

0206花蓮地震橋梁震損調查與分析

宋裕祺 洪曉慧 陳俊仲 蘇進國 李柏翰 江奇融

國家地震工程研究中心

摘要

2018年2月6日花蓮地震後，國家地震工程研究中心(以下簡稱國震中心)隨即啟動勘災作業，其中因震損而須緊急封閉交通之橋梁計有鄰近嶺頂斷層(第二類活動斷層)之花蓮大橋，以及鄰近米崙斷層(第一類活動斷層)之七星潭大橋、花蓮市三號橋及尚志橋等四座橋梁，橋梁災害調查小組以高空影像擷取系統及數位拍攝方式執行橋梁損傷完整勘查紀錄。災害調查工作資料收集，除可供為橋梁修復建議方案擬定或現地安全試驗規劃時之參考依據，更希冀對於橋梁震害因應對策及橋梁地震防救災工作有所助益。

關鍵字：0206 花蓮地震、橋梁、活動斷層。

Reconnaissance Observation and Analysis on Bridge Damage Caused by the 0206 Hualien Earthquake

Yu-Chi Sung Hsiao-Hui Hung Chun-Chung Chen Chin-Kuo Su Bo-Han Lee Chi-Lon Jang

National Center for Research on Earthquake Engineering

Abstract

The reconnaissance team of bridge engineering division investigated four bridges in Hualien city immediately after the 6.26-magnitude earthquake struck just off the east coast of Taiwan on February 6, 2018. The aerial image capture device and digital photography system were employed to perform the post-earthquake survey on-site. The Hualien Bridge, located at the Provincial Highway No. 11 between the Jian and the Shoufeng Townships, was damaged due to ground movements induced by the rupture of the Lingding Fault that was believed to have run across the bridge. The other bridges, including the Qixingtian Bridge, the Hualien City NO.3 Bridge, and the Shangzhi Bridge, also suffered different levels of damage resulting from the surface rupture of Milun Fault that passed through or was closed to these bridges. The reconnaissance results and data obtained by this survey may serve as useful references for seismic evaluation and retrofit design and disaster-prevention of bridges in the future.

Key Words：0206 Hualien earthquake, bridge, active fault.

一、前言

2018年2月6日深夜，花蓮近海發生芮氏規模6.26的地震，雖然本次地震規模和近幾年發生在台灣的地震相比並非很大，但由於震央接近花蓮市區，且花蓮市區內剛好有兩條活動斷層穿越，包括屬於第一類活動斷層的米崙斷層和第二類活動斷層的嶺頂斷層，

所以本次地震引致之地表破裂明顯，也造成花蓮地區結構物(包括數座橋梁)不同程度的損傷。地震過後由於橋梁的震損，總計有四座橋梁須暫時封閉交通，進行緊急的檢測與維修補強，這四座橋分別為花蓮大橋、七星潭大橋、花蓮市三號橋和尚志橋。本文主要以探討花蓮大橋及七星潭大橋之震損原因為主，另也勘查花蓮市三號橋與尚志橋，相關調查結果說明如後。

二、橋梁場址附近地震特性

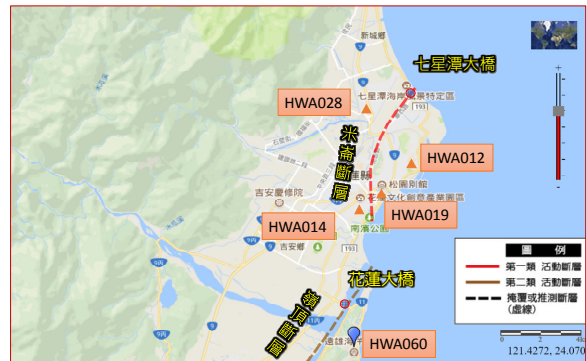
2.1 場址附近地震紀錄

根據中央地調所公布之斷層線位置，可套繪花蓮大橋與七星潭大橋和斷層分布關係圖如圖一所示。如圖所示，七星潭大橋和花蓮大橋分別跨越米崙斷層和嶺頂斷層北端，另跨越美崙溪之花蓮市三號橋與尚志橋則鄰近米崙斷層南端。氣象局在花蓮佈設許多自由場強震站，茲依據氣象局地球物理資料管理系統目前公布之測站資料，挑取其中5座離橋址較近之自由場測站擷取之加速度歷時資料進行分析，可得PGA和PGV值如表一和表二所示，其中各測站位置亦繪於圖一中。如表所示，本次地震在離七星潭大橋約3公里之嘉里國小HWA028測站與離花蓮大橋約兩公里之鹽寮HWA060測站皆量測到大於400gal之最大地表加速度，震度達7級。依據測站所量得之加速度，透過積分可發現HWA014和HWA019測站對應之最大地表速度(PGV)皆大於100m/s，這兩個測站則鄰近花蓮市三號橋和尚志橋，明顯的速度脈衝顯示此次地震為典型的近斷層地震。

