



多螺箍橋墩工法於 國內橋梁工程之應用首例

郭呈彰／交通部高速公路局第二新建工程處 處長

張瑜超／交通部高速公路局第二新建工程處第四工務所 主任

曹永德／中興工程顧問股份有限公司國道四號豐潭工程處技術組 組長

莊孟曉／中興工程顧問股份有限公司國道四號豐潭工程處 主辦工程師

鄭吉益／新亞建設開發股份有限公司潭子施工處 主任

林文政／樂志營造有限公司 負責人

國道4號臺中環線豐原潭子段第C715標潭子系統交流道工程之匝道1~4橋墩共計有41個墩柱（其中33墩為單柱，8墩為雙柱）採用「多螺箍橋墩」工法進行箍筋施作，為國內首次橋梁工程於同一橋墩內採多重螺箍筋組合疊套之施工法。該標工程於2018年2月開工，已於2021年3月完工，所有採多螺箍筋施作之橋墩均已施作完成。

由於多螺箍筋工法此前之案例均為建築工程，並無應用於橋梁工程相關經驗，故施工初期雖已參考建築工程之應用案例，但實際應用在本工程時仍然面臨諸多困難，其中包含多螺箍筋產製設備、螺旋箍筋捲繞固定、大小螺箍筋組立套疊等問題，施工團隊必需一一尋找解決之道；爰此，本文將從設計、設備、螺箍筋產製、套疊、檢驗、吊運及現地組立等作業階段，分別敘述多螺箍橋墩工法作業概要，以及所遭遇之問題；另外，也將針對多螺箍橋墩工法之實際應用進行效益分析，以作為後續工程推廣應用之參考。

前言

台灣多山的地勢條件，再加上近年來對自然環境保護需求意識之高漲，為避免大規模開挖與路堤施工，降低對環境之衝擊，對高橋柱的需求越來越高。目前大部分的高橋柱為鋼筋混凝土橋柱，此種橋柱具大量主筋量、緊密箍筋與繁複中間繫筋等需求，以達到應有的結構性能，所需作業方式具備了相當的施工困難度與危險性，也進而影響工期與造價。此外，若未經妥善的施工計畫，緊密排列的鋼筋也會造成混凝土澆置作業的困難，進而對於整體橋柱之施工品質與耐震行為造成不良影響。為解決這些實務上之困難，推動

營建自動化，同時達到省工、品質穩定、抗震性能提升等效益有其必要性。

依據101年3月前交通部臺灣區國道新建工程局（以下簡稱「前國工局」，已於107年2月12日併入高速公路局）委託財團法人國家實驗研究院辦理之「營建自動化橋梁墩柱工法之研究（第1期）」案中所提出之先進工法，提出預先製作完成之多螺箍鋼筋籠，取代傳統橫向箍筋橋墩繁瑣的箍、繫筋綁紮，以達到節省人力、縮短工期及減少箍筋用量的目的。

設計說明

依據前國工局「國道4號臺中環線豐原潭子段工程設計暨配合工作」(以下簡稱本計畫),設計單位中興工程顧問股份有限公司參考前國工局101年及102年辦理之「營建自動化橋梁墩柱工法之研究」相關研究報告及其附錄,包括「多螺箍筋橋墩設計及施工手冊」等,並經結構分析結果提送「多螺箍橋墩」工法評估及設計報告,其內容至少包含與傳統橫箍筋工法於施工性、耐震性及經濟性之評估比較。

評估結論如下:

- (1) 多螺箍橋墩工法之施工性評估可行,推動此營建自動化的工法對環境保護及節能減碳也有貢獻。
- (2) 依據國家地震中心執行的試驗結果,及分析撓曲強度安全係數的結果,證實多螺箍橋墩之耐震性優於傳統橫箍橋墩。
- (3) 以鋼筋用量來比較,多螺箍橋墩比傳統橫箍橋墩具經濟性。

故多螺箍橋墩工法之施工性、耐震性及經濟性評估皆為可行。

除此之外,研議於本計畫非主線橋梁,並以一個交流道範圍之原則,選擇適用多螺箍橋墩工法設計施工之橋墩,擬從本計畫豐勢交流道、潭子交流道、潭子系統交流道等3處交流道如圖1著手考量,並依下列因素進行評估最適施作地點:

