



捷運三鶯線建設計畫的推動歷程 與精進作為

新北市政府捷運工程局捷運三鶯線工務所主任 / 張壯習
台灣世曦工程顧問股份有限公司捷運三鶯線專案經理 / 蔡榮禎
台灣世曦工程顧問股份有限公司捷運三鶯線計畫主持人 / 陳幼華

關鍵字：捷運三鶯線、綜合規劃、基本設計、統包工程

摘要

新北市政府為促進三峽 / 鶯歌地區之可及性、開發三峽 / 鶯歌地區觀光潛能及鼓勵使用大眾捷運系統的政策，特規劃三鶯線捷運提供該等地區捷運系統服務，以提高三峽及鶯歌地區連外交通之可及性，降低私人運具之使用；配合地方政府重大開發計畫之推動，改善地區交通環境，加速地區產業及觀光之發展，另因應三峽、鶯歌之發展需要，三鶯線與台北都會區捷運現有路網之板南線之頂埔站銜接，以及保留與桃園都會區捷運路網銜接的可行性，以落實三環三線之願景。

捷運三鶯線綜合規劃報告於 104 年 6 月經行政院核定後，新北市政府如火如荼的展開興建計畫的推動，依序完成專案管理顧問、監造顧問及 IV&V 顧問發包，以及基本設計與整體工程之統包發包，現正進行統包工程

施工，由於團隊具堅實的能力，精進捷運興建的各項作業，歷經 3 年的努力，三鶯地區的民眾已可看到捷運橋墩矗立於周遭，捷運三鶯線雛形隱約可見，期望再接續 5 年的努力，屆時三鶯線就如同飛鳶翱翔於三峽 / 鶯歌地區，提供快速便捷的捷運營運服務。

政府於 106 年規劃軌道前瞻計畫，刻正陸續進行可行性研究、綜合規劃或設計，三鶯線建設計畫已執行 3 年，擬將過去 3 年的執行經驗提出以供參考，期能拋磚引玉，集眾人智慧提出更為精進的措施，以利有效管控各大型捷運興建計畫的時程及成果。

一、前言

新北市已經發展為一個「多核心」的都市，三環三線（路線示意圖詳見圖 1）能夠串連新北市境內各核心及緊鄰的台北、桃園兩



圖 1 新北市捷運 3 環路線示意

直轄市，大台北都會區之捷運系統路網更趨完整，讓新北市民一起享受更便利的交通，也將改變每個人的生活型態。

近幾年三鶯沿線地區人口、產業發展快速，三峽地區人口年平均成長率為 2.3%，較新北市的 0.8% 地區人口年平均成長率高出許多，加上新北市政府為擘劃該等地區未來願景（土城地區為隸屬大新板之市政中樞及居住中心、三鶯地區為國際水岸文化雙城），刻正積極推動相關開發計畫，如「捷運土城線頂埔站周邊地區都市更新」、「新訂三峽麥仔園地區都市計畫」、「北大安置及青年住宅新建工程」及「三鶯陶瓷藝術主題園區整體開發計畫」等，故可預見未來人口將持續大幅成長。捷運三鶯線的規劃（路線如圖 2）即是配合地區發展、建設與人口之引入所衍生運量需求，以及促進前述開發計畫的推動與成功。

因應前述都市計畫發展的逐步推動，捷運三鶯線已於 105 年 7 月 21 日開始施工預定 112 年完工，完工通車後預計三鶯地區至臺北市通勤時間約可減少 20 分鐘，可促進新北市土城、三峽、鶯歌地區之都市發展，提升三

峽、鶯歌地區之可及性，帶動三鶯地區豐富之文化背景與觀光遊憩旅次，並擴大北桃都會生活圈範圍。針對捷運三鶯線的推動，本文將就可行性研究、綜合規劃、基本設計、工程發包、工程施工的精進作為提出說明以供各界參考。

二、綜合規劃、環差變更及都計變更的推動

（一）綜合規劃

為服務三峽及鶯歌地區市民大眾運輸使用需求及加速推動進度，新北市政府於民國 100 年 10 月提報「臺北都會區大眾捷運系統三鶯線暨周邊土地開發可行性研究報告書」至交通部審查，於民國 101 年 5 月獲交通部審查同意並函報行政院後，於民國 101 年 9 月 3 日獲行政院核定。隨即於民國 101 年 12 月啟動「綜合規劃」作業，延續「可行性研究」成果，依據政府相關審核規定完成報告書，行政院於 104 年 6 月 2 日核定捷運三鶯線綜合規劃報告。行政院核定的捷運三鶯線綜合規劃報告內容摘要如下：

1. 路線場站

- 長度：路線全長 14.29 公里，從土城頂埔站開始，經土城、三峽、鶯歌到福德一路終點站止，未來路線往桃園八德地區延伸。
- 場站：總計 12 座車站（土城 2 站、三峽 5 站、鶯歌 5 站）。
- 機廠：1 座，位於三峽河以西。

2. 系統型式

本計畫於目標年（130 年）的運量可達每小時 1.5 ~ 1.9 萬人次，考量中運量捷運系統為每小時單位方向運送 5,000 ~ 20,000 人次

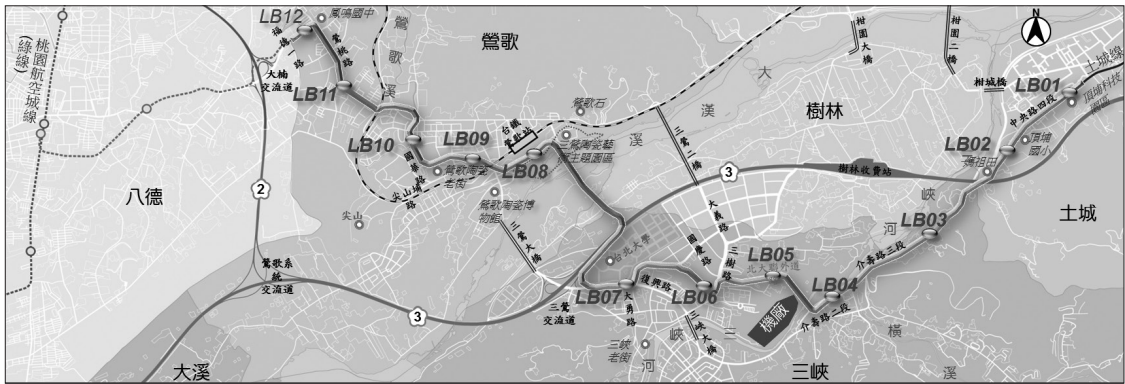


圖 2 捷運三鶯線路線示意

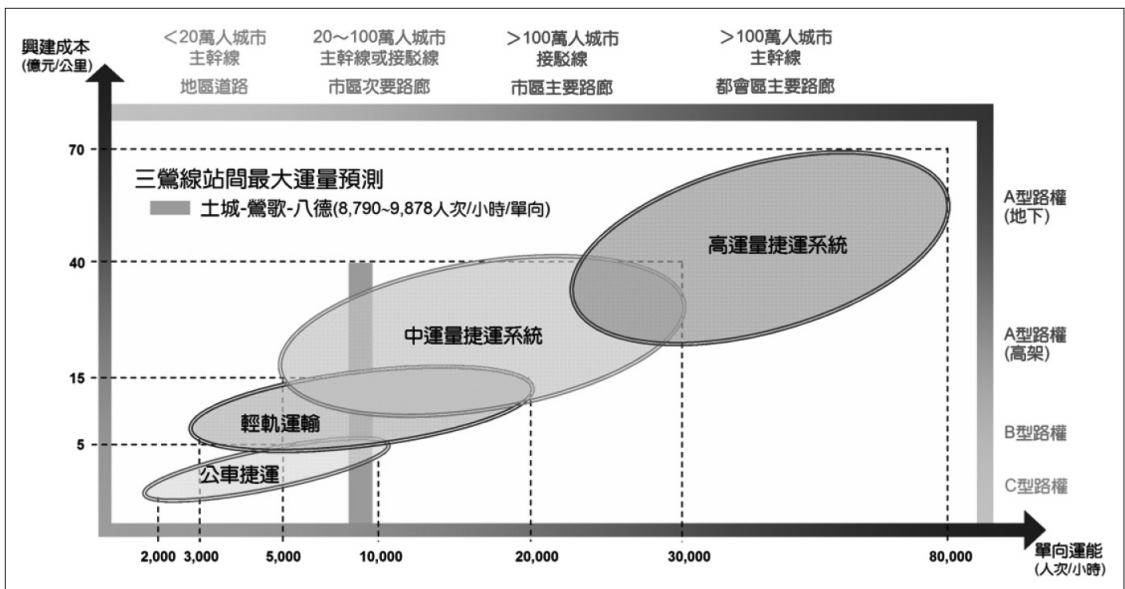


圖 3 捷運系統型式與旅運量關係

的運輸系統，因此建議本計畫車輛技術規格採用專用路權之中運量系統並採用高架方式興建 (捷運系統型式與旅運量關係如圖 3)。

3. 建設時程

行政院核定本建設計畫於綜合規劃報告書 (核定年期為 Y 年) 後，接續完成都市計

畫變更程序、基本設計作業、用地取得、細部設計作業、土建工程、軌道與機電系統安裝與穩定測試，預計於 Y+9 年完工，並辦理初履勘後通車 (建設時程如表 1)。

4. 財務計畫

捷運三鶯線納入開發效益 (含場站土地



表 1 捷運三鶯線建設時程

項目	Y+1年	Y+2年	Y+3年	Y+4年	Y+5年	Y+6年	Y+7年	Y+8年	Y+9年	
都市計畫變更	[Timeline bar]									
行政院核定綜規報告	▼ Y年									
基本設計	[Timeline bar]									
用地取得		[Timeline bar]								
工程招標		5月								
土建工程施工			60月							
機廠施工		施工(51月)及試用調整期(15月)								
機電系統細部設計			30月							
軌道與機電系統安裝與穩定性測試						30月				
模擬演練與初履勘									9月	