以HWA028測站量測到之資料為例，圖二為地表加速度歷時兩次積分後所得之位移歷時。如圖所示，HWA028測站約有5cm之垂直向永久位移，而南北向和東西向則分別有30cm和10cm左右之永久水平位移。其他測站也可看到不同程度之永久位移。為了解本次地震和花蓮地區設計地震之差異，茲亦分別繪製HWA060和HWA028測站加速度反應譜與花蓮地區部頒公路橋梁耐震設計規範(交通部，2009)所制訂之設計反應譜進行比對於圖三和四中。其中設計反應譜包括設計地震反應譜與最大考量地震反應譜，地盤種類為第一類地盤。如圖所示，HWA060測站東西向反應譜在週期為0.5秒附近高於設計反應譜，南北向反應譜在週期為0.4秒和0.9秒附近也高於設計反應譜，HWA028測站之加速度反應譜則除了垂直向外，大致都小於設計反應譜。

2.2 場址附近位移

地震過後，內政部國土測繪中心與交通部



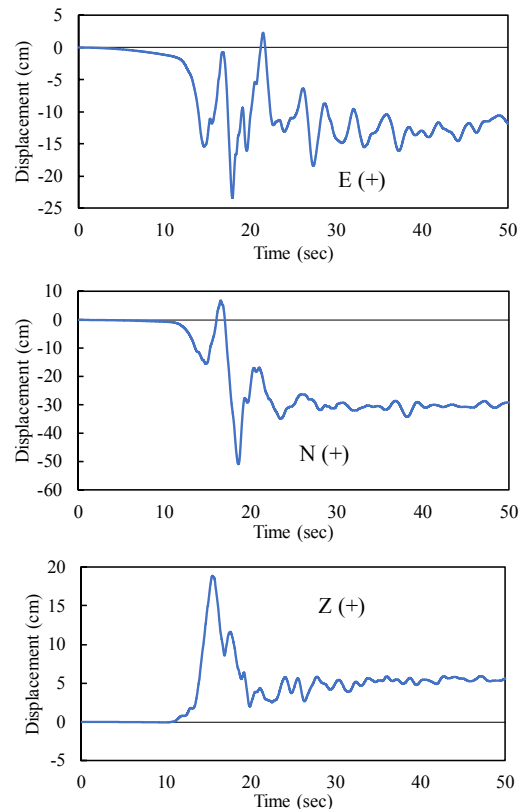
圖一 花蓮大橋與七星潭大橋和斷層分布關係圖

表一 花蓮地震各測站PGA值(單位:GAL)

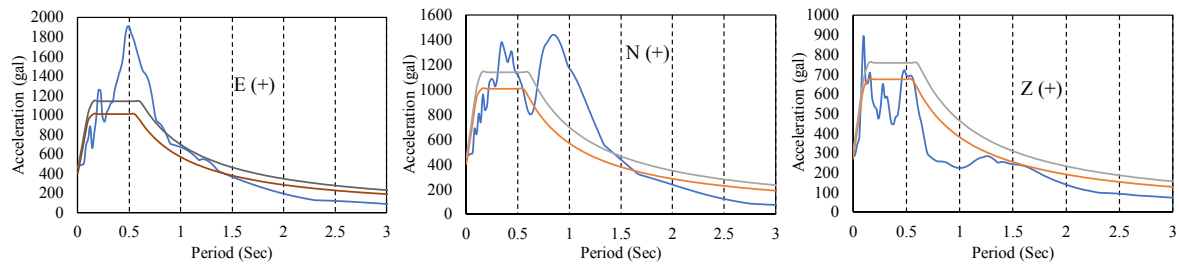
測站編碼	測站名稱	Z	NS	EW
HWA028	嘉里國小	414.84	253.46	275.05
HWA014	信義國小	397.08	218.82	316.99
HWA012	明聰國小	338.37	280.62	279.70
HWA019	花蓮氣象站	211.01	368.55	402.99
HWA060	鹽寮	280.76	462.55	477.90

表二 花蓮地震各測站PGV值 (單位:cm/s)

