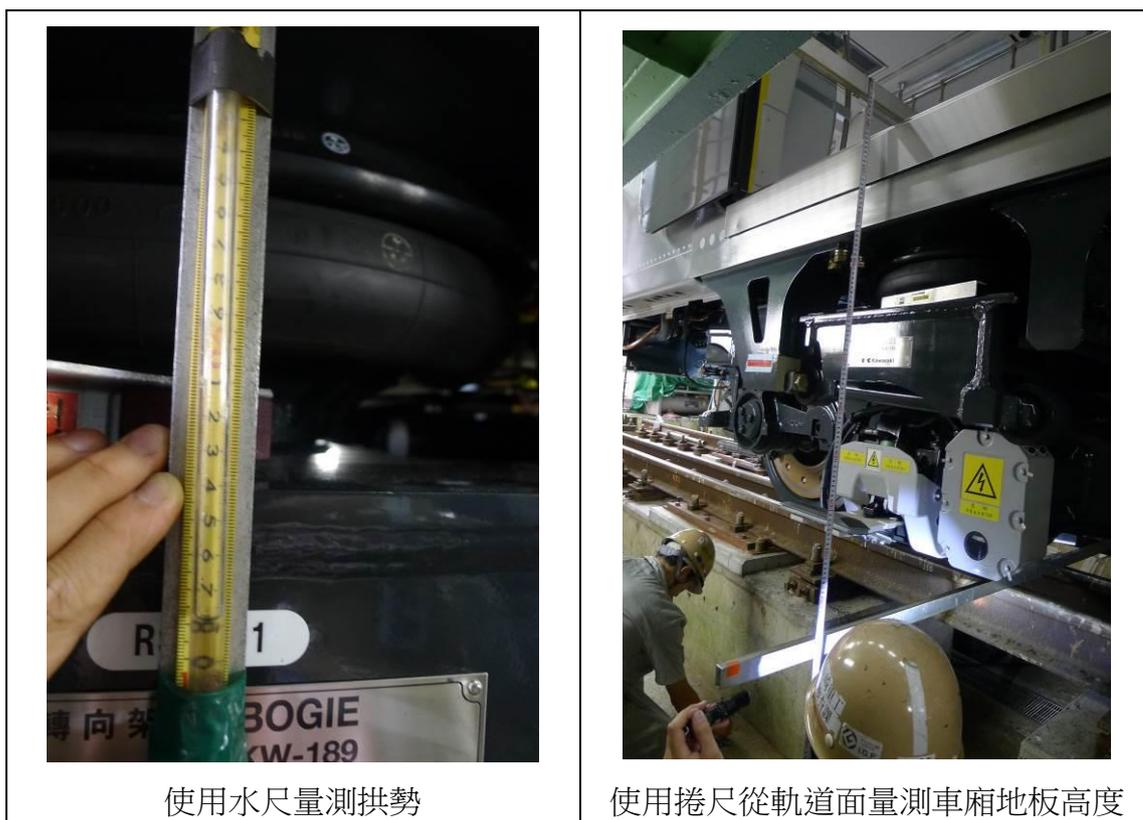


圖 3.6.2 拱勢值實際量測及水尺之使用

3.7. 車重量測(CR02)

本項量測目的係量測單一車廂完成組裝後之空重(W0)值。

車重量測前，因製程及子系統廠商交貨情形，有可能未及安裝，故需詳

列未安裝項目(missing parts)數量及重量，以確保量測後，再加上未安裝項目，以得到正確空重重量。

每個車輪需量測列車受推力及拉力時的重量，再平均後作為該車輪的車重判定值。須了解現場的荷重計配置、每車廂的 1 號端與 2 號端定義、以及原始報表產出的格式，才能正確判斷廠商之紀錄是否正確。

