

公務出國報告（出國類別：其他）

「新莊、蘆洲支線、南港東延段、新店
小碧潭站以及臺北捷運公司二十四列
電聯車工程原型車驗證測試」
海外檢測出國報告

服務機關：臺北市政府捷運工程局
 臺北市政府捷運工程局機電系統工程處
姓名職稱：張培義 捷運局副局長
 高宗正 捷運局總工程司
 范揚材 機工處正工程司兼主任
派赴國家：日本
報告日期：95年01月03日
出國時間：94年11月10日至11月24日

壹、目的

新莊線、蘆洲支線、南港東延段、新店小碧潭站及臺北捷運公司二十四列電聯車工程係於92年9月1日決標，由日商川崎重工株式會社得標。

本工程歷經二年細部設計後，逐步進行元件及子系統製造生產工作及相關設計合格測試，隨即在供應商工廠內進行電氣設備、機械設備及全車系首件產品檢驗（FAI），以詳細檢視最先生產之設備是否符合規範需求，並作為量產製造之依據。完成首件產品檢驗後，隨即對第一列組裝完成之列車進行原型車驗證測試，以確保原型車交運台北前，於境外進行之測試驗證其能達到列車之基本功能，並作為量產車相關技術資料之參數。同時對每一列量產車進行相關驗收測試，使每一列車達到規範要求之標準。

本次海外檢測係針對六車組原型車進行相關驗證測試，各項測試均係依據契約相關技術規範執行，以確認廠商之設計及製造品質是否合乎規範要求，俾藉以確保未來電聯車營運行駛時能作為一安全、舒適及高可靠度之載具。

同時為增進對本電聯車標相關供應商之生產作業流程及物料供應之狀況，特地就近參觀並實地了解煞車及推進兩大關鍵系統設備廠；另捷運建設工程中與隧道關係息息相關之潛盾機生產工廠亦列為本次行程，經由實地與相關設計工程師之溝通，對本局未來相關路線開挖之機具選擇亦有所助益。除此之外，更利用夜間公餘之暇，實地參觀神戶市新建之地下隧道開挖工程，對其現場之監控及工地管制措施亦留下深刻之印象。

貳、過程

一、行程紀要

日期	行程紀要
94年11月10日(星期四)	由臺北出發抵達大阪。
94年11月11日(星期五)	於神戶市川崎重工兵庫工廠參加原型車驗證測試啓始會議，討論相關現場測試流程，並檢視相關測試設備及儀器校正文件後，至現場參觀車體和轉向架生產及組裝進度。
94年11月12日(星期六)	例假日。
94年11月13日(星期日)	例假日。
94年11月14日(星期一)	於 Nabtesco 公司神戶市西神工廠檢視摩擦煞車系統設備，討論相關現場生產、檢驗及品質控管流程，並至現場實地了解相關作業及使用機具之性能狀況。
94年11月15日(星期二)	拜會川崎重工播磨工廠，由川崎工程師介紹解說相關潛盾機之生產作業流程，並進行技術討論，交換工程經驗。
94年11月16日(星期三)	於三菱電機伊丹工廠檢視推進馬達、換流器等電器系統設備，討論相關現場生產、檢驗及品質控管流程，並至現場實地了解相關作業及使用機具之性能狀況。
94年11月17日(星期四)	於神戶市川崎重工兵庫工廠參加原型車驗證測試前會議，討論相關現場測試流程，至現場進行列車線測試、車重量測和水密測試，並進行相關測試結果討論會議。
94年11月18日(星期五)	1. 於神戶市川崎重工兵庫工廠參加原型車驗證測試前會議，討論相關現場測試流程，至現場進行高壓測試和絕緣阻抗功能示範測試，並進行相關測試結果討論會議。 2. 拜訪三菱神戶造船廠，與相關人員交換意見。

94年11月19日(星期六)	例假日。
94年11月20日(星期日)	例假日。
94年11月21日(星期一)	拜訪神戶市交通局名谷及御崎維修機廠，由相關人員介紹解說硬體設施。
94年11月22日(星期二)	1. 於神戶市川崎重工兵庫工廠參加列車監控資訊系統及行駛測試前會議，討論相關現場測試流程，至現場進行相關測試，並進行原型車驗證測試總結會議。 2. 於神戶市川崎重工兵庫工廠參加原型車出廠典禮。
94年11月23日(星期三)	由自由拜會行程。
94年11月24日(星期四)	抵達臺北