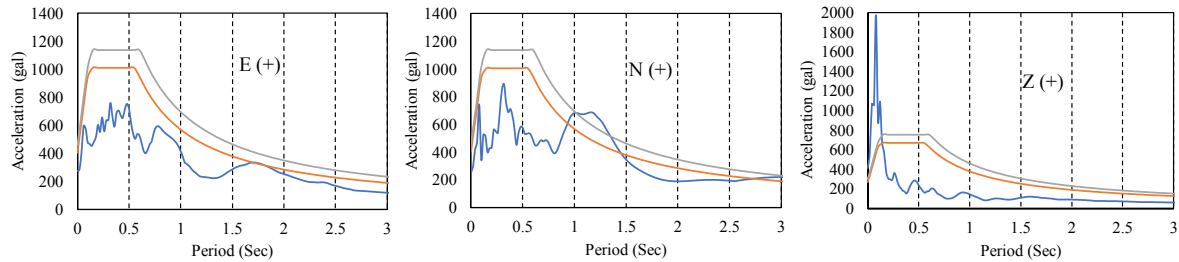
測站編碼	測站名稱	Z	NS	EW
HWA028	嘉里國小	14.68	51.81	31.83
HWA014	信義國小	25.85	55.19	147.76
HWA012	明聰國小	27.01	63.88	84.85
HWA019	花蓮氣象站	26.80	95.73	138.38
HWA060	鹽寮	31.17	58.42	50.40



圖二 花蓮地震HWA028測站地表位移歷時

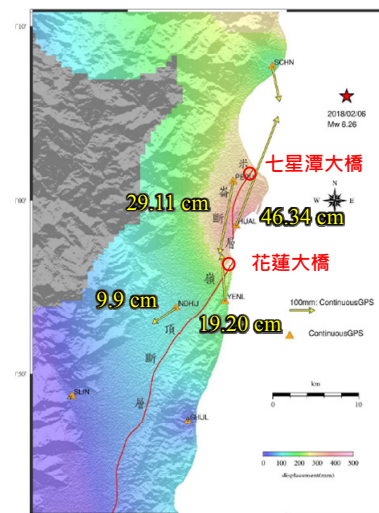


圖三 HWA060測站之加速度反應譜與花蓮市設計反應譜關係圖

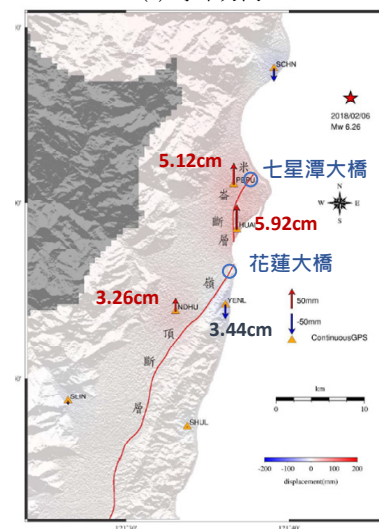


圖四 HWA028測站之加速度反應譜與花蓮市設計反應譜關係圖

中央氣象局及中央地質調查所等單位，蒐集建置於花蓮地區之衛星定位基準站震前及震後資料計算花蓮地區地震前後地表位移情形。圖五所示為中央地質調查所公布之花蓮地震地表位移圖(經濟部中央地質調查所，2018)，箭頭方向代表移動方向，箭頭長度代表位移量值。GPS連續追蹤站所測得最大同震位移出現於花蓮市的HUAL站(花蓮氣象站)，位於米崙斷層的上盤側，其同震抬升為5.92公分，同震水平位移為朝北偏東方向46.34公分，而位於此測站西北方米崙斷層下盤側的PERU站(北埔站)同震抬升為5.12公分，同震水平位移為朝南偏西方向29.11公分。顯示米崙斷層主要以左移形式為主，若以此兩站估算，米崙斷層兩側在沿北東方向之相對位移量70公分以上。此外，花蓮南側位於嶺頂斷層上盤側的YENL站(鹽寮東管處站)出現下陷3.44公分的同震變形，同震水平位移為朝北偏西方向19.2公分，下盤側的NDHU站(東華大學站)則呈現同震抬升量3.26公分，同震水平位移為朝西南方向9.9公分，故嶺頂斷層也是呈現左移運動形式。依據圖五之水平位移圖方向套繪到七星潭大橋和花蓮大橋所跨越斷層之兩側，如圖六所示，可知米崙斷層和嶺頂斷層大致分別垂直穿越七星潭大橋和花蓮大橋，而地表位移方向在東側為對橋梁行車向約60斜角往北推，西側則往相反方向南側移，另由圖五之同震位移值



(a) 水平方向.