- (1) 多螺箍筋模擬接近矩形橋墩之造型,橋墩最大尺寸約300公分長(垂直橋軸向)及200公分寬(橋軸向)。
- (2) 螺箍之製造需以盤元鋼筋加工製造成形,鋼筋供應廠現有之最大盤元竹節鋼筋為6號(19φ)筋。
- (3) 市場上可製作直徑約180公分螺箍成品之螺箍加工成型機械。

綜合以上因素評估結果,「國道4號臺中環線豐原潭子段第C715標潭子系統交流道工程」之潭子系統交流道部分橋墩,具有墩柱尺寸較小、所需螺箍筋直徑約180公分之特性,可符合前述設計及施工的需求,採用「多螺箍橋墩工法」施作。其布設位置為潭子系統交流道匝道1高架橋P2~P4、P9~P19,匝道2高架橋P2~P10,匝道3高架橋P2~P6、P11~P12,匝道4高架橋P2~P12等共41墩。

潭子系統交流道匝道1~4多螺箍橋墩工法之橋墩設計,共分單柱與雙柱兩種設計,其斷面設計配筋如圖2及圖3所示,墩柱螺箍筋外圍可能產生混凝土張力裂縫之區域設置竹節鋼線網,以減少因混凝土體積變化(如塑性收縮與乾燥收縮)以及溫度束制所衍生之混凝土裂紋。

多螺箍鋼筋特色及優點

1. 自動化機械加工生產、提升工作效率及工程品質。

採用自動化多螺箍鋼筋籠成型機生產,將設計之尺寸規格輸入電腦,透過鋼筋送料架及盤元鋼筋整直器等相關輔助設施,確保產製之螺箍直徑與間距符合規範規定品質,同時藉由系統化之重複作業提升工作效率。

