

發行人：蔡克銓

本期主編：蕭輔沛

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>

九十五年九月出版

八十一年三月創刊·季刊

行政院新聞局局版臺誌第 10286 號

中華郵政北台字第 4690 號執照登記為
雜誌交寄

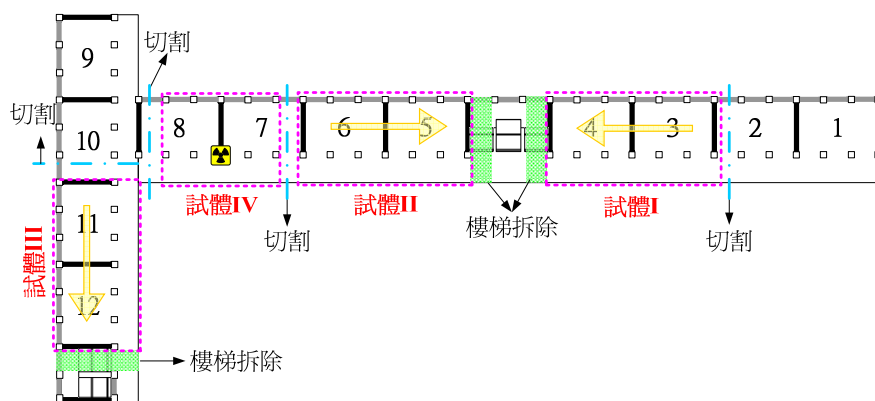
專題報導

桃園縣瑞埔國小校舍結構現地試驗

一、背景介紹

本試驗之目的，係經由現地試驗以獲得既有校舍建築物於補強前後之受側力反應，以供驗證補強工法與校正理論分析模型之用。國家地震工程研究中心（以下簡稱本中心）已於 94 年 1 月及 94 年 7、8 月分別完成花蓮新城國中與雲林口湖國小之校舍現地推垮試驗，然而目前已完成之現地實驗僅止於靜態單向載重之測試，其試體之位移能力可能較反覆載重測試者來得較佳，故本次試驗將探討不同載重型式對結構受側力行為之影響。預計採用三種之施力方式：靜態單向載重、靜態反覆載重及擬動態載重，因此在加載機具之選擇上，除了原本採用之油壓千斤頂外，還需要使用本中心之 MTS 萬能試驗制動器作為施力之器具。本試驗執行二座原型試體但不同加載方式，即靜態單向載重、擬動態載重搭配靜態反覆載重；另外進行一座補強試體試驗，最後進行一座垂直載重重分配試驗，共計四個測試單元。

本試驗承蒙桃園縣政府協助，同意本中心於桃園縣瑞埔國小針對待拆除重建之校舍建築，利用暑假期間，進行實體建築物耐震能力之現地試驗。瑞埔國小於日據時代創校，原始校舍為磚造平房，於民國 68 年開始改建為 2 層樓鋼筋混凝土加強磚造建築物，每一樓層 12 間教室，為典型廊外無柱的校舍。配合學校拆除時程與重建規劃，本試驗於 95 年 7、8 月進行，首先拆除中央及側邊樓梯，並進行切割及補強等試體準備工作，其中，教室 3,4 為擬動態搭配靜態反覆載重之試驗單元，教室 5,6 為空構架之試驗單元，教室 11,12 為隔間牆補強之試驗單元，教室 7,8 為柱爆破之試驗單元（圖一）。



圖一 瑞埔國小校舍現地試驗試體規劃

本試驗主要的項目有：

1. 靜態單側向推垮試驗—此為本試驗最主要之項目，透過本試驗將有助於瞭解校舍在抵抗側向地震力的能力與其受力變形的程度。
2. 擬動態試驗—本試驗應為目前世界上首次在室外進行近似地震來臨時 RC 校舍結構受應反應之擬動態大型試驗，其中並建置網頁將試驗過程透過動畫、圖形及

目錄

• 專題報導

桃園縣瑞埔國小校舍結構現地試驗 1

• 地震勘災報告

印尼日惹地區震災勘災簡要報告 4

• 中心活動

2006 亞太(APEC)抗震盃活動報導 11

2006 年國科會候鳥計畫 13

• 出國會議報告

第四屆世界結構控制與識別研討會 14

第一屆歐洲地震工程與地震學研討會 15

本刊免費贈閱，歡迎來電索取

照片等將其即時展示。由於 RC 建物耐震評估方法尚未能適切考量實際地震荷載之反覆運動行為，故本試驗可作為單側向載重試驗之對照比較，以探究此兩種加載方式對結構受震反應之影響。

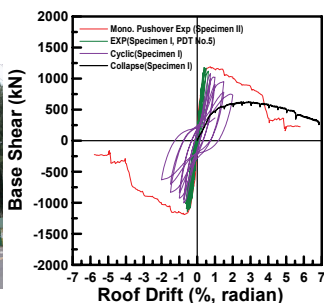
3. 靜態反覆側向載重試驗－本試驗為靜態單側向推垮試驗之對照組，透過反覆位移控制手法呈現結構耐震能力，兩組試驗結果比較後，可作為常見建物耐震評估方法應如何考慮反覆變位行為之重要參考。
4. 隔間磚牆增設複合柱補強構架單側向推垮試驗－本試驗針對教室之隔間磚牆部位增設中間柱補強工法，透過與靜態單側向推垮試驗之比較，進行補強效果測試驗證。
5. 垂直載重重分配試驗－建物中某一支柱在地震中損毀，其原本承受的載重會重分配給其他立柱，而且由於動力放大因素，可能瞬間傳遞的載重會相當大，進而危及其他立柱。本試驗的目的擬找出該動力放大因子，以了解建築物在地震中崩塌的機制，而能給予適當的補強，以提升其耐震能力。試驗進行的方式，是用爆破的方式，移除教室中一支立柱，同時量測其他立柱的變形，藉以推估其承載的變化。
6. 自由振動、強迫振動與微震量測－可得知校舍之自然週期，做為日後校舍耐震設計之重要參考資訊。
7. 材料性質取樣統計分析－於試驗結束後，對校舍之鋼筋、混凝土及磚牆取樣並對其作材料試驗，有助於瞭解校舍之耐震能力。

二、現地擬動態試驗

今年本中心藉由桃園縣瑞埔國小既有老舊校舍，進行一系列的現地試驗，希冀提供工程師進行耐震評估與補強時之重要參考，並解決既有中小學校舍之耐震評估與補強之需求。以往的現地試驗皆僅以單側向推方式模擬地震力，但未能適切考慮實際地震所引致反覆變位行為，故特以其中一座 RC 校舍構架試體（如照片一），規劃擬動態試驗與反覆側推試驗以探究其對校舍耐震能力評估之影響。茲將試驗內容簡介如后：擬動態試驗－本試驗應為目前世界上首次在室外進行近似地震來臨時 RC 校舍結構受震反應之擬動態大型試驗，其中並建置網頁將試驗過程透過動畫、圖形及照片等將其即時展示。本試驗可作為單側向載重試驗之對照比較，以探究此兩種加載方式對結構受震反應之影響；靜態反覆側向載重試驗－本試驗亦為靜態單側向推垮試驗之對照組，透過反覆位移控制手法呈現結構耐震能力，兩組試驗結果比較後，可作為常見建物耐震評估方法應如何考慮反覆變位行為之重要參考。



