

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：考 察)

日本軌道車輛參訪

服務機關：中山科學研究院

出國人職 稱：上校技正、少校技士

姓 名：徐玉虎、洪興漢

出國地區：日本東京、新瀉、大阪等

出國期間：11/26~12/02(89年)

報告日期：02/05(90年)

10

108906918

CSIPW-89B-24

國外公差報告

中山科學研究院

國外公差心得報告

補呈
中副院長閱
陳

補呈
宋副院長閱
大偉

批		示		
公年 差度	89	所屬單位各級 主管	政戰部	企劃處
單 位	工程發展組 二所		已免收資料審查。	請將資料上傳行政院研考會網站，並請將報告裝訂四份送貴單位專責人員後轉送本處。電子檔送交本處「公差出國報告信箱」副本送專責人員。
級 職	少校技士 上校技正	第二研究所 所長 蘇玉 045 1370		企劃處 郭永聖 代 30
姓 名	徐玉虎 洪興漢 技士 洪興漢	第二研究所 技正 徐玉虎 026 153	政治作戰部 組長 蔡昇 0750 0810	企劃處 沈從正 027 1100

中山科學研究院
院長 劉金

國外公差人員返國報告主官(管)審查意見表

- 一、本院二所工程發展組上校技正徐玉虎先生及少校技士洪興漢先生參與經濟部科專計畫「軌道車輛系統整合」分項計畫，負責輕軌電車系統整合與機電系統之開發。由於日本在世界軌道工業之發展佔有舉足輕重的地位，近來更積極開發標準軌距與窄軌距之先進輕軌系統並已有初步成果，適逢中華軌道工業發展協會舉辦「日本軌道車輛考察團」，得以前往吸取相關新知，對本院執行輕軌展示車在開發時期所遭遇到的困難及確保輕軌原型車之順利開發並了解日本潛在競爭者的最新趨勢，有極大的幫助。
- 二、我國輕軌電車基礎尚未穩固，尤其是儀電等關鍵組件，例如驅動馬達、變頻器、控制系統、齒輪箱組等，國內產業尚無法支援，必需仰賴國外技術轉移。此次公差藉由經濟部工業合作的力量直接至日本技術領先製作廠家工廠參訪，有助於我國輕軌電車工業之發展及製作能量的建立，並有部分廠家表達與我國在輕軌系統技術合作的意願。
- 三、整體而言，徐員等二人公差，充分瞭解日本軌道車輛設計製造技術、營運管理及維修經驗，無論在技術上、經驗上及資訊交流上都得到豐富的收穫，對於行前的目標亦已達成，值得嘉勉，所獲得之經驗及相關資料應可落實於未來之輕軌原型車開發計劃執行。



0208
0800

依本院 85.11.25(85)蓮菁字 15378 號令，返國報告上呈時應附主管評審意見

報 告 資 料 頁			
1. 報告編號： CSIPW-89B-24	2. 出國類別： 考 察	3. 完成日期： 90 年 02 月 05 日	4. 總頁數： 84 頁
5. 報告名稱：日本軌道車輛參訪			
6. 文號	人令文號	銓鑑字第八九〇〇一五五一五號	
	部令文號		
7. 經 費		新台幣： 170,085 元	
8. 出(返)國日期		89 年 11 月 26 至 89 年 12 月 02 日	
9. 公差地點		東京、新瀉、名古屋、大阪、神戶	
10. 公差機構		1. 參訪東洋電機、東芝電器、新瀉鐵工、日本車輛、川崎重工、近畿車輛	
11. 附 記			

分類號/目

關鍵詞：

輕軌電車、軌道工業、轉向架、儀控系統

內容摘要：(二百至三百字)

中山科學研究院第二研究所接受經濟部技術處委託，執行「機械業關鍵系統研發」軍民通用科技專案，其中一項子計畫為「軌道車輛系統整合」，主要研究產品為我國第一輛自製輕軌原型車。為了降低在設計階段的風險，故選派工程師赴日本參訪軌道車輛的重要製作廠家與系統廠家，計有東洋電機、東芝電器、新瀉鐵工、日本車輛、近畿車輛以及川崎重工，其中東洋電機與東芝電器目前皆為台鐵 EMU56 輛購案工業合作計畫的次包商，參觀的重點項目包括齒輪箱、牽引馬達及變壓器等。日本車輛及川崎重工的工廠參觀主要為車輛製造組裝與生產流程，在人員的有效訓練及機器設備的妥善運用下，展現出極高的產能。新瀉鐵工及近畿車輛的參觀，更加瞭解日本輕軌電車的設計及製造能量，並可作為國內研發輕軌電車的參考。並與日本專家研討輕軌車系統製作方式、儀電設備、轉向架及測試設備等領域最新發展動態，藉以收集最新設備、技術、市場狀況相關資訊，作為九十年度輕軌車設計參考及輕軌車製造之關鍵零組件商源開拓。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網 (<http://report.gsn.gov.tw>)

行政院及所屬各機關出國報告提要

出國報告名稱：日本軌道車輛參訪

頁數 84 含附件：是否

出國計畫主辦機關/聯絡人/電話

中山科學研究院/李嘉華/352023

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

徐玉虎、洪興漢/中科院二所/技正、技士(03)4712201-356257、356693

出國類別：1 考察2 進修3 研究4 實習5 其他

出國期間：

89.11.26-89.12.02

出國地區：

東京、新瀉、名古屋、
大阪、神戶

報告日期：

90.02.05

行政院及所屬各機關出國報告審核表

出國報告名稱：日本軌道車輛參訪

出國計畫主辦機關名稱：中山科學研究院

出國人姓名/職稱/服務單位：徐玉虎等二人/上校技正/中科院二所

出國計畫主辦機關審核意見	<input checked="" type="checkbox"/> 1. 依限繳交出國報告 <input checked="" type="checkbox"/> 2. 格式完整 <input checked="" type="checkbox"/> 3. 內容充實完備 <input checked="" type="checkbox"/> 4. 建議具參考價值 <input checked="" type="checkbox"/> 5. 送本機關參考或研辦 <input checked="" type="checkbox"/> 6. 送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 7. 退回補正，原因： <input type="checkbox"/> ←不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> ↑以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> →內容空洞簡略 <input type="checkbox"/> ↓未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 <input type="checkbox"/> °未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 8. 其他處理意見：
層轉機關審核意見	<input type="checkbox"/> 同意主辦機關審核意見 <input type="checkbox"/> 全部 <input type="checkbox"/> 部分_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號） <input type="checkbox"/> 其他處理意見：

會政戰室
綜管組

蔡仲愷

本案奉核後請副知本組辦理上網
收，另報告請裝訂四份，三份寄存
全副處技推組，一份併同電子檔寄
存全副處圖書館。

0213
1550
蔡仲愷

技正 李嘉華
0213
1300

0213
1325

0213
0115

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

壹、出國目的與緣由

為減少台灣逐漸嚴重的城鄉差距、都會區的交通問題及顧及經濟均衡發展，大眾交通運輸系統的發展日益迫切，如南北城市間的高速鐵路開發興建、大都會（如台北市、高雄市）捷運系統的興建等。

眾所周知，輕軌運輸系統(Light Rail Vehicle, LRV)具有用地少、施工期短、興建成本低等優點，非常適合作為 MRT 系統的延伸運輸系統及部份城市的大眾運輸系統，而台灣輕軌運輸系統產業的發展，由台灣高速鐵路 BOT 案之開工興建、十個高鐵車站聯外道路的商機、中正機場捷運系統籌建，亦配合台鐵支線輕軌化、都會區中運量輕軌捷運、區域性觀光軌道運輸建設之發展，如新竹市政府成立「輕軌車推動委員會」以及桃園縣輕軌運輸系統的進展，在在均顯示國內軌道車輛工業市場的逐漸成形。且近十年來台灣自用轎車之成長過於快速，遠超過大眾運輸系統之實際興建，以致造成都會區交通擁塞、空氣污染，故引進及發展台灣自有之輕軌車產業較具整體效益，而目前實在是最切的切入時機。

為因應此一重大產業發展契機，中山科學研究院第二研究所在經濟部技術處之全力支持下，積極執行「機械業關鍵系統技術研究發展計畫」—「軌道車輛系統整合分項計畫」科技專案，期能有效整合政府、產業、學術、研究機構之資源，共同開發輕軌電車規劃、設計、建造、組裝、與測試驗證技術能量等，以發展適合台灣地區使用之 LRV 捷運系統，其主要計畫目標包括：

- (1) 研發輕軌展示車，完成輕軌展示車之設計、製造、組裝與測試。
- (2) 研發輕軌原型車，完成輕軌原型車之設計、製造、組裝與測試。
- (3) 協助政府相關單位，建立有關輕軌車設計、製造與測試規範，並制訂國家標準。
- (4) 協助業界完成輕軌車場站設備、機電工程、工程材料與關鍵組件之發展。
- (5) 發展商業化輕軌車輛製造技術，以完成量產技術開發、與測試驗

證技術之建立。

(6) 推展輕軌車輛系統在台灣地區之應用，並與其他運輸體系結合。

本計畫除了針對第一階段輕軌展示車之組裝測試外，目前已進入計畫發展第二階段，開始展開輕軌原型車之系統規格釐定與初步設計工作，重點為車輛定型設計與未來測試規畫，以真正提昇產品自製率與系統整合能力，目前兩項工作均平行作業推動中，希望經由輕軌展示車與輕軌原型車之發展，開發商業化輕軌車輛製造技術，以促進車輛定型設計、量產技術開發與測試驗證技術之建立，並且協助政府相關單位，引進國外有關輕軌車設計、製造、與測試規範，以制訂適用於國內之國家標準。

本次公差任務主要目標可歸納為下列二項：

一． 參觀與研討

1. 瞭解日本軌道車輛最新研發動態及系統整合能力之發展。
2. 參訪、蒐集日本軌道車輛新技術、新產品及市場趨勢與動態瞭解。

二． 資料蒐集

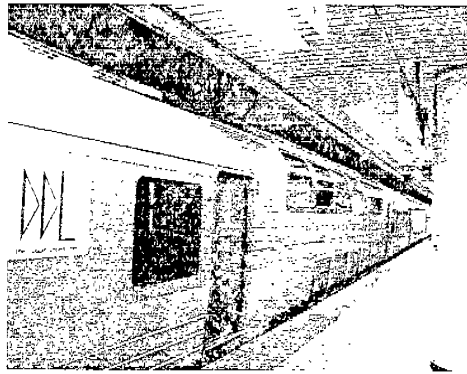
1. 低底盤輕軌車系統設計技術相關資料。
2. 日本最新軌道車輛儀電設備、新技術、新產品之相關目錄資料。

預期可獲得下列效益：藉由專業參訪，與國外專家、學者交流資訊，可獲得第一手之日本軌道車輛研發動態、市場狀況及最新設備、技術資料，以奠定相關技術知識，作為爾後科技專案建案之目標方向及執行計畫之有利工具。目前軌道車輛計畫的系統架構與整合工作及部份關鍵零組件尚待確認，利用此機會獲得相關資訊，提高計畫之執行效益。

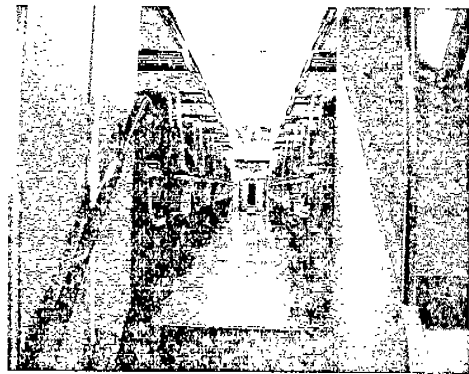
貳:公差心得

此次前往日本參訪軌道車輛製作廠家，主要是希望實際參與系統整合及機電設計之負責人，能藉此機會直接至日本技術領先製作廠家工廠參訪，有助於我國輕軌電車工業之發展及製作能量的建立，並與系統與零組件製造廠工程人員直接討論研製輕軌電車設計及製作上之關鍵技術與細部問題。

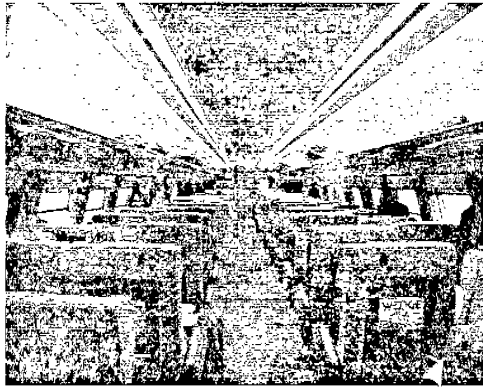
實地乘坐在日本各大都會與城市間交通非常普遍且技術極為成熟之各級鐵路系統，可瞭解日本各級鐵路系統之運轉標準並感受到日本對舒適度的要求，以作為原型車設計參考，一般而言新幹線屬於高級車種，車速最高可達 300km/hr，採用鋁合金車體，客車廂內裝潢優雅精緻，隨車種不同各有差異，有些車型有雙層客艙，以增加載客量。並如同客機般區分為普通座艙及商務座艙 (Green Car)。新幹線車輛的內部空間寬敞，廁所、電話亭、走道、空間良好。一般地鐵用的電車，則以簡單、耐用為主。



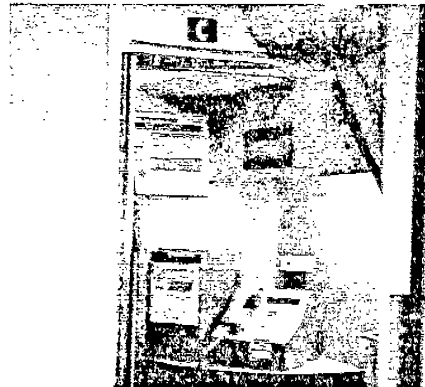
雙層客艙的新幹線 E4 型列車照片



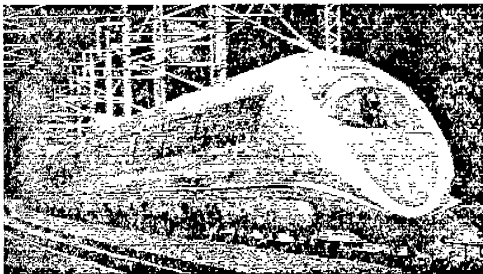
新幹線 E4 型上層客艙照片



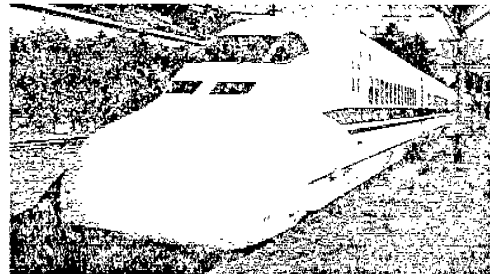
新幹線 E4 型商務座艙照片



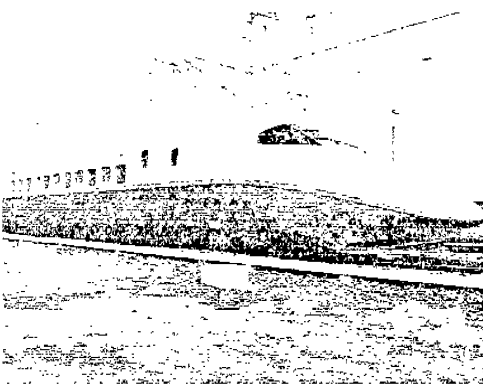
新幹線車上公用電話亭照片



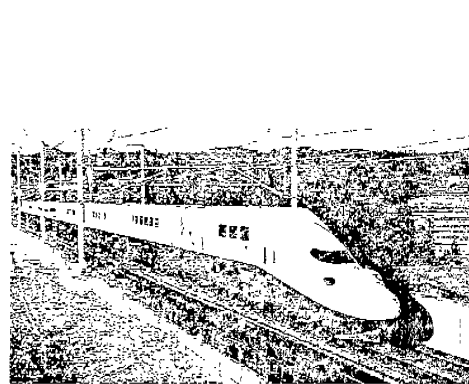
新幹線 500 型照片



新幹線 700 型照片



新幹線 E2 型照片



新幹線 E4 型照片

至於日本較先進的輕軌系統無論是全低底盤或部份低底盤的關鍵技術均引進歐洲廠家的技術，然相信以日本在軌道工業的技術能力，短期內將會獲得突破，並有優先開發 1067mm 窄軌的輕軌系統趨勢，此點值得本院計畫單位注意，並與所有工作同仁共同悌礪加倍努力。

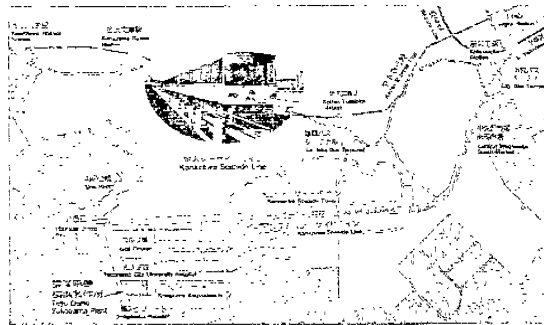
本次公差參加單位包括台灣鐵路局、唐榮公司、工研院、工合小組、

中國鋼鐵、台朔重工、合聯實業、中興電工、信技公司、永恆機電、台灣住友商亭及本院，共計 23 人，因各參訪廠家專長不同，依序介紹說明如下。

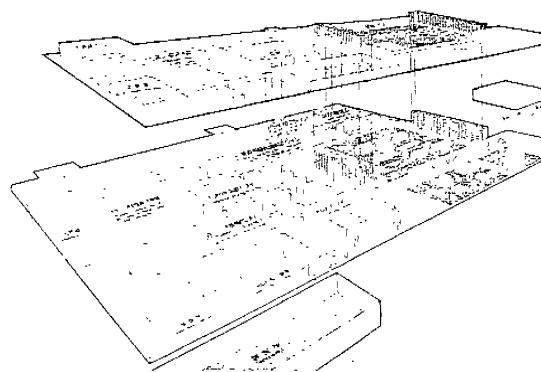
一、東洋電機 / 橫濱製作所 (TOYO DENKI / Yokohama Plant)

1.1 概述

東洋電機建立於 1918 年，迄今 82 年，資本額約為 45 億日圓，員工人數約 1200 人，年營業額約 400 億日元，總公司位於東京，分公司分別位於名古屋(Nagoya)及大阪(Osaka)，工廠位於橫濱(Yokohama)，本次即參訪橫濱製作所。橫濱製作所的總面積約 5.5 萬 m²，員工 700 人，60-70% 從事交通事業產品之製造，目前與台朔齒輪簽有中大型齒輪合作合約，係為日本國內軌道牽引設備的主要製造廠家與英國的 Dick Kerr 公司關係密切，東洋電機表達願與我國在牽引系統方面的合作意願。



橫濱製作所交通位置圖



橫濱製作所場區示意圖

1.2 實績

東洋電機在輕軌系統方面的實績如下表。

使用者	車型	組成	軌距(mm)	外電	馬力(kW)	齒輪比
江島電鐵	1500, 2000	2M	1067	600VDC	50 x 2	6.31
富山地方鐵道	8000	1M	1067	600VDC	60 x 2	6.55
名古屋鐵道	780	1M	1067	600VDC	60 x 2	6.54
函館市交通局	2000, 3000	1M	1372	600VDC	60 x 2	6.09
東京都交通局	7500	1M	1372	600VDC	52 x 4	6.00
京阪電氣鐵道	600	2M	1435	600VDC	53 x 8	6.00
叡山電鐵	900	2M	1435	600VDC	53 x 4	4.94
廣島電鐵	3800	2M1T	1435	600VDC	60 x 4	6.09
廣島電鐵	3900, 3950	2M1T	1435	600VDC	85 x 4	6.55
鹿兒島交通局	2110	1M	1435	600VDC	60 x 2	6.54