(b) 垂直方向

圖五 花蓮地震地表同震位移圖

可發現兩個斷層上盤側(東側)位移皆較下盤側(西側)為大,所以猜測兩座橋最主要地表變形也是發生在上盤側。

三、花蓮大橋橋梁損傷

3.1 花蓮大橋簡介

花蓮大橋位於台11線海岸公路之花蓮縣吉安鄉及壽豐鄉路段,跨越花蓮溪,為前往花東濱海地區重要橋梁。橋址位於花東縱谷平原區木瓜溪出海口的沖積扇上,東側臨近海岸山脈處隨即轉換為丘陵地形,而根據中央地質調查所之臺灣活動斷層資訊網資料顯示,第二類活動斷層嶺頂斷層通過工址下方,為平移兼具逆衝斷層,斷層分布位置詳如圖一所示。

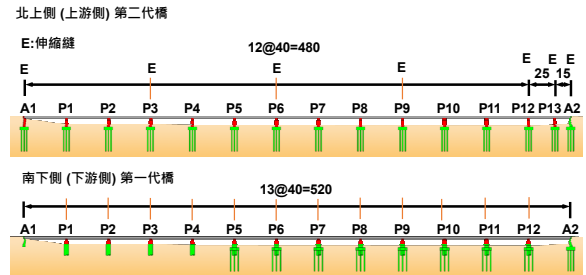
花蓮大橋結構體採南北兩線分離,南下線為第一代原始橋,北上線為第二代拓寬橋,兩座橋在結構上完全分離。民國102年已針對下部結構進行耐震能力補強,補強工項包括基礎板擴座補強、增樁補強、橋墩的RC包覆補強等,也在第一代帽梁上新增橫向止震塊。現況橋梁如圖七和圖八所示,相關結構配置如下:

1. 第一代原始橋之橋寬約8.1~11.45公尺(南下線),橋跨配置13@40m簡支梁,搭配齒型伸縮縫,橋長總計520公尺,於民國57年竣工完成。第一代原始橋上部結構為3支預力I型梁,支承為橡膠支承墊,下部結構為單柱圓形橋墩,而基礎為圓形沉箱基礎,但於民國102年在P5~P12沉箱側擴作基礎並增設基樁。

2. 第二代拓寬橋建於第一代原始橋之下游側(北上線),橋寬10.7~20.06公尺,橋跨配置12@40m + 25m + 15m簡支梁, P3、P6、P9、P12和P13上為齒型伸縮縫,其他橋墩上則以鉸接板連接橋面,橋長總計520公尺,於民國91年完成。A1~P12上部結構為6支預力I型梁, P12~P13上部結構為5支預力I型梁, P13~A2上部結構為配合進出口動線,以8支混凝土T型梁設置變橋寬橋面板,支承也是橡膠支承墊,而P1~P13下部結構均為單柱圓形橋墩,配置基礎板及樁徑1公尺之基樁,樁長約20公尺,另於民國102年完成橋墩RC包覆補強與基礎板擴座。



圖六 七星潭大橋與花蓮大橋永久位移方向推估圖



圖七 花蓮大橋配置圖



圖八 花蓮大橋現況圖(林正偉攝)

3.2 花蓮大橋災損情況

對於花蓮大橋震害調查部分,國震中心橋梁組組員於2月8日進行現場損壞調查時,橋管單位為因應緊急搶通作業,已逐步搶修部分橋台路面隆起、伸縮縫損傷、橋護欄破裂及路燈倒塌等現狀,並以管制方式開放南下線(第一代橋)為雙向通車狀態,北上線則仍限制通行。由於南下線屬於通車狀態,所以本次調查主要以徒步北上線橋梁(第二代橋)方式進行目視檢測,根據調查結果顯示(圖九),花蓮大橋兩側橋台進橋板均因推擠產生路面隆起, P3、P6、P13處伸縮縫僅有輕微損傷, P9、P12伸縮縫則因擠壓而嚴重受損,其餘橋面鉸接板處則有不同程度之裂痕,可見相鄰跨之上部結構於地震下應有不同程度之相對位移。

花蓮大橋受損最嚴重部位為P9到P12之橋面,如圖十所示,北上側二代橋P9伸縮縫上游側拉開,下游側擠壓,南下側一代橋P9伸縮縫亦是在上游側拉開,下游側擠壓,而

P10處北上側二代橋之橋面銜接板處遭推擠而隆起。2月8日進行災損調查時P10處橋面已進行刨除修復，但可由圖十一所示路面標線折點清楚看到橋面側移旋轉情形，由於此單元上部結構的位移，也使得P9到P10間北上側二代橋上游側之PC橋護欄全數剪壞(圖十二)。另由圖十三所示之標誌線與伸縮縫偏移可發現南下側P12處橋面產生相對側移約15公分，由圖十四所示北上側P12伸縮縫兩側橋護欄之偏移可發現北上側伸縮縫兩側橋面亦產生相對側移，且伸縮縫遭擠壓而突起。

