

發行人：蔡克銓

本期主編：洪曉慧、林詠彬

發行所：財團法人國家實驗研究院

國家地震工程研究中心

地址：台北市辛亥路三段 200 號

電話：(02)6630-0888 傳真：(02)6630-0858

網址：<http://www.ncree.org.tw>

九十八年十二月出版

八十一年三月創刊·季刊

行政院新聞局版臺誌第 10286 號

中華郵政北台字第 4690 號執照登記為

雜誌交寄

目錄

● 專題報導

高科技橋梁檢測系統建置 1

● 研究動態

斜張鋼纜風雨穩定性評估--
以集鹿橋為例 3

● 勘災報告

八八水災高雄及屏東地區橋梁勘災結果 5

● 研討會

橋梁耐震評估及補強準則草案講習會 6

第六屆台美日自來水耐震研討會 7

鋼結構與隔減震技術研討會 7

● 中心活動

2009 抗震盃國際邀請賽 8

● 國際交流

2009 建築物耐震設計國際訓練班
(ITP2009) 8

專題報導

高科技橋梁檢測系統建置

一、前言

颱風洪水沖刷對橋梁之災害防制非常急迫與重要，98 年 8 月莫拉克颱風造成台灣中南部地區一百多座橋梁斷裂，40 多座交通部公路總局管轄的橋梁斷裂，橋梁受創極為嚴重，其中雙園大橋有 16 座橋墩被沖垮，橋面斷落 460 公尺，造成車輛墜河，民眾傷亡失蹤；97 年 9 月辛克樂颱風導致台中后豐大橋、埔里牛眠橋、嘉義五虎寮橋及高縣甲仙大橋等四座主要公路橋梁倒塌，后豐橋因封橋作業不及導致人員傷亡。颱風豪雨不僅沖蝕河床與海岸，危害跨河構造物與港灣海岸結構，並且影響河川與海岸國土地貌地形遷移變換，亦且造成土石流與都市積淹水，嚴重威脅人民財產生命安全，應用高科技進行防救災，為政府與學界所重視，因此，如何確保橋梁於颱風豪雨洪水侵襲中仍能確保其功能性，減少橋梁倒塌災害發生，並儘早發出橋梁危險訊號示警與橋梁危險即時警報，提供交通養護管理單位工程人員儘速採取適當措施應變，減低災害發生及防止二次災害發生，有賴於沖刷即時監測的開發研究與驗證，與其相關監測資料的判讀，分析橋梁的穩定性，評估橋梁安全。

因地形關係，台灣地區四分之三都是山地，台灣地區河川坡陡流急、地質脆弱，加上地震頻繁及颱風豪雨造成河川豐枯流量懸殊及河道輸砂量產生極大變化，導致河道產生強烈沖淤變化，河床沖蝕極為嚴重，深水河槽容易變遷，威脅橋基穩定性。橋基之洪水災害除與豪雨洪流沖刷有密切關係外，亦與上游集水區之山林水源環境、沿河流域之河川環境、橋址附近地形與地質環境、橋址之周邊水力環境、乃至於橋梁本身之構造條件等因素息息相關。近十餘年來，因經濟與交通之發展，河床興建各種蓄水、攔砂壩及橋梁等跨河構造物，除導致河川下游段砂石補充來源大幅減少外，亦影響跨河構造物安全，如未整體性的就氣象因素、地形地貌、水利、水文、水理及結構體等等進行詳細考量規劃，除造成土石崩落、河川水理條件改變，亦將造成跨河構造物尤其是橋梁之損壞。

再者，更由於台灣砂石供應體系始終是以開採河川砂石為主要來源，河川砂石之年平均生產量約佔砂石總生產量 93 % 以上，河床砂石經歷長期以來之過度使用，已然造成西部各大流域中下游之主河道河床高程的嚴重下降，影響河道穩定性，威脅橋梁安全。根據調查統計，自 85 年到 91 年橋有 68 座橋梁因沖刷災害受損，可見橋梁沖刷安全問題極為嚴重，近年來因為氣候變遷問題，颱風洪水將越來越多，對台灣地區尚未修建或改建之老舊危險橋梁的威脅也會越來越嚴重，亟需嚴正面對此一問題。自 2000 年八月高屏大橋沖刷斷裂後，監察院調查報告即要求橋梁管理單位就所有重要橋梁加強安全監測，裝設相關監測系統，以維護橋梁安全，當初顧問儀器公司所裝設之監測技術與系統因侷限於舊有之傳統系統，其功能過於簡易並常出現誤報，造成公路使用單位許多困擾。本計畫藉由無線通訊技術與微機電感測元件之進步，研發現地橋梁無線感測網路監測，希望對危險老舊橋梁之地震與沖刷危害提供技術支援。完善的監測與預警系統，可以即時監測橋梁地震與橋墩基礎安全與河床沖刷變化情形，及早察覺橋梁缺陷，使橋梁損壞能及時預警與處理，維護橋梁

