

日本鐵道暨相關工程考察報告

2001 年 2 月

目錄

	頁數
壹、前言.....	2
貳、行程.....	3
參、參觀紀要及心得.....	4
一、大阪市中央公會堂古蹟增設減震系統施工.....	5
二、長堀地下商場及地下停車場.....	15
三、新幹線仙台總合車輛所.....	26
四、日本東北新幹線盛岡山岳隧道.....	42
五、橫濱車站地下化.....	56
六、埼玉新都心.....	67
七、其它.....	71
肆、結論.....	84

壹、前言

交通部台北市區地下鐵路工程處奉指示經辦大台北都會區鐵路地下化工程，旨為將既有台鐵縱貫線移入地下營運，以消彌對交通及都市發展所造成之阻隔，計 78 年 9 月完成第一期華山至萬華間鐵路地下化工程；83 年 6 月完成第二期華山至松山間鐵路地下化工程；對疏解交通及促進都市發展之成效良好。目前正積極進行第三期萬華至板橋第一大崙崁溪與南港專案鐵路地下化工程，並續推動高雄專案鐵路地下化工程。

本處經辦之南港專案中有新五堵及汐止兩座山岳隧道已陸續施工，且為本處首次施作之山岳隧道，確有汲取經驗之必要。另外尚有七堵調車場、五堵貨場等場站之遷建與構築及都會區鐵路地下化之隧道等大型工程，故八十九年度報奉行政院核定，派員赴日本研習有關「岩石隧道」、「鐵路工電基地規劃」、「鐵路地下化後騰空土地之開發及鐵路沿線建築管制」、「電子聯鎖系統」等項目，並洽得日本國鐵正施作中之盛岡山岳隧道、東北新幹線仙台基地及東京鐵路地下化騰空土地利用符合計畫所需，遂經報奉交通部核准，以組團方式派遣羅允宏、黃奇偉、林永福、蔡宗恭、黃啟瑞、鍾皓斌等六員暨中華顧問工程司黃銘焜、劉偉智君共同赴日研習，藉以汲取日本鐵路之新進工程技術及鐵路地下化後之騰空土地利用，作為爾後本處設計施工之參考。

貳、行程

日期	地點	行程
89.11.27(一)	台北 大阪	去程
89.11.28(二)	大阪	1、參觀大阪市中心公會堂古蹟 增設減震系統施工 2、參觀長堀地下商場及地下停車場
89.11.29(三)	大阪 仙台	1、參觀大阪市捷運相關設施
89.11.30(四)	仙台 盛岡	1、參觀東北新幹線之仙台車輛基地 2、參觀仙台車站
89.12.01(五)	盛岡	1、參觀盛岡山岳隧道
89.12.02(六)	盛岡 札幌	
89.12.03(日)	札幌 東京	
89.12.04(一)	東京	1、參觀橫濱車站地下化施工 2、參觀埼玉新都心 3、參觀超高層大樓
89.12.05(二)	東京 台北	回程

參、 參觀紀要及心得

- 一、 大阪市中央公會堂古蹟增設減震系統施工
- 二、 長堀地下商場及地下停車場
- 三、 新幹線仙台總合車輛所
- 四、 日本東北新幹線盛岡山岳隧道
- 五、 橫濱車站地下化
- 六、 東京副都心鐵路地下化騰空土地利用
- 七、 其它

一、大阪市中央公會堂古蹟增設減震系統施工

(一) 前言

大阪市中央公會堂建於西元 1913 年(大正 2 年)，經過長達 5 年的施工時間，於西元 1918 年(大正 7 年)完工。它經歷了大正、昭和、平成 3 代，一直是大阪市文化與社會活動的中心，深受大阪市民的喜愛。

1995 年的阪神大地震，使其遭受到嚴重之創傷，後在大阪市政府大力奔走下，遂有此工程之發生。本工程不僅對此古蹟建物予以復元、保存，確保其有足夠之耐震性能外，更將其原來之機能與便利性予以提升。