開發、周邊土開效益 (TOD)、租稅增額收入 (TIF)) 之自償率為 39.38%，已達「捷運自償率門檻及補助比例」之最低門檻 25% 要求，故建設經費來源由中央與地方政府共同負擔。依中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法規定，以補助比例 78% 為本計畫中央對新北市政府之非自償性經費補助比例。相關項目預估費用如下：

- 工程經費：50,529.57 百萬元
- 營運成本：56,491.39 百萬元
- 重置成本：15,755.73 百萬元
- 場站開發效益：12,163.3 百萬元
- TOD 效益：3,197.08 百萬元
- TIF 效益：6,032.80 百萬元
- 營運期間現金淨流入現值 = 158.85 億元
- 計畫總經費現金淨流出現值 = 403.42 億元

(二) 環差變更

於 95 年 11 月 20 日行政院環保署備查「捷運三鶯線環境影響說明書」，由於綜合規劃報告內容與環境影響說明書有所差異，另提出環差報告更動捷運機廠位置、新增兩座捷運車站，於 105 年 7 月 13 日行政院環保署備查環境影響差異分析報告。

(三) 都計變更

為加速「捷運三鶯線」整體計畫推動，新北市政府捷運局於 102 年啟動都計變更工作，辦理 LB01 站、LB02 站、LB06 站、LB07 站、LB08 站、LB11 站、LB12 站及其相關設施所需用地之都市計畫變更，及 LB05 與機廠納入「三峽都市計畫第三次通盤檢討」



表 2 捷運三鶯線基本設計作業時程

工作項目	103 10 月	103 11 月	103 12 月	104 01 月	104 02 月	104 03 月	104 04 月	104 05 月	104 06 月	104 07 月	104 08 月	104 09 月	104 10 月	104 11 月	104 12 月		
行政院核定綜規報告									6.2								
工程會核定經費審議報告									6.29	提報交通部		9.15	審議		10.23	核定	
基本設計	103.10.02	NTP								7.20~7.30	期中		9.4	期末		10.23	期末修正版

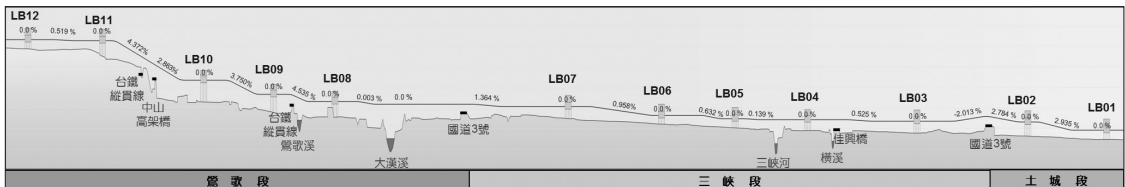


圖 4 三鶯線路線縱坡示意

非都市土地擴大計畫範圍辦理變更。並分別於 107 年初及年中獲內政部都市計畫委員會同意，新北市政府捷運局刻辦理用地取得工作，預定於 108 年 3 月提供給施工單位使用。

三、基本設計的推動與精進

為能加速本計畫的推動，新北市政府捷運局採基本設計與綜合規劃併行作業以爭取時效，於提送交通部、國發會審查綜規報告期間，全力進行基本設計並將期中設計成果提前發展至期末設計成果的成熟度，待行政院核定綜規報告後，隨即提出工程經費審議報告；於工程會核定經費審議報告後，提送基本設計期末設計成果及招標文件，以利進行下一階段的招標作業（基本設計作業時程如表 2）。

本計畫路線涵蓋土城、三峽、鶯歌等都市發展地區，計畫特性為跨越中央路四段、鶯桃路的特殊狹窄道路、跨越國道 3 號、台鐵、橫溪、三峽河、大漢溪、鶯歌溪等天然障礙多，無形中增加本計畫的施工時程及施工經費，唯有精進本計畫基本設計，方能符合行政院核定的綜規報告的需求，基本設計內容及相關精進作為如下所述。

(一) 線形及縱坡

捷運線形除契合都市發展、運輸需求、降低環境衝擊，以及符合民意期待外，主要秉持減少用地徵收及建物拆遷之原則。經多方分析比較，為減少用地徵收與建物拆遷影響，於路線轉彎處多選擇沿既有道路且採縮小曲線半徑方式設計線形，故全線最小轉彎半徑 R=50 公尺，最大縱坡為 4.535%（如圖 4）。



(二) 工址地質

本計畫沿線於土城區路段大致屬大漢溪右岸山地及沖積平原，其地勢以東南較高漸向西北延伸而降低，至鶯歌向西至桃園台地始遇不同高程之河階台地，地形呈現逐階爬昇之趨勢。

路線鄰近之山地區域主要出露地層為中新世及上新世沉積岩，自古至新包括木山層、大寮層、石底層、南港層、南莊層以及桂竹林層，係由不同層厚之砂岩與頁岩組成，局部並夾有凝灰岩或煤層（如圖 5 所示）。而在山地與河流間之區域則為全新世之台地堆積層及現代沖積層，係由礫石、砂、泥等無膠結沉積形成。此外，自新北市鶯歌區以西則屬更新世之紅土礫石層（桃園層），係由淘選不良之礫石及砂質黃棕色紅土間夾組成。地表約 1.0 ~ 3.5 公尺間為回填及覆蓋土層，其標準貫入試驗 SPT-N 值約 10 ~ 24，其下方為厚度約 10.5 ~ 11.5 公尺之卵礫石層，卵礫石層下方即為岩層，岩層為砂岩、泥質砂岩、粉質砂岩及頁岩等，多數鑽孔岩層之 RQD 為 75 ~ 100 間，橫溪、大漢溪及鶯歌地區之岩層 RQD 較低（25 ~ 75 間）。地質分佈約為表土層（1 ~ 3.5m）、卵礫石層（10.5 ~ 11.5m）、15m 以下為岩盤，多數路段地下水 GL-3.4 ~ -13.7m。

斷層部份則包括新莊、臺北、成福等斷層，均非屬活動斷層。其中，臺北斷層與新莊斷層之推測延伸線與本計畫分別於三峽區、鶯歌區交會；成福斷層與臺北斷層兩條斷層之推測延伸線及本路線則於臺北大學與國道 3 號附近相交。屬第二類活動斷層之山腳斷層位於本計畫東北側，距本計畫區達 5 公里以上，對本計畫影響不大。

(三) 基礎施工工法

考量地質因素、土地使用、交通衝擊、工期及經濟性等條件，本計畫以「井式基礎為主，樁基礎為輔」為原則，基礎配置原則說明如下：

- 對地質條件佳（卵礫石層、岩盤）且抽降地下水容易之區域，建議採井式基礎。若於抽降地下水困難路段，建議採用樁基礎。
- 狹小道路路段，例如中央路四段、介壽路及鶯桃路等道路寬度約 18 ~ 20m，建議採用井式基礎，以減少交通衝擊。

井式基礎之施工彈性較差，若遇特殊工程條件時，建議改採樁基礎。例如：墩位處有重大地下管線無法遷移且與井式基礎衝突者（161kV 電纜、污水幹管、自來水主幹管…等），無法施作井式基礎時，基礎型式改採樁基礎或墩柱偏心避開（井基與樁基礎比較如表 3）。

(四) 橋梁工法

考量經濟、美觀及縮短工期等條件，本計畫以「U 型梁橋為主，其他橋型為輔」為原則，橋梁配置原則如下：

- 預力混凝土 U 型梁橋：適用於橋跨長度小於 35 公尺，施工中及吊裝均為簡支行為且安全可靠。
- 預力混凝土懸臂橋：適用於跨河川、高速公路等障礙物的長跨橋梁，施工過程結構為平衡狀態之靜定結構，完工時為超靜定結構系統，避免施工中進行橋梁場撐。
- 鋼箱型梁橋：適用於路口轉彎段，採連續鋼箱梁結構，墩柱採用鋼結構設計，結構完整且可處理 90 度轉彎的偏心，施工方便且施工品質掌握度高。
- 重要景觀點的特殊橋型。

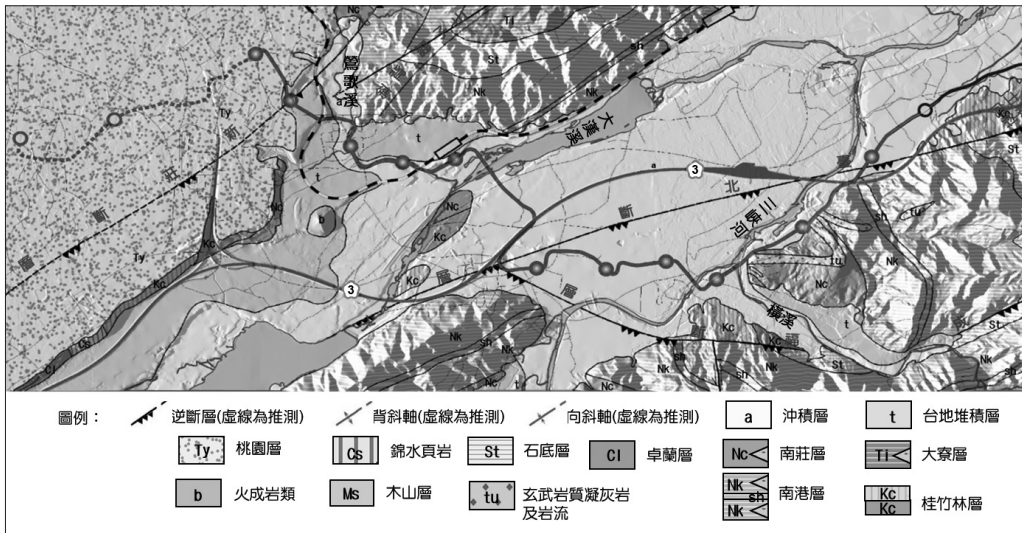


圖 5 捷運三鶯線路線地質示意

表 3 井式基礎與樁基礎比較

基礎型式	概述	綜合比較		工程示意圖
井式基礎	利用豎井施工方式將基礎版設置於更深之載承土層中，本計畫標準跨高架橋之井式基礎約為深 12m、直徑 5m。 • 開挖寬度小(至少 7m)，施工時對交通衝擊小。 • 以噴凝土與鋼筋組成臨時擋土設施，施工噪音與振動小。 • 本計畫地質以卵礫石層為主，沿線地下水位多在 GL-3.7~13.7m±，開挖時抽降地下水難度較低。	用地	較少 (約 20m ² /處)	
		工期	短 (約 21 日/處)	
		交通衝擊	小 (雙向 4 車道)	
		土方量	小 (約 295m ³ /處)	
		施工安全	中	
樁基礎	以基樁將高架橋載重傳遞至更深土層，提高基礎承载力，本計畫標準跨之 4 支 1.5mφ、樁長約 25m、樁帽約 7.5×7.5m(埋深 2m)。 • 開挖寬度約 8.5m，施工時對交通衝擊屬中等。 • 全套管基樁及樁帽開挖時打設臨時擋土支撐時引發之噪音及震動對周遭環境影響較大。 • 基樁施工時不需要抽降地下水，地下水抽降困難區域，建議採用本工法。	用地	較高 (約 57m ² /處)	
		工期	長 (約 30 日/處)	
		交通衝擊	中 (雙向混合車道)	
		土方量	中 (約 465m ³ /處)	
		施工安全	較高	