2. 多螺箍鋼筋籠地組完成再行吊裝作業。

在工廠內將生產完成之單螺箍鋼筋籠,依設計要求尺寸套疊固定,完成後運至工地進行吊裝,減少工地進行墩柱箍筋與繫筋綁紮等高空作業,大幅降低發生工安事故之風險。

3. 減少現場鋼筋綁紮作業人員,舒緩缺工問題。

得助於自動化生產及工廠內螺箍鋼筋籠預組套疊,大量減少現場墩柱鋼筋綁紮人工,緩和缺工問題。

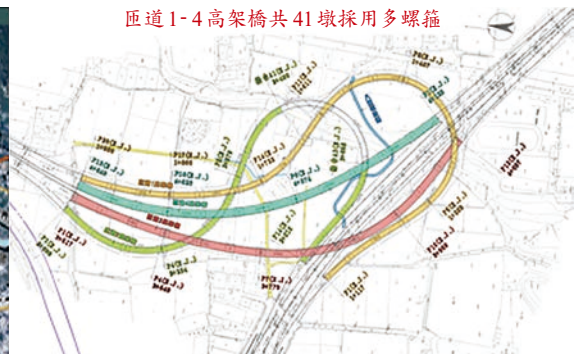


圖1 交流道位置暨採用多螺箍工法之橋墩位置圖

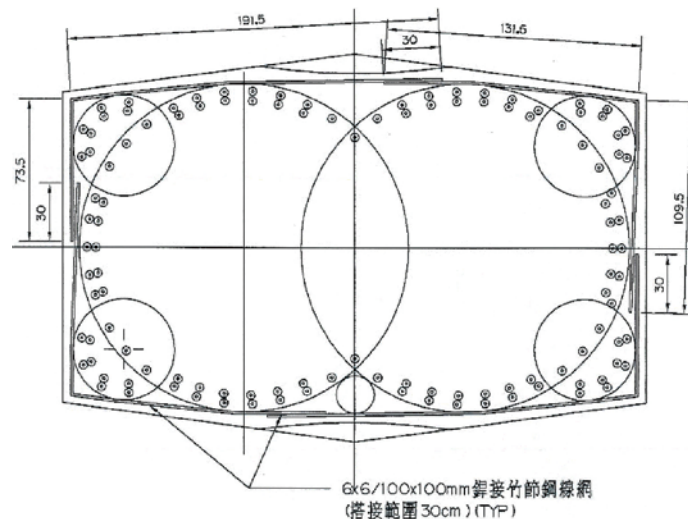


圖 2 多螺箍橋墩工法單柱配筋圖

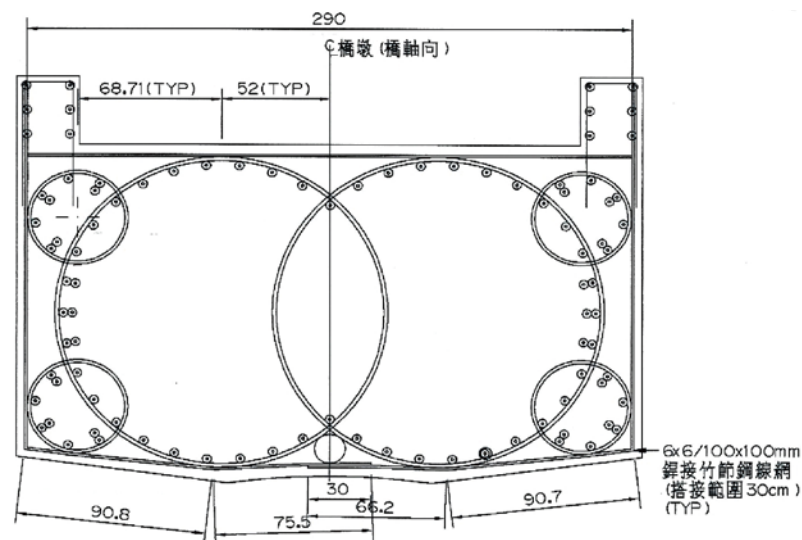


圖 3 多螺箍橋墩工法雙柱配筋圖

4. 節省材料，兼具節能減碳效益。

依本案細部設計成果，多螺箍橋墩工法橋墩相較於傳統箍筋橋墩，箍筋量約減少 46%~56%，主筋量約減少 3%，節省材料，具節能減碳效益。

5. 結構韌性較佳、提升墩柱耐震能力。

依據前國工局委託國家地震中心辦理「營建自動化橋梁墩柱工法之研究（第 1 期）」，案中所執行之大尺寸傳統橫箍及多螺箍橋墩試驗結果顯示，在橋墩試體側向位移比為 5% 的反復加載後，傳統箍筋橋墩已產生嚴重的箍筋和繫筋鬆脫、主筋挫屈、混凝土碎裂及強度折減等情況；反觀多螺箍橋墩僅產生保護層剝落，核心圍束混凝土仍保持良好的圍束狀態，且沒有顯著之主筋挫屈與強度折減的現象，故驗證其韌性行為明顯優於傳統箍筋橋墩。

螺箍成型設備設置與試作

工程決標後，螺箍成型加工廠之選擇成為得標廠商之首要工作。在設計階段，原規劃可選擇工區以外之既有加工廠製造完成後，運送至工地進行墩柱鋼筋組立；施工廠商考量工區內有足夠之設廠空間，且相較於工區外加工廠產製需有額外之運輸規劃，工區內之螺箍運輸顯然單純許多。就以上考量，在工區內設置螺箍加工廠，應屬較佳之決策，但伴隨的風險是設備來源的不確定性，以及從全無產製經驗到完成學習曲線所耗費之時程。

決定於工區內設置螺箍加工廠後，本工程施工廠商新亞建設開發股份有限公司即積極尋找螺箍成型機之製造廠商，包括全球生產螺箍成型機主要廠商義大利 (M.E.P 公司)、日本鑽石 (Diamond) 公司及 Toyo

