

出國報告（出國類別：考察）

日本鐵路高架及車站工程考察

服務機關：交通部臺灣鐵路管理局

姓名職稱：科長周祖德

派赴國家：日 本

出國期間：103 年 7 月 14 日至 103 年 7 月 19 日

報告日期：103 年 9 月 30 日

目 錄

壹、考察目的	1
貳、考察行程	2
參、參訪工程及車站考察紀要	3
一、西日本鐵道春日原高架化工程.....	3
二、阪神電鉄~青木高架段.....	15
三、京成電鉄押上線立體交叉工程.....	19
四、京成菅野外環地下通道工程.....	23
五、博多車站.....	29
六、大阪車站.....	35
肆、其他參訪建物考察紀要	42
七、福岡 ACROS 大樓.....	42
八、清水建設株式会社.....	45
伍、心得與建議	47
一、鐵路高架化施工.....	47
二、地下立體交叉.....	49
三、智慧綠建築設計.....	50

圖目錄

圖 1.1 春日原高架施工程序.....	4
圖 1.2 半預鑄工法.....	4
圖 1.3 鋼版樁分段施工.....	5
圖 1.4 基樁鋼筋分段施工.....	6
圖 1.5 施工中電桿側向固定.....	7
圖 1.6 電桿配合施工移設流程.....	9
圖 1.7 電車線施工防護.....	10
圖 1.8 結構型式(尺寸)及跨徑.....	11
圖 1.9 施工噪因防護措施.....	12
圖 1.10 聽取簡報.....	13
圖 1.11 完成之一處鋼構架(鄰標).....	13
圖 1.12 鄰軌側鋼板樁施做.....	13
圖 1.13 部分墩柱完成現況.....	13
圖 1.14 工程告示 1.....	13
圖 1.15 工程告示 2.....	13
圖 1.16 工程表告示.....	13
圖 1.17 交通告示.....	13
圖 1.18 施工防護措施(下構).....	14
圖 1.19 下構施工中.....	14
圖 1.20 施工防護措施(鐵路側 1).....	14
圖 1.21 施工防護措施(鐵路側 2).....	14
圖 1.22 施工防護措施(道路側).....	14
圖 1.23 施工現況 1.....	14
圖 1.24 施工現況 2.....	14
圖 1.25 施工現況 3.....	14
圖 2.1 阪神電鉄~青木高架工區圖.....	15
圖 2.2 阪神電鉄~青木高架施工程序.....	16
圖 2.3 錨頭式鋼筋.....	16
圖 2.4 聽取簡報.....	17
圖 2.5 工地參觀.....	17
圖 2.6 工地相關訊息告示、規定及紀錄.....	17
圖 2.7 上構施工現況.....	17
圖 2.8 下構施工現況.....	17
圖 2.9 支撐架組立 1.....	18
圖 2.10 支撐架組立 2.....	18
圖 2.11 瞭望員.....	18

圖 2.12 緊急通報裝置.....	18
圖 2.13 已完成之一股高架.....	18
圖 2.14 施工圍籬(道路側).....	18
圖 2.15 已完成之上構橋面版.....	18
圖 2.16 電力桿基礎螺栓.....	18
圖 3.1 京成電鉄押上線立體交叉工程位置圖.....	19
圖 3.2 施工順序.....	20
圖 3.3 鄰時軌近接施工保護措施 1.....	21
圖 3.4 鄰時軌近接施工保護措施 2.....	21
圖 3.5 兩營運軌道間施工現況 1.....	21
圖 3.6 兩營運軌道間施工現況 2.....	21
圖 3.7 氣泡混凝土.....	21
圖 3.8 軌道保護措施.....	21
圖 3.9 工具堆置情形 1.....	21
圖 3.10 工具堆置情形 2.....	21
圖 3.11 支撐架.....	22
圖 3.12 支撐架安全日報.....	22
圖 3.13 橋梁模板鋼筋組立.....	22
圖 3.14 瞭望員.....	22
圖 3.15 現場全景照片.....	22
圖 4.1 京成菅野外環地下通道工程相關位置圖.....	23
圖 4.2 R&C 施工法簡介.....	24
圖 4.3 施工順序.....	25
圖 4.4 完工模擬圖.....	26
圖 4.5 工程告示.....	27
圖 4.6 工安告示 1.....	27
圖 4.7 工安告示 2.....	27
圖 4.8 工安告示 3.....	27
圖 4.9 出發井.....	27
圖 4.10 出發井及上方管幕(已到達).....	27
圖 4.11 測量稜鏡.....	27
圖 4.12 測量儀器(自動測量).....	27
圖 4.13 上方方形管幕.....	28
圖 4.14 中間圓形管幕.....	28
圖 4.15 到達井及側邊管幕 1.....	28
圖 4.16 側邊管幕推進準備中.....	28
圖 4.17 到達井及側邊管幕 2.....	28
圖 4.18 到達井.....	28

圖 4.19 鄰近鐵路工事告示.....	28
圖 4.20 工作標語.....	28
圖 5.1 博多車站基地平面圖.....	29
圖 5.2 博多車站完成立面照片.....	29
圖 5.3 施工程序 1.....	30
圖 5.4 施工程序 2.....	30
圖 5.5 施工程序 3.....	30
圖 5.6 線圈彈簧.....	31
圖 5.7 浮動道床.....	31
圖 5.8 博多車站正面左側.....	32
圖 5.9 博多車站正面右側.....	32
圖 5.10 車站前公車轉運.....	32
圖 5.11 車站前計程車排班區.....	32
圖 5.12 車站前公共藝術.....	32
圖 5.13 車站前戶外電扶梯.....	32
圖 5.14 與站方人員意見交流.....	32
圖 5.15 車站聯外通廊與電梯.....	32
圖 5.16 有田燒~陶藝板.....	33
圖 5.17 軌道上方照片 1.....	33
圖 5.18 軌道上方照片 2.....	33
圖 5.19 軌道上方照片 3.....	33
圖 5.20 軌道上方照片 4.....	33
圖 5.21 屋頂太陽能發電應用 1.....	34
圖 5.22 屋頂太陽能發電應用 2.....	34
圖 5.23 屋頂綠化植栽 1.....	34
圖 5.24 屋頂綠化植栽 2.....	34
圖 5.25 屋頂水稻種植.....	34
圖 5.26 屋頂/鐵道神社及七福童子.....	34
圖 5.27 屋頂/鐵道神社.....	34
圖 5.28 屋頂/七福童子.....	34
圖 6.1 大阪車站位置圖.....	35
圖 6.2 廣場分佈位置圖.....	36
圖 6.3 大跨度屋頂桁架.....	37
圖 6.4 屋頂桁架結構活動端.....	37
圖 6.5 結構柱位轉換.....	38
圖 6.6 節能運用.....	39
圖 6.7 與導覽人員意見交流.....	40
圖 6.8 大阪車站模型.....	40

圖 6.9 北端出入口廣場.....	40
圖 6.10 電扶梯兩側或高處均預留導軌以利日後維修或清潔工作吊掛所需.....	40
圖 6.11 日式庭園.....	40
圖 6.12 風的廣場.....	41
圖 6.13 時空廣場.....	41
圖 6.14 月台營運.....	41
圖 6.15 大阪車站外觀.....	41
圖 7.1 福岡 ACROS 大樓位置及兩側空照圖.....	42
圖 7.2 內部景觀.....	44
圖 7.3 內部通道.....	44
圖 7.4 內部地下室.....	44
圖 7.5 內牆清水模.....	44
圖 7.6 外部景觀.....	44
圖 7.7 福岡縣政府舊建築(石柱).....	44
圖 7.8 外部景觀.....	44
圖 7.9 參訪人員合影.....	44
圖 8.1 與清水總公司人員意見交流.....	46
圖 8.2 空調控制說明圖.....	46
圖 8.3 seismic-isolation.....	46
圖 8.4 防震軟管.....	46
圖 8.5 總公司大樓外觀.....	46
圖 9.1 桃園高架直上工法.....	47
圖 9.2 吊裝推進工法.....	47
圖 9.3 桃園捷運路線圖.....	49

壹、考察目的

『鐵路立體化(高架或地下)』一直是政府近年來為促進都市均衡發展，消除平交道減少交通事故，以及提高鐵公路交通運輸效能的重要政策，同時也是本局肩負的最大任務與使命。

近年來，多項『鐵路高架化工程』已陸續展開，有鑑於鐵路高架化工程均須於營運中的既有軌旁施作，施工風險極高，另一方面，先前多採用先行切換至臨時軌營運之工法，均須徵收或租用私地，往往造成民怨，協商結果不盡理想時，對整體計畫期程均影響至鉅。因此近年來『直上工法』(亦即直接於營運中的既有軌上方施作永久軌，不另作臨時軌以減少施工空間之工法)已在日本相關工程中多所運用，本次參訪，期能藉由觀摩日本相關工程，學習新的施工概念與工安管理，以利應用於本局日後之相關工程。

『車站』也是鐵路改建工程中非常重要之一部分，一個新建車站對於都市發展、交通運輸及永續經營，均有著相當深遠之影響，如何作最妥適之設計考量，往往也考驗著本局同仁及相關參與建設的工程先進，因此本次參訪的另一項重點則在觀摩日本車站的相關設計概念與作法，尤其在「綠建築/智慧建築」概念的實務應用。

人類在追求工程建設經濟發展的同時也必須肩負保護地球之責任，因此很多的設計考量均須取得平衡發展，如同本次參訪日本大阪車站，時空廣場上所豎立(樹立)的兩個時鐘，一為金色，一為銀色，經導覽人員解釋，金色代表著「金錢」，亦即經濟發展，銀色代表「文化」，亦即永續傳承，值得大家參考與思考。



本報告，期能對於本局日後相關工程建設上提供參考，如有疏漏之處，亦請同仁先進不吝指正。

貳、考察行程

表 1 本次參訪行程

日期	地點	主要行程內容	住宿
7月14日 (一)	桃園→福岡	(上午) 桃園機場→福岡機場 (下午) 參訪：福岡 ACROS 大樓 (詳本報告第肆、七)	福岡
7月15日 (二)	福岡→大阪	(上午) 參訪：西日本鐵道春日原高架化工程 (詳本報告第叁、一) (下午) 參訪：博多車站 (詳本報告第叁、五)	大阪
7月16日 (三)	大阪→名古屋	(上午) 參訪：阪神電鐵~青木高架橋 (詳本報告第叁、二) (下午) 參訪：大阪車站 (詳本報告第叁、六)	名古屋
7月17日 (四)	名古屋→東京	(上午) 短暫停留參觀~名古屋車站 (下午) 參訪：清水建設株式會社總公司 (詳本報告第肆、八) 短暫停留參觀~東京車站	東京
7月18日 (五)	東京	(上午) 參訪：京成電鐵押上線立體交叉工程 (詳本報告第叁、三) (下午) 參訪：京成菅野外環地下通道工程 (詳本報告第叁、四)	東京
7月19日 (六)	東京→台北	東京羽田機場→台北松山機場	

參、參訪工程及車站考察紀要

一、西日本鐵道春日原高架化工程

(一)、工程說明

工程介紹：西鐵天神大牟田線的春日原車站至下大利車站之沿線地區，為春日市與大野城市、福岡都市圈南部的交通及商業之重點地區，也是兩市之出入口，但鐵路平交道造成交通壅塞的問題及鐵道阻隔了兩側都市均衡發展，因此本高架化工程之目的即為改善前述之缺點，全線工程約 5.2KM。

工程名稱：西鐵天神大牟田線新線工事 2 工區

發包者：西日本鐵道株式會社

工程範圍：春日原車站~白木原車站間(9K869M~10K775M)

工程金額：約 40 億日幣

施工者：清水建設株式會社

高架橋形式：RC 直上式高架橋(906M)

工期(全線)：平成 23 年~平成 32 年，約 10 年

(二)、施工程序(圖 1.1~2)

- (1) 現況斷面圖。
- (2) (夜間)軌道旁採靜壓式鋼板樁於夜間斷電時施工，每日施工期為 3 小時，軌道中心至鋼板樁為 1.6m。
- (3) (日間)地盤改良後施作場鑄基樁(反循環樁 $\varnothing 1.1\sim 1.3\text{m}$ ，深度 18m，鋼筋籠距離電車線為 2M，高度受電車線影響時，鋼筋籠採分節吊裝，每一節 3m 分成 5~6 次吊裝)。
- (4) (日間)施作道路側鋼板樁。
- (5) (日間)鋼板樁中間開挖，施作地梁(車行方向)。
- (6) (日間)施作橋樑柱(柱尺寸為 1*1m，模板為 4m 一節澆置，距電車線 2m 外設置鐵絲網，防止人員、物料及機具侵入安全距離)。
- (7) (夜間)U 型 RC 梁及橋面版吊裝(吊裝後梁筋與柱筋綁紮後澆置混凝土，RC 梁與電車線垂直距離為 1.5m)。『預計明年(2015)開始進行上構吊裝』
- (8) (日間)火車切換至高架營運，施作地梁(垂直車行方向)。
- (9) 完工斷面圖。