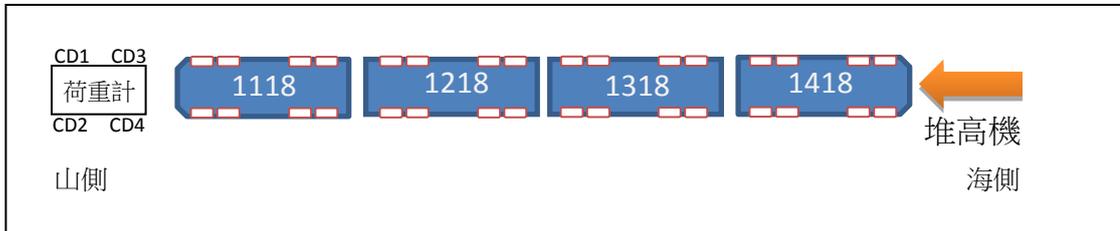


圖 3.7.1 川崎兵庫工廠車重量測設備配置示意圖

車重票 Weight Ticket			
推車 Pushing		拉車 Pulling	
1-R	1118 ②	3-R	1118 ②
1-L	* CLFAR	3-L	ZEND PULL
2-R	IEND PUSH	4-R	SUB TOTAL
2-L	SUB TOTAL	4-L	IS# 7R24B10#59#
	IS# 7R24B10#56#		CD 1 4.85t
	CD 1 5.55t		CD 2 4.80t
	CD 2 5.19t		CD 3 4.66t
	CD 3 5.29t		CD 4 5.00t
	CD 4 5.49t		
	4回 21.52t		4回 19.31t
3-R	ZEND PUSH	1-R	IEND PULL
3-L	SUB TOTAL	1-L	SUB TOTAL
4-R	IS# 7R24B10#37#	2-R	IS# 7R24B10#37#
4-L	CD 1 4.84t	2-L	CD 1 5.53t
	CD 2 4.81t		CD 2 5.20t
	CD 3 4.69t		CD 3 5.28t
	CD 4 4.97t		CD 4 5.49t
	4回 19.31t		4回 21.50t

圖 3.7.2 車重量測原始資料(raw data)範例

為配合原始資料之格式，及 CR02 紀錄表單格式，自行製作 excel 表單及公式，將原始資料輸入公式內，可快速得到結果，用以檢核廠商所提 CR02 紀錄是否正確，以增進簽核效率。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1			1 end		2 end							
2		axle	1	2	3	4						
3	R	拉	5.53	5.28	4.85	4.66						
4		推	5.55	5.29	4.84	4.69						
5			5.54	5.29	4.85	4.68						
6	L	拉	5.20	5.49	4.80	5.00						
7		推	5.19	5.49	4.81	4.97						
8			5.2	5.49	4.81	4.99						
9			10.74	10.78	9.66	9.67						
10			40.85									
11			0.11									
12			40.96									
13		1 END Push			2 END Push			1 END Pull			2 END Pull	
14		CD1	5.55		CD1	4.84		CD1	5.53		CD1	4.85
15		CD2	5.19		CD2	4.81		CD2	5.2		CD2	4.8
16		CD3	5.29		CD3	4.69		CD3	5.28		CD3	4.66
17		CD4	5.49		CD4	4.97		CD4	5.49		CD4	5