二、檢測人員及任務分配

張培義：捷運工程局副局長，負責檢驗查核及相關技術事宜之評估。

高宗正：捷運工程局總工程司，負責檢驗查核。

范揚材：捷運工程局機電系統工程處車輛工務所正工程司兼主任，負責檢驗查核及技術行政事宜。

參、系統簡介

一、川崎重工株式會社概述

川崎重工 (Kawasaki Heavy Industry) 創立於 1878 年，資本額約為 815 億日圓 (2005 年)，員工數為 28,682 人，企業涵蓋航空機產業、鐵道車輛、船舶、摩托車、能源設備、生產設備、產業用機器人、潛盾機工程機械、資源再利用設備及鋼結構產品等領域。

川崎重工之車輛工廠兵庫工廠 (Hyogo Works) 創立於 1906 年，曾參與本局淡水線電聯車工程、臺灣高速鐵路工程，現則負責供應本標 321 輛高運量電聯車工程。工廠建地面積為 223,000 平方公尺，員工為 1,033 人 (2003 年)，每月標準生產能力

為 80 節客車廂及 8 量機車頭。廠內設有轉向架構件焊接及組裝工廠、車輛不銹鋼及鋁合金結構焊接及組裝工廠、車輛組裝工廠及性能試驗場，並設有專用裝卸碼頭，利用兵庫運河將完成之車輛，運送至臨近神戶港裝載至專屬貨輪，再運交業主所在地。另廠內有專用軌道可陸運至主要鐵道系統，運輸到日本國內各地。(照片 1-4 示)

二、Nabtesco 株式會社概述

Nabtesco 公司係於 2003 年由 NABCO 及 Teijin Seikin 二家公司合併設立，資本額約為 100 億日圓 (2005 年)，員工數為 4,025 人，企業涵蓋精密機械、運輸用機械，航空油壓機器及產業用機器等領域。其中新蘆線月台門工程亦由其負責設計及施作。

神戶工場位於兵庫縣新開發的西神區 (Seishin Works)，原工場創設於 1925 年，後因阪神大地震震毀，於 1998 年原地重建新廠，因此廠房較為新盈，員工計有 313 人，廠房面積為 8,333 平方公尺，主要設備有 38 台 NC 機器等自動化機器，本廠供應本標空氣壓縮機、乾燥器、煞車架框、儲氣筒、電磁閥等設備。(照片 5-8 示)

三、川崎重工播磨工廠概述

川崎重工播磨工廠 (Harima Works) 創立於 1971 年，位於兵庫縣播磨市，工廠基地面積 445,581 平方公尺，員工數為 1,000 人，主要生產鋼構材、大型儲氣槽、隧道潛盾機和鍋爐等設備；生產的潛盾機亦曾參與英法海峽隧道工程及本局板南線 CD551 和 CP262、新店線 CH224 標工程。(照片 9-12 示)

四、三菱電機株式會社概述

三菱電機（Mitsubishi Electric Corporation）創立於 1870 年，資本額約為 2,656 億日圓（2004 年），員工數為 98,988 人，企業涵蓋家用電器、電子產品、通訊設備、工廠自動化系統、能源和電力設施、運輸及航空載具等領域，2004 年總營業額為 31.2 兆美元。

三菱電機之伊丹工廠（Itami Works）創立於 1940 年，員工為 667 人，本廠供應本標推進系統之馬達、齒輪箱、換流器、輔助電力系統和列車監控資訊系統等設備。（照片 13-15 示）

五、三菱神戶造船廠概述

三菱神戶造船廠佔地面積為 1,170,200 平方公尺，員工數為 4,547 人，主要生產大型客輪、深海調查船、核能電廠、潛盾機、鋼構橋樑和多功能競技廠等設備；迄今生產 1,650 台潛盾機，產量居世界第一，其生產的潛盾機亦曾參與本局新店、南港、板橋及新莊 CK570 標之工程。（照片 16-18 示）