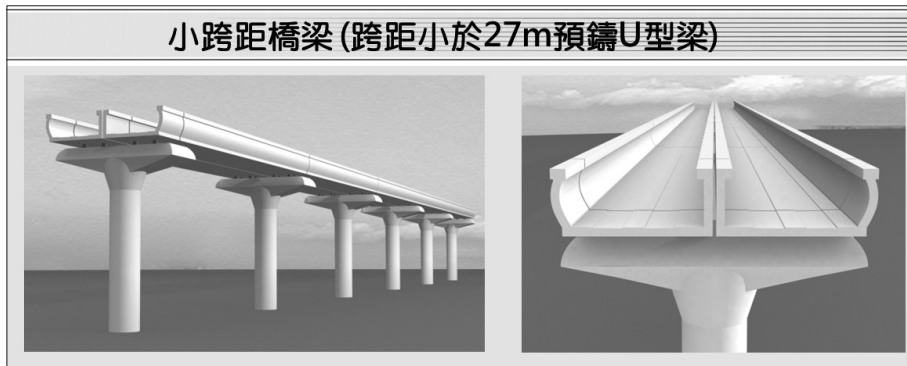


圖 6 U 型梁橋透視示意

表 4 箱型梁與 U 型梁比較

評估項目	箱型梁	U型梁
結構性	 結構性極佳，大梁重約7.76t/m，橋墩採用直徑2.2m圓柱，井基採D=5m，L=12m	 可符合安全要求，大梁重約5.10t/m，橋墩採用直徑2.0m圓柱，井基採D=5m，L=11m
最大跨度	30m	27m
橋面排水	可於橋面版佈置較多落水頭	僅可於橋面版兩端佈置落水頭
施工工期	須先完成箱型結構，再完成胸牆等結構，施工較費時	不須另外再施築胸牆，可節省施工工期
噪音	須額外設置護欄及隔音牆	腹版兼具隔音效果
工程經費	較高(每支約1百5拾4萬元)	較低(每支約1百2拾4萬元)
評估結果	可	最佳

1. U 型梁橋

依據內湖線的執行經驗，U 型梁 (如圖 6) 可降低高架段橋梁高度，減少整體工程費用及對景觀環境的衝擊，其腹版亦兼具隔音的效果，對解決令人詬病的噪音問題有很大的幫助。本計畫直線段、曲率半徑大於 800m，原則上採 27m 預鑄 U 型梁，曲率半徑小於

800m 之路段，採場鑄混凝土橋或鋼橋。

針對箱型梁與 U 型梁的比較，U 型梁不須另外再施築胸牆，可減少施工工期，箱型梁重量較 U 型梁重，橋墩及基礎所需之尺寸亦較 U 型梁大，經評估 27 公尺 U 型梁較 30 公尺箱型梁經濟，施工、吊裝更具優勢 (詳表 4)。



表 5 混凝土橋與鋼橋比例分佈

	橋梁型式	橋梁類別與長度	長度 (公)	權重
1	預力混凝土 U 型梁橋	a. 預鑄 U 型梁：154 跨計 4,086 公尺 b. 場鑄 U 型梁：78 跨計 2,364 公尺	6,450	48%
2	預力混凝土懸臂橋	27 跨計 2,052 公尺	2,052	15%
3	鋼箱型梁橋	a. 簡支鋼箱：48 跨計 1,537 公尺 b. 連續鋼箱：66 跨計 2,838 公尺	4,375	33%
4	拱橋	a. 鋼拱橋：4 跨計 455 公尺 b. 混凝土拱橋：12 跨計 120 公尺	575	4%
	合 計		13,452	

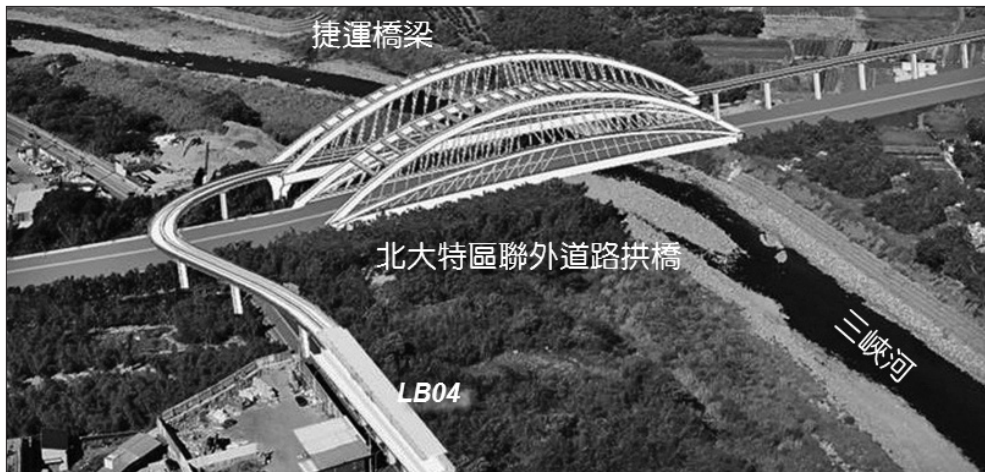


圖 7 跨越三峽河橋透視示意

2. 上構橋梁型式

本計畫以預力混凝土橋為主 (約 63%)，由於路線彎延曲折，鋼橋仍佔 33%，另拱橋占 4%，相關分佈比例詳如表 5 統計。

3. 特殊橋梁

(1) 跨越三峽河橋

橋梁區位：捷運橋與公路雙拱橋緊鄰並行，淨間距 6m。

環境特性：須跨越三峽河，河中不落墩，橋跨徑 180m。

建議橋型：採雙拱橋與公路拱橋併列，使當地景觀更具特色。

(2) 跨越大漢溪橋

橋梁區位：等距座落於三鶯大橋與三鶯二橋之間。

環境特性：三鶯陶花源新生地。

水理特性：位於大漢溪與鶯歌溪兩溪匯流，計畫堤線寬 520m，深槽區寬 100m。

建議橋型：採飛鷺造型拱橋 (如圖 8 所示)。



圖 8 跨越大漢溪橋透視示意



台北大學校門
(摘自台北大學網頁)

圖 9 台北大學臨飛鳶廣場橋透視示意

(3) 台北大學臨飛鳶廣場橋

橋梁區位：飛鳶為台北大學校徽，橋梁型式應與飛鳶廣場協調。

環境特性：與北大建築群融合，以減輕捷運對校區之衝擊。造型元素擷取北大校門之拱門意象，塑造迴廊之空間感。

建議橋型：採迴廊式拱橋，創造台北大學的另一景點，如圖 9 所示。

(4) 跨越鶯歌溪橋

橋梁區位：捷運橋梁連續跨越鶯歌溪、臺鐵路堤，且鶯歌溪不落墩。

環境特性：跨臺鐵有淨高限制，捷運橋梁

深最多 3m。

建議橋型：採外置預力懸臂橋(統包商改為魚鰭式懸臂橋，如圖 10 所示)。

(四) 車站

三鶯線沿途地區特色鮮明，人文景緻獨特，包括土城(頂埔)工業、科技產業園區；台北大學新興大學城社區；三峽老街、藍染、美食及街屋建築；鶯歌陶瓷博物館、陶瓷老街、陶瓷主題公園等。三鶯線除將大大改善區域交通可及性，快捷舒適的捷運線路更與山水風光、人文風采相得益彰，如圖 11 所示。



圖 10 跨越鶯歌溪橋透視示意

淡藍
觀光
捷運

打造三鶯線成為全國第一條「觀光捷運」

未來三鶯線將形成地區快捷舒適的運輸紐帶

結合高架觀景、列車活動與車站藝術，步入捷運就是旅行的開始



田園
山水
風光

行銷水美三鶯風情

站區整體開發，結合水岸與原住民文化
強化新北市宜居健康的城市形象



兩山
藝文
學研

營造文化體驗前店

站前廣場為前店，宣傳在地活動
呈現鶯歌山、鳶山間孕育的藝文學研氛圍



綠能
創新
櫥窗

設置創新展示櫥窗

站體採綠建築節能設計、透過櫥窗
展現臺灣的綠能產業技術與實力



青瓷
瑰寶
基地

感受陶瓷藝術活力

陶瓷結合公共藝術，形塑有趣的動線
讓乘客感受三鶯的文化與生活態度



圖 11 捷運三鶯線建築規劃構想

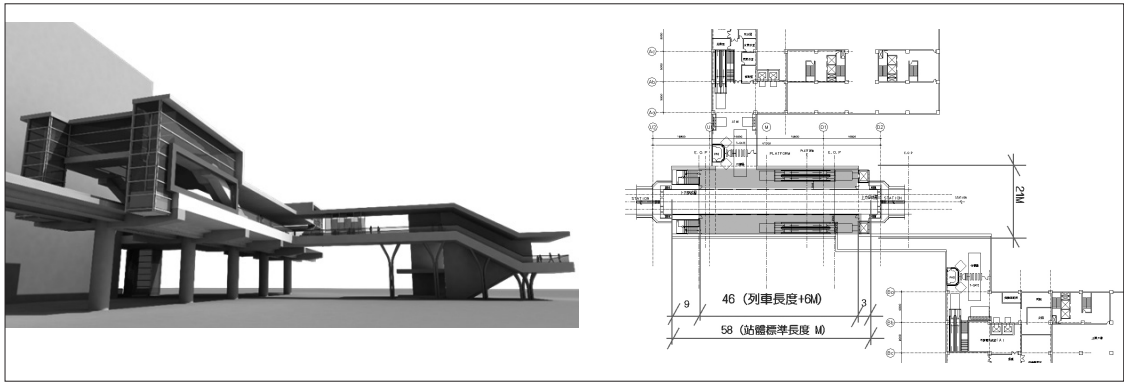


圖 12 標準型側式車站透視及出入口配置

車站的功能與造型與附近民眾息息相關，於進行基本設計之初，陸續至三鶯地區辦理民眾說明會，邀請選區民意代表、里長、社區代表列席參與，經由廣泛的討論，提供景觀、造型、噪音等意見，另依據運量、周圍環境因素及列車長度，進行 12 座高架車站(土城 2 站、三峽 5 站、鶯歌 5 站)減體減量配置，並發展出標準側式車站(如圖 12 所示)、標準島式車站及特色車站，其車站配置原則如下：