東洋電機在輕軌系統方面的實績表

1.3 產品

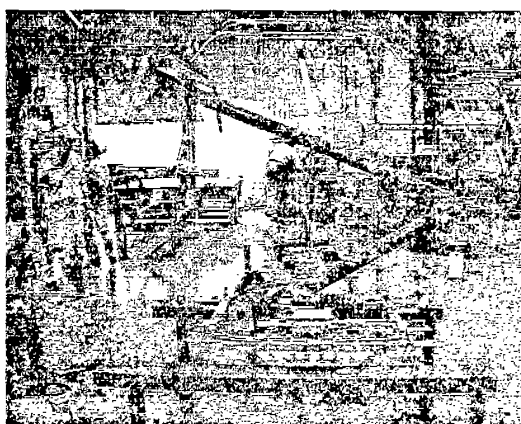
東洋電機主要有五大產品，分別為集電弓(國內市佔率為85%)、齒輪箱(國內市佔率為40%)、輔助電力設備(國內市佔率為35%)、牽引馬達與變頻器(國內市佔率為30%)、門機系統(國內市佔率為30%)，分述如下。

1.3.1 集電弓

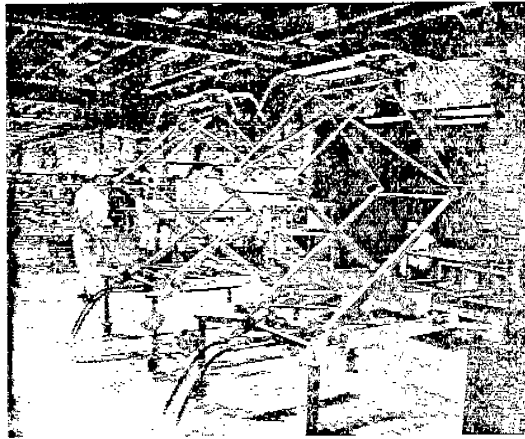
東洋電機的集電弓產品用於日本各式軌道車輛(包括電力機車、高鐵、電聯車、輕軌等)，使用電壓範圍25KV/AC~600V/DC，最高行駛速度範圍60km/hr~300 km/hr，集電弓形式有單臂式(single arm)、交臂式(cross arm)及菱形(diamond shaped arm)，詳如下表

使用運輸系統	型式	外電	最高速度
電力機車	菱形、交臂式	1500VDC 20kVAC	120km/hr
高鐵	單臂式、交臂式	25kVAC	300km/hr
電聯車	單臂式、交臂式及菱形	1500VDC 750/600VDC 20kVAC	120km/hr 到 160km/hr
輕軌	單臂式	750VDC 600VDC	70km/hr

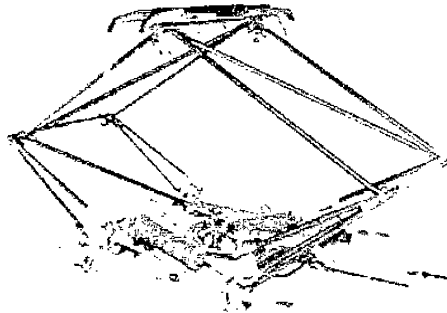
東洋電機生產各式集電弓規格表



單臂式集電弓照片



交臂式集電弓照片



菱形集電弓照片

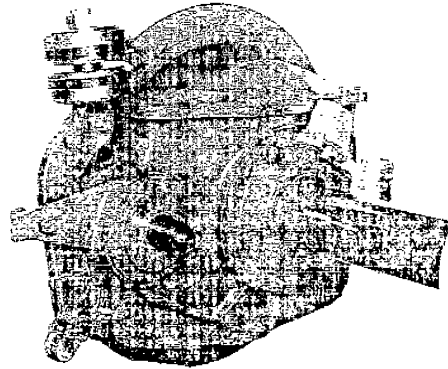
1.3.2 齒輪箱

東洋電機齒輪箱（其胚料多來自韓國及中國大陸或日本）的特色為有三處支撐點，請參考照片及圖並詳如下述，此外齒輪箱亦安裝有接地刷（earthing brush）及速度感測器（speed sensor）。

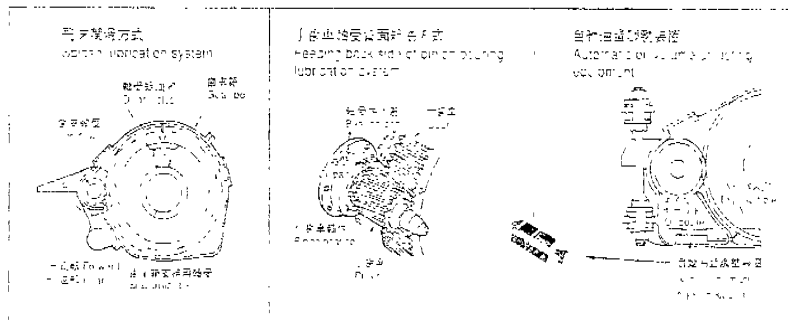
第一點是利用齒輪箱上的小齒輪軸端為透過聯軸器（coupling）與牽引馬達接合。

第二點是大齒輪軸端為靠軸承（bearing）與車輪軸接合。

第三點是轉向架端為藉由聯桿（link）與轉向架連接。



一體成形的減速齒輪照片

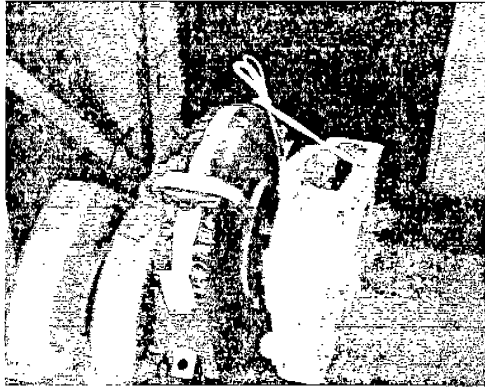


一體成形的減速齒輪結構示意圖

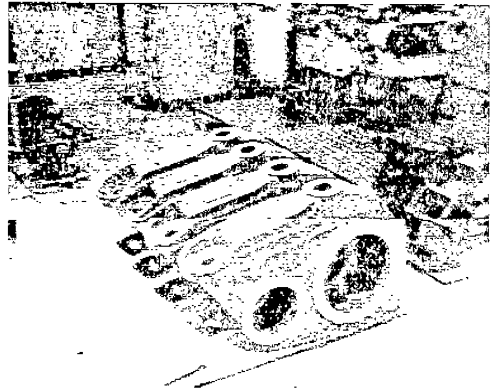
產品種類就軌距來分有窄軌(1067mm)及標準軌(1435mm)用的齒輪箱，其齒輪比由 2.96 到 7.07，請參考下表

使用者	車輛型式	軌距(mm)	最大輪徑(mm)	齒輪比
JR東日本	209型	1067	860	7.07
南海電氣鐵道	50000型	1067	860	6.07
JR東海	700型	1435	860	2.96
JR西日本	500型	1435	860	3.30
阪急電鐵	8300型	1435	860	5.25
相模鐵道	9000型	1435	860	5.44
京兵急行電鐵	2100型	1435	860	5.93

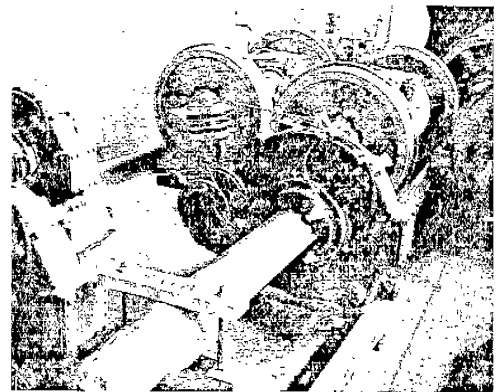
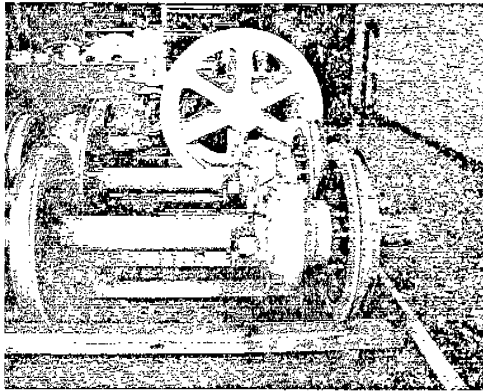
東洋電機齒輪箱產品實積表



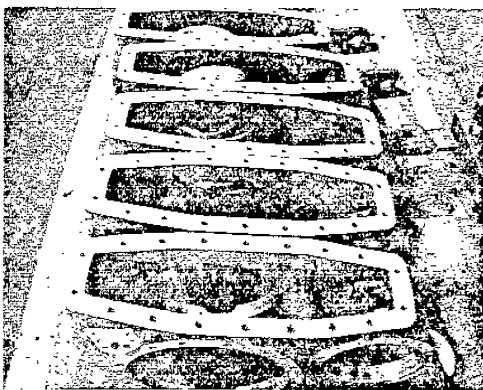
自國外進口的齒輪箱胚料照片



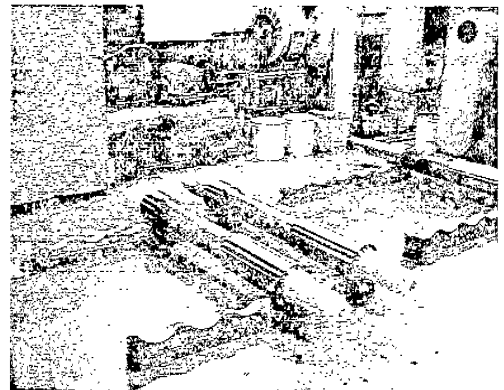
齒輪箱箱體外部照片



齒輪箱與輪軸組成品與半成品照片



齒輪箱箱體內部照片



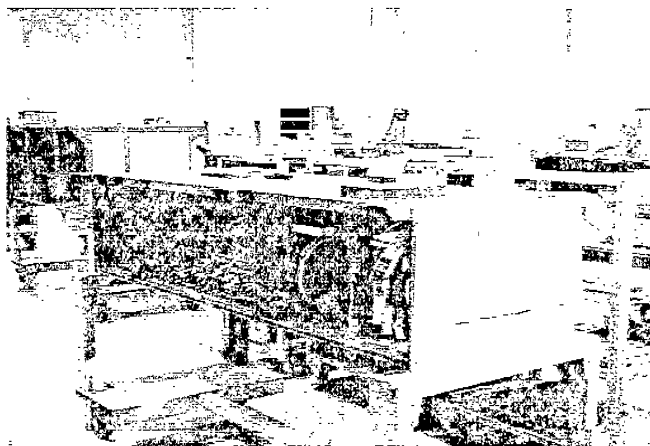
車軸照片

1.3.3 輔助電力設備

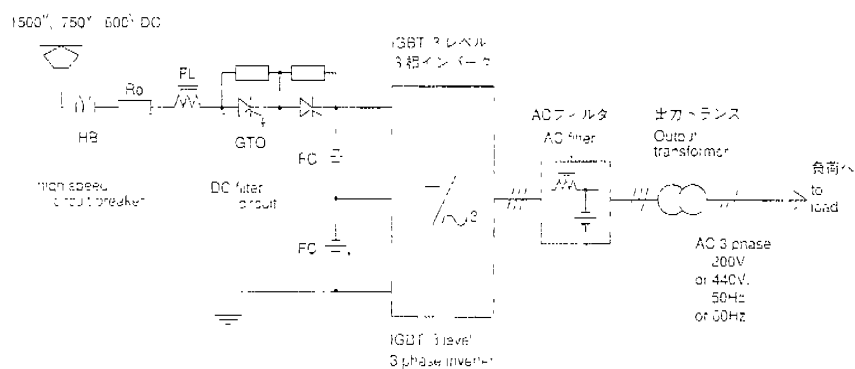
東洋電機的輔助電力設備係採用 IGBT 作為切換裝置並利用 PWM 控制以使本項設備變得小而輕及具有高的可靠度，再透過 DSP 使得輸出穩定及減少能量耗損，請參考輔助電力設備電力架構圖，內建監控設備可將錯誤訊息讀出並可加掛偵錯功能，冷卻系統採用環保冷煤或水，噪音值低於 60dB(A)，此外另有一種牽引變頻器，目前使用於東京急行電鐵 7700N，其特色為當輔助電力設備故障時 VVVF 牽引變頻器可轉換為替代輔助電力設備，其產品種類可分為交流系統(25kV、20kV)及直流系統(1500V、750V)，容量由 5.6kVA(單相)到 210kVA，相關產品請參考下表。

使用者	車輛型式	架空線電壓	輸出及容量
北京地鐵	B4000	750VDC	220VAC, 40kVA
京都市交通局	50	1500VDC	200VAC, 100kVA
京兵急行電鐵	N600	1500VDC	200VAC, 75kVAx2
東京急行電鐵	7700N	1500VDC	440VAC, 140kVA
京阪電氣鐵道	800	1500VDC	200VAC, 70kVA
JR東日本	E653	1500VDC/20kVAC	440VAC, 210kVA
JR西日本	300N	25kVAC	100VAC, 5.6kVA(單相) 100VAC, 10kVA 100VDC, 25kVA
JR東海	300N	25kVAC	100VAC, 7kVA(單相) 100VAC, 10kVA 100VDC, 30kVA
JR東日本	E4	25kVAC	100VAC, 13kVA(單相) 100VDC, 60kVA

東洋電機輔助電力設備產品實積表



140KVA 輔助電力設備照片

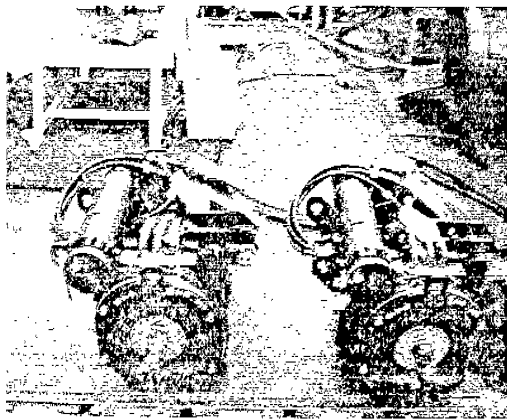


輔助電力設備電力架構圖

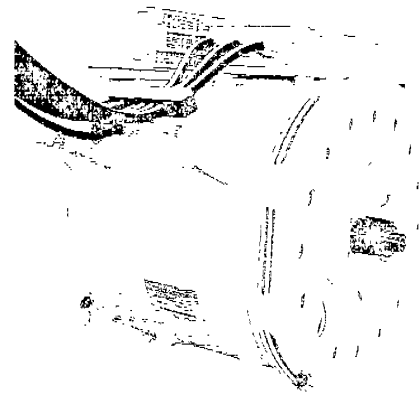
1.3.4 牽引馬達與變頻器

牽引馬達

東洋電機用在軌道車輛的動力系統上，是採用三相感應牽引馬達，其馬力範圍由 90kW 到 405kW，轉速由 1530rpm 到 4445 均 rpm，此外有專用於窄軌與空心軸套接 220 kW 牽引馬達，與目前計劃之要求甚為接近，相關產品請參考下表。



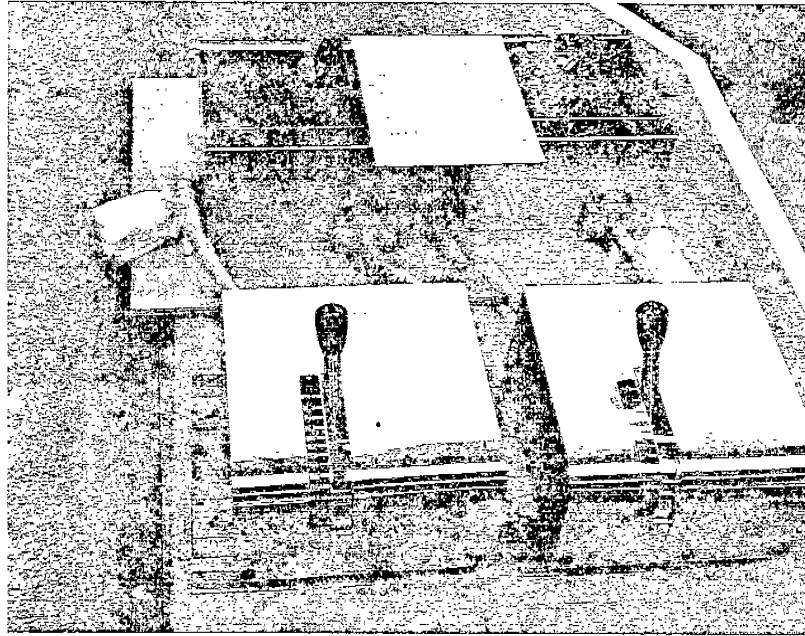
標準軌距的三相感應馬達照片



窄軌距的三相感應馬達照片

使用者	車輛型式	軌距(mm)	外電壓	輸出
小田急電鐵	30000	1067	1500VDC	195kW, 2960rpm
京王電鐵	1000	1067	1500VDC	190kW, 1823rpm
名古屋鐵道	3100, 3500, 3700	1067	1500VDC	170kW, 1960rpm
北京地下鐵	B4000	1435	750VDC	180kW, 2255rpm
京阪電氣鐵道	800	1435	1500VDC	90kW, 1755rpm
阪急電鐵	8300	1435	1500VDC	170kW, 1530rpm
阪神電氣鐵道	9000	1435	1500VDC	130kW, 2635rpm
東京都交通局	5300	1435	1500VDC	180kW, 1755rpm
韓國國鐵	2000	1435	1500VDC/ 25000VAC	200kW, 2055rpm
JR東日本	E2, E3	1435	25000VAC	300kW, 4140rpm
JR東海	300X	1435	25000VAC	405kW, 4445rpm
JR西日本	500	1435	25000VAC	275kW, 4430rpm

東洋電機牽引馬達產品實績表



行車主控制器照片

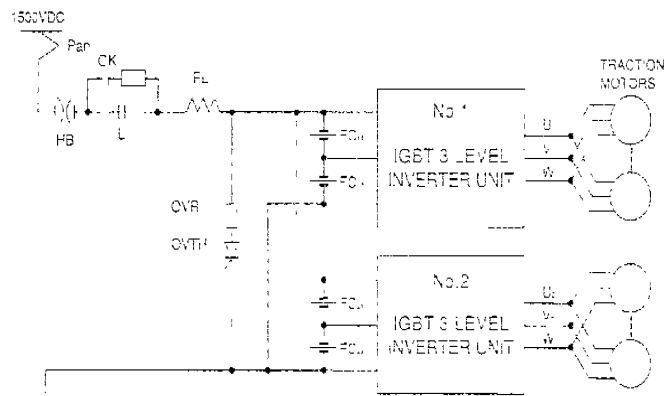
牽引變頻器

東洋電機的牽引變頻器形式非常多，可由一個牽引變頻器控制八個牽引馬達(8M1C)到一個牽引變頻器控制一個牽引馬達(1M1C)，因需符合快速反應的需求，現今多採用向量控制設計、直接數位控制 (DDC)、數位訊號處理器 (DSP) 及 16 位元微處理器並以 IGBT 作為電力切換裝置，同時為便於進行偵錯作業及異常分析更內建監視功能，更為應付大馬力的牽引馬達及縮裝考慮，東洋電機的牽引控制器配置冷卻系統、DDC、DSP 及採用微處理器(16bit CPU)與內建監控系統。

