

出國報告書（出國類別：其他）

傾斜式電聯車 136 輛購案 赴日本專業訓練

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局
姓名職稱：朱文龍 幫工程司
蕭建廷 幫工程司
林國輝 工務員
陳義明 工務員
李季祐 工務員
林盈富 技術領班
謝秉儒 助理工務員

派赴國家：日本
出國期間：103 年 5 月 12 日至 5 月 29 日
報告日期：103 年 8 月 1 日

公務出國報告摘要

報 告 名 稱	傾斜式電聯車 136 輛購案專業訓練
主 辦 機 關	交通部臺灣鐵路管理局
聯 絡 人 / 電 話	蕭建廷 02-23815226#4020
出 國 人 員	朱文龍 交通部臺灣鐵路管理局花蓮機務段機電主任 蕭建廷 交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段檢查主任 林國輝 交通部臺灣鐵路管理局花蓮機務段工務員 陳義明 交通部臺灣鐵路管理局臺東機務分段工務員 李季祐 交通部臺灣鐵路管理局機務處行車技術科工務員 林盈富 交通部臺灣鐵路管理局臺北機廠技術領班 謝秉儒 交通部臺灣鐵路管理局臺北機務段助理工務員
出 國 類 別	其他
出 國 地 區	日本
出 國 期 間	民國 103 年 5 月 12 日至民國 103 年 5 月 29 日
報 告 日 期	民國 103 年 8 月 1 日
分 類 號 / 目	H4/鐵路/
摘 要	<p>臺鐵路整體購置及汰換車輛計畫〔2001-2014年〕中購置傾斜式電聯車136輛，由日本住友商事株式會社得標，交由日本車輛製造株式會社製造。本次傾斜式電聯車136輛案車輛製造廠商為日本車輛公司，本案中規定有專業訓練班之訓練，對象為本局機務處及廠段對電聯車動力系統之檢修種子師資人員，訓練地點：包含日本及臺灣兩地。目前辦理日本製造廠之專業訓練計有103年4月及5月各1梯次共計14員，後續仍有在臺灣本地專業訓練之時數（人員預定再增加數員）。</p> <p>依該購車合約辦理專業訓練，其技術規範之附錄-D訓練規定，立約商提供免費的運轉、維修技術之轉移訓練，以利臺鐵路執行電聯車之試運轉及保養維修等工作，立約商至少應辦理「專業訓練班」及提供如下訓練。</p> <p>專業訓練班：</p> <p>一、訓練對象：臺鐵路機務處及廠、段對電聯車動力系統之檢修種子師資人員。</p> <p>二、訓練地點：車輛組裝廠或主要機電系統供應廠。</p> <p>訓練梯次：2梯次，共14員，每一梯次至少4週計120小時。</p> <p>三、訓練內容：訓練內容至少包括以下各項：</p> <p>A. 牽引系統結構與功能。</p>

- B. 牽引系統主要配件工作原理、工作特性。
- C. 牽引系統與其它系統間之界面與整合性設計。
- D. 車上主要動力高壓組件等維修。
- E. 微處理機維修。
- F. 微處理電聯車上設備實體、輸出下載。
- G. 微處理電聯車上設備檢查與測試。
- H. 輔助供電設備檢查與測試。
- I. 軛機系統工作原理及維修。
- J. 維修需用之特殊工具、儀器之使用方法與步驟。
- K. 預防性維護、故障排除方法與步驟。
- L. 系統故障時可能喪失之功能與緊急處置的作業。
- M. 試驗臺（Test stand）與操作注意事項。

本局為培養專業電聯車動力系統之檢修種子師資人員，分批指派機務處及廠、段等人員前往日本車輛組裝廠、主要機電系統供應廠接受專業訓練。本批 7 人係花蓮機務段機電主任朱文龍、臺北機務段檢查主任蕭建廷、花蓮機務段林國輝工務員、臺東機務分段陳義明工務員、機務處行出車技術科李季祐工務員、臺北機廠林盈富技術領班、臺北機務段謝秉儒助理工務員，自 103 年 5 月 12 日起至 103 年 5 月 29 日止，赴日接受軛機系統、車輛製造、牽引系統等為期 18 天國外訓練。本次訓練期滿返國後，擬將赴日受訓過程及授課內容與相關見聞等整理付梓，以供培育維修、保養人員教育訓練教材製作；針對本局機務所屬單位、廠、段等之現場保養整備工作，訂定工作規範、確立標準作業流程以利經驗傳承提升維修品質；另提供設備操作工作流程參考依據，以達預防保養之成效。此次教育訓練安排 TRA 車輛保養檢修人員至車輛重要元件設計製造廠及組裝廠等接受教育訓練，除專業技術學習並經由上課雙向溝通與提問，有助於本局維修保養人員對車輛在系統設計思維及概念有進一步的瞭解，掌握車輛特性及操作所衍生之維護保養議題與預防；另經由工廠參訪及組裝廠實地觀摩，加深對工廠流程（如產銷購料、生產製造、品管檢驗、教育訓練、出貨運送等）概念及將 ISO 品質概念融入在車輛保養檢修、教育訓練、問題點追蹤與分析、改善與回饋等各層面與細節。本次專業受訓時數雖僅 10 日共計 60 小時，實為後續本局運轉、維修技術轉移與傳承之重要基石。

目 次

壹、目的.....	1
一、出國依據.....	1
二、出國目的.....	1
貳、受訓過程.....	2
一、受訓日程.....	2
二、受訓日誌.....	6
參、專題報告.....	26
一、直流成分抑制方式改進.....	26
二、傾斜系統.....	40
三、門機系統.....	56
四、軔機系統.....	77
五、TCMS.....	90
六、軔機系統閥類測試設備.....	106
肆、心得及建議：.....	115
一、傾斜式列車演進.....	115
二、日本鐵道車輛設計.....	128
三、淺談車輛維修保養理念.....	135
四、日本鐵道公司排點、排班系統簡介（以 TOSHIBA 系統為例）.....	139
五、心得及建議.....	142

壹、目的

一、出國依據

臺鐵局整體購置及汰換車輛計畫〔2001-2014年〕中購置傾斜式電聯車 136 輛，由日本住友商事株式會社得標，並交由日本車輛製造株式會社製造。本局依據購車合約內專業訓練項目，其技術規範附錄 D 訓練規定，立約商提供免費的運轉、維修技術之轉移訓練，以利臺鐵局執行電聯車之試運轉及保養維修等工作。

二、出國目的

本次傾斜式電聯車 136 輛案車輛製造廠商為日本車輛公司，本案中規定有專業訓練班之訓練，對象為本局機務處及廠段對電聯車動力系統之檢修種子師資人員，計 2 梯次，共 14 員，訓練地點：包含日本及臺灣兩地。目前辦理日本製造廠之專業訓練計有 103 年 4 月及 5 月各 1 梯次共計 14 員，後續仍有在臺灣本地專業訓練之時數（人員預定再增加數員）。

為培養專業電聯車動力系統之檢修種子師資人員，分批指派機務處及廠、段等人員前往日本車輛組裝廠、主要機電系統供應廠接受專業訓練。本批 7 人係本〔103〕年度第 2 批次奉派至日本自 103 年 5 月 12 日起至 103 年 5 月 29 日止，地點為日本神戶〔Nabtesco ナブテスコ〕、名古屋〔日本車輛〕、東京〔東芝府中〕。訓練內容為軀機系統、車輛製造、牽引系統為期 18 天。本次訓練期滿返國後，擬將赴日受訓過程及授課內容與相關見聞等整理付梓，以供培育維修、保養人員教育訓練教材製作；針對本局機務所屬單位、廠、段等之現場保養整備工作，訂定工作規範、確立標準作業流程以利經驗傳承提升維修品質；另提供設備操作工作流程參考依據，以達預防保養之成效。另經由工廠參訪及組裝廠實地觀摩，加深對工廠流程（如產銷購料、生產製造、品管檢驗、教育訓練、出貨運送等）概念及將 ISO 品質概念融入在車輛保養檢修、教育訓練、問題點追蹤與分析、改善與回饋等各層面與細節。本次專業受訓時數雖僅 10 日共計 60 小時，實為後續本局運轉、維修技術轉移與傳承之重要基石。

貳、受訓過程

一、受訓日程

受訓日程內容

名 稱	傾斜式電聯車136輛購案專業訓練		
期 間	自103年5月12日至103年5月29日止		
年 月 日	星 期	辦 理 事 項	項
2014/05/12	星期一	去程（桃園機場-關西機場）	
2014/05/13	星期二	1. 赴 Nabtesco ナブテスコ 受訓。 2. 空氣軔機系統訓練課程。	
2014/05/14	星期三	1. 赴 Nabtesco ナブテスコ 受訓。 2. 門機系統訓練課程。	
2014/05/15	星期四	1. 赴 Nabtesco ナブテスコ 受訓。 2. 新產品介紹。 3. 工場參觀	
2014/05/16	星期五	移動日：	
2014/05/17	星期六	例假日：	
2014/05/18	星期日	例假日：	
2014/05/19	星期一	1. 日本車輛豐川製造所-受訓 2. 傾斜系統介面與整合性設計技術探討（一） 3. 雙向溝通&問題點提問。	
2014/05/20	星期二	1. 日本車輛豐川製造所-受訓 2. 傾斜系統介面與整合性設計技術探討（二） 3. 集電弓技術探討。 4. 課程教學評量測驗與問卷調查填寫及雙向溝通	
2014/05/21	星期三	1. 東芝 TOSHIBA/三重工場受訓 2. 主變壓器系統、構造與維修、保養與檢點工廠見習、放油注油方法、理解度確認作業	
2014/05/22	星期四	移動日	
2014/05/23	星期五	1. 東芝 TOSHIBA/府中事業所-受訓 2. 系統介面與整合性設計技術探討。 3. 工場參觀	
2014/05/24	星期六	例假日：	

名 稱	傾斜式電聯車136輛購案專業訓練		
期 間	自103年5月12日至103年5月29日止		
年 月 日	星 期	辦	理 事 項
2014/05/25	星期日	例假日：	
2014/05/26	星期一	1. 東芝 TOSHIBA/府中事業所-受訓 2. 感應馬達介紹 VVVF 變流器的感應馬達控制系統 PWM 整流器原則 IGBT（絕緣閘雙極電晶體） 驅動電路規範 主整流器整體結構 電路及其操作/功能和操作細節 故障紀錄/TCU 及 TCMS 之間的傳輸	
2014/05/27	星期二	1. 東芝 TOSHIBA/府中事業所-受訓 2. 牽引整流/變流器移動可攜帶式診斷工具規範 故障記錄數據案例探討 牽引馬達概述 保養標準與內容 中間潤滑 拆卸與重新組裝 3. 工場參觀	
2014/05/28	星期三	1. 東芝 TOSHIBA/府中事業所-受訓 2. SIV 移動可攜帶式診斷工具規範 SIV 移動可攜帶式診斷工具規範 ch 6 數據表) TEMU2000 牽引整流/變流器 TEMU2000 靜式變流器 3. 工場參觀	
2014/05/29	星期四	回程（成田機場-桃園機場）	

註：本次傾斜式 136 輛購車案--- 專業受訓第 2 梯次行程移動日及假日行程分別搭乘如下車輛、路線
體驗日本現行營運鐵道及車輛特性

鐵道 體驗總表	JR	JR 在來線特急列車
		JR 新幹線
		JR 在來線普通列車
	其他	近畿日本鐵道
		神戸市營地下鐵
		路面電車

JR 在來線特急列車

	車種	路線	備註
1	383 系電車 (特急 Shinano しのの)	東海道本線/中央西線	JR 東海-附控制自然傾斜式 DC1500
2	E257 系電車 (けいでんしゃ) -	中央本線	JR 東日本 DC1500
3	KIHA 85 系 (飛驒號)	高山本線	JR 東海 柴聯車
4	E259 系 (成田特快)	山手線/總武本線/成田線/成田機場線	JR 東日本 DC1500

JR 新幹線

	車種	路線	備註
1	N700 系 (HIKARI、KODAMA)	山陽新幹線	JR 東海/西日本 AC25kV/60Hz
2	700 系 (HIKARI、KODAMA)	東海道新幹線	JR 東海/西日本 AC25kV/60Hz

JR 在來線普通列車

	車種	路線	備註
1	E231 系	山手線	JR 東日本 DC1500
2	E233 系	中央本線	JR 東日本 DC1500
3	205/E231 系	武藏野線	JR 東日本 DC1500

4	E231 系	總武本線	JR 東日本 DC1500
5	313 系	東海道本線/關西本 線	JR 東海 DC1500

近畿日本鐵道

	車種	路線	備註
1	300、500 系	名古屋線	1435mm DC1500

神戸市營地下鐵

	車種	路線	備註
1	川崎重工 1000 形 - 2000 形 - 3000 形電車（鐵道）	山手線	1435mm DC1500

二、受訓日誌

5月12日（星期一）：由桃園搭乘中華航空公司波音747飛抵日本大阪關西機場。



圖2.2.1 桃園機場第2航站



圖2.2.2 大阪關西機場轉運站

5月13日（星期二）軔機系統課程（講師：副課長 笠松正樹 先生）：

08：15 搭乘神戶市營地下鐵西神山手線（Seishin-Yamate-sen），由三宮車站至西神中央站，轉乘當地計程車赴 Nabtesco 受訓。

09：00 空氣軔機系統說明。

10：30 氣軔裝置控制概述。

13：00 緊軔裝置/供氣系統。

14：30 空壓機說明。

17：40 搭乘山手線（Seishin-Yamate-sen）至三宮車站返回住宿飯店。



圖2.2.3 三宮車站



圖2.2.4 神戶市營地鐵山手線

5月14日（星期三）門機系統課程（講師：井筒 先生、丁晨 先生）：

08：15 搭乘神戶市營地下鐵西神山手線（Seishin-Yamate-sen）從三宮車站至西神中央站，再搭乘當地計程車赴 Nabtesco 受訓。

09：00 門機系統訓練說明。

10：30 間隔門、通道門用自動門機概述說明。

13：00 Nabtesco 展示區實物講解門機裝置系統。

14：30 多功能廁所、育嬰室用自動門機說明。

17：40 搭乘西神山手線（Seishin-Yamate-sen）至西神中央站並搭乘西神山手線（Seishin-Yamate-sen）至三宮車站返回住宿飯店。

20：00 辦理 JR PASS 開票作業及移動日車票訂票。



圖2.2.5 Nabtesco 公司大樓



圖2.2.6 門機實務課程

5月15日（星期四）門機系統測試台課程（講師：課長 林章夫 先生）：

08：15 搭乘神戶市營地下鐵西神山手線（Seishin-Yamate-sen）由三宮車站至西神中央站，轉乘當地計程車赴 Nabtesco 受訓。

09：00 軛機系統閥類測試設備說明。

10：30 軛機控制單元暨車輪空轉和滑走修正保護裝置（含電子電路基板模組）完整功能測試與故障元件偵測設備規格說明書概述。

13：00 新產品介紹及工場參觀。

15：00 課程教學評量測驗與問卷調查填寫及雙向溝通。

17：40 搭乘西神山手線（Seishin-Yamate-sen）至西神中央站並搭乘西神山手線（Seishin-Yamate-sen）至三宮車站返回住宿飯店。

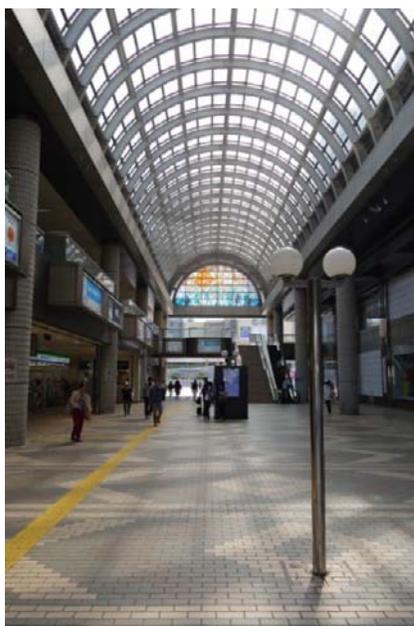


圖2.2.7 西神中央站

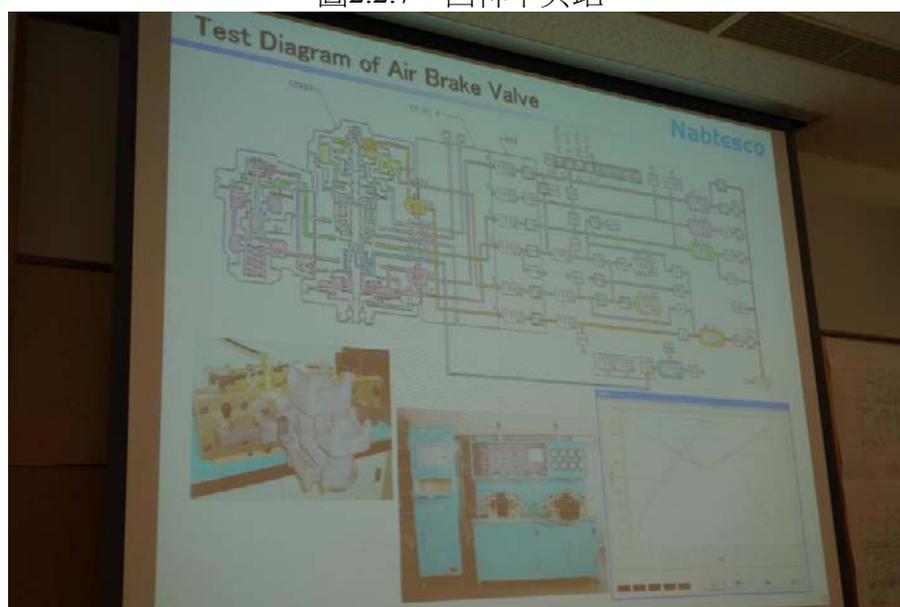


圖2.2.8 軛機系統閥類測試設備說明

5月16日（星期五）移動日

09：00 搭乘 JR 新幹線



圖2.2.9 JR 新幹線新神戸車站



圖2.2.10 JR 新幹線 Series N700

5月17日（星期六）

08：00 例假日：日本鐵道體驗



圖2.2.11 富山站前一景



圖2.2.12 富山路面電車

5月18日（星期日）

08：00 例假日：日本鐵道體驗



圖2.2.13 富山路面電車



圖2.2.14 富山路面電車

5月19日（星期一）傾斜系統介面與整合性設計技術探討課程（講師：神川 先生）

08：30 日本車輛公司受訓

09：00 致詞介紹

10：00 傾斜系統介面與整合性設計技術探討

1. 雙向溝通&問題點提問

2. 日本車輛對於臺鐵受訓人員提出有關傾斜系統相關問題回覆及討論，並補充第 1 梯次受訓人員提問之相關技術資料。



圖2.2.15 日本車輛豐川製作所



圖2.2.16 目的地車站內之自助補票機

5月20日（星期二）集電弓單元課程（講師：四釜 先生、神川 先生、東 先生）

08：30 前往日本車輛受訓

集電弓技術說明

13：00 傾斜系統介面與整合性設計技術探討（二）

15：00 傾斜系統探討---問題點回覆

16：00 集電弓技術探討---問題點回覆

17：00 課程教學評量測驗與問卷調查填寫及雙向溝通

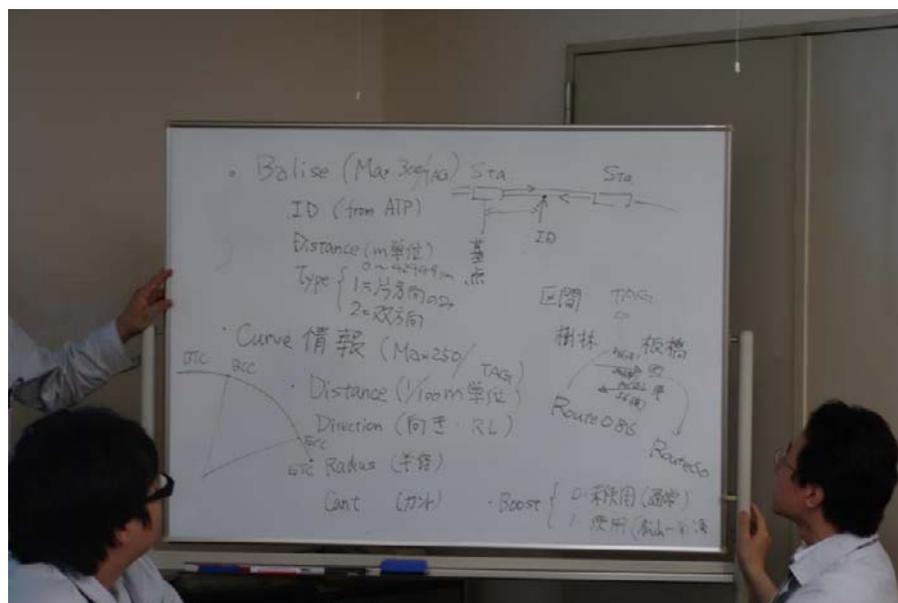


圖2.2.17 傾斜系統設定參數解說

No.	Data Type	Line No.	Station Number (SU)	Distance (m)	Type	Distance			Direction	Radius (m)	Curve Level	Boost	
						BT0(m)	BC0(m)	BC10(m)					
1	Balise	0	131002	13027	1								
2	Balise	0	13002	13027	1								
3	Balise	0	13012	13027	1								
4	Balise	0	13012	13050	1								
5	Balise	0	13024	21508	1								
6	Balise	0	13024	22124	1								
7	Curve	0			1	20396	20120	22142	23221	R	1004	63	0
8	Curve	0			2	22724	22022	24342	24341	L	-1000	-60	0
9	Balise	0	13026	24728	2								
10	Balise	0	13022	24940	1								
11	Balise	0	13024	25020	1								
12	Curve	0			1	20504	20308	20110	20070	R	1004	104	0
13	Balise	0	10241	20057	1								
14	Balise	0	11023	20230	1								
15	Curve	0			1	20346	21072	22092	22194	L	-1000	-66	0
16	Balise	0	10952	22260	1								
17	Curve	0			1	22228	22432	22492	22500	R	1000	63	0
18	Curve	0			2	22082	22096	22110	22160	L	-1000	-44	0
19	Balise	0	10451	22316	1								
20	Balise	0	10453	22417	2								
21	Curve	0			1	20701	20411	20350	20404	R	1004	108	0
22	Balise	0	10472	20505	1								
23	Balise	0	10472	20692	1								
24	Balise	0	10482	20884	2								
25	Balise	0	10491	21070	1								
26	Curve	0			1	40604	40794	41020	41080	L	-1000	-60	0
27	Curve	0			2	41186	41170	41300	41360	R	1004	54	0

圖2.2.18 傾斜系統參數設定資料表

5月21日（星期三）主變壓器系統課程（講師：薦池 先生）：

08：30 出發至 TOSHIBA 三重工場受訓

 諏訪~豐川~豐橋~名古屋~伊勢朝日（TOSHIBA 三重）

11：30 主變壓器系統

13：00 主變壓器構造與維修

14：00 主變壓器保養與檢點

15：00 工廠見習

16：00 主變壓器放油、注油方法

16：30 理解度確認-課程教學評量測驗



圖2.2.19 主變壓器系統課程簡報



圖2.2.20 工廠見習

5月22日（星期四）

09：00 移動日

搭乘三岐北勢線（Sangi Hokusei Line）體驗日本國內目前唯二窄軌載客營運列車

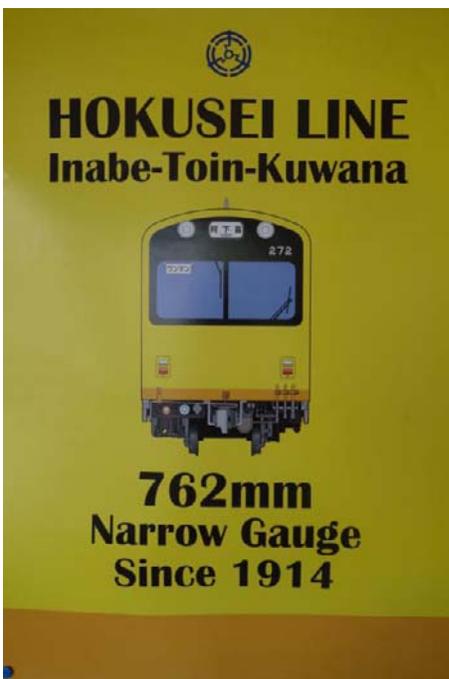


圖2.2.21 貼於阿下喜車站之海報，內有說明該路線軌距為 762mm



圖2.2.22 近鉄270系電車

5月23日（星期五）TCMS 課程（講師：向井 先生）

08：30 出發至 TOSHIBA 府中工場受訓

09：00 TCMS 簡介

10：00 TCMS 系統/單元硬體構成概述

13：00 TCMS 故障偵測/紀錄規範 說明

15：00 工廠見習

16：30 理解度確認-課程教學評量測驗



圖2.2.23 TCMS 測試台



圖2.2.24 東芝三重工廠外貌

5月24日（星期六）參觀名古屋リニア鐵道館靜態展示區



圖2.2.25 館藏電車—日本各式舊型電車



圖2.2.26 館藏電車—各型新幹線列車



圖2.2.27 供參觀民眾體驗之新幹線駕駛模擬機



圖2.2.28 供參觀民眾體驗之列車駕駛模擬機



圖2.2.29 MLX01-1 型磁浮列車



圖2.2.30 磁浮列車行駛原理解說影片（左）及展示磁浮列車推進原理之互動式按鈕操作台（右）

5月25日（星期日）東京都鐵道體驗：



圖2.2.31 立川車站

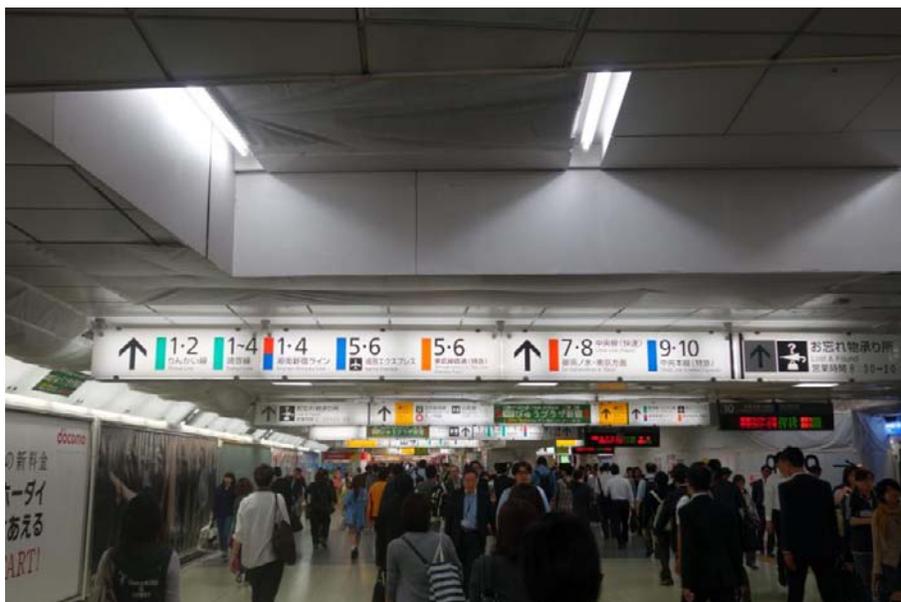


圖2.2.32 新宿車站地下通道一景

5月26日（星期一）牽引系統課程（講師：守屋 先生）

09：00 赴東芝府中工場受訓-東芝府中事業所介紹

09：30 感應馬達介紹

10：30 使用 VVVF 變流器的感應馬達控制系統

13：00 PWM 整流器原則/ IGBT（絕緣閘雙極電晶體）

14：00 驅動電路規範/主整流器整體結構

14：30 電路及其操作/功能和操作細節

15：30 故障紀錄/TCU 及 TCMS 之間的傳輸

16：30 理解度確認-課程教學評量測驗

17：00 雙向溝通&問題點提問

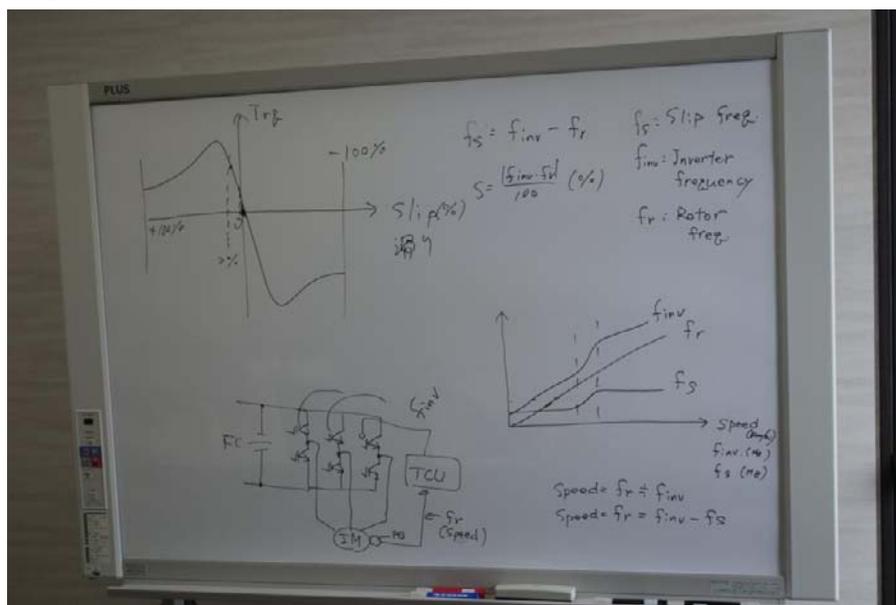


圖2.2.33 動力系統控制原理解說

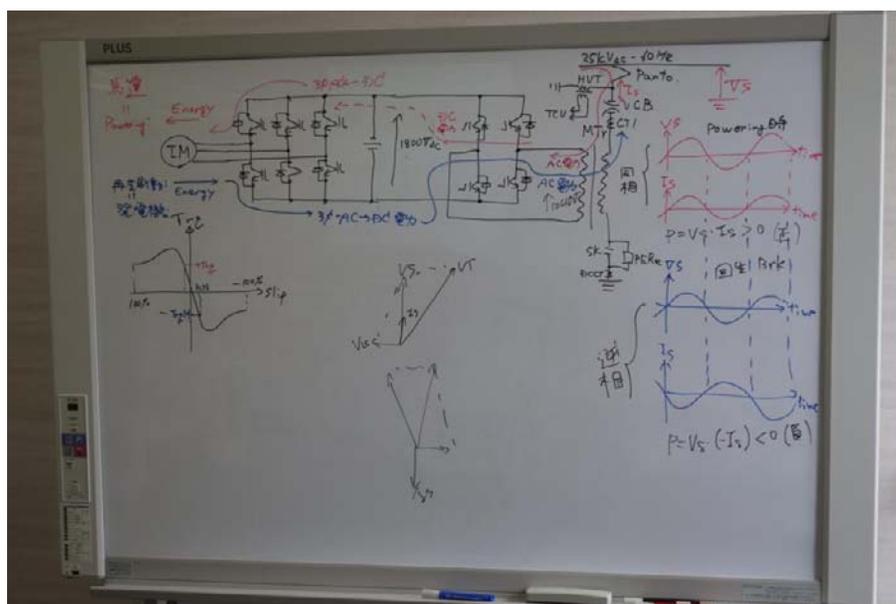


圖2.2.34 動力系統控制原理解說

5月27日（星期二）牽引系統課程（講師：末永 先生、矢口 小姐）：

09：00 赴東芝府中工場受訓

09：10 牽引整流/變流器移動可攜帶式診斷工具規範

10：30 故障記錄數據案例探討

11：30 雙向溝通&問題點提問

13：00 牽引馬達概述/保養標準與內容/中間潤滑/拆卸與重新組裝/

14：30 雙向溝通&問題點提問

15：00 工場參觀（因生產線上無本局產品故不提供拍攝）

16：30 理解度確認-課程教學評量測驗



圖2.2.35 上課提問及講師解答



圖2.2.36 東芝府中參訪證

5月28日（星期三）牽引系統課程（講師 真木先生、磯崎 先生）：

09：00 赴東芝府中工場受訓

09：10 SIV 移動可攜帶式診斷工具規範

10：30 SIV 移動可攜帶式診斷工具規範

11：30 雙向溝通 & 問題點提問

理解度確認-課程教學評量測驗

13：00 TEMU2000 牽引整流/變流器

14：30 TEMU2000 靜式變流器

理解度確認-課程教學評量測驗

15：00 工場參觀（因生產線上無本局產品故不提供拍攝）

16：30 理解度確認-課程教學評量測驗



圖2.2.37 牽引系統課程上課情形



圖2.2.38 東芝府中工廠一景

5月29日（星期四）歸程：

09：00 立川

10：00 新宿

10：30 山手線體驗

14：30 成田特快---成田機場

09：30 桃園機場



圖2.2.39 新宿站內配有鋼輪之鐵道工程車輛



圖2.2.40 新宿站內配有鋼輪之鐵道工程機具



圖2.2.41 新宿車站月台上之候車室



圖2.2.42 成田特快列車



圖2.2.43 成田特快列車車箱內部可顯示豐富乘車資訊之雙 LCD 旅客資訊系統



圖2.2.44 搭乘華航班機返國

參、專題報告

一、直流成分抑制方式改進

(一) 直流成分抑制方式改進：

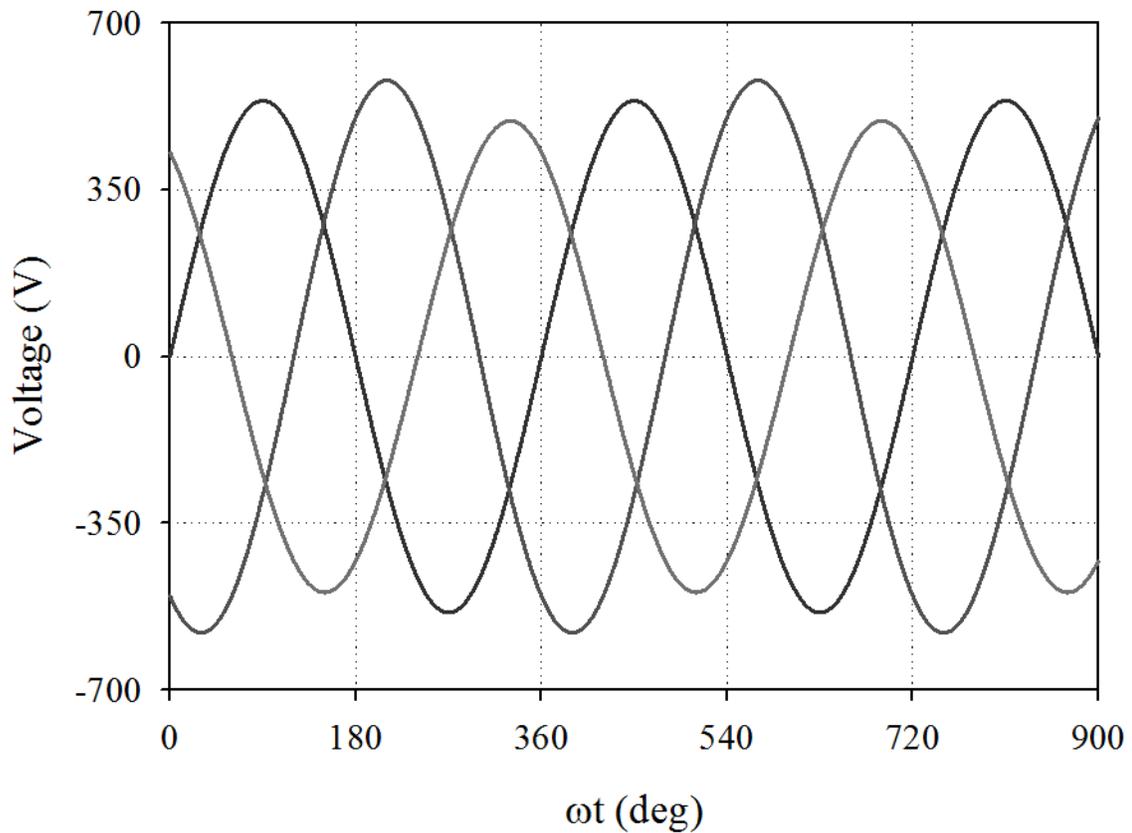
臺鐵於近年來由於新購的車輛不斷加入營運，致使電車線的負載容量加大，加與運轉密度與早晚營運時間延長，壓縮電車線與軌道的維護保養期程。每當有新購車輛加入營運之初，直流成分過高而影響列車運轉的情形便經常發生。在無法要求電車線與路軌品質狀況提升，僅有退而求其次要求車輛設計製造廠商，針對直流成分抑制的議題研討改進。此次東芝公司提出不同以往的對策，大大降低因直流成分過高導致 VCB 切開的次數，茲就直流成分之成因與對策探討如下。

1. 甚麼是直流成分：

在交流系統中存在的直流電壓或電流就稱為直流成分（DC offset）。

2. 為何交流系統會產生直流成分：

- (1) 直流成分可能是地磁干擾（Geomagnetic disturbance）或是使用半波整流的整流器所導致，使用電力電子元件的變流器，如果觸發控制的誤差使得正、負半波並非完全對稱，也會產生直流成分。
- (2) 發生電壓不平衡時，電壓不平衡（Voltage unbalance）是指三相電壓的大小不相等或者任兩電壓之間的相位差不是 120 度，或是兩種情形同時發生。
- (3) 不平衡的負載，尤其是大型的單相負載如電氣鐵路等，是造成電壓不平衡的主要原因。另外如未換位的輸電線及 V-V 接線的變壓器等，會造成三相電路阻抗的非對稱，間接的也會造成三相電壓的不平衡。
- (4) 電壓不平衡。



3. 直流成分會造成什麼影響：

- (1) 在交流網路中的直流電流具有使變壓器鐵心飽和、增加絕緣材料額外的電氣應力等不良的效應。
- (2) 造成鐵路號誌軌的訊號設備破壞。

TEMU2000 型使用之直流成份抑制箱，位於 TEP 車廂的車架區域下方。該裝置藉由 VCB 閉合之後，降低變壓器產生的湧浪電流（inrush current），以保護軌道上的號誌防護系統。

4. 技術規格：

(1) 接觸器

SK 1500Vdc-1000A 1 件

(2) 接地裝置

ESA 雙間隔（Double gap），5000V 1 件

(3) 比流器

DCCT 200A/20mA 比流器 1 件、ECT 50A/1A 比流器 1 件

(4) 繼電器

ACOCR 設定值：12A，兩個常開接點 1 件、 SKR RB3P 1 件

(5) 電阻器

DCCTRe 10W, 1000_ 1 件

(6) 外部電阻器

PERe 10_ 1 件

5. 臺鐵規定：

變壓器的湧浪電流，在電車線最大電壓時，經由設定 PERe 為 10Ω，其值可在一秒後降到 2.6A 以下。

6. 各元件功能：

正常運作下，主整流器的牽引控制裝置 (TCU) 可監視主變壓器一次側電流的直流成分，若此值升高超過設定值，則 TCU 將會使 VCB 切開以保護號誌系統。

但主變壓器通電瞬間，會進入瞬間暫態／湧浪電流狀態，產生相當大的湧浪電流。為減少此湧浪電流，湧浪抑制電阻 (PERe) 應與分流接觸器 (shunting contactor, SK) 之主接點並聯安裝。

TCU 可藉由監視 VCB 狀態及線電壓 (HVT)，偵測此湧浪電流狀態。經辨識到湧浪電流狀態一秒後，因 PERe 已減少湧浪電流，則 TCU 會將 SK 閉合。

在極少情況下，PERe 會發生故障，或 SK 無法閉合，而此時 SK 處的電壓會超過其絕緣電壓。而當電壓上升至約 5kV 時，接地突波吸收器 (earth surge arrester 啟動保護動作，並降低 SK 處的電壓。TCU 偵測到此「故障」電流 (透過接地比流 (ECT)) 時，會將 VCB 切開，因此可釋放主變壓器的電能。

綜整以上可知當直流成分發生時 TCU 將會切開 VCB 以保護號誌系統，但係屬被動式發動保護動作。今將改採主動式偵測預防，在一但有直流成分產生但未達到 2.6A/S 切開 VCB 條件之前，利用降低負載的方式，達到先期阻止直流成分持續往上增加，而造成切開 VCB 的情況。但是如何找出適當的數值與時間標準，才不至於造成經常切開負載，而影響行車運轉。將進行以下測試以達到選取最優的標準。

7. 一般保護動作模式：

主整流器的牽引控制裝置（TCU）可監視主變壓器一次側電流的直流成分，若此值升高超過 2.6A/S，則 TCU 將會使 VCB 切開。

8. 第一次修正為三段式 DCRR 保護動作方式：

是視直流成分（DCCT）測得值的增加情形來執行下列動作：

第一段：DCCT \geq 1.50A-50ms → 牽引整流/變流器動作停止（有衝動控制）

第二段：DCCT \geq 2.25A-50ms → 牽引整流/變流器即時停止、SIV 停止、SK 開啟

第三段：DCCT \geq 2.50A-733ms → VCB 切開

修正後的 DCRR 保護動作所引發的 VCB 切開，可藉由三段式 DCRR 保護動作改善，但仍嫌不足，遂將三段式 DCRR 保護動作，變更為『四段式 DCRR 保護動作』以改善抑制 SIV 的停止狀態。

