

出國報告(出國類別:考察)

## 考察日本軌道建設技術之革新與應用

服務機關:交通部鐵道局北部工程分局

姓名職稱:馬金龍 正工程司兼隊長

葛樹邦 副工程司

派赴國家:日本

出國期間:112年11月6日至10日

報告日期:113年1月26日



# 目 次

壹. 摘要 .....	1
貳. 目的 .....	1
參. 行程 .....	1
肆. 觀摩與考察內容	
一、 澀谷車站東京地下鉄銀座線涉谷車站車 庫線切換 .....	2
二、 JR 澀谷車站第五次軌道切換工程 .....	6
三、 合成枕木製造工廠參訪-日本積水滋賀栗 東工廠及日本積水京都研究所 .....	11
四、 軌道技術展 .....	20
五、 品川車站改建 .....	32
六、 阪急電鉄京都線・千里線立体交叉高架 工程 .....	39
伍. 心得及建議 .....	43
陸. 後記 .....	49



## 壹.摘要

依據交通部鐵道局 111 年 6 月 24 日鐵道人字第 1110014325 號函(交通部鐵道局 112 年年度派員出國計畫)辦理，前開出國計畫本處擬以該計畫項目 4 之「考察日本軌道技術之革新與應用」為考察重點，依計畫選派 2 人，出國天數 5 天，擇定於 112 年 11 月 6 日至 11 月 10 日安排出國行程，俾作為本分局執行桃地計畫之國外技術新知參考此次出國計畫考察人員，本分局派第二工程隊馬隊長金龍與葛副工程司樹邦。另為利桃園鐵路地下化設計顧問執行工作與本次行程順遂，由中興工程顧問股份有限公司軌道一部結構組長嚴和熙及土木軌道工程師葉建廷，與台灣世曦工程顧問股份有限公司鐵道部邱文峰副理等協同本分局完成本次考察參訪。

## 貳.目的

眾所皆知，日本是目前鐵道系統密度最高的國家，其軌道工業發展歷史悠久，產品優良與技術先進，其市場需求廣大與敬業精神是重要因素。本分局職掌鐵道工程興建任務，肩負設計與施工，雖已累積有相當經驗與實務，並且完成多項重大建設，績效顯著良好，然而秉持精益求精追求進步，對外觀摩考察是最好的方式，爰有本次的奉派成行，以日本為取經的對象。

## 參.行程

月	日	起訖地點	工作紀要
11	6	台北-東京	中午抵達東京市區，下午參訪東京地下鐵涉谷車站端末車庫線與 JR 涉谷車站改建工程現況
	7	東京滋賀東京	拜訪滋賀縣積水化工參訪合成枕木製造工廠
	8	東京千葉東京	軌道技術展瞭解新型技術與產品

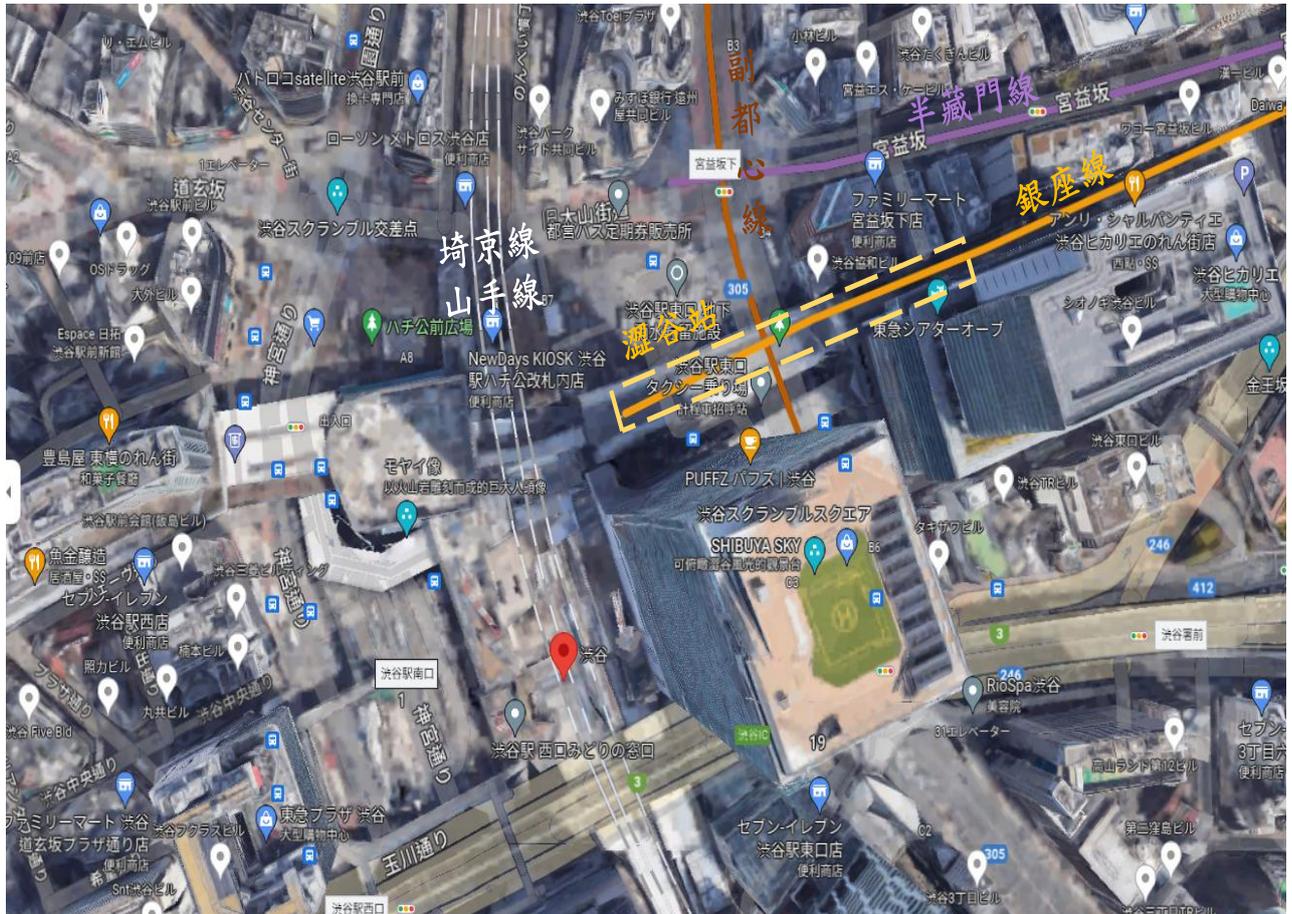
	9	東京-大阪	繼續技術展瞭解新型技術與產品，下午參觀品川車站改建現況後前往大阪
	10	大阪-桃園	參觀阪急電京都線與千里線立體交叉工程午後搭機返台

## 肆.觀摩與考察內容

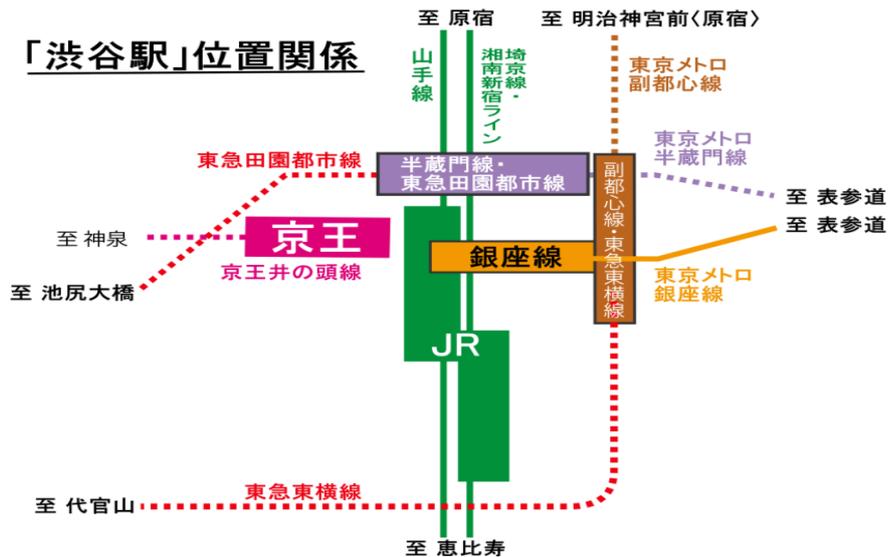
### 一、 澀谷車站東京地下鉄銀座線澀谷車站車庫線切換

#### (一)、位置:

東京地下鐵銀座線之澀谷車站，為一端末車站，且為銀座線唯一之高架車站，鄰近 JR 山手線及埼京線，同時亦可轉乘地下鐵半藏門線(直通東急田園都市線)及副都心線(直通東急東橫線)。



東京地下鐵銀座線澀谷車站位置



澀谷各站位置關係圖 (銀座線、埼京線移動前)

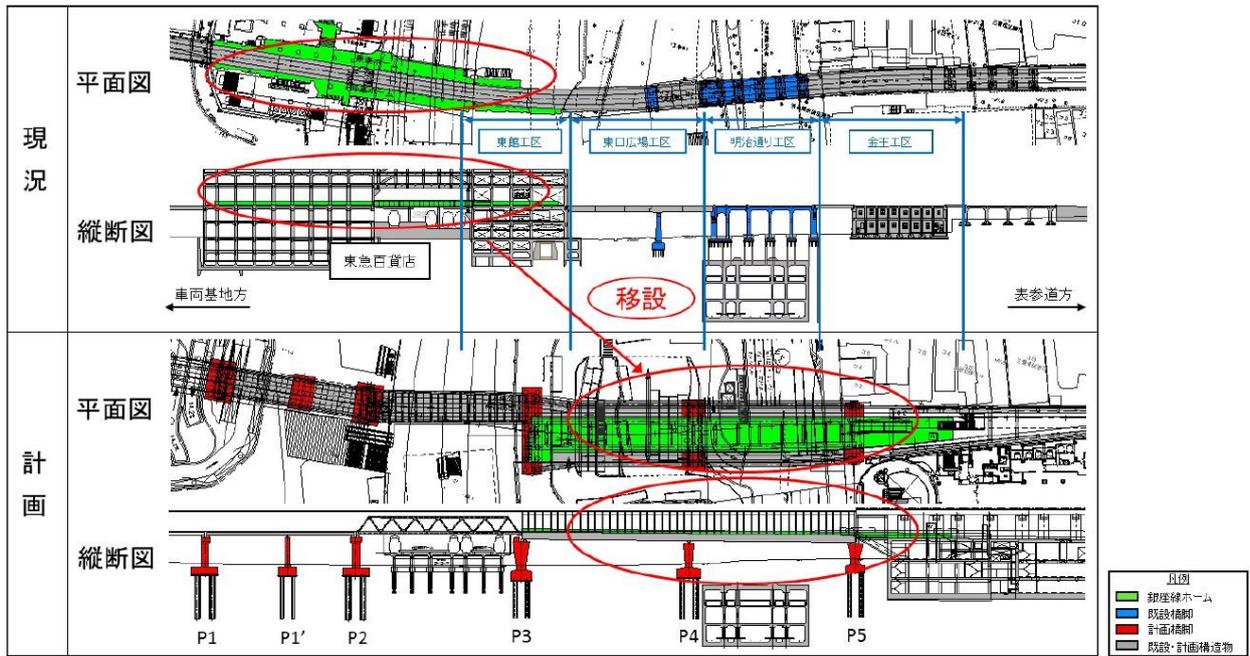
## (二)、工程內容概述:

### 1. 工程介紹：

- (1) 東京地下鐵銀座線澀谷站，隨著東京地下鐵副都心線及東急東橫線之開通，澀谷車站重心由 JR 山手線轉移至澀谷站東口巴士總站。
- (2) 澀谷車站原有月台位置於山手線正上方，限制擴建，同時為解決副都心線、半藏門線轉乘不便之困擾，東京地下鐵決定將整個銀座線東移 130 公尺至東口巴士總站上方，同時進行車站及大樓之重建；月台型式從原有的二個岸壁式月台改建為一個 12 公尺寬的島式月台，並透過設置於新月台兩端之城市核心區域與轉乘大廳，加強與其他路線之連結，以簡化轉乘路線和使通行路線無障礙，解決澀谷車站長期以來的問題。
- (3) 原有銀座線高架橋為很久以前所建造，受限於早期施工技術，高架橋之跨距不能太長，因此東口巴士總站內矗立許多橋墩，利用這次改建工程的機會改建高架橋，將原有的 7 座橋墩合併為 3 座橋墩，同時也可改善地面交通，並採先建後拆之方式進行施工。
- (4) 軌道部分，配合島式月台新建，透過三次軌道切換完成軌道移設，並於靠近表參道方向處新設剪式橫渡線以增加營運效率，新建車站部分考量合成軌枕質量輕、施工便利、對橋梁負載較小亦有美觀作用等優點，故新車站內皆採用合成軌枕。

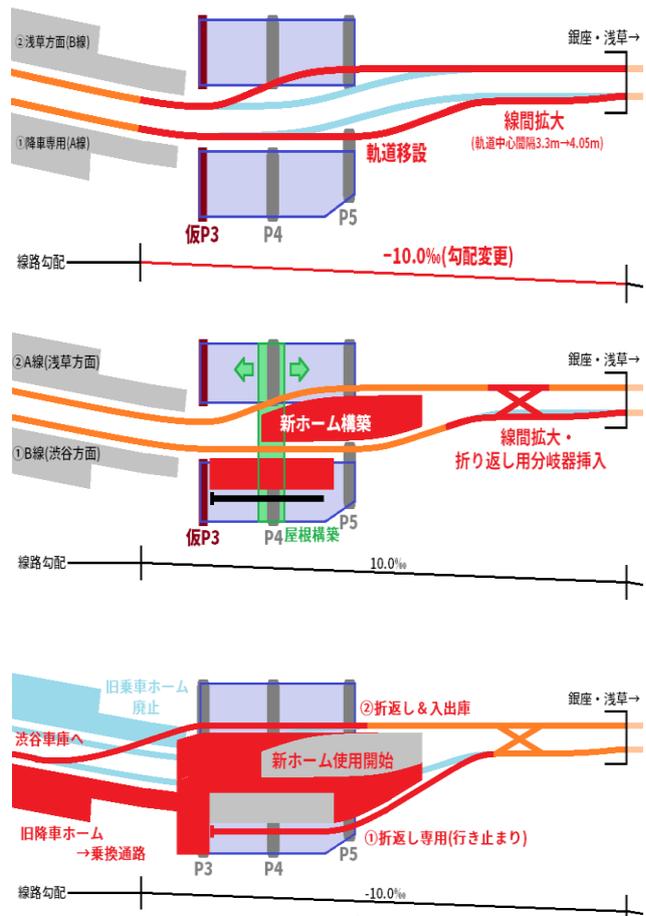
### 2. 銀座線澀谷車站高架橋施工程序:

- (1) 工程開始前之原有斷面圖。
- (2) 設置工程梁及臨時軌道。
- (3) 施築臨時橋橋墩，並新建永久高架橋南側橋墩，並進行第一次軌道切換。
- (4) 新建永久高架橋北側橋墩，並架設永久橫梁及縱梁結構。
- (5) 進行第二次軌道切換，並拆除臨時軌道版及既有高架橋。
- (6) 進行第三次軌道切換並架設車站屋頂、設置設備。

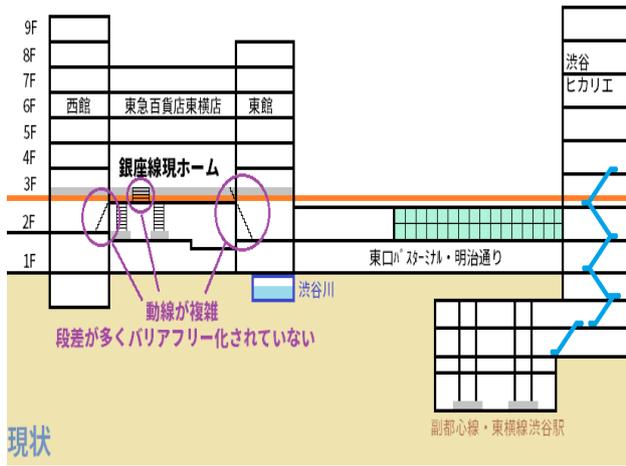


計画平面縦断面図

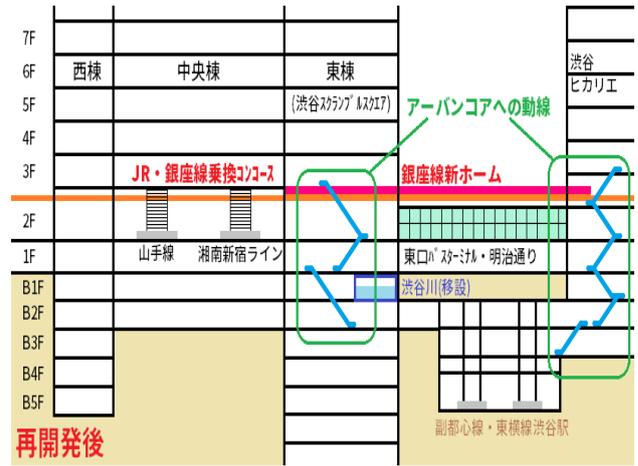
東京地下鉄銀座線澀谷車站移設工程概要圖(取材於東京地下鐵網站)



澀谷車站新建月台施工步驟及軌道切換示意圖(取材於東京地下鐵網站)



現状



再開発後

澀谷車站移設前

澀谷車站移設後

澀谷車站移設前後轉乘動線示意圖 (取材於東京地下鐵網站)