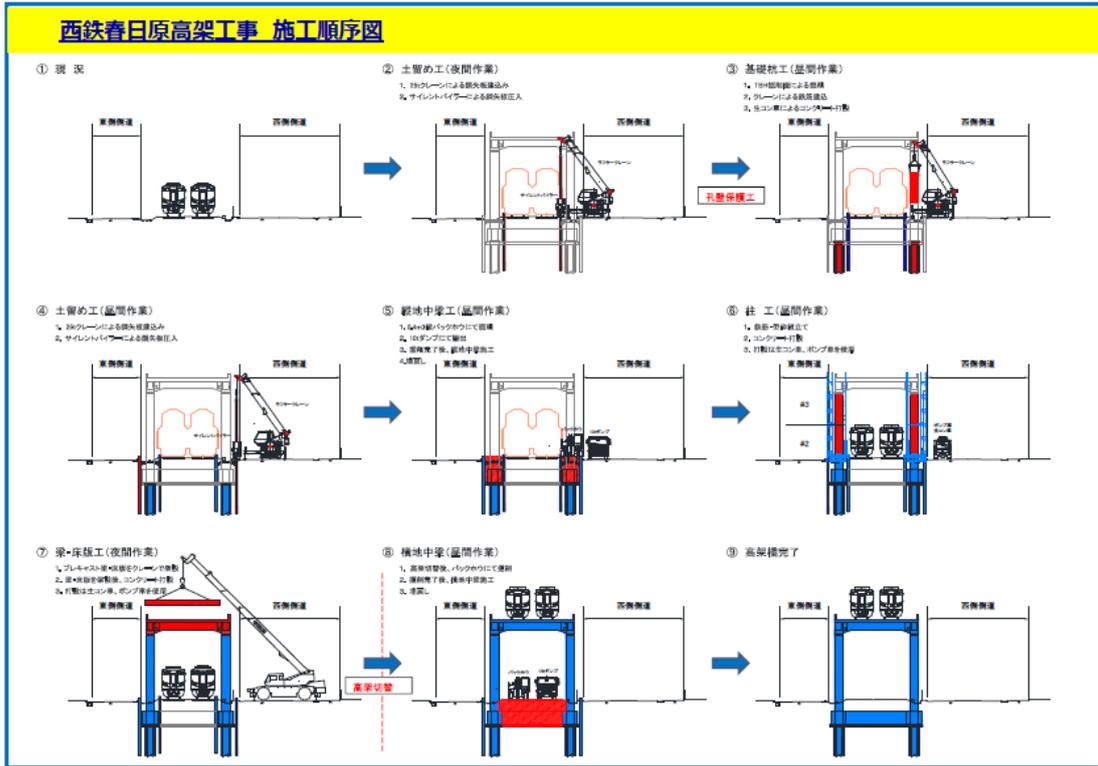


圖 1.1 春日原高架施工程序

(三)、工程特性與議題研討

(1) 本工程係於既有營運之軌道上方，新建一條高架化鐵路，施工難度甚高，採用場鑄基樁、墩柱及半預鑄構件吊裝工法(U 型梁及 W 型版)，接頭採現場澆置混凝土方式施作，以完成框架式 RC 結構，如下圖：

ハーフプレキャスト工法について

「ハーフプレキャスト工法」は、断面の一部をプレキャスト化した部材を使用する工法で、当作業所においては、上層梁・スラブの施工において実施予定である。以下に概略の手順を示す。

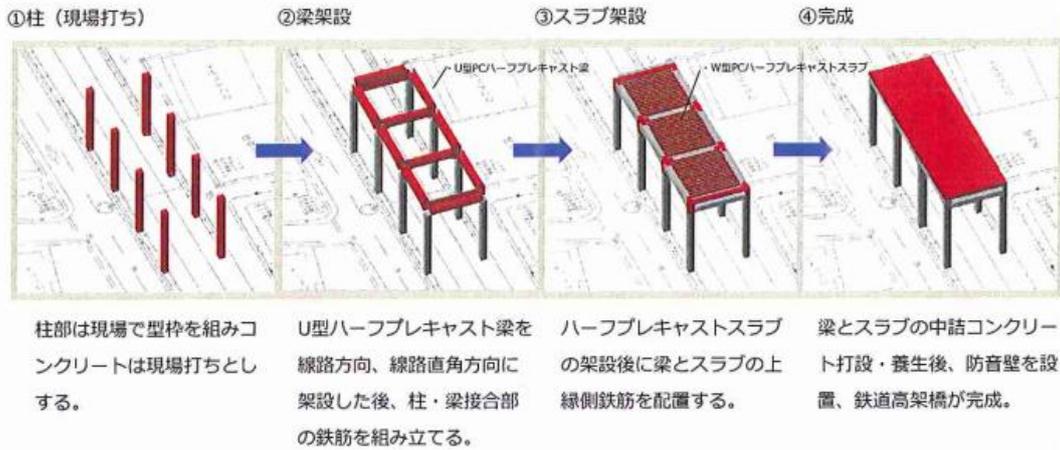


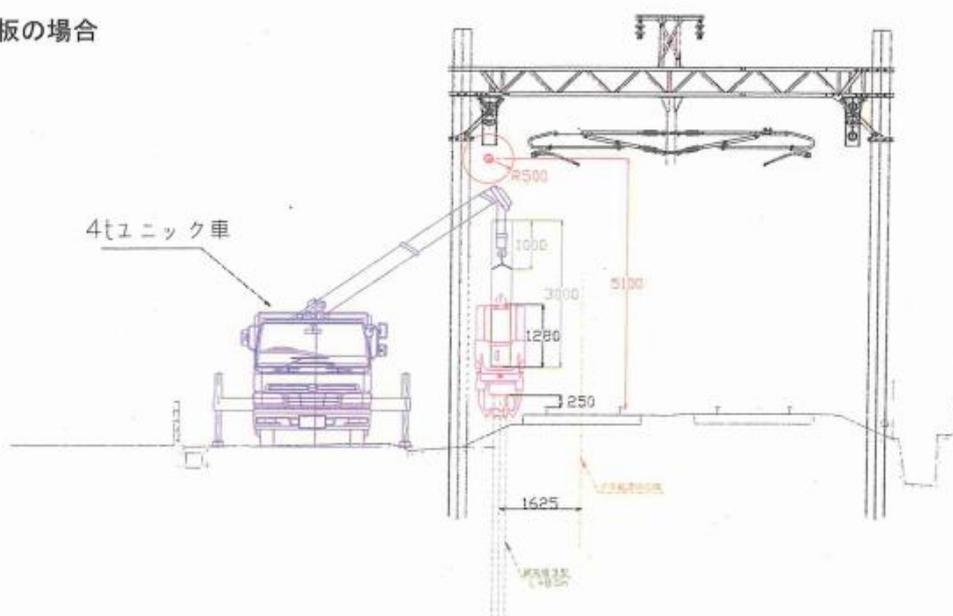
圖 1.2 半預鑄工法

(2) 相關疑義，經與現場施工單位討論如下：

Q：施工前，與高架橋衝突之既有電力桿及電纜線(電車線)如何移設？

A1：對於電纜線障礙，會妨礙軌道兩側鋼板樁、場鑄基樁鋼筋、墩柱構築時的施工，於施工前需先移設至路線中央。工地無法確保電車線隔離時，在夜間電車線斷電後施工，或採取鋼版樁、鋼筋分段施工。(圖 3.3~4)

鋼矢板の場合



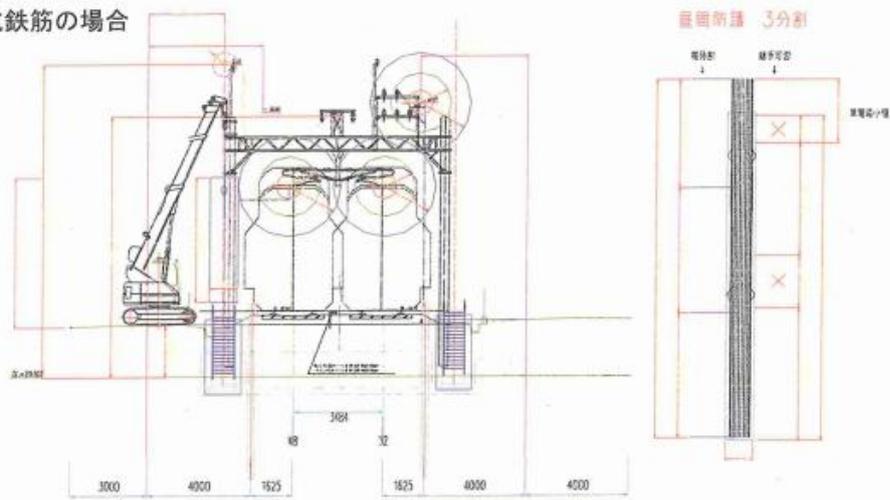
鋼矢板分割検討断面図



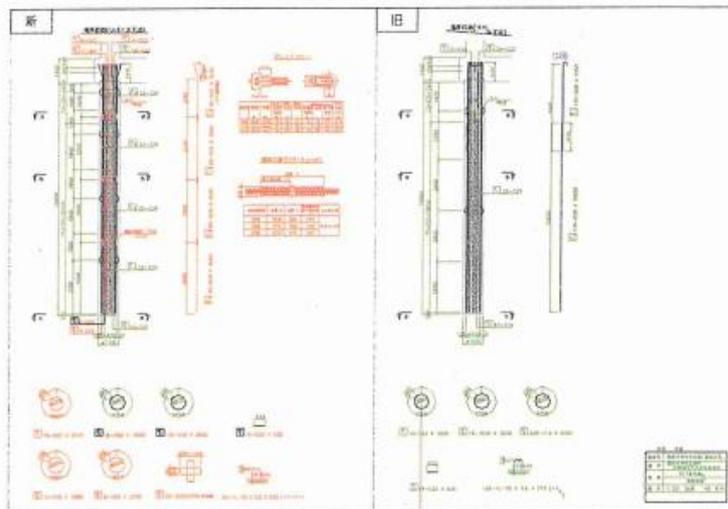
鋼矢板分割施工状況写真

圖 1.3 鋼版樁分段施工

場所打ち杭鉄筋の場合



場所打ち杭鉄筋分割検討断面図



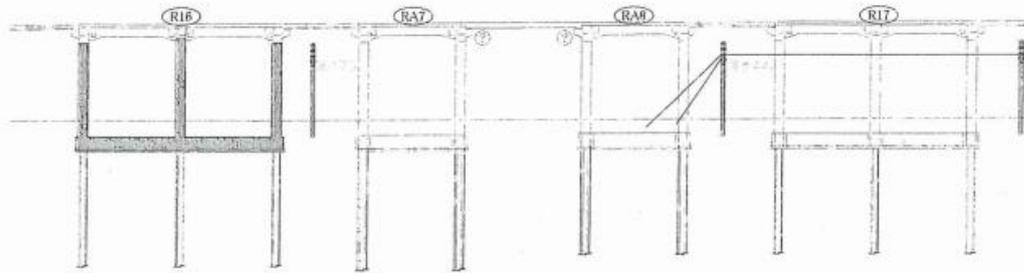
場所打ち杭鉄筋分割設計図



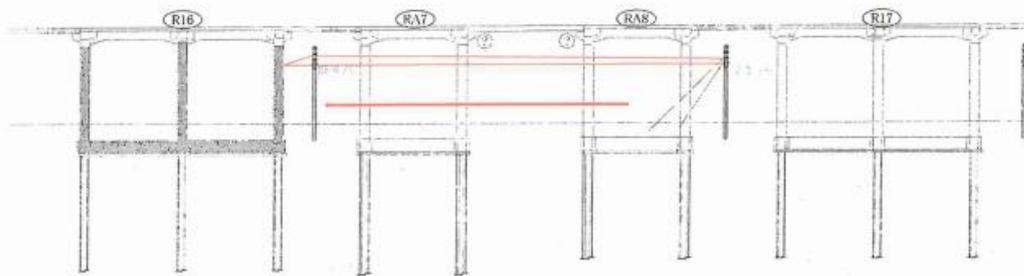
場所打ち杭鉄筋分割施工状況写真

圖 1.4 基樁鋼筋分段施工

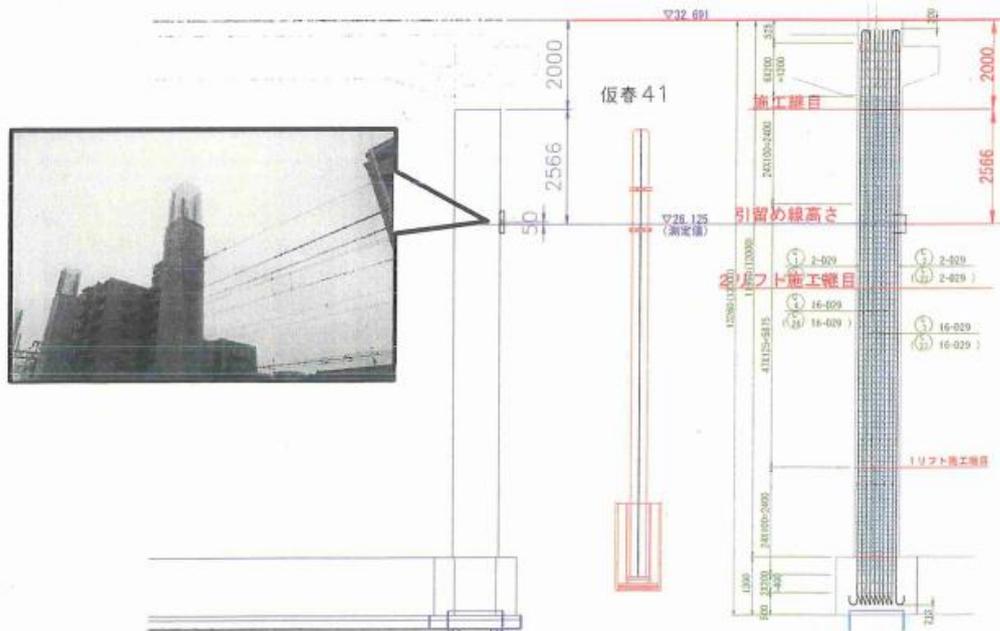
A2: 墩柱構築影響電桿時，相鄰結構體先施工。施工期間，墩柱埋設插樁(Insert)。在插樁處設置固定配件，利用配件使電車線水平化(提供側向力)。