9. DCRR 保護動作四段化：

即使採用以上修正後的 DCRR 保護動作參數，仍會因集電弓自電車線離線、再著線時的電源相位，以及主變壓器的殘留磁束相位，引發第二段保護動作，意即 SIV 會停止。為了降低 SIV 停止的頻率，改用下列方式重新製作了四段式 DCRR 保護動作的 TCU 控制軟體：

各數值代表初期設定值：

第一段 (L1)：DCCT \geq 1.50A-50ms → 牽引整流/變流器停止（有衝動控制）

第二段 (L2C)：DCCT \geq 2.00A-50ms → 牽引整流/變流器即時停止

第三段 (L2S)：DCCT \geq 2.50A-100ms → SIV 停止、SK 開啟

第四段 (L3)：DCCT \geq 2.50A-733ms → VCB 切開

已配合四段式重新調整保護動作臨界值（閾值）與偵測時間參數。要減少主變壓器偏磁，最重要的即是降低主變壓器的負載，因此本次採取的方式是初期就將主變壓器的主要負載，也就是牽引整流/變流器先停止。此外，為了達到所希望 SIV 繼續動作的目的，將 SIV 停止的參數設為直流成分所能夠偵測的上限 2.5A，但因為在切開 VCB 前必須先停止 SIV，因此設有 100ms 的偵測時間參數。

10. 測量器材：

表 3.1.1 量測器材一覽：

No.	Item	Specification	Qty.
1	Portable test equipment		1pc
2	Chart recorder	More than 16ch	1pc
3	Data output equipment	TST23, cables and terminal boards	1set
4	UPS	100Vac output 1kVA	1pc
5	DC power supply	100Vac/+ -15Vdc	1pcs
6	Clamp DC current meter	100A	1pcs

11. 測量器材連接方式：

將依下圖 3.1.1 所示連接測量器材，於 TEMA 車進行測量。

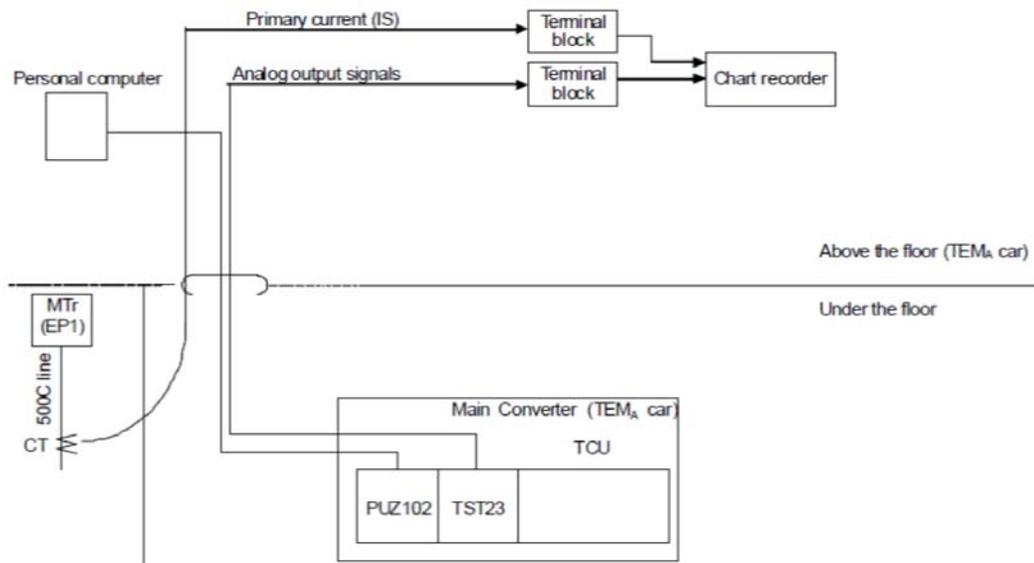


圖 3.1.1 測量器材連接圖

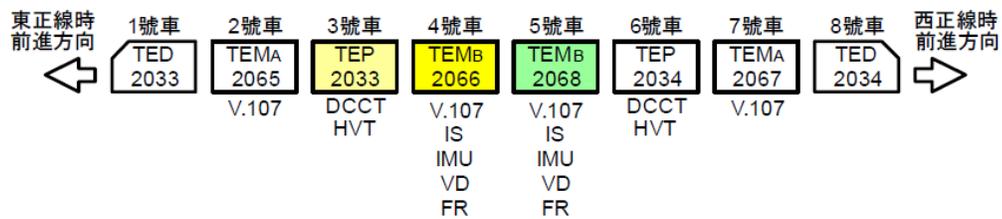


圖 3.1.2 四段式 DCRR 測量環境

12. 測量點：

MTr 一次側電流與牽引整流/變流器送出的類比輸出訊號。

13. 行駛區間：

西正線（台北→南港）及東正線（南港→台北）區間行駛。

14. 行駛條件：

兩天深夜以 130km/h 行駛。

15. 測量訊號：

表 3.1.2 量測訊號一覽：

項目	TEMA 2065	TEP 2033	TEMB 2066	TEMB 2068	TEP 2034	TEMA 2067	備考
TCU Software	V.107	-	V.107	V.107	-	V.107	V.107=四段式
DCCT	-	DCCT-4	-	-	DCCT-5	-	MTr 一次電流直流成分
HVT	-	VS-4	-	-	VS-5	-	電車線電壓
IS	-	IS1-3	IS2-4	IS2-5	IS1-6	-	輸入電流
VD	-	-	VD-4	VD-5	-	-	DC-link 電壓
IMU	-	-	IMU2-4	IMU2-5	-	-	U 相馬達電流（瞬時值）
FR	-	-	FR-4	FR-5	-	-	EMU 速度
SIV-OUT	-	-	SIV-OUT	-	-	-	SIV 輸出電流

為了確認第 1 項所示的四段式 DCRR 保護動作的 SIV 停止抑制效果，已用下列組合進行確認。

以下表 3.1.3 及表 3.1.4 所記載的 L1、L2C、L2S、L3，請參閱上述初期設定值。

第一天以初期設定行駛時（測試編號 21A~23B），編組整體共發生 3 次 SIV 停止。此外，變更 L2C 變數（新版第二段）後行駛時（測試編號 24A~26B），編組整體共發生 2 次 SIV 停止。而（測試編號 27A~28B）使用的是與（測試編號 24A~26B）相同設定，但行駛模式是設定成牽引模式，此測試情況下則未發生 SIV 停止。

第二天是使用初期設定但有延長 L2S 偵測用時間參數（TDS）（第三段：SIV 停止），改成降低 SIV 停止頻率的設定（測試編號 29A~34B）。該設定下未發生 SIV 停止。

因為電車線與集電弓的離線-再著線而發生的主變壓器（Mtr）偏磁會使主變壓器一次側電

流直流成分增加,到達使 SIV 停止的第三段 (L2S) 時, 直流成分變動有非常急遽的變化 (請參照圖 3.1.6)。研判此現象是因為短時間內集電弓離線數次所引起。但這種短時間內離線數次的情況, 應該僅會在表 3.1.5、表 3.1.6 所顯示的特定區間才會發生。

此外, 主變壓器一次側電流直流成分在高速行駛中有顯著變動, 但在 110km/h 左右或更低的速度範圍, 並未發生 DCRR 保護動作。而在套用所提案的四段式 DCRR 保護動作後, 當直流成分增加到設定的程度時, 迅速的停止牽引整流/變流器可更進一步抑制直流成分增加, 此外在本次的行駛區測試, 也成功地抑制了 SIV 停止發生。

以下表 3.1.3 及表 3.1.4 所記載的 L1、L2C、L2S、L3, 請參閱初期設定值。

表 3.1.3 量測結果-1:

測試編號	出發		到達		先頭車	參數(Parameter)									保護動作發生次數									
						直流成分臨界值(A)						偵測時間參數		解除時間參數	1-4 號車				5-8 號車					
						L1 set	L1 reset	L2C set	L2C reset	L2S set	L2S reset	TD2 (ms)	TDS (ms)	TD3 (ms)	L1	L2 C	L2 S	L3	L1	L2 C	L2 S	L3		
21A	台北	1:24:33	南港	1:32:03	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	100	200	15	5	0	0	0	0	12	8	1	0
21B	南港	1:37:02	台北	1:44:32	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	12	6	0	0
22A	台北	1:49:08	南港	1:56:38	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	100	200	13	4	1	0	0	0	0	0	0	0
22B	南港	2:01:20	台北	2:08:50	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	12	6	0	0
23A	台北	2:12:26	南港	2:20:46	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	100	200	13	6	1	0	0	0	0	0	0	0
23B	南港	2:24:31	台北	2:32:01	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	14	5	1	0
24A	台北	2:38:29	南港	2:45:59	8	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	22	3	0	0	0	0	0	0	0	0
24B	南港	2:49:02	台北	2:56:32	1	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	14	8	1	0
25A	台北	2:59:27	南港	3:06:07	8	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	11	3	1	0	0	0	0	0	0	0
25B	南港	3:09:04	台北	3:16:59	1	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	15	7	1	0
26A	台北	3:19:40	南港	3:27:10	8	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	18	6	0	0	0	0	0	0	0	0
26B	南港	3:30:43	台北	3:38:13	1	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	14	3	1	0
27A	台北	3:41:36	南港	3:49:06	8	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	14	4	0	0	0	2	2	0	0	0
27B	南港	3:55:49	台北	4:03:19	1	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0
28A	台北	4:07:04	南港	4:13:44	8	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	10	1	0	0	0	0	0	0	0	0
28B	南港	4:16:41	台北	4:24:36	1	1.5	1.3	1.8	1.3	2.5	1.8	50	100	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(註) 27A, 27B, 28A, 28B 是以牽引模式 (Emergency mode) 行駛。

表 3.1.4 量測結果-2：

測試編號	出發		到達		先頭車	參數(Parameter)								保護動作發生次數										
						直流成分臨界值(A)						偵測時間參數		解除時間參數		1-4 号車				5-8 号車				
						L1 set	L1 reset	L2C set	L2C reset	L2S set	L2S reset	TD2 (ms)	TDS (ms)	TD3 (ms)	L1	L2 C	L2 S	L3	L1	L2 C	L2 S	L3		
29A	台北	1:17:42	南港	1:23:57	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0
29B	南港	1:30:22	台北	1:37:27	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	0	0	0	0	0	27	16	0	0	0
30A	台北	1:41:06	南港	1:48:11	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	16	7	0	0	0	0	0	0	0	0
30B	南港	1:51:20	台北	1:58:50	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	0	0	0	0	0	20	9	1	0	0
31A	台北	2:01:54	南港	2:09:24	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	13	3	0	0	0	0	0	0	0	0
31B	南港	2:12:06	台北	2:19:36	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	0	0	0	0	0	28	15	0	0	0
32A	台北	2:22:15	南港	2:29:45	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0
32B	南港	2:33:21	台北	2:40:51	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	0	0	0	0	0	24	11	0	0	0
33A	台北	3:24:55	南港	3:31:35	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33B	南港	3:33:57	台北	3:41:27	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	1	0	0	0	0	2	1	0	0	0
34A	台北	3:45:10	南港	3:53:30	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0
34B	南港	3:56:55	台北	4:13:35	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0
35A	台北	2:43:21	南港	2:50:51	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	18	7	0	0	0	0	0	0	0	0
35B	南港	2:54:01	台北	3:01:31	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	0	0	0	0	0	11	5	0	0	0
36A	台北	3:04:14	南港	3:10:54	8	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	12	2	0	0	0	0	0	0	0	0
36B	南港	3:14:39	台北	3:22:09	1	1.5	1.3	2.0	1.3	2.5	1.8	50	300	200	1	0	0	0	0	19	11	0	0	0

(註) 33A, 33B, 34A, 34B 是以牽引模式 (Emergency mode) 行駛。

表 3.1.5 DCRR 保護動作發生區間 (西正線)

測試編號	行駛區間	行駛路線	發生時的里程標(km)
21A	台北→南港	西正線	24.3~23.3
22A	台北→南港	西正線	24.3~23.4
23A	台北→南港	西正線	24.3~23.3
24A	台北→南港	西正線	24.3~23.3
25A	台北→南港	西正線	24.3~23.3
26A	台北→南港	西正線	24.2~23.3
27A	台北→南港	西正線	24.3~23.1
28A	台北→南港	西正線	24.2~23.3, 22.6~22.1
29A	台北→南港	西正線	24.3~23.5
30A	台北→南港	西正線	24.6~23.4
31A	台北→南港	西正線	24.4~23.6
32A	台北→南港	西正線	24.4~23.6
33A	台北→南港	西正線	24.1~23.7
34A	台北→南港	西正線	24.4~23.4
35A	台北→南港	西正線	24.4~23.5
36A	台北→南港	西正線	24.4~23.5

表 3.1.6 DCRR 保護動作發生區間（東正線）

測試編號	行駛區間	行駛路線	發生時的里程標(km)
21B	南港→台北	東正線	24.7~25.0, 25.2~26.1
22B	南港→台北	東正線	24.7~25.0, 25.2~26.0
23B	南港→台北	東正線	25.6~26.6
24B	南港→台北	東正線	25.6~26.7
25B	南港→台北	東正線	25.2~26.2
26B	南港→台北	東正線	25.2~26.2
27B	南港→台北	東正線	24.7~25.0, 25.4~26.0
28B	南港→台北	東正線	-
29B	南港→台北	東正線	24.9~25.0, 25.2~26.8
30B	南港→台北	東正線	24.8~25.0, 25.3~26.8
31B	南港→台北	東正線	23.8, 24.7~25.0, 25.1~26.6
32B	南港→台北	東正線	23.6~23.8, 24.8~25.1, 25.2~26.7
33B	南港→台北	東正線	25.3~26.1
34B	南港→台北	東正線	25.4~26.3
35B	南港→台北	東正線	25.6~26.5
36B	南港→台北	東正線	25.4~25.5, 23.7, 24.8~25.0, 25.2~26.7

（二）總結

將內含四段式 DCRR 保護動作的 TCU 控制軟體（V.107）安裝至第 17 編組（TEMA2065、TEMB2066、TEMA2067、TEMB2068），並於台北-南港間（西正線：台北→南港 / 東正線：南港→台北）以 130km/h 行駛，確認直流成分抑制常數調整與 DCRR 保護動作發生頻率。

最後選定的是可抑制直流成分增加，同時也盡可能讓牽引整流/變流器動作持續的最佳 L1 保護偵測值、L2C 保護動作偵測值、L2S 保護動作偵測值、以及偵測時間參數。

已透過上述方式，確認套用四段式 DCRR 保護方式到 TCU 後，可有效抑制 DCRR 保護動作發生。

最佳的設定值整理如下：

L1 set : 1.50A (牽引整流/變流器停止、有衝動控制)

L1 reset : 1.30A

L2C set : 2.00A (牽引整流/變流器瞬時停止)

L2C reset : 1.30A

L2S set : 2.50A (SIV 停止、SK 開啟)

L2S reset : 1.80A

TD2 : 50ms (L1, L2C 偵測時間參數)

TD3 : 200ms (解除時間參數)

TDS : 300ms (L2S 偵測時間參數)

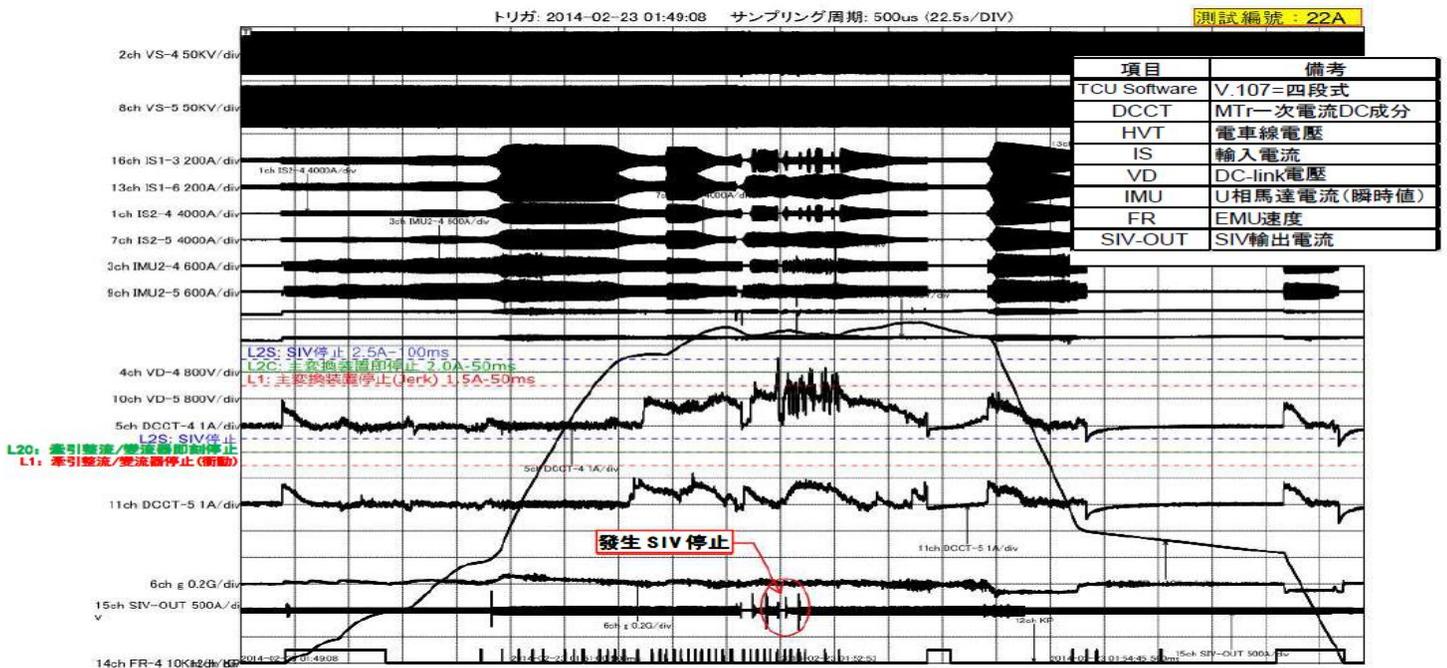


圖 3.1.3 套用四段式 DCRR 保護動作 - 初期設定- (測試編號: 22A 整體波形)

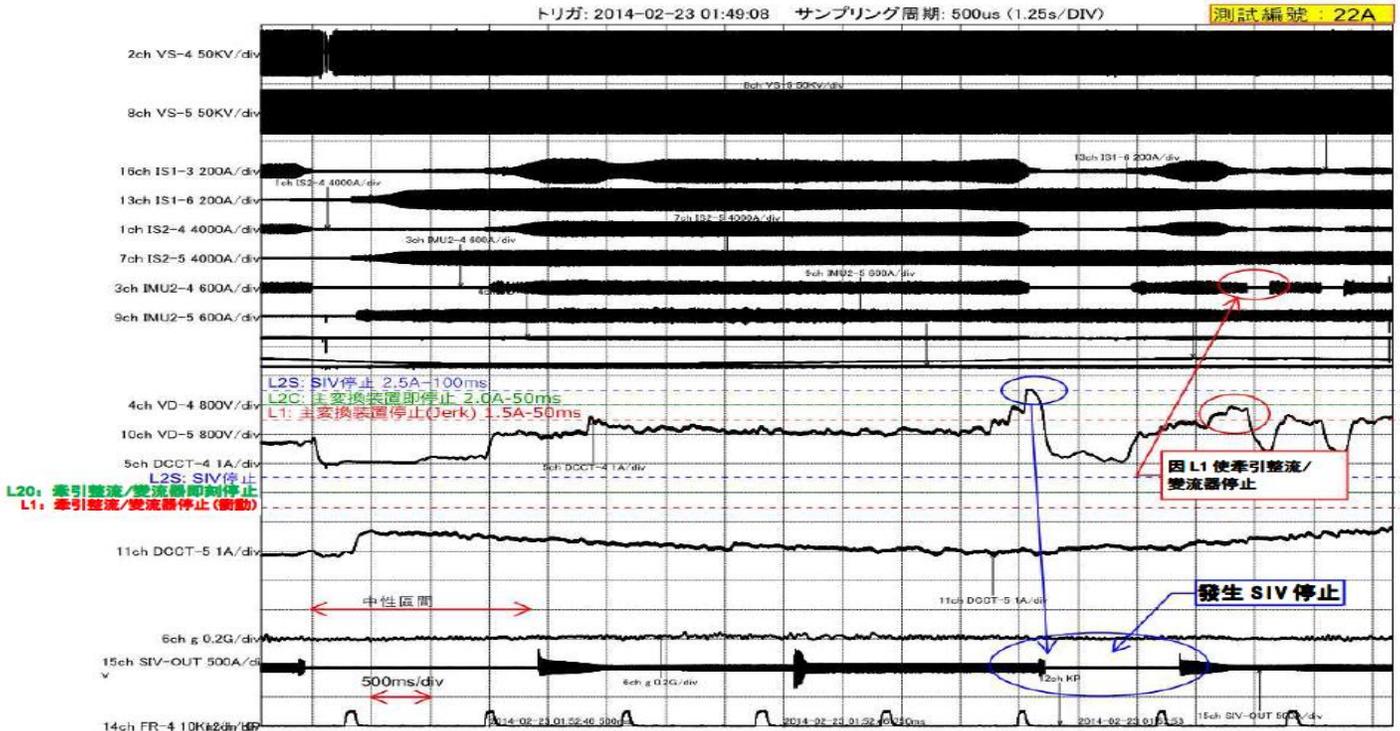


圖 3.1.4 套用四段式 DCRR 保護動作 - 初期設定- (測試編號: 22A 放大波形)

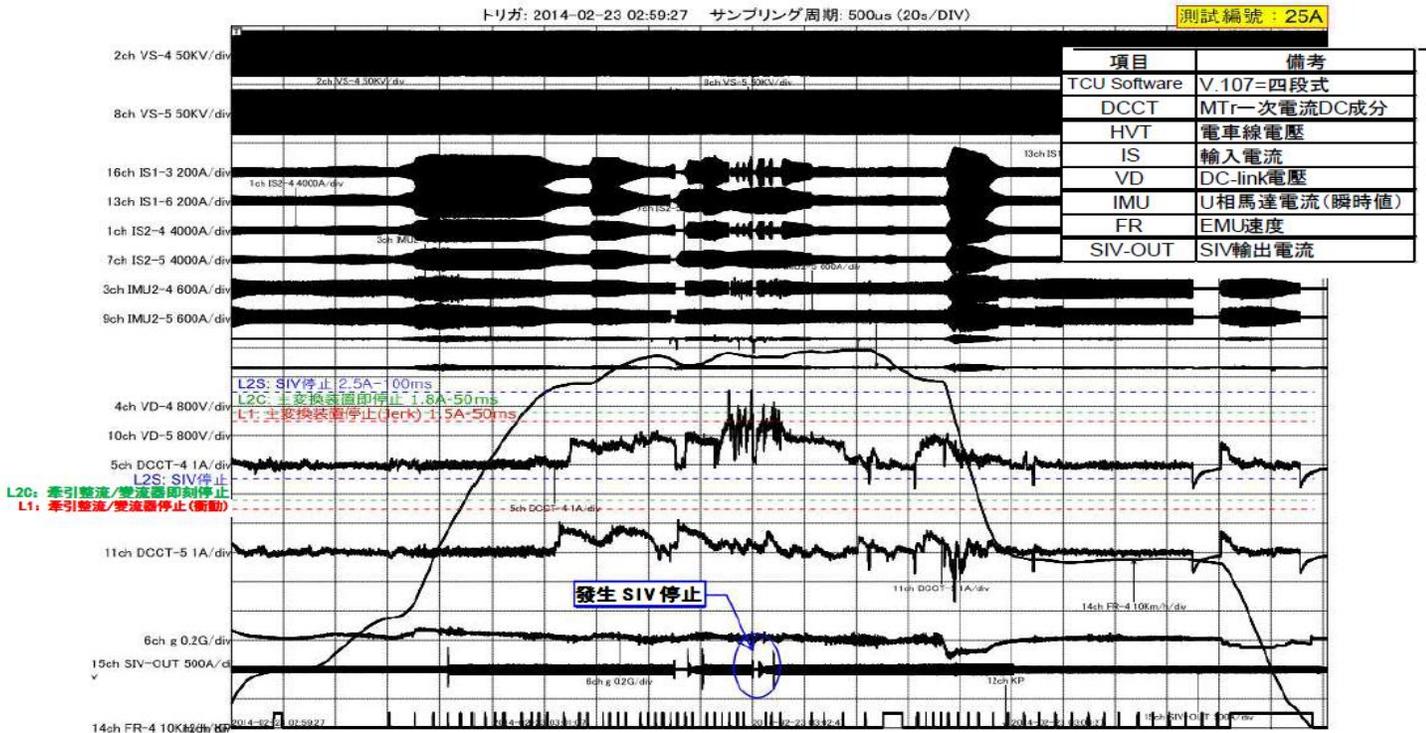


圖 3.1.5 套用四段式 DCRR 保護動作 - 變更 L2C 設定- (測試編號: 25A 整體波形)

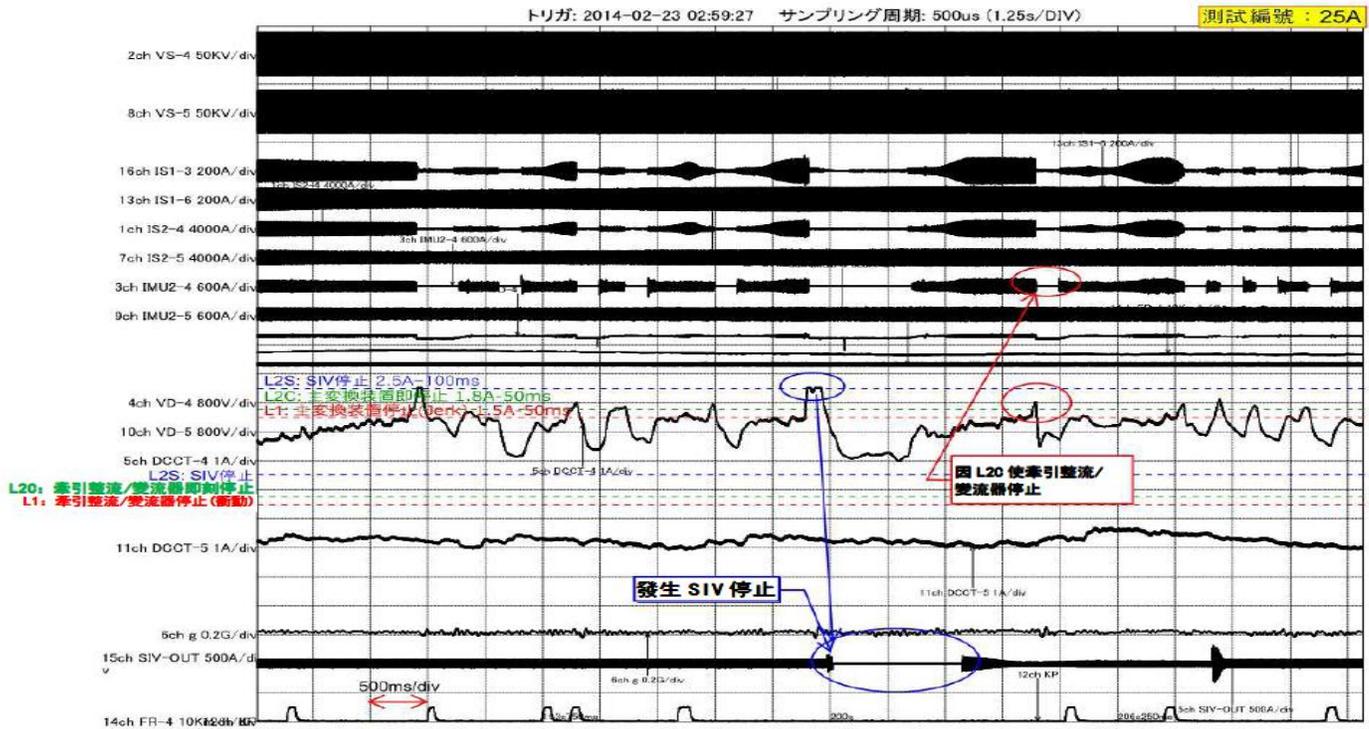


圖 3.1.6 套用四段式 DCRR 保護動作 - 變更 L2C 設定- (測試編號: 25A 放大波形)

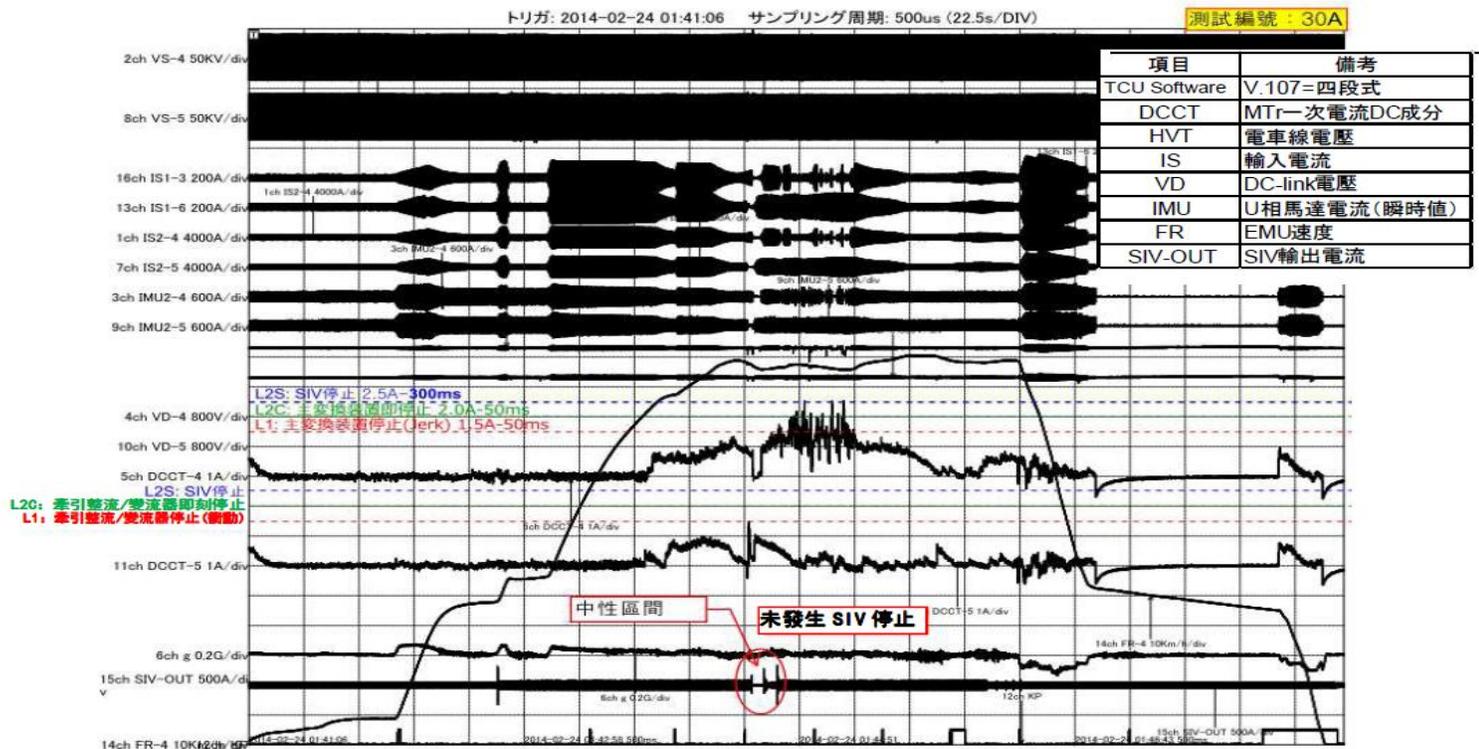


圖 3.1.7 套用四段式 DCRR 保護動作 - 變更 L2S 偵測時間參數設定- (測試編號: 30A 整體波形)

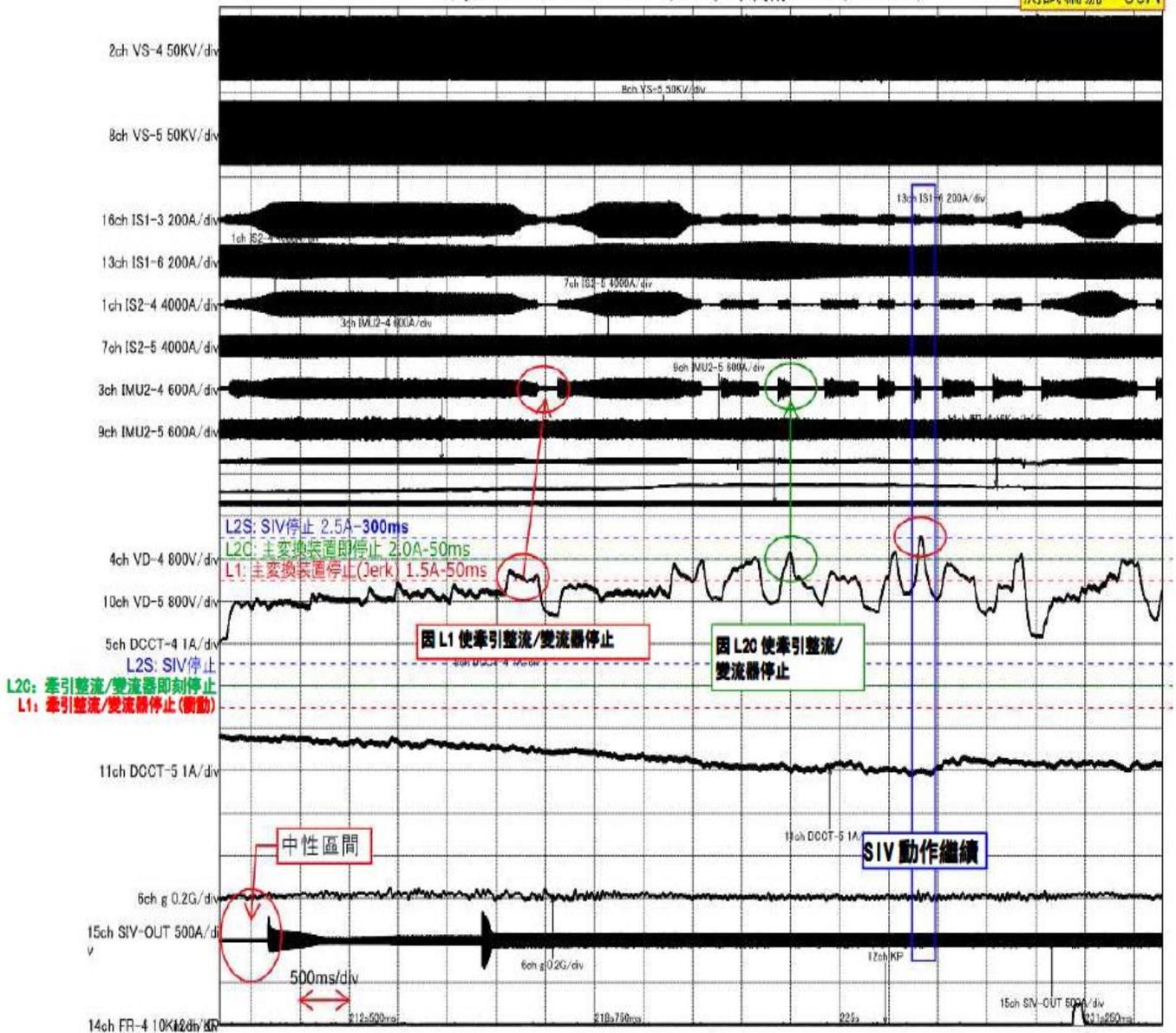


圖 3.1.8 套用四段式 DCRR 保護動作 - 變更 L2S 偵測時間參數設定- (測試編號: 30A 放大波形)

二、傾斜系統

(一) 前言：

有關本次教育訓練之空氣彈簧傾斜系統，其概要說明如下。

有關鐵道車輛的速度提高

1. 有關提升曲線通過速度：

鐵路的曲線，是根據其曲率及超高量來設定其速度限制。此速限設定並非是在超速後馬上就會造成出軌事故的極限速度，而是有更大的比重是在於維持良好的乘坐舒適度。

在「曲線的限速」和「車輛不脫軌的極限速度」之間是存在有一定的裕度在內，因此，即使是沒有傾斜機構的「非傾斜式車輛」是可能以與「傾斜式車輛」相同的營運速度來行駛的。惟提高曲線通過速度的同時，施加在車體的離心力也隨之增加。

非傾斜式車輛如以超過自身彎道限速的速度通過曲線時，車內的乘客將受此一離心力影響，身體將左右大幅搖晃，造成乘坐品質惡化。

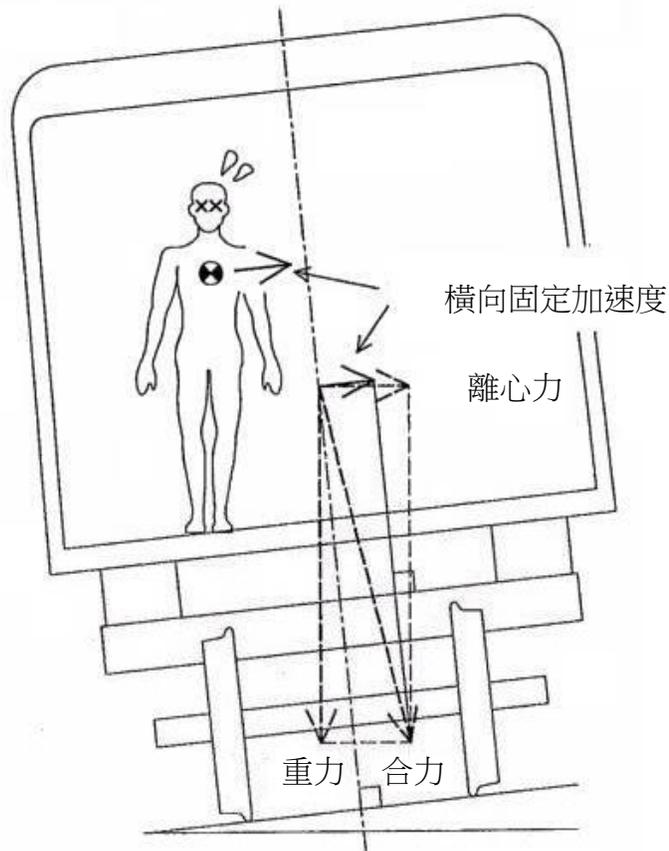


圖 3.2.1 非傾斜式車輛過彎時乘客受離心力影響示意圖

本局太魯閣號所使用的附控制鐘擺式傾斜車輛，在車體傾斜後，重力與離心力的合力將與車廂地板成垂直方向，因此在列車過彎時可和緩乘客往左右方向拉動的力量，防止乘坐品質惡化。補充說明的是，如以相同速度行駛，非傾斜車輛與傾斜式車輛所受到的離心力都是相同的，「車輛不脫軌的極限速度」也是相同的。

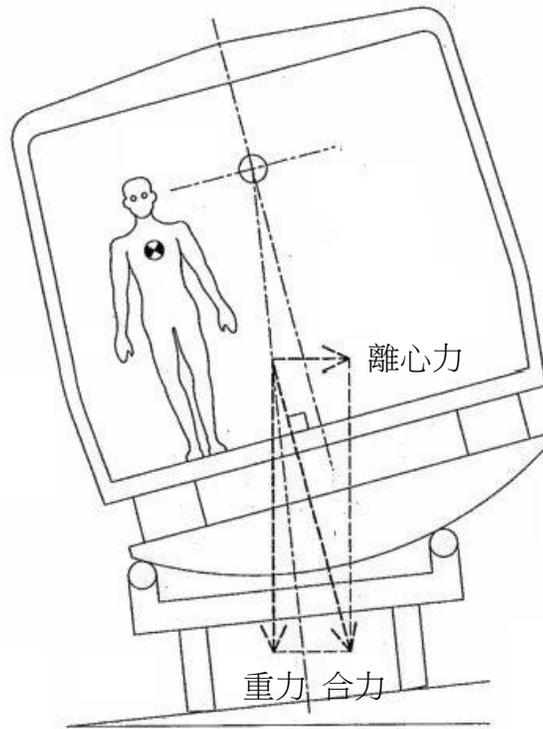


圖 3.2.2 傾斜式車輛過彎時乘客受離心力影響示意圖

鐘擺式車輛車體可傾斜達 5° ，故與非傾斜式車輛相比，最大可提高速度 $+30 \text{ km/h}$ 左右（但曲線半徑大小的要素亦必須配合），是提高曲線通過速度十分有效的車輛。

但是，它同時具有以下缺點：

隨速度提高，施於軌道及路基的破壞也成比例提高，為維持軌道狀態正常所採取的養護作業也增加。特別是在路基脆弱的路段，要達成上述提速效果較為困難。

鐘擺機構除其本身之外，因其傾斜角相當大，因此集電弓恐將脫離電車線，故必須採用使集電弓位置保持中立的機構等等，機構上較為複雜，初期購置成本以及日後維護成本都將增加。

