

出國報告書(出國類別：其他)

傾斜式電聯車(太魯閣號)16 輛購案 赴日本監造檢驗及監督(第3梯次)

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

職稱姓名：工務員 林裕盛

工務員 林柳志

派赴國家：日本

出國期間：104年11月23日至12月14日

報告日期：105年2月24日

摘要

本次監造工作項目為：轉向架之製造組裝及車頂、車下、內裝、配線。本傾斜式電聯車(太魯閣號)16 輛之駐廠監造作業係依據「交通部臺灣管理鐵路局機務處因公派員出國監造、受訓作業要點」及「16 輛傾斜式電聯車(太魯閣號)規範」之「檢驗與驗收規定」項目及契約之相關檢驗程序而執行。

此駐廠監造工作主要係由駐廠監造人員每日於現場直接參與車體轉向架製造及組立等檢查外，同時亦與廠商品保人員共同參與各項製造組裝檢視與測試相關事宜，以確保車輛品質、安全舒適及高品質要求，提供更便捷舒適之大眾運輸工具，進而提高民眾對大眾運輸工具之使用率，達成綠能減碳的政策目標。

目次

壹、 目的-----	3
貳、 監造週報-----	4
參、 監造(檢驗)過程-----	8
一、 傾斜式電聯車轉向架製作-----	8
二、 車廂內部管線飾板及車下管線配件組裝-----	13
三、 集電弓及VCB總成安裝-----	16
四、 高低壓電路導通測試、轉向架與車身組裝及空簧高度檢查-----	17
五、 車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試-----	18
六、 車下電氣迴路絕緣阻抗及絕緣耐壓測定-----	25
七、 客室座椅製作及耐久試試驗-----	27
八、 車間電氣跳線設計製作及各項耐久試驗-----	28
肆、 專題報告：傾斜控制裝置及推進系統特殊設計-----	36
伍、 心得及建議-----	58

壹、 目的

此次購車案是為提升旅運服務品質，改善現有運輸車隊不足之課題，推動「臺鐵整體購置及汰換車輛計畫(2001-2015)」，特增購16輛傾斜式列車(太魯閣號)。自104年11月23日起至104年12月14日止為期22天，指派至日立鐵道車輛笠戶製造廠、住江工業(製造車輛座椅)及YUTAKA公司(製造車輛跳線)辦理16輛傾斜式列車(太魯閣號)監造檢驗工作，配合車輛製造廠之工程計畫進度，進行監造辦理後續車輛之出廠檢查、例行測試、車體製造組裝檢查、及轉向架製造組裝檢查等相關作業。車輛製造期間，執行監造檢驗工作，以確認車輛性能及製造品質符合規範要求，並可藉由此機會學習當地相關維修管理思維及技術，俾利提升未來車輛維修技術、降低故障率、確保行車安全提高營運服務品質。

貳、監造週報

第一週車輛監造週報表

名稱	傾斜式電聯車16輛(太魯閣號)購案			
期間	自104年11月23日至104年11月29日止			
日期	星期	辦理事項	公司	城市
11月23日	星期一	台灣桃園機場－日本福岡－博多－德山	---	台北 ↓ 德山
11月24日	星期二	1. 日立笠戶工場簡介。 2. 工廠安全教育講習。	笠戶工場	德山
11月25日	星期三	1. 轉向架工廠組裝確認。 2. 車身及內部管線組裝確認。 3. 車輛系統組裝說明及提問。	笠戶工場	德山
11月26日	星期四	相關資料確認及檢視。	笠戶工場	德山
11月27日	星期五	相關資料確認及檢視。	笠戶工場	德山
11月28日	星期六	例假日。	---	德山
11月29日	星期日	例假日。	---	德山

第二週車輛監造週報表

名稱	傾斜式電聯車16輛(太魯閣號)購案			
期間	自104年11月23日至104年11月29日止			
日期	星期	辦理事項	公司	城市
11月30日	星期一	<ol style="list-style-type: none"> 第 7 編 TEM1025 車廂座椅放置確認。 第 7 編 TED1014 駕駛室管路配線安裝作業檢視。 第 7 編 TEP1013 集電弓及 VCB 總成安裝確認。 第 7 編 TEP1014 集電弓及 VCB 總成安裝及車廂座椅安裝孔完成確認。 第 7 編 TED1013 車下空簧高度確認，高低壓電路導通測試確認。 	笠戶工場	德山
12月1日	星期二	<ol style="list-style-type: none"> 製造現況說明。 第 7 編 TEM1025 車體轉向架模擬曲線過彎偏移量測試檢視。 第 7 編 TEP1014 車身橘色線條塗裝作業檢視。 第 7 編 TEM1027 前走道配電盤配線作業檢視。 第 8 編 TEP1016 車箱內部配線作業檢視及飾板安裝確認。 	笠戶工場	德山
12月2日	星期三	<ol style="list-style-type: none"> 第 7 編 TEM1025 車下各設備安裝螺絲確認檢視。 第 7 編 TEM1025 電氣設備回路一般耐壓試驗檢視。 第 7 編 TEM1025 連結器高度檢視。 第 7 編 TEM1025 車廂內部門鎖及門板功能確認。 第 7 編 TEP1013 車體轉向架模擬曲線過彎偏移量測試檢視。 	笠戶工場	德山
12月3日	星期四	<ol style="list-style-type: none"> 第 7、8 編組各 TEP 車客室 VCB 電氣快速接頭安裝方向確認。 第 7 編 TEP1013 前走道配電盤配線作業檢視。 第 7 編 TEM1026 車體轉向架模擬曲線過彎偏移量測試檢視。 第 7 編 TEM1026 高壓設備耐壓試驗檢視。 	笠戶工場	德山

12月4日	星期五	1. 第7編 TED1013 車體轉向架模擬曲線過彎偏移量測試檢視。 2. 第8編 TEP1015 前走道配電盤配線作業檢視。 3. 第8編 TEP1015 車下電氣設備安裝作業檢視。	笠戶工場	德山
12月5日	星期六	例假日。	---	德山
12月6日	星期日	例假日。	---	德山

第三週車輛監造週報表

名稱	傾斜式電聯車16輛(太魯閣號)購案			
期間	自104年11月23日至104年11月29日止			
日期	星期	辦理事項	公司	城市
12月7日	星期一	移動日。(德山-大阪)。	---	德山 ↓ 大阪
12月8日	星期二	1. 工廠安全教育講習。 2. 產品設計實驗製作說明。 3. 第7編座椅已全部交付笠戶工場組裝。 4. 現場製程操作檢視及提問。	住江工業	大阪
12月9日	星期三	移動日。(大阪-東京)。	---	大阪 ↓ 東京
12月10日	星期四	1. 工廠安全教育講習。 2. 電氣跳線設計實驗製作說明。 3. 電氣跳線各種耐久實驗操作檢視及提問。	YUTAKA	東京

12月11日	星期五	1. 車輛電氣跳線組裝說明。 2. 現場電氣跳線製作過程檢視及提問。	YUTAKA	東京
12月12日	星期六	例假日。	---	東京
12月13日	星期日	例假日。	---	東京
12月14日	星期一	回程(成田機場→桃園機場)。	---	東京 ↓ 台北

參、監造(檢驗)過程

至日立鐵道車輛公司笠戶工場進行為期9天監造工作；由日立鐵道車輛公司安排接受安全衛生教育訓練及現場生產線作業進度說明。

一、傾斜式電聯車轉向架製作

- (一) 日立鐵道車輛公司派人講解轉向架(Bogie)的製作流程，如裁剪、熔接、探傷、表面研磨加工、外觀檢查、調整、組裝，報告執行情況及後續執行方式。
- (二) 傾斜式電聯車轉向架胚料加工製作：雷射加工裁剪、機器手臂熔接側樑及橫樑作業(如圖3-1~5所示)。



圖3-1 胚料裁剪加工完成之小配件



圖3-2 轉向架側樑部分已焊接之半成品



圖3-3 轉向架橫樑部分已焊接之半成品



圖3-4 側樑及橫樑在模具上組配焊接固定



圖3-5 側樑及橫樑焊接由機器手臂完成

- (三) 轉向架各部元件組裝作業及傾斜樑在模具上熔接作業，依日立鐵道車輛製造廠提供之進度排程（如圖3-6）。
- (四) 將焊接完後之轉向架送進熱爐退火加工，消除殘留應力及後續之噴砂、研磨等機械加工完成後確認以利塗裝作業(如圖3-7~8)。
- (五) 將部分焊接完成之轉向架進行CNC鑽銑孔的加工。完成之傾斜樑進行氣密測試，加空氣壓力0.49Mpa時間10分鐘或水壓1.57Mpa/15分鐘做保壓測試(如圖3-9)。
- (六) 轉向架一次簧組裝前之檢查確認(同轉向架誤差2mm以內)，一次簧總成之組裝(含上、下墊及緩衝橡皮墊)，一次簧總成組裝完成後之負荷加壓測試(如圖3-10~11)；轉向架框A尺寸(空車 $60+5-0$ mm)之檢查確認及各公差尺寸(如圖3-12~14)。



圖3-6 轉向架傾斜樑組配焊接作業



圖3-7 轉向架退火加工及噴砂作業



圖3-8 轉向架表面研磨修整作業



圖3-9 轉向架傾斜樑之氣密試驗



圖 3-10 轉向架一次簧組裝前檢查
(同轉向架誤差 2mm 以內)

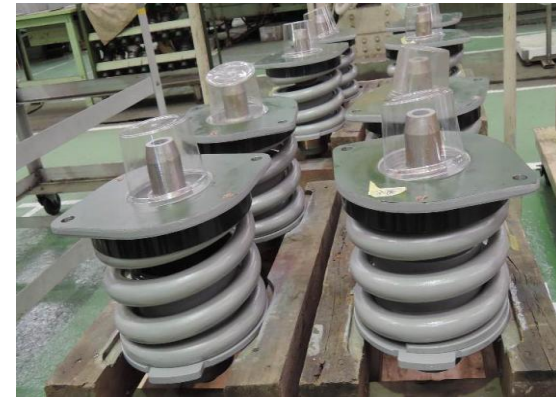


圖 3-11 一次簧總成(含上、下墊及緩衝橡
皮墊)完成試驗之部品

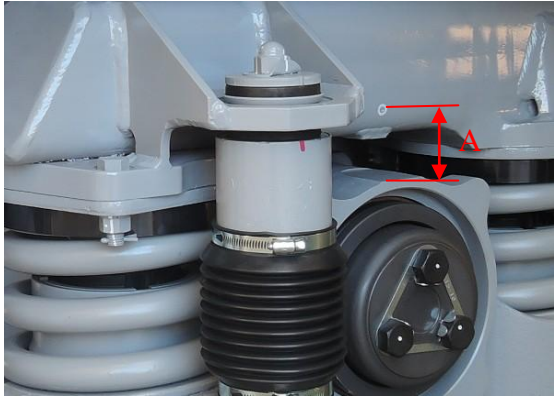


圖3-12 轉向架A尺寸

	位置	空車	定員	滿員	試驗	
(kN)	—	125	141	171	239	
(mm)	設	780 ⁺¹⁰ ₋₅	—	—	—	
	實測	780	—	—	—	
(mm)	設	60 ⁺⁵ ₀	56.9	50.7	34.0	
	實測	1	62	(59)	(52)	(39)
		2	62	(39)	(52)	(39)
		3	62	(59)	(52)	(39)
		4	62	(59)	(52)	(39)

圖3-13 轉向架A尺寸 (模擬空車至滿載)

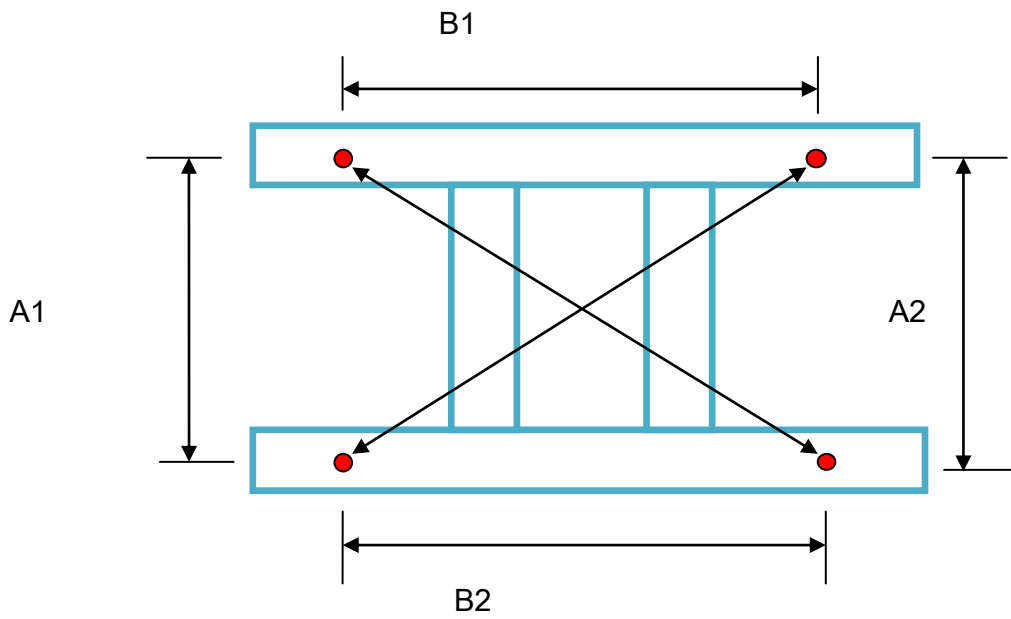


圖3-14 轉向架框 A1-A2=1mm以內 B1-B2=1mm以內 對角差=1.5mm以內

(七) 轉向架各部元件組裝安裝作業確認(如圖3-15)及傾斜樑之組立(如圖3-16)。



圖3-15 轉向架傾斜樑之安裝



圖3-16 傾斜樑之組立

(八) 轉向架傾斜控制缸之安裝(如圖3-17)

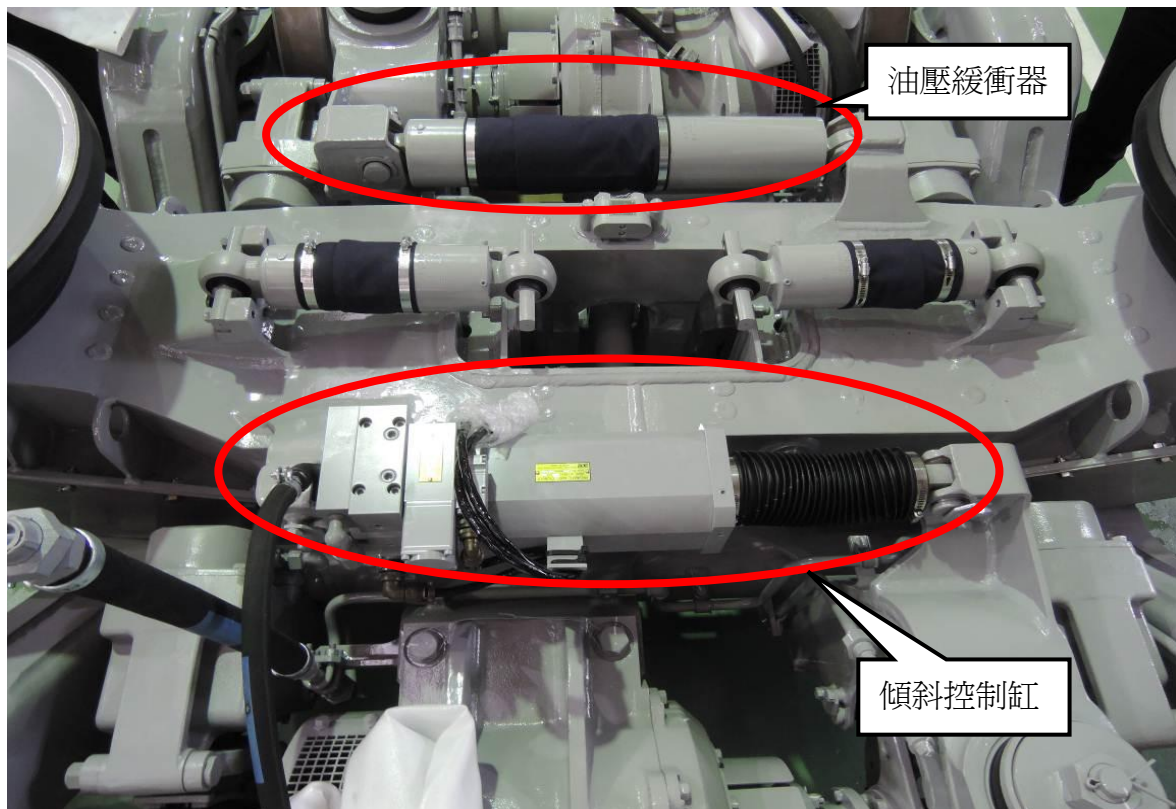


圖3-17 傾斜控制缸、油壓緩衝器安裝

(九) 轉向架組裝元件之整備(如圖3-18~19)及轉向架之組裝作業(如圖3-20)