圖 13 特色車站透視

1. 標準型側式車站：車站站體均位於道路上方，為避免道路中央座落龐大量體，規劃輕量車站站體，車站長度 58 公尺、車站寬度 21 公尺，不僅符合旅運量需求，更可營造簡潔輕巧意象，增加附近居民的認同感。
2. 標準型島式車站：車站附近配置營運調度所需袋式儲車軌，故採島式月台車站，因車站週邊環境允許，站體均位於道路側方的路外公、私有土地，出入口配置於站體下方，強調出入口週邊環境的穿透性及提供鄰里活動空間，增加附近居民的認同感。

3. 特色車站：考量車站周邊特殊性、如毗鄰工業園區、大學、美術館、公園，車站造型與周邊產業及景觀相互融合，並應有特殊創新之建築設計(如圖 13 所示)。

車站建築風貌採開放方式由統包商提出構想，建築配置及功能規定於業主需求書，統包商依據其創意及業主需求書的規定提出車站配置，經評選後列為統包合約之一部分，於細設階段辦理都市設計審議並依都市設計審議結果修改，以符合新北市府對當地城



表 6 捷運中運量機廠面積比較

機廠	面積	功能
(一) 早期中運量捷運機廠面積		
1. 台北文湖線木柵機廠	6.2 公頃	中運量等級之第五級機廠
2. 台北文湖線內湖機廠	7.11 公頃	中運量等級之第五級機廠
(二) 近期中運量捷運機廠面積		
1. 台北環狀線南機廠	14.33 公頃	中運量等級之第五級機廠
2. 台中捷運北屯機廠	約 20 公頃	中運量等級之第五級機廠 並預留捷運藍線擴充使用



圖 14 捷運三鶯線三峽機廠透視示意

鄉風貌、風土民俗的需求，車站功能與台北捷運營運中車站的功能類似，相關重要規定摘錄如下：

- 出入口：均於道路兩邊設計出入口方便道路兩側民眾使用，每座出入口均規定設置上下行電扶梯，提昇對乘客的服務水準，於車站區域規定設置轉乘機車及自行車車位的數量，鼓勵民眾使用大眾運輸系統。

- 特別要求車站防風雨入侵的功能及外牆設計避免影響民宅的私密性。
- 公共藝術：全線採淡藍色，與電聯車外觀搭配，配合廣義性之公共藝術設計主題，各車站有不同色彩變化。選定一車站的立面元素及室內裝修/空間的展現，配合原住民族意象及客家意象規劃。

有關車站配置另於業主需求書之設計規



表 7 捷運三鶯線系統機電功能參數

項目	規格內容
最小運轉曲率半徑	主線 50 公尺；機廠段 50 公尺
爬坡能力	≥ 5.5%
軌距	1,435 公釐軌距
輪軌型式	鋼軌鋼輪或膠輪
最大尖峰運量	≥ 9,878pphd，班距 2.2 分鐘，
列車運能	每列車乘載 330 人以上 (以立位 6 人 /m ² 旅客計算)
列車長度	≤ 40 公尺
車輛寬度	2.6 ~ 2.8 公尺
車輛高度	≤ 3.8 公尺
牽引電力	標稱電壓為 750V DC，第三軌供電系統
最大營運速度	≥ 70 公里 / 小時
系統最短運轉班距	90 秒或更小
列車控制	通訊式列車控制 (CBTC)，全自動無人駕駛 (GoA 4)

範規劃剛性及柔性兩類規定，以利統包商發揮專業規劃合適的機房空間。

- 剛性 (統包商必需遵守)：車站設施數量及面積、電梯、電扶梯、PAO、驗票閘門、廁所、捷運警察室、職員室、清潔間…等
- 柔性 (統包商可提出功能性更佳設施，以調整配置)：水環及系統機房面積 (維修通道空間應符合規定)、月台長度。

(五) 機廠

捷運機廠提供捷運列車的停放、維修、調配及監控，維繫捷運順暢的運作，是捷運營運的重要命脈。早期中運量捷運機廠需求面積主要考量機廠的配置需求，近期中運量捷運機廠需求面積需增加考量機廠周邊設置隔離綠帶及機廠內配置滯洪池，以降低對環境的衝擊，因此機廠面積至少需 9 ~ 10 公頃以上，由於所需用地大取得不易，經勘查三鶯線沿線，僅臨三峽河側農業區符合條件，

方規劃機廠坐落位置。

為滿足三鶯線主機廠採全功能第五級機廠之需求，依據設施需求、考量基地條件、進出及維修動線後，規劃配置結果詳見圖 14，機廠用地約需 10 公頃 (不含土地開發範圍)，透過設計、建材、工法，有效運用天然資源、友善環境，實現對環境永續的尊重，機廠建築物及外圍 6 公尺綠帶廣植喬木、灌木，包括黑板樹、大葉山欖、光臘樹、榔榆、茄冬、樟樹及台灣欒樹等樹種，讓三峽機廠成為一座名符其實的綠色機廠。主要設施如圖 14。

(六) 系統機電

系統機電包含車輛、供電、號誌、通訊、自動收費等子系統，考量台北捷運自興建以來，吸取捷運實際營運經驗，並對系統機電各子系統進行優化及精進，已為國內系統機

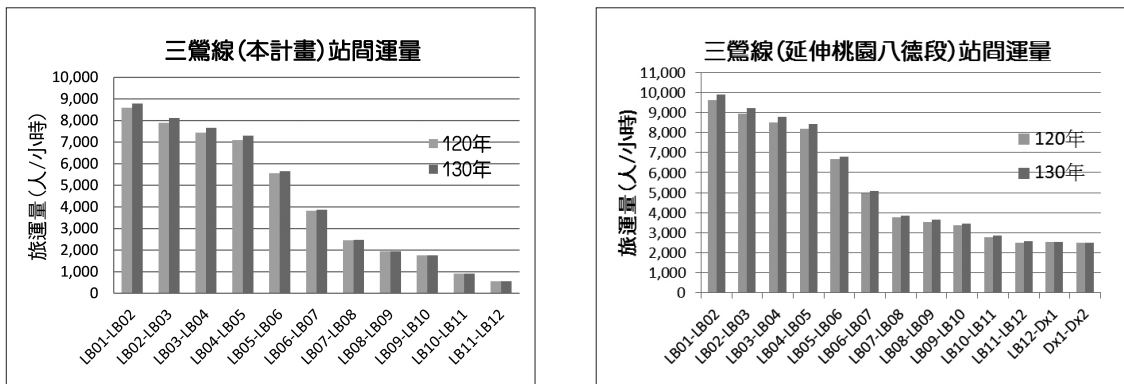


圖 15 捷運三鶯線計畫運量需求

表 8 捷運三鶯線列車運行規劃

年期	營運模式	本計畫路線				全線(含延伸段)			
		平日		假日		平日		假日	
		班距 (分鐘)	頻率 (列/時)	班距 (分鐘)	頻率 (列/時)	班距 (分鐘)	頻率 (列/時)	班距 (分鐘)	頻率 (列/時)
120	LB01 ~ 08	2.2	27	3.8	16	2	30	3.8	16
	LB08 ~ 12	4.4	13	7.6	8	4	15	7.6	8
	LB12 ~ 14	—	—	—	—	4	15	7.6	8
130	LB01 ~ 08	2.2	27	3.8	16	2	30	3.8	16
	LB08 ~ 12	4.4	13	7.6	8	4	15	7.6	8
	LB12 ~ 14	—	—	—	—	4	15	7.6	8

電的典範，故本計畫以「台北捷運系統機電執行經驗為綱本」，期得標廠商能提供優質的系統機電，滿足三鶯捷運線營運維修需求。

1. 系統機電功能需求

本計畫營運特性為尖離峰旅運量差距很大，系統機電採短列車、密班距方式以利符合旅運量需求，因此規劃列車長度小於 40 公尺，並需具備自動駕駛、90 秒班距、CBTC 列車控制的系統功能。另考量本計畫路線彎延曲折，列車必須具備 50 公尺轉彎半徑及

5.5% 爬坡的系統功能，以下是捷運三鶯線的系統機電參數。

2. 旅運量需求

本計畫採用中運量捷運系統，系統容量運能大於尖峰小時最大站間運量為 8,790 人次 / 時 / 單向進行營運與相關設施規劃。本計畫路線預定包含兩種營運模式：全線營運模式自 LB01 站經 LB08 站至 LB12 站，並於未來將延伸至桃園八德銜接桃園捷運綠線；區間營運模式自 LB01 站至 LB08 站。此外，考量



