無縫接軌運輸走廊—臺鐵臺南沙崙支線

關鍵詞：臺鐵捷運化、轉乘、無道碴軌道、長銲鋼軌、道岔、伸縮接頭、油壓止衝擋、軌道切換、彈性PC軌枕防振軌道、下路式鋼床版橋

台灣世曦工程顧問股份有限公司／鐵道工程部／正工程師／謝慶和 ❶

交通部鐵路改建工程局／中部工程處／主任工程司／李永昌 ❷

摘 要 ABSTRACT

臺鐵臺南沙崙支線為臺鐵30年來第一條新支線，更為建國百年第一條完工啟用之交通建設，藉由便利之轉乘設施，連接臺鐵中洲站與高鐵臺南站，達成無縫接軌目標。本公司擔任本案之專案管理顧問，協助業主順利完成沙崙支線各項工程之施作、測試、檢查及通過履勘，俾能如期於民國(以下同)100年1月2日通車營運。本文概要介紹有關沙崙支線計畫工程於興建執行過程之重點項目，並以紀實照片輔證，俾令工程界對沙崙支線有較深刻之了解。

❶

❷

壹、計畫概述

一、計畫緣起

為運用臺鐵捷運化之功能，解決都會區與高鐵車站間交通運輸需求，交通部奉行政院指示研擬「臺鐵臺南沙崙支線計畫」，以銜接高鐵臺南站至臺鐵中洲車站(詳圖1及照片1、2)，並與臺鐵捷運化路線整合路網，方便接駁轉乘，全案經提奉行政院於93年11月5日以院臺交字第0930048842號函核定實施。本計畫由高速鐵路工程局規劃，鐵路改建工程局負責施工，並移由臺灣鐵路管理局辦理營運。

二、完工效益

(一) 輔助公路運輸，提昇高鐵臺南站聯外交通運輸系統服務品質。

(二) 發展大眾運輸政策理念，與臺鐵捷運化整合，服務臺南市及南科往來高鐵旅運需求。

(三) 配合本計畫興建及高鐵站區開發，吸引都市人口移入，平衡區域發展。

三、路線說明

路線由中洲車站側線南端岔出，沿二仁溪往東跨越中山高速公路，於長榮大學校道前設長榮大學站，續往東至高鐵路線西側轉往北與高鐵路線平行，至高鐵臺南站南端設終點-沙崙

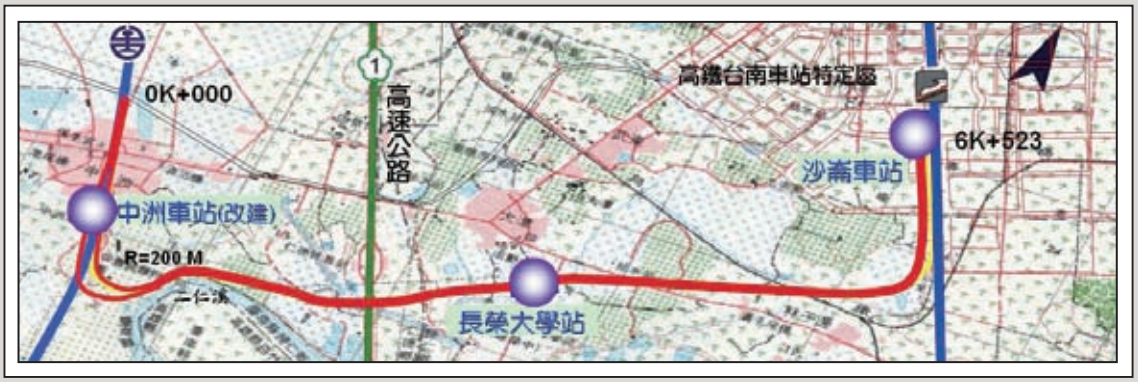


圖1 沙崙支線-路線平面圖

照片1 沙崙支線鳥瞰(左側)

照片2 沙崙支線鳥瞰(右側)

車站，全長約6.5公里(詳圖1)。除中洲站內路段採地面佈設外，均採高架型式，標準橋斷面寬11公尺，用地寬16公尺。

四、期程及經費

本案計畫期程起自94年01月至102年12月止，計畫總經費58.43億元(詳表1)。

表1　沙崙支線計畫經費項目

工作項目	經費(元)
規劃設計	58,570,000
用地取得	324,900,000
工程建造	4,311,955,000
購　　車	800,000,000
工程物調款	347,819,000
合　計	5,843,244,000

貳、工程概要

一、主要工程內容

沙崙支線平面曲線及縱面坡度標準，係依照臺鐵乙級線之規定，主要工程內容如下：

(一) 土建工程

1. 路堤段約1.2公里、高架橋段約5.3公里。

2. 新建3車站(中洲車站、長榮大學站及沙崙車站)及改建中洲站場。

3. 附屬設施：隔音牆、景觀及排水工程等。

(二) 軌道工程

傳統道碴軌道1.2公里(中洲站場)，無道碴軌道5.3公里(高架橋段)。

(三) 系統機電工程

1. 電力工程：全線電氣化及岡山變電站擴充。

2. 號誌工程：行車控制自動化(CTC)、列車防護(ATP)。

3. 電訊工程：通信及資訊傳輸。

二、工程特色

沙崙支線計畫工程採用了許多臺鐵創新之施作工法及設施(備)，對於鐵路工程技術之提昇及經驗傳承確有甚大之助益，主要之工程特色摘錄如下：

(一) 臺鐵第一座跨縱貫線鋼梁橋(照片3)。

(二) 臺鐵第一次採用懸臂工法橋梁(行經二仁溪橋構、照片4)。

(三) 臺鐵第一座跨越中山高鋼梁橋。(照片5)