支線水平化ステップ図1



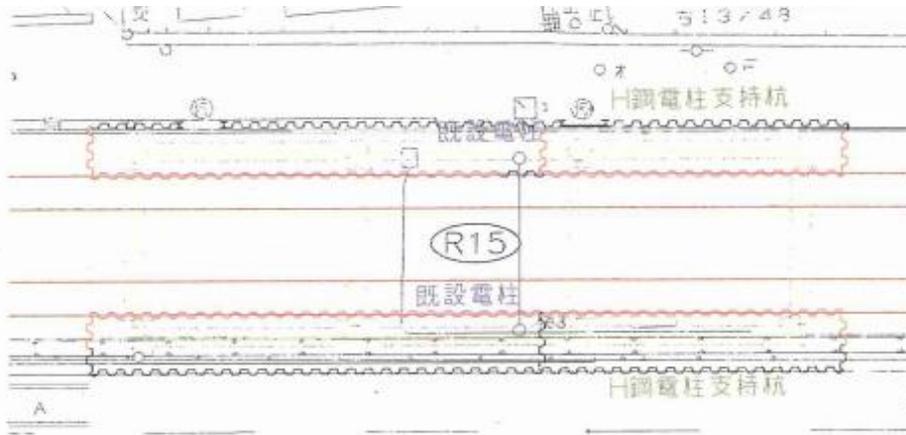
支線水平化ステップ図2



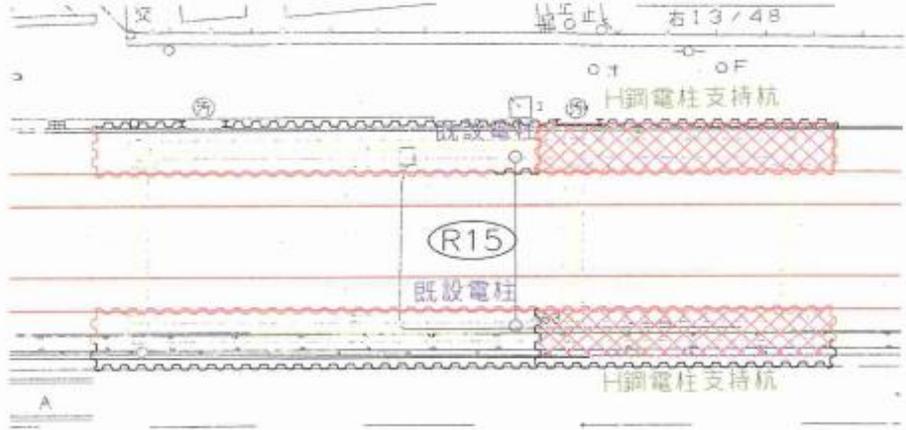
インサート設置計画図

圖 1.5 施工中電桿側向固定

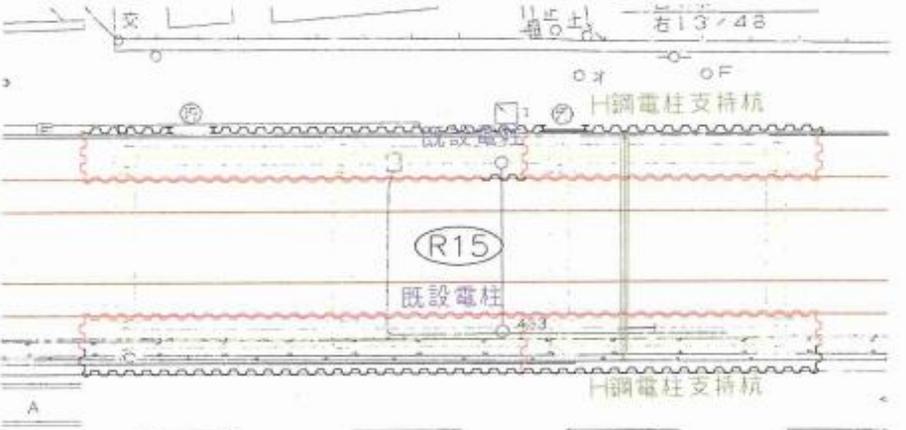
A3：對於既有電力桿妨礙施工，結構體構築前 H 型鋼電力桿打設地方先開挖，將電力桿移設至 H 型鋼處後，再開挖既有電力桿，構築地梁。



ステップ1 H鋼電柱支持杭施工



ステップ2 H鋼電柱支持杭側掘削



ステップ3 H鋼電柱支持杭に電線移設

Q：施工安全淨空規定為何？電車線如何防護？

A：若在軌道側設置禁止進入防護柵欄，日間僅能施作柵欄高度以下之工程。縱使設置禁止進入防護柵欄，柵欄高度以上結構，仍須於夜間斷電封鎖施作。

電車線因無法設置防護措施，一般配置列車監視員，並對施工人員及操作手實施教育訓練。使用重型機具(吊車、吊卡車、挖土機等)時，在列車接近通過前，由列車監視員向重型機械操作手以擴音器或比手勢，要求施工作業暫停。

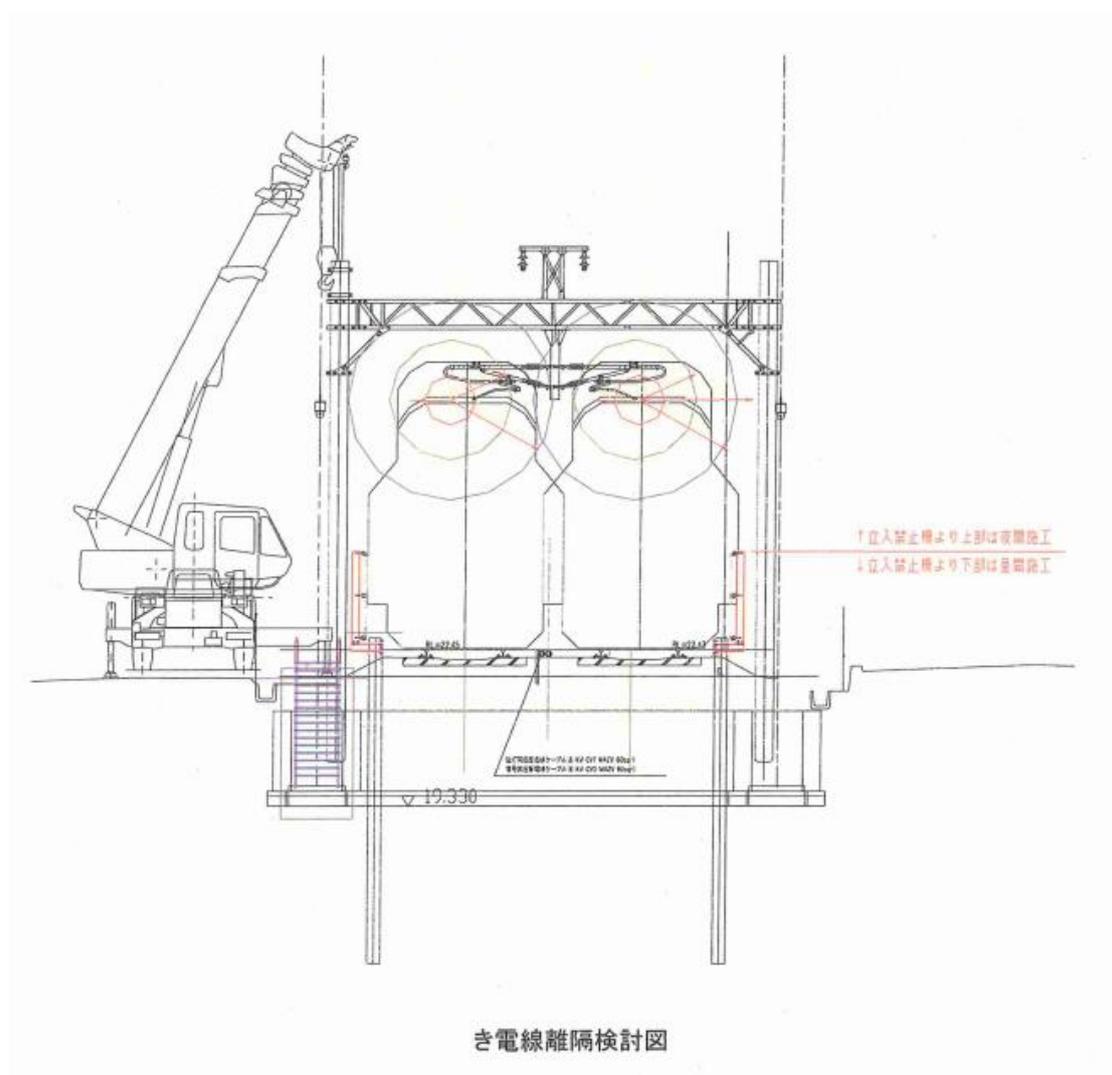
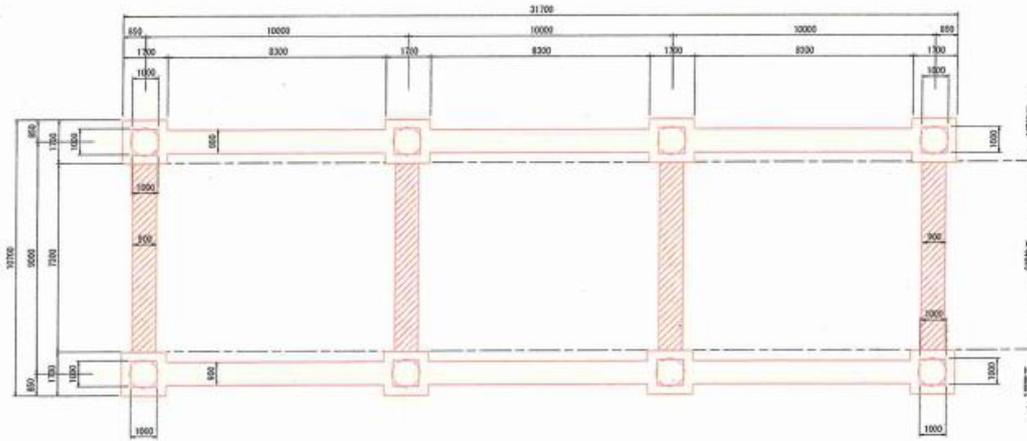


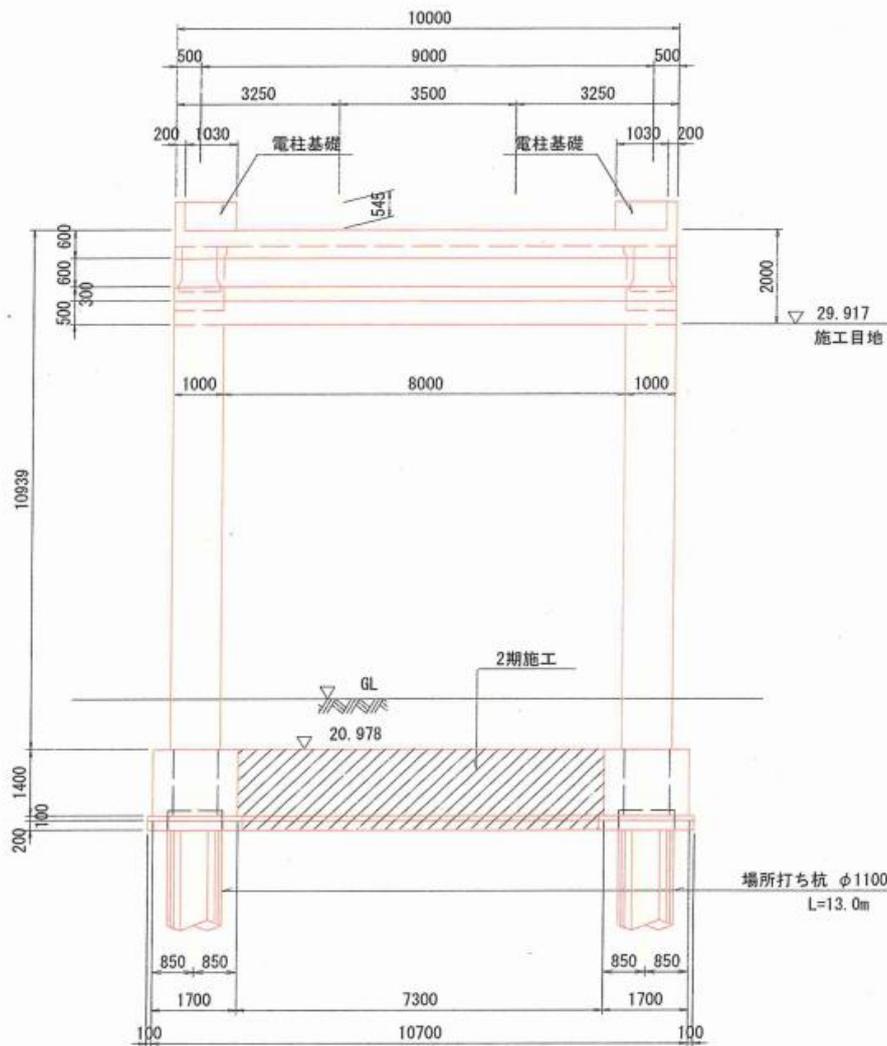
圖 1.7 電車線施工防護

Q：結構型式(尺寸)及跨徑？

A：與高架橋的軌道並行方向的墩柱中心距為 10.0m，與軌道直角方向的墩柱中心距為 9.0m 的結構。



構造平面図



構造断面図

圖 1.8 結構型式(尺寸)及跨徑

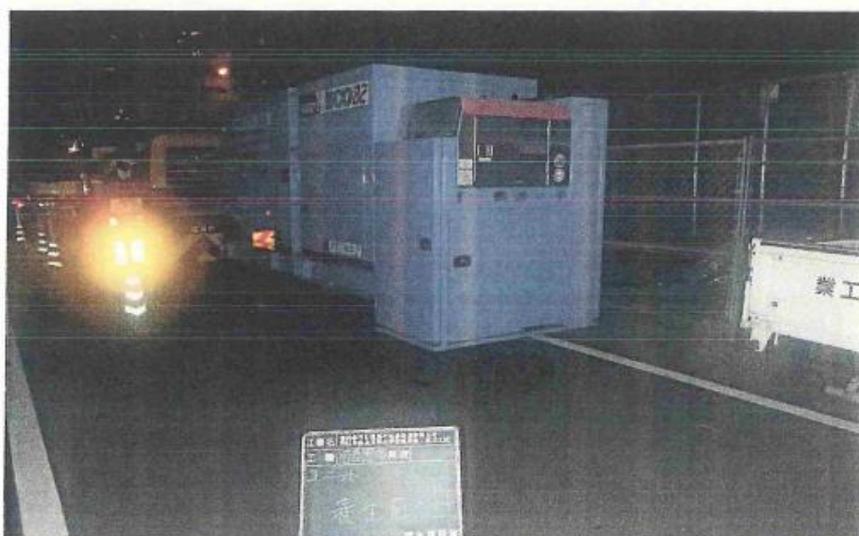
Q：橫向地梁未施作前，即切換至高架營運，此時結構視為臨時性？日本法規如何規定？

A：耐用年限 100 年之中最初 2~3 年，是在沒有橫向地梁的情況下列車營運。一般狀況(非地震時)橫向地梁有無對各構件的發生應力，影響較小。地震發生時比完工形狀的安全性較低，但由耐用年限與地震發生機率考量成本與安全。