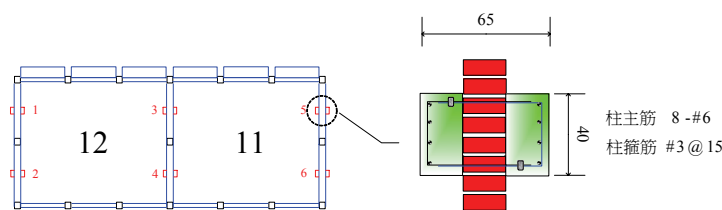
照片一 RC 校舍構架試體



三、隔間磚牆增設複合柱補強試體靜態單向側推試驗

本試驗採隔間磚牆增設複合柱之補強工法，增設之複合柱分為兩部分，配以橫向鋼筋，於兩側夾住隔間磚牆。增設之複合柱本身對耐震容量有所貢獻外，並可降低隔間磚牆之有效寬度，同時增加隔間磚牆之面外強度及承載能力。隔間磚牆之補強工程不必拆除門窗，因而省工、省時、省錢又環保，且對原有校舍功能之衝擊降至最低。

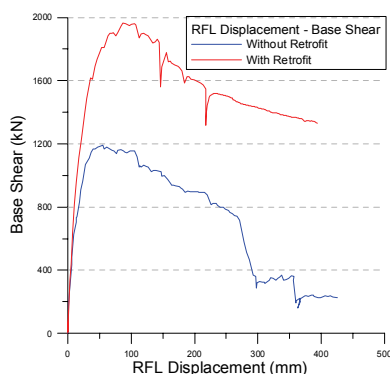
每根補強柱斷面為 40cm×65cm，主筋為 8-D19；箍筋則於距一樓樓板 65cm 內為 D10@10cm，其餘箍筋為 D10@15cm，共六根柱，平面配置及斷面配筋詳如圖二。補強柱前後夾住隔間磚牆，上穿透樓板，下則於一樓樓板下方施作一 100cm×100cm×75cm 之基腳。其中，因隔間磚牆之關係，傳統柱箍筋無法使用，故改以兩門型鋼索夾交互置放鎖固，以形成一良好之圍束機制。



圖二 複合柱配置平面圖及斷面配筋圖

由實驗結果可得，補強後之試體最大強度為 1966 kN，此時頂樓位移為 87 mm，二樓位移為 42 mm；於 0.8 倍最大強度時，頂樓位移為 146 mm，二樓位移為 72 mm。補強試體除一樓產生破壞外，二樓亦產生破壞，其原因應為補強後上下兩樓層之強、勁度相若，軟弱層現象消除。

與未補強之試體比較，補強後試體之最大強度增加了 775 kN，平均每根補強柱所提供之強度為 129.2 kN。補強前後頂樓位移與基底剪力關係如圖三，破壞前後照片如圖四。



圖三 補強與否之頂樓位移與基底剪力關係圖



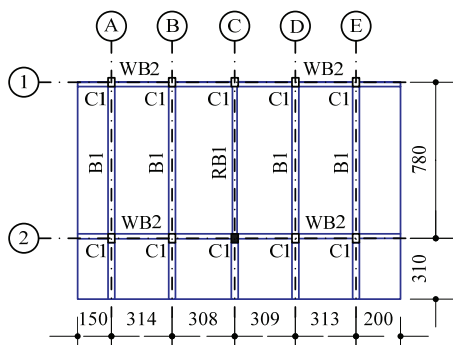
圖四 補強試體試驗前後照片

四、垂直載重重分配試驗

建物的穩定性有賴於垂直承載構件，如立柱、RC 牆與磚牆等，是否能有效的承擔建物的自重。地震中某立柱損毀後，其垂直載重重分配給其他立柱，這些立柱的垂直承載立刻大增，若超出其垂直承載能力，將導致一連串立柱的損毀，以致建物倒塌。同時立柱的震毀是瞬間的，其垂直載重重分配會有動力放大效應，亦即其他立柱增加的垂直載重，不僅是分攤震毀立柱原本承受的垂直載重，還要因為動力放大效應，承受額外的載重。因此要研究建物的耐震能力及其崩塌行為，有必要了解立柱損毀後，垂直載重重分配的機制，及相關的動力放大效應。

此次瑞埔國小的教室單元 7 及 8，如圖五所示，即作為測試教室，柱位 C-2 即作為震毀的立柱，移除的方式係採用火藥爆破柱身 1.5 公尺範圍，火工作業係委託中山科學研究院執行。各立柱皆安置量測變位的各式儀器，如動態的 LVDTs 及靜態的 Dial gauges，以量測立柱長度的縮短量，進而分析得到其垂直承載在 C2 柱移除後，靜態與動態的變化量。

圖六所示即為 C-2 柱移除前後的照片，試驗後順利量到各立柱的長度變化量，由 D-2 柱的量測結果顯示，動態放大效應為 2.69 倍，而非一般假設的 2 倍，顯示本次試驗的成果，值得提供給學界未來研究的參考。



圖五 教室單元 7 及 8



圖六 C2 柱移除前與後

五、結構物動力特性分析

一般而言，結構物之耐震能力可藉由模型建置及分析獲得結構物本身之自然頻率及阻尼比，其關係著結構物動態性質受地震作用時的反應。因此針對既有建築物之動力特性參數---自然頻率與阻尼比，本試驗經由結構物實際振動紀錄，分析獲得該自然頻率與阻尼比，作為結構分析模型的校正依據之一。

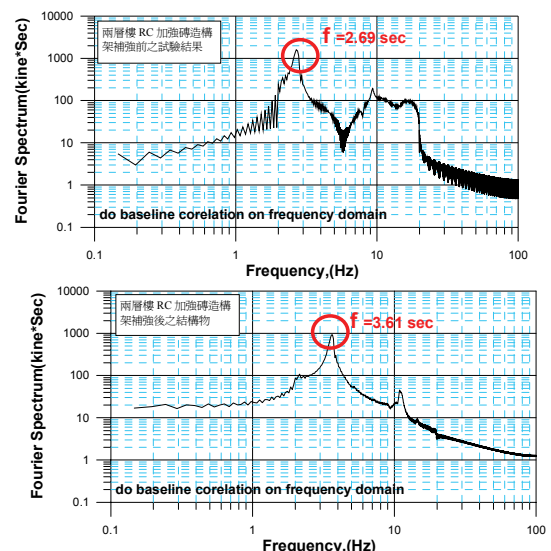
國家地震工程研究中心 95 年所進行的大型校舍現地實驗，

提供既有校舍進行大型推垮試驗，因此結構物之自然頻率及阻尼比則為試驗前分析模型模擬結構物耐震能力之校正數據。實際量測方法主要有三種：自由振動、強迫振動、微地動量測。分述於後。

- (1) **自由振動(Free Vibration)**：本試驗規劃於結構物頂部施力使其變形，再瞬間釋放，則結構物在本身阻尼作用下會產生衰減特性之自由振動。藉由量測儀器記錄振動狀況，進行頻譜分析以獲得結構物主要振動頻率與阻尼比。
- (2) **強迫振動(Force Vibration)**：以振動產生器對建物施加已知振動頻率之穩定外力，記錄該建物擺動情況與大小。如此逐一改變振動頻率，從低頻至高頻，分別記錄建物在不同頻率下之反應，即可得到頻率反應曲線，藉此了解建物之動力特性。
- (3) **微震量測(Microtremor Measurement)**：本試驗藉由自然界對建物所造成的自然振動，經由量測儀器得到結構物各樓層不同地點之振動情形，經分析以獲得結構物本身的振動頻率。