(二) 工程概要

1、 工程內容

- (1) 減震設施之裝置
- (2) 構造物耐震補強
- (3) 內部修復與修改
- (4) 外牆、屋頂之修復
- (5) 電氣、空調、衛生、電扶梯、瓦斯等工程
- (6) 外部構造工程

2、 預定工期

1999 年 3 月~2002 年 9 月 30 日

3、 構造

地上鋼筋加強磚造、地下 RC 構造。

4、 工程規模

地下二層、地下三層，建築面積 2324.04m²。

(三) 減震施工之介紹

減震工法是在地盤與建築物間加一減震設施，將使作用於建築物之地震力大幅降低，使建築物緩慢的向水平方向搖動，防止家具、機器之倒塌，且可保存具有高價值，歷史文化之建築物，如圖 1-1 所示。

圖 1-1 減震設施之功能示意圖

(四) 施工步驟

大阪市中央公會堂既有建築物之荷重約 3 萬公噸，本工程是以托底基礎工法施作，將原本作用於地盤上之荷重改由鋼管樁支撐以後，將建築物底部開挖，構築新基礎並裝設減震設施，在上部結構部份，除於磚造牆壁以 RC 補強外，在屋頂處亦以加側撐方式補強，以提高整體結構物之耐震能力。

另外由於工址下方有軟弱之砂質土層，造成建築物東西方向有最大 20CM 之差異沈陷，亦將於本工程中予以解決。

本工程之施工步驟，如下所述，施工步驟示意圖，如圖 1-2 所示。

- 1、 施築連續壁(約 25M 深，厚 0.7M)。
- 2、 進行開挖至基礎底並架設支撐。
- 3、 原有之基礎予以整形，並構築新的補強基礎梁，使新舊基礎結合為一體。
- 4、 打設鋼管樁(進行局部開挖，在基礎梁下以油壓千斤頂壓入鋼管樁)。
- 5、 建築物之重量轉移至鋼管樁。
- 6、 沈陷量之修正。
- 7、 開挖並構築新基礎版。
- 8、 減震設施之裝設。
- 9、 減震設施上部基礎之施工。

10、切除鋼管樁，力量轉移至減震裝置。

圖 1-2 施工步驟示意圖

(五) 檢討

- 1、台灣與日本同樣位處環太平洋之地震帶上，地震頻繁，日本在阪神地震後減震設施之使用較阪神地震發生前更為普遍，台灣既與日本相同皆有地震的問題存在，對於減震設施應可加以推廣於各項工程中使用。
- 2、日本非常重視工安，除施工人員皆依規定穿戴外，於工區周圍與開孔處均備有完整之圍籬及防護網，且工地整理地非常乾

淨，見不到國內工區處處有模板、鋼筋、釘子、混凝土渣、土石渣等現象，這也就是工程肇事率少之主要原因之一。

二、長堀地下商場及地下停車場

(一) 前言

長堀地下街位於大阪市內，其前身為大阪長堀地區其中之一運河，由於陸路運輸日益增長，相對運河功能的退化，長堀地下街乃孕育而生。(圖 2-1)

圖 2-1 長堀地下街位置

(二) 工程概要

地下街開發長度約 860M(地下街長約 730M)、寬約 37M、深約 22M，建築面積計 81800M² 為地下 4 層的結構物，地下一層為地下街 地下 2-4 層為收費停車場，東西方向各有一處車輛進出口，約可容約 1030 部車輛（西日本最大公共地下停車場）。地下 4 層一部份串連地鐵心齋橋站及長堀橋站提供通勤、通學等使用。