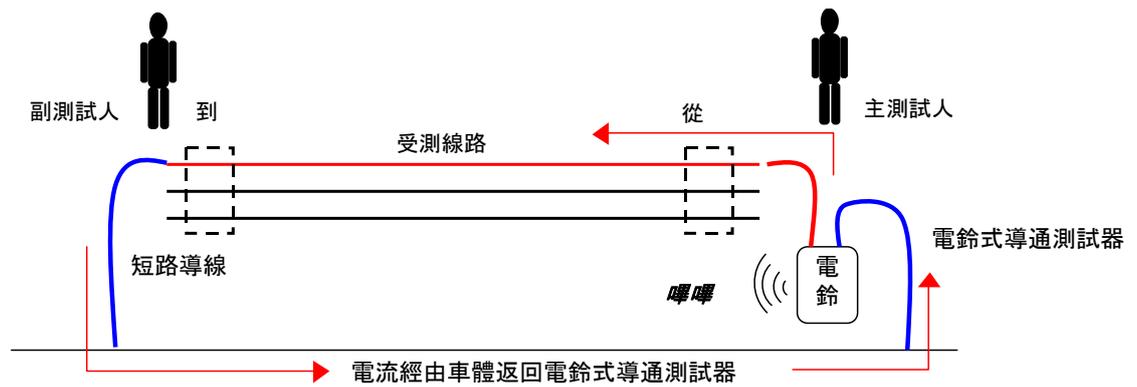
圖 3.7.3 駐廠監造人員自行製作 Excle 公式以檢核廠商所提紀錄是否正確

3.8. 電路連續性測試(CR03)

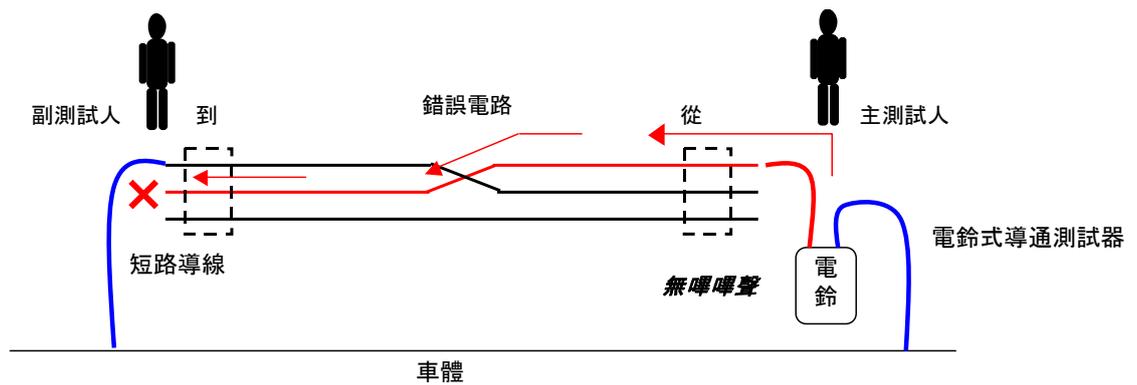
本測試實施之目的在於驗證車輛電路之連續性。利用電鈴式導通測試器，透過車體當導線，來量測該電路是否導通。量測係以單一車廂為基準，分為下列 8 個主要電路：

- 1 主電源
- 2 列車線
- 3 車底
- 4 車廂與車底之間
- 5 車廂
- 6 駕駛室與車底之間
- 7 駕駛室與車廂之間
- 8 駕駛室

由於每節車廂之電路數量高達數千點，因駐廠監造人數有限，無法逐一核對，故採抽測方式執行。



(a) 電路連續性良好



(b) 錯誤電路

圖 3.8.1 電路連續性量測方法示意圖

3.9. 絕緣及高壓測試(CR04)

本測試實施之目的在於驗證車輛電路之絕緣阻抗性及承受高壓之能力。以單一車廂為量測基礎，依照電聯車之設計，主要電路分為下列 5 組：

1. 110Vdc 組 1(通訊電路除外)
2. 110Vdc 組 2(通訊電路)
3. 110Vac 組
4. 380Vac 組
5. 750Vdc 組

測試重點在於測試前須確認安全保護措施，避免不必要的人員進入，並依照程序開啟及閉合相關斷路器，開始測試後使用驗電筆確認電壓均送至需量測之電路。

3.10. 功能測試(空氣) (CR05)