### 3. 參訪照片



左側為舊有岸壁式月台作為現行旅客轉乘 JR 之臨時通道，軌道切換後軌道工程梁尚未拆除完成。



欄杆間為現有營運軌道，列車由該股道直接進維修車廠，右側為山手線共構大樓，未來臨時通道將與右側共構大樓將由軌道上方通過。



站內現況，靠近 JR 澀谷站轉乘之札口，月台永久鋪面皆已完成。



站內現況，新建月台寬度增加，解決以往澀谷車站人流擁擠問題。



月台右側股道，軌枕採用合成軌枕



月台右側股道，列車進站後直接進車廠駐車或簡易維修；軌道左側為軌道切換尚未拆除完成之軌道。



日本信號株式會社的林新財係長及森下裕經理  
解說銀座線澀谷車站 2 期改建工程之過程。

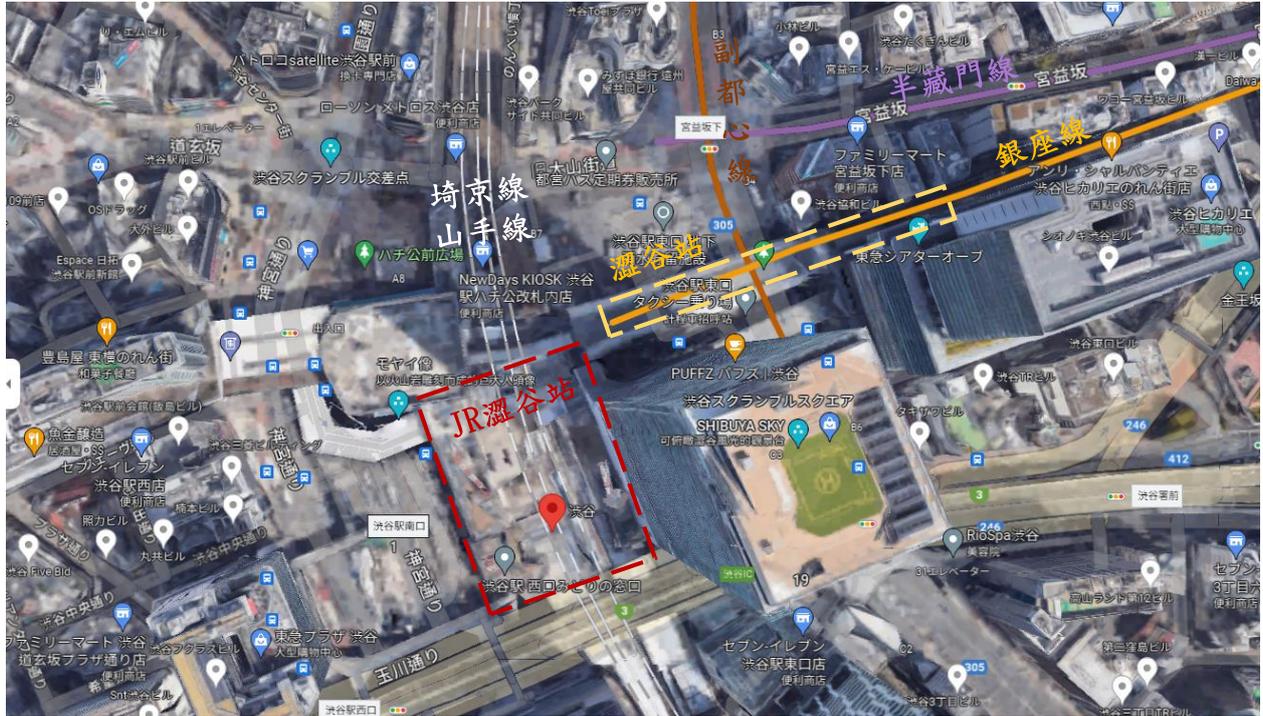


由馬金龍隊長代表交通部鐵道局北部工程分局  
感謝日本信號對這次日本東京軌道技術考察行  
程之協助。

## 二、JR 澀谷車站第五次軌道切換工程

### (一)、位置:

JR 東日本澀谷車站，鄰近東京地下鐵銀座線，JR 山手線及埼京線月台現況皆為高架島式月台。



JR 澀谷車站位置

## (二)、工程內容概述:

### 1. 工程介紹:

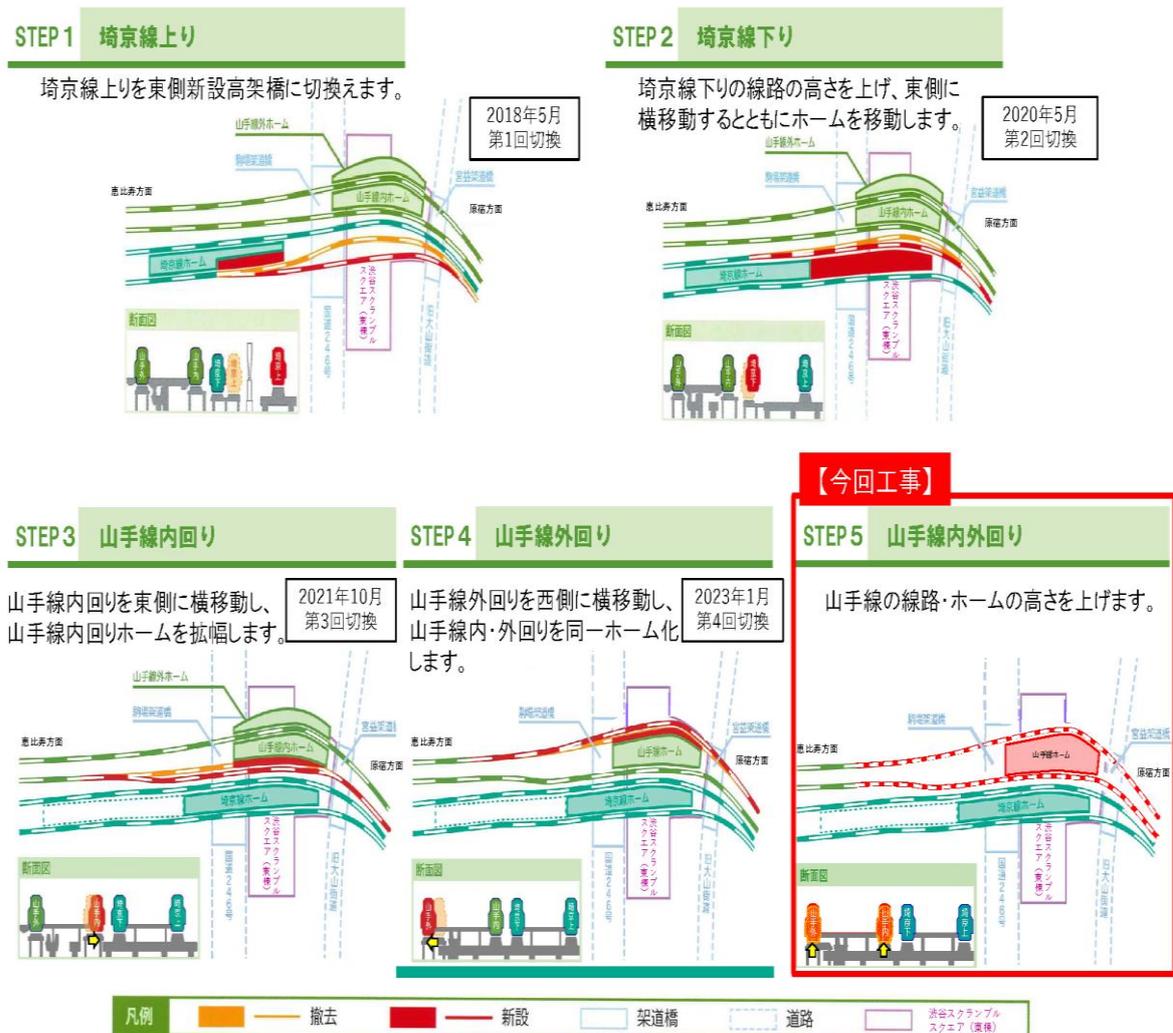
- (1) JR 澀谷車站 2015 年~迄今，配合車站大規模改善工程共經歷過四次軌道切換，將於 112.11.18~11.19 進行第五次軌道切換。
- (2) 前四次軌道切換主要調整埼京線軌道高度及月台位置與山手線軌道及整合內外環線月台。
- (3) 第五次軌道切換為澀谷站將進行山手線內外軌道轉換工程，並將山手線之軌道及月台抬高，此次為最後一次軌道切換，今後將開始車站大廳及共同開發大樓之擴建工程。
- (4) JR 澀谷車站改建工程完成後，車站東西自由通道亦可調整為淨高 2.6 公尺且無上下坡道，(改善前
- (5) 山手線 112.11.18 運行計畫:
  - A. 外環線部分:
    - a. 大崎站→澀谷站→池袋站之間所有列車將於 112.11.18 停運。
    - b. 大崎站返回東京方向列車(池袋站→東京站→大崎站)，白天約每 10 分鐘一班，約為正常班次之 30%~40%。
  - B. 內環線部分:
    - a. 池袋站→澀谷站→大崎站之間列車，白天約每 5 分鐘一班，約為正常班次之 70%。
    - b. 大崎站→東京站→池袋站之間列車，白天約每 3 分鐘一班，正常班次不減班。
- (6) 山手線 112.11.19 運行計畫:
  - A. 外環線部分:

- a. 大崎站→東京站→池袋站之間列車，白天約每5分鐘一班，約為正常班次之70%。
  - b. 池袋站→澀谷站→大崎站之間列車，白天約每3分鐘一班，正常班次不減班。
- B. 內環線部分:
- a. 池袋站→澀谷站→大崎站之間所有列車於112.11.19停運。
  - b. 池袋站返回上野方向列車(大崎站→東京站→池袋站)，白天約每10分鐘一班，約為正常班次之30%~40%。

2. JR 澀谷車站五次軌道切換作業說明：

- (1) 2018年5月:埼京線月台加寬、上行線改行駛於東側新建的高架橋。
- (2) 2020年5月:埼京線下行線軌道高度將升高，水平向東移動，車站月台北移。
- (3) 2021年10月:山手線內環線股道向東移動，並拓寬山手線內環線月台。
- (4) 2023年1月:山手線外環線股道西移，山手線內外環將做成同一月台(原為兩岸壁式月台)。
- (5) 2023年11月:山手線軌道和月台的高度將會提高約20公分(抬高後與埼京線等高)。

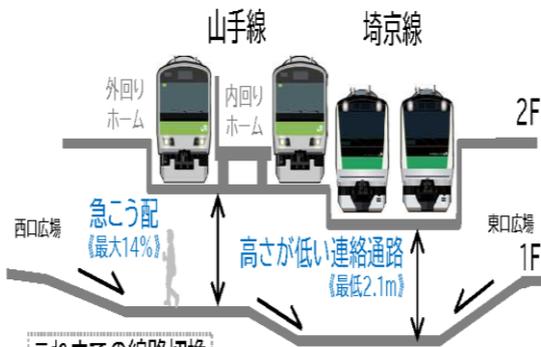
■澀谷駅における線路切換工事ステップ



JR 澀谷站五次軌道切換施工步驟示意圖(取材於 JR 東日本網站)

# ■ 今回の線路切換工事の概要

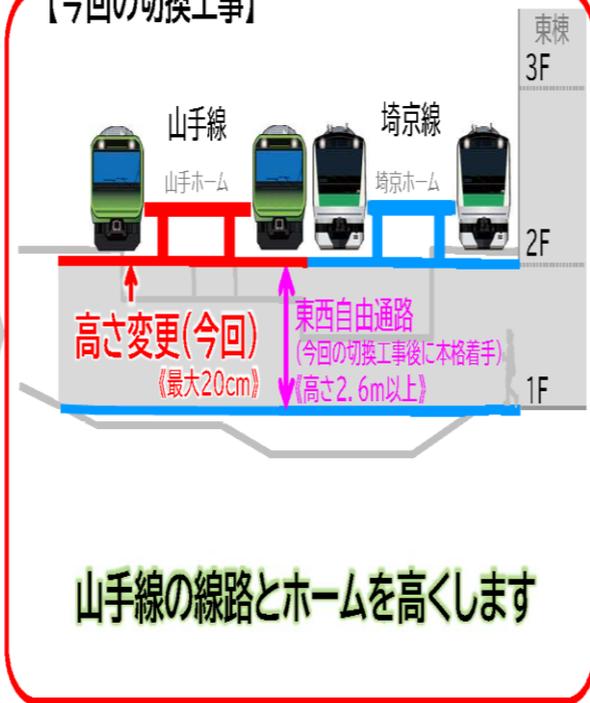
【改良工事着手前】



これまでの線路切換

- ✓ 第1回・第2回線路切換  
埼京線ホームの移設(山手線ホームと並列)  
埼京線のホームと線路の高さを上げる
- ✓ 第3回・第4回線路切換  
山手線内・外回り同一ホーム化

## 【今回の切換工事】



山手線の線路とホームを高くします

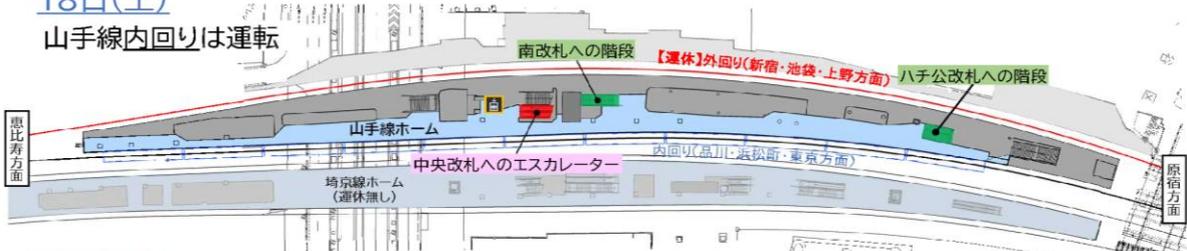
JR 澀谷駅第五次軌道切換工程概要圖(取材於 JR 東日本網站)

## ■ 施工期間中のご利用可能エリア

- ・山手線ホームの約半分が階段等も含めて工事エリアとなることから、駅構内は混雑が予想されます。
- ・特に「八子公改札」は、当日の混雑状況により入場規制を実施する場合がありますため、「中央改札」、「南改札」のご利用をご検討ください。

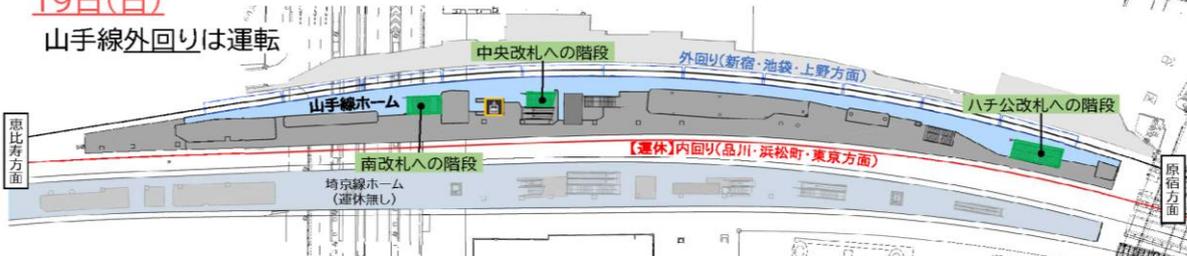
18日(土)

山手線内回りは運転



19日(日)

山手線外回りは運転



※原宿方面に約1両分、停止位置を変更します

- 凡例: エレベーター エスカレーター 階段 営業エリア 工事エリア

第五階段軌道切換施工期間開放營運範圍示意圖(取材於 JR 東日本網站)

### 3. 參訪照片



站內現況，照片右側為山手線軌道及月台，對面為埼京線。



站內現況，山手線軌道高程低於埼京線軌道高程，且軌枕皆利用工程梁支撐(右:埼京線軌道，左:山手線軌道)。



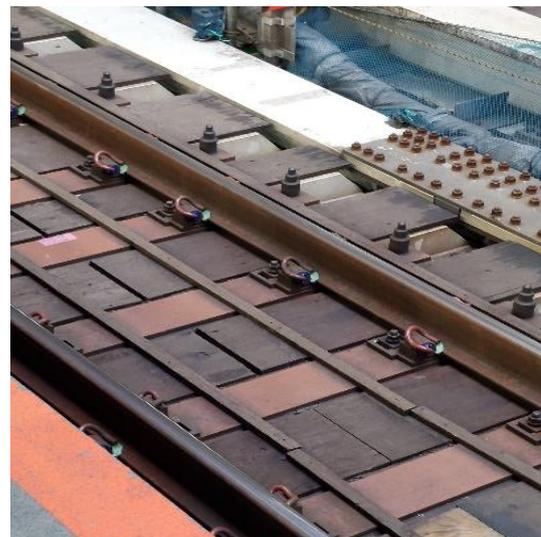
站內現況，軌枕皆採用合成軌枕，且車站為高架站下方皆為人行通道，為確保無異物掉落，軌枕間皆以木板覆蓋，並利用木條固定。



站內現況，山手線經過第三次及第四次軌道切換後月台已整併為一個月台，且寬度並拓寬。



站內現況，因應軌道切換頻率，月台利用鋼構搭建，易配合軌道切換拓寬或內退。



站內現況，山手線軌道之鋼軌扣件採用可調整式之e型扣夾。

### 三、合成枕木製造工廠參訪-日本積水滋賀栗東工廠

#### (一)、日本積水公司簡介:

日本積水化學集團由 1947 年作為塑膠製造商創業，積水化學集團致力於發展各種領域專業技術，主要分為管道系統領域、住宅/基礎設施複合材料領域、基礎設施更新領域；管道系統領域主要為各種管道之材料，包含建築物排水、空調管道、高性能管道到供水、汙水、農業等社會基礎設施；住宅/基礎設施複合材料領域主要為確保建築物安全之防火、不燃、隔熱材料及用作鐵路設施之枕木合成材料與相關隔音材料；基礎領域設施更新領域主要為提供修復及更新解決既有老化之基礎設施。

此次拜訪之滋賀栗東工廠屬西日本積水工業株式會社，為積水化學集團環境生命線公司的主要生產公司，由栗東積水工業株式會社和岡山積水工業株式會社兩家生產公司整合而成，主要生產硬質氯乙炔管、交聯聚乙烯管、強化塑膠複合管、合成木材 FFU 等多種產品。

SEKISUI

三



#### 不燃性ポリウレタン断熱材 (PUXFLAME)

特定の樹脂と難燃剤からなる不燃性の硬質ウレタンフォーム。樹脂単体で国内では初めて、国土交通大臣の不燃材料認定を取得しました。



#### 合成木材 (FFU)

硬質ウレタン樹脂発泡体をガラス長繊維で強化した素材で、天然木材とプラスチックの長所を併せ持ち、軽量、高強度、高耐久であるほか、高い加工性を有します。鉄道用まくらぎをはじめ、水処理施設、地すべり防止用の受圧板などに用途を拡大、海外での採用も増加しています。

#### 事業紹介



#### 制振・防音材 (カルムーンシート)

貼り合わせタイプの拘束型制振シートで、軽量、薄肉にもかかわらず高い振動吸収性能を発現します。鉄道騒音をはじめとして、さまざまな分野の振動対策、騒音対策として使用されています。

日本積水化學集團複合材料介紹 圖片來源:日本積水化學集團官網  
<https://www.sekisui.co.jp/business/lifeline/>

## マザー工場の役割を担う滋賀栗東工場

Shiga-Ritto Plant, Take the Central Role as the Mother Plant

---

### 工場概要 Factory Overview

環境・ライフラインカンパニー  
Urban Infrastructure & Environmental Products Company

滋賀栗東工場  
Shiga-Ritto Plant

西日本積水工業株式会社  
Nishinippon Sekisui Industry Co., Ltd.

