

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：考察)

版式軌道設計施工養護實務考察

服務機關：交通部鐵路改建工程局

出國人 職 稱：總工程司

姓 名：陳正楷

出國地區：奧地利、捷克

出國期間：九十四年七月二十八日至八月八日

報告日期：九十四年十月

行政院及所屬各機關公務出國報告提要

系統識別號 C09404068

密碼 315240000H

出國報告名稱：版式軌道設計施工養護實務考察

頁數：

頁含附件：是否

出國計畫主辦機關：交通部鐵路改建工程局

聯絡人/電話：王淑芬/02-89691900 轉 2074

出國人員姓名/服務機關/單位/職稱/電話

陳正楷/交通部鐵路改建工程局/總工程司室/總工程司/02-89691900 轉
2151

出國類別：考察

出國期期：九十四年七月二十八日至八月八日

出國地區：奧地利、捷克

報告日期：九十四年九月

分類號/目：H4/鐵路

關鍵詞：版式軌道、PC 軌枕、鋼軌修護

內容摘要

奧地利及捷克是歐洲內陸鐵路相當發達的國家，擁有密集之鐵路網，捷克全國鐵路線共有 9,430 公里，鐵路密度為每平方公里 0.12 公里鐵路線，約為西歐國家鐵路密度之兩倍，在捷克境內只要是說的出地名的地方，均有鐵路到達，奧地利鐵路更為發達，鐵路總長約 4 萬餘公里。

本次考察主要在於捷克鐵道相關技術之考察，因此內容將以軌道技術為重點，其中包括軌道型式、軌道材料、軌道維修、車站景觀、高架鐵路及鐵道相關測試等。

捷克歷經共產統治，共產黨僅提供大眾運輸工具，因而造就鐵路建設，反之公路建設相對式微，捷克鐵路雖然簡易，但基礎紮實，材料完全自主，因此本考察從材料生產、施工、現有設施到養護，系列的考察將逐一敘述在本報告中。

傳統道碴式軌道因養護頻率高因素，已漸改採版式軌道設計(無道碴軌道)，本局刻正進行的南港專案工程，永久軌道亦已由傳統道碴式軌道改為無道碴式軌道，由於無道碴式軌道在國內施作經驗有限，因此相關技術及研發驗證等工作仍有待蒐集相關資料進行後續作業。

本報告由於部份技術及考察內容不允許拍照，因此將部份以文字表述，可提供相片部份則儘量提供相片說明，其中並輔以國內相關技術進行說明，以作為設計及施工參考。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

目 錄

壹、考察目的.....	1
貳、考察行程.....	3
參、考察過程.....	4
肆、結論與建議.....	47

壹、考察目的

國內交通建設長久以來均較偏向於公路建設，目前因公路建設已近飽合及大眾運輸逐漸被重視，因此已逐漸轉往鐵路建設發展，本(94)年度之政府交通建設，是鐵路預算首度超越公路，本局負責鐵路立體化工程多年，對於鐵路建設參與甚多，有鑑於鐵路建設大增之趨勢，必須作好各項準備，包括各項新進技術之資訊參考，因此特別規劃本次考察活動，以作為未來業務推動之參考。軌道建設隨著台北捷運、高鐵、鐵路立體化等工程之陸續完工營運，已普遍受到民眾及政府的重視，在未來幾年更陸續有重大軌道建設工程推出。有鑑於此有必要積極汲取相關資訊及資料，以作為本局執行各專案工程之參考，本次考察奧地利及捷克軌道工程技術，包含地鐵、輕軌及區域鐵路，尤其是捷克的軌道工業最令我們稱奇，本文中將逐一作介紹，以提供同仁在業務上之參考。

另鐵路工程的設計與養護亦是本局執行各專案相當重要的一環，因軌道運輸有較多專屬路權，故有其可靠與便利性，但若發生事故時，則因無替代道路可為相輔，所造成的影響層面也相對較為嚴重，此外由於鐵路運輸量大，意外災害造成之人員傷亡及財務上之損失經常也較慘重，因此在各國的鐵路災害事故中除部份肇因於撞擊事故及機車故障外，另一部份則是歸咎於列車出軌，其餘原因則來自軌道不整，因此版式軌道的施作，如何從設計至養護，仍能保持安全範圍，是一個重要的課題，亦是本次考察的目的之一。

本局自成立以來，積極在鐵路工程上鑽研，尤其是鐵路相關建設參與甚多，其中在軌道設計部份汲取相關經驗后，在 92 年起陸續完成南港專案之無道碴軌道設計，本設計案可謂國人第一次完整完成之軌道設計案，唯設計時有甚多參數及作法係直接參考國外經驗及數據，因此為求技術之自主性，本局一直與細設顧問進行相關資料收集及研析，期望能建立一套鐵路相關技術資料庫，進而提供各專案設計之參考，以助往后工程之推動。

貳、考察行程

本次出國計十二天，考察過程如下表：

日期(星期)	地點	行程	備註
94.07.28(四)	台北—Vienna	去程	
94.07.29(五)	Vienna	維也納地鐵及輕軌考察	
94.07.30(六)	Vienna	維也納地鐵及輕軌考察	
94.07.31(日)	Brno	布爾諾車站及輕軌考察	
94.08.01(一)	Ostrava	PC 枕工廠考察	
94.08.02(二)	Prague	扣件廠及鋼軌修復廠考察	
94.08.03(三)	Prague	布拉格地鐵及輕軌考察	
94.08.04(四)	Prague	1. 地鐵 C 線 Ladvt 2. 測試軌實驗室考察	
94.08.05(五)	Prague	輕軌車站造型考察	
94.08.06(六)	Prague—Vienna	區域鐵路考察	
94.08.07(日)	Vienna	回程	
94.08.08(一)		回程	

參、考察過程

一、七月二十九、三十日考察活動

(一)考察目的

本日主要考察項目是奧地利首都維也納市區之鐵路相關建設之考察，維也納都市鐵路建設相當早，其輕軌系統相當完善，是許多國家輕軌建設效法的對象，尤其是低底盤輕軌電庫，最受城市交通喜愛。