各試驗進行量測時，取樣率設定為每秒 200 點，每筆記錄 5 分鐘以上。分析時將速度紀錄過濾 2.0Hz 以下、20.0Hz 以上之頻率且經基線修正後，單位擷取視窗為每 4096 點進行頻譜分析，以得到結構物之自然頻率。其中微地動量測結果，經由雙站頻譜比法，可得到建物放大主頻。建物阻尼比則經傅立葉轉換後建立頻率與振幅關係圖，以帶寬法計算獲得。圖七為一兩層樓 RC 加強磚造構架補強前後之試驗結果，其中未補強前之建物其長向主要頻率為 2.7Hz，微地動因自然訊號經由場址特性至結構物之放大，所得到之主要頻率則在 3.3Hz~3.5Hz 左右。同結構物在經隔間磚牆增設複合柱補強後，其主要頻率則增加到 3.6Hz。結果顯示補強效果對於既有老舊校舍耐震能力的提升可反映在結構物主要頻率上。

本試驗藉由三種振動方式，量測振動紀錄以瞭解結構物本身之動力特性，此結果對於既有結構物耐震能力評估之應用，可作為結構分析模型參數校正之依據，提供老舊校舍補強工程之參考。



圖七 既有校舍結構補強前後之量測紀錄頻譜分析結果

助理研究員 邱聰智、副研究員 翁元滔、林克強、組長 鍾立來
研究員 葉勇凱、助理研究員 張毓文、專案副研究員 蕭輔沛
研究員 簡文郁、副主任 黃世建

印尼日惹地區震災勘查簡要報告

一、前言

2006 年 5 月 27 日早上 5 時 53 分，印尼爪哇島中部日惹 (Yogyakarta) 市附近發生規模 6.3 的地震。這次地震造成約 5,800 人死亡、38,000 人受傷、150 萬災民以及 61 萬棟房子毀損。地震後數天，國立台灣科技大學 (簡稱台灣科大或 NTUST) 建築科技中心即組成一 10 人勘災團，並由教育部杜正勝部長在 6 月 8 日授旗。在這期間，國內另外兩個主要的地震災害研究單位也相繼加入勘災團，包括國家地震工程研究中心 (簡稱國震中心或 NCREE) 4 人，以及國家災害防救科技中心 (簡稱災害防救中心或 NCDR) 2 人，共同組成 16 人之聯合勘災團。聯合勘災團實際進行震災勘查期間為 6 月 11 日至 6 月 15 日，為期 5 天。本簡要報告為聯合勘災團的勘災成果之一。

此次勘災行程受到數個單位的大力協助。駐台北印尼經濟貿易代表處及駐印尼台北經濟貿易代表處，在行政及旅程方面給予協助。在 Institute Technology Sepuluh Nopember 校長 Dr. Mohammad Nuh 及土木與規劃學院院長 Dr. Priyo Suprobo 之引介下，拜會日惹省長 Sultan Hamengku Buwono X，表達台灣對震災的關懷之意，並徵得省長的同意讓聯合勘災團進入受損的 Prambanan Temple 勘查災情。拜會 Muhammadiyah University 校長 Dr. H. Khoiruddin Bashori，並由該校土木工程系講師 As'at Pujianto 及 Sri Atmaja P. Rosyidi 陪同勘災；此外在校長的引介下，拜會受災最嚴重的班圖縣 (Bantul District) 之縣長 Idham Samawi，表達關懷之意，並由縣長指派教育局 Mr. Suro，協助學校建築的勘查。拜訪 Gajah Mada University 校長 Dr. Sofian 及 3 位副校長 Dr. Sudjarwadi、Dr. Retno Sudibyo 及 Dr. Agus Dwiyanto，並與設置於該校的地震災害資訊中心成員會談，交換勘災資料與心得。

聯合勘災團的行程相當緊湊，上午 8 時至下午 5 時左右進行拜會及勘災活動，晚上 8 時至 11 時則開會討論並整理當天的勘災資料。經由聯合勘災團所有成員的努力與合作，完成此報告敘述如後。聯合震災勘查團組成成員：台灣科大教授陳正誠(團長)、國震中心副主任黃世建、台灣科大教授李咸亨、台灣科大博士生林庚達、郭武威、黃金華，台灣科大印尼籍博士生 Ika Bali、Budi Suswanto、Data Iranata、Agus Setyo Muntohar，國震中心副研究員林主潔、張道明、國震中心研究助理柯人文、林哲民，災害防救中心助理研究員高清雲，災害防救中心/博士後研究員柯孝勳。

二、場址特性

本次地震發生於 2006 年 5 月 27 日 05:53:58，震矩規模(Mw) 為 6.3。此區並未設置地震儀，因此對這次地震相關參數，各界均參考世界網遠震定位結果。比較美國哈佛大學 (Harvard University) 及美國地質調查 (USGS) 發佈之震源參數 (如表一)，除震央外其餘參數差異非常小，因此其可靠性相當高。

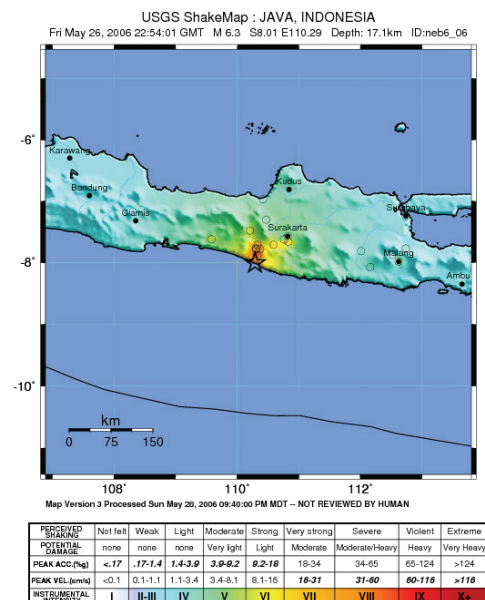
然而，美國地質調查局之網站公佈一張震度圖 (如圖一)，顯示該區約有 40×60 km 的區域感受到 8 級震度 (MMI 震度表)，該數據乃是根據當地居民網路回報的地震現象推估而得

者，此法雖然會受到個人主觀意識之影響，但是當樣本數量夠大時，仍具有一定之統計意義。不過從地震學的角度來看，難以想像一個規模 6.3 的地震所產生的震動會與規模 7.7 的 921 地震相似！可能的原因之一，是震區位處梅拉比 (Merapi) 火山之沖積扇，近地表土層膠結狀況很差，因而產生「盆地效應」。為初步釐清此問題，攜帶一套國震中心的可攜式地震儀到震區，量測該區不同地點的背景振動訊號，進行頻譜分析，探討場址效應。在 5 天內共完成 44 個測點的量測工作 (如圖二所示)。微地動場址效應調查結果，包括如圖三所示各測點的振動主頻圖，顯示沖積谷地近地表 30~50 公尺內沉積物非常鬆軟。而石灰岩質丘陵、台地及梅拉比火山山腳都呈現比較堅硬的岩層特性。因此，初步判斷地震造成的重大損傷，與鬆軟土層造成的盆地效應有關。