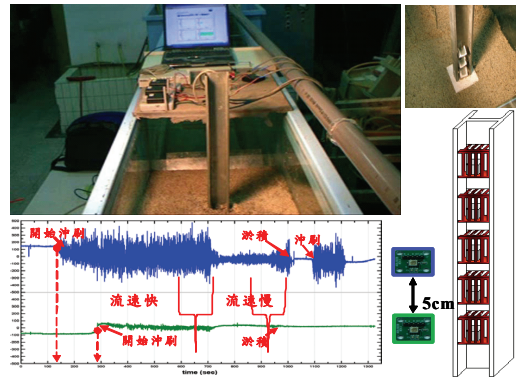
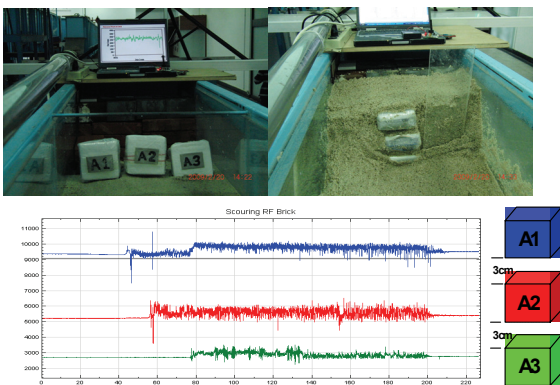
工程颱風洪水安全與健全運輸功能，防止災害發生，避免損壞持續惡化與擴大，甚至造成二次災害。

二、大甲溪國道高速公路橋梁安全監測系統建置

水文水利資料，包括周遭環境之變遷，與河道河槽之變異息息相關，因此歷年之河床斷面資料、河床保護工之設置，橋墩基礎之補強等，應加以蒐集、整理分析；國道 1 號及國道 3 號大甲溪橋，國道 1 號大甲溪橋之位置在后里鄉與神岡鄉之間，而國道 3 號大甲溪橋則位於清水鎮與外埔鄉之交界處。大甲溪流域位於台灣中西部，北面為大安河流域，南與烏河流域相鄰，流域面積廣達 1235.73 平方公里，為全省流域面積第三大之河川，而河道之平均坡降為 1/39，主流全長約 124.2 公里。

橋梁發生倒塌斷橋前，往往經歷數次颱風暴雨之沖刷，且由於河岸之側向侵蝕崩退、河道之深槽移動等河道流路變遷，橋址上下游河岸變遷與高灘地逐漸崩退之現象，而造成橋梁基礎嚴重裸露的沖刷歷程，進而導致原埋置於高灘地內之橋基嚴重裸露。沖刷裸露橋基將引致橋基之穩定度降低或穩定失衡，產生傾斜、移位或下陷、崩塌損毀的情事。亦因此，於施行現地沖刷監測之前應就橋梁災害歷史成因的深入瞭解、進行橋梁沖刷潛勢與流路變遷趨勢之評估，並預先模擬監測預警系統以偵測橋梁的沖刷與變位情形，據以研判橋梁之狀態，以在颱風沖刷歷程中採行相關緊急應變處置作為，進而確保橋梁與行車安全，研發並建立高科技橋梁檢監測系統，在斷橋災害發生前，橋梁管理單位能先行採取應變處置措施，以確保用路人之生命安全，實乃極為重要之研究課題。

傳統上河床沖刷常於河床藉由挖土機具於河床埋設不同高度的磚塊，當河床沖刷時帶走河床鋪設的磚塊，並於洪水過後再於埋設磚塊位置，利用挖土機具開挖，藉由洪水沖刷後留存的磚塊數目與高度據以判別當次洪水沖刷深度，此一方法極為簡便，但因河床深槽區常為水流區域，機具於河床挖掘極為不便且危險，施工尚有其不便處，因此本研究藉由無線傳輸經年積累的经验，研發震動式無線漂浮磚及 H-beam 沖刷磚，本試驗概念是以無線網路接收漂浮磚及 H-beam 沖刷磚發出的訊號方式，來監測河川橋墩基礎沖刷深度。試驗結果如圖一所示，感測器都依沖刷深的先後順序浮出水面或於 H-beam 沖刷磚顯示洪水沖刷及淤積深度，並透過無線網路的方式傳送到接收端，即時顯示橋墩沖刷裸露狀況。



圖一 無線漂浮磚與沖刷磚之淤沙和沖刷歷程

本計畫已於大甲溪國道一號 P6,P12 及三號 P24,P28 高速公路橋墩基礎安裝光纖感測系統、微機電壓力計感測系統、無線漂浮磚、無線沖刷磚等相關沖刷監測系統以及加速度震動反應、傾斜計、沈陷計和水位計、流速計等即時監測系統(圖二)，未來即可透過網路視訊資料即時觀看現地橋墩基礎沖刷情形，並透過結構計算評估橋梁穩定安全，即時發出預警。