也就是說鐘擺式車輛要充分發揮其能力，在維護上也需要更多心力，為了解決這些缺點，所出現的就是空氣彈簧傾斜方式。

2. 有關於空氣彈簧傾斜系統：

本購車案使用的空氣彈簧傾斜系統是利用控制支持車體之轉向架左右兩側空氣彈簧的內壓，改變高度使車體傾斜之傾斜系統。此一方式不需鐘擺機構等大型裝置，可視為是採用原本之空氣彈簧式轉向架車輛，追加車體傾斜控制相關的設備後而成的傾斜式車輛，包括維護成本在內的運用成本（RunningCost），是比較划算的車輛。

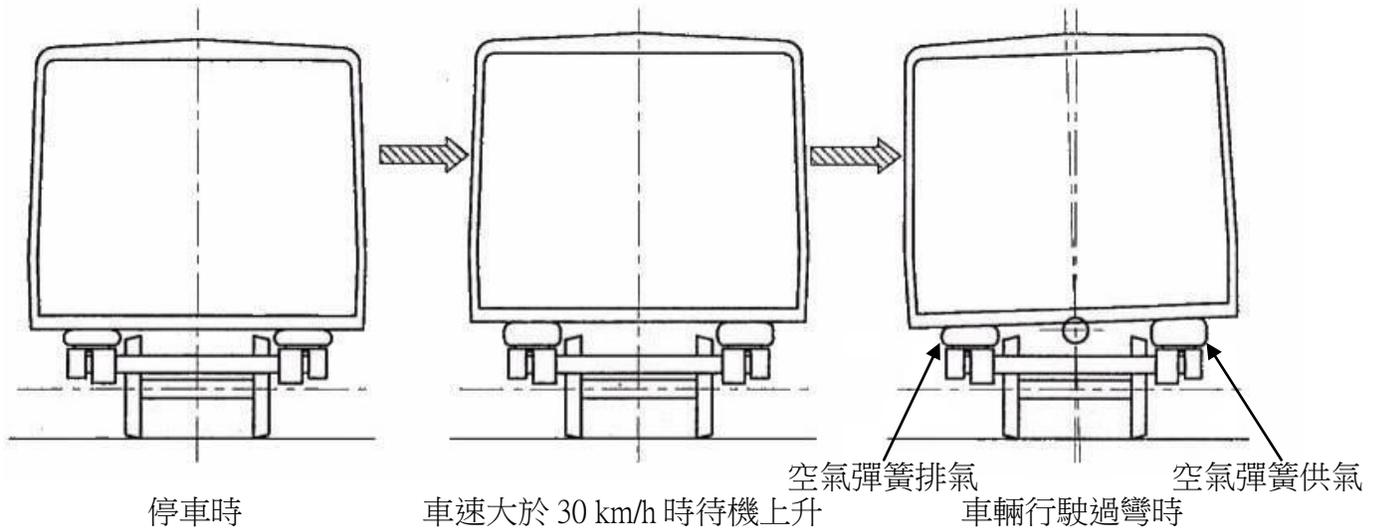


圖 3.2.3 空氣彈簧傾斜系統動作示意圖

空氣彈簧傾斜系統的車體傾斜角度是 2° ，缺點是比起鐘擺式車輛的 5° 減少 3° ，所減少的 3° 約相當於增加橫向固定加速度約 0.5 m/s^2 。

因此，如在目前的鐘擺式車輛以橫向固定加速度 0.3 m/s^2 下行駛時，具有空氣彈簧傾斜系統的车辆以相同速度行駛時，車體橫向固定加速度為 $0.3 \text{ m/s}^2 + 0.5 \text{ m/s}^2 = 0.8 \text{ m/s}^2$ ，也就是在規範規定的橫向固定加速度 0.8 m/s^2 的範圍內，可與鐘擺式車輛以相同速度行駛。

現正於 JR 北海道公司所運用中，具空氣彈簧傾斜系統的 261 系列特快柴聯車，基於上述思維，相較於非傾斜式車輛其速度提高如下表所示。

表 1：JR 北海道公司 261 系列特快柴聯車的曲線通過速度

曲線半徑 (M)	300	350	400	450	500	600	700	800	900
261 系列 行駛速度	非傾斜車輛 +15km/h		非傾斜車輛 +20km/h			非傾斜車輛 +25km/h			
(參考) 本局 傾斜車輛速度 限速規範	非傾斜車輛 +15km/h		非傾斜車輛 +20km/h				非傾斜車輛 +15km/h		

【261 系列特快柴聯車】

2000 年投入營運，是接續在 281・283 系列鐘擺式特快柴聯車的運用實績之後，採用 201 系列普通柴聯車（1996 年度登場）的空氣彈簧傾斜系統的 2° 傾斜，是兼顧運用成本降低，且具充分高性能的次世代特快柴聯車。



圖 3.2.4 261 系超級宗谷號列車
（圖片取自維基百科）

本局的非傾斜車輛的運用形態與 JR 北海道公司不同，故表 1 的 261 系速度提高實績並無法直接套用在本局，但如上述說明，空氣彈簧傾斜系統具有充分的曲線速度提高能力。

3. 鐘擺式車輛及空氣彈簧傾斜車輛的轉向架構造差異：

如前項所述，相對於鐘擺式車輛轉向架其有複雜的鐘擺機構，空氣彈簧傾斜車輛用之轉向架的構造與非傾斜之一般無搖枕式轉向架沒有什麼不同。（參見次頁，圖 3.2.5 是鐘擺式轉向架、圖 3.2.6 則是空氣彈簧傾斜轉向架的示例）這也是空氣彈簧傾斜車輛用轉向架比鐘擺式車輛用轉向架，運用成本（Running Cost）降低的主要原因。

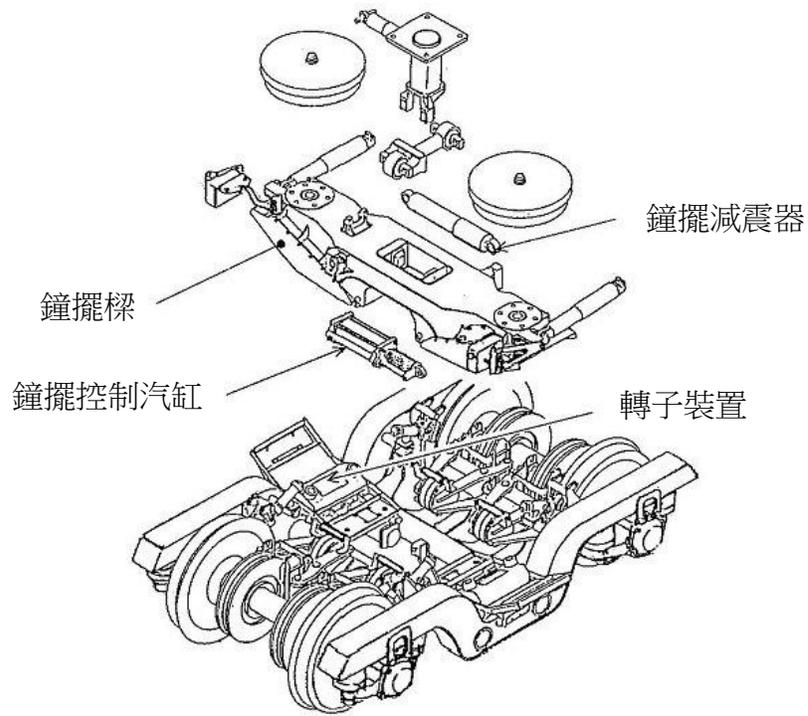


圖 3.2.5 鐘擺式轉向架

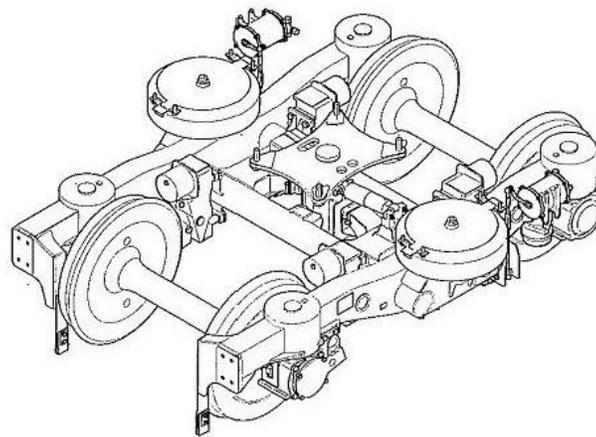


圖 3.2.6 空氣彈簧傾斜式轉向架

(二) 空氣彈簧傾斜系統概要：

本系統是日本車輛獨自開發的“鐵道車輛用水平閥（以下簡稱「LV」）”式空氣彈簧傾斜系統，主要以車高控制裝置（Height Changer 以下簡稱「HC」）、車體傾斜裝置（Tilting Controller，以下簡稱「TC」）、電磁閥裝置（Valve Component，以下簡稱「VC」）等裝置構成。

傾斜系統的構成如圖 3.2.7 所示。

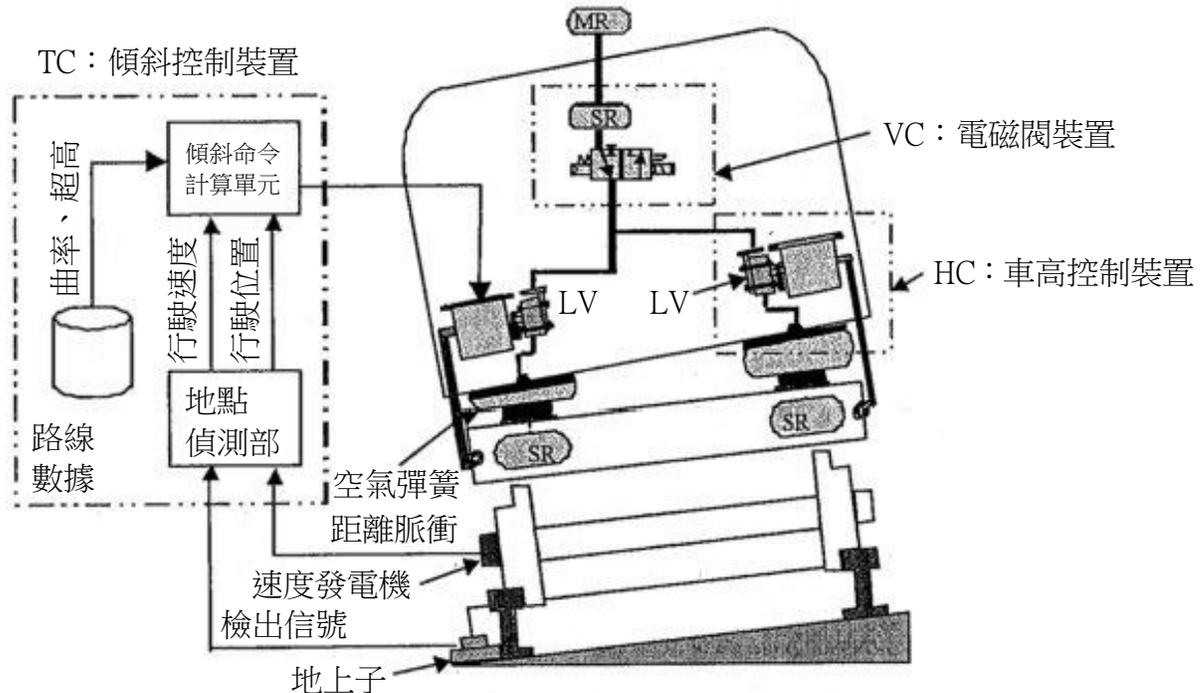


圖 3.2.7 空氣彈簧傾斜系統構成圖

1. 各設備之功能如下：

(1) HC：

對 LV 的高度資訊提供模擬變位，使空氣彈簧的高度調整到指定數值的裝置。

(2) TC：

高速計算部，基於計算車軸端的速度探針所發出的脈衝訊號，來算出現在位置，並由來自地上子之絕對位置資訊，來校正車輪及鋼軌間之空轉與滑走所產生的誤差的「地點偵測功能」，且具有將「地點偵測功能」的資訊與預先輸入好的曲線資訊，對必要的傾斜角以及時機做出判斷，並對 HC 輸出命令的「傾斜命令演算功能」。此外「地點偵測功能」在一個電車組中只有車頭（TED）才具備，其他車輛只具有「傾斜命令演算功能」。

(3) VC：

是將需由 TC 來控制開閉的電磁閥、濾器、風缸以及安裝這些裝置用的歧管座總成所構成。安裝在每組轉向架附近，每輛車需安裝 2 台的空壓迴路裝置。

傾斜系統相關設備配置如下圖說明：

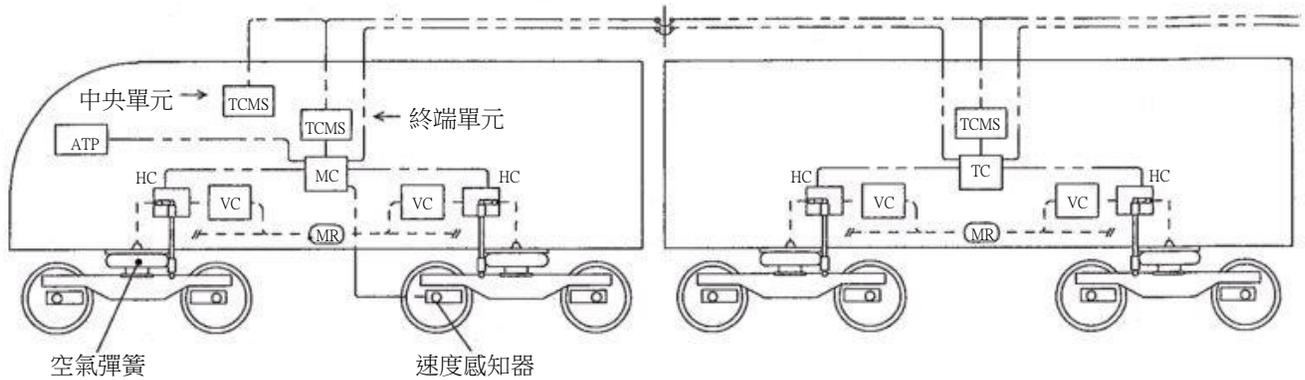


圖 3.2.8 傾斜系統相關設備配置圖

2. 傾斜流程：

第 1 階段：

依據從地上子所收到的絕對位置資訊、以及速度感知器的速度資訊為基礎，由 MC 計算出現車所在地點。該資訊透過 TCMS 終端單元傳送到其他車輛的 TC。

第 2 階段：

MC 及各車的 TC 之間，透過繼電器來進行車輛間的同步動作，以校正 TCMS 傳送所造成的延遲時間。而各 TC 是藉由所收到的 TCMS 資訊以及校正來計算出自車的所在地點位置。

第 3 階段：

各 MC、TC 基於自車所在地點位置計算結果，對 HC 發出傾斜指令。

(三) 關於空氣彈簧傾斜系統的備援設計：

本購車案之「LV（水平閥）式空氣彈簧傾斜系統」，是使用大量用在非傾斜車輛上的水平閥及空氣彈簧來進行傾斜動作，是非常簡潔又可靠度甚高的傾斜系統。不過，無論是可靠度多麼高的系統，系統故障或誤動作之機率不可能為 0%，在本系統也不例外。

在日本國內，當空氣彈簧傾斜車輛的傾斜系統發生故障時，一般做法是停止傾斜運作，將其做為非傾斜車輛來運用。本次購案車輛則考量到此種情形，隨故障的程度不同，備有多重的備援機構。

1. 地點偵測錯誤：

當發生地點偵測錯誤時，因無法確認自車與曲線之相對位置關係，一般是無法發出傾斜指令。但本車輛針對此種事態，備有「自然鐘擺模式」。

【自然鐘擺模式】

當發生地點偵測錯誤時，在下個地點偵測成功前，將採「自然鐘擺模式」行駛。此模式是利用設置在各車廂上的加速度計，偵測進入曲線後產生的離心加速度，判斷曲線狀態來實施傾斜動作。(如圖 3.2.9)

因在測知離心加速度後才進行傾斜，故將比通常的「傾斜模式」有若干的傾斜遲滯，這是跟「附控制鐘擺車輛」的地點偵測錯誤時所備援的自然鐘擺運轉的擺動遲滯是類似的情況。

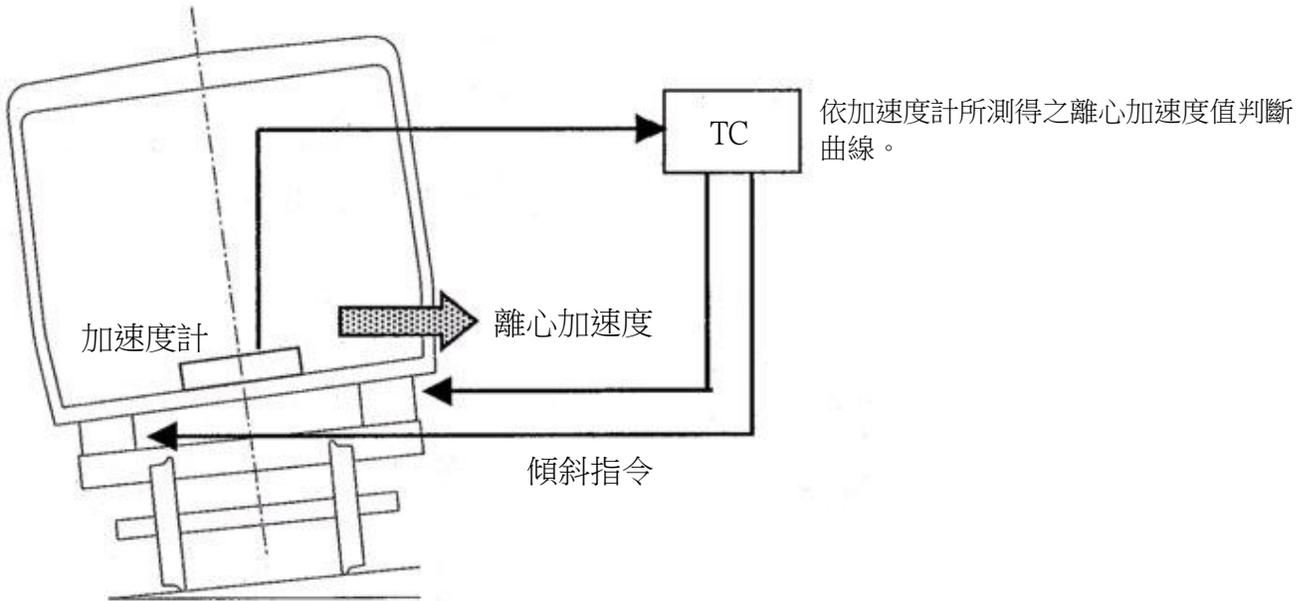


圖 3.2.9 自然鐘擺控制模式

2.設備故障：

本傾斜系統所使用的各種設備，都具有與水平閥 (LV) 同程度的高可靠度。然而水平閥是不具備援的單重系統，故在本車輛傾斜系統，在設備發生故障時，則以下列備援方式來維持傾斜動作。

(1) HC 故障：

在 1 個轉向架上裝備 2 台的 HC 中，如 1 台受損無法進行傾斜動作時，將以另一邊的空氣彈簧來做傾斜動作，以「單側傾斜模式」維持車輛運行。在此情形下，因只靠單邊空氣彈簧來實施傾斜，故最大傾斜角為 1° 。

此外，故障 HC 一邊的空氣彈簧，因對該 HC 停止供電，故以通常的空氣彈簧及水平閥來作用，不會造成卡死或是消氣狀態。

(2) TC 故障：

TC 是分為海側空氣彈簧傾斜用與山側空氣彈簧傾斜用的 2 重系統，故其中 1 系統故障時，仍可維持另一側的空氣彈簧傾斜動作，以「單側傾斜模式」實施運轉。之後則與 1 項相同。

(3) 複數設備同時故障：

如複數設備同時故障，則等同達「事故」等級的故障。在此情形下，該車的 TC 電源切斷，停止對傾斜設備通電，亦即將水平閥、空氣彈簧與傾斜系統間的連結切斷，成為「非傾斜模式」狀態。之後則跟一般車輛成為一樣的構造繼續運轉。

鐘擺式車輛如發生鐘擺機構卡死等重大故障時，要自傾斜狀態恢復十分困難，故要以一般列車速度行駛也有困難，故以上構造與其相較之下具有相當大的優點。此外，發出傾斜指令的 TC 是各自獨立設置在各車廂，以控制該車廂的傾斜。因此，如單一車廂發生傾斜設備故障時，也完全不會影響到其他車廂，可繼續運轉。

(四) 具車體傾斜系統之車輛：

簡介：

茲將日本車輛所製造之空氣彈簧式車體傾斜系統之概要說明如下。

1. 具車體傾斜機構之車輛：

當車輛通過曲線路段時，離心力將作用於車輛上。當此離心力過大時，將造成旅客感受到的乘坐品質惡化。

日本在 1962 年日本國有鐵道（現在的 JR）所實施的調查、實驗的結果，得到離心力（左右常規加速度）如在 0.8 m/s^2 以下時，則乘客不會感到不舒適的結論。依據此一結果，日本的列車大多以 0.8 m/s^2 以下為指標來設定曲線路段的運轉速度，然後進行提高速度的地上設備與車輛系統的開發。

然而，所設置的軌道超高量（CANT）有其限度，因此速度提高有其極限。為了再提高速度，不足的超高量（CANT）則要由具車體傾斜機構之車輛來補足。

具車體傾斜機構之車輛，依其傾斜方式可大分為「鐘擺式車輛（Pendulum Train）」和「傾斜式車輛（Tilting Train）」2 類。2 種機構的特徵及其差異將在次節起說明。

此外，目前以「太魯閣號」為名運用中的 TEMU1000 型是屬於「鐘擺式車輛」。相對的，本購車案的車輛是「空氣彈簧傾斜式車輛」，在日本實用化的案例有「N700 系新幹線」等。

另外，在歐洲還有使用油壓缸作動的油壓作動連桿機構（最近使用電動汽缸為主）來使車體傾斜的「傾斜式車輛」為主流，在本文中則予以省略。

2. 鐘擺式車輛：

在 TEMU1000 所使用的是稱之為「附控制自然鐘擺方式」的系統。此一系統是在比車體重心更高的位置設定為鐘擺中心轉軸，車體受到過大離心力時則會左右擺動，達到車體傾斜（自然鐘擺）。這個鐘擺動作是經由裝有轉子（如 TEMU1000），或是線性軸承導架的轉向機構來支撐（圖 3.2.10）。

在自然鐘擺的情形，因車體慣性質量的影響，受轉子裝置的滑動阻力等影響造成「擺動遲滯」及「擺正遲滯」，使乘坐舒適度惡化，故必須在鐘擺機構上加裝空壓汽缸使鐘擺動作較平順，故稱為「附控制自然鐘擺方式」。

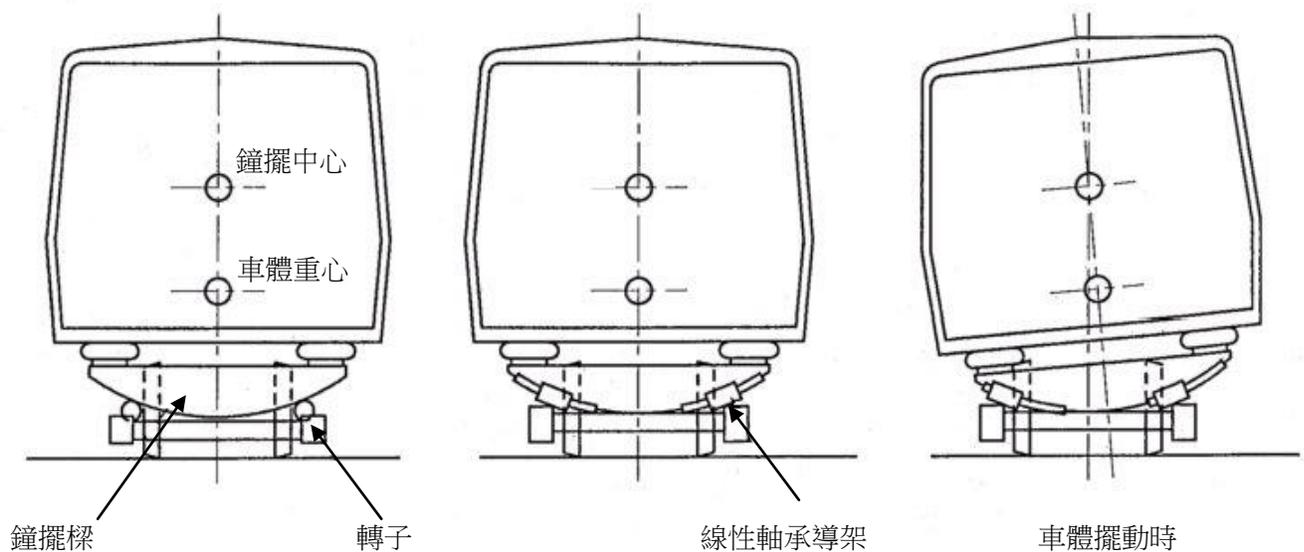


圖 3.2.10 附控制自然鐘擺及線性軸承式轉向架

前述的線性軸承導架方式，是由日本車輛與鐵道總合研究所共同開發的技術，已在 JR 北海道與 JR 東海、JR 西日本的特快車上採用。

此一系統可傾斜達 5° 具有高度的通過曲線能力為特徵，但是同時也具有構造複雜、維修性惡化等缺點，詳述於後。

3.空氣彈簧式傾斜式車輛：

本購車案的傾斜系統，是利用控制支持車體之轉向架左右兩側空氣彈簧的內壓，改變高度使車體傾斜之「空氣彈簧傾斜式車輛」。此空氣彈簧式車體傾斜系統，是在通過曲線路段時，在曲線外軌側的空氣彈簧打入更多空氣使其膨脹，同時並將內軌側的空氣彈簧放氣來使車體傾斜的系統，是非常簡單的構造。(圖 3.2.11)

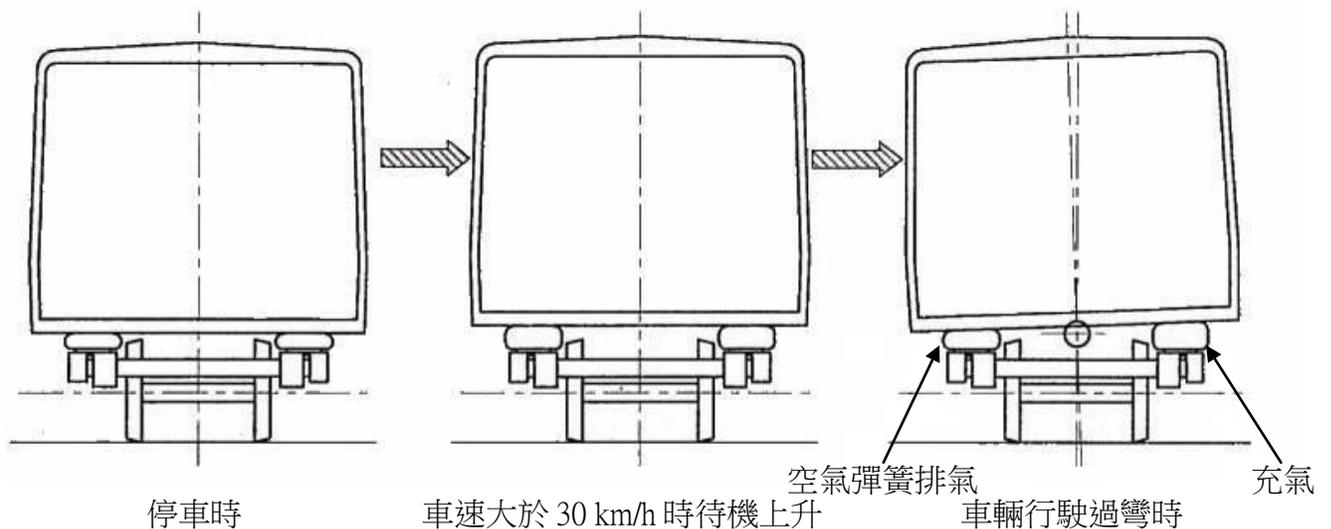


圖 3.2.11 空氣彈簧傾斜方式

車輛之最大傾斜角為 2°，傾斜性能可滿足本案規範【12.傾斜系統】之要求。雖傾斜角比鐘擺系統為小，但因構造簡單，故比鐘擺式系統的維修性較有優勢。除了具有實際運用所必須之充分的傾斜機能之外，比起鐘擺式轉向架之生命周期成本（Life Cycle Cost）亦大幅下降。

（五）空氣彈簧傾斜式車輛的優點：

「空氣彈簧傾斜式車輛」比起「鐘擺式車輛」具有諸多優點，茲說明於本節。

1.構造簡單：

生命周期成本（Life Cycle Cost）低廉如前文所述，「空氣彈簧傾斜式車輛」之轉向架的構造與「非傾斜式車輛」之無搖枕式轉向架並無二致。（見圖 3.2.12 鐘擺式轉向架、圖 3.2.13 空氣彈簧傾斜式轉向架）。

「鐘擺式車輛」之轉向架則如下圖 3.2.12 所示必須裝設非傾斜式車輛所沒有之鐘擺樑與轉子等機構。如轉子受損時，將直接影響乘坐舒適度，故為防止異物侵入，必須裝設防塵裝置，亦必須特別注意環境的防塵。

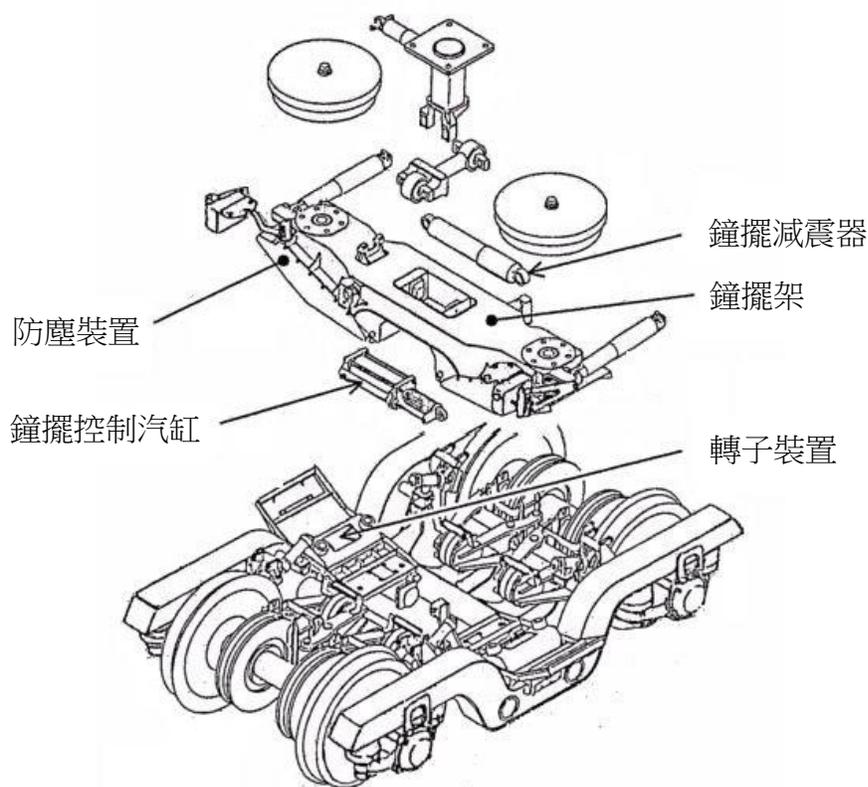


圖 3.2.12 鐘擺式車輛轉向架

相對的「空氣彈簧傾斜式車輛」的轉向架如圖 3.2.13 所示，構造與非傾斜式車輛差不多，非常精簡。

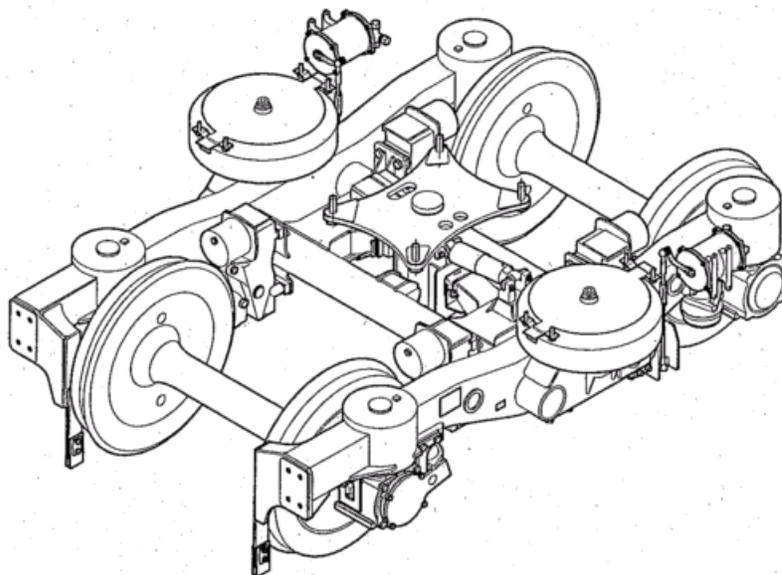


圖 3.2.13 空氣彈簧傾斜式轉向架

此外，因「鐘擺式車輛」傾斜角度較大，在傾斜時集電弓恐脫離電車線，因此必須採用使集電弓保持中立位置的機構，或是修改電車線的偏移量。

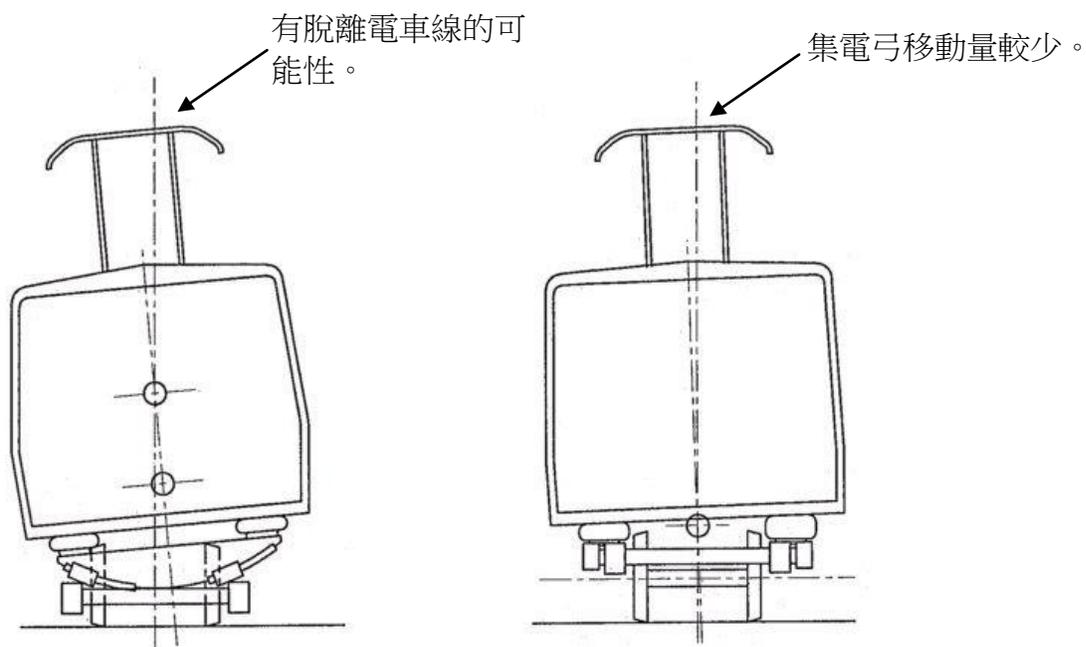


圖 3.2.14 空氣彈簧傾斜式與鐘擺式車輛集電弓偏移量比較圖

如上所述，因「鐘擺式車輛」構造複雜，故購置初期成本甚高。此外，也因其維修性不佳故操作成本亦高。相對地「空氣彈簧傾斜式車輛」的構造簡單，這些就是造成如前節所說明比「鐘擺式車輛」的生命週期成本低廉的重要原因。

2.車內空間寬敞：

「鐘擺式車輛」因傾斜角度大，為避免車體超出車輛界限，故車體截面被迫必須縮小，狹窄車身使得乘客有壓迫感。相對的空氣彈簧傾斜式車輛的車體縮減量小，車內空間寬敞。

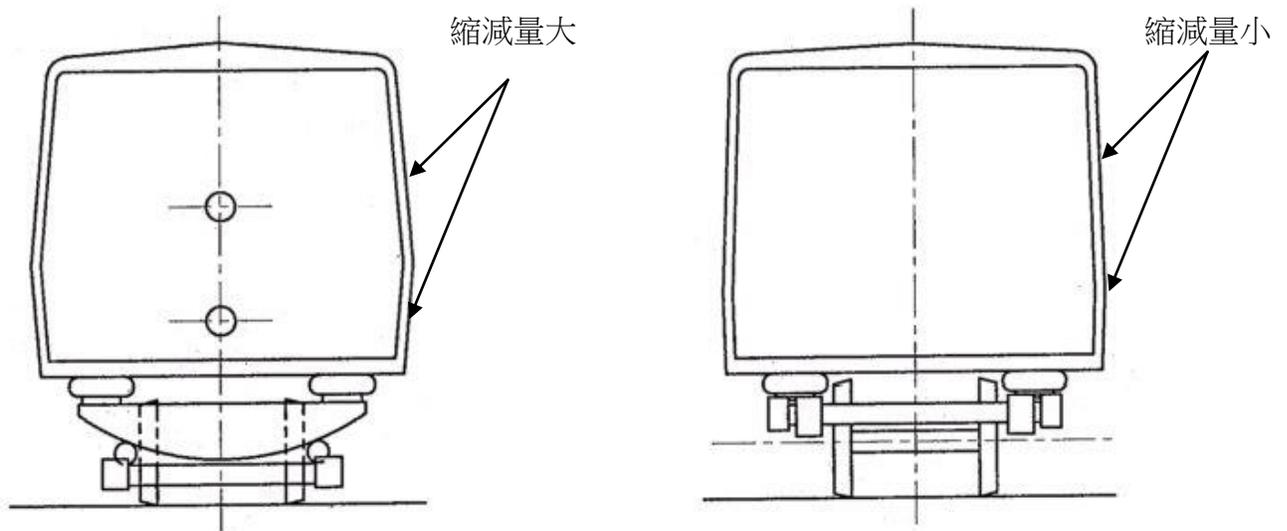


圖 3.2.15 空氣彈簧傾斜式與鐘擺式車身縮減比較圖

3.不易暈車：

「鐘擺式車輛」因比「空氣彈簧傾斜式車輛」傾斜角度大，在緩和曲線上的“車體滾轉角速度、車體滾轉角加速度”亦大。因此，對容易暈車的旅客而言，「鐘擺式車輛」較為不適。

4.對曲線部軌道的損傷小：

「鐘擺式車輛」與「空氣彈簧傾斜式車輛」都是利用將車體傾斜來抵消對乘客所作用的離心力，而無法降低對車輛全體所作用的離心力。因此，對曲線外側軌的推出力在兩者是相同的。但是，「鐘擺式車輛」在車體傾斜時因車體重心朝外側軌移動，故比起重心幾乎沒有移動的「空氣彈簧傾斜式車輛」對外側軌所作用的垂直荷重較大。