表 9 捷運三鶯線工程經費統計

路線	三鶯線	
土建 + 機電系統 + 軌道	費用	351.1 億元
	單價	24.55 億元 / 公里
車輛系統	車輛數及長度	車輛：29 列、每列長度 40 公尺 車輛總長：1160 公尺
	費用	53.74 億元
	單價	4.63 百萬元 / m
供電系統	費用	22.05 億元
	單價	1.54 億元 / 公里
號誌系統	費用	29.49 億元
	單價	2.06 億元 / 公里
通訊系統	費用	8.68 億元
	單價	0.60 億元 / 公里
自動收費系統	費用	4.23 億元
	單價	0.35 億元 / 車站
軌道工程	費用	18.45 億元
	單價	1.29 億元 / 公里

未來延伸段銜接桃園捷運綠線，民國 130 年本計畫（含延伸桃園八德段）尖峰小時單向最大站間運量為 9,878 人次 / 時 / 單向，預計運輸需求量成長約 12.4%，預估遠期運輸需求量仍持續成長，因此在維持現有路線、廠站固定設施下，機電系統應可經由增加列車數、調整列車營運模式、增加列車線上儲車位置、精進機廠維修能量等之擴充，滿足增加 33% 運量需求，如圖 15 所示。

3. 營運班距

本計畫各年期路線與全線（含延伸段）LB01 站至 LB08 站段之平日尖峰班距以 2.2 分鐘為原則，離峰班距則以 3.8 分鐘為原則（如表 8 所示）。系統設計班距最小應能達到單向班距 90 秒或更少之需求，以因應未來成長所需。車隊規模為營運所需至少 29 列之列車數。

(七) 工程經費

捷運三鶯線於 104 年完成基本設計，經統計施工預算為 24.55 億元 / 公里（直接工程費）各項工程經費統計如表 9 所示，參考交通部高鐵局的「大眾捷運系統路線及場站設施之經費編列與補助項目標準研究報告」，以佐證經費編列的合理性。

另參考台北捷運木柵線施工造價的公開參考文獻，於 85 年正式營運通車的木柵線全線長 11.3 公里（含 12 座高架車站、102 輛電聯車及系統機電、1 座機廠），其平均造價為 16.41 億元 / 公里（直接工程費）。若加計國內每年 2% 的物調至 104 年，平均造價為 24.38 億元 / 公里，與捷運三鶯線所編列施工預算 24.55 億元 / 公里相當，且捷運三鶯線於招標階段因投標廠商的競標考量，每公里施工費用再降低。



表 10 捷運三鶯線發包方式比較表

傳統招標： 機電(D&B)/ 土建(D→B)區段標		統包標: (D&B)		
A		B		
北捷環狀線 350標模式	北捷內湖線 410標模式	北捷木柵線 350標模式	高雄捷運 國外日銀貸款 捷運興建模式	杜拜捷運 高雄捷運 淡海輕軌
A1	A2	B1	B2	B3
土建細設 機電合併 3 土建區段標	土建細設 機電土建合併 大區段標	機電合併 &全線土建細設 3 土建區段標	機電 3 土建統包標	大統包標 (機電土建合併)
<ul style="list-style-type: none"> ●土機介面整合困難 ●預算、時程較難掌控 ●國內案例、符合資格土建廠商多 	<ul style="list-style-type: none"> ●土機介面整合較易 ●預算、時程較易掌控 ●發包規模大，符合資格土建廠商少 	<ul style="list-style-type: none"> ●土機介面整合不易 ●預算、時程不易掌控 ●符合資格土建廠商多 	<ul style="list-style-type: none"> ●土機介面整合不易 ●整體時程不易掌控 ●土建設計與施工並行，有利縮短土建時程 ●符合資格土建廠商多 	<ul style="list-style-type: none"> ●土機介面整合易 ●整體時程易掌控 ●發包規模大，符合資格土建廠商少

表 11 捷運三鶯線決標方式比較表

	決標方式	開標方式	底價訂定	法源及參考資料
1	最有利標	資格標、技術 (價格納入評選，比重 20% 至 50%) 二段開標	原則不訂底價 (價格低於公告預算)	統包作業須知(民國 103 年 10 月 24 日修正) 最有利標評選辦法 最有利標作業手冊
2	異質性採購最低標	資格標、技術規格標 (評分項目不包含價格)、價格標三段開標	訂底價 (採不超出底價最低價格決標) 不訂底價 (採不超出預算最低價格決標)	統包作業須知(民國 103 年 10 月 24 日修正) 採購法施行細則第 64-2 條 採購法第五十二條第一項第一款或第二款

(八) 招標策略

本案規模 (直接工程費約 340 億元) 與台北捷運內湖線相近，參考台北捷運內湖線設計 / 施工經驗，總計需 10 年的時間方能完工通車：

- 內湖線的細部設計時程：89 年 1 月～ 92 年 4 月

- 內湖線的施工時程：91 年 5 月～ 98 年 6 月

由於大型捷運工程興建時程動輒 10 年，故欲透過研擬合適的招標方式，以有效縮減興建期程，捷運三鶯線發包方式及決標方式考量如下：



1. 發包方式

經初步市場土建廠商財力評估，全線土建工程（直接工程費約 160 億）以單一土建廠商投標，約有 11 家符合財力要求，尚能符合市場競爭機制、對於尚未招標決標之公共工程，而招標策略的研擬主要是縮短工期加速完工，故依據採購法相關規定研擬 5 種「縮短公共工程工期之招標決標策略」，並分為 A、B 兩大類（詳表 10），A 類為傳統招標、B 類為統包標，說明如下：

- A 類傳統招標：完成設計再施工，再分 A1 方案、A2 方案，均為目前國內捷運工程所熟悉，市場接受度較高
- B 類統包標：設計與施工並行，並依據計畫規模再分為小統包如 B1 方案、B2 方案或大統包如 B3 方案。

經評估 5 種招標策略後，考量統包工程可以有效控制經費及完工時程的優勢下，先排除 A 類傳統招標方式，基於減少土機介面整合的複雜度及國內土建廠商的施工能量下，最終採 B 類統包標 B3 方案。

2. 決標方式

統包工程決標方式可分為最有利標或異質性採購最低標（詳表 11），若採異質性最低標，雖有利政府預算擲節，但廠商技術規格僅為合格與否，無法取得技術最優之廠商，仍建議以最有利標決標，採價格及技術綜合評選模式，以徵得最優廠商。

四、統包工程招標推動與精進

三鶯線屬中運量系統且為高科技工業產

品，綜整本標案特色如下：

- 本標案包含土建 / 軌道 / 系統機電等工作範疇，採統包工程最有利標評選方式決標。
- 採土木及機電系統廠商共同投標方式，並規定成員若有破產由其他成員繼受。
- 系統機電得為鋼輪或膠輪系統的開放系統。
- 投標廠商的企劃書為契約的一部分，針對本標特性詳列企畫書要求內容。
- 後續擴充需求為 8 年的代操作維修工作及三鶯線捷運系統延伸至八德段系統機電。

由於本標工程規模大，且採土建 / 軌道 / 系統機電合而為一的統包工程，土建廠商及系統廠商能否認同招標文件內容至為關鍵，本計畫於行政院核定綜規報告之後及正式招標公告前，辦理 2 次公開徵求及廠商說明會及 1 次公開閱覽，就招標文件內容的投標須知公平性、需求書適宜性及功能規範合理性，透過公開的諮詢程序，讓有意投標廠商瞭解招標文件的內容並提出意見，收集各界意見以降低招標文件缺失。經統計：

- 第一次公開徵求及廠商說明會：22 家廠商提出意見共 502 條
- 第二次公開徵求及廠商說明會：10 家廠商提出意見共 235 條
- 公開閱覽：17 家廠商提出意見共 431 條

本計畫蒐集廠商意見後，於工程會的工程費審議通過之前，澄清廠商所提系統機電、軌道工程、代操作維修、土建工程等功能規範內容，以臻招標文件的完備。

統包工程招標推動歷程詳如表 12，於 104.11.26 第一次公告招標至 105.03.24 截止投標，僅一組廠商投標，未達法定家數而廢標。



表 12 捷運三鶯線統包工程招標時程

工作項目	104 05 月	104 06 月	104 07 月	104 08 月	104 09 月	104 10 月	104 11 月	104 12 月	105 01 月	105 02 月	105 03 月	105 04 月	105 05 月	105 06 月	105 07 月									
招標前應完成報核程序	6.2行政院核定綜規報告			10.23工程會核定工程經費審議報告																				
1. 第一次公開徵求及廠商說明會	6.22公開徵求 ◆6.30廠商提出意見 6.23廠商說明會																							
2. 第二次公開徵求及廠商說明會	7.15公開徵求 ◆7.22廠商提出高意見 7.17廠商說明會																							
3. 公開閱覽	7.21-7.27 公開閱覽 ◆7.30廠商提出意見																							
4. 統包工程招標				104.11.26公告			統包標第1次招標			105.3.24截止投標			統包標第2次招標			105.3.28公告			105.4.12截止投標			◆105.5.16決標		

另於 104.03.28 第二次公告招標至 105.04.12 截止投標，共三組廠商投標，順利決標。招標過程屬工程推動的前置作業項目，應於招標前投注人力進行公開的諮詢、意見溝通、問題的研析與解決，方能奠定工程建設的堅實基礎。

五、統包工程的推動與精進

就施工特性及環境而言，統包商開工即面臨 3 大難題，私地多（路線通過三峽 / 鶯歌非都私地、機廠私地、車站出入口私地）、管線多（大型排水箱涵、高壓電塔、自來水管、電力管、電信管、瓦斯管）、障礙多（路線跨越台鐵、國道 3 號、橫溪、大漢溪、鶯歌溪），由於私地、管線、障礙的協調費時，統包商施工僅能先行避開，造成無法連續性施工。施工工區採跳島方式進行開設，因為工作面零碎，所以井式基礎、橋墩柱、場鑄 U 型橋

梁的施工工法，需將傳統施工方式改為更輕便、更機動方式，方能符合工區特性，更能增加統包商施工調度的彈性。

藉此，統包廠商利用 BIM 軟體進行施工模擬（如圖 16），再以施工回饋及細設調整來改善傳統施工方式，讓井式基礎、橋墩柱、場鑄 U 型橋梁的施工方式更為精進，實已發揮統包精神。