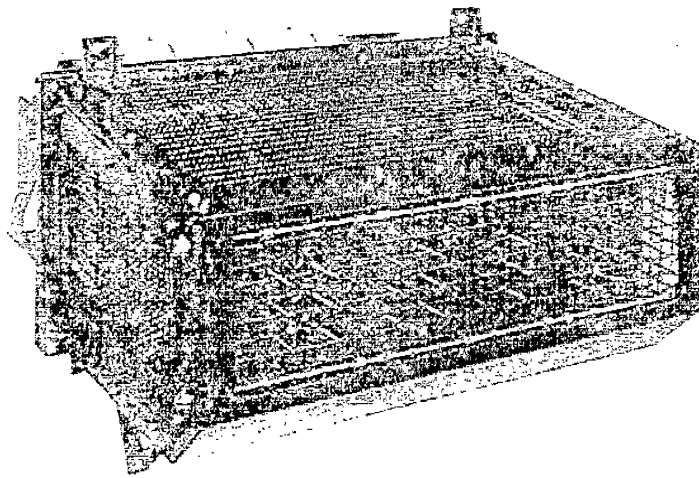
此外，東洋電機用於東京急行電鐵-7700N 系統的牽引變頻器 (VVVF) 具有可在輔助電力系統故障時轉換為定壓定頻變頻器 (CVCF) 以暫時取代輔助電力系統，相關產品請參考下表。

控制方式	使用者	車輛型式	外電壓	輸出 (kW)	切換
8M1C	相模鐵道	9000	1500VDC	180 x 8 (1440)	GTO
8M1C	京阪電氣鐵道	800	1500VDC	90 x 8 (720)	IGBT
4M1C	京王電鐵	1000	1500VDC	180 x 4 (720)	RCGTO
4M1C	JR東日本	E351	1500VDC	150 x 4 (600)	IGBT
4M1C	韓國國鐵	2000	25kVAC/ 1500VDC	200 x 4 (800)	RCGTO
4M1C	北京地鐵	B4000	750VDC	180 x 4 (720)	GTO
2M1C	JR東日本	E127	1500VDC	120 x 2 x 2 (480)	RCGTO
2M1C	東京急行電鐵	7700N	1500VDC	170 x 2 x 2 (680)	IGBT
2M1C	廣島電鐵	3950	600VDC	85 x 2 (170)	RCGTO
1M1C	JR東海	383	1500VDC	150 x 1 x 4 (600)	GTO
1M1C	JR四國	8000	1500VDC	200 x 1 x 4 (800)	GTO

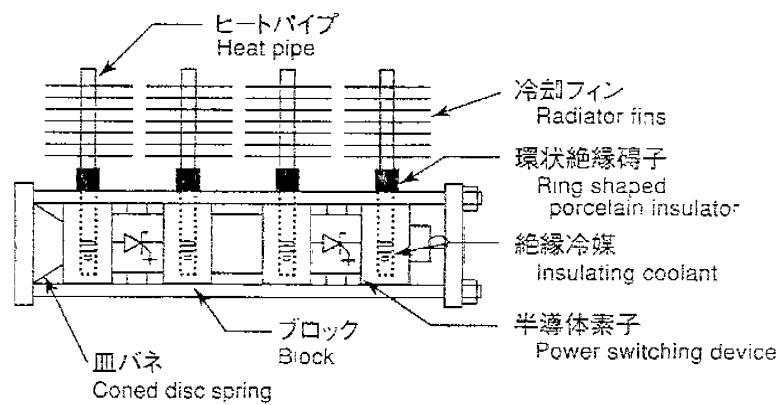
東洋電機牽引變頻器產品實績表



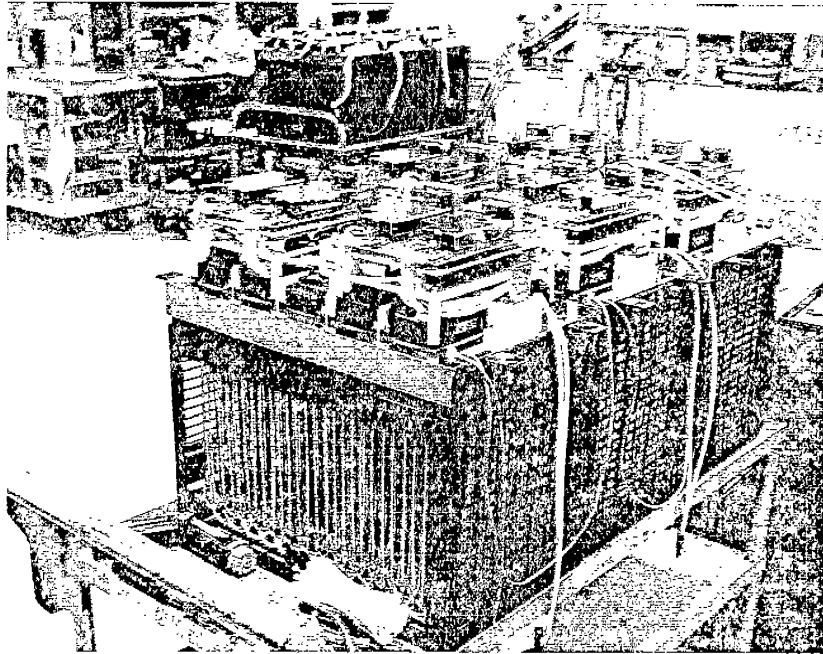
東洋電機的推進系統電力架構圖



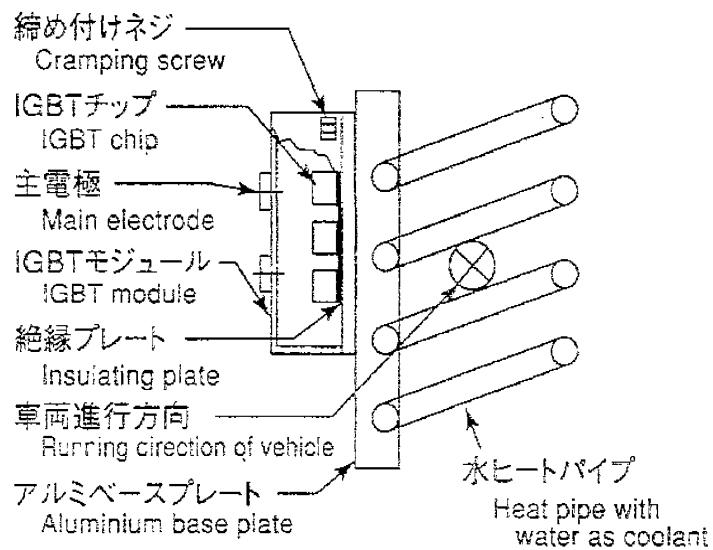
散熱管式 (Heat pipe cooling) 牽引變頻器照片



散熱管式牽引變頻器構造示意圖



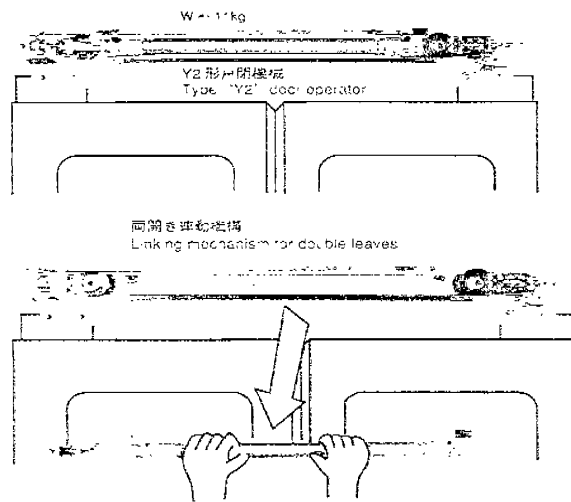
75KVA 水冷式 (Water heat pipe cooling) 牽引變頻器照片



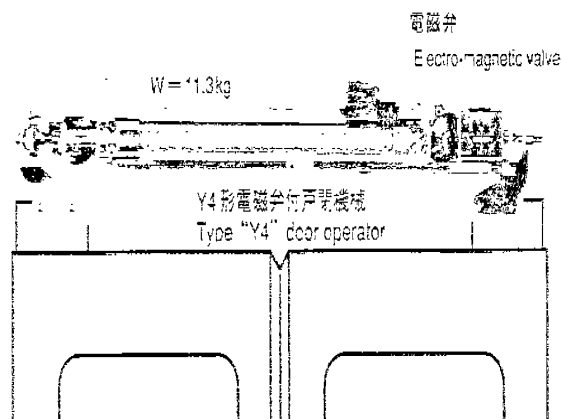
水冷式牽引變頻器構造示意圖

1.3.5 門機系統

東洋電機的门機系統基本上分成 Y2 (機械式) 及 Y4 (電磁式) 二型，為雙扇滑動對開式，具有安裝空間小及維修容易的特性，而門機的防夾功能是當門已關上後，關門的力量會在一段時間內減低，以使被夾乘客的手或衣物容易取出，其相關產品請參考門機系統示意圖。



Y2 型門機系統示意圖

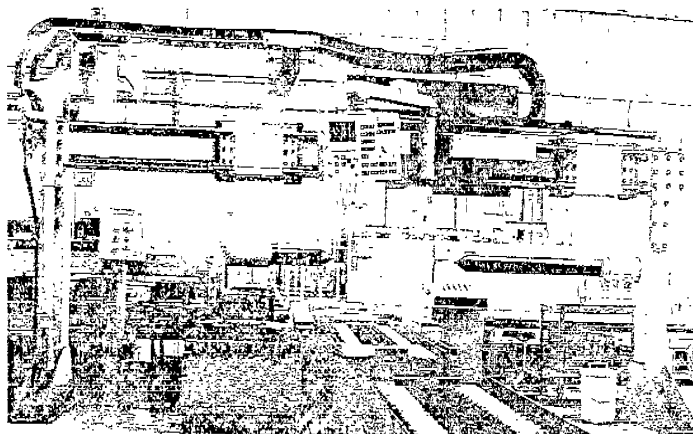


Y4 型門機系統示意圖

1.4 重要軌道車輛製作設備

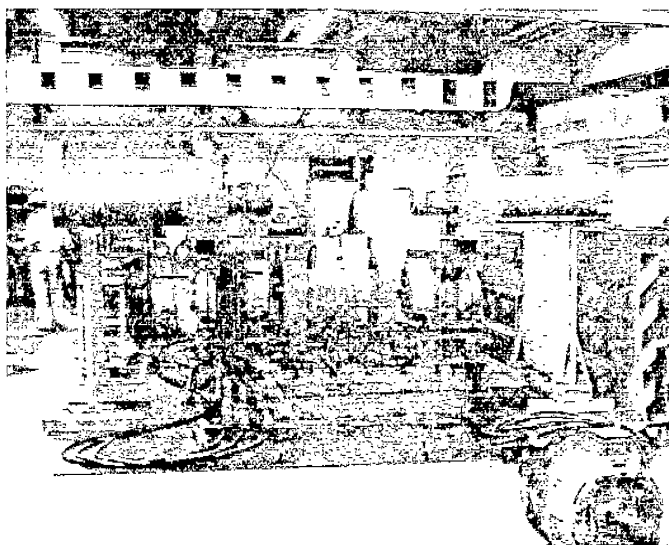
東洋電機橫濱製作所的物流及 FA 示意圖與重要的軌道車輛製作設備，請參考如下照片及圖示。

馬達轉子及安裝設備，係採用全自動或半自動的方式將馬達轉子由靜子處抽出或將轉子安裝入靜子，其相關產品請參考馬達安裝設備照片。

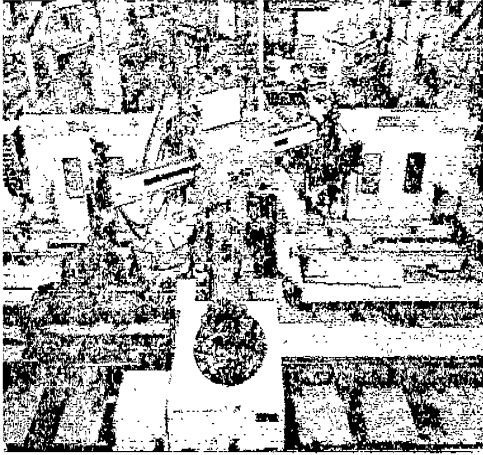


馬達安裝設備照片

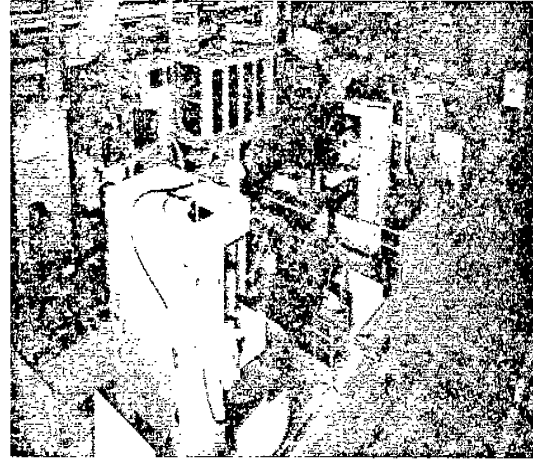
牽引馬達測試設備，係在牽引馬達維修或組裝後測試牽引馬達用，其相關產品請參考牽引馬達測試設備照片。



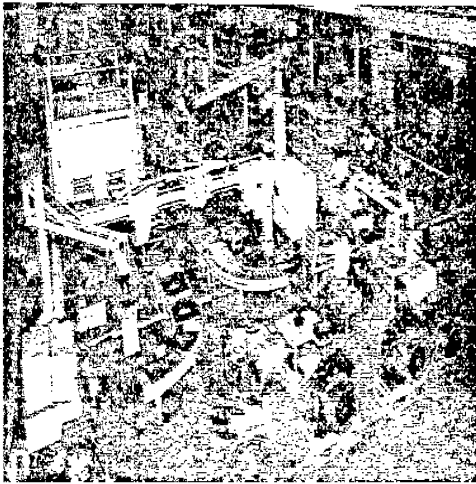
牽引馬達測試設備照片



FMS 加工生產線照片



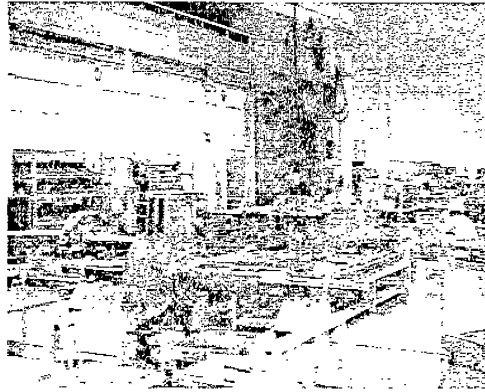
減速齒輪 NC 加工生產線照片



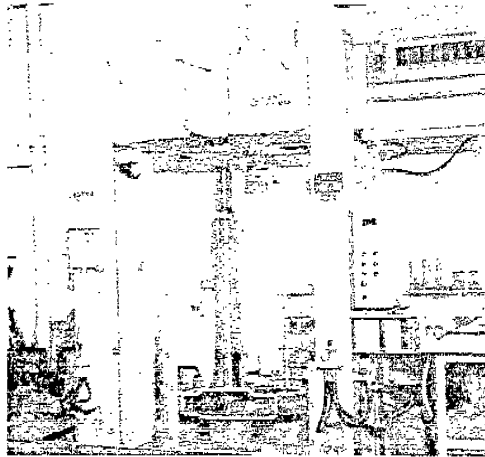
牽引馬達組裝線照片



轉向架動態試驗設備照片



齒輪與車軸組裝照片



齒輪與車軸安裝設備照片

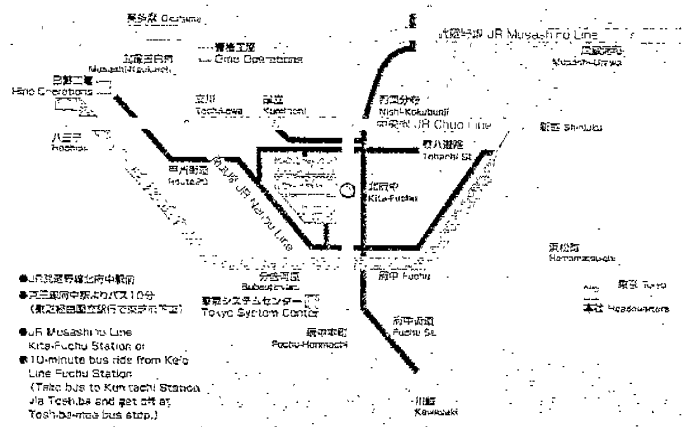


車輪組立設備照片

二、東芝電氣 / 府中工場(Toshiba / Fuchu Complex)

2.1 概述

東芝電氣建立於 1875 年，迄今 125 年，員工人數約 63000 人，總面積約為 190 英畝，資本額約為 2749 億日圓，其中府中工場約有 6000 人，請參考東芝電氣府中事業所交通位置圖，在軌道方面主要事業部門可分為電力供應系統、乘客資訊系統、車站監視設備系統 (SCADA: Supervisory Control And Data Acquisition System, OCC: Operational Control Center)、信號系統、軌道車輛系統、運輸計畫系統、軌道管理系統等。



東芝電氣府中事業所交通位置圖

此外東芝電氣於 1995 年進行組織重整而成立以下二個部門。

1. 驅動系統部門 (Drive System Department)，員工人數為 407 人，年營業額約 100 億日元，主要從事交直流推進變頻系統、輔助電力系統及空調系統設計製作，東芝電氣在軌道車輛方面的空調系統，已超過 10 萬組。

2. 運輸系統部門 (Transportation System Department)，員工人數為 230 人，年營業額約 55 億日元，主要從事牽引馬達、列車監控系統、主控制器、ATC 及 ATS 系統、訊號控制系統及電力與柴力機車頭設計製作，該部門最近更研發出僅有 200mm 高的薄式軌道用空調系統。

2.2 實績

東芝電氣在使用交流外電的軌道驅動系統上，領先發展出具有 PWM (Pulse Width Modulation) 及 VVVF (Variable Voltage Variable Frequency) 特性的主變頻器、牽引馬達及主變壓器，其相關實績如下表。

2.2.1 主變頻器實績

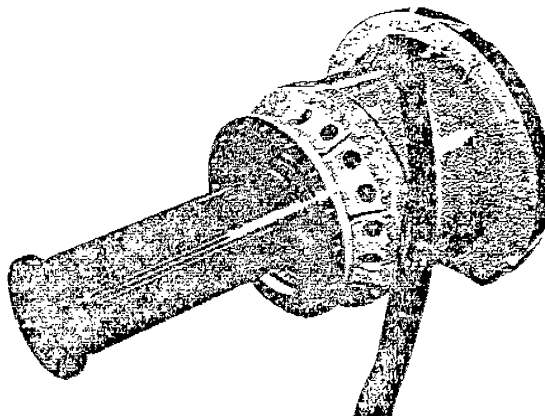
使用者	車輛名稱
東海鐵道	新幹線 300系列
西日本鐵道	新幹線 500系列
東海鐵道	新幹線 700系列
北海道鐵道	721系列
韓國國鐵	EMU, KWACHON Line
阿根廷	EMU