奧地利地位屬中歐陸路運輸要津，與各國之運輸以陸運為主，因此奧國鐵路網相當密集，奧地利首都維也納市區鐵路交通主要是由國鐵數條長途列車路線、機場快鐵、地鐵及輕軌電車所組成（請參考附圖一）。

輕軌電車在維也納已有百年歷史，本次考察除瞭解電車的軌道系統外，亦將地鐵路線建設安排為考察重點，因此選定 U₁ 及 U₄ 地鐵線進行考察，考察內容以照片作為輔助說明。

(二)考察心得

歐洲內陸國家開發較早，其鐵路建設相當發達，在維也納城市，我們可看到其便利的軌道大眾運輸系統，除此之外其設計概念及營運觀念亦有許多值得我們參考之處，在維也納搭乘地鐵或電車首先的感受是，以一個外來旅客來說很容易就可以購票進入月台區搭乘，亦可輕易的轉乘公車或輕軌電車，對一個外來旅客來說，國內的轉乘相對比較不方便，因為國內的搭乘或轉乘大部份須經穿堂層再進入月台層，因此很不方便搭乘。另外維也納是一個音樂之都，其工程師長期受藝術薰陶，亦表現在鐵路相關設施上，這點是非常值得我們參考的，維也納的車站也相當簡單，除部份車站採聯合發開外，其他車站僅設營運的基本空間簡單方便，建造相對便宜，非常值得本局代辦鐵路捷運化之簡易車站設計時參考，另外 U₄ 地鐵採用之開放式地下化設計更是值得參考，本項設計除可節省工程經費外，亦可達到立體化的功能，尤其有助於節能及養護。

維也納市區地鐵圖

(附圖一)



U₄ 地鐵線之路線說明指標圖，可清楚辨認線路別、所在位置、搭乘方向及轉乘資訊，車站各角落亦廣設站名標示，以利乘客識別，觀光客可以很容易的搭乘地鐵

維也納地鐵出口簡潔之設計並可方便轉乘輕軌電車，輕軌電車像公車一樣，停在地鐵站出口位置，旅客一出地鐵即可轉乘輕軌電車，相當方便





地鐵路線路堤段車站出入口，進出方便，其景觀綠化更是值得參考

輕軌電車轉轍相當方便，亦易於保養，本路段是作為迴車及路線交叉使用



車站無道碴軌道佈置情形，在維也納地鐵及區域鐵路車站區，無道碴軌道的設置相當普遍，整個車站也因無道碴軌道的鋪設易於維修養護，降低垃圾等污染



地鐵車站出口轉搭輕軌電車情形，輕軌電車就如同公車一樣，只是具有軌道，變成有秩序，有效率的代表

輕軌電車行駛市區，本路段設有專有路權，避免車流交織影響交通，在維也納同一路線會因不同路段的交通情形，改變其路權方式，專有路權直接以植樹綠籬區隔，增加景觀美化及環保觀念。



市區百年歷史之車站外觀，站體不大，但工藝細緻車站為高路堤段，內部設有商店街，但旅客可由進站階梯直接進入月台區，不致因為商店街的設立，而阻礙進站動線

市區百年歷史車站外設有咖啡及轉輕軌捷運，讓繁忙的大眾運輸也有悠閒的感覺



地鐵車箱愛心座位之標示，與國內的捷運標示類似方便識別，但台鐵電聯車的標示，相對較不易識別

輕軌電車路線綠化兼有吸音及雨水滲入功能，符合環保條件，本路段道床設計亦是各國輕軌運輸設計趨勢，本路段是混合路權，小客車亦可行駛其上。



U₁ 線地鐵高架車站段，其岸壁式月台寬敞，簡單、可供台鐵捷運化高架車站參考



U₁ 線地鐵高架車站月台，管線全部在消音裝飾板後，看不到雜亂的管線

Alte Donau 車站月台設計觀景窗，可將車站月台與周圍景觀融合

Alte Donau 車站是前往多瑙河的地鐵站，設置在多瑙河畔，因此開設許多觀景窗，以提供旅客視覺美化





Alte Donau 車站觀景樓梯，月台經樓梯或電梯下樓後即是出入口，相當方便搭乘，並具美觀、節能效果

Alte Donau 車站出入閘門，簡單方便進出，不若國內複雜的驗票系統及付費區與非付費區之區隔，站體可相當簡易，出入口即設在橋下，進入車站後馬上進入驗票系統，轉一個樓梯或電梯即可至月台搭乘電車



U₁ 地鐵線高架路線，橋下空間作為停車場使用，側牆為規格化的預鑄版

區域鐵路高架車站亦相當簡單，但增加一些商業空間及服務區，整體外觀亦相當藝術化。



維也納 U₄ 地鐵線與排水河道共用路權

遇大洪水時地鐵線停駛，路線供排水之用，車站即設置在上方，相當方便亦節省許多建設經費

區域鐵路高架橋墩，亦展現其美化的外觀



二、七月三十一日考察活動

(一)考察項目

本日為考察捷克軌道工業技術，因此路過捷克布爾諾城，布爾諾是捷克第二大城，亦是主要工業大城，為考察 PC 枕廠本日來到布爾諾，並進行布爾諾(Brno)的車站及輕軌考察，捷克與奧地利有著相同的特色就是輕軌電車運輸相當發達，由於輕軌電車並未有專有路權，而是與公路混雜使用，因此其軌面大都以預鑄版處理，部份地區為求綠化及降低噪音須求，亦做許多不同處理。其中輕軌的綠化及降噪音的方法，相當值得軌道設計之參考。

(二)考察心得

布爾諾是捷克第二大城，是一個工業大城，許多的工業產品經由鐵路運輸至捷克各地及歐洲其他國家，由於鐵路運輸費用低於公路運輸，因此在布爾諾我們看到相當忙碌的鐵路運輸作業，在鐵路客運及大眾運輸方面，係以區域鐵路聯絡對外交通，因市區部份處於丘陵地，因此都市交通採用輕軌電車佈置，亦相當發達便利，在布爾諾我們看到坡度大的山路行駛輕軌電車，部份輕軌電車路床亦採用植生路床，以達生態景觀設計，在這裏我們可體會軌道工程師對軌道建設的用心。