圖3-18 轉向架組裝元件整備



圖3-19 轉向架組裝元件整備(牽引馬達)



圖3-20 轉向架之組裝作業

二、車廂內部管線飾板及車下管線配件組裝

(一) 車廂內部管線組裝確認(如圖3-21)及車廂內部飾板安裝確認(如圖3-22)。

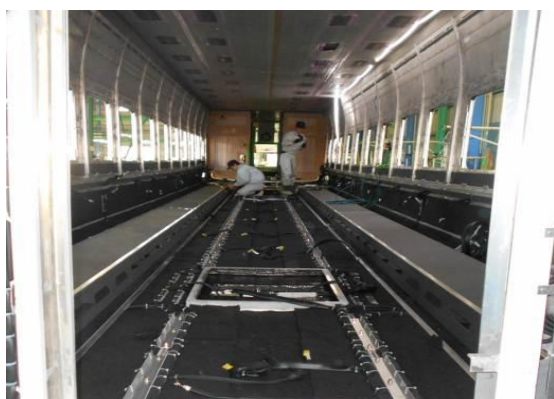


圖3-21 車廂翻轉天花板線路組裝



圖3-22 車廂內部飾板組裝

(二) 車下各設備元件及管線之安裝確認(如圖3-23~24)。



圖3-23 車下設備元件及管線安裝



圖3-24 車下設備元件及管線安裝

(三) 傾斜式電聯車車頂冷氣安裝確認(如圖3-25)及廁所管線元件配置(如圖3-26)。

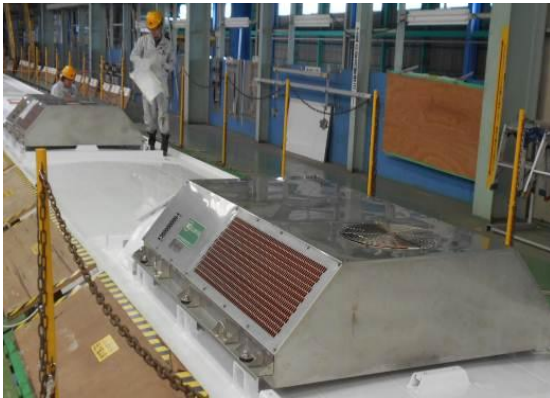


圖3-25 車頂冷氣安裝



圖3-26 廁所管線元件配置

(四) 日立鐵道公司說明目前第七、八編組進度概況及目前製造作業情況與流程，依製造廠提供之進度逐一察看並記錄。

第七編	1號車 TED1013	2號車 TEM1025	3號車 TEP1013	4號車 TEM1026
	車身與轉向架 安裝完成	車身與轉向架 安裝完成	車身與轉向架 安裝完成	車身與轉向架 安裝(準備)
第七編	5號車 TEM1028	6號車 TEP1014	7號車 TEM1027	8號車 TED1014
	車下機器設備 管線安裝完成	車下機器設備 管線安裝完成	車下機器設備 管線安裝完成	車下機器設備 管線安裝完成
第八編	1號車 TED1015	2號車 TEM1029	3號車 TEP1015	4號車 TEM1030
	車下機器設備 已安裝,車身 翻轉配管線中	車下機器設備 已安裝,車身 翻轉配管線中	車下機器設備 已安裝,待車 身翻轉配管線	車下機器設備 已安裝,待車 身翻轉配管線
第八編	5號車 TEM1032	6號車 TEP1016	7號車 TEM1031	8號車 TED1016
	車下機器設備 已安裝,待車 身翻轉配管線	車下機器設備 已安裝,待車 身翻轉配管線	車下機器設備 已安裝,待車 身翻轉配管線	車下機器設備 已安裝,車身 翻轉配管線中

(五) TEM1025車廂座椅安裝放置確認(如圖3-27)、TED1014駕駛室及走道管路配線安裝作業檢視(如圖3-28~29)；TEP車客車室VCB電氣快速接頭安裝確認(如圖3-30)。



圖3-27 車廂座椅安裝放置完成



圖3-28 駕駛室管路配線安裝作業



圖3-29 走道配電盤配線作業檢視

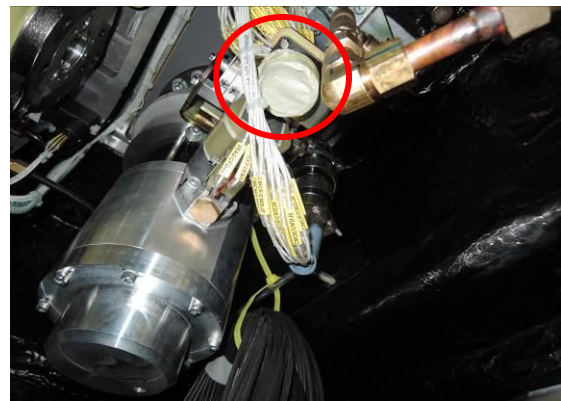


圖3-30 VCB電氣快速接頭安裝

(六) TEP1015前走道門及SI安裝作業檢視(如圖3-31~32)。



圖3-31 走道門機安裝



圖3-32 SI安裝

(七) TEP1015車下電氣設備安裝作業檢視(如圖3-33~34)。



圖3-33 車下設備管線安裝作業



圖3-34車下設備管線安裝作業

三、集電弓及VCB總成安裝

TEP1013、TEP1014集電弓及VCB總成安裝確認(如圖3-35~37)；TEP1016車頂插入電阻安裝完成確認(如圖3-38)。



圖3-35 集電弓總成安裝



圖3-36 VCB總成安裝



圖3-37 集電弓總成安裝完成



圖3-38 車頂插入電阻安裝確認

四、高低壓電路導通測試、轉向架與車身組裝及空簧高度檢查

(一) TED1013高低壓電路導通測試確認，車下空簧高度確認 (如圖3-39~40)。

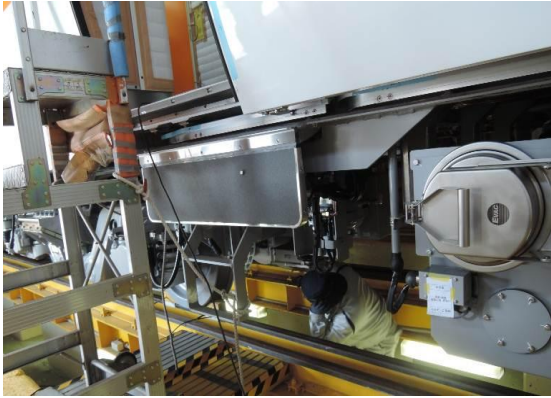


圖3-39 高低壓電路導通測試



圖3-40 車下空簧高度量測(208~210mm)

(二) TEM1026 轉向架與車身組裝確認及TEM1025管路洩漏試驗檢視(如圖3-41~42)。



圖3-41 TEM1026 轉向架與車身組裝



圖3-42 TEM1025管路洩漏試驗檢視

(三) TEP1016車廂走道內部配線及車廂座椅安裝孔完成安裝確認(如圖3-43~44)。

(四) TEM1027前走道配線中(如圖3-45)；TED1014車身橘色線條塗裝中(如圖3-46)。



圖3-43 TEPCO1016車廂走道內部配線

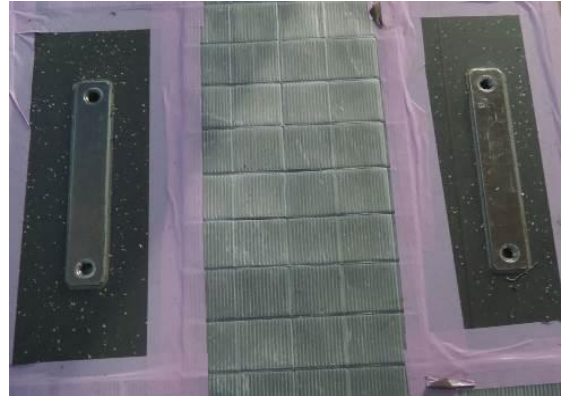


圖3-44 車廂座椅安裝孔完成

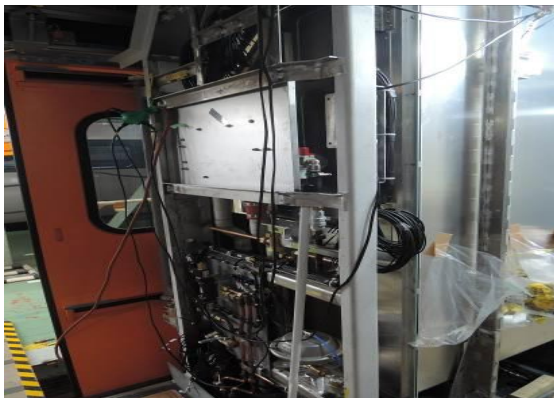


圖3-45 TEPCO1027前走道口配線中



圖3-46 TEPCO1014車身橘色線條塗裝中

五、車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試

(一) TEPCO1025車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試檢視(如圖3-47~48)。



圖3-47~48 TEPCO1025車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試

(二) TEPCO1013車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試檢視(如圖3-49~50)。



圖3-49~50 車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試檢視

(三) TEM1026、TED1013車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試(如圖3-51~52)。



圖3-51 車體轉向架模擬曲線過彎傾斜

圖3-52 車體轉向架模擬曲線過彎傾斜

(四) TED1013車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試檢視(如圖3-53~54)。



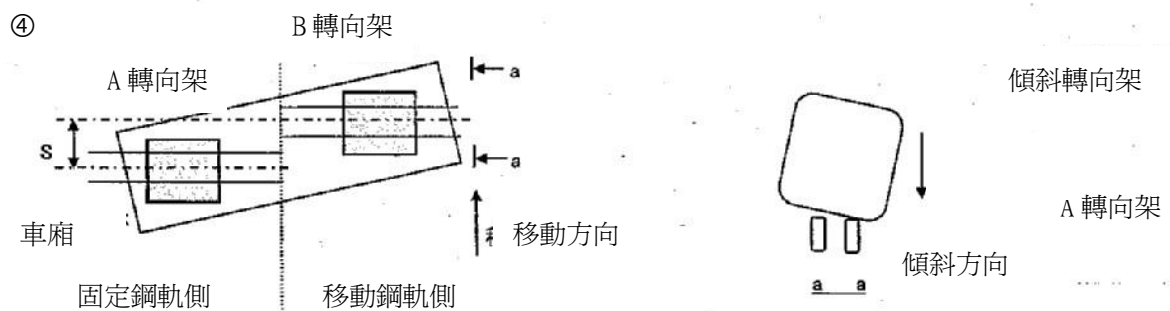
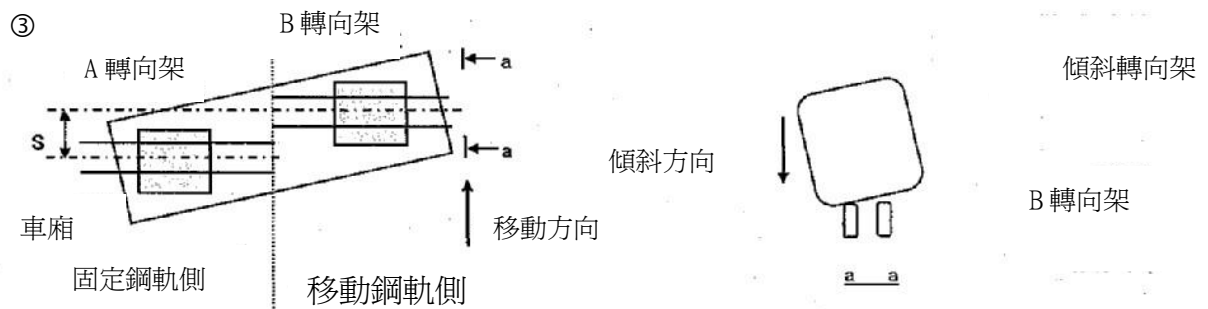
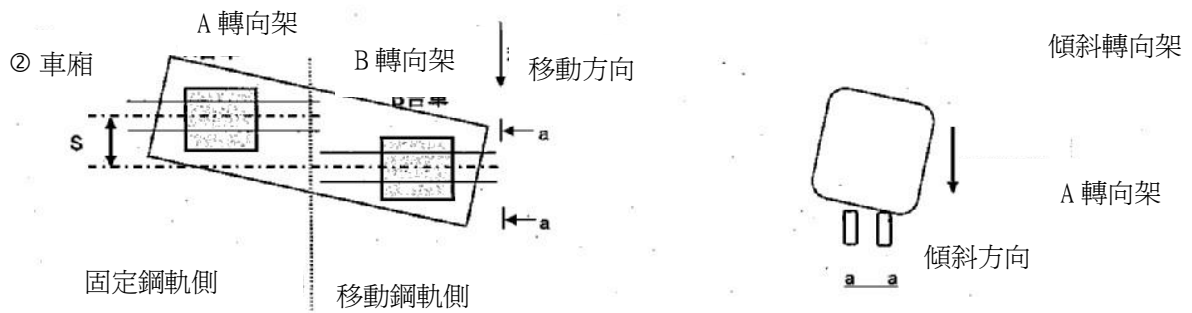
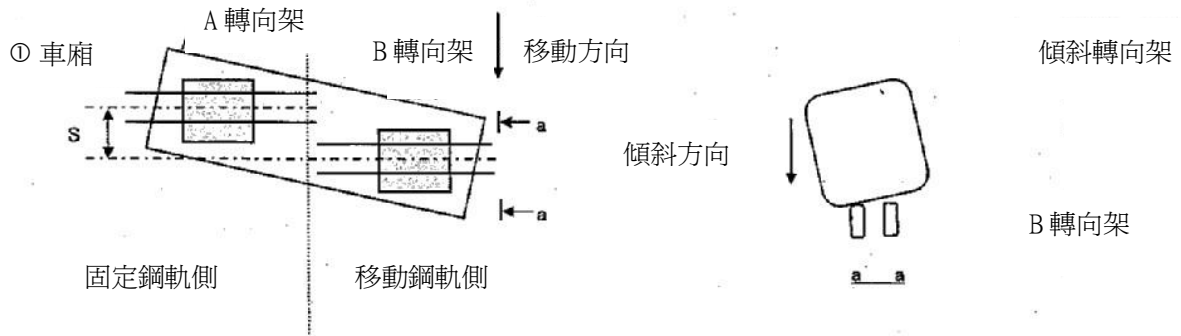
圖3-53~54 車體轉向架模擬曲線過彎偏倚量測試

偏倚量 $S = \ell^2 / 2r$ (ℓ : 轉向架中心間距離 r : 曲線半徑)