東芝電氣主變頻器實績表

2.2.2 牽引馬達實績

使用者	車輛名稱	輸出 (kW)
東海鐵道	新幹線 300系列	300/AC
東日本鐵道	新幹線 400系列	210/DC
東海鐵道	新幹線 700系列	275/AC
鐵道技術研究所	GCT (Gauge Change Train)	95/AC
韓國國鐵	EMU, KWACHON Line	200/AC

東芝電氣牽引馬達實績表



可變軌距 95kW 牽引馬達照片

2.2.3 主變壓器實績

使用者	車輛名稱	容量 (kVA)
東海鐵道	新幹線 300系列	2900
九州鐵道	特快 783系列	980
東日本鐵道	新幹線 E4系列	4150

東芝電氣主變壓器實績表

2.2.4 軌道車輛驅動變頻系統實績

東芝電氣在使用直流電源的軌道驅動系統上，發展出一種用在西日本鐵道 223 系列與東海鐵道 313 系列車輛的雙模式系統 (Dual Mode system)，可將牽引變頻器與輔助電力系統結合在同一個設備裡以提高設備的妥善率，其相關實績如下表。

使用者	車輛名稱
四國鐵道	特快8000系列
關西電力	無軌電車300系列
帝都捷運	EMU 06系列
阪急電鐵	EMU 8000系列
大阪市交通局	EMU 21系列
西日本鐵道	223系列
東海鐵道	313系列
札幌市交通局	地鐵 5000系列
東京都交通局	地鐵 12號線
東京特快電鐵	EMU 3000系列
東日本鐵道	EMU 209-910系列
漢城地鐵	地鐵 7、8號線
埃及國鐵	EMU 開羅2號線

東芝電氣軌道車輛驅動變頻系統實績表

2.2.5 驅動系統部門 25kVAC 新幹線交流外電主變頻器實績

使用者	車輛名稱
東海鐵道	新幹線 300系列、新幹線 700系列
東日本鐵道	新幹線 E2系列
西日本鐵道	新幹線 500系列

東芝電氣 25kVAC 新幹線交流外電主變頻器實績表

2.2.6 驅動系統部門 600VDC 至 1500VDC 直流外電 VVVF 變頻器實績

使用者	車輛名稱
東日本鐵道	特快車255系列
西日本鐵道	特快車681系列
西日本鐵道	通勤車 207、223系列
帝都捷運	通勤車 02、05、06系列
Odakyu Electric Railway	特快車30000系列
札幌市交通局	捷運 8000系列

東芝電氣 600VDC 至 1500VDC 直流外電 VVVF 變頻器實績表

2.2.7 驅動系統部門輔助電力系統實績

使用者	輸出 (kVA)
近畿鐵道	70/AC 三相
東京都交通局	170/AC 三相
小田急電鐵	200/AC 三相
名古屋鐵道	75/AC 三相
京王電鐵	130/AC 三相
東日本鐵道	210/AC 三相
東武鐵道	140/DC
南海電鐵	75/DC

東芝電氣輔助電力系統實績表

2.2.8 驅動系統部門空調系統實績

使用者	車輛名稱
東日本鐵道	新幹線 200, 400, E2, E3系列
東海鐵道	新幹線 300, 700系列
進畿鐵道	“Urban Linc” 超特快
東武鐵道	“Specia” 超特快
帝都捷運	通勤車 05系列

東芝電氣空調系統實績表

2.2.9 運輸系統部門空調系統實績

使用者	規格說明
東日本鐵道	頂置式 最大冷房能力：50000kcal/hr
東武鐵道	頂置式 最大暖房能力：10000kcal/hr 最大冷房能力：10000kcal/hr
橫濱市交通局	頂置式 最大冷房能力：17000kcal/hr
進畿鐵道	頂置式 最大冷房能力：10500kcal/hr
帝都捷運	頂置式 最大冷房能力：42000kcal/hr
京阪電鐵	頂置薄式 最大冷房能力：15000kcal/hr
東海鐵道	底置式 最大冷房能力：32500kcal/hr
東京特快電鐵	頂置式 最大冷房能力：42000kcal/hr

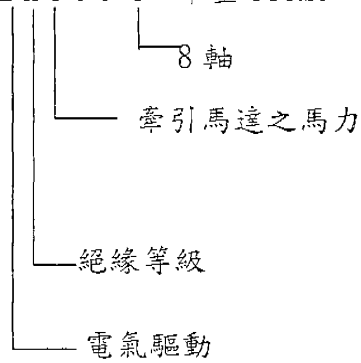
東芝電氣運輸系統部門空調系統實績表

2.3 產品

主要的產品有電氣機車頭與牽引馬達，介紹重點如下。

2.3.1 電氣機車頭

Model: EH500-8, 車重 130MT, 速度 120K/H, 拖曳重量 1000MT。



採用“川崎”製造轉向架，馬達是交直流兩用，可以在關東及關西地區行駛而不需更換機車頭，以適應日本不同地區，供電系統也不相同的需求。

2.3.2 牽引馬達

東芝電氣在牽引馬達的發展趨勢如下表。

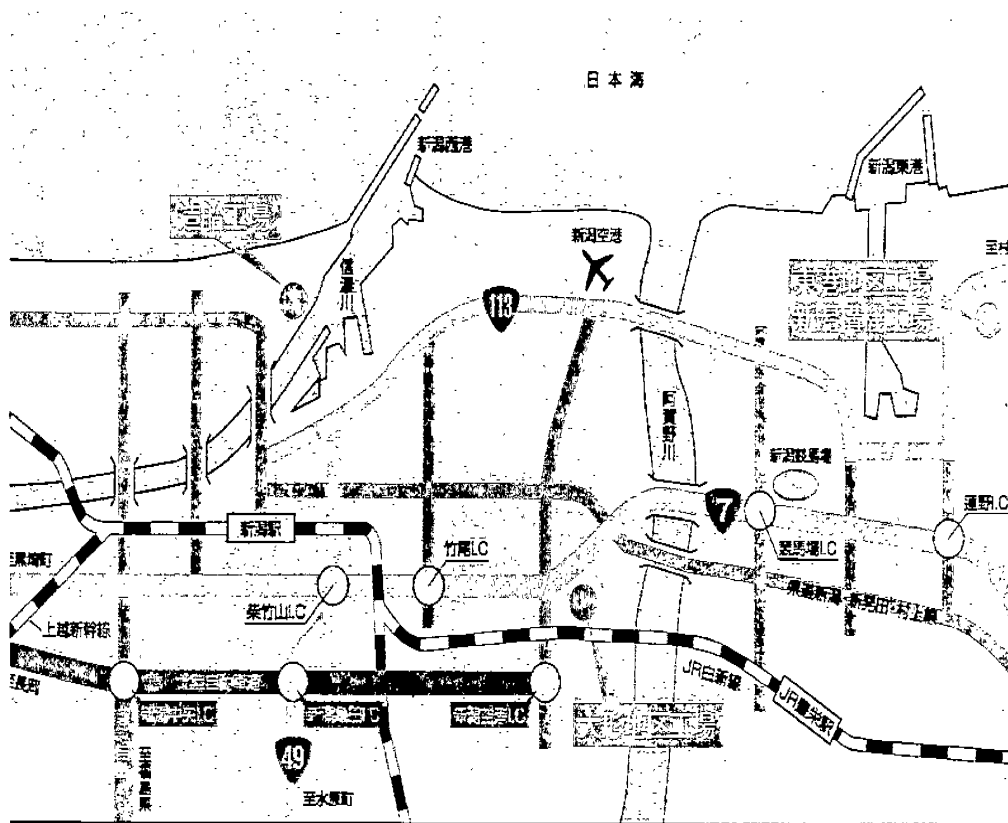
發展趨勢	改善重點
改善冷卻性能	強制通風
提昇耐熱性能	風道冷卻
高速迴轉	藉由軸承改進，可達6000 rpm
新材料	鋁合金
新構造	去除不必要的斷面，達到輕量化

東芝電氣牽引馬達發展趨勢表

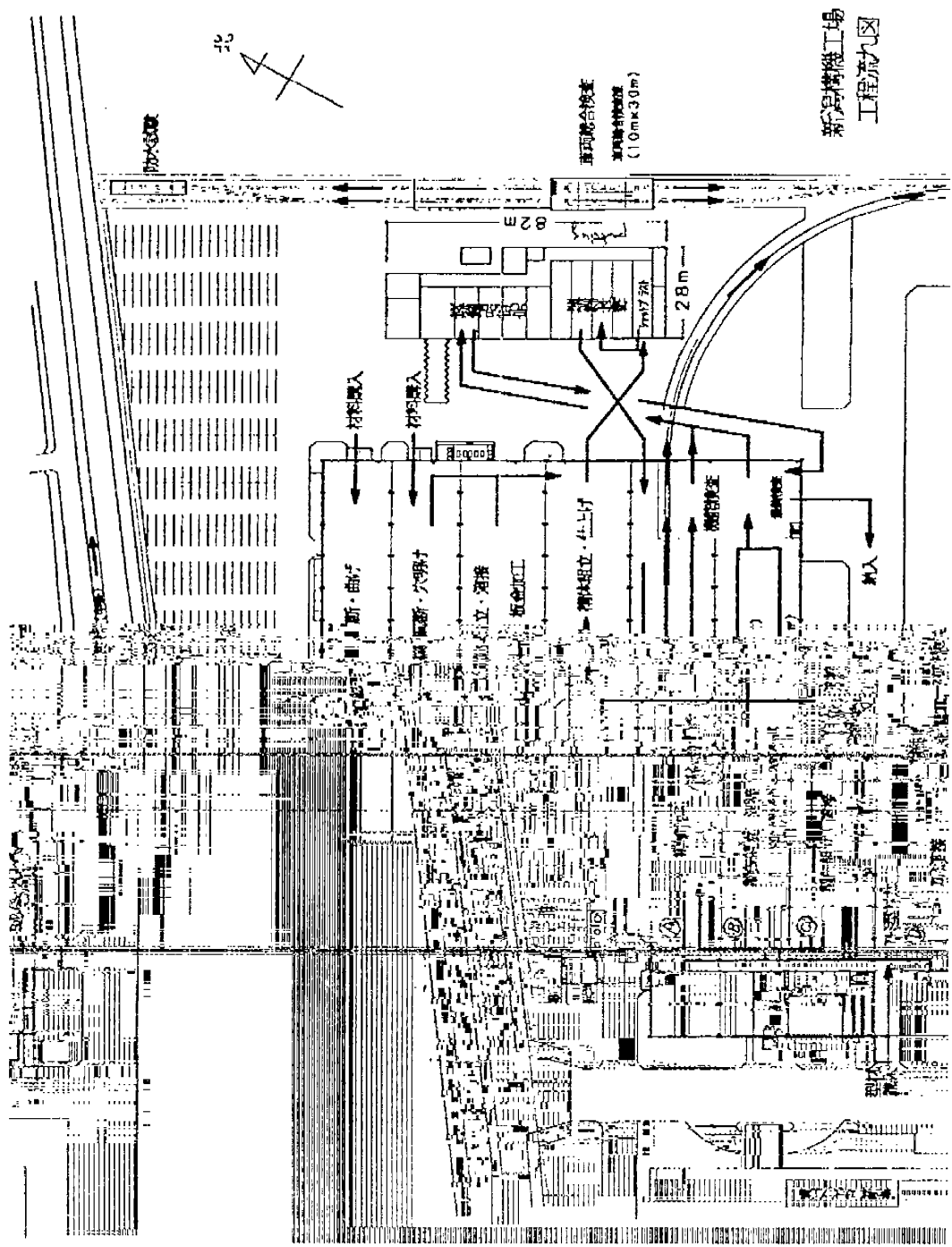
一、新瀉鐵工所 / 新瀉機構工場(Niigata / Niigata Transcom Works)

3.1 概述

新瀉鐵工(Niigata) 建立於1895年，迄今105年，員工數為190人，其中設計人員約15人，年營業額：180-200億日元，係為日本軌道車輛主要的系統廠家，場區總面積為7萬 m^2 ，請參考新瀉鐵工交通位置圖及新瀉鐵工場區圖，軌道車輛產業約佔50%的總營業額，主要從事柴油動力車、電車、柴油機車頭、客車及軌道用除雪車等的製作，一般而言，其製造時間約8個月，組裝時間約4個月。



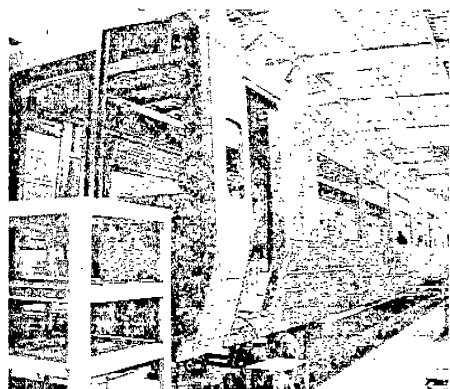
新瀉鐵工交通位置圖



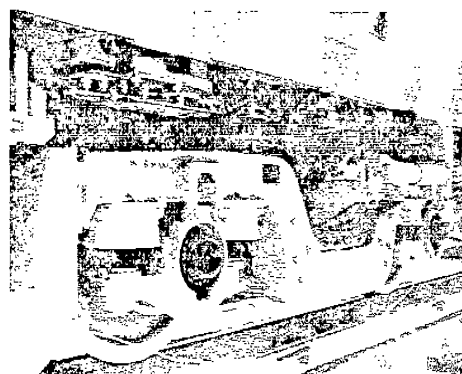
新瀉鐵工場區圖

3.2 產品與實績

新瀉鐵工軌道方面的產品有柴油機關車(DHL)、輕軌電車(LRV)、膠輪客車、EMU、DMU等，目前與唐榮合作生產台鐵16輛柴油機關車，其中為增加列車的過彎速度而設計出搖擺(tilting)轉向架可使列車時速達120 km(約增加20%)，而搖擺車的造價約為傳統車的1.5倍，目前在日本軌道市場約有20%，其相關實績如下。



不鏽鋼車身照片



搖擺車轉向架照片

3.2.1 柴油動力車

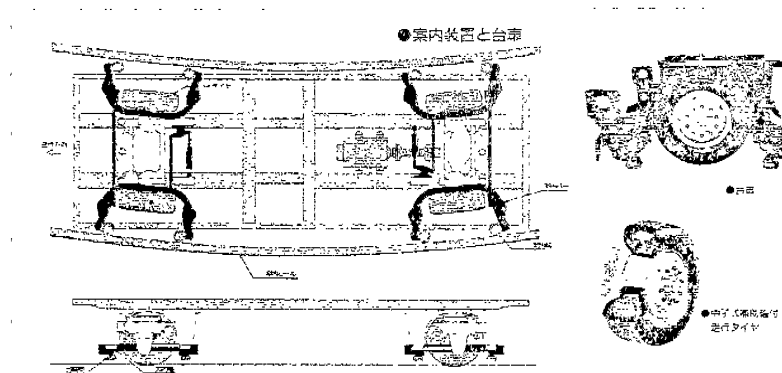
使用者	車型
九州鐵道	200型及125型
四國鐵道	1000型及32-501型
西日本鐵道	120-0型及120-300型
東海鐵道	85-0型及11-0型
東日本鐵道	110-0型及48型
北海道鐵道	160型及130型
關東鐵道	2100型
水島臨海鐵道	MRT-300型
島原鐵道	2500型
秋田內陸縱貫鐵道	AN-8900型
三陸鐵道	36-300型

新瀉鐵工柴油動力車實績表

3.2.2 電車

使用者	車型
北越鐵道	HK-100型
上信電鐵	6000型
北越鐵道	681型
廣島交通局	第三軌膠輪電車
關西國際機場	第三軌膠輪電車
橫濱新都市交通局	第三軌膠輪電車
大阪市交通局	第三軌膠輪電車
埼玉新都市交通局	第三軌膠輪電車
西武鐵道山口線	第三軌膠輪電車
熊本市交通局	9700型全低底盤輕軌車

新瀉鐵工電車實績表



新瀉鐵工第三軌膠輪電車轉向架示意圖

3.2.3 柴油機車頭

使用者	車型
芝城交通局	102型
京葉臨海鐵道	KD55-102型
仙台臨海鐵道	SD55-101型

新瀉鐵工柴油機車頭實績表

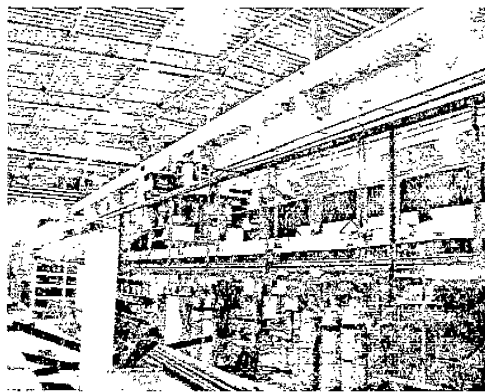
3.3 生產線特色及重要軌道車輛製作設備

3.3.1 生產線特點

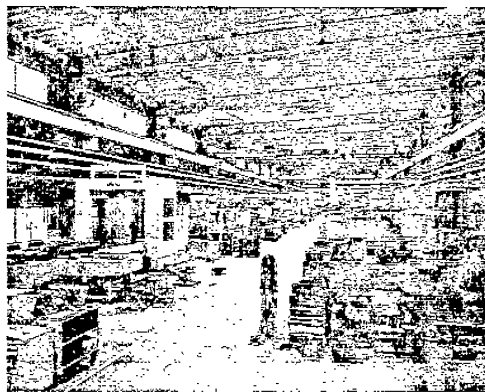
1. 底盤組焊時，使用的夾具，可做旋轉的動作，使施工者經常保持平焊姿勢。
2. 大量使用雷射切割機下料，並且配合鋼板倉儲系統，快速變換不同厚度、材質鋼料，提昇效率。