CR05 及 CR06 為組成完整列車後的功能測試，為本梯次駐廠監造之重點，各子系統廠商所提供的設備將在此階段逐一測試。CR05 為驗證空壓系統功能的測試，測試標的包含：空壓機（開/關壓力，安全閥）、壓力錶品質測試（雙針壓力錶）、測量 PWM 比率、量測煞車缸壓力（於 W0、W3 及車輛自重負載下）、操作運用/釋放煞車塊之檢查、壓力調節器（主儲氣槽低壓開關、煞車缸壓力開關、減壓閥）、煞車隔離旋塞操作、駐車煞車、防滑閥、警笛、空氣洩漏測試、充氣測試等。

由於製程時間限制，廠商完成每項功能自主檢查後，見證時間有限，故每列車採用重點檢查方式會驗，並且將非重點項目分配於三列車中之策略，以確保 CR05 程序每項功能均測試過。

3.11. 功能測試(電氣) (CR06)

本項測試目的係用以驗證電氣系統功能（在完成 CR03 – 接線連續性測試和 CR04 – 絕緣電阻及高電位測試之後）。

測試標的包含：電池電力供應、高壓供電（靜態換流器及電池充電器）、空壓機、牽引動力控制、摩擦煞車控制、旅客車輛及緊急照明、旅客閱讀燈（僅直達車，DMB 除外）、車門控制、空調、煙霧偵測、火災偵測、頭燈/尾燈、雨刷、手持信號燈、交流電插座、集電器、行車監視記錄器 (OTMR)、列車線、卸載、故障/指示燈電路、CMS 信號偵測、自我測試等。

由於製程時間限制，廠商完成每項功能自主檢查後，因見證時間有限，故每列車採用重點檢查方式會驗，並且將非重點項目分配於三列車中之策略，以確保 CR06 程序每項功能均測試過。

3.12. 低速行駛測試(CR07)

本測試實施之目的係在車輛出廠前測試及驗證推進牽引系統。測試標的包含：

1. 馬達轉向檢查
2. [前進]模式下之行駛測試
3. [倒車]模式下之行駛測試
4. [洗車]模式下之行駛測試
5. 車門聯鎖
6. 推進系統故障/指示燈

由於川崎工廠內無第三軌，且測試軌位於狹小的廠區中央，並未單獨隔離，故測試期間之交管非常重要，經常可看見電聯車在行駛時，旁邊有廠內運送貨車並行，雖然行駛低速行駛(時速 25 公里以內)，但由於電聯車質

量大，仍須特別小心。

3.13. 車體水密測試(CR08)

本測試目的在驗證車體結構焊接完成後及車輛組裝完成後，所進行之車體水密測試，分別細分為兩大部分：CR08-1 及 CR08-2。本梯次駐廠監造因製造流程之故，僅見證 CR08-2。

由於本計畫工地內無對應之水密測試設備，雖然青埔及蘆竹機廠內配置洗車設備，但水壓及噴嘴涵蓋面與程序不同，故此項測試需在川崎兵庫工廠內完成後始能啟運至台灣。

CR08-2 主要見證項目為：旅客車門、駕駛室前端逃生門、車間走道及車底，其中車底包含設備箱，尤其以設備箱滲水不易察覺，故必須非常小心檢視才能確保水密。



圖 3.13.1 水密測試車外噴水情形



圖 3.13.2 BCU 設備箱檢查情形

第四章：心得及建議

4.1. 務實檢討量測方法：

1. 初次測試第一時間提出：遇有可改善之量測方法，於第一時間提出以達成共識、確保品質。例如拱勢值之量測以水尺可避免因軌道誤差，而造成量測誤差。靜態界線量測之車頂高度值時，實際觀察空調機部位較突出，應特別停留量測。
2. 半永久聯結器量測高度意義不大，因車底安裝該聯結器之四個安裝孔(KHI 內部有自主量測)已經固定。
3. 集電器高度未量測(BR03 及 CR01 均未包含)，須於工地進行後續追蹤