無傾斜 : $S = 1251\text{mm}$ $\ell = 14150\text{mm}$ $r = 80\text{m}$

有傾斜 : $S = 500\text{mm}$ $\ell = 14150\text{mm}$ $r = 200\text{m}$

搖擺傾斜模擬測試



(五) 搖擺式車輛之原理：

一般車輛通過未涉超高度之彎道時，因受離心力作用而會往外傾，因此必須降低速度(如圖3-55)。

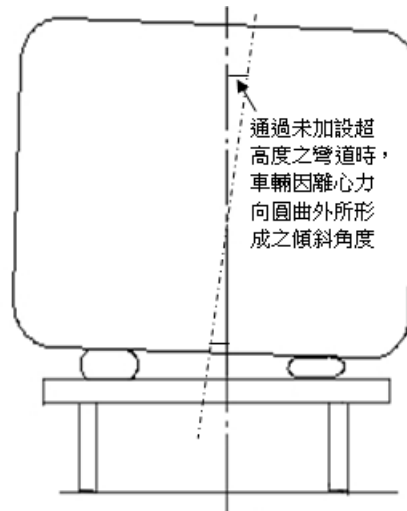


圖3-55

爲了使車身傾斜而設置滾柱與滾筒式搖枕，傾斜中心在車輛重心上方。過彎道時車身傾斜，可以提高速度(如圖3-56)。

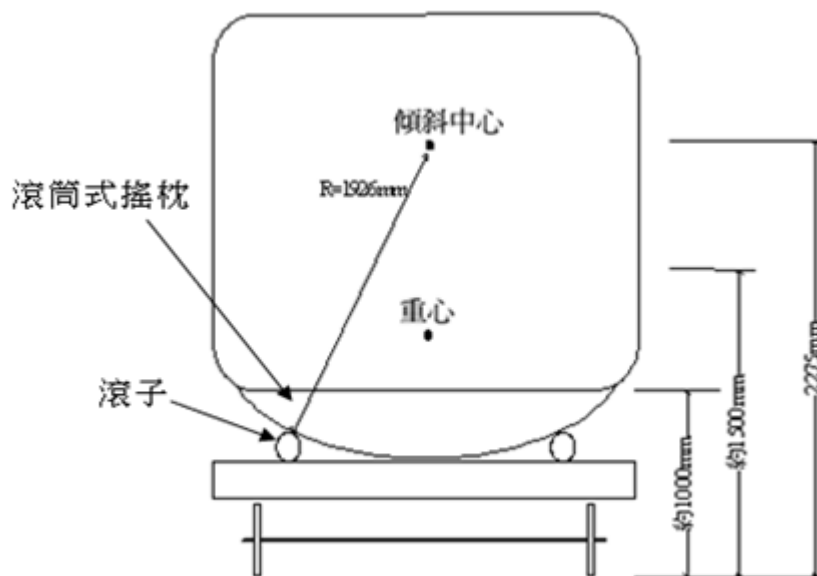


圖3-56

列車速度在60公里以下時不傾斜，60公里以上過彎道時啓動傾斜裝置，速度越快

傾斜角越大。列車過彎道時車軸與超高度的路線平行，車身由傾斜中心逆時針旋轉，旋轉角最大不可超過5°(如圖3-57)。

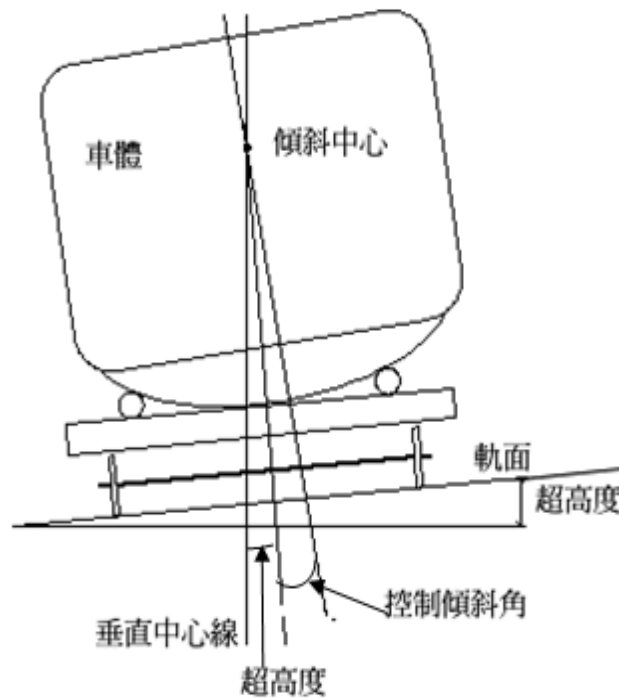


圖 3-57

列車於曲線上高速行駛時，由曲線半徑及行駛速度所產生之離心力加速度，使旅客有被拋出之感覺，影響乘坐品質。有鑑於此，將曲線外軌予以加高(超高度)，使車體向內傾斜，用以降低離心力加速度，來改善乘坐品質。然若將超高度加得太高，則車輛停止不動時有傾覆之虞，故超高度之設置有其限度。此一限度致使車輛於曲線上高速行駛時，會產生以超高無法抵消之「超過離心力加速度」(如圖3-58)。

上述各項因素，其關係如下：

$$a_u = \frac{V^2}{R \cdot g} - \frac{C}{D}$$

V: 行駛速度

c: 超高

g: 重力加速度

d: 軌距

R: 曲線半徑

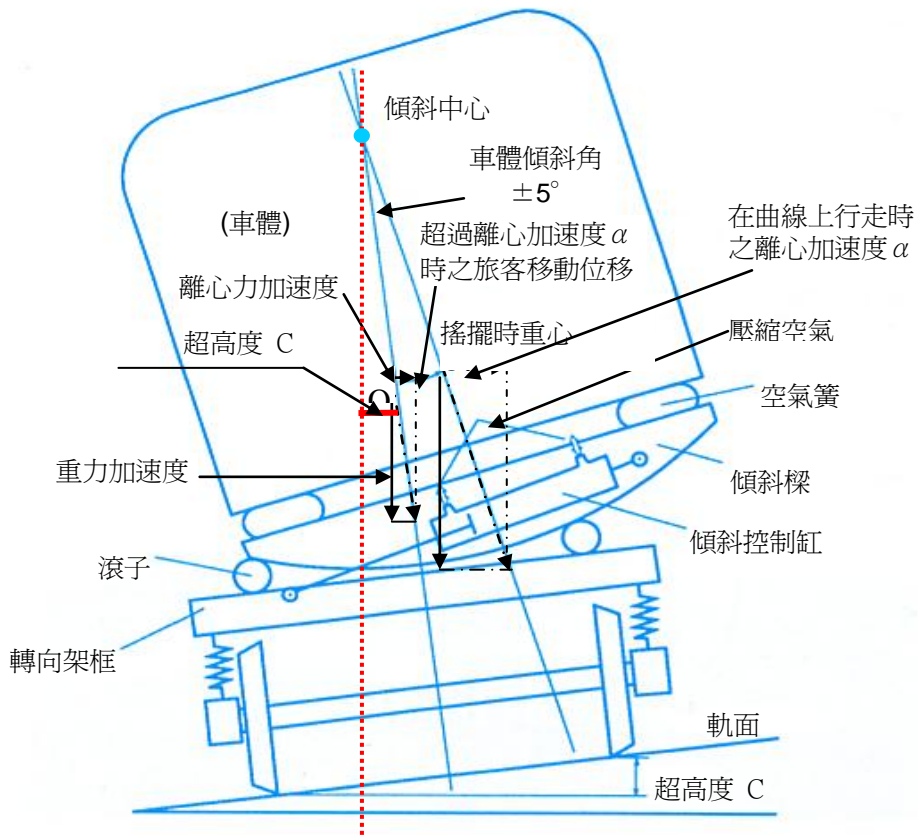


圖 3-58 傾斜裝置

其次，車輛本身因彈簧之撓性作用，車體於曲線上向離心力方向擡出時，乘客所感受到之加速度較上述公式之 a_{μ} 值增加2~3成。為維持乘坐品質，此一左右恆定加速度之數值有必要予以控制，方法為限制速度。

既然軌道方面已達極限無法突破，專家之目光則移轉至車輛構造上，方法為在轉向架上增設傾斜裝置，使車輛在曲線上能盡量向軌道內側傾斜，用以壓制左右恆定加速度，避免損及乘坐品質。

自然和控制傾斜之比較如圖 3-59

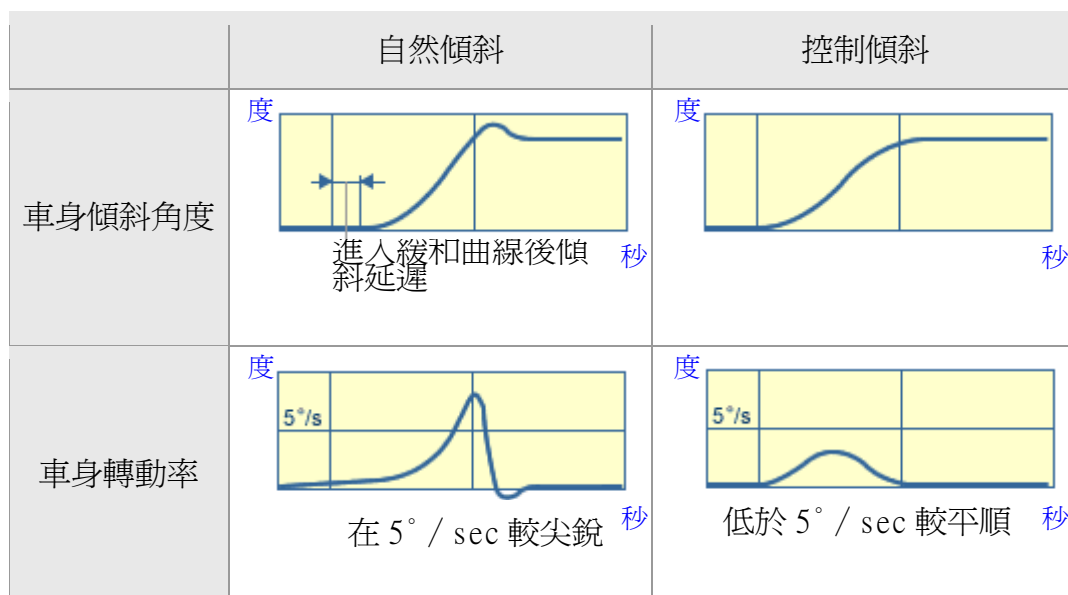


圖 3-59 自然和控制傾斜之比較

以預知控制來進入緩和曲線和平滑車體傾斜動作，以致列車可以較高的速度進入曲線。

現就太魯閣之預知傾斜控制特性說明如下：

1. 失效-安全系統(即強制+自然傾斜控制)：

傾斜控制分成自然傾斜與控制傾斜兩種，而控制傾斜又分成：A. 強制控制，B. 控制+自然(即失效-安全系統)，因此日本系統採用控制+自然傾斜，在控制失效時，可立即回復至自然傾斜模式，其速度並未降低。

2. 預知控制：

在多數反曲線及短緩和曲線上，愈先作減少傾斜動作之延遲，以使車廂緩慢傾斜，讓旅客乘坐舒適，此即預知控制傾斜。

3. 氣壓機構：

在窄軌鐵路上，太魯閣為節省底樑安裝空間及無超大能量需求，而採用此氣壓機構。

此方式具有功能不良時的安全機構，傾斜控制缸只是對作為引起車體傾斜主要之力的離心力加以輔助，即使發生意外動作也不會產生使車體朝曲線相反方向傾斜之力。控制裝置萬一失效時，也能立即切換至自然傾斜方式。

曲線半徑	一般電車	搖擺式電車
250(m)	65(km/h)	65(km/h)
300	70	85
400	80	100
500	90	110
600	100	120
700	110	130
800	120	130
900	125	130

註：列車原可行駛至150km/h，但因受軔機控制之影響，以致列車只能行駛至130km/h。

六、車下電氣迴路絕緣阻抗及絕緣耐壓測定

(一) 第七編TEM1025車下電器設備迴路絕緣阻抗測定檢視(圖3-60~63)。



圖3-60 牽引馬達接觸器迴路模擬接線



圖3-61 A,AK接觸器迴路模擬接線



圖3-62 設備線路接頭拆下

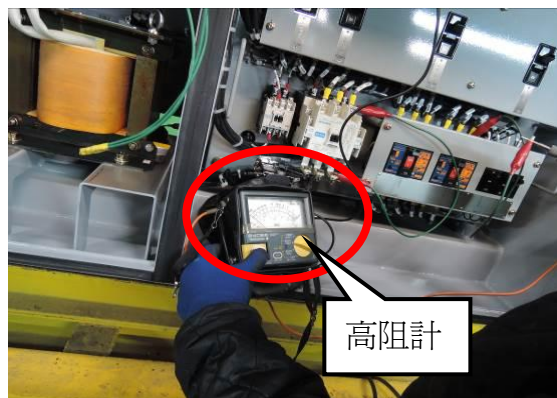


圖3-63 絕緣阻抗測定試驗中

絕緣阻抗測定試驗

確認項目	基準	結果(MΩ)
DC24V回路～大地間	1MΩ以上/500V	60
DC100V回路～大地間	1MΩ以上/500V	100
AC440V回路～大地間	1MΩ以上/500V	100
高壓回路～大地間	5MΩ以上/1000V	200

(二) 第七編TED1013一般電路及高壓電路絕緣耐壓試驗(如圖3-64～67)。

絕緣耐壓試驗

確認項目	基準	結果(mA-uA)
DC24V回路～大地間	AC500V/1分鐘/直流成分 $\pm 5\mu\text{A}$ 以下	(45-0)
DC100V回路～大地間	AC1200V/ ∥	(40-0)
AC440V回路～大地間	AC1800V/ ∥	(15-0)
高壓回路～大地間	AC4500V/ ∥	(185-0)



圖3-64 低壓電路控制箱



圖3-65 高壓電路控制箱



圖3-66 一般電路耐壓試驗



圖3-67 高壓電路耐壓試驗

七、客室座椅製作及耐久試驗

至住江工業進行客室座椅的監造工作；由住江工業安排接受安全衛生教育訓練及現場生產線作業進度說明。

- (一) 產品設計實驗製作說明：迴轉耐久試驗，測試標準：迴轉次數達10000次(圖3-68)。萬能試驗機，測試標準：加壓來回達15萬次，變形量10mm以內24小時內恢復(圖3-69)。



圖3-68 迴轉耐久試驗機



圖3-69 萬能試驗機

- (二) 現場察看座椅製造作業情況與流程，依住江工業提供之進度逐一察看並記錄第七編座椅已全部交付日立笠戶工場組裝。

- (三) 現場製作操作監視及提問。座椅迴轉復原機構作用確認(圖3-70)。座椅拆卸及魔鬼氈座椅絨布使用說明(圖3-71)。

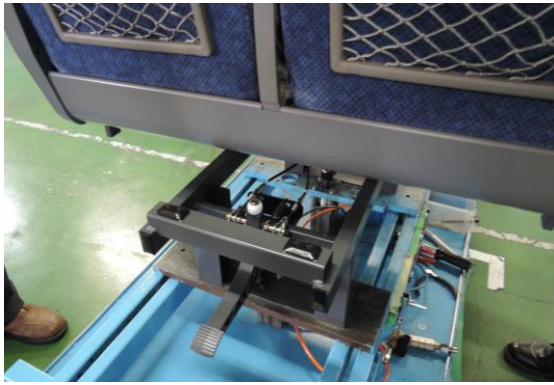


圖3-70 座椅迴轉復原機構作動確認



圖3-71 座椅拆卸及魔鬼氈使用說明

八、車間電氣跳線設計製作及各項耐久試驗

至YUTAKA公司進行車間電氣跳線及各項耐久試驗的監造工作；由YUTAKA公司安排接受安全衛生教育訓練及現場生產線作業進度說明。

(一) 電氣跳線設計實驗製作說明：

1. 線材抗拉強度試驗(如圖3-72)。

線材(0.75 mm²~250mm²)壓接端子及承受拉力荷重檢查表

使用電線斷面積mm ²	0.75	1.25	2	3.5	5.5	8	14	22
拉伸荷重值 N(kgf)以上	135 (13.7)	200 (20.4)	290 (29.6)	540 (55.1)	780 (79.5)	980 (100)	1400 (143)	1800 (184)
備註								

使用電線斷面積 mm ²	38	50	60	80	100	150	200	250
拉伸荷重值 N(kgf)以上	2500 (255)	2900 (296)	3200 (326)	3500 (357)	3900 (398)	4100 (418)	4400 (449)	4600 (469)
備註								

2. 偏倚及模擬車輛轉彎試驗裝置說明：經由圖中車間各相對位置的尺寸及過彎時的條件，實際來模擬求出車間跳線最適宜長度，決定產品需使用電線長度，跳

線底部與軌道維持150~200mm(如圖3-73~74)。



圖3-72 線材抗拉強度試驗



圖3-73 電氣跳線偏倚試驗

偏倚試驗裝置

(1) 偏倚：

當車輛行駛在彎道時，車輛之間の間隔，在外側拉寬，在內側縮短，此一通過彎道時的車輛間動作稱為偏倚。

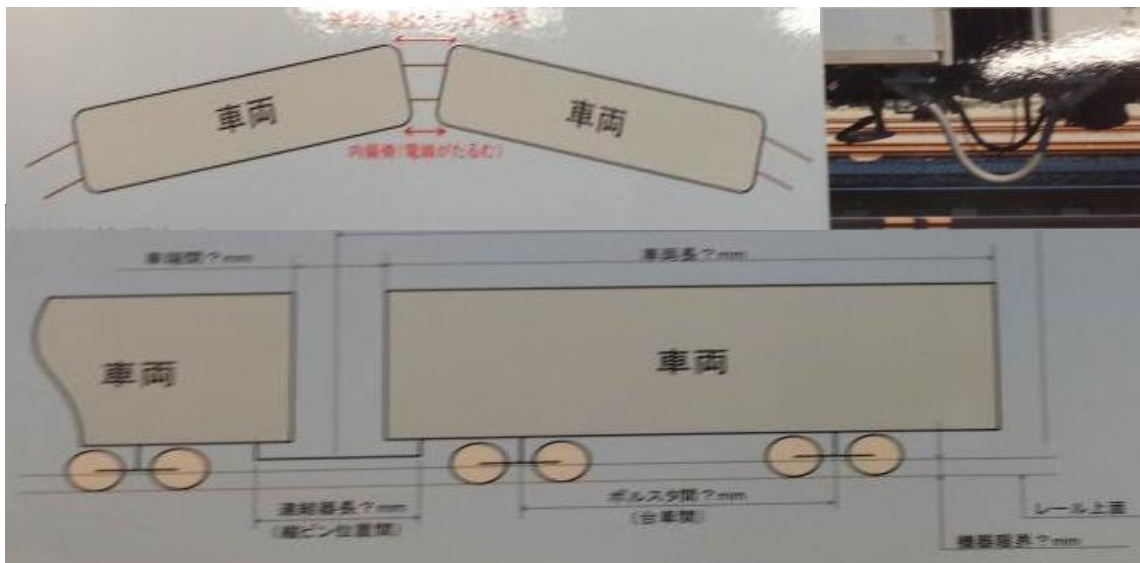


圖 3-74 偏倚模擬試驗說明

外偏倚(電線拉開)