布爾諾輕軌電車路線植生草皮美化路床，亦藉由草皮安全島區隔路權

布爾諾輕軌電車行駛山路與公路混用路權情形



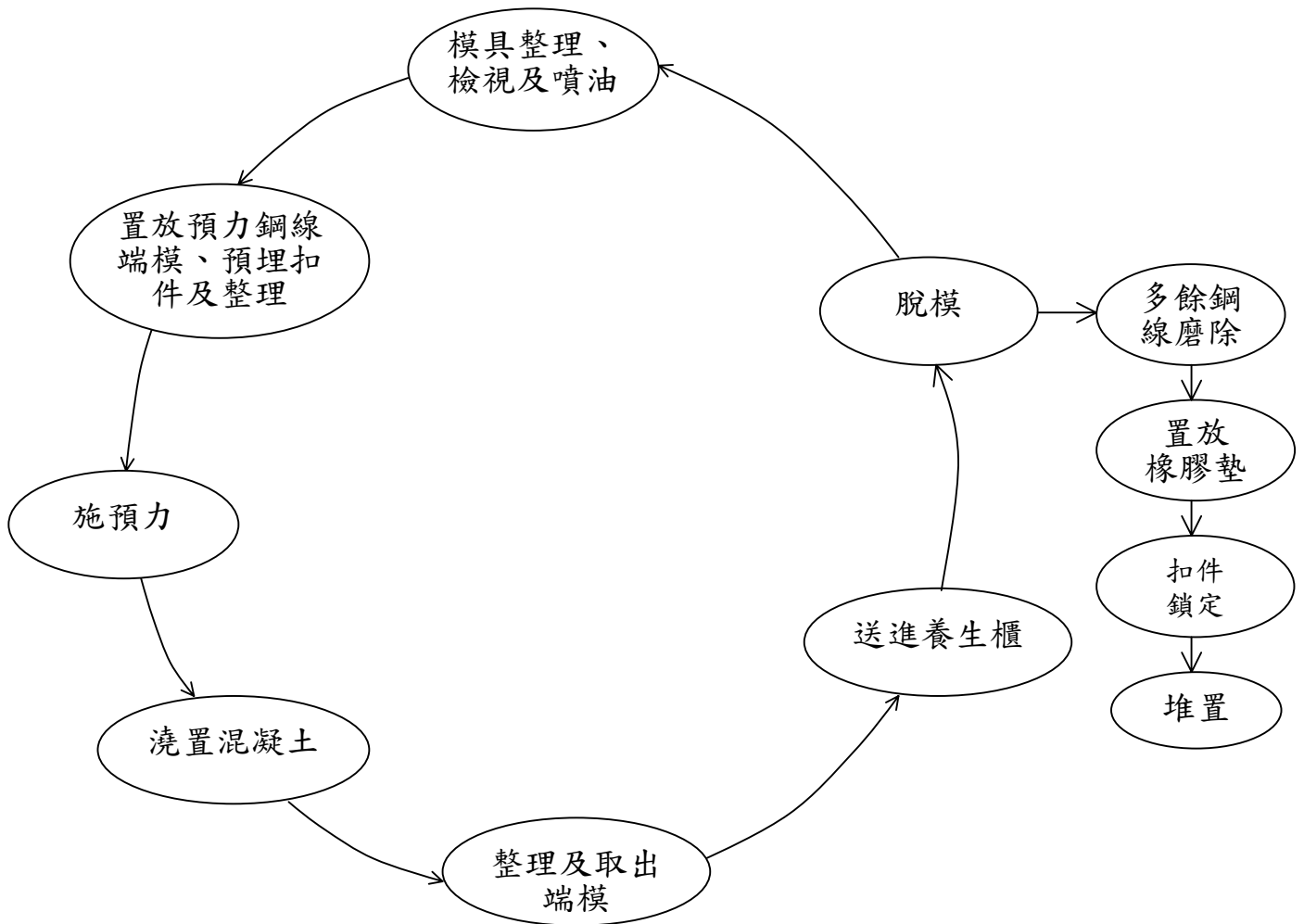
布爾諾輕軌電車行駛街道與公路車輛混用路權情形

三、八月一日 PC 軌枕廠考察

(一) 考察項目

捷克歷經共產黨統治五、六十年之久，在共產制度下為提供人民便宜的公共住宅，而發展出預鑄房屋，因此造就了捷克混凝土預鑄品的工業生產基礎，現在的捷克則是因為工資及其他成本低於鄰近歐洲大陸國家，因此接受來自鄰近國家的製造訂單，足以充份發展其工藝，並有足夠市場進行自動化之生產。本次考察 ZPSV 工廠，初踏入這家工廠時其外觀除規模大且有鐵路運輸線外，幾與其他混凝土製品廠無異，但踏入廠內後，才真正感受到其不同，在國內，混凝土製品廠除材料輸送及混凝土拌合是依賴機具外，其餘幾乎都是靠人工勞力完成，可是在捷克這家工廠中，第一次見識到自動化 PC 枕生產線，人員僅作品管檢視、配件處理及部份修飾作業，人力非常精簡，但由於廠商不同意我們將製造過程全程拍攝，所以製作流程僅能用文字及部份相片敘述，工廠生產線主要由滾輪式工作枱、再輔以天車吊重機組成，生產項目與鐵路工程有關的項目有；一般 PC 枕、道岔 PC 枕、道岔混凝土道床，預鑄月台、電纜槽、高架橋等。