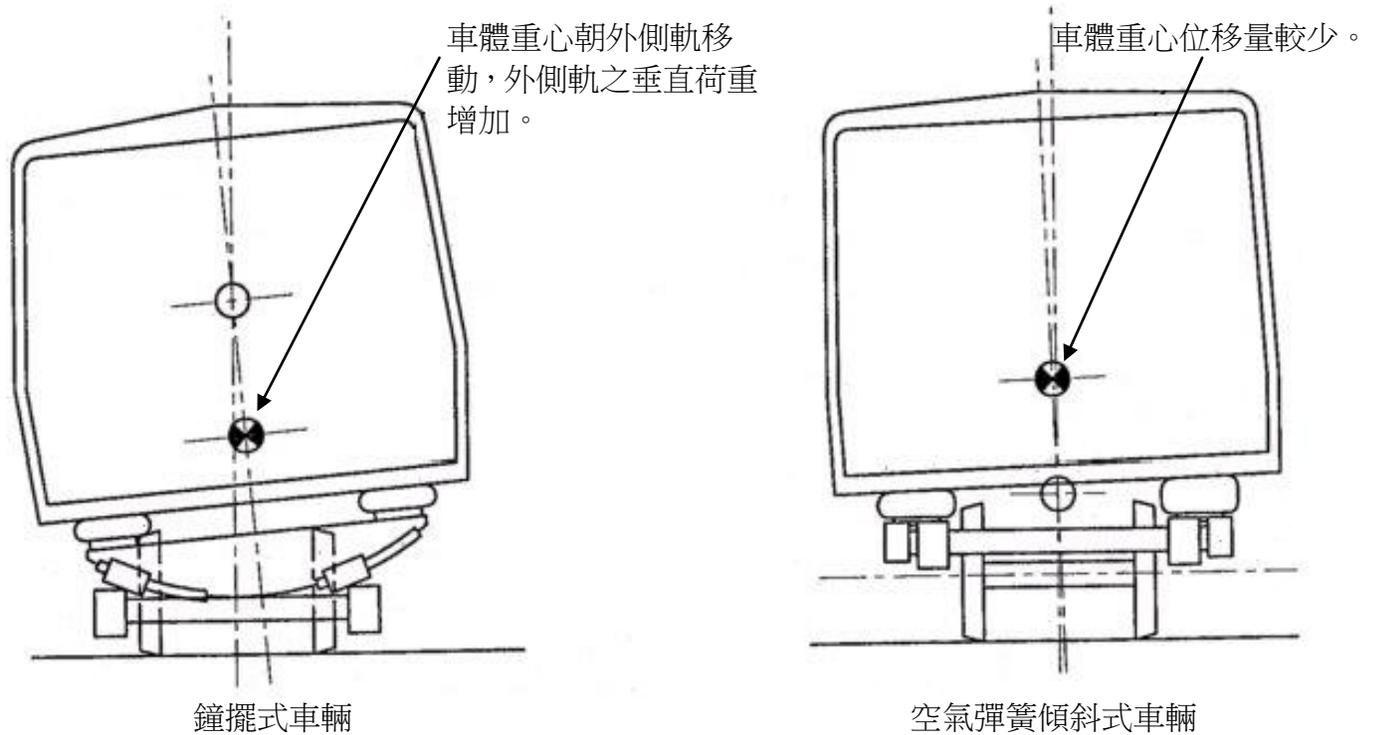
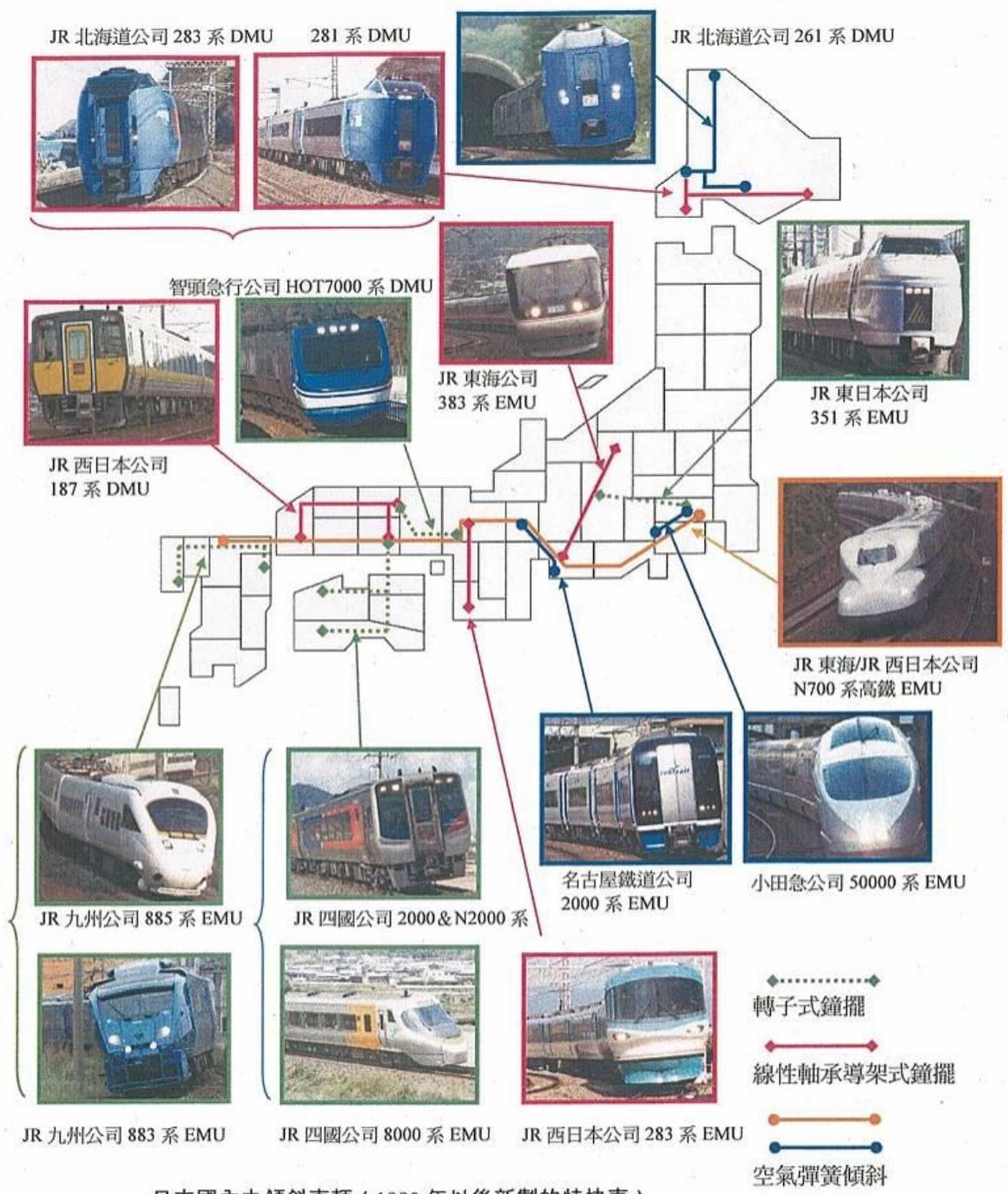


圖 3.2.16 空氣彈簧傾斜式與鐘擺式車輛重心偏移比較圖

此外，「鐘擺式車輛」用的轉向架重量，比「空氣彈簧傾斜式車輛」轉向架重量為重，這也會對軌道有較大的損傷。與車體透過空氣彈簧來緩衝相比，轉向架的振動更直接地對軌道作用。「鐘擺式車輛」轉向架上的鐘擺機構約有 700 Kg，這些重量比起「非傾斜車輛」及「空氣彈簧傾斜式車輛」用轉向架是多出來的，因此可說是更容易對軌道造成損傷。

(六) 日本國內傾斜式車輛的動向：

自下頁起說明在日本國內，1990 年以後新製，做為特快車營運之傾斜式車輛（包括鐘擺式）的狀況。



日本國內之傾斜車輛（1990 年以後新製的特快車）

以下為前頁所示車輛之營運開始年份一覽表：

傾斜方式	車種	營業運轉開始年		
		1990年代	2000年代	
轉子式 自然鐘擺車輛	2000系 DC	■		NS 製造※1 NS 製造※1
	8000系 EC		■	
	351系 EC		■	
	HOT7000DC		■	
	883系 EC		■	
	885系 EC		■	
線性軸承導架式 自然鐘擺車輛	281系 DC		■	NS 製造※1 NS 製造※1 NS 製造※1 NS 製造※1
	383系 EC		■	
	283系 EC		■	
	283系 DC		■	
	187系 DC		■	
空氣彈簧式 傾斜車輛	261系 DC		■	NS 製造※2 NS 製造※3 NS 製造※1
	2000系 EC		■	
	50000系 EC		■	
	N700系新幹線		■	

※ 1 NS 製造 1：日本車輛與其他公司共同設計、製造。(包括只製造轉向架)

※ 2 NS 製造 2：日本車輛只設計/製造車體。(轉向架為住友金屬公司製)

※ 3 NS 製造 3：日本車輛單獨設計、製造。

如上所示，1990年代初期到中期以“轉子式”為主流，1990年代中期到後期“線性軸承導架式”開始投入。但到了2000年以後，新購車輛已幾乎不再考慮上述兩種形式，構造簡要的“空氣彈簧傾斜式”成為主流。綜上所述，為求更經濟的生命週期成本，簡單又有效的提高速度，唯有採用最新式「空氣彈簧式傾斜式車輛」。

三、門機系統

TEMU2000型自動門型式有車側自動門、隔門、通道門、多功能廁所門、育嬰室用自動門等
其中尤以車側自動門最為重要，茲分述如下

TEMU 2000 型車側自動門結構及電路介紹

(一) 自動門電源種類：

1. 第 201 號線經由 BN (NFB for 24V DC battery) 與 24V 電瓶箱 (230AH) 直接連接 (參考電路圖 page 41)

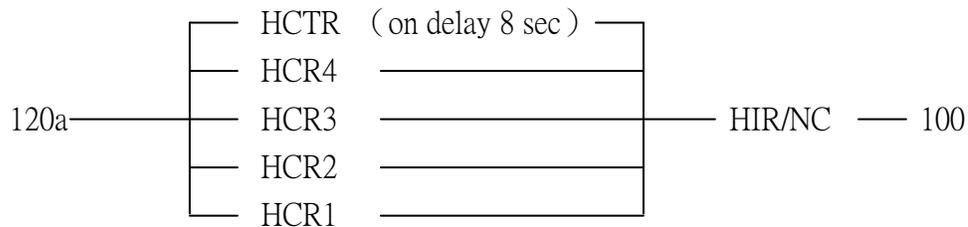
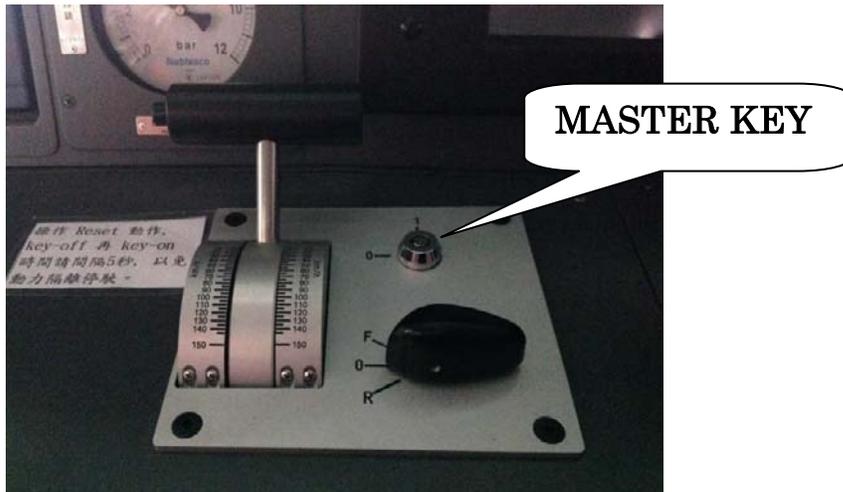


2. 第 203 號線：經由 29 V battery charger (7 kw) 電瓶充電器，接受 BatK3 的接觸器控制，BatK3 的激磁需要 11 號線的建立，BatK3 請參考 (電路圖 page 41)



3. 第 11 號線：110V battery (135AH) B101 (+) →BatN1 (5A) NFB for BatK→102→HCRN (5A) NFB for Head Car Control→120→key start up

當操作人員將 MASTER key 往下押，旋轉 90°時該 13-14 號接點接通→120 a 通電。

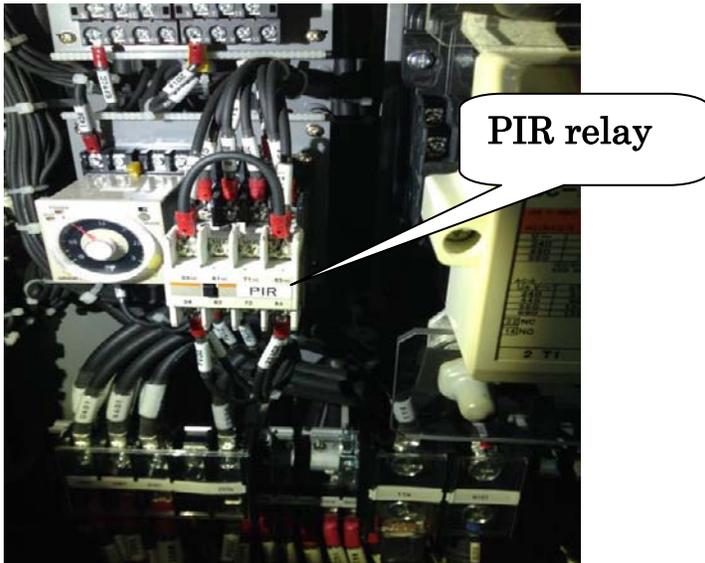


當 HCR1、HCR2、HCR3、HCR4 激磁後

120→HCR4/NO→10 Battery Contactor Train Line→10 (TED) →BatDd1→10a→BatKN (3A) →10b→BatK1 激磁。

當 BatK 激磁後，B101 (+) 電源→BatK→101→BatKN2→11a→DC110V Battery Charger (20kW) →11 Battery Power (DC 110V) →產生電源→Train Line (參考電路圖 page 15)

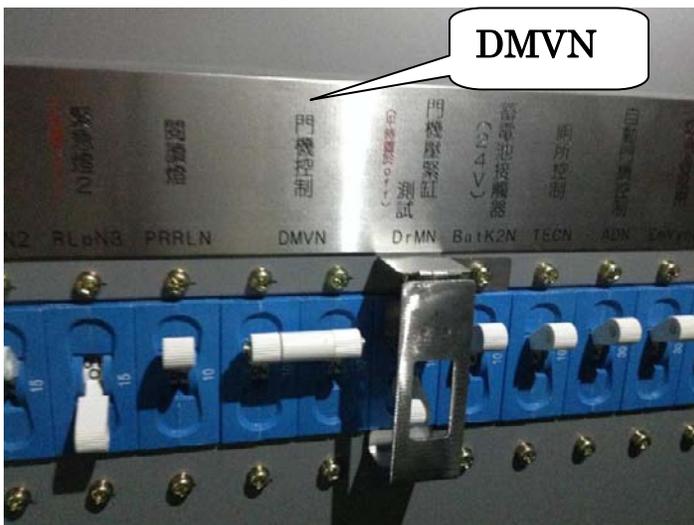
4. 第 11 號線通電→TED car→PIRN (3A) NFB for 110VDC power interlock relay→11b→PIR 激磁 (參考電路圖 page 41)



5. 當 24V Battery (+) →BN→201→BatK2N (10A) →201a1→PIR/NO→BatK3 激磁。DC 24V emergency (參考電路圖 page 41)
第 203 號線建立後→RLPCN(10)NFB for RLP control→140→RLpFS(G) Switch for Lighting Full On (操作人員按下) →RLpR 激磁。(參考電路圖 page 43)
6. 第 201 號→BatK2N (10A) →RLpR/NO→201a2→BatK3 激磁。(參考電路圖 page 41) 全點燈也可以使 Batk3 激磁。

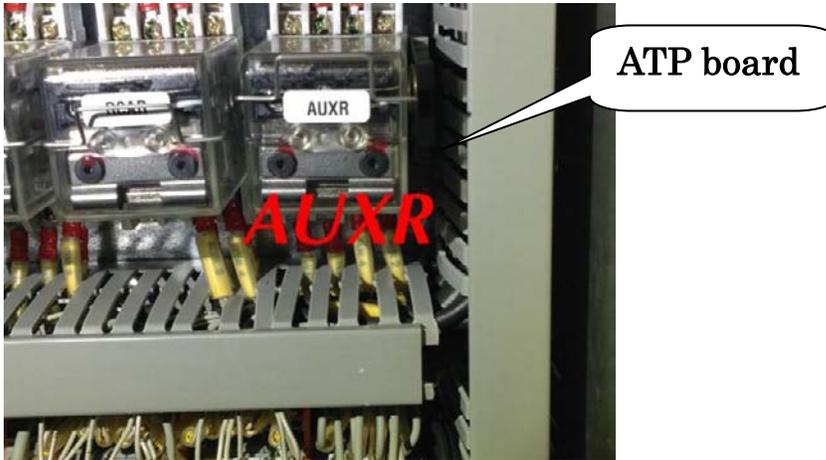
(二) 自動門控制

1. 第 201 Battery power (DC 24V) →DMVN (10A) →NFB for DCMV/DOMV→215



2. 第 203→DILpN (10A) Indicator Lamp for Door→31C→AUXR/NO (參考電路圖 page 27)
3. AUXR (ATP board): Bat. 11→RUN(2A) NFB for Recording Unit→135r→ATP board No. 11.
12. →RU→ATP Logic Unit→input. and Tachometer 1.2 input to Logic Card. Then output for Logic Units→DX3.5→TB 11 NO.10
AUXR 在 0~4.9 km/hr 不激磁 (參考電路圖 page 55)

AUXR 在 5 km/hr 以上激磁



4. 有關 ZVR :

Train Line→11→CIN1 (20A) →150→Power Supply Unit 110/24DC→Traction Control Unit→NO.6 card→P241 (參考電路圖 page 4)

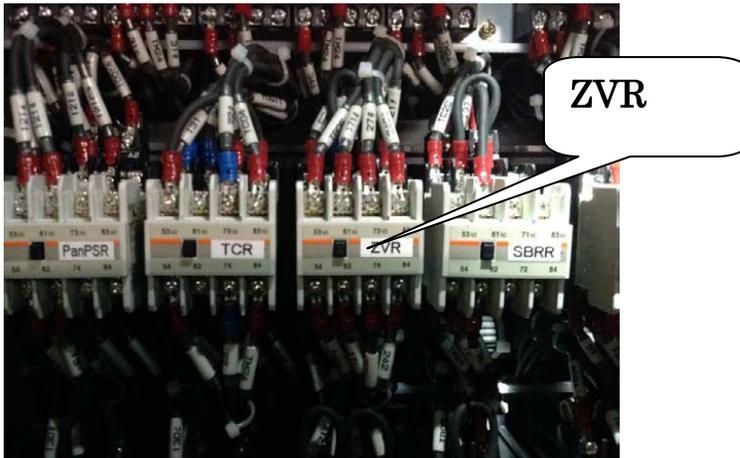
5. Main Converter Traction Control Unit NO.1 card

當速度為零時，觸發 VZVR 激磁

P241→VZVR→NO.1 card (參考電路圖 page 5)

6. 11→CIN2 (10A) →150a→VZVR→standstill→27→Train Line→TED car (參考電路圖 page 3)

7. TED car→27→ZVAR 激磁



8. Unit Line 150a→APCS→ZVAR/NO→150a1→ZVR 激磁

當列車速度為零時，ZVR 激磁 (參考電路圖 page 2 and page 3)

9. 開門的條件：

(1) AUXR 不激磁：列車速度在 0~4.9 km/hr。

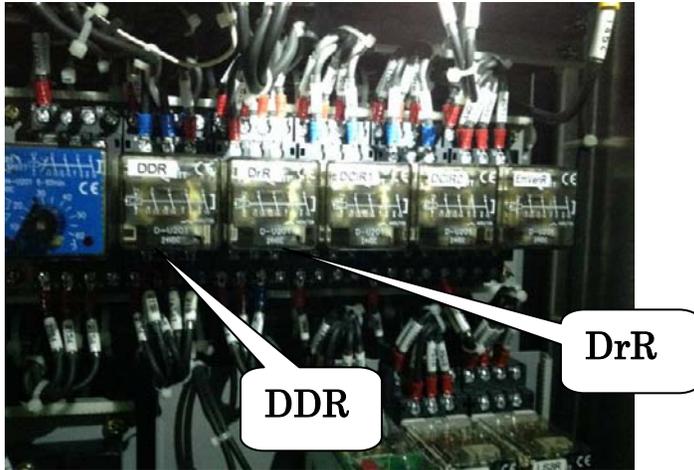
(2) ZVR 激磁：列車速度在停止狀態。

(3) ZVRS；零速度隔離開關在正常位置。

以上條件會關係到 31 號線是否有電，進而影響自動門。

31e→HCR3/NO→ZVRS→31→DMVN (10A) →DrR 不激磁

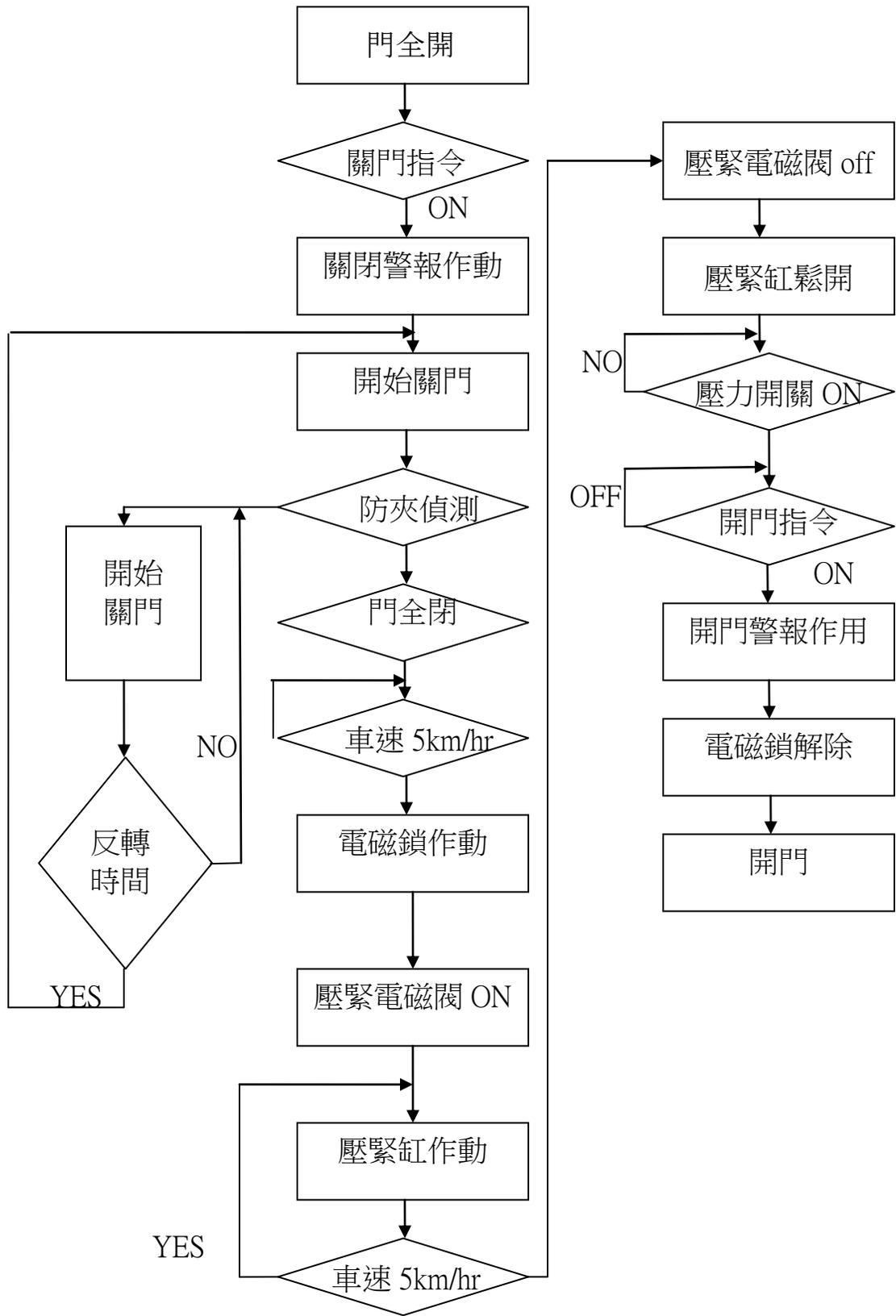
(參考電路圖 page 27)

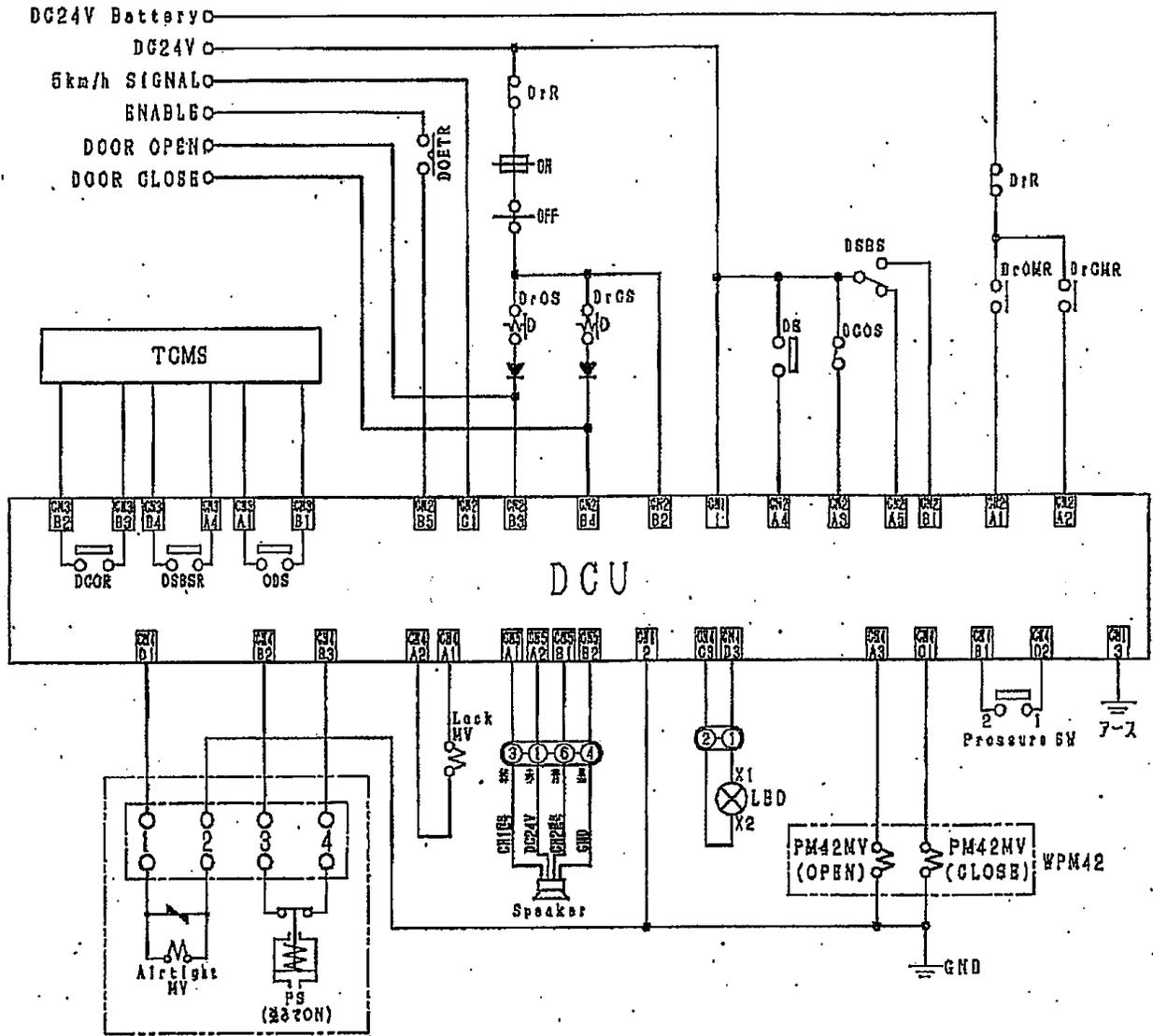


10. 第 215→DIR/NO→215d→DDR 激磁
第 215→DDR/NO→DDTR/NC→DDR 保持激磁
11. 第 215→DDR/NO→210→供門機電源
第 215→DDR/NO→210→DrR/NC→211→供門機控制電源
(參考電路圖 page 27)
12. 第 211 號線→車門開關 CrS→將車門 key 鍵轉 90°
211→211a→DCV2 (input) →PM42MV21 open (output)
該單一門打開
13. 當操作人員按下綠色開門鈕時
211→211a→DrOSR2→211b→DrODd2→DCV2
DrODd2→32→DrROR 激磁 Relay for Door Open
TM24→DrROR/NO→TD05→TCMS
DrODd2→32→Door Open (Right) Train Line
(參考電路圖 page 27)



DCV 動作流程圖





S3-2P 端子台 組立

SYMBOL	DESCRIPTION
DCU	Door Control Unit
DS	Switch for Door Interlock
DrOS	Switch for Door Open
DrCS	Switch for Door Close
DrR	Relay for Door
DrOMR	Relay for Door Open for Maintenance
DrCHR	Relay for Door Open for Maintenance
DCOS	Door Cock Open Switch
DCOR	Door Lock Open Relay
DSBS	Bypass Switch for Door Interlock Switch
DSBSR	Bypass Switch for Door Interlock Switch Relay
PS	Pressure Switch for Loosen Detection
ODS	Obstacle Detection Signal
DOETR	Timer Relay for Open ENABLE

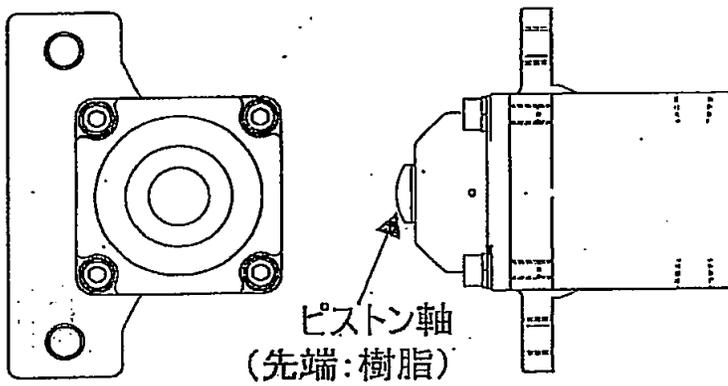
(三) 關門動作

1. 201→DMVN (10A) →215→DDR/NO→210→DrR/NC→211→CrS2→211a
2. 按下 DrCS2→211c→DrCDd2→DCU2 input to DCU
DrCOd2→34→Train Line→Door Close
警告聲→警告燈→關門→5 km/hr 以上→壓門
(參考電路圖 page 27)





車門密封壓制活塞



ピストン軸
(先端:樹脂)



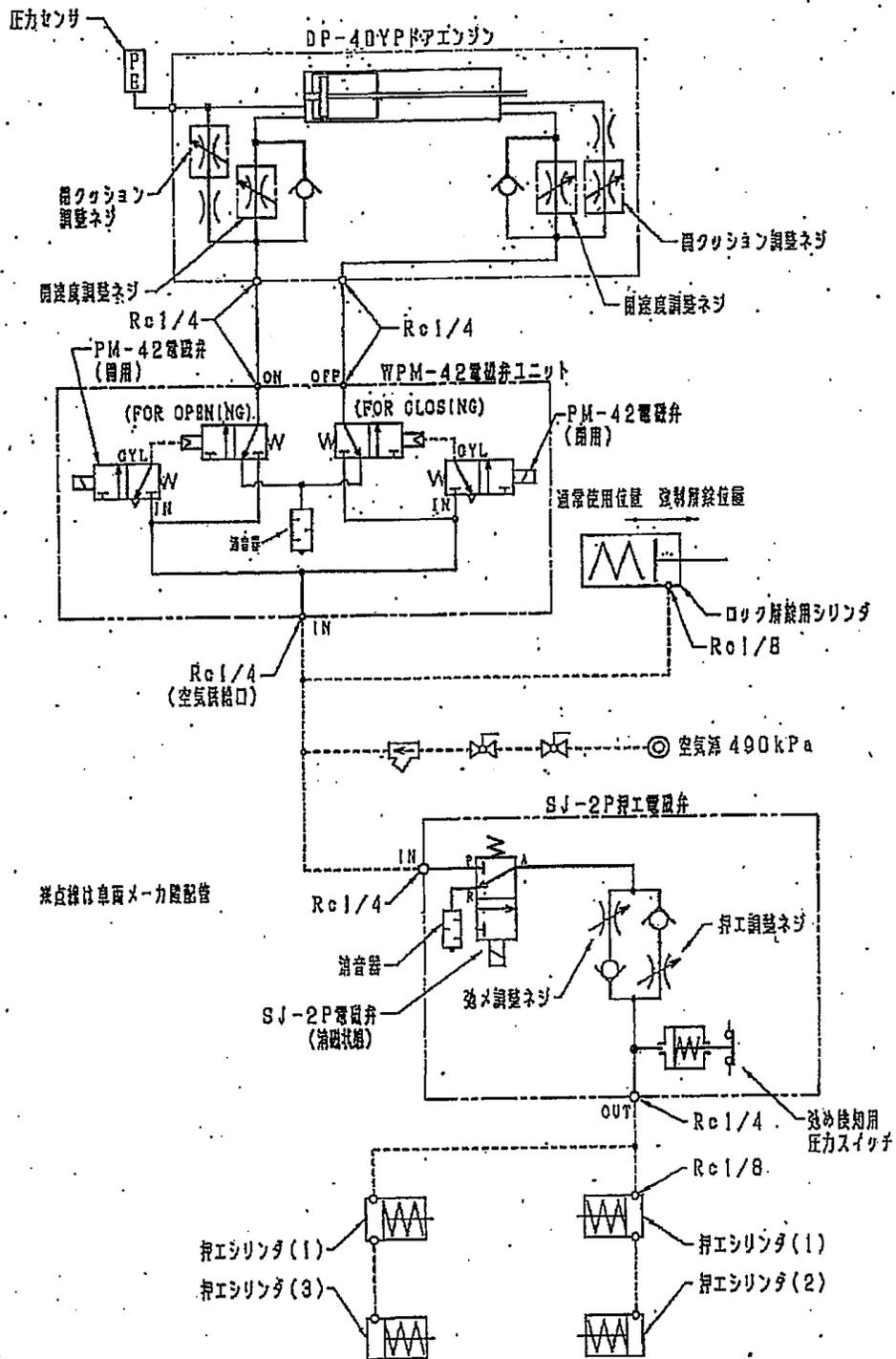
車門鎖



DC



車門電磁閥鎖



(四) 車門與出力連鎖

203→DILpN (10A) →31c→TCR/NO 最後一車的 TCR 激磁

TCR/NO→36a→DC1R2/NO→36b→DC1R1/NO→36→Train Line



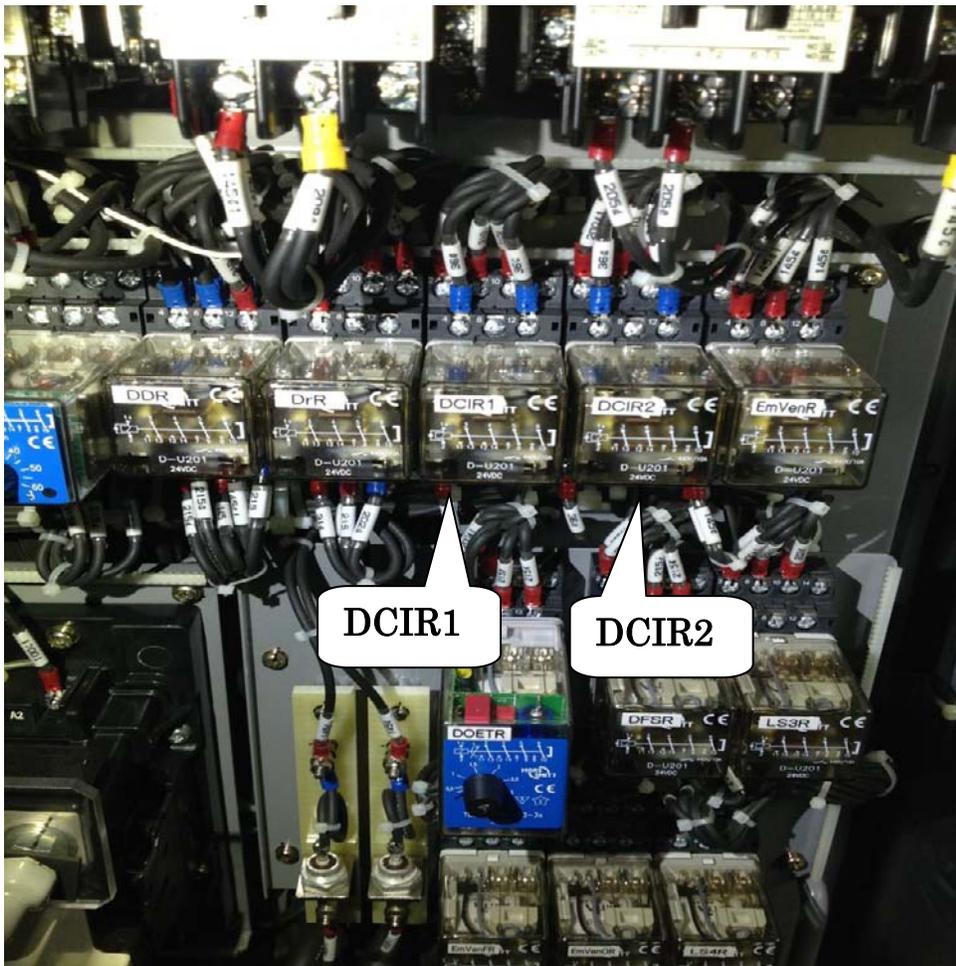
第二個門關妥 DS2 閉合 (如果車門故障，可以扳下
DSBS2 By-Pass Switch for Door Interlock

36d→同側 DS4 閉合→36e→DICR2 激磁 (不影響列車出力)

210→DSBS2→211m→DCU INPUT 單門故障指示燈亮
另一側

210→DS1 閉合→36g→DS3 閉合→36h→DCIR1 激磁

(參考電路圖 page 27)



最後一車 4 個門都關妥以後，繼續往前車查證。

TED（最後一車）→TEM_A→TEP→TEM_B→TEM_B→TEP→TEM_A→TED（主控車）

主控車 36→36c→DCIR1/NO→DCIR2/NO→36a→TCR/NC

主控車的 TCR 不激磁

TCR/NC→36f→HCR4/NO（主控車 HCR4 已激磁）

36j→DIR 激磁

50c→DIR/NO→50d 完成確認車門關閉後

列車才能出力的條件，司機室儀表台上也有一個自動門指示燈，當自動門關閉後其黃色指示燈會亮。



但為了防止 DIR 線圈燒損或某一個查證電路接點不良，雖然門都確認關妥，還是不能出力，此時可以扳動門機隔離開關 DIRS 作為故障處理，但千萬要注意扳動此開關前務必請列車長確認車門均關妥，才能拉動電門使車輛移動。(參考電路圖 page 27)





車門 BY-PASS
SWITCH

如果車門故障，可以扳下 DSBS2 By-Pass switch for Door Interlock

(五) 列車行進中打開車門

203→DILpN (10A) →31c→AUXR/NO→31e

AUXR 在列車速度 5 km/hr 以上其接點閉合 (參考電路圖 page 55)

31c→ZVR/NC→31d→HCTR/NO→31e

ZVR 列車速度在 0.1 km/hr 以上不激磁 (參考電路圖 page 21)

HCTR 只要 master key 在 ON 位，HCTR on delay 8 sec 在閉合位。

31e→HCR3→ZVRS→31

HCR3 在主控車是激磁的，

ZVRS 在正常位接點是閉合的

因此，列車行進中 31 號線是有電的，31→DrR/激磁→200k

201→DMVN→215→DDR/NO→210→DrR/NC→211

因為 DrR 激磁、211 斷電，所有自動門操控電源無電，即使有人誤動作開門，自動門也無法啟開。

ATP 系統故障隔離是不會影響開門動作。



(六) 當司機員到月台後，在未把列車門打開之際就立即攜帶 **Master key** 自行離開：

210→DMVN (10A) →215→PIR/NO→215d→DDR 激磁

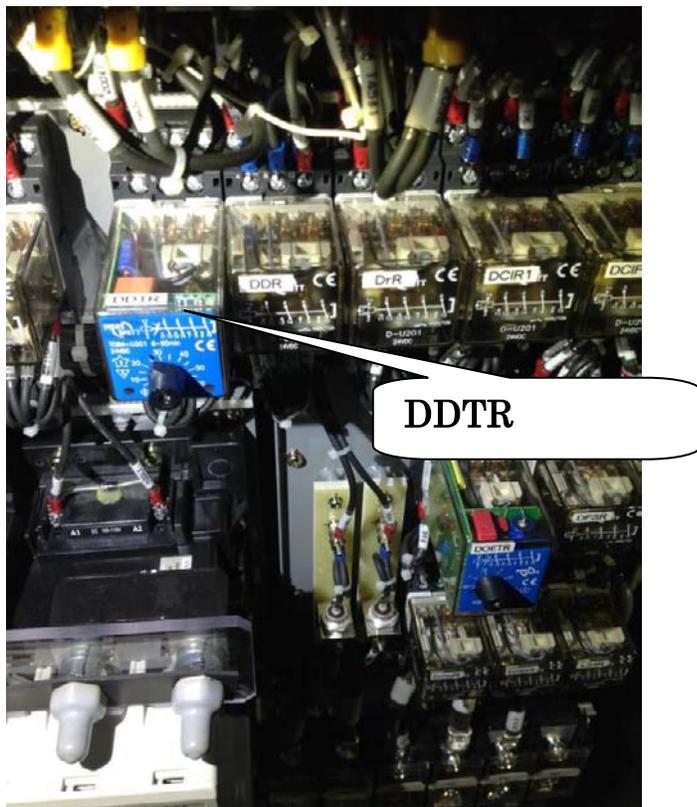
215→DDR/NO→DDTR/NC→DDR→200k1

如果 master key 取走

215→PIR/NO→215a→open

215→DDR/NO→215a→PIR/NC→215b →DDTR 激磁

on delay 30 min Key 取走後 30 min 仍然可以操作自動門



ZVRS：為了防止相關繼電器發生誤動作或失效，致使列車到站自動門打不開，而設置 ZVRS，如果扳在隔離位時，會造成列車行進中可以打開車門，該動作非常危險，辦理自動門隔離時應立即通知列車長注意自動門操作。



