

出國報告（出國類別：考察）

考察日本國土交通省鐵道局工程監督及管理業務」-日本鐵道系統軌道設施維護管理

服務機關：交通部高速鐵路工程局

姓名職稱：林簡派正工程司志雄

趙幫工程司志鴻

派赴國家：日本

出國期間：101年10月9日至12日

報告日期：102年1月

目次

	頁次
壹、目的	03
貳、考察行程	04
參、考察內容	05
一、日本鐵道經辦費用	05
二、日本鐵道針對地震之預警方式與補強措施—以東海道新幹線為例	06
(一) 東海道新幹線簡介	06
(二) 東海道新幹線地震防災系統及其功能強化	08
(三) 東海道新幹線之地震對策簡介	15
三、日本新幹線日常檢測模式	21
(一) 日常檢測模式簡介	21
(二) 新幹線多功能檢查用車組演進情況	21
(三) 檢查頻率和路線	22
(四) 新幹線多功能檢查車量測檢查設備配置)	23
(五) 新幹線多功能檢查車檢查項目	24
(六) 新幹線管理資訊系統(SMIS)處理資訊簡圖	26
(七) 異常值資料自動傳輸	27
(八) 運用 Dr. Yellow 執行檢查維護管理系統及維修檢驗工作	28
四、日本版式軌道損害模式、維修補強狀況及維護管理—以山陽新幹線為例 ...	29
(一) 山陽新幹線簡介	29
(二) 日本版式軌道的構成(主要種類)	30
(三) 日本版式軌道的檢查與維護	31
(四) 日本版式軌道的修補費用	49
五、新式軌枕--梯型軌枕之簡介及使用	50
(一) 道碴梯型軌道	50
(二) 浮動梯型軌道	50

	頁次
六、無人駕駛膠輪系統及懸吊式單軌系統參訪	52
(一)東京臨海新交通臨海線（百合海鷗號）無人駕駛膠輪系統	52
(二)千葉懸吊式單軌系統	68
肆、心得及建議	77
伍、附錄	79
一、考察人員簡歷	79
二、考察活動照片	80
三、考察受訪單位協助人員	100
四、東京都地鐵全圖	101

壹、目的

依據民國 100 年 3 月份台灣媒體報導，世界銀行 (World Bank) 評估，全球僅有 5% 的地區，亦即約 35 個地區有 3 種複合式災害（所謂複合式災害係指災害不是單一的呈現，而是不同災情的綜合，這在大規模的震災或水災時極易顯現），但台灣地區面臨 2 種災害風險的可能性竟高達 90%，3 種複合式災害的可能性亦達 73%，故台灣可說是地球上最容易受到天災的地方。即使是 100 年 3 月 11 日發生地震與海嘯並受重創的日本，其排名尚且落在台灣之後。

日本鐵道運輸對於天然災害，尤其是地震災害的防治研究，一直不遺餘力，並迭有新的對策與成果，值得同為環太平洋地震帶地震頻仍的我國借鏡。本次主要考察項目之一即係針對日本鐵道營運中之路線瞭解其目前就地震之預警方式，以及相關設施之補強做法，特別是針對土建結構(橋梁、隧道等)及軌道設施之地震防治與補強。本項考察係以日本東海道新幹線之地震防災系統及其地震對策為對象。另外，並同時考察該路線系統之 Dr. Yellow 多功能檢查車組配合其 RINDA 檢查維護管理系統之運作情形，以瞭解東海道新幹線日常之檢查模式與進展，做為我國各軌道系統之參考。

我國高速鐵路採行之軌道型式係以日本版式軌道為主，約佔總路線長度之 86.6%，因次，本次另一主要考察項目即係針對日本版式軌道之損害模式、維修補強狀況以及維護管理方式進行瞭解。本項考察則係以日本山陽新幹線為對象。此外，並向日方探詢請其介紹新發展的軌道設施，爰引介梯型軌枕（包括道碴式與浮動式）納入報告供參。

本次考察並安排搭乘東京新交通臨海線之百合海鷗號，參訪該營運公司以考察無人駕駛膠輪軌道系統之營運與設施設置情形；另外，並參訪全世界較少有之懸吊式單軌電車系統，除瞭解其設置優勢外，亦實際搭乘千葉單軌電車體驗其運行狀況。

此次考察未如預期得以拜會日本國土交通省鐵道局以深入瞭解其運作情形，惟蒐得日本鐵道經辦費用，包括新建、活化、改善、防災與開發等相關補助情形，一併納入報告簡介。

綜上，本次考察目的主要是瞭解日本鐵道運輸系統之軌道設施最新發展、軌道設施檢查與維修做法，以及針對地震之預警方式、軌道設施危害防治與補強方式，並參訪無人駕駛膠輪軌道系統與懸吊式單軌電車系統之營運情形，俾供我國各軌道運輸系統之實務參考。

貳、考察行程概述

考察拜訪行程及參訪單位

一、10月9日：（拜訪 JR 東海旅客鐵道株式會社）

- 06:00-13:00 上午搭乘華航於 13:00 PM.到達東京羽田機場
- 13:00-14:30 由東京羽田機場搭乘京濱急行空港線至品川車站
- 14:30-17:30 至 JR 東海旅客鐵道株式會社品川辦事處拜訪-聽取該會社整體經營狀況以及東海道新幹線營運、維護、防災與研發概況之說明
前往大崎停車場聽取 Dr. Yellow 多功能檢查車檢測作業說明

二、10月10日：（拜訪 JR 東海旅客鐵道株式會社、JR 西旅客鐵道株式會社及軌道綜合技術研究所）

- 09:00-12:00 再赴 JR 東海旅客鐵道株式會社品川辦事處拜訪-聽取地震防災系統與地震防災對策之說明
- 13:30-15:30 搭乘 JR 山手線至有樂町站拜訪 JR 西旅客鐵道株式會社-聽取山陽新幹線對日本版式軌道檢修與維護管理做法之說明
- 15:45-16:45 拜訪軌道綜合技術研究所(RTRI) -洽談有關日本鐵道災害防治做法與軌道設施最新發展

三、10月11日：（拜訪百合海鷗線(YURIKAMOME)及千葉都市單軌電車營運單位

- 08:00-12:00 搭乘東京臨海新交通臨海線「百合鷗號」至有明拜訪東京臨海新交通臨海線「百合鷗號」(Tokyo Waterfront New Transit "Yurikamome")營運單位「百合鷗株式會社」(株式会社ゆりかもめ)
- 12:00-13:30 搭乘 JR 京葉線至千葉
- 13:30-17:00 至千葉縣拜訪千葉都市單軌電車經營單位「千葉都市單軌電車株式會社」(千葉都市モノレール株式会社)

四、10月12日：東京都內山手線及其他地鐵線搭乘體驗與車站相關設施觀摩 整理資料並討論商須向日方索取之補充資料及詢問之問題

參、考察內容

一、日本鐵道經辦費用

日本國內交通發達，其中鐵道建設與研發不遺餘力，依據日本軌道法及軌道事業法，日本在鐵路的規劃、興建、營運與管理等事務，均由鐵路業者負責籌辦，並向國土交通省提出申請；但新幹線路線則是經朝野黨團協商後確定，其建設經費為扣除自償率後由中央分擔 2/3 地方分擔 1/3。而在鐵路的經費補助，經查國土交通省鐵道局平成 23 年度主要項目有：

(一)新幹線新路線的補助

(二)都市、幹線鐵路新建補助 (地下高速鐵路，中央與地方共同分擔)

(三)都市、幹線鐵路活化相關事業補助

(四)都市、幹線鐵路車站整體改善補助

(五)都市、幹線鐵路防災對策事業補助

(六)新幹線三軌直通(Free gauge)技術開發補助

(七)磁浮列車及高溫超導體技術開發補助

(八)鐵路設施安全對策(含災害復舊、耐震補強及平交道保安設備 3 大項) 補助

另於國土交通省綜合政策局交通企劃課有擬定政策補貼 (未含於鐵道局預算中)，補助包含海陸空等各種航運現有設施的改善(無障礙設施等)及營運維持(赤字補貼 1/2)等。其中在鐵路方面，對於地方鐵路業者之補助項目主要有設備改善、低底盤路面電車發展、地區公共交通活化、再生，其補助金額除地區公共交通活化、再生乙項為 1/2(若地方政府有補助則為 1/3)外，其餘均為所需經費的 1/3。

此外，針對 70 年以上的鐵路橋樑及隧道另外編列補助(中央及地方均補助所需經費的 1/3)，以及幹線鐵路配合地方活化政策補助 (中央及地方均補助所需經費的 1/3)，至於經營困難面臨破產者(目前有認定者為福井鐵路、若櫻鐵路及三陸鐵路共 3 家)則另案辦理。

二、日本鐵道針對地震之預警方式與補強措施—以東海道新幹線為例

日本的天然災害主要包括地震、海嘯、颱風與雪害等，其中尤以地震災害程度為最，主要係因地震尚有可能連帶引發海嘯、土石流、坡地災害、火山暴發等天然災害，以及火災、瓦斯外洩、交通工具災害（如火車出軌、不同車輛碰撞等）、甚至核能外洩等非天然災害，同處環太平洋地震帶的我國，對於地震當然應該付出同樣甚至更多的關心與注意，爰此，日本鐵道針對天然災害之預警方式與補強措施應值得我國參考。

(一) 東海道新幹線簡介

1、簡介：

東海道新幹線(Tokaido Shinkansen)由 JR 東海旅客鐵道株式會社(Central Japan Railway Company)所營運，其營運範圍東起東京都西至新大阪，全長 552.6 km，共計有 17 個車站(7 個主要車站)。依據該公司發行之「DATA BOOK 2012」，其經營範圍佔全國(日本)面積 23.7%、經營區域人口佔全國 59.7%，針對全國新幹線之生產總值(GDP)貢獻達 64.0%，可見其經營區域的優越性及重要性。

2、JR 東海株式會社主要沿革歷史

1872 年 日本的第 1 次鐵路服務於東京至橫濱之間開始。

1964 年 東海道新幹線東京和大阪之間開始營運。

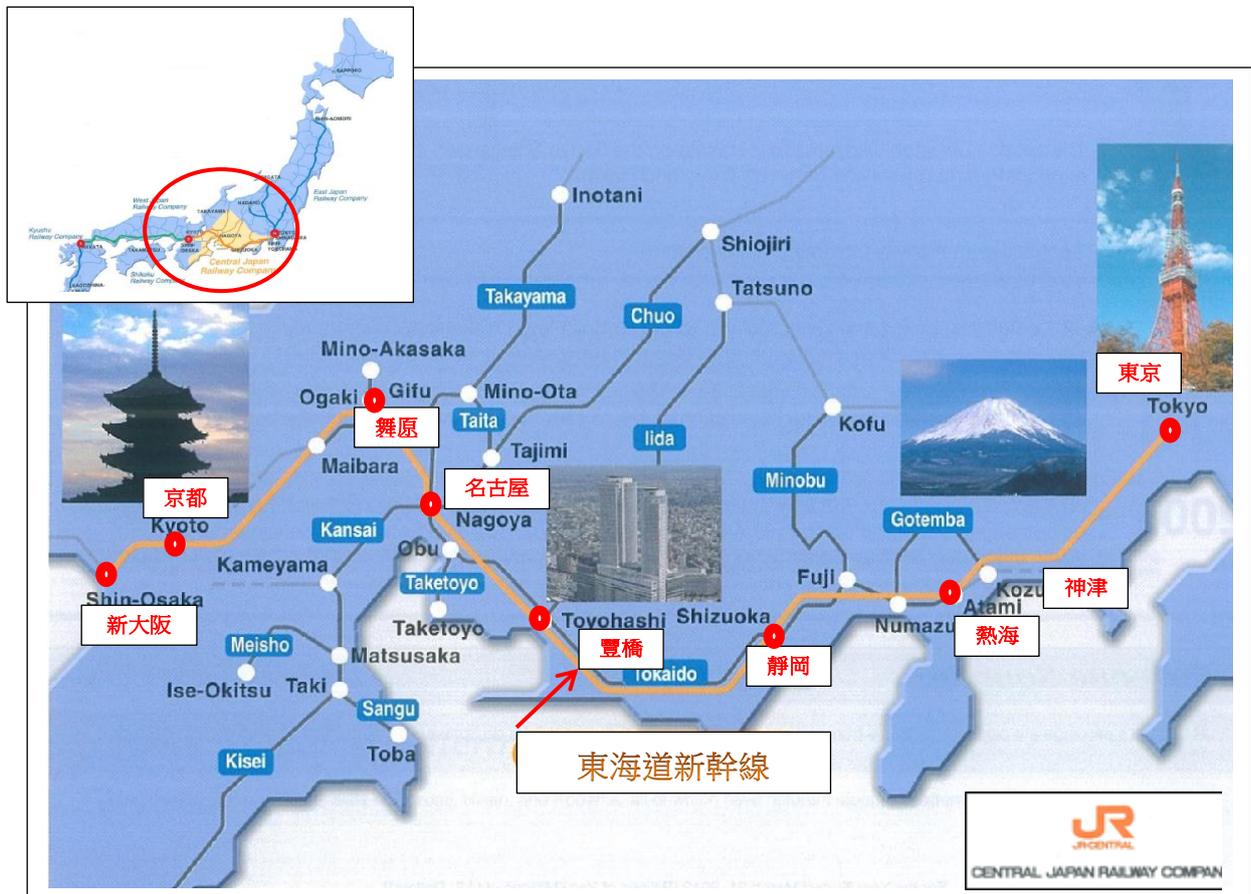
1975 年 岡山至博多這一區段間的山陽新幹線開始營運，新幹線服務由東京擴大至博多。

1987 年 日本國營鐵路公司 JNR(Japanese National Railways, 1949 to 1987 年)民營化(區分為七個 JR 公司)，JR 東海旅客鐵道株式會社成立。

1997 年 JR 東海旅客鐵道株式會社開始在東京、名古屋和大阪股票交易所和京都股票交易所列出交易。(2001 年與大阪證交所合併)。

2001 年 JR 法修正案頒佈 JR 東海旅客鐵道株式會社被排除在 JR Law 的管轄權外。

2006 年 日本國營鐵路公司(JNR)運輸和技術機構完成出售其擁有 JR 東海旅客鐵道株式會社的 286071 普通股，JR 東海旅客鐵道株式會社根據公司的章程的授權其董事會決議，回購 268,686 普通股。



JR 東海旅客鐵道株式會社營運範圍圖

3、東海道新幹線至今經營的特色與成效

- (1)安全：自動控制系統、沒有平交道口、特別法律禁止擅自進入、沿線設置護欄、在 47 年的服務期間沒有乘客在商業營運中因列車脫軌或碰撞等意外受傷或死亡。
- (2)可靠性：每年列車平均延遲僅 0.6 分鐘
- (3)最高速度：270 公里/小時，東京至新大阪車站之間 552.6 公里僅需 2 小時 25 分鐘
- (4)高運輸容量：從東京出發列車每小時容量可達 13 列次、每天列車可達 323 列次、每天可載運 391,000 名乘客、每年可運送高乘客達 1 億 4300 萬人。
- (5)達到環保、低耗能及低成本的需求。

4、東海道新幹線相關結構規格

營運開始	1964 年
軌道距離(mm)	1,435
最大營運速度(km/hr)	270
最大縱坡度(‰)	20
最小曲線半徑(m)	2,500
最小豎曲線半徑(m)	10,000
傾斜(超高)(mm)	200
軌道與軌道中心間的距離(m)	4.2

(二) 東海道新幹線地震防災系統及其功能強化

1、TERRA-S（東海道新幹線早期地震警報系統）

東海道新幹線地震防災預警系統係採用「東海道新幹線早期地震警報系統」(通稱為 TERRA-S)，除在新幹線沿線的一定範圍內設有直接受到地震發生搖動時可自動停止送電的「沿線地震計」外，另在遠離沿線的地方(例如沿海地區或外海)設置「遠方地震計」。TERRA-S 監測地震 P 波（初波、縱波），這比 S 波(第 2 波或稱橫波)以更快的速度到達監測點並可利用作為即時計算，用以確定地震規模及震央距離，以使此系統即時預估出可能造成損害程度並儘快地發出警告。監測到大規模的地震訊號後，系統將可對路線必要範圍立即終止電力傳輸，並對列車發出緊急停止指令，使得所有列車安全地停止操作以減低災害發生的程度。

為確保東海道新幹線對地震之監測能充分覆蓋其路線的沿線，目前已設置 21 個監測點，該等監測點並且還能提供傳統路線「在來線」(在來線是日本鐵路用語，指的是除新幹線以外的所有鐵道路線。而以日文中「在來」解釋作為「向來、一直以來」，指一直沿用的窄軌（1067 公釐軌距）既有路線，以便與使用標準軌（1435 公釐軌距）的新幹線作出區隔）列車營運所需相關警訊(例如震動等)。平成 20 年，並將日本氣象廳發出的緊急地震速報納入 TERRA-S 系統中，以多重化等方式完成改善。

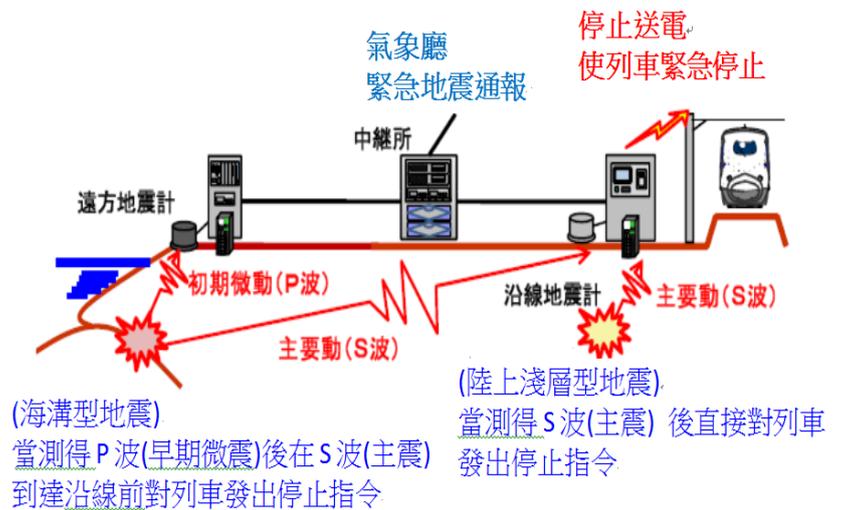
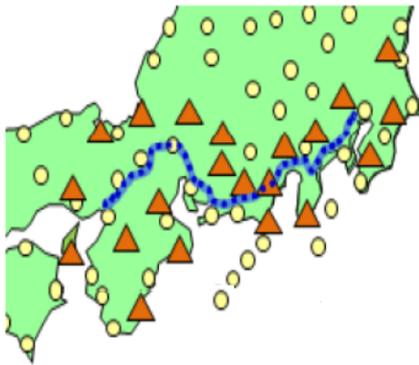
為讓地震時的營運安全更加強化，從 2012 年（平成 24 年）起，當陸上淺層地震或連動型地震發生時，考量能更早對列車發出停止指令，該路線除已增強對「垂直型地震」和「聯鎖類型地震」的監測應變功能外，並強化「地震防災系統」的備援(Backup)能力，將遠方地震計的資料一併以衛星方式（路徑）傳送，另外並增加地震計的電池容量，以期進一步提高該路線監測系統的可靠性和抗震的安全性

2、東海道新幹線地震防災系統概要

東海道新幹線使用 TERRA-S 當監測到 P 波時，即以下列圖示的簡略說明方式，執行地震預警及相關防護工作，使能更早期且確實地將緊急停止命令與列車做連結。

地震防災系統的功能強化概要

TERRA-S 檢測點及沿線地震計的設置地點



名稱	個數
沿線地震計	50
遠方地震計	21
地震計(緊急地震速報用)	約1,000

東海道新幹線地震防災系統作業概圖

本次功能強化事項

原有設置方式

対象	沿線地震計 (直下型地震への備え)	遠方地震計 (海溝型地震への備え)
P波	—	○
S波	○	—

功能強化設置方式

対象	沿線地震計	遠方地震計
P波	附 1. ○	附 2. ○ 連動型地震因應對策
S波	○	附 3. ○

技術開発の成果
東日本大震災の知見

附 4. 【本次功能強化部分】
※實施通信迴路、電池強化

(1)對於陸上淺層地震的早期警報功能的強化【技術研發】(附 1)

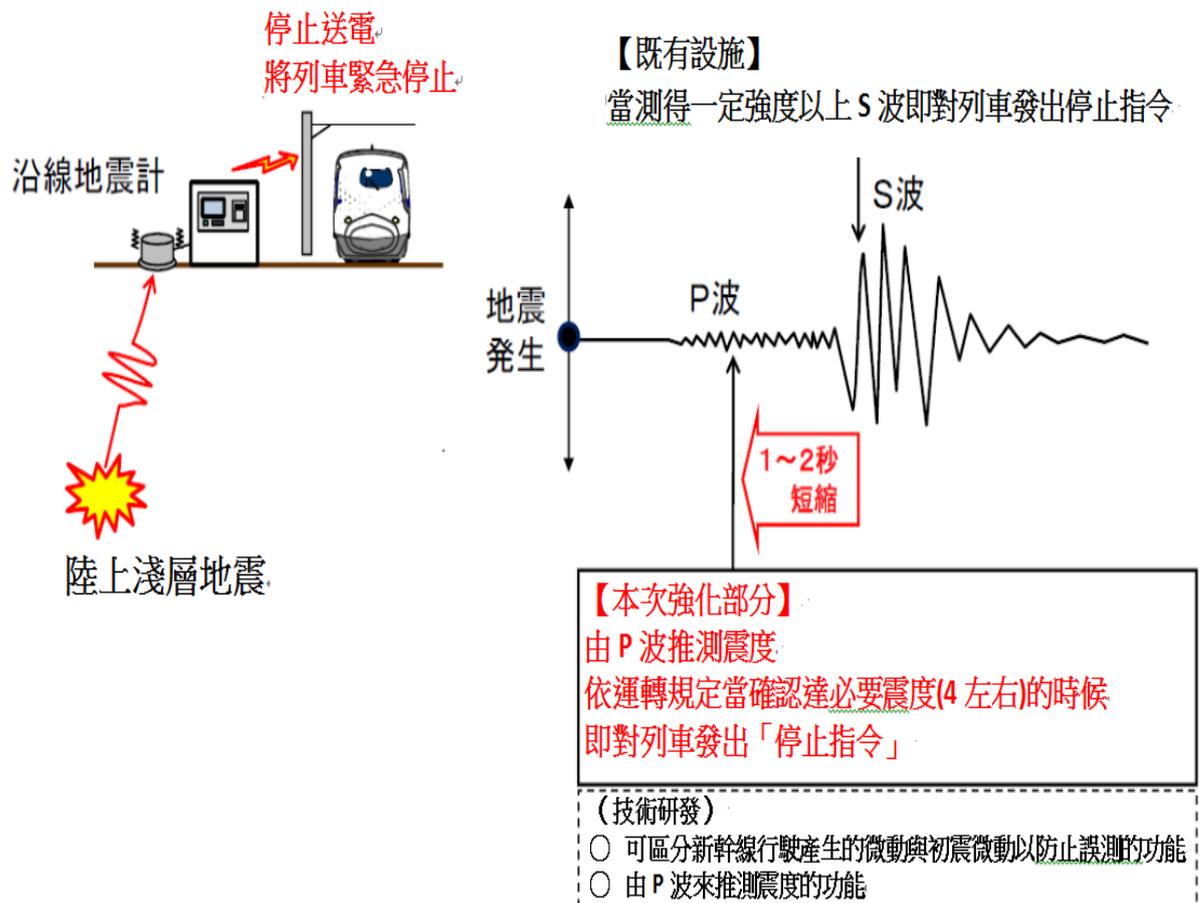
強化當沿線地震計測得 P 波(早期微震)時對於地震強度的推測功能，當推測會超過運轉規則的基準值(震度 4 左右)時，會對列車發出停止指令。