圖十五所示為P9-P12橋面空照圖，圖面上可明顯看到P9-P10橋面旋轉情形，以及P12處鄰跨側移與擠壓情形。P12伸縮縫處在南向線(一代橋)呈現明顯偏移現象，齒型伸縮縫平移一個齒的距離(約15公分)，此偏移也造成伸縮縫處橋護欄錯開而破損。北向線(二代橋)橋面同樣也有偏移現象，偏移量較小，但伴隨擠壓，所以伸縮縫完全損毀。此外，由於橋面之側移，由圖十六可見P12處橫向止震塊損毀，但也由於上部結構之移動，和止震塊之協助消散能量，使得圖十七所示之下部結構並無明顯損傷。



圖九 花蓮大橋受損調查照片



圖十 花蓮大橋P9橋面伸縮縫損傷(林正偉攝)



圖十一 花蓮大橋P9和P10處橋面側移旋轉



圖十二 P9到P10間北上側二代橋上游側之RC橋護欄全數剪壞



圖十三 花蓮大橋P12南下側橋面側移約15公分



圖十四 花蓮大橋P12北上側伸縮縫處

3.3 花蓮大橋震損結果探討

配合圖五和圖六所示之斷層線位置與地震前後地表位移變化，推測此次花蓮大橋主要損傷原因為地震引發之巔頂斷層地表破裂穿越橋梁，地表破裂使橋墩和橋台間產生差異位移，並引致上部結構之相對移動，而不同跨間橋面之相對移動進一步引致伸縮縫之破損、止震塊之損毀與護欄之損傷等。圖十八所示為依據上述資料所推估之花蓮大橋橋址附近地表位移方向(圖示之箭頭方向)和橋梁之相對關係，其中，P9至P10上部結構於地震時有左旋情形，推測導因於斷層線剛好通過P9和P10橋墩間。地表位移方向為斷層上盤側(P10至A2橋台)向北上線側偏移，斷層下盤側(A1-P9橋梁)向南下線側偏移，故造成P9到P10間上部結構有左旋情形，也由於上盤側地表位移量較大，所以P10-A2之損傷相對較為嚴重。另者，由於地表位移方向並非和橋梁線型完全垂直，A2橋台處除遭受側向位移外亦伴隨推擠，且由於南北向橋梁在接近橋台處橋面相連，故勁度相對大的P12-A2橋面在地表位移的推力下呈整體左旋移動，造成P12伸縮縫兩側橋面之相對位移和北上線伸縮縫之擠壓。

四、七星潭大橋橋梁損傷

4.1 七星潭大橋簡介

七星潭大橋位處縣道193號道路上，為七星潭風景特定區段的聯外高架橋，主要聯繫舊臨潭橋段往南至四八高地間區域，主線含兩側引道路堤段，全長710公尺，採高架15公尺雙向雙車道設計，主橋上部結構為預力混凝土箱型梁，下部結構為單柱式橢圓型斷面橋墩，本橋於民國100年7月22日開工，102年10月25日完工通車。根據中央地質調查所之臺灣活動斷層資訊網資料顯示，橋址鄰近米崙斷層(詳圖一)。

圖十九為七星潭大橋主橋現況相片，茲另依現場勘查結果，繪製七星潭大橋主橋配置圖於圖二十。如圖所示，七星潭大橋主橋共三跨，總長約240公尺，包括2個振動單元。橋台A1至P1橋墩為簡支橋，支承為如圖二十一(a)所示之盤式支承，P1-A2橋台為兩跨連續剛構架曲



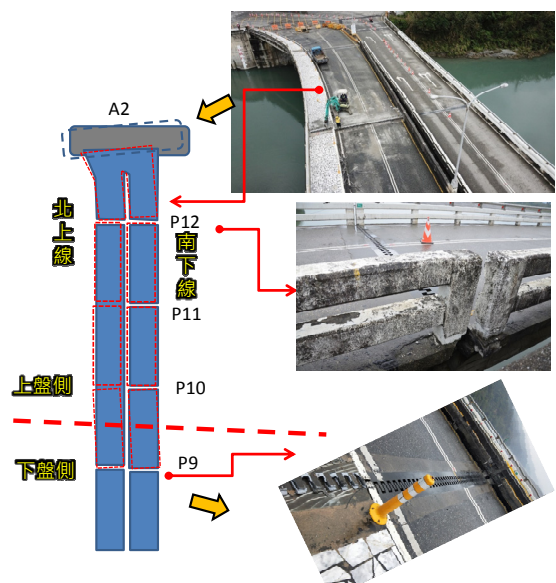
圖十五 花蓮大橋P9-P12橋面偏移情形(林正偉攝)