総合研究所  
General Institute

国内生産拠点 15カ所  
Domestic Production Base

国内営業拠点 5カ所  
Domestic Sales Base

海外関連会社 13社  
World Base





世界各地の生産拠点到る滋賀栗東工場のモノづくり力

The Manufacturing Power spreads across the production centers around the world



国内生産拠点  
Domestic Production Base

- 積水化学北海道
- 東日本積水工業 互理事業所
- 群馬工場・東日本積水工業
- 積水ソフテクノスいわき工場
- 東都積水 太田工場
- 千葉積水工業
- 積水ソフテクノス厚木工場
- 山梨積水
- 西日本積水工業 岡山製造所
- 西宮積水工業
- 奈良積水
- 九州積水工業

### 滋賀栗東工場

#### SHIGA-RITTO PLANT

約19万㎡の土地を活動拠点にもつ滋賀栗東工場。雄大な琵琶湖や穏やかな滋賀の自然とともに、「お客様に喜んでいただける製品づくり」を合言葉として、地域に根付いた企業活動を進めています。

The Shiga-Ritto Plant is located on a land area of approx.190,000㎡ near Lake Biwa and Kyoto City. Since the opening in 1960, we have been developing our business activities under the motto "Manufacturing Products That Offer True Customers Satisfaction". For the present and future, our goals are set on developing innovative, systemized technologies hand in hand with Environmentally-friendly production facilities.

日本積水滋賀栗東工廠簡介 圖片來源:日本積水栗東工廠提供之簡介手冊

### (二)、位置:

本次參訪之滋賀栗東工廠位於滋賀縣 JR 琵琶湖線之栗東車站附近。



日本積水滋賀栗東工廠辦公室本館



日本積水栗東工廠綜合研究所

### (三)、FFU 合成軌枕:

FFU(Fiber reinforced Foamed Urethane)為將硬質聚氨甲酸酯樹脂的發泡體用玻璃長纖維強化製成的材料，結合天然木材及塑膠的特性。

#### 1. FFU 合成軌枕特點:

##### (1) 比木材耐用。

木材之產品壽命一般平均約為 15 年，而 FFU 合成軌枕可以使用 30 多年，實際

使用年限取決於其安裝位置，用於道岔時亦具由優異耐油性。

(2) 比混凝土更輕更容易建造:

FFU 合成軌枕比重約為 0.74，僅混凝土的三分之一，較易於高處及狹窄之空間施工作業，並可以減輕高架橋梁之重量。

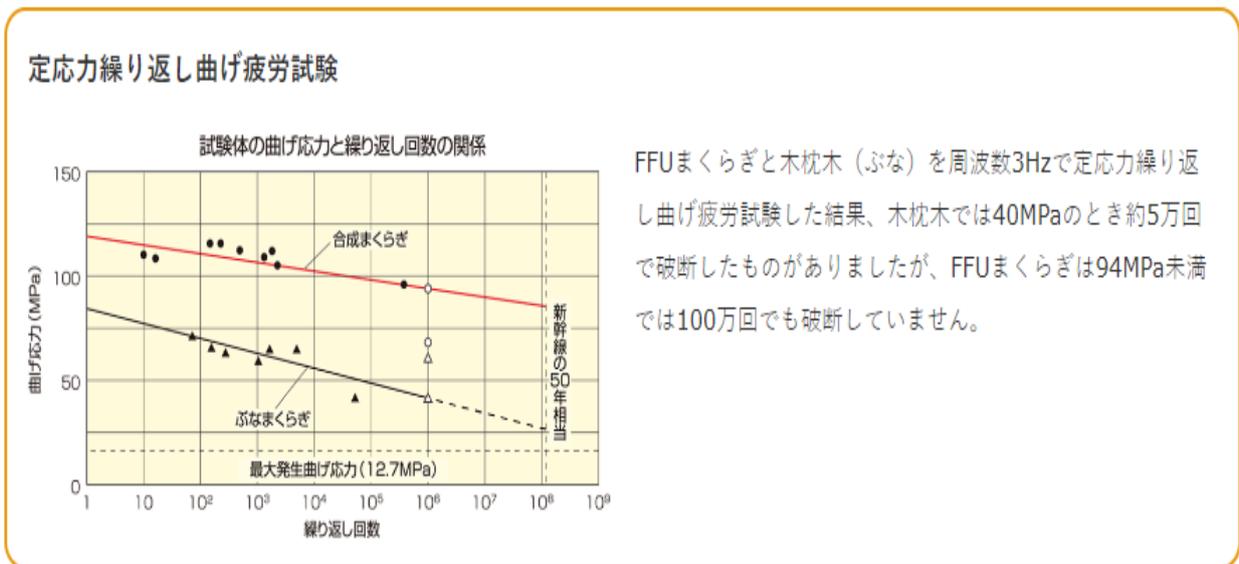
(3) 統一之尺寸及形狀適應性:

FFU 材料製造方法是連續拉擠成型，因此可製造出鐵路中道岔使用之長軌枕；此外，利用電腦設計到生產線可更加提高加工精度。

(4) 工地具有良好之施工性:

可依據現場之需求進行加工及設計，包括開槽、鑽孔、打磨、釘釘、膠合及塗漆等。

綜合上述，FFU 合成軌枕具有「輕」、「強」、「耐用」的特點，其使用壽命較木材長，質量比混凝土輕，可以節省軌道維護之勞動力並提高可施工性；且 FFU 材料由於具有優良之加工性能，可靈活對應現場條件變化，也可重複使用有助於降低更換成本。



圖片來源:日本積水化學集團官網 <https://www.eslontimes.com/system/items-view/293/FFU> 合成軌枕及木枕恆應力循環彎曲疲勞試驗



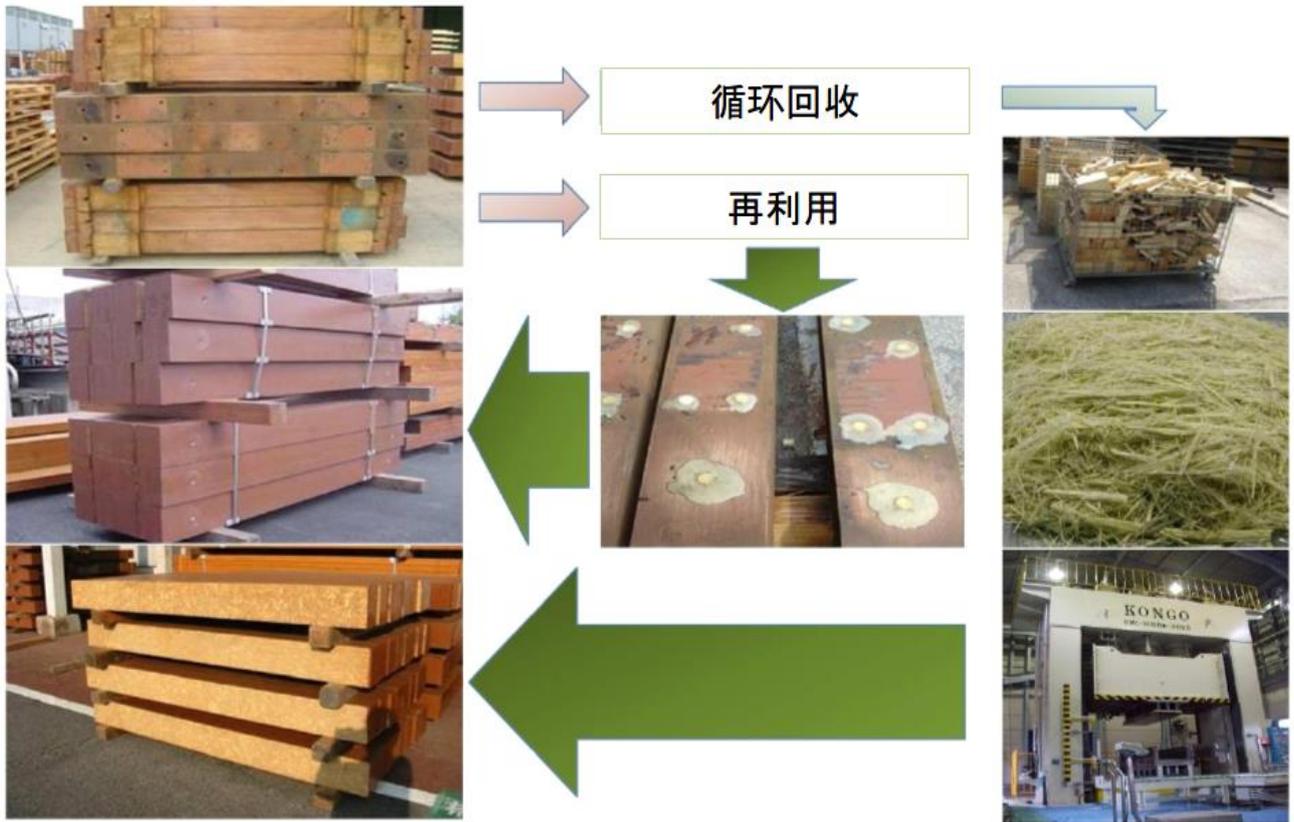
**合成樹脂修復法**  
(新旧钻孔可位于同一位置)

修補的洞孔养护时间只需要在30分钟以上即可重新钻孔。

**操作步驟**



FFU 合成軌枕現場施工及修復方法 圖片來源:積水(上海)國際貿易有限公司 FFU 營業部提供資料



FFU 合成軌枕重新製造再利用 圖片來源:積水(上海)國際貿易有限公司 FFU 營業部提供資料

2. FFU 合成軌枕應用:

日本積水化學集團於 1974 年開始研發 FFU，於 1988 年 FFU 合成軌枕正式應用於日本東海道新幹線之鋼構橋梁，至今 35 年即使於新幹線這種高速鐵路上之軌道接縫處，也未曾出現過裂縫。

FFU 合成枕木廣泛應用於日本及世界各地各種型式的鐵道，如短軌枕、橋梁軌枕、普通軌枕及道岔軌枕、板式軌道、道渣軌道…等。



日本東海道新幹線新大阪站之 FFU 合成軌枕

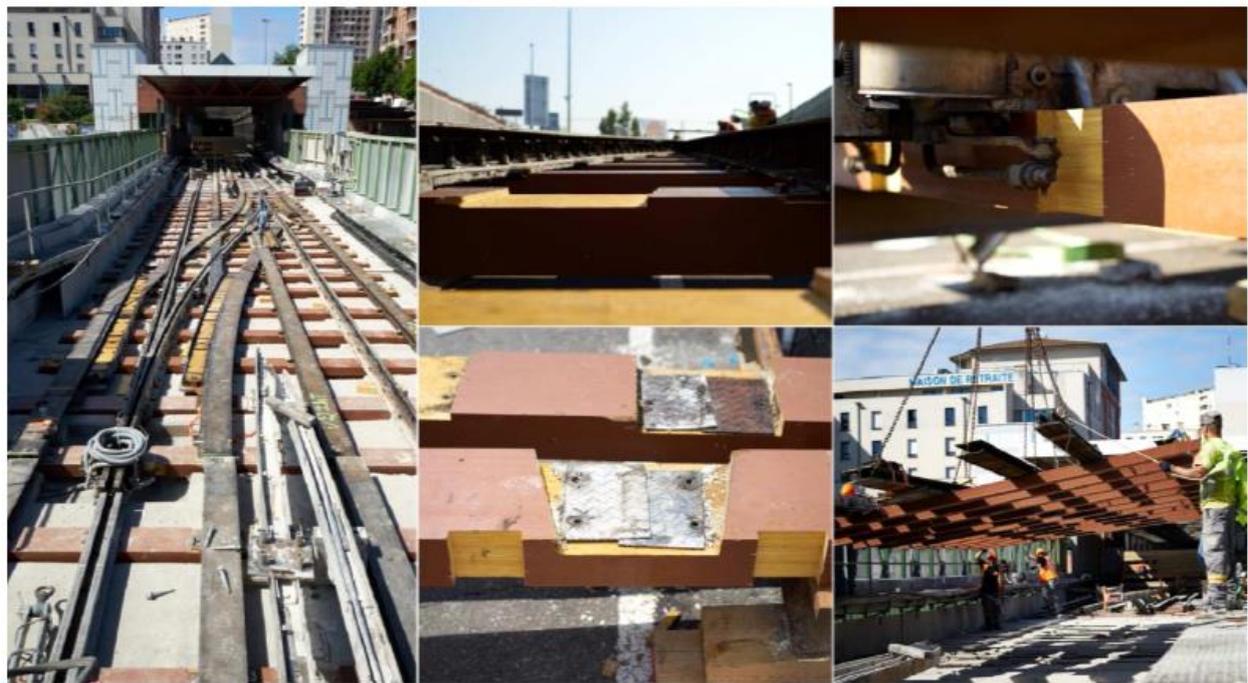


日本上越新幹線第 38 號道岔(日本最大道岔)上之 FFU 合成軌枕

日本新幹線 FFU 合成軌枕應用實例 圖片來源:積水(上海)國際貿易有限公司 FFU 營業部提供資料



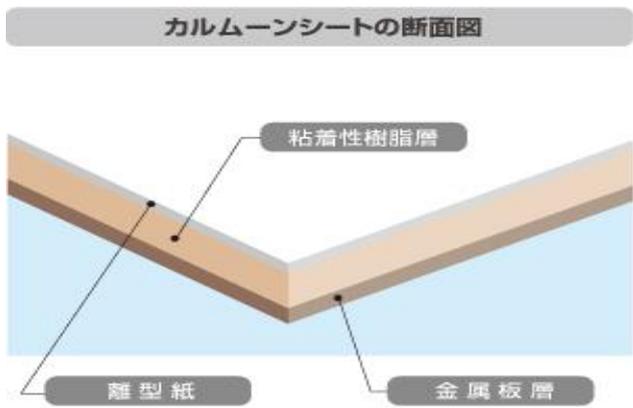
瑞士鐵路橋梁 FFU 合成軌枕應用實例(自 2014 年以來)  
 圖片來源:積水(上海)國際貿易有限公司 FFU 營業部提供資料



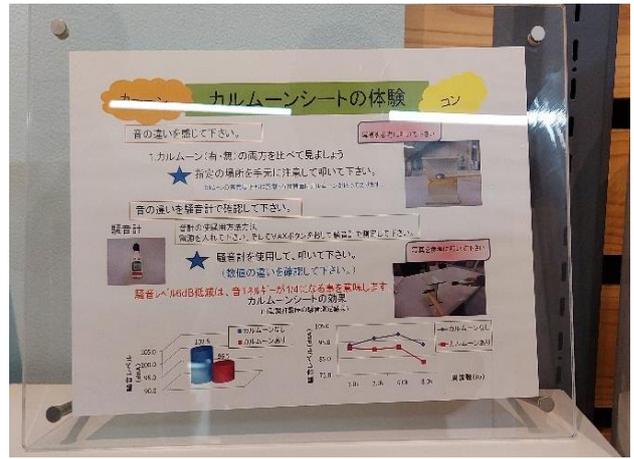
法國軌道道岔區 FFU 合成軌枕應用實例(自 2015 年以來)  
 圖片來源:積水(上海)國際貿易有限公司 FFU 營業部提供資料

(四)、軌腹降噪-高性能不燃制振材 カルムーンシート(Calmoon Sheet)

Calmoon Sheet 是日本積水化學集團所研發之黏合型抑制減震板材，由金屬層及減震樹脂層組成，樹脂可將振動能轉化為熱能並吸收；此材料不只重量輕、壁薄且擁有高振動吸收性能，被用作於包含鐵路之各種領域中減少振動及噪音，且此材料為日本國土交通省、日本海事協會、日本鐵道車輛機械技術協會認可。



