

921 大地震台 3 線貓羅溪橋橋墩損害支撐

莊江隆

更新日期：2010 年 04 月

一、橋梁概述

貓羅溪橋起自台 3 線 217K+870 止於同線 218K+790，主線全長 920 公尺，位處南投市與草屯鎮交界並鄰近南崗工業區，為南投縣南來北往交通量最大的橋梁。本橋採立體交叉方式跨越台 14 乙線(即草屯鎮碧興路，中二高南投交流道聯絡道)並設置上下匝道橋於主橋兩側，跨越貓羅溪後再採高架橋連接南崗工業區入口。

跨越貓羅溪的主橋，梁底必須保持在最高洪水位以上，而由中二高南投交流道聯絡道至堤防的爬坡長度有限，故橋面不可過高，橋下又有台 14 乙及台 14 丁平面道路系統，加以垂直向為保持淨空，帽梁深度亦受限制，所以顧問公司乃提出採用帽梁與上部結構共構之結構型式。另為增加結構的靜不定度以提升耐震能力，並減少支承墊的數目以降低維修機會，在各固定式橋墩採用剛接方法連接上下部結構。

由於橋梁長度過長又有匝道上下、橋寬變化等因素，貓羅溪橋橋梁工程實分為 A ~ F 等六個單元橋分別設計，其中 D、E 橋在跨越貓羅溪南投端堤防前，即依交通部運輸研究所規劃方案以甚小交角轉入台 14 丁都市計畫道路路段（計畫寬度為 30 公尺），故 D E 橋須與都市計畫道路及堤防防汛道路共構，兼考量都市計畫路段橋下房屋密集，橋下兩側平面道路須能各維持 10 公尺寬度，橋墩僅能佈設在都計道路中央 10 公尺範圍內等問題而有偏心單柱的橋墩配置及設計。

二、震災受損情形及緊急措施

民國 88 年 9 月 21 日集集大地震發生後，本橋位於南投市台 14 丁高架橋段之 5 座單柱懸臂式橋墩（位置詳見結構平面及立面圖 3/4）墩柱頭產生中度龜裂情形，因地震發生後南投地區僅有本橋可供車輛順利通行，為免影響救災工作進行，經評估後仍開放通車；惟在橋墩已受損而橋面救災車輛堵塞嚴重、餘震不斷情形下，5 座橋墩受損持續惡化，至 9 月 23 日下午本局震災橋梁查小組現場勘查後發現貓羅溪橋經餘震不斷影響，5 座橋墩柱頭裂縫已擴大、鋼帽梁變位危及交通安全勢須封閉大橋，此時貓羅溪橋鄰近道路及橋梁經工務段連日之搶修已逐漸恢復通行，遂於通知南投縣震災指揮中心後，即封閉貓羅溪橋，原車流則引導改由下游約 200 公尺處已搶修完成之舊台 3 丙線平林橋通行。

三、搶修經過

貓羅溪橋封閉後工務段即再依震災橋梁檢查小組之建議，緊急協調廠商調運重型鋼製支撐架於 23 日深夜進場，在各損傷墩柱鋼帽梁懸臂端下方施以支撐，以防止損害繼續擴大，於 9 月 25 日完成；本局新工處繼於 9 月 28 日召集第二區工程處、原設計工程顧問公司