照片3 跨縱貫線鋼梁橋

照片4 行經二仁溪橋梁

照片5 跨中山高鋼梁橋

照片6 跨南160鄉道橋梁

照片7 PC軌枕無道碴軌道

(四) 臺鐵第一座90M長跨距採用場撐工法施作(照片6)。

(五) 臺鐵第一條採用無道碴軌道之支線，可令養護次數大幅降低，節省成本(照片7)。

(六) 臺鐵第一次採用工研院研製於無道碴軌道之道岔及伸縮接頭(照片8、9) 。

(七) 臺鐵第一座高架終端式車站(沙崙車站、照片10)。

(八) 臺鐵第一座於路線終端使用油壓止衝擋(照片11)。

三、發包方式

本計畫土建工程主要分為兩標，採設計施工統包方式辦理發包。系統機電由本公司完成基本設計，再由業主自辦細設後，採傳統方式發包，概分為：

(一) 電力工程：電車線架設工程(含中洲站站場)

(二) 電訊工程：第三-1-1標（臺南-沙崙間電訊部分）；第三-1-2標工程（中洲-沙崙間行車無線電系統部分）

(三) 號誌工程：新設中洲站電訊、號誌遷移拆收工程；中洲站切換臺南-路竹間ATP修改工程；保安、大湖、中洲~沙崙、臺北調度中心號誌(CTC及EP等)配合工程。

照片8 無道碴軌道-道岔

照片9 無道碴軌道-伸縮接頭

照片10 高架終端車站

照片11 終端油壓式止衝擋

參、技術服務

沙崙支線計畫工程由本公司辦理技術及施工監造服務工作，服務期間以維護業主及使用單位的需求利益為出發點，於業主與統包商、設計承包商及施工承包商間居中協調，並控管本計畫之時程、品質、成本、安全衛生及環境保護，使工程之執行、管理、協調更加順暢，本公司於本計畫之技術服務內容包含：

一、細設諮詢及審查

依據業主分標原則、需求計畫及分標工程進度進行整合，並經由業主、技術顧問與統包廠商充分溝通，擬訂合理之細設審查作業計畫，作為管控細部設計進度的依據，使工程能如期完成，審查內容包含土建標及系統機電標之設計(如細部設計圖、計算書、工程經費書等)及技術文件，審查流程如圖2所示。

二、施工監造

為期工程品質及進度能如預期推展，爰建立施工監造體制，以督促廠商按預定計畫執行，並協助解決廠商於施工過程所遭遇之困難，同時以宏觀思維和有效的整合方式執行工作，期在如期、如質與安全之環境下，協助業主完成工作，相關之監造服務工作內容詳圖3所示。

三、環境監測(含考古監看)

本公司辦理環境監測項目及內容詳表2所示，主要係依據沙崙支線計畫環評承諾之相關規定辦理，另包含考古監看(文化資產保護)、配合辦理環評現地追蹤考核及監督等相關作業及提供施工環保顧問諮詢服務，考古監看更邀請中央研究院歷史語言研究所劉益昌研究員等團隊提供專業協助。

四、系統機電基本設計

本公司辦理之沙崙支線計畫系統機電基本設計，工作範圍為臺鐵中洲車站支線岔出至沙

表2 環境監測項目及內容

監測期間	監測項目		數量
施工前	地面水質		2點×1次/季×2季
施工期間	工區	放流水質	1點×1次/月×42月
		營建工程噪音	1點×1次/月×42月
	工區外	空氣品質	2點×1次/2月×42月
		一般噪音振動	3點×1次/季×14季
		地面水質	2點×1次/月×14季
		陸域動物	8次/年×4年
		交通量	3點×1次/季×14季