表一 各單位發布之地震參數

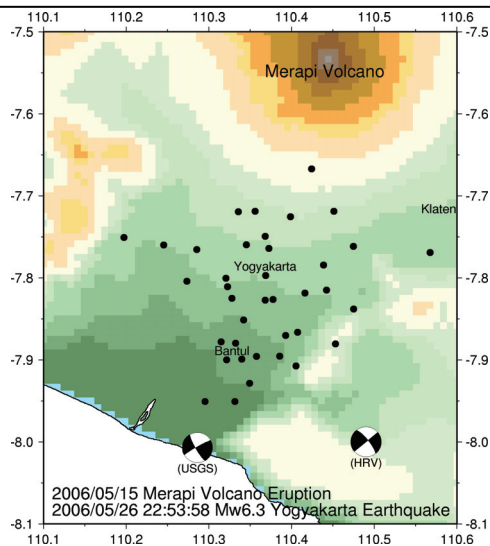
Institute	Harvard	USGS
Longitude	110.49	110.286
Latitude	8.00	8.007
Depth	33.4	37
Strike	51	241
Dip	90	85
Rake	14	10
M*	4.0 × 10E25	4.2 × 10E25
MW	6.3	6.3

* seismic moment (dyne-cm)

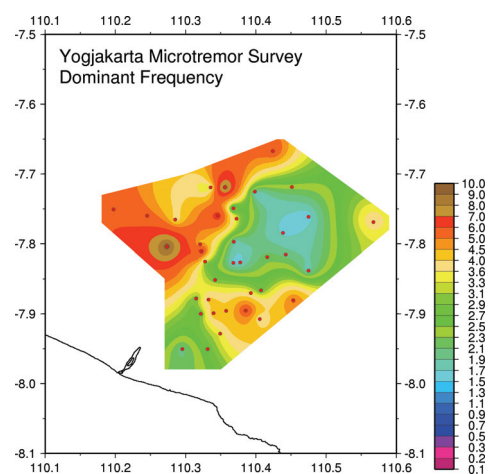


圖一 美國地質調查局推估的震度圖

另一個可能原因則是該地建築物品質不佳，建築物耐震能力甚差，地震災害相對的顯得額外嚴重，導致根據網路回報推估而得的震度偏高。畢竟 MMI 震度表是根據美國本土特性制定，而日惹鄉間地區的建築情況與美國的建築有相當的落差，使用在這次的震區可能引致震度偏高的現象。



圖二 日惹地區地形及微地動監測點



圖三 微地動分析所得各地振動主頻圖

此外，在訪談災區居民有關地震發生時的現象中，聽到不少類似的描述如：(1)「地震發生時，我感到驚嚇，奪門而出，出門後，鄰居房屋已倒塌，……」；(2)「我的房子在第一次地震(主震)時只有裂開並沒有倒塌，而在第二次地震後才倒塌(餘震)」；(3)「地震時，地面是…搖動，而後劇烈震動7秒，…，之後過了1分鐘才停」。這些描述與集集地震震區災民的描述有相當落差，如：(1)集集地震時很多人都有「無法站著、跌落床」的經驗，而日惹地震居民還可以「奪門而出」，日惹地震的震動顯然比集集地震和緩；(2)受訪談居民的房屋為品質頗差的磚造房子，這樣的房子在集集地震下應該無法撐過主震，日惹地震下有些品質不佳的房子還可以撐到餘震，日惹地震顯然較不具破壞力；(3)集集地震有不少居民談到「被地震震到頭痛」，強烈地動延時數十秒，日惹地震的強烈地動延時不到10秒，顯然比集集地震短很多。

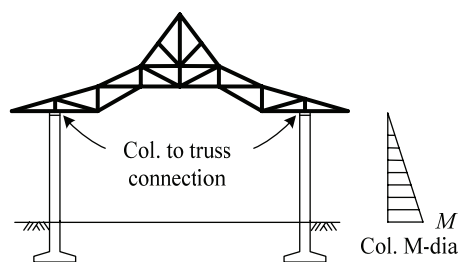
上述研究結果顯示，日惹地震造成的地面震動明顯比集集地震低，應該還是屬於「標準的」規模6.3地震產生的震動，最大震度應該比8級低。

三、結構破壞情況

建築物

斜屋頂是日惹地區建築相當顯著的特色，其中屋面斜率會改變者稱為 Joglo (如圖四)，具有文化意義。斜屋頂的骨架為屋

頂桁架(簡稱屋架)，主要是木桁架，其次為小型鋼構成之鋼桁架。建築物可以分成兩類，一類為「經專業參與」(engineered)之建築物，另一類為「未經專業參與」(non-engineered)之建築物。經過專業參與之建築物以RC結構為主，這些結構主要使用在公有建築；未經專業參與的建築物大部分為磚造或加強磚造，大多僅有一層，少數有兩層，大多使用於民宅或中小學校舍。



圖四 日惹地區傳統 Joglo 屋頂

「經專業參與」的建築物也有倒塌或嚴重受損者。最引人注目的建築有 STIE (Sekolah Tinggi Ilmu Ekonomi Kerja Sama, Kerja Sama 大學經濟學院)、ISI (Institut Seni Indonesia, 印尼藝術學院)、SMK (Sekolah Menengah Kejuruan at Imogiri, Imogiri 高等職業學校)、BPKP (Bada Pengawasan Keuangan dan Pembangunan, 財物與開發監督機關)。圖五及六為 STIE 兩棟建築受損的情況，圖五所示者為5樓建築，屋頂及一樓嚴重受損，圖六所示者為4樓建築，一樓倒塌。圖七及八所示為破壞桿件的細部情況，由這兩張照片可以觀察到如下的現象：(1)不少主筋使用光面鋼筋；(2)柱主筋的續接在塑性鉸區或是在梁柱接頭內，續接施工品質不良；(3)梁主筋的錨定位置不佳；(4)絕大部分的箍筋使用光面鋼筋；(5)塑性鉸區箍筋間距過大、有些直徑過小(6mm光面鋼筋)、箍筋量不足、未使用135°彎鉤且未使用繫筋；(6)梁柱接頭區混凝土澆置不良，有嚴重的蜂巢。這個校區內還有8棟左右造型類似、樓層數3至6的建築物，其他建築物承受嚴重至輕微的損傷。

圖九為 ISI 內一棟部分一樓倒塌的建築物，圖十為破壞的柱桿件。塑性鉸區柱箍筋、柱主筋續接、混凝土澆置品質，為這棟建築明顯可以觀察到的缺點所在。這棟建築物的旁邊約30公尺處有一棟幾乎一模一樣的建築，該建築僅受到輕微的損傷。

BPKP 內僅有一棟建築物，為左右對稱的3層建築，而右半部1、2樓倒塌如圖十一所示。圖十二為柱桿件破壞的情況。塑性鉸區柱箍筋、柱主筋續接、混凝土澆置品質，為這棟建築明顯可以觀察到的缺點所在。