圖 2-2 各層剖示意圖

(三) 設計概念

地下街商場共有 8 個地下廣場，稱為長堀八景，以其販賣商品的不同用顏色 藍、粉紅、綠、橘分為 4 區，並注入光、水、風等自然現象於其中，作為其設計理念。

地面部份以現代科技手法表現潺潺流水，並保留當時心齋橋的一磚一石重現明治 42 年心齋橋的意象（圖 2-3）。

圖 2-3 心齋橋透視圖

防災部份除了引道自然光外，地面層設置有自然排煙設備，並於災變發生時地下層會以明滅光點及聲音引導人員至避難層。其他服務設施如殘障廁所、育嬰台、電動步道、4種語言聲光兼俱的標誌系統等盡善盡美的設施，充分表現出非常人性化考量的設計。

三、新幹線仙台總合車輛所

(一) 前言

新幹線的總合車輛所為負責各型車輛之各種維修檢查作業所需之車輛基地，相當於整合鐵路局之機廠、機務段及檢車段業務功能於一身，可進行各型車輛由出廠後至報廢為止之大小各類型維修檢查作業，如果說行控中心為新幹線之神經系統，則總合車輛所就是新幹線的免疫系統，藉由各種定期維修檢查，可預先排除故障，確保列車運行順暢。

仙台總合車輛所(參考圖 3-1)於 1990 年 4 月啟用，位於仙台市北郊宮城縣宮城郡利府町，基地長約 3.5 公里，最大寬度約 260 公尺，總面積約 53 萬平方公尺，建物面積約 18 萬平方公尺，為東日本旅客鐵道株式會社所屬最大之車輛基地，其他之維修基地尚有東北線之上野、小山、盛岡，上越線之新潟，山形線之山形，秋田線之南秋田，以及長野線之長野等基地(參考圖 3-2)，惟規模及維修功能皆不及仙台總合車輛所來得龐大及完備。

圖 3-1

圖 3-2

(二) 組織架構

現有員工計 615 名，設所長一名，下轄：

- 1、總務課：負責總務、安全、會計、5S(整潔、整頓、整理...等)及人事等業務。
- 2、生產管理課：負責企劃、外包合約、材料、教育及設備機械之維護等業務。
- 3、輸送管理課：負責工程、技術、品質保證、出廠檢查及 ISO 等業務。
- 4、技術課：負責設計、維護保養、開發及小組建議案等業務。
- 5、車體一課：負責車體之檢修、拆解組裝及內部裝修等業務。
- 6、車體二課：負責交番檢查(月檢)及改造工程等業務。
- 7、部品課：負責車輛部品(零組件)之檢修業務。
- 8、台車課：負責台車(轉向架)、輪軸及馬達之檢修業務。

(三) 維修之車輛種類及數量

車種	輛數	編組	備註
200 系	404	37	圖 3-3
200 系-2000 代	132	9	
400 系	84	12	
E1 系	72	6	
E2 系	224	28	
E3 系	116	19	
E4 系	80	10	
電氣軌道總合試驗車	15	2	

圖 3-3

(四) 維修作業種類

總合車輛所配置如圖 3-4 所示，相關軌道及功能如下：

- 1、調車拖上線 2 股：供列車進入不同維修股道時調度之用。
- 2、到開線及留置線共 22 股：可供基地與本線間列車到開及待修或已修列車暫時留置之用。
- 3、檢車線 6 股：供日、月檢車輛維修停留之用。
- 4、全檢(大修)整備線及臨修線共 3 股：供全般檢查及臨時搶修使用。
- 5、台車檢查(局修)線 3 股：供轉向架拆卸檢修使用。
- 6、車輪研削線 1 股：供車輪鏟削使用。
- 7、廠內股道：台車工場與組立工場及塗裝、車體工場等廠內股道間，另以移動式軌道(移車台)予以銜接。

上述設施可提供之維修檢查作業為以下四種：

- 1、仕業檢查：即所謂之日檢，為列車營運 48 小時內需進行之初級維修檢查，檢查項目有油品等消耗品之補充、集電弓及煞車器之外部檢查。
- 2、交番檢查：即所謂之月檢，為列車營運 30 日以內或 3 萬公里以內之中級維修檢查，檢查項目包括集電弓、煞車器及各種電氣機器內部動作確認檢查。
- 3、台車檢查：即轉向架及車輪檢查，亦稱為局修，為列車營運 12