4.2. 品質制度

以現場觀察及洽詢駐廠監造人員，川崎重工的品質管制活動，大致朝全員參與品質管理(TQM)方式，從第一線的員工所生產的產品，即開始做品管，第二線的品管部門，則複檢並列管缺失，並回饋到生產部門做改正，以下圖地板為例，若未詳細察看，很難看出此小凹洞，再看看車內滿滿的黃色標籤(待改正之處)，足見川崎內部品管制度確實實施，無法僅靠監造之人力及時間來協助品管，監造應檢視廠商之品質制度是否確實實施。

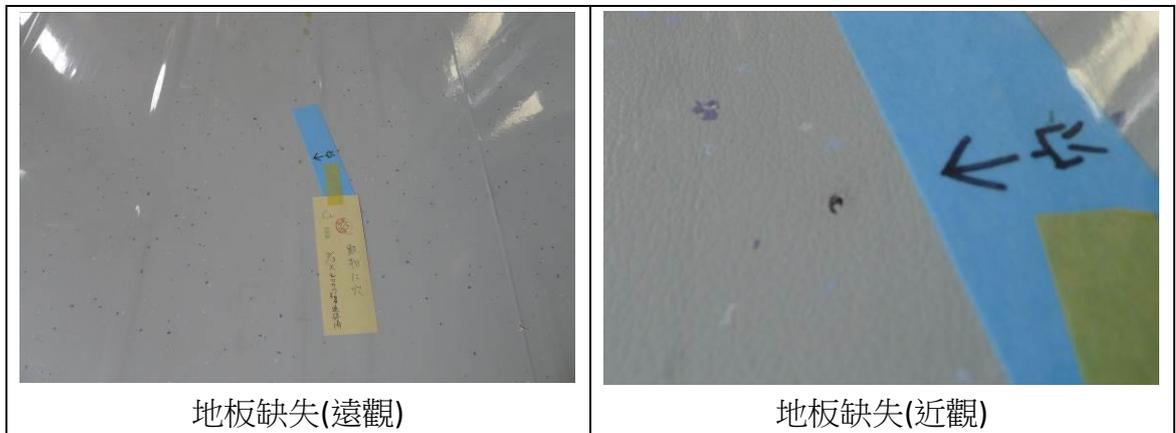


圖 4.2.1 車廂地板檢視

4.3. 經驗回饋

在製造過程中，測試所發現之缺失、遺漏、較常重測、疑義、爭議等，於後續訂定合約規範或測試程序時一併檢討，例如：

1. 以車體水密測試(CR08-2)為例，對於其中較常重測的一項「車門導槽之邊緣橡皮條之間」，在測試程序書中規定合格標準為「允許些微水氣(slight mist)」，因「些微水氣」未有具體而明確之定義，而產生檢測時偶有爭議

情事。建議日後類似程序書宜規範清楚，或輔以測試合格與否之典型圖片，以利合約執行。

2. 川崎公司在執行各項測試作業時，幾乎均由資深人員帶領資淺或年輕工程師執行，除可相互支援協助外，在經驗與技能的傳承上益顯重要。

4.4. 能力培養

各階段有不同需求，初期以焊接品質為主、中段以內外裝為主、後段以功能測試為主，藉由設計資料至測試文件整套完整研讀，再於現場執行監造，對專業能力培養很有幫助。

另外在溝通上，英語為基本能力，除了工作上，下班的生活也有需要，如會當地語言(日語)更可增加適應能力。語言能力如可不假他人，可有效直接溝通，但所言內容更是重要，如果所要求的事項無所依據，將無法取得共識，因此搭配專業能力，再加上語言能力，更可順利執行駐廠監造任務，而這些能力必須在平時做好基本功才能有效上場發揮。

附錄

附錄 A：監造工作紀錄(含每日工作紀錄、雙週會記錄)

附錄 B：駐廠監造查驗紀錄(ERS1000 及 2000 系列)

附錄 C：BR 系列測試紀錄

附錄 D：CR 系列測試紀錄

附錄 E：改正行動通知表(CAR)及清單

附錄 F：材料進廠檢驗資料