圖十六 花蓮大橋P12橫向止震塊損毀



圖十七 花蓮大橋P10-P13橋墩



圖十八 花蓮大橋震損原因示意圖

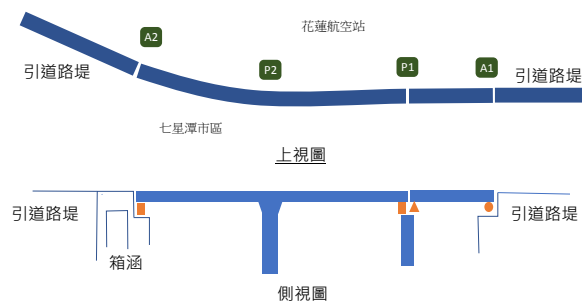
線橋，P2橋墩和上部結構為剛接，兩側P1和A2支承為如圖二十一(b)所示之雙向可自由移動之活動支承，為因應米崙斷層通過之疑慮，該支承為特殊設計之支承，地震時除可雙向移動外，支承高度亦可在地震後進行調整。

4.2 七星潭大橋災損情況

在地震過後，由於七星潭大橋A2側引道路堤橋面破損嚴重，橋梁主管機關第一時間即緊急封鎖進出道路並禁止通行，故完整保留震後受損狀態。由現場勘查發現，A2橋台順接路面部分地表破裂嚴重，左右兩側側車道路面如圖二十二所示亦具破裂情形，此地表破裂呈遭推擠而突起之樣態。圖二十三所示為A2橋台側引道路堤之背填土產生坍塌與隆起交錯現象，並引致圖二十四所示之A2橋台下方車行箱涵破損，箱涵後方引道路堤路面沉陷，隔音牆遭推擠變形。



圖十九 七星潭大橋現況相片



圖二十 七星潭大橋配置示意圖



(a) 盤式支承



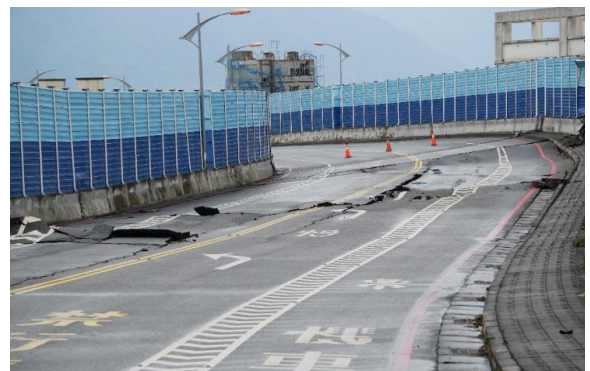
(b) 可調性雙向活動支承

圖二十一 七星潭大橋支承

圖二十五所示之現況P2橋墩則完全沒有損傷，主橋箱梁外觀目視上亦顯示完好，惟A2橋台至P2橋墩後方坡地有輕微滑坡現象。圖二十六所示為P1橋墩損傷情況。P1橋墩則因上構箱梁和橋墩側向止震塊之相互撞擊，側向止震塊產生剪力破壞，橋墩兩側保護層剝落，其中上行側(靠七星潭市區側)混凝土呈現大片剝落，鋼筋外露，所幸破壞皆在橋墩上方接近止震塊處，柱底並無任何彎矩裂縫，橋墩



圖二十二 七星潭大橋A2側側車道路面破裂



圖二十三 七星潭大橋A2橋台後方引道路堤



圖二十四 七星潭大橋A2側箱涵損傷，涵洞後方路堤沉陷，隔音牆遭推擠變形



圖二十五 七星潭大橋P2橋墩現況相片

行車向兩側亦無剪力破壞裂縫，顯示該破壞為因止震塊遭撞擊引致之損傷，而地震引致之上構慣性力因支承之滑動而並未傳遞彎矩和過大之剪力至橋墩主體結構。圖二十七所示為A1至A2主橋橋面狀況，如圖所示，A1橋台端與伸縮縫並無明顯結構體損傷，主橋A1至A2橋面、欄杆及護欄狀況大致良好，僅P1和A2伸縮縫處因支承滑動，兩側橋面產生相對側移而破損。