個月內或 45 萬公里以內之高級檢查，檢查項目為馬達、齒輪及煞車器等組件拆卸檢查。

- 4、全般檢查：即所謂之大修，為列車營運 36 個月以內或 90 萬公里以內之最高級檢查，檢查項目為各種組件拆卸解體之細部檢查及車體塗裝等。

仙台總合車輛所維修之車輛種類及檢查項目雖然繁雜，惟所內各廠房之設施場地及維修動線等皆十分整潔流暢，諸如各種維修工具、零件及清掃用具之擺設，通風及照明設備之配置，各種管線之佈設規劃，通道轉角處反射鏡之設置，工作人員之各項配備及通道、維修坑之清潔等。由前述情形及工作人員專注而純熟的工作態度及技術，可見車輛所之各項管理及人員訓練皆十分良好，其成果與該所揭櫫之「5S」、「JIT」(Just In Time)及「改革十信條」等理念十分契合，其成功經驗足堪國內各工作場所認真借鑑學習。

四、日本東北新幹線盛岡山岳隧道

(一) 東北新幹線盛岡 八戶間計畫概要

1、路線長度 96.6 公里，工程施工長度 94.5 公里。

2、構造物長度

(1) 路堤或路塹 12.4 公里 (13%)

(2) 橋梁工程 12.7 公里 (14%)

(3) 隧道工程 69.4 公里 (73%)

3、路線主要規格

(1) 設計最高速度 260 公里 / hr

(2) 最小曲線半徑 4000 公尺

(3) 最大縱坡度 20 0/00

(4) 軌道中心間距 4.3 公尺以上

(5) 電車線電壓 25kv

如上所述，可知東北新幹線盛岡 八戶間大部份為隧道工程，其中還包含了岩手~一戶間，全長 25.81 公里世界上最長的山岳隧道。

(二) 岩手~一戶間山岳隧道工程概要

岩手~一戶隧道全長 25.81 公里，共分為七個工區，兩頭出入工區直接進入本坑，其他五工區由作業坑進入本坑開挖作業。本隧道地質之平、縱斷面與工區名稱位置如圖 4-1 所示，隧道施工之縱斷面如圖 4-2 所示。

圖 4-1 岩手~一戶隧道地質之平縱斷面與工區名稱位置圖

圖 4-2 岩手~一戶隧道施工之縱斷面圖

本隧道採 NATM(New Austrian Tunnelling Method)工法施工，並以爆破或機械方式進行開挖。隧道之鑽掘斷面積一般為 74.8~82.2m²，而隧道內之淨空斷面為 62m²，有關岩手~一戶隧道之標準斷面如圖 4-3 所示。

圖 4-3 岩手~一戶隧道標準斷面圖

(三) NATM 工法介紹

NATM 工法大多被應用於貫穿山岳隧道(岩石地盤)之施工，其應為一種施工概念而非施工方法，因其所使用之岩栓、噴凝土、鋼肋、鋼絲網，甚至配合採用抽降地下水、冰凍、灌漿、壓氣等輔助工具，皆可因地制宜相互搭配設計及施工，而無固定施工方式之故。