3.3.2 重要軌道車輛製作設備

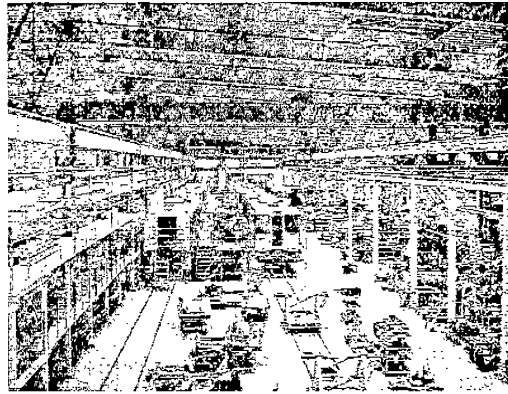
新瀉鐵工重要軌道車輛製作設備請參考如下照片。



新瀉鐵工車身自動焊接設備照片



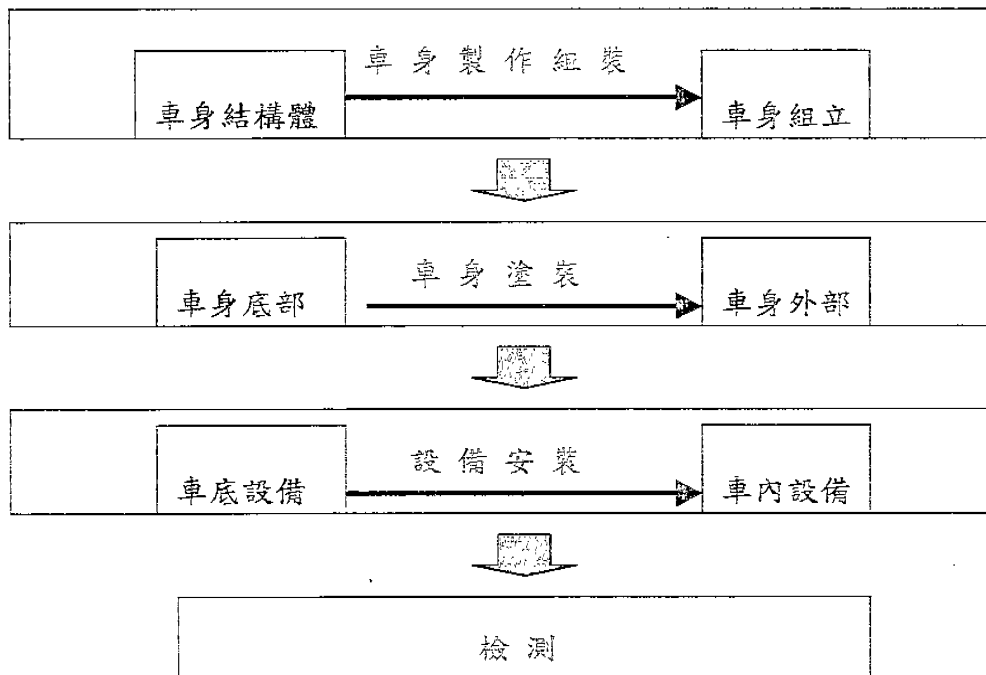
新瀉鐵工機械加工生產線照片



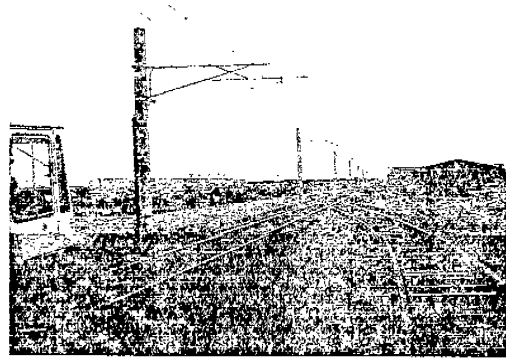
新瀉鐵工車身組裝線照片

3.4 車身製作流程

先進行車身結構體製作，次車身組立，然後進行車身底部與外部塗裝工作，再車底與車內設備安裝，最後進行檢測，請參考流程示意圖。



新瀉鐵工車身製作流程示意圖



標準軌與窄軌共用的雙軌測試線

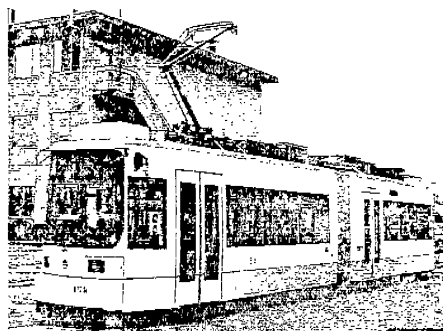
3.5 新瀉鐵工全低底盤輕軌車

此一型式的輕軌電車是由二節車箱所組成，其轉向架、氣冷式牽引馬達，驅動系統是由德國 Adtranz 公司設計，機械煞車系統是由 Knorr 公司製作，牽引變頻器、輔助電力設備及空調設備則由三菱電機公司負責製作，系統整合、車身製作及儀電安裝是由新瀉公司負責。

車身長為 18m，乘客 80 人，底盤高度為 350mm，靜態變流器容量約為 40kVA，軌距採用與台鐵相同的 1067mm，是日本第一條 1067mm 窄軌的全低底盤輕軌電車系統，車輛設計是由 JR 九州特快列車的設計者-水戶岡銳先生，車輛造價約為 2.5 億日圓，交期為 1 年，其全低底盤輕軌車性能諸元，請參考新瀉鐵工輕軌車性能表。

項目	性能諸元
軌距	1067mm
外電源	600VDC
車身及車頭材質	鋼骨架及蒙皮
全長	18550mm
車寬	2350mm
車高	3546mm
地板高	300mm (出入口) / 360mm
空重	21 ton
站位數	52人
座位數	24人
車輪	彈性車輪
最大速度	70 Km/hr
馬力	100 kw x 2

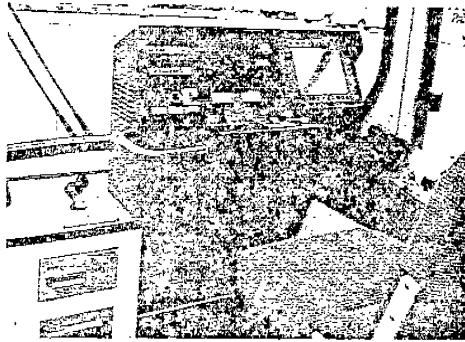
新瀉鐵工輕軌車性能表



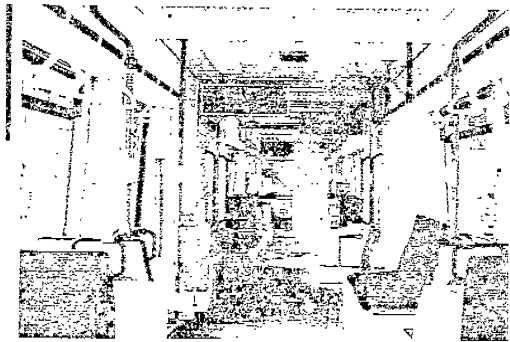
新瀉鐵工全低底盤輕軌車照片



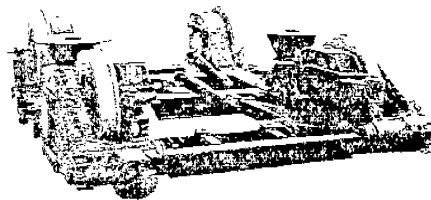
新瀉鐵工輕軌車身組裝照片



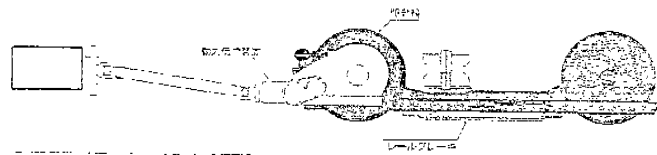
全低底盤輕軌車駕駛台照片



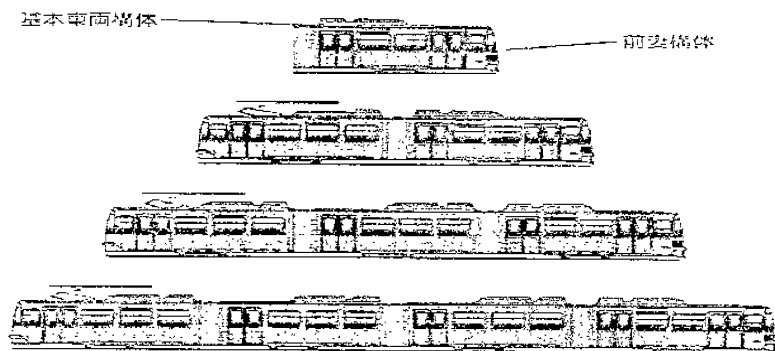
全低底盤輕軌車客車內部照片



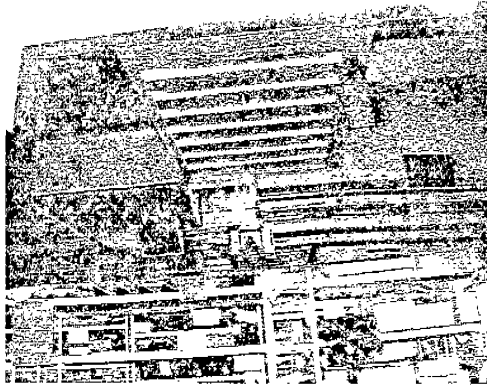
● 概要
 踏踏性を出現させる前に、左右車輪間の距離を大きくした独立車輪とした
 コムはポルヌスナリスの構造です。車輪にはコムを嵌んだ中車輪を
 採用し、踏踏性を向上させています。
 車輪には踏踏性を向上させるために、より良い材料を使用するペリメーター
 車輪が取り付けられています。車輪の中心部に設置した踏踏性を向上
 効果をもたらし、車輪の踏踏性を向上させます。



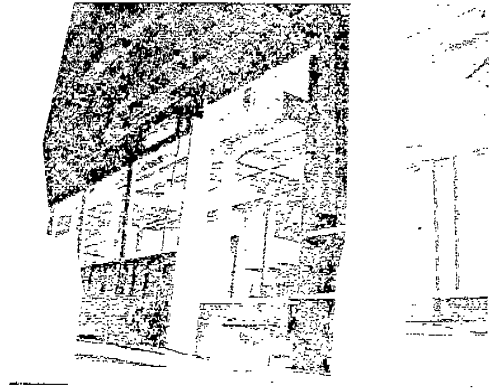
新瀉鐵工全低底盤轉向架示意圖



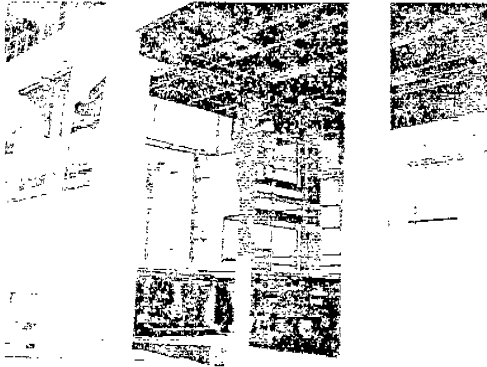
新瀉鐵工全低底盤輕軌車模組化車身編配示意圖



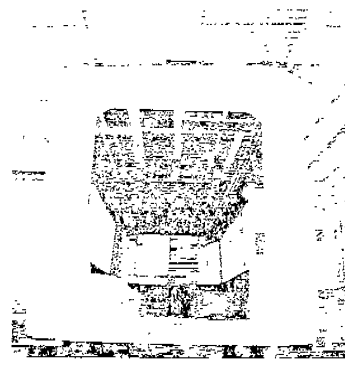
輕軌車車頭下方結構照片



輕軌車車門結構照片



輕軌車車頭結構照片



輕軌車連結器結構照片

四、日本車輛 / 豐川製作所(Nippon Sharyo / Toyokawa)

4.1 概述

日本車輛成立於 1896 年，迄今已有 104 年的歷史，資本額：約 118 億日元，組織構成為公司總部、技術研發部、高速車輛開發部、鐵道車輛部、運輸設備部、機電設備部、鋼構部、農機設備部、工務部、環境工程部等，分別從事鐵道車輛（含搖擺車 tilting car 及時速達 350 公里的高鐵）、自動車輛、產業車輛及設備、輸送相關設備與化學用機械設備等製作，請參考日本新幹線（高鐵）的各型車最大速度表。

新幹線車型	最大時速
100型	240公里
300型	270公里
500型（圓筒行車身）	300公里
700型（雙層車身）	270公里

日本新幹線（高鐵）各型車最大速度表

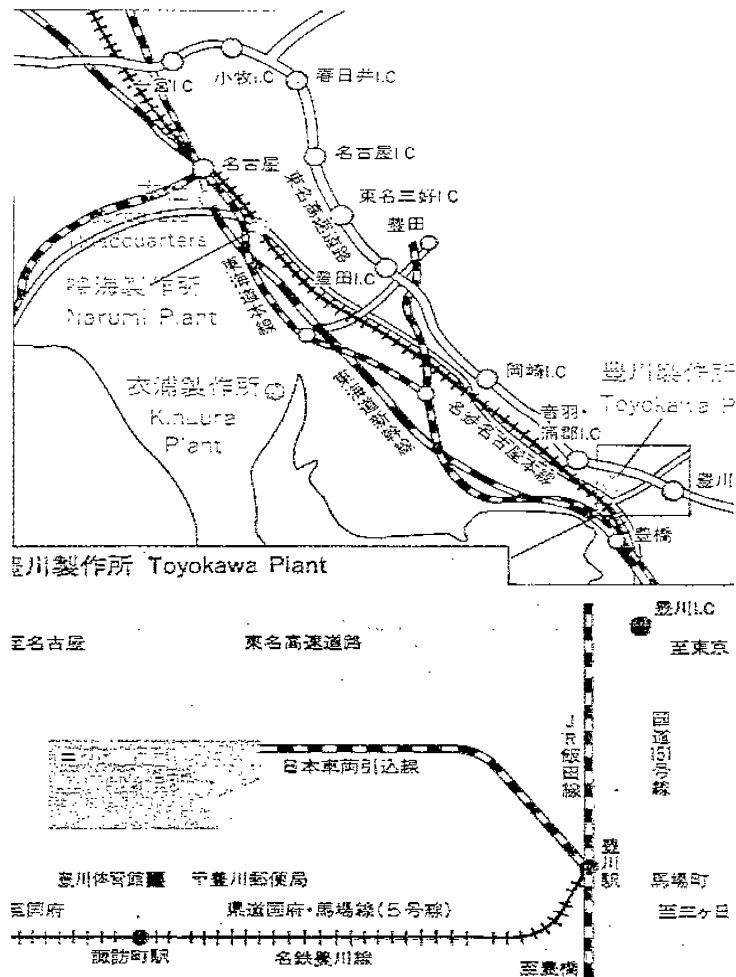
其中豐川製作所為日本車輛公司的軌道車輛製作重鎮，員工總數為 2751 人，豐川製作所員工數為 1383 人，員工數約佔全公司總數的一半，營業額亦佔全公司的一半以上，總面積約為 31 萬 m²，交通位置請參考交通路線圖及場區圖，日本東海鐵道（Central Japan Railway）的車輛一半以上皆出自於豐川製作所，而搖擺車亦有 100 輛銷往日本的四國島，其二節式輕軌系統更外銷至美國洛杉磯地區。

豐川製作所與唐榮公司今年八月簽約，由日本車輛協助規劃組裝車輛，松岡清隆專案部長（曾因阿里山機車案到過中鋼）經常派駐唐榮公司輔導。不銹鋼，鋁合金車體仍有新訂單，並外銷新加坡、南美（阿根廷）、英國等地。

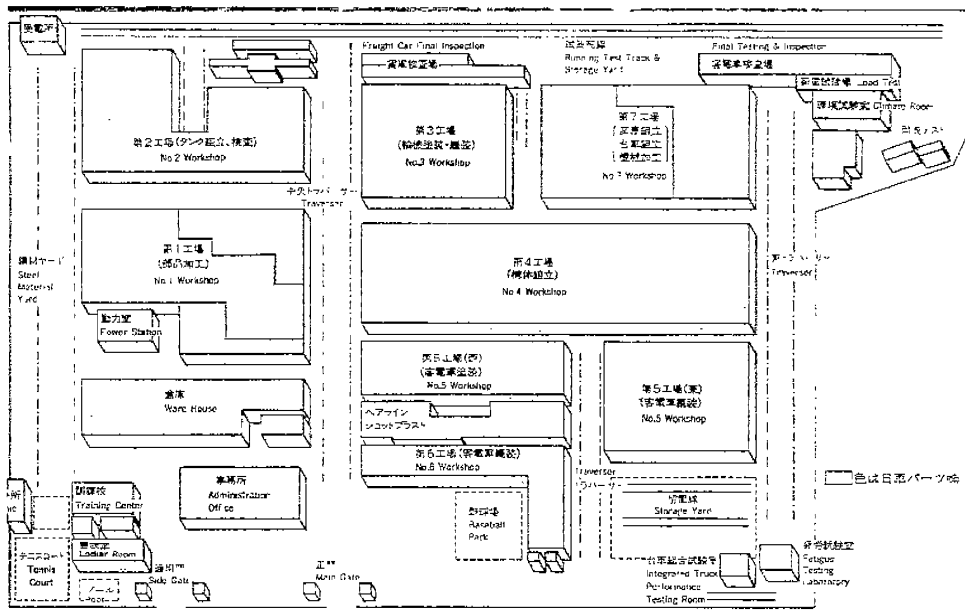
日本車輛公司豐川製作所的七大研發方向，分別為

1. 增加軌道運輸系統的速度

2. 車輛安全性的改進
3. 車輛輕量化的精進
4. 乘車品質與舒適性的改進
5. 車輛噪音與震動的減低
6. 合理化的無維修需求
7. 電腦化介面技術的開發



豐川製作所交通路線圖



豐川製作所場區圖

4.2 產品與實績

近期產品有 700 系列，新幹線轉向架，12000 型鋁合金車體，7000 型膠輪客車，新幹線實績已有 2000 輛以上。

豐川製作所在軌道車輛方面的實績如下表。

4.2.1 高鐵

車輛種類	車輛型式
新幹線	東海道山陽新幹線300型
新幹線	東北上越新幹線952型

豐川製作所高鐵車輛實績表

4.2.2 特快

車輛種類	車輛型式
特快	東海鐵道371型
特快	四國鐵道8000型
特快	京成鐵道AE100型
特快	東海鐵道85型
特快	北海道鐵道281型
特快	名古屋鐵道1000型
特快	東日本鐵道E351型

豐川製作所特快車輛實績表

4.2.3 區間通勤

車輛種類	車輛型式
區間通勤	東海鐵道311型
區間通勤	九州鐵道200型
區間通勤	小田鐵道1000型
區間通勤	東日本鐵道裝層215型
區間通勤	名古屋鐵道6000型
區間通勤	新京成鐵道8900型
區間通勤	京王帝都鐵道8000型
區間通勤	遠州鐵道1000型
區間通勤	鹿島臨海鐵道6000型
區間通勤	美國北印地安那運輸部
區間通勤	美國馬里蘭運輸局
區間通勤	美國加州運輸局(雙層)
區間通勤	印尼鐵道公司
區間通勤	阿根廷國鐵

豐川製作所區間通勤車輛實績表

4.2.4 輕軌捷運

車輛種類	車輛型式
輕軌	美國洛杉磯郡運輸局
捷運	新加坡捷運局

豐川製作所輕軌捷運車輛實績表

4.2.5 地鐵

車輛種類	車輛型式
地鐵	名古屋交通局5050型
地鐵	名古屋交通局3050型
地鐵	帝都交通局銀座線01型
地鐵	大阪交通局24型
地鐵	帝都交通局丸之內線02型
地鐵	大阪交通局70型