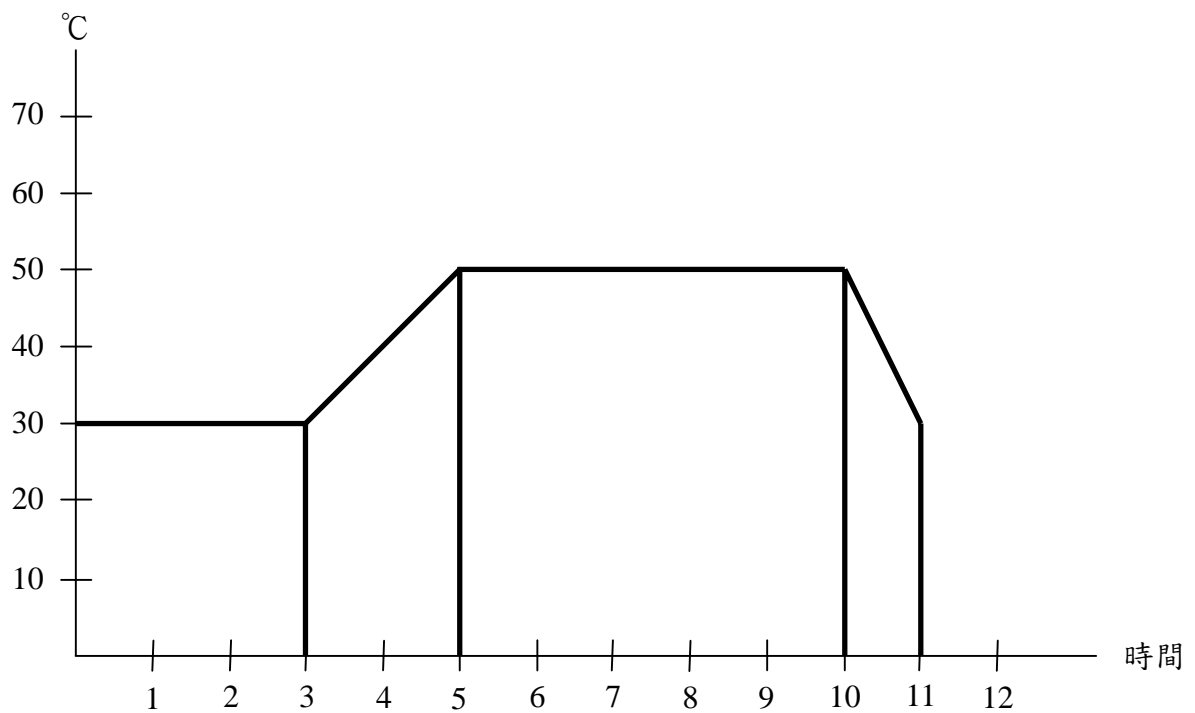
1. PC 枕自動化生產程序



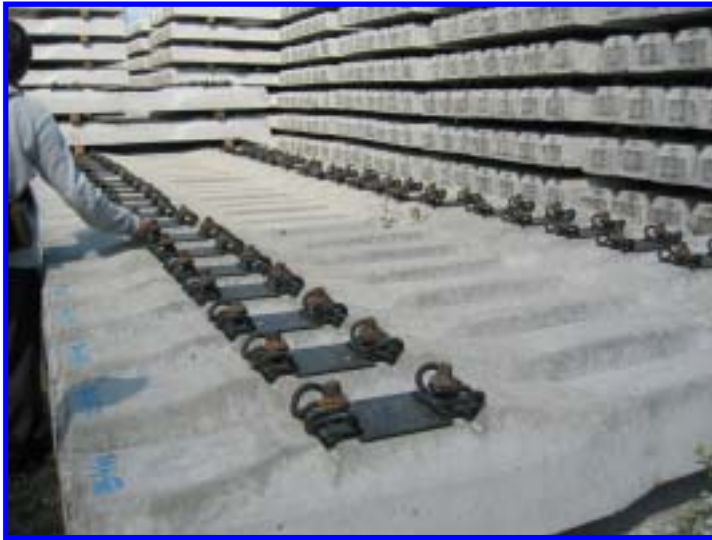
本工廠係使用帶狀生產線進行 PC 枕或軌道版生產，就如同其他工業產品一般，設有輸送帶將 PC 枕或軌道版切割成數個加工製造程序，藉由輸送帶將產品運送至各個加工區進行製造加工，最後進入養生櫃養生，與國內 PC 枕或軌道版從開始至完成皆在同一地點施作的方式完全不同。

2. 生產數量及養生

PC 枕模具係由五根 PC 枕組成，養生櫃可同時置放 64 個模具，即 320 根枕木，因此 320 根枕木為每一生產循環之數量，養生時間為 11 小時且依混凝土凝固時間作不同之溫度養生，本項與國內之同一溫度養生設計不同，非常值得日後 PC 枕木設計及規範制訂參考。由於每一循環生產數量為 320 根枕木，因此每一生產線即配合此一時間進行調配。