圖二 大甲溪國道一號及三號高速公路橋墩基礎監測系統安裝

三、結論

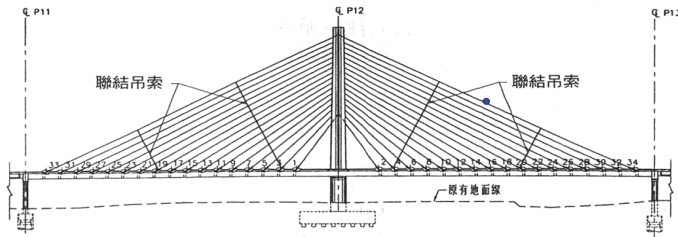
無線網路微機電感測器沖刷監測系統，無線網路通訊技術及嵌入式系統的蓬勃發展，使無線感測網路已成為未來感測與控制系統的主流，無線網路微機電感測器沖刷監測系統除大幅提升使用及安裝的便利性外，其軟硬體設備成本也隨著技術提升及市場擴張逐年下降極具競爭優勢。無線感測網路與微機電感測器可達成大量佈建感測器的目的，可同時整合不同的感測器於同一晶片（例如加速度計、溫度計、濕度計、壓力計、風速計、GPS...等），低成本、低耗電、體積小、佈建容易、網路自癒能力，並具遠端雙向同步監控能力、程式化、可動態組成，並可傳送現地即時影像等特性，無線感測網路架構整合微機電製程感測元件應用於結構監測預警系統，對國家之防災、減災與救災的貢獻極大。本研究藉由無線網路微機電感測器沖刷監測系統研發可即時監測水位、沖刷深度、洄淤及現地流域流況，適合用於現地進行預警監測。當達預警資訊時，此系統可即時自動傳送相關訊息於相關人員，以採取適當應變措施，減少國人生命財產之損害。

研究員 林詠彬

一、前言

集鹿斜張橋位於南投縣集集鎮與鹿谷鄉之間，橋跨濁水溪，外觀造型如圖一所示，跨徑 120m+120m、橋面寬度 24m（四車道）、單塔柱（塔高 58m）、雙索面扇狀（17 組，每組 4 索，共 68 索鋼纜）。原設計以聯結吊索縮短鋼纜自由振動長度，減低鋼纜風雨振動程度，但考慮跨徑僅 120m+120m，風雨振動程度可能不若長跨斜張橋的情形嚴重，且聯結吊索對橋梁景觀影響衝擊甚大，是否確有必要對本橋施作聯結吊索工程，一直未有定論。

模態阻尼比的過程。置於 R33 鋼纜一處的加速度計（圖四），施作拉與快放實驗，經訊號處理，可得到各模態的歷時曲線，例如圖五為 R33 鋼纜第一模態歷時曲線。

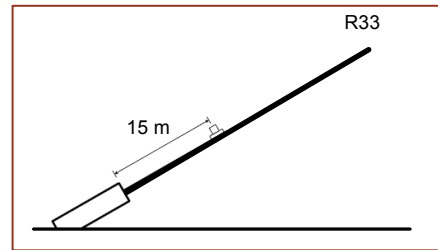


圖一集鹿斜張橋外觀造型與聯結吊索設計

國外案例顯示，風雨效應可導致斜張鋼纜強烈振動，造成導管破壞（圖二），及加速端錨系統與防蝕鋪材料破壞，縮短鋼纜服務壽命，尤有甚者，鋼纜撞擊橋面造成橋面破壞。因此，本研究藉由鋼纜的強迫振動實驗及於颱風天觀測鋼纜來振動評估鋼纜風雨穩定性，經由現地試驗與實測記錄，釐清工程疑問。



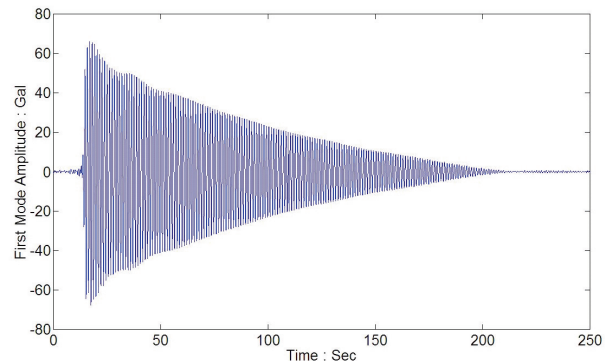
圖三 施加拉力，釋放扣環，造成鋼纜振動



圖四 加速度計置於 R33 鋼纜上



圖二 斜張橋導管破壞（國外橋梁案例）



圖五 R33 鋼纜上第一模態時間域的振動訊號

二、鋼纜強迫振動實驗

目前鋼纜強迫振動實驗方式有二：(1)使用斜張鋼纜起振器 (cable exciter system)，(2)施作拉與快放實驗 (pull and quick release)。國內目前沒有斜張鋼纜起振器系統，因此本研究使用拉與快放實驗來求鋼纜的阻尼參數，以評估鋼纜風雨穩定性。拉與快放實驗是將鋼繩綁縛在高處的鋼纜上，之後鋼繩利用扣環扣在橋面版上，然後施加拉力，再快速釋放扣環，引起鋼纜的自由振動，如圖三所示。本實驗的對象一共有六鋼纜，分別是編號 R33、R31、R29、R27、R25 及 R23。