公司等廠商，然而洽詢結果皆回應製造技術及規模最大僅能生產 16 ϕ 螺箍，無法滿足本工程 19 ϕ 螺箍之設計需求。遭此瓶頸，廠商當務之急是必須盡其所能極力尋找既可產製設備硬體又有能力開發控制程式之廠商，所幸在有限時間內終能尋得有合作意願共同開發生產螺箍成型機之製造廠；至此，原以為解決螺箍產製問題，未料螺箍成型機組配完成後，試運轉初期的 2~3 個月期間，產製問題接連發生，例如螺箍真圓度不足、銲接定位不易、及銲道尺寸等技術問題，幸得廠商投入大量之人力及資材，不斷進行修改、補強及調整，終於 107 年 8 月首次產製 10 m 長完整單元之螺箍鋼筋籠。然而，這段期間僅是為測試螺箍成型機所損耗之鋼筋即多達 40~50t，耗費之心力更是難以勝數。

組配完成之螺箍成型機，是當時所知唯一可生產 19 ϕ 螺箍的成型機，機體本身具有可程式控制馬達，可設定轉速以及進行正、反向轉動，並可在指定時間內停止，以因應螺箍成型製造之需求，相關經驗也可作為後續推動相同工法之參考。

螺箍成型加工

螺箍成型設備包含輔助筋送料架、輔助筋前端定位架、箍筋送料架及螺旋箍筋成型轉盤、自動電銲機等如圖 4，同時，藉由切換成型機轉盤，製作出符合契約規定尺寸之大、小螺箍。螺箍成型作業係將盤元鋼筋經整直器整直後送料至螺旋箍筋成型轉盤，再透過轉盤旋轉帶動螺旋箍筋纏繞於輔助筋外側。為確保螺旋箍筋成型固定效果，設置成型用輔助筋 (25 ϕ)，經由電腦儀控設備設定箍筋間距及電銲位置，於輔助筋與螺旋箍筋交點處施以電銲固定，直至規劃之每單元 10 m 長度螺箍產製完成。



圖 4 螺箍鋼筋籠成型機

螺箍產製初期屢屢發生螺箍成型後無法符合品質要求之情形，其中主要的關鍵問題及解決對策有以下幾點：

- (1) 成型之螺箍暫置一段時間後，會因殘餘應力而造成螺箍之扭曲變形：透過調整盤元鋼筋整直器之滾輪數量及布設，使經整直器產出之盤元鋼筋彎曲接近成型螺箍之曲率，再纏繞及點銲於輔助筋，消除大部分殘餘應力，解決螺箍扭曲變形之現象。
- (2) 螺箍成型後真圓度不足：增加輔助筋支數來增加螺箍成型後之真圓度。
- (3) 螺旋筋間距大小控制不易：採用加長轉盤上之套筒長度、更換盤元鋼筋整直系統以及調整程式加強控制轉盤旋轉速率與往前推動速率等措施，以確保螺旋箍筋之間距符合要求。

多螺箍套疊

製作完成之大、小螺箍利用加工廠內地坪錨碇系統及配合廠內固定式起重機進行吊裝套疊。首先將 1 大 2 小螺箍進行套疊預組為半成品，待兩組預組螺箍完成，再將 2 組預組螺箍套疊以完成一完整單元多螺箍鋼筋籠成品。套疊組合過程，以輔助筋進行定位，並以交叉斜撐鋼筋增加鋼筋籠之勁度，確保整組多螺箍鋼筋籠符合設計要求，以及完成後儲放與吊運過程不致產生變形。

辦理大、小螺箍套疊作業初期，常因大、小螺箍螺旋筋斜率不同、螺旋筋間距誤差及產製成型螺箍尺寸誤差等因素，導致無法完整套疊；後經更換盤元鋼筋之整直系統、提高螺箍產製精度及加強螺箍固定方式等措施，逐漸增加套疊成功比例，終能順利完成多螺箍鋼筋籠套疊作業。

因應多螺箍橋墩工法在國內公共工程首次應用，於監造計畫與品質計畫新增相關表單如表 1，辦理套疊完成之多螺箍鋼筋籠查驗，表中查驗項目除主筋續接及 T 頭鎖固需於現場辦理外，其餘項目皆於螺箍加工廠內查驗完成，對於螺箍成品品質管控及減少高空作業曝險時間有明顯之助益。