養生溫度曲線圖



完成產品在戶外堆置，再經由鐵路或公路運送至客戶指地點交貨，軌道扣件是在工廠內即組裝完成，扣件扭力容易控制，現場將扣件以機械推入與鋼軌扣結即可

PC 枕生產線，整個 PC 枕的生產線所需空間不大，與國內的生產方式相比，約為 1/3 的空間即可，相關的生產程控可參考前項之生產程序



最後防銹處理完成后，即進行扣件的安裝及檢測最後送至戶外堆置場堆置

PC 枕模具藉由輸送帶運送至混凝土澆置區進行混凝土澆置，澆置完成後在原地進行整組振動，澆置不足部份即刻補充，後方即蒸汽養生櫃



脫模後之模具整理及檢查，經由 11 個小時的蒸汽養生完成區之產品，即進行脫模及整理，脫模后成品往前送進行防銹處理及扣件安裝，模具整理后即橫移進行

道岔 PC 枕及版兩層式生產線，本生產線係配合較長的道岔 PC 枕軌道版及其他預鑄版所設計，兩層式的生產線設計，可在有限的空間上發揮最大的生產效能





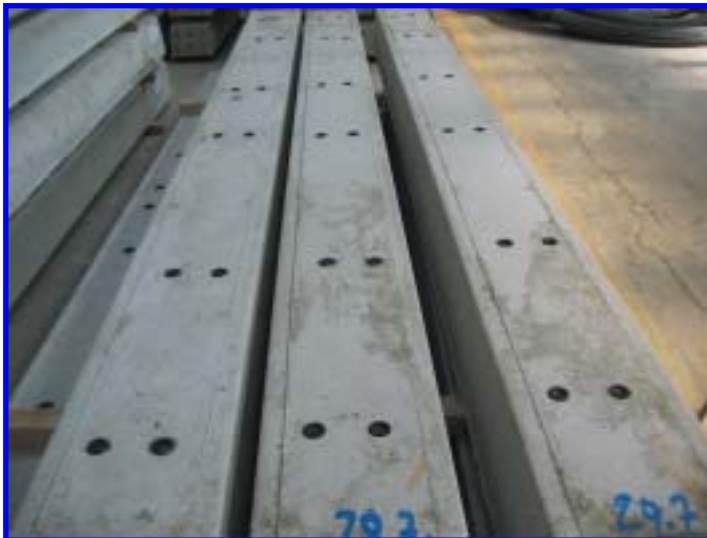
PC 枕模具儲放，將不同尺寸之 PC 枕模具分類儲放，模具使用完成后仍能保持如新的整潔效果，可見管理成效

雙層式生產線，道床 PC 枕模具整理后吊放至生產線之情形 ▶▶



道岔 PC 枕及版混凝土澆置房(電腦控制)，本澆置房兼具澆置及振動混凝土，澆置數量全部由電腦控制，精準度相當高

道岔 PC 枕完成之情形 ▶▶



◀◀ 月台預鑄版完成之情形，預鑄版有不同形式及規格應用範圍廣，本工廠常供應有，房屋用，月台用、軌道道床用，人行用及高架橋用等多種，其高壓製造技術相當成熟品質優良

月台預鑄版，可供應整體月台所須使用之各部構件 ▶▶



3. 技術關鍵

PC 枕製造為達自動化生產，本次考察之工廠係採用低坍度混凝土澆置配合全振動機具搗實，因此成品密度高無氣泡，裂紋、蜂窩等現象產生，且因為採用低坍度混凝土，所以澆置搗實后即可進行端模拆除進行養生作業。

4. 國內 PC 枕製造情形



模具清理 Mold Cleaning，由人工進行 10 根一排的模具清理由於施工線長，施工人員施作不易，效率較低

組模 Molding，組模及鋼筋排放皆用人工處理



預力 (pre-stressing) 施加預力採用人工調整方式，且施加預力之鋼線過長



混凝土輸送 (Concrete bucket transport)，採用運送車或天車，由於澆置地點過大，容易產生較大面積的污染，因此國內的 PC 枕工廠通常佈滿混凝土渣及泥

澆置 Concrete Pouring ▶▶



震動 Vibrate

表面飾平 Scaping ▶▶



◀◀ 蒸氣養生 (Steam Curing)，採用覆蓋式，其效率較難控制

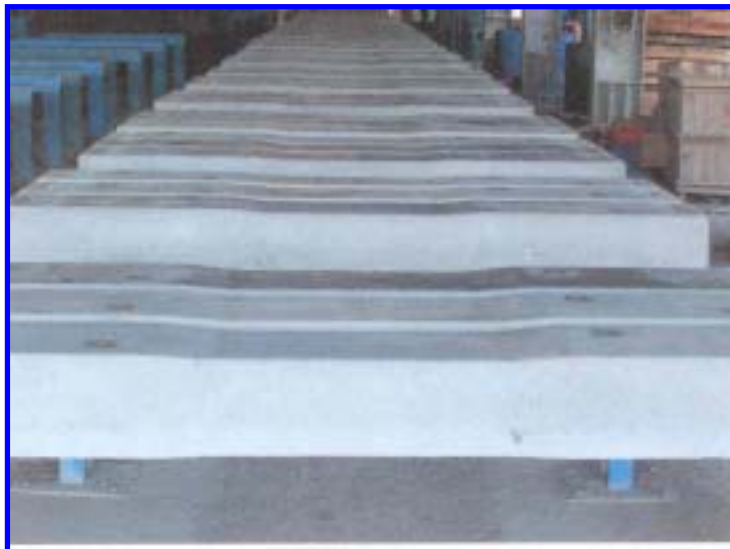
預力轉移(鋼線第一次切斷) Load transfer (PC Wire 1ST Cutting) ▶▶





◀◀ 脫模 De-mold

鋼線二次切段區 PC
Wire 2nd Cutting ▶▶
Section



◀◀ 成品檢查 Product
Inspection

防鏽處理 Antirust ▶▶



◀◀ 成品儲存

運輸 Delivery to Site ▶▶



(二)考察心得

營建自動化在國內已推行多年，其成效亦頗豐碩，但軌道工程在國內起步較晚，因此軌道材料及工法在國內的自動化程度相當有限，本次考察之預鑄工廠中的軌道預鑄產品，除 PC 枕、電纜、高架橋等已實際用於軌道工程外，其他預鑄產品應用有限，本局執行各專案工程因受限於維持台鐵營運需求及用地限制，在臨時軌或其他設施，是可大量採用預鑄產品，以降低工程成本及縮短工期，創造最大工程效益，如臨時月台採用預鑄工法，除工期縮短外，亦可重覆再利用，降低工程成本。