内偏倚(電線壓近)

(2) 偏倚試驗裝置：

重現車輛在彎道行駛中的狀態，以決定車間電纜最佳長度的試驗裝置。

(3) 電纜長度標準決定依據：

利用本裝置將電線安裝於實際位置，如可達到以下標準則決定電纜長度。

- ① 在外偏倚狀態下，電纜仍有些許下垂(未被完全拉緊)。
- ② 在內偏倚狀態下，電纜不會太過靠近軌道。

(4) 試驗所需的資訊：

必須知道電線(連接器)位在車輛何處，以及事前取得以下的車輛基本資訊(參見下圖)。

JP	CH
縦ピン位置間	縦插銷位置間
ボルスタ間	枕樑間
台車間	轉向架間
レール上面	鋼軌上面
機器限界	設備界限

(二) 電氣跳線各種耐久實驗製作：

1. 將跨接電氣跳線安裝至耐久試驗裝置，模仿車輛轉彎時跨接線接口處位置的變化情況，對跨接線連接器的耐久性進行確認的試驗裝置(如圖3-75~76)。



圖3-75 跨接線耐久試驗裝置



圖3-76 電氣跳線在試驗裝置上擺動

註: 模擬曲線半徑80m跳線偏移擺動200萬次耐久試驗，跳線不得斷損。

2. 耐水試驗說明：靜水壓試驗：將電氣跳線連結器(連結狀態)置放在水下1m深30分鐘，不得滲水。另有散水、柱水、高水壓等試驗，經由水壓、距離、水柱形狀條件不同分別來達成(如圖3-77~78)。

耐水試驗設備

(1) 耐水試驗：

爲了確認產品防水性能的試驗

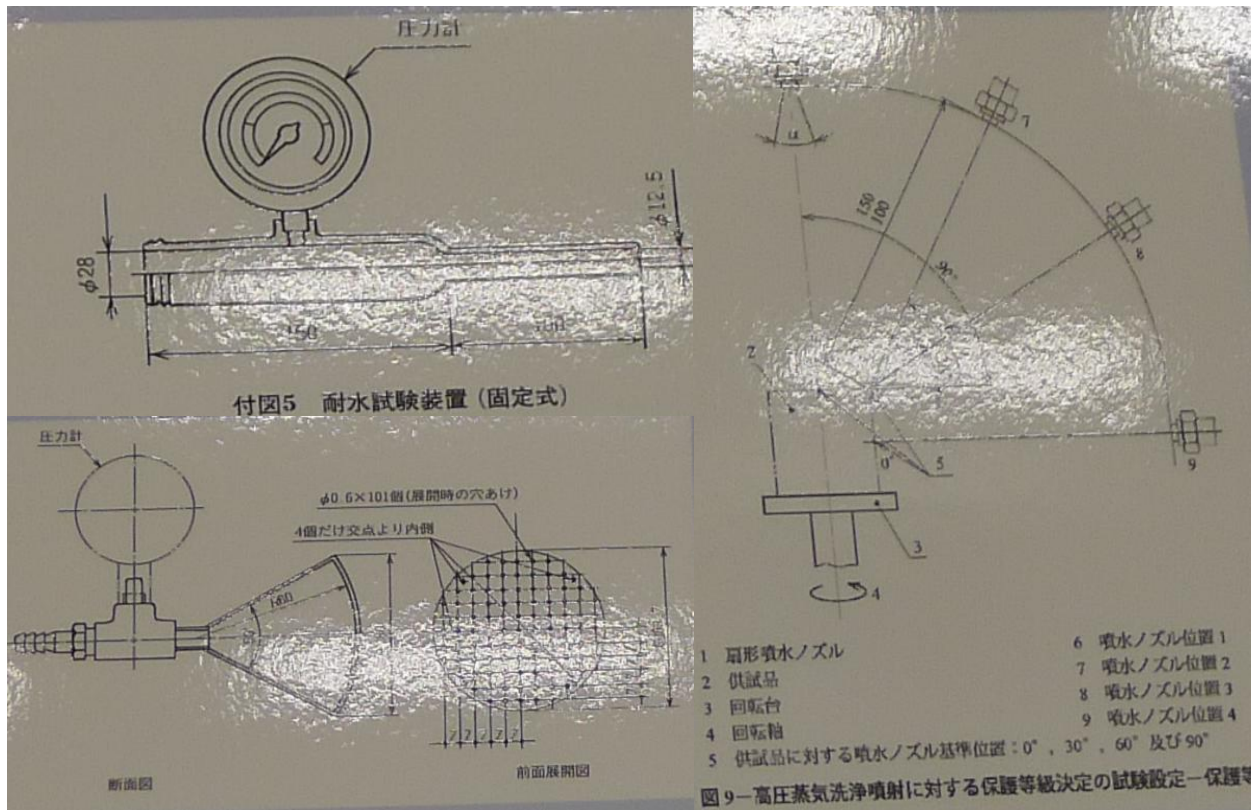


圖3-77 耐水試驗說明

(2) 試驗方法：

在 YUTAKA 公司所實施的耐水試驗整理如下

稱呼	靜水壓力試驗	灑水試驗	注水試驗	高水壓試驗
標準	JIS C0902 IPX7	JIS E4034 第 3 種 (相當於 IPX3)	JIS E4034 第 4 種 (IPX5 以上)	IP69K
內容	浸泡在水面 下 1m 位置 30 分鐘	<ul style="list-style-type: none"> • JIS E4034 第 3 種 距離產品: 1300mm 灑水角度:45 度 產品迴轉速度:約 6r/min 水壓:約 100kPa 時間:10 分鐘 蓮蓬頭形狀 • IPX3 距離產品: 300~500mm 灑水角度:距垂直 60 度 水壓:50~100kPa 時間:5 分鐘以上 	<ul style="list-style-type: none"> • JIS E4034 第 4 種 距離產品: 3m 水壓:約 50kPa 噴水方向:各方向 時間:15 分鐘 噴嘴形狀: ※噴嘴頭 ϕ 12.5 • IPX5 距離產品: 2.5~3m 流量:12.5l/min(約 30kPa) 噴水方向:各方向 時間:3 分鐘以上 ※噴嘴頭 ϕ 6.3 	距離產品: 100~150mm 噴水方向:0,30,60,90 度 水壓,流 量:10MPa,14~16l/min 水溫:80 度 時間:轉到各角度 30 秒
對象 產品	<ul style="list-style-type: none"> • 連接器 • 跨接連接器 (連結狀態) • 跨接連接器 (插座單體) 	<ul style="list-style-type: none"> • 箱類(接線箱等) • 電氣連接器(單 體) 	<ul style="list-style-type: none"> • 電氣連接器(連結 狀態) 	<ul style="list-style-type: none"> • 直接會受到高壓清洗 機噴水的產品

3. 振動試驗裝置：測試跳線對水平及上下振動的強度及耐久度試驗（如圖3-79～

80）。



圖3-78 電氣跳線在水中作靜水壓試驗



圖3-79 振動試驗裝置

振動試驗裝置

(1) 振動試驗裝置：

本裝置是爲了確認產品的抗振強度、耐久性、有無共振的裝置。



圖3-80 振動模擬試驗說明

(2) 可測試振動種類：

①正弦波振動②亂數振動③衝擊振動 3 種。

(3) 垂直方向與水平方向轉換：

只要改變振動產生器的方向，就可以改變爲垂直方向或是水平方向。

(4) 測試依據標準：

標準主要採用「JIS E4031 鐵道車輛用品-振動及衝擊試驗方法」(與 IEC61373

同等級)。

(5) 振動時可確認之項目：

因在旁邊設有電源裝置，故可以將受測物一邊通電一邊振動，以確認受測物溫度上升的狀態。

可以將應變規黏貼在受測物上，以確認振動時造成的應力是否不影響產品強度上的安全。

可以將迴路瞬斷監測裝置接在受測物上，以確認振動時不會造成接點有分離的情形。

(三) 低壓電氣跳線裁剪、壓接、組配檢視(如圖3-81~84)。



圖3-81 線材裁剪後及其斷面



圖3-82 跳線連結器配件組配

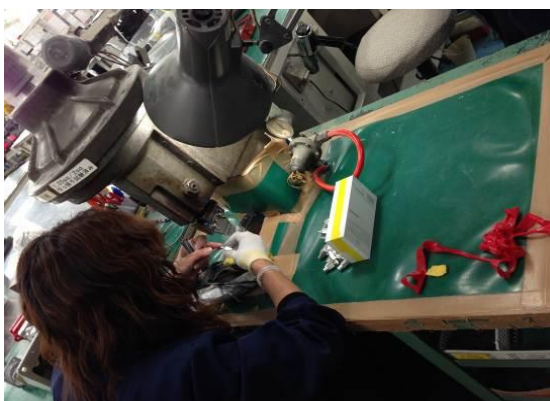


圖3-83 跳線端子壓接



圖3-84 插旋式電氣連結器操作

(四) 高壓插旋式電氣跳線製作過程檢視 (如圖3-85~86)。



圖3-85 高壓電氣跳線製作半成品



圖3-86 高壓插旋式電氣連結器組裝

肆、專題報告：傾斜控制裝置及推進系統特殊設計

一、搖擺式車輛之發展

世界各國鐵路，不管是標準軌或窄軌，因受彎道、轉轍器、路線等各方面的限制，而大大的延長行駛時間，因此各國鐵路隨著科技的進步其競爭愈趨激烈，爲了縮短行車時間提升競爭力，在不改變現有路線及站場設施之情況下，提高列車在通過彎道時之行駛速度及縮短行駛時間，而研究加裝了一傾斜控制裝置，但此傾斜控制裝置，卻易引起車輛強烈傾斜，造成旅客乘坐之不舒適，爲了彌補及改善此種車輛乘坐上之不舒適，特別加設此預知傾斜控制，此傾斜控制可由液壓或氣壓來控制，以完成此預知傾斜控制。而太魯閣預知傾斜控制則採用氣壓來慢慢地控制風缸，使其逐步慢慢完成所需之傾斜角度。

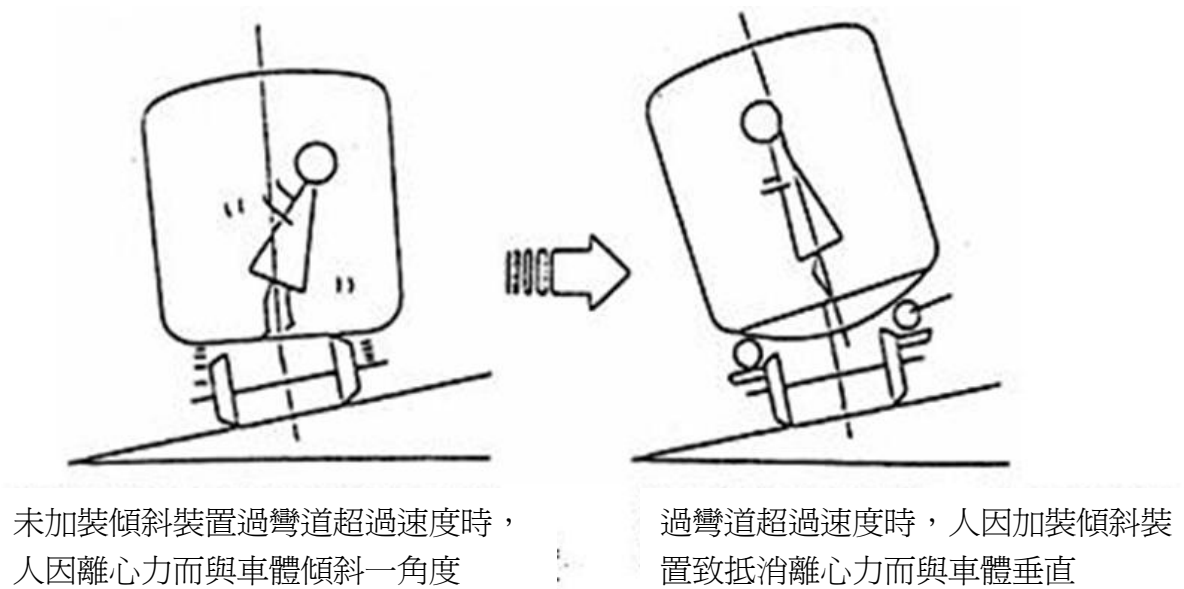


圖 4-1

二、傾斜裝置係由傾斜樑、滾筒裝置、轉向架、傾斜抑制缸、傾斜控制缸等5大項組成，略述於下：

(一)傾斜樑:焊接構造用軋製鋼板 (SM400A、B) 焊接而成，還兼作空氣彈簧的輔助氣室。輔助氣室的容積為30升／空氣彈簧。兩個輔助氣室之間設有差壓閥，是用於傳遞水平減震器、左右減震器之力的部分(如圖4-2~3)。