圖五 STIE 建築受損情況-1



圖六 STIE 建築受損情況-2



圖十二 BPKP ISI 柱桿件的破壞情況



圖七 STIE 建築鋼筋細部 圖八 STIE 建築接頭附近混凝土蜂巢



圖十三 SMK 建築屋頂層損毀情況



圖九 ISI 一棟嚴重受損之建築



圖十四 SMK 建築屋架損毀情況



圖十 ISI 柱桿件的破壞情況



圖十五 SMK 建築屋架之支承情況



圖十一 BPKP 建築倒塌情況



圖十六整區民宅倒塌的情況

圖十三所示為 SMK 內建築損毀情況。前面一棟為 3 層較新的建築，該建築物頂層崩塌；後面一棟為 2 層建築，屋頂嚴重毀損，如圖十四所示，木造屋架直接放置在磚牆上，如圖十五所示。

日惹這次地震所造成的人員傷亡，主要肇因於「未經專業參與」民宅的倒塌，圖十六及十七為整區民宅倒塌的情況，圖十八為半倒的民宅。雖然許多救援單位在學校內或空曠地區設置帳棚，讓災民可以住到帳棚內，但是甚少災民住到這些帳棚內，災民在倒塌的住家旁搭起簡單的棚子，起居生活就在這些簡單的棚子下，如圖十七所示。



圖十七 倒塌的民宅與臨時棚子



圖十八 半倒的民宅

民宅大都為磚造或是加強磚造，磚造大多為半 B 磚牆，部分民宅使用 1B 磚牆。磚塊約為 20cm 長、9.5cm 寬、4cm 厚，初步的試驗顯示磚塊的抗壓強度約為 $50\text{kg}/\text{cm}^2$ 。結合磚塊的混凝土砂漿品質差異很大，水泥與砂的混合比例約在 1:5 到 1:10 之間，品質差的砂漿可以用手指頭捏碎。地震前每塊磚的售價約為 250 印尼盾（約合台幣 1 元），地震後許多磚廠也嚴重受損而無法生產，而磚塊的價格也上漲到 350 印尼盾。當地水泥 1 包售價約台幣 160 元，重量在 40 到 50 公斤左右。

加強磚造為受小斷面鋼筋混凝土桿件框住之磚牆，磚牆為半 B 厚，鋼筋混凝土桿件（不論是垂直向的柱或水平向的梁）一般僅有 $10\text{cm} \times 10\text{cm}$ 的斷面，斷面內配置 4 支 3 號光面縱向鋼筋，並配置直徑 5 至 6mm 之橫向鋼筋，間距約 20cm，混凝土與混凝土澆置的品質有的非常差，如圖十九所示。鋼料當地的鋼料非常貴，一般民宅使用的鋼筋，其價格約為台幣 35 元/公斤。品質較好的加強磚造建築可以在地震中存活，如圖二十所示。這些住宅使用品質較佳之混凝土砂漿及 RC 桿件，住宅的規模也不大。

「未經專業參與」的中小學建築，大部分是磚造或是加強磚造，這些建築也大量受損。Gajah Mada University 在 2006 年 6 月 2

日的報告顯示，有 32% 的校舍嚴重損壞，有 34% 的校舍中度損壞，而有 29% 的校舍為輕微損壞。所幸此次地震發生在學生抵達學校之前，否則傷亡人數可能會大幅增加。圖二十一所示為倒塌並經清理過的小學教室。



圖十九 加強磚造的 RC 桿件 圖二十 地震中存活的加強磚造民宅



圖二十一 倒塌了的小學教室



圖二十二 受損的 Prambanan

歷史建築

距離日惹市西北 40 公里，名列世界七大奇觀之一的佛教古蹟婆羅浮屠（Borobudur），距離震央較遠，建築主體無損。距離日惹市東方 36 公里的巴蘭班南（Prambanan）印度教廟宇群遺跡，所受到的損害則頗為嚴重，有不少雕飾掉落（圖二十二）。由於建築本體受損頗嚴重，在安全的考量下，沒有進入內部勘查受損的情況。

橋梁

橋梁的損害比建築物輕微很多，本團所觀察到的橋梁損壞最嚴重的是 Karang Semut Bridge。該橋為 3 跨的桁架橋，如圖二十三所示。這座橋有兩個橋柱，其中一個在地震中產生很大的變位，橋柱的一側與土壤之間有一個 13cm 的空隙，如圖二十六所示。橋柱的另一側則與土壤之間有 2 到 3 公分的空隙。橋柱的變

位應該由桁架的支承來吸收，圖二十七所示的桁架支承處，螺栓孔使用槽孔，在桁架縱向應該要能滑動。但是觀察發現有一部份的螺栓卡死，無法自由滑動，導致本來應該受拉力的下弦桿受到擠壓而挫屈。



圖二十三 Karang Semut Bridge



圖二十四 挫屈的下弦桿



圖二十五 挫屈的斜桿

大，小孩可能僅是好玩就破壞該液化表徵，所以液化地點非常難以發現。透過目擊者的幫助，本團隊發現了一些液化地點。圖二十八中目擊者指出湧砂的初始位置。湧砂位置延伸到農場旁邊的一條道路上。雖然勘災團於地震後兩週才到該區，馬路上的最大沈積砂層仍有約 13cm 的厚度。湧砂位置又一直延伸到約 30m 外的一個農場小蓄水池。此外，地震之後發現有 5 處田野湧砂位置和 7 口井內湧砂。根據以往的經驗判斷，在液化區域的最大地表面加速度大約是 0.10 g 到 0.13 g 之際，地震強度大約是 MSK（聯合國文教機構）制 11 級震度，或台灣 CWB（中央氣象局）制 7 級震度。



圖二十八 目擊者指出湧砂的初始位置



圖二十六 Karang Semut 橋柱的變位



圖二十七 Karang Semut 橋的支承

山崩

靜態或動態的不平衡都可能引起邊坡失敗。此次本團隊調查了 5 個山崩地點，其中 4 個小破壞案例，地震不是最直接的破壞原因。最後一個案例是發生在 Ngelepan（南緯 7°49'01.1"；東經 110°30'23.1"；高程 186 m）的巨大山崩，其位置在日惹市區北方 Prambanan 縣的 Sumberharjo 村莊（如圖二十九所示）。這個陡坡大約 70 至 80 度，山崩範圍的寬度、長度、深度估計約 100m × 80m × 40m，崩落體積大約 320,000 m³。在這座粉質砂岩的山裡，觀察到一條溪流從陡坡的山腰延伸到坡腳。估計需要進一步的調查，以便瞭解造成這次山崩的主要因素。



圖二十九 發生在 Ngelepan 的大山崩

大地工程

場址回應特性

印尼島位於歐亞版塊的南緣，位居澳大利亞洲版塊北側和菲律賓版塊西方。相較於歐亞的版塊的位態而言，此次地震是與歷年來澳大利亞洲版塊向東北方運動以及菲律賓版塊向西北方運動有關。UNOSAT（聯合國訓練和研究機構之人造衛星計畫）報告之震央在 Oyo 河之山坡地，但嚴重損害的區域沿著曾被推測存在之 Oyo 潛在斷層帶和 Opak 潛在斷層帶。