儲放

於加工廠內設置螺箍鋼筋籠儲放區，製造完成之單一螺箍成品儲放時，需設置輪擋以防止滾動造成人員危險，套疊完成之多螺箍則無滾動之虞，無須設置

表 1 查施工抽查紀錄表

表 7.4 新亞建設開發股份有限公司潭子施工處

工程名稱：鋼筋工程自主檢查表(含多螺箍鋼筋)

編號：_____

工程名稱	國道 4 號臺中環線豐原潭子段		編號	
分項工程名稱	第 C715 標準系統及流道工程		協力廠商	
檢查位置		檢查日期	年 月 日	
檢查時機	<input type="checkbox"/> 施工前 <input type="checkbox"/> 施工中檢查 <input type="checkbox"/> 施工完成檢查			
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目			
施工前應提出證明文件記錄	材質證明及試驗報告		<input type="checkbox"/> 齊全	<input type="checkbox"/> 不齊全
檢查項目	檢查標準 (定量化)	實際抽查情形 (敘述抽查量)	抽查結果	
施工前	邊場堆置及完成加工之堆置	邊場鋼筋必須墊高 ≥ 10 cm, 防止鋼筋污染及銹蝕		
施工中	★螺箍筋	1. 大螺箍筋直徑 ϕ _____ mm, 間距 _____ cm, 內徑 ϕ _____ cm。		
		2. 小螺箍筋直徑 ϕ _____ mm, 間距 _____ cm, 內徑 ϕ _____ cm。		
	★輔助筋	1. 每種型式是否已辦理吊運測試?		
		2. ϕ _____ mm 螺箍筋直徑 ϕ _____ mm。		
		3. 斷面至少採用 12 號輔助筋。		
	★多螺箍筋位置	1. 大螺箍筋中心距柱心機軸向 _____ cm。		
		2.1 小螺箍筋中心距柱心機軸向 _____ cm。		
	★螺箍筋擺塊	1. 需加綁螺絲 1.5 倍圍周長做為編碼。		
		2. 兩端綁距 ≤ 5 cm。		
		3. 綁立固定方式。		
★主筋與螺箍筋	長度超過 9.6m 時允許一次綁(綁)接。			
★丁頭	主筋與丁頭是否綁固?			
★螺箍與主筋	1. 淨間距 ≤ 3 cm。			
	2. 主筋是否在指定位置?			
★螺箍筋安裝	是否有斜撐調整與定位?			
★綁接鋼線網	是否確實編碼?			

表 7.3-3 鋼筋工程施工抽查紀錄表(含多螺箍鋼筋)

工程名稱：_____

編號：_____

工程名稱	中興國 4 豐潭段工程			
分項工程名稱		檢查日期	年 月 日	
檢查位置		檢查日期	年 月 日	
檢查時機	<input type="checkbox"/> 抽驗保留點★ <input type="checkbox"/> 隨機抽查			
檢查結果	<input type="radio"/> 檢查合格 <input checked="" type="radio"/> 有缺失需改正 <input type="radio"/> 無此檢查項目			
施工前應提出證明文件記錄	材質證明及試驗報告		<input type="checkbox"/> 齊全 <input type="checkbox"/> 不齊全	
檢查項目	抽查標準 (定量化)	實際抽查情形 (敘述抽查量)	抽查結果	
施工前	邊場堆置及完成加工之堆置	邊場鋼筋必須墊高 ≥ 10 cm, 防止鋼筋污染及銹蝕		
施工中	★螺箍筋	1. 大螺箍筋直徑 ϕ _____ mm, 間距 _____ cm, 內徑 ϕ _____ cm。		
		2. 小螺箍筋直徑 ϕ _____ mm, 間距 _____ cm, 內徑 ϕ _____ cm。		
	★輔助筋	1. 每種型式是否已辦理吊運測試?		
		2. ϕ _____ mm 螺箍筋直徑 ϕ _____ mm。		
		3. 斷面至少採用 12 號輔助筋。		
	★多螺箍筋位置	1. 大螺箍筋中心距柱心機軸向 _____ cm。		
		2.1 小螺箍筋中心距柱心機軸向 _____ cm。		
	★螺箍筋擺塊	1. 需加綁螺絲 1.5 倍圍周長做為編碼。		
		2. 兩端綁距 ≤ 5 cm。		
		3. 綁立固定方式。		
★主筋與螺箍筋	長度超過 9.6m 時允許一次綁(綁)接。			
★丁頭	主筋與丁頭是否綁固?			
★螺箍與主筋	1. 淨間距 ≤ 3 cm。			
	2. 主筋是否在指定位置?			
★螺箍筋安裝	是否有斜撐調整與定位?			
★綁接鋼線網	是否確實編碼?			
★	鋼筋直徑、支數、間距、位置	依施工圖 (圖號: _____) ϕ _____ mm 支數 _____ 間距 _____ cm ϕ _____ mm 支數 _____ 間距 _____ cm		