Calmoon Sheet 斷面示意圖



Calmoon Sheet 實際體驗區



軌腹降噪示意圖



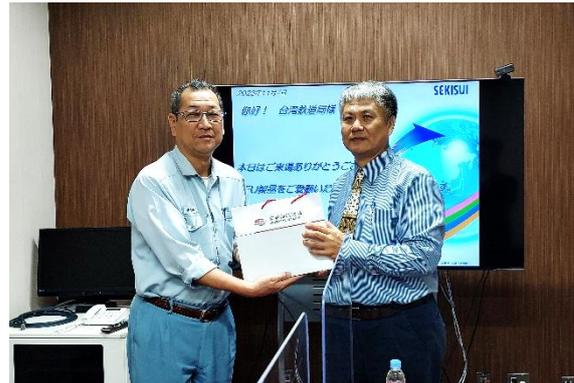
Calmoon Sheet 實際體驗區

Calmoon Sheet 實品展示

(五)、參訪照片



日本積水滋賀栗東工廠參訪  
 右 1-積水上海 FFU 營業部 陳永澤部長  
 右 4-日本積水機能材事業部 桃原茂久課長  
 左 1-原景發展科技 鍾育承副總



由馬金龍隊長代表交通部鐵道局北部工程分局  
 感謝日本積水化學工業株式會社栗東工廠對這次日本東京軌道技術考察行程之協助。  
 左-日本積水機能材技術課 田中勝也課長



滋賀栗東工廠配置



栗東工廠 FFU 材料放置



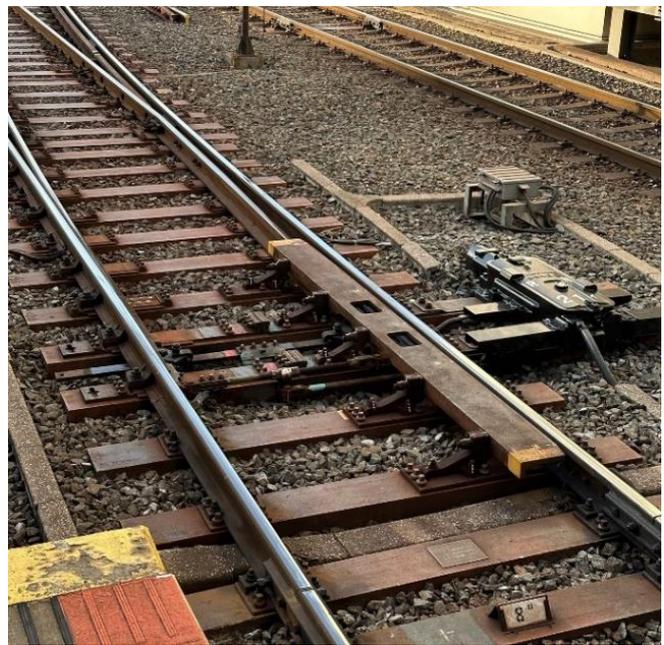
FFU 合成軌枕區介紹



歷經 30 年使用之 FFU 合成軌枕實品



FFU 合成軌枕安裝實例  
京都車站道岔區



FFU 合成軌枕安裝實例  
京都車站道岔區

(六)、日本積水京都研究所簡介

京都研究所作為日本積水化學生產技術開發基地，自 1992 年成立，以積水化學的之塑膠成型技術為中心，集材料研究集電腦技術為一體，並設有原型生產之基地；目前京都研究所由兩間公司(環境/生命線及高性能塑料)之研發部門、公司辦公室及兩間附屬

公司組成。

環境/生命線公司為 PVC 管材之先驅，於日本首次成功量產並銷售 PVC 管材，因應社會多樣化需求，加強、深化發展三大領域，管道系統領域、住宅/基礎設施複合材料領域及基礎設施重生更新領域，相關技術如表：

TPF(Technology Platform)		關鍵技術
材料	聚氯乙稀材料	聚合控制、功能性配合
	熱塑性材料	聚合物設計、精細分散之複合材料
	複合材料	長纖維複合材料、複合材料設計
成形	押出成形	方向控制、多層功能
	射出成形	功能注入、生產創新、測量與控制
機能化	聲音/振動	音響振動材料結構及模擬
	耐火/阻燃	耐火/阻燃材料結構及模擬
施工	管道工程	管道連接、管道製造方法、基礎設施施工方法
成形	評價分析	化學分析、物理分析、耐久性

### 積水京都研究所 TPF

**Technology Platform (TPF)**

總合研究所の TPF 積水化学グループでは競争力のある事業創出を期して、強みであるコア技術を長期的な視点で継続的に強化することを目標とし、TPFを設定、コア技術の高度化、技術系人材の育成、技術を軸としたカバリエー推進を推進しています。

TPF	キーテクノロジー
材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩化材料: 重合制御、機能化配合</li> <li>熱可塑性材料: ポリマー設計、微分散複合化</li> <li>複合材料: 長繊維複合、複合材料設計</li> </ul>
成形	<ul style="list-style-type: none"> <li>押出成形: 配向制御、多層機能化</li> <li>射出成形: 機能化射出、生産革新、計測・制御</li> </ul>
機能化	<ul style="list-style-type: none"> <li>音響・振動: 音響振動材料、構造、シミュレーション</li> <li>耐火・難燃: 耐火・難燃材料、構造、シミュレーション</li> </ul>
施工	<ul style="list-style-type: none"> <li>配管エンジニアリング: 配管・接合、製管工法、インフラ工法</li> </ul>
共通	<ul style="list-style-type: none"> <li>評価分析: 化学分析、物理分析、耐久性</li> </ul>

### 積水京都研究所相關技術研究

**KEY TECHNOLOGY ② 設計・ソリューション技術**

- 構造解析(CAE)**: 製品にかかる応力や耐震性評価などにシミュレーションを活用し、製品開発の品質向上とスピードアップに貢献します。PE配管の耐震解析。
- 高速試作**: デザインや性能評価を光造形で確認後、金型製作することでトライ＆エラーを無くし、短時間で製品を完成させます。
- 測定・3D図面化(リバーズエンジニアリング)**: 三次元測定機を用いて実製品や金型等を3D図面化することで、立体的検査や設計・解析・高速試作等へ展開します。
- スクリュー・金型設計、製作**: 研究所内で、スクリューや金型の設計から製作まで行う事で成形技術、生産技術を高度化します。

### 模型設計/模擬技術

積水京都研究所研究技術

**KEY TECHNOLOGY ① 樹脂成型プロセス技術**

所内に多数の評価用の樹脂成型設備を保有。現実の成形テストとコンピュータ解析(CAE:Computer Aided Engineering)を両輪とする開発サイクルを回すことで、新製品開発や品質向上に取り組んでいます。

- 押出成形**: パイプや円錐の同一断面形状を連続成形する方法。
- 射出成形**: 細手やバルブなど複雑形状を型内塊で逐次成形する方法。

CAE解析結果例(射出) CAEを活用した開発 CAE解析結果例(射出)

### 樹脂成型加工技術

**KEY TECHNOLOGY ③ 評価・分析技術**

- 組成分析・高分子構造解析**: 添加剤分析、ポリマー構造解析など樹脂配合設計や材料改良の指針の提供、さらに経年品の劣化メカニズム解明のための分析技術を追求しています。
- 環境分析**: 製品からの発生ガス分析や、お風呂の水の中の微量溶出物の検出など水、大気、土壌に関する環境微量分析技術で製品品質、地球環境技術の創出を牽引しています。
- 表面・界面解析**: ナノオーダーでの表面観察・元素分析により、界面構造の表面状態を明かにし、機能発現との関連性を解明しながら、製品の性能・品質向上に繋げています。
- 物性・品質・耐久性評価**: 各種素材や製品の物性及び耐久性品質評価に留まらず、製品の寿命予測や耐久性の発現メカニズム解明に取り組んでいます。

### 評価/分析技術

積水京都研究所研究技術 圖片來源: 日本積水京都研究所提供之簡介手冊

(七)、位置

本次參訪之積水京都研究所位於近鐵十條站附近。



圖片來源: 日本積水京都研究所官網

積水京都研究所位置圖

(八)、參訪照片



由馬金龍隊長代表交通部鐵道局北部工程分局感謝日本積水化學工業株式會社京都研究所對這次日本東京軌道技術考察行程之協助。  
左 1-京都研究所管理中心 三好和德經理  
左 2-京都研究所基盤技術中心 植松朋子部長



京都研究所之評價實驗室主要提供材料配方設置及材料改質方案，包括添加劑分析及聚合物結構分析；評估並模擬各種材料及產品於不同惡劣狀況下的物理特性及耐用性。

## 四、軌道技術展

日本做為世界上第一個建成實用高速鐵路的國家，正在實施擴大全國高速鐵路網建設規劃，其中東海道新幹線以其安全、快速、準時、舒適、運輸能力大、環境污染輕、節省能源和土地資源等優點博得政府及民眾的支持。

MTIJ 第 8 屆日本鐵道技術展，由產經集團附屬日本工業新聞社主辦、CNT 協辦，於 2023 年 11 月 8 日至 10 日於千葉幕張國際展覽中心舉行。日本鐵道技術展為兩年一度鐵道相關產業之盛事，展示最先進之鐵路技術、基礎設施創新、隧道建設、公共交通解決方案、內部裝飾及電力、運輸、鐵路操作六大展區；日本之鐵道交通技術憑藉其高安全性、高品質於世界專業領域佔據重要地位，市場需求量大，此展作為綜合性展會整合鐵路相關行業資源，為來展觀眾及參展企業提供一個信息交流的國際性平台。

此次軌道技術參訪以土木工程/基礎設施技術創新展區為主，此展區參展廠商內容如下

- 軌道結構(PC 軌枕、緊固件)
- 橋梁結構
- 鐵路軌道養護技術(鐵路軌道養護機械、設備)
- 軌道偵測(軌道狀態監測技術、軌道偵測列車)
- 鐵軌(鋼軌、鐵路結構、道岔、佈線、連鎖裝置)
- 隧道(開挖技術、方法)
- 施工技術
- 土木工程結構(結構、擋土、堤防)
- 防災措施(地震、降雨、風雪、天氣預報)

以下將介紹參訪之軌道技術廠商。

## 東京計器鐵路技術株式會社

### (一)、公司簡介

為一家測量、識別及控制設備之綜合製造商，使用鋼軌探傷車及鋼軌探傷儀支援軌道維修作業，軌道道岔平整性檢測、鋼軌銲接部分超音波檢測等擁有多種可用於檢查鐵軌及軌道之系統，日本國內 70% 以上鐵路公司使用。

### (二)、專業技術及設備

#### 1. 軌道診斷支援系統

該裝置安裝於商用車或維修車上，可對軌道材料進行頻繁診斷；從捕獲之影像中單獨識別材料類型，並自動判斷其是否正常或異常，利用此設備可更有效率、準確地進行監控工作。

## 軌道検査省力化システム

営業車や保守用車に搭載し、高頻度に軌道材料の情報を取得する装置です。撮影した画像から軌道材料を個別に抽出し、正常/異常の判定までを自動で行うので、従来は巡回作業だけで行っていた監視作業を効率良く、さらに正確に行うことができます。

### 導入のメリット

- 東京計器製画像処理プロセッサの採用から、画像処理アルゴリズムの開発、解析、ソフトウェア製作に至るまで、**全てを自社グループ内で対応できる**ため、迅速・さめ細やかな製品作りが可能です。
- レール探傷車で培ったサポート体制で、納入後も安心してご使用いただくことが可能です。

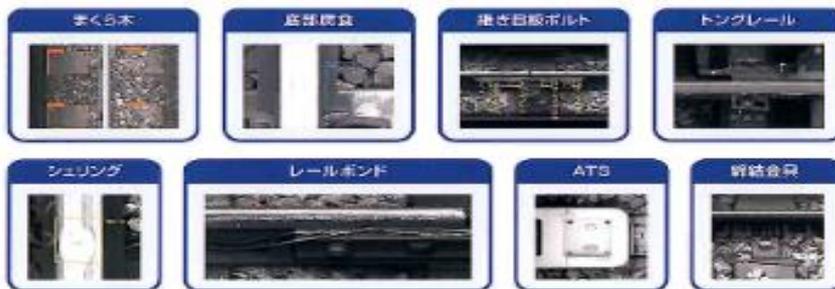
### 測定部



### 解析イメージ



### 部材検出例



### 部材判定例



軌道診断支援システム 圖片來源: 東京計器鐵路株式會社提供型錄

## 2. 道岔検査装置 SPG-7S (標準軌用) / SPG-7N (窄軌用)

道岔检测装置為一種最先進之系統，可以同時量測道岔、軌距及軌道位移(第四峰值)的鋼軌磨損量及道口磨損量，透過自動化完成軌道檢查工作，可明顯提高效率及節省勞力，特點如下:

- (1) 重量輕、操作方便:資料擷取裝置可由兩名工人進行分割、運輸、組裝及拆卸。確定測量位置後，一名工作人員只需推著走即可收及數據。
- (2) 快速測量:每個道岔測量時間約為 10 分鐘，可同時測量道岔之鋼軌磨損量及軌道位移。
- (3) 同時測量 4 個項目:四個軌道位移項目(軌距、水平、高程及間隙)之測量也可用於側軌；可透過影像資料目視確認磨損量，對於尖軌前端的位移量也可有效管理。
- (4) 高精度測量



道岔检查装置 SPG-7N 實體展品



道岔检查装置接收器

**TOKYO KEIKI**

Switch Profile Gauge (G=1435mm) (G=1067mm)

# SPG-7S/-7N

SPG-7 series measures 4 items of track irregularities ( Gauge, Cross level, Longitudinal level, Alignment ) and wear volume of specific part ( Tongue rail, Stock rail, Lead rail, Main rail ) at the same time.

**Features**

- 1m chords measurement
- Light weight: 80kg(-7S) / 50kg(-7N) [approx.]
- This device can be separated with upper part and lower part for transportation.
- Measuring work can be done by one person.
- Analysis software is included as standard.

CRPT21-393-04

軌道検査簡介

道岔检查装置 SPG-7N/7S

圖片來源: 東京計器鐵路株式會社參訪照片及提供型錄

**Appearance**

**Accuracy**

- (1) Track irregularity
  - (a) Gauge, Cross level:  $\pm 1$ mm
  - (b) Longitudinal level, Alignment:  $\pm 2$ mm
- (2) Back gauge:  $\pm 1$ mm
- (3) Flangeway width (Guardrail, Crossing):  $\pm 1$ mm
- (4) Wear volume (Tongue rail, Stock rail, Lead rail, Main rail, Crossing):  $\pm 1$ mm

**Specifications**

Dimensions (under measurement)	G=1435: W2084mm × L1363mm × H408mm G=1067: W1726mm × L1363mm × H408mm (Not include Pushing rod.)
Dimensions (under carrying)	G=1435: W2084mm × L1128mm × H408mm G=1067: W1726mm × L1128mm × H405mm
Weight [approx.]	G=1435: 80kg G=1067: 50kg (Not include Batteries and Tablet-PC)
Operating temperature range	-5°C to +45°C
Operating time	4 hours
Power source	Li-Ion battery x 4 pcs.
Data transfer	USB flash drive

The contents of this publication are subject to change and improvement without prior notice.

**Warning** Read the instruction manual carefully before using this equipment.

**TOKYO KEIKI** TOKYO KEIKI RAIL TECHNO INC. [URL > https://www.tokyokeiki.jp/products/rail/](https://www.tokyokeiki.jp/products/rail/)

Head office: 2-18-46 Minami-Kamata, Ohta-ku, Tokyo 144-8551, Japan  
Phone: +81-3-3732-7051, Fax: +81-3-3732-7050

鋼軌检查精度及規範

# 株式會社 峰製作所

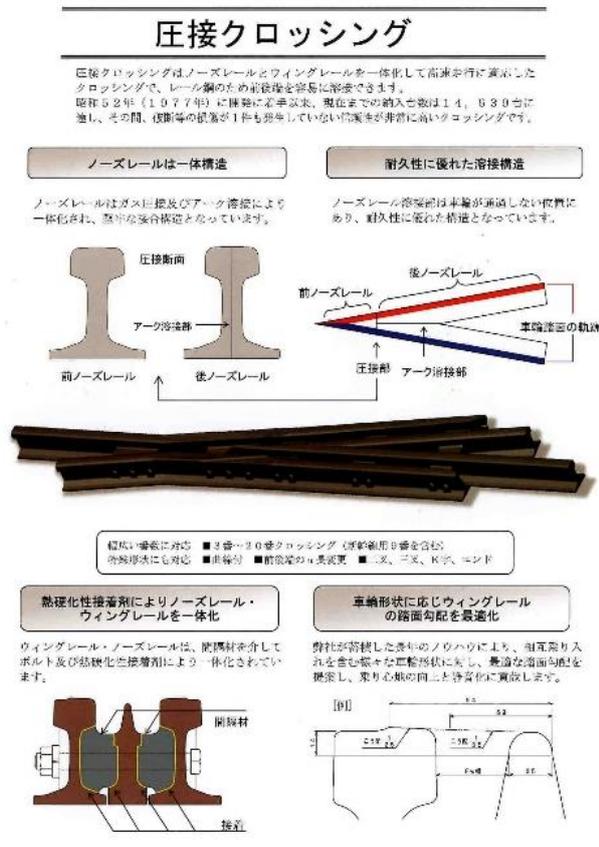
## (一)、公司簡介

峰製作所為一家於日本全國內運營三個領域的公司:道岔、信號設備製造、鋼軌鉸接施工、溶劑運輸等，同時也為日本唯一一間同時生產道岔及號誌設備的公司。

## (二)、專業技術及設備

### 1. 壓焊道岔(圧接クロッシング)

壓焊道岔之鼻軌透過電弧焊接和氣壓將其製成一體，並使用熱固化黏合劑與翼軌組裝，除結構堅固的優點外，由於壓焊道岔是由鋼軌所製造，具有非常出色的可焊性，前端及後端尺寸可自由擴展；且可依照車輪形狀優化翼軌踏面坡度，使行駛品置更加平穩。