效果：當發生陸上淺層地震時可縮短開始煞車時間約 1~2 秒。

附 1

對於陸上淺層地震的早期警報功能的強化

- 強化當沿線地震計(既有：S 波偵測)測得 P 波後對震度的推測功能，對於陸上淺層地震也能盡快對列車發出停止指令



(2)連動型地震の對應功能的強化【東日本大地震の見解】(附2)

在設定為連動型地震的區域內當發生一定規模以上的地震時，先預測地震可能引發的連動效應，並對列車發出停止指令。

效果：當發生連動型地震時，可盡快對列車發出停止指令。

附2

對於連動型地震對應功能的強化

○ 在設定為連動型地震的區域內當發生一定規模以上的地震時，能儘快對列車發出停止指令

【本次強化部分】

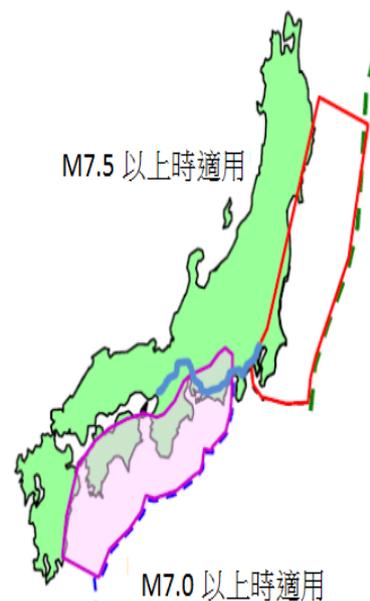
當設定為連動型地震的地區發生大地震時，能預測地震的連動並對列車發出停止指令

由東日本大地震所得的見解



【連動型地震設定的震源區】

- 南海海溝沿線(東海、東南海、南海地震)
- 日本海溝沿線(東北地區太平洋板塊地震)



(3)由 P 波(早期微震)推測為微小地震的對應功能的強化【東日本大地震的見解】(附 3)

當遠方地震計測得非常微小的 P 波，雖已判定為不影響東海道新幹線沿線的地震，但當測得後續的 S 波(主震)有一定程度的搖動(120gal)時，即會對列車發出停止指令。

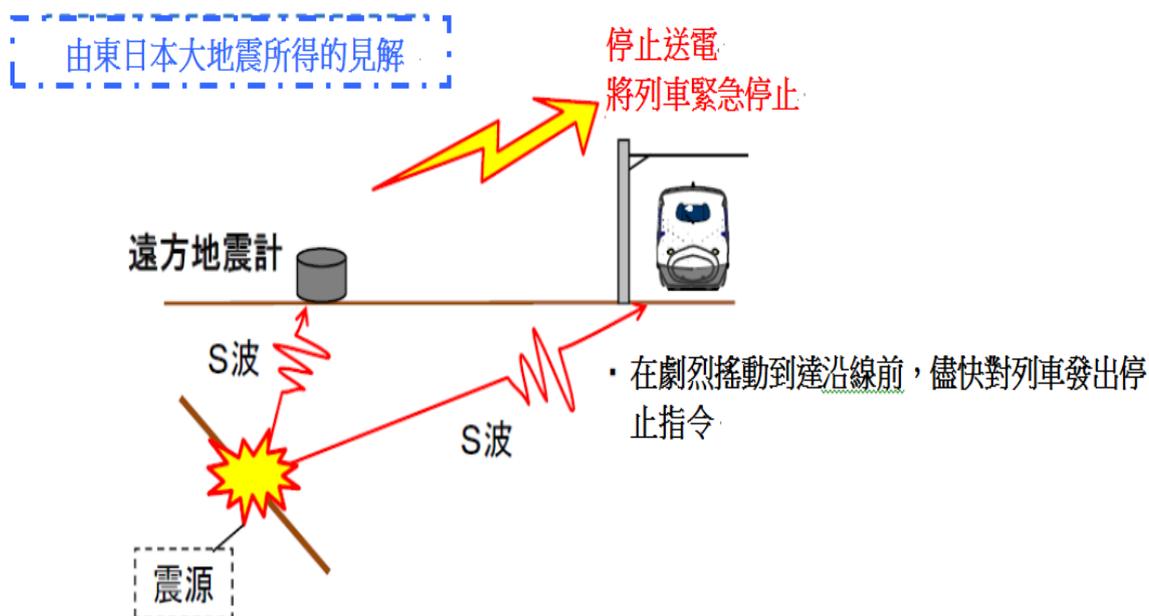
效果：可更快掌握地震強度，對列車發出停止指令。

附 3

由 P 波(早期微震)推測為微小地震的對應機能的強化

- 在遠方地震計(既設：P 波檢測)追加 S 波的檢測做為備援功能，始能確實對列車發出停止指令。

【本次強化部分】當遠方地震計測得的 P 波非常小，且判斷對東海道新幹線沒有影響的地震時，但若測得一定程度的 S 波(120gal)時，能對列車發出停止指令



(4)通信迴路斷訊及長時間斷電的對應的強化【東日本大地震、颱風災害的見解】(附4)

萬一發生地震或颱風等災害造成地面的通信迴路斷訊時，為讓列車停止指令能確實發送，使用衛星電話作為備援迴路。

此外，也強化了電池的能量，使各地震計在無電力供應的狀況下，也能繼續維持其功能。(現狀4小時，強化為遠方地震計72小時、沿線地震計24小時)

效果：就算在異常狀況下也能讓系統繼續運作提高列車的可信性。

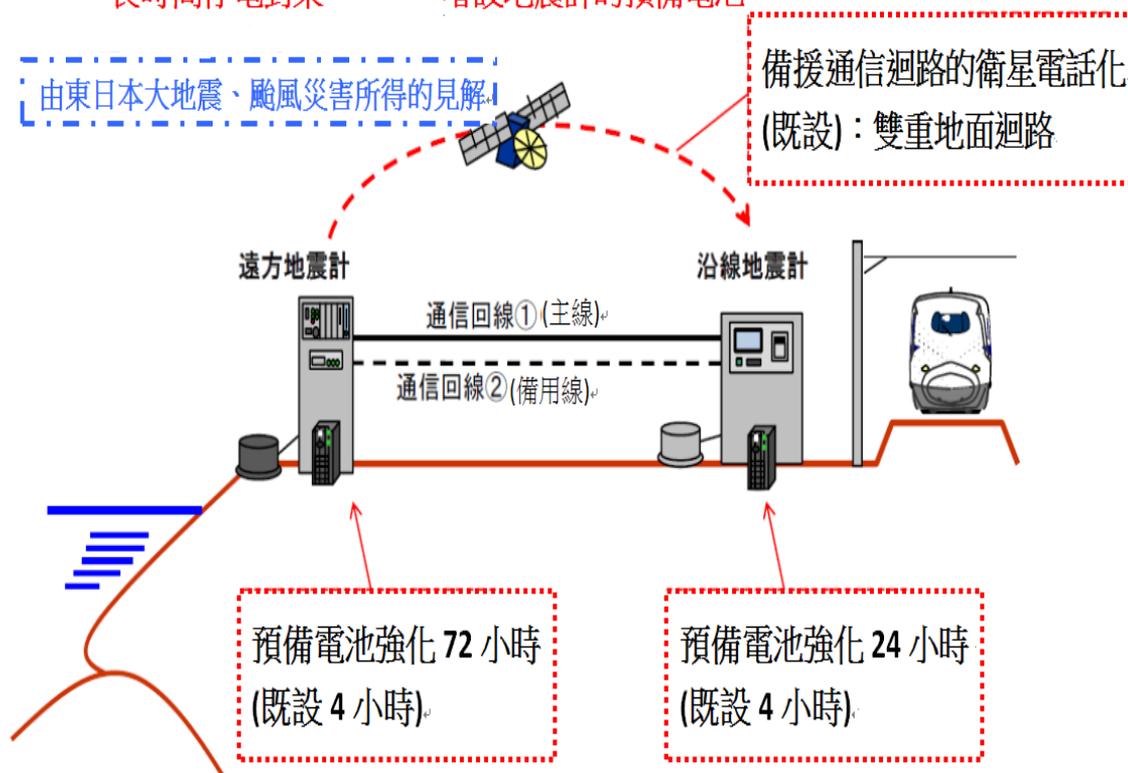
附4

通信迴路斷訊及長時間斷電的對應的強化

- 防止因地震或颱風等對地震防災系統的功能造成阻害，以讓列車停止指令能確實發送。

【本次強化部分】

- 通信迴路斷線防止對策…備援通信迴路的衛星電話化
- 長時間停電對策…增設地震計的預備電池



(5)傳送給傳統路線(在來線)地震系統的所獲成效

在傳統路線到目前為止都有利用在東海道新幹線的地震系統所獲得的資訊，再依上述(1)~(3)所取得的資訊，可更強化傳統路線的地震因應對策。

<參考：傳統路線的組成(概要)>

- 傳統路線是依設置在必要地點的傳統路線用的沿線地震計及新幹線地震防災系統所得到的資訊，對被判斷為受地震影響極大地區的列車自動發出警報。
- 接收到警報列車上的司機員就直接啟動緊急煞車使列車停止。

(6)預定工程完成

	平成 24 年		平成 25 年		
陸上淺層地震的早期警報機能的強化	5月	—	—	—	7月
連動型地震的對應機能的強化：	5月	—	—	3月	
微小 P 波(早期微震)地震的對應機能的強化	5月	—	—	3月	
通信迴路斷訊及長時間斷電的對應的強化	5月	—	—	—	7月

※無論何種工程在完成後就隨即開始啟用

(7)工程費 約 3 億 6000 萬円。

(三)東海道新幹線之地震對策簡介

對於東海道新幹線之地震對策而言，直至目前為止，已將所有的高架橋柱及路堤填土區的結構予以補強、並導入早期地震警報系統（如前節所述）、第二綜合控制室的開設等相關措施，並已完成設置。

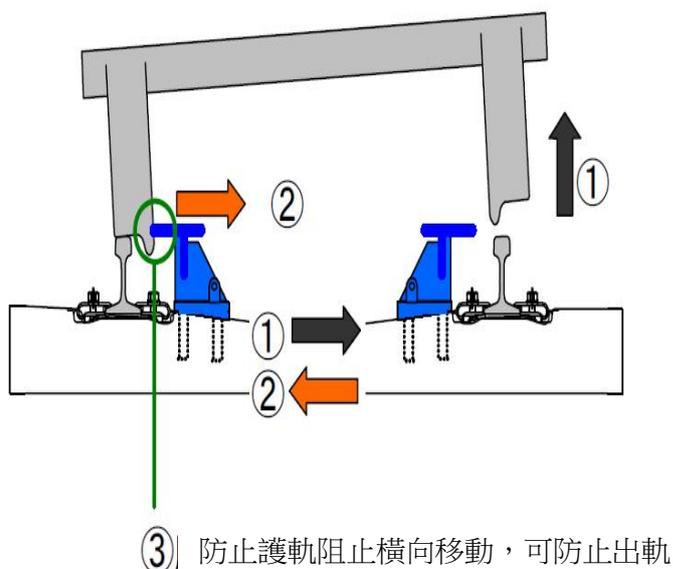
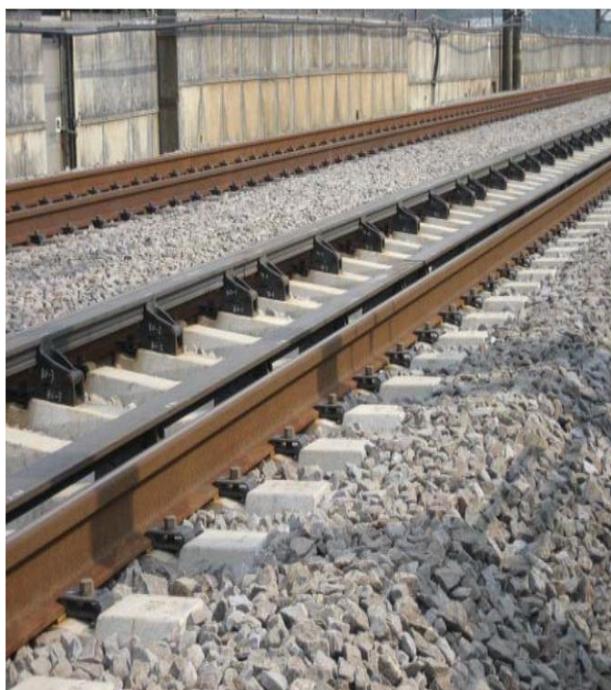
其中關於新幹線加強結構的地震對策，在阪神大地震後經抗震診斷，東海道新幹線已完成高架橋柱的抗震加固。另外，因為 2003 年日本政府公佈未來預期可能的地震波圖，表明在這一區域的地表運動可能是特別強的，因此東海道新幹線又加固了三島和豐橋之間的高架橋柱。同時，為進一步加強沿同一連結性的結構，目前已經開始執行自 2008 年以後建置完成的橋樑和路堤的抗震加固工作。此外，亦針對在來線強化其抗震功能，包括防止落橋裝置及高架橋柱抗震加固等。

因有平成 16 年(2004 年)所發生的新瀉地震，造成上越新幹線的出軌事件，平成 21 年在針對原訂對策進行檢討後，已將出軌、滑落防止等新的地震對策納入。以下分項陳述辦理情形。

1、出軌、滑落防止對策的內容

(1)出軌防止護軌設施：

A、原理說明：為全力防止地震時的出軌，針對東海地區預估可能遭受特別強震的區域及出軌時可能會使災害擴大的高速通過道岔前的區域為考量範圍，在鋼軌內側平行鋪設出軌防止護軌。出軌防止護軌在鋼軌內側平行鋪設，極力防止地震時發生出軌現象。對於地震時的出軌現象，出軌防止護軌將可發揮有效的功用。



出軌防止護軌及防脫軌機制圖例

B、防護機制：列車受搖晃（Rocking）而出軌為地震時出軌型態之一，其設置出軌防止護軌的作用情形如上圖。

(A)因地震而使路線左右搖動，單側的車輪與軌道衝擊，其反作用力使得對側的車輪向上浮起。

(B)在此狀態下當路線再往反向搖動時就會發生出軌。（搖晃 Rocking 出軌）

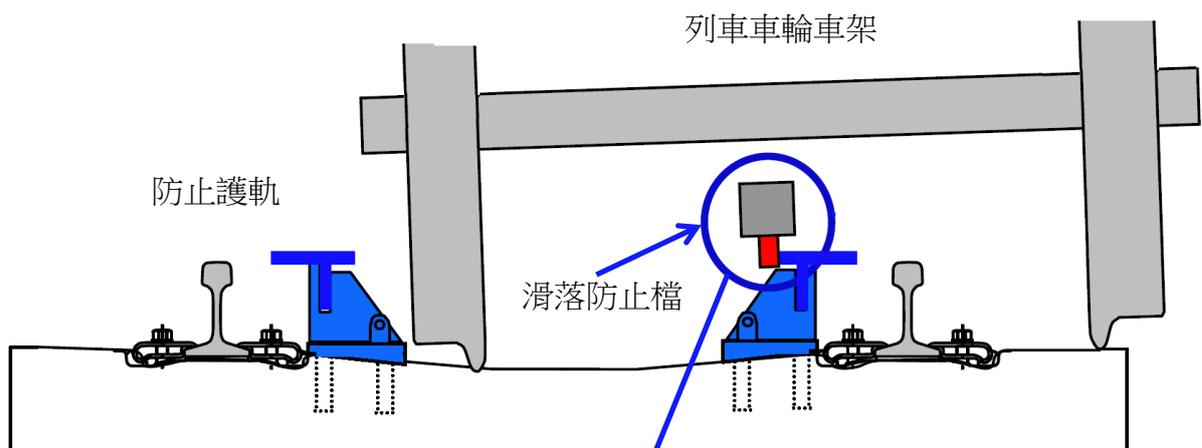
(C)為讓浮起輪的另一側車輪停留在鋼軌上，在另一側車輪的水平方向設置出軌防止護軌以阻止橫向移動，就可防止出軌。

C、鋪設區域：全長約為 140 km。

(2) 滑落防止檔（Stop）設施：

A、原理說明：萬一前項防脫軌設施失效而產生出軌情況時，為防止車輛從路線上滑落，在全部 142 組的新幹線車輛的車台中央部份，加裝滑落防止檔，以防止列車脫離軌道區而造成重大損失。

B、防護機制：滑落防止檔（Stop）如下圖，滑落防止檔裝設於車輛（1~16 號車）的車台中央(32 處／每編組)，萬一有出軌情形，可防止車輛大幅滑出路線。



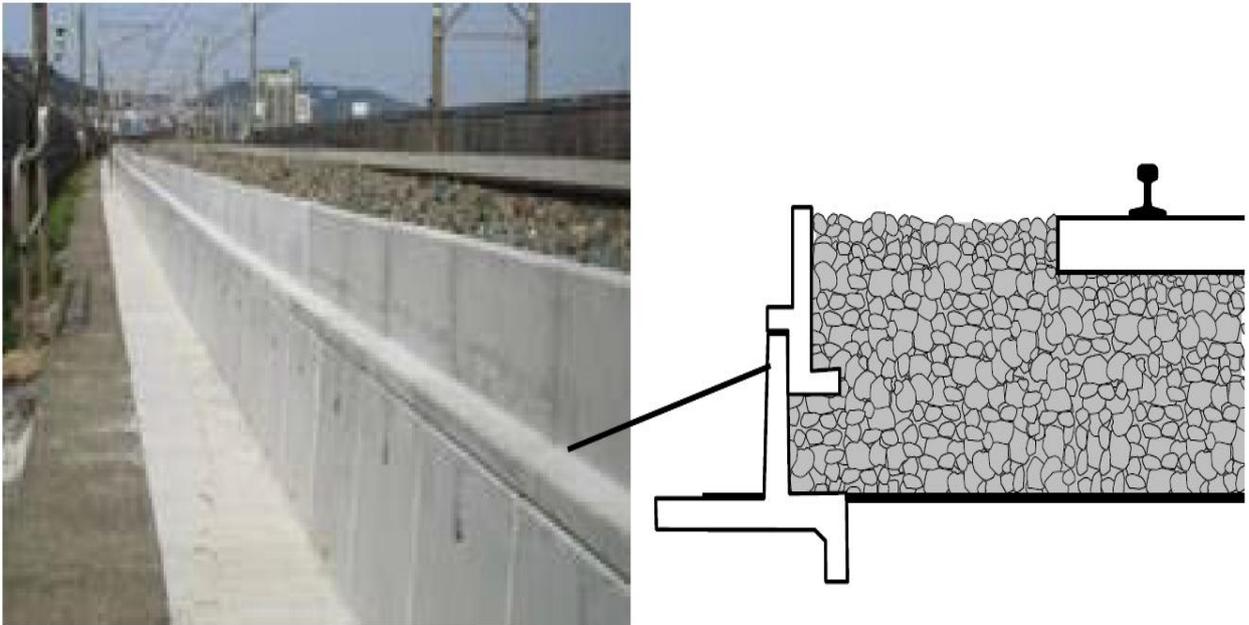
滑落防止檔（Stop）示意圖

2、土木結構物的對策

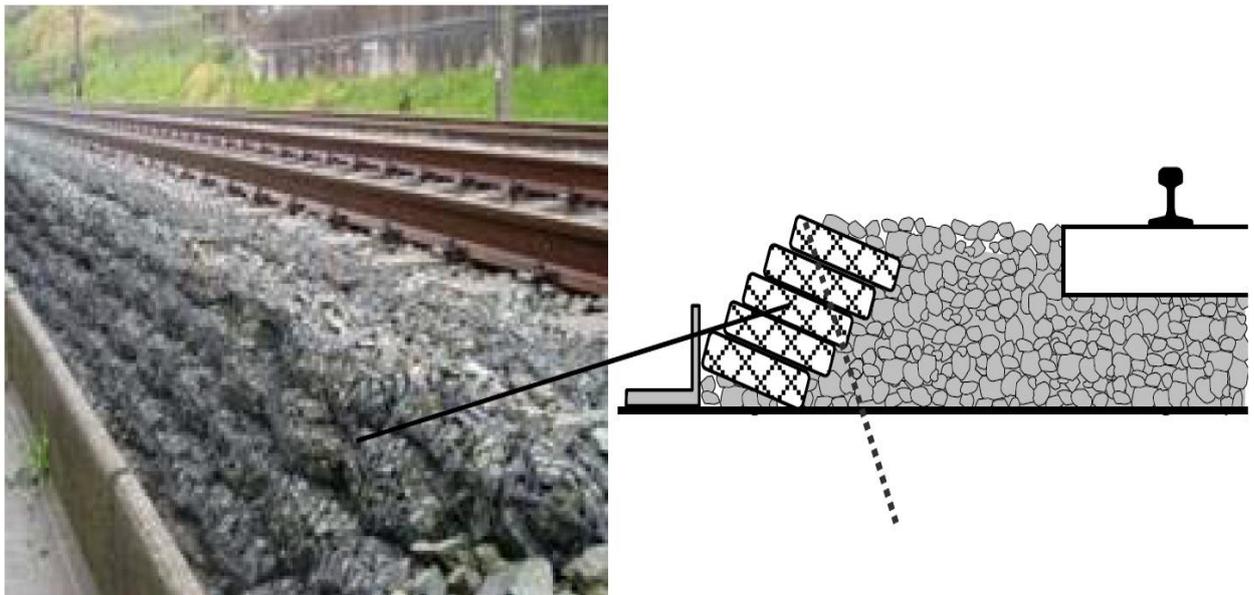
為讓出軌防止護軌充分發揮有效功能，要抑制地震時土木結構物產生過大的變位，本次有更新防止道碴流失、填土下陷及高架橋變位抑制等對策及設施，目前已開始實施改善及設置中。