（一）井式基礎的施工與精進

本計畫先於龍埔路（路寬 30 公尺）進行井式基礎施工，井式基礎直徑為 6 公尺，施工空間為 8 公尺，並以 BIM 軟體進行施工模擬，以確認施工機具的施作空間及施作動線。

井式基礎採用噴凝土工法，首先以波浪型鋼板作為地表安全圍籬及淺層開挖的保護工，井式基礎開挖作業採輪進施工，每一輪

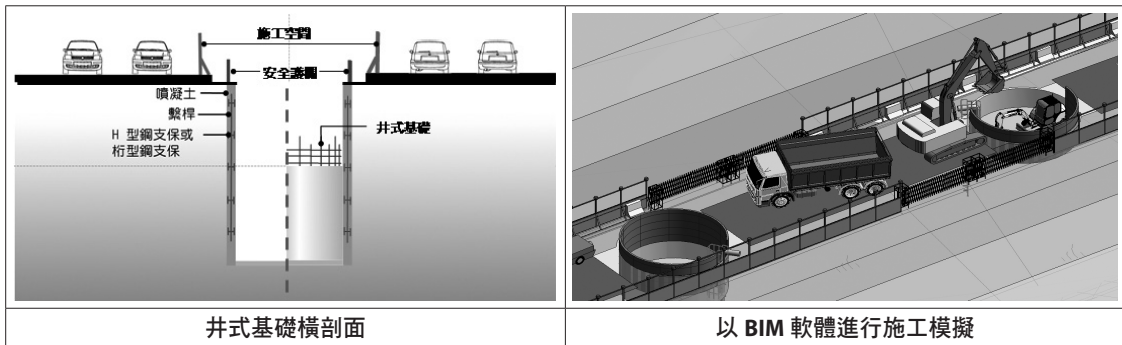


圖 16 施工視覺化模擬

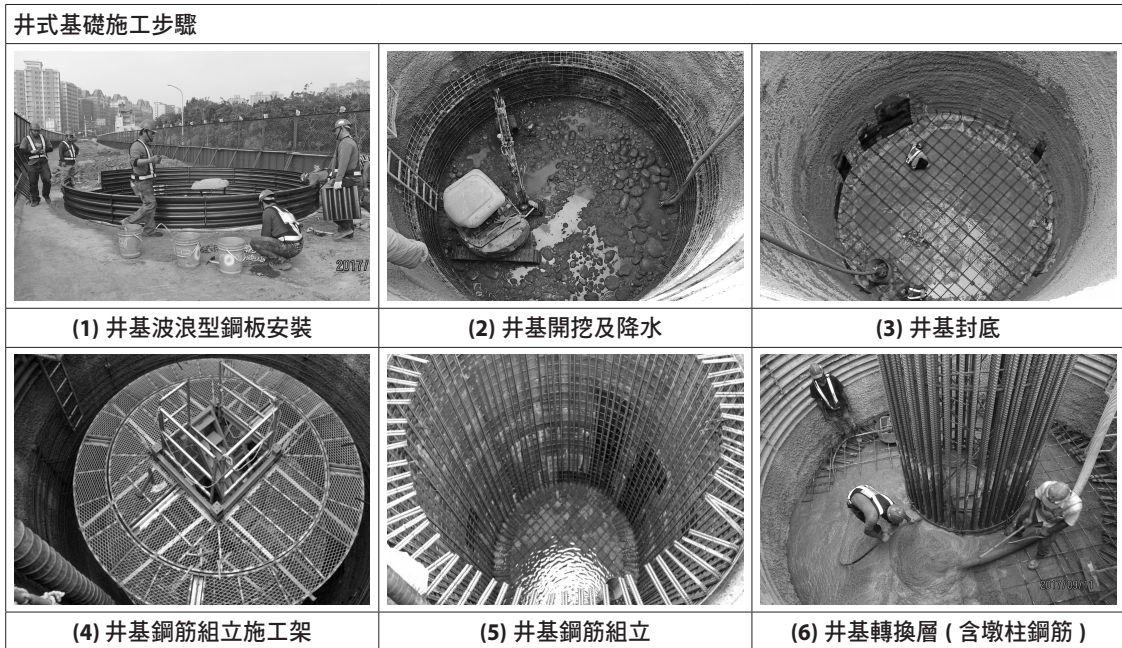


圖 17 井式基礎施工步驟

進約 1.2 公尺向下挖掘，並輔以臨時抽降水，以保持開挖面的乾燥，到達預定開挖深度封底後，採用飛碟盤(鋼筋組立施工架)進行井式基礎鋼筋施工作業，施工步驟詳如圖 17 所示。

本計畫採用飛碟盤(鋼筋組立施工架)進行井式基礎鋼筋施工作業，並以 BIM 軟體進行施工模擬，以確認施工機具的施作空間及施作動線，施工步驟詳如圖 18 所示，飛碟盤每座高度 5 公尺且可依現場需要疊加，飛碟盤邊與井式基礎噴凝土面保持 30 ~ 40 公

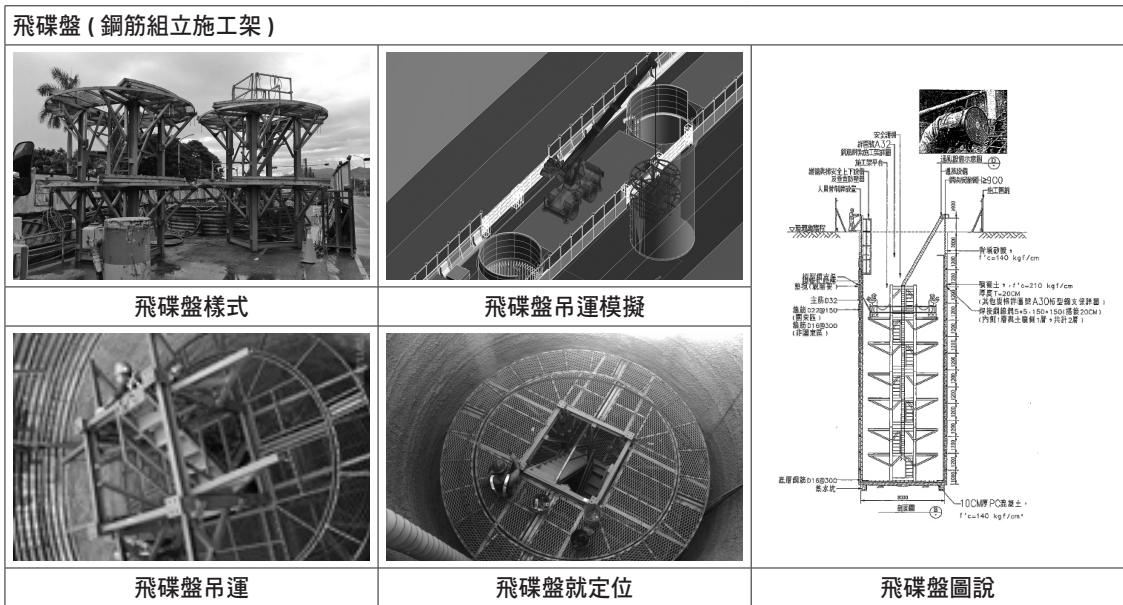


圖 18 井式基礎鋼筋施工作業步驟



圖 19

分距離，提供良好的鋼筋綁紮工作空間。

本計畫更精進井式基礎的施工如下：

1. 縮小施工圍籬寬度進行施工

針對三峽區復興路的道路寬度為雙向各 2 個車道，考量道路交通流量需求，統包商精進施工，井式基礎直徑仍維持 6 公尺，將施工空間由 8 公尺縮減為 7 公尺，保持施工

圍籬兩側各 2 個車道通行，讓兩側居民瞭解統包商施工用心，並將交通衝擊減至最低。

2. 大漢溪河道深槽區施工

座落於大漢溪河道之橋墩基礎高程，需位於歷年河道冲刷線以下，經計算需降挖 22 公尺方符合需求，統包商原規劃採用樁基礎，考量樁基礎及臨水面地形，採大面積 (60 公尺 × 60 公尺) 的階梯式開挖並於區域內進行 20 公尺 × 20 公尺的擋土設施，以提供橋墩基礎所需空間，統包商精進施工工法，將直徑 6 公尺的井式基礎施工法應用於直徑 10 公尺的井式基礎，實為統包工程最佳施工案例。