由上述說明，利用與西鉄協調時決定施工法，日本並無明確的規定。

Q：夜間施工噪音如何控制？

A：在夜間施工軌道側的鋼板樁壓入，同時施作墩柱 2~3 昇層的施工架組立與拆除作業。原則是選擇低噪音、低振動型的機械及工法。並依需要局部設置隔音設備。



防音設備前



防音設備設置

圖 1.9 施工噪音防護措施

(四)、參訪照片



圖 1.10 聽取簡報



圖 1.11 完成之一處鋼構架(鄰標)



圖 1.12 鄰軌側鋼板樁施作



圖 1.13 部分墩柱完成現況



圖 1.14 工程告示 1



圖 1.15 工程告示 2



圖 1.16 工程表告示



圖 1.17 交通告示



圖 1.18 施工防護措施(下構)



圖 1.19 下構施工中



圖 1.20 施工防護措施(鐵路側)1



圖 1.21 施工防護措施(鐵路側)2



圖 1.22 施工防護措施(道路側)



圖 1.23 施工現況 1



圖 1.24 施工現況 2



圖 1.25 施工現況 3

二、阪神電鉄~青木高架段

(一)、工程說明

工程介紹：



圖 2.1 阪神電鉄~青木高架工區圖

工程名稱：阪神電鉄住吉・芦屋間連續立體交差事業 第3工區

發包者：阪神電氣鐵道株式会社

工程範圍：第3工區(800M) 不含車站

工程金額：約 40 億日幣

施工者：清水建設・前田建設 JV

高架橋形式：RC 高架橋

工程效益：

- (1)消除平交道，建立安全快適之環境。
- (2)機能美化，都市均衡發展。
- (3)完善廣場設施，活力遊戲之城鎮。
- (4)電(扶)梯提升旅客搭乘之便利性及寬廣之候車月台。

(二)、施工程序

本工程採用半半施工，完成一股道高架後，即可切換營運(一股在上，一股在下)。



圖 2.2 阪神電鉄~青木高架施工程序

(三)、工程特性與議題研討

- (1) 本工區高架化工程依施工單位資料所示，結構為「剛構架 RC 結構」，橋面寬及柱跨徑間距約 10M，下部結構柱寬約 1M，整體而言，結構較為輕量化。
- (2) 高架化工程採「半半施工」，可降低需地範圍，路權範圍(寬度)約 15~17M。
- (3) 高架化基礎施工前打設之鋼板樁，依施工單位表示，距營運中軌道中心為 1.7M，因此較臺鐵局規定之 1.9M 淨空要求較小。
- (4) 半半施工混凝土之交接面，施工單位表示：列車振動對混凝土澆置影響不大。
- (5) 鋼筋端部彎鉤通常因受限綁紮空間，因此鋼筋端部改採錨頭式。

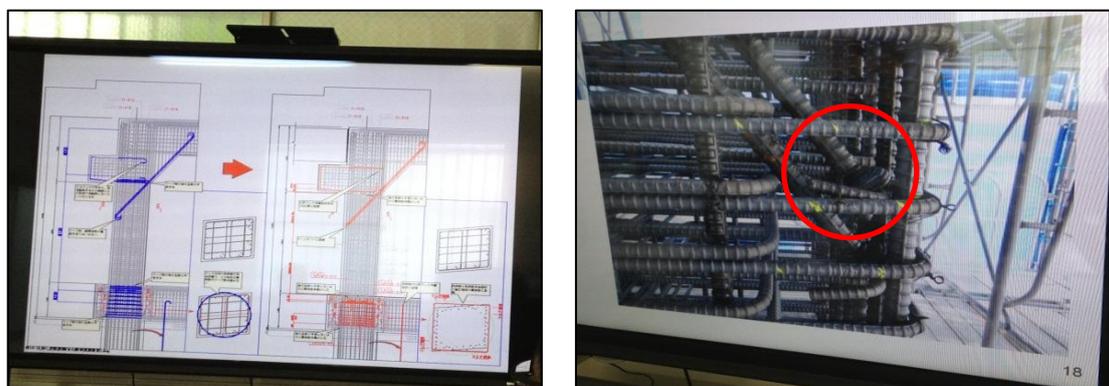


圖 2.3 錨頭式鋼筋

(四)、參訪照片

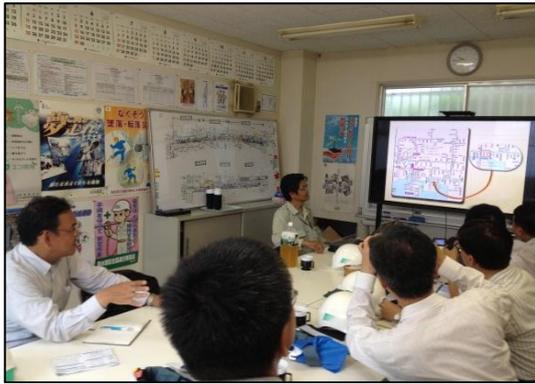


圖 2.4 聽取簡報



圖 2.5 工地參觀



圖 2.6 工地相關訊息告示、規定及紀錄



圖 2.7 上構施工現況



圖 2.8 下構施工現況



圖 2.9 支撐架組立 1

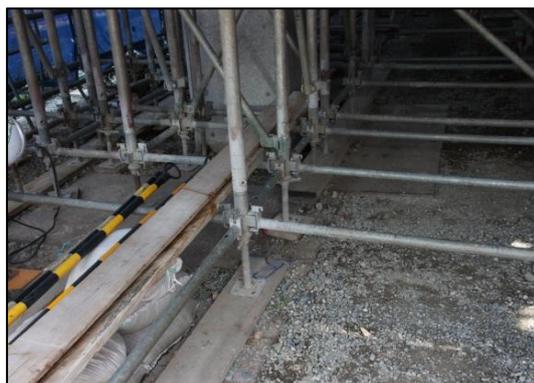


圖 2.10 支撐架組立 2



圖 2.11 瞭望員



圖 2.12 緊急通報裝置



圖 2.13 已完成之一股高架



圖 2.14 施工圍籬(道路側)



圖 2.15 已完成之上構橋面版



圖 2.16 電力桿基礎螺栓

三、京成電鉄押上線立體交叉工程

(一)、工程說明

工程介紹：本工程計畫範圍為京成電鉄押上線之「押上站」至「八広站」間，總長 2.3KM，施工範圍為 1.5KM，共分 4 個工區，本次參訪為第 1 工區 (詳圖三、1)。其立體交叉化之目的有下列數點：

- (1) 消除平交道，提升鐵公路交通安全。
- (2) 促進都市縫合。
- (3) 促進整體交通機能。
- (4) 提升鐵路運輸服務品質。

工程名稱：京成電鉄押上線(押上站~八広站間)立體交叉工程第 1 工區土木工程 (高架段約 375M)

工程金額：約 45 億日圓

事業者：東京都

發包者：東京電鉄株式会社

施工者：清水・東急建設共同企業体

工事場所：東京都墨田区京島 1 丁目

工期：平成 20 年 3 月 18 日~平成 29 年 3 月 31 日



圖 3.1 京成電鉄押上線立體交叉工程位置圖

(二)、施工程序

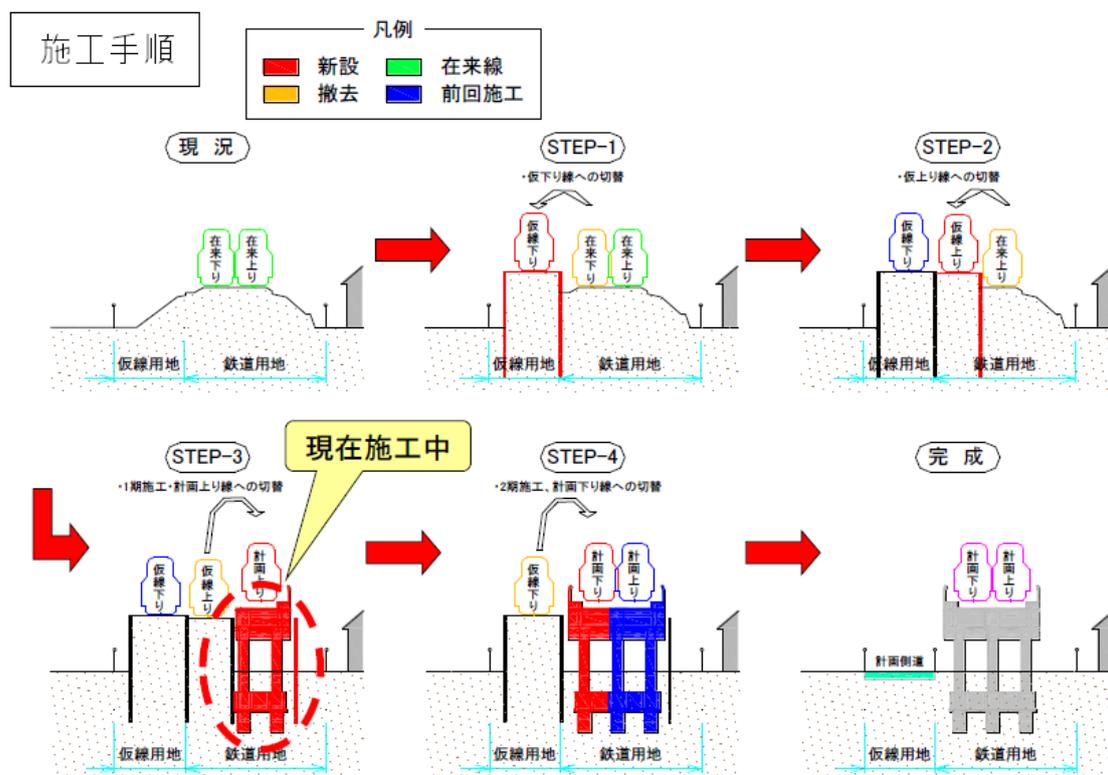


圖 3.2 施工程序

(三)、工程特性與議題研討

- (1) 本工區高架化工程依施工單位資料所示，結構為「剛構架 RC 結構」，橋面寬 9.5M，柱跨徑間距約 10M，下部結構柱寬約 1M，整體而言，結構較為輕量化，但於鐵路高架化後，橋下空間之利用將因柱距較密，將作為停車場用。
- (2) 高架化工程採「半半施工」，因此可降低需地範圍，路權範圍(寬度)約 16.8M。
- (3) 臨軌側近接施工，均先採用型鋼組立，固定於下方鋼板樁上，並加防護網，完全阻絕侵入營運中軌道之風險(詳圖 3.3~6)。
- (4) 高架化基礎施工前打設之鋼板樁，依施工單位表示，距營運中軌道中心為 1.7M，因此較臺鐵局規定之 1.9M 淨空要求較小。
- (5) 由於結構較為輕量化，下部結構基樁樁徑為 1M，也降低施工機具之所需空間，也降低需地範圍。
- (6) 臨時軌整地工程採用「氣泡混凝土」，為低強度混凝土(詳圖 3.7)。
- (7) 營運中軌道採取保護措施，以利施工車輛必要時進出使用(詳圖 3.8)。

(四)、參訪照片



圖 3.3 臨時軌近接施工保護措施 1

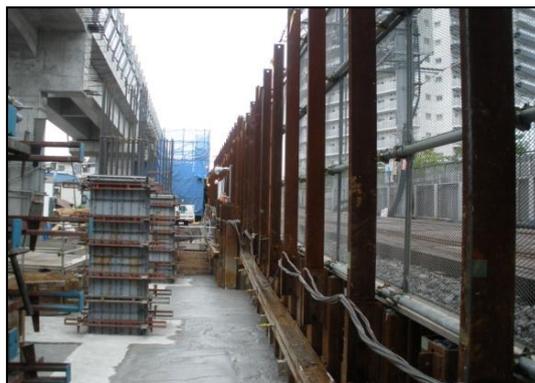


圖 3.4 臨時軌近接施工保護措施 2



圖 3.5 兩營運軌道間施工現況 1



圖 3.6 兩營運軌道間施工現況 2



圖 3.7 氣泡混凝土

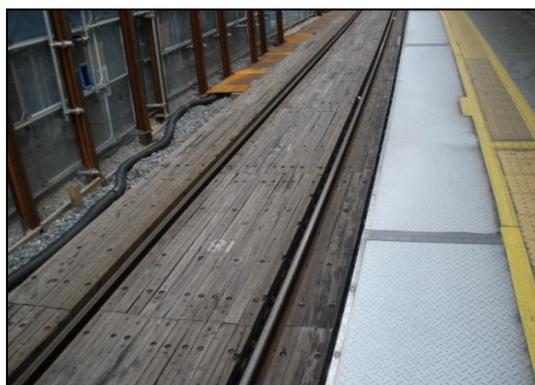


圖 3.8 軌道保護措施



圖 3.9 工具堆置情形 1



圖 3.10 材料堆置情形 2



圖 3.11 支撐架



圖 3.12 支撐架 安全日報

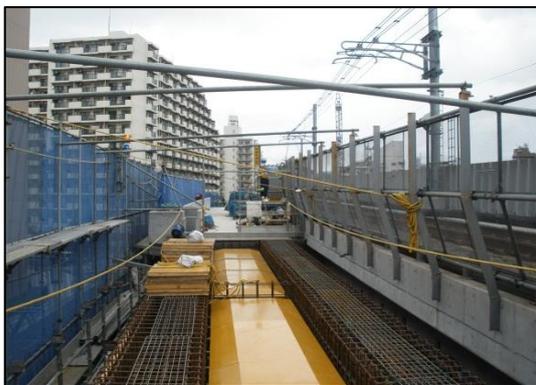


圖 3.13 橋梁模板鋼筋組立



圖 3.14 瞭望員



圖 3.15 現場全景照片

四、京成菅野外環地下通道工程

(一)、工程說明

工程介紹：工程為東京外環道路(位於千葉縣，松戶市小山至市川市高谷間，本全長 12.1KM)，由於道路將由「京成電鐵本線~菅野車站」下方通過，且道路斷面尺寸(高度 18.4M、寬度 43.8M)相當龐大，因此採用此特殊工法(R&C，Roof & Culvert)進行施作。(詳圖 4.1)