(七) 車外設置門機開關

為了方便工作同仁上下車，在 TED 車第 3 及第 4 位車門下方可以操作單門
210→DMVN→215→DrR/NC→DrMS1 (outside)

押下 DrMOS1 (G) →202a1→LS3R→202b→DrOMR 激磁

LS3R：215→LS3 (門機 Limit Switch for Door) →LS3R 激磁

門是關的，按開門才有效。

202a→DrMCS1 (R) 押下→202a2→DS3→202c→DrCMR 激磁

門是開的，按關門才有效。



車下單門開關

(八) 車門作用情形與 TCMS

車門開的狀態與關的狀態可顯示在 TCMS

TM24→DIRS→TD08 (all doors by-pass)

TM24→DIR→TDO9 (door interlock relay)

TM24→DCOR1→TDO10 (door cutout switch 1)

TM24→DCOR2→TDO11 (door cutout switch 2)

TM24→DCOR3→TDO12 (door cutout switch 3)

TM24→DCOR4→TDO13 (door cutout switch 4)

TM24→DS1→TD16 (door close switch 1)

TM24→DS2→TD17 (door close switch 2)

TM24→DS3→TD18 (door close switch 3)

TM24→DS4→TD19 (door close switch 4)

TM24→LS1→TD22 (door open switch 1)

TM24→LS2→TD23 (door open switch 2)

TM24→LS3R→TD24 (door open switch 3)

TM24→LS4R→TD25 (door open switch 4)

TM24→ODS1→TD31 (object detection 1)

TM24→ODS2→TD32 (object detection 2)

TM24→ODS3→TD33 (object detection 3)

TM24→ODS4→TD34 (object detection 4)

TM24→CSDLS1→CSDLS2→TD37 (cab side door)

TM24→CDLS→TD38 (cab door) (參考電路圖 page 22)





上下車門切斷考克



上下車門切斷考克
(車門空氣來源)

緊急狀況要開門時，下列步驟處理：





上下車門切斷開關 (不能開門時使用)

四、軔機系統

(一) 前言

本次傾斜式電聯車TEMU2000型出國專業訓練，首站上課安排地點是位於神戶市Nabtesco 株式會社時間為103年5月13日，講授內容為空氣軔機系統，由於路局TEMU2000型之空氣軔機系統及自動門裝置係日本車輛公司採用Nabtesco株式會社製造生產，安裝於車輛上之設備。

(二) 課程概要：

本次由 Nabtesco 株式會社鐵道營業部海外營業課之外谷高広先生講授空氣軔機系統課程其內容大致分為下列部份：

1. **氣軔裝置裝置概述**：軔機設備組成、種類、軔機裝置軔力控制流程圖。

2. **HRA（高階反應類比）型氣軔裝置**：

(1)概要:常用緊軔系統、緊急緊軔系統、暫停軔機系統、停留軔機系統、車輪防滑保護系統。

a.常用緊軔系統

b.緊急緊軔系統

c.暫停緊軔系統

d.停留緊軔系統

e.車輪防滑保護系統

(2)**緊軔裝置**：緊軔操控裝置、軔機電子控制單元（BECU）、車輪防滑保護裝置、基礎軔機裝置、司軔閥。

a.緊軔操控裝置

b.軔機電子控制單元（BECU）

(a) 可變負荷功能

(b) 緊軔模式產生與交叉調合

(c) 電軔與氣軔之協同緊軔

(d) 急動控制功能

(e) 車輪防滑保護功能

(f) 自我診斷功能

(g) 監控資訊

(3) 車輪防滑保護裝置

(4) 基礎軔機裝置

(5) 司軔閥

3. **軔機系統閥類測試設備**：

軔機控制單元暨車輪空轉和滑走修正保護裝置（含電子電路板模組）功能測試與故障元件偵測設備規格

(三) 氣軔裝置概述：

1. 軔機設備組成：

設備名稱	TED	TEM A	TEP	TEM B	TEM B	TEP	TEMA	TED
軔機控制單元	1	1	1	1	1	1	1	1
防滑閥	4	4	4	4	4	4	4	4
踏面煞車單元		6		6	6		6	
踏面煞車單元 (附停留軔機)		2		2	2		2	
煞車卡鉗	6		6			6		6
煞車卡鉗 (附停留軔機)	2		2			2		2
空氣壓縮機	1		1			1		1

2. 軔機種類：

◎Mainly or only use、○：Supplemental use

NO	軔機種類	電軔	氣軔	彈簧軔機
1	常用緊軔			
	主控制器 (PWM信號)	◎	○	
	司軔閥 (3條數位線)	◎	○	
	司軔閥 (軔管)		◎	
2.	緊急緊軔 (軔管)		◎	

3.	停留軔機		◎
4.	保持軔機（保持軔機指令）	◎	

※操作司軔閥時（電氣指令有效時），有電空軔機作用。

普通情況下當電認故障時改用氣軔，氣軔指自動剎車為電軔補助作用。

(四) HRA（高階反應類比）型氣軔裝置說明：

具有自動氣軔特色，適合用在電聯車操作使用。它控制電—空緊軔。此套氣軔裝置由下列系統所組成：

- 1、常用緊軔系統（補助氣軔與電軔一同使用）
- 2、緊急緊軔系統（僅適用氣軔）
- 3、暫停緊軔系統
- 4、停留緊軔系統

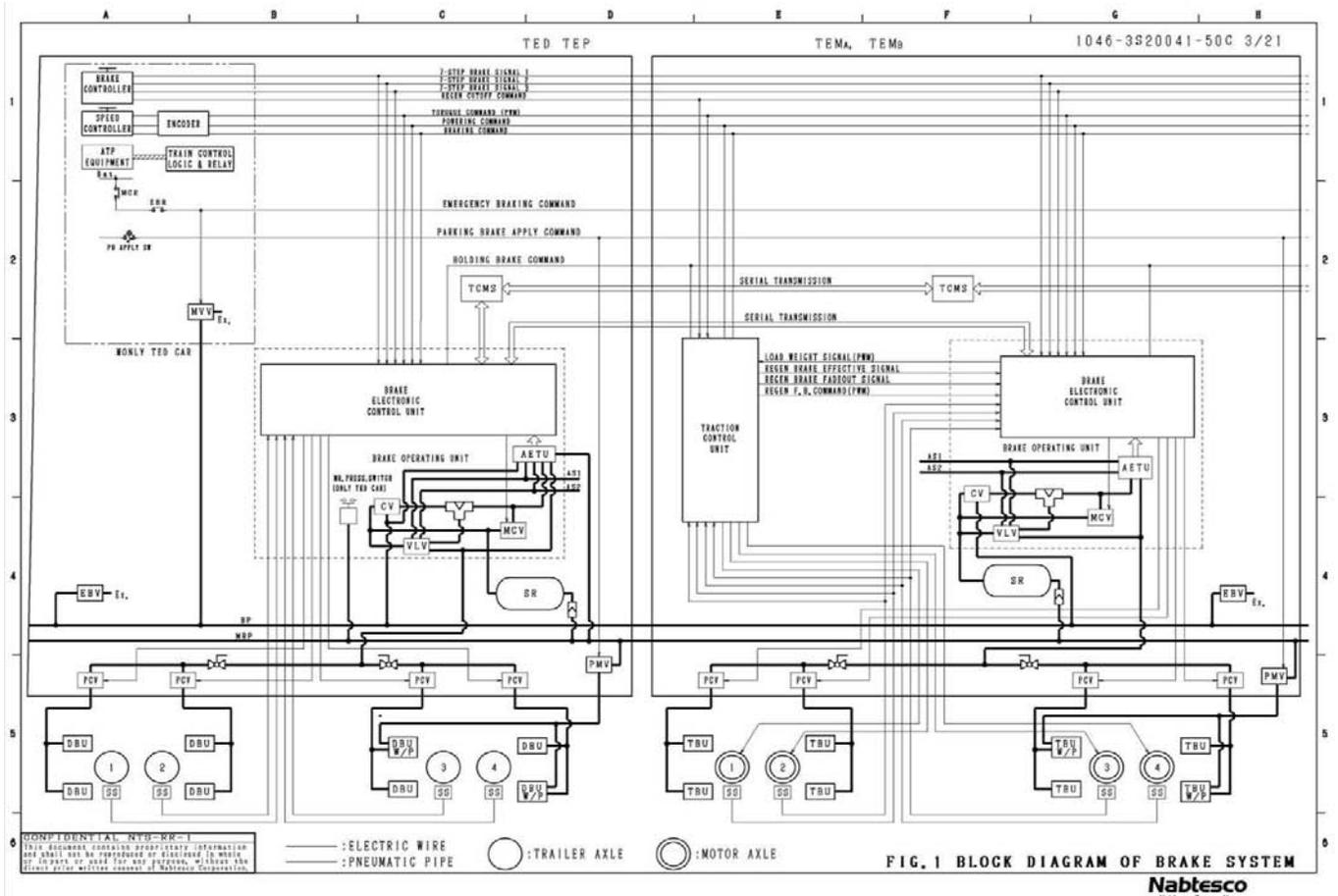


圖 3.4.1 顯示全部緊軔系統方塊圖

(五) 緊軔系統與其元件概述如下。

1. 常用緊軔系統：

常用緊軔是在正常操作中使用。根據主控制器的速度位置，藉由牽引控制組（TCU）的緊軔速率訊號（PWM 脈寬調變訊號）和動力/緊軔的選擇訊號，將緊軔指令傳送至軔機電子控制單元（BECU）。當列車暫停時，透過使用司軔閥（DBV）的七段訊號來進行摩擦緊軔。

在 M-T 編組中，M 車的軔機電子控制單元（BECU）會感應兩組 M 車與 T 車的空氣彈簧壓力；T 車空氣彈簧訊號會透過序列傳輸線將 T 車的軔機電子控制單元（BECU）傳送到 M 車的軔機電子控制單元（BECU），M 車軔機電子控制單元（BECU）則會控制 M 車與 T 車的緊軔力。不僅調合 M 車的電軔與氣軔，而且還調合 T 車的氣軔，其中優先控制電軔（交叉調合）。假如 M 車的牽引控制組（TCU）電軔系統無法正確運作，軔機電子控制單元（BECU）即會操作其本身車輛的氣軔。

此外，軔機電子控制單元（BECU）提供急動控制功能來改善乘坐的舒適感。

電-空緊軔系統因為斷電而未被啟動時，氣軔系統會自動地透過軔管系統做常用緊軔來取代電-空緊軔系統。

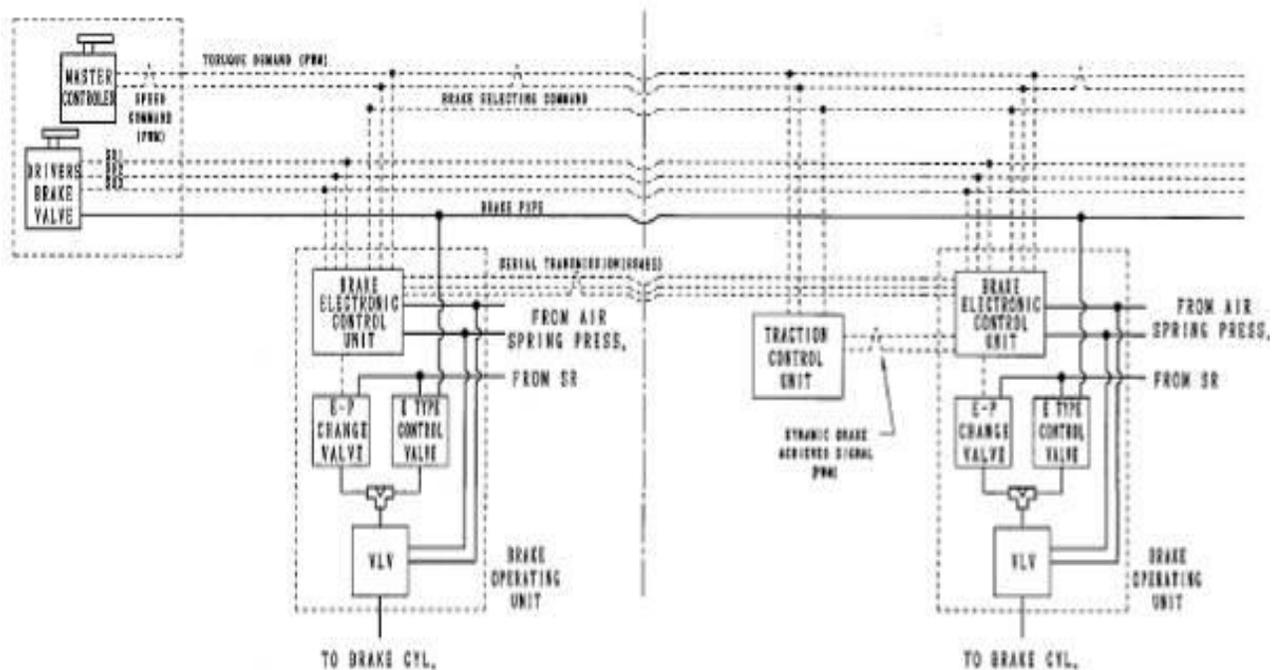


圖 3.4.2 顯示常用緊軔系統方塊圖

2.緊急緊軔系統：

為了提供故障後的安全操作，緊急緊軔以氣軔來操控。當操作司軔閥（DBV）或緊急緊軔閥時，可透過這些緊軔閥的排氣口會將軔管（BP）壓力空氣排放而達到緊急緊軔。一旦啟動 ATP 指令或警報系統後，可利用大通風量的電磁排放閥（MVV）進行緊急緊軔。

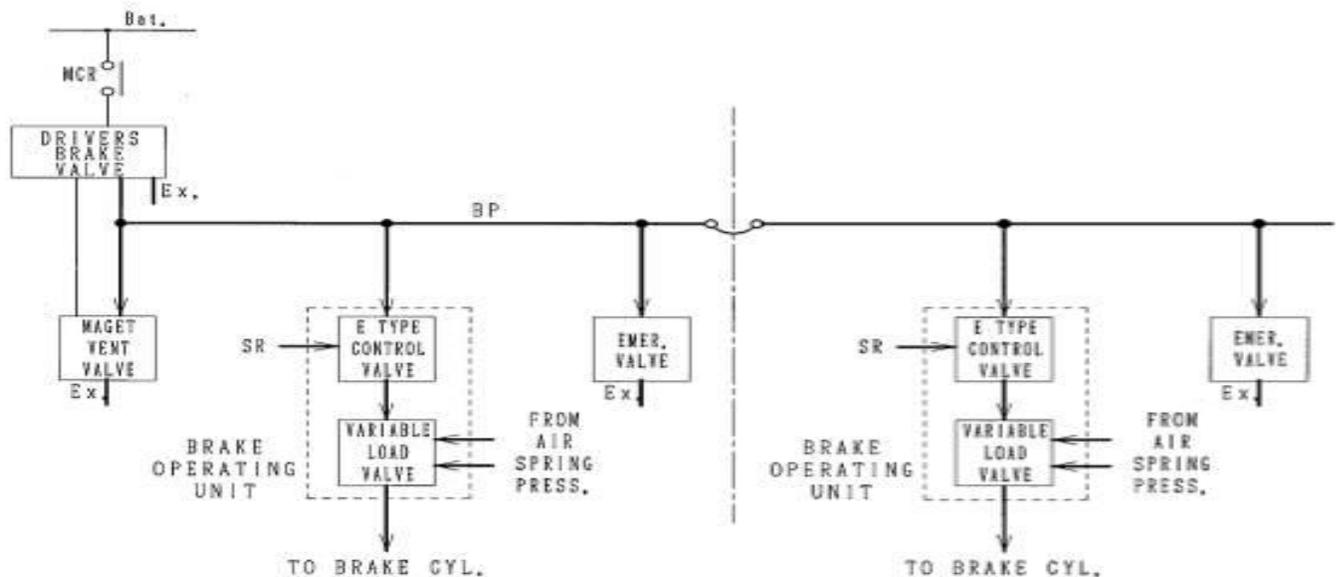


圖 3.4.3 顯示緊急緊軔系統方塊圖

3.暫停緊軔系統：

暫停緊軔會自動地操作，以確保列車暫停於車站上下乘客與防止列車啟動時向後滑行。

當列車停靠車站時，即啟動暫停緊軔指令。軔機電子控制單元（BECU）接收到這項指令即進行摩擦緊軔，此緊軔力可滿足讓列車完全地停止於最大坡度；軔機電子控制單元（BECU）會比較常用緊軔指令和暫停緊軔指令，然後輸出較大的緊軔要求。當列車再次啟動行駛時，俟動力車轉矩建立後，即解除暫停緊軔指令。

4.停留緊軔系統：

停留軔缸屬於簧動式/空壓釋放式裝置。當排放停留軔缸壓力，停留軔缸即自動地啟動。操作人員可使用駕駛台的停留緊軔開關來控制停留軔機電磁閥，以便施加壓力至停留軔缸操控停留緊軔。停留軔缸亦可以手動操作釋放。TEMA 與 TEMB 車裝有帶停留軔機功能的基礎軔機裝置。TED與 TEP車裝有軔機致動器,也帶有停留軔機功能。

5.車輪防滑保護系統：

在T車上，由車軸軸頸上的速度感應器測量車軸速度，然後輸出脈衝訊號；在M 車上，牽引控制裝置量測到車軸速度並輸出訊號給軔機電子控制單元（BECU），BECU 計算其四軸速度的變動率（減速度）與控制每一軸的壓力控制閥。

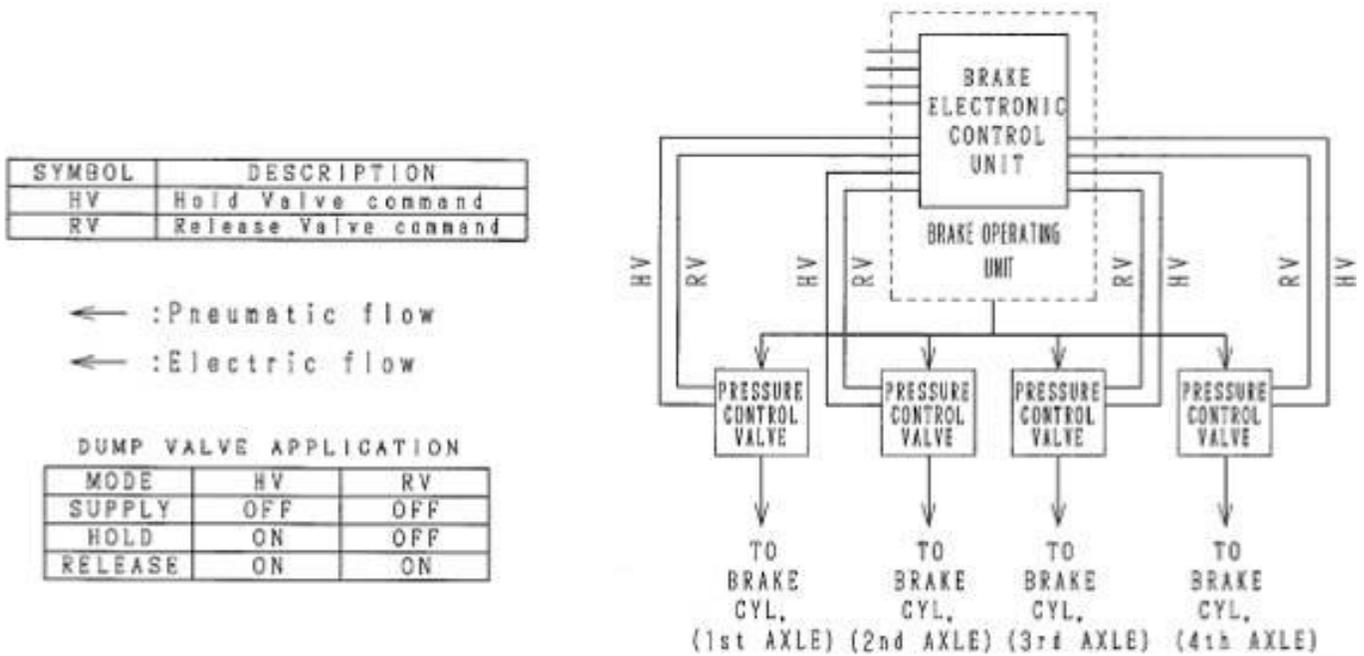


圖 3.4.4 顯示防滑控制系統方塊圖

(六) 緊軔裝置:

1. 緊軔操控裝置:

供給風缸 (SR) 供應空氣給軔機操控裝置, 藉著使用供給風缸 (SR) 的空氣來製造軔缸壓力, 然後電-空切換閥控制軔缸壓力, 以便獲得所需的氣軔力。

緊軔方式為常用或緊急模式的其中一種, 如 2.1 節和 2.2 節所說明的一樣。緊軔操控組控制常用緊軔與緊急緊軔風缸壓力的使用和釋放。緊軔指令與其調合可以電氣地來達成。

常用緊軔指令與比率訊號透過列車線路來傳送, 並由軔機電子控制單元 (BECU) 進行調合操作。當電軔不足時, 其差值由電-空切換閥來補償作為氣軔力指令。

電-空切換閥可將電氣訊號轉換為空氣壓力, 軔機電子控制單元 (BECU) 控制此閥以提供操縱壓力予可變負荷閥使用。操控室 (AC) 的壓力感應器可監控到可變負荷閥的操縱壓力。軔機電子控制單元 (BECU) 透過控制電-空切換閥, 將操縱壓力調整至計算值; 此操縱壓力送至可變負荷閥的操控室, 而此可變負荷閥供應空氣至軔缸作為軔缸壓力。

當電-空緊軔系統因斷電而無法動作時, 由逐漸降低軔管壓力來控制 E 控制閥以控制常用緊軔。此控制閥僅適用於有軔管的氣軔系統。

它藉由降低軔管壓力來產生 AC 操控壓力，將較高電-空切換閥的 AC 壓力和 E 控制閥，經由複式閥，供應給可變負荷閥的操縱室。

緊急緊軔壓力利用 E 控制閥做氣控。當降低軔管壓力進行緊急緊軔指令時，E 控制閥將提供 AC 壓力給可變負荷閥做操縱壓力，然後可變負荷閥接著輸出緊急緊軔壓力至軔缸。

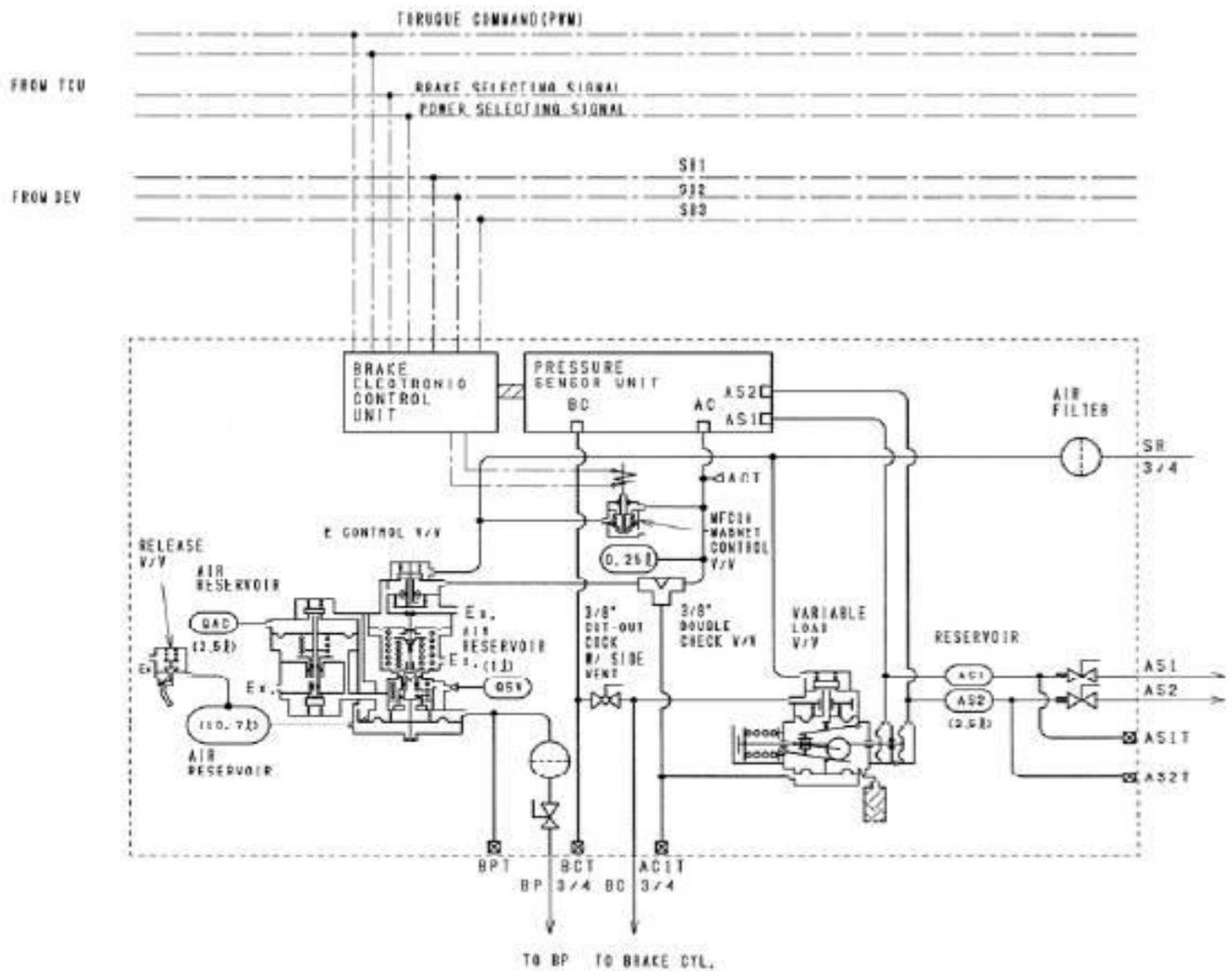


圖 3.4.5 顯示軔機操控裝置的內部空氣通徑

2. 軔機電子控制單元 (BECU)：

軔機電子控制單元 (BECU) 裝設在軔機操控組內，它採用微處理器的數位計算系統。

每一車輛設置一套軔機電子控制單元 (BECU) (參閱圖 3.4.1)，它從列車線路接收緊軔指令與比率訊號，並讀出該車的兩組空氣彈簧壓力，再計算所需的緊軔力。M 車上的軔機電子控制單元 (BECU) 接收來自 T 車軔機電子控制單元 (BECU) 的負荷訊號，然後計算出每對 M 車和 T 車所需的緊軔力。軔機電子控制單元 (BECU) 接收從牽引控制組 (TCU) 的電軔達

成訊號，然後計算本身所需的輔助氣軔；透過序列傳輸，此與 T 車共用的電軔達成力被傳輸至 T 車的軔機電子控制單元（BECU），做為氣軔的降低指令。

以 T 車為例，軔機電子控制單元（BECU）接收來自 M 車軔機電子控制單元（BECU）的氣軔降低指令（電軔達成與 T 車共用），然後它會計算所需的輔助氣軔。

軔機電子控制單元（BECU）也能提供下列功能：

（1）可變負荷功能：

這項功能利用平均前後空氣彈簧的壓力訊號來計算車身重量，這些訊號由軔機操控組的空氣彈簧壓力感應器所提供。假如空氣彈簧斷裂或空氣彈簧壓力感應器訊號低於空車訊號，此時會輸出一個相當於空車負荷的空氣彈簧訊號。假如空氣彈簧壓力感應器訊號高於超載訊號，此時會輸出一個相當於超載的訊號。

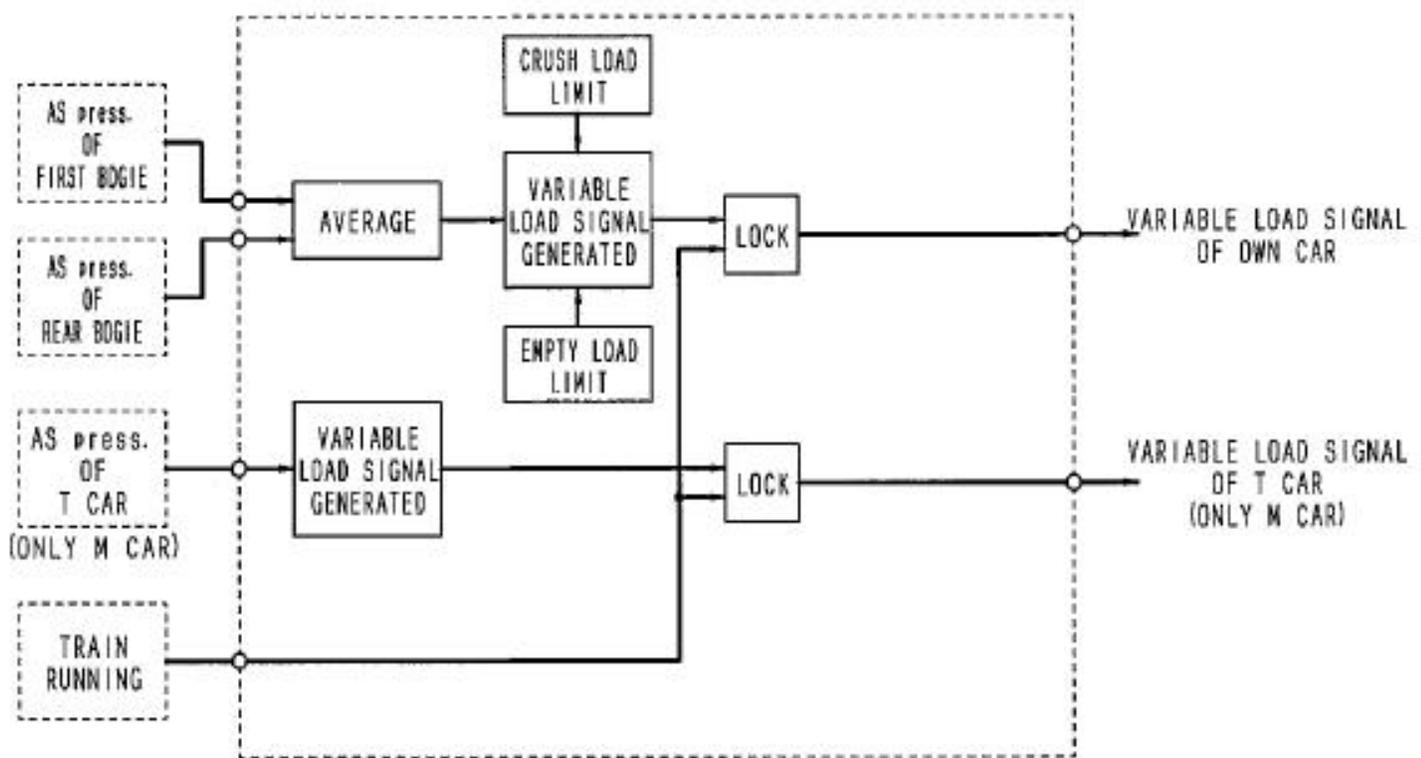


圖 3.4.6 顯示可變負荷功能方塊圖（僅適用 M 車）

(2) 緊軔模式產生與交叉調合：

一同考慮 M 車和 T 車時，軔機電子控制單元 (BECU) 會接收到緊軔指令，然後依據 M 車和 T 車的可變負荷訊號與原始係數輸出一個緊軔力指令。

M 車和 T 車的共同緊軔力

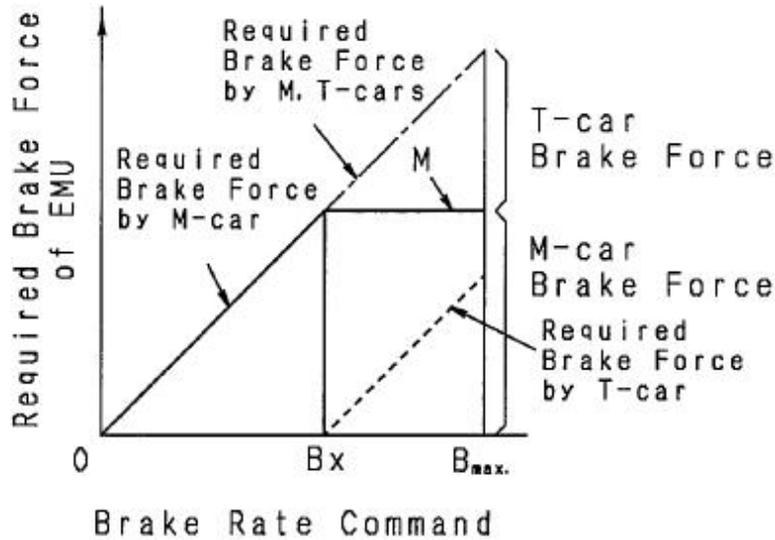


圖 3.4.7 典型的緊軔力配置範例

電軔會產生 B_x 緊軔指令所需的可能緊軔力。空氣補助功能使 M 車的電軔可以到達 B_x 緊軔指令階段。在此區內，電聯車所需的所有緊軔力由 M 車提供。當緊軔指令從 B_x 到 B_{max} 區時，總緊軔力的不足部分被分配到 T 車的氣軔。因此，電軔的工作率可達到最大

(3) 電軔與氣軔之協同緊軔：圖 3.4.8 和圖 3.4.9 顯示典型的軔力配置範例。

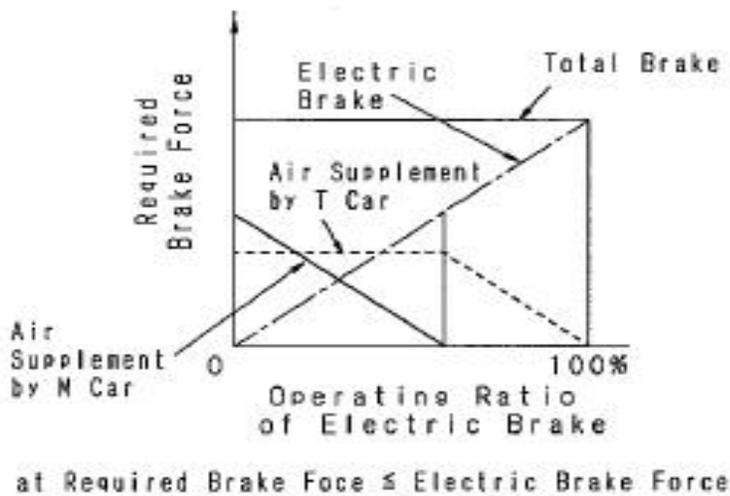


圖 3.4.8 電軔與氣軔之協同緊軔

必要時，T 車的氣軔能補償所缺乏的電軔。由於電軔不足當需要使用到額外的緊軔力時，優先由 T 車的氣軔供應，然後再由 M 車的氣軔供應。假如所需的緊軔力低於電軔，緊軔力的配置如圖 3.4.8 所示當 M 車的電軔完全作用時，M 車和 T 車的輔助氣軔就曾變為零（僅有小壓力用來壓縮軔缸內的復歸彈簧）。

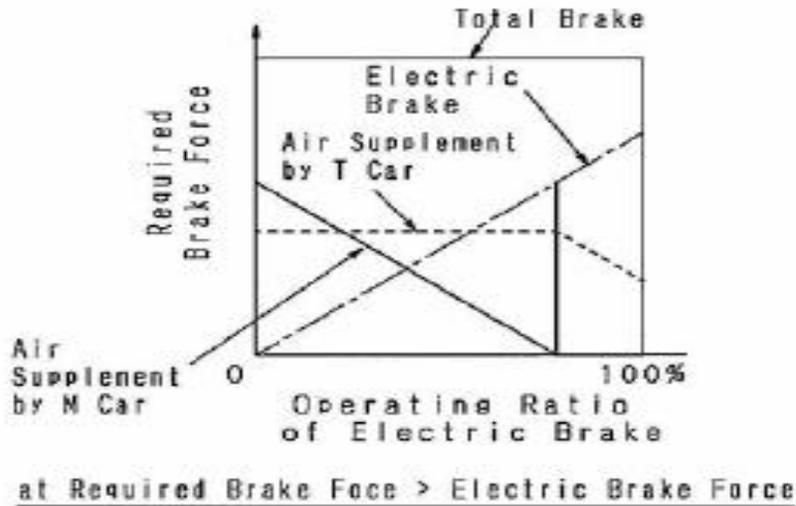


圖 3.4.9 典型的緊軔力配置範例

假如所需的緊軔力大於電軔，緊軔力的配置如圖 3.4.9 所示。

當 M 車的電軔完全作用時，M 車的輔助空氣力就曾變為零（僅有小壓力用來壓縮軔缸內的復歸彈簧）。T 車會提供輔助空氣力，由 T 車做氣軔，它曾降低一部分改由 M 車的電軔供應。

(4) 急動控制功能：

當軔機電子控制單元（BECU）接收常用緊軔指令時，會將緊軔訊號的“階梯”模式轉換為“斜坡”模式，有助於確保乘客乘坐時的舒適感。

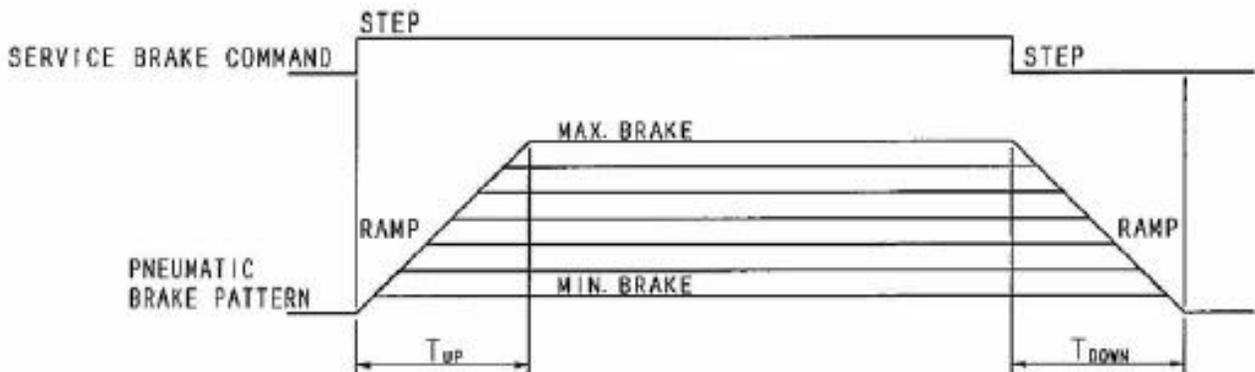


圖 3.4.10 典型的急動控制範例

(5) 車輪防滑保護功能：

減速偵測：

若減速訊號超過預設值，如果偵測到任何車軸滑動，會使得軔機電子控制單元(BECU) 傳送訊號來釋放對該車軸的軔缸壓力。

由於車輪與鐵道的附著力恢復，當受到影響的車軸快速地加速，使得加速訊號超過預設值時，軔機電子控制單元(BECU) 會保持或在再作用軔缸壓力於該車軸。

速度差偵測：由所有車軸速度訊號和減速率計算模擬速度。

四組車軸速度訊號除了彼此比較，還與模擬速度比較。假如任何兩組車軸間的速度差超過臨界值，軔機電子控制單元(BECU) 就會傳送訊號來釋放該軸的軔缸壓力。當重新恢復足夠的附著力而使速度差低於預設值時，軔機電子控制單元(BECU) 就會保持或在再作用軔缸壓力於該車軸。

(6) 自我診斷功能：

假如有錯誤發生，軔機電子控制單元(BECU) 會輸出錯誤訊號給監控裝置。此外收集並儲存錯誤偵測前後的資料。其檢查並儲存下列項目：

- 1.緊軔指令
- 2.數位訊號邏輯
- 3.T 車空氣彈簧訊號
- 4.電軔回饋指令(僅適用 TEMA,TEMB車)
5. 降低氣軔指令
- 6.AC 操控室壓力
- 7.BC 軔缸壓力
- 8.MR,BP 壓力(僅適用 TED 車)
- 9.AS1 空氣彈簧壓力
- 10.AS2 空氣彈簧壓力
- 11.一號輪軸速度訊號
- 12.二號輪軸速度訊號
- 13.三號輪軸速度訊號
- 14.四號輪軸速度訊號
- 15.一號車軸壓力控制閥
- 16.二號車軸壓力控制閥
- 17.三號車軸壓力控制閥
- 18.四號車軸壓力控制閥
- 19.電磁控制閥

(7) 監控資訊：

軔機電子控制單元(BECU) 利用序列傳輸方式來傳送不同的訊號。監控設計時，會分別提供傳輸監控的訊號種類。

此外，數位輸出電路須能透過硬體傳輸異常訊號，尤其微處理器因軟硬體問題無法透過序列傳輸進行傳送時。包含下列的傳輸訊號：

控制之電源供應故障。由計時器(W.D.T) 監控程式執行。

3.車輪防滑保護裝置：

軔機電子控制單元（BECU）讀取每一軸的速度，而且控制車輪防滑保護操作。

每一軸的脈衝產生器或速度感應器以正比於車軸速度傳送脈衝訊號給軔機電子控制單元（BECU），軔機電子控制單元（BECU）控制每一車軸的壓力控制閥，配合排除、保持或作用軔缸空氣壓力給軔缸。