壓焊道岔簡介



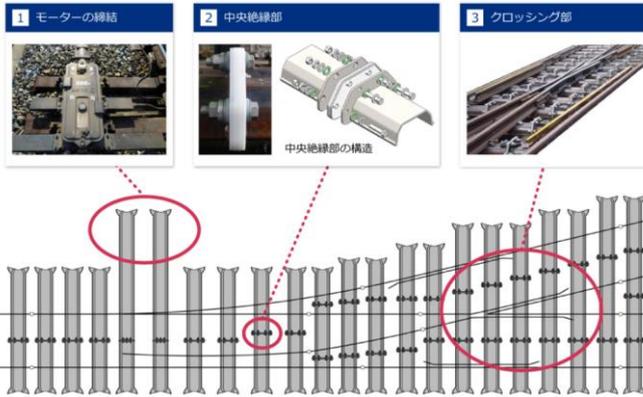
壓焊道岔實體展品

壓焊道岔圖片來源: 峰製作所參訪照片及提供型錄

### 2. 鋼枕道岔(鉄まくらぎ分岐器)

鋼枕耐用度高且使用壽命長(約為 70 年)，以相對較小之尺寸獲得足夠之道碴阻力厚度，且由於由鐵料製成，因此可回收再利用具有環保、較易維護之優點。

鐵枕道岔結構



鋼枕道岔結構示意圖



鋼枕道岔樣品



鋼枕道岔樣品



鋼枕道岔實際案例

九州旅客鐵道株式會社 筑肥線-筑前前原車站

鋼枕道岔 圖片來源: 峰製作所參訪照片及提供型錄

3. 新形式鼻軌可動式岔心(新形式ノーズ可動クロッシング)

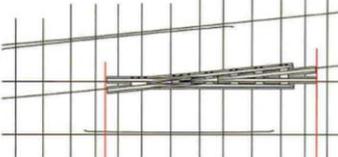
為了降低噪音並提高速度，開發此種可動式岔心，以便在不改變既有道岔排列方式下，將活動部分做成樞軸式，無需改變既有路線即可取代原有之固定岔心。

新形式ノーズ可動クロッシング

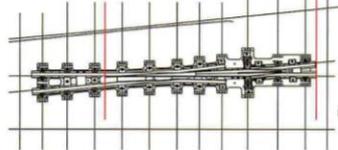
(特許番号 第4486034号)

新形式ノーズ可動クロッシングは、既存の分岐器の線形を変更せずに固定クロッシングから置き

固定クロッシング



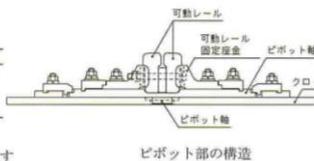
新形式ノーズ可動クロッシング



※ クロッシング前端はリードレール長を調整します

新形式ノーズ可動クロッシングは、レール鋼で製作されているため前後端の溶接が容易で、かつ欠線部がないため静音性と耐久性に優れています。

可動部をピボット形式とすることによりコンパクトな構造となり、スケルトンの変更なしに既設の固定クロッシングから置き換えることが可能です。



ピボット部の構造

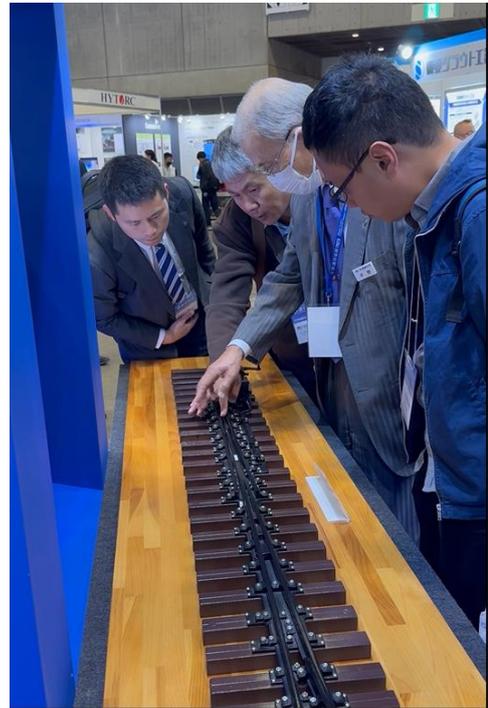
新形式鼻軌可動式岔心簡介



新幹線用鋼軌之新形式鼻軌可動式岔心



新形式可動式岔心樣品



峰製作所 鈴木理三郎先生(右 2)解說新形式  
鼻軌可動式岔心原理

新形式鼻軌可動式岔心 圖片來源: 峰製作所參訪照片及提供型錄

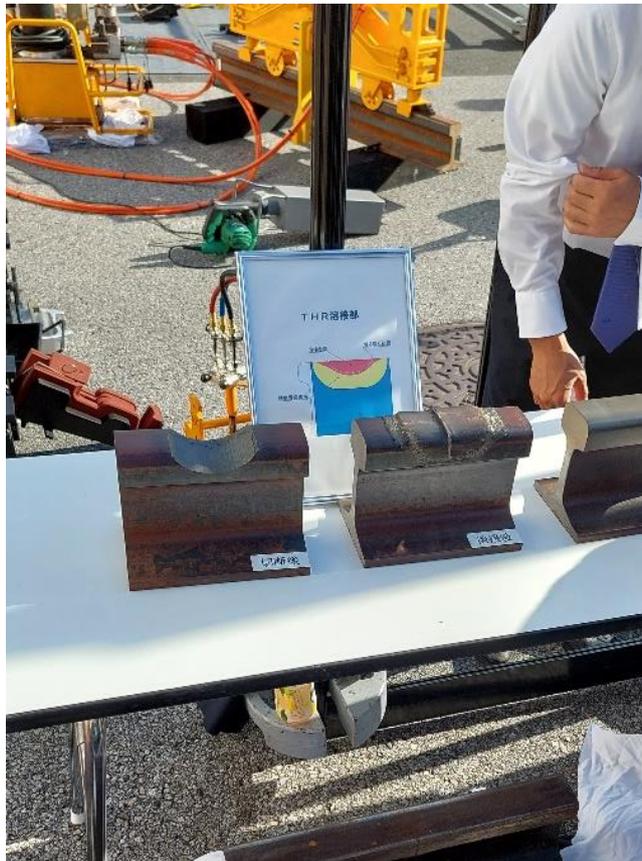
4. 鋁熱劑頭部補修焊接(THR) (THR (テルミット頭部補修) 溶接)  
 為一種採用金頂焊接(ゴールドサミット溶接)技術的焊接方法，可以去除鋼軌頂部  
 之刮痕或裂痕而不會在鋼軌上產生任何痕跡。  
 特點如下:
- (1) 若鋼軌因使用損耗因而產生刮痕或裂痕，會先於刮痕處以割炬切割一寬度 90mm、  
 深度 25mm 的弧型缺口。(適用範圍依鋼軌磨損量而變化)
  - (2) 注入鋁熱反應產生之鋼溶液進行修復。
  - (3) 由於不需要更換鋼軌，因此每次刮傷接只需焊接一處，且由於修復時鋼軌不會斷裂，  
 因此無須使用張緊器，可節省鋼軌修復之成本。



鋁熱劑頭部補修焊接(THR)現場演練過程



鋁熱劑頭部補修焊接(THR)現場演練過程

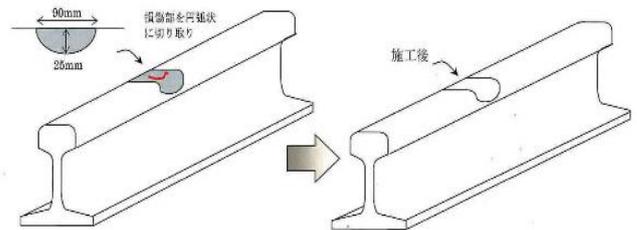


鋼軌於 THR 焊接後各階段型態  
 左-鋼軌斷痕處切割一弧型缺口  
 中-鋼軌經由 THR 焊接後  
 右-完成 THR 鋼軌經由打磨拋光等加工後處理

鋁熱劑頭部補修焊接 (THR (テルミット頭部補修) 溶接) 圖片來源: 峰製作所戶外展區參訪照片及提供簡介

## テルミット頭部補修溶接 (THR)

ゴールドサミット溶接の技術を応用し、レールを破線させずに頭部のキズを除去できる溶接方法です。



1. 幅90mm深さ25mmの円錐形状に収まる傷の除去に適用できます。  
(レール摩耗量により適用範囲は変わります。)
2. レール交換を必要としないため毎1箇所に対し1口の溶接で済み、経済的です。
3. レールを破線させないため、設定替が不要、緊張器が必要ありません。
4. 溶接材料、機材は通常のゴールドサミット溶接と一部異なるものが必要となります。

鋁熱劑頭部補修焊接(THR)簡介

## 松井軌道株式會社

### (一)、公司簡介

為一間主要處理與鐵路軌道維護相關工作之公司，從施工到施工設備的生產、客製化及維護均在公司內進行；分為施工部、機械部、設計部三部門。

施工部主要負責鐵路軌道維護、更換道床、更換軌枕等鐵軌附近之土木工程/建築工作；機械部主要負責將鏟土機、自卸車等改裝為陸軌車輛並製造與鐵路相關之新型機械或特殊機具；設計部主要負責陸地鐵道車輛改裝設計方案及取得相關專利。

### (二)、專業技術及設備

#### 1. 軌陸兩用 16 頭泰坦搗固機(軌陸兩用 16 頭タイタンパー MTT1600H)

為專用於路基道床整頓作業之軌陸領用車配備 16 頭搗固裝置，獨特開發之裝置可提供與丸泰裝備車相同之作業效率及效果，且可透過鐵路平交道裝載配備，可節省從基地運輸裝備之時間及勞力。

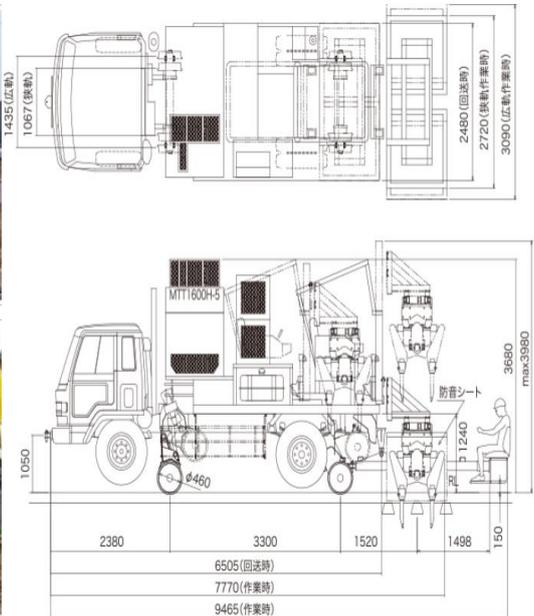
2. 16頭泰坦夯錘抓斗 MTPA1602(16頭タイタンパーアタッチメント MTPA1602)  
 透過將此裝備安裝於軌陸兩用之挖土機具上，能以極高之工作效率進行路基道床壓實，以油壓力結構採機械振動方式施工與特殊零件齒使道床更加堅實；並因 16 頭可同時壓實左右鋼軌道床減輕操作人員負擔，一支軌枕維護含移動時間約 7-8 秒。

施工例



軌陸兩用 16 頭泰坦搗固機施工照片

主要寸法圖

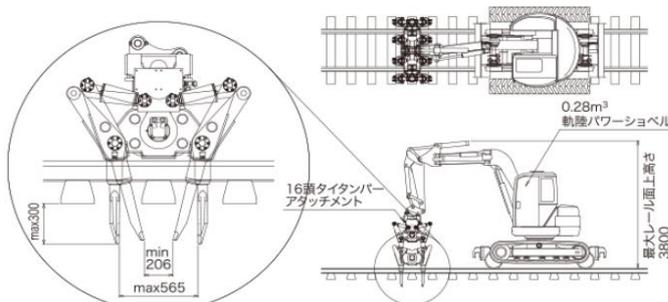


軌陸兩用 16 頭泰坦搗固機尺寸示意圖

施工例

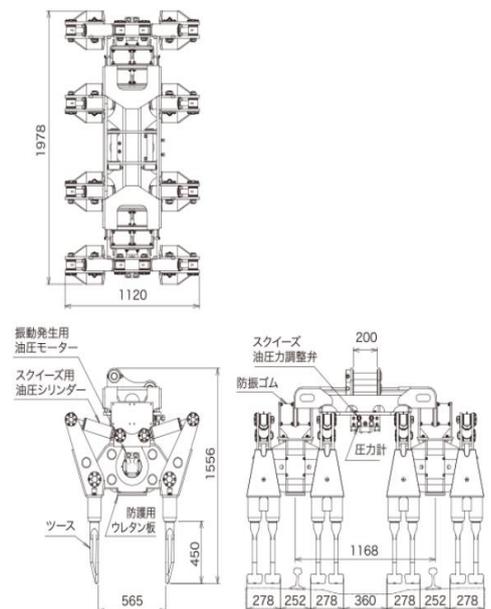


施工概要圖



16 頭泰坦夯錘抓斗 MTPA1602 施工照片

主要寸法圖



16 頭泰坦夯錘抓斗 MTPA1602 尺寸示意圖

松井軌道株式會社軌道維護機具 圖片來源: 松井軌道株式會社參訪照片及官網  
<https://matsui-kidou.co.jp/merchandise/>

# 大和軌道製造株式會社

## (一)、公司簡介

為一家軌道用品製作商，擁有上游的鋼鐵製造及軋製工廠，生產軌道用品及材料，並進行從材料到加工的一體化生產；且同時設計、開發、製造用於應對地震的道岔及防脫軌防護裝置之設計。

## (二)、專業技術及設備

### 1. 滾輪軸承滑床板(ローラーベアリング床板)

主要減少床板潤滑作業，此設備軸承零件皆採一般標準產品，方便零件採購，可降低生產成本；軸承部件以一個單元製成，可作為一個單元進行改裝或更換，且軸承之設計採分級佈置(軸承階梯)使岔尖切換操作平穩。

此設備透過工廠內室外之無油床板之耐久性實驗(100萬次轉換試驗)得到認可，也透過支線軌道與主軌道上之測試確認此設備之有效性。

## ローラーベアリング床板

床板給油作業の削減へ向けて

**1 特徴**

- ベアリング部に国産標準品を採用することで、部材調達を容易にし低価格を実現しました。
- ベアリング部をユニット化し、ユニット単体での後付け・交換が可能です。
- ベアリングは、トングレールの駆動動作がスムーズになるように段差を付けて配置しています。
- 電気油霧器はローラーユニットと反対側への取り付けに限定されますが、加熱による床板の温度上昇は確認されています。

**2 構成**

ローラーベアリング床板は、専用の床板とローラーユニットで構成されています。

ポイント部には、同一まくらぎ上で左右1組のローラーベアリング床板をトングレール長に合わせた複数設置しています。

ローラーベアリング床板の構造

図1 トングレール密着時

図2 トングレール板交換時

図3 ベアリングの段差

スライド面とベアリング上面トングレール底部滑り面の差

段差4mm 段差2mm

図4 ローラーユニットのテーパー部と、トングレールベースを合わせ、所定の位置にローラーユニットを設置できます。

テーパー部

ローラーユニット

**3 効果**

工場内屋外試験(100万回転換試験)で、ベアリングや床板への給油なしでの耐久性を確認しました。また、別線および本線への試験施設によりローラーベアリング床板の有効性を確認しました。分枝線の保守点検時のように定期的にベアリング部の洗浄や防錆処理を行うことで、より長期間の使用が可能です。

**4 特許**

- 特許公開2007-332695 転てつ油霧器
- 特許公開2007-332687 転てつ油霧器

**5 納入実績**

ローラーベアリング床板納入実績 (単位:枚)	
2018年度	1,208枚
2019年度	1,294枚
2020年度	226枚
2021年度	513枚
2022年度	122枚
累計	5,655枚

滾輪軸承滑床板 圖片來源: 大和軌道製造提供簡介

### 2. PC 岔枕(PC まくらぎ分岐器)

主要可以延長軌枕之壽命、抑制軌道偏差並延長維護週期，此結構在 PC 軌枕與床板間使用軌道墊(彈簧常數 110MN/m)，並以扣件(Pandro II 型彈條)緊固軌道墊，為確保道床厚度，大和軌道開發並實用薄型 PC 岔枕，軌枕厚度為 140mm。

對於道岔，每個軌枕固定的位置皆不同；對於木枕道岔，大和軌道盡可能的標準化床板，並根據需要改變緊固位置。



PC 岔枕



感謝大和軌道製造株式會社這次日本東京  
軌道技術考察行程協助解說。

左 1-大和軌道製造株式會社 丸山元祥社長  
右 5-大和軌道製造株式會社 山田哲也先生

圖 3.3-10 大和軌道製造株式會社

圖片來源: 大和軌道製造參訪照片及提供  
簡介

## 住友商事/ PANDROL

### (一)、公司簡介

住友商事眾多業務中，軌道業務為歷史最悠久的業務，為綜合軌道製造商的角色，主要設計及製造道岔，同時也製造鐵路扣件裝置等其他產品；住友商事同時積極致力於降低鐵路維護成本以及開發對於人類及環境安全之新材料，從而更安全之鐵路運輸做出貢獻。

住友商事不僅參與 JR 及私營鐵路公司之鐵路項目等日本國內鐵路業務，同時也參與海外鐵路業務。

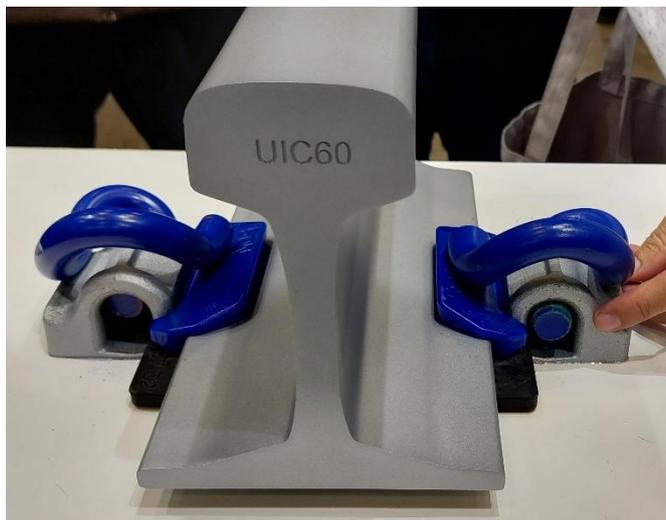
### (二)、專業技術與設備

#### 1. 鋼軌扣件 (パンドロール Pandrol Clip)

住友商事公司鋼軌扣件是根據與 Pandrol Track System Ltd. 簽訂授權協議所製造，用於固定鋼軌及枕木，且不使用螺栓鎖固；當軌道與枕木是利用彈簧力量固定而不需要螺栓時，將大幅減少維修成本。