四、鋼纜模態阻尼分析

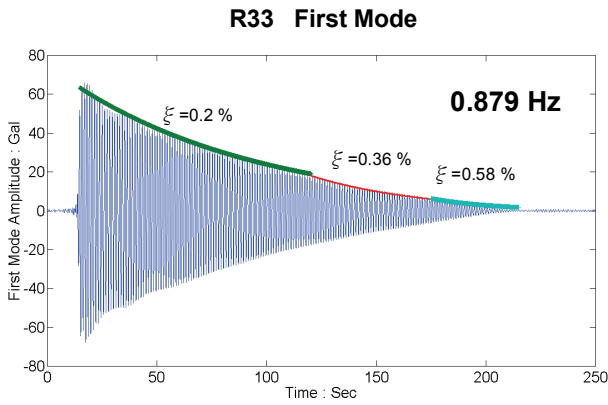
分析圖五自由振盪衰減過程之等效阻尼值，本節應用單一振子自由振盪衰減通式：

$$u(t) = (A \cos \omega_D t + B \sin \omega_D t) \exp(-\xi \omega t)$$

上式指數項中的 ξ ，決定了衰減包絡線的衰減快慢程度，分析圖五，得圖六結果：大振幅時，阻尼比 0.2%；中振幅時，阻尼比 0.36%；小振幅時，阻尼比 0.58%。此實驗結果發現，阻尼比隨振幅增加而減少，所以當評估鋼纜風雨穩定性，使用微量量測或小振幅的強迫振動，將嚴重高估阻尼值，也就是說將高估鋼纜的抗風雨能力。

三、鋼纜振動訊號

鋼纜振動訊號分析的目的在於求得各振動模態的阻尼比，以作為鋼纜風雨穩定性評估所用。以 R33 鋼纜為案例，分析各振動



圖六 R33 鋼纜上第一模態時間域阻尼分析



圖七 2008/07/28 鳳凰颱風侵台路線圖

五、鋼纜風雨穩定性評估

根據 PTI (Post-Tensioning Institute) 研究報告, 文獻[1], 當 Scruton Number Sc 大於 10 時, 風雨振動發生機率即相當低; 當 Sc 小於 1.7 時, 風雨振動一定會發生。

$$Sc = \frac{m\xi}{\rho D^2}$$

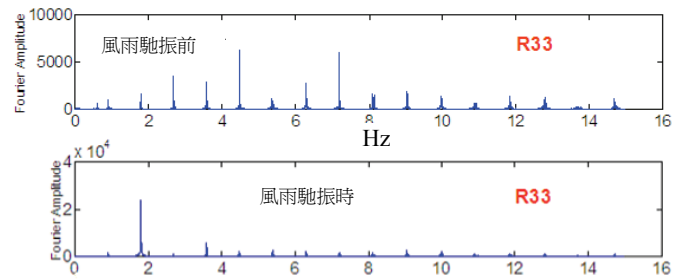
其中 m 為單位長度質量; ξ 為阻尼比; ρ 為空氣密度; D 為鋼纜直徑。表一列出 R33、R31、R29、R27、R25 及 R23 鋼纜各模態 Scruton Number 值。從表一發現, 本橋鋼纜抗風穩定性不足, 鋼纜好幾個模態的 Scruton Number 值接近 1.7, 甚至此 1.7 還要小, 依據 PTI 研究報告, 風雨振動一定會發生的。

表一 R33、R31、R29、R27、R25 及 R23 鋼纜各模態 Scruton Number 值

Mode	R33	R31	R29	R27	R25	R23
1 st	1.86	2.72	3.31	2.48	2.5	3.19
2 nd	1.12	2.96	2.6	2.48	2.5	
3 rd	1.21	2.96	1.89	5.43		
4 th			8.03			

六、颱風天鋼纜風雨穩定性觀測

除前述「拉與快放實驗」取得阻尼比以檢討集鹿橋鋼纜風雨穩定性之外, 本研究於颱風天實地觀測鋼纜風雨振動情形。圖六為 2008/07/28 鳳凰颱風侵台路線圖, 颱風所帶來的風雨確實引起 R33 等鋼纜發生了風雨馳振的情形。2008/07/28 下午 3:29, 風向為南風, 風速約 11 m/sec, 現地觀察 R33、R31 鋼纜沒有發生了風雨馳振的情形。2008/07/28 下午 18:35, 風向為南偏西 40 度, 風速約 13 m/sec, 現地觀察 R33、R31 鋼纜發生了風雨馳振的情形。圖七為上述兩時段, R33 鋼纜振動訊號頻譜圖, 從圖中發現, 風雨馳振前, 能譜散佈在各模態上; 風雨馳振時, 能譜集中在第二模態。經由颱風天實地觀測鋼纜風雨振動情形, 驗證了本斜張橋鋼纜風雨穩定性不足情形。