4.基礎軔機裝置：

每輛動力車裝配有 2.5 MA 型煞車卡鉗和軔機致動器 每輛無動力車上裝配 Unit-PC 型 TBU。軔機致動器和 TBU 的軔缸上裝有自動間隙調整器，間隙調整器有一個維持預設間隙做為閘瓦及煞車片磨損的補償。於每輛車之尾端轉向架的裝有彈簧式停留軔機及帶有停留軔機功能的致動啟，以彈簧軔缸內的空氣壓力將彈簧停留軔缸保持在鬆軔位置。使用彈簧式停留緊軔時，將空氣排出。帶有停留軔機功能的軔機致動器及 TBU 都具有手動釋放停留軔機功能。

5.司軔閥：

司軔閥位於駕駛室，包含電氣開關以產生七段緊軔指令，藉列車傳輸三線和一個氣軔閥以控制軔管壓力及其自動重疊功能。

七段緊軔指令控制電軔和氣軔工作：氣軔控制氣軔工作。

（七）軔機系統閥類測試設備：

1、.此套測試設備透過電腦控制，對用於鐵路車輛空氣制動裝置的負載閥、中繼閥、控制閥等膜式空氣控制閥類自動進行性能和功能測試。測試結果可在電腦畫面中顯示，並可執行結果報告列印。結果資料保存等。此外測試台使用液晶液晶觸控螢幕而非電腦顯示器畫面，可透過電信號顯示及各類開關操作，目視確認手動測試和自動測試中的測定值。

2、測試項目內容概要：

- （1）漏氣測試：在閥內充入壓力空氣，然後將測試通路塞關閉，將壓力空氣封在閥內，對一定時間內的壓降進行測定。
- （2）容量測試：透過閥並按規定壓力向測試裝置的儲氣缸充入空氣，並透過閥將儲氣缸內的壓力空氣排出，分別對所需要時間進行測定。
- （3）作用測試：確認閥的基本功能和作用
- （4）靈敏度測試：在閥內緩慢充入壓力空氣或排氣，對此時的動作靈敏度和滯後效應進行測定。
- （5）絕緣測試（電阻、耐壓）[帶有電氣部分，需要絕緣測試的閥]：

a.絕緣電阻測試：對閥的通電部位和閥體之間的絕緣電阻值進行測定。

b.絕緣耐壓測試：在閥的通電部位和閥體之載人高電壓 1 分鐘，確認有無異常。

(八) 軀機控制單元暨車輪空轉和滑走修正保護裝置 (含電子電路板模組) 功能測試與故障 元件 偵測設備規格

本測試裝置之目的是用於對傾斜式電聯車上裝載的軀機控制單元進行檢修，從車輛 (控制裝置) 中取下的單體狀態下，透過電腦控制自動進行功能和性能檢查。

主要檢查內容為滑行控制功能，另外還包括對軀機控制單元的其他制動特性等進行功能檢查，測試項目有：

1. 電源電壓特性測試：將測試電壓設定為各基準值，對軀機控制單元內部的各控制電源電壓進行測定。
2. 控制閥電流特性測試：發出制動指令，緩緩提高 AC 壓力信號，當控制閥電流達到各控制狀態 (制動電流，緩解疊加電流，制動疊加電流，緩解電流) 時，測定電流值。
3. 動力負載信號特性測試[負載條件：空車保證、空車、滿載、滿載限制器]：將 AS 壓力信號設定在各負載條件，對動力負載信號進行測定。
4. AC 壓力控制特性測試[負載條件:空車、滿載]：在各種運制動指令下，對 AC 壓力指令值進行測定。[*發出制動指令，提高 AC 壓力信號，提高 AC 壓力信號，當控制閥電流達到制動疊加電流時，對 AC 壓力信號進行測定。]
5. 電空運算特性測試[負載條件:滿車]：輸出“7N”制動指令和回生 FB 信號，對 AC 壓力指令值進行測定。[*發出制動指令，提高 AC 壓力信號，當控制閥電流達到制動疊加電流時，對 AC 壓力信號進行測定。]
6. 滑走控制功能測試:輸出低速區和高速區的速度信號，透過軀機控制單元主機的 LED 顯示燈，目視確認速度識別正常。改變各軸的速度信號，設定類比滑走狀態，透過防滑閥的控制顯示來確認滑走偵測正常。
7. 數字式顯示特性測試：源有無信號以及除濕裝置的控制顯示。
8. 故障偵測特性測試：類比設定各類異常狀態，對故障探測進行確認。

五、TCMS

(一) TCMS 概要：

TCMS 為負責列車控制及監視列車各項設備之運轉狀態，透過中央單元及終端單元以 busline (TCMS LAN) 連結，彼此進行情報交換，收集設置於各車之車上機器所取得之資料，在駕駛台顯示器上，顯示車輛狀態，使司機員能隨時獲知列車上各設備的即時資訊，若故障發生時，也可透過系統內建之故障排除程序，協助故障排除並可讓維修人員利用該系統獲知故障資訊（例如發生的時間及故障的位置等）有助縮短故障查修工作及時間。

TEMU2000 是以 2 組 4 輛構成之電聯車組，組合成 8 輛車編組營運之車種，以 TED-TEMA-TEP-TEMB-TEMB-TEP-TEMA-TED 的順序連結。

表 3.5.1 TCMS 各單元配置情形：

項目	TED 車箱	TEMA 車箱	TEP 車箱	TEMB 車箱
中央單元 (CU)	1	-	-	-
終端單元 (TU)	-	1	1	1
駕駛顯示單元 (DDU)	1	-	-	-

(二) TCMS 系統機能：

1. TCMS 將進行下列情報之監視及顯示：

集電弓狀態、VCB 狀態、變壓器油溫、牽引整流/變流器狀態、馬達電流、馬達扭力、軔機系統狀態、空氣軔機壓力、停留軔機狀態、空壓機狀態、防滑系統狀態、乘客門狀態、靜式變流器狀態、電池充電器狀態、電池電壓、自動電力控置系統狀態、ATP 車上裝置狀態、空調系統狀態、真空廁所系統狀態、揚水裝置狀態、車內/車外溫度、PISC、終站顯示器、站名顯示器、車內顯示器、終站顯示器、防護無線電狀態、行調無線電狀態、主要開關及 MCB 狀態、列車速度及行駛距離、電量。

2. 故障檢測及異常狀態檢測：

TCMS 會檢測出牽引電路、開關與電路斷路器、軔機系統、門機裝置、輔助設備、自動動力控制系統、車上裝置、車體傾斜控制系統、空調系統、真空式廁所系統、供水系統等的故障，並於 DDU 畫面中顯示，同時也會將之記錄於 TCMS 的內部記憶體。此外若發生重大故障時，DDU 的蜂鳴器將會鳴響。

< 監視功能 (一般螢幕(D0001)) >

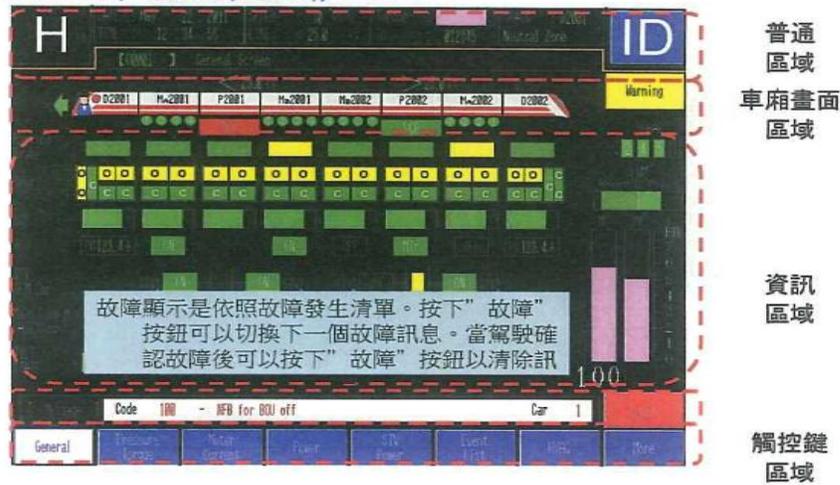


圖 3.5.1 TCMS 駕駛台顯示器畫面

(1) 故障檢測一覽表的格式：

- a. 故障名稱：DDU 畫面將會顯示故障名稱。
- b. 故障碼：針對各故障所製作的表格。
- c. 車廂號碼：針對有「0」的標記的車輛，將會進行故障檢測動作。
- d. 故障等級，目前分為 A 故障/B 故障/C 故障 3 種的故障等級，以下為故障的意義：
 - A 故障：只需要連絡到列車服務人員，並不需要特別的故障處理。
 - B 故障：必須要到由檢修人員來確認故障的必要程序。
 - C 故障：必須由列車人員來立即處理的故障程度。

(2) 顯示燈控制：

TCMS 在檢知出突發重大故障、中度故障或突發輕微故障時，一般故障燈將閃爍。將按下故障按鍵後，將可以將畫面轉換到故障一覽表的畫面上，在同時間發生多起故障時，TCMS 將會優先顯示 (C 故障>B 故障>A 故障) 列車服務人員應該要優先處理故障狀況，如故障等級相同時，將會依下列優先度來顯示。

表 3.5.2 故障顯示優先等級對照表：

優先顯示等級	項目
1	車門
2	ATP
3	BECU
4	空氣壓縮機斷流器
5	TCU
6	SIV
7	蓄電池
8	其他（車輛的電路）
9	行車調度無線電
10	空調機
11	PIS
12	廁所
13	TCMS

3. 故障記錄：

TCMS 將發生／回復日期和時間、列車號碼和列車車次、站間、路線位置、列車速度、故障內容（包含故障識別碼）、故障種類（發生／回復）、牽引馬達電流、牽引馬達轉矩、煞車空氣壓力、ATP 功能、車體傾斜等故障情報記錄。TCMS 最大可以存 1000 件的故障記錄，超過 1000 件時會從最舊的記錄開始刪除。

4. 統計數據：

TCMS 將蓄電池供應時間、真空斷路器閉合的時間、出力運轉的時間、惰力運轉的時間、煞車模式中的時間、計算累積行駛公里數能源消耗量、空氣壓縮機動作時間等數據資料記錄在中央裝置中。

5. 測試機能：

TCMS 在系統啟動後，會執行自我測試的功能。

表 3.5.3 TCMS 自我檢測項目表：

裝置	測試項目
TCMS	◎測試 TCMS 的 Modem 電子板和車輛間傳輸狀態 ◎TCMS 將進行各裝置與 RS485 間的傳輸狀態
SIV-CONV	◎保護動作測試 ◎接觸器檢查
SIV-INV	◎保護動作測試 ◎接觸器檢查
BCU	◎BC 壓測量（B7 位置、實際負荷） ◎BC 壓測量（EB 位置、實際負荷）

門	◎車門開啟測試 ◎車門關閉測試
TCU	◎前進力道測試 ◎後退力道測試 ◎保護動作（MMOCD、U相） ◎保護動作（MMOCD、W相） ◎保護動作（ISOCD） ◎保護動作（OVD）

6. 下載資料功能：

維修人員將會透過在 DDU 的 USB 口接上 USB 記憶體，從 DDU 畫面下載行駛記錄、故障記錄、追蹤記錄（CI、SIV、BECU、TILT）、車內檢查記錄、統計數據、事件記錄等各種資料，也可以儲存在 USB 當中儲存完畢後，取出 USB 記憶體，在一般的 PC 也可以將 USB 中的資料讀取出來。

7. 控制：

TCMS 將會進行設定駕駛台顯示器列車的方向和出發站、使用駕駛台顯示器測試車內機能及使用駕駛顯示器單元手動馬達隔離的控制程序。

8. 里程修正功能：

TCMS 根據列車輪徑資料以及從 TCU 接收到的迴轉器頻率數，來進行列車速度計算的功能、根據各站的公里數以及列車速度，來判斷列車現在位置的功能和總行走距離等功能。

（三）TCMS 系統構成：

TCMS 是由中央單元（CU），終端單元（TU），以及駕駛顯示器單元（DDU）所構成的，TED 車廂有設置 CU 和 DDU，而 TU 則是設置在其他車廂，然 CU 和 TU 是利用 TCMS LAN 來做情報交換的連結，DDU 則是透過串聯傳送線來和 CU 連接；CU 和 TU 都具有數位和類比的輸入和輸出端功能，藉由串聯傳送端的連結，執行收送各種情報（狀態、故障、數值和指定）的動作；CU 和 TU 取得的情報將會集中在 CU 裡面，CU 會向 DDU 傳送情報，而且會記錄情報在 CU 的記憶體當中，另外一方面，如果列車人員按下 DDU 觸控畫面的測試按鍵或是 PIS 設定畫面的按鍵時，DDU 會將訊息傳送給 CU，而 CU 也會將訊息傳送給 TU，CU/TU 同時會將訊息傳送到車上的設備；至於車內裝置，接觸器以及開關是藉由數位輸入端，來和 CU 和 TU 做連結，進而控制開關狀態，車上裝置是經由 CU 和 TU 的類比輸入端的連結來輸入類比資料，CU 和 TU 是數位輸出端的連結，來控制燈號和警鈴的狀態。

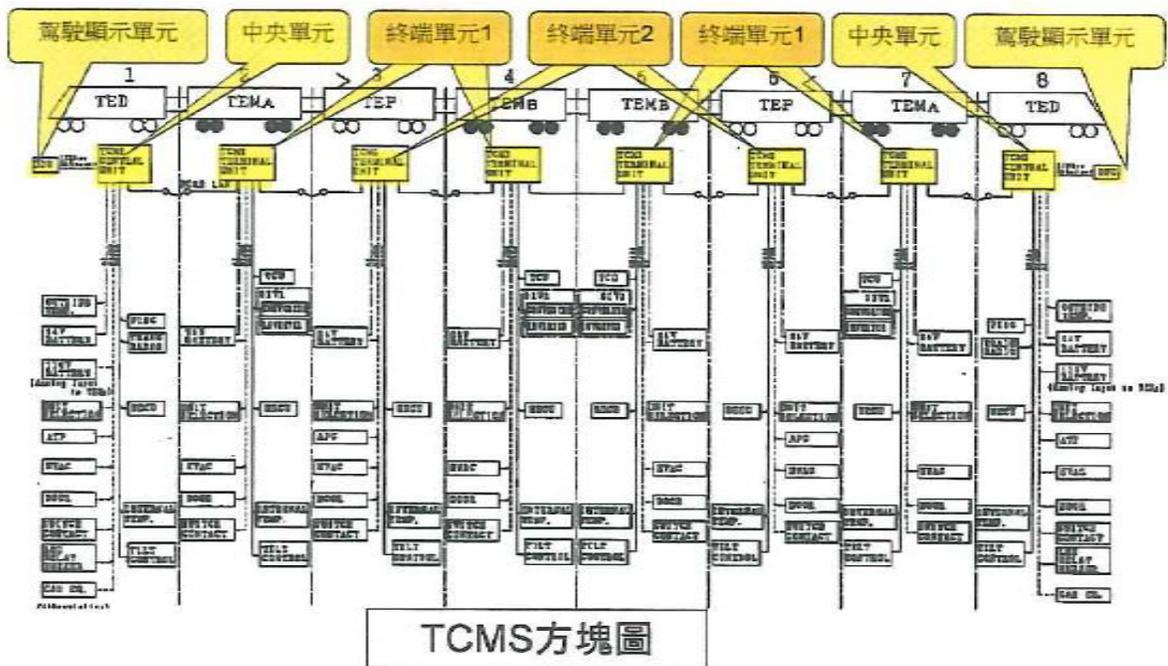


圖 3.5.2 TCMS 列車控制監視系統方塊圖

(四) TCMS 列車傳送網路：

1. TCMS 區域網路：

CU 和 TU 的各個節點，是用於連結列車之間的 TCMS LAN，TCMS LAN 是使用乙太網 (Ethernet)，傳輸速度為 10Mbps。

2. 和車上機器之間的傳送：

CU/TU 和車上機器之間的通信，是適用 EIA 標準 RS485 的規格，RS485 則是大量傳送數據資料的 HDLC 通訊協定。

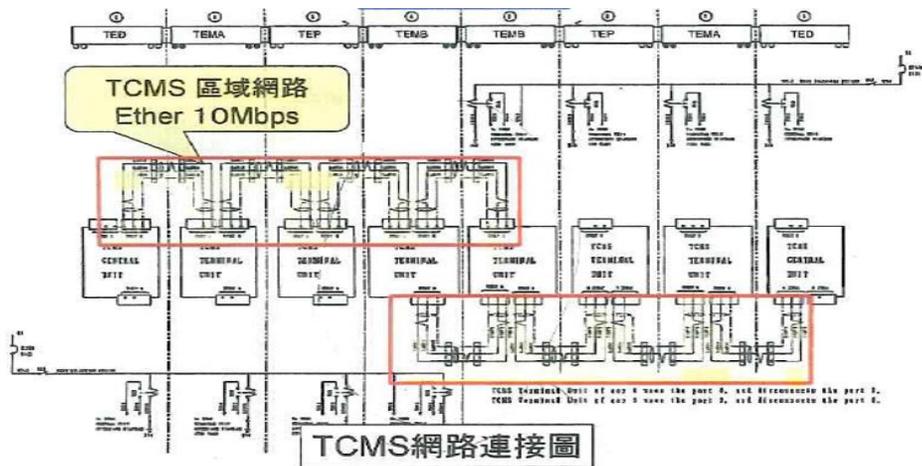


圖 3.5.3 TCMS 系統網路連接圖

(五) TCMS 硬體構成：

1. 一般 (CU、TU、DDU)：

輸入電壓	DC110V (DC72 ~ 121V)
周圍溫度	0 ~ 45 °C
溼度	100%RH, 非凝結
震動	IEC61373
衝擊	IEC61373
絕緣試驗電壓	每一分鐘低壓回路端子接頭之間 AC500V
冷卻方式	自然空氣冷卻

2. CPU 模組說明：

以下是 TCMS 的 CPU 的說明，CU 和 TU 是適用相同的 CPU：

處理器	SH7763
計時頻率	266MHz
快取記憶體	32k Byte
主記憶體	64M Byte
資料保存記憶體	4M Byte
啟動程式記憶體	512k Byte
中斷次數	16 等級

3. 介面 (數位輸入、數位輸出、類比輸入)：

在機組當中，有使用到數位輸入、數位輸出、類比輸入，以下是各項的說明：

- (1) 數位輸入 DC24V、乾式接點輸入 (DC24V 電源是從 CU 以及 TU 來供給的)
- (2) 數位輸出 乾式接點 (電源是從車輛端來供給的)
- (3) 類比輸入 DC0~121V 全刻度 (Full scale)

4. 傳送：

TCMS LAN

資料傳送	2 線式差動增幅乙太網
信號等級	16Vp-p 以上
傳送速度	10Mbps
傳送方式	有保護裝置的雙絞纜線 (阻抗 = 100Ω)
傳送控制	數位認證方式
錯誤檢查	32 bit CRC

和車上機器之間的傳送

資料傳送	RS485
傳送速度	9600bps
傳送方式	有保護裝置的雙絞纜線
錯誤檢查	CRC-CCITT

5. 機組：

(1) 中央單元 (CU)：

CU 是由以下的基板所構成的

PU 基板	主要 CPU
乙太網基板	CMS LAN 以及 DDU 之間的傳送
SIF 基板	RS485 傳送用
DI 基板	數位輸入用
AI 基板	類比輸入用
AUX (DO/AI) 基板	類比輸入用，數位輸出用

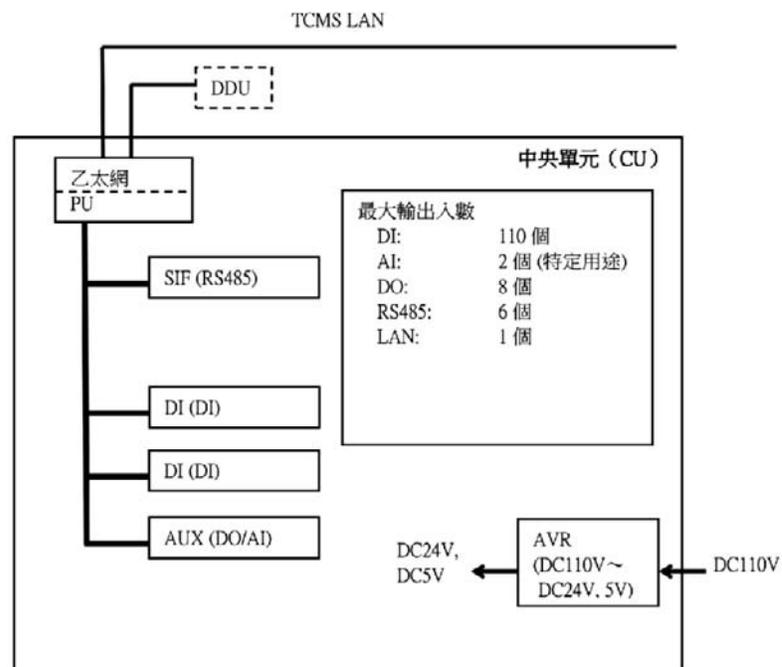


圖 3.5.4 中央單元的構成

(2) 終端單元 (TU):

TU 是由以下的基板所構成的

PU 基板	主要 CPU
乙太網基板	TCMS LAN 的傳送
SIF 基板	RS485 傳送用
DI 基板	數位輸入用
AI 基板	類比輸入用
AUX (DO/AI) 基板	類比輸入用，數位輸出用

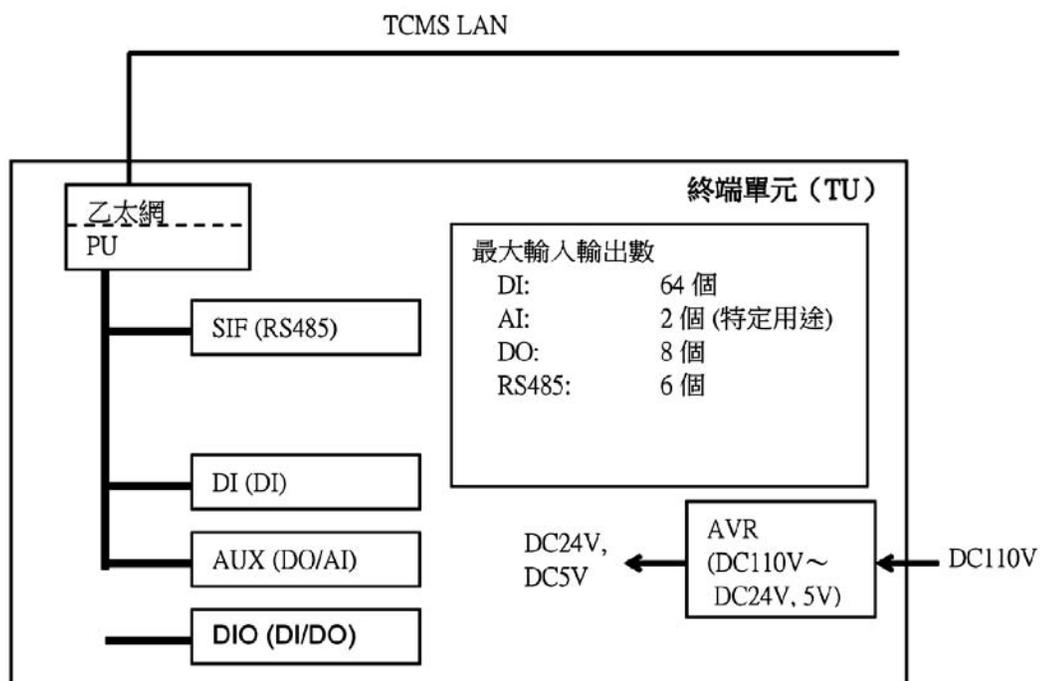


圖 3.5.5 終端單元的構成

(3) 駕駛顯示器單元 (DDU):

a. 顯示器:

顯示裝置	TFT 彩色 LCD
有效顯示尺寸	245.76 × 184.32 mm (12.1 英吋)
顯示畫素	1024 × 768 dot
顯示顏色數	262,144 色
背光源	冷陰極管 (平均壽命: 連續點燈 50000 小時)
顯示語言	中文繁體字 / 英文
亮度調整	4 段

b. 人機介面 (Man - Machine Interface)：

觸控面板	類比薄膜電阻方式
觸控面板的辨識	按鍵數 1024 × 1024
警鈴聲	有

c. USB 介面：

USB 記憶體連接端	1 端子 (USB 1.1 規格)
------------	-------------------

(六) 監視設備用讀出器：

1. 前言：

監視設備用讀出器用以處理由 TCMS 所生成之各種資訊記錄之工具” PTE”之操作，茲將其說明如次。

2. 讀取資料：

(1) 機器構成：PTE 由電腦與 USB 記憶體構成。



圖 3.5.6 PTE 的機器構成

(2) 記錄對象：

a. 運行記錄：

<HCR 閉合側 CU>：HCR 閉合時記錄駕駛台操作訊號、列車運行資訊。

<TU、HCR 開路側 CU>：記錄 HCR 閉合時各 DI 資訊。

b. 故障記錄：

根據故障檢測規格書進行故障檢測時，記錄「故障代碼、發生/復位、日期與時間、車廂資訊、車次、列車速度、列車位置、電車線電壓、馬達電流、馬達扭矩、煞車壓力、ATP 煞車狀態」的資訊。

c. 追蹤記錄：

記錄特定傳送機器（BECU、TCU、SIV1-CONV、SIV1-INV、SIV2-CONV、SIV2-INV、TILT）之追蹤的資訊。

d. 車上檢查記錄：

記錄車上檢查之實施結果的資訊。

e. 統計數據：

記錄總行駛距離、TCU 管理總耗電量、SIV 管理總耗電量、壓縮機運轉時間的資訊。

f. 事件記錄：

記錄在列車運行上，特別需要注意的 DI 資訊。

3. 讀出的方法

(1) PTE 的連接：將 USB 記憶體連接至 PTE。



圖 3.5.7 PTE 的連接

(2) PTE 的設定：

PTE 的軟體，安裝於 PTE 電腦的「C:\TOSHIBA\tool\Readout」檔案內。

(3) PTE 畫面概要：

表 3.5.2 螢幕畫面一覽表

NO	畫面名稱	說明
1	主清單畫面	最初所顯示的畫面。
2	記錄選擇清單畫面	選擇欲讀出的記錄資料。
3	車廂選擇清單畫面	選擇欲讀出的車廂。
4	故障記錄畫面	進行故障記錄的讀出・顯示・儲存 (CSV 形式／資料形式) 列印
5	統計數據畫面	統計數據記錄讀出・顯示・儲存 (CSV 形式／資料形式)・列印。
6	事件記錄畫面	進行事件記錄的讀出・顯示・儲存 (CSV 形式／資料形式)・列印。
7	追蹤記錄選擇清單畫面	選擇追蹤記錄的讀出車廂及機器
8	追蹤記錄畫面	進行追蹤記錄的讀出・顯示・儲存 (CSV 形式／資料形式)・列印。
9	車上檢查記錄畫面 (全項測試)	進行車上檢查記錄 (全項測試) 的讀出・顯示・儲存 (CSV 形式／資料形式)・列印。
10	車上檢查記錄畫面 (選擇測試)	進行車上檢查記錄 (選擇測試) 的讀出・顯示・儲存 (CSV 形式／資料形式)・列印
11	運行記錄車廂選擇清單 畫面	選擇運行記錄的讀出車廂。
12	運行記錄選擇清單畫面	選擇讀出運行記錄資料
13	運行記錄圖表清單畫面	進行運行記錄的圖表顯示之設定・儲存 (資料形式)。
14	運行記錄圖表畫面	進行運行記錄的圖表顯示。
15	運行記錄一次讀出畫面	進行運行記錄的一次讀出。

(4) PTE 畫面細節

a. 主清單畫面

開啟 PTE 電腦的電源，並起動 Windows，PTE 的軟體就會起動，並顯示如圖 3.5.8 的主清單畫面。

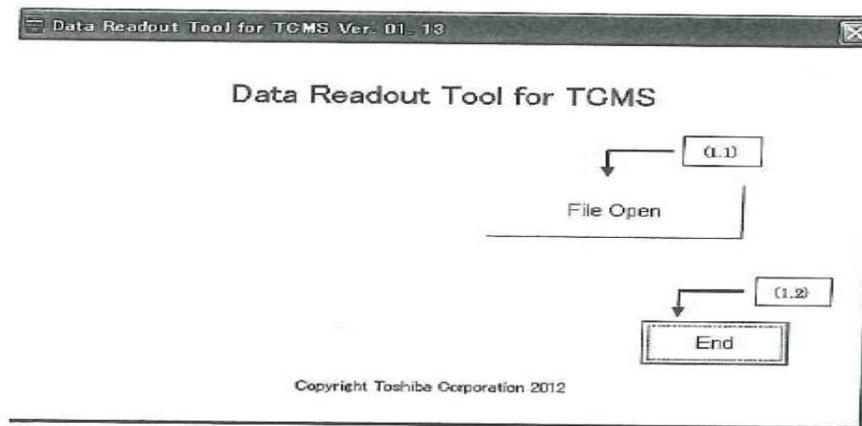


圖 3.5.8 主清單畫面

表 3.5.3 主清單畫面項目說明

NO	項目	說明	圖式中的編號
1	File Open 按鈕	顯示選擇記錄的畫面。※ 當讀出以 PTE 所儲存的記錄時進行選擇。之後就成為「File ODen」模式。	(1.1)
2	End 按鈕	結束 PTE 工具。	(1.2)

b. 記錄選擇清單畫面

若在主清單畫面點擊「Readout」按鈕、「File OPen」按鈕，就會顯示如圖 3.5.9 的記錄選擇清單畫面。

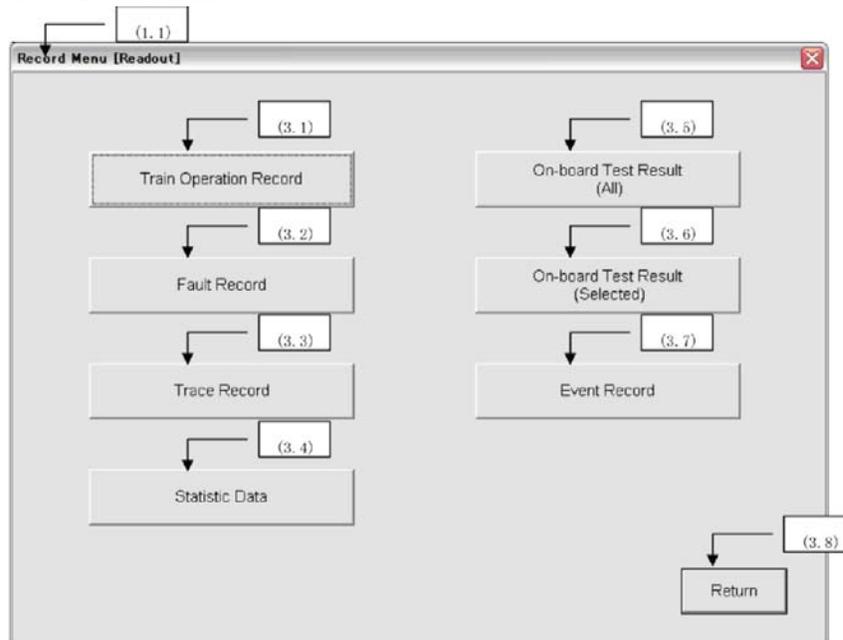


圖 3.5.9 記錄選擇畫面

c. 故障記錄畫面

若在記錄選擇清單畫面選擇「Fault Record」，並在車廂選擇清單畫面點擊「Readout Start」按鈕，就會顯示如圖 3.5.10 的故障記錄畫面。

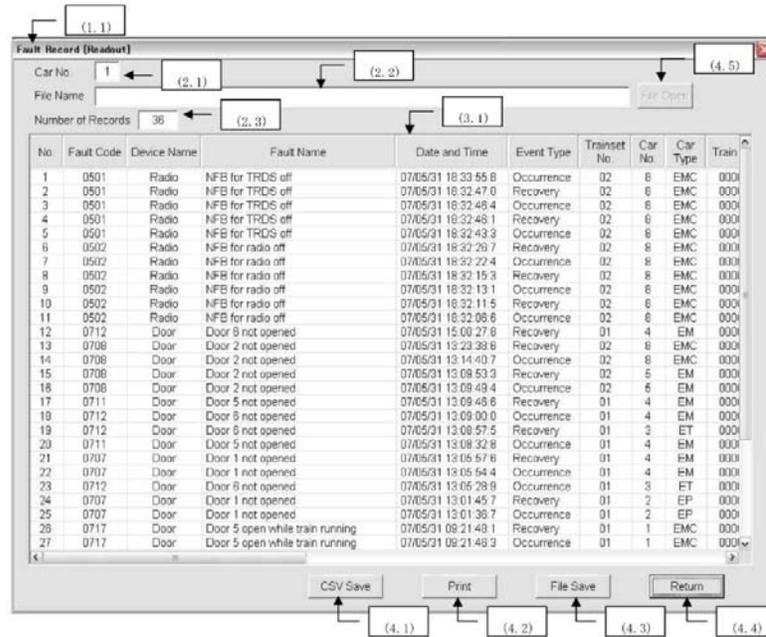


圖 3.5.10 故障記錄畫面

d. 統計數據畫面

若在記錄選擇清單畫面選擇「Statistic Data」，並在車廂選擇清單畫面點擊「Readout Start」按鈕，就會顯示如圖 3.5.11 的統計數據畫面。

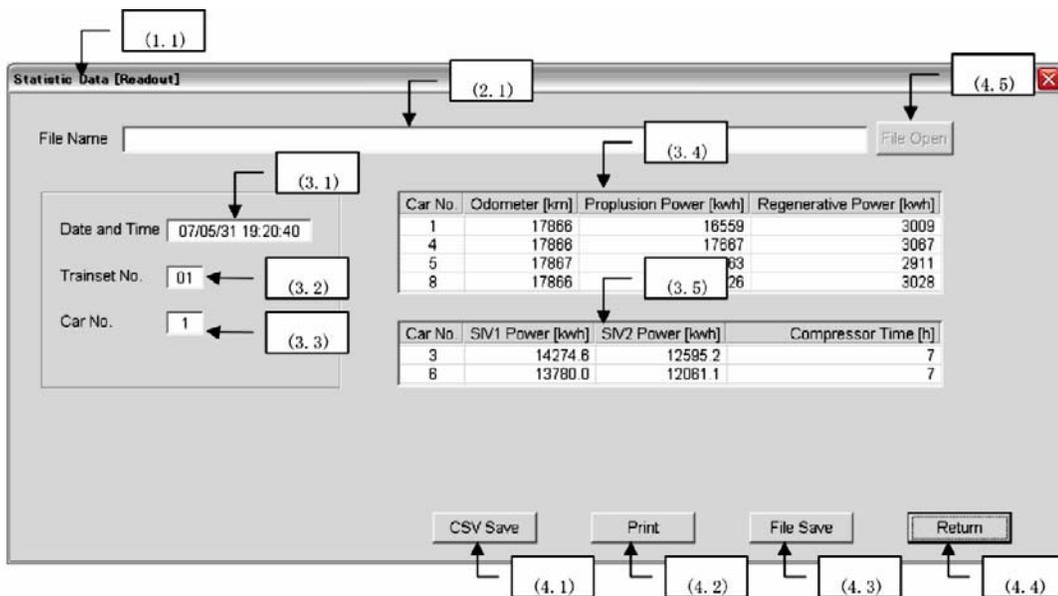


圖 3.5.11 統計數據畫面

e. 事件記錄畫面

若在記錄選擇清單畫面選擇「Event Record」並在車廂選擇清單畫面點擊「Readout Start」按鈕，就會顯示如圖 3.5.12 的事件記錄畫面。

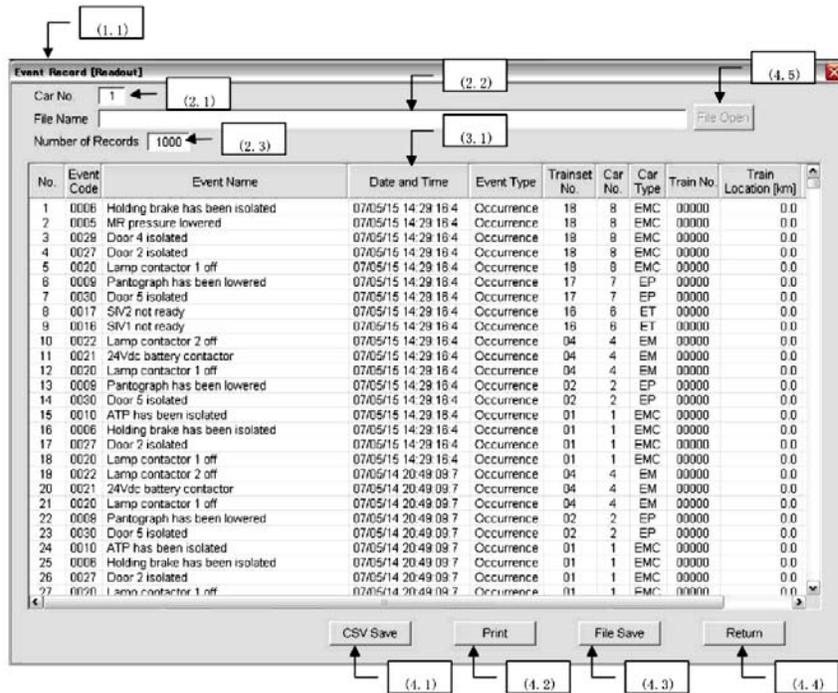


圖 3.5.12 事件記錄畫面

f. 追蹤記錄選擇清單畫面

若在記錄選擇清單畫面選擇「Trace Record」並在車廂選擇清單畫面點擊「Readout Start」按鈕，就會顯示如圖 3.5.13 的選擇追蹤記錄之選擇清單畫面。

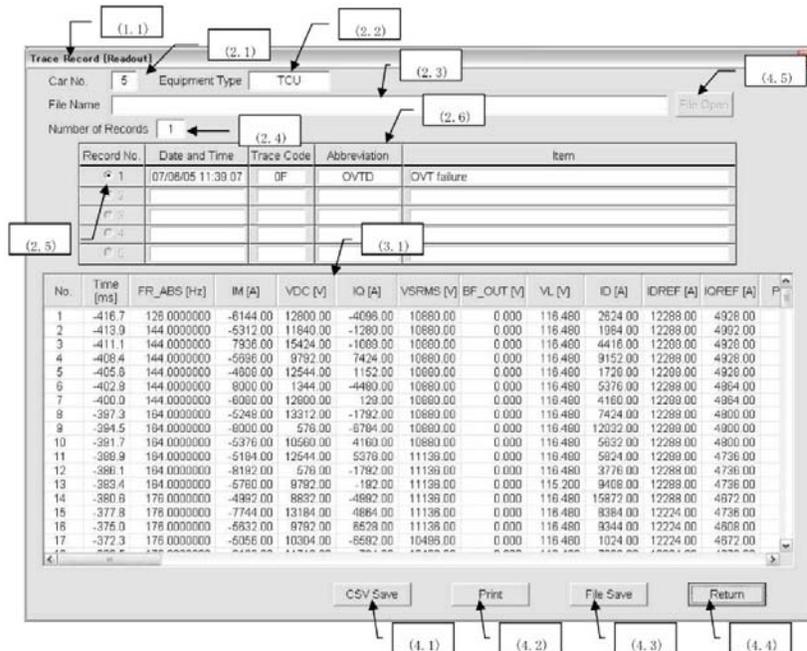


圖 3.5.13 追蹤記錄畫面

g. 車上檢查記錄畫面（全項測試）

若在記錄選擇清單畫面選擇「on - board Test Result（All Test）」，並在車廂選擇清單畫面點擊「Readout Start」按鈕，就會顯示如圖 3.5.14 的車上檢查記錄畫面（全項測試）。