工程長度：約 37.4M。

工程金額：約 30 億日圓

事業者：東日本高速道路株式會社 關東支社 千葉工事事務所

設計・監理者：京成電鐵株式會社

施工者：第 1 工區：大成・戶田・京成建設共同企業體

第 2 工區：清水・京成・東急建設共同企業體

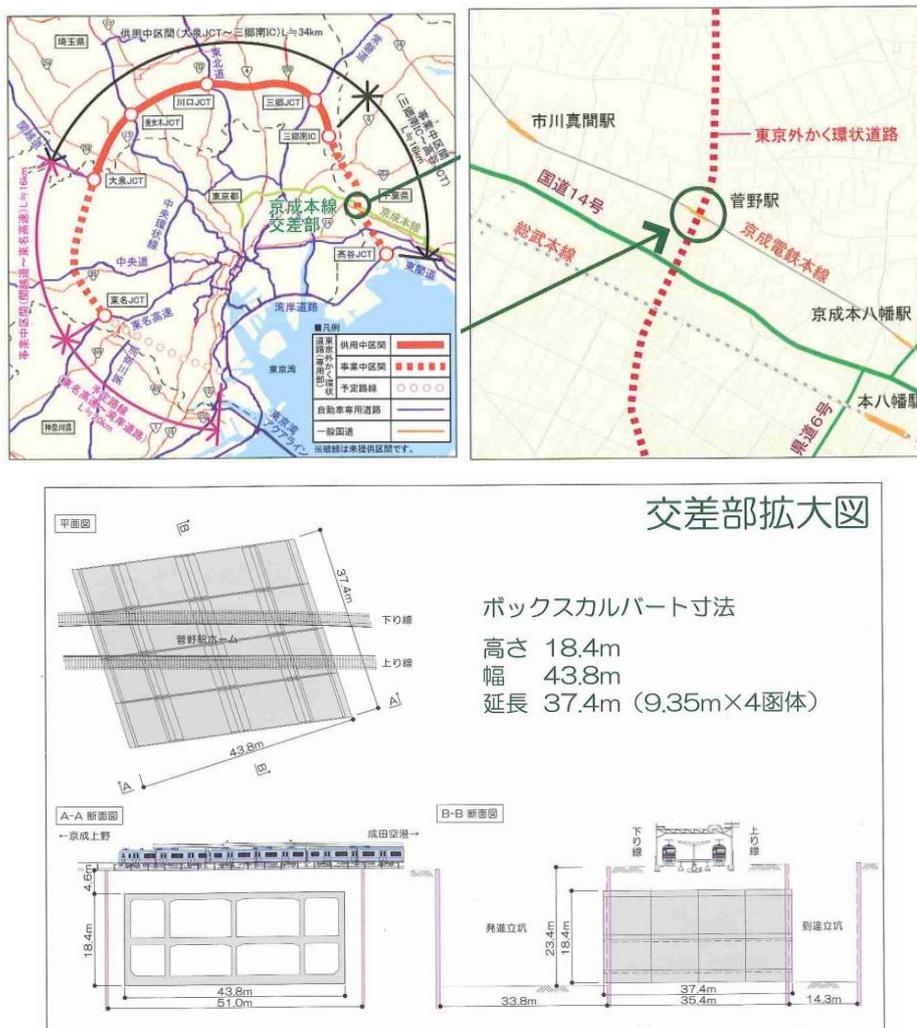
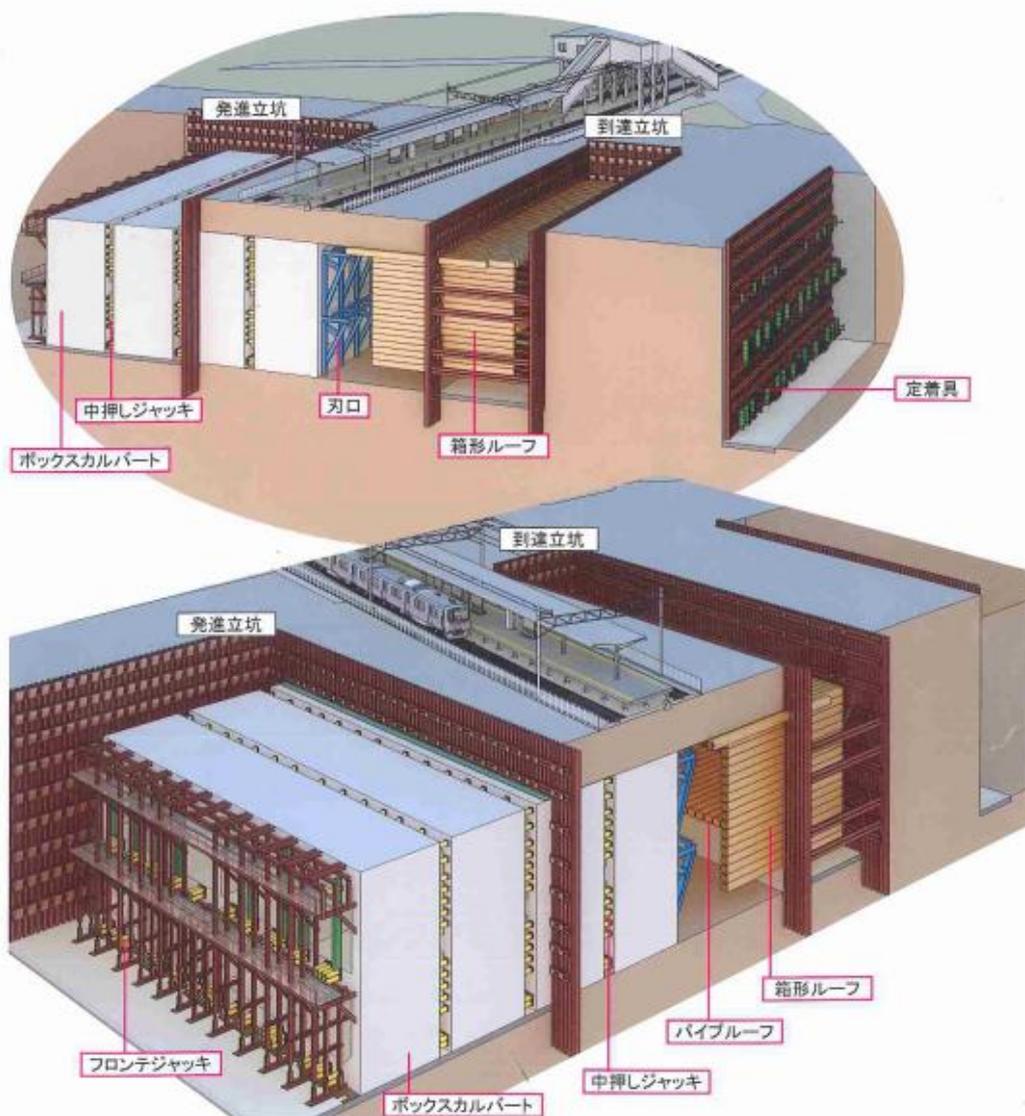


圖 4.1 京成菅野外環地下通道工程相關位置圖

(二) 施工程序

世界最大級の R&C (Roof & Culvert) 工法

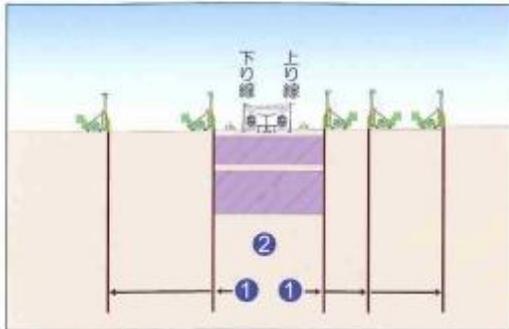
本工事は、鉄道営業線線路下を横断する構造物を構築するため、軌道面への影響を最小限にとどめることが必要であり、R&C (Roof & Culvert) 工法を用い、非開削工法で施工します。



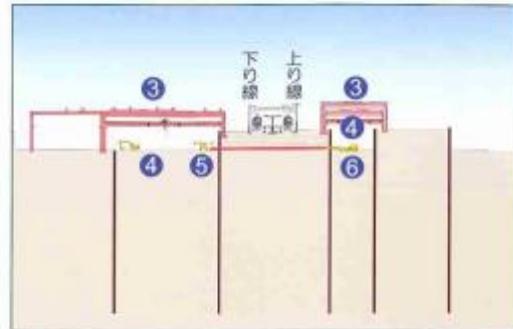
R&C工法は、線路の防護工として箱形ルーフを用います。まず、箱形ルーフを横断区間の外縁に合致するように貫通させます。次に発進立坑内で、箱形ルーフ後端に刃口（鋼製の切羽掘削作業スペース）を設置したボックスカルバートを構築します。構築完了後、ボックスカルバート内部で切羽を掘削しながら、線路下へ牽引します。その際、箱形ルーフとボックスカルバートが置き換わることによって、線路への影響を抑制します。

図 4.2 R&C 施工法簡介

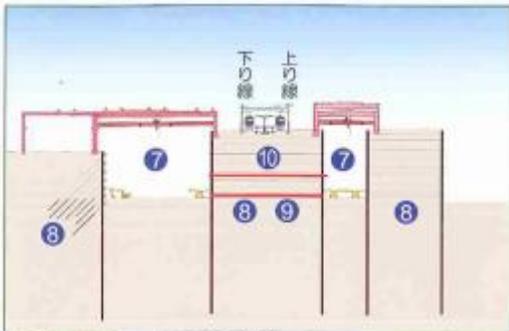
施工STEP



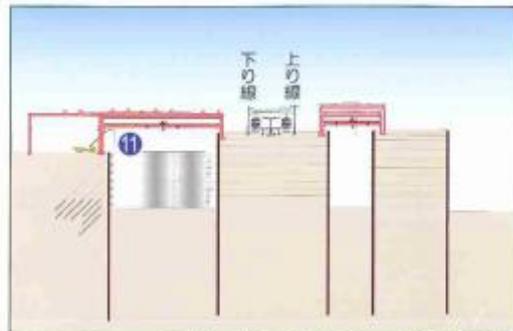
STEP1 ① 土留壁工事
② 線路下地盤改良工事
(薬液注入)



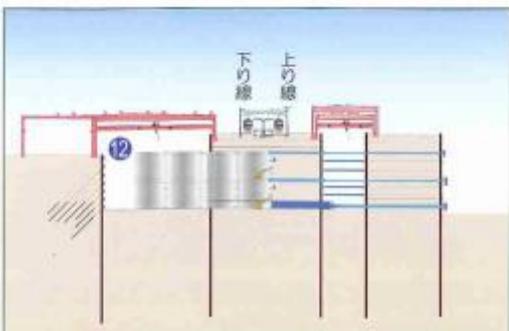
STEP2 ③ 防音ハウス組立工事
④ 1次掘削
⑤ タイロッド・切梁(2段)
・グラウンドアンカー工事
⑥ 箱形ルーフ推進工事



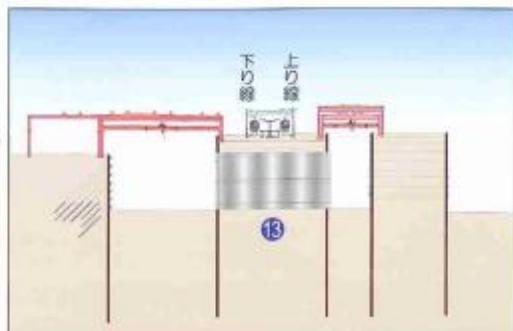
STEP3 ⑦ 2次掘削
⑧ タイロッド・切梁
・グラウンドアンカー工事
⑨ 箱形ルーフ推進工事(鉛直)
⑩ パイプルーフ推進工事



STEP4 ⑪ ボックスカルバート構築工事



STEP5 ⑫ ボックスカルバート牽引工事



STEP6 ⑬ ボックスカルバート緊張合体

圖 4.3 施工程序

(三)、工程特性與議題研討

- (1) 本工程先於欲穿越之菅野車站兩側施作出發及到達井，擋土措施採用 TRD 工法(Trench Cutting Re-mixing Deep Wall Method)，類似連續壁開挖，但其一次開挖可達 8M 寬，安裝 13 支型鋼。
- (2) 出發及到達井完成後，由到達井將管幕打設進入至車站下方直至出發井，管幕分兩層，車站下方為方形，中間為圓形，方行管幕上方同時裝置鋼板，以防止地下通道推進時擾動上方土壤。(如 STEP2，3)
- (3) 地下通道推進方式，係採「牽引方式」，因此先於到達井後方埋設反力措施，日後再將地下通道以拉引方式推進。(如 STEP5)
- (4) 地下通道係由 4 節預鑄箱涵組成，每節寬度 9.3M。
- (5) 地下通道，牽引推進時，前面上方裝有刃口(三角狀)，可先伸進至管幕下方，以頂住管幕，進行管幕下方土壤開挖，開挖完成後，繼續推進，地下通道結構體亦會將管幕推出，因此重複此步驟，直至完成整體工事。
- (6) 工程上方為車站營運之軌道，因此軌道部分均進行自動監測。

完成予想図 (中央部)