六、神戶市交通局名谷維修機廠（Myodani Depot）概述

神戶市營地下鐵之名谷至新長田站於 1977 年通車，同年名谷機廠完成興建，提供電車之駐車維修需求，並於 1987 年全線通車（西神中央站-新神戶站），全長 22.7 公里，設有 16 個車站，採六車營運模式，以 ATC/ATO 系統作為營運之操作方式。名谷機廠位於神戶市須磨區，佔地面積 55,000 平方公尺，包含駐車區、維修坑、訓練教室等設備，全廠規劃可容納 18 列六車組電車。（照片 19-24 示）

七、神戶市交通局御崎維修機廠（Misaki Depot）概述

神戶市營地下鐵海岸線於 2001 年全線通車（新長田站-三宮站），總長 8 公里，設有 1435 公厘標準軌距之軌道上，集電裝置採集電弓擷取電力之方式，配有 ATC 及 ATO 系統作為營運操作模式，另有類似本局列車監控資訊系統（TSIS）之車輛情報控制裝置（ATI），可記錄列車行駛狀況並於列車發生異常狀況時，提供即時資訊供司機員處置。

御崎機廠位於神戶市兵庫區，屬地下二層型機廠，佔地面積 40,000 平方公尺，包含駐車區、維修坑、地下車床、軌道維修車等設備，全廠規劃可容納 18 列六車組電車。（照片 25-32 示）

肆、工作報告

一、列車線測試 (Trainline Test)：

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 8 月 12 日提送之『電聯車標列車線測試程序』執行本項檢驗。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市 (川崎公司兵庫工廠)。

(三) 測試日期：94 年 11 月 17 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視列車線測試程序及報告送審及執行狀態。

2. 六車列車之三車組的第二節馬達車廂 (M2 車) No.2 端，利用一個連接聯結器電力接頭的測試盤驗證列車線的準確性。

3. 驗證當車輛進行各種控制操作時 (如主控制器、車門控制器及列車廣播系統等)，該測試盤應藉指示燈之明滅顯示正確列車線被激磁。

(五) 測試設備與儀器：

列車線測試儀 (Trainline Tester)

(六) 測試結果及結論摘要：

1. 本測試以六車列車 (車輛編號：1301-2301-3301) 原型車進行驗證。

2. 本項驗證測試計抽測 16 項次，測試結果符合標準。惟完整之測試結果，川

崎

重工應正式提送。

(七) 列車線測試會議紀錄詳如附錄一。

(八) 列車線測試照片詳如附錄附錄三、8。

二、車重量測測試 (Car Weight Measurement Test)：

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 9 月 9 日提送之『電聯車標車重量測試程序』執行本項檢驗。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市 (川崎公司兵庫工廠)。

(三) 測試日期：94 年 11 月 17 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視測試程序及報告送審及執行狀態。
2. 每節完整的車輛裝船前，測量其車重。

(五) 測試設備與儀器：

車重量測設備 (Car weight Measurement Equipment)

(六) 測試結果及結論摘要：

1. 本測試以三車列車原型車之 DM2 (車輛編號：3397) 進行單節車廂重量驗證。
2. 本項驗證測試之車重量測結果為 40 噸，符合車重標準值。

(七) 車重量測測試會議紀錄詳如附錄一。

(八) 車重量測測試照片詳如附錄附錄三、9。

三、車體水密測試 (Carbody Watertightness Test)：

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 10 月 31 日提送之『電聯車標車體水密測試程序』執行本項檢驗。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市 (川崎公司兵庫工廠)。

(三) 測試日期：94 年 11 月 17 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視測試程序及報告送審及執行狀態。
2. 測試應在車體結構焊接完成後及車體組裝完成後進行。
3. 車輛側面、兩端及車頂的全部區域 (含車門及車窗)，均應進行完整的水密測試。
4. 水密檢查前車體應噴水至少 10 分鐘，並在檢查期間持續噴水。

(五) 測試設備與儀器：

水密測試儀器、計時器和手電筒。

(六) 測試結果及結論摘要：

1. 本測試以三車列車原型車之 DM2 (車輛編號：3397) 進行單節車廂組裝完成後之測試。
2. 本項驗證結果於車廂內側玻璃窗周圍橡膠皮條、車端駕駛室之密封條處未發現滲漏。