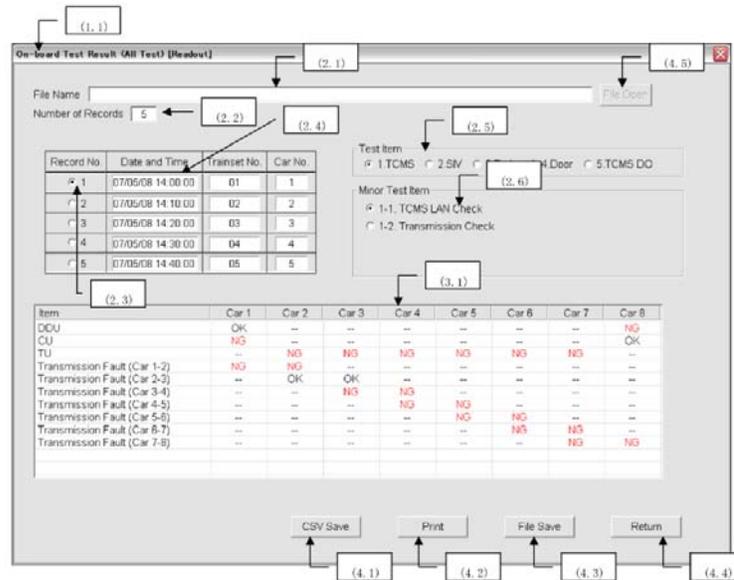


圖 3.5.14 車上檢查記錄畫面

h. 運行記錄車廂選擇清單畫面

若在記錄選擇清單畫面點擊「Train Operation Record」按鈕，就會顯示如圖 3.5.15 的運行記錄車廂選擇清單畫面。

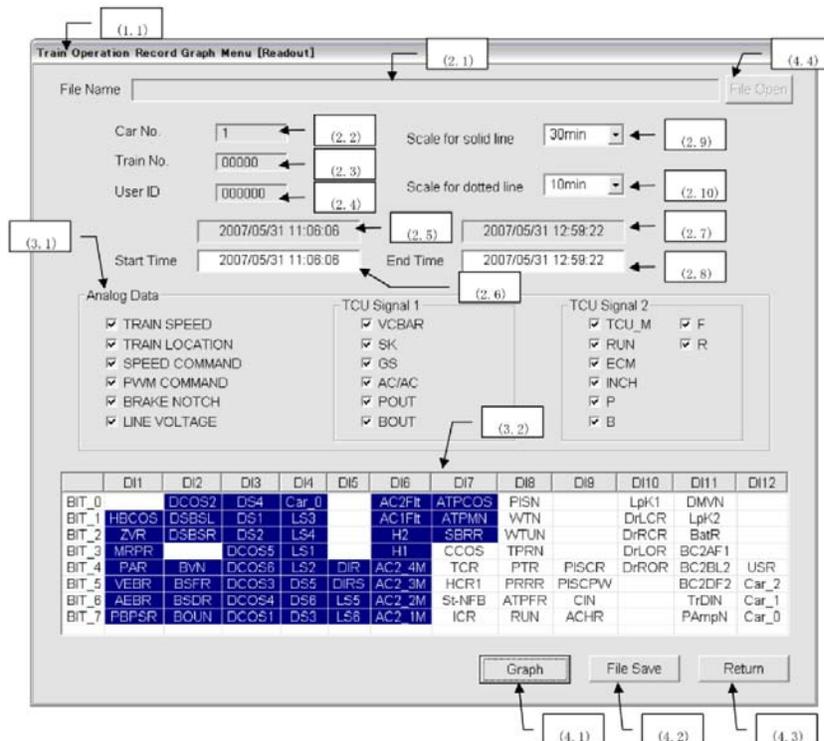


圖 3.5.15 運行記錄圖表清單畫面

4. 讀出記錄的儲存：所讀出的記錄可以 csv 形式或資料形式儲存至檔案。

(1) CSV 形式：可利用 Microsoft Excel 等軟體進行讀取的形式。

(2) 資料形式：可以讀出器的 File open 模式進行讀取的形式。

5. 讀出記錄的列印：搭配 Microsoft Excel 可進行讀出記錄的列印。

因為在各記錄的顯示畫面點擊「Print」按鈕，Excel 就會啟動，並將顯示中的記錄之預覽列印畫面進行顯示，故須使用 Excel 的列印功能進行列印。

六、軀機系統閥類測試設備

(一) 概要

本測試裝置透過電腦控制，對用於鐵路車輛空氣制動裝置的負載閥、中繼閥、控制閥等模式；空氣控制閥（以下稱為”閥”）自動進行性能和功能測試。測試結果可在電腦畫面中顯示，並可執行結果報告列印、結果資料保存等。此外，測試台使用液晶觸控螢幕而非電腦顯示器畫面，可透過電信號顯示及各類開關操作，目視確認手動測試和自動測試中的測定值。

(二) 測試對象閥

司軀閥、E 形控制閥、負載閥、壓力調整閥、電磁控制閥、壓力控制閥、電磁閥、緊急電磁閥、緊急吐出閥、車長閥、帶座緩解閥、切換閥、自動排水閥、保壓止回閥、複式止回閥、止回閥、壓力傳感器組件、壓力開關、安全閥、旋塞閥、球閥、排水塞、水平閥、差壓閥。

(三) 測試方針

1. 概要

- 電腦畫面採用觸控面板方式。
- 於接通電源後顯示之最初畫面，選擇是否執行電腦自檢程式。
- 閥的製造編號等文字資料採用鍵盤輸入。
- 安裝台採用 2 台，透過測試板的換裝，在測試中可對 2 種閥進行任意組合。
- 結果報告採用黑白雷射印表機單頁列印。
- 如將來在測試物件中追加新閥，只需追加測試程式和測試板即可。
- 關於自動測試時的閥漏氣測試，原則採用空氣減量測定。
- 測試用司軀閥的把手操作和負載閥等調整部位的調壓操作採用手工操作。
- 手動測試操作可在測試台操作面板上進行。

2. 測試閥的狀態

應為從車輛拆下的單體狀態。

3. 測試板和測試閥的連接方法

採用氣動夾具方式並透過操作面板的開關操作，將閥裝入測試板。此時，進行閥和測試裝置的空氣連接。將司軀閥裝入閥專用安裝台，並透過軟管與測試裝置進行空氣連接。

(四) 測試專案和測試內容概要

測試項目

- 漏氣測試：在閥內充入壓力空氣，然後將測試通路塞關閉，將壓力空氣封在閥內，對一定時間內的壓降進行測定。

- 容量測試：透過閥並按規定壓力向測試裝置的儲氣缸充入空氣，並透過閥將儲氣缸內的壓力空氣排出，分別對所需要時間進行測定。
- 作用測試：確認閥的基本功能和作用。
- 靈敏度測試：在閥內緩慢充入壓力空氣或排氣，對此時的動作靈敏度和滯後效應進行測定。
- 絕緣測試：對閥的通電部位和閥體之間做絕緣電阻值和耐壓測定。

(五) 構造和功能

1. 整體構造：

本測試裝置由測試台、控制盤和附屬品構成

(1) 測試台：

- a. 主要構成元素為閥安裝台、操作部、電磁關閉閥、電空調節器、壓力轉換器和空氣管道。
- b. 自立型定置式，外覆鋼製面板，透過調節底腳可便於改變佈置。
- c. 在正面的台面上安裝 2 台閥安裝台。
- d. 在操作面板上設置波登管壓力計、各種開關及觸控螢幕。內部設有測試用空氣回路（儲氣缸、電磁開閉閥、電空調節器、壓力開關等空壓機器）以及電氣回路（定序器、電源裝置、繼電器、控制機器等電氣機器），透過打開門蓋和取下表面板，可便於維護。
- e. 頂部設有台（對應不同的安裝台）信號燈，用於顯示測試進行的狀態。

(2) 控制盤：

- a. 主要由電腦系統、絕緣測試器和其他（輸入輸出部位以及電源部位）等構成。
- b. 自立型定置式，外覆鋼製面板，透過調節底腳可便於改變佈置。
- c. 正面和內部設有電腦系統、電源變壓器、絕緣測試器、信號轉換器、A4 雷射印表機等。

(3) 附屬品：

- a. 測試板閥測試、測試裝置維護所需要的部件。
- b. 測試板為鋁製，設置用於閥與測試裝置的空氣通路、夾閥的氣缸和手柄等。



取付台 1 情報 取付台 2 情報

試験選択 表示選択 試験選択 表示選択 合格

取付台 1 取付台 2

試験項目	回数
<input checked="" type="checkbox"/> ならし動作	1
<input type="checkbox"/> 1. 絶縁試験	1
<input type="checkbox"/> 2. 電磁弁動作試験	1
<input checked="" type="checkbox"/> 3. 漏洩試験	1
<input type="checkbox"/> 4. 圧差プレート試験	1
<input checked="" type="checkbox"/> 5. 作用試験	1
<input checked="" type="checkbox"/> 6. 回生補正作用試験	1
<input checked="" type="checkbox"/> 7. 容量試験	1

弁タイプ: E型中継弁 弁型式選択 クリア

型式: E0764-7D

品番: 1576-209011-01

記事: TEST

管理番号: 22403100341 パネル入力

製造番号: 090002 車系: 車号: 試験年月日: 2013/01/31

メーカー: 試験時間: 12:20:54

試験種別: 室温: 23.5

修理者名: 試験者名: 記事: 試験時間 16分34秒

経過時間: 00:16:34 結果印刷 詳細表示 結果保存

試験モード: 逆送 PUSH 全結果保存 全結果印刷 試験リセット 項目停止 試験中止 終了

弁タイプ選択: MFC1型電磁制御弁

型式	品番	記事	改訂番号
MFC1	弁選択		5123

MFC1型電磁制御弁 AS型応荷重弁 逆止弁

J・F型中継弁 Y型切換弁 2ポート自動ドレン弁

EPR2型電空変換中継弁 DB吐出弁 D-20除濕器

PC1型圧力制御弁 給排弁 DA型電制 작동器

EP型電空変換弁 圧力調整弁 E2D型空気管轄切弁

E型中継弁 複式逆止弁 調圧器・圧力SW

戻る

T ↓ 決定 キャンセル

圖 3.6.2 初機系統閥類測試顯示圖



圖 3.6.3 軛機系統閥類測試機外觀



圖 3.6.4 軛機系統閥類測試面板

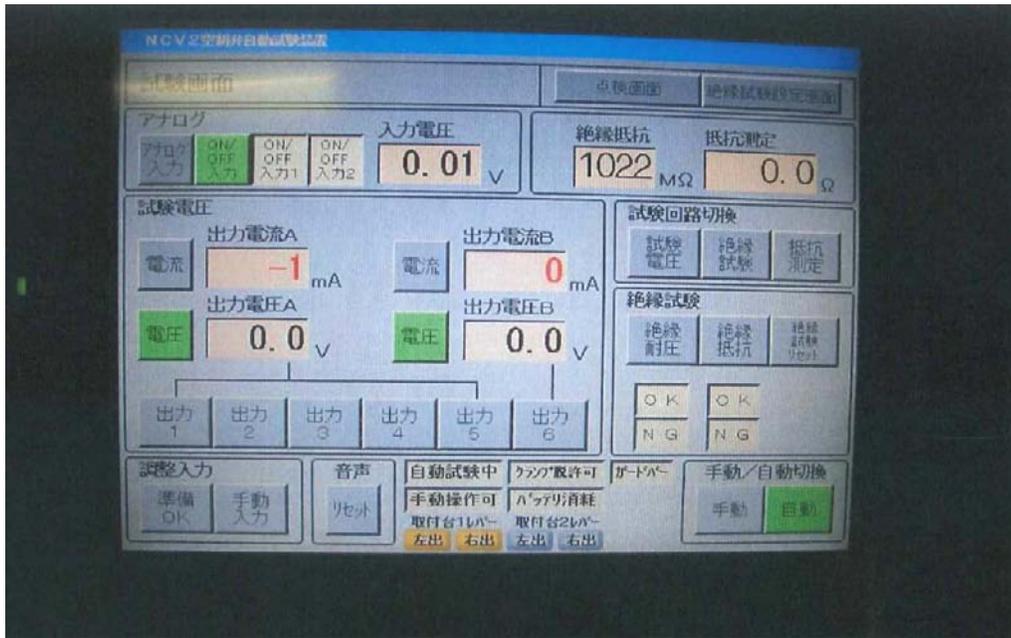


圖 3.6.5 軟機系統閥類測試數據顯示圖



圖 3.6.6 軟機系統閥類測試平台

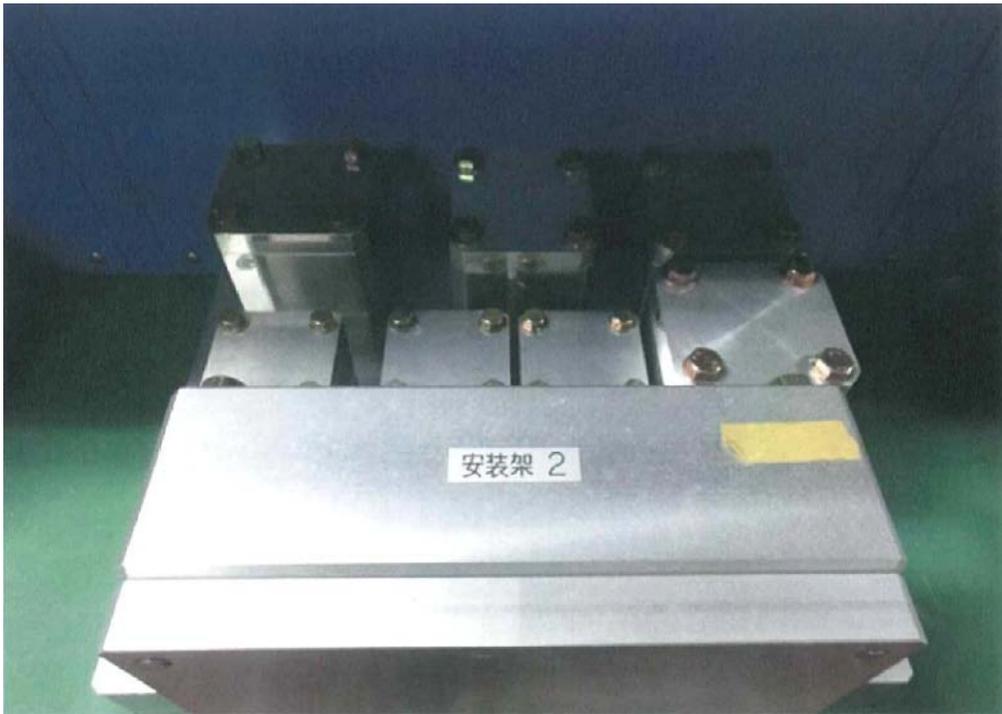


圖 3.6.7 軀機系統閥類測試介面

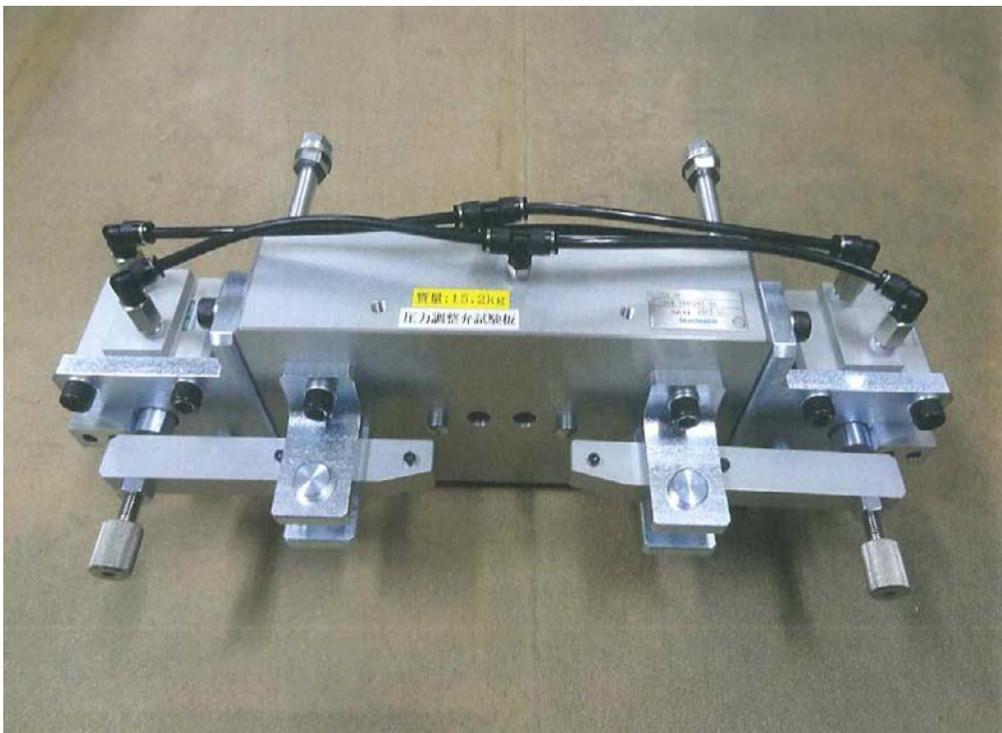


圖 3.6.8 軀機系統閥類測試壓力調整測試壓板

(六) 測試操作概要

1. 操作概要：

本測試裝置的操作狀態分為自動測試和手動測試 2 種。自動測試透過電腦控制自動進行（自動執行測試步驟、自動測試檢測、自動判定、結果的自動紀錄和保存）。手動測試透過對測試台操作面板開關的操作和顯示燈儀器的目視方式手動進行。

2. 測試準備：

將測試台正面右下方的門打開，將氣源閥打開，將電源開關置於 ON。

3. 執行自檢程式：

接通電源後，螢幕將首先顯示執行自檢程式選擇項，若要執行，請選擇「執行」，否則選擇「不執行」；執行時務請確認螢幕顯示的訊息，若有必要則以手動操作實施。

4. 執行自動測試：

在電腦畫面顯示的主功能表中選擇”實施測試”，根據需要選擇測試模式、以及全項測試或單項測試，再按電腦畫面上的”新測試”按鈕，開始自動測試。

5. 自動測試中顯示

(1) 電腦畫面

- a. 結果顯示：顯示當前測試的閥安裝台和測試項目，對於測試結束的項目，顯示其結果以及是否合格。
- b. 項目停止：自動測試中”項目停止”按鈕，可在當前測試項目結束時暫停。
- c. 錯誤顯示：「測試開始時」對空氣源壓力和自動/手動切換狀態等進行確認。「測試中」當發生影響整體動作的問題時，例如測試壓力或電壓無法設定等，會停止動作並在畫面中顯示提示。

(2) 測試台顯示：在自動測試中，透過測試台頂部的信號燈顯示狀態。

6. 結束操作：

自動測試結束後，會發”測試結束”的語音提示，透過電腦畫面確認測試結果，選擇並執行保存、列印、作廢、再次測試等。結束測試程式，執行電腦關機操作，將電源開關置於 OFF。

7. 測試結果列印/檢索：

可將測試結果以單色列印的方式列印；可透過輸入閥檢索信息，對硬碟中保存的結果進行檢索，並調出並顯示在電腦畫面上，可用印表機列印所調出的結果。

8. 執行手動測試：

將測試台上方的操作面板的模式切換開關置於”手動” 對操作面板上的開關和旋鈕進行操作，可透過目視進行數位式壓力計、波登管壓力計、數字式電壓計、電流計進行手動測試。

(七) 維護：本測試裝置需定期維護以確保動作保持穩定。

NO	項目、週期	內容	
1	開機檢查	確認各部位有無異常聲音、異常顯示、漏氣及排水	
2	動作、精度確認	透過自我診斷程式進行自檢，確認信號的設定精度、測定精度及控制動作是否良好	
3	檢 查 保 養	每年	透過基準器對各機器進行校正，測試軟管、電纜的外觀、導通檢查、功能確認
		每 2 年	空壓機器墊片的更換、功能確認
		每 5 年	上述之外的橡膠部件更換、壓力轉換器校正、功能確認
		每 10 年	感測器、電纜、軟管更換、功能確認
		每 15 年	更換主要控制機器、電源裝置等進行功能確認
4	其他	將結果資料備份至軟碟等媒體	

肆、心得及建議：

一、傾斜式列車演進

（一）前言：

影響列車行駛速度的因素有很多，光就路線而言主要有彎道半徑、坡度兩大原因。而傾斜式列車，就是克服彎道半徑有效提高行車速度的最佳方法。本局為改善東部幹線（台北~花蓮）因彎道多影響行車速度之情形，並配合花東鐵路電氣化自民國 97 年起陸續投入兩種傾斜式列車（TEMU1000 型、TEMU2000 型），不但有效提升行車速度、縮短行車時間，更使國人藉由鐵路達成東部一日生活圈的目標。

（二）原理：

列車於曲線上高速行駛時，因曲線半徑及行駛速度所產生的離心加速度，會使旅客有被拋出的感覺，影響旅客舒適度。此外，列車過彎所產生的離心力，也會使列車有出軌之虞。因此，在路線鋪設時會視彎道半徑的大小將外軌部份做一定程度的加高，使車體在過彎時自然地向彎道內側傾斜以抵銷離心加速度，達到順利過彎並使乘坐品質不因彎道而減低的目的，如（圖 4.1.1）所示。

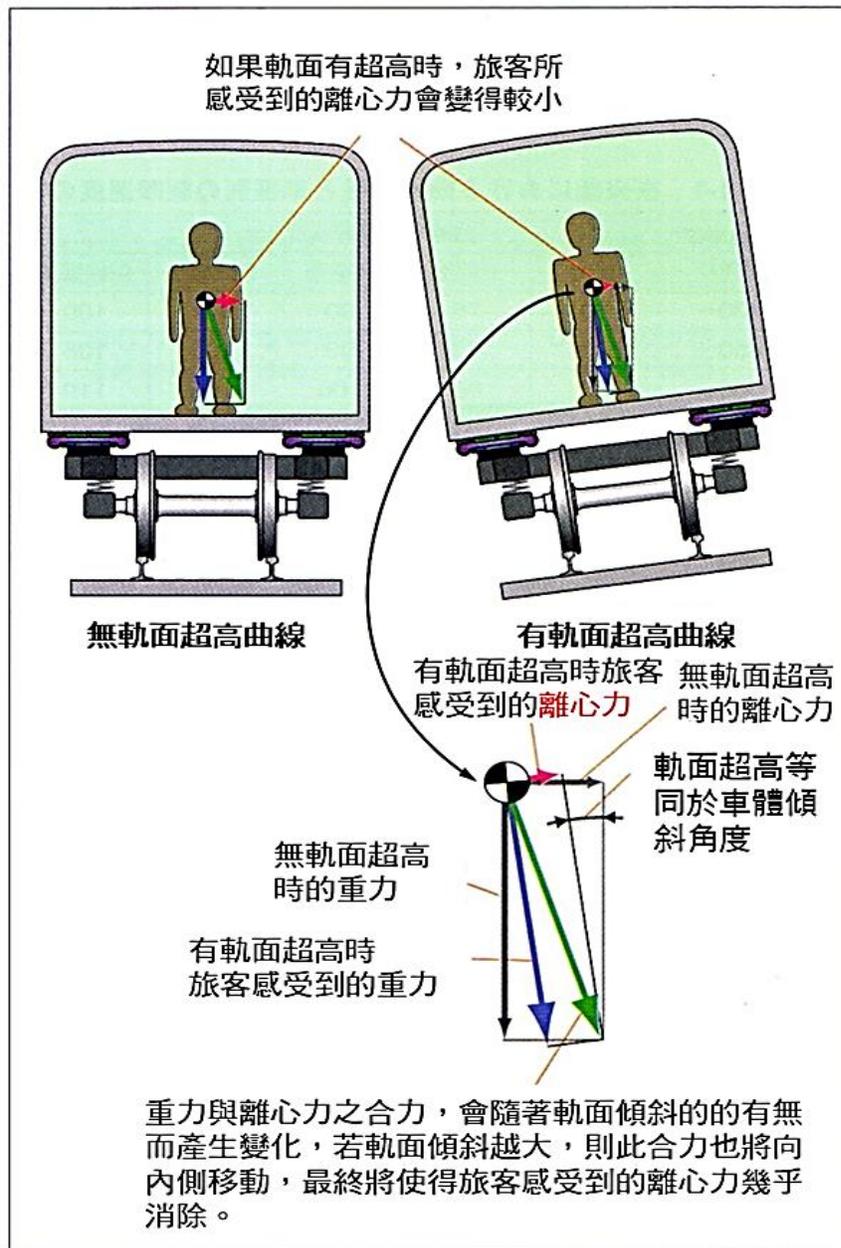


圖 4.1.1 軌面加高與離心力之關係圖

但是，軌面的加高（超高）是有極限的。如果加得太高，則車輛於曲線上靜止不動或是行車速度較低時會有傾覆之可能。因此，列車行經彎道時必須配合彎道的半徑與超高給予限速，否則會導致車輛於曲線上高速運轉時，產生超高無法抵銷之「超過離心力加速度」（即有軌面超高時旅客感受到的離心加速度），使列車有傾覆之虞。

所以，在路線有上述無法克服的限制下，為了提高列車行經彎道的速度也只有車輛構造上想方法，傾斜式列車就是在這樣的思維下誕生。其原理就是在轉向架上加裝傾斜裝置，使車輛行經曲線時藉由車體往軌道內側傾斜，補足彎道超高的不足，用以壓制左右慣性加速度，藉此抵抗離心力，使車輛以較高的速度通過彎道。此類技術最早在 1940 年代由義大利 FIAT 與瑞典 ABB 公司進行研

究；日本則是在 1960 年代由小田急電鐵（Odakyu）與三菱電機進行實驗，1973 年國鐵（JNR）381 系正式投入營運，行駛於中央西線。

（三）日本傾斜式列車發展：

1. 自然傾斜系統：

最早的傾斜式列車是以車輛過彎時的離心力傳達至滾筒或者連桿裝置，使車輛傾斜稱為自然傾斜方式。在歐洲技術分類上則稱為「被動式傾斜」。此類傾斜在轉向架構造上是由一對滾筒裝置裝設於傾斜樑上之轉動鉸所構成，其構造如（圖 4.1.2）所示。若曲率半徑小於 400m 者則可增加 15km/hr 的車速過彎，若曲率半徑大於 400m 時則可增加 20km/hr 的速度過彎。日本於 1973 年製造的 381 系電車就是本系統的代表（圖 4.1.3），在中央線的名古屋到長野之間行駛約可減少 20 分鐘的行車時間。然而此技術因滾筒裝置摩擦阻力無法有效控制，在進入曲線較短之彎道或「S 形」曲線時，車體傾斜動作會有遲緩現象，而後入彎後發生急遽傾斜，導致旅客乘坐易出現不適。另外在風速過大的天候條件下，車體的擺動也會受到影響，常常會因此而停駛列車。

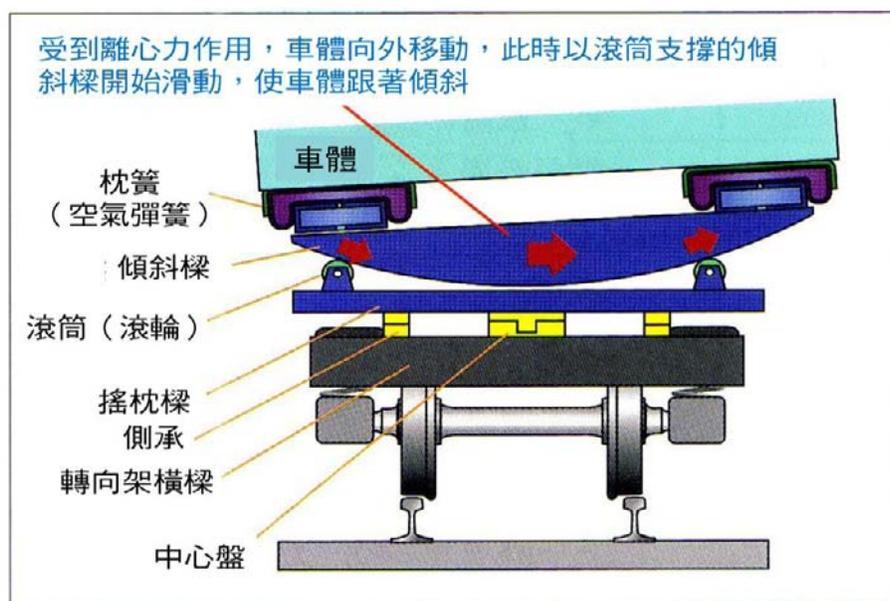


圖 4.1.2 自然傾斜機構示意圖



圖 4.1.3 保存於 JR 東海鐵道博物館的 381 系自然傾斜式電車



圖 4.1.4 381 系轉向架

2.控制傾斜系統：

為了改善自然傾斜系統在旅客乘坐舒適度以及天候條件限制等問題，其後發展出了控制傾斜系統。其原理是藉由讀取 ATS 或 ATP（行車保安裝置）系統中路線的資料，包含曲線之地點、方向、半徑與超高等輸入車載電腦，電腦依照當時列車行駛之狀況，在車輛進入彎道前預先控制車輛傾斜，並依照實際行駛速度控制傾斜角度，達到控制傾斜的目的地。其控制之方式是在自然傾斜系統中加裝汽缸（傾斜控制缸），依照電腦計算的結果控制車體傾斜動作。最早之系統為滾筒式（Roller Type，亦有翻譯稱之為滾柱式）控制傾斜系統如（圖 4.1.6）所示，1989 年成功地運用在 JR 四國的 2000 系柴聯車上。



圖 4.1.5 JR 四國 2000 系柴聯車

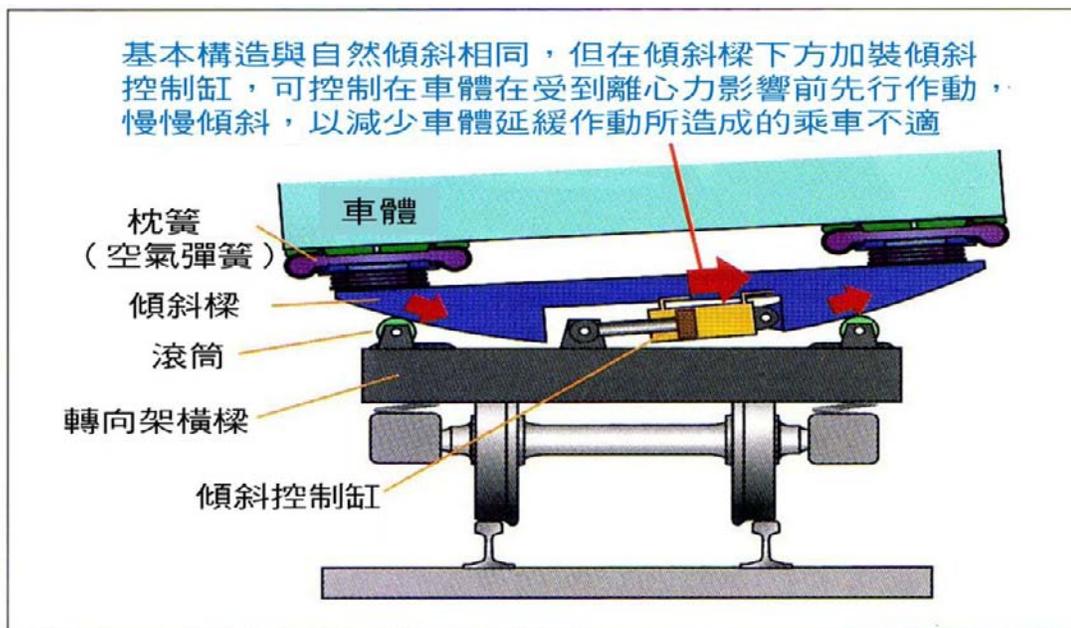


圖 4.1.6 滾筒式控制傾斜機構示意圖

然而此系統在構造上由滾筒、滾盤與傾斜樑垂直堆疊，車下所需空間大。因此為了達到車下機械小型化的目標，在 1990 年代又發展出球型軸承導引式 (Bearing Guide Type) 其構造如 (圖 4.1.7) 所示，以弧形導軌等等機構進行傾斜動作與傳遞負載，並實際運用於 JR 北海道的 KiHa281 系柴聯車之中，其車體傾斜角為 5~6 度，通過曲線速率最多可比一般列車多上 35km/hr。此類系統因設置有搖擺樑等慣性機構，因此在傾斜控制缸故障時可變更回自然傾斜，為一種故障自趨安全 (Failure-safe) 的設計。

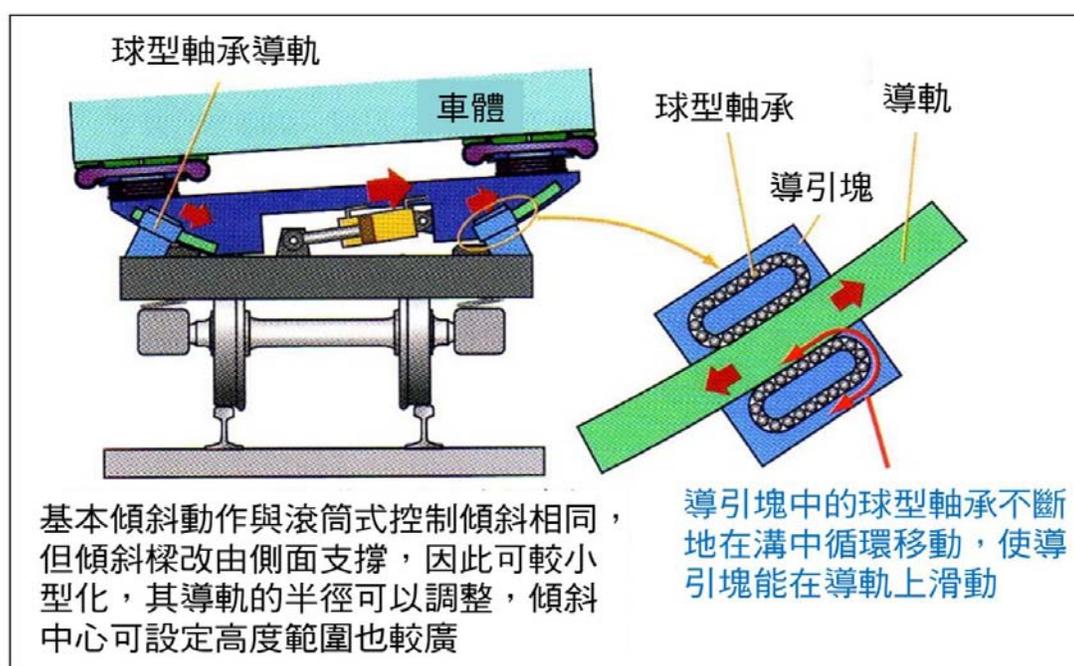


圖 4.1.7 球型軸承導引式傾斜機構示意圖

另外，此種系統運用在柴聯車設計時必須注意引擎反作用力之問題，因此引擎動力設備必須成對配置，如（圖 4.1.8）所示。運用於電聯車設計時，則必須注意集電弓離線的問題。為此則必須使用集電弓支架（圖 4.1.9）或牽引繩索直接連結於轉向架上（圖 4.1.10），以避免行駛時因車體傾斜造成集電弓離線。此種系統因構造設計較為複雜，製造與維護成本較高，近年來在日本國內已不再生產此種系統之車輛。

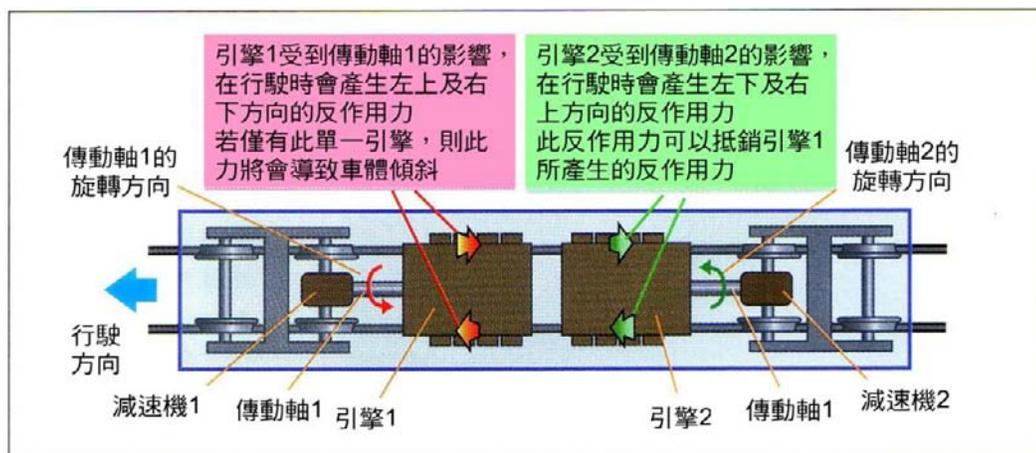


圖 4.1.8 滾筒式傾斜系統運用於柴聯車上，動力系統必須成對裝設



圖 4.1.9 解決滾筒式傾斜系統集電弓離線問題方法之一：集電弓支架方式

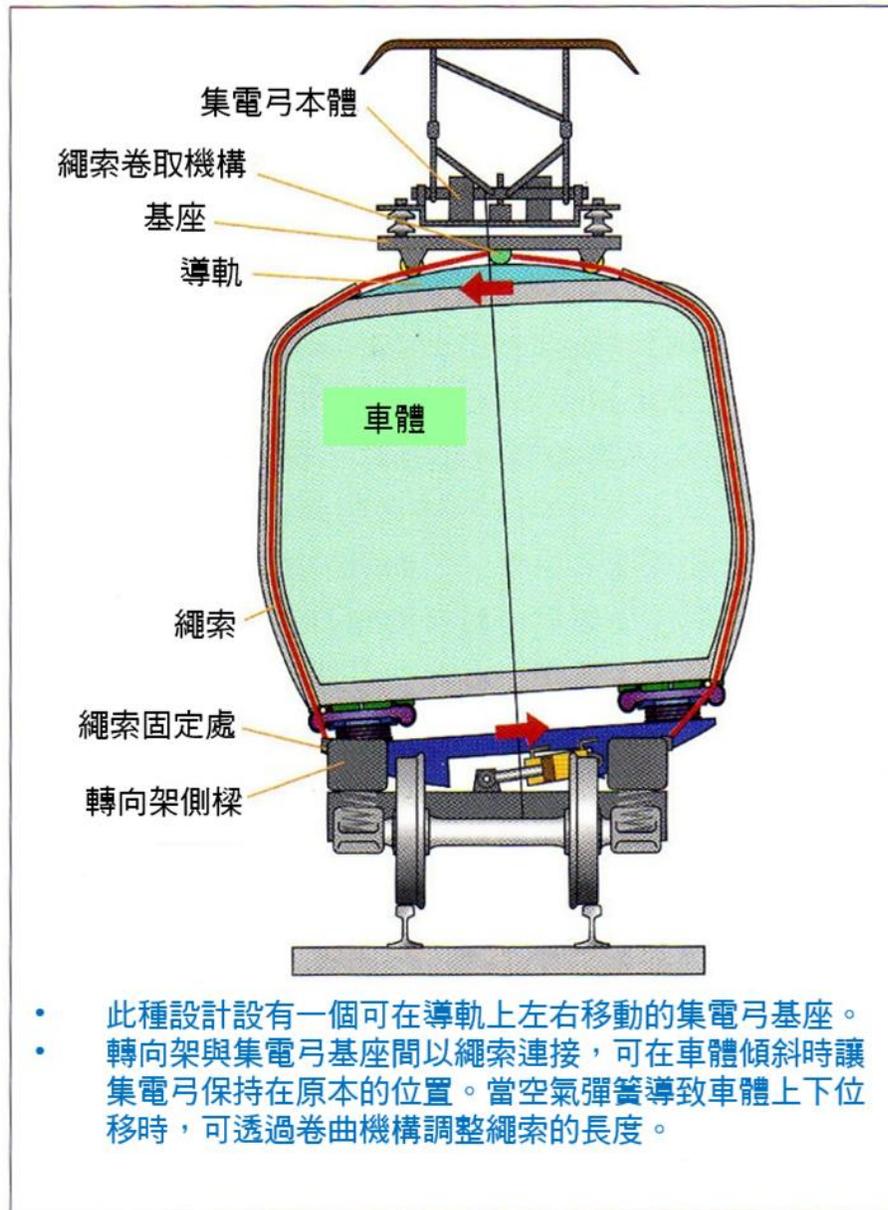


圖 4.1.10 解決滾筒式傾斜系統集電弓離線問題方法之二：繩索式

3.空氣彈簧傾斜系統：

上述控制傾斜的車輛在製造與維修上需要較高的成本，因此發展低成本傾斜式列車就成了鐵道公司努力的目標。

利用控制轉向架左右兩側空氣彈簧之高度，藉此達到車體傾斜之效果，就是低成本傾斜式列車的具體實現。此一系統稱之為「簡易式車體傾斜裝置」或「空氣彈簧傾斜系統」，其構造如（圖 4.1.11）所示。