液化

液化湧砂形成的圓錐口表徵雖如火山口，但其規模通常不

四、應變與復原

這次地震造成約 5,800 人死亡、3 萬 8,000 人受傷、150 萬災民、以及約 61 萬棟房子毀損，其中 14 萬棟嚴重毀損、19 萬棟中度毀損、28 萬棟輕度毀損。為了讓整個社會儘快復原，副總統於地震後兩天立刻頒布從 5 月到 8 月進入國家緊急復舊狀態。

日惹機場跑道受損（如圖三十所示），機場建築物有一棟倒塌（如圖三十一），導航及通訊系統和其它設施嚴重損壞，因此於地震後暫時關閉。但在國營機場公司與軍方搶救之下，地震隔天即開放 1500 公尺長的跑道(全長 2200 公尺)，地震後兩天內即可降落波音 737-400 客機及軍用力士型運輸機。機場跑道之修復迅速，對於救災工作有非常大的幫助。



圖三十 日惹機場跑道受損情況



圖三十一 發生倒塌的日惹機場建築物

在配給災民的賑濟物資方面，每人每月獲得 10 公斤大米、9 萬盾菜錢、10 萬盾購買衣服，以及每戶 10 萬盾購買廚房用具。印尼政府也給予地震罹難者繼承人 200 萬盾撫卹金，以及在衛生服務上給予免費治療。但是因為地方政府繁瑣的官僚體制，賑災物資疏導緩慢，災民於地震後數日仍未獲得賑災物資的分配，所以發生了一、兩起災民搶奪賑災物資事件。另外，印尼政府對全倒房屋補助 3000 萬盾，輕微損壞提供 1000 萬盾補助，因為補助金額相當高，部份災民在補助辦法公佈後將自己半倒的房子拆除。

日惹大地震倒塌學校總數達 448 間，嚴重破壞高達 334 間學校，其中小學高達 100 多間。為使中爪哇省、日惹災區教學正常化，教育部將在日惹災區設立 5000 個緊急帳篷學校。

根據世界衛生組織的報告，在這次地震災情最嚴重的班圖縣（Bantul District）至少有 1/6 的醫院毀壞，地震過後災區的醫療人員、物資和設備非常缺乏。醫療人員方面，衛生部從印尼其它地方調動醫療團隊到災區（圖三十二），計劃部署超過 200 位醫生和護士，但在醫療物資和設備方面，印尼國內也不夠，因此，希望國際社會能夠捐助。在 WHO 的協助之下，衛生部在日惹複製了一套疾病監督系統，這套系統 2005 年在亞齊已證明非常有效。地震前後幾天，傷患主要以外傷為主，但是經過潛伏期後（約 2 星期後），一些傳染病陸續出現。為了避免傳染病流傳，衛生部

在聯合國兒童基金會的幫助下，從 6 月 7 日開始在嚴重受到災害的 162 個村子裡，為 13 萬名兒童接種麻疹疫苗，同時為災區 15 歲到 60 歲之間的人群接種破傷風疫苗。但是衛生部的統計，破傷風案例有增加的趨勢，目前已經有 60 個案例，並造成 21 人死亡。此外，這次地震也造成災民感情上的創傷(定義為吃飯和睡覺的作息失序以及/或心情沮喪)，根據 CARDI(Consortium for Assistance and Recovery Towards Development in Indonesia)的調查，在災區中所調查的人中約有 32%有感情上的創傷。為了解決這個問題，災區附近的醫院和大學裡的專家提供感情上創傷的治療服務。



圖三十二 災區臨時設置的緊急醫療站

由於這次地震傷亡慘重，印尼政府呼籲國際社會協助救災，超過 20 個國家捐助金錢和物資，並且派遣軍事或非軍事人員投入日惹與中爪哇災區救災，外國人員協助救災須事先與身兼全國救災統籌機構主席的卡拉副總統協調，至於外國軍隊進駐災區的相關問題，交由外交部與國軍總部辦理，外軍進駐救災預估不會超過 3 個月。非政府組織(Non-Government Organization)對這次地震的應變與復原也幫忙很多。非政府組織由於沒有政府繁瑣的法規限制，再加上可以自由進出災區，因此可以很快地採取行動。



圖三十三 救援組織紮營情況

例如在地震過後幾小時印尼當地的回教組織 Muhammadiyah 立即在災區設立具有 38 個分部的緊急協調中心，圖三十三為各救援組織紮營的情況。而台灣的慈濟亦貢獻人力與物力救助災民，如圖三十四所示。此外，大部分的外國非政府組織和印尼當地的非政府組織合作，例如 Muhammadiyah 和 USAID, AusAID, Direct Relief International, Iran's NGOs, Libya NGOs 等等合作。非政府組織發放救濟物資給災民時會向地方政府設立的協調中心報備，以避免發生將救濟物資重複發給災民的情形。



圖三十四 慈濟在 Bantul 地區發放救

印尼政府初步預估的地震損失資金達 29.2 兆盾，這些損失對中期及長期經濟發展將間接造成影響。經濟部長表示重建資金需要 11.7 兆盾，希望援助印尼集團國捐贈。11.7 兆盾資金中 7 兆盾將用在重建倒塌房屋，2.8 兆盾作為重建社會，1.3 兆盾作為重建經濟，4,200 億盾作為重建基礎建設及 2,000 億盾作為重建其它領域。副總統卡拉在 6 月 5 日宣布日惹及中爪哇地震災區進入復原重建階段，並計畫於 7 月初重建工作開始動工。

此外，日惹市北邊的梅拉比火山每 2 到 3 年都有一次小噴發，每 10 至 15 年會有一次大噴發，被國際地球化學和火山學協會列為應當加強監督與研究的全球 16 座火山之一。2006 年 4 月監測結果顯示該火山即將噴發，當局發出警報。4 月 19 日，火山噴出高達 400 公尺的煙柱，4 月 23 日附近居民中的老人和兒童開始撤離，5 月 11 日，熔岩流出，17,000 居民被要求撤離。5 月 13 日印尼政府發出紅色警報，要求所有居民立即撤離。5 月 15 日，上午 5 時 40 分火山爆發，火山灰噴出達到 4,000 公尺遠。之後，梅拉比火山的活動降低，印尼政府在 6 月 13 日降低了警戒狀態。但是在當天梅拉比火山再度噴發並造成 5 人下落不明及 2 人死亡，因此隔天印尼政府又恢復到最高的警戒狀態，並且撤離梅拉比火山周邊災民，交通部也警告勿在此區域飛行。



圖三十五 Merapi 火山在 6 月 16 日噴發的情況

五、結論與建議

這次印尼日惹 (Yogyakarta) 地震規模為 6.3，比集集地震的 7.3 小很多，且根據災民對震動現象的描述，日惹災區之震度也明顯比集集地震災區的震度低，不過日惹地震所造成的人員傷亡卻超過集集地震的兩倍。最主要的原因是日惹地區，尤其是郊區，有很多所謂「未經專業參與」(non-engineered) 的磚造與加強磚造建築在地震中倒塌或嚴重受損。倒塌的磚造或加強磚造

建築，其結構品質皆不良，而經濟條件差是造成結構品質不良主要的原因。另外，日惹地區大量使用的斜屋頂，對建築物抵抗地震的能力有相當負面的影響，如何提升這類建築物的耐震能力是一個頗值得注意的研究課題。