(七) 車體水密測試會議紀錄詳如附錄一。

(八) 車體水密測試照片詳如附錄附錄三、10。

四、列車監控資訊系統測試 (Train Supervising Information System Test ; TSIS Test) :

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 11 月 2 日提送之『電聯車標列車監控資訊系統測試程序』執行本項檢驗。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市 (川崎公司兵庫工廠)。

(三) 測試日期：94 年 11 月 22 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視測試程序及報告送審及執行狀態。

2. 驗證列車監控資訊系統 (TSIS) 之所有列車訊號均能正常顯示。

(五) 測試設備與儀器：

列車監控資訊系統之模擬器

(六) 測試結果及結論摘要：

1. 本測試以六車列車 (車輛編號：1301-2301-3301) 原型車進行驗證。

2. 本項驗證測試計執行 37 項次，測試結果符合標準。惟完整之測試結果，川崎重工應正式提送。

(七) 列車監控資訊系統測試會議紀錄詳如附錄一。

(八) 列車監控資訊系統測試照片詳如附錄附錄三、11。

五、推進馬達接線/轉向測試 (Traction Motor Connections/Direction Test) :

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 11 月 10 日提送之『電聯車標推進馬達接線/轉向測試程序』執行本項檢驗。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市 (川崎公司兵庫工廠)。

(三) 測試日期：94 年 11 月 22 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視測試程序及報告送審及執行狀態。

2. 動力車的每一個馬達均應檢測其接線，以確保其正確的轉動方向。

3. 低速行駛驗證其性能。

(五) 測試設備與儀器：

1302 車為指令車，3301 車為測試車

(六) 測試結果及結論摘要：

1. 本測試以六車列車（車輛編號：1301-2301-3301）原型車進行驗證。
2. 本項驗證測試，各馬達車的每一個馬達均為正確的轉動方向。

(七) 推進馬達接線/轉向測試會議紀錄詳如附錄一。

六、高壓示範測試 (High Potential Test)：

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 6 月 25 日提送之『電聯車標高壓測試程序』執行本項示範測試。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市（川崎公司兵庫工廠）。

(三) 測試日期：94 年 11 月 18 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視測試程序及報告送審及執行狀態。
2. 車體與電路(含連接設備)間以一只高壓測試儀連接。
3. 主電源外的電路，其測試電壓應為標稱電壓的兩倍再加 1,000 伏特，作用時
間為 1 分鐘。
4. 主電源電路的測試電壓值為標稱電壓兩倍加 2,000 伏特，作用時間為 1 分鐘。
5. 所有電路測試後，功能仍應正常。

(五) 測試設備與儀器：

高壓測試儀 (High Potential Tester)

百萬歐姆計 (500 伏特)

七、絕緣阻抗示範測試 (Insulation Resistance Test)：

(一) 依據廠商日商川崎重工株式會社 94 年 6 月 25 日提送之『電聯車標絕緣阻抗測試程序』執行本項檢驗。

(二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市（川崎公司兵庫工廠）。

(三) 測試日期：94 年 11 月 18 日。

(四) 測試項目：

1. 檢視測試程序及報告送審及執行狀態。

2. 車體與車體電路間以百萬歐姆計連接。
3. 當測試電壓為 500 V 時，所有互相絕緣的電路間及這些電路與車體接地間，至少應有 3 百萬歐姆的絕緣阻抗值。
4. 所有電路經測試後，功能仍應正常。

(五) 測試設備與儀器：

百萬歐姆計（500 伏特）、溫度計、濕度計

(六) 高壓與絕緣阻抗示範測試照片詳如附錄附錄三、12。

八、低速行駛測試：

- (一) 列車進行低速動態行駛測試，以驗證契約之相關規定，並記錄相關的性能參數，如：速度、加速度、推進力指令及正常煞車率。
- (二) 測試地點：日本兵庫縣神戶市（川崎公司兵庫工廠）。
- (三) 測試日期：94 年 11 月 22 日。
- (四) 低速行駛測試照片詳如附錄三、13。