圖八 風雨馳振前與風雨馳振發生時, 能譜改變的情形

七、研究結論

「拉與快放實驗」與「颱風天實地觀測鋼纜風雨振動」, 驗證了集鹿張橋鋼纜風確實有雨穩定性不足情形。為抑制風雨馳振現象, 原聯結吊索設計應予設置, 或考慮其它抗風補強設計(例如加置阻尼器)。台灣位處多颱風地理位置, 斜張橋斜張鋼纜風雨不穩定的自然現象, 國內相關的工程界宜留意。

參考文獻

- [1] Post-Tensioning Institute (PTI) "Recommendations for Stay Cable Design, Testing, and Installation," 1993.

副研究員 李政寬

一、前言

莫拉克颱風於 98 年 8 月 7 日至 8 月 10 日在台灣南部地區降下 2686 公釐驚人雨量，其所帶來之豪大雨致使南台灣山區引發大規模洪水及土石流，6 縣市嚴重受創，經濟損失達新台幣 1000 億以上，計有 45 人死亡、153 受傷、464 人失蹤。橋梁受損部份約 110 餘座，其中，省道計有 52 座橋梁毀損，以雙園大橋斷橋長達 460 公尺最為慘重。八八水災後，國科會基於災害調查及資料保存的目的，由土木學門特地邀請相關領域的學者專家，從坡地、水利、海岸、橋梁等項目，進行實地勘災。本中心亦受邀協同台灣大學及公路總局人員進行高雄及屏東部份地區之橋梁勘災作業，調查結果期能減少未來類似災害損失併蒐集相關研究課題。

二、勘災行程與人員規劃

本次屏東縣風災毀損橋梁勘災作業分為兩個梯次，參與人員包含台灣大學張國鎮教授、周中哲教授、台北科技大學宋裕祺教授、屏東科技大學蔡孟豪教授、公路總局東西向高南區工程處郭拱源處長、國家地震工程研究中心林詠彬研究員、洪曉慧副研究員、劉光晏專案副研究員、李路生副技術師、台灣大學盧智宏博士生及蔡木森博士生等。勘災行程規劃如表一所示，調查表如表二所示，紀錄河川與地質現況及檢測人員意見。

表一 八八水災高雄及屏東地區橋梁勘災規劃

勘災日期	勘災人員	橋梁名稱
2009/8/21 (五)	張國鎮、郭拱源、周中哲、林詠彬、李路生、盧智宏	泰義橋(大後部落連絡道路 3K+182M)、台 24 線一號橋(台 24 線 32 K+890M)、口社橋(屏 29 線 4K+550M)、瓦魯斯溪大橋(大後部落連絡道路 10K+980M)、雙園大橋(台 17 線 248K+500M)、新旗尾橋(台 3 線 408k+940M)。
2009/9/02 (三)	郭拱源、宋裕祺、蔡孟豪、洪曉慧、劉光晏、蔡木森	泰義橋、台 24 線一號橋、口社橋、新旗尾橋、雙園大橋、義林大橋(屏 110 線 14K)、來義大橋(屏 110 線 12K+727)、口社大橋(縣 185 線 14K+700M)、林邊溪橋(屏東線 54 K+793M)、林邊大橋(台 17 線 263k+556M)、旗尾橋(台 28 線 30k+500M)。

表二 八八水災橋梁勘災調查表

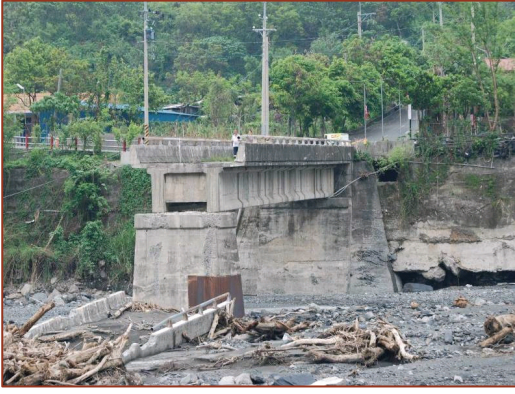
1	河川與地質現況	河道匯流
2		河道束縮或保護工未合攏
3		橋址位於河道彎道處
4		是否為辮狀河川
5		是否緊鄰山崖
6		主河道斷面不足(如橋台突出於河道、河道堵塞等)
7		基礎裸露並有沖刷現象
8		河床局部坡度陡急或橋梁靠近河床陡峭之山區
9		上下游河中構造物(河床保護工)
10		河川護岸有無沖刷崩塌之情形
11		跌水或水躍沖刷現象
12		橋基或保護工受流石或流木撞擊、磨損狀況(需拍攝橋墩基礎現況)
13		橋台與堤防交界是否損壞
14		土石流材料
15	檢測人員意見	工程單位之復建方案
16		橋梁破壞原因或未破壞原因研判
17		未來研究方向