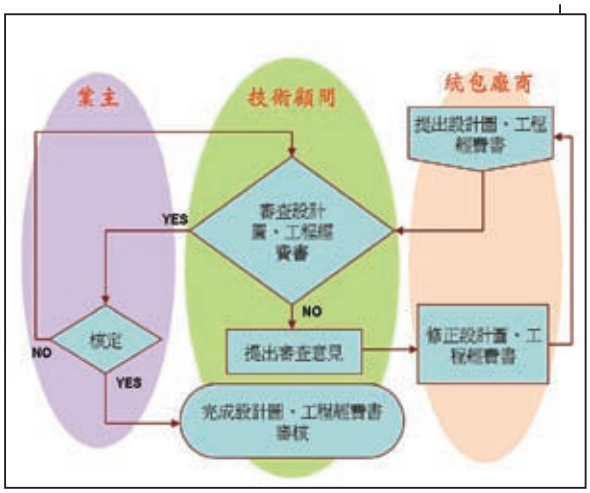


圖2 細設審查流程

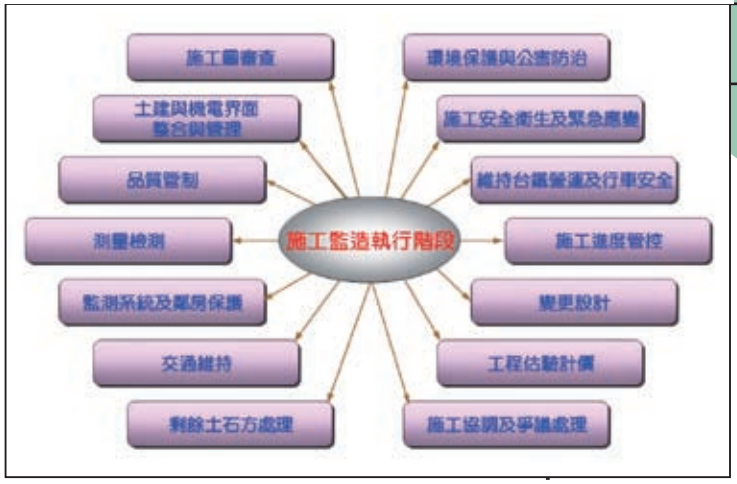


圖3 監造服務工作內容

崙車站，全長約6.5公里(包括路堤段1.2公里、高架段5.3公里)，包含電力系統、號誌系統及電訊系統等三大項目，主要工作內容及成果如下：

(一) 主要工作內容

1. 綜合規劃報告及設計標的相關資料之研討及建議。

2. 施工規劃及施工初步時程之擬訂。

3. 系統機電基本設計，包括基本設計圖及綱要規範等。

4. 工程成本估算書及基本設計報告。

(二) 基本設計內容及成果

系統機電基本設計報告書內容，涵蓋電車線系統、號誌系統、電訊系統所設計之需求、規定、圖說、預算等，作為後續細部設計與施工之依據，以提供下一設計階段的參考資料、施工時配合之作業方式及工程費用之估算，以利工程執行。

肆、重點工程

一、車站工程(位置詳圖4)

沙崙支線車站工程包含新建中洲車站(含改建中洲站場)、長榮大學站及沙崙車站(含銜接高鐵通廊)之站體、月臺雨棚及相關臺鐵局運務、工務、電務、機務之需求空間。

經提供構想予設計單位，長榮大學站及沙崙車站採"建築與橋梁分離結構"，列車軌道載重作用在高架橋軌道梁上，經由橋梁帽梁、墩柱傳至基礎；車站建築將高架橋予以包覆，高架橋墩柱從房屋建築中穿過，將兩者適當分隔後，主體結構分離獨立，傳力路徑明確，結構

照片12 中洲車站外觀

照片13 中洲車站月臺及天橋

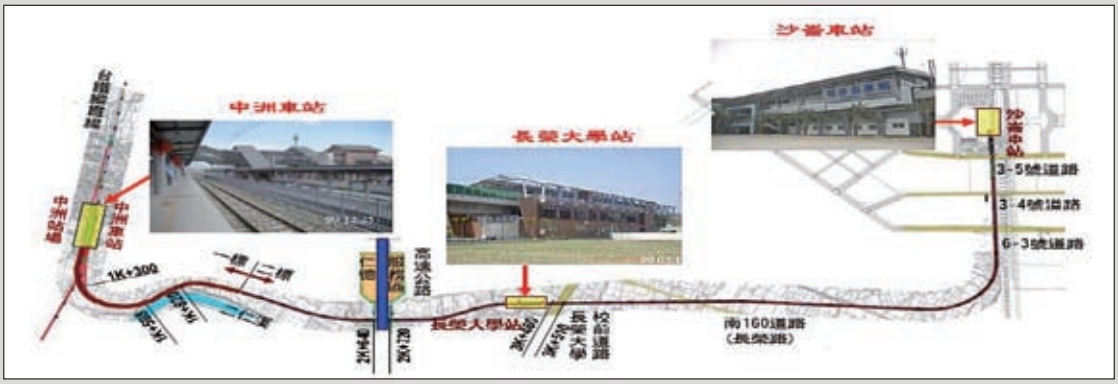


圖4 沙崙支線-新建車站位置圖

照片14 中洲車站大廳

分析單純，同時車輛引致的振動也不致直接傳至車站。因車站工程涉及都市設計審議及建照申請，審查時程冗長費時，故採此型式，橋梁結構可先行設計及施工，不受車站建築請照及相關圖審之影響，可避免整體車站工期延誤。

(一) 新建中洲車站(照片12~14)

