

921 震災 129 線一江橋重建工程記事

吳瑞龍、汪令堯

更新日期：2010 年 04 月

壹、前言

129 線一江橋位於臺中縣太平市境內，起點由太平市東平路起（即 129 線 25k+76），止於 129 線與 136 線交界處（即 129 線 25k+385），全長 217 公尺，寬 8 公尺，該橋橫跨頭汴坑溪，為臺中市往太平市、大里市必經之交通要道，由於近年來交通量大增逐漸不敷使用，交通部公路局於民國 87 年 7 月間辦理原橋兩側拓寬為 20 公尺以紓解該地區之交通，然拓寬改建期間遭逢 921 集集大地震將已完成之橋梁結構全部震移變位偏離原設計約 4 公尺，原舊橋同時位移隆起而損毀，本橋震毀後地方民意曾提請保留震後原狀設置為地震博物館之議，致新橋設計規劃延至民國 89 年 8 月始定案重建，經本局投注 1 億 2 仟 830 萬餘元，將損毀橋梁全部打除重新變更設計並加強結構耐震能力後，於民國 89 年 10 月 31 日重新復工，工期 220 日曆天，經過多次趕工協調督促承商鑽趕後，終於在民國 90 年 4 月 30 日提前 37 日曆天完工，使得臺中市大坑及太平、大里地區交通路網恢復通暢，活絡當地觀光及商業發展。

貳、災後一江橋損壞情形

本工址恰位於車籠埔斷層上，車籠埔斷層屬第二類活動斷層，即過去十萬年間曾發生錯動的斷層。分佈範圍包括臺中市、臺中縣、南投縣。依據逢甲大學地理資訊系統研究中心檢測結果，距本工址 5 公里處之大坑山區受車籠埔斷層影響向西北方向移動約八公尺，本工程震災前已完成橋墩亦錯移約 4 公尺。

一、主橋部份：

原橋 A1~P11 及改建 A1~P3 區間橋台、橋墩嚴重位移，造成原橋上部結構落橋。

二、引道部份：

路面錯移產生裂縫。

三、河床地貌

車籠埔斷層錯動造成兩岸堤防錯移滑落及橋址上游處河床隆起，阻礙行水。

參、便道搶修及復建規劃、檢測作業

地震發生後將原本拓寬工程用之施工便道整理開放通車，後因經濟部水利處第三河川局通報河道上游堰塞湖可能潰堤，因此另於便道旁施作鋼便橋以之因應，鋼便橋經費為 1 仟 680 萬元，鋼構便橋全長 90 公尺，寬 7 公尺，引道長 135 公尺，寬 9 公尺，於民國 88 年 10 月 14 日開工。同年 10 月 21 日完工並開放通車。

便橋搶修同時亦積極進行橋梁復建規劃，為確切掌握重新設計資料，做了以下工作：

- 一、由於 921 大地震使地層錯動，原有地形地貌有相當大的起伏變化，為掌握該地區地震後的地形變化及爭取時效，先行以衛星定位儀器測量本區座標，了解地層位移情況，再行地形測量，期充份掌握最新地形以作為後續橋址規劃依據。

- 二、於橋墩及橋台位置進行鑽探，計 7 孔，其中 1 孔深 80m，其餘各孔深 30m。並於鑽探過程中配合土壤取樣工作，以便進行土壤和岩石物理性質及強度試驗。
 - 三、佈設二條震波反射測線，調查斷層破碎帶位置，走向等資料。
 - 四、以試坑開挖方式，並配合應用地質技師描繪、記錄、土層類別、岩盤弱面情形或斷層等破碎帶之屬性資料
 - 五、依岩盤露頭、地質弱面分佈及地形、水系之地表調查地質情形。
 - 六、已施作完成結構物進行結構分析及握裹力檢測：
 - (一) 已完成第一次施工之橋台、橋墩為因應 921 集集大地震，臺中、南投地區修正為地震一甲區，原設計之下部結構設計已無法符合耐震設計規範要求，須重新規劃設計。
 - (二) 地震前 5 天場鑄預力箱型梁灌注之混凝土與鋼筋間之握裹力可能遭受之破壞與損失，委託朝陽科技大學進行預力梁混凝土強度及混凝土與鋼筋間握裹力之檢測評估，分別實施：
 1. 混凝土鑽心試驗測試混凝土強度。
 2. 小孔徑鑽心彎裂試驗及敲擊回音試驗以檢測裹握力。
- 經以上嚴密的調查、規劃及檢測，於民國 89 年 8 月完成重建設計工作。