##### (1) e 型扣夾；PX 型扣夾

e 型扣夾及 PX 型扣夾皆屬彈簧式鋼軌扣件，不需要利用螺栓進行鎖固；e 型扣夾已廣泛使用於日本鐵路中，PX 型扣夾為 Pandrol 研擬之新產品，其強度與施工便利性皆與 e 型扣夾皆相近，唯獨成本部分 PX 型扣夾較 e 型扣夾低，因此住友商事與 Pandrol 目前也在極力推行 PX 型扣夾擴大其普遍性。



Pandrol e 型扣夾實體展品



Pandrol PX 型扣夾實體展品

圖片來源: 住友商事/ PANDROL 參訪照片

Pandrol e 型扣夾/PX 型扣夾

(2) e 1883 型扣夾(Pandrol e1883clip)

此型式扣夾為可調整式之 e 型扣夾，水平方向最大可調整 $\pm 50\text{mm}$ 、垂直方向最大可調整 20mm，適用於在軌道切換頻繁或是較常需要調整軌道高程之鐵路或捷運處，日本山手線軌道已廣泛使用此種扣夾，詳 3.1.2 節之澀谷車站參訪照片。



Pandrol e 1883 型扣夾實體展品



Pandrol e 1883 型扣夾實體展品

圖片來源: 住友商事/ PANDROL 參訪照片

Pandrol e1883 型扣夾

### (3) FC 扣夾(Pandrol Fast clip)

Pandrol 之 FC 扣夾專為快速機械安裝而設計，是適用於所有類型軌道之扣夾。此扣夾同樣不需要螺栓鎖固同時具有良好之可維護性，目前此產品已普遍使用於全球之 PC 枕與鋼軌枕上。

以機械施工方式安裝此扣件，降低安裝成本，減少軌道維護工作中拆除扣夾造成之損壞，並延長扣夾使用壽命。

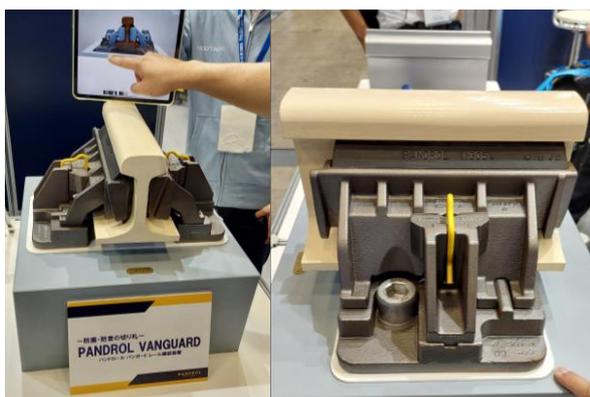


Pandrol FC 扣夾簡介

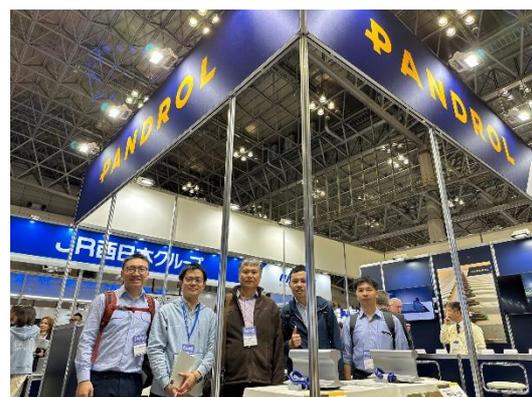
Pandrol FC 扣夾實體展品

### (4) Vanguard Common Interface 鎖固系統

此鎖固系統為一款具有減振降噪功能之設備，適用於可能產生噪音振動問題之區域；其具有極低的動態垂直彈簧係數，與浮動式道床相比能夠以較低的安裝成本提供出色的減振效果，並可抑制鋼軌的小幅翹曲，此設備適用於板式軌道、PC 軌枕、木軌枕、高架橋及隧道。



Pandrol Vanguard Common Interface 實體展品



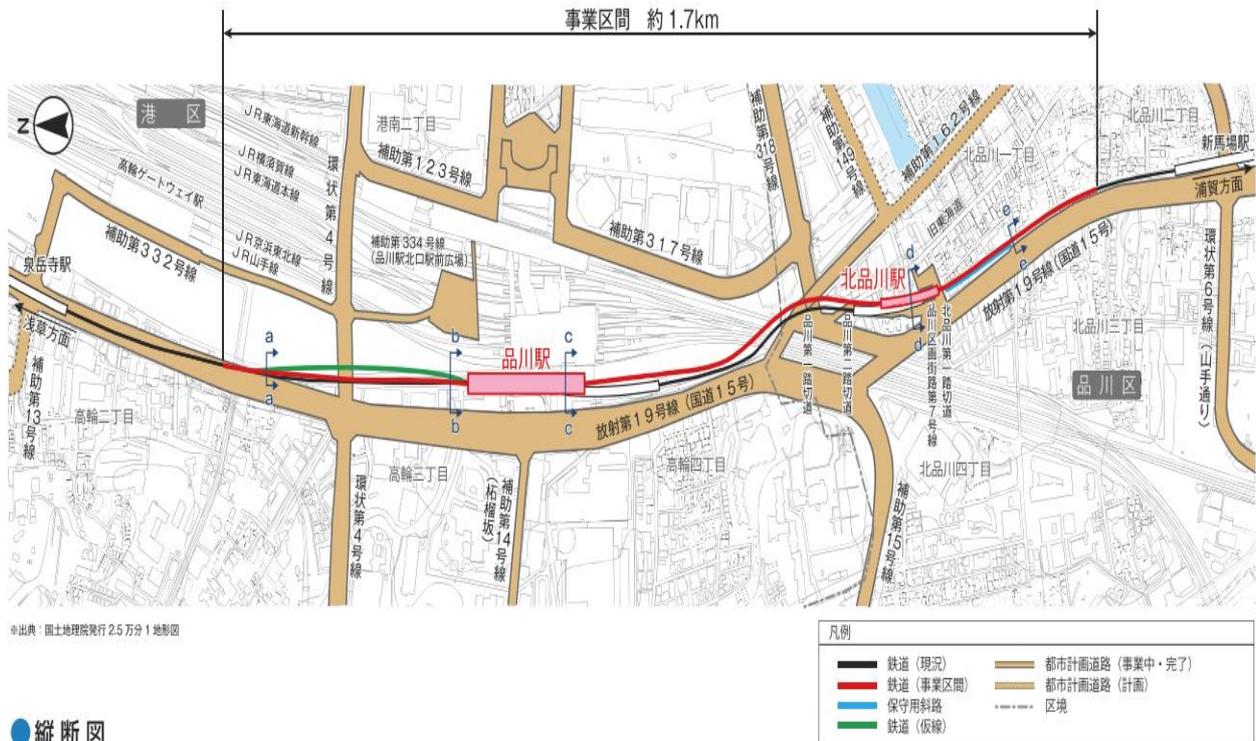
感謝住友商事 島內壽明先生(左 2)這次日本東京軌道技術考察行程協助解說。

## 五、品川車站改建

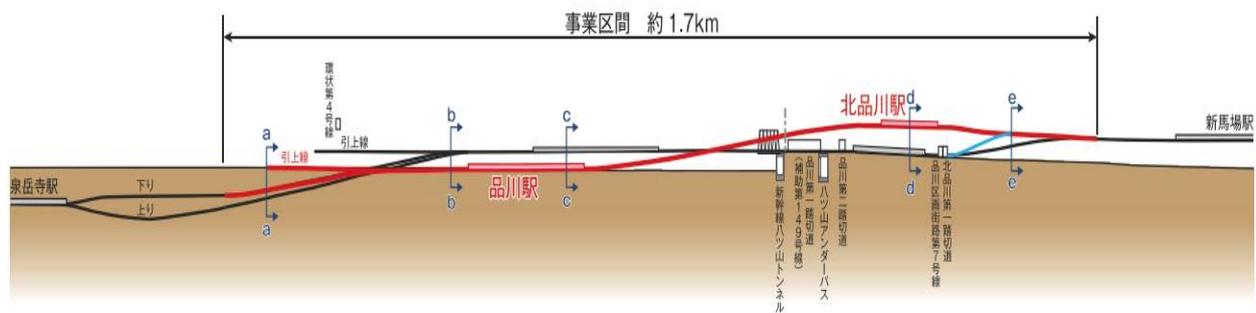
### 濱急行本線（泉岳寺站～新馬場站間）連續立體交叉工程

#### (一)、位置

##### ● 平面圖



##### ● 縦断面図



#### 京濱急行本線（泉岳寺站～新馬場站間）連續立體交叉工程範圍圖

圖片來源: 東京都建設局官網

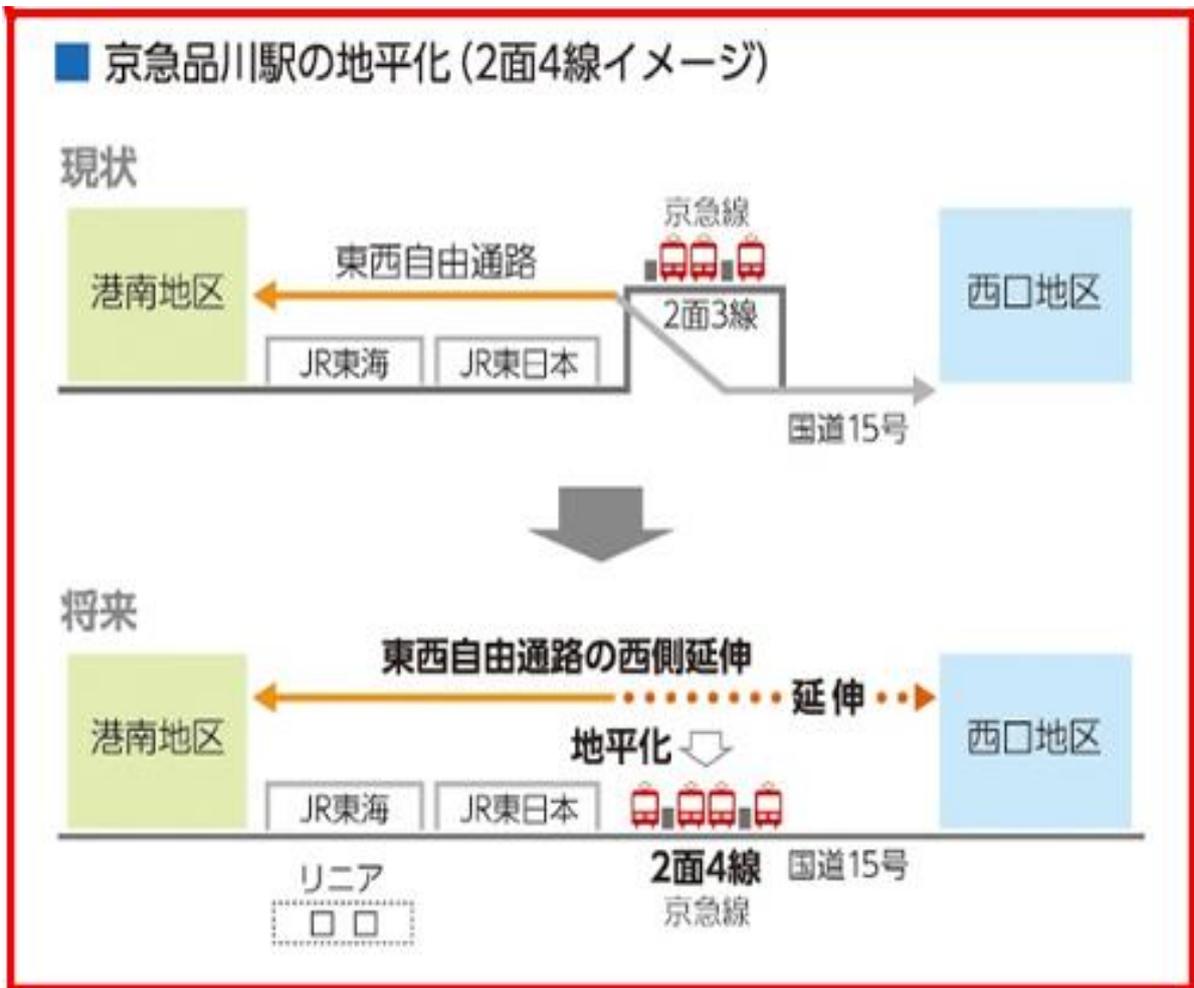
<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/jigyo/road/kensetsu/gaiyo/renritsu23.html>

京濱急行電鐵京急本線品川站附近，目前正在進行鐵路立體化工程，總長約 1.7 公里，其中包括 2 個車站(品川站、北品川站)改建及路線改善，其中品川站由現行之高架車站改為地面站；北品川站由現行之地面站改為高架車站；引道段配合臨時軌工程調整下行線隧道，其餘主要為高架橋工程。本計畫之都市計畫變更於 2018 年確定、2020 年計畫核定，施工期間預計自 2021 年起至 2029 年。

(二)、工程概述

1. 工程介紹

- (1) 本工程由東京都政府主導，與港區、品川區和京急電鐵公司合作，預計花費 1247 億日圓，全長共計約 1744 公尺，包括品川站、北品川站 2 個站將配合立體化改建，同時消除 3 處平交道造成之交通擁擠及事故，暢通城市交通，整合城區，搭配都市計畫增加 3 處橫交都市計畫道路及開發車站廣場以及延伸品川站東西自由通道，將實現安全舒適的城市發展。
- (2) 未來之品川站由現行之高架 1 島 1 岸壁月台(3 股道)改為平面 2 島式月台(4 股道)，原 JR 品川站之東西自由通道將延伸跨過京急本線、國道至西口地區。另北品川站由地面 2 岸壁式月台改為高架 2 岸壁式月台(3 股道，其中一股為維修線)。

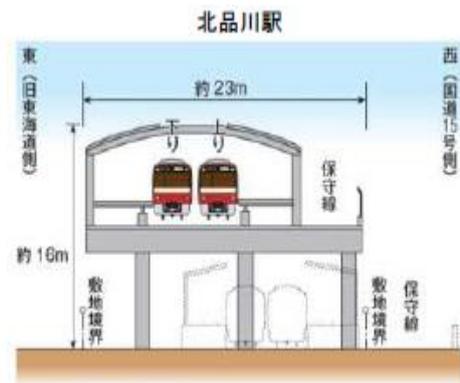
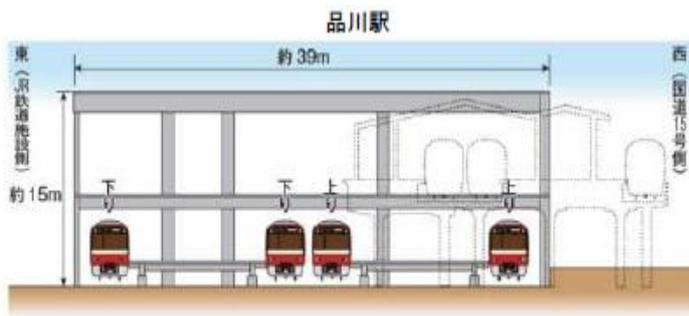


<品川駅地平化イメージ>

京濱急行本線（品川站）車站改善工程剖面示意圖

圖片來源: 京急電鐵(KEIKYU)官網

[https://www.keikyu.co.jp/company/news/2023/20230510HP\\_23017KO.html](https://www.keikyu.co.jp/company/news/2023/20230510HP_23017KO.html)



京濱急行本線（品川站、北品川站）車站改善工程剖面示意圖 圖片來源: 東京都廳  
<https://www.metro.tokyo.lg.jp/tosei/hodohappyo/press/2020/04/01/documents/13.pdf>

(3) 本計畫之鐵路立體化主要採直上施工法、臨時軌及別線施工法等 3 種方式施工。

## 2. 工法簡介

### A. 直上施工:

路權受限制且無法佈設臨時軌之條件下，直接於既有軌上(下)方施作未來永久高架車站、橋梁結構，橋梁及軌道施作完成後，軌道切換至高架橋(地面)上並將既有軌拆除。本計畫主要於品川站、北品川站及北品川站南端高架橋採用此方法施作，施工步驟說明如下：