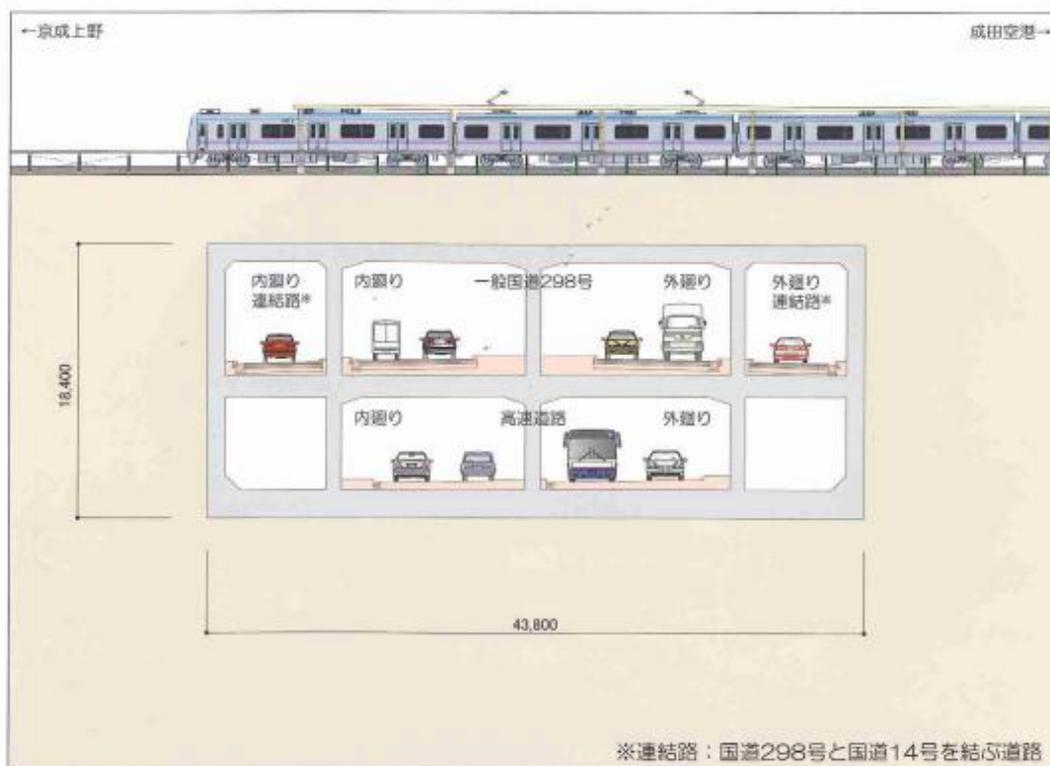


圖 4.4 完工模擬圖

(四)、參訪照片



圖 4.5 工程告示



圖 4.6 工安告示 1



圖 4.7 工安告示 2



圖 4.8 工安告示 3

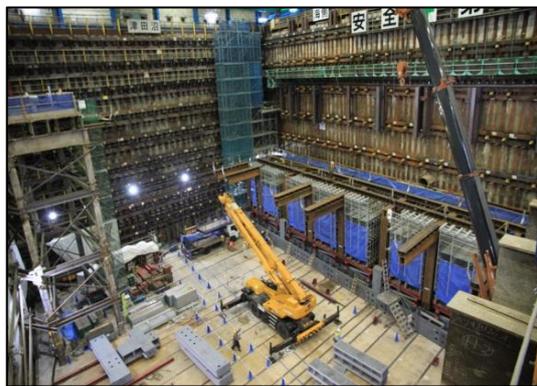


圖 4.9 出發井



圖 4.10 出發井及上方管幕(已到達)

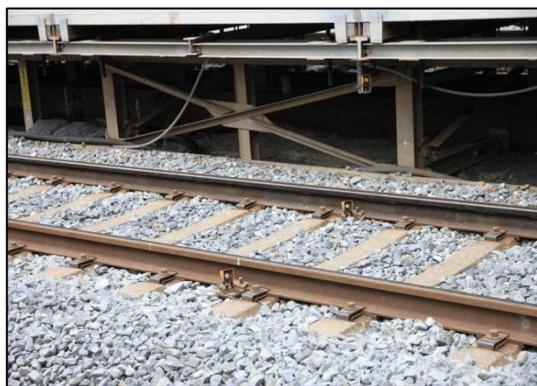


圖 4.11 測量稜鏡



圖 4.12 測量儀器(自動量測)



圖 4.13 上方方形管幕



圖 4.14 中間圓形管幕



圖 4.15 到達井及側邊管幕 1



圖 4.16 側邊管幕推進準備中



圖 4.17 到達井及側邊管幕 2



圖 4.18 到達井



圖 4.19 鄰近鐵路工事告示



圖 4.20 工作標語

五、博多車站

(一)、建築概要

車站介紹：博多車站是九州旅客鐵道（JR 九州）、西日本旅客鐵道（JR 西日本）及福岡市交通局（福岡市地下鐵）交會的一座鐵路車站，位於福岡縣福岡市博多區博多車站中央街，已經歷三次改建，於 2006 年再次進行改建與開發作業。

開發面積：約 22,000M²

總樓地板面積：約 200,000M²

規 模：地下 3 層，地上 10 層



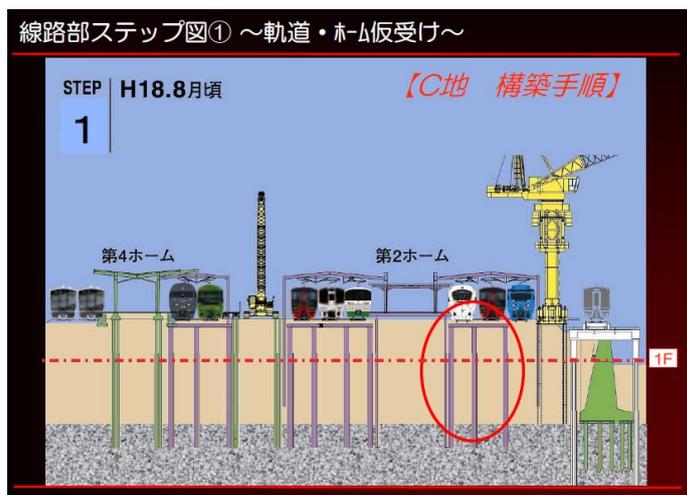
圖 5.1 博多車站基地平面圖

(C 工區因有既有軌道營運中，因此施工方法需特別規劃考量與執行)



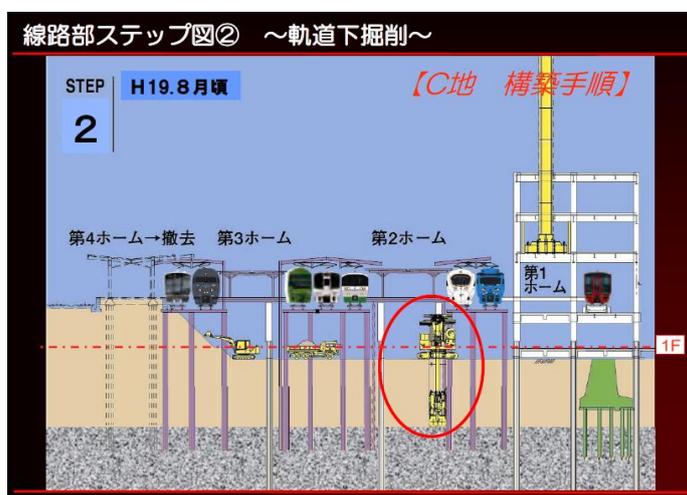
圖 5.2 博多車站完成立面照片

(二)、施工程序



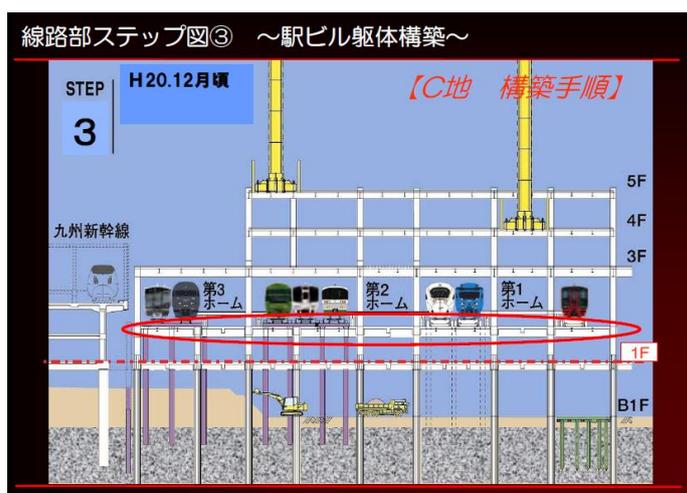
1. 軌道旁以迴轉壓入方式置入臨時鋼柱(紫色部分)。
2. 鋼柱上方再架設桁架結構，以支撐軌道，取代原有路基。
3. 每次桁架架設均須於一個晚上時間完成。

圖 5.3



1. 軌道下方進行挖掘。
2. 待開挖至足夠高度，採用特殊機具 (EMX 掘削機) 進行挖掘及車站結構柱置入 (白色部分)。

圖 5.4



1. 軌道上方及下方同時進行車站結構體構築。

圖 5.5

(三)、工程特性與議題研討

(1) 博多車站設計概念 ~ 『建立一個讓人們對過去有所回憶的車站』。

- 九州、福岡的門戶象徵。
- 人文、科技的交流場所。
- 營造心情舒適的休閒空間。

(2) 本工程利用了既有軌道面較外部地面為高之特性，以施作臨時鋼柱及桁架結構方式支撐原有軌道，再進行既有軌道下方之挖掘，及施作上方車站結構，自然形成「高架車站」。

(3) 由於本車站營運軌道位於 2F，大樓之 1F、地下室及上部均有其他用途，因此列車造成之振動，必須要妥慎考量，依九州旅客鐵道株式会社表示，博多車站軌道下方採用了特殊支承系統(具有專利)，可減少振動噪音達 25dB，車站營運至今未接獲任何投訴。

線圈彈簧

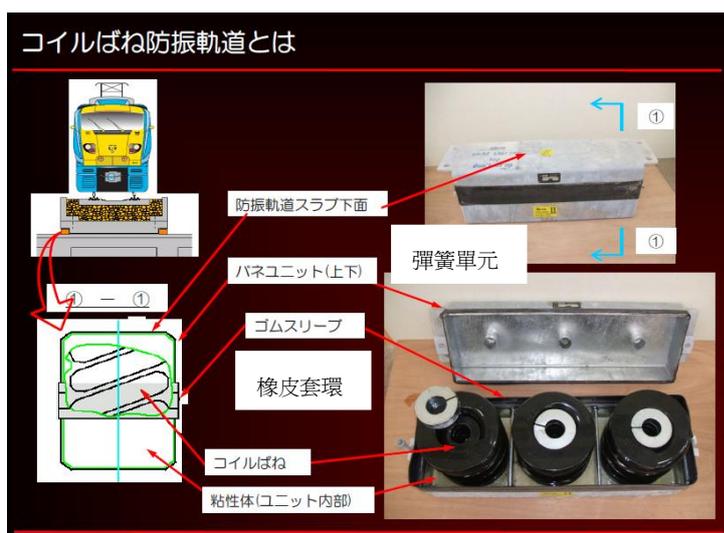


圖 5.6

浮動道床



圖 5.7

(四)、參訪照片



圖 5.8 博多車站正面左側



圖 5.9 博多車站正面右側



圖 5.10 車站前公車轉運



圖 5.11 車站前計程車排班區



圖 5.12 車站前公共藝術



圖 5.13 車站前戶外電扶梯



圖 5.14 與站方人員意見交流



圖 5.15 車站聯外通廊與電梯



圖 5.16 有田燒~陶藝板



圖 5.17 軌道上方照片 1



圖 5.18 軌道上方照片 2

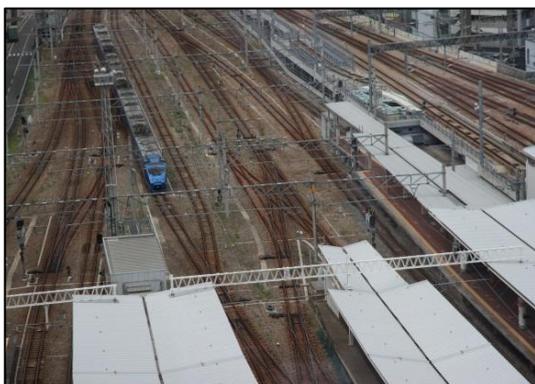


圖 5.19 軌道上方照片 3



圖 5.20 軌道上方照片 4



圖 5.21 屋頂太陽能發電應用 1



圖 5.22 屋頂太陽能發電應用 2



圖 5.23 屋頂綠化植栽 1



圖 5.24 屋頂綠化植栽 2



圖 5.25 屋頂水稻種植



圖 5.26 屋頂/鐵道神社及七福童子



圖 5.27 屋頂/鐵道神社
(紀念設計師~水戸岡銳治先生)



圖 5.28 屋頂/七福童子
(代表九州七個縣，以繩索玩扮火車遊戲)

六、大阪車站

(一)、建築概要

車站介紹：

- 大阪車站位於日本大阪府大阪市北區，由西日本旅客鐵道（JR 西日本）所經營管理的鐵路車站，也是日本關西地區，最大都會~大阪的代表車站。
- 大阪車站係由車站及車站兩側，以南側與北側兩棟複合式建物組合而成。北側 NORTH GATE BUILDING，有多間百貨公司如三越伊勢丹，和專賣店 Lucua，電影院，高級餐廳，健身中心，辦公樓等。南側 SOUTH GATE BUILDING 有大丸梅田百貨、餐館、綜合診所、大阪格蘭比亞酒店，屋頂花園重生為新站建設。2F 為月台及軌道層，3F 為南北建物聯絡廣場，上方為大跨度桁架屋頂，頗具歐洲風格。
- 整體形成了一個不只僅有車站功能，也具備了城市生活所需設施的“STATION CITY”的新概念。
- 車站在設計理念上，也採用了「多樣化主題廣場」之方式，塑造出不同的空間主題與不同的心靈感受，令人有種輕鬆愉悅的享受氛圍。(詳第(二)節)
- 車站在建築結構及生態環保(eco)上也做了多樣的設計巧思。(詳第(三)節及第(四)節)