★公路局第二區工程處工務課

工務員（原南投工務段工務員）問公司等在现场研商搶修方式，決議：

一、採取混凝土基礎、重型鋼製支撐架配合油壓千斤頂方式全面支撐損傷墩柱。

由顧問公司緊急辦理結構計算並繪製搶修設計圖，提交南投工務段辦理。

- 二、臨時支撐架之設計必須能夠全面取代原墩柱功能，油壓千斤頂承載噸數應詳細核算，使足以於辦理修復工程時將已產生變位之橋面頂回原位，並考慮於臨時支撐架與墩柱間預留施工空間。
- 三、9月25日完成之帽梁緊急支撐架螺紋鋼管可調式基座承載力明顯不足，橋墩臨時支撐未完成前，應再以鋼梁加強基座強度以提升安全性。
- 四、橋墩臨時支撐架組搶修工程完工後應考慮恢復小型車輛之通行，以舒解舊台3丙線平林橋之車流。鑑於餘震不斷為避免前述(三)之可調式基座安全性不足產生二次災害，於會後即由承商再運調各式小型號鋼梁與鋼板覆工版等填塞於基座及支點下方予以補強，於10月3日完成；其後則由工務段每日監測帽梁變位並持續裂縫檢查，10月18日貓溪橋橋墩臨時支撐搶修工程設計圖及結構計算書由公路局新工處審核完成後，隨即於10月20日交付施工，因鋼構支撐架須能取代原墩柱支承力，故設計之加勁板及焊道數量甚多不易趕工，為能及早完成，乃決定採用高強度混凝土灌鑄支撐架基礎以期儘早承受載重外，並將技術工依照專長分為基礎、鋼構組裝、焊接等三組分頭進行施工。幸受損橋墩均位於高架橋下，且設有寬度約10公尺之停車場，故大批鋼構組裝材料進場、堆積備料、施工均有足夠空間不影響交通，唯一例外的是編號EP7橋墩(詳結構平面及立面圖3/4)支撐架基礎，經緊急洽顧問公司辦理變更設計縮減基礎寬度始獲解決。臨時支撐架於11月25日完成基礎及鋼構組裝工作，並裝妥300噸級油壓千斤頂。至此貓羅溪橋受損橋墩之安全防護已更加強，鋼構補強及加勁板焊接陸續施工，工務段於各引道入口設置限寬、限速、限重等標誌及設施，依新工處於9月28日召開處理原則研商會議決議：於12月6日後全面開放小型車輛通行，大型載重車輛則仍繼續改道下游平林橋通行。

四、搶修心得與檢討建議

- 一、貓羅溪橋因採連續鋼板梁特殊結構，於地震發生後約2小時筆者即駕車巡視此一親自監造之橋梁，車子駛過橋面時未見損傷感雀躍不已，及至清晨再赴橋址檢查時，已發現部份墩柱之中度裂縫，雖感震驚仍私下覺得慶幸，因貓羅溪橋未如其它同路線上重要橋梁產生落橋之嚴重災情，隨即趕到工務段趕辦其它道路之搶修督導工作。未料強烈餘震加上佈滿橋面的救災車輛之反復衝擊，使得本橋五座偏心帽梁橋墩迅速惡化至須封閉交通窘境，地震發生後本橋因須維持救災交通無法立刻封閉，如有緊急且適當的加固支撐當會使破壞減低到相當程度。
- 二、本局救災指揮體系調配得當，地震當日就有大局及各工程處支援人員進駐二區工程處，協助各工務段進行災區橋梁安全檢查工作，並將結果及須緊急處理之橋梁立即通知工務段為必要之處置，本橋才能在橋梁檢查小組判斷災害惡化後，即由工務段進行封閉未肇災禍。
- 三、本局近年來辦理各項重大工程推展新式工法不遺餘力，工程人員經親自監造或觀摩，已習知鋼構件之施工及支撐；國內已有數家支撐工程專業廠商，其擁有之鋼構組件或大型油壓千斤頂等型式齊全，租賃或購買相當方便，故本次地震發生後各建築及橋梁災害，工程人員即大量運用為搶修材料，可謂相

輔相成。

四、目前本局橋梁工程設計圖及竣工圖均未能於橋墩台各支承點註明其結構計算書設計載重值，各型災害產生後尚須查閱已存檔之結構計算書找尋相當不便，故建議往後辦理橋梁工程應於相關圖說註明設計載重值，如有需要即可依據設計圖或竣工圖所註載重值辦理搶修，可達事半功倍之效。貓羅溪橋高架橋段墩柱因 921 震災受損後，顧問公司查閱原始結構計算書，得知預定臨時支撐點處載重值之後，即予核算應力並利用一般市面租購可得之 H 型鋼梁設計組合而成臨時重型支撐架，茲檢附貓羅溪橋臨時重型支撐架設計圖及摘要結構計算書（如附錄一），及一般性臨時支撐簡易速算公式說明及計算範例（如附錄二），提供基層工程人員遭遇類似橋梁災損時設計支撐時參考。工程人員可查閱各大鋼鐵廠商所贈送鋼鐵手冊工具書，獲知工地目前最易及最快取得的鋼構材之斷面及各項參數，再配合簡易速算公式予以核算，就可決定鋼構材及安全支撐方式。