本車站屬平面車站，車站造型主要配合當地人文風情，採紅磚仿傳統閩南平房

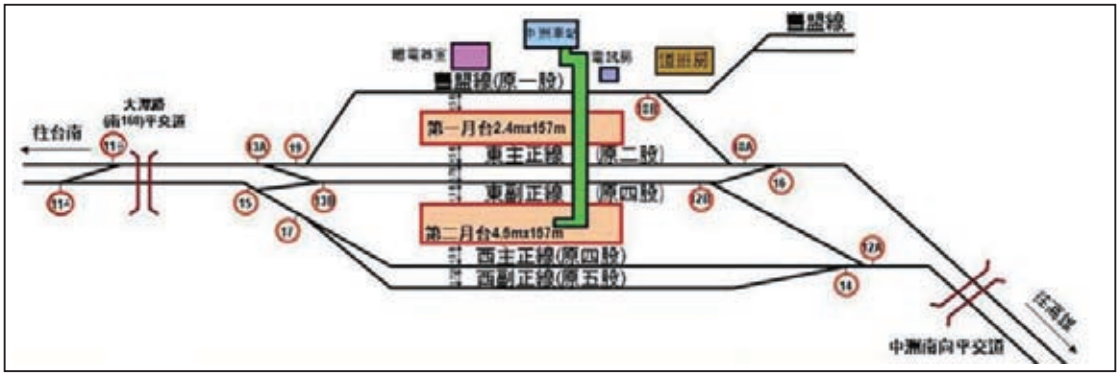


圖5 中洲站場原有平面配置示意圖

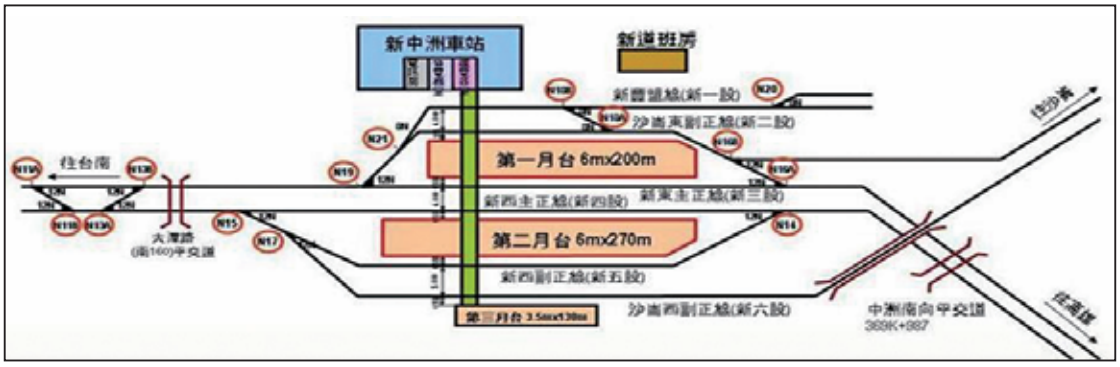


圖6 中洲站場完工後平面配置示意圖

照片15 站場南端改建前

照片16 站場南端改建後

照片17 站場北端改建前

照片18 站場北端改建後

照片19 保安站待避月臺

照片20 大湖站待避月臺

住宅樣式，大廳層寬敞明亮，設有2座島式月臺、1座岸壁式月臺、戶外汽機車停車場及連接月臺間鋼構天橋。

(二) 改建中洲站場

本工程係配合沙崙支線，將中洲站場股道重新規劃整理，並將軌距標準化-4M(站場改建前後配置詳圖5~6及照片15~18)。另為維持鐵路正常運轉，於保安及大湖車站增設待避月臺(照片19~20)，將改建期間原待避功能暫移轉至大湖及保安站，以減少軌道切換次數及增加安全性。

(三) 長榮大學站(照片21~23)

本車站屬高架式車站，主體造型採鐵灰色斜屋頂月臺雨庇及磚紅色外牆，融入南臺灣城鄉風貌，並與歸仁舊名「紅瓦

照片21 長榮大學站外觀

照片22 長榮大學站岸壁式月臺

照片23 長榮大學站大廳

厝」及長榮大學磚紅色建築群相呼應，設有二座長=90M岸壁式月臺及戶外汽機車停車場。

(四) 沙崙車站(照片24~26)

本車站屬高架式車站，站體以大斜之彩鋼屋頂為特色，搭配藍灰色系面磚及琺瑯版，俾與高鐵臺南站形成協調建築群，

照片24 沙崙車站外觀

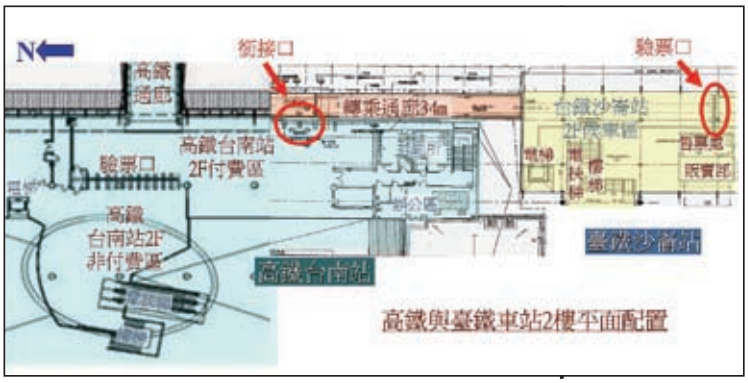
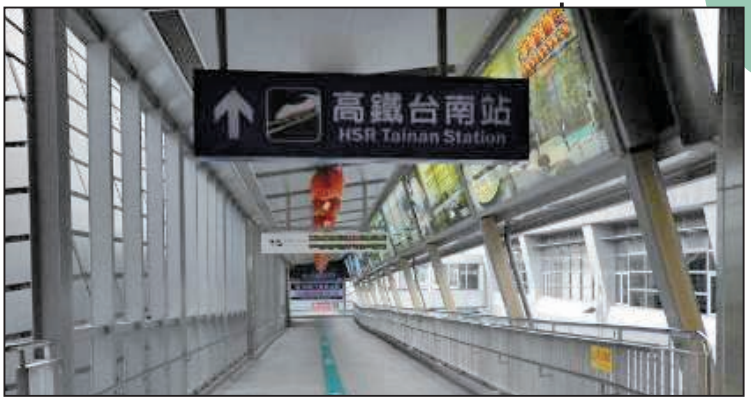


圖7 銜接高鐵臺南站轉乘通廊平面圖

照片25 沙崙車站島式月臺

照片27 轉乘通廊外觀

照片26 沙崙車站大廳



照片28 轉乘通廊內部乙景

大廳寬敞明亮，另設有1座長=90M島式月臺及銜接高鐵臺南站轉乘通廊(L=34M)

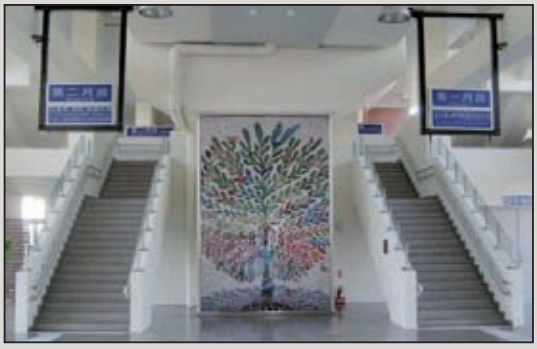
(五) 銜接高鐵臺南站轉乘通廊(照片27~28)

臺鐵沙崙車站與高鐵臺南站為平行共站規劃，兩者間以34公尺之空中廊道連結(詳圖7)，無論是搭乘高鐵或是臺鐵的旅客，皆可在下車後步出驗票口不久，即可迅速的轉移運具，輕鬆轉乘毋須繞路進出站體。通廊結構頂板以同沙崙車站之屋頂金屬板覆蓋，通廊兩側則設置欄杆，為半開放型式。