三、橋梁損壞原因初步探討

莫拉克颱風 8 月 8 日的單日降雨量，總計有 14 個雨量站超過 1,000 毫米，60 個雨量站超過 600 毫米；高屏山區 8 月 7、8 兩天的降雨量，等於或超過了年平均降雨量。由於破紀錄的降雨量，大面積崩塌及超過 1,000 處以上的大小崩坍與河道沖刷，產生巨大衝擊力，其瞬間過大洪水及河流夾帶巨量土砂為本次橋梁損毀之主因。以下就上游及中下游之橋梁可能破壞原因說明如下：

上游橋梁毀損原因主要是受到土石流危害，其損傷部位大多為河岸護坡，尤其是位處野溪附近的橋梁備受土石流威脅。橋墩經土石流撞擊，如橋台突出河道，橋墩間的通水面遭流木阻塞，導致水道淤積致使水流力道過大推倒橋墩。另跨距短之橋梁當土石堆積佔據河道，造成橋下河道淤積導致水面迅速上升，當水面超過橋面高度時，水的浮力效應亦可能導致橋梁上部結構漂移原位，再加上水流強力沖擊下而造成橋梁毀損。橋梁損壞情形如圖一、圖二所示。

中下游側橋梁毀損主因為水流對於河床或橋臺的沖刷所造成，在洪水快速流動下，部份橋梁的墩基處出現河床邊坡大量掏刷且較深的局部沖刷現象，再加上水流的強力沖擊、以及浮木、飄石等撞擊墩柱導致橋梁損毀。橋梁損壞情形如圖三、圖四所示。



圖一 泰義橋損壞情形(張國鎮拍)



圖二 口社橋損壞情形(盧智宏拍)



圖三 旗尾橋損壞情形(劉光晏拍)



圖四 雙園大橋損壞情形(洪曉慧拍)

四、結語

八八水災短期內的豪大雨所致之瞬間過大洪水造成局部沖刷或土石堆積是造成本次橋梁災害主因。因河流域特性不同，建議針對上游橋梁應同時考量各種不同環境因素整體治理，採用「橋河共治」或「山河橋共治」的方向進行規劃。對於現有橋梁土石淤積問題應盡速辦理疏濬工程，復建時橋址應盡量迴避土石流敏感區，採用大跨徑配置減少橋墩數目。下游橋梁則除提升橋梁耐洪能力外，亦應積極開發「減沖促淤」工法，並針對上游降雨與中下游洪水關係及橋梁基礎沖刷監測進行持續性研究。此外，擴大跨距減少深槽區落墩之長跨距橋梁亦應考量方向之一。

目前封橋標準程序係以水位距橋面版之距離為依據。然而本次 88 水災部分橋梁倒塌時洪水位並未達封橋標準，顯示目前作法有進一步改進的必要。此外，未來宜針對各流域特性，透過現地監測建立不同河系之沖刷深度，以作為橋梁設計的依據，強化橋梁抗洪能力。另為加速山區救災，宜開發輕量化複合材料輕便橋，迅速提供災時道路救援功能。

專案副研究員 劉光晏
副研究員 洪曉慧

研討會

橋梁耐震評估及補強準則草案講習會

本中心於 98 年 10 月 23 日(二)假本中心 101 會議室舉辦橋梁耐震評估及補強準則草案講習會。本會議係屬交通部公路總局委託研究案「橋梁耐震評估及補強準則之研究」，由本中心張國鎮組長擔任計畫主持人所研擬之成果說明，提供公路總局辦理橋梁耐震評估及補強作業之參考。本會議邀請公路總局張仁德總工程師擔任貴賓，台灣世曦工程顧問公司張荻薇總經理擔任主持人，講習對象以該局所屬單位為主，包含一工處、二工處、三工處、四工處、五工處、西濱北工處、西濱中工處、西濱南工處、重橋處、新工組、養路組等，合計 37 名。受邀講員有台大土木系張國鎮教授、蔡益超教授、台北科技大學宋裕祺教授、本中心柴駿甫研究員、洪曉慧副研究員、劉光晏專案副研究員、台灣世曦工程顧問公司吳弘明經理、戚樹人工程師、陳彥豪工程師。議題涵蓋：公路橋梁耐震評估及補強技術之發展與演進、準則總則、地震需求、耐震能力初步評估、耐震能力詳細評估、結構與防落

系統補強、結構構材補強設計、基礎裸露評估，及耐震評估示範例一與耐震補強示範例二等，共 9 個場次。如欲取得講習會將關內容歡迎與作者聯繫。

專案副研究員 劉光晏



圖一 講習會實況

第六屆台美日自來水耐震研討會

第六屆台美日自來水耐震研討會(The 6th Taiwan-US-Japan Workshop on Water System Seismic Practices)於2009年10月14-15日於本中心舉行。有鑒於自來水系統的重要性及近年國際間大規模地震對於都會區供水設施的破壞與影響,美、日等先進國家對於自來水系統的耐震性能與震後應變研究一向是不遺餘力。透過美國自來水研究基金會(Water Research Foundation, USA)與日本水道協會(JWWA, Japan Water Works Association,)作為平台,美、日兩國自1999年開始每兩年輪流舉辦「自來水耐震研討會」,就自來水耐震分析、風險評估管理、震後應變恢復、震害經驗與防治技術等相關議題進行交流。台灣代表自第三屆開始即積極參與活動,並成功爭取成為三方研討會以及取得本屆主辦權。