以下針對土木結構物的對策及各項改善措施予以說明：。

(1)道碴軌道的對策：於道碴軌道外側設置擋碴壁，抑止道碴流失。



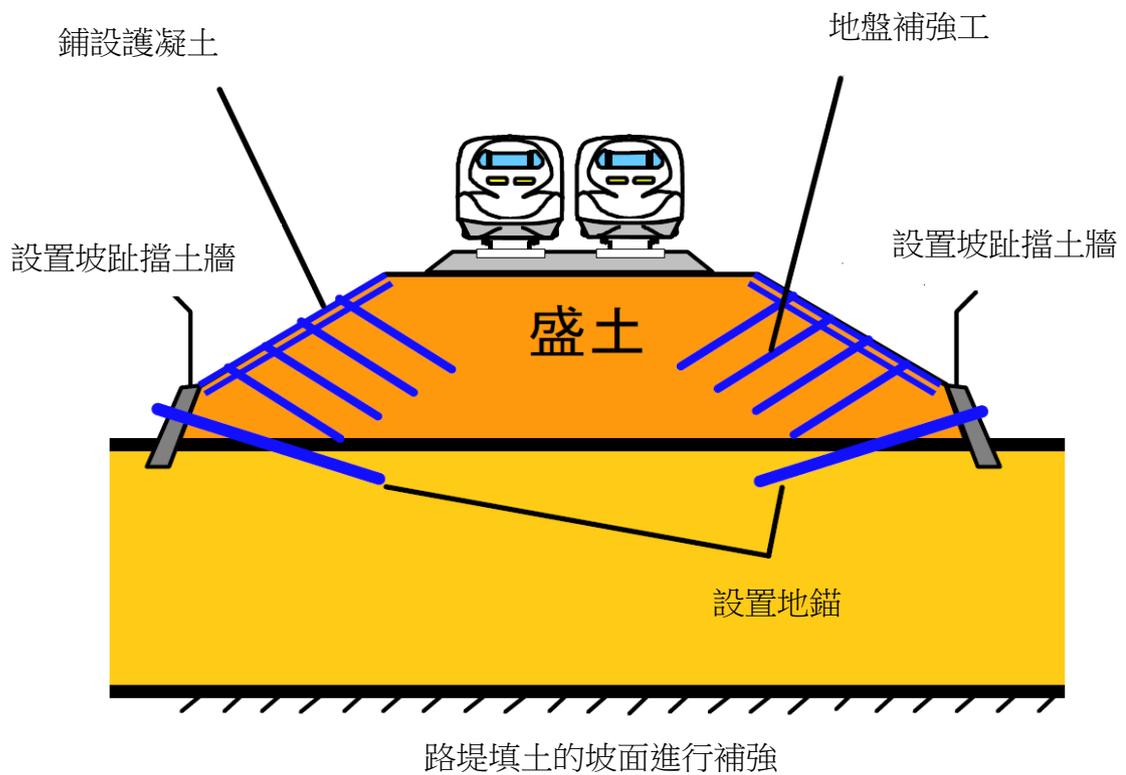
設置鋼筋混凝土擋碴壁



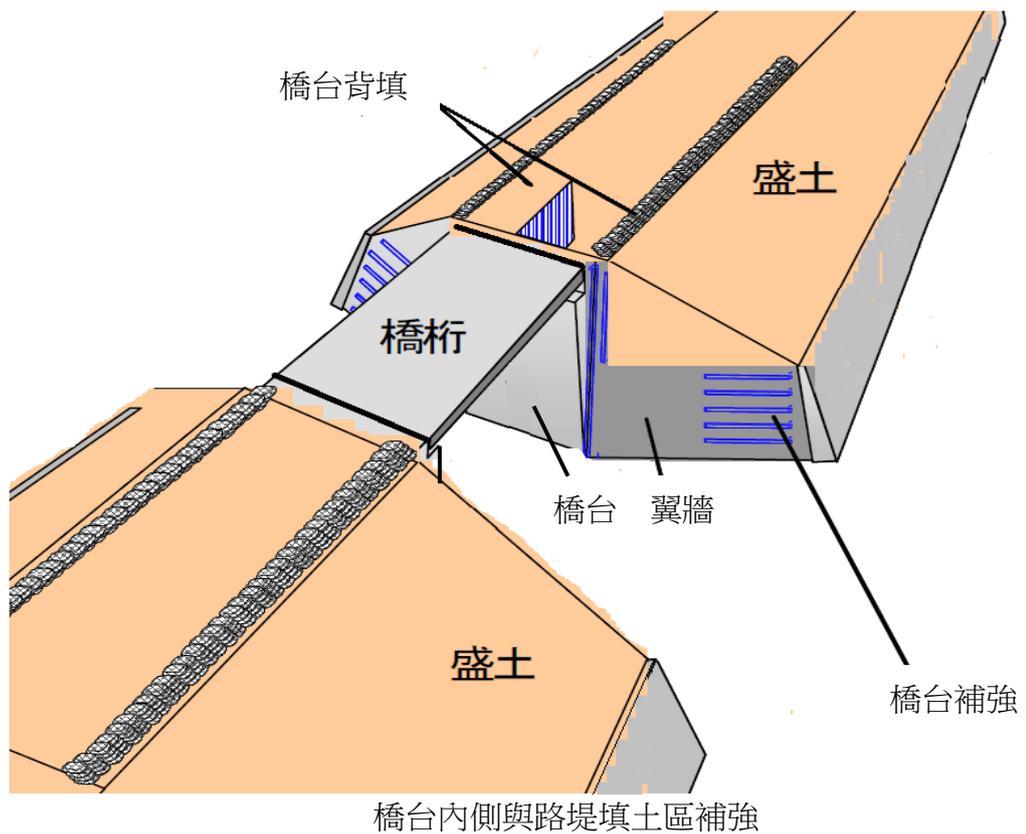
蛇籠式擋碴措施

(2)路堤填土區的補強對策：

A、路堤填土的坡面進行補強，以防止地震時因填土的變形產生沉陷。

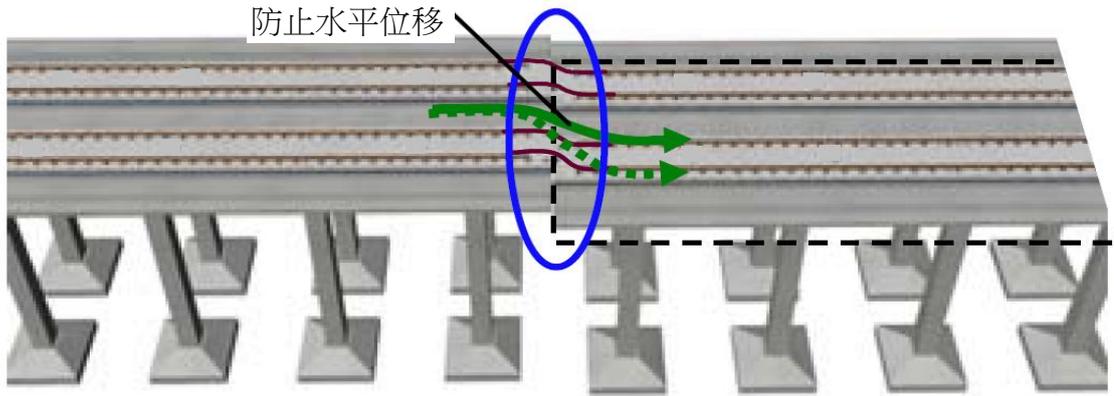


B、橋台內側（路堤填土區與橋台的邊界區）以水泥漿灌注的施作將填土固結，以抑止地震時橋台內側填土沉陷所產生的高差。



(3)高架橋的補強對策

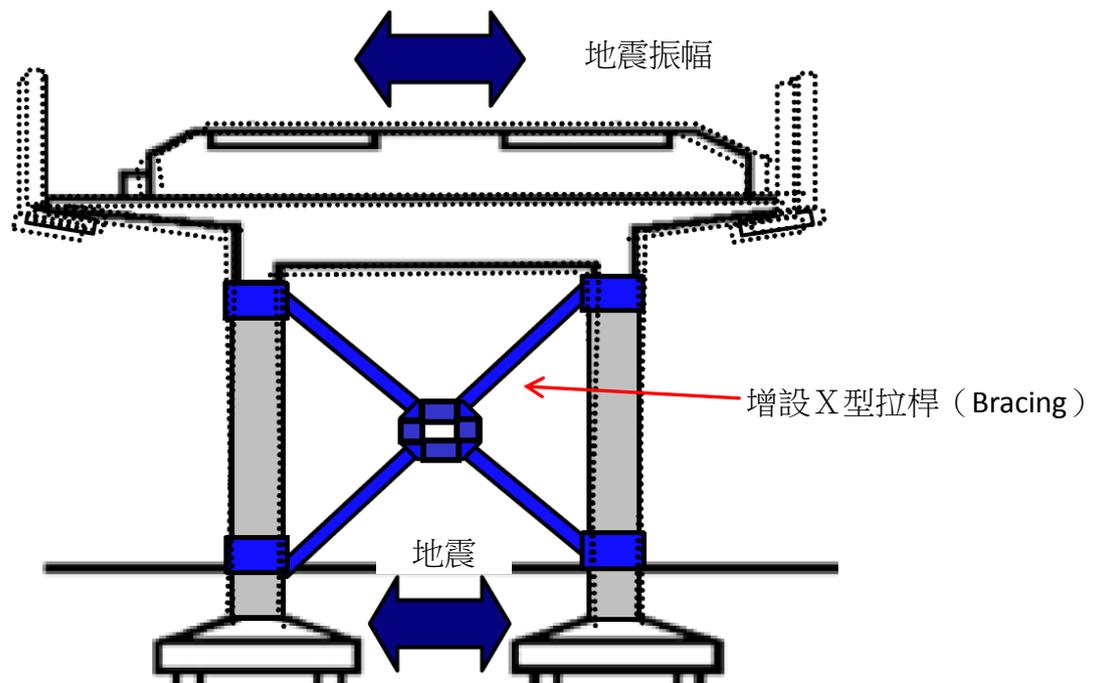
A、相鄰的高架橋進行連結，以抑止地震時高架橋間可能產生的水平位移。



PC鋼棒



B、高架橋柱進行X型補強，以抑止地震時高架橋上的振幅。



X型拉桿 (Bracing) 補強

(4)對策區域即為有鋪設出軌防止護軌的 140 km區域範圍內。

(5)工程費：約 380 億円。

(6)工 期：自平成 21 年(2009)10 月～平成 25 年(2013)3 月。

三、日本新幹線日常檢測模式

(一)日常檢測模式簡介

東海道新幹線為確保安全和穩定的運輸，採用一種稱為 **Dr. Yellow** 的多功能檢查車組檢查相關設施，例如電力設施和軌道等系統，約計以每 10 天的頻率運行檢查 1 次。東海道新幹線最初開始檢測時，電力和軌道設施檢查分別由電檢車(T1 車組)和軌道巡檢車(柴油內燃機車)分別執行。在 1974 年開始採用 T2 車組(0 系列)，並以 210 公里/小時的速度執行檢查，1979 年後使用相同類型的 T3 車組開始於東海道新幹線東京至博多間施行檢查作業。

2001 年引進 T4 車組(新幹線 700 系列)到現在，由東京到博多(一趟約 1100 公里)可以用 270 公里/小時的速度檢查，而 2005 年中引進的 T5 車組(JR 西旅客鐵道株式會社所擁有)亦以相同的方式作業。



Dr. Yellow T4 多功能檢查車組

(二)新幹線多功能檢查用車組演進情況

	電力設施	軌道	備註
1964	使用 T1 車組(原型)檢查	使用內燃機檢查車(921 型)以每小時 160 公里檢查	開始檢測服務
1974	開始使用 T2 車組檢查(白天操作)		基於 T1 車組和 921 型車使用的經驗，製造出 T2 車組
	T1 車組和 921 型車從檢測服務任務退役		
1979	開始使用 T3 車組檢查		T3 是依據 T2 檢修經驗製造

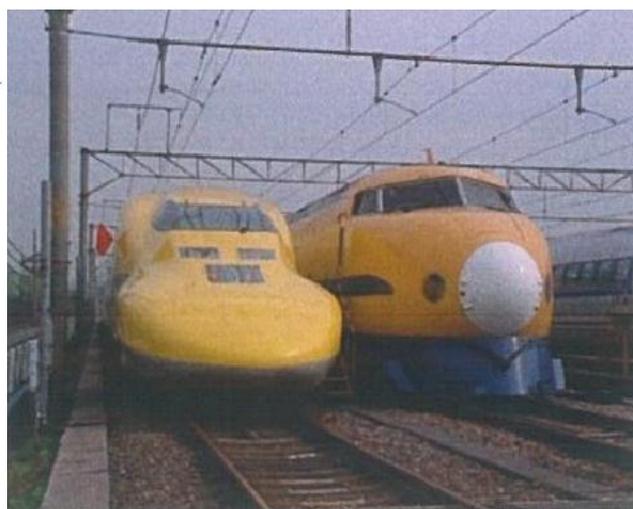
1987	T2 車組為 JR Central(JR 東海株式會社) 所擁有。 T3 車組為 JR West (JR 西株式會社) 所擁有	日本國家鐵路公司改為私有化 並依區域重新劃分
2001	開始使用 T4 車組檢查	T4 (JR Central 所擁有) 可以在 密集的列車班表內以高速度 (270 公里/小時)進行檢查
	T2 車組退役	
2005	開始使用 T5 檢查	T5 屬 JR West 所擁有的
	T3 車組退役(置於「磁浮和鐵路公園(SCMAGLEV and Railway Park) 」上展示)	

(三)檢查頻率和路線

東京和博多之間的檢測 (往返) 以每小時 270 公里時速需要兩天時間檢測。T4 和 T5 車組一年檢測須共同分擔執行 40 次的任務。



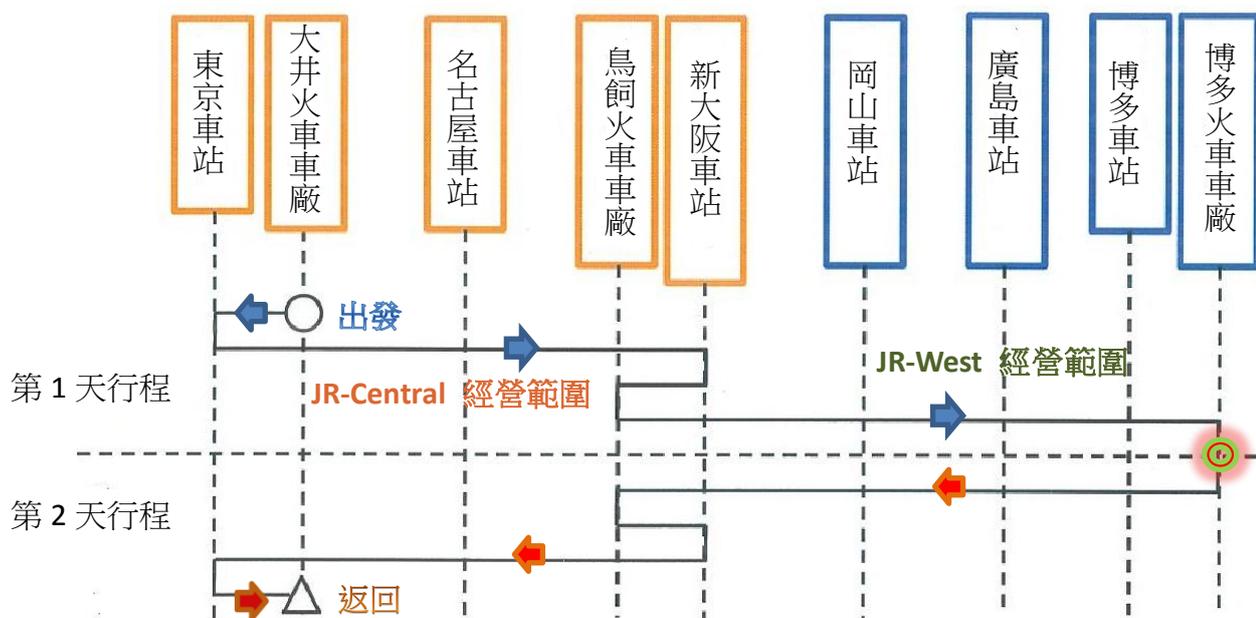
Dr. Yellow 路線檢測區間示意圖



Dr. Yellow 檢測車 T4 (左)及 T2 (右)車組

檢查頻率和路線

	運行路線	電氣設備檢查	軌道檢查
檢查頻率	希望號 (Nozomi) 行程	大約每 10 天 1 次	大約每 10 天 1 次
	回聲號 (Kodama) 行程	平均每 3 個月 1 次	平均每 2 個月 1 次



(四)新幹線多功能檢查車量測檢查設備配置

- (1)信號、通信和電力測量設備、電氣和軌道測量設備
- (2)高壓室 鐳射室 電氣測量設備
- (3)觀察穹頂、庫房、會議室
- (4)軌道檢查室、會議室、儲藏室
- (5)觀察穹頂、休息區
- (6)會議室、高壓室電氣測量設備
- (7)觀察員室電氣和軌道測量設備



(1)

(2)

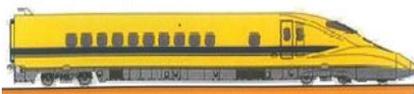
(3)



(4)

(5)

(6)



(7)

新幹線多功能檢查車(7 車車組)圖

(五)新幹線多功能檢查車檢查項目

A、電氣量測項目(1)

懸掛電纜		變電站電氣設備	
1	接觸電纜高度	1	切換為零電壓所需時間
2	接觸電纜撓度	2	總切換時間
3	接觸電纜剛性點	3	接觸電纜電壓
4	接觸電纜磨損	4	車組電流
5	來自於集電弓的衝擊載重		
6	接觸損失(磨耗)		
7	障礙		
8	接觸電纜交叉		
9	監測目前狀況		

B、電氣量測項目(2)

信號設施		電信設施	
1	ATC 軌道電路電流	1	基站的電場強度 (下行)
2	ATC 信號頻率	2	基站的電場強度 (上行)
3	車輛電力電流	3	信號水準
4	ATC 停止信號等級確定	4	導向水準
5	ATC 軌道後方電路電流	5	噪音水準
6	附加電纜電路電流	6	區域切換
7-	非絕緣軌道電路電流	7	連接和電信測試
8	非絕緣軌道電路電流電波頻率	8	基站發射機頻率和調變
9	道旁線圈位置檢測		
10	列車數位發射器特性		
11	異頻雷達收發機		

C、軌道量測項目(1/2)

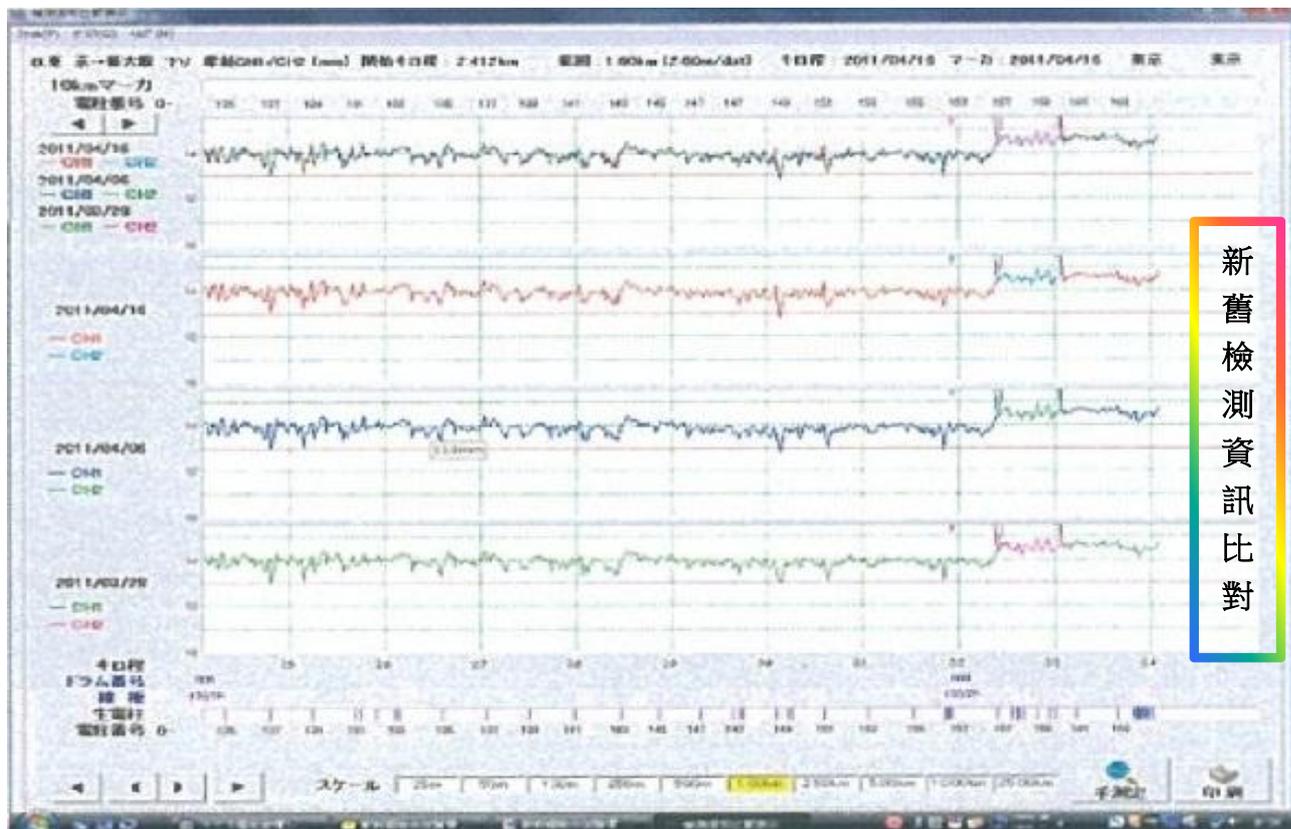
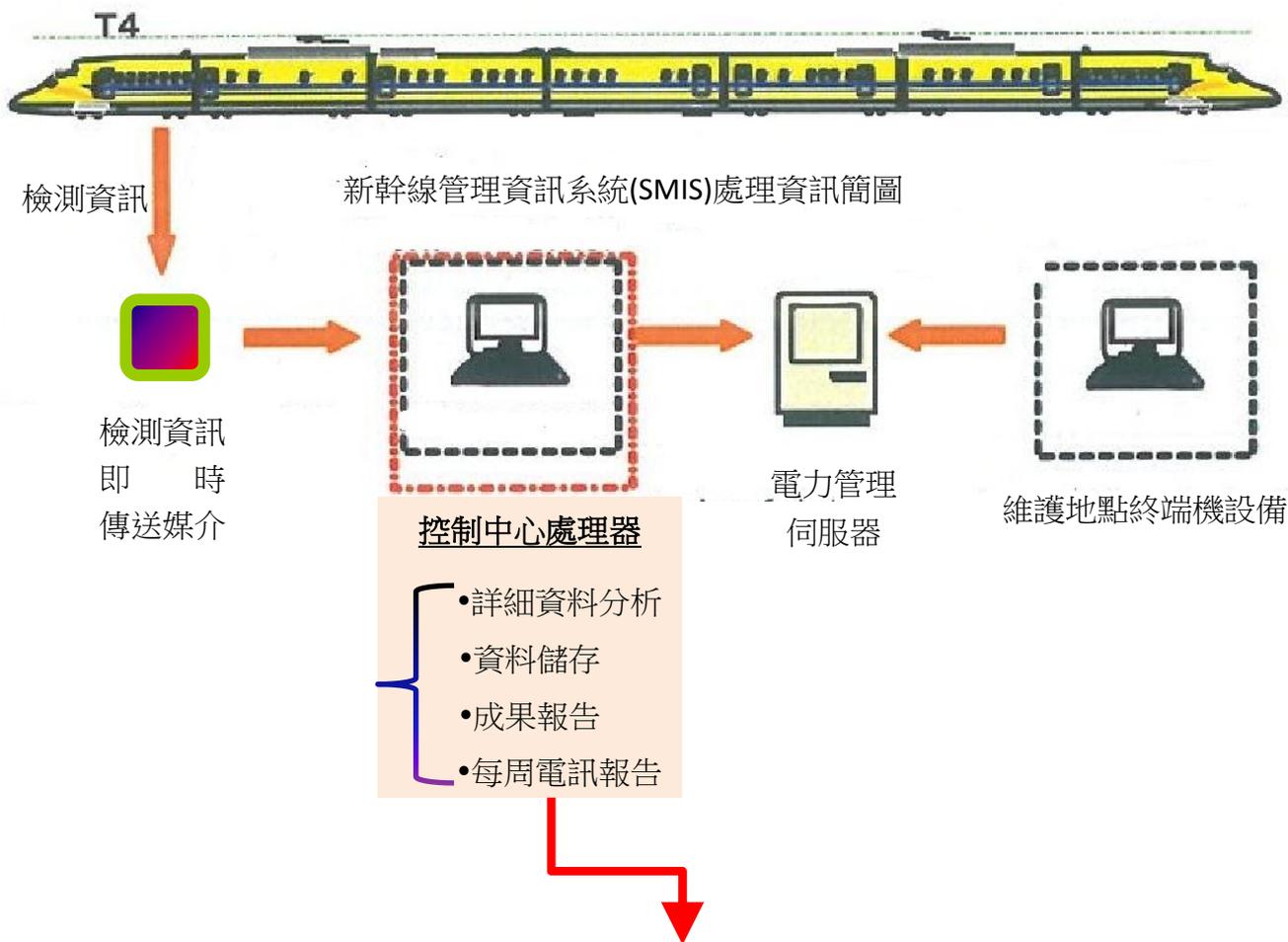
量測項目		說明	
1	縱向高低量 (左)	mm	非對稱弦偏移量
2	縱向高低量 (右)	mm	非對稱弦偏移量
3	線形 (左)	mm	非對稱弦偏移量
4	調整 (左)	mm	非對稱弦偏移量
5	軌距	mm	
6	水平不整	mm	
7	平面性不整	mm	
8	垂直運動	m/s^2	
9	橫向運動	m/s^2	
10	10 m 正矢高低量(左側)	mm	非對稱弦偏移量→10m 正矢