二、 公共藝術

(一) 長榮大學站公共藝術(照片29~30)

透過色彩豐富的不規則馬賽克鑲嵌，透過色塊間交互混色的顏色拼貼方式，觀



照片29 長榮大學站大廳公共藝術完成乙景-1

照片30 長榮大學站大廳公共藝術完成乙景-2

照片31 沙崙車站大廳公共藝術完成乙景-1

照片32 沙崙車站大廳公共藝術完成乙景-2

圖8 作品圖案一

圖9 作品圖案二

圖10 作品圖案三

圖11 作品圖案四

賞者與作品在一段距離之間，色彩在眼睛裡產生多樣性的作用與變化。

(二) 沙崙車站公共藝術(照片31~32)

在車站內主要的梁柱及其周圍以鮮豔色彩呈現，使視覺上能有活潑豐富的變化感。地面上圖案以失真圖像技巧進行地面馬賽克創作，利用此技法把部分物體轉化為變形的圖案，而地面的抽象圖樣(圖8~11)，將映射至包覆於梁柱上的鏡面不鏽鋼板，反轉為趣味而富想像力的抽象圖案。

(三) 車廂公共藝術

沙崙支線營運列車以EMU600型編組，

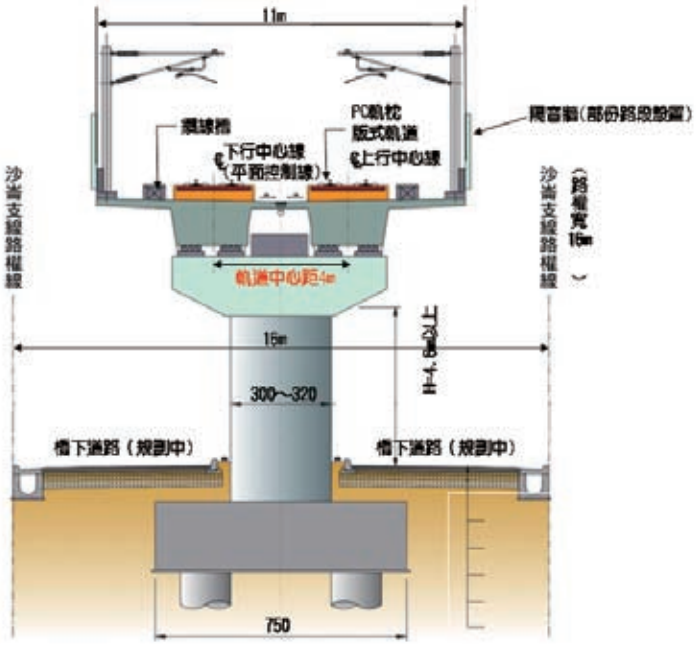


圖16 高架橋梁標準斷面示意圖

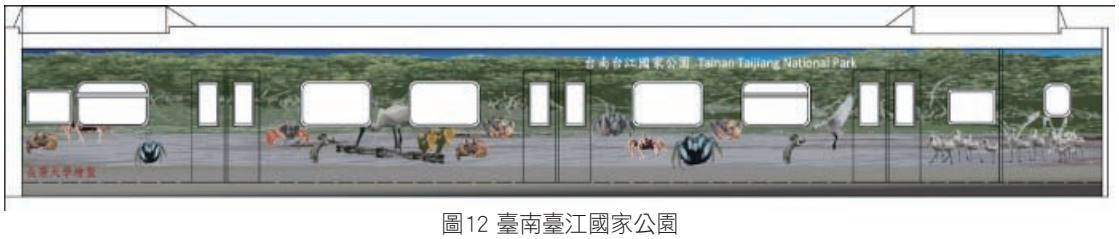


圖12 臺南臺江國家公園

圖13 臺南關子嶺溫泉(水火同源)

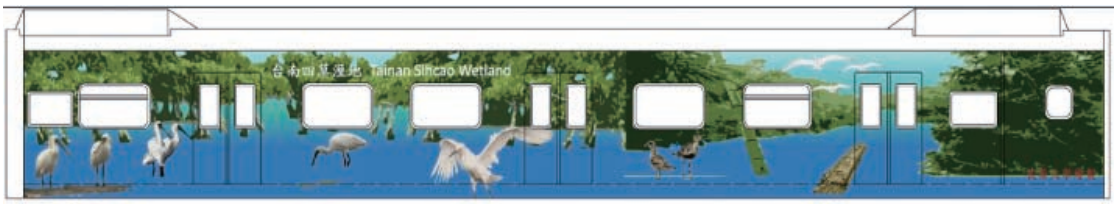


圖14 臺南四草溼地

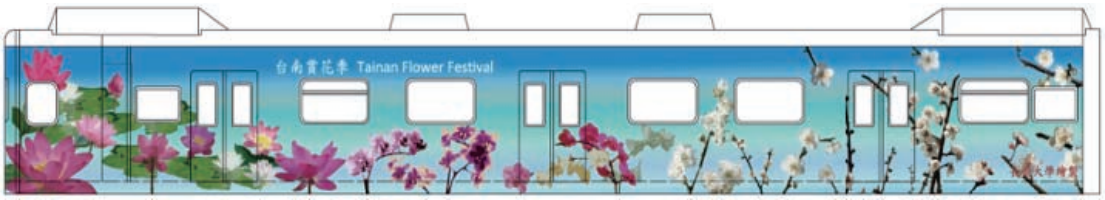


圖15 臺南賞花季

每組4節車廂，車廂並進行彩繪，由南部大學生提供圖稿，各車廂表現不同地方主題圖案(圖12~15)，車廂內並建制ITS系統，提供旅客優質服務。

三、橋梁工程

沙崙支線除中洲站場外，全線為高架橋梁結構(圖16)，路線行經區域多為開闊之平原區，工址條件尚稱良好。全線高架橋除跨越縱貫線及中山高為鋼橋外，其餘均為預力混凝土梁，採單柱簡支預力I梁、簡支預力U梁或箱型梁設計，跨徑介於25~90公尺，基礎型式除行經二仁溪段採全套管基樁外，餘皆採反循環基樁設計，樁長24公尺至47公尺。制式橋梁跨徑30公尺，其它跨越特殊標的有臺鐵縱貫線(鋼橋)、二仁溪、中山高速公路(鋼橋)、長榮大學校道、南160鄉道、高鐵特定區6-3、3-4、3-5道路等，各非制式橋梁位置詳圖17。