日惹地區也有「經專業參與」(engineered) 的鋼筋混凝土房屋，這些房屋主要是由政府機關或較高級旅館所擁有。印尼政府頒佈有頗為先進的耐震及鋼筋混凝土結構的相關規範，但是規範的規定並未充分落實到所有「經專業參與」的建築物，而有些建築物的施工品質也相當不好。目前日惹地區最高的建築物是 8 層樓，隨著經濟的發展，往後「經專業參與」的建築物會越來越多，專業人員在數量及品質的需求將持續增加。

日惹地區中小學建築以磚造與加強磚造為主，品質大致上比民宅好，但是在這次地震中還是有上百棟的學校建築倒塌或嚴重受損。雖然地震發生後，居民以學校為臨時安身場所的需求很低，但是對兒童的保護還是顯得相當不足，提升校舍的耐震能力也是一個需要嚴肅面對的課題。有趣的是，一棟在 70 年以前建造，混合輕鋼架與磚牆的校舍在地震中安然無恙，這也是一個值得探究的課題。

日惹地區沒有設置地震儀，因此沒有地表震動的資料，這讓該地區設計地震或設計地震力的決定造成困擾，建議這地區應該盡快設置適量的地震儀。在 Merapi 火山沖積扇地區，有較明顯軟弱地層的跡象，可能在地震中造成「盆地效應」現象，地層的調查也是日惹地區需要進行的工作。日惹地震也引發一些土壤液化及山崩的現象，這些現象發生在較偏遠的地區，比較不受到注意，不過仍然應該對這些地區的開發有適當的限制。

最近幾年世界各地發生不少次重大的天然災害，累積不少救災經驗，救災效率也逐漸在改善，這些救災活動對災民的幫助相當大。這次地震後，台灣來的慈濟 (Budha Tzu Chi) 的救濟工作也讓災民受到實質、切身的幫助，讓勘災團的成員深受感動。外來的勘災活動其實會對災區帶來額外的負擔，本次勘災團有在台灣科大就讀的印尼學生同行，行程安排與語言障礙的排除大都能自行解決，盡量降低對當地相關單位「陪同勘災」的負擔。此外，台灣科大建築科技中心也將提撥經費，針對惹地區重建所須，選擇適當的研究課題在台灣科大進行研究，並將研究結果轉移給日惹地區使用，期望能將台灣對日惹地區災民的關懷之意轉變成實質的幫助。

致謝

本次勘災活動受到如本文前言中所述的單位與個人的協助，本勘災團要對前述的單位或個人表達由衷的謝意。此次勘災活動，所有勘災成員表現了高度的敬業與合作精神，台灣科大的 4 位印尼籍成員大幅提升勘災活動的效率，3 個合作單位的密切配合，都值得在此記一筆。

國立台灣科技大學
國家地震工程研究中心
國家災害防救科技中心

2006 亞太(APEC)抗震盃活動報導

一、前言

為增進學生地震工程之防災知識，藉由競賽活動及互動式參與增進結構抗震觀念，本中心自 2001 年起舉辦「抗震盃—地震工程模型製作校際競賽」，此項活動由本中心與英國文化協會的努力下自英國引進後，迄今已舉辦五屆，這段時間經過主辦單位費心的推動與改進，從原本的大專生競賽擴展為高中、大專及研究生皆可參加的競賽活動，並成為國際矚目的地震工程教育盛事。今年更透過行政院國家科學委員會的協助，在三月份於菲律賓舉辦之亞太經濟合作組織(Asia Pacific Economic Cooperation, APEC)的工業科技工作小組(Industrial Science and Technology Working Group, ISTWG)會議正式通過成為亞太經濟合作組織的科教活動之一，因此今年國際參賽隊伍的數量大幅增加，包括日本、美國、英國、紐西蘭、馬來西亞、越南、新加坡、印尼及香港等 9 國均派員參賽，國際隊伍共計 20 隊約 90 人參與，國內外全部參賽人數更是高達 430 人。本屆亦邀請英國 University of Bristol 教授及菲律賓科技部的火山及防災中心所長協助活動進行。

二、競賽時間與內容

時間	工作	說明
9 月 20 日(三)		國外隊伍抵達台北
9 月 21 日(四)	國外隊伍地震教育之旅	介紹 921 地震教育園區、石崗壩、集集震害景點等
9 月 22 日(五)	研究生組研討會	各隊簡報其設計與構想並討論、溝通規則
	國際隊伍歡迎晚宴	歡迎國外隊伍、加強國內外交流活動
9 月 23 日(六)	抗震盃 (IDEERS) 競賽	模型製作、模型審查
9 月 24 日(日)	抗震盃 (IDEERS) 競賽	振動台測試、頒獎典禮
9 月 25 日(一)		國外隊伍離開台北

三、競賽活動

9 月 23 日競賽活動第一天為模型的製作，於早上 9 點開始報到後，經過簡單之模型製作示範與模型屋受震過程展示之後，高中大專生組的參賽隊伍必須在 6.5 個小時之內完成模型之製作。參賽隊伍必須用 6 公釐×4 公釐的細長木棒，配合細棉繩與普通的紙張，製作一個三個樓層，能夠至少支撐 7.5 公斤重的模型結構。模型製作時間（包含午餐及休息時間）為 6.5 小時，製作完成後，裁判將審查所有的模型，並記錄其質量，不合規定者將加以懲罰重量，程度嚴重者將取消比賽資格；最後所有的參賽模型將同時安裝在地震模擬震動台上進行測試其抗震程度，成績評比將依效率比；即模型能夠承受人造地震的最大強度除以該模型的質量為審核標準。

9 月 24 日早上首先進行參賽模型的展示與觀摩，同時舉辦最具冠軍相的投票活動，所有來賓在觀摩所有參賽模型後，圈選出認為最有冠軍相的參賽隊伍。待模型展示結束後，高中、大專組參賽隊伍分別安置模型於地震模擬振動台工作，進行 250、400、750、1000、1100、1200、1300、1400、1500(gal)的地震測

2006 亞太 (APEC) 抗震盃國際邀請賽於 9 月 22 日(星期五)至 24 日(星期日)於國家地震工程研究中心舉辦，首先由 9 月 22 日的「抗震盃研究生組國際研討會」揭開序幕，會中邀請本次抗震盃的國內外研究所以上的參賽隊伍參加，參賽選手們需闡述模型的設計理念以及採用之防震、隔震與減震消能方式，經由研究生評審裁判的審查，及所有參賽隊伍的詢答，透過國際研討會交互答辯形式，提供台灣學子與國際接軌的機會，以促進彼此間的學術交流。

9 月 23 日至 24 日係抗震盃地震工程模型製作校際競賽，由國內外高中、大專以及研究所學生組隊參加，共計有研究生組 20 隊、大專組 34 隊及高中組 33 隊獲得參賽資格。活動中除了競賽前三名外，並於各組選出三組耐震最佳設計之模型、三組研究生組國際研討會最佳簡報，分別頒發獎金與獎座作為獎勵。另為增加活動之趣味性，現場所有人員將可參加「最具冠軍相」之投票活動，主辦單位將從猜中每組冠軍之選票中，抽出三個幸運兒致贈圖書禮券。詳細活動時程如表所示。