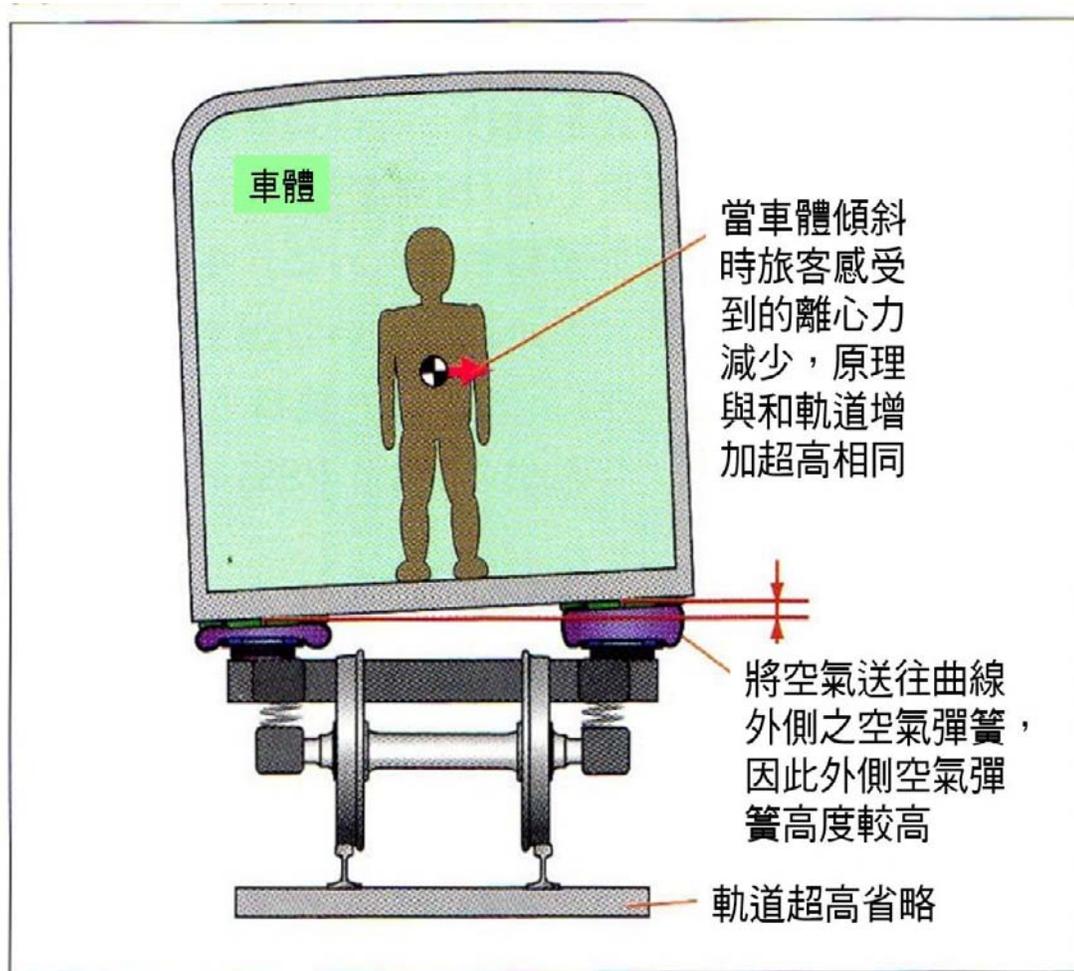


圖 4.1.11 空氣彈簧傾斜機構

此方式是透過車載電腦事先記憶路線資料，於收到地上子資訊後依照當時的車速運算出合適的傾斜角後，再控制轉向架上之電磁閥，控制空氣彈簧之排放氣，使轉向架左右高度產生差異，藉此達到傾斜之效果。另外當 ATP 系統故障無法比對路線資料時，車上的陀螺儀設備於列車入彎時可偵測當時加速度再進行傾斜。此系統在 1960 年代時即由小田急電鐵研發中，但因電腦運算容量與電磁閥等技術尚不成熟因此並未實際量產，直到 1997 年登場的 KiHa201 系柴聯車才正式採用。此種傾斜方式是重視成本的日本鐵道公司今後發展的主流技術，製造成本相較於控制傾斜系統約節省 20~30%，其傾斜角為 2 度（較滾筒式傾斜小），但高速過彎的能力相當。

4.複合式傾斜系統：

2006 年 3 月由日本 JR 北海道、鐵道綜合技術研究所與川崎重工三者共同發展出一套混合控制自然傾斜與簡易式車體傾斜裝置的系統，稱之為複合式傾斜（Hybrid Tilting System），最多可達到 8 度傾斜之效果（控制 6 度加上簡易式 2 度，其轉向架構造如（圖 4.1.12）所示。可在部份曲率較大之彎道比原本列車快 50 公里過彎，目前已由改裝後之車輛驗證過，但因改裝後之列車車輛淨空不足，因此無法大量改造，必須將車體重新設計過，也因此 JR 北海道預計在 2015 年之後才會導入使用此技術的新型車輛。

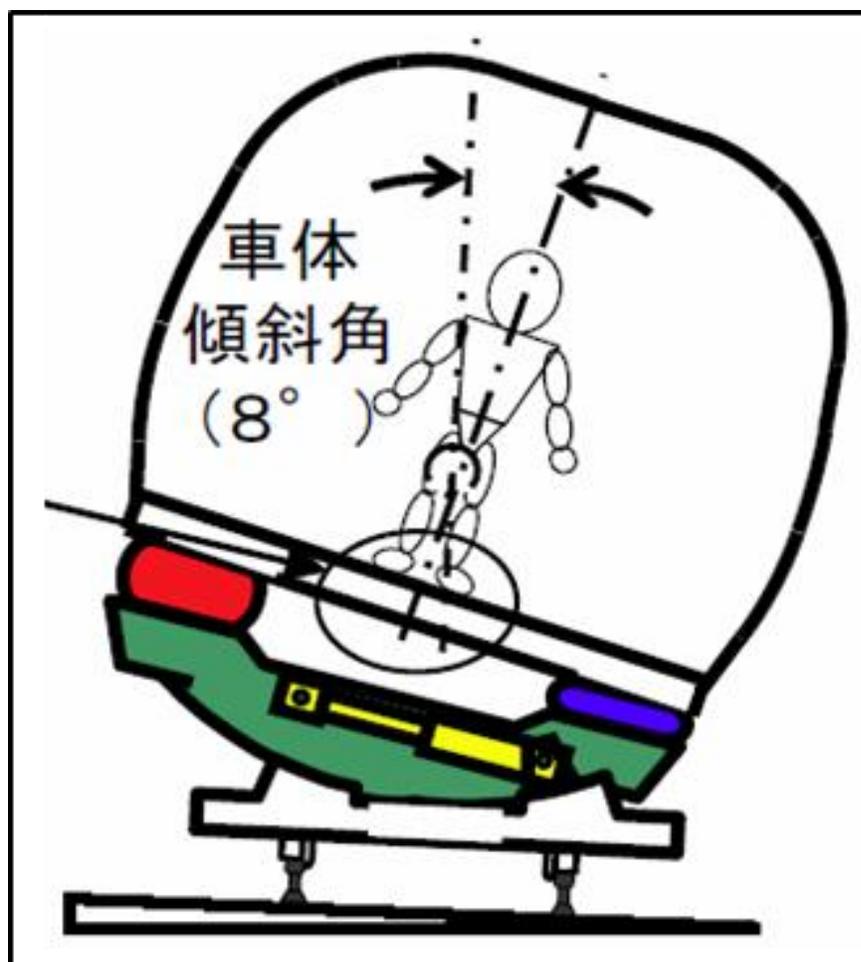


圖 4.1.12 複合式傾斜機構



圖 4.1.13 JR 北海道 KIHA285 系採用複合式傾斜系統



圖 4.1.14 為了使車體在最大傾斜 8 度時不致於超出車輛界限，車身的上下均向內縮採用類似菱形的設計

(四) 本局傾斜式列車發展：

1. TEMU1000 型（太魯閣號）



圖 4.1.15 TEMU1000 型（太魯閣號）

為了克服宜蘭線鐵路彎道多的困境，並縮短台北花蓮間行車時間，2006 年底本局第一代傾斜式電車組正式抵台。TEMU1000 型太魯閣號營運最高時速 140 公里由日本日立公司製造。本車基本設計由 JR 九州 885 系而來並配合本局需求採用 4 輛一組兩組成一列的型式編成。其傾斜系統採用控制傾斜，作用原理如前所述。將路線資料事先輸入車載電腦，列車行駛時電腦會比對 ATP 的路線資料與車載電腦的資料是否相符，若資料相符在列車通過彎道時，藉由電腦計算的數據操控車體傾斜的角度（最大 5 度）與時機，達到高速過彎的目地。若 ATP 的路線資料與車載電腦不相符，則自動切換成自然傾斜模式，利用彎道的離心力使車體自然傾斜。另外考慮車體傾斜可能造成集電弓離線的問題，因此將集電弓固定在 TEP 車的轉向架上。

2. TEMU2000 型（普悠瑪號）



圖 4.1.16 EMU2000 型（普悠瑪號）

為了花東鐵路電氣化，並使臺灣東部也能藉由鐵路達到一日生活圈的目標，2012 年 10 月本局第二代傾斜式列車（TEMU2000）普悠瑪號抵台。普悠瑪號設計最高時速 150 公里，營運最高時速 130 公里由日本車輛設計製造。和太魯閣號不同的是，普悠瑪號採用日本最新的空氣彈簧傾斜系統，最大傾斜角度 2 度。其傾斜的控制方式一樣是藉由 ATP 的路線資料比對車載電腦，若資料相符在列車通過彎道時電腦會控制空氣彈簧的電磁閥進行充、放氣，使車體左右產生高低差達到傾斜的目的地。若 ATP 資料比對錯誤時，則藉由車上的電子陀螺儀進行彎道偵測控制電磁閥衝、放氣。而其他設計基本上與一般電車大致相同，是一種構造簡單、維修成本較低的傾斜式列車。

（五）結語：

日本鐵道公司為了克服路線的瓶頸，對於傾斜式車輛的研發可說不遺餘力，特別是沒有新幹線行駛的 JR 北海道以及 JR 四國公司。而本局也是將這類車行駛於沒有高速鐵路的東部走廊，以縮短城鄉間距離。

傾斜式列車可以藉由車體傾斜的方式達到過彎不需要減速的目標，適合行駛於彎道多的曲線路段。不但可提高行車速度、更能縮短運轉時間，有效提升服務品質。自 2006 年太魯閣號引進以來，一直深受國人的喜愛。但相對而言，因為車體傾斜對旅客造成的不適、無法發售站票造成單次車載客人數受限、高速過彎使得養路的頻率增加以及後續的維修保養負擔等等，都是路局需要思考及面對的課題。

二、日本鐵道車輛設計

1.高運轉台設計：

此類電車由於正面看上去和電鍋極為相似，因此被鐵道迷戲稱為「電鍋頭」。這種「電鍋頭」設計，一方面由於駕駛室的位置較高，當列車遇到平交道事故時（特別是遇到大型車輛）可有效保障司機員的安全，而且對於司機員的駕駛視野也有相當的幫助。而其下方的空間又可以做為車間的貫通門使用，可以說是一種節省空間又兼顧安全的設計。



圖 4.2.1 採高運轉台設計的 JR683 系



圖 4.2.2 另一種高運轉台設計的 R259 系



圖 4.2.3 兩組聯掛時中間貫通門打開接上風檔即可

2.附 LED 照明的時刻表架：

本局自太魯閣號起於駕駛室內的時刻表架均使用投射式照明，雖解決司機員夜間察看時刻的問題，但投射燈溫度高、壽命短，可參考日方的作法採用 LED 照明。

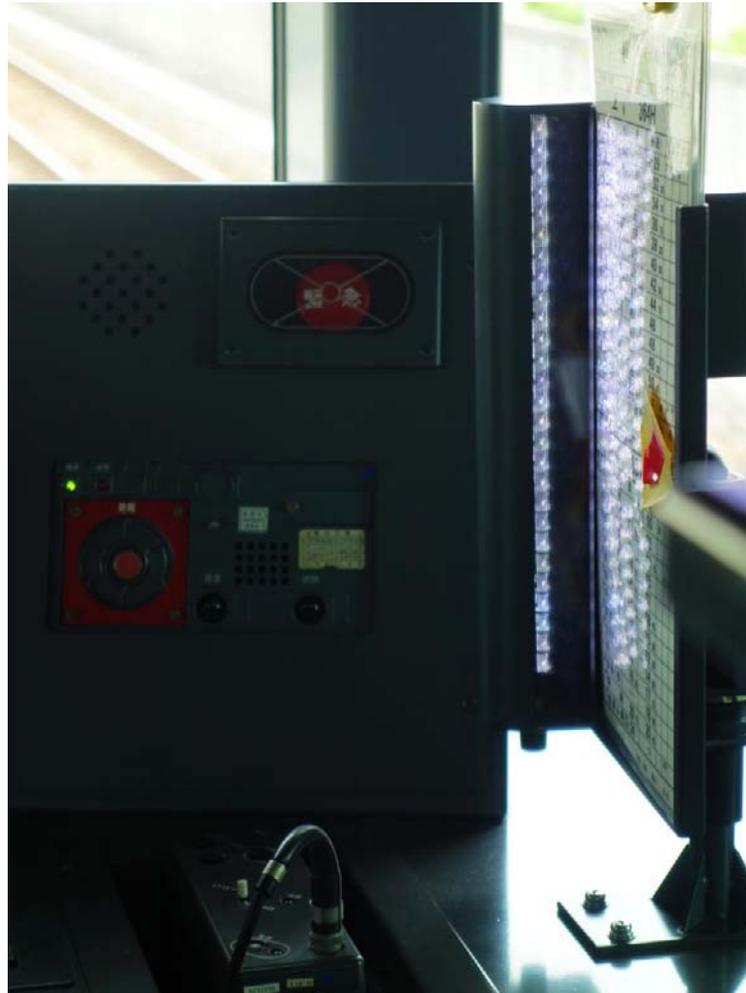


圖 4.2.4 名古屋臨海高速鐵道 1000 型列車時刻表架

3.燈號式 ATP 系統：

日本鐵路保安系統種類眾多，比較類似本局 ATP 系統的在日本稱為 ATS-P。其設計原理與保安方式均與 ATP 大同小異，唯獨在人機介面上（顯示方式）有很大的不同。ATS-P 是以幾個簡單的燈號所組成（見圖 4.2.5）念為司機員必須牢記路線的限速、坡度並以號誌機的顯示條件來駕駛列車。而 ATS-P 則扮演一個監督的角色，隨時監控列車行駛速度，除非有超速或未依號誌條件行車，否則不會有特殊的顯示或警告。

反觀本局的 ATP 卻是以觸控螢幕來做為人機介面，雖然顯示的資訊相當豐富，卻也容易使司機員產生依賴 ATP 的資料來開車，一旦 ATP 故障，反而無法正常運轉列車。



圖 4.2.5 由 6 個燈號所組成的 ATS-P 介面。由右到左分別為電源、警告、作用、解除、系統狀態、故障等

4.車間抗搖連桿：

觀察日本鐵路特急車輛（特快車），在車間風檔的上方，大部分都有這類連桿的設計。其主要是利用連接於車間上端的連桿，把列車行駛時產生的左右側傾相互抵銷，減少車體蛇形動的產生，提升乘坐舒適度。



圖 4.2.6 JR 259 系車間抗搖連桿

5. 可以省電的半自動門開關：



圖 4.2.7 233 系門旁的開關

在日本不論是特急（特快車）或是一般通勤車輛（通常是郊區型的），常可以見到這一類的裝置。其主要是為了改善因車門長時間開啟造成冷氣或暖氣流失而使用電增加，因此設計了這種半自動的車門開關。當列車到站停妥後，車長會將自動門解鎖，此時車門並不會開啟，需要上、下車的旅客自行按下門邊的按鈕，車門才會打開。上、下車完畢之後，再按鈕把門關閉。如果忘了關門，開車前也可由車長統一關門。

這樣設計的好處除了省電之外，也可以使坐在車內的旅客不至於因為列車停靠時間太長（待避或交會），而感到溫度上的不適。另外，在尖峰時刻旅客上下人數多的車站，還是可以由列車長直接控制全列車門的開關。因此算是一種雙模式的開門設計，值得本局參考。

6.沒有 BP（韌管）的日本電車：

日本電車韌機設計的主流是「電氣指令式空氣韌機」。所有韌機的緊韌及鬆韌全由電氣指令處理，各車廂上的 BCU 再將電氣指令轉成 BC 壓力送到韌缸（相當於本局 EMU800 中去除自動氣韌部份的狀態）。當列車分離時勢必拉斷車間的電器跳線（也包含韌機指令線），因此 BCU 偵測到斷線就會立即啟動 EB，使列車停車。如果 MR 漏氣時，BCU 偵測到 MR 壓力不足，也會立即啟動 EB。因此沒有 BP 也是可行的。反過來說，有 BP 系統的話，因這套系統是純機械裝置，有配管、各種閥類，不但重又佔空間、反應也較遲鈍、購車成本也會增加。

但是如果列車故障需要救援時怎麼辦呢？如果車輛需要救援時，日本的做法是就近找一班韌機系統相同的列車（通常都相同）來擔任救援，將故障編組推到下一站或是拉回機務段。由於廠段合一，車子到了機務段就能做各種檢修，因此沒有機車牽引迴送進廠的問題。如果真的因為某些特殊情況（新車出廠、事故車無法自力運轉）需要自力運轉時，也可加裝臨時性的韌機裝置，由機車牽引迴送。

三、淺談車輛維修保養理念

此次奉派至日本接受新式傾斜式電聯車之專業訓練，抱持誠惶誠恐、專心致志的心態，必定將日本專業廠商無論是在硬體的專業技術、軟體的管理體制，甚或是軟體的心態策略，都一一的觀察檢視，並作分析探討、去蕪存菁，以作為臺鐵學習改進的方向。現就車輛維修保養所見進行探討。

日本企業在面對 90 後的新生代與臺灣相同，都面臨技術斷層與基礎技術勞力新生代不肯屈就的問題，造成高精密機械製成之車輛品質高，卻因簡易人力組裝部分出現缺失，致使整體妥善率下降。日本企業公司針對此一問題即採用基礎專業證照來改善此現象。

企業對新進員工的基礎訓練相當重視，並嚴格執行證照制度，新進員工不論其工作性質或位階高低的不同，均施行相同的基本現場實務實習訓練。從看似非常簡單的拆換螺絲、螺帽，工具的正確使用，壓接端子、配線等等基礎工作開始。設置實習教室、設計工法、鼓勵創新優化工作流程、重視工作安全，並須經過考試檢驗合格，始得發給工作證照。且不論學歷高低、職位官等，均要完成現場實務訓練取得證照，始得進入職場，否則寧可淘汰也不濫竽充數。值得我們臺鐵學習，讓新進員工一定要有從基層幹起，認識基層的觀念，紮穩根基的檢修技術，絕不輕視任何簡單的動作，而是要確實的完成與做到。

記得在今年初時機務處處長於檢修研討會議上即宣告今年為【預防保養元年】，此與本次到日本觀察 JR 公司在維修保養的觀念上不謀而合。會中開宗明義指示：做好保養就不需維修，正言簡意賅的道出預防保養的真諦，臺鐵將循序漸進的導入先進與正確的維修保養策略，從根本改善車輛的維修體質。日本 JR 公司能創造新幹線高準點率與零事故，所倚賴的正是此種主動式維修的保養策略。

簡單就維修分類可分為以下四類：

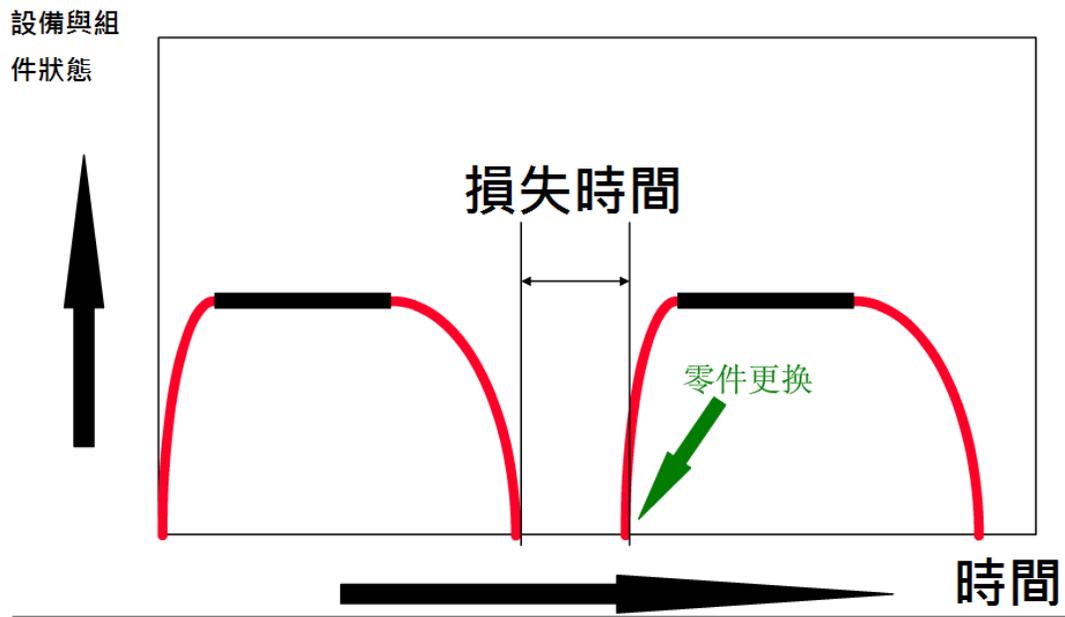
（一）事後維修（也稱為故障性或糾正性維修）：

在車輛發生故障後進行的維修活動，由於事前沒有準備，維修組織時間、各專業（工種）人員到達時間、配件材料採購時間、工器具準備及吊裝運輸車輛的到位時間等因素決定該維修的效率。

特點：

1. 車輛可靠性差、效率低。
2. 無效工作時間（準備時間）長、加班時間增加。
3. 成本高、需要的備件庫存大。
4. 對質量產生負面影響大。

等到故障出現才維修(事後維修)



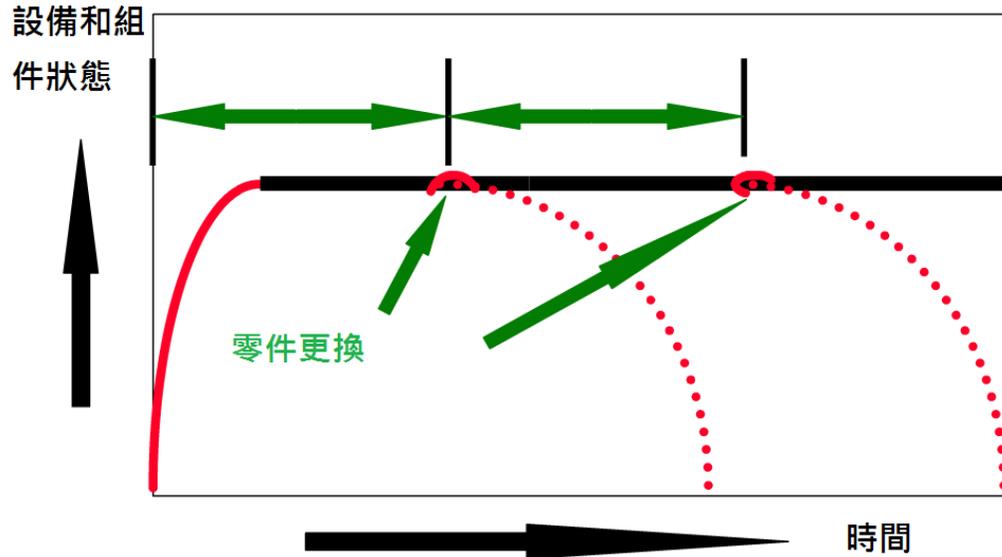
(二) 預防性維修（基於時間的維修）：

是根據車輛設計或製造廠家提供的車輛、主要零部件壽命參考時間，結合相關工程技術人員和管理人員的經驗，週期性的在故障出現前進行處理。是一種系統性且預先排定的檢查，目的在於防止早期故障、增加可靠性同時延長經濟壽命。

特點：

1. 以時間為基礎，屬系統性的維修。
2. 維修效率高、費用低、高維修質量、高可靠性、配件材料庫存低。
3. 絕大部分故障能再發生前進行處理。
4. 預防性計畫有賴於技術人員的直覺與經驗，且僅能依賴車輛設計或製造廠家提供的車輛、主要零部件壽命做為參考。

在一段時期後進行維修(預防性維修)



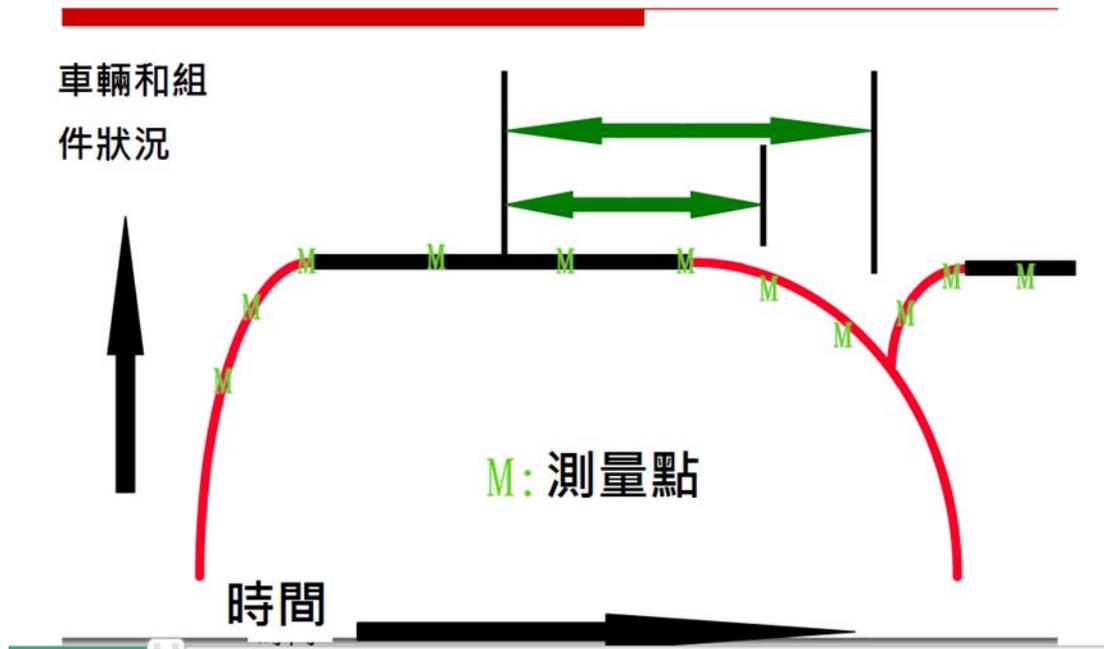
(三) 預知性維修：

是一種根據車輛的運轉狀況來進行的一種更高級的預防性維修。能對車輛的實際狀況來進行一種週期性監控及處理。能夠為車輛維修計畫提供參考的數據，根據數據可以讓所有的維修計畫都因為【需要】而進行。

特點：

1. 是一種更高級的維修模式。
2. 不依賴車輛設計製造場所提供之平均壽齡。
3. 可監控車輛運轉的實際數據。並可進行車輛履歷紀錄與分析。
4. 有較高的車輛、組件的利用率和可靠度。
5. 可延長車輛壽命並降低維修成本。

依據一些數據參數，在達到某一個值時進行維修(預知性維修)



(四) 自主性維修：

對車輛故障的根源進行分析、監測、改正，通過對故障的風險分析，將風險分類並進行風險管理，已主動地消除故障發生和減少不必要的維修工作。

特點：

1. 利用多種的分析方法來改進工作方法。
2. 可消除車輛故障的根本原因。
3. 可將重大與反覆性故障進行分析並測底解決。
4. 透過分析易於查找出慢性故障因素，預知可能發生的故障。
5. 研究管理故障的原因可有效延長車輛的平均壽齡。

綜合以上四種維修策略，最適合目前臺鐵的維修模式應為【預防性維修】，再輔以預知性與自主性維修，將能大大提升目前臺鐵車輛品質。預知性與自主性維修雖然有非常好的特點，但就成本的投入將會是最高，以目前臺鐵的財務窘境，實難能投入大量的研發經費以追求較之於預防性維修增加不到一成的效益。相信不久的將來預知性與自主性維修，在臺鐵體質優化後也必是應努力研究的課題與達成的目標。

四、日本鐵道公司排點、排班系統簡介（以TOSHIBA系統為例）

（一）前言：

現代化的鐵路系統由於旅運需求大、客貨運班次密集，相對也增加排點及排班人員作業的複雜度。因此，利用電腦系統的輔助來使整個作業更加準確、迅速、流暢成為目前各鐵道公司努力發展的方向。以本局為例，目前已發展出一套電腦輔助排點系統來使排點工作更為順暢。但是除了列車行點之外，對於車輛的運用、機班、車班人力的安排卻都還停留在人工作業的階段。因此每次年度時刻調整時，都需要至少 4~6 個月的前置作業才能完成。其主因在於有大量的資料需要校對，而且不能出錯，所以需要好幾次的重複校對，因而耗時也耗人力。以下簡單介紹日本鐵道公司的作法（由 TOSHIBA 開發目前使用於 JR 東海、JR 西日本、東武鐵道及阪急電鐵等公司），可供本局參考。

（二）簡介：

系統的名稱為：雲端基礎運輸計畫系統（Cloud-based Transportation Planning System）。主要是透過獨立化平台，以雲端為基礎的運輸計畫系統。透過直覺化的使用者介面，整合性的標準功能，以及共同資料庫支援系統，提供運輸計畫者更有效率的工作流程。

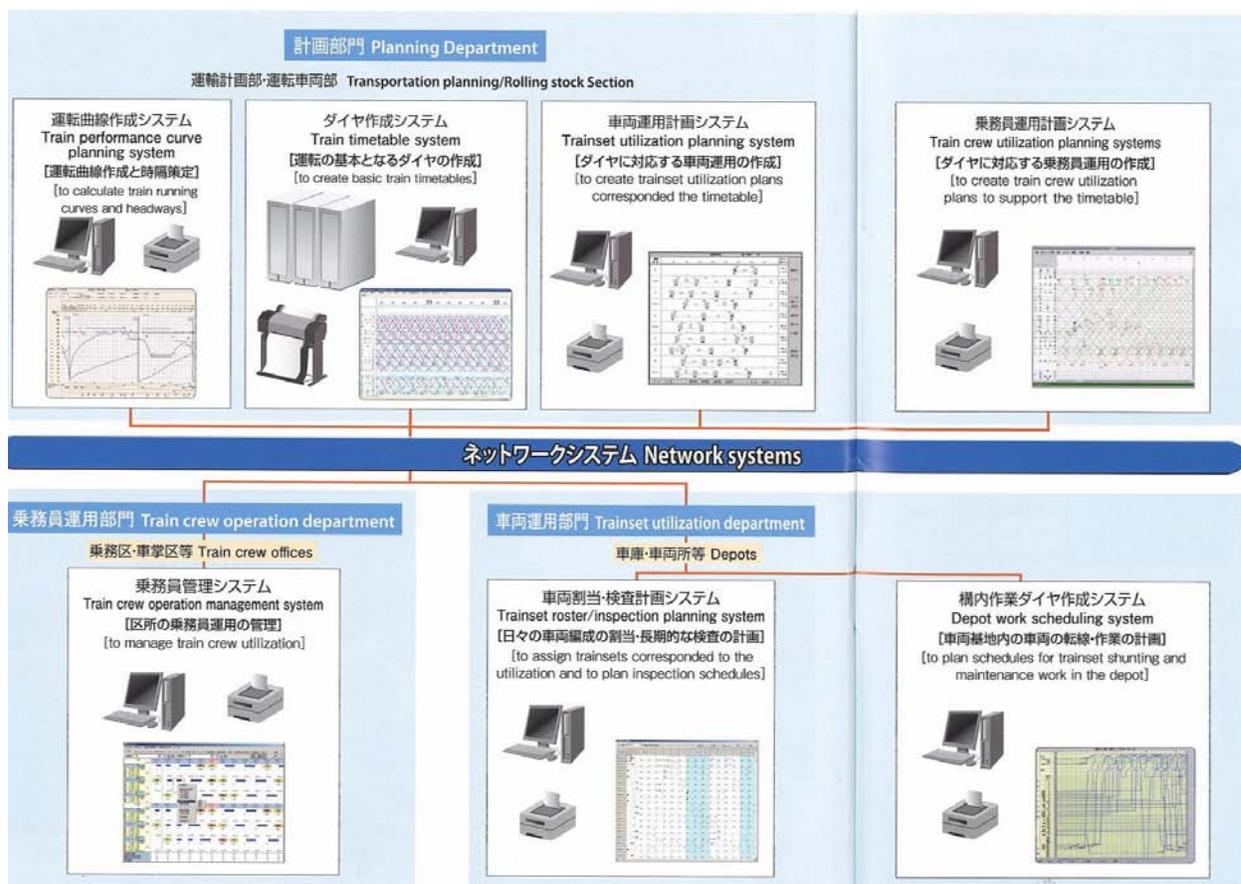


圖 4.4.1 雲端基礎運輸計畫系統簡介

(三) 系統概觀：

1. 系統需求：

- (1) 工作平台：
裝有 Java 7.0 以上的任何作業系統均可
- (2) 網路連接：
至少 10bps 或更佳的網路頻寬
- (3) 瀏覽器：
Mozilla Firefox 或 Google Chrome

2. 系統特色：

以雲端為基礎的規劃系統並具有下列特性：

- (1) 安全性：
透過 WAF、IPS、FW*及病毒確認提供多層次（Multi-layer）防護
- (2) 隱私：
區隔使用者帳戶及資料使用權
- (3) 資料整合：
週期性資料備份以強化使用者資料安全
- (4) 操作彈性：
透過網路瀏覽器可在任何地點任何時間使用
- (5) 自動更新：
透過線上自動更新提升工作效率
- (6) 直覺：
專業化設計的使用者操作介面

- (7) 使用者友好：
自動確認衝突、分類
- (8) 復原、取消復原：
提供還原功能，方便使用者找出最佳方法
- (9) 同步：
可同一時間整合來自不同人員的規劃內容

(四) 建議：

利用電腦系統的輔助，可使排點、排班工作更有效率且不易出錯。這套系統的最大優點在於利用雲端的概念達到所有資料同步更新的結果，省去大量人工校對的時間。舉例而言（參見下圖），系統能夠將運轉曲線、時刻檔案、列車運用、機班運用、機班輪值順序、車輛檢修計畫等資料連結起來並以運轉曲線為基礎，因此當運轉曲線調整時，產生的時刻檔案也會跟著調整，而其他系統的時刻資料也會同步更新。使用者只需要查看電腦更新的結果是否適當或者是需要再調整，而不需要重新比對資料省下大量校對的時間。相較於目前使用人工作業的本局，日本鐵道公司的作法可以提供我們未來規劃電腦作業的參考。

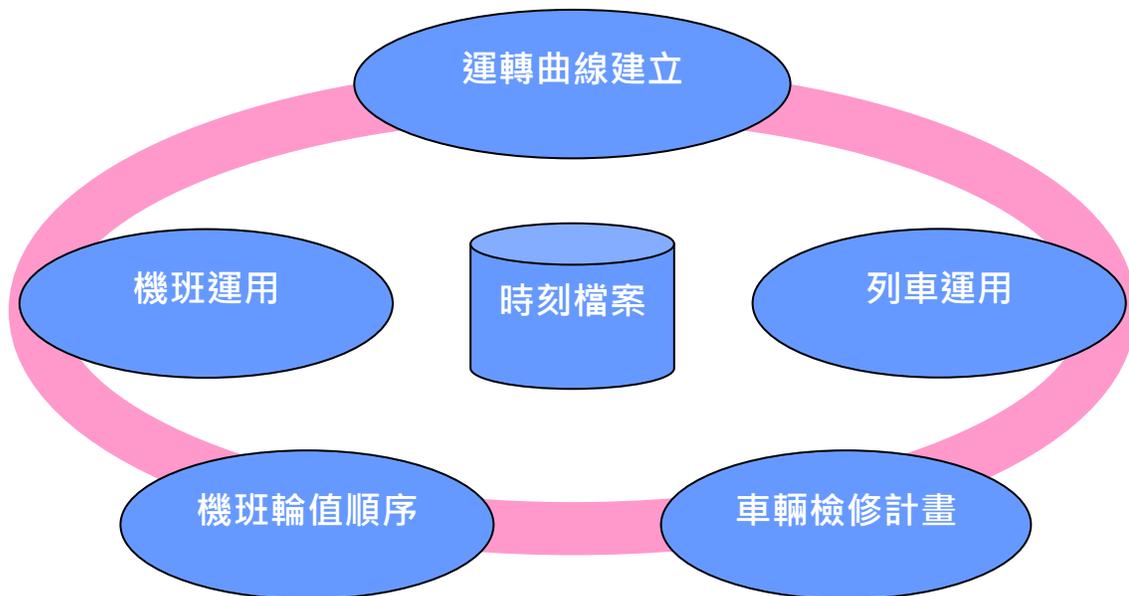


圖 4.4.2 雲端基礎運輸計畫系統簡圖

五、心得及建議

(一) 專業訓練課程之心得及建議：

1. 專業課程之上課心得：

本訓練之課程安排，讓學員在完訓後對「傾斜式電聯車 TEMU2000 型車輛」維修領域能有一完整而概略性之瞭解，每一受訓單元均附維修保養說明，讓人易於瞭解課堂上之理論並運用於實際檢修之中。除紙本教材之外，亦配合投影機簡報、現場參觀……等輔助教學，增添課程的實用性。每日課程結束前進行測驗，除了能督促學員上課專心、課後複習之外，亦有助於學員確認自己對當日課程內容之瞭解與吸收情形。

由於參訓學員來自機務處、臺北機廠務段、各機務段等不同單位，維修車輛不同，藉由上課期間由原廠技師講授及問題的相互討論，吸收到許多寶貴意見，並瞭解到先進鐵路車輛設計技師對車輛設備的思考模式為何，實為技術與觀念交流的難得機會。可謂是一次難得的體驗之行，也因此更加瞭解車輛實際狀況而應對日後的檢修工作有所助益。此外，經過此次的實地觀摩，發現該設計及製造廠商對車輛維修方面問題，有時亦是要請教日本實際負責車輛維修的 JR 東海鐵路公司人員，其彼此技術間的互動良好、相互成長，是一件值得學習的事。

2. 專業課程安排及建議事項：

此次專業訓練安排時間較晚，路局傾斜式電聯車 TEMU2000 型車輛，已全部製造完成，受訓期間並無法實際參觀該型車輛製造組裝情形，除部分參觀車輛及組件項目因屬其他鐵路公司商業機密不予開放實感可惜外，建議日後持續能於車輛交車約 1/2~2/3 時，派員前往受訓較為適當。

對於訓練期間各項課程相互關聯性功能，應由得標商事先整合，普悠瑪列車製造商為日車公司，但列車核心控制卻由日本東芝公司與 NABTESCO 公司主導，相關核心技術整合與資料取得相當困難，乃致上課時學員提出問題，卻因系統中各元件非單一廠商生產，而無法獲得完整、全面性解答。

3. 結語：

車輛設備檢查朝向電腦化、自動化發展已是時代趨勢，TEMU2000 型車輛安裝設備大量使用電子偵測元件並透過通訊埠將資料傳送到 TCMS 進行數據監視顯示，亦可透過個人電腦和車輛連接進行下載收錄數據顯示、監視、設定、列印等工作，但近年實施人力精簡政策，現場檢修人力逐漸減少，又受限鐵路特考無法指定選用電子、電機相關人員，將使車輛維修更加困難，直接影響維修品質，建議適時引進自動控制相關人才，以突破以往人工大量檢查耗

時費工之作業瓶頸。

(二) 日車工廠參觀見習心得及相關建議

本次赴日受訓，除了專業知識訓練課程以外，也實地參訪了日本各企業及其內部工廠，始能進一步了解日本企業之經營理念與管理方式，其中有許多值得我們仿效及借鏡，謹將其條列於下：

1. 企業經營：

- (1) 日本鐵路從業人員對工作的認真、服從、有禮、守紀律。企業對員工的照顧、責任、福利，使人人能安心於現職，鮮少有人離職。讓從業人員跟企業間密不可分，留住人才，得以永續經營，對工作更有榮譽感且珍惜，在在都是其成功的主因。
- (2) 日本公司、工廠接待、管理，極人性化，讓客戶、來賓有被禮遇、重視、尊重的感覺，對企業進行交易成功率大有助益。

2. 工廠管理：

- (1) 日本公司、工廠對新進人員勞工安全非常注重，除要通過規定測驗外，並於每個月及每半年再複訓，建立每個人的勞安檔案，包括訓練、證照、及優劣事績以為考核。製作相關的勞安標誌，依不同的作業場所、環境，訂定危害因子，讓工作人員能事先預知危害，並作好事先的防護，預防工安事故發生。
- (2) 日本東芝公司鼓勵員工腦力激盪，每月提出一項工作生產上的改善方案，經核具成效者，給予公開表揚，獎以升職或獎金。
- (3) 倉儲物料管理採自動設備系統，達到有效率的管理，減少呆料，避免人為疏失，節省人力。
- (4) 工廠環境實施綠美化，整齊清潔，工廠廠區看不到髒亂。設備工具，設專區、明定管理人員，分層負責，取用方便。動線規劃使用顏色區隔，標誌十分明顯，可提高工作效率。

3. 鐵路營運：

- (1) 日本鐵路運輸，週邊事業多角化經營已成生財之道，結合觀光旅遊休閒，站內及週邊隨處可見相關資訊，旅遊套票折扣促銷，方便外來遊客，有效吸引旅客前去搭乘，助長營收。
- (2) 參觀日本鐵路車輛博物館，藉由每個年代進化的車種，了解軌道運輸的發展歷程，更見證軌道運輸的歷史與進步；另博物館內設有許多可與參觀民眾互動之展示設備，舉凡能夠經由民眾操作而運轉的剖面馬達、推動磁浮列車前進之按鈕操作式互動機台及各式解說影片，除了

能夠寓教於樂之外，對於軌道工業人才之啟蒙也應有實質上的貢獻。

- (3)日本鐵道運輸遍及全國各個大小地方，各種鐵路相關建設如新幹線、在來線、地方鐵路、地下鐵、單軌電車、等網狀般密佈，在日本乘坐通勤電車，每 3 分鐘一班的電車卻鮮少有誤點情形，準點率非常高，日本鐵路車輛及設備定期更新或改造，讓人乘坐的感覺都是新車，相對於臺鐵老舊車廂比率仍高，第一印象就是不一樣。
- (4)日本軌道工業蓬勃發展，已朝輕量化、模組化趨勢。某些零組件還可以免保養，可減少人力、物力，提高車輛運用率，值得本路仿效標的。