豐川製作所地鐵車輛實績表

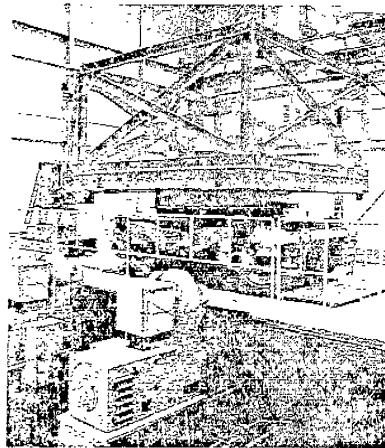
4.3 生產線特色及重要軌道車輛製作設備

4.3.1 生產線特點

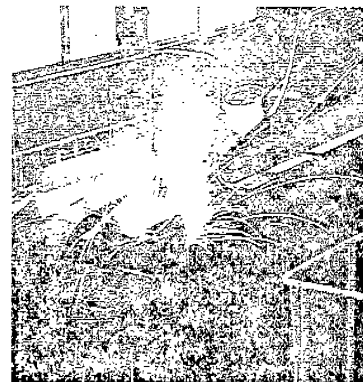
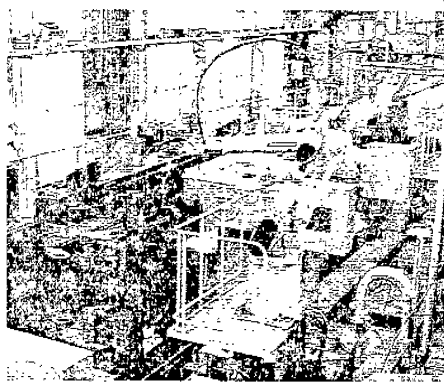
各工廠間設有大型搬運台車(Travel car)，將各型車輛運送至各工廠加工。並利用顏色定時轉換管理，流程極佳，頗利生產排程。並有小型看板，管制一週進度提升效率，工廠的試車線軌道，直通國鐵線，更利於測試與交車，轉向架製造場，設有翻轉設備，利於焊接組裝。

4.3.2 重要軌道車輛製作設備

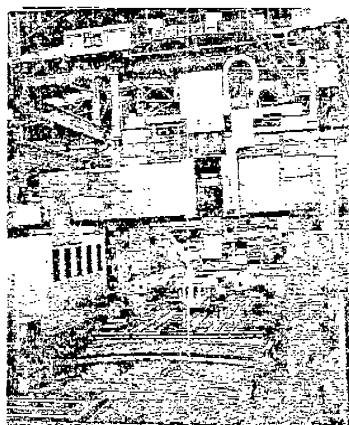
日本車輛豐川製作所重要的軌道車輛製作設備，請參考以下照片，其中轉向架測試側備應具備轉向架負荷測試 (Loading test) 與轉向架轉動測試 (Rotating test) 的功能，此點可供未來在規劃測試能量時參考。



轉向架性能整合測試系統照片



轉向架主結構銲接機器人照片



轉向架主結構加工設備照片

4.4 車輛製作設計流程

日本車輛的車輛設計流程可大致分成九個階段，可作為計畫在發展原型車時的進程規劃，簡述如下。

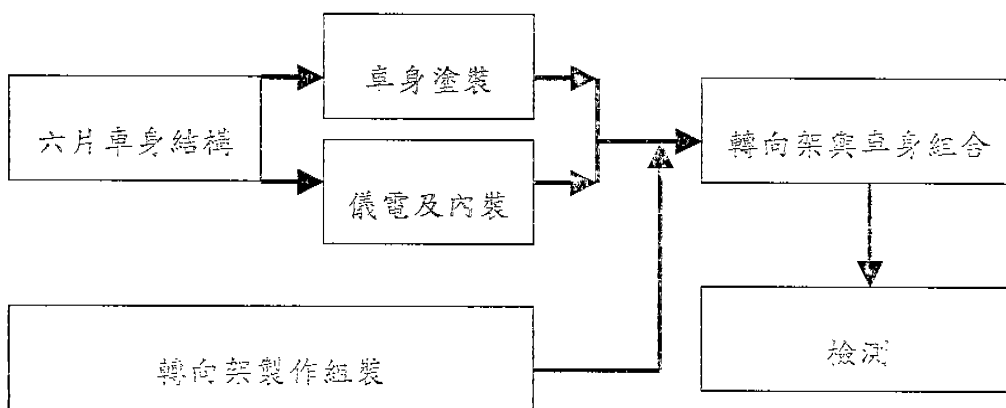
1. 概念設計
2. 佈線設計
3. 六片裝車身設計
4. 結構應力分析
5. 重量分佈控制與分析
6. 氣動力特性分析
7. 車身運動（包絡線）分析
8. 車身疲勞分析
9. 車身與轉向架整合性能分析

4.5 車輛製作流程

日本車輛豐川工場軌道車輛製作流程分成二車身與轉向架部分同時進行製作與組裝，分述如下，流程簡介請參考下圖。

先車身結構體六片裝組立，次進行車身塗裝再進行車身上下內外的儀電內裝，車身製作完成後再與製作好的轉向架一起組立，最後再進行檢測。

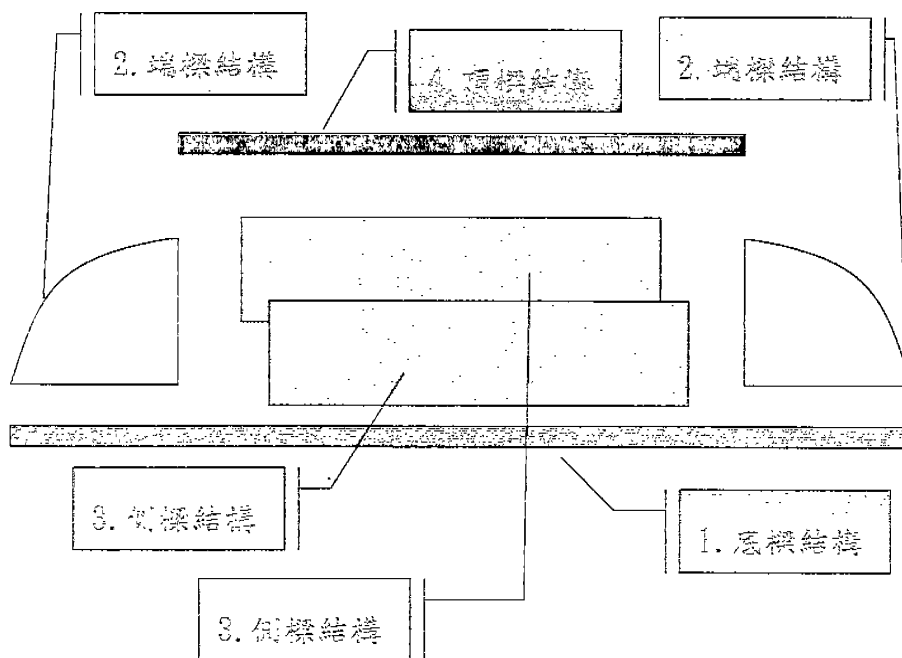
豐川製作所在進行車身的六片裝之前，對車底板進行預拱以控制未來發生的應變量，這對我國輕軌車在製作時，是一個值得學習的經驗。



日本車輛豐川工場流程簡介

4.6 六片裝車身製作流程

豐川工場六片裝製作流程，先完成底樑結構（under frame）製作與安裝，第二步安裝前樑與端樑結構（front frame and end frame）安裝組焊，第三步進行左右側樑結構（side frame）安裝組焊，最後再進行頂樑結構（roof frame）安裝組焊，請參考示意圖。

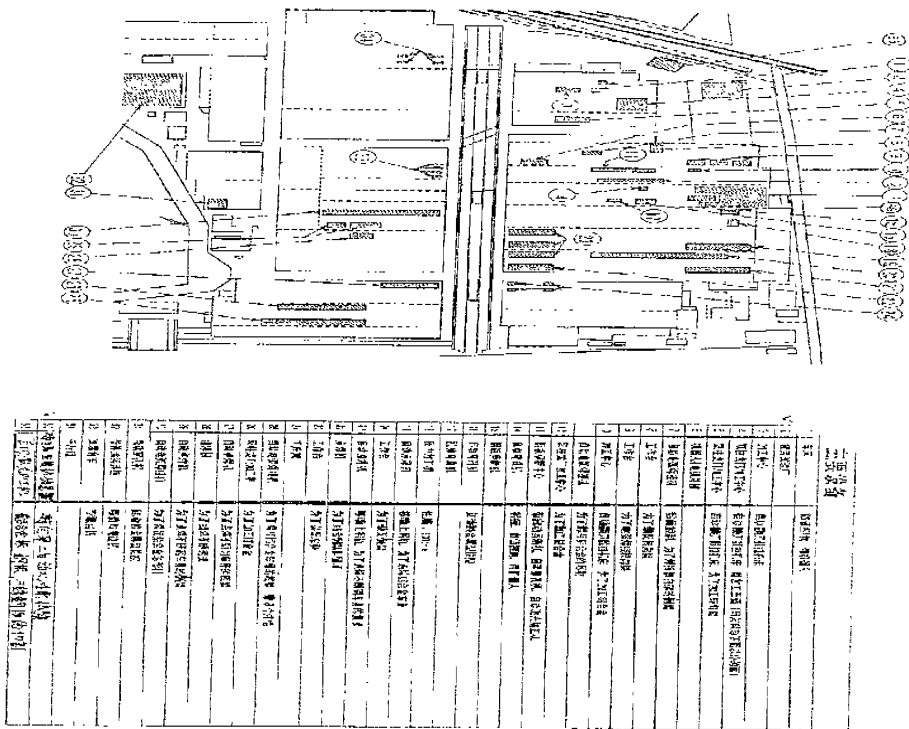


日本車輛豐川工場六片裝製作流程示意圖

五、近畿車輛 / 德庵工場(Kinki Sharyo / Tokuan)

5.1 概述

近畿車輛建立於1920年，迄今80年，資本額：52.5億日元，員工人數約1500人，其中設計人員約100人，近畿車輛德庵工場，係為日本軌道車輛主要的系統廠家，工場總面積約為21萬m²，請參考場區示意圖，依客戶導向設計車輛，1945年迄今已生產電車達13000輛，對外出口車輛已達1000輛，目前的通勤電車年產能約為580輛，年營業額約300至400億日元。



近畿車輛德庵工場場區示意圖

5.2 產品與實績

近畿車輛德庵工場在軌道方面的產品與實績如下。

5.2.1 高鐵車輛

使用者	車型
西日本鐵道	500型
東海鐵道	300型

近畿車輛高鐵車輛實績表

5.2.2 特快電車

使用者	車型
東日本鐵道	653型
東日本鐵道	255型
近畿日本鐵道	23000型
西日本鐵道/東海鐵道	285型
西日本鐵道	283型
西日本鐵道	281型
近畿日本鐵道	22000型
九州鐵道	787型
美國亞力山大市交通局	雙層電車

近畿車輛特快電車實績表

5.2.3 通勤電車

使用者	車型
九州鐵道	813型
西日本鐵道	223型

近畿車輛通勤電車實績表

5.2.4 地鐵

使用者	車型
東京都交通局淺草線	5300型
京都交通局東西線	50型
帝都捷運丸之內線	02型
埃及國鐵	1號線電車
埃及國鐵	開羅2號線電車

近畿車輛地鐵車輛實績表

5.2.5 輕軌

使用者	車型
美國波士頓市	高底盤輕軌車
美國達拉斯市	高底盤輕軌車
美國紐澤西市	70% 低底盤輕軌車

近畿車輛輕軌車輛實績表

5.3 生產線特色及重要軌道車輛製作設備

5.3.1 生產線特點

近畿車輛為達到車輛的高效率、低成本、省能源及再生能力而發展出一套能分析流場及音場的軟體分析 (KISS, Kinsha Integrated Solid System), 利用此軟體系統開發出 70% 的 350 mm 低底盤輕軌車 (KSLFV, Kinki Sharyo Low Floor Vehicle), 並已外銷美國 262 輛, 此外, 近畿車輛的動態旋轉測試系統, 可測最大時速達 500 公里, 其生產線特點如下:

1. 轉向架組焊時, 使用的夾具, 可做旋轉, 翻轉的動作, 使施工者始終保持平焊姿勢。
2. 組裝轉向架專用夾治具, 可以提高工作精度及效率。

3. 新幹線鋁擠型車頂之自動化組焊。

5.3.2 設計與生產技術特點

近畿車輛在設計生產技術上可由下列三大方向來敘述：

1. 設計技術方面 (Design Technology)

客戶導向

高速化分析

振動分析

空氣動力分析

疲勞試驗

電腦配色

2. 生產技術方面 (Production Technology)

自動化與彈性化

NC Welding

鋁、不銹鋼焊工培養

3. 人性化 (Humanity)

以人性需求開發車輛

外型設計

內裝設計

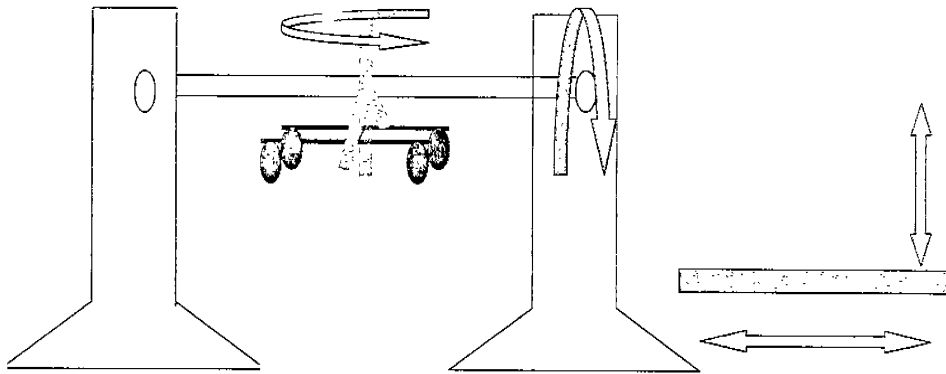
優雅華美的設計風格

5.3.3 重要軌道車輛製作及測試設備

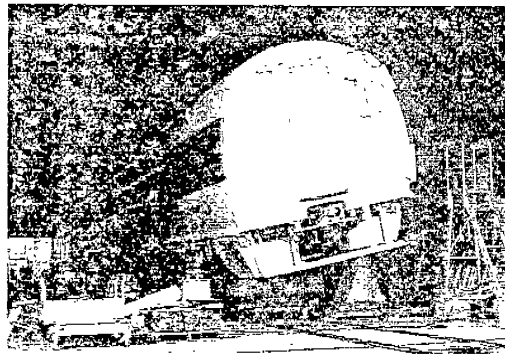
轉向架鉚接設備

近畿車輛的轉向架鉚接設備可做 2D 旋轉，再配合可做上下左右移動的作業人員載台，使得轉向架的焊接工作可以免除仰焊及焊不到的死

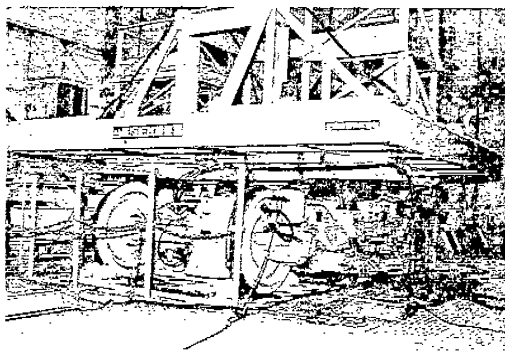
角，其示意圖如下



近畿車輛的轉向架銲接設備



車身重心量測設備照片

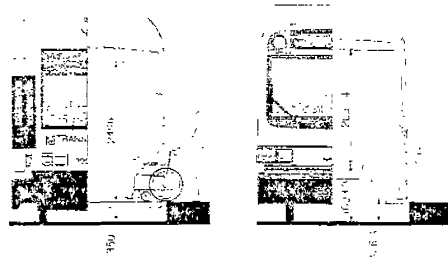


轉向架動態測試設備照片

5.4 近畿車輛部份低底盤輕軌車

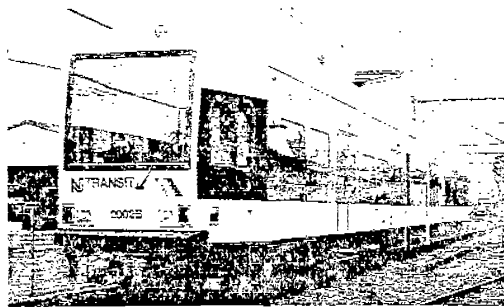
近畿車輛設計的首列部份低底盤輕軌車，詳見 KSLFV 輕軌車照片，與目前科專計畫所開發的展示車相同處如下。

1. 為減少外部的噪音及震動，採用相同的彈性車輪設計。
2. 外電源均採用 750 VDC 的電源系統。
3. 低地板高度均為 350 mm，其優點見下圖。

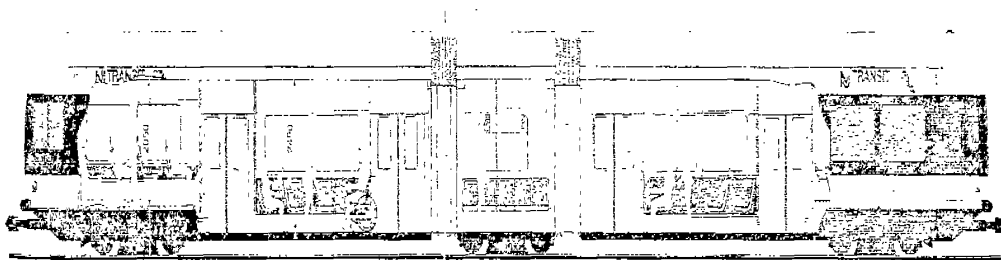


低地板與傳統高地板的優缺點示意圖

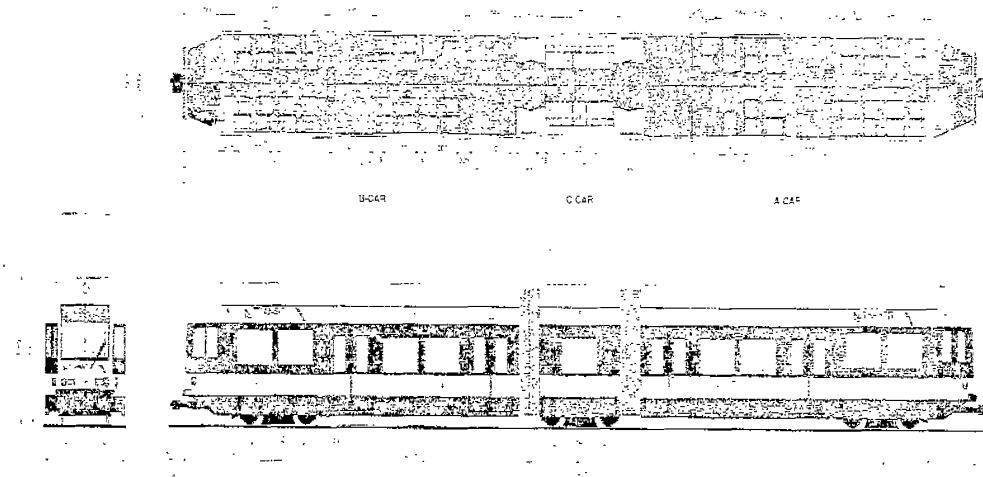
4. 車輪直徑均為 660 mm。
5. 風擋均採用全罩式風擋。
6. 車身均採三節車身雙向行駛。
7. 為能增加載客量，採用頂置設備及考慮路幅寬度均採小轉彎半徑（與科專計畫所預計研發的原型車相同）。