輪擋。無論單一螺箍或多螺箍儲放時，均設置相關防穿刺及圈圍等安全措施，如圖 5。

基礎與墩柱施作

多螺箍鋼筋籠吊運

多螺箍產製規劃，配合墩柱模板昇層高度、搬運交通工具及規範規定橋墩主筋長度超過 9.6 m 時允許一次搭接等因素，每一單元產製長度設定為 10 m，大小螺箍套疊後寬約 2.8 m，重量約 5 噸，採用 23 噸吊卡車運送；受限於卡車寬度，每次僅能運送一單元。自螺箍加工廠運出後，利用工區施工便道可到達墩柱位置，無須另設區外交維設施或進行夜間道路封閉，不影響工區周邊交通。

多螺箍鋼筋籠吊裝之前須先檢核吊點配置，且吊耳應設置於堅固之節點（如螺箍與斜撐鋼筋交點）。多螺箍鋼筋籠運至預定吊裝之墩柱位置後，以 25 噸吊車進行吊裝。多螺箍鋼筋籠之續接係以輔助筋進行鉚接固定，以吊車進行主筋吊放，並以續接器進行主筋續接，完成多螺箍鋼筋籠昇層後，進行墩柱鋼模組立及混凝土澆置。

基礎施作

相較於傳統橋梁基礎墩柱，多螺箍橋墩工法在現地之施作存在許多明顯之差異，由於相關經驗付之闕



圖 5 螺箍鋼筋籠儲放情形

如，必須透過預先規劃及模擬，以及現地施作的即時回饋調整，方能迅速達成符合施工品質之要求。其相關施作步驟如下：

- (1) 基礎下層鋼筋綁紮。
- (2) 基礎內多螺箍鋼筋籠依設計圖說位置吊放固定。
- (3) 柱主筋吊裝組立並進行與螺箍筋之綁紮固定。本工程墩柱主筋於基礎底端原設計採 L 形彎鉤以利固立於基礎底層，惟因基礎內多螺箍鋼筋籠吊放定位後，採 L 形彎鉤之主筋將難以置入多螺箍鋼筋籠。依據契約特訂條款，相關施工可參考前國工局「營建自動化橋梁墩柱工法之研究（第 2 期）之附錄 A 多螺箍橋墩設計及施工手冊」，故依據該文獻內容將墩柱主筋於基礎底端之 L 形彎鉤調整為 T 頭錨碇施作。經調整後，主筋置入鋼筋籠容易，且鉛垂定

位精準度高，主筋與螺旋箍筋間之淨間距可輕易符合小於 3 公分之規範規定。

- (4) 基礎上層鋼筋綁紮。
- (5) 基礎頂面上方多螺箍鋼筋籠依規劃高度調整及吊放，上下 2 節鋼筋籠間銜接之輔助筋銲接後，拉設鋼索將鋼筋籠定位牢固。
- (6) 進行主筋續接，主筋下端為 T 頭錨定，上端則為螺牙續接器母頭與上層主筋續接，續接位置應預先規劃，必須同時考量相鄰主筋錯開 60 cm 以上，以及基礎頂面上主筋續接必需避開塑鉸區之規定。
- (7) 鋼筋查驗合格後組模進行基礎混凝土澆置。