11	10 m 正矢高低量(右側)	mm	非對稱弦偏移量→10m 正矢
12	10m 正矢線形(左側)	mm	非對稱弦偏移量→10m 正矢
13	10m 正矢線形(右側)	mm	非對稱弦偏移量→10m 正矢
14	40 m 正矢高低量(左側)	mm	非對稱弦偏移量→40m 正矢
15	40 m 正矢高低量(右側)	mm	非對稱弦偏移量→40m 正矢
16	40 m 正矢線形(左側)	mm	非對稱弦偏移量→40m 正矢
17	40 m 正矢線形(右側)	mm	非對稱弦偏移量→40m 正矢
18	原始軌道側面高低量(左側)	mm	非對稱弦偏移量→原始軌道縱面
19	原始軌道側面高低量(右側)	mm	非對稱弦偏移量→原始軌道縱面
20	原始軌道側面線形(左側)	mm	非對稱弦偏移量→原始軌道縱面
21	原始軌道側面線形(右側)	mm	非對稱弦偏移量→原始軌道縱面
22	底盤噪音	dB	
23	長波長縱向水準(左側)	mm	
24	長波長縱向水準(右側)	mm	

D、軌道量測項目(2/2)

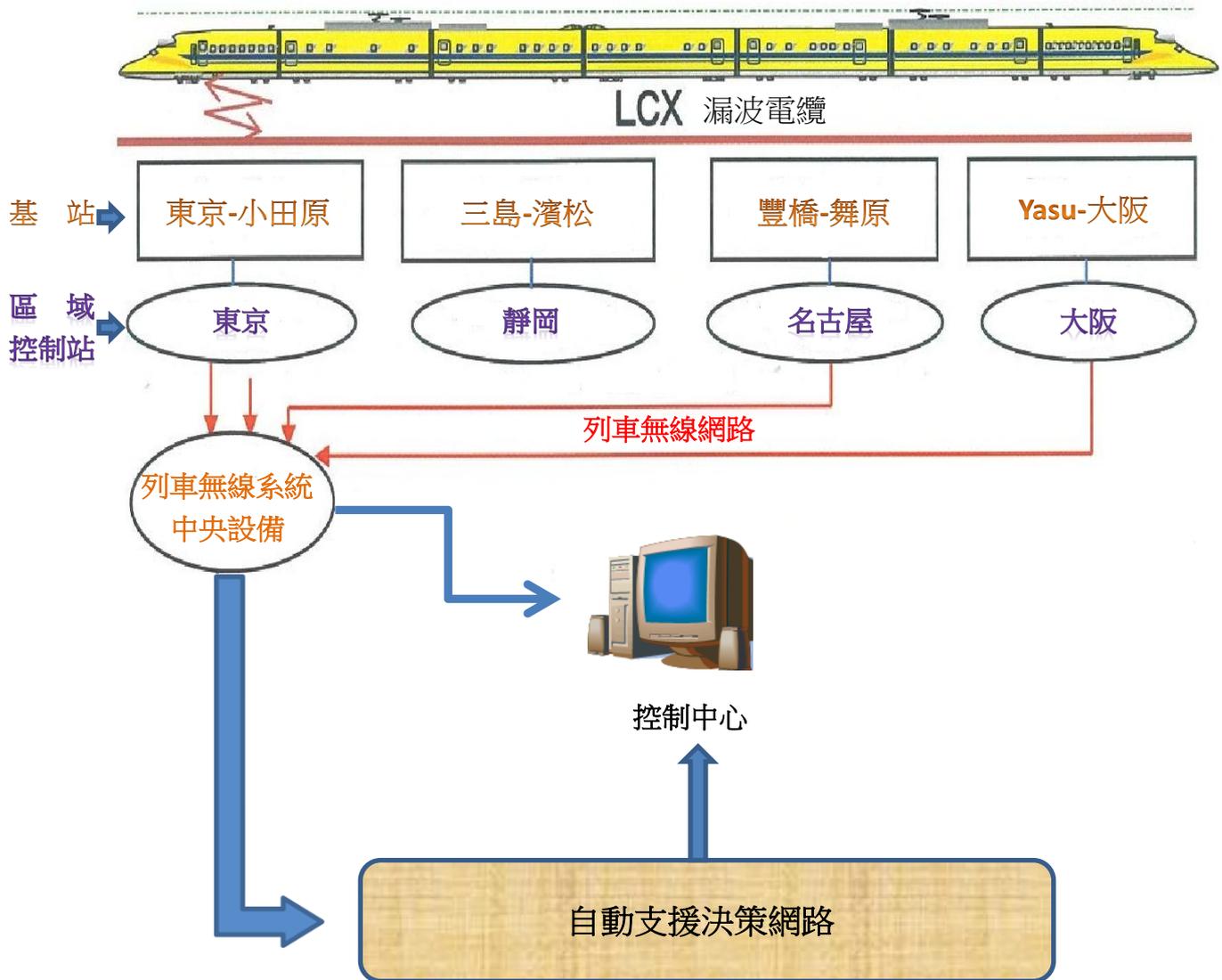
	量測項目		說明
25	軸箱振動加速度 (垂直)	m/s^2	第4車 (左側)
26	軸箱振動加速度 (垂直)	m/s^2	第4車 (右側)
27	軸箱振動加速度 (橫向)	m/s^2	第4車 (左側)
28	軸箱振動加速度 (橫向)	m/s^2	第4車 (右側)
29	轉向架振動加速度 (垂直)	m/s^2	前後車頭(右側)
30	轉向架振動加速度 (垂直)	m/s^2	前後車頭(左側)
31	轉向架振動加速度 (橫向)	m/s^2	前後車頭(右側)
32	轉向架振動加速度 (橫向)	m/s^2	前後車頭(左側)
33	軸箱振動加速度 (垂直)	m/s^2	前後車頭(右側)
34	軸箱振動加速度 (垂直)	m/s^2	前後車頭(左側)
35	軸箱振動加速度 (橫向)	m/s^2	前後車頭(右側)
36	軸箱振動加速度 (橫向)	m/s^2	前後車頭(左側)
37	車體振動加速度 (垂直)	m/s^2	前後車頭
38	車體振動加速度 (橫向)	m/s^2	前後車頭
39	比對車輛資訊		前後車頭
40	前方監視影像		

(六)新幹線管理資訊系統(SMIS)處理資訊



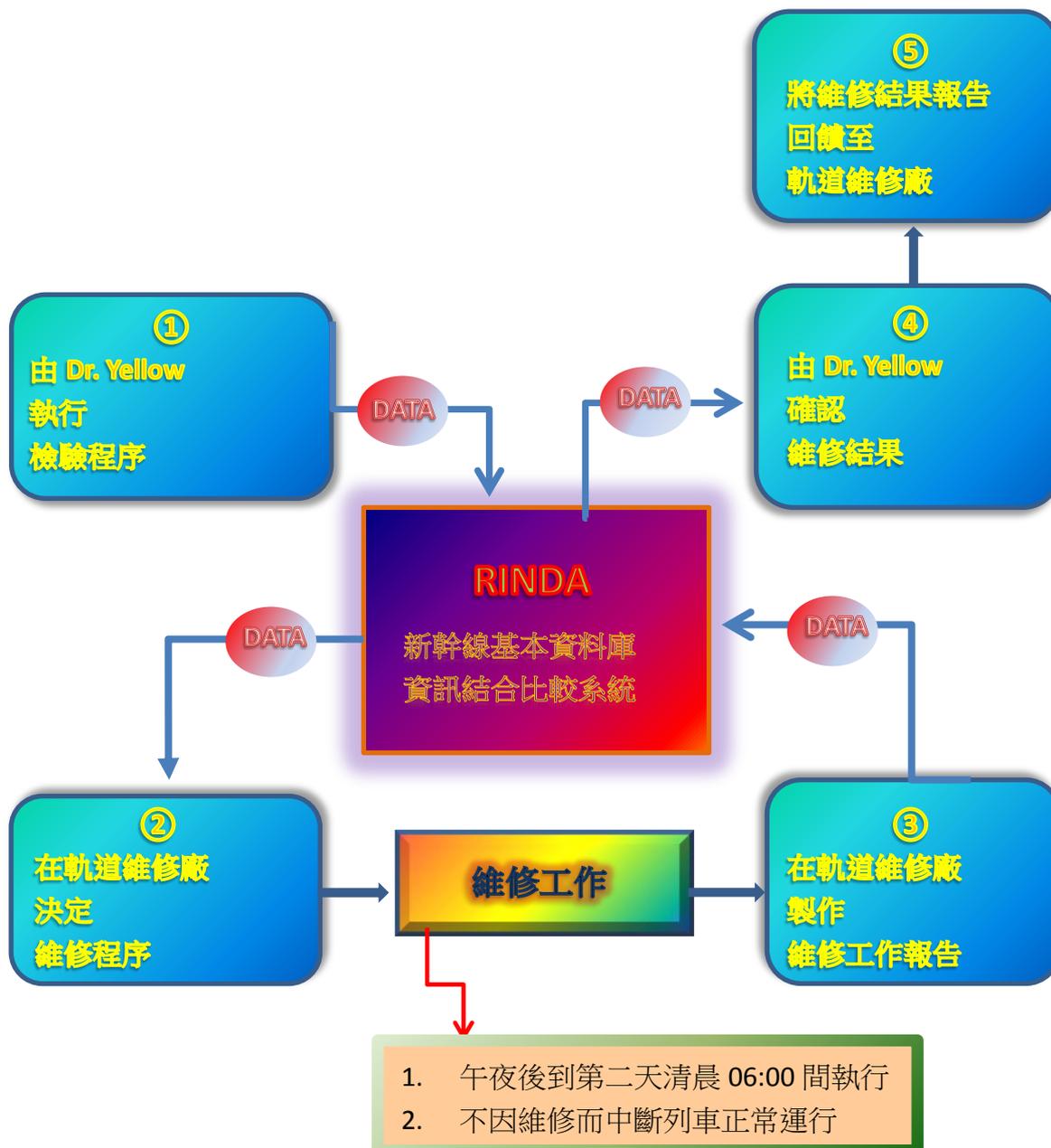
(七)異常值資料自動傳輸

以往檢測時發現超過限制條件的異常資料後，由工作人員藉由電話及傳真聯繫控制中心，影響處理時效。而目前使用 T4 車組後所獲得相關檢查資訊，由該車組的第 3 車處理器藉由安裝於道旁的漏波電纜(LCX)使用無線電系統自動傳輸至控制中心，使得控制中心能快速採取因應處理行動。



(八)運用 Dr. Yellow 執行檢查維護管理系統及維修成果檢驗工作

新幹線基本資料庫資訊結合比較系統(RINDA：Relational & INtegrated DAtabase for Shinkansen tracks)發展是為了簡化日常操作和提高各種資料管理可靠性，也提供 Dr. Yellow 多功能檢查車檢測執行的資料接收與儲存，作為分析維修使用的一種工具。以便使新幹線營運能達到即時性軌道維護及相關車輛與機械維護，以期能使意外降低並維持良好的服務水準而設置，並運用 Dr. Yellow 執行檢查維修成果檢驗工作。



四、日本版式軌道損害模式、維修補強狀況及維護管理－以山陽新幹線為例

(一)山陽新幹線簡介

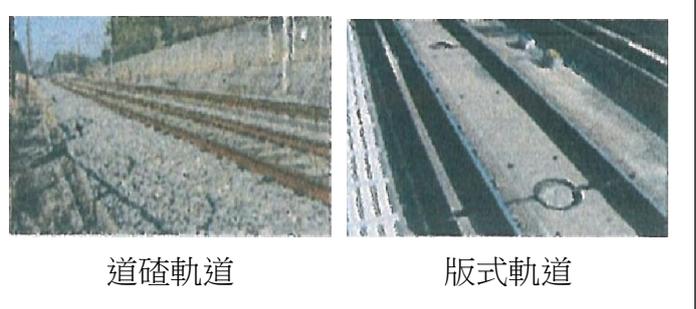
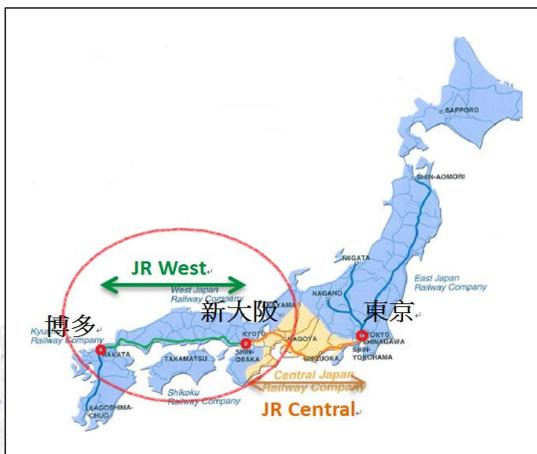
山陽新幹線營運範圍是從新大阪至博多，全長共約 560 公里，自 1972 年 3 月 15 日開始從新大阪-岡山開通營運，而後 1975 年 3 月 10 日從岡山-博多開通開始加入營運(全線營運)。1987 年隨著日本國鐵改為民營化後，本路段即規劃並交由 JR 西旅客鐵道株式會社(JR WEST)繼續營運。

線形資訊	
軌距	1,435 mm
最小曲線半徑(本線)	4,000m
最大坡度	15/1,000
豎曲線	15,000m
最高速度	300 km/h(N700)

軌道類別	長度(占全線百分比)
道碴軌道	275 km (49.3%)
版式軌道	283 km (50.7%)



山陽新幹線主要營運車種 N700 系列車組



道碴軌道

版式軌道



山陽新幹線 (JR WEST) 營運範圍

(二)日本版式軌道的構成(主要種類)

山陽新幹線為日本新幹線中最早使用版式軌道的路線，在本路線中版式軌道使用約佔全線的 1/2(約 283 公里，約計 11 萬 6 千片軌道版，其餘為道碴式軌道)，其中所使用之版式軌道主要可分為兩類，一為 A-51 型座面式版式軌道(詳圖 4-1)、另一種為 A-55 型平版式版式軌道(詳圖 4-2)，A-51 型主要為 30 年前考量營運時速為 200 公里/小時所設置，而 A-55 型為因應後期車組性能提升後營運時速提升為 300 公里/小時所考量而設置(與目前國內高鐵所使用版式軌道相類似)，兩者版式軌道使用之使用比率約為 4：6，目前山陽新幹線 A-51 型使用於直線隧道內而 A-55 型則使用一般路線中。

A-51 型因主要為 30 年前考量營運時速為 200 公里/小時所設置，為符合行駛速率的提升(300 公里/小時)，其軌道設計時即針對軌道可作±6mm 的微調，微調後可符合目前行駛速率。

另為因應橋梁或結構物伸縮縫交角及寬度所需，A-55 型版式軌道亦發展出類似形版式軌道作為因應(詳圖 4-3 及 4-4)。

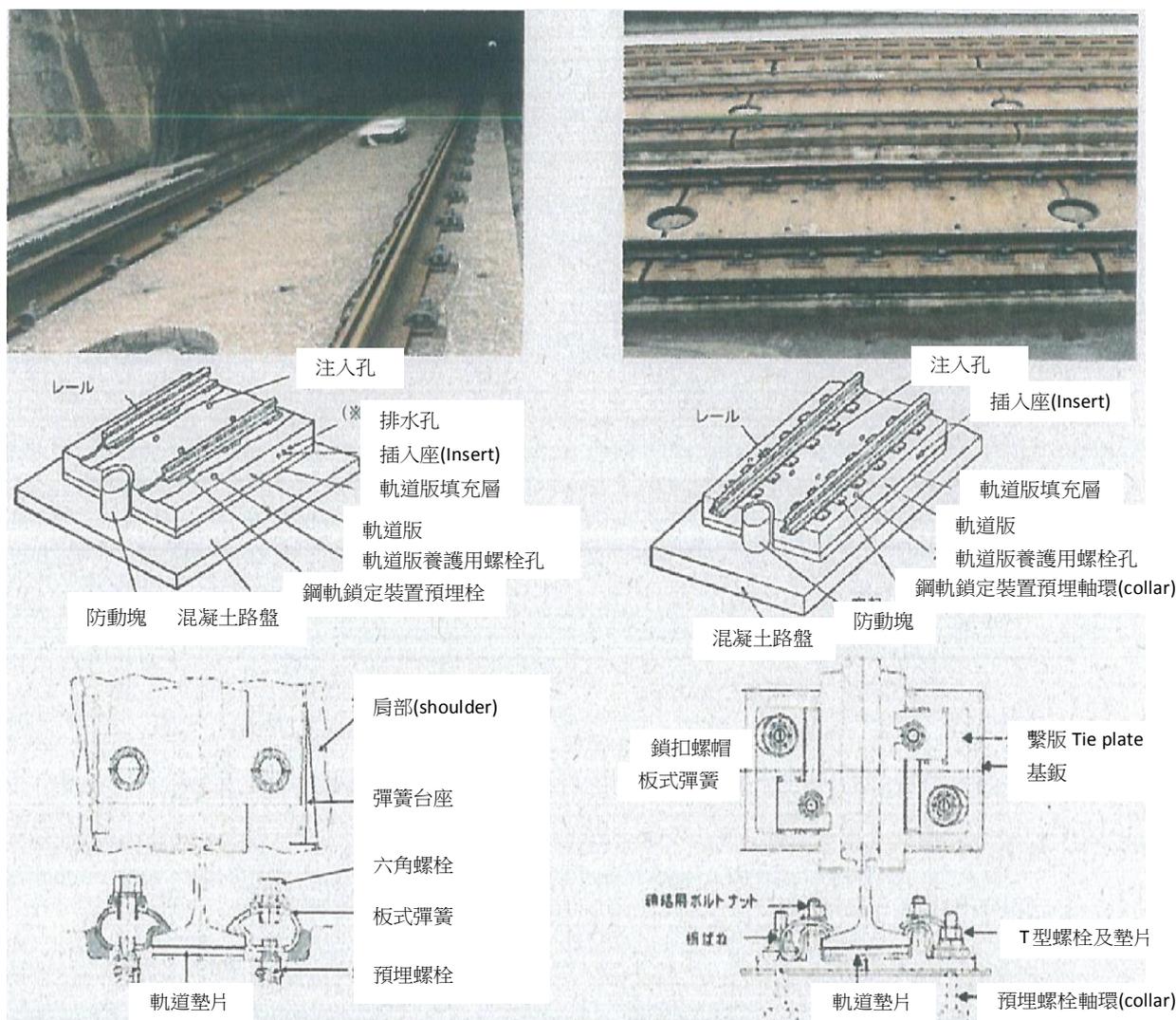


圖 4-1

A-51 型座面式(直結 4 型連結裝置)

圖 4-2

A-55 平版式(直結 8 型連結裝置)



圖 4-3 A-55 類似形
斜交版式軌道 (高架等結構交界處)



圖 4-4 A-55 的類似形
A-E5 版式軌道 (橋梁伸縮接頭部位)

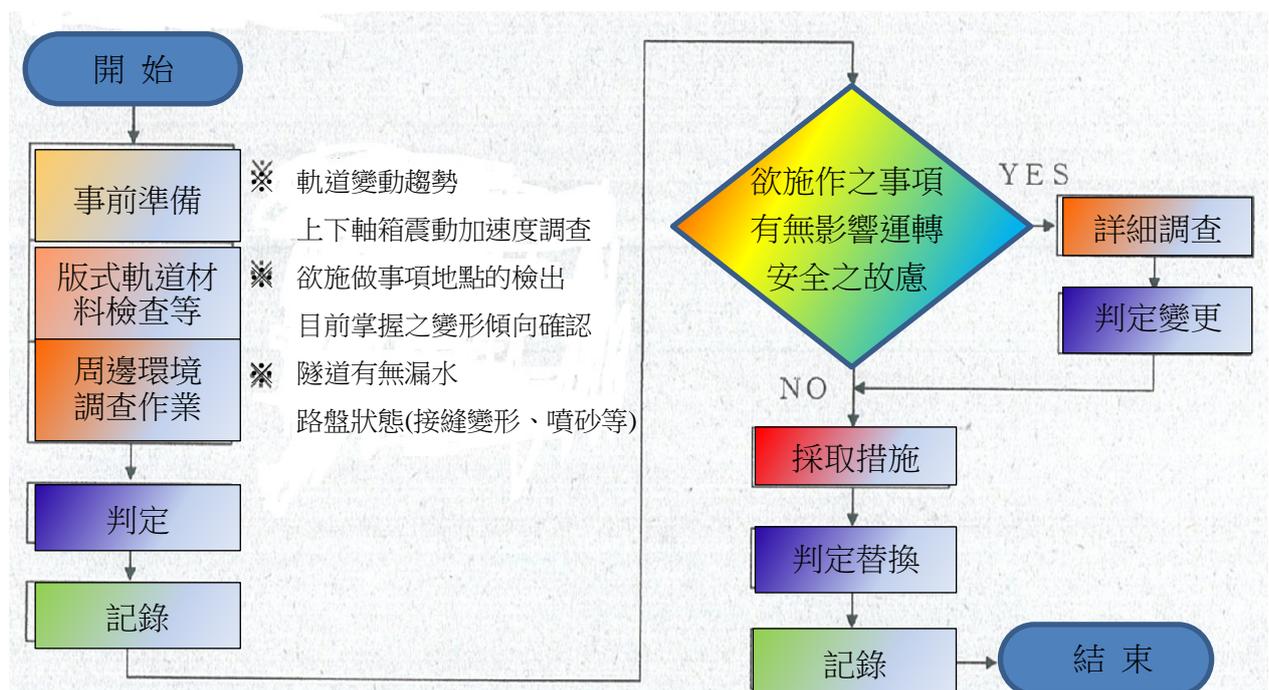
(三)日本版式軌道檢查與維護管理

1、版式軌道的檢查類別及週期：以下針對「維護狀態檢查」及「軌道材料檢查」列表說明：

檢查類別	檢查項目	對象	檢查週期
維護狀態檢查	軌道版的移動，彎折、接縫錯位、沉陷及版墊片的滑動等	主線	1 次/每年*
軌道材料檢查	軌道版及突起的裂紋、填充層の間隙及其缺損，其他	主線 側線	1 次/每年

*不包含定期檢查的週期檢查之週期

2、維護管理流程



3、營業軌道的整修基準值

(1)日常檢查時的整修基準值：日常檢查時的整修基準值(靜態)，除有特別情況皆在下表(表-1)所列範圍內

整修基準值(靜態)