本屆研討會主辦單位為中華民國自來水協會(Chinese Taiwan Water Works Association),協辦單位為本中心與國家災害防救科技中心,與會人員共有近百人,包含13位與20位來自美、日的專家學者,國內參與人員則來自經濟部水利署、台北自來水事業處、台灣自來水公司以及各大工程顧問公司等。研討會共有37篇論文發表,分別安排 Keynote Speeches、Seismic Mitigation Measures、Seismic Analysis, Design and Retrofit、Seismic Risk Analysis, Assessment and Management、Emergency Response and

Recovery 等不同場次。第二天下午主辦單位安排專題討論並備有三方同步口譯,討論主題為自來水系統災後營運持續管理(BCM, Business Continuity Management),各方專家學者紛就相關技術與經驗熱烈交換意見。此外,16-17日亦安排考察行程,地點依序為自來水博物館、石岡壩、豐原淨水場、921地震教育園區、翡翠水庫、直潭淨水場等。本研討會之論文集已以中心研究報告形式出版(報告編號 NCREE-09-019),歡迎查閱參考。

副研究員 劉季宇



第六屆台美日自來水耐震研討會講員合影

鋼結構與隔減震技術研討會

國家地震工程研究中心與中華民國地震工程學會於2009年10月9日,假台大應力所國際會議廳共同舉辦「鋼結構與隔減震技術研討會」。會中由國震中心蔡克銓主任與日本東京工業大學和田章教授等人,向近150名來自工程界與學術界先進,與國內大專院校學生,分享近年來在國內與日本在鋼結構與隔減震技術方面的研究成果與工程經驗。會中演講內容包括:鋼結構塑性變形與耐震設計關係與特性、日本與台灣在鋼結構建築與隔震減震建築之設計與施工經驗、國內隔震之研究與應用情況、及國家地震工程研究中心在鋼結構耐震技術方面之研發與推廣應用情形。

研討會議程共進行八場專題演講,上、下午分別四場。上午著重於鋼結構建築之耐震設計原理與實務經驗介紹,其中分別由日本和田章教授介紹“結構工學的科學--塑性變形與鋼結構建築之耐震設計”,藉由實際的鋼結構建築耐震設計實例,闡述基本的塑性變形於現階段耐震設計原理中之定位,並說明建築物在確保耐震性能下,對鋼材塑性變形能力的想法;國震中心蔡克銓主任介紹國震中心近年來在鋼結構耐震技術方面的研發與推廣應用狀況,其中包含近期國震中心新研發的實驗技術成果、多功能多軸向試驗系統(MATS)的功能與建置經驗,與同心斜撐構架及鋼板剪力牆等新型建築耐震結構系統之相關研發成果;日本新日鐵株式會社白井貴志室長,針對該公司在日本近期所承攬,表現特殊設計意匠建築空間之鋼骨工程的製造與施工經驗,做一系列的實例介紹;最後傑聯國際工程顧問有限公司張敬禮董事長,以“目前國內鋼結構設計之垂直載重系統與側向載重系統之設計原理及實例”為題,發表其建築結構設計理念。

下午議程則聚焦於日本與國內隔減震技術之近況與發展,依

序由日本中澤昭伸先生說明日本隔制震結構的設計原理及流程,與目前發展現況;台灣大學土木系張國鎮主任介紹隔震建築在中間層隔震結構議題之近期研究與應用,中間層隔震的應用可大幅減少基礎或一樓隔震所需之土地需求;台灣科技大學營建系黃震興教授介紹自行研發之建築結構黏性阻尼器阻尼係數分配法,使用此方法可最佳化各樓層阻尼器的使用量,達到降低成本的目的;最後由科建聯合結構技師事務所劉紹魁協理介紹中間層隔震結構的實際設計案例,以台中四季天韻新建工程為例,介紹隔震建築的結構設計流程及經驗,與國內進行隔震建築設計時應注意之事項。

國震中心希望透過本次研討會,將目前國內與日本之鋼結構耐震設計與施工,及隔減震技術研發與應用介紹給國內工程界,提供工程師在進行鋼構造或隔減震建築之結構設計時能有更多元的選擇,也可藉此提升國內建築工程的耐震與隔減震技術。