四、八月二日考察活動

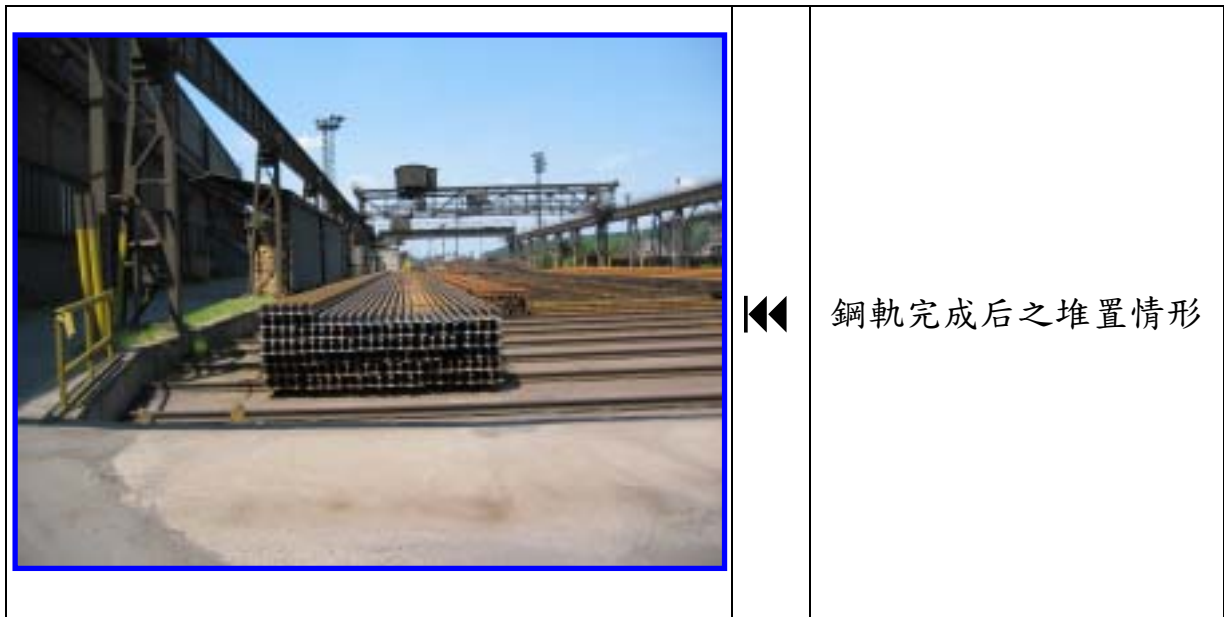
(一)考察項目

本日考察扣件生產及鋼軌修復廠，Trinecke Zelezarny 廠是一個股票上市，具有相當大規模的鋼鐵廠，是一個從鍊鋼至生產鋼製品上下游整合的鋼鐵公司，軌道製品主要有鋼軌，基鈹、魚尾鈹、車輪等製造，主要銷售對象為歐洲地區國家。

1. 鋼軌生產

鋼軌生產配合各個國家的需求尺寸，進行生產鋼軌，軌條擠壓方式與其他廠大同小異，本項考察重點在於軌條最終程序之鋼軌量測，本工廠對於鋼軌之量測係以一套 16 組的超音波儀器，以 70 cm/秒的速度進行表面尺寸，探傷等檢查，經由本次之考察有助於日後對鋼軌之使用進一步的瞭解，亦作為日後設計時對鋼軌零應力之鋼軌溫度及材質等，有更明確之認識。

可惜本製造程序及檢驗情形廠方不開放拍照，因此無法提供較完善之相片供參考。



2. 基鈹生產

本工廠之基鈹主要生產型式為 G、E、O 型之基鈹，且為鍛造式基鈹，不同於國內之鑄造式基鈹，其產品主要亦銷售歐洲大陸國家，此型基鈹在本次考察過程中，相當常見是奧地利及捷克主要之軌道基鈹型式，軌底坡及扣件鎖定位位置可依不同設計需求，作不同之生產製造，其樣式多達 15 種以上。



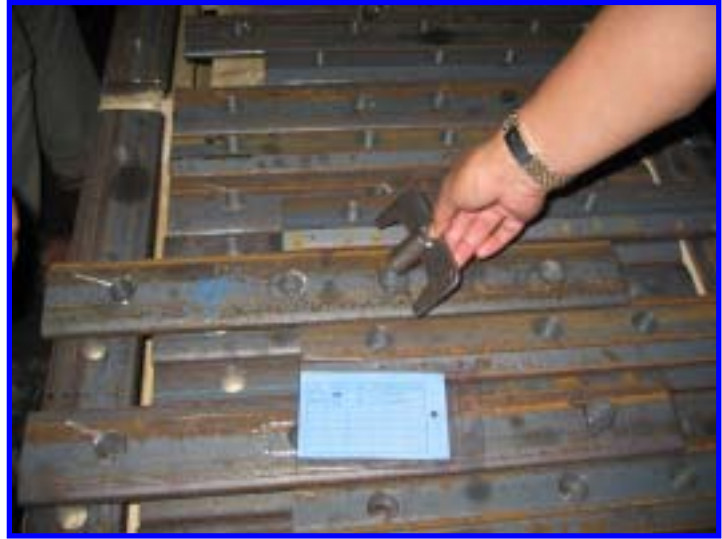
◀◀ 鋼錠鍛造後之基鈹材料，後續即進行帶狀生產線生產

裁切后之基鈹初品



◀◀ 採用大型裁切機進行基鈹裁切，並由電腦控制，保證尺寸品質

以量規進行魚尾鈹螺栓孔之量測，以確保螺栓孔尺寸之正確



魚尾鈹螺栓孔量測

基鈹鎖定螺栓位置製作



3. 鋼軌修復

KMT 公司是一個鋼軌修復及鋼軌量測之專業廠商，大部份輕軌電車路線因與公路混合使用，因此鋼軌磨損後，不易進行養護更換作業。因此鋼軌的現場修復，就成了不可不為的養護方式，本次考察由該公司主管進行說明及實際操作示範，所先是由機具之前端進行量測，後端鐸補機具依前端量測結果進行磨損部位之修補，其修補技術主要是封閉式鐸接，本項技術可確保鐸接品質，該公司並生產一自動化噴油機，提供半徑較小之軌道區域使用，以減少鋼軌之磨耗，本項作業可作為國內日後輕軌電車建設時之參考。