表-1

線別		檢查項目		軌間	水準	高低	線形	平面性
				mm	mm	mm/10m	mm/10m	mm
一般軌道	本線			±2	2	3	2 (3)	
	側線			+4 -2	4	4	4	
道岔	本線	基準線側		±1	2	3	2 (3)	
		分岐線側		±2	2	3	2 (3)	
	側線	基準線側		+4 -2	4	4	4	
		分岐線側		+4 -2	4	4	4	
	本線	交叉部		+1	Back gage 1393~1400			
	側線	(Crossing)		±2				
一般軌道	鋼軌遊隙		依指示之遊隙量，各遊隙均應在±1 mm以內，且每 10 個接縫的平均遊隙量應在±0.5 mm以內					

註：表格中()內的數值是適用在非線形整修的其他工程種類

別表—Ⅲ—2—1 當天檢查項目

工種	項目	軌距	水準	高低	線形	備註
		mm	mm	mm/10m	mm/10m	
軌距調整		○			○	
道床固實		○	○	○	○	
大型砸道車做整體固實		○	○	○	○	
線形調整		○			○	
曲線調整		○			○	
鋼軌更換		○			○	含鋼軌遊隙測定
長鋼軌等更換		○			○	
伸縮接頭全更換		○	○	○	○	
伸縮接頭部分更換		○			○	
Tie plate 更換						依施工內容另外指示
一般枕木更換						〃
PC 枕木更換						〃
PC 枕木修補						〃

鋼軌固結裝置整修	○			○	含版式軌道等
道床部分修繕	○	○	○	○	
砸道車做道床部分修繕		○	○	○	軌距視需要
簡易噴泥處理		○	○	○	"
枕木位置調整	○	○	○	○	
鋼軌遊隙調整					含鋼軌遊隙測定
長鋼軌定期更換	○			○	
道岔全更換	○	○	○	○	
道岔部分更換					依施工內容另外指示
道岔整修					"
道岔枕木更換					"
版式軌道鋼軌面整修	○	○	○	○	
版式軌道線形調整	○			○	
鋼軌磨正(不含 SPENO 磨軌車)					1m 弦及 20 cm 弦

(2)移交檢查時的整修基準值：

移交檢查時的整修基準值，動態檢查依表-2、靜態檢查依表-1的範圍進行，
但有進行 40m 弦長的縱波整修時依表-3 進行。 表-2

整修基準值(動態)

線別 \ 檢查項目	軌距 mm	水準 mm	高低 mm/10m	線形 mm/10m	平面性 mm
列車速度超過 110 km/h 的本線	±2	3	4	3(4)	3
列車速度未超過 110 km/h 的本線	±2	4	5	3(4)	4

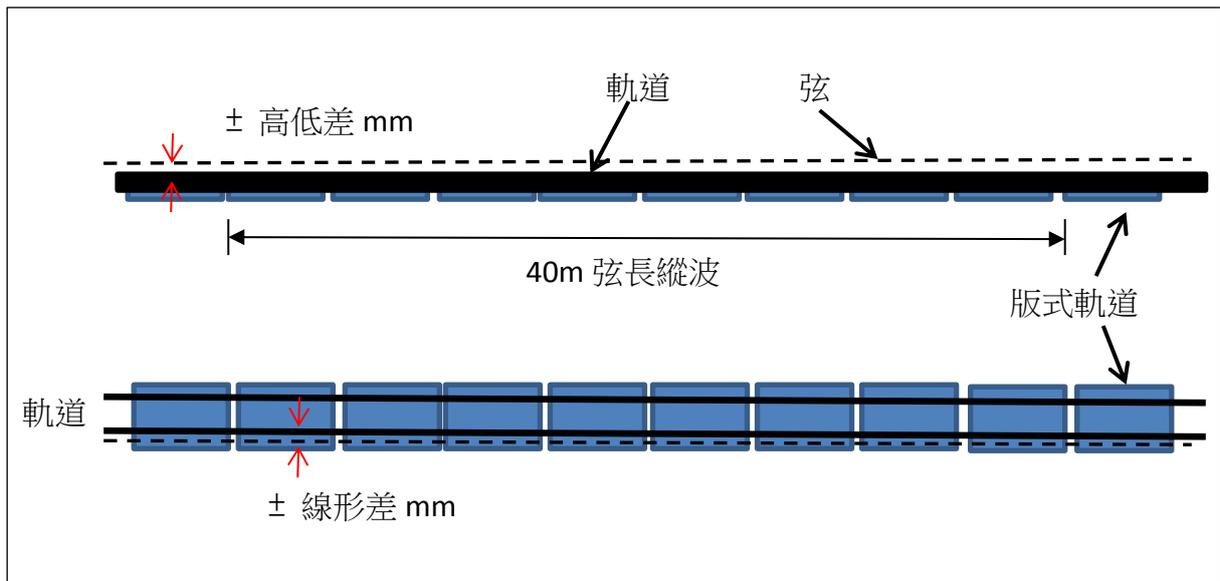
註：表格中()內的數值是適用在非線形整修的其他工程種類

整修基準值(動態)：40m 弦長的縱波整修

表-3

結構 \ 檢查項目	施工	高低差 mm	線形調整 mm
道 碴 軌 道	砸道車	4	3
	人力	5	5
版 式 軌 道	道版調整車(Slab-Liner)	-	3(4)
	人力	4	3(4)

註：表格中()()內的數值是適用在無指示需進行位移確認的準備作業之狀況



40m 弦長的縱波整修檢查示意

別表一Ⅲ-2-2 移交檢查項目

工種	項目	軌距 mm	水準 mm	高低 mm/10m	線形 mm/10m	平面性 mm	備註
	軌距調整	○			○		
	道床固實	○	○	○	○	○	
	大型砸道車做整體固實	○	○	○	○	○	
	線形調整	○			○		
	曲線調整	○			○		
	鋼軌更換	○			○		含鋼軌遊隙測定
	長鋼軌等更換	○			○		
	伸縮接頭全更換	○	○	○	○	○	
	伸縮接頭部分更換	○			○		
	Tie plate 更換						依施工內容另外指示
	一般枕木更換						"
	PC 枕木更換						"
	PC 枕木修補						"
	鋼軌固結裝置整修	○			○		含版式軌道等
	道床部分修繕	○	○	○	○	○	
	砸道車做道床部分修繕		○	○	○	○	軌距視需要
	簡易噴泥處理		○	○	○	○	"
	枕木位置調整	○	○	○	○	○	
	鋼軌遊隙調整						含鋼軌遊隙測定
	長鋼軌定期更換	○			○		
	道岔全更換	○	○	○	○	○	
	道岔部分更換						依施工內容另外指示

道岔整修						〃
道岔枕木更換						〃
版式軌道鋼軌面整修	○	○	○	○	○	
版式軌道線形調整	○			○		
鋼軌磨正(不含 SPENO 磨軌車)						1m 弦及 20 cm弦

4、判定及處置

判定分類	檢視狀態	處置方式	嚴重性
—	無修補之必要	—	
A	對運轉的確保並無影響，若要進行修補，也是以恢復修補對象的耐久性為目的	監視	
B	B1 對運轉的確保並無影響，是以恢復修補對象的耐久性為目的	計畫性的修補(修補前須進行監視)	
	B2 以恢復耐久性為目的且其優先順位較高	儘快修補(修補前須進行監視)	
C	有影響未來運轉的確保之虞，有必要進行以恢復力學性能為目的的修補	更換或修補(修補前須進行監視)	

*每當發生經認定有產生異狀時均需進行判定

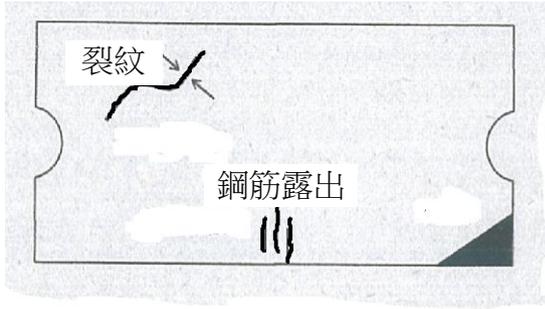
5、損傷發生的型態

目前山陽新幹線所使用之版式軌道發生損傷狀況經統計歸納後可暫分為以下四項：

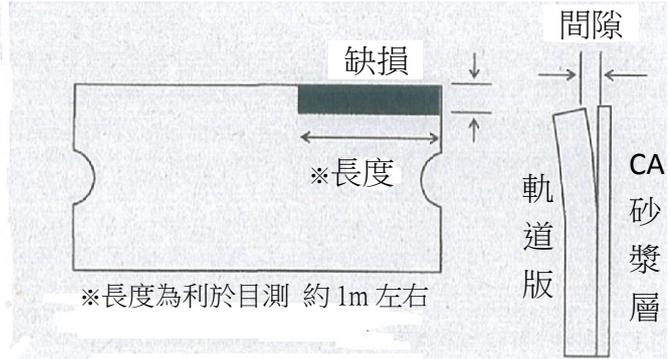
- (1)版式軌道損傷、
- (2)軌道版與填充層間損傷、
- (3)防動塊損傷及
- (4)CA 砂漿(填充層)損傷等。

例如軌道版因原有基礎不均於沉陷、淘空產生撓曲破壞(裂縫)或鹼骨材、凍融反應造成混凝土龜裂破壞，或因早期未有考量混凝土中氯離子含量而採用水洗海砂，致使先再造成鋼筋鏽蝕膨脹造成混凝土破裂剝離等等因素。該公司為了方便現場判斷及維修，已製作一系列標準作業程序及圖像標準最為基本判斷依據。

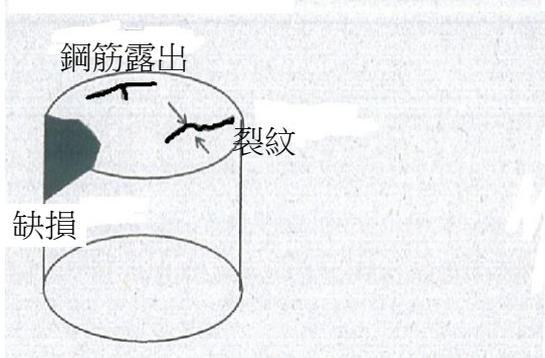
(1)版式軌道損傷



(2)軌道版與填充層間損傷



(3)防動塊損傷



(4) CA 砂漿(填充層)損傷

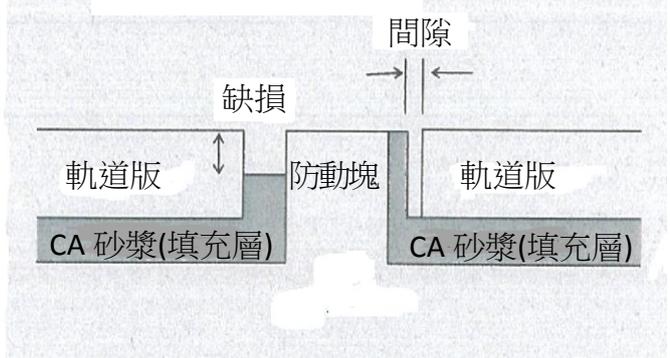


圖 4-5 損傷發生的型態

○ 主要損傷的案例



圖 4-6 軌道版因彎曲而產生裂紋



圖 4-7 軌道版因乾縮而產生裂紋



圖 4-8 軌道版版肩處部份產生缺損



圖 4-9 防動塊發生缺損

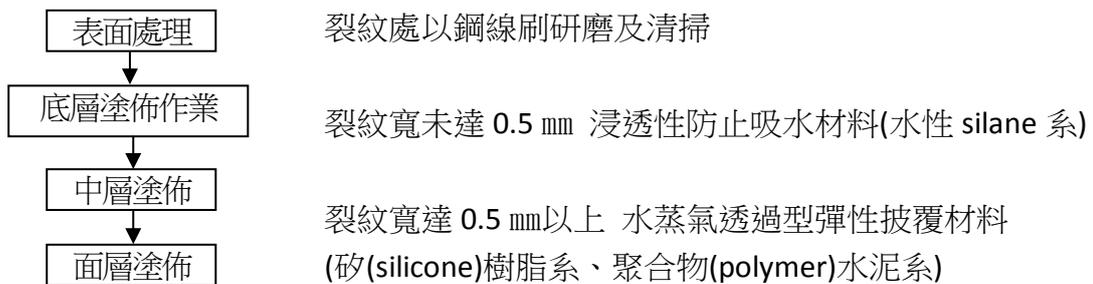
6、版式軌道修補

(1)主要的修補作業

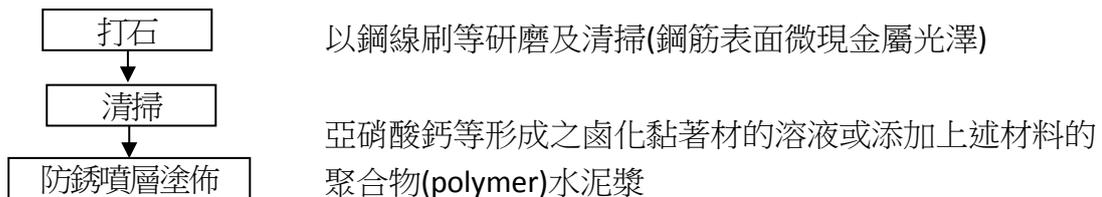
分類	分項	修補內容
定期的修補	固結裝置	扭力調整 (1次/3年或1次/4年) 固結裝置整修(1次/6年或1次/8年)
	其他	路線清掃(隧道內1次/年)
發生時的修補	軌道整修	定位、線形調整、軌距調整、軌道版移動(軌道每40M高低差 $\geq \pm 3.0\text{mm}$ ，為提升舒適度目前已執行施工約10年)
	固結裝置	更換(板式彈簧、繫版、調整可變式固結、墊片等)
	軌道版	裂紋修補、鋼筋防銹處理、斷面修補、替換
	預埋栓	預埋栓修補
	防動塊	鋼筋防銹處理、斷面修補(突起部)、補強(替代結構)
	填充層	間隙修補、填充層修補

(2)補修作業的步驟流程

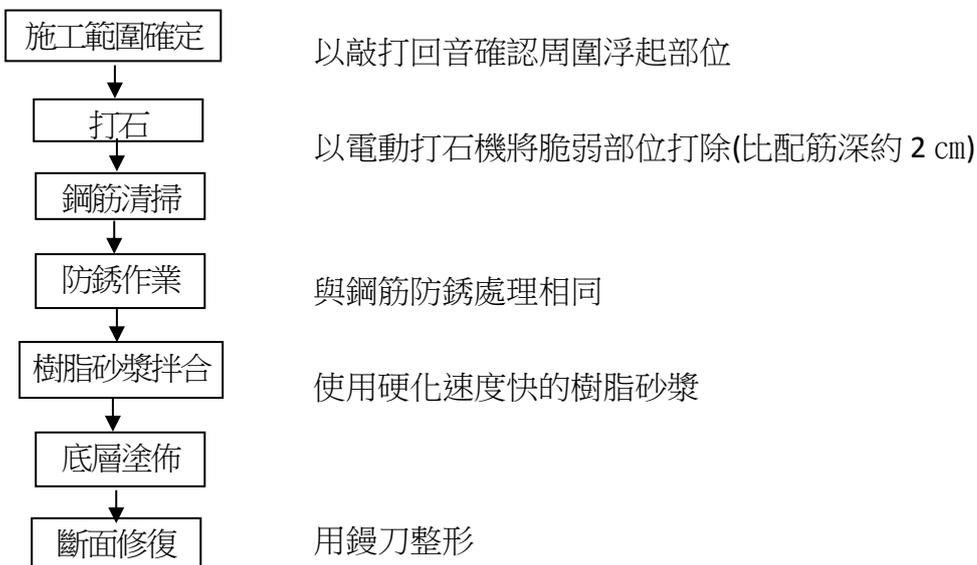
A、裂紋修補(表面披覆工法)



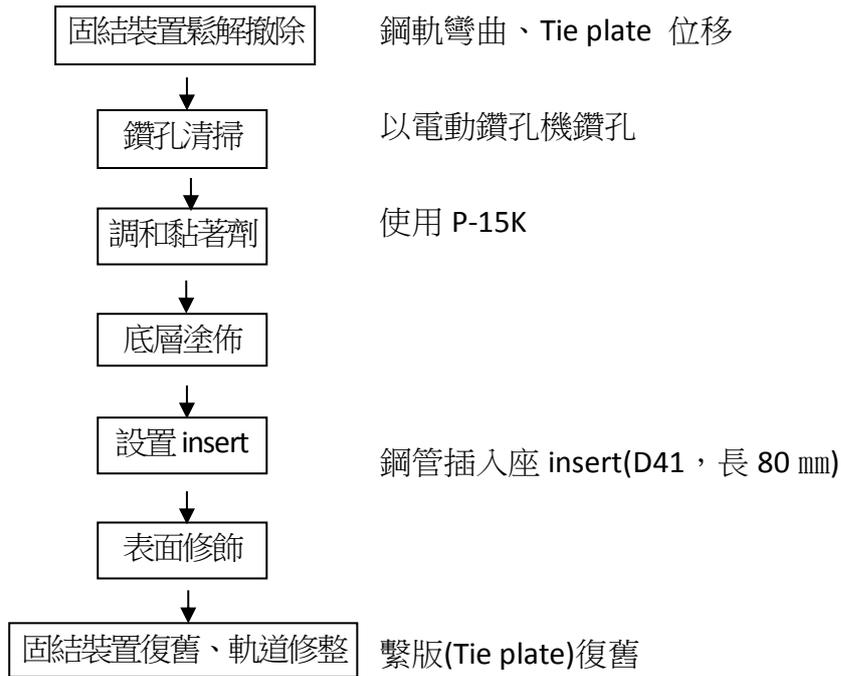
B、鋼筋防銹處理



C、斷面修補(部分修補)



D、預埋栓修補(A-55 平版式(直結 8 型連結裝置))



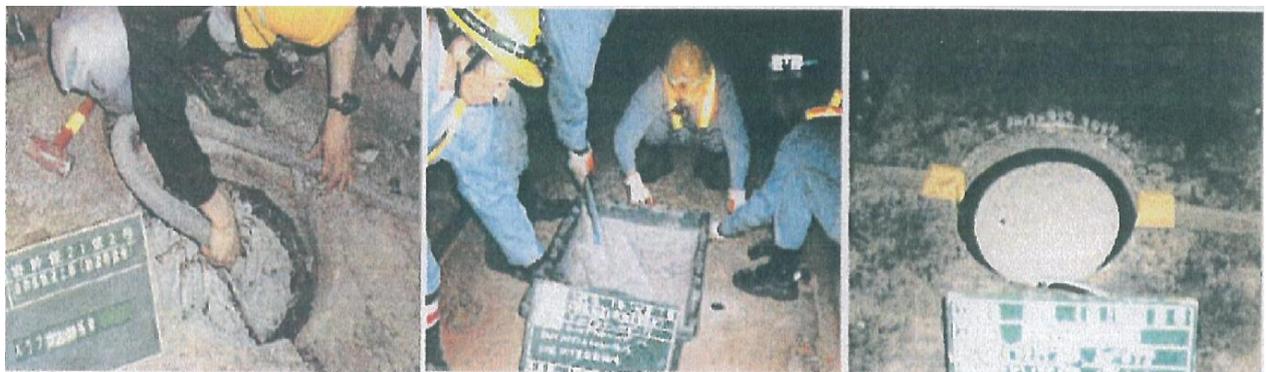
(3) 以防動塊修補為例之修補作業



打除表面混凝土

設置防動塊模板

底層塗佈、斷面修復



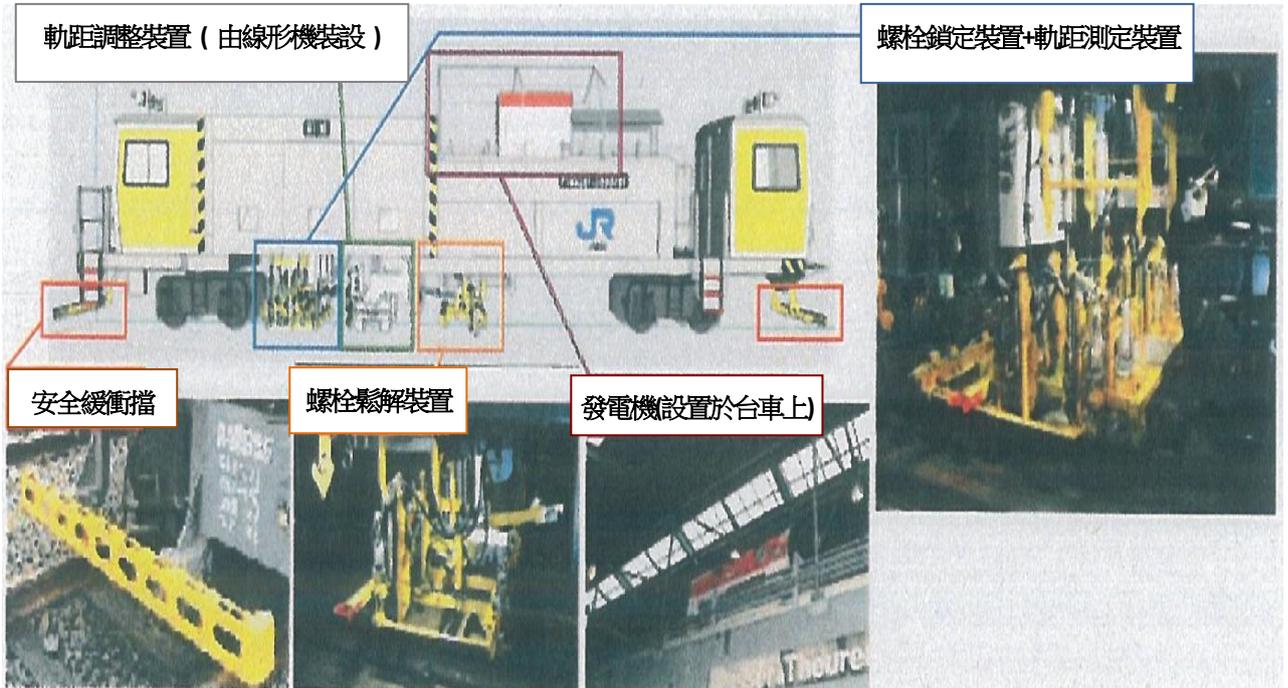
清掃、鋼筋清潔

樹脂砂漿拌合

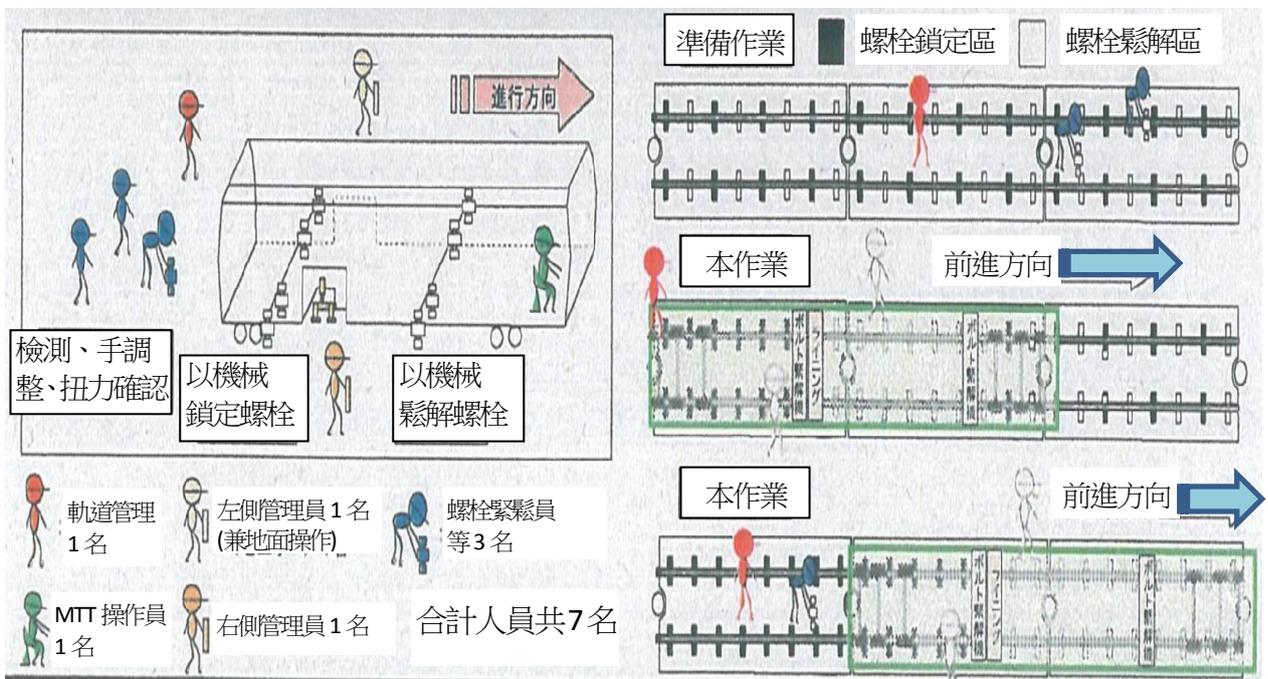
完成(填充層復舊後)