KSLFV 輕軌車照片



KSLFV 輕軌車內部高度示意圖

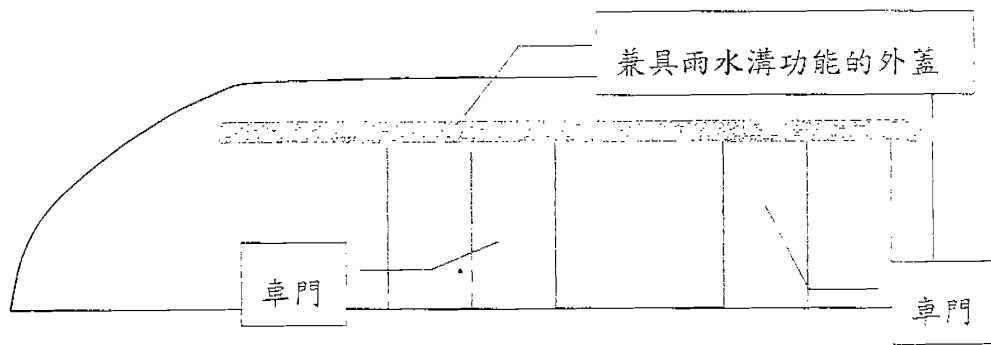


KSLFV 輕軌車尺寸圖

然而近畿車輛在開發部份低底盤的輕軌車上採直接引進國外廠家的核心產品，據與近畿車輛人士會談，得知本型輕軌車需付予國外廠家權利金，高達 60% 的淨利，近畿車輛幾乎無利可圖，這經驗值得做為國內發展輕軌車借鏡，以下各點可做為本院在設計輕軌原型車時的參考。

5.4.1 門機外蓋設計

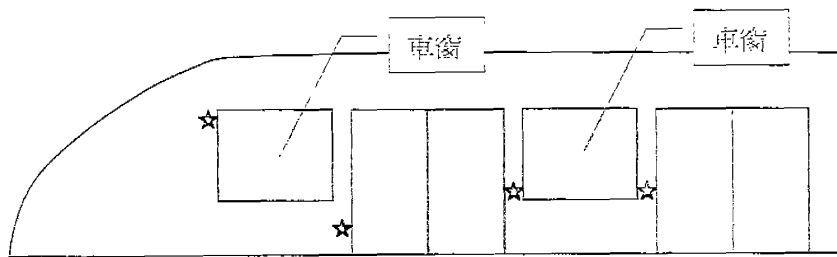
近畿車輛將輕軌車門機外部上方支撐機構外蓋，設計成具雨水溝的功能，此點可供本院再發展輕軌原型車時參考，其示意圖如下。



兼具雨水溝功能的門機支撐機構外蓋示意圖

5.4.2 車身應力量測位置

因觀察時間不足僅見到近畿車輛對車身做應力量測的部份位置，其示意圖如下，未來應可借助日本在車身應力量測位置的規劃經驗。

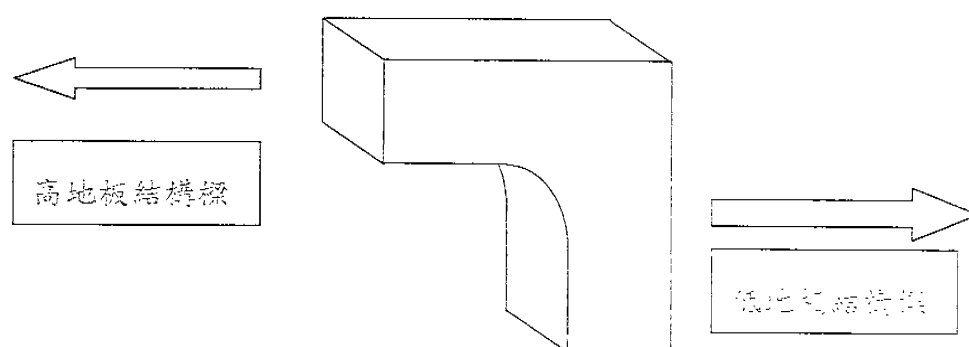


近畿車輛對車身做應力量測的部份位置示意圖

5.4.3 高低地板交接處設計

近畿車輛輕軌車在地板與低地板交接處的設計，採用 5 支 L 型方角柱（可能為空心）與車底板結構及枕樑結合，此點設計簡單及節省空

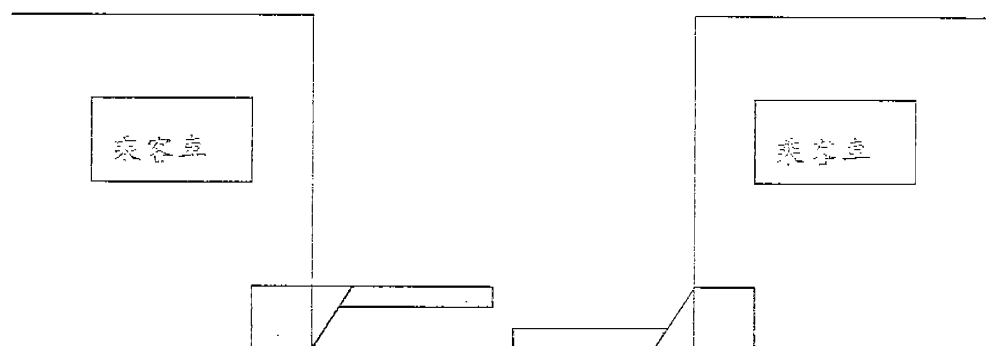
間，可做為輕軌原型車設計的參考，其示意圖如下。



近畿車輛輕軌車在高地板與低地板交接處的設計示意圖

5.4.4 車廂連接機構交接處設計

近畿車輛輕軌車為使在車廂與車廂交接處 (articulation) 能具有一致的室內地板高度，採用上下錯位的方式及環狀軸承接合並將接合的支撐深入車身的結構中的設計，此點設計可做為輕軌原型車設計的參考，其示意圖如下。

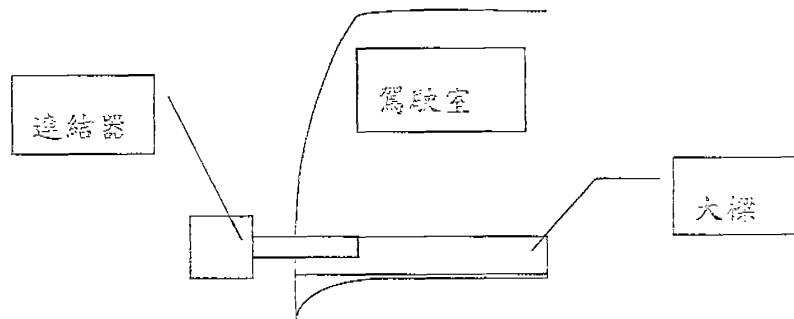


近畿車輛輕軌車在車廂與車廂交接處設計示意圖

5.4.5 車廂連接機構交接處設計

近畿車輛輕軌車將位於駕駛室下方的縱向大樑同時做為車身連結器 (Coupler) 的支撐機構，此點設計可做為輕軌原型車設計的參考，其

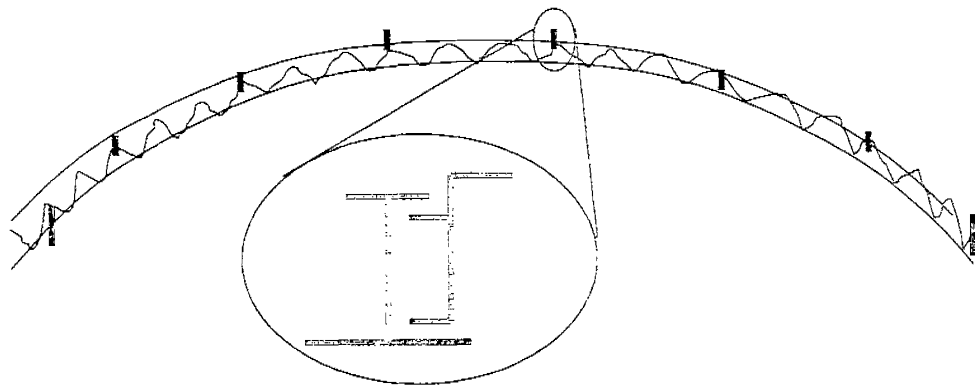
示意圖如下。



近畿車輛輕軌車縱向大樑設計示意圖

5.4.6 雙表層鋁擠型車頂結構設計

近畿車輛的鋁擠型車頂規格為雙表層 (double skin)，長 25 公尺，寬約 60 公分，厚度約 4 公分的三角形蜂槽結構單位，此規格亦為全日本軌道車輛鋁擠型統一規格，其中新幹線車頂即由 7 塊此種擠型件所銲接而成，其示意圖如下。



近畿車輛的新幹線鋁擠型車頂銲接示意圖

5.5 近畿車輛輕軌車與與科專計畫展示車性能比較

項目	近畿輕軌車	科專輕軌展示車
軌距	1435mm	1067mm
轉彎半徑	18m	25m
外電源	750VDC	750VDC
車身材質	鋼骨架及蒙皮	鋁擠型骨架及蒙皮
車頭材質	鋼骨架及蒙皮	FRP
全長	26740mm	24400mm
車寬	2680mm	2300mm
車高	3630mm	3500mm
地板高	350/890mm	350/870mm
空重	45ton	32ton
座位數	68	40
輪徑	660.4mm	660mm
動力轉向架軸距	1900mm	1700mm
無動力轉向架軸距	1800mm	1700mm
最大速度	90 Km/hr	70 Km/hr
馬力	140 kw x 4	104 kw x 4

近畿車輛輕軌車與與科專計畫展示車性能比較表

六、川崎重工 / 兵庫工場(Kawasaki / Hyogo Works)

6.1 概述

川崎重工成立於 1896 年迄今已有 104 年歷史，資本額約 815 億日圓，員工人數為 16000 人，年營業額約為 1.1 兆日圓，位於神戶的兵庫工場，總面積約 21 萬 m²，請參考交通位置圖與場區圖，在軌道方面的經驗已有 90 年的歷史，並集中於整合性及全球化的車輛設計，年產量約 700 輛，公司的精神口號為「技術、累積、未來」，為日本極重要的軌道車輛工場，約佔全日本軌道產能 1/3 以上，營業比重如下。

環境工程及電廠：14.8 %

廠房工程及鋼構：17.0 %

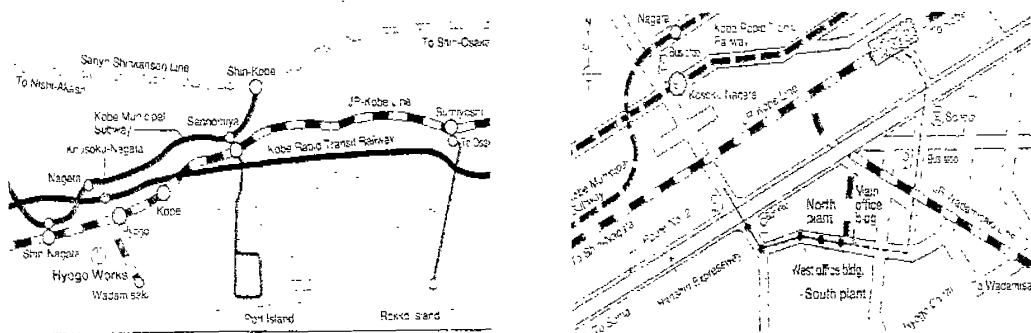
消費性產品與機械：23.5 %

航空工程：25.2 %

軌道工程：5.1 %

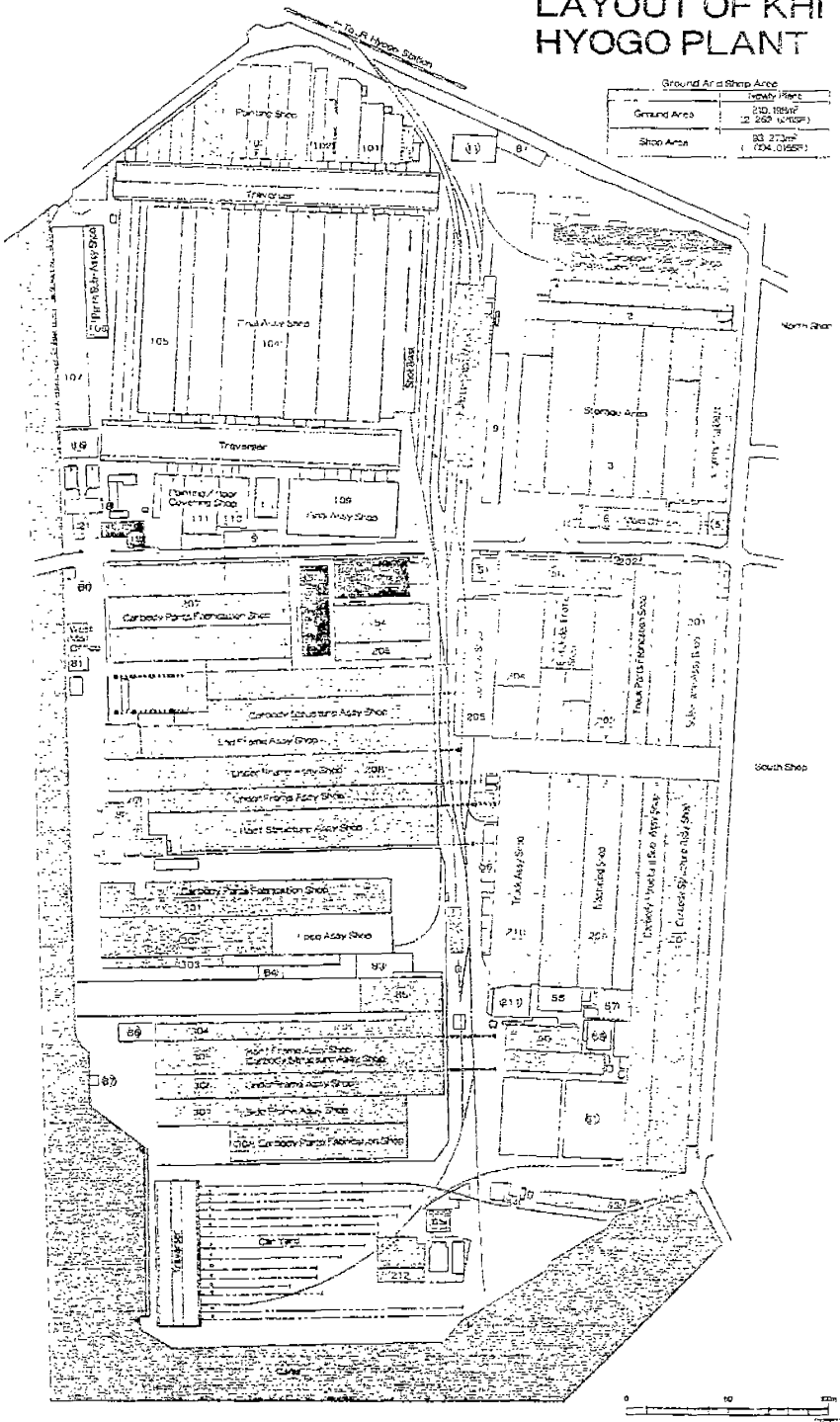
船舶：14.0 %

1992-1993 為配合台北捷運，在美國成立組裝工場銷售到台灣，並為高鐵輸出組合中心以及新幹線車輛製造開發的主力。近期產品為時速高達 300 公里輕量化而安靜的下一代新幹線子彈列車製作（E700 型新幹線及雙層式新幹線）。



川崎兵庫工場交通位置圖

LAYOUT OF KHI HYOGO PLANT



川崎兵庫工場場区圖

6.2 產品與實績

6.2.1 高鐵車輛

車輛種類	車輛名稱
高鐵	新幹線300型
高鐵	新幹線500型
高鐵	新幹線E1型

川崎重工高鐵車輛實績表

6.2.2 都會區間車輛

車輛種類	車輛名稱
都會區間車	223型
都會區間車	波士頓雙層客車
都會區間車	731型
都會區間車	E217型
都會區間車	神戶市

川崎重工都會區間車輛實績表

6.2.3 地鐵車輛

車輛種類	車輛名稱
地鐵	紐約市
地鐵	新加坡
地鐵	札幌市
地鐵	東京市

川崎重工地鐵車輛實績表

6.2.4 通勤車輛

車輛種類	車輛名稱
通勤車	209型
通勤車	600型
通勤車	7200型

川崎重工通勤車輛實績表

6.3 生產線特色及重要軌道車輛製作設備

6.3.1 生產線特點

車體組裝旋轉台

組裝車體時有很多零組件需要仰頭從下向上按裝，故將車體翻轉180°，使原本在頭頂上的工作，改成俯身施工，可以大幅增加效率。

內裝施工線工作平台

內裝施工線的週邊，有工作平台，供人員走動及進出車廂，有助於防範意外及提昇效率。

6.3.3 重要軌道車輛製作設備



轉向架主結構焊接機械人照片



車身加工組裝用旋轉設備照片

6.4 車輛製作流程

川崎兵庫工場軌道車輛製作流程簡介，先分成二車身與轉向架部分同時進行製作與組裝，分述如下並請參考下圖。

6.4.1 車身製作組裝

車身結構組焊部分

首先進行側牆與端牆結構的製作組裝，次進行車頂與車底結構的製作組裝，再將全車組立起來，以上即所謂通稱的六片裝車身。

車身設備及內裝部分

首先進行車身內裝與車底設備安裝，次進行車內設備與車頂設備安裝，如此全車身的組裝即告完成。

6.4.2 轉向架製作組裝

轉向架主結構組焊部分

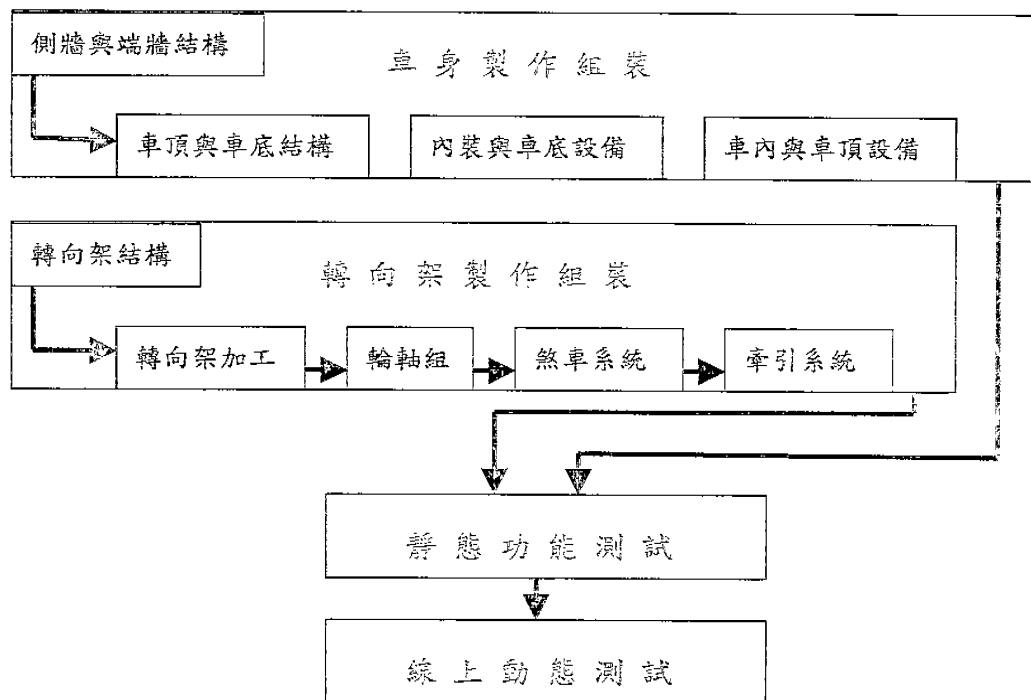
首先進行轉向架主結構製作，次進行加工。

轉向架傳動系統安裝部分

首先進行輪軸組裝，次進行煞車系統安裝，再進行牽引系統安裝，如此轉向架的組裝即告完成。

6.4.3 車身與轉向架組合

待上述二部分完成後，將車身與轉向架結合，先進行功能測試（靜態測試），再進行測試線上的動態測試。



川崎兵庫工場軌道車輛製作流程

參、效益分析

十一月二十六日起利用六天的時間走訪日本四大車廠(川崎、近畿、日車、新瀉)及相關機電組件廠(東洋電機、東芝、住友)後，對於曾歷經泡沫經濟經驗的時代及外有強敵低價搶標，日本軌道工業如何克服萬難仍能蓬勃的發展，為此行見學獲得的珍貴經驗，值得作為推動我國軌道工業的借鏡。日本景氣惡化，造成就業環境日趨嚴苛，為提高生產效率實施企業再造工程，裁掉中高年齡層員工，因無法適應新的變化而失業的情形也大增，泡沫經濟破滅後，供需失衡情形未曾消除，製造業的設備開工率低迷，削減企業設備投資意願，設備投資移往海外造成進口商品的增加，因此日本必須面對國際市場日益增大的競爭力，此點與我國目前的經濟處境極為類似。