墩柱施作

墩柱調整層施作

基礎澆置養護完成拆模後，進行測量放樣，接續施做墩柱調整層之鋼模組立及混凝土澆置。調整層之設置係依模板計畫由柱頂或帽梁底高程向下推算整模昇層數至柱底，本工程墩柱模板採 5 m 一昇層（每單元 2.5 m，2 單元為一整模），柱底不足 5 m 整模尺寸者進行調整層施作，該調整層一般均於墩柱完成後覆蓋於回填覆土層內，有利於墩柱整體外觀。

墩柱一般昇層施作

承前所述，因應多螺箍墩柱模板計畫以 5 m 為一昇層及主筋不得在塑鉸區範圍內續接之規定，必須隨墩柱高度適時調整每節多螺箍鋼筋籠長度及其續接之位置如圖 6。

辦理次一單元多螺箍鋼筋籠吊裝及續接時，施工人員可利用鋼模附設工作平台進行多螺箍鋼筋籠銲接固定作業，隨即在墩柱四邊以斜拉鋼索進行調整與定位，同時作為防傾措施，完成多螺箍鋼筋籠之定位與固定後，吊車始可脫鉤。

主筋之續接分為大、小螺箍主筋，一般先進行大螺箍主筋之續接，完成後再施作小螺箍主筋之續接。全部柱主筋續接完成，於螺箍筋與主筋結點綁紮固定後，即可將多螺箍鋼筋籠斜撐拆除，進行後續墩柱模板組立及混凝土澆置作業。

傳統工法與多螺箍橋墩工法比較

本工程設計 41 墩多螺箍墩柱業已全數完成，依據此段期間施作所獲得之經驗，針對傳統橋墩工法與多螺箍橋墩工法比較如下：

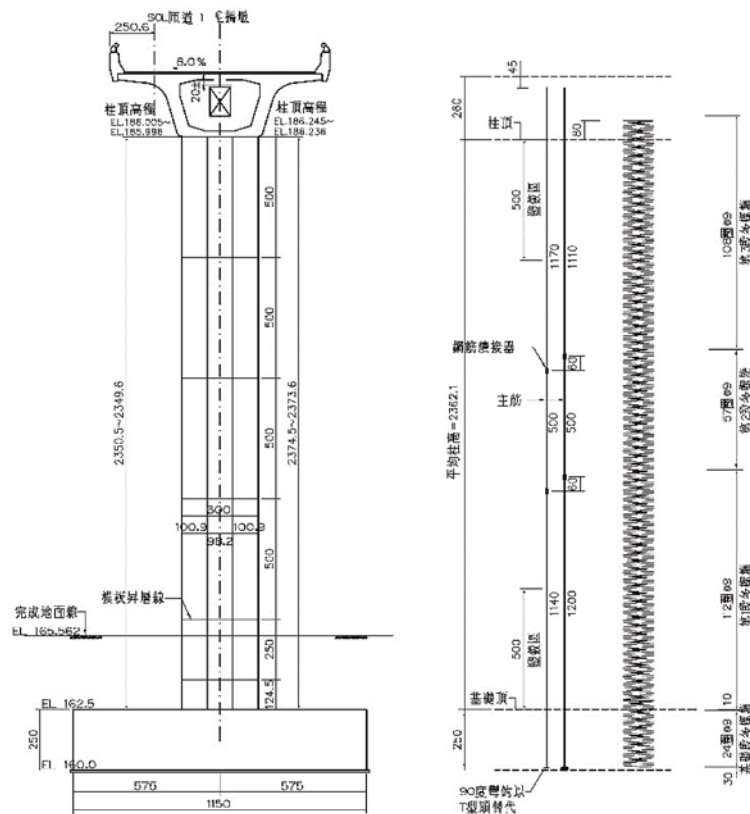


圖 6 墩柱模板昇層規劃與主筋續接位置及多螺箍搭接示意圖

現場施工需時及人力比較

傳統工法

以墩柱昇層一單元 5 m 進行分析，箍繫筋裁切、加工彎曲約需 3 工 × 1.5 天 = 4.5 工，墩柱樣架及主筋吊放約需 4 工 × 2 天 = 8 工，箍繫筋綁紮約需 6 工 × 2 天 = 12 工，合計 24.5 工，需時 5.5 個工作天。