(二) 橋墩柱的施工與精進

本計畫採圓形墩柱，墩柱直徑分別為 2.0、2.2、2.4、2.6、2.8、3.0 公尺，柱高約 6 ~ 8 公尺，橋墩柱 (含帽梁) 透視圖及現場完成

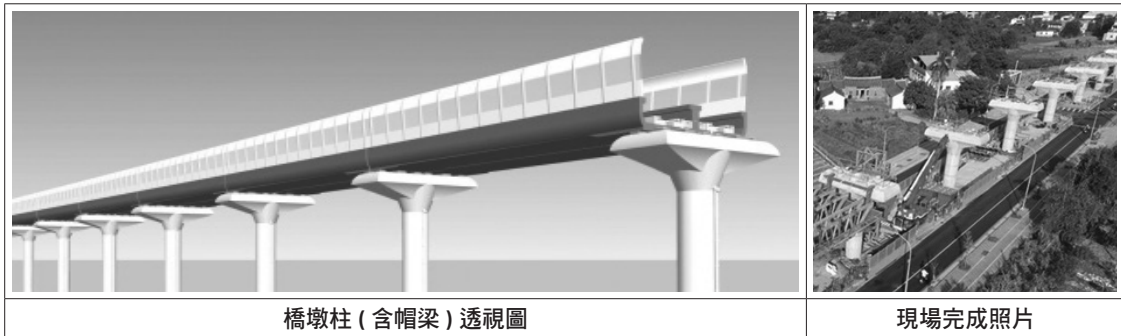


圖 20 橋墩柱透視圖與完成照片

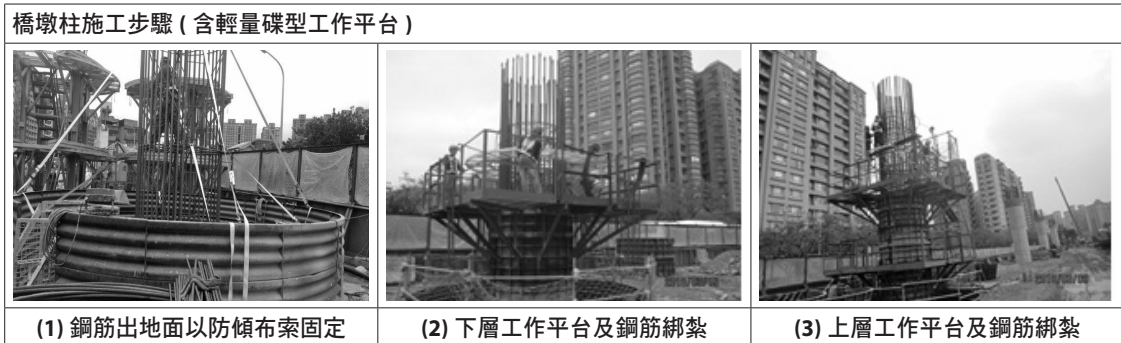


圖 21 墩柱施工步驟

照片，如圖 20 所示。

墩柱施工需搭設施工平台及上下設備進行墩柱鋼筋綁紮工作，兩個工作平台間距為 3 公尺，統包商於其間搭設輕量碟型工作平台增加鋼筋綁紮工作性，施工步驟詳如圖 21 所示。

輕量碟型工作平台與傳統墩柱施工架比較如圖 22 所示，輕量碟型工作平台可增加墩柱鋼筋綁紮工作性。

本計畫輕量碟型工作平台的支架固定於橋墩主向鋼筋，相關固定方式經研析後繪製於施工圖，並經審核確認，統包商將施工需求，經由細設分析計算及納入施工圖，精進施工 (詳圖 23)。

另本計畫柱高平均約 8 ~ 10 公尺，另於柱高 12 公尺路段的鋼筋綁紮，採用輕量碟型工作平台，已可發揮輕量化的優點，未來於特殊路段柱高達 20 公尺處，更可充分發揮輕量化的優點 (如圖 24 所示)。

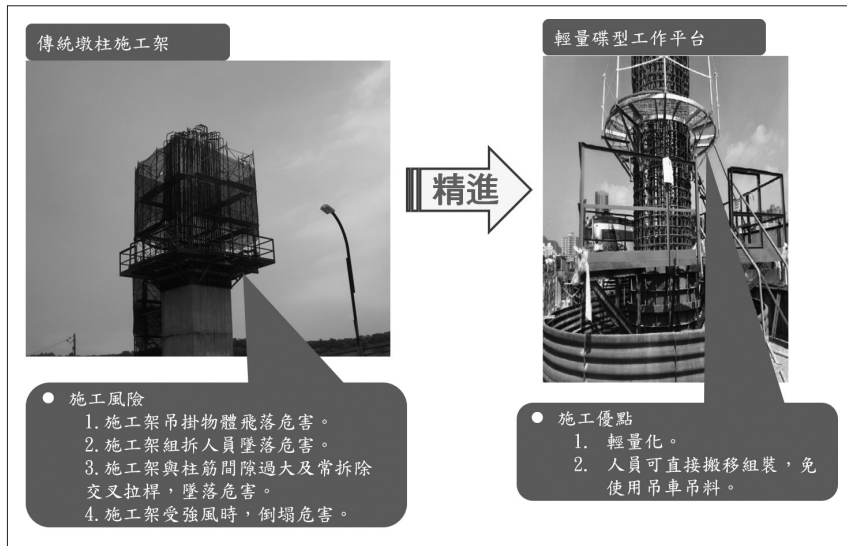


圖 22 輕量碟型工作平台與傳統墩柱施工架比較

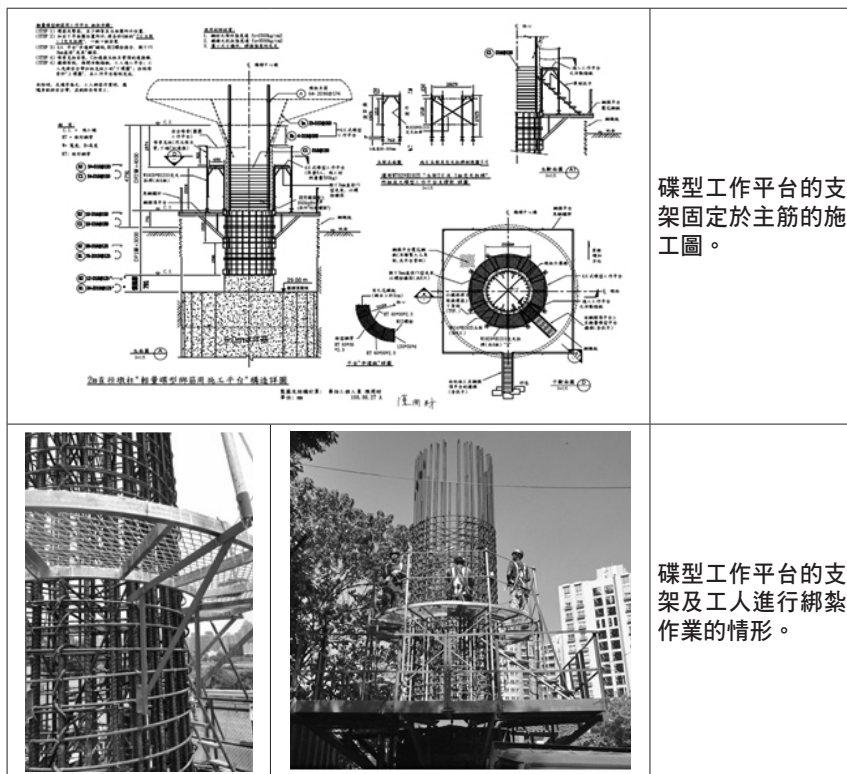


圖 23 輕量碟型工作平台施工圖與現場作業狀況



(三) 場鑄 U 型橋梁的施工與精進

為使捷運高架橋朝量體輕薄化設計，橋梁斷面延續基本設計採用 U 型梁設計，若於直線段或轉彎半徑較大路段採用 2 支預鑄 U 型梁，並採工廠預鑄現場吊裝方式進行，若於轉彎半徑較小路段採用單 U 型場鑄梁，以利縮小結構量體並符合車輛淨空需求 (如圖 25 所示)。

場鑄 U 型橋梁的經濟長度於 25 公尺~35 公尺之間，本計畫預估採用 78 跨場鑄 U 型梁，船型桁架場撐工法剖面如圖 26。

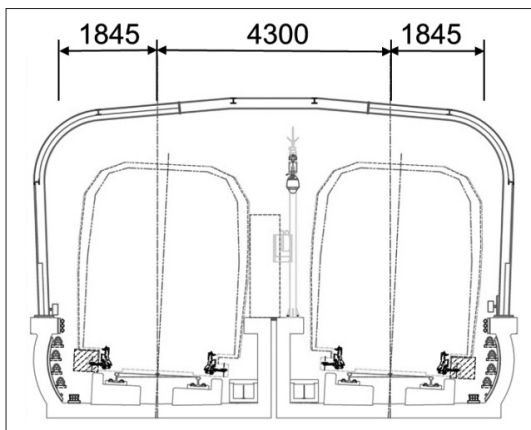
本計畫場鑄 U 型橋梁原規劃採用傳統就地支撐工法，考量於都市狹窄道路施工的限制，統包商以價工手法提出精進施工工法，改採用船型桁架場撐工法，施工優缺點詳如圖 27 所示。

考量船型桁架場撐工法的工序 (詳圖 28)，採用 BIM 軟體進行施工模擬如圖 29。

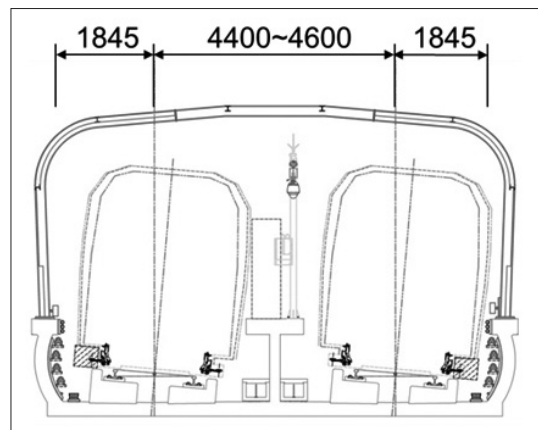
本計畫針對較小轉彎半徑及跨度小於 30 公尺之橋跨採用場鑄 U 型梁，並以船型桁架場撐工法進行施工，施工照片詳如下圖所示。



圖 24 墩柱鋼筋綁紮輕量碟型工作平台

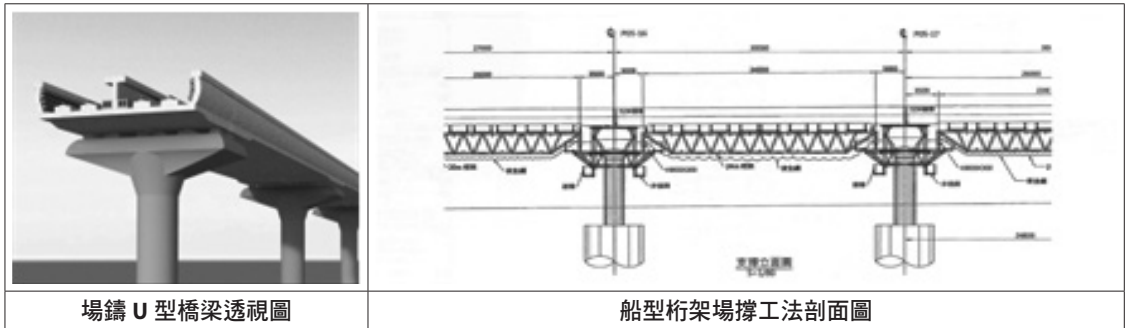


曲線段 ($R \geq 800m$)