地鐵之南港專案中有兩個山岳隧道亦採用 NATM 工法施工，分別為新五堵山岳隧道及汐止段山岳隧道，有關隧道之施工步驟如下所述：

1、隧道開挖

本工程隧道之開挖程序，可分為上半斷面開挖、台階開挖和仰拱開挖。

- (1) 上半斷面之開挖為防止岩體破壞或鬆動，開炸時採用勻滑（少量炸藥）開炸法或機械（碎石機）開挖法。就經濟觀點而言，高效率的鑽機設備，可儘快地完成每個輪進的鑽炸孔之外，亦可同時兼做支撐鋼管及岩栓的鑽孔。
- (2) 台階開挖原則上距上半斷面 35 50 公尺處（依隧道地質情況及其穩定性調整），採用左右半邊交叉開挖的方式，其間距約在 20 30 公尺之間。
- (3) 仰拱開挖原則上距台階開挖面 10 20 公尺處（依隧道地質情況及其穩定性調整），採用左右半邊交叉開挖的方式，其間距約在 20 30 公尺之間，惟實際施工時須依現地地質情況及開挖情形儘早使斷面閉合。

2、隧道支撐系統(外襯砌)

新奧工法支撐系統包括噴凝土、補強構件、鋼護板、支撐鋼管及岩栓等。噴凝土原料是由波特蘭水泥、細粒料及速凝劑混合而成，利用壓縮空氣經噴嘴噴出，可採用乾式或濕式噴法，一般而言，乾式噴法較常被採用。

補強構件包括鋼線網、錨筋，及鋼肋。鋼線網由高張力鋼組成，鋪設鋼線網至少要有 20 公分的搭接長度，鋼線網儘量貼

近岩盤。鋪設鋼線網時，應以#3 錨筋確實固定，其間距不得大於 1 公尺。鋼肋為冷彎之 H 型鋼，其最小降伏強度為 2,800kg/cm²。

支撐鋼管主要用在地質狀況較差的岩盤(第 、 、 類)，依據地質狀況作系統性或局部性打設。鋼護板主要用於軟弱岩盤，如斷層破碎帶，以避免開挖過程中或開挖後立即崩落，鋼護板須一片接一片打設，鋼護板背後的孔隙需用水泥漿或噴凝土填滿。

岩栓視岩盤狀況採系統性或局部性打設在頂拱、側壁或仰拱。

3、內襯砌

內襯砌（係現場灌注之混凝土或鋼筋混凝土厚約 40cm），使隧道內部能光滑平整；介於內、外襯砌之間則鋪設防水層，以防止滲水侵入隧道內部。

(四) 檢討

- 1、日本具規模之橋梁、隧道等構造物之設計及施工，並不標榜個人或獨立承商之創作或施工，而是聚各具有專業工程師集體所創，施工時亦是各大營造廠共同聯合施工，施工其專業之部份如此專精且工作面能互相配合亦是值得學習。
- 2、隧道之洞口造型並沒有太突出之變化，偶爾出現較變化之處，

亦是配合當地之地名、地方色彩或特產，既經濟又可發揮自然環境之特色。

五、橫濱車站地下化

(一) 前言

橫濱車站將有一條長約 4.1 公里，連接到元町車站名為 Minatomirai 21 線之地下鐵道新線。地下化後之橫濱車站將位於橫須賀線與現有東急東橫線的正下方。

東急東橫線將在東白樂站與橫濱站間(約 2 公里長)轉入地下營運，也就是說，火車在橫濱站將貫穿 Minatomirai 21 線到東急東橫線。

另為使橫濱車站東、西方有更好的連結與發展，於車站地下化時亦分別施築一條南、北、東、西自由通路。

(二) 工程概要

- 1、橫濱地下車站：位於東急東橫線與橫須賀線下方約 25m，總長約 418m，開挖深約 29m，寬約 180m，地下部份共 5 層，鐵道新線位於最下層。
- 2、北部東西自由通路：位於橫濱車站北部線路下，長約 80m、寬約 20m、高約 m。
- 3、南部東西自由通路：位於橫濱車站南部線路下，長約 86m、寬約 27m，高約 3m。