另外在 KTM 公司門口恰好看到槽型鋼軌與一般鋼軌的銜接方式，一併在本章中說明。



由 KMT 公司專業經理講
說銲接方式及機具說
明，本修補機具可使用於
道岔區及一般區域軌道
降低換軌的頻率，對於混
合路權的輕軌電車鋼
軌，有其絕對的必要性

銲接機具可量測其磨損尺
寸，並記憶作為修補之依
據，經由人工輔以電腦操
作後，可精準的修補磨損
位置及厚度



銲接機具行走部份

銲接修補過程進行人工
調整及確認銲條材料



銲接修補過程確認銲接完
成之情形

銲接修補以密閉銲接方式
進行銲接





銲接修補后之情形

銲接修補研磨後之情形



小半徑軌道鋼軌藉由噴油機設計，降低其磨損量



槽型鋼軌與一般鋼軌過渡段處理方式，槽型鋼軌一般使於輕軌電車之混用路權上，以利鋪設道床道版供其他公路車輛使用，在專有路權上改採進維較方便的一般鋼軌



2. 考察心得

捷克鋼軌基礎工業相當發達，又因國民所得不高相對於歐洲其他國家工資便宜，因此有許多的軌道材料皆在捷克進行製造供應，因市場大所以許多廠商大力投入軌道相關產業的生產，本日考察見識到鋼軌及扣件上、中、下流整體的生產，對於捷克鐵路工業會如此的發達，其原因即可體會，國內雖無如此條件，不過經由相關單位的努力，許多的扣件已經進行了本土化，亦有許多廠商投入生產，其規模雖不能與捷克相比，但國內可就扣件部份力求專精，亦有發展的前景。

五、八月三、五、六日考察活動

(一)考察項目

參觀布拉格市區地鐵及輕軌電車，布拉格地鐵主要由 A(綠線)、B(黃線)、C(紅線)所組成，再配合輕軌電車構成綿密的大眾運輸路網，地鐵路線大部份為短枕嵌埋式無碴軌道。捷克是一個富有藝術文化氣息的歐洲大鎮，其地鐵車站及車站出入口區域均保有許多的藝術氣息，本段將部份舊車站佈置方式及新車站的設計手法概略描述。



布拉格市區地鐵線圖

(二)考察心得

捷克是一個具有藝術氣息的國家，捷克境內有 40 餘個聯合國教科文組織認定的世界文化遺址，在布拉格市區亦有相當多的藝術表演活動，因此這些藝術氣息亦落實在鐵路建設上，因此我們在捷克月台可感受到捷克鐵路工程師及建築師將月台設計的相當富有藝術氣息，但仍具有鐵路所須之功能，在新完成的輕軌電車車站，我們發現其設計構造簡單。但仍符合基本營運須求的車站，整體構造展現現代美感，非常值得台鐵捷運化車站設計參考，另新城廣場的公共藝術區的設置，定期改變藝術作品的展示，是目前國內固定式擺設公共藝術作品思維，另一參考模式。



地鐵出口新城廣場開壁一公共藝術區，定期由藝術家進行藝術品展示，此一概念亦可考量在本局車站廣場設立一藝術專區，供藝術家展示藝術品，取代固定式之藝術品設置





捷克市區舊地鐵車站內部景觀，充份展現藝術及視覺美感其寬敞的月台是一大特色



捷克市區新完成的地鐵車站內部景觀，充份展現現代美感，由於捷克地鐵小偷出入頻繁，電扶梯與樓梯間加高間隔防搶



新地鐵車站內部現代化景觀及明亮的照明



地鐵車站隔音板兼作飾板，除符合功能外，亦有美觀之效果



輕軌電車簡潔的車站設計，展現現代的美感

電車線桿以圓弧型設計，及道床鋪面採用顏色磚

整體景觀相當美化，讓鐵路車站也可以如此的美麗、簡單



六、八月四日考察活動

(一)考察項目

本日凌晨利用地鐵電車晚間 00:0-05:00 停駛時間，由捷克工程師帶領在地鐵 C 線最末站(Ladvt 車站)，下月台進入軌道區參觀軌道養護作業及軌道各項設施。

本路線係 Trinecke Zelezarny 公司生產之基鈹軌道，道岔區亦採用基鈹式道床，本路線是新完成通車之路線，因此相關經驗值得國內刻正進行之工程及日后規劃之工程參考。

本路線係營運不久之延伸段，在考察過程中，有幾項較不同於國內設計之項目，在此提出供參考：

1. 全採長焊鋼軌鋪設，但位處於隧道段，因此僅以熱劑焊接方式處理，道岔尖軌雖設有限位器，但並未焊接。
2. 布拉格市區因曾遭受水害，造成交通全部停擺現象與台北捷運上次淹沒隧道車站相似，因此在新設車站月台末端均設有全封閉防水閘門，該段為方便閘門啟動，軌道以木枕直接嵌入混凝土道床方式處理。



短軌枕基鈹式軌道，在捷克地鐵因承包商的
不同或工址特性不同，選擇不型式的軌道，但大部份的基鈹型式是類似的

為防洪水漫淹，車站區採全封閉式防水閘門設置，其防水閘門走行部份及區域以木枕及鋼枕佈置，以便閘門封閉及開啟



尖軌與基本軌間採用道岔限位器，避免尖軌與基本軌變位不一致

防水閘門與軌道接觸面處理方式



防水閘門與軌道接觸面處理方式



道岔基板及絕緣接頭採用托接方式處理，但其托點間距縮減，以增強及上托強度，絕緣接頭亦使用一般之絕緣接頭



軌道施工方式採用路床施作完成後再架設軌框調整，調整完成後，基板與道床之空隙藉由無縮收混凝土砂漿填補



本路段為隧道段地鐵線
所有長鉸鋼軌僅用熱劑銲接方式銲接



隧道區相關設施設置整齊簡單
所有管線均以吊掛方式處理不設電纜槽，方便施工及維修

3. 測試軌考察

VUZ 路測實驗室設立於 1972 年，係由原發展 50 幾年歷史的各類實驗室整合而成，主要功能在於藉由各項測試研究達到技術可行和經濟之效果。目前實驗室配置有測試軌 36.8 km、電力供電系統測試場及變電站，車輛材料動態實驗室、鐵路橋梁實驗場，電信、訊號測試實驗室…等，專責進行車輛牽引力測試，剎車測試、噪音測試、供電系統測試、號誌通訊測試、車輛動態及材料測試…等，並由國家授權進行鐵路系統材料、工時品質查核確認工作。