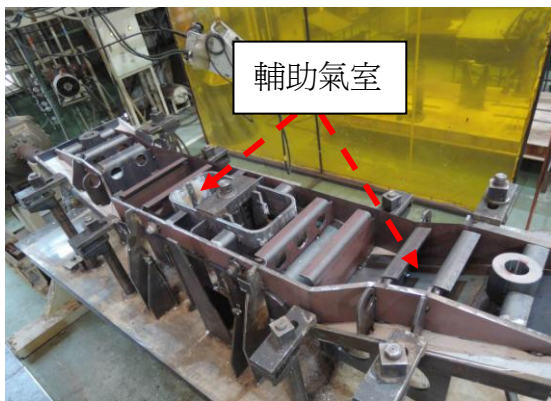


圖 4-2 傾斜樑內部



圖4-3 傾斜樑外觀

(二)滾筒裝置:滾筒裝置由安裝在轉向架框上的傾斜滾筒組合和安裝在搖枕下面的滾筒導板構成，滾筒導板可以在滾筒上轉動(如圖4-4~5)。

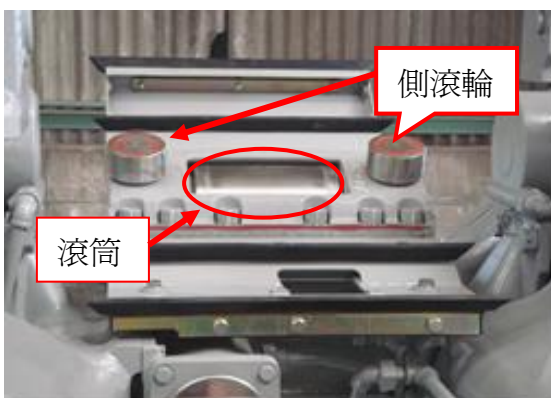


圖 4-4 傾斜滾筒組合

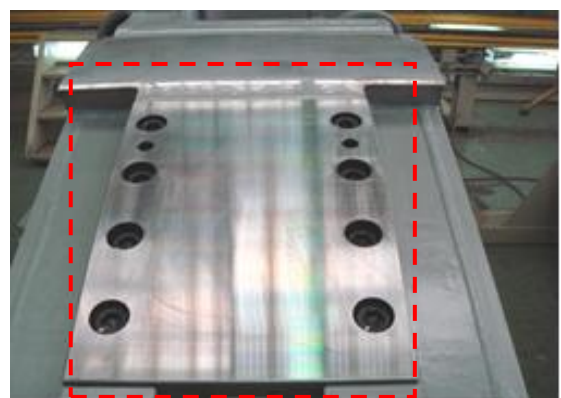


圖4-5 滾筒導板

(三)轉向架:是以在日本擁有使用實績之滾筒傾斜式轉向架（無承樑轉向架）

(如圖 4-6)。

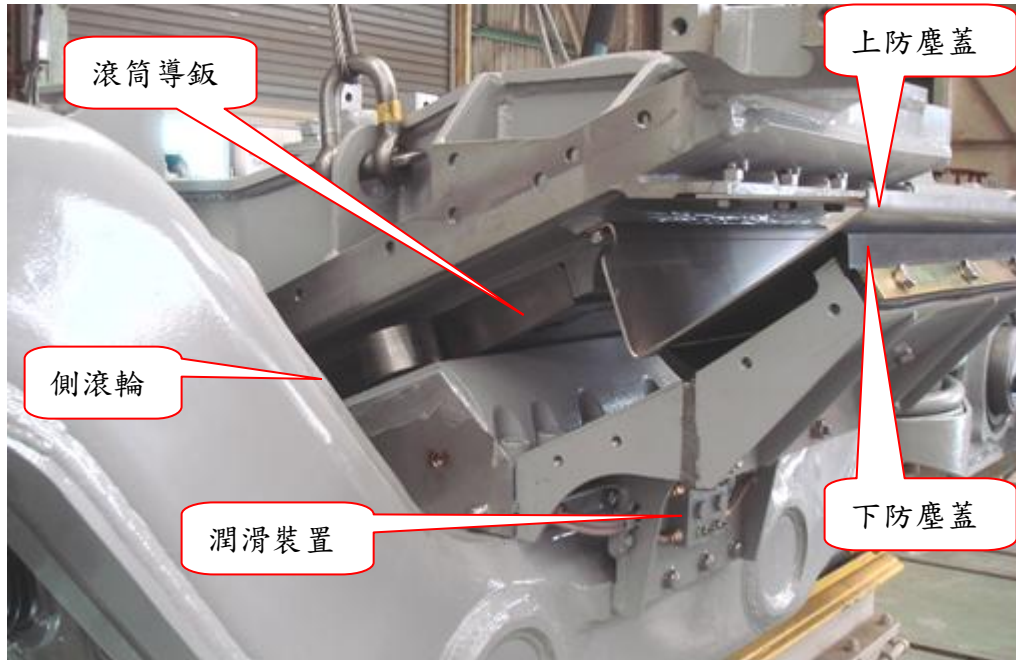


圖4-6 滾筒傾斜式轉向架

(四)傾斜抑制缸：向缸蓋側供給空氣時，氣缸伸張至最大行程，左右抑制缸對傾斜樑進行抑制。將缸蓋側的供給壓力排放時，缸內的壓縮彈簧推動活塞成爲全收縮行程，使傾斜樑開放（如圖4-7~8）。

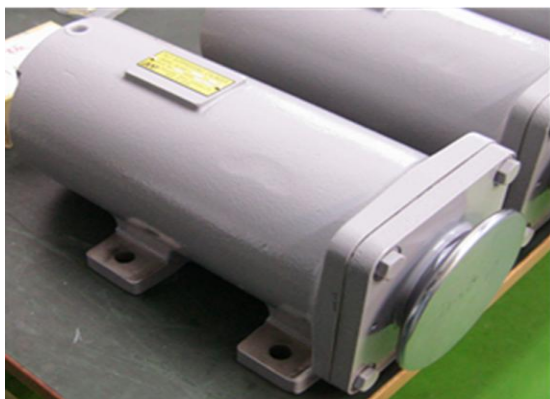


圖4-7 傾斜抑制缸

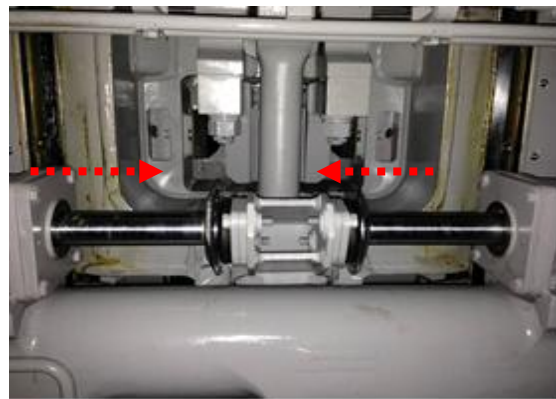


圖4-8 抑制缸對傾斜樑進行抑制

(五)傾斜控制缸：由單桿式空氣壓力缸、伺服閥、變位傳感器、最終過濾器一體化構成的，傾斜樑之傾斜作用，係利用安裝在轉向架與傾斜樑間之傾斜控制缸，接受來自傾斜控制器之指令，來作左或右方向之傾斜(如圖4-9~10)。



圖4-9 傾斜控制缸



圖4-10 傾斜控制缸安裝控制車體傾斜

三、傾斜模式分爲下列四種：

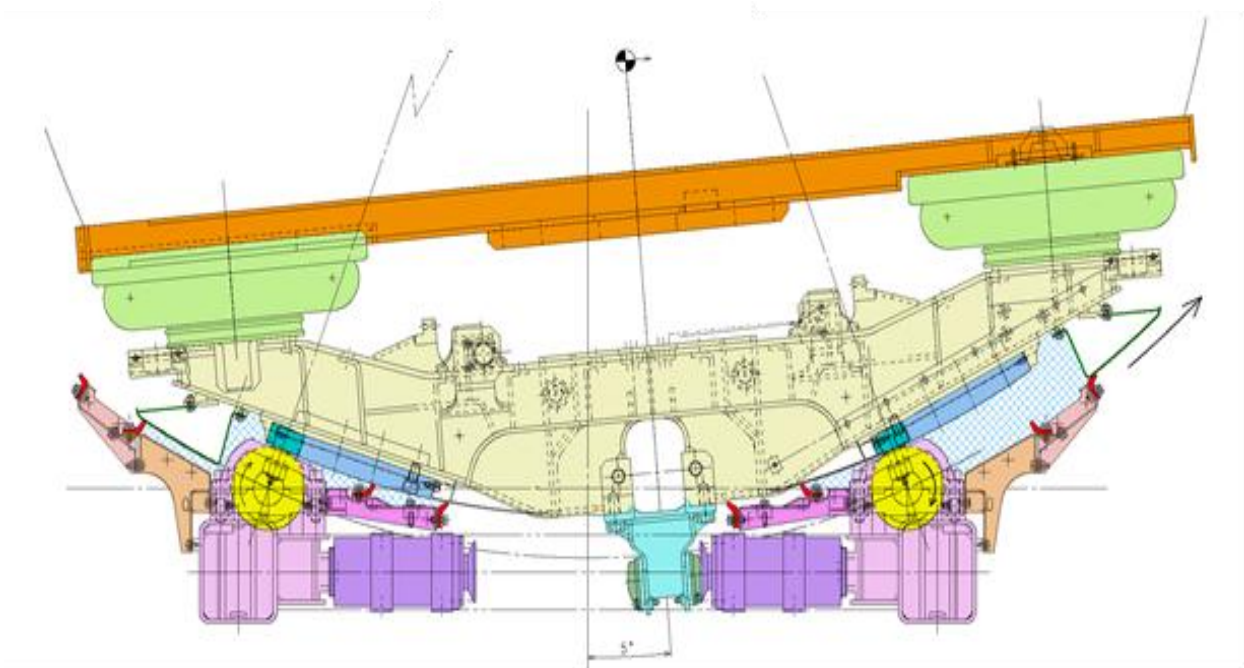
(一) 主動傾斜模式

在正常工作狀態下，自動選擇主動傾斜模式。接通24V直流電源後，在TCMS之司機員顯示裝置(DDU)上，將始發站和終點站之數據發送至傾斜主控制(CC)裝置。如果該裝置發生故障，在切開傾斜控制供氣電磁閥(TCMV1和2)的同時，自動轉換至被動傾斜模式。

司機員操作選擇器鑰匙開關，接通先頭車之控制繼電器(HCR)，進而接通先頭車上的CC裝置和其他所有車輛上之TC裝置，自動設定從先頭車到尾車的TC裝置車輛數量。在DDU上輸入停靠站數據(啓始站與終點站之間)，列車起動後當車速超過60km/h以上時，使車輛傾斜。

(二) 被動傾斜模式

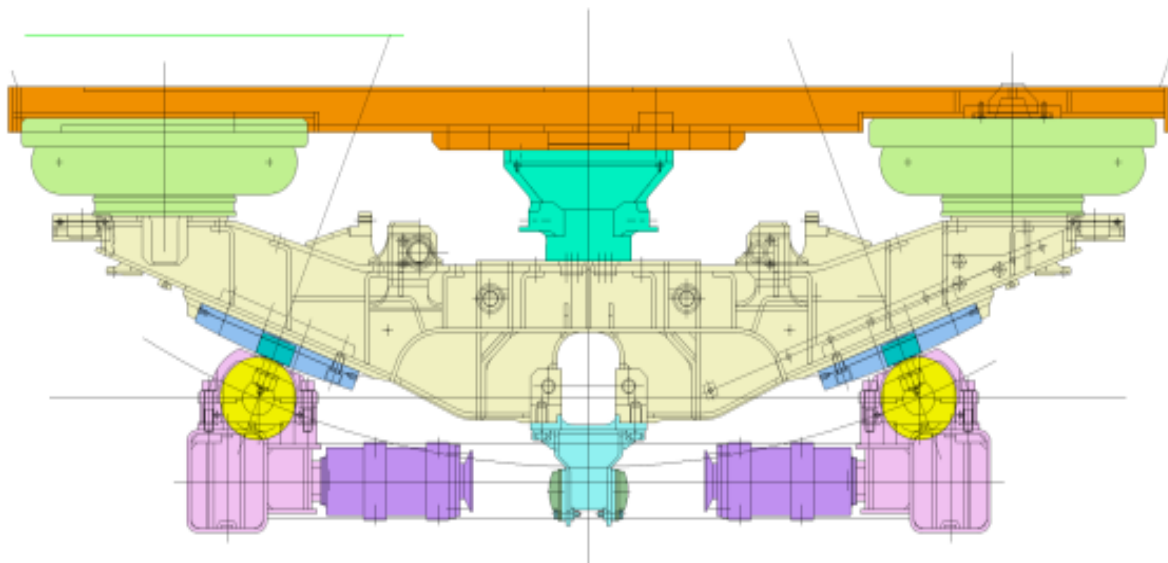
在下列情況下，自動選擇本傾斜模式：(1)因監視計時器錯誤或位置監測錯誤而導致CC裝置發生故障。在這種情況下，所有車廂均轉換至“被動”傾斜模式。(2)因監視計時器錯誤或監測到異常傾斜角度而導致TC裝置失效。在這種情況下，所有TC裝置失效的車廂均轉換至“被動”傾斜模式。



被動傾斜

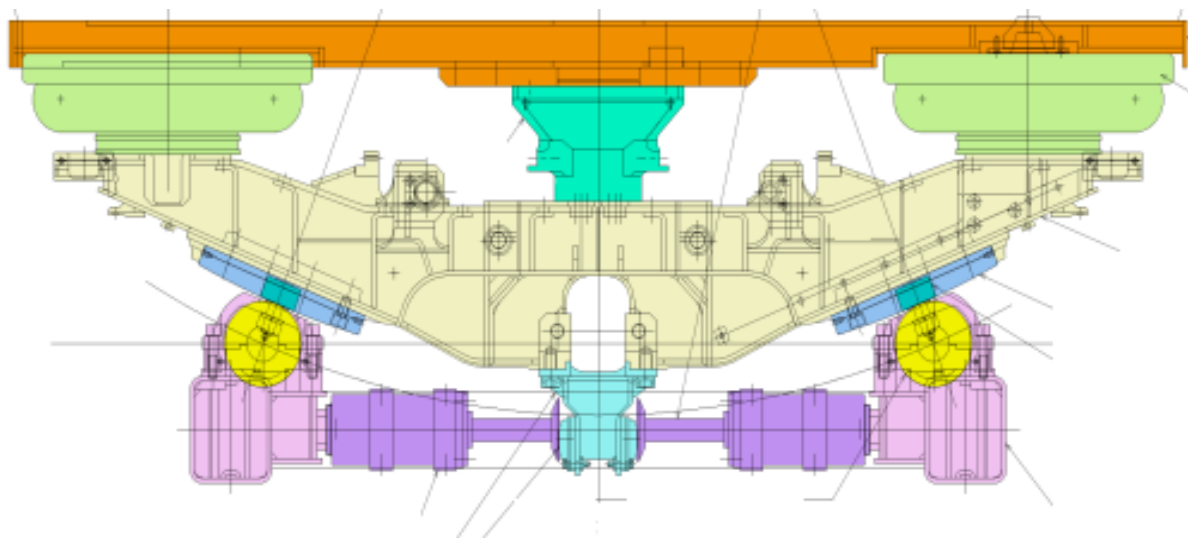
(三) 直立傾斜模式

通常情況下，不選擇此模式。即使在控制器正常工作狀態下，只要列車速度低於60km/h以下時，車體即不會產生傾斜作用。在暴風雨天氣和風速超過規定值的情況下，扳動安裝在駕駛員室側窗上方的車體傾斜“開啓”斷路器(TCAN)，來選擇此模式。與“主動”或“被動”傾斜模式相比，無傾斜模式更能夠抵禦側向風力的影響。



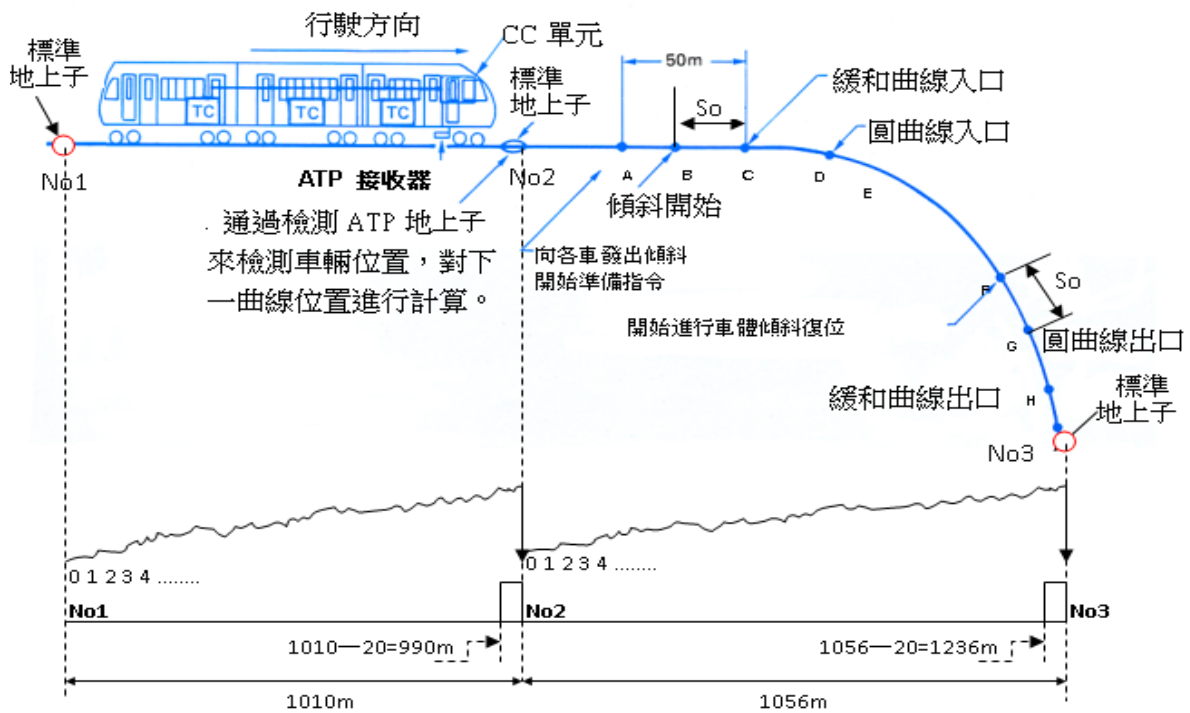
直立傾斜

(四) 抑制傾斜模式



抑制傾斜

傾斜曲線數據的製作方法

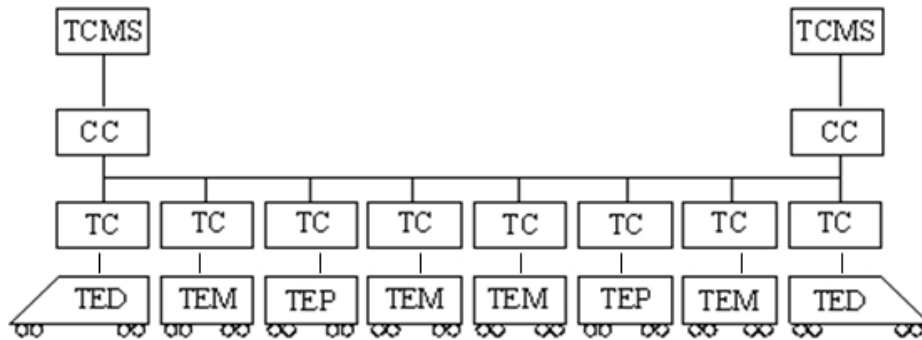


傾斜控制

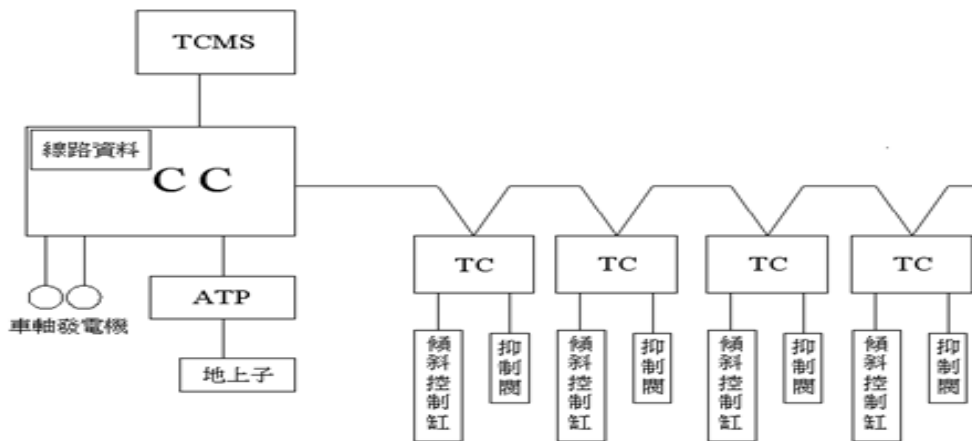
傾斜主控制器(CC) 及傾斜控制器(TC)