九、出廠典禮：

- (一) 本局電聯車之原型車歷經二年細部設計後，逐步進行元件及子系統製造生產工作及相關設計合格測試，隨即在各供應商工廠內進行電氣設備、機械設備及全車系首件產品檢驗（FAI），以詳細檢視最先生產之設備是否符合規範需求，並作為量產製造之依據。完成首件產品檢驗後，隨即對第一列組裝完成之列車進行原型車驗證測試。並進行相關之測試驗證其能達到列車之基本功能後，於 11 月 22 日在兵庫工廠舉行出廠典禮。觀禮人員包括川崎重工實際參與本標工程之技術本部、生產本部、品質本部和營業本部計 50 名人員，另亦邀請日本鐵道車輛輸出組合公司常務理事鈴木滋男和營業本部總經理平野方士先生，並由本局張副局長進行出廠典禮之演講，隨後由兵庫工廠生產部總經理宮崎勇先生演講，表達並感謝本局對川崎重工之支持。本出廠典禮象徵台北捷運電聯車工程又向前踏進新的里程碑。為及早加入營運，本三車

組已訂於 12 月 12 日運抵臺北北投機廠，以儘早完成相關測試工作，使台北市

民能早日享有更舒適之乘車服務。

(二) 本局張副局長出廠典禮講稿詳如附錄二。

(三) 出廠典禮照片詳如附錄附錄三、14。

伍、心得

一、本次海外檢測係針對六車組原型車進行相關驗證測試，檢測中分別至廠商及分包商工廠檢視各項供應設備製造方式及製造流程，以確保各項設備品質符合契約規範要求，並與各廠商做相關技術經驗交流，做為未來提昇規範訂定時之參考。

經本次檢視可得知各項測試項目除部份小瑕疵外，大多符合契約規範要求，而檢視所發現之小瑕疵亦立即要求改善，並責成廠商品保人員嚴加督促元件之品質及測試流程。

二、經由本次原型車驗證測試，可得知各項設備在設計上並無重大瑕疵，亦可釐清許多設計審查時因無設備實體可檢視所產生之疑點，故本原型車驗證測試除確保原型車交運台北前，相關原廠之測試驗證其能達到列車之基本功能外，並可作為量產車相關技術資料之參數，以利每一列量產車進行相關驗收測試時，能規範要求之標準。

三、經由本次檢測，可了解在轉向架上牽引馬達與齒輪箱之配置方式與安裝方法，基本上，其配置方式與台北捷運淡水線電聯車 CT301 標相同，均為每根動力軸配備一個牽引馬達，並以聯軸器與齒輪箱之小齒輪聯結，再經由緊套於車輪軸上之大齒輪傳送電聯車所需之推進動力。而其齒輪箱與轉向架之聯結方式亦採用與台北捷運淡水線電聯車齒輪箱相同之安裝理念—齒輪箱以包含一支 M50 螺栓、橡膠墊、槽型螺母、開口銷和高度調整墊片等懸吊系統與轉向架框聯結。依相關設計分析及以往營運經驗，此螺栓具有足夠的強度，橡膠墊具有足夠的彈性，開口銷防止槽型螺母鬆脫，應可確保未來行駛時系統之安全。(照片 54 示)

四、本次檢測充分善用時間，除參訪電聯車相關供應商製造工廠，亦拜訪臨近之二座機

廠，了解相關機廠配置、電車上之設備及維修作業狀況，其精簡人力、委外維修的理念，使平日廠區內幾乎只有少許維修人員，透過定期預防檢修來維持車輛之妥善率，亦可做為參考。另經由拜訪相關潛盾機製造廠，與設計工程師作實際技術交流，亦提昇對開挖隧道機具選擇適切性之能力。

陸、建議事項

- 一、本次原型車驗證測試所發現之小瑕疵多為工廠現場測試人員操作生澀、程序不熟練和程序書未定版化等，故建議廠商應針對現場工人有確實相關訓練以確保施工品質，且品保人員應嚴加督促相關作業。
- 二、建議後續即將展開之駐廠監造工作，參與之人員應嚴加落實電聯車製造、組裝及驗證測試之作業，以保障本局電聯車之品質，必要時亦應稽核相關子系統之供料品質。

柒、附錄