試。在模型安置在振動台測試之前，各組負責裁判記錄每一個參賽模型的質量，以及測試後模型所能承受最大的地震強度。透過這些數值計算每一個模型的效率比，效率比的計算方式是以模型的質量除其所能承受地震的最大強度，振動台測試由 250gal 開始，接著逐漸增加，最大到 1500gal 為止。



圖一 地震模擬屋展示說明



圖二 選手專心製作模型

研究生組則挑戰隔減震模型的製作，研究生組的模型有別於高中、大專組，標準結構為兩層樓，樓版尺寸為 250 公釐×400 公釐，由六支連續柱（6 公釐×6 公釐木條）所支撐，標準結構總高為 40 公分，一樓地板之樓版為壓克力材質 250 公釐× 400 公釐× 6 公釐，二樓地板以及天花板為整片式木質密集版。250 公釐× 400 公釐× 6 公釐。另提供 350 公釐× 50 公釐× 6 公釐的木質密集版

為底座，結構必須與底座結合，底座則用於固定在振動台上，並將各層樓版載重固定為 10 公斤，每個模型總共需承載 30 公斤之重量。比賽目的為提升結構的耐震性能，模型材料除主體結構由中心準備木材、紙張、熱熔膠與棉繩外，參賽選手可自行準備隔震消能材料，但必須於報名時向大會登錄，並通過 9 月 22 日的研究生組研討會之設計審查。研究生組之結構物耐震設計目標值為 1000gal，也就是說如參賽選手必須設計的模型在 1000gal 就倒塌，如在超過或低於此震度倒塌則會予以扣分。振動台測試範圍則為 400、800、850、900、950、1000、1050、1100、1150、1200gal，耐震能力低於 800gals 者為不合格結構，無法參與排名。另外如採用基底隔震系統，上部結構的位移若超過 5 公分（超出底板範圍），結構物立刻判定損壞。在競賽過程中，可以看到各參賽的研究生隊伍費盡心思設計不同的隔震消能元件。有運用塑膠針筒作為隔震系統，也有隊伍利用橡膠塑膠材料作為隔震裝置，甚至成大建築所運用麥芽糖的黏彈性作為消能材料，獲得研究生組首獎。



圖三 參賽模型進行振動台震度測試

歷經高中、大專與研究生組的振動台測試後，本屆抗震盃獲獎名單如下表所示：

	研究生組		大專組		高中組	
	組別	校名	組別	校名	組別	校名
首獎	14	成功大學建築所	5	台灣科技大學營建系	12	方濟中學
二獎	17	成功大學土木所	29	University of Bristol	31	明道中學
三獎	21	University of Architecture in Ho Chi Ming City	9	東南技術學院土木系	36	SMK St Mary's Sandakan
最佳創意獎	13	MCEER	1	東海大學建築系	19	中壢高中
	14	成功大學建築所	10	南亞技術學院土木系	1	前鎮高中
	11	中興大學土木所	12	成功大學建築系	31	明道高中

四、結語

由於台灣位處地震帶，地震是無法避免的，如何減少地震災害所造成的損失，是當前重大課題之一，因此地震防災教育之推動，長久以來一直是本中心的工作重點。抗震盃自 2001 年起已歷經五屆，參加過的國內外學員已多達 1300 位，今年更首度列為 APEC 的科技文教活動之一，參加的國家數目與國際隊伍都創歷

年新高。本中心透過長期舉辦科教競賽活動，讓參與學生能藉由互動式參與增進結構抗震觀念，增進地震工程之防災知識，進而培育更多優秀的青年學子能夠投身地震工程相關領域，相信他們未來能有一天在地震工程領域上發光發熱。

助理技術師 李牧軒

2006 年國科會候鳥計畫

外華僑不論身在何方，總對中華文化和台灣土地總是有著深厚的情感。過去數十年中，華僑在台灣社會的成長一直有著極深的影響與貢獻。然而，在海外出生的第二代華人卻受限於外在環境，沒有適當的機會來認識台灣的風土文物，更遑論及對這片土地有無感情了。有鑑於此，國科會為增加海外第二代華人瞭解台灣，鼓勵海外第二代學子歸國參與國內活動，同時培養台灣研究人員與國際接軌的管道，於今年的暑假期間再次舉辦為期 8 週的「候鳥計畫」。

今年度候鳥計畫將以「台灣科技·民主探索」為主題，突顯台灣因民主化社會所造就的經濟奇蹟及科技成就，無疑是海外優秀青年在地生根、佈局全球的最佳地點。除國科會及國研院各個研究中心外，還有許多研究單位均有實習的候鳥學員，參加學員非常踴躍，總計有近 300 位。本中心今年則分配 4 名學員。這 4 位候鳥學員李玉涵、廖浩芳、楊學芮、梁夢雲，分別來自美加地區，平均年齡約二十歲。李玉涵、廖浩芳與梁夢雲都來自加拿大溫哥華地區，專長是程式設計；楊學芮則來自美國加州地區，專長是地球科學，也具程式設計能力。

剛報到的第一個禮拜，候鳥們對中心的任何事物無不感到新奇，為能讓學員們充分瞭解國內地震工程研發狀況，本中心規劃「Google Earthquake」作為實習題目，希望候鳥在實習過程中除了可以發揮本身程式設計的專長外，也可以學習到有關地科與地震工程方面的知識。

「Google Earthquake」提供地圖及衛星影像介面展示世界上大大小小的地震事件及著名工程建築物(如台北 101)，開發工具乃利用 Google Map API 與微軟發展的 .NET 技術。像國震中心本身在地震工程方面的領域就有相當豐富的資料庫，但資料庫本身多儲存在單機電腦上，並無法有效管道分享資訊給學術研究單位使用或一般民眾瀏覽；有鑒於此，藉由這次候鳥計畫，中心才規劃「Google Earthquake」這個專題。待系統開發後完整後，未來網路用戶端即可利用網路瀏覽器，進行資料瀏覽、查詢，一來用戶端不用擔心昂貴軟體的採購問題，二來資訊可有效且安全的管理與開放，藉以提供資料需求者獲取資訊之管道，也吸引民眾對地震工程與防震教育的認識。

實習初期，中心先期規劃 4 週的時間讓候鳥對於 Google Map API 與 .NET 技術有初步的認識，並循序漸進的做基礎作業。由於候鳥們都很用心於作業的實作，且又勇於發問與溝通問題，4 週的基礎練習結束後都有很扎實的觀念與系統開發能力。在後 3 週的系統開發上，中心並無刻意的主導系統架構，完全給他們創意激盪的機會，學員也很樂意的暢談自己對於系統的想法與開發方向，並付諸於實作上。

候鳥所開發的系統提供世界 7 天內、8-30 天內與歷史性地震事件查詢功能；除了地震事件查詢外，「Google Earthquake」

也提供有關知名地震工程學術單位與工程的展示介面。值得順道一提的，雖然研習的時間只有短短的 7 週，但學員在技術上，可以從初次體驗 Google Map API 與 GIS 技術到有能力的開發出成熟系統，並體會到團體合作的可貴與力量，這趟候鳥之行對他們是受益良多的。

最後，第 2 屆「候鳥計畫」學員近三百人經過近兩個月的實習，行政院國科會在 8 月 19 日於中油大樓舉行頒獎暨歡送晚會，地震中心的「Google Earthquake」題目也獲得工程組第二名的殊榮。