(一) 跨縱貫線下路式鋼床版橋(照片33)

本橋梁工程跨距30M+30M(每跨約101噸，詳照片34)，其設計理念係配合跨越臺鐵縱貫線，考量淨高限制，爰採下承式鋼橋搭配鋼床版，另為配合橋下鐵路淨空及

照片33 跨縱貫線鋼橋完成外觀

照片34 鋼床版吊裝前外觀

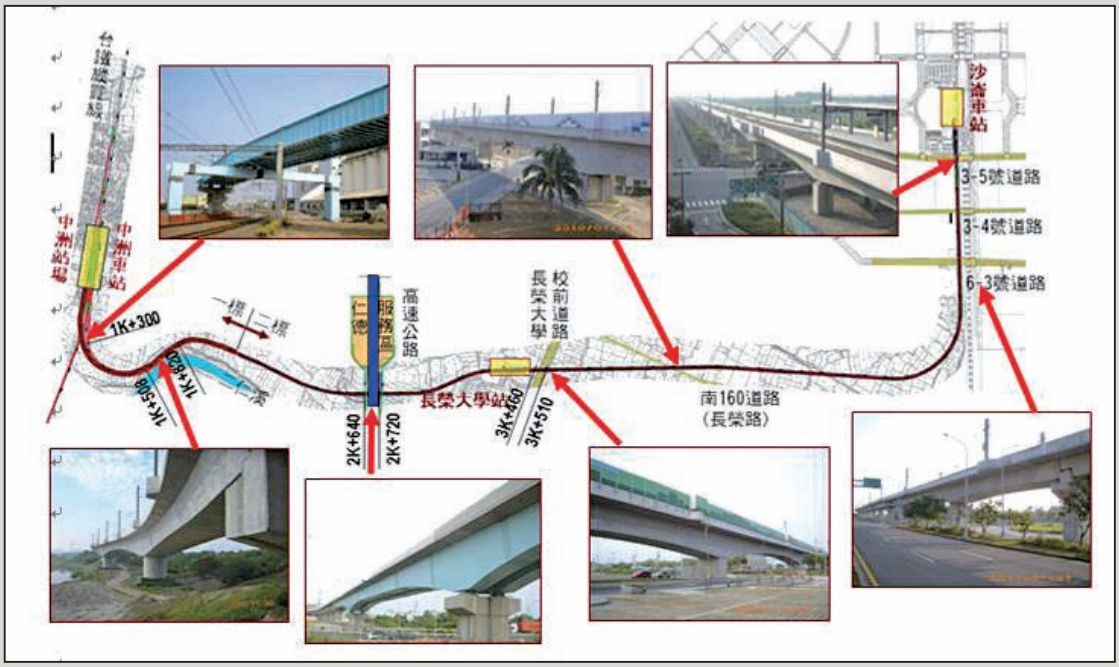


圖17 沙崙支線-非制式橋梁位置示意圖

照片35 鋼床版夜間吊裝

照片36 行經二仁溪橋構外觀

運轉，採鋼構橋墩，橫梁尺寸亦作最佳化設計，以達到臺鐵運轉單位之需求。

本工程施工最大困難度為在既有縱貫線上作業，安全風險甚高，故門型架主鋼梁及鋼床版吊裝(照片35)皆需協調臺鐵局申請利用夜間斷電封鎖施工，有賴工程團隊之協調合作，施工過程尚稱順利並依期程完成，未影響臺鐵正常營運。

(二) 行經二仁溪懸臂工法橋構(照片36)

本橋梁工程跨距52M+70M+70M+52.5M，為4跨連續之預力混凝土箱型橋梁，其設計理念係以加大跨度方式通過，減少在河川治理線內之落墩數，另考量防汛期間無法進行施工，且避免破壞河岸現有環境，爰採用懸臂工法施工，以增加施工效率及降低環境破壞。本工程於設計階段由於治理線未確認，致影響細設要徑期程，經協調

照片37 橋梁下構墩柱施工

照片38 橋梁上構懸臂節塊施工

照片39 跨中山高鋼梁橋外觀

照片40 鋼梁組件暫置及組立

照片41 中央跨封閉中山高吊裝

照片42 跨越橋完成外觀

河管機關儘速確認治理線及落墩方案，使能儘速進行細設，且為不影響施工期程，另協調勞檢單位，依上下構施作工序(照片37~38)，同意辦理二階段危評。

(三) 跨中山高速公路鋼箱型梁橋(照片39)

本橋梁工程跨距55M+71.5M+48.5M，鋼梁組件於工廠完成假組立查驗確認後即運至工地暫置及進行組裝(照片40)，由於係跨越中山高速公路，安全風險甚高，故於中央跨鋼梁吊裝及拆模施工過程，皆需向高公局申請夜間封閉中山高仁德-路竹路段南北雙向車道，並於封閉之二時段分別進行吊裝(照片41)及拆模作業。