助理研究員 莊勝智、副研究員 林克強



鋼結構與隔減震技術研討會全體講員合照

中心活動

2009 抗震盃國際邀請賽

為推廣地震工程防災教育，鼓勵學生藉由參與科學競賽而激發創造力，國家實驗研究院、國家地震工程研究中心、國家災害防救科技中心於民國 98 年 9 月 25 日至 27 日於國震中心共同主辦「2009 抗震盃國際邀請賽」。本活動自 2001 年起舉辦第一屆「抗震盃—地震工程模型製作校際競賽」，迄今已歷經 8 屆競賽，曾參賽過的國際隊伍包含英國、美國、日本、韓國、紐西蘭、香港、菲律賓、新加坡、越南、印尼、馬來西亞等國，累計參賽國內外學生總數更超過 2600 人，為世界上規模最大之抗震競賽之一。

今年度適逢 921 十週年，延續往年之規模，活動分成高中、大專及研究生三組舉行，參賽者須以最多四人為一組，於比賽現場利用主辦單位提供的木條、木底板、熱熔膠、橡皮筋、棉繩等簡單材料，在 6.5 小時內設計並製作完成抗震的結構模型。為讓比賽更接近實際建築物受震狀況，高中組模型由原先長方形改為 L 方形，大專組模型則由 L 型變更為六角型。在載重部分，高中大專組除了最低要求需加載 7.5 公斤的鐵塊外，裁判會依據模型的樓板面積、樓高與淨空面積等條件，決定是否加載懲罰重量。而研究生組則一律必須每層樓承載 10 公斤、總計共 30 公斤的鐵塊。在模型完成並經由裁判審查結構模型後，所有模型必須安裝在國震中心三軸向地震模擬振動台上接受不同震度測試。另外研

究生組亦需參加 9 月 25 日（五）的抗震盃國際研討會，透過研討會的形式，參賽學員簡報該隊設計的模型消能減震裝置，並經由台下裁判與其他參賽隊伍的提問，達到充分討論、激發創意的教育目的。

比賽日為 9 月 27 日，在國家實驗研究院吳光鐘副院長與英國文化協會鄭舒嵐(Christine Skinner)處長蒞臨致詞後，各組模型依序放上振動台進行測試，比賽過程高潮迭起，最後的結果，高中組由花蓮海星高中奪冠，大專組由新加坡大學獲勝，研究生組則是由韓國啓明大學抱走冠軍。

除效率比獎項外，為激發參賽同學們的設計創意，本活動亦規劃「結構設計創意獎」、「建築美觀設計創意獎」、「海報製作獎」等各種獎項，經由抗震盃裁判團票選決定，頒發金額不等之獎金與獎狀以鼓勵年輕學子。詳細得獎名單與其他資料請參見 2009 抗震盃活動網頁：<http://w3.ncree.org/ideers/2009/>。

本中心期望透過這些活動的舉辦，能讓國內青年學子有更多國際交流機會，增進地震工程之相關知識，同時對耐結構震設計產生興趣，進而於未來投入地震工程相關領域貢獻一己之力。

助理研究員 邱世彬

國際交流

2009 建築物耐震設計國際訓練班(ITP2009)

近年來，環太平洋地震帶與歐亞地震帶接連發生許多災害性地震，造成嚴重之人命與財產損失。為協助位於環太平洋地震帶或歐亞地震帶上隨時遭受地震威脅的開發中國家，如西亞、東南亞與中南美國家，提升耐震技術水準與耐震設計能力，以防制因地震所可能引致的災害，行政院國家科學委員會國際合作處持續補助經費，由國家地震工程研究中心舉辦「建築物耐震設計國際訓練班」，邀集西亞、東南亞及中南美國家具耐震設計相關經驗與背景之政府官員、工程師及研究人員，展開為期一週的訓練課程，藉以宣導及推廣我國在耐震設計上的研究成果及工程實務經驗，並提供機會讓學員間能彼此交換意見與分享經驗。

「建築物耐震設計國際訓練班」自 2002 年開始舉辦，至 2008 年為止共已舉辦七屆，計有來自十八個不同國家，共二百四十位學員參與。本(2009)年規劃之課程，已於十月二十六至十月三十日，在國家地震工程研究中心舉辦。共規劃了 17 場專題演講，內容包含地震工程、地震危害度分析、歷史震災之經驗、耐震能力評估、震災損失評估、結構耐震設計、結構健康監測、結構控制、結構耐震補強、以及本中心近來之最新研究成果等。另外亦安排學員至台中縣石岡鄉石岡水壩與霧峰鄉 921 地震教育園區，進行現地參訪活動。有來自多明尼加、薩爾瓦多、瓜地馬拉、印度、

印尼、約旦、馬來西亞、墨西哥、蒙古、菲律賓、秘魯、泰國共三十二位學員成功完成所有訓練課程。

藉此機會，國家地震工程研究中心對各個專題演講的講員致上最深的謝意，同時也對行政院國家科學委員會國際合作處所提供之經費補助表達誠摯感謝。我們相信，本年度的「建築物耐震設計國際訓練班」，確實有效達到了強化國際關係以及分享震災防制經驗的目的！

專案副研究員 柯永彥



全體參與人員合照