4.3 七星潭大橋震損結果探討

七星潭大橋最主要的損傷為A2橋台後方路堤路面的破損。配合圖五和圖六所示之斷層線位置與地調所公布之地震前後地表位移變化，推測此損傷原因為米崙斷層地表破裂推力引致A2橋台後方引道路堤嚴重受損。依據圖六所示之地表位移方向，茲於圖二十八所示之空照相片與圖二十九之示意圖標示對應之地表位移方向，由圖二十八顯示之引道路面破裂樣態和側車道地表裂縫可發現此破裂主要為位移推擠產生之壓擠破裂，此壓擠方向剛好對應地表位移方向。

在主橋部分，地調所公告之米崙斷層線剛好通過七星潭大橋P1-A2間，故此兩跨連續橋梁兩側之支承被刻意設計成雙向可移動支承，使得此單元橋梁在結構上和A2側橋台與P1橋墩完全分離，唯一地震輸入位置為P2橋墩，所以無論斷層通過A2-P1間或P1-P2間，此單元橋梁只會受到近斷層地震之影響，而不會受到斷層引致差異位移的影響，而依據附近HWA028測站資料所推得之水平向加速度反應譜小於設計反應譜(圖四)，所以主橋主結構之破壞輕微。另A2橋台和P1橋墩之損傷原因推測為如圖二十九所示之地表位移引致A2橋台往圖示箭頭方向推擠而碰撞到上部結構箱梁，故可見A2橋台右側止震塊遭推擠產生裂縫(圖三十a)，而P1側之支承明顯向市區側側移(圖三十b)應也是A2側和P1側地表位移方向相反所引致。另由圖三十(b)可發現P1橋墩左側之止震塊亦有破損情況，此觀察結果顯現A2-P1振動單元之上部結構於P1上方應於地震時發生明顯之左右振動，此反覆振動造成箱梁左右兩側反覆碰撞橫向止震塊，惟左側之位移反應相對



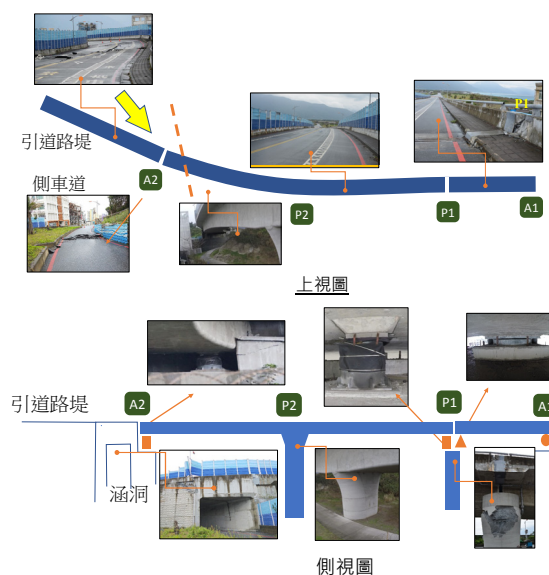
圖二十六 七星潭大橋P1橋墩災損現況



圖二十七 七星潭大橋主橋橋面損傷情形



圖二十八 七星潭大橋A2橋台後方引道路堤受損



圖二十九 七星潭大橋受地表位移方向示意圖

較小，所以止震塊的損傷也較輕微。至於P1-A1之簡支單元或許因結構週期剛好與地震主頻週期偏離而振動較小，所以相對碰撞的情況則較不明顯，支承也呈現完好狀態。

五、其他橋梁損傷

米崙斷層由花蓮縣七星潭海岸向南延伸至花蓮市美崙山西南側，長約8公里，米崙斷層除穿越七星潭大橋外，也穿越或鄰近花蓮市區數座跨美崙溪的橋梁，其中包括花蓮市三號橋與尚志橋，這兩座橋地震過後也因橋面嚴重受損而須緊急封閉交通，所以這兩座橋也涵蓋在本文中，這兩座橋址所在位置和米崙斷層的關係詳如圖三十一所示。

花蓮市三號橋位於國盛四街，為銜接尚志路及國民八街之市區道路，圖三十二所示為橋梁現況相片，橋梁總長約145公尺，最大跨距約35公尺，總橋跨數為5跨，橋面最大淨寬約15.3公尺，屬於預力I型梁橋，支承為合成橡膠支承，結構配置為簡支系統，下部結構為多柱式橋墩及樁基礎，於民國82年竣工。如圖三十一所示，雖然依據地調所公告的斷層線資料，米崙斷層並未直接穿越三號橋，而是沿著美崙溪左岸側路面向下延伸，但由圖三十三所示之調查相片，可發現在美崙溪右岸側堤外橋下國盛七街處之地表產生破裂，橋台受上部結構撞擊造成破損，橡膠支承墊移位，橋護欄、欄杆及伸縮縫均因推擠產生損傷。美崙溪左岸側橋台附近的橋護欄、欄杆及伸縮縫也有損傷，左岸側橋台外尚志路上亦有明顯的地表破裂現象，可見本橋損傷應也是斷層錯動穿越所導致。