本次參觀日本軌道工業重要廠家，成果豐碩，對本院二所執行輕軌電車系統之設計與製造有相當大的助益，謹說明如下：

- 一. 參訪日本先進的軌道運輸系統後，更可確認本院開發方向正確。現場與各公司工程人員直接討論更可獲得正確的資料與訊息，已澄清許多不確定的資料。這對輕軌原型車的系統規格訂定及細部工程設計很有幫助，再者因國內已具備產業技術支援能力，故從經費、時程、維修能量等觀點考量自主發展適合台灣地區的輕軌車輛系統，實有助於國內軌道產業的提昇與切入。
- 二. 藉由實際搭乘日本各級鐵路運輸系統，深深地體會到日本高鐵、捷運、地鐵及輕軌四鐵路網整合的便利與人性化的車輛設計，有助於未來輕軌本土化應用之規劃與設計。雖然日本為汽車設計製造的王國，但因鐵路運輸系統的發達及便利，使得在都會區內與城鄉之間的交通，搭乘鐵路運輸系統及步行已成為日本社會生活的一環，亦體認到鐵路運送系統對日本社會與經濟所帶來的效率提昇，請參考東京都地區的鐵路交通路網示意圖，更進而使都會交通及空氣污染問題大為改善。
- 三. 本次參訪廠家中東洋電機、近畿車輛、新瀉鐵工，均表達願意與我國共同合作研發輕軌系統。參訪之中並特別注意在展示車

開發過程裡所遇到的關鍵問題，日本廠家是如何解決的及人性化設計與強調安全保護的設計，所獲得的資料對輕軌原型車開發彌足珍貴，並對輕軌原型車的細部工程設計與系統規格及零組件商源獲得非常有助益，以提高未來國產輕軌車在市場上競爭力。

肆、國外工作日程表

姓		名		徐玉虎、洪興漢		白		山		科		學		研		究		院		出		國		人		員		工		作		計		畫		表	
日	期	星	期	行	出	發	抵	達	程	公	名	差	地	城	鎮	點	工	作	項	目	備	考															
八九、十一、二十六	日	一	日	桃園	東京	東京	日本	東京	東京	日本	東京	東京	東京	抵日本。	宿	東	京	參訪軌道車輛齒輪廠「東洋電機」公司及牽引馬達廠「東芝電器」公司、資料蒐集及技術研討。																			
八九、十一、二十七	一	二	東京	新瀉	新瀉	日本	東京	東京	東京	日本	東京	東京	東京	參訪輕軌車輛系統廠「新瀉鐵工所」、資料蒐集及技術研討。	宿	新	瀉																				
八九、十一、二十八	二	三	大阪	名古屋	名古屋	日本	名古屋	名古屋	名古屋	日本	名古屋	名古屋	名古屋	參訪軌道車輛鋁擠型車輛製造廠「川崎重工」公司、資料蒐集及技術研討。	宿	名	古	屋																			
八九、十一、二十九	三	四	名古屋	神戶	神戶	日本	神戶	神戶	神戶	日本	神戶	神戶	神戶	參訪輕軌車輛系統廠「近畿車輛」公司、資料蒐集及技術研討。	宿	神	戶																				
八九、十二、一	四	五	神戶	大阪	大阪	日本	大阪	大阪	大阪	日本	大阪	大阪	大阪	參訪輕軌車輛系統廠「近畿車輛」公司、資料蒐集及技術研討。	宿	大	阪																				
八九、十二、二	五	六	大阪	桃園	桃園	中華民國	桃園	桃園	桃園	中華民國	桃園	桃園	桃園	返國。																							

伍、社交活動

5.1 概述

本次公差是透過「中華軌道工業發展協會」(CRIDA)與「日本軌道協會」(JORSA)共同安排的非官方參訪團，因此沒有正式社交活動，由於食宿自行安排，因而能更深入了解日本都會區之風土民情。各級鐵路運輸系統在日本大都市與城鄉交通網路中扮演非常重要角色，不僅減少小汽車數量，改善地區空氣品質，更因停車位需求量降低，道路上可用空間、綠地增加，市容得以美化。此外，因路線普及對發展地區觀光亦有相當大的幫助。日本鐵路路網的發達正如同東京車站般四通八達，涵蓋了機場、商業區、住宅區及遊樂區，從機場到具場站開發特色的飯店、辦公地，各級鐵路系統的準點性極高，日人早已習慣使用鐵路系統，故「鐵路與步行」幾乎是日本社會交通模式，自行駕車通勤者反而不普遍，亦顯示了日本對鐵路交通工具的堅持與信任及實事求是的精神，故在鐵路產業的工藝水準上，日本亦佔有舉足輕重的世界地位，此點可由我國高鐵的機電系統轉而採用無事故經驗日人引以自豪的新幹線系統看出。現代化的大都會區人們生活腳步緊湊，離開大都會區的生活則較緩慢但勤儉，城鄉之間各有各的特色，居民生活水準普遍較高但英語水準不佳。或許因為工作生活壓力大，故在日本各公共場所及會議室都可以看到人手一支香煙，基本上是不主張禁煙的。與日人洽談套取資料基本上需有交情及在融洽的氣氛下較易獲得，也因此，日本公司上班族無論有無應酬，往往在下班後都會在酒館小坐片刻或會談或放鬆心情再回家，家庭必須配合此一形態之生活作息，時間都在午夜左右，一般而言在公司內，女性地位較男性地位低，此點與我國國情有較大的差異。

總觀日本軌道運輸在大都會地區非常發達，為一般城市居民的主要通勤交通方式，城市與城市之間的軌道交通網路亦充足，但在鄉村及偏遠地區往往僅具軌道系統的主幹線而已，仍需大型汽車做為轉運工具。此外，在本次參訪過程之中，處處可見中國大陸人士

於日本各大廠家內工作，深深感覺到中國大陸競爭力正在逐步增強與我國的商機正在逐步的流失，這是我國再發展軌道工業時所需正視的問題。

5.2 拜訪及會見人士

5.2.1 東洋電機



拜訪東洋電機橫濱製作所照片



東洋電機橫濱製作所會議照片

東洋電機橫濱製作所會見人員如下

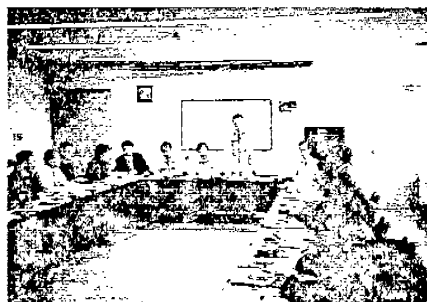
橫濱製作所所長：海老塚龍次（Ryuji Ebizuka）

海外營業部課長：根倉正行（Masayuki Nekura）

海外營業部課長：小池晉哉（Nobuya Koike）

交通專業部：三富忠造

5.2.2 東芝電氣



東芝電氣府中事務所會議照片

東芝電氣府中事務所會見人員如下

海外事業部經理：丹野賢一（Kenichi Tanno）

海外交通部負責人：小林芳隆（Yoshitaka Kobayashi）

設計開發課課長：福田建（Takeshi Fukuda）

5.2.3 新瀉鐵工



新瀉鐵工廠會議照片

新瀉鐵工廠會見人員如下

新瀉鐵工廠長兼理事：江口清次

國際營業部經理：小林恆夫

設計部協理：井上浩

國際營業部：趙毅

5.2.4 日本車輛



拜訪日本車輛豐川製作所照片

日本車輛豐川製作所會見人員如下

豐川製作所所長兼董事：生島勝之（Katsuyuki Ikushima）

技術開發部經理：鈴木英一（Eiichi Suzuki）

台灣軌道車輛專案經理：松崗清隆（Kiyotaka Matsuoka），日本車輛公司派駐唐榮公司技術人員。

海外車輛部經理：中島正隆（Masataka Nakajima）

海外車輛部課長：青山慎（Makoto Aoyama）

5.2.4 近畿車輛



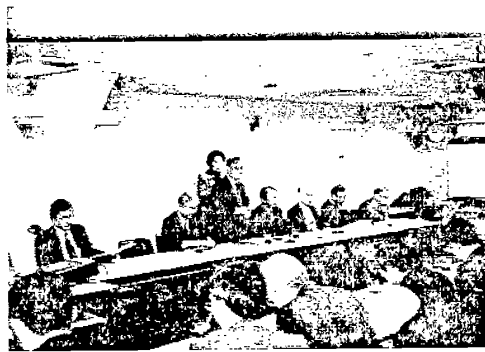
拜訪近畿車輛德庵工場照片

近畿車輛德庵工場會見人員如下

車輛事業部經理兼董事：伊與田浩一（Hirokazu Iyota）

車輛事業部課長：谷口真一（Shinichi Taniguchi）

5.2.5 川崎重工



拜訪川崎重工兵庫工場照片

川崎重工兵庫工場會見人員如下

海外部經理：高野正弘（Takano Masahiro）

交通事業部代表：宮田珠美（Tamami Miyata）

陸、建議事項

6.1 策略

藉由日本軌道事業發展經驗，可大致提供以下三項策略作為未來推動我國軌道工業參考。

1. 輕軌車系統在國內尚在起步，政府若能即時運用少量投資，先期整合國內業界，投入系統產品之開發，將可帶動輕軌產業規模與後續三鐵維修等相通業務之開展，對於與國外車輛系統廠商之策略合作，亦將具有更優勢之談判籌碼。
2. 對於沒有品質差距的軌道零組件產品，在又必須尋求生產成本降低下如原料取得等，只有朝海外尋求最適當的國外合作伙伴。
3. 對於長期處於激烈國際競爭中的軌道車輛組裝及維修的產品，應建立國際合作生產的模式，以落實本土化。
4. 對於講求高精密度的關鍵零組件等產品，則仍不可欠缺熟練勞力，至少短期間內中小企業在這些領域可以國內生產為基礎，提升產品功能。

6.2 產業重整

軌道工業亦屬傳統產業，而日本的軌道工業依然蓬勃發展，因此對國內軌道車輛製作產業，建議可參考日本軌道產業的一些做法。

1. 建立資訊網路，將接單生產、銷售進入電腦化，代之以自動化彈性製造生產線，以提高生產力。
2. 建立國際性最適當的生產據點，將匯差風險降至最低。
3. 採購工場所在地的軌道車輛零組件，以建立最佳化互動關係。
4. 鼓勵開發有利基或具關鍵性的軌道產品。
5. 垂直整合與跨業合作共同開發零件、產品，相互供應技術產品。

6. 貫徹顧客導向理念，配合顧客的需求，設計開發軌道車輛產品。

7. 擬定經營策略以因應急速擴大的亞洲市場。

6.3 車輛技術

輕軌運輸系統之造價，包括土木建設、機電設備、及列車購置等成本，因輕軌運輸系統大部份路段為平面軌道，其土建成本相較於高架或地下捷運系統可大幅降低；目前輕軌車每公里造價約 3~5 億新台幣，約為捷運車造價之 1/5。又因其軌道與一般平面道路共用，其施工方式比較快速容易；且與一般道路共用路權，可容納較多種類之車輛而親和性高；且輕軌車採低底盤 (Low Floor)、低月台設計，使乘客上下車較為方便，易於建立無障礙空間。綜觀以上輕軌車的特性，茲建議如下

6.3.1 部分低地板技術車輛

基於乘客使用方便，以及來自公眾的輿論壓力，在輕軌車中採用低地板與低底盤技術，乃當今國外先進國家技術的發展主流；而 100 % 之低地板輕軌車 (Low Floor Light Rail Vehicle) 目前在技術上仍非常複雜，且需要耗費較高之壽限周期成本 (Life Cycle Cost)，因此建議，在考慮配合國內產業能量及技術層次上，使用業經充分驗證之牽引馬達技術的 70 % 低地板輕軌車，為主要發展建造的型式且較符合初次開發及滿足市場需求。

6.3.2 車輪

建議採用低噪音彈性車輪，可使輕軌車行車時噪音強度只有 60 ~ 70 dB。

6.3.3 牽引系統

在輕軌車之牽引動力系統技術方面，發展之趨勢可用「整合」一詞來概括，包括針對牽引馬達及減速齒輪之技術整合，尤其是在低地板輕軌車中，有大量之小型變頻器及驅動裝置安裝於動力系

統，此等裝置均高度整合成獨立黑箱，同時執行控制、監督、感測、偵錯、及冷卻等功能。在此不建議直接採用在商務上可獲得之工業產品，雖然如此可以降低發展成本，但卻會引來如何滿足軌道車輛規範及是否足夠堅固之問題。故建議採用無空氣污染之顧慮，符合環境保護及軌道產業之要求，且國內廠家較易切入的氣冷式交流感應馬達 (Induction Motor) 作為驅動系統。

6.3.3 煞車系統

因輕軌車的大部分路段是與一般道路共用路權，勢必需要具備較高之減速率，又因輕軌車多採用電力系統，故建議電力煞車系統（初步可用電液煞車系統）及使用磁軌煞車 (Magnetic Track Brakes) 或渦電流煞車 (Eddy Current Brakes)。

在輕軌車傳統動力轉向架上，從空間配置需求與減重的觀點來考慮，建議採用將煞車碟 (Braking Discs) 裝在牽引馬達之驅動軸上的配置方式較佳也較容易，而將煞車碟裝在輪軸或車輪上，則較適用於無動力轉向架或低底盤動力轉向架。

6.3.4 轉向架

由於傳統轉向架只容許少量的改良空間，但考量國內軌道產業能量，仍建議採用傳統轉向架作為切入點並透過組件與次系統方面之改良，提昇傳統轉向架之壽限周期成本。

未來可朝低底盤單輪軸轉向架 (Bogies with Single Axle) 及橋式輪軸或驅動車輪獨自具備懸吊式牽引馬達的轉向架並具由車體操控車輪轉向的機構發展 (Carbody Controlled Axle Steering)，以降低車輪在轉彎時之磨損與尖叫聲。

6.3.5 車體輕量化

在輕軌車之車體設計中，材料一般是由鋼、不銹鋼、鋁、或鋁合金等材料製成。輕軌車之車體，新的發展方向是朝向輕量化與降低生產成本的大型鋁擠型 (Double Skin Large Aluminum Extrusion) 或鋁合金板 (Compound Plate) 之複合建造方式，以消除大量之焊

接或鉚接施工與提高製作效率。大型鋁擠型車身比傳統車身輕 35%，工時縮短 40%，但需要鋁擠型另件及結合設計與高度的製作經驗。此外，8000 噸以上的擠壓機及特殊模具更是不小的投資，故建議車身初步製作應以技術門檻較低且變形量較易控制的鋼材為優先，但須導入六片裝製程的概念，以為未來製作鋁擠型車身做準備。

6.3.6 機電裝備縮裝

在低地板輕軌車中，由於大多數機電裝備均安裝於車頂上，次系統之縮裝必須妥善規劃，應同時考慮讓維修人員易於進出、方便裝備箱之更換操作、以及具備可靠偵錯系統等特性。

6.4 在國內產業技術下之發展方向

1. 國內交通建設之需求日益殷切，各級政府在有限資源之考量下，已著手進行採用輕軌車系統之可行性與路線規劃。國內業界已具備軌道車輛產業組件供應與開發之基本能量，但由於以往欠缺系統發展之整體策略，而整車輸入方式又造成市場切入不易，無法提昇產品自給率，以至於影響投資意願，故現階段應全力發展自主性的輕軌系統。
2. 輕軌車系統在國內目前正在起步，政府若能運用少量關鍵性投資，先期整合國內業界開發系統產品，將可帶動輕軌產業規模與後續三鐵維修等相通業務，對於與國外車輛系統廠商之策略合作，亦將具有優勢談判籌碼。
3. 車輛系統項目甚多，介面複雜，系統整合工作困難度高，由技術開發到產品運用，需由國內產官學研共同分工，現階段由中科院擔任先期整合角色，有利於業界相互支援合作，共同創造即將到來之龐大輕軌市場。

6.5 模組化設計

為了降低設計、增進製作效率及開發成本，車輛設計包括車身、車門、車窗及頂置設備等皆須採用模組化的概念，車身並可依運量需求做長短列車的組合。

6.6 標準化設計

輕軌系統標準化是各大車廠為了增加規模經濟，降低再開發成本而妥協的結果。主要是將重要系統標準化，例如傳動系統、剎車系統或儀控系統等，並要求能達到聯掛互換的要求。

6.7 輕軌運作機制及衛星體系建立

應建立一支永續經營的研發團隊，同時結合中華軌道車輛工業發展協會的130家會員形成一個密實的中心衛星體系，以軌道車輛製造、組裝、維修市場來維繫體系的關係及因應未來四鐵(台鐵、高鐵、捷鐵、輕鐵)的維修中衛體系與包括民營化、國際化、自動化、合理化等各項運作機制建立刻不容緩。

6.8 少量多樣的客製化

在次系統及零組件必須建立模組化及互通性的考量下，應以「客戶需求」為第一考量，而非競爭的對手，製訂產品競爭力的策略，故未來國內無論開發出任系統或零組件產品，應以客戶的需求為導向，少量多樣任何一個國家，任何一個城市、任何一條線路都是必須量身打造，以創造一個降低製造成本及維修成本的雙贏環境。

附 件

本次參訪日本各大重要軌道車輛廠家，蒐集到各廠家相當多的產品型錄、詳細特性資料，對未來輕軌原型車設計與零組件之選用有極大幫助。茲將蒐集資料彙整如后：

- 一． 東洋電機（Toyo Denki Yokohama Plant）
- 二． 東洋車輛用牽引系統及設備（Toyo's Traction System & Equipment for Electric Railways）
- 三． 東洋電機（Company Resume）
- 四． 新瀉鐵工交通事業簡介
- 五． 新瀉機構工場（Niigata Transcom Works）
- 六． 日本車輛豐川製作所（Toyokawa Plant）
- 七． 川崎重工兵庫工場（Hyogo Works）
- 八． 近畿車輛（Kinki Sharyo）
- 九． 東芝電氣