有關橫濱車站之平面、縱斷面與橫斷面圖，如圖 5-1 所示，透視圖如圖 5-2 所示。

圖 5-1 橫濱車站之平面、縱斷面與橫斷面圖

圖 5-2 橫濱車站完工透視圖

(三) 施工

有關橫濱車站地下化工程之施工步驟，概述如下，車站中央及南端部份之施工步驟示意圖如圖 5-3，5-4 所示。

1、以托底工法將軌道托住，使列車仍維持正常運行

施工時於鐵路兩側打設擋土基樁，基樁上架設帽梁，於鐵軌下方架設鋼梁(包括橫梁、縱梁及抱枕梁)托住枕木。

2、於原有軌道下方進行地下連續壁之施工

3、開挖擋土支撐系統之架設

4、地下隧道結構體之施築

(四) 檢討

- 1、日本鐵路建設發達，原有之鐵路網已綿密分佈，然為因應未來發展，舊有路線的改善與新線之擴充仍不斷地在進行。橫濱車站地下化便是在原有路線上配合市區繁榮及都市發展計畫而設立，施工期間除車站地下化之主體工程外，亦須兼顧現有鐵路營運之維持，所以良好的施工規劃就顯得非常重要。
- 2、由於科技的發達，使工程之施工均高度機械化及電腦化，除了工人減少節省工資外，尚可減少不少人為疏失，並能有效的掌握工程進度。

圖 5-3 橫濱車站中央部份施工步驟示意圖

圖 5-4 橫濱車站南端中央部份施工步驟示意圖

六、 埼玉新都心 (Saitama New Urban Center)

(一) 前言

埼玉縣座落在日本關東地區的中心位置，約 680 萬人口，離東京約 30km，它的地理位置在東日本交通要衝，首都機能雛形已漸漸成型中。目前正進行一個新型的都市發展規劃，我們稱之為「埼玉新都心」(圖 6-1)。基地總面積約 47.4 公頃，曾是日本國鐵的調車場，其範圍涵蓋浦和市、大宮市與野市三個城市，整個規劃目標是建立一個繁榮熙攘、促進人口、貨物及資訊交流的 21 世紀新市鎮象徵。

圖 6-1 埼玉新都心鳥瞰圖

(二) 概要

新都心內除了可容納 37000 人的超大競技場外 (圖 6-2) , 另 2 棟政府機關大樓內包括 17 個組織相當於 10 個全國性的政府部門及行政組織 (圖 6-3) 將由東京移置至埼玉新都心內設置。

圖 6-2 競技場示意圖

圖 6-3 政府大樓示意圖

西元 2000 年後一個現代化的都市中心將提供 180 萬 m² 的樓地板面積及 57000 的就業人口，使過多集中在東京中央區域的設施、交通量能轉移到週邊的核心地區，對於重新改造整個東京都會地區，扮演一個重要的角色。

圖 6-4 埼玉新都心模型

七、其他

肆、結論

縱觀日本的鐵路交通設施不僅非常完善，而且相當先進；從路網的規劃設計到施工以及完工啟用，進而到車輛的生產及維保作業，無處不可見到日本人的敬業精神以及團隊分工合作所展現的成果及績效，而這些歷程也在我們本次實習考查中獲得了實際的驗證，譬如在仙台新幹線車輛維修基地，我們見到無論是任何作業廠區皆有完善的標示牌，每一樣使用工具皆放置在定位，每位工作人員皆著制式工作服，每個作業廠區都有完善的急救設備並標示明顯，更難得的是整個廠區維持的非常的整潔，非作業區絕對見不到屑渣及油污。在其它參訪學習的工地所見亦是井然有序，每位工程人員皆各司其職、各盡所責。由此可見“零事故的新幹線”並不是一句廣告台詞，而是所有工作人員敬業精神及團隊分工合作成果的展現。

整體來說，雖然我們在每個工廠及工地學習參訪的時間有限，不能非常深入的瞭解每個作業流程，但能從不同的層面與鐵路從業人員接觸及由各個角度去體會觀察學習日本人的工作態度，的確是一種難得的經驗。對於本次參訪研習，特別感謝日本大建設計公司熱心連繫各工程單位及盡心盡力的解說，感佩萬分。