(4)長向軌道維修(版塊調整機 Slab-Liner)

版塊調整機 Slab-Liner (將 MTT 襯砌機具活用成為版式軌道區的專用機具)



調整機示意圖



版塊調整機作業示意圖

(5) JR 西旅客鐵道株式會社「(新幹線)軌道工事標準手冊」有關版式軌道整修規定

A、版式軌道等的不平穩的整修

<p>版式軌道等的不平穩的整修(含長向波長的軌道維修)應依下列各項施工：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 施工前應先指示，進行測量等準備作業後，提出必要的書面資料並獲得監督人員的「確認」。 2) 有必要封閉路線以進行施工時，應先與監督人員商討。 3) 版式軌道等的不平穩的整修施工是以 Tie plate、絕緣調整板、注入式調整襯墊(Packing)(可變墊片 Pad)、塑膠調整板(PA 板)等來施作。 4) 調整襯墊(Packing)的種類選定，應先與監督人員商討。 5) 使用各種調整襯墊(Packing)時，應就使用區分、品質、使用方法等，並遵照預先的決議事項。目前調整襯墊的使用區分依別表-IV-2-1-1，物理性質依別表-IV-2-1-2。 6) 軌道的上提及下降每次不得超過 50 mm。 7) 固結裝置的鎖定扭力，依種類均須在其已定的扭力範圍內施作。 8) 施工後依「Ⅲ-整修基準」提出紀錄，並接受檢查。
--

別表-IV-2-1-1 鋼軌調整襯墊類的使用區分

使用區分	可變 Pad		PA 板
	PV401 附摺痕刻度	PV701 附摺痕刻度	
長焊鋼軌可動區間(明軌、完全隧道)	×	○	×
長焊鋼軌不動區間(明軌、直 4、直 5、直 8)	○	×	○ (直 5、直 8) △ (直 4)
長焊鋼軌不動區間(完全隧道、直 5、直 8)	○	×	◎
長焊鋼軌不動區間(完全隧道、直 4)	○	×	△
伸縮接頭	×	◎	×

長焊鋼軌可動區間是指距離伸縮接頭 150m 的區間。完全隧道區間是指距離隧道出入口 100m 以上的內部區間。(備註)使用上述以外的物品時，可另外以追加使用區分辦理。

別表-IV-2-1-2 調整襯墊的物理性質 (可變墊片 Pad)

項目		高分子砂漿 PV401		高分子砂漿 PV401		備註
		單位	數值	單位	數值	
主劑 (A 液)	色 澤		淡紅色		紅紫色	25°C
	比 重		1.07±0.01		1.10±0.01	
	黏 度	mPa · S	300±50	mPa · S	500±50	
硬化劑 (B 液)	色 澤		無色透明		薄黃色	25°C
	比 重		1.1~1.2		1.05~1.10	
	活性氧量	%	10 以上		5 以上	
硬化性	使用時間	分	60±10(10±3)	分	30±10	JISK6911

	硬化時間	分	80±20(25±15)	分	90±20	B 液 1%25 °C
機械 特性	壓縮強度	MN/m ²	150 以上	MN/m ²	150 以上	JISK6911 B 液 1% (室溫 24 小時+80 °C
	Charpy 衝擊強度	Kn · m /m ²	5.5 以上	Kn · m /m ²	20 以上	
	抗彎強度	MN/m ²	50 以上	MN/m ²	25 以上	
	抗拉強度	MN/m ²	40 以上	MN/m ²	25 以上	

(PA 板)

材質	聚氨酯(Polyurethane)樹脂	
項目	單位	數值
比重		0.92±0.03
硬度		40 以上
拉力破斷強度	MN/m ²	20 以上
拉裂強度	MN/m ²	10 以上
衝擊強度	MN/m ²	N.B
破斷強度	%	300 以上

N.B 是指不可有破斷情形發生。

B、版式軌道等的線形整修

版式軌道等的線形整修(含以版塊調整機進行長向波長的軌道維修)應依下列各項施工：

- 1) 施工前應先指示，進行測量等準備作業後，提出必要的書面資料並獲得監督人員的「確認」。
- 2) 有必要封閉路線以進行施工時，應先與監督人員商討。
- 3) 版式軌道等的線形整修施工，若有必要使用其他材料時，可提出必要的書面資料並獲得監督人員的「確認」。
- 4) 固結裝置的鎖定扭力，依種類均須在其已定的扭力範圍內施作。
- 5) 施工後依「Ⅲ-整修基準」提出紀錄，並接受檢查。

C、版式軌道等的鋼軌固結裝置整修

鋼軌固結裝置整修(螺栓的鎖定調整、塗佈防銹油、軌道墊 Pad 及調整襯墊的位置調整、Tablet 的插入、固結裝置的更換等)應依下列各項規定施工：

- 1) 固結裝置用板簧的塗裝部位，不可有因衝擊而產生塗裝膜剝落或變形的現象。
- 2) 進行彈簧受台、板簧的裝設時，應維持規定的軌距。
- 3) TB 螺栓鬆解時，需將 Tablet 插入預埋的插入軸環(collar)，如果過大而無法插入，可以手工切削後插入。Tablet 的物性及品質形狀同表-IV-2-3-1 所示。
- 4) 固結裝置的鎖定扭力，依種類均須在其已定的扭力範圍內施作。
- 5) 直結 5、8 形的固結裝置有 I 記號的，是可於日後施作者。
- 6) 鋼軌固結裝置整修(僅限於週期性的塗佈防銹油、扭力設定作業)時，應將扭力設定作業可通視的範圍(約 50m 間隔)進行照片攝製(有顯示日期、時間，影片也可)，拍攝紀錄應以電子檔方式提出。
- 7) 施工後依「Ⅲ-整修基準」提出紀錄，並接受檢查。

表-IV-2-3-1

物性	溶解性	pH 調整性能
	以試驗 1pH10 以上	以試驗 2pH10 以上

試驗 1：將成品置放在 200 cc 的電離子(ion)交換水中浸泡，且在不蒸發的密閉狀況下，以 25°C 靜置 24 小時，再用水取代同樣以 25°C 靜置 24 小時，反復 20 次後，汲取靜置 24 小時的水，依 JISZ8802 所規定的試驗方法測定 pH 值。

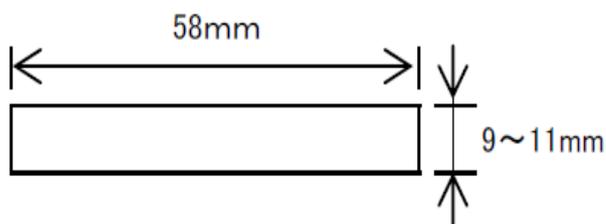
試驗 2：將 Tablet 的 1% 的混濁液體，依 JISZ8802 所規定的試驗方法測定 pH 值。

①品質形狀：

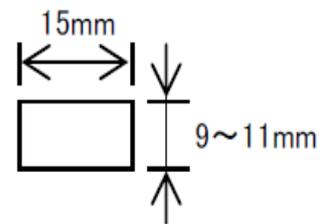
Tablet 的形狀：尺寸及容許誤差如下列規定。

②材料：

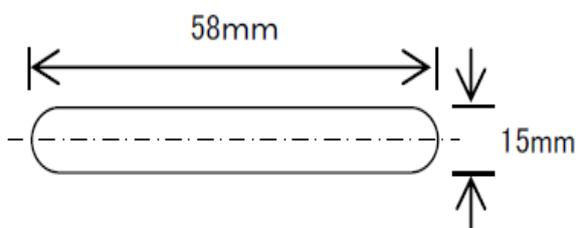
Tablet 的材料主要成分為矽酸鹽(silicate)，舊 JRS(舊日本國有鐵路規格)有規定不可含有止油(鄰苯二甲酸 phthalic acid)及會產生有害的化學反應的成分。



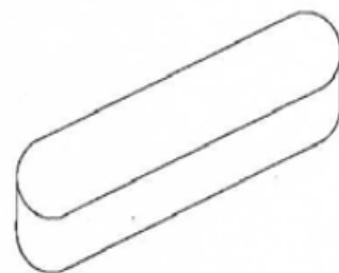
側面



端面



平面



製品姿図

D、Tie plate 的更換

版式軌道等的 Tie plate 的更換應依下列各項規定施工：

- 1) 施工前應先指示，進行測量等準備作業後，提出必要的書面資料並獲得監督人員的「確認」。
- 2) 有必要封閉路線以進行施工時，應先與監督人員商討。
- 3) Tie plate 更換時的種類選定，應先與監督人員商討。
- 4) 施工包含軌道墊片(Pad)及調整襯墊(Packing)的位置調整、絕緣板及絕緣調整板的位置調整、線形調整，軌距調整、固結裝置類的檢修。
- 5) 絕緣板、軌道墊片(Pad) 及各種調整襯墊(Packing)更換時，應依「IV-2-(1) 版式軌道等的不平穩的整修」。
- 6) 固結裝置的鎖定扭力，依種類均須在其已定的扭力範圍內施作。
- 7) 施工後依「III-整修基準」提出紀錄，並接受檢查。

E、版式軌道的上提及下降

版式軌道的上提及下降應依下列各項規定施工：

- 1) 施工前應先指示，進行測量等準備作業後，提出必要的書面資料並獲得監督人員的「確認」。
- 2) 有必要封閉路線以進行施工時，應先與監督人員商討。
- 3) 上提及下降所使用的樹脂，應先與監督人員商討。
- 4) 會對上提及下降造成阻礙的 CA 砂漿，應先予以去除。
- 5) 版式軌道吊起時，應注意不可使版式軌道產生變形。
- 6) 模板組裝應力求強固，不可有注入材料漏失的情形。
- 7) 材料配比應遵守各種材料的規定。
- 8) 材料品質管理上，各工種均應分別依「別表-IV-2-5-1」、「別表-IV-2-5-2」所規定的項目進行試驗，並向監督人員提出結果。
- 9) 軌道的上提及下降每次不得超過 50 mm。
- 10) 施工包含軌面整修、軌道墊片(Pad)及調整襯墊(Packing)的位置調整、絕緣板及絕緣調整板的位置調整、線形調整，軌距調整、固結裝置類的檢修。
- 11) 絕緣板、軌道墊片(Pad) 及各種調整襯墊(Packing)更換時，應依「IV-2-(1) 版式軌道等的不平穩的整修」。
- 12) 固結裝置的鎖定扭力，依種類均須在其已定的扭力範圍內施作。
- 13) 施工後依「III-整修基準」提出紀錄，並接受檢查。

F、版式軌道各部位的修補

版式軌道的上提及下降應依下列各項規定施工：

- 1) 施工前應先指示，進行測量等準備作業後，提出必要的書面資料並獲得監督人員的「確認」。
- 2) 修補部位的分類如下
 - ア 版塊突起處週圍填充層修補
 - イ 版塊填充層缺損修補
 - ウ 版塊填充層間隙修補
 - エ 軌道版缺損修補
 - オ 軌道版裂紋修補
 - カ 預埋栓修補
- 3) 各部位修補的工法如下，應先與監督人員商討來選定
 - ア 版塊突起處週圍填充層修補
 - (ア)使用 CA 砂漿對突起部週圍修補
 - (イ)使用合成樹脂對突起部週圍修補
 - イ 版塊填充層缺損修補
 - (ア)部分修補(只修補缺損部位)
 - (イ)週圍修補(填充層週邊修補)此外，若依使用材料，可分為以下兩種工法：
 - (ア)使用 CA 砂漿對填充層缺損修補
 - (イ)使用合成樹脂對填充層缺損修補
 - ウ 版塊填充層間隙修補
 - (ア)使用 CA 砂漿對填充層間隙修補
 - (イ)使用合成樹脂對填充層間隙修補此外，若依現場的狀況，可分為以下兩種工法：
 - (ア)自然注入工法
 - (イ)強制注入工法而以強制注入工法施工時，應注意不可使軌道版上舉，須設置高程測定儀器等，謹慎注意的進行注入。
 - エ 軌道版裂紋修補
 - (ア)自然塗佈工法
 - (イ)強制注入工法
 - (ウ)全面塗佈工法而修補對象是以裂紋寬度： $t(\text{mm})$ 為 $0.2 \leq t \leq 5$ 。
- 4) 使用材料依與監督人員商討來決定，並應遵守各種材料規定的禁止事項。
- 5) 材料配比應遵守各種材料的規定。
- 6) 材料品質管理上，各工種均應分別依「別表-IV-2-6-1」、「別表-IV-2-6-2」所規定的項目進行試驗，並向監督人員提出結果。

別表-IV-2-6-1

①材料注入前進行的試驗

施工項目	使用材料	試驗項目	規格
版塊的上提、下降 版塊突起處週圍 填充層修補 版塊填充層 缺損修補 版塊填充層 間隙修補	CA 砂漿	流度時間試驗 (JSCE-1986)	16~20 秒
		含氣量(breathing) (JSCE-1986)	0(%)
		膨脹率 (JSCE-1986)	0~2(%)
		使用時氣溫	10 以上(°C)
	合成樹脂	流動性	無表面硬化
		混合狀態	無未混合物
		使用時氣溫	5 以上(°C)
軌道版裂紋修補	合成樹脂	流動性	無表面硬化
		混合狀態	無未混合物
		使用時氣溫	5 以上(°C)

②取試體於日後進行的試驗

施工項目	使用材料	試驗項目	規格
版塊突起處週圍 填充層修補	CA 砂漿	壓縮強度 (JIS-A-1108) 材齡 28 天	$\sigma_{28} > 2.3(\text{N}/\text{mm}^2)$
版塊的上提、下降 版塊填充層缺損 修補 版塊填充層間隙 修補			$\sigma_{28} > 1.8(\text{N}/\text{mm}^2)$
版塊的上提、下降 版塊突起處週圍 填充層修補 版塊填充層缺損 修補 版塊填充層間隙 修補	合成樹脂	依別表-IV-2-6-2 中 監督人員所指定的項目	依別表-IV-2-6-2
軌道版缺損修補	聚合物砂漿	壓縮強度材齡 7 天 (JIS-A-1108) 抗彎強度材齡 7 天 (JIS-A-1106)	$\sigma_7 > 80(\text{N}/\text{mm}^2)$ $\sigma_7 > 20(\text{N}/\text{mm}^2)$

別表-IV-2-6-2

合成樹脂試驗項目

	規格值	試驗方法	備考
外觀	表面無脹起、皺摺、開裂等發生	由目視確認	
彈性係數	表定彈性係數(N/m)的±20%以內	試驗片 100*100*25 mm 預壓荷重 0~4.4kN 預壓次數 2 次 預壓 30 秒後壓載至 4.4kN， 壓載速度 1 mm/分 由 0.98 kN~ 3.92kN 間的變位求得	
疲勞強度	最大疲勞量 1.25 以下 外觀無顯著異狀 (裂紋、脹起、開裂等)	試驗片 100*100*25 mm 上限荷重 4.9 kN 下限荷重 0.98 kN 壓載頻率 5~10Hz 壓載次數 10 ⁶ 次	
剪斷強度	0.49MPa 以上	試驗片 10*20*100 mm 兩面剪斷方式	
粘結強度	0.49MPa 以上	試驗片 荷重面 15*20 mm 粘結面 20*20 mm 於混凝土上製做、粘結而成的試驗片 上進行壓載剪斷試驗 無粘結底層(Primer)	
硬度	50 以上	硬度測定計 SRIS-0101-C 型	

G、版塊突起的修補

版塊突起的修補應依下列各項規定施工：

- 1) 鑿除深度以鋼筋露出高度 30 mm 為宜。但施工時同時移設「地上子」時，鑿除深度為 100~150 mm。
- 2) 從突起表面鑿除深度超過 80 mm 未見鋼筋露出時，應停止鑿除作業，並進行修補材的打設。並於事後儘速向監督人員報告。此狀況下修補材的打設高度以 50 mm 為標準。
- 3) 鑿除後應以真空吸塵器或送風機確實將粉塵除去，並塗佈底層(Primer)料。
- 4) 修補材的打設高度以鋼筋保護層為 50 mm，但若低於從軌道版底部+80 mm 時，應打設到軌道版底部+80 mm 的高程。
- 5) 突起的斷面修補時，露出有銹蝕的鋼筋，應以鋼絲刷、電動刷等進行除銹，直到鋼筋表面顯現微弱的金屬光澤。
- 6) 清理作業後，應迅速在鋼筋週圍塗佈亞硝酸鹽類的防銹材料。但因該類的防銹材料誤入眼睛會有失明的危險，故不可以噴霧的方式進行。防銹材料塗佈後應等乾燥到以手指輕觸不會沾黏後，再打設補修材料。
- 7) 補修材依材料所需使用量正確地計量，再用手拌混合機分別充分攪拌均勻。
- 8) 鑿除作業有發現已經腐蝕的箍筋(Hoop)時(輪狀的鋼筋)，應將其撤除。但若是半圓突起處，不可撤除而應與主筋同樣的方式進行處理。
- 9) 清理作業後應將突起鋼筋的狀態攝影並向監督人員報告。若有鋼筋支數不足時，施工後應儘速向監督人員做重點報告。
- 10) 半圓突起如有可能是因為外力造成傾斜時，應不可進行補修作業，日後應儘速向監督人員做重點報告。
- 11) 使用的材料，應滿足「別表-IV-2-7-1」，並與監督人員商討來決定。

別表-IV-2-6-3

使用材料	試驗項目	規格
無收縮砂漿	壓縮強度材齡 3 小時 (JIS-A-1108)	$\sigma > 24.0 \text{ N/mm}^2$
亞硝酸鹽類防銹材料	耐鹼性(JIS K-5600-6-1)	無異常
	對鋼筋的黏著強度	7.8 N/mm^2
	防銹性(JCI 提案的試驗方法)	處理防銹率 50%以上 未處理防銹率-10%以上

(四)版式軌道的修補費用

目前山陽新幹線針對版式軌道各種修補作業的比較，整理如下表

作業內容	裂紋修補 鋼筋防銹	預埋栓補修	填充層 補修	斷面修復 (版、防動塊)	軌道版 更換
每夜施工量	— (視面積而定)	約 18 處	約 20m ※約 2 版塊 14 防動塊	約 5 處	最多 4 塊
主要器材	鋼絲刷毛刷	鑽孔機、螺 栓鬆緊機、 吊軌機	電動打石 機、模板、 拌合機、毛 刷、鏟刀等	電動打石機、 模板、拌合 機、毛刷、鏟 刀等	空壓機、氣動 打石機、維修 專用更換車 輛、CA 場等
主要材料	批覆材料	黏著劑、鋼 管插入座	CA 砂漿	樹脂砂漿、CA 砂漿(補強材 料)	軌道版、 CA 砂漿
軌道整修	— (視狀況)	當天	—	— (視狀況)	施工前、後
難易度 (施工規模)	易	中		較難 (環境狀況)	難
每單位 費用(萬元)	—	1.5/處	2/m	14/處 ※防動塊	250/塊 ※1 塊 5m

註：一般 1 塊軌道版約計 200 萬日圓，特殊適用約 250 萬日圓。至目前已抽換約 500 片(其中 400 片使用於隧道內抽換)

五、新式軌枕 -- 梯型軌枕之簡介及使用

本次考察重點為日本版式軌道之檢查與維修，惟參訪時亦詢問日本軌道綜合技術研究所目前是否有特殊之軌道型式進行研發？以下即簡介價格為一般預力軌枕 2 倍之「梯型軌枕」與讀者分享，包括「道碴梯型軌道」與「浮動梯型軌道」。

(一) 道碴梯型軌道：

梯型軌枕是預力混凝土製的縱樑以鋼管連結成梯子狀的縱向軌枕，將成品用於道碴軌道就成為道碴梯型軌道。

1、其優點可分為下列 2 項：

- (1) 維修週期可大幅延長。
- (2) 具高強度的橫向挫曲穩定性。

2、使用用途：

- (1) 一般道碴區間的省力化軌道。
- (2) 橋台內側等處的錯接對策。
- (3) 可將長焊鋼軌用於急曲線。
- (4) 可大幅減少平交道及伸縮接縫的維修。
- (5) 隧道內道碴軌道的維修週期可大幅延長。

3、目前鋪設實績：東日本旅客鐵道、橫濱高速鐵道、南海電鐵、小田急電鐵、神戶電鐵、西武鐵道、京阪電鐵、近畿日本鐵道、東京急行電鐵、相模鐵道、京成電鐵、京王電鐵、長野電鐵、神戶交通局、名古屋鐵道、阪堺電氣鐵道、北總鐵道、東武鐵道、大阪市交通局



西武鐵道新宿線



小田急電鐵小田原線 踏切部
道碴梯型軌道

(二) 浮動梯型軌道：

浮動梯型軌道是在梯型軌枕下，以等間隔將類似低鋼性彈簧的防振裝置或防振材料作支撐，使成為浮起於混凝土路盤上的結構，成為輕型防振軌道。

1、其優點可分為下列 4 項

- (1)消滅結構物的噪音。
- (2)可強化結構物邊界的軌道。
- (3)可大幅縮短軌道鋪設的工期達到低廉化。
- (4)因輕量、防振可使高架橋/橋梁經濟化及高耐震化。

2、使用用途：

- (1)一般高架橋/橋梁區間的防振軌道。
- (2)新設路線及混凝土路盤上道碴軌道的直結化。
- (3)取代版式軌道。

3、目前鋪設實績：北海道旅客鐵道、東日本旅客鐵道、九州旅客鐵道、首都圈都市鐵道、京濱急行電鐵、小田急電鐵、神戶電鐵、南海電鐵、京阪電鐵、京成電鐵、長野電鐵、京王電鐵