#### (1)品川站：

步驟一：於現有京急與 JR 路線空間施作臨時月台、高架橋以取代部分現行車站、橋梁結構。

步驟二：現行京急兩股主線支承轉換至臨時月台、高架橋後，施作永久京急線車站地面層結構，並將臨時月台、高架橋支承轉換至永久車站完成之結構柱上。

步驟三：施作永久車站之垂直動線銜接臨時高架橋後進行軌道切換至永久(地面)站營運(車站營運由三股道改為四股道)。

步驟四：切換後拆除臨時月台、剩餘現有車站、高架橋梁結構。

步驟五：施作永久站體二樓(大廳層)結構後拆除臨時高架橋，並完成剩餘車站工程。

#### (2)北品川站：

步驟一：於現有京急線月台兩側施作部分永久高架車站結構柱與臨時結構柱。

步驟二：施作永久車站月台、雨棚等設施及維修軌。

步驟三：軌道切換至高架結構(車站營運由兩股道改為三股道)。

步驟四：施作剩餘永久車站結構樑、柱後，拆除臨時結構柱。

#### (3)北品川站南端高架橋：

步驟一：於現有高架橋旁施作臨時樁。

步驟二：於現有高架橋上施作臨時高架橋

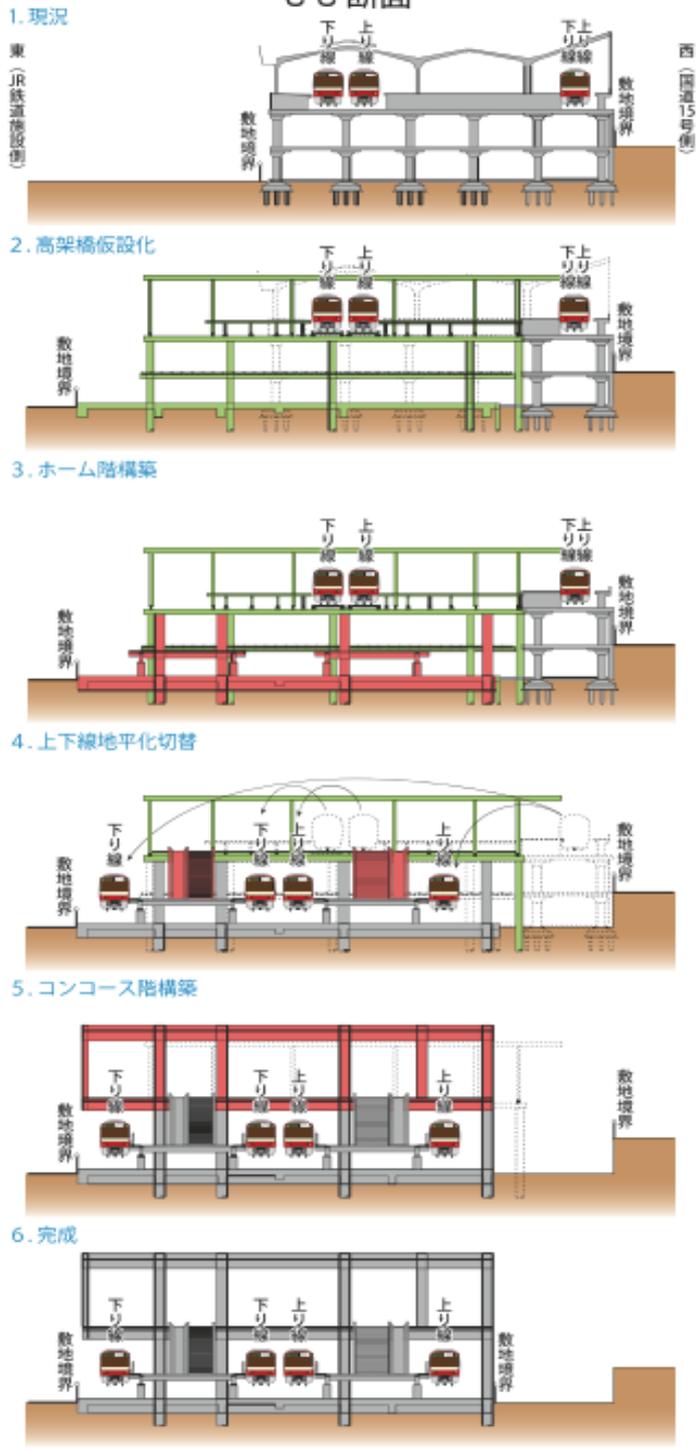
步驟三：軌道切換至臨時高架橋。

步驟四：施作永久高架橋樑結構，待轉換至永久結構後拆除臨時高架橋。

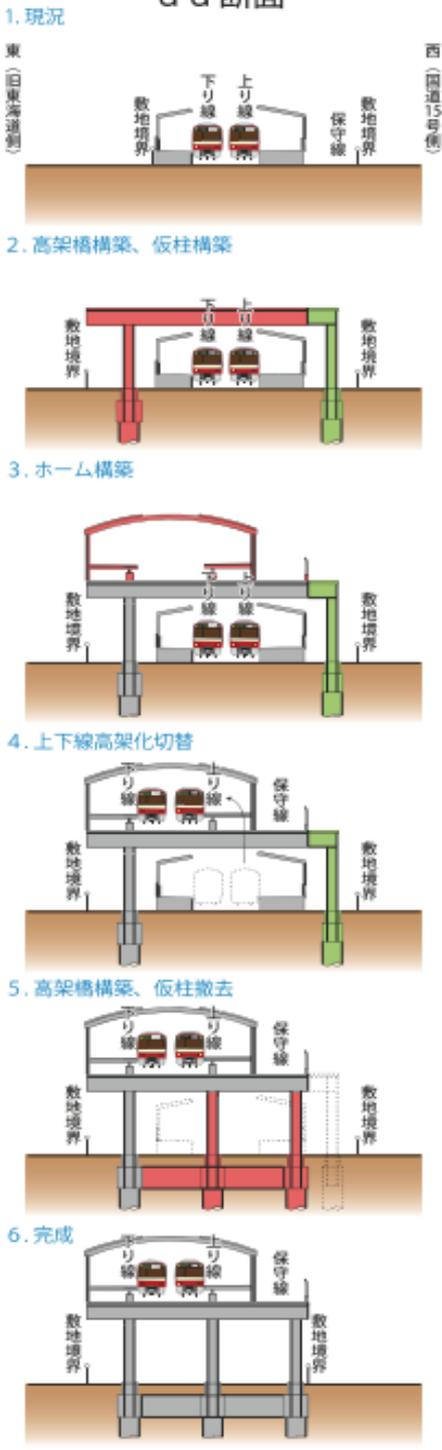
# 品川駅部

凡例	■ : 本設構造物	■ : 施工済構造物
	■ : 仮設構造物	□ : 撤去

## 品川駅部

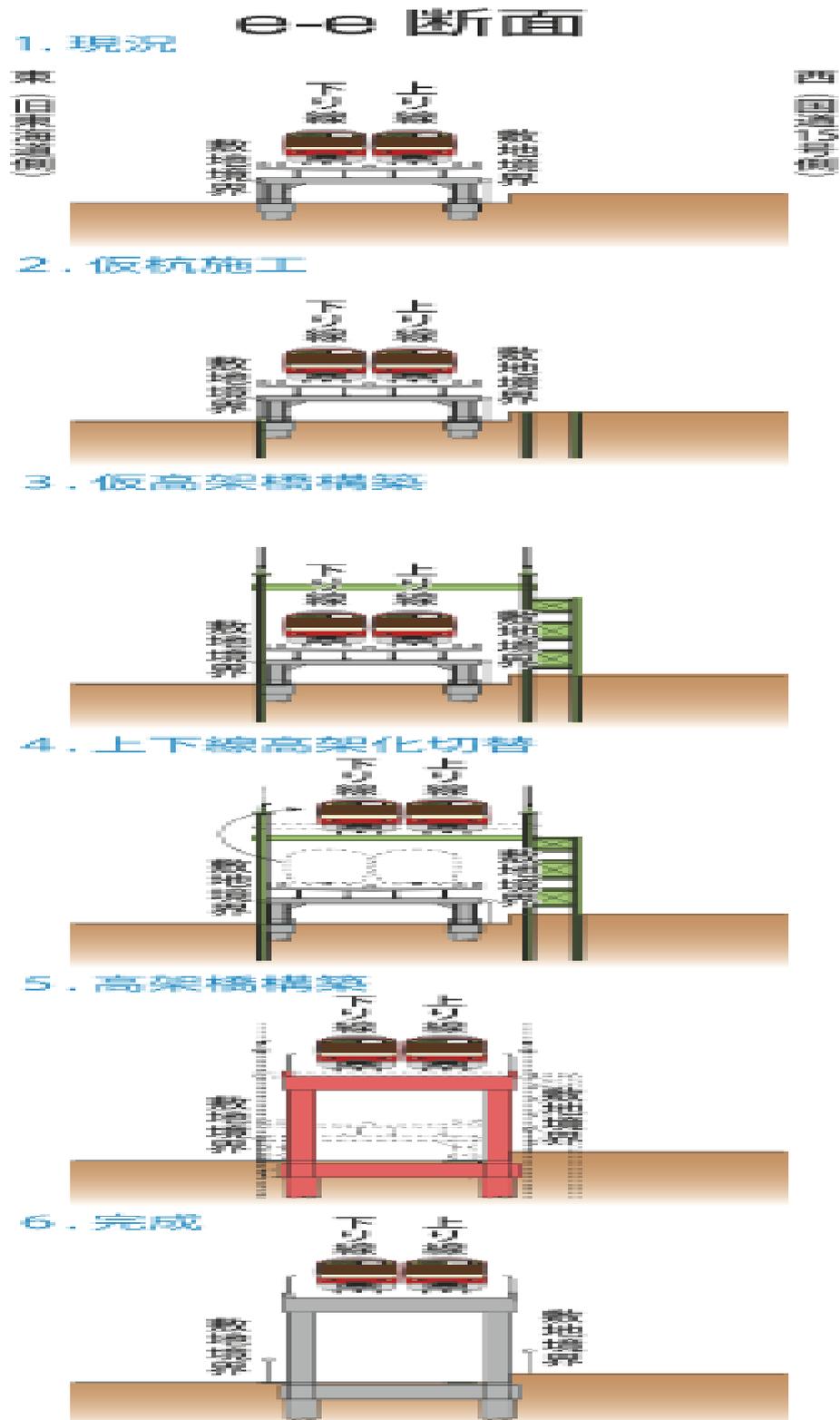


## 北品川駅部



※ 現段階の施工順序であり今後の事業の進捗により変更となる可能性があります。

京濱急行本線（品川駅、北品川駅）車站改善工程步驟圖 圖片來源: 京急電鐵(KEIKYU)官網 <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000051458.pdf>



京濱急行本線北品川高架段改善工程步驟圖 圖片來源: 京急電鐵(KEIKYU)官網  
<https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000051458.pdf>

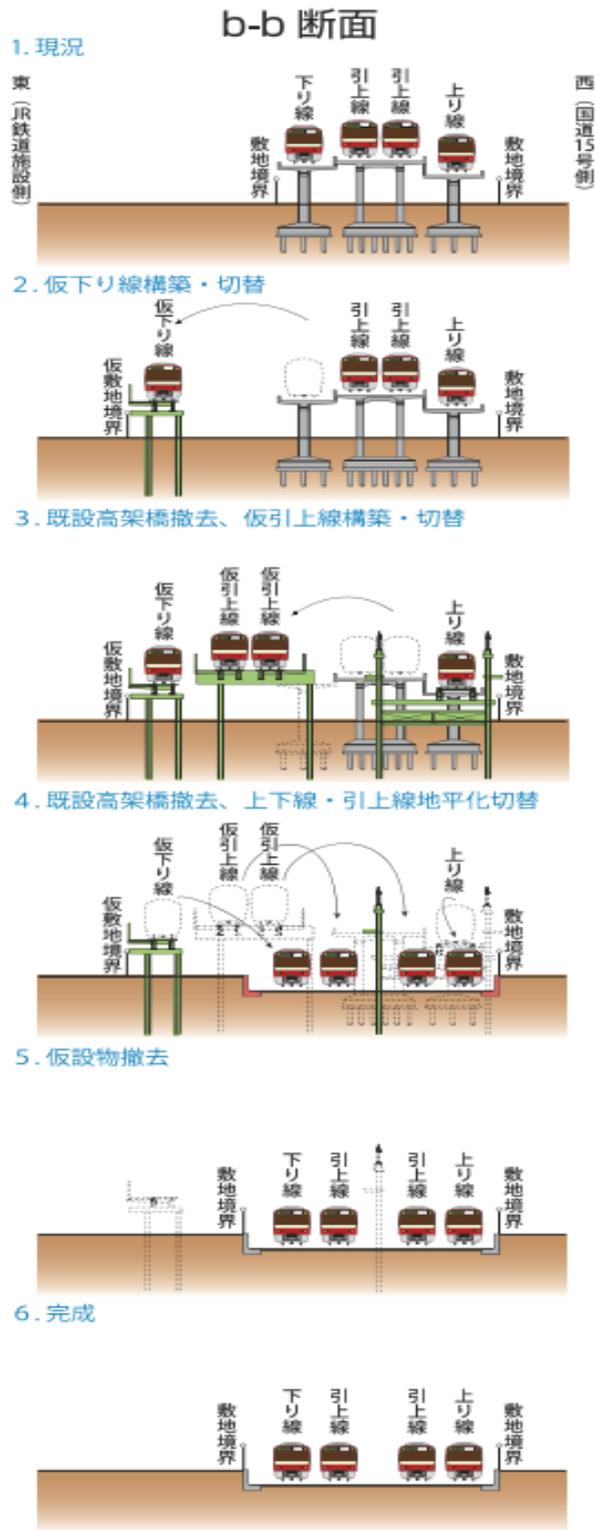
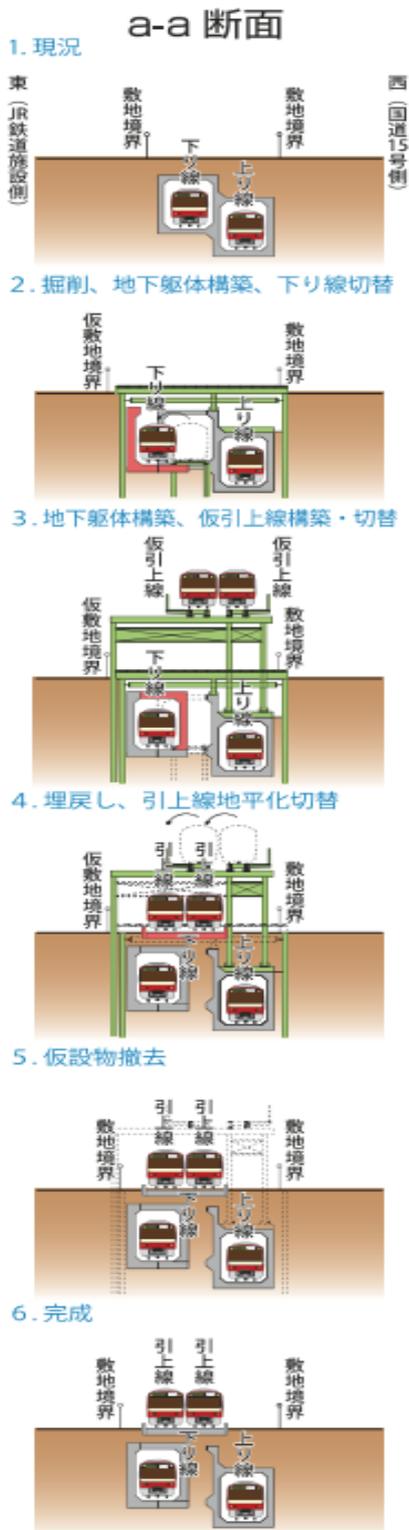
B. 臨時軌施工:

未來永久軌結構與既有軌結構衝突，因此需先於既有軌旁施作臨時軌，將既有軌切換至臨時軌後，施作永久軌結構，施作完成後，將軌道切換至永久軌結構上，並將臨時軌拆除；於泉岳

寺至品川站之隧道段及引道段採用此方法施工。

# 施工順序図 (泉岳寺側から新馬場方面を見た図です。)

## 一般部



京濱急行本線隧道段(a-a 断面)及引道段(b-b 断面)改善工程步驟圖 圖片來源: 京急電鐵 (KEIKYU)官網 <https://www.kensetsu.metro.tokyo.lg.jp/content/000051458.pdf>

C. 別線施工:

永久軌結構與既有軌結構衝突且路權較充裕路段，直接於既有軌旁邊施作永久高架橋梁結構，施作完成後將軌道切換至高架橋上，並將既有軌拆除；品川站至北品川站間橋樑採用此方法施作。

3 參訪照片



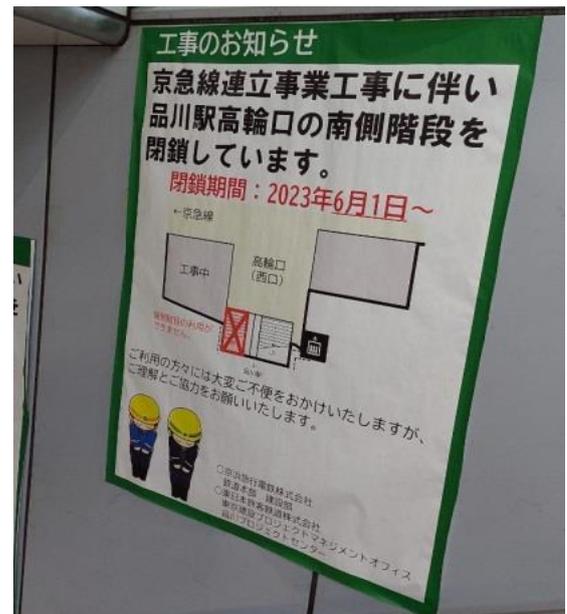
品川站北側臨時軌樁施工中



京濱急行本線駛入都營地下鐵淺草線之列車



品川站北側臨時軌樁施工中(左)；  
JR 品川車站的改善及舊品川車站舊址的開發  
工程(右)



本計畫施工期間封閉部分品川車站之公告

## 六、阪急電鐵京都線・千里線立體交叉高架工程

### (一)、位置



圖片來源:大阪市官網 <https://www.city.osaka.lg.jp/kensetsu/page/0000162741.html>  
阪急電鐵京都線/千里線 連續立體交叉工程範圍圖

阪急電鐵京都線及千里線交會處之淡路站附近，目前正在進行鐵路高架化建設工程，總長約 7.1 公里，其中包括京都線約 3.3 公里(從東淀川區上新莊一丁目～東淀川區芝島一丁目)及千里線約 3.8 公里(吹田市南清及園町～東淀川區芝島 2 丁目)。