本測試實驗室號稱歐洲大陸最大最完整的測試場，其試驗室的設備及規模相當先進，可供日後設計時，作為驗證之參考，另本試驗場之動態實驗室之防震設計亦可供日後鐵路敏感區域防震設計之參考。

4. 考察心得

本日考察的 C 線最末站(Ladvt 車站)是地鐵 C 線延伸線新完成之車站，因此許多設計概念可供本局施作地下車站參考，其中車站末端設計全封閉式防水閘門即是一例，此設計方式可有效防止洪水漫淹隧道，控制淹沒範圍，另月台寬敞除階梯及電梯外無其他雜項設施空間，方便旅客進出。另捷克軌道工業會如此發達與捷克擁有歐洲最大的軌道測試場有關，許多軌道工業技術及產品可藉由本試驗室進行驗證，亦具有研發之技術能量，因此帶動整個捷克的軌道工對發展，國內前幾年亦由經濟部成立軌道工業推動小組，積極輔導廠商進軌道工業產品的研發及生產，目前已略具成效，但國內缺乏認證機制及測試機構，使得其發展成效受限，因此未來國內應積極整合成立認證機制及研發測試機構，方能擴大發展績效。



車輛轉向架進行動態測試
本測試載重機可加壓至 1250 噸
亦可進行加壓及振動測試



加載設備



電力測試之變電站，可輸出直流電及交流電，進行不同電力系統路線之試驗



測試軌



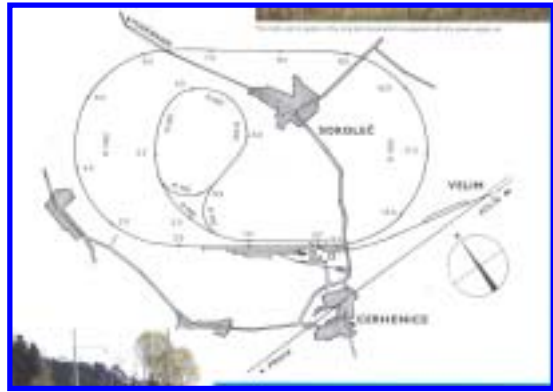
車輪測試



現場振動及軌道行為測試



現場振動及軌道行為測試



測試軌道示意圖



新完成車箱準備進行測試



車輛動態實驗室，本測試平台可供車箱直接在平台上進行各項動態測試



橋樑測試之模擬橋樑區



軌道工程測試區之軌道佈置情形

肆、結論與建議

本次考察係隨同中華民國軌道工程學會規範小組專家學者所組成的考察團，進行奧地利及捷克軌道工程相關技術之考察，本考察前雖經資料收集得知捷克軌道工業之發達而決定本次行程，但經由實地考察後；讚嘆捷克軌道相關技術之發達，無論是軌道材料生產之自動化或是軌道設備之測試，均是國內軌道工程界可引為師法之對象。

本次考察團員係由軌道工程專家學者所組成，因此每到考察地點及考察項目，均可立即進行討論及研究，增加本次考察之豐富性，亦汲取更多的軌道工程相關技術。國內刻正處於鐵道工程建設發展期，陸續引進鐵道工程相關技術，但缺乏實地印證及相關技術參考比較，總感覺缺乏某些東西，本次經由捷克測試軌實驗室之考察后，發覺技術之生根必須從許多測試數據著手，包括國內目前各項鐵路工程設計，其參數大多引用國外數據，並不完全符合國內之須求，因此國內確有需要建立相關測試資料庫及驗證工作，以達設計可完成符合須求，並帶動更多的創新設計發展，以下是本次考察后之建議事項：

1. 為落實軌道工業及技術的本土化，宜由政府相關機構進行整合，成立綜合研究室，積極辦理軌道技術研發、認證等事宜，並建立資料庫以利引用及參考。
2. 本局代辦台鐵捷運化工程，受限於線型及用地影響，其月台及營運設施空間之配置常難以克服，本次考察之捷克及維也納車站，其構造及設備皆相當簡單，但能符合營運之需求，

建議日後設計可將商業空間及營運空間分隔，並簡化營運設備及空間，以達簡單化，以利符合經濟效益。

3. 國內目前正積極推廣軌道系統之輕軌電車，由於路權與景觀影響，一直未能全面採用，建議可參考歐洲國家模式，於不同路段採用不同路權以為因應，並建議先以目前之鐵路支線或公車專用道，先行試鋪營運，待驗證其成效符合國內各項環境後，再行全面建置。
4. 目前國內鐵路系統間之票證仍未共通，建議積極整合共通，並積極簡化驗票手續，以達快速進出各鐵路系統，並可達簡化營運空間。
5. 因應精減人力政策，養護機械化及省力化軌道的鋪設是目前的趨勢，建議養護機械，監測儀器等能積極國產研發，以確保鐵路行車安全。
6. 台鐵系統之電力桿型式因缺乏驗證機制，長久以來一直沿用舊有型式，已漸不符美觀需求，本次考察之捷克輕軌車站，不管是車站外型、設備配置、路床及電力桿型式皆可作為國內工程參考。

最後感謝軌道工程學會平時對國內軌道工程技術協助及本次考察之協助，希望藉此能將較好之設計、施工概念，引入國內相關工程。

謝誌：

- 一、國內鐵路已有百年歷史，長久以來其技術大致仰賴國外技術專家，並未完成轉移至國人，因此常有些設計理念無法達到印證，產生許多設計的盲點，本次有機會隨同軌道學會廖常務監事及其他諸位軌道專家一同前往奧地利及捷克進行軌道工程技術考察，對本部軌道設計專業知識之提升有莫大的幫助。
- 二、此次承蒙捷克在台北捷運擔任顧問之工程司協助安排各生產工廠之考察工地現場考察，在此感謝其幫助，使此行能確實得知捷克軌道工程之技術。