為進行該控制，車輛上設有存儲行駛路線區之曲線數據的主控制裝置(CC)。在行駛中根據來自速度發電機的信號及ATP接收器通過ATP地上子時，由ATP天線單元接收其信號後，以進行車輛位置檢測，列車即可根據主控制裝置上所儲存從該地上子到前方曲線的距離數據，在進入曲線前從先頭車開始，依次錯開時間來實施車體傾斜。

主控制器(CC) 及傾斜控制器(TC)在列車上之配置情形



主控制器(CC) 及傾斜控制器(TC)在列車上之配置情形



TEMU1000 傾斜控制系統輪廓 (如圖 4-11)。

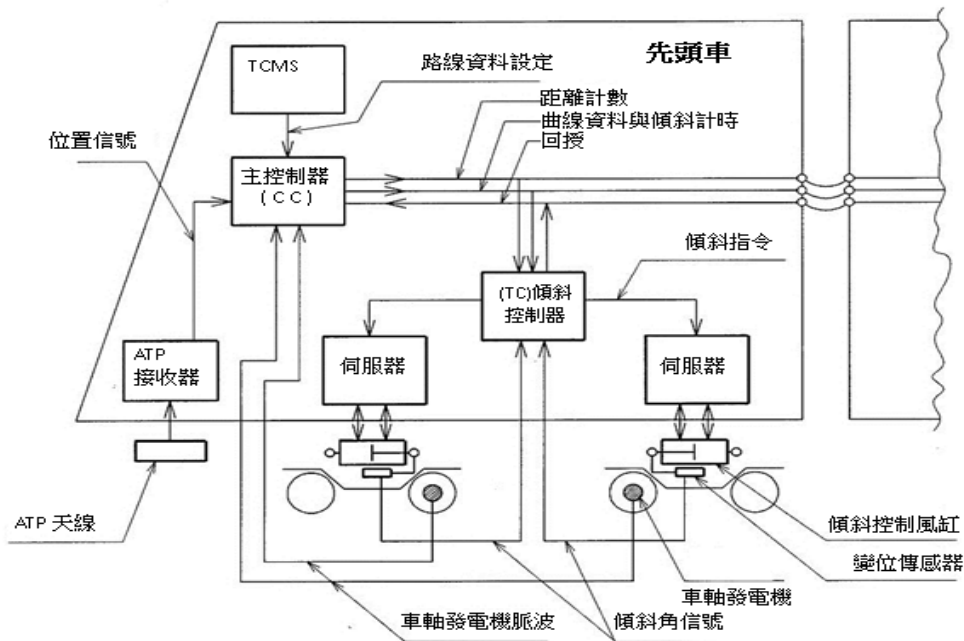


圖4-11 TEMU1000傾斜控制系統輪廓

由在行駛中檢測曲線位置並對編組車輛整體的車輛傾斜進行綜合控制的“傾斜主控制器”(Command Controller、以下簡稱為“CC裝置”)、接收各車輛上安裝的CC裝置的指令並對各車輛的車體傾斜分別進行控制的“傾斜控制器”(Tilt Controller、以下簡稱為“TC裝置”)及傾斜控制缸(伺服閥、變位傳感器、氣缸一體型)構成。另外，為檢測曲線位置，CC裝置還與速度發電機及ATP連接。

CC裝置安裝在TED車上，由儲存行駛線區曲線數據及ATP地上子位置數據的部分、根據這些數據並接受安裝在車軸上速度發電機的脈衝信號及ATP地上子的通過信號，對車輛行駛位置和曲線位置進行計算並輸出編組各車輛的TC裝置曲線數據和距離脈衝信號的部分構成。

車輛的位置判斷採用以ATP地上子為標準、根據車輪轉速計算行駛位置從而檢測曲線入口位置的方法。為了減少根據車輪轉速計算距離時的累計誤差，每次通過作為標準的ATP地上子時都將距離計算值清除後，再重新計數下一區間的距離。TC裝置能在行駛中，根據接收來自CC裝置的距離脈衝信號對車速進行計算，在進入曲線前接收曲線數據(半徑、傾斜量、曲線方向及長度)並根據車輛狀況計算傾斜角，通過對伺服閥的控制向傾斜控制缸供給空氣，實際的傾斜角是由變位傳感器回饋至TC裝置。

傾斜控制是在行駛速度超過60km/h以上時根據線路數據進行的。除此以外，安裝在轉向架框架上的傾斜控制缸將傾斜樑鎖定，以防止因車輛搖動等造成車體意外傾斜，而使乘車舒適感降低。此外，還通過變位傳感器之回饋控制，使直線行駛時的傾斜變位成為零(稱為“直線控制”)。本裝置是以ATP地上子為標準進行控制的，所以當連續對2個標準地上子檢測失敗時，即被判定為在錯誤的路線上行駛，作為“地點檢測錯誤”而自動將傾斜控制模式切換至自然傾斜。

傾斜控制裝置(以下稱為TC裝置)(如圖4-12~13)，安裝在各車，由與CC裝置之間的傳輸接合部分和根據接收來自CC裝置的曲線數據以距離脈波信號識別行駛位置

並在通過曲線時對車體傾斜進行控制的部分構成。



圖4-12傾斜控制裝置



圖4-13車下傾斜控制器

四、推進系統特殊設計

(一) 行駛進站至停車時之電氣軔機控制

行駛進站至速度為零時皆用電軔，而空氣軔機僅用於最後剎那防止轉動

1. 減少空氣制動作用時機：解除制動鳴响減低噪音。
2. 停止時的高精密度的扭矩控制：=> 漸縮控制提高乘坐舒適性。
=> 適應高準確度之停車位置控制。

與現行方式相比較

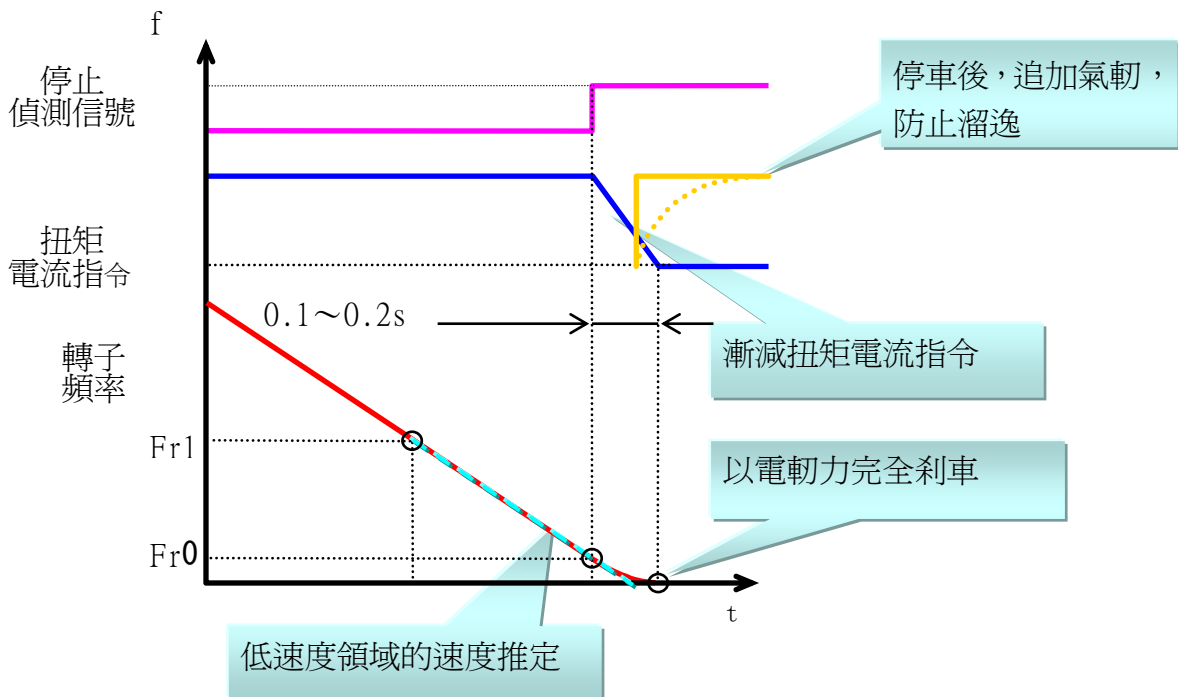
項目	電空混合方式(現行方式)	全電氣軔機方式
控制模式例		
馬達控制	V/f控制	向量控制
電空混合	停止時有混合	停止時無混合

全電氣軔機制動方式，因低速度檢測困難所以採用速度推定，轉子頻率在 (Fr1) 1Hz 至 (Fr0) 0.1Hz 採用速度推定因此在速度到零仍採用電軔。

電空混合方式之馬達控制為 V/f 控制因未採用速度推定且低速偵測困難而需使用電空混合至速度停止。

因採全電氣軔機制動方式速度到零仍採用電軔及至停止才使用氣軔防止轉動，可減少空氣制動噪音。

停車控制的基本方式

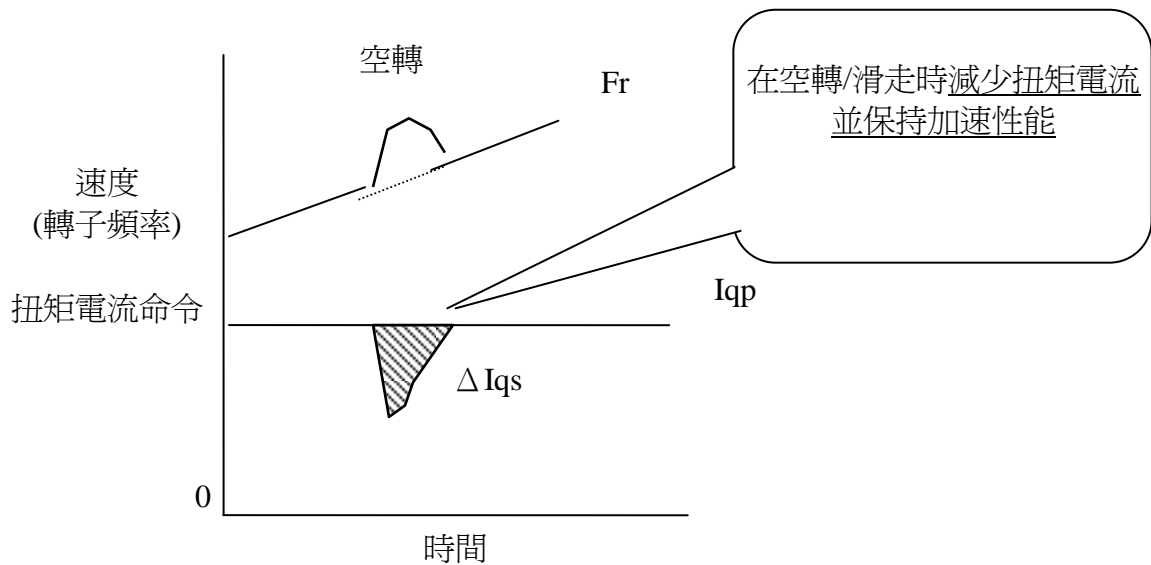


因採用向量控制而達到高精度停止位置控制及漸減控制提高乘坐舒適性。

項目	電空混合方式	全電氣軔機方式
控制模式	電空混合	全電氣
馬達控制	V/f 控制	向量控制
制軔噪音	有	無
乘坐舒適性	因電空混合當空氣制軔時有些許衝動	高精度停止位置控制及漸減控制提高乘坐舒適性

空轉/滑走 控制之比較：

項目	V/f 控制	向量控制
扭矩控制方法	間接控制有效電流	直接控制扭矩電流
扭矩控制指令	轉差頻率 (fs) 指令	扭矩電流指令
扭矩控制精確度	中	高
再粘著控制模式之能力	當減少扭矩時延時發生再粘著	有



空轉/滑走 控制時減少扭矩電流樣式

採用空轉偵測與再粘著點偵測的高粘著控制

並用數個速度探針偵測空轉方式，達成迅速的空轉偵測，用粘著界限控制，縮短從扭矩減少的狀態恢復的時間

空轉偵測方式

① dfr/dt 偵測方式

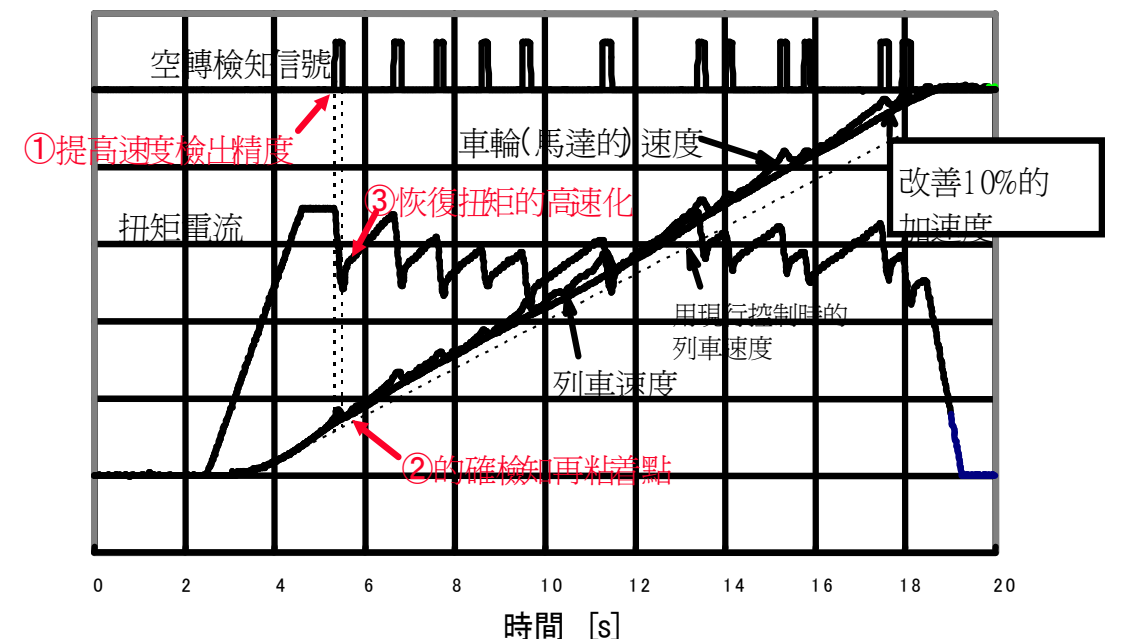
按轉子頻率的變化率偵測的方式

② Max-min 偵測方式

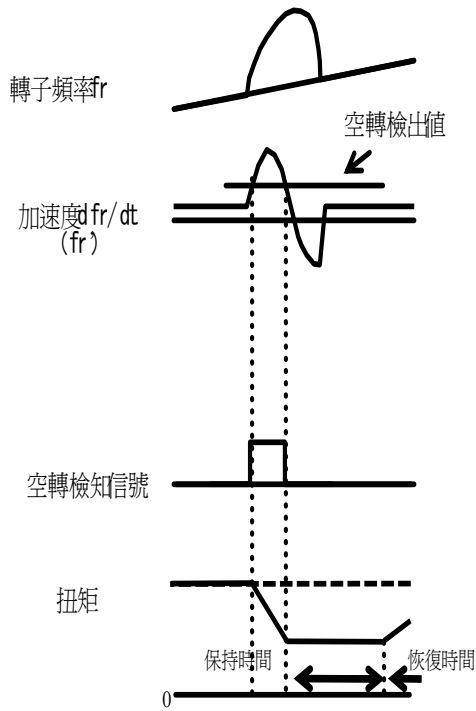
按轉子頻率的最高值與最小值差數偵測的方式

(對偵測變化率小的持續性空轉有效)