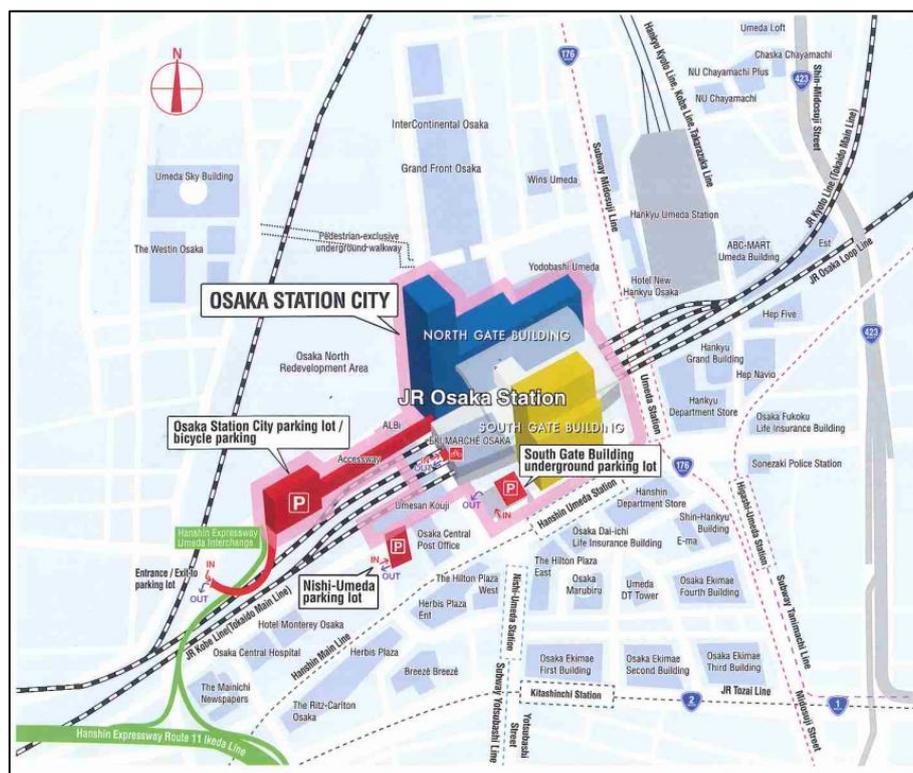


圖 6.1 大阪車站位置圖

(二)、廣場介紹

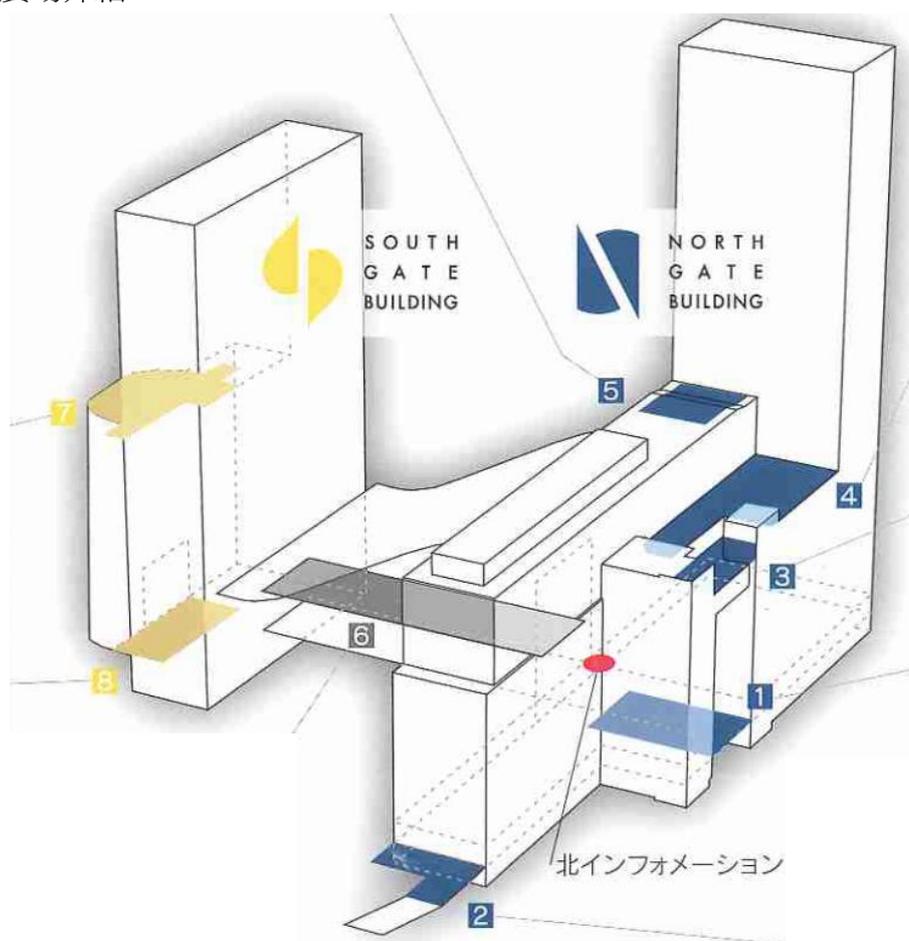


圖 6.2 廣場分佈位置圖

- (1) 北端廣場
為北側建物之出入口廣場。
- (2) 峽谷廣場
以四季變化之花草來作廣場裝飾。
- (3) 日式庭園
以傳統手法將自然景觀濃縮，並對應遠山，營造出整體山景的自然感受。
- (4) 風的廣場
英國風格，以四季變化之花朵營造庭園設計。
- (5) 天空農場
兼具種植與銷售綠色蔬果的設計。
- (6) 時空廣場
大跨度屋頂造型，創造出寬敞之開放空間。
- (7) 太陽廣場
西班牙風格，營造歐風意象之中庭，並以四季變化之花朵來作裝飾。
- (8) 南端廣場
為南側建物之出入口廣場。

(三)、建築結構

(1) 大跨度屋頂

- 屋頂由 17 支(每支長約 100M，重 100t)之桁架結構組立建造而成。
- 桁架結構一端為固定，一端為活動，以利地震或溫差等變位需求。
- 屋頂為單向斜面，可自然收集雨水。



圖 6.3 大跨度屋頂桁架



圖 6.4 屋頂桁架結構活動端

(2) 結構柱位轉換

- 由於不同樓層空間需求不同，因此調整柱位規劃以兼具結構安全並活化上下樓層不同之空間使用需求。



圖 6.5 結構柱位轉換

(四)、生態環保

(1) 屋頂綠化

日式庭園、風的廣場、天空農園及太陽廣場，均有充分之植栽綠化。

(2) 太陽能與風力發電

天空農園、太陽廣場及南端廣場均有設置太陽能與風力發電等設施。

(3) 雨水利用

利用大跨度桁架屋頂斜面，可自然收集雨水(進入地下貯水槽)，或利用南北連絡橋將水送往北側建築物。

另外於時空廣場，也設置細霧噴水，可達降溫之效果。

(4) Low-E 玻璃

運用雙層玻璃的特性以達隔熱效果。

(5) 垃圾分類

垃圾分類數量高達 20 種，其中有 17 種可做不同類型之資源回收。

(6) 節能運用

利用列車「刹車時」產生之動能轉換成電力，供另一輛列車「加速時」使用，減少能源浪費。

▶ 省エネ電車

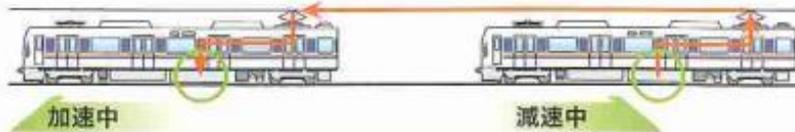
加速時の電気ロスが少なく（VVVFインバータ制御）、ブレーキ時には電気のリサイクルができる（回生ブレーキ）省エネ電車を導入しています。



大阪駅に入ってくる主な省エネ電車

▶ 回生ブレーキによるエネルギー低減のしくみ

ブレーキ時にモーターが発電機となり、電気をつくります。発生した電気は近くを走行する他の列車の加速に使用されます。（従来は、ブレーキ時に発電した電気は抵抗器により熱として放出されていました。）



(7) 節能運用

計程車利用排班時充電，易於管理並節省時間。

社会との連携：エコタクシーのりば

大阪府、近畿運輸局などと連携し、全国に先駆けて、急速充電設備等、電気自動車（EV）専用設備を備えたエコタクシー専用レーンを整備し、次世代のまちづくりに貢献します。

※大阪府では、2010年6月に低炭素社会の構築と新エネルギー関連産業の振興等を目指した産学官連携「大阪EVアクションプログラム」を策定し、EVの普及や充電インフラの整備に注力しています。「EVタクシープロジェクト」は、本プログラムの取り組みとして、EVの初期需要を創出し、EVの普及・啓発を図るために実施されています。

この写真はイメージです

全景

[plus-sum] プラスサム：全体が拡大することにより、各部分もそれぞれ同時に拡大し得る環境。

ゲート（ICタグで認証）

タクシーのりば

タクシー出入口

急速充電器

タクシー待機場

200m

駐車場標

ノースゲートビルディング

話題のエコタクシーに乗れる！ 5月下旬以降の運行予定です。

ノースゲートビルディング2階 タクシーのりば

- EV専用急速充電器を備えた待機レーンを完備。電力は、連絡通路に設置された太陽光パネル（PB参照）による電力を一部利用。
- 入構管理ゲートの設置。ICタグにより、EV車・ハイブリッド車のエコタクシーなど、指定車以外の通行を規制。

圖 6.6 節能運用

(五)、參訪照片



圖 6.7 與導覽人員意見交流



圖 6.8 大阪車站模型



圖 6.9 北端出入口廣場



圖 6.10 電扶梯兩側或高處均預留導軌以利日後維修或清潔工作吊掛所需



圖 6.11 日式庭園



圖 6.12
風的廣場



圖 6.13 時空廣場



圖 6.14 月台營運



圖 6.15
大阪車站外觀

肆、其他參訪建物考察紀要

本次行程中也參訪了「福岡 ACROS 大樓」及拜訪「清水建設株式会社」位於東京總公司，兩項建築物分別在「綠建築」及「智慧建築」上也有著值得學習的設計巧思，參訪紀要如下：

七、福岡 ACROS 大樓

(一)、建築概要

福岡 ACROS 大樓，位於日本福岡市天神地區，原為福岡舊縣政府所在地，後由縣政府提供土地採類似 BOT 方式邀集專業團隊提案競標，後由第一生命保險為首之團隊承攬，建造出一座具多功能用途的綜合性文化商業設施，外觀一面採玻璃外牆與一般辦公大樓無異，另一面則採階梯狀設計並採大量植栽綠化，形成一座具「自然山形」之建築物，與天神中央公園形成一體，極具巧思。



圖 7.1 福岡 ACROS 大樓位置及兩側空照圖

(二)、功能說明

本大樓兼具下列供公共與民間使用的多重用途：

- 公共公益：
 - (1) 都市型共同機能/國際會議及中小會議場所。
 - (2) 多目標機能。

- (3) 國際交流促進。
- (4) 情報交流中心。
- (5) 產業展示。
 - 民間
- (6) 都市型產業/情報展示。
- (7) 服務業。
 - 共通
- (8) 大廳、廣場等設施。
- (9) 停車場。

(三)、綠化植栽

- (1) 構成樹種
共計 76 種，37,000 株。
- (2) 土壤特性
 - 比重。
 - 實績(60 年)。
 - 經年變化。
 - 保水性能。
 - 排水性能。
 - 耐風性能。
 - 管理。
 - 施工性。
 - 成本。
- (3) 排水特性
 - 人工土壤(厚 50CM)保水。
 - 需於防水層上，自然排出。
 - 平時降雨，採自然放流。
 - 強降雨時，利用地下貯水槽收集雨水。
- (4) 防風考量
 - 地上 60M，植栽之防風考量。
 - 樹種能抗風壓，並採支架固定。兩側採密植栽。
 - 為防止落葉，混種較不易落葉之樹種。

(四)、自然採光

利用地下 2 層至地上 12 層，高 58.4M，巨大挑空及自然採光，形成舒暢之空間感。

(五)、參訪照片



圖 7.2 內部景觀



圖 7.3 內部通道



圖 7.4 內部地下室

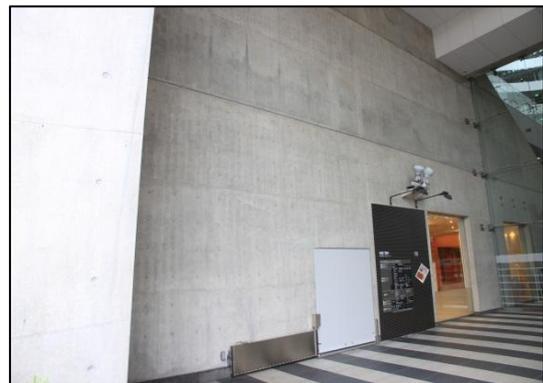


圖 7.5 內牆清水模



圖 7.6 外部景觀

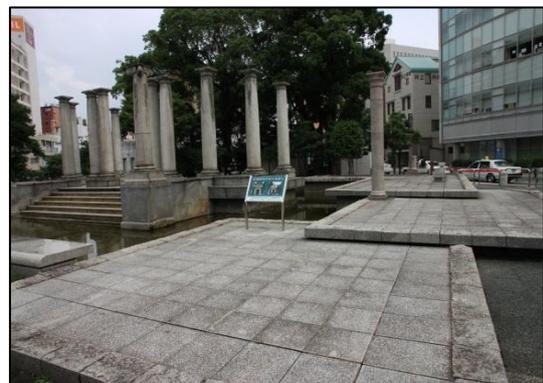


圖 7.7 福岡縣政府舊建築(石柱)