(四) 長榮大學跨越橋(詳照片42~43)

本橋梁工程跨距35+65+45公尺，為三

照片43 跨越橋完成外觀

照片44 場撐施工全景

照片45 橋構完成外觀之一

照片46 橋構完成外觀之二

照片47 就地支撐架施作

照片48 無道碴軌道完成乙景之一

照片49 無道碴軌道完成乙景之二

跨連續預力混凝土箱型梁橋，採鋼支撐架施工(照片44)，以減少施工時對學生通行造成不便。

(五) 南160道路跨越橋(照片45~46)

本橋梁工程跨徑59.38M+90M+59.37M，為3跨連續預力混凝土場撐箱型橋梁，採鋼支撐-就地支撐工法施工(照片47)，以減少施工時對用路人通行造成不便。

四、無道碴軌道工程(施作位置詳圖18)

沙崙支線全線使用50N鋼軌及PC枕，除中洲站場採傳統道碴軌道外，高架橋上皆採本公司研發，已使用於南港專案汐止高架工程，減振效果良好、經濟性佳之彈性PC軌枕防振軌道，施作總長度上下行線合計約10,700M，另設

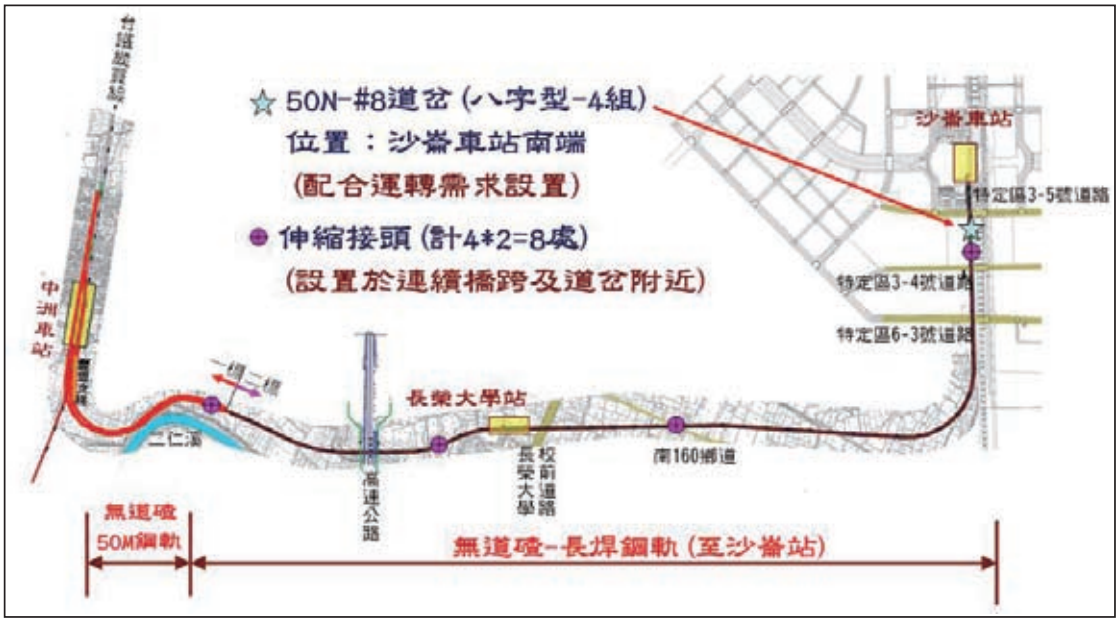


圖18 無道碴軌道施作位置示意圖

照片50 無道碴軌道完成乙景之三

照片51 無道碴軌道-道岔

照片52 無道碴軌道-伸縮接頭(EJ)

照片53 終端-油壓式止衝擋

有8組伸縮接頭，4組8號道岔，上下行線於沙崙車站終端各設置一座油壓式止衝擋，高架橋面無道碴軌道完成現況詳照片48~53。

無道碴軌道施作工項內容包含長焊鋼軌焊接(含場地佈設、鋼軌堆置、電阻火花焊接、焊口研磨與檢驗、及鋼軌運送等)、混凝土道床施工(含鋼軌與軌枕鋪設、鋼筋組立、扣結裝置安裝、高程及軌距檢測等)、伸縮接頭(EJ)及道岔

照片54 長銲鋼軌電阻火花銲接

照片55 長銲鋼軌銲接處研磨

照片56 道床鋼筋綁紮

照片57 道床混凝土澆置

照片61 橋上鋁熱劑銲接

照片58 道岔-現地組裝

照片62 李董事長視察(左一)

照片59 伸縮接頭現場組裝

照片63 電車線完成乙景

照片60 移動式電阻火花銲接

照片64 岡山變電站擴充

照片65 電車線架設

照片66 E1多工機設備

照片67 沙崙站無線電基地台

照片68 光纜佈放

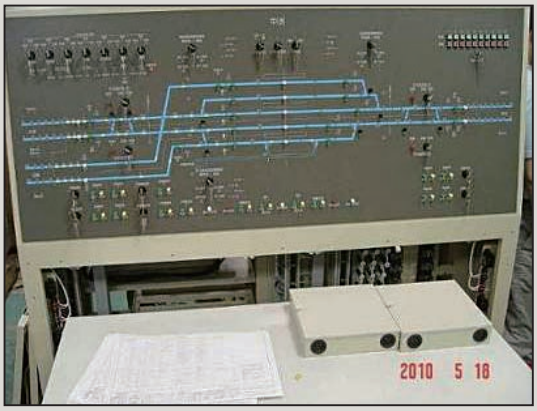
安裝(含工廠試組裝查驗及現場組立查驗)、高架橋上移動式電阻火花銲接(250m長鋼軌間銲接)與鋼軌應力釋放、鋁熱劑銲接(長銲鋼軌最終銲接)、夾膠絕緣接頭(IRJ)施作、及油壓止衝擋安裝組立等，現場施工紀實詳照片54~62。