### (二)、工程概述

#### 1. 工程介紹

- (1) 本工程由大阪市主導，全長共計約 7.1 公里，包括崇禪寺站、淡路站、芝島站、下新庄站等 4 個站將進行高架建設，為了消除平交道造成之交通擁擠及事故，暢通城市交通，整合城區，建設完成後將會移除 17 個平交道。
- (2) 未來之淡路站規劃為兩層高架結構，下層開往京都河源町、北千里方向，上層開往大阪梅田、天神橋筋六丁目方向。
- (3) 淡路周邊 4 個車站之鐵路高架化 3 種施工工法，直上施工法、別線施工法、臨時軌方式施工。
- (4) 於淡路站北側之阪急千里線與 JR 大阪東線之交會處 建造一座兩層桁架特殊橋梁，由於週邊施工場地較狹窄且限制條件較多，阪急電鐵採用「送り出し工法」施作，將桁架橋梁於相鄰高架橋上組裝，直接利用輸送裝置將結構體移至指定位置。

## 2. 工法簡介

### (1) 直上施工:

路權受限制且無臨時軌之條件下，直接於既有軌上方施作未來永久高架橋梁結構，橋梁及軌道施作完成後，軌道切換至高架橋上並將既有軌拆除；於京都線宗善寺站~歌島豐里線附近、千里線與新幹線交會處附近皆採用此方法施作。

### (2) 別線施工:

路權較為寬裕，直接於既有軌旁邊施作永久高架橋梁結構，施作完成後將軌道切換至高架橋上，並將既有軌拆除；於淡路站部分、千里線柴島站附近皆採用此方法施作。

### (3) 臨時軌施工:

未來永久橋梁結構與既有軌衝突，因此需先於既有軌旁施作臨時軌，將既有軌切換至臨時軌後，施作永久高架橋梁結構，施作完成後，將軌道切換至高架橋上，並將臨時軌拆除；於京都線梅田方向、千里線神崎川附近皆採用此方法施工。

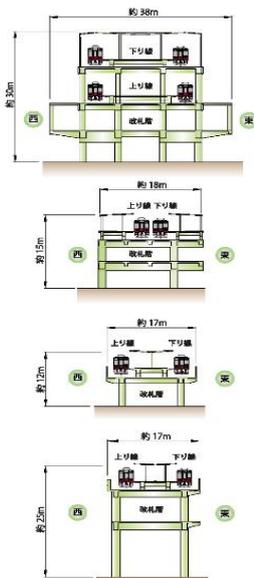
### (4) 送り出し工法(送出施工法):

為一橋梁結構及推進鼻梁於相鄰跨距橋梁上利用起重機等施工機具組裝接合，並將此橋梁結構透過台車及運輸裝置送出推進，結構體到達目標位置後拆除推進鼻梁並進行橋梁結構下放工作。

此施工法適用於橋梁下方有既有鐵路、公路等交通無法停止之情況、河流有洪水危險情況或有架空電線等障礙物；此工法需要較多之臨時設備、且施工週期長並需考慮眾多因素，包括施工過程中之強度計算及加固；若橋樑縱坡度較大或曲線橋梁，不適用此工法。

### 誰もが使いやすい駅施設へ

新しい駅は、お年寄りやお身体の不自由な方にも快適な駅を目指しバリアフリーに配慮した施設を整備します。



未來高架車站模擬圖及剖面圖

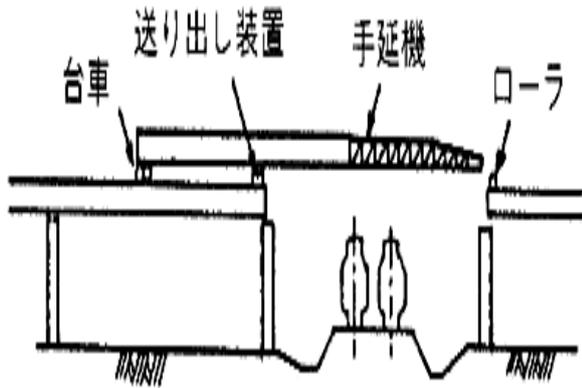
淡路周辺4駅の鉄道高架化は3つの工法で施工します。



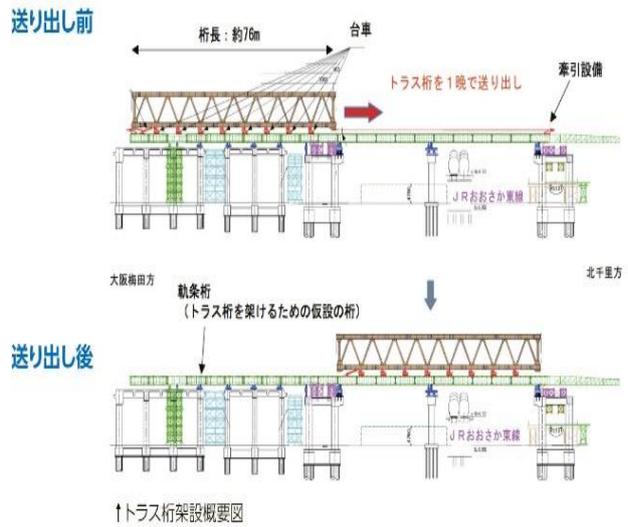
淡路周辺4個高架車站3個施工法步驟圖

淡路週邊連續立體交差工程模擬圖及施工步驟圖

圖片來源:大阪市阪急電鉄京都線・千里線連續立體交差事業パンフレット



送り出し工法示意圖



淡路站北側阪急千里線與 JR 大阪東線之交會處桁架橋梁以送り出し工法施作

送り出し工法 圖片來源:大阪市阪急電鉄京都線・千里線連続立体交差事業パンフレット

### 3 參訪照片



鋼桁架橋以送り出し工法跨越 JR 大阪東線，右側即為 JR 大阪東線鐵路橋梁



鋼桁架橋以送り出し工法跨越 JR 大阪東線



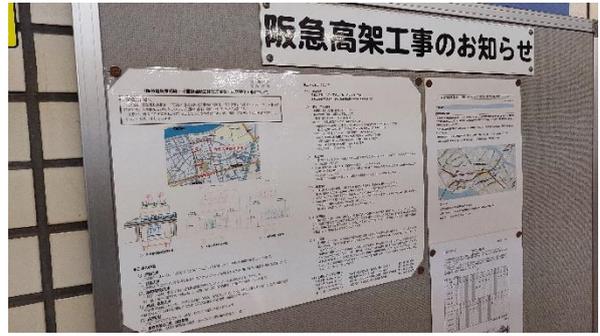
既有新庄站，左側為未來高架車站下層結構墩柱。



未來高架車站結構緊鄰既有車站，墩柱處臨軌施工作業使既有車站月台更加緊縮。



未來高架車站墩柱因緊鄰既有車站，基礎部分施作臨時鋼板樁。



既有下新庄車站公告阪急電鐵立體化工程。



未來永久高架橋墩緊鄰既有車站，以鋼板樁當擋土結構並在上方再架設臨時鋼構圍籬。



未來高架車站緊鄰下新庄站月台，墩柱處圍籬因考量施工性需更加靠近既有軌，致使既有月台空間更加緊縮。



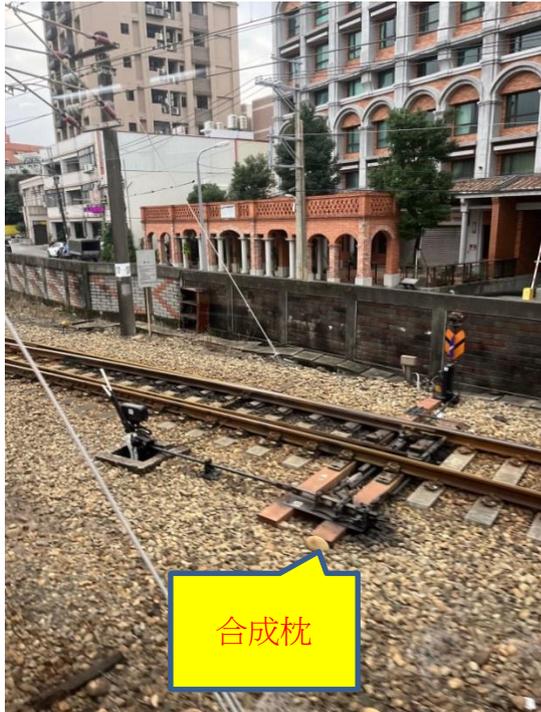
採取直上工法於營運中之線路兩側及上方構築高架鐵路橋

# 伍.心得及建議

## 一、合成枕木

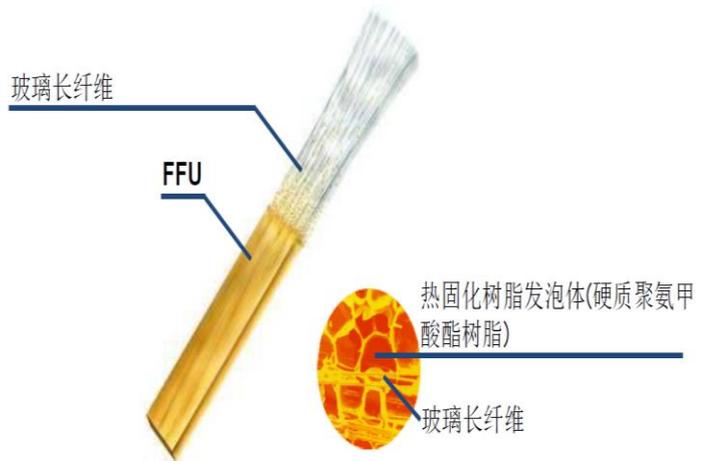
合成枕木引進使用於國內使用已有多多年，一般意見多為因價格不斐而未大量使用，目前使用於道岔之驅動馬達固定軌枕(詳相片例如鶯歌火車站中興支線道岔)，以及道碴軌道與無道碴軌道之介面處作為緩衝受力(例如汐止高架鐵路五堵端)，實屬鳳毛麟角之一隅，此外鐵道養護單位對於所述優點亦有持不同意見者，且目前尚無材料規範。

建議邀請工程設計、施工與養護等相關單位，就合成枕木使用現況與成效，是否廣為使用，後續應採取之作為，提供建言，以作為未來興革方向之依據。



鶯歌火車站中興支線道岔

## 玻璃长纤维强化聚氨酯树脂发泡体



FFU 是将硬质聚氨酯树脂的发泡体用玻璃长纤维强化制成的材料

合成枕的成分

### 具有天然木材的特点

- 重量轻  
比重与天然木材相似。
- 坚固  
抗弯强度与天然木材相同，并且能够长时间保持。
- 易加工性  
可根据现场的需求进行加工及设计。

### 塑料的特性

- 耐久性  
强度衰减小，使用寿命长。  
具有极好耐酸性、耐碱性、耐氟性和耐海水性的防腐材料。
- 统一的尺寸和质量  
FFU是连续挤压成型的方法制成的。  
可制作长尺寸产品。

合成枕的特點

## 合成树脂修复法 (新旧钻孔可位于同一位置)

修补的洞孔养护时间只需要在30分钟以上即可重新钻孔。



合成枕鑽孔後改變使用之修復

## 二、鋼鐵軌枕

由峰製作所產製道岔使用之鋼鐵軌枕堪稱軌道系統之革命性產品，此前之木枕、PC 枕與合成枕等，其形狀均為長方體，承受鋼軌及其上之車輛重量，再藉由此長方體軌枕，將重量傳遞至下方之道碴，再傳遞至下方道床，其長方體軌枕之水平方向的四個方面充滿道碴，藉由經常實施的砸道，可以使道碴密實。

然而鋼鐵軌枕的的形狀是開口朝下的長方盒型態，其盒內的道碴將隔絕於砸道範圍之外，且不易更換，實為一難以控制之維護管理。



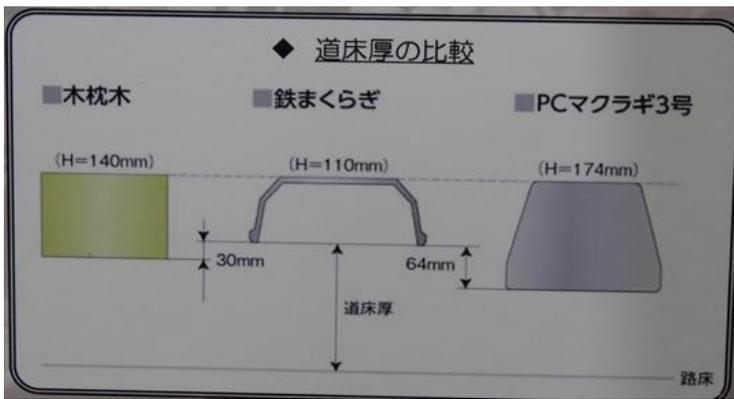
峰製作所產製之鋼鐵軌枕模型



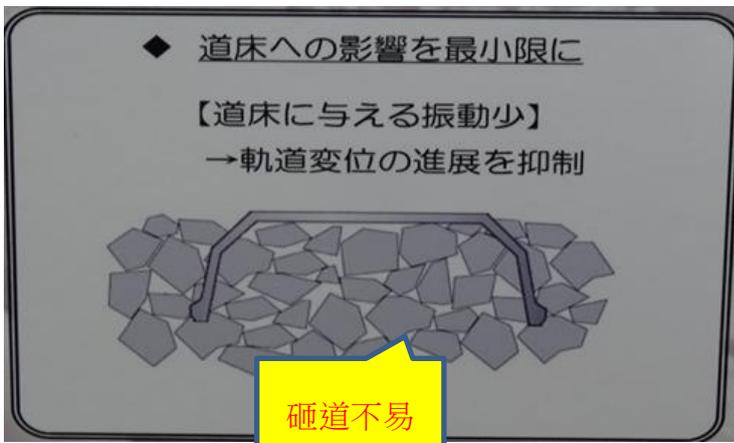
現狀相片(取材於峰製作所官網)



現狀相片(取材於峰製作所官網)



木枕、鋼鐵枕、PC 枕之橫斷面比較



中譯:對道碴影響最小，控制軌道變位

### 三、戴著帽子理頭髮

本局前身自地下鐵路工程處至鐵路改建工程局，專責於現有營運中的台鐵路線上建設立體化之地下隧道及高架鐵路橋，所採取的是先建臨時軌後，將營運切換至臨時軌，再拆除現有軌，進行立體化的結構興築，自翔為**穿著衣服改衣服**，此次參訪涉谷車站與品川車站更新改建，對於其在車站建築體進行拆除同時維持路線月台使用營運之防護作為，則可稱之為**戴著帽子理頭髮**，日方的作法是採取

- 1、 軌道模組化:類似國內常見使用的抱枕工法，將預先組合好的軌框固定於兩支平行的工字樑中間，形成一組套件，配合車站建築改建時，使用吊車或千斤頂移動這些套件，即可快速施工獲致規劃之路線形。
- 2、 旅運維持與施工防護；在列車及旅客通行的動線範圍最外緣，設置垂直防護牆與水平防物件掉落的防護網或版，如此即可保護旅運安全，同時進行車站建築物之拆除改建。
- 3、 拆除模組化:使用銑孔工法連續密排施作於鋼筋混凝土牆版，構成類似虛線，再沿此虛線即可折斷鋼筋混凝土牆版，予以移除，避免使用強力破碎工法，減少噪音、震動、粉塵與墜落等對於旅運的衝擊。



2022年6月所拍攝之品川車站外觀相片(取材於網路)



2023年11月9日由本考察團所拍攝品川車站外觀相片，仍提供旅客進出之站房已拆除大半部



2018年2月所拍攝之品川車站穿堂相片(取材於網路)



2023年11月9日由本考察團所拍攝品川車站穿堂防護網相片

#### 四、配備齊全敬業整齊

於阪急電鐵京都線·千里線立體交叉高架工程參訪，所見工地機具材料停放與堆置整齊，此情此景，正是我們所追求的安衛目標。再看見雖然下著雨，建築工人們仍深著雨衣及安全配備，繼續從事建設，令人印象深刻且佩服。國內工程界亦已引進新的安衛觀念，要求進步，相信不久的未來，國內工程界的安衛環境也能與日本無二致。



## 五、精神抖擻各司其職與指認呼喚

峰製造所鋁熱劑頭部補修焊接(THR)現場演練過程，4員一班，首先類似士兵報數般，大聲舉手並報出自己的工作職務，接下來執行每一動作的當下，同時大聲複誦動作的名稱，此舉亦類似臺鐵的列車長等，每當列車到站停靠月台時，車門開啟踏上月台時，一定先舉出右手兩指向視線前方，再傳向身後方向，其手勢亦隨之指向視線前方，這種行為稱之為「指認呼喚」，是一種透過身體各種感官（包括視覺、大腦意識、身體動作、口誦及聽覺）並用協調，以增加操控器械的注意力的職業安全動作方法。此種動作行為亦源於日本，為鐵路事業用的安全動作，做法是在各程序中以眼望物件、手指指著物件、同時口誦確認、心手並用及集中精神，以達到減少人為失誤導致意外的效果。後來它廣泛用於不同範疇的事業，包括建造業、製造業及機電工程等等。近來公車駕駛於路口轉彎時，亦已取法，以避免危害穿越馬路的行人。

近來本局所推展連續壁施工檢查有關『人員指派及安全責任明確化』等所有之安全行動，亦可取法。



## 陸.後記

感謝中興工程顧問公司在日本的豐沛人脈，及從業同仁之敬業與專業，以利本次參訪考察之達成，在此至上謝忱。

本次考察參訪所見所聞，均已製作報告羅列記錄及心得建議，惟才疏學淺，見解非屬精闢獨到，尚祈不吝給予指教，以增長進，此後將繼續蒐集資訊，期望吸收新知，於工作崗位略盡棉薄之力。

見解雖非屬精闢獨到，然寄望帶給讀者發想，促使起心動念於改良改善現有工程執行，則亦屬貢獻棉薄之力。