尚志橋位於花19線及花蓮忠烈祠旁，東接尚志路、西通明禮路，橋梁總長約195公尺，最大跨距約40公尺，總橋跨數為5跨，橋面最大淨寬約22.8公尺，屬於預力I型梁橋，支承為合成橡膠支承，結構配置亦為簡支系統，但橋面板在跨河三跨以橋面鉸接板連接，堤防外兩跨中間橋面板亦連續，下部結構為多柱式橋墩，於民國90年竣工，圖三十四所示為跨河之三跨橋的現況相片。依據圖三十一可知斷層線直接穿越本橋，故本橋伸縮縫呈現不同程度之損傷，如圖三十五所示，尚志路端(左岸側)伸

縮縫處受上部結構推擠造成橋護欄破損，橋台破損、錯位，明禮路端(右岸側)橋台上伸縮縫拉開，上下橋面之人行道階梯嚴重破損，和主橋拉開，止震塊亦產生破損狀況。此災損狀況明顯為斷層通過所導致。

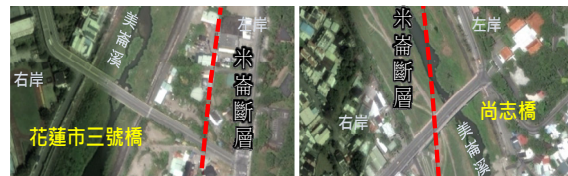


(a) A2橋台側向止震塊開裂



(b) P1橋墩支承側向位移，側向止震塊震損

圖三十 七星潭大橋支承損傷狀況



圖三十一 花蓮市三號橋和尚志橋與斷層關係圖



圖三十二 花蓮市三號橋現況照片



圖三十三 花蓮市三號橋調查照片



圖三十四 尚志橋現況照片



圖三十五 尚志橋調查照片

六、結論

本次花蓮地震後之橋梁勘災作業，計有鄰近嶺頂斷層之花蓮大橋，以及鄰近米崙斷層之七星潭大橋、花蓮市三號橋與尚志橋等四座橋梁。其中除七星潭大橋外，另三座橋皆為簡支橋梁型式，且支承為合成橡膠支承墊，所以破壞行為類似，主要破壞原因為斷層錯動之差異位移，此差異位移導致支承滑動，上部結構側移、橋護欄損傷、伸縮縫損傷和橋台與止震塊破損等，但也因上部結構之滑動而使地震力不致傳至下部結構，所以下部結構大致良好，另外也由於本次地震斷層走向約略和橋梁行車向呈垂直走向，故行車向不致因為過大位移而落橋，而垂直行車向因橫向止震塊之消能與防落功能，也使得上部結構不致產生過大側移。七星潭大橋為考慮跨斷層而特殊設計之橋梁，依據現場勘查結果，判斷在此次地震作用下，特殊設計之支承確實可提供隨著地表相對錯位而自由移動之功能，降低下部結構位移量需求，從而可避免橋墩的嚴重損傷，但由於本橋為曲線橋，設計也較為特殊，在設計圖不易取得之狀況下，難以完整解析橋梁破損原因以及橋梁於本次地震下之實際行為，本文之分析僅為依據現場所觀察到之現況配置所進行之推測。

基於本次橋梁震損調查可發現橋梁因斷層通過引致之橋梁震害有別於一般地震。一般而言，由於跨斷層橋梁需承受斷層錯動引致之差異位移的影響，所以在設計上建議橋梁之設

置須避開斷層線，但有時因斷層線位置不易明確判斷，或因其他特殊因素，而無法避免在斷層線上或附近建造橋梁時，應朝向提高位移容量，以及避免落橋等目標對跨斷層橋梁進行設計或補強，可能做法包括改用彈性支承或隔震支承等以提高位移容量；主梁連續化、加強防落設施之配置、提高防落長度等以避免落橋，惟不同設計之選擇仍須仰賴個別工址更詳盡之資料分析，如鄰近斷層未來可能錯移量與錯動型態等，才能進行合理判斷與決策。

參考文獻

- 經濟部中央地質調查所(2018)，「20180206花蓮地震地質調查報告」。
- 交通部 (2009)，「公路橋梁耐震設計規範」，中華民國政府出版品。