再粘著偵測的粘著界限控制



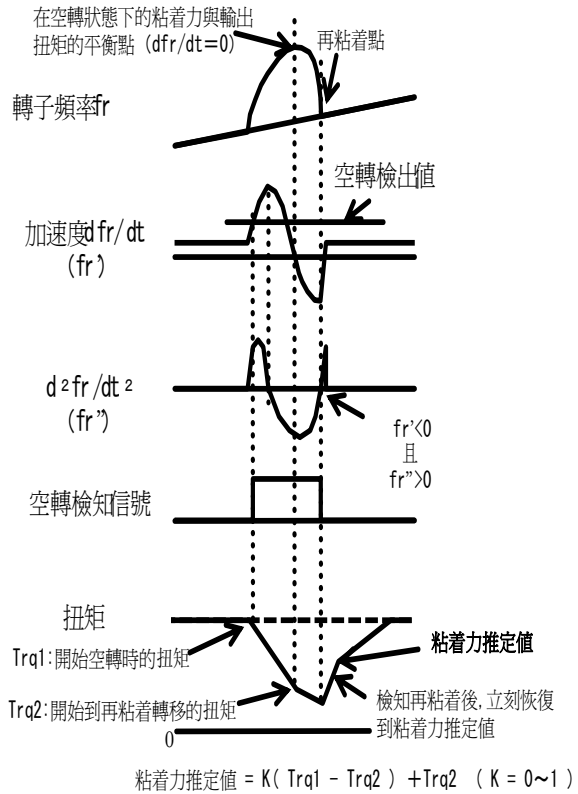
現行方式



不用再粘着點檢出, 因此需要設定保持時間
(在保持時間之內再粘着發生為推定)

減低利用粘着係數

用再粘着點檢知的粘着界限控制

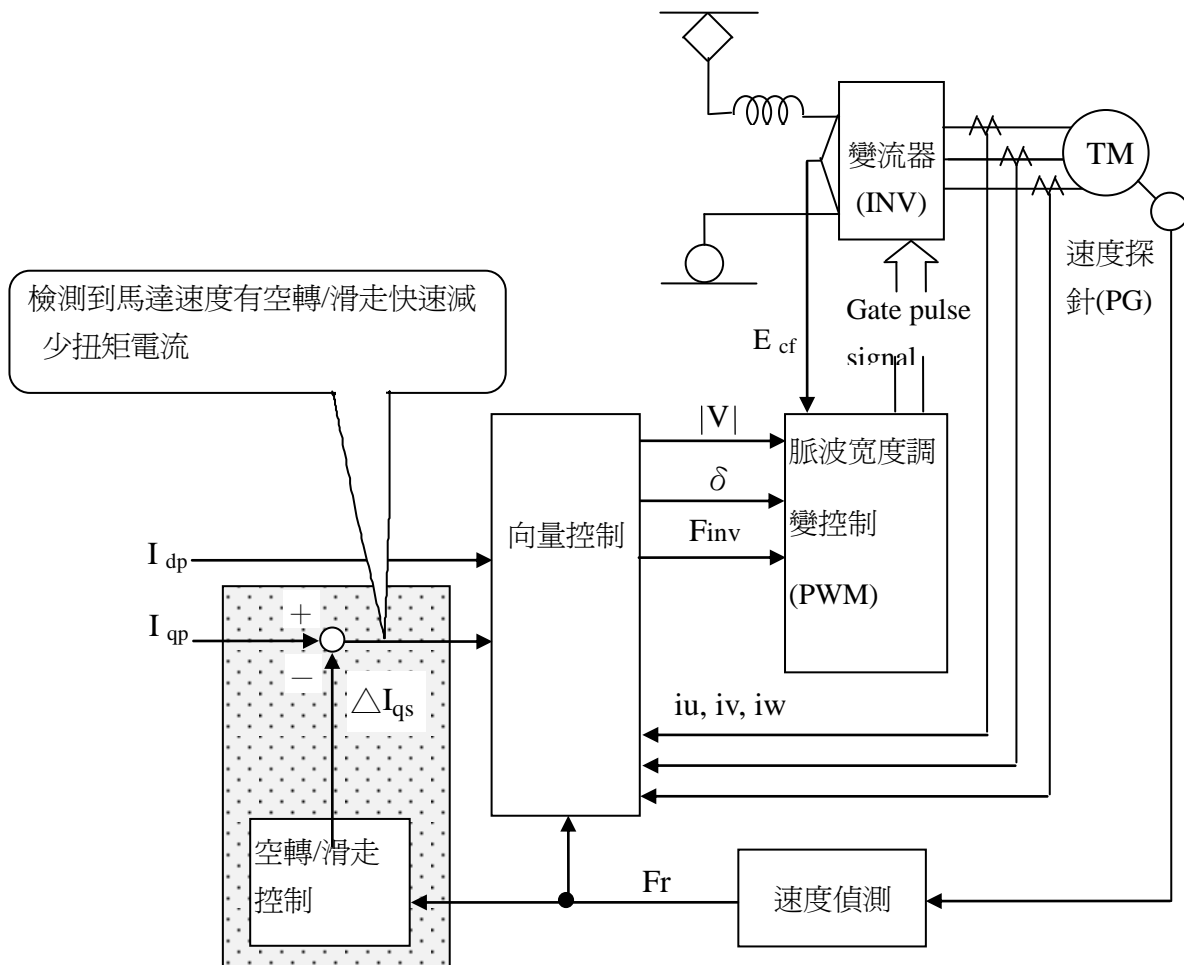


(1) 導入再粘着點檢出

(2) 設定粘着力推定值, 縮短恢復時間

V/f 控制當發生空轉/滑走減少扭矩時會延時發生再粘著而降低加速性能

向量控制當發生空轉/滑走減少扭矩時縮短保持時間即發生再粘著功能而保持加速性能



空轉/滑走控制之向量控制圖

現行空轉檢知保護方式採不用粘着點檢出，當檢出加速度（ df_r/dt ）超出空轉檢出值時將扭矩電流降低並經保持時間（再保持時間內再粘着發生為推定），再經恢復時間後回復扭矩電流。

本型車輛設計採用在粘着點檢出的再粘着界限控制，使用導入在粘着點檢出並設定粘着力推定值（粘着力推定值= $K (Trq1-Trq2) + Trq2$ ）（ $K=0\sim 1$ ）縮短恢復時間。

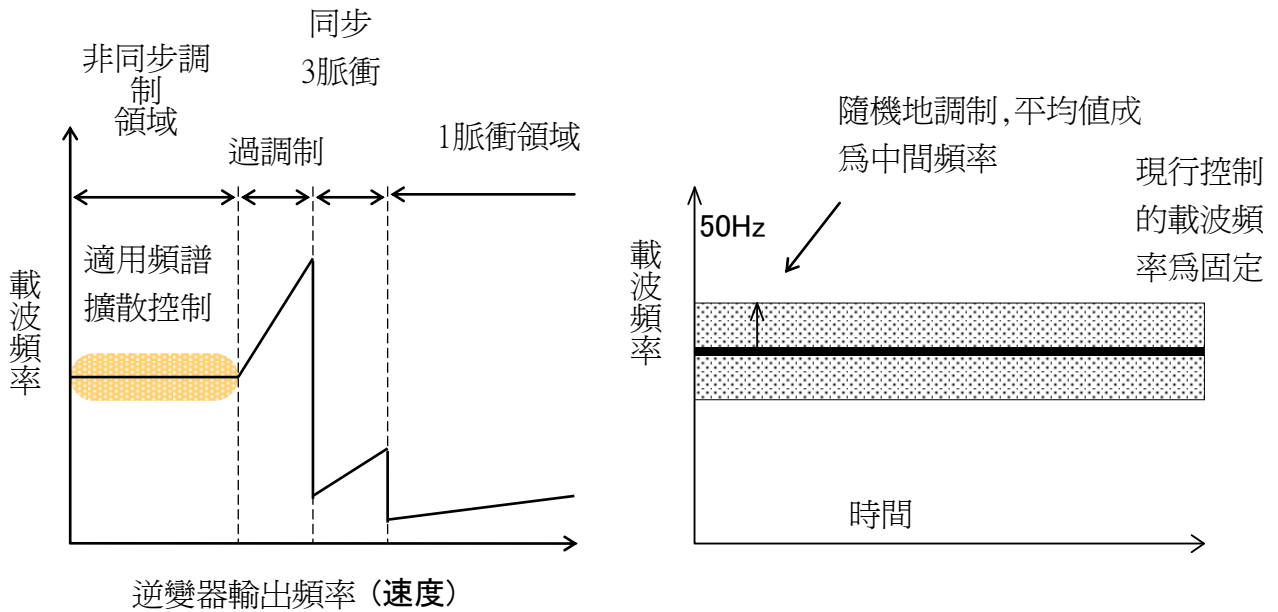
項目	現行空轉檢知	採用在粘着點檢出
保持時間	長	短
粘着點檢出	無	有
粘着力推定值	無	有
特性	保持時間長無法縮短恢復時間	因縮短恢復時間可改善 10% 加速度，恢復扭矩高速化

採用載波擴散控制的電機電磁噪音靜音化

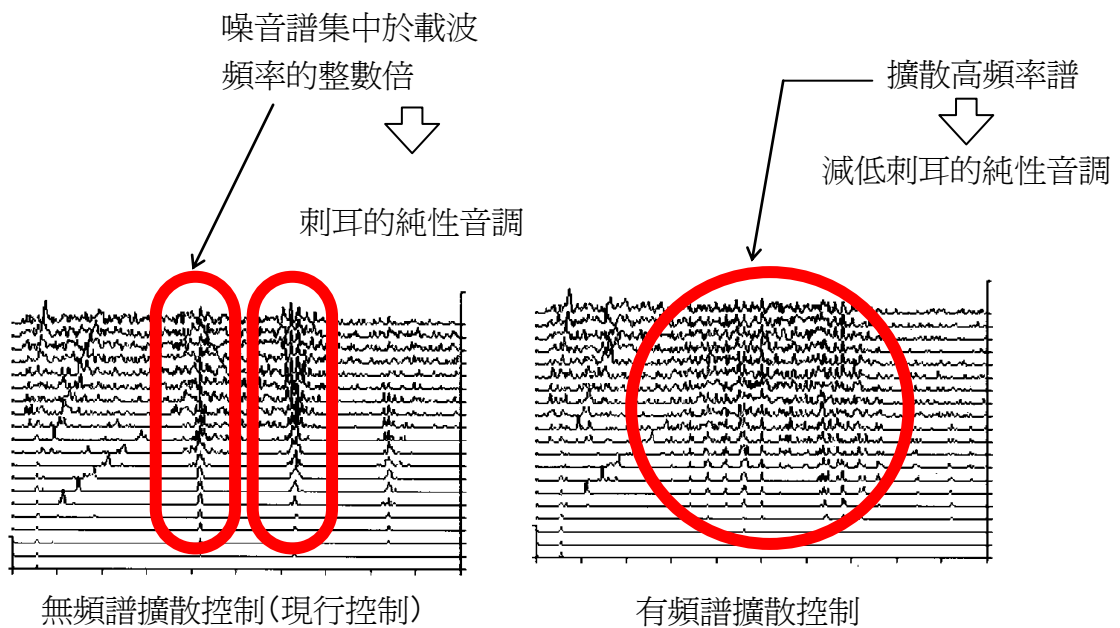
採用載波擴散控制，減低從電機起來的電磁噪音。

* 載波調變;擴散噪音譜,減低刺耳的純性音調。

載波調變：



噪音譜的比較：



現行控制載波頻率採固定控制，因噪音譜常集中於載波頻率的整數倍而產生刺耳純性音調。

本型車輛設計採用頻譜擴散控制，載波頻隨誰變頻器輸出頻率大小而改變分為非同步調制領域、過調制、同步 3 脈衝、1 脈衝領域擴散高頻率譜以減低刺耳純性音調。

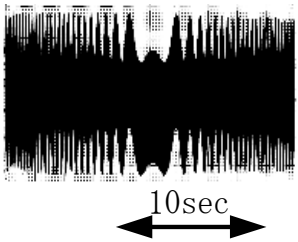
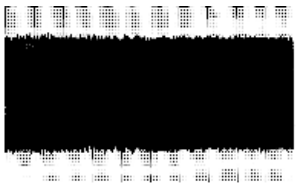
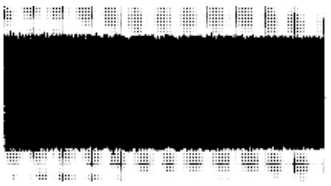
項目	載波頻率採固定控制	頻譜擴散控制
噪音	噪音譜常集中於載波頻率的整數倍而產生刺耳純性音調	擴散高頻率譜以減低刺耳純性音調
脈波模式	中低速區（非同步 PWM、過調制 PWM），高速區（1 脈衝）	中低速區（非同步 PWM、過調制 PWM、同步 3 脈衝），高速區（1 脈衝）
載波頻率	中低速區（525Hz），	中低速區（約 400-900 Hz），

(二) 自調無波動振動(Tuning Free Beatless)控制

無波動振動(Beatless)控制有 3 種方式：波動振動(無 Beatless)，人為調控無波動振動(Fine Beatless)及自調無拍打振動(Tuning Free Beatless)等控制。tuning free beatless 是指控制器不須人為調整即能自行補償波動振動(beat vibration)。

- *·反饋扭矩電流脈動成分，補償逆變器輸出的頻率。
- *·通過反饋控制系統的作用，對於逆變器輸出的頻率或電路條件(輸出、定數)等的變動，也能夠將增益與相位自動地最佳化。

馬達電流波動比較

	無Beatless控制	FineBeatless控制	Tuning Free Beatless控制
馬達電流波			
扭矩脈動最大值	37%	4%	4%以下
馬達的振動	100	5	5以下(0.04G)

變頻器頻率與電源頻率兩倍（120Hz）一致時，會發生 Beat 現象導致馬達扭矩脈動，如上圖當 e_d 與 e_{uv} 頻率相同尤其是 120Hz 時，因相位相同而 e_d 漣波使變頻器輸出正負半波不平衡產生馬達電流波形脈動，扭矩脈動達最大值約 37%，馬達產生振動。電源頻率為 60Hz 經整流會產生 120Hz 偶數諧波。