JR 北海道學園都市線



JR 東日本東海道線



(1)丸型防振裝置



(2)角型防振裝置



京王電鐵京王線
(3)L 形台座防振材式



小田急電鐵小田原線
(4)韌性台座防振材式

浮動梯型軌道

六、無人駕駛膠輪系統及懸吊式單軌系統參訪

(一)東京新交通臨海線(百合海鷗號)無人駕駛膠輪系統

1、百合海鷗號概述：

東京臨海新交通臨海線（海鷗線）為中型載客量全自動無人膠輪軌道系統，由東京中心的新橋站為起點、經由汐留、竹芝、日之出、芝浦碼頭，再經彩虹大橋後進入台場、青海及有明區後到達臨海新區的豐洲。全線皆為高架，總長為 14.7 公里，是為支撐臨海新區發展而興建的公共運輸系統。本系統總工程經費 2,127 億日圓，東京都出資 1,437 億日圓(基礎部份國家有獎助措施)，百合海鷗號公司則出資 690 億日圓。目前持股情形為東京臨海開發事業有限公司(TOKYO RINKAI HOLDINGS Co., Ltd.)99.9%，東京都 0.1%，資本額 137 億 5697.4 萬日圓，並由百合海鷗號公司營運。



2、興建概要

本系統於 1989 年 3 月動工，1995 年 11 月完成新橋至有明路段並營運，復於 2006

年3月由有明延伸至豐洲，並營運迄今。經百合海鷗號公司人員說明，延伸線興建當時曾遭民眾質疑與抗議，惟營運之後即未再聞抗議聲音。

本系統除行走於陸地外，並跨行於臨海地區，爰須適用「鐵路事業法」及「軌道法」等兩種法律，概述如後。

- (1)鐵路事業法：不適用於道路法而在道路上的路線；在獲前交通省認定適用於「鐵路事業法」後，其相關基礎設施(infrastructure)整備由東京都港灣局施作完成。
- (2)軌道法：依道路法設在道路上的路線；在獲前交通省認定適用於「軌道法」後，其相關基礎設施(infrastructure)整備由東京都建設局施作完成。
- (3)至於出入庫（基地）線則適用於「軌道法」，但視為基礎以外設施，由百合海鷗號股份有限公司整備完成。也就是，基礎設施包括軌道的支承柱、橋桁、橋面版及車站結構體皆由東京都興建，而百合海鷗號公司則負責電力、號誌、通信設施、車輛、車輛基地及基礎結構的外觀裝修。





運 費 表

上段:成人票
下段:兒童票 (單位:日圓)

U 01	新橋	180 90	180 90	240 120	240 120	310 160	310 160	370 190									
1	U 02	汐留	180 90	180 90	240 120	310 160	310 160	370 190									
4	2	U 03	竹芝	180 90	180 90	240 120	310 160	310 160	370 190								
6	4	1	U 04	日之出	180 90	240 120	310 160	310 160	370 190								
7	6	3	1	U 05	芝浦碼頭	240 120	240 120	310 160	310 160	370 190							
13	11	8	7	5	U 06	台場海濱公園	180 90	180 90	240 120	240 120	240 120	240 120	310 160	310 160	310 160	310 160	
15	13	10	9	7	1	U 07	台場	180 90	180 90	240 120	240 120	240 120	240 120	310 160	310 160	310 160	
16	15	12	10	9	3	1	U 08	船舶科學館	180 90	180 90	240 120	240 120	240 120	310 160	310 160	310 160	
18	17	14	12	11	5	3	1	U 09	電信中心	180 90	240 120	240 120	240 120	240 120	240 120	240 120	
20	19	16	14	13	7	5	4	2	U 10	青海	180 90	180 90	240 120	240 120	240 120	240 120	
22	21	18	16	15	9	7	6	4	2	U 11	國際展示場正門	180 90	180 90	240 120	240 120	240 120	
24	22	20	18	16	11	9	7	5	3	1	U 12	有明	180 90	180 90	180 90	240 120	
26	24	21	20	18	12	11	9	7	5	3	1	U 13	有明網球森林公園	180 90	180 90	180 90	
28	26	23	22	20	14	13	11	9	7	5	3	2	U 14	市場前	180 90	180 90	
29	27	25	2	2	16	14	12	10	8	6	5	3	1	U 15	新豐洲	180 90	
31	29	27	2	21	18	16	14	12	10	8	7	5	3	2	U 16	豐洲	180 90

所 用 時 間 表 所用時間(分)

3、營運公司概要

- (1)公司名稱：百合鷗株式會社
- (2)創立日期：昭和 63 年 4 月(1988 年)
- (3)總公司：東京都江東區有明 3 丁目 13 番 1 號
- (4)負責人：
- (5)資本額：137 億 5697.4 萬円(目前持股情形為



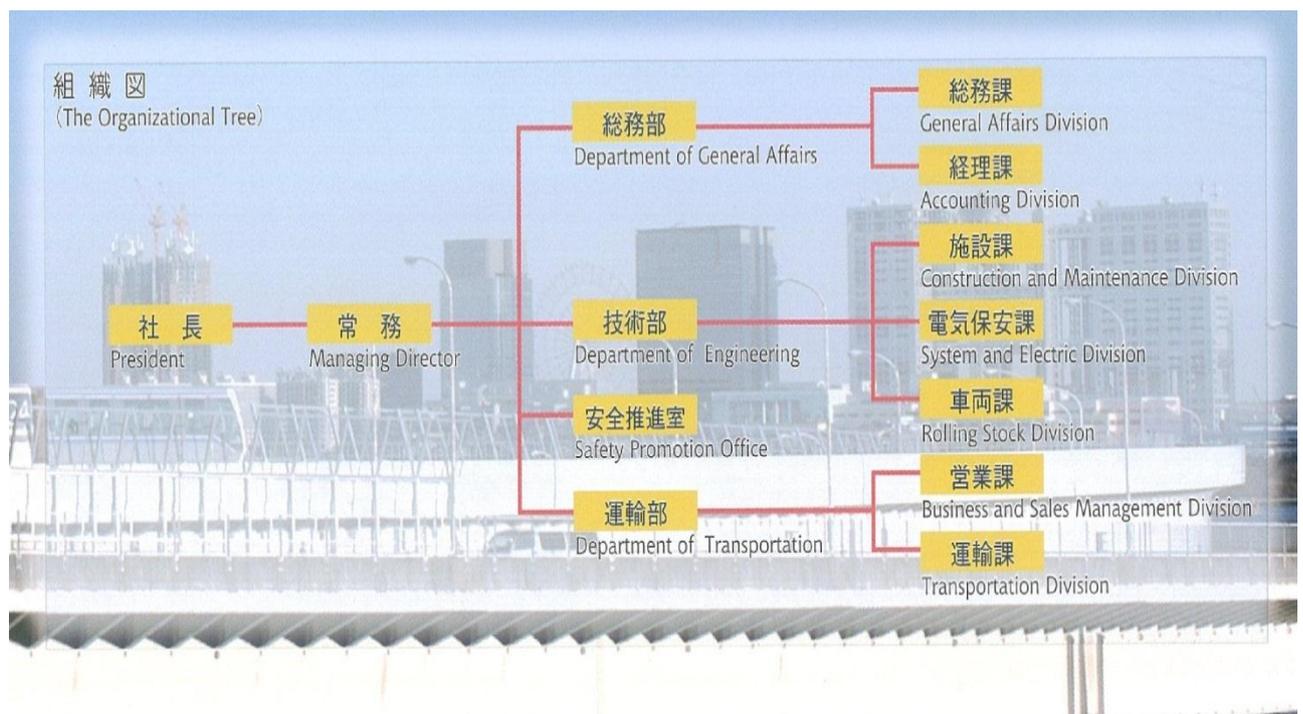
東京臨海開發事業有限公司(TOKYO RINKAI HOLDINGS Co., Ltd.)99.9%，東京都 0.1%)

- (6)總工程費：2127 億円，東京都出資 1437 億円(基礎部份國家有獎助措施)，百合海鷗號公司則出資 690 億円。

- (7)經營區間：新橋~豐洲間，全線長度 14.7km(共有 16 個車站)

(8)公司大事記：

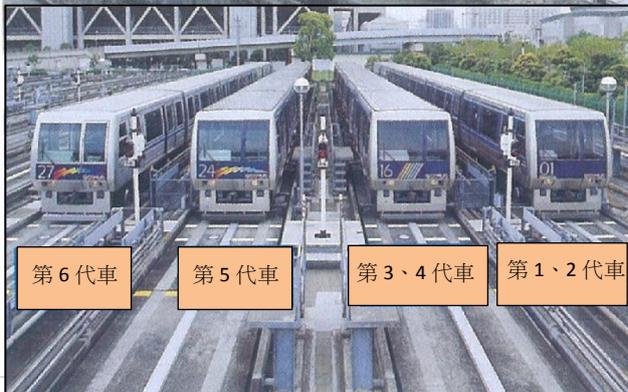
- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1982 年(昭和 57 年 12 月) | 第 1 次東京都長期計畫確定納入新交通臨海線計畫 |
| 1988 年(昭和 63 年 4 月) | 東京臨海新交通株式會社成立 |
| 1988 年(昭和 63 年 11 月) | 取得東京新交通臨海線經營特許資格 |
| 1989 年(平成 元年 3 月) | 新建工程開始 |
| 1995 年(平成 7 年 11 月) | 新橋~有明間開始營業 |
| 1998 年(平成 10 年 4 月) | 公司名稱變更為百合鷗株式會社 |
| 2001 年(平成 13 年 3 月) | 新橋(本站)站開始營運 |
| 2002 年(平成 14 年 11 月) | 汐留站開始營運 |
| 2006 年(平成 18 年 3 月) | 有明~豐洲間開始營運(延伸段) |
| 2007 年(平成 19 年 8 月) | 重新納入東京臨海開發株式會社子公司 |



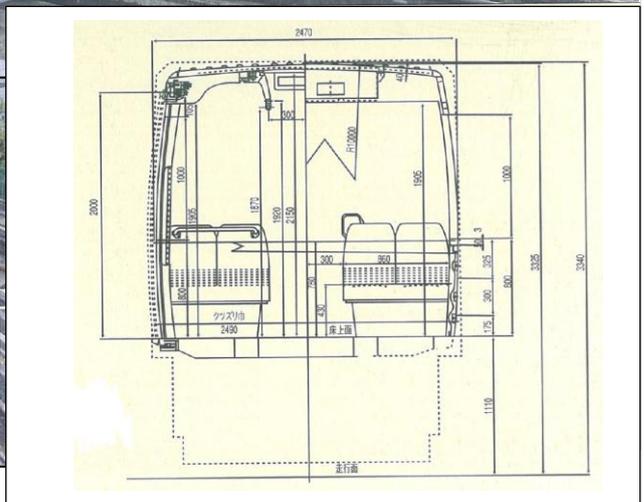
4、百合鷗號列車介紹：

百合鷗號（日語：ゆりかもめ；又常譯為「百合海鷗號」），正式全名東京臨海新交通臨海線「百合鷗號」(東京臨海新交通臨海線「ゆりかもめ」, Tokyo Waterfront New Transit "Yurikamome")，列車為無人全自動作業系統 ATO 操控，以 6 車車廂編成，每列的載客量約為 350 人。

東京臨海新交通只使用百合鷗 7000 系電聯車(日：ゆりかもめ 7000 系電車)，但根據製造批次的不同，實際上有六種硬體細節與外觀造型稍有不同的亞型存在。



車輛車型演進



車體斷面圖



第 6 代車廂位置配置

第 3-5 代車廂位置配置

第 1-2 代車廂位置配置

控制台(開啟)

控制台(關閉)

車廂座位配置



集電刷



導輪



轉向架



防爆輪胎

車輛主要構成組件

5、系統構成：

電力設備分成變電設備及電路設備，這些設備所供應的電力有驅動電車行駛的「電車用電力」及維持信號通信設備、車站、車輛基地等鐵路設施所需的「相關設備用電力」。

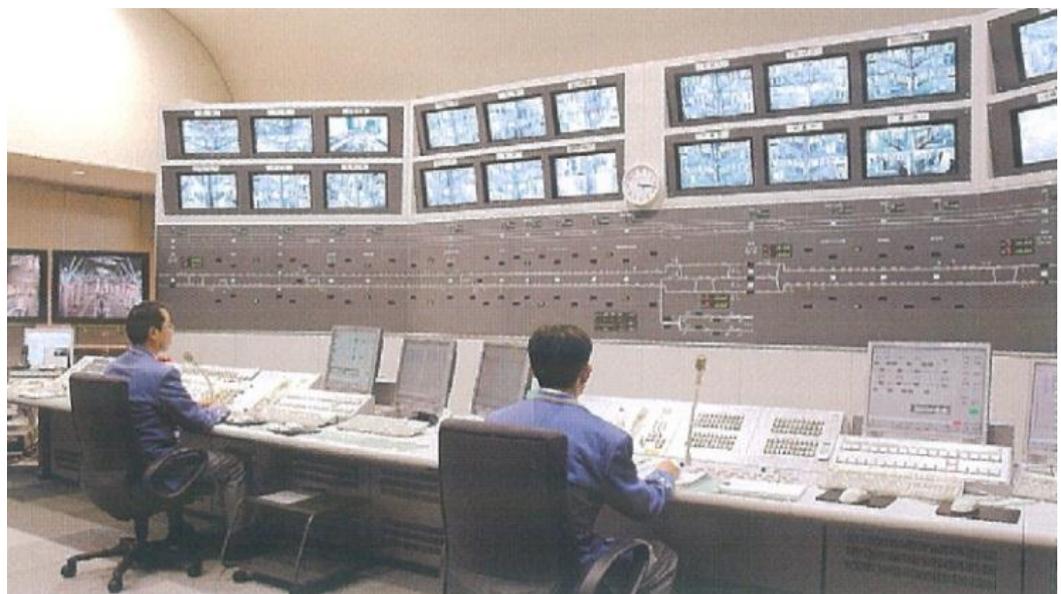
確保運行安全的信號保安設備由列車檢知裝置（TD）、自動列車控制裝置(ATC)、列車集中控制裝置(CTC)、連動裝置及信號電源裝置所構成。

為實行列車自動運轉所使用的 ATO 車上裝置，是藉由地上及車上的 ATO 數據傳送裝置及車站 ATO 控制裝置的連動，來控制列車的行駛/停止、進站時車(月台)門的開關及列車的出發等。

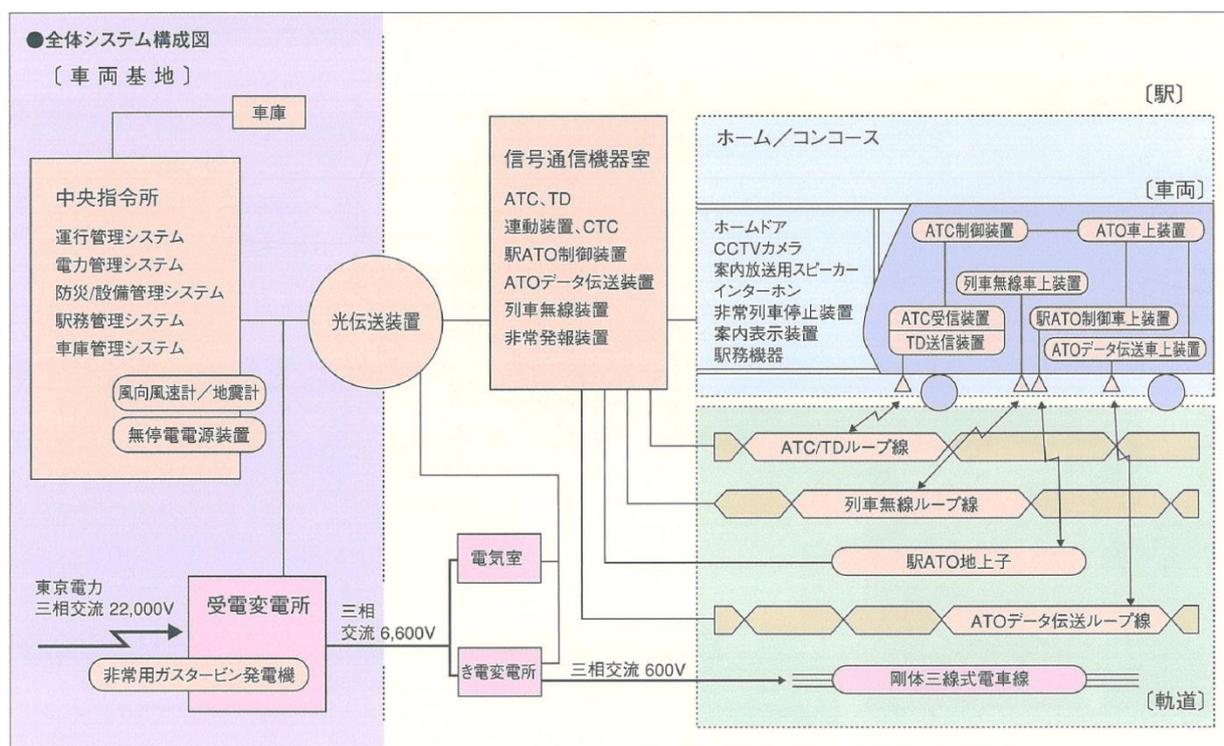
防災及旅客的安全監控、通報、顯示等，則以容易判別、可流暢對應來充分設置，此外也有考量停電所需的備用緊急發電機、緊急時的車輛通報及疏散。而在中央控制室(指令所)設有綜合管理系統，以對運行、電力、防災、站務、車庫(基地)等作有效的管理。



中央控制室(指令所)



6、綜合管理系統：百合海鷗號是以全自動無人駕駛來進行安全、快速及舒適的運行，而這個系統是由電力、信號保安、自動運轉、通信等各項設備及統合這些設備的綜合管理系統所構成。



(1) 運行管理系統：

運行管理系統是為確保列車能流暢運行，將自動列車運轉設備、信號通信設備、電力設備及防災、設備管理系統相互連結，涵蓋範圍包含出入庫線及主路線，將運行班表管理、行進路線控制、行車資訊的廣播及顯示、列車行進控制及狀態監控、各種運行紀錄等予以集中管理，是以運行管理電腦及列車集中控制裝置為中心所構成的系統。

運行管理系統是經由 ATO 車站數據傳送裝置，在固定週期對全部列車的狀態進行監控，同時根據運行班表對列車施予必要的控制指令。也可由中央控制室(指令所)的運行管理桌對選定列車或所有列車下達各種指令。

百合海鷗號的運轉，通常是依預設在運行管理系統中的施行班表來進行，但若有臨時需要增加輸送能力時，可由電腦自動作成能滿足必要輸送能力的班表，並當做該日的施行班表使用。而為了能對無人駕駛的百合海鷗號發生異常狀況時做出處置，中央控制室(指令所)可直接將各種狀況顯示並直接做出必要的操作或下達指令。

(2) 電力管理系統：

電力管理系統是有考量能提升電力設備的運用效率及安全性所設置的系統。可對無人的變電所、電氣室及饋電開關所作狀態監控、遠端遙控及自動控制。本系統由遠端監視控制裝置、電力管理裝置、電力系統顯示盤及電力操作桌所構成，具有下列的機能：

- A、系統顯示：顯示系統的運用狀況。
- B、儀表顯示：顯示受電及饋電的電壓、用電量。
- C、機器的狀態顯示：顯示電力機器的狀態。

- D、機器的個別控制：以每個用電機具為單位作送/斷電控制。
- E、時程控制：可依設定的時程做電力機器的自動控制。
- F、自動重行送電控制：饋電方向斷電後自動重行送電控制。
- G、緊急控制：為讓光纖纜線作緊急發報的備份(backup)，該區的電源開關可自動開放。
- H、停電控制：停電時可由電力管理裝置將一般負載斷離。
- I、紀錄及列印：操作、狀態的紀錄及列印功能。
- J、計劃停送電：擁有可預先登錄操作機器的順序，經控制員的確認後，依序停止送電的機能。

(3)防災、設備管理系統：

防災、設備管理系統是為了確保百合海鷗號能安全的運行，於中央控制室所設置可藉由通信迴路對所有可能成為危害要因的各種異常狀況進行遠端監控的一個系統。其主要監控的項目如下：

- A、車站發生火災及站內設備異常：各站發生火警或電扶梯等站內設備異常時的警示。
- B、強風：沿線設有兩處及中央管理棟上所設置的風向風速計在超過一定值時加以警示。
- C、地震：地震計在超過一定值時加以警示。

(4)站務管理系統：

站務管理系統是將進出轉乘、車資結算等站內業務以省力化、無人化為目標，可於中央控制室所設置的站務管理桌對設於各車站的售票機、自動驗票機及車資結算機、定期票卷販賣機等進行遠端控制、監視的一個系統。

- A、機器遠端控制機能：由站務管理桌的按鈕對各站機器的電源開/關、運作開始/停止及開/關門等進行遠端控制。
- B、機器狀態監視機能：站務管理桌可收集各站機器的即時使用狀況或異常狀態的資訊，並在管理桌的監控畫面顯示。
- C、車票帳務輸出機能、收入管理系統：售票機的販售金額、自動驗票機通過人員等站務數據自動儲存於中央控制室的伺服器，可將每天各站的帳單輸出。
- D、保守機能：可以電腦光碟備份儲存資料、設定運輸費率等。

(5)車庫管理系統：

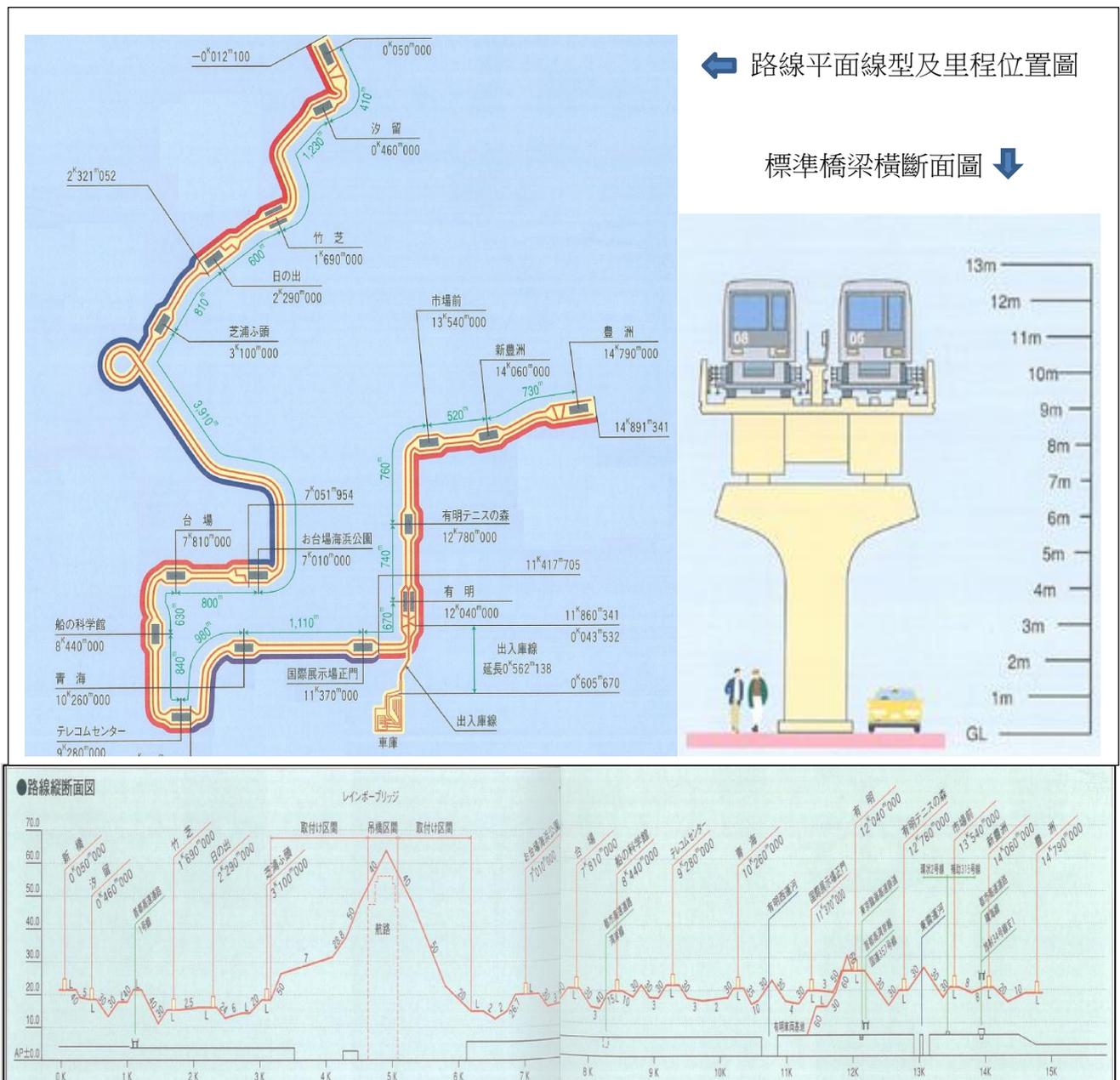
車庫管理系統是附屬於可提高車庫內車輛的出入庫、移動等作業效率的電子連動的一個系統，可自動設定車庫的出入庫動線、移動路線及移動號誌機。此外，因是以離線(Off-Line)化與本線連結，所以是一種不會干擾本線的班表的系統。該系統也藉由站內ATO控制裝置(車庫用)以自動運轉模式進行列車的出入庫及試行駛。另外，也藉由ATO數據傳送裝置(車庫用)來顯示車輛的狀態、故障警示等。而為減輕出庫時控制員的負擔，可先行輸入出庫計劃表，從停等線到出入庫檢查線的出庫動線的設定及車門開關試驗、行進方向轉換試驗等的出庫檢查，一連貫的流程都可自動處置。而若先行輸入入庫計劃表，入庫也可以由運行管理裝置發出入庫通知後，會同時自動設定入庫動線，依事先設定的停留線，從出入庫檢查線道停等線所有的移動信號機都會自動控制。