曲線段 ($300m < R < 800m$)

圖 25 U 型梁設計與施工取決於高架橋轉彎半徑



場鑄 U 型橋梁透視圖

船型桁架場撐工法剖面圖

圖 26 船型桁架場撐工法剖面圖

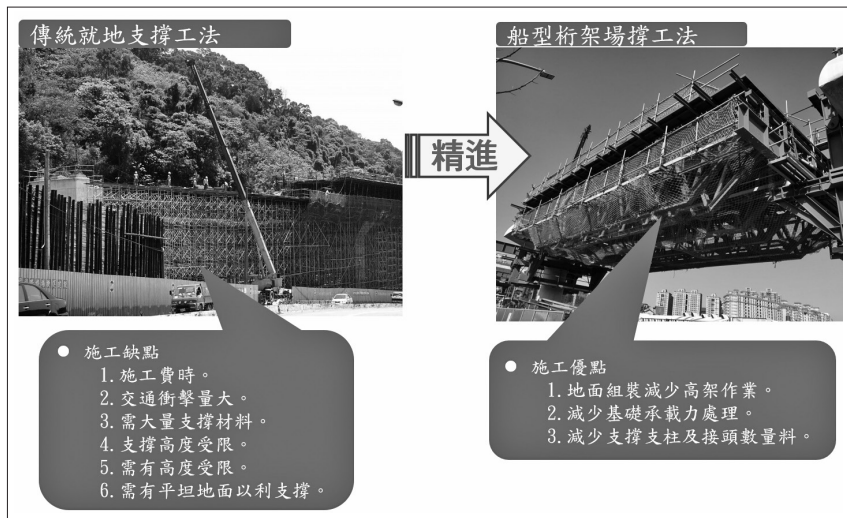


圖 27 場鑄 U 型橋梁施工工法優缺點比較

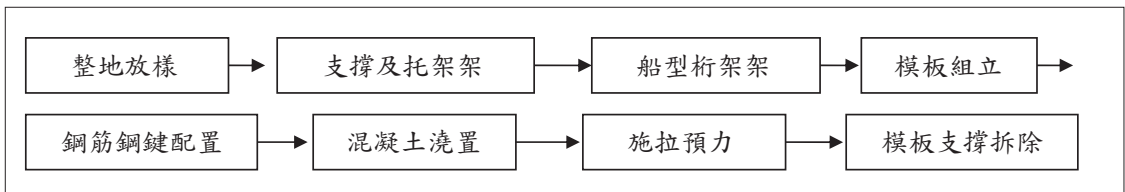


圖 28 船型桁架場撐工法工序

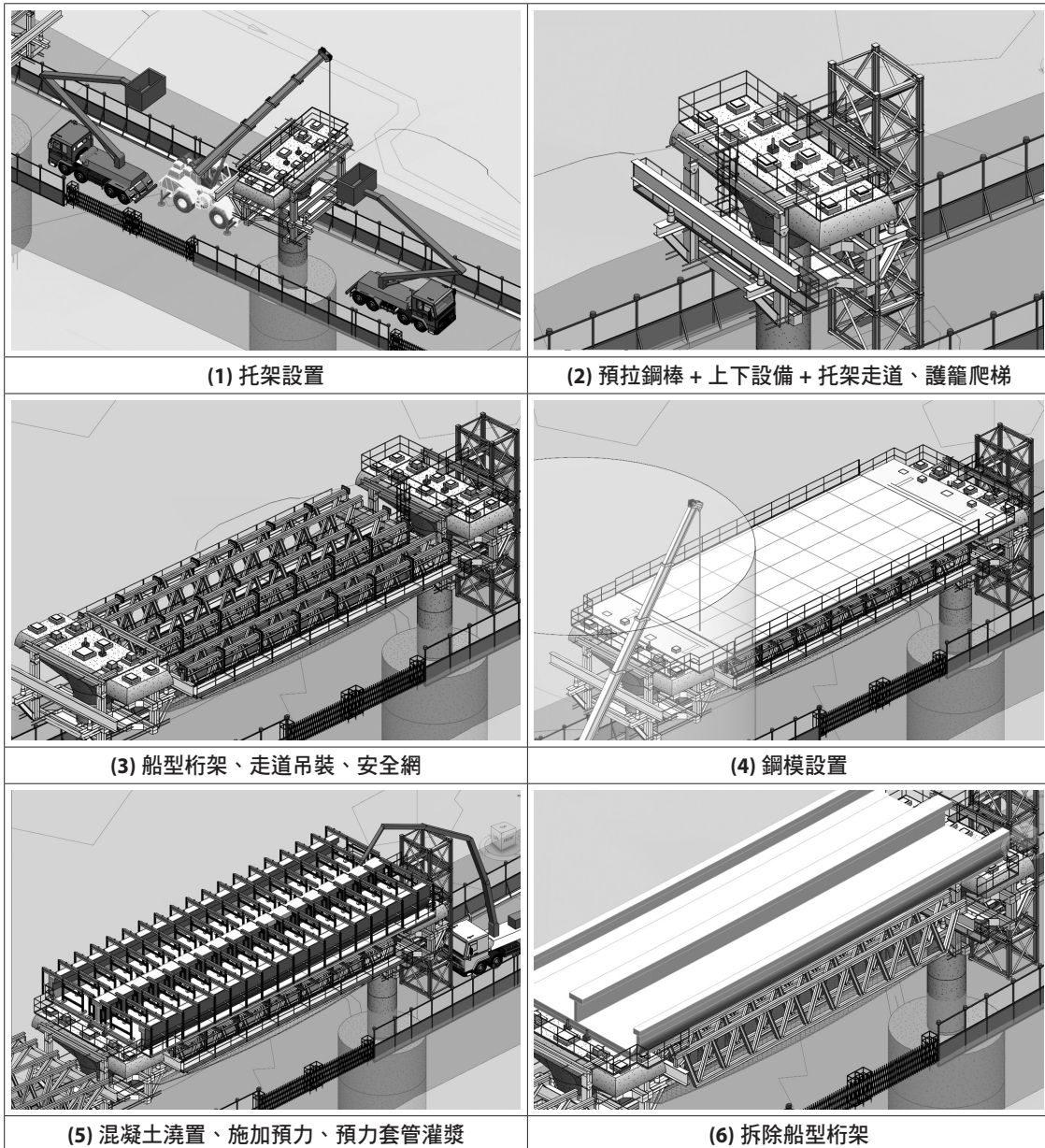


圖 29 船型桁架場撐工法施工模擬

另本計畫仍有跨徑為 32 公尺、35 公尺的橋梁，由於船型桁架場撐工法適用於小於 30 公尺的橋跨（如圖 30），現階段採橋跨中央設暫撐塔架（如圖 31），為能發揮船型桁架場

撐工法優勢，統包商正研究 U 型橋澆置跨度由 30 公尺再加長至 32 公尺，將可避免於中央處架設暫撐塔架，更可充分發揮輕量化的優點。



船型桁架場撐工法施工照片



圖 30 船型桁架場撐工法施工實況

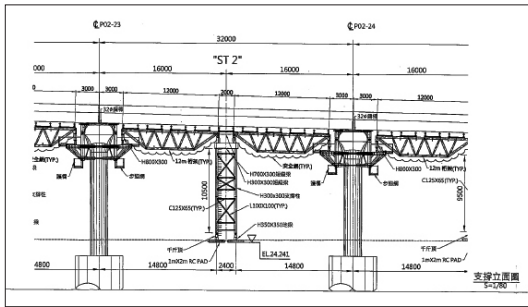


圖 31 大橋跨採中央設暫撐塔架方式施工

六、結語

行政院於 104 年 6 月 2 日核定捷運三鶯線綜合規劃報告，規定 9 年後(113 年 6 月 1 日)完工，考量近期完工的捷運路線均需費時 10 年以上，故於 103 年執行三鶯線興設計畫時，已體認整個捷運興建作業流程及發包作業實需精進必要，方能有效縮短興建時程及控制預算。

政府於 106 年所規劃的軌道前瞻計畫正陸續進行可行性研究及綜合規劃，三鶯線建設計畫已執行 3 年，擬將過去 3 年的執行經驗提出供各界參考，期能拋磚引玉，集眾人之智提出更為精進的措施，以利有效管控每個大型捷運興設計畫的時程，三鶯線相關經驗回饋如下：

1. 基本設計的精進

- 綜合規劃、基本設計及統包工程招標文件準備等 3 項作業的併行，從行政院 104 年 6 月核定到統包工程 105 年 7 月開工，共計使用 14 個月，與原定時程 17 個月比較，縮短 3 個月。
- 以價值工程手法提出優化設計節省施工費用，本計畫原提報金額為 550 億元，因費用稍高，再以價值工程手法提出短列車、密班距的營運策略，配合縮短車站長度，以及研提節省施工費用的井式基礎、U 型梁橋，將興建費用控制於 505 億元，順利通過工程會的經費審議，且因工程預算編製合理，順利完成統包工程招標。

2. 統包工程招標的精進

- 提出細部設計、土建水環工程、系統機電工程及軌道工程合而為一大統包，並採最有利標決標。
- 提供投標廠商較長的備標時間(從 104 年 6 月公開徵求~ 105 年 3 月截止投標共 9 個月)，以利投標廠商有充裕時間研析標案內容，降低投標風險。

3. 統包工程的推動與精進

統包廠商以精益求精的態度精進施工，



利用 BIM 軟體進行施工模擬，再以施工回饋及細設調整來改善傳統施工方式，讓井式基礎、橋墩柱、場鑄 U 型橋梁的施工更為順利，實已發揮統包精神。 ◆

參考文獻

1. 新北市捷運局，104 年，捷運三鶯線綜合規劃報告
2. 新北市捷運局，105 年，捷運三鶯線基本設計報告
3. 新北市捷運局，106 年，捷運三鶯線第一階段危評施工圖
4. 交通部高鐵局，102 年，大眾捷運系統路線及場站設施之經費編列與補助項目標準研究報告