肆、重建設計概述

- 一、設計重點特色：

將原設計對應之地表水平加速度由 0.23G 改為符合地震一甲區對應之地表水平加速度 0.33G 為基準之耐震設計。達到「大震不倒，中震可修，小震不壞」的橋梁結構耐震要求。
- 二、新設計與原設計之差異點如下：
 - (一) 開放基礎改採深基礎，加強地表隆起時之抗剪力。
 - (二) 橋墩截面及帽梁座加大，以防止地震時落橋。
 - (三) 橋墩柱增加塑鉸剪力設計。
 - (四) 橋墩配置避開斷層破碎面。
- 三、上部結構設計建立防落橋措施對策如下：
 - (一) 設置雙向止震塊。
 - (二) 加大梁寬度。
 - (三) 大梁採半連續方式設計，即簡支大梁另以鋼板螺栓鉸接。
 - (四) 為提昇韌性，減少靜載重，考量採用鋼梁，如使用空心版梁則可利用已施作完成之 26 支梁。
- 四、下部結構
 - (一) 依本工址地盤研判採用全套管基樁工法。
 - (二) 為提高耐震能力，採用三柱門架式橋墩。

伍、工程概述

- 一、經費來源：臺中生活圈及 921 震災專款
- 二、設計單位：三榮工程顧問有限公司
- 三、承包商：續仁工程股份有限公司
- 四、重建經費：95,264,580 元（總工程費 123,456,735 元）
- 五、重建開工日期：民國 89 年 10 月 31 日

- 六、 重建預定完工日期：民國 90 年 6 月 7 日（工期 220 日曆天）
- 七、 主橋部份：7 跨預力箱型梁橋，長 217 公尺，寬 20 公尺。
- 八、 引道部份：引道部份長 169 公尺，北端寬 20 公尺，南端寬 15 公尺。
- 九、 橋墩：三柱門架式橋墩計六座。每座橋墩基礎計 21 支，長 13.6M 之 120cm ϕ 全套管基樁。
- 十、 橋台：計二座，每座橋台基礎計 12 支，長 16.6M 之 120cm ϕ 全套管基樁。
- 十一、 預力梁：56 支長 31M 預力箱型梁。

陸、施工過程概述

- 一、本工程經變更設計後於民國 89 年 10 月 31 日起正式復工，承包商立即將地震前兩側拓寬部份已完成之 A1 上游、A2 上下游、P1~P6 上下游之橋墩、橋台因地震位移、隆起及原有舊橋全部打除清運後，由 A1 橋台、P1 橋墩（北端）依序逐向 P6 橋墩、A2 橋台（南端）進行整地施作全套管基樁。
- 二、基樁完成後緊接著進行基礎開挖、基礎鋼筋綁紮、基礎側模組立、灌漿，之後橋墩柱、帽梁、支承墊先後依序分別鋼筋組立、組模後灌漿等作業其橋梁下部結構即全部完成。
- 三、本工程預力箱型梁共計 56 支，地震前已施作 26 支預力箱型梁，經委託朝陽科技大學進行預力梁混凝土強度及混凝土與鋼筋間握裹力之檢測評估，經檢測評估結果仍可使用，故重建時僅再施作 30 支預力箱型梁並以每日完成一支大梁之進度分兩階段進行施拉預力作業後封頭，預力箱型梁即全部完成。
- 四、吊梁作業初期因吊車僅二部（300 噸 1 部，200 噸 1 部），且受天候不佳之影響造成工程進度嚴重落後，經追加重型吊車至 5 部（400 噸 1 部，200 噸 1 部，90 噸 1 部，60 噸 2 部），拖運子車二部，鋪設鋼板 700 餘片（每片 2 平方公尺），全力鑽趕工期於民國 90 年 3 月 17 日全部吊裝完成。
- 五、緊接著橋面版、護欄、景觀欄杆、路燈、引道之側溝及路基鋪設與最後的路面瀝青混凝土鋪設等作業於民國 90 年 4 月 30 日全部完成竣工，並於民國 90 年 5 月 8 日舉行通車典禮後正式全面開放通車。

柒、施工困難情形及對策

本工程雖較原預定工期提前 37 日曆天完工，實於施工過程中有賴局裡同仁齊心協力與承包商全力配合下解決問題始能順利完成。茲將遭遇困難及解決方案詳述如下：

- 一、A1、A2 橋台因左側自來水 ϕ 900 mm 幹管及臨時鋼便橋過於迫近妨礙全套管基樁施工，為維持臨時便橋原有交通運輸功能及避免自來水管坍塌問題，經由本局第二區工程處召集原設計三榮顧問公司、工務段及承包商等單位，現場會勘立即作原則性指示，以加長基樁避免基礎開挖過深危岌便橋上車輛行車安全，經三榮顧問公司結構計算分析不影響其承載力，遂辦理變更設計並責令承商全力趕工。
- 二、鋼筋局供材料供為配合趕工作業實際需要，經本局第二區工程處檢討後，將鋼筋材料供給採一次全部申請，分批由工廠直接供給材料，避免由分批申請材料所花費的行政作業時程影響工程進度。
- 三、吊梁作業因吊裝機組不足，施工作業進行始終無法如預期，每日吊裝僅能 2~4 支，加上梅雨季節豪雨不斷，河水暴漲，吊梁作業可說嚴重受；阻影響工程進度甚鉅，在工期緊迫下遂逕行要求承商將原 2 輛重型吊車增加到 5 輛，且河床運梁路線因雨後地質泥濘鬆軟，致裝運大梁（每支約 160 噸重）拖車無法拖運，故在拖車行經範圍鋪設鋼板方式解決。最後僅以一天的時間（90.04.17 上午 7 時至