7、路線與線形概要

(1)路線概要：新交通臨海線是從新橋經彩虹大橋(Rainbow Bridge)到豐洲，全長 14.7 km 行駛時間約 31 分，全線均為高架雙線，共有 16 個車站。

(2)平面線形：百合海鷗號行走的路線為設置於道路上的專用軌道，是多曲線的結構，新橋~豐洲間的路線曲率半徑在 60m 以下（本線最小曲率半徑 45m）的地方就有 3 處，尤其在進入彩虹大橋前的環狀處，為獲得足夠的高程以曲率半徑在 133m 的環形，成為在自己路線上方再次交叉的結構。1995 年 11 月 1 日開始行駛，但開通當時只由新橋至有明站，直到 2006 年 3 月 27 日才全線開通。

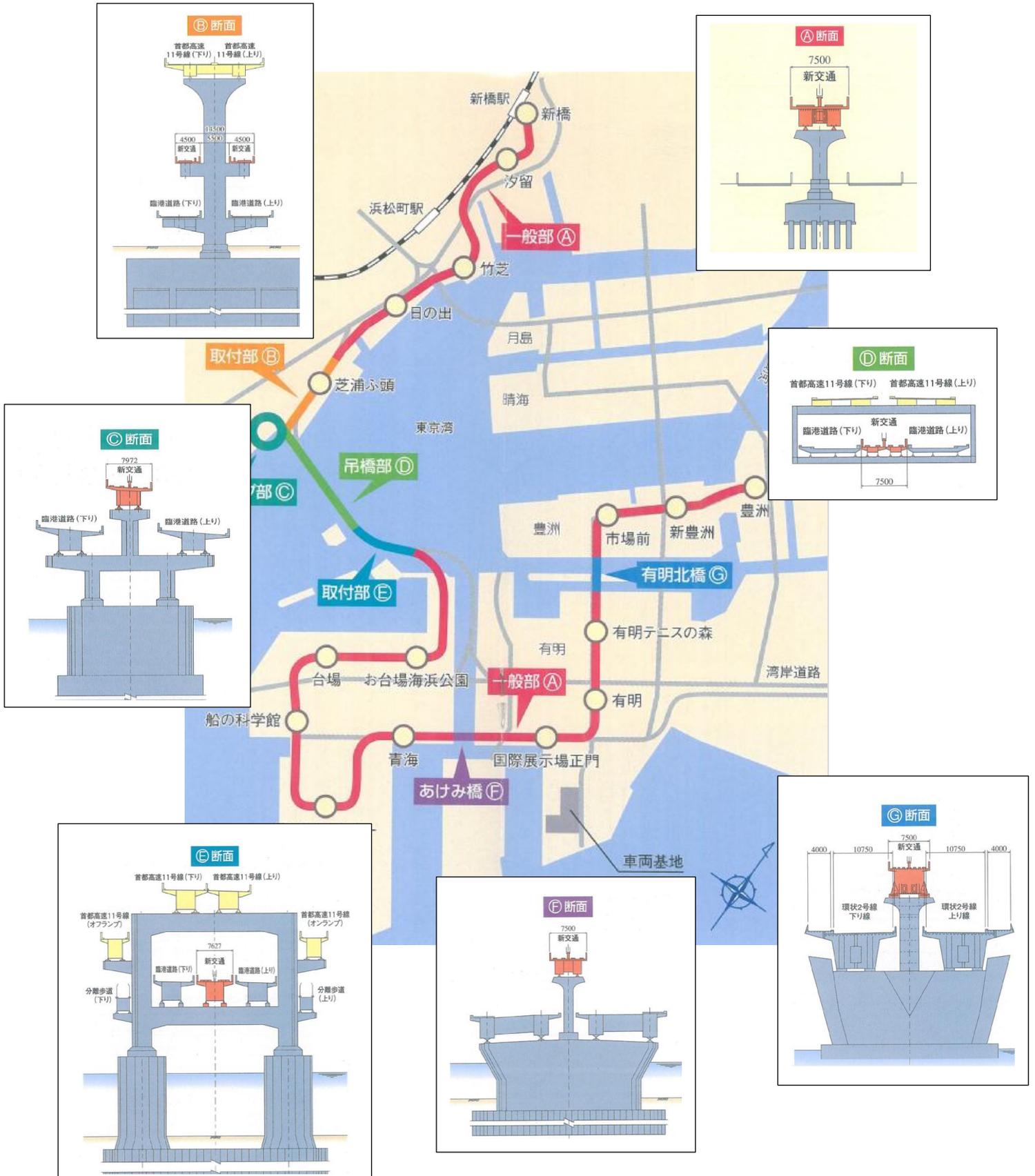
(3)縱斷線形：百合海鷗號的路線是全線高架的結構，最高處是在芝浦ふ頭站~台場濱海公園站間的彩虹大橋上有 AP+64.25m，此區間的最大坡度為 5‰（一般的鐵路使用的最大坡度為 3.5‰），以此坡度每行走 1m 可爬升 50 mm，亦即每行走 20m 可爬升 1m。



路線縱断面圖

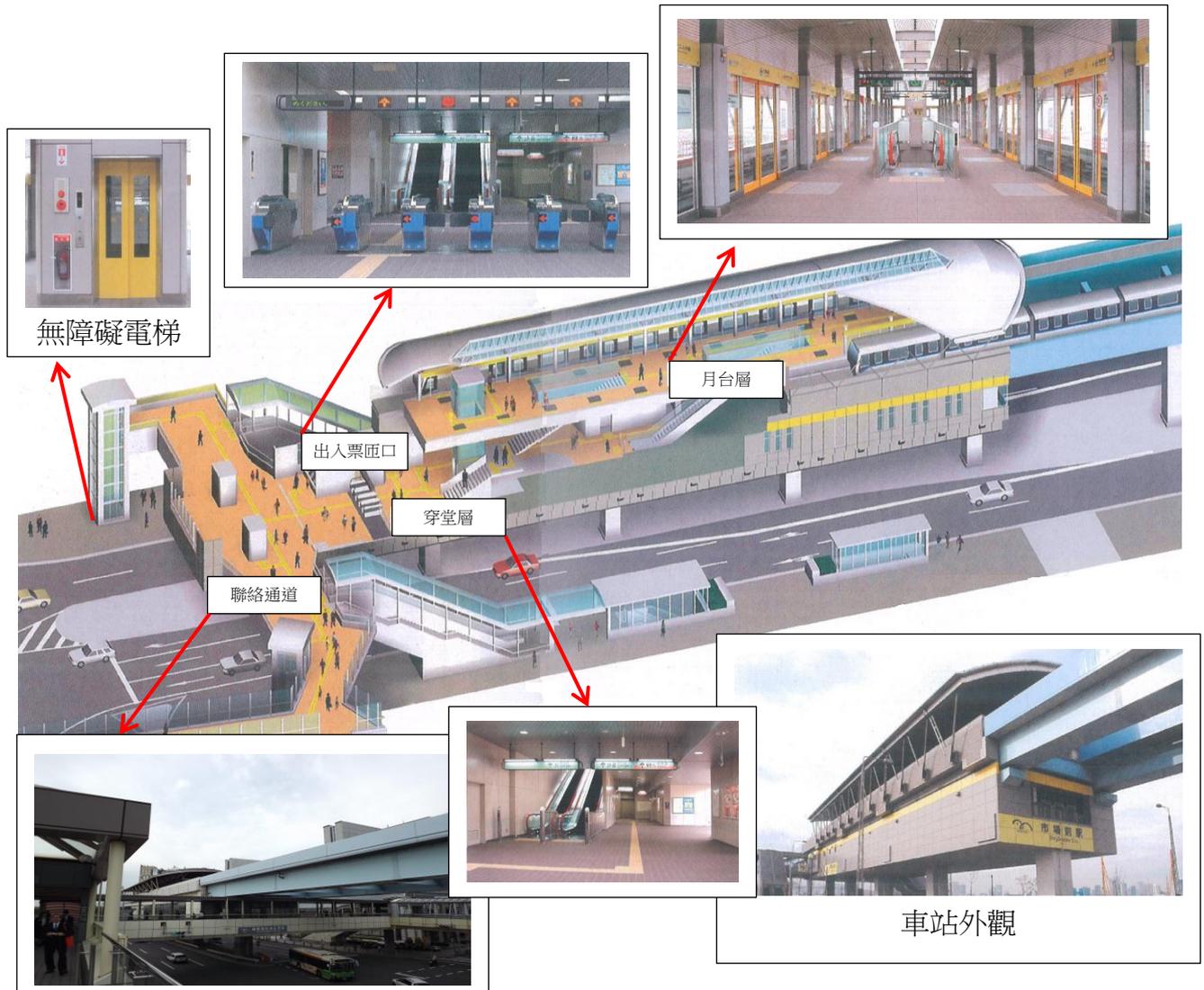
8、基礎結構物(Infrastructure)主要斷面圖：

百合海鷗號軌道的基本結構如 A 斷面所示，是為行駛在道路上方的專用高架軌道，而在芝浦ふ頭站~台場濱海公園站間的彩虹大橋上，因百合海鷗號與臨港道路、首都高速道路共用橋基，成為 B~E 斷面的 2~3 層結構的特殊斷面形狀。此種鐵公路共用路廊之規劃設計方式，值得參考。



9、車站設備：

百合海鷗號營運路線全部車站共有 16 站，所有站體皆為上、下兩層結構組成，上層為上、下行的列車月台層，下層為穿堂層，設有站務室、驗票閘門等設施，在穿堂層處設置聯絡通道跟周邊建築物或地面相連接。



月台層為確保旅客安全設有與列車門連動的月台門，以確保月台上的旅客與軌道隔離安全，另於月台層上設置顯示列車接近情形的資訊顯示看板，以提供旅客相關列車的目的地、開車時間、最近發車資訊及行駛狀況以簡明資訊。



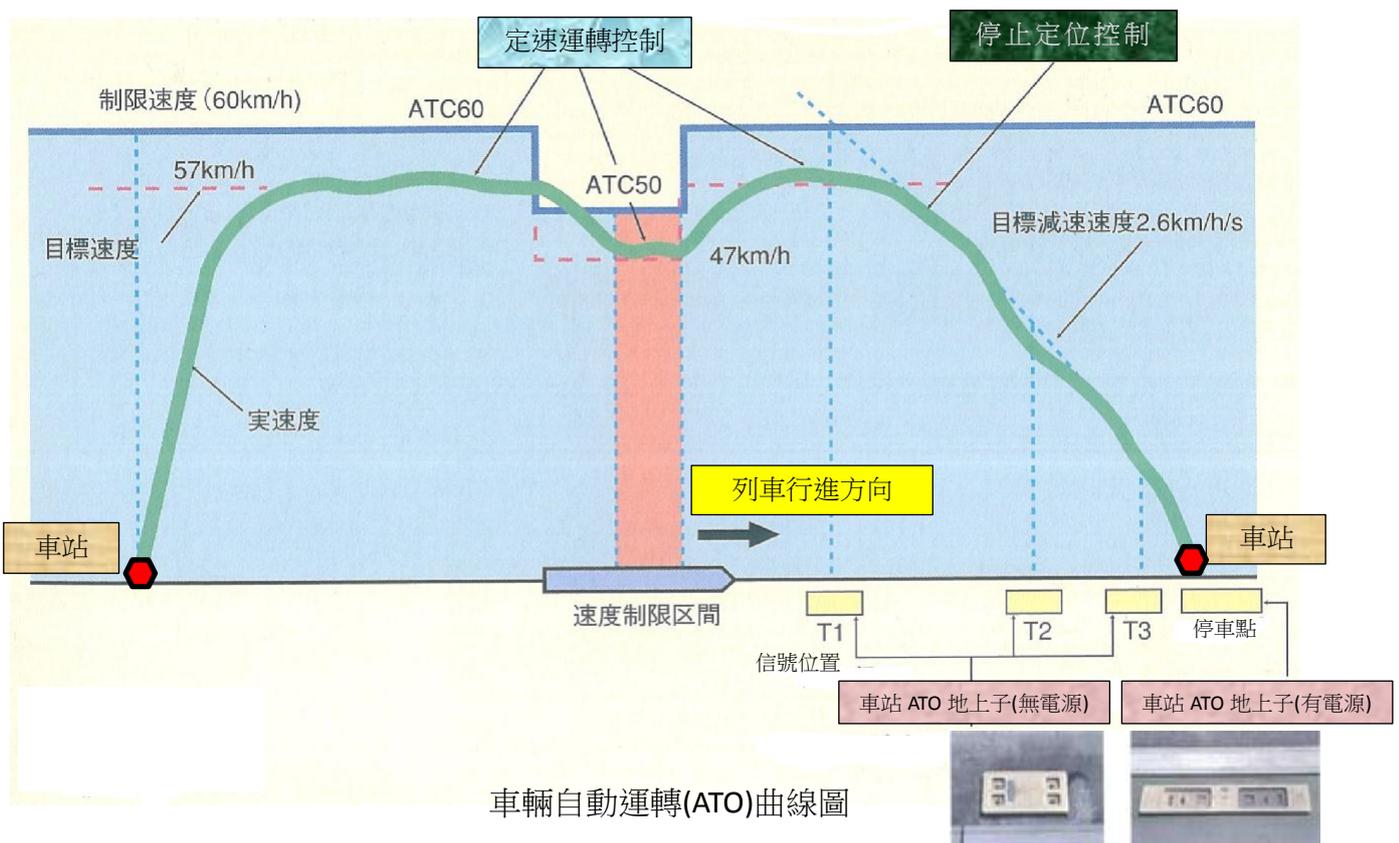
穿堂層設有自動售票機、自動驗票機及車資結算機。另外在新橋站、有明站及豐洲站設有自動定期票卷販賣機。

站務室的設置，基本上除新橋站、有明站及豐洲站外，都是以無人站的方式營運。因此，站體設備及防災機器(受信機)所擷取的資訊，除顯示在設於站務室的防災監視盤上外，亦同時轉送到中央控制室的防災、設備管理桌。此外，各站都設有內線電話操作盤、CCTV 監視器，可由各站直接監控、對應，而為對應緊急狀況，所有站務室內都設有站內廣播操作盤、指令電話分機、業務電話分機等設備。

10、自動運轉設備(ATO)：

百合海鷗號的車輛及除兩端終點站及有明站外，全部都是以無人，自動運轉的方式運行，所構成的是安全性、信賴性都相當高的一種系統。此系統是車站內之停車由設置於站內的無線信號機(transponder)來傳送，並透過車站 ATO 控制裝置來控制，車站間的行駛則由 ATO 車上裝置來控制。中央設備(運行管理系統等)基本上並不是直接參予列車的自動運轉，而是於監視及有異常時指令員才會對列車作介入控制。具體的控制順序以下列方式實施：

- (1)車站的定點停止控制：由設置在車站停止區前 240m、85m、10m 的無電源地上子將距離資訊傳送到 ATO 車上裝置，而後產生距離-速度的模式，依此模式以約 2.6 km/h/s 的平均減速停止於定點區。停止的精度為±550 mm。
 - (2)車站停車中的控制：停止於定點區是由車上取得的定點區的資訊，再經過車站 ATO 控制裝置的確認後，對列車門及月台門做連動式的開啓控制。而端點站則在與進出動線連動，以對列車的發進方向進行轉換控制。
 - (3)停車時間的控制：停車時間通常是根據運行管理系統的班表來進行管控，但如果運行管理系統有異常情況發生，備份的時間模式也會在經過一定時間後讓列車出發。
 - (4)車門的開關控制：運行管理系統對車站發送出發的控制命令後，車站的 ATO 控制裝置對車門做關閉的控制。
 - (5)出發控制：車門關閉、行進方向、動線形成、ATC Code、車輛正常、無出發抑止等，在驗證所有的出發條件成立後，車站的 ATO 控制裝置會發出出發的控制命令。
 - (6)車站間的行駛控制：ATO 車上裝置從車站 ATO 控制裝置接收到出發指令後，在驗證車輛的出發條件無誤後，依 ATC Code 進行定速運行的控制。
- ATO 的定速運行速度是比 ATC 信號 3 km/h，依 ATC 所給的信號分別有 57、47、37、27、17、12 km/h。



11、自動運轉監視及遠端控制：

車站停車中的自動運轉車輛的監視及遠端介入控制，是由指令所的指令員透過車站 ATO 的傳送裝置對車站 ATO 的控制裝置來執行，具有出發抑止、門的強制開關、頭燈、空調控制等介入控制的機能。包含站間的全線監視及遠端介入控制，則是透過使用引導迴路線的 ATO 數據傳送裝置來執行。主要的監視項目有列車停止狀態、控制狀態、機器故障狀態、煞車狀態等，主要的遠端介入控制有車站間指定臨時的速度限制、停車位置調整、緊急煞車的復原(Reset)、HB Reset、再出發等。此外 在日の出、お台場海濱公園、有明的區間也有以區間折返方是作自動運轉的機能。

12、車輛基地及系統功能表

(1)車輛基地概要：

車輛基地位於有明南側地區，基地內有中央管理棟、檢修棟、維修車庫等建築物及車輛的停留線、試駛線、出入庫線等，是本公司執行機能、車輛運行管理、車輛檢查、修繕業務的中樞設施。基地設施需具有以下的條件：

- A、需具有在基地內對全線的管理機能。
- B、收納車輛停留的能力 192 輛(6 輛編組共 32 編組)。
- C、基地的配置除出入庫車輛的操作要能順暢外，也要使基地空間能做有效活用。
- D、基地內車輛操作採用手動。
- E、車輛檢查分出入庫檢查、列車檢查、月檢查、重要部位檢查、整體檢查、臨時檢查來進行。
- F、需具備進行車輛檢查、修繕、維修所必要的檢修、洗車設備。

(2)自動檢查裝置概要：

自動檢查裝置是可在車輛編組的狀態下，對複雜且項目繁多的檢查，從操作桌就能以簡單、短時間且用人少地進行整體操作檢查的裝置。此外，也具有檢查精度高、無人為誤差所造成的測定誤差的高效率車輛整備能力。使用在月檢查、重要部位檢查、整體檢查、臨時檢查。

檢查的對象如下所列：配線情形(絕緣)、ATO 數據傳送車上裝置、駕駛台、ATO 車上裝置、列車檢知裝置、ATC 控制裝置、ATC 接收裝置、空氣壓縮機、主控制裝置、空氣壓縮機、車站 ATO 控制車上裝置、閉門裝置、列車無線車上裝置及整流裝置。

(3)基地詳細資料：

1.基地面積	56,650m ²		
2.設備	①中央管理棟	5樓 RC 結構	地板面積 7,952.97m ²
	②檢修棟	2樓 SRC 結構	地板面積 5,438.77m ²
	③維修車庫棟	2樓 SRC 結構	地板面積 698.74m ²
	④試運轉線	250 m 1 線	
	⑤停留線	13 線	
	⑥洗車線	2 線	
	⑦出入庫檢查台	1 處	
	⑧出入庫線	2 線	



(4)系統詳細表

軌道	引導方式	側面引導
	道岔型式	水平可動式引導板式
	行駛路面	混凝土鋪設一體成型或分離型，部分塗裝環氧樹脂表層
	路面加熱	坡度區及道岔段
電力	供電方式	3 相 600V 交流電
	電車線	AL/SUS 鋼體 3 線式
	變電所	受電 AC22kV/AC6.6 kV, 7500 kVA×3 饋電 AC6.6 kV/ AC600V, 750 kVA×3 3 處 1000kVAX2 2 處、1000kVAX3 1 處、1500kVAX2 5 處
	緊急用電	2000 kVA 瓦斯渦輪發電機
信號	閉塞方式	特殊閉塞式
	列車檢知方式	連續送授信式
	保全裝置	自動列車控制裝置(信號類別 60 50 40 30 20 15 01 02)
	連動裝置	第一種電力繼電連動裝置(車庫內為第一種電子連動裝置)
運行管理	自動運轉	分散控制方式
	ATO 數據傳送	高頻連續引導無線方式
	車站 ATO 傳送	電磁引導方式
通信	監視設備	CCTV(月台、穿堂、驗票機、沿線監視系統)
	整體傳送線路	光纖 LAN 方式
	列車無線	高頻引導無線方式
	聯絡設備	指令電話、業務電話、維修無線
	引導設備	自動引導廣播、目的地引導顯示
車輛	主要尺寸	車輛長 9m、車寬 2.47m、車高 3.34m
	乘客數	1~2 次車輛：352 人(座位 170 人)/編組，3~5 次車輛：338 人(座位 158 人)/編組，6 次車輛：308 人(座位 120 人)/編組
	最高車速	60 km/h
	最大加速度	3.5 km/h/s
	減速度	常用最大 3.5 km/h/s、緊急 4.5 km/h/s
	ATO 裝置	車上型式(Pattern) Fuzzy 控制 低加減速馬達
	主迴路	1~3 次車輛 Thyristor 相位控制(2 輛 1 組)、直流分捲電動機(110kW/輛)，4~次車輛 CI 控制(2 輛 1 組)、三相誘導籠形電動機
	煞車	電力回充煞車共用電力指令式直通煞車，安全煞車
	車廂	輕量不鏽鋼結構
	車台	平行連結式整組(Unit)台車、附中子式輔助輪橡膠輪胎(315/70R20)
	車站設施	電梯/電扶梯
月台安全裝置		月台顯示器及月台門
站務機器		自動驗收票機、自動售票機、自動結算機、定期票卷售票機(僅 3 站)