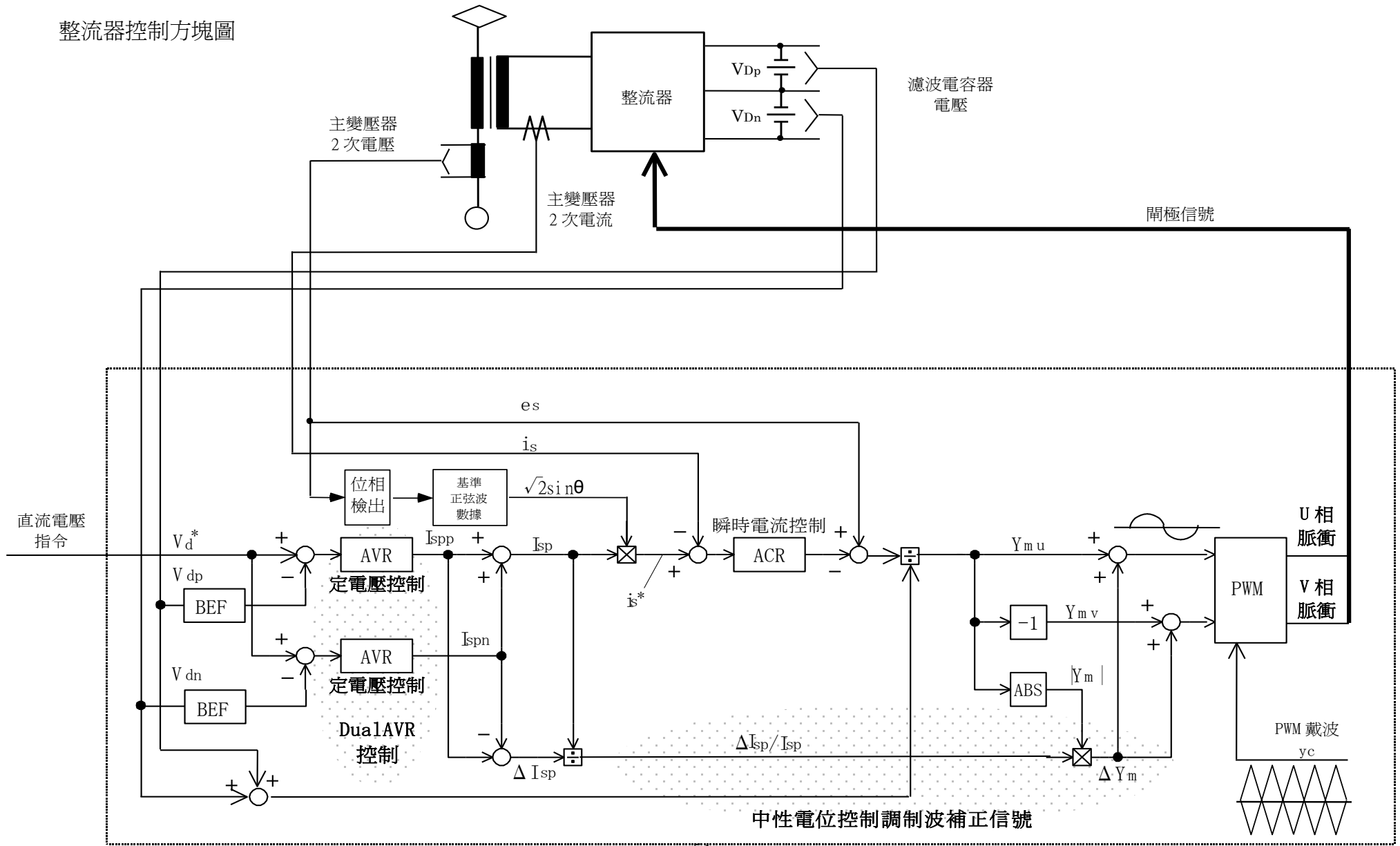
採用扭矩脈動成分的反饋實現高精度 Beat 抑制，也就是通各頻率補償平衡正負電壓。 e_{uv} （輸出電壓）因 e_d （直流電壓）120Hz 脈動而不平衡，經由波動振動(Beatless)控制頻率補償平衡正負電壓以降低扭矩脈動及馬達振動。

無波動振動(Beatless)控制之變流器如 D-link 電壓漣波平滑不良(濾波電容不良)，使變頻器三相輸出不平衡引起感應馬達振動，嚴重者軸承燒損咬死。

* 人為調控無波動振動(Fine Beatless)控制

是指該控制器有考慮波動振動(beat vibration) 由人為調整加上震動補償 使震動現象減輕

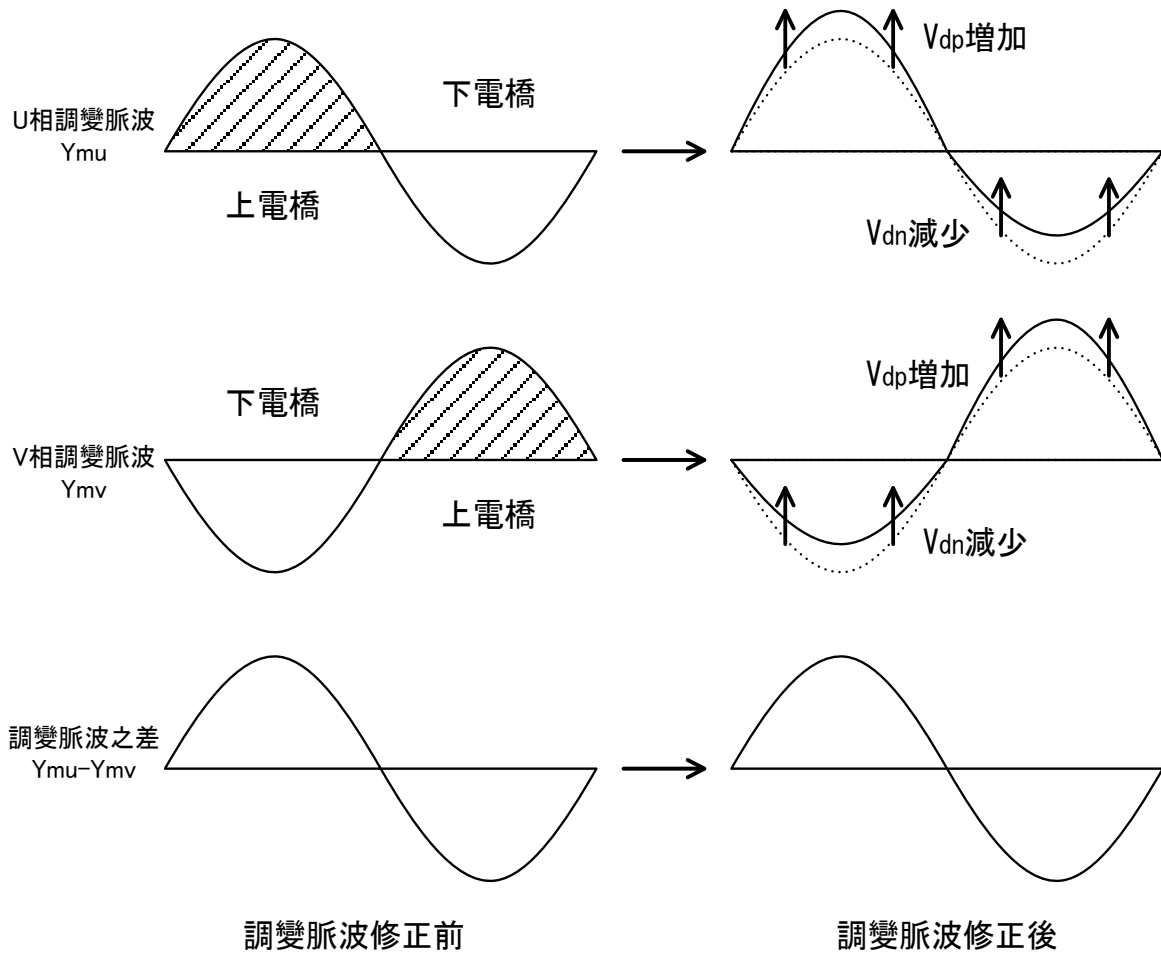
整流器控制方塊圖



(三) 中性點電壓控制方式：

1. 按DualAVR的輸出，運算調制波補正量 ΔY_m 。
2. 將它重疊到調制波，調節主變壓器2次電壓，連接整流器中性點的方法與時間。
3. 管理線間電壓，因此無對2次電流的影響。

ex.) 減低中性電位 ($V_{dp} \rightarrow$ 大, $V_{dn} \rightarrow$ 小)



DualAVR控制，構成三階式電平整流器電壓控制，其上下電容濾波器電壓個別控制。

用 ΔY_m 補正量減低中性電位。

三階式整流器可抑制電車線電流諧波

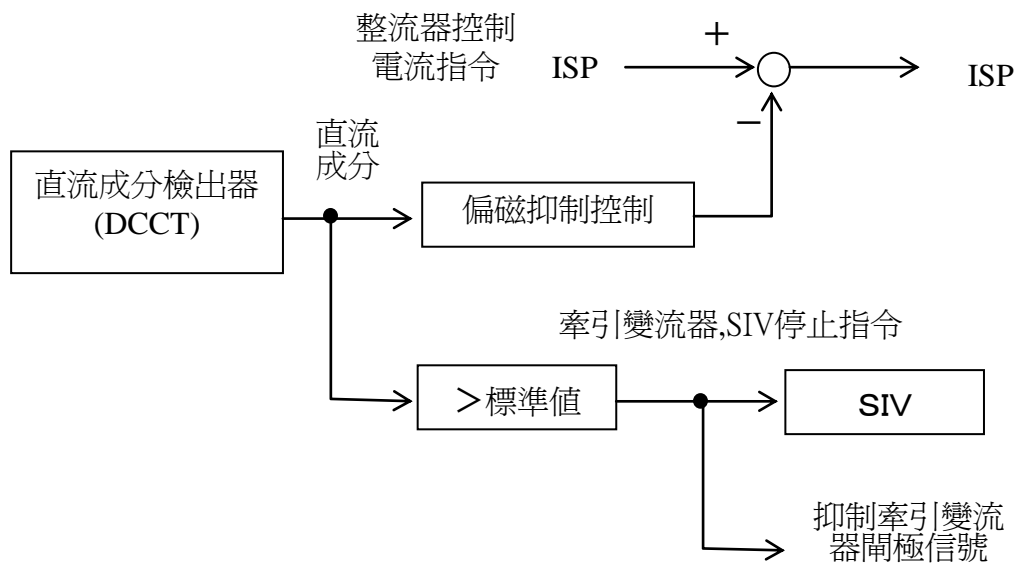
(四) 電車線電流直流成分抑制：

偵測出主變壓器 1 次電流的直流成分，通過將它回饋到整流器控制的電流指令的偏磁抑制控制，抑制直流成分。

直流成分超過標準值時，讓牽引變流器與 SIV 停止，增加主變壓器 1 次側的阻抗，抑制增加直流成分。

牽引變流器與 SIV 停止後，直流成分衰減時(實際上過了 1 至 2 秒後)，牽引變流器與 SIV 自動地再開始動作。

直流成分抑制方塊圖



主變壓器二次側變流器因半導體元件組成之整流器及變頻器在切換動作中產生突波，必須由濾波電容及阻尼電路抑制，若 DC 湧浪發生阻尼電路無法抑制，將使異常電壓感應至主變壓器而回至架線，而使電車線電壓偏高若遇上有再生電能回饋至架線設計車輛可能使架線電壓異常提高而傷害此區間之高壓設備。

檢出主變壓器一次電流之直流成分（DC 湧浪）：

直流成分由偏磁抑制控制回饋至整流器控制，減低整流器控制電流指令（ISP）抑制直流成分。

直流成分超出標準值後之抑制：

牽引變流器及 SIV 發出停止指令

增加主變壓器一次側阻抗抑制增加的直流成分

(五) 推進系統設計上之特性：

1. 因閘流體、半導體作動切換時如同開關作用產生電弧突波。
2. 主變壓器二次側有阻尼電路，整流後D-LINK處有濾波電路以抑制突波。
3. 以IGBT製作之整流器在IGBT兩端並聯電容消弧。
4. 輸入側60Hz整流後有120Hz之漣波需由並聯電抗電容諧振電路抑制。
5. 以GTO製作之變頻器對於 dv/dt 耐量， di/dt 耐量需減振湧浪保護（串聯電抗，並聯電容）。
6. 以GTO製作之變頻器，在GTO Turn off時產生之過電壓，其減振湧浪之電容電抗具儲能作用，在GTO Turn on Turn off時放電，必須有消耗電能之裝置及足夠容量之電容以抑制突波電壓，若放電電壓太高時，需以截波器截割。
7. 以IGBT製作之整流器則不需減振湧浪保護，也無截波器設計。
8. 整流後之D-LINK，有過電壓保護電路。

(六) 推進系統設計上對於突波電壓之抑制極為重視且可能造成危害：

電力段因電車線供電之配電站之檢測設備因突波損壞而發現電車線有暫態突波，且可能發生原因是配電設備抑制突波電容或電力車輛閘流設備產生之突波因阻尼電路不良回饋感應至主變壓器一次側再傳至電車線，經相關單位量測某地段電壓達 27-28KV 甚至達 32KV，但電力車輛主變壓器油耐壓試驗幾次之平均值 30 KV 以上便能使用，則 32KV 明顯將造成主變壓器及其它相關高壓設備損壞。

伍、心得及建議

本次奉派至日本執行16 輛傾斜式列車(太魯閣號)監造檢驗工作，在此監造任務行程中，見識到日立鐵道車輛公司、住江工業(客室座椅製作)及YUTAKA公司(車間電氣跳線製作)，對於產品上的品質要求、工作上服務態度的重視及工廠內部的作業程序規劃，有許多方面是值得我們可以借鏡學習的。並利用下班空餘時間與例假日參觀了日本各種鐵道建設，見到觀光局推行了一系列交通旅行套票，滿足旅客對於交通方面不同的需求。在列車上提供了許多人性化的功能，讓旅客在乘車之時備感貼心更加便利省時，大大提升了服務上的品質。

一、心得：

(一) 鼓勵員工積極進修創新求變

日立鐵道車輛公司笠戶製作所，分工細密，每個員工各司其職，盡自己的本份無私為公司奉獻，除了良好的待遇福利外，主要是日立公司能得到員工的認同，因此人才離職率低。更值得一提的是，不論日立公司或是YUTAKA公司及住江工業在他們的廠區辦公室外牆上都可看到員工的專業證照，也得知證照可為它們提升薪資與職位升遷的機會，因此每位員工秉持著上班學習下班充實進修精神，盡心盡力充實本職技能。

臺灣鐵路管理局有一百多年悠久的歷史與傳統，在運、工、機、電各單位通力合作之下，創造出龐大的大眾運輸體系，貫徹上級交代的任務，用最好的品質認真用心服務的態度，服務社會大眾。

然而時代變遷至今，科技日新月異，固有傳統值得且需要保留，但車輛的維修已從

傳統的柴油車輛變成高壓電氣、電腦控制的電車，從臺鐵員工訓練所持續增開訓練課程，無不希望本局員工增加專業技能提昇整體服務品質，更鼓勵與補助員工進修取得各種相關的國家技術證照，透過取得技術證照的過程，也能學習各項本職學能技術與知識，一方面透過員訓所教育訓練及現場實習，使得每位同仁本職學能大大提昇(如圖5-1)。



圖5-1 員工證照公布欄

(二) 廠區動線規劃順暢，提昇工作效率產能

日立笠戶工廠的裝配動線規劃順暢，每個環節緊密結合，從其工廠廠房的配置位置及員工作習安全動線可略為知曉，也由此得知，一座規劃完善的廠房對於工作效率及產能提升有莫大的幫助。

臺鐵近年來新建的廠房從動線的規劃、車輛維修、倉儲系統工作環境，整體規劃無不力求完善，整體性已與世界各國並駕齊驅，透過設備儀器不斷的更新創新，讓維修更有效率，品質更加穩定(如圖5-2~3)。



圖5-2 車下裝配動線緊密聯結



圖5-3 車廂作業工具動線規劃順暢

(三) 配合發行旅遊券、結合地方特色、整合公共交通運輸網

日本觀光局爲了推動觀光由當地觀光局發行旅遊券、結合地方特色、整合公共交通運輸網，讓旅客在交通方面便利了許多。爲了滿足遊客對於交通不同的需求，推出了一系列不同的票卷如：一日套票、三日套票還有一周周遊卷，促進地方觀光增進國民休閒旅遊品質、促進國內外旅遊的人潮，其日本嵯峨野觀光小火車上車長，拿著鬼面具跟遊客互動拍照，拉近了與遊客的距離更顯親切，在觀光方面凸顯了地方獨有的特色(如圖5-4~5)。



圖5-4 嵯峨野之線小火車



圖5-5 發行旅遊券加速推展觀光

二、建議事項

(一) 老舊車輛牽引及輔助供電變流系統的更新使系統穩定

提升了火車行駛的安全，減少老舊車輛的設備故障、降低維修成本、延續車輛的壽命，提升了服務的品質，並大大增加了旅客的滿意度(如圖5-6~7)。



圖5-6~7老舊車輛牽引及輔助供電變流系統的更新使系統穩定

(二) 車廂增設行動電源充電座

隨著科技日異月新的演進，智慧型手機的使用率愈來愈頻繁，若搭乘的旅客手機沒電急需充電時，行動電源充電座的設立將更貼近旅客的需求，服務品質也將提升了許多(如圖5-8)。



圖5-8車廂車牆設置行動電源充電座

(三) 車站名稱加註數字代號

車站名稱加註數字代號，讓來此地觀光的國外旅客，不必擔心看不懂車站名稱，在自助旅行方面，這項功能對於旅客來說非常具有實用性(如圖5-9)。



圖5-9 車站名稱加註數字代號，來自國內外旅客也能輕鬆搭車自由旅行

(四) 列車車門註記編號

列車每一車門註記編號，便於車站人員與列車運轉人員聯繫管理，以更加快速辨認服務與維修，增進了服務的快速性與品質。(圖5-10)



圖5-10 車門註記編號便於聯繫管理