五、系統機電-電力工程(照片63)

沙崙支線電車線設計採臺鐵現行使用之單純懸垂式具弛度電車線系統，配合自動張力平衡裝置之設置，以達到系統需求。新設電車線系統由中洲站北側引出，經大潭站至沙崙車站，全長約6.5公里，全線採電氣化，包含岡山變電站擴充(照片64)、電桿基礎施作、立桿、SPS安裝、懸臂組安裝、架線(照片65)及RF架線等。

六、系統機電-電訊工程(照片66~68)

照片69 繼電器室



照片70 中洲車站EP盤

照片71 ATP地上感應子

照片73 電聯車試運轉測試之一

照片72 夜間電力車測試

照片74 試運轉-電聯車

主要工項包括電話系統、臺鐵行車調度無線電話系統、列車資訊顯示系統、閉路電視系統、共同天線系統、子母鐘系統、廣播系統、鐵路電話資訊、售(驗)票機資訊、電腦網路整合式配線系統、電纜槽等通信線路建置及資訊傳輸之設置。

七、系統機電-號誌工程(照片69~71)

號誌系統在新設高架路段之繼電聯鎖，由臺鐵CTC控制，站間自動閉塞採用雙單線自動閉塞裝置，配合臺鐵現有系統設置。主要工作項目包括：

(一) 列車防護-ATP增修建置(自動列車防護系統)。

(二) 行車控制自動化-包含繼電器室及繼電連鎖系統、CTC中央(列車集中控制裝置)及EP就地盤(緊急控制盤) TID列車資訊、計軸器等建置。

照片75 電聯車試運轉測試之二

伍、機電測試與試運轉

一、系統整合測試(照片72)

為驗証沙崙支線所建置之土建、軌道、號誌及電車線系統整合效能，由鐵工局配合臺鐵局利用夜間非營運時段以電力車運轉測試路線、電車線、號誌性能(最高速度60km/h)。

二、試運轉測試(照片73~75)

為測試各項設施穩定性及營運安全性，由臺鐵局以電聯車(4節)進行沙崙站～中洲站試運轉(雙向合計30班，最高速度90km/h)，併同機務、運務人員訓練。

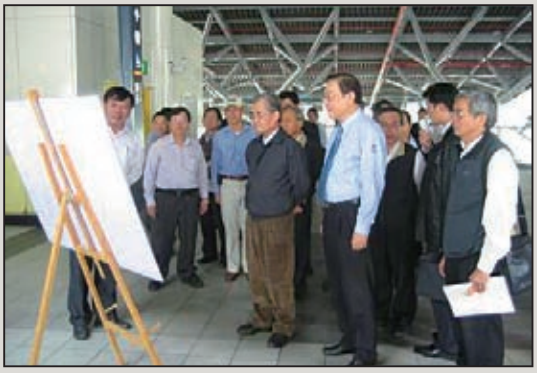
陸、工程績效

沙崙支線於工程執行期間，時任之行政院吳院長、交通部毛部長及鐵工局許局長等高級長官皆曾至工地視導(照片76~78)，並給予本工程正面之評價，另上級機關辦理之查核成績亦有優良表現，其中土建第二標榮獲中國工程師學會99年度工程優良獎(圖19)，土建第一標更榮獲交通部100年度傑出工程類金路獎之殊榮。

沙崙支線計畫由高鐵局規劃，鐵工局負責施工並移交臺鐵局營運，施工及移交期間必須三方(含臺灣高鐵公司)充分溝通始能克服介面問題，尤其中洲站場改建、沙崙車站暨通廊興建期間，更需與臺鐵局及高鐵公司召開協調會

圖19 中國工程師學會-工程優良獎

照片76 行政院吳前院長視察



照片77 交通部毛前部長視察

照片78 鐵工局許前局長視察

照片79 三鐵合作之轉乘廣告

議以利工程順利進行，若有不易協商解決之問題，則提至三鐵聯席會議研討解決，以免因公務程序延誤而影響工程之進行，創造三贏局面(照片79)。

本工程在工作團隊努力下，除順利完成主辦機關及營運機關之各級檢查，並督導各承包廠商完成各項缺失改善，並如期取得各車站之使用執照(含用水、用電)及綠建築標章，俾能順利通過交通部之履勘作業，如期通車。

柒、結語

臺灣鐵路工程之興建執行，除土建外，軌道及系統機電方面之工程領域，以往都是由主辦機關(臺鐵局或鐵工局)自辦監造，因此國內較具規模之工程顧問公司，有經驗之工程師甚少。沙崙支線雖僅6.5KM，卻涵蓋鐵路工程各方面之領域，本案由本公司負責技術與施工監造服務，故能一窺及學習鐵路工程各專業領域之實務運作。近年來機關辦理與鐵路工程有關之技術服務標案，大都已將軌道及系統機電之監造領域納入，因此工程顧問公司應積極培養這方面之技術人才，以期國內鐵路工程技術傳承及永續發展。特別感謝參與本案所有工作團隊之戮力合作，得使沙崙支線如期通車，也希望本文能拋磚引玉，提供予鐵路工程界參考。

參考文獻

1. 交通部鐵路改建工程局，「臺鐵臺南沙崙支線計畫工程委託技術及施工監造服務-工作總結報告」，台灣世曦工程顧問股份有限公司，(101.06.30)。

2. 交通部，「1067公厘軌距鐵路長銲鋼軌鋪設及養護規範」，(2006)。

3. 財團法人孫運璿學術基金會，「軌道立體化施工」，伍勝園著(2012.01)。