圖 7.8 外部景觀



圖 7.9 參訪人員合影

八、清水建設株式会社

(一)、設計理念

清水建設株式会社位於東京之新總公司大樓，係於 2009 年興建，2012 年完工啓用，其整體建設之概念，應用了相當多的設計巧思，值得參考。

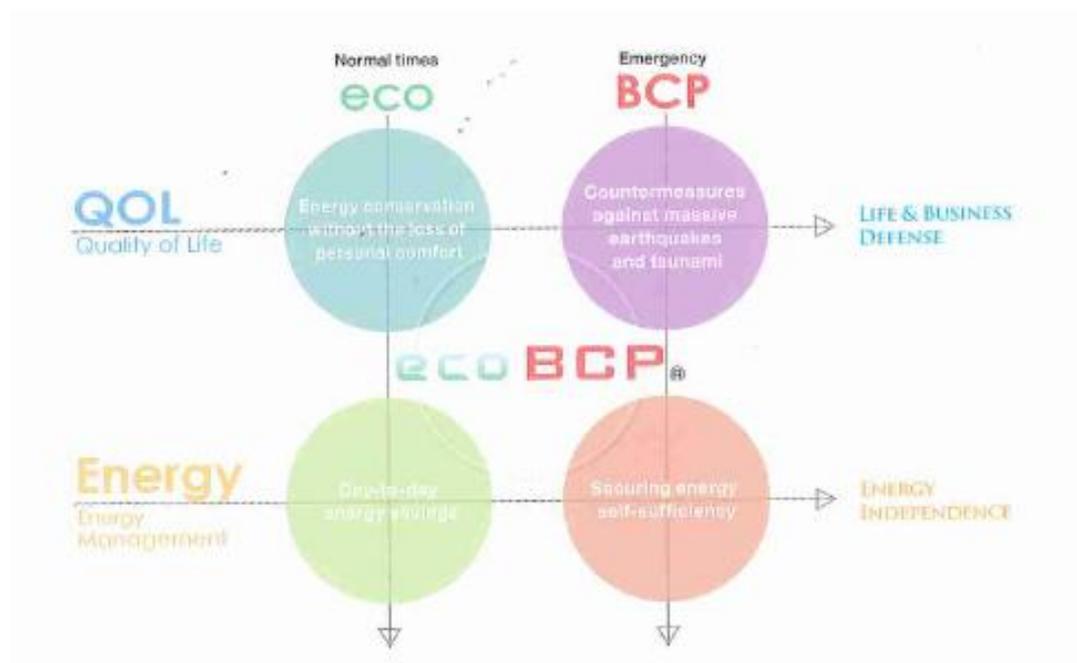
- 建立一棟足以在災難發生時，仍能維持運作之建築物。
- 保護環境。
- 在節約能源與環境舒適間取得平衡。

(二)、實例應用

- 外牆採預鑄單元組合而成，具有太陽能、抗震、Low-E glass 三種功能。
- 結構系統採用兩圈內外牆如同管狀結構系統(無柱系統)，增加空間使用。
- 基底採用 seismic-isolation system 及 oil damper 。
- 空調及照明，利用溫度、照度及人員感應等多項因素來作最佳控制。
- 發展 Micro-Grid 系統，以因應無外來電力供應時，能自我提供電力。
- 利用 BEMS 系統及 IP 整合技術，達到能源與設備之最佳控制。

(三)、energy conservation (eco) + business-continuity planning (BCP) 的創新概念

在正常狀態，要節約能源與貯存能源，在緊急狀態，要能維持機能及能源自給。



(四)、參訪照片



圖 8.1 與清水總公司人員意見交流

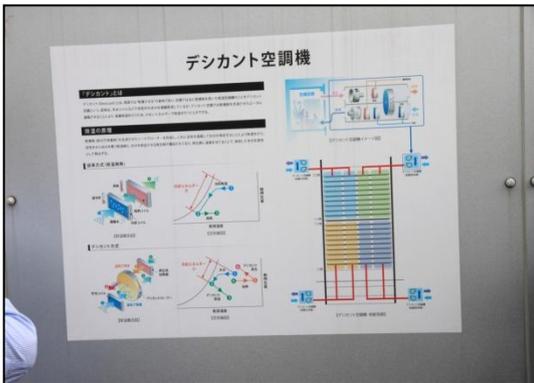


圖 8.2 空調控制說明圖



圖 8.3 seismic-isolation



圖 8.4 防震軟管



圖 8.5 總公司大樓外觀

CASBEE : S rank

BEE score : 9.7 points

伍、心得與建議

本次行程之主要目的係為參訪日本鐵路高架化施工方式、車站建築及其他相關工程，作為本局未來推動「臺鐵都會區捷運化桃園段高架化建設計畫」(以下簡稱桃園高架計化)或其他類似計畫之參考。因此，以下針對鐵路高架化施工、地下立體交叉施工及智慧綠建築設計等三項參訪結果，分別說明其應用及建議。

一、鐵路高架化施工

(一)、直上工法

桃園高架計畫全線採設置臨時軌一次切換營運方式設計，依設計公司(泰興)評估合理施工所需用地寬度約為 25 公尺，惟中壢車站前後各約 600 公尺路段，因路線兩旁既有建築物密集，可變更為鐵路用地之寬度約僅 17.5 公尺，經設研議可採直上型施工方式(圖 9.1)，以克服施工用地不足之窘境。

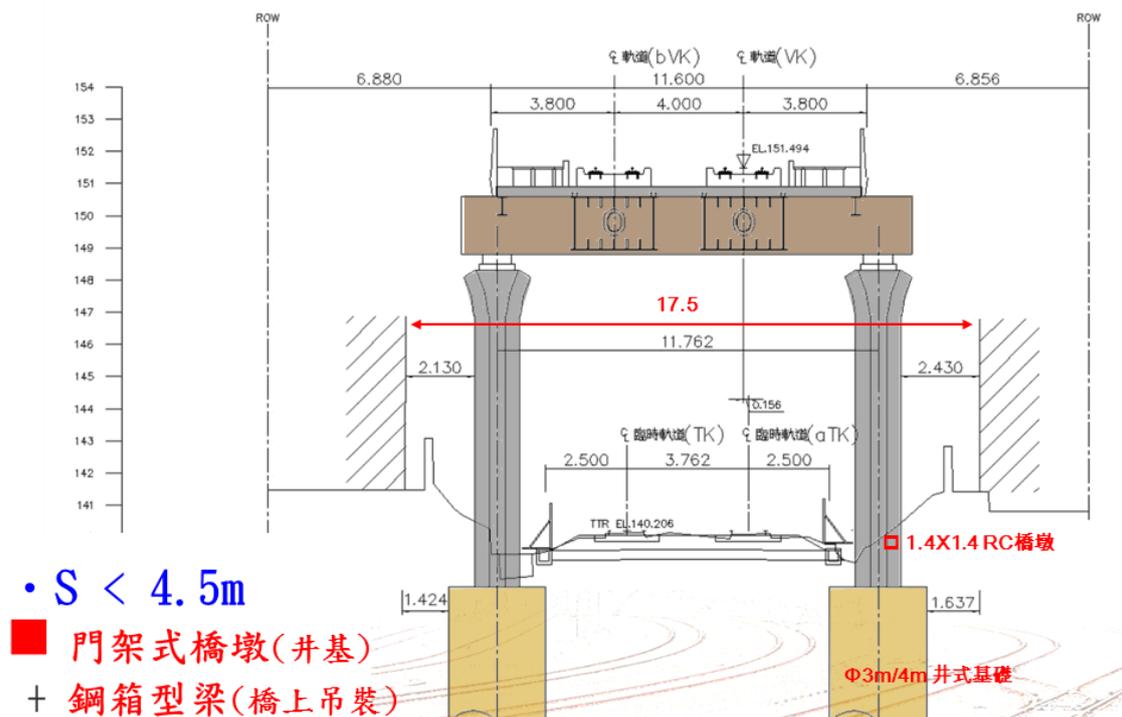


圖 9.1 桃園高架直上工法

由以上與參、一節所介紹之西日本鐵道春日原高架化工程直上工法比較可知，其最大不同在於桃園高架計畫用地兩旁即為民宅，無施工動線可進入工區，而春日原高架用地兩旁為既有道路可供施工動線使用。為此設計公司採用吊裝推進工法，即由工區兩側吊裝橋梁並將橋面版打設完成後，做為施工動線並逐跨推進(圖 9.2)。

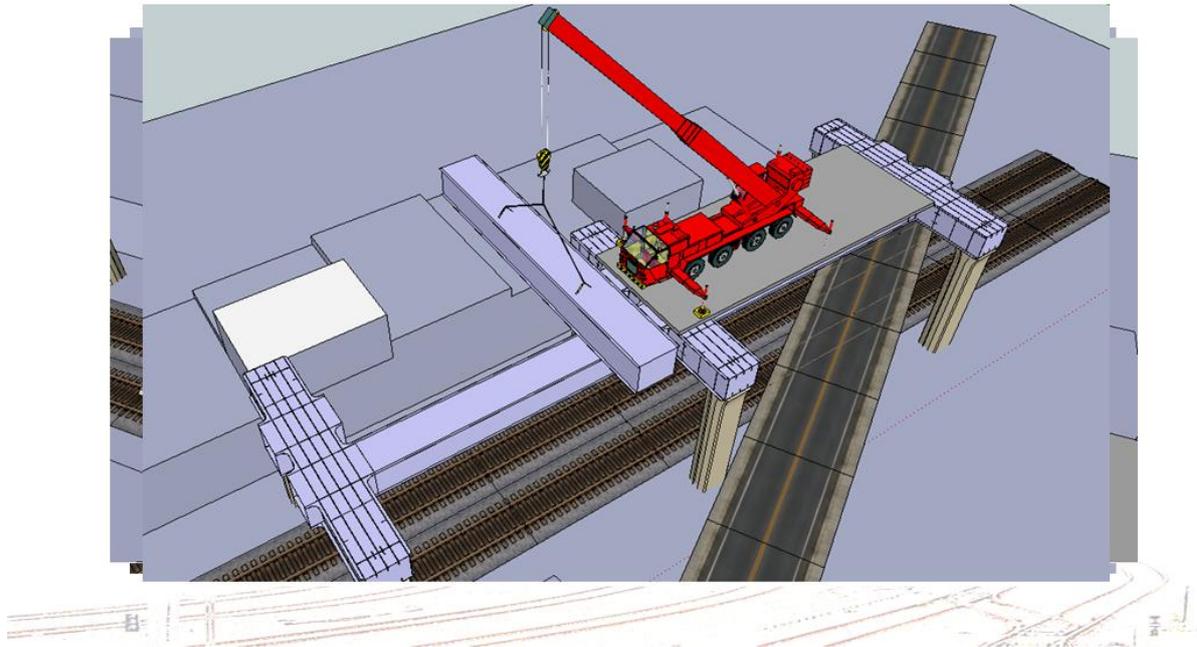


圖 9.2 吊裝推進工法

日本工區管制極為嚴謹，非必要施工動線不干擾民眾，如圖三、8 所示將軌道滿鋪木製平交道板，除可做為軌道防護使用外，亦可做為軌道封鎖後施工動線之用，桃園高架計畫無施工動線之工區可參考應用。

(二)、半半施工法

前述參、二節阪神電鉄~青木高架段及參、三節京成電鉄押上線立體交叉兩工程，均採用半半施工之方式施工，此種方式之最大好處在於施工用地寬度(含既有軌營運)僅需約 17 公尺，可大幅減少用地徵收及拆遷問題。日本與我國情類似，鐵路沿線都市建築發展密集，亟需將鐵路立體化以解決都市阻隔問題，惟在既有已發展之都市辦理鐵路立體化，用地取得為計畫推動之最大問題，現今民意高漲的年代，辦理土地徵收及建物拆遷首重其公益性及必要性，如能盡量減少用地徵收，對於計畫之推動應有莫大助益。

(三)、安全衛生防護

鐵路沿線施工成功之關鍵在於安全，在既要維持營運又要工進的情況下，相關安全衛生及防護措施甚或比結構體本身更加重要。本次參訪日本各工地，其主要施工方式與本國並無太大差異，但安全衛生防護工作之嚴謹著實令人印象深刻，值得我們借鏡。

二、地下立體交叉

桃園高架計畫沿線於桃園站位置有捷運綠線，於中壢車站有捷運機場線自車站下方通過(圖 9.3)，因此需於車站及營運軌道下方施工。為維持營運於軌道下方施工一般採架設臨時工程梁開挖、推管及潛盾等方式，中壢捷運 A23 車站站體位於鐵路東側，與本局過軌部分採潛遁方式施工，故不影響本局營運。但桃園捷運 G07 車站站體與本局桃園車站站體重疊，目前規劃本局永久軌施工時預留基樁及頂版等地下結構，俟桃園高架計畫切換至永久軌時(目前預估於民國 110 年)，再由桃園捷運進場施工。如此兩計畫工程相互影響的情況，將造成桃園捷運綠線完工時程將大幅延後。因此如何以工程技術克服，能夠讓兩站體重疊並同時施工為一大挑戰，前述參、四節京成荳野外環地下通道工程可做為參考。



圖 9.3 桃園捷運路線圖

三、智慧綠建築設計

(一)、車站設計理念

- 博多車站設計 ~ 建立一個讓人們對過去有所回憶的車站
- 大阪車站設計 ~ station city

(二)、屋頂平台植栽綠化

- 博多屋頂花園廣場
- 大阪各綠化廣場

(三)、照明節能：

- 室內照明多採用螢光燈管及電子式或高功率型安定器,以節省電力增加壽命更具有安全性;並減少使用水銀燈.
- 路燈照明結合太陽能板或風力發電機,於白天蓄電儲能並於晚上供路燈使用,以達節能效果.
- 當戶外光線充足時可利用光感知器控制靠近窗戶側之照明燈具點滅,以節省能源浪費.
- 漸變式百葉窗可依戶外光線調整百葉窗開度以節省室內照明耗電量,以達節能效果.

(四)、能源管理：

- 目前臺鐵車站中央監控系統是透過資料伺服器、現場控制器和開放通訊協定將配電設備、消防火警偵測、門禁安全系統、空調通風設備、電梯及電扶梯設施、給排水及排煙設施等子系統集中監視及控制，可連續監視各設備狀態及能量需求量和消耗量，並透過 ETHERNET、TCP/IP 通訊協定上傳資料至臺鐵全線中央監控系統，並可依需要執行遠方遙控啓停。
- 未來可考慮透過設置具雙向通訊功能的智慧電錶、水錶等先進自動讀錶系統及能源感測元件和能源管理系統來收集完整及時的能源使用資訊及需求量，形成可統計、預測之數據，進而有效的監控與管理各項能源的使用量以減少能源不必要的消耗，以期達到能源效率的最佳化。
- 另外可藉由提供各系統設備規劃定址點位置等資料透過 IP 整合的方式，於中央控制層自動調節各項能源，例如關閉非使用中空間的電燈與空調，或將無人使用的電腦轉換為休眠狀態，此功能可藉由門禁管制或其他環境感測元件來達成偵測空間的使用狀態。此外透過重要傳輸網路採取雙備援原則提高系統的可靠度。