多螺箍橋墩工法

以墩柱昇層一單元 10 m 進行分析，多螺箍鋼筋籠成型約需 3 工 × 3 天 = 9 工，多螺箍鋼筋籠吊放固定約 3 工 × 0.5 天 = 1.5 工，主筋吊放約需 4 工 × 1 天 = 4 工，無箍繫筋現場綁紮作業，合計 14.5 工，需時 4.5 個工作天。

兩種工法同以 10 m 墩柱昇層比較

傳統工法需 24.5 × 2 = 49 工，5.5 × 2 = 11 個工作天
多螺箍橋墩工法需 14.5 工，4.5 個工作天

施作品質

另因採用工廠內自動化設備生產螺箍，不受天候影響，生產速率穩定且快速，利用電腦儀控螺箍間距，並用自動電銲機銲接固定，可穩健控制多螺箍鋼筋籠間距，大幅提昇施工品質，且可於廠房內進行自主檢查及查驗，確保工程品質。

施工作業安全

傳統工法需鋼筋工於高架上進行現場箍、繫筋之組立，面對高溫及高架施工環境，易造成人員身心疲憊，甚至衍生缺工之情形；相對的，多螺箍於現場組立時間如前述僅需 1.5 天，大幅降低高架作業時間，以墩柱 25 m 高（含基礎部分）為例，並依工項排序（非工序），每墩節省鋼筋作業約 15 天，對於降低高架作業危害有明顯之助益。

新工法面對之課題

畢竟多螺箍橋墩工法為國內橋梁工程之應用首例，機具設備初設成本甚高，且相關技術人員尚須培訓，初期所投入之學習成本較高，這也是採用新工法時必需面對的課題。

施作廠商經驗回饋

如本文文中多次提到，多螺箍橋墩工法，是橋梁工程首次之應用，非僅是現地施作，規範制定也是首

次之經驗，因此本工程施作時可說是在摸索中前進；而今在工程施作完成之際，提出相關建議，期能對後續其他工程採用此種工法時有所助益：

1. 本工程採用 2 大 4 小螺箍組合而成多螺箍筋籠，原設計規劃之輔助筋為 12 支，明顯不足，應考量螺箍之成型以及大小螺箍套疊組合之實際需求，適量增加。
2. 契約規定多螺箍橋墩鋼筋為組立、搬運及吊運所需設置之輔助筋及支撐樣架，其補貼數量按基礎頂面至橋墩箱梁底面間之墩柱混凝土體積以 8 kg/m³ 為計量標準，建議應依實際需求且經核可之使用數量計付。
3. 建議契約制定多螺箍正式產製前應進行試作之規定，並編製所需之相關材料及人力成本。
4. 目前多螺箍成型加工廠之設置成本是否可納入契約單價作整體考量。
5. 結構設計許可的情形下，基礎內橋墩主筋下端可將 T 頭錨碇之設計納入契約，作為主筋施作選項。
6. 在基礎上層筋與螺箍之介面處理應考量實際交錯之空間，並作適當處理。

結論

多螺箍橋墩工法在本工程施作歷經 21 個月，期間遭遇種種困難，工程單位秉持不畏艱難的執著，得以完成此項工作，當然也從中獲取不少的實作經驗；另一方面，也因為國內橋梁工程未曾有過此類的案例，施工期間吸引產官學眾多機構前來參訪，高速公路局基於國內營建自動化發展理念，不吝將本工程之實作經驗分享各方專業單位及人員，並以本文分享此項新工法各項資訊。基於此信念，相信在可見的未來，受到高速公路局帶頭示範效應的影響，國內會有愈來愈多工程單位願將多螺箍橋墩工法，應用於橋梁設計，讓台灣此項新型橋梁工法，躍上國際工程舞台。

參考文獻

1. 交通部高速公路局，「國道 4 號臺中環線豐原潭子段第 C715 標潭子系統交流道工程」特訂條款及設計圖，2017 年。
2. 國道新建工程局，「營建自動化橋梁墩柱工法之研究（第 2 期）」，2013 年。
3. 國道新建工程局，「營建自動化橋梁墩柱工法之研究（第 1 期）」，2012 年。