90.04.18 清晨 5 時），將剩餘 24 支預力箱型梁全部吊裝完成。

- 四、本工程附掛管線多達 5 類（瓦斯、自來水管、電信管線、電力管線、軍方管線）為避免配合工作影響工程進行，第二區工程處於重建開工前即積極協調各管線單位分配埋設、附掛位置及施工進、出場時程，並隨時開會追蹤，終能配合主體工程如期完成，在此協調過程中雖然增加許多的行政上之工作，但可更有效確保完工時程。
- 五、為確保本工程能於期限內完工，督促承商日夜趕工，初期施工進度不理想且嚴重落後，經檢討及多次趕工協調，要求承商必須增加工作面；調增機具、人工進場施工，並派駐人員全程督導，每個工作面如有士氣低落或工作不順之狀況，即刻召集該組人員予以鼓勵提昇士氣或開會討論工作問題所在，即時將問題化解，使實際進度趕上甚至超前預定進度。

捌、品質管理及成效

本工程除進度目標的管理外，品質管理作業仍依據本局標準作業程序 S.O.P 規定進行品管工作，承包商按品管計劃之各項作業實施自主檢查，工務段按品保監造計劃除每日查驗外每週擇一項目進行查核，查核結果並列表存查，各項工程查驗及材料試驗有異常者，列表專案報處列管追蹤。正常者每月將成果彙整報處。

工程處每三個月定期赴工地稽查，計稽查二次，稽查結果待改善部份亦列管追蹤至改善完妥為止。

玖、檢討及改進

本工程雖較原預定完工日期民國 90 年 6 月 7 日提前 37 日曆天於民國 90 年 4 月 30 日竣工，欣慰之餘虛心檢討施工過程中仍有加強改善空間以做為日後工程施工之參考。

一、檢討事項

- （一）局供材料應確實掌控以如期供給施工
- （二）施工人員、機具應按施工計劃、網狀圖排訂時程完成各項施工作業，以免影響後續作業。
- （三）承包商現場之工地主任應富工作經驗且自主檢查需確實，查驗不合格複驗次數盡量減少以避免影響整體工程進度。
- （四）為維持交通順暢應妥予調整施工計劃，以避免施工要徑受影響而延誤整體工期。

二、改進措施

- （一）為避免局供材料無法即時供應施工，採一次請料分批供給按月核銷方式辦理，以減少分批請料行政作業時程。
- （二）排訂作業時程若未能如期完成影響整體工程進度時，需立即檢討分析原因，務必將影響作業因素排除，且進一步趕上落後之施工進度。
- （三）承包商現場工地主任經驗不足導致工程進度落後部份，工務段除派經驗豐富主辦工程司監造外，另派一員富經驗且有責任心之工地工程司常駐工地協助督導工程施工，以確保工程品質及施工進度。
- （四）在不影響施工期原則下，調整網狀圖之施工作業，並為確保交通順暢，必要時可要求承商部分作業於夜間施工。

拾、結 語

本工程在施工過程中承蒙中央各級長官及局長、葉副局長、本處吳處長、陳副處長不辭辛勞多次到工區督導及打氣，使全體人員在艱苦的環境下，仍能保持士氣，全力完成任務，終能提前完工，在通車典禮上臺中縣太平地區居民歡欣鼓舞，各級長官及民意代表與媒體的鼓勵及慰勉，使得工作同仁深深覺得付出的辛苦已獲得最大的回報。

自 921 大地震後由於一江橋震毀僅靠臨時搭設鋼便橋供車輛通行，每於上下班及假日時間均造成塞車，附近居民出入十分不便，施工人員在各方企盼下，承受了極大壓力且施工期間遭逢梅雨季節豪雨不斷，使進度受阻，在本局工程人員及承包商續仁工程公司，不分日夜及假日無休全力趕工下，提前於民國 90 年 5 月 7 日完工，達成總統府交辦目標，除要感謝民眾的體諒與承包商不計勞苦配合趕工外，對於交通警察犧牲假日指揮交通疏導車流、當地居民配合、地方政府的協調、上級單位及 921 重建委員會的協助及督導，終於趕在汛期之前通車，在此誠摯地表達最高的敬意及謝忱。

一江橋提前完工通車除讓民眾揮別塞車夢魘外，也讓民眾對政府重建工程更加有信心，在政府全力以赴下可漸次完成重建區各項交通建設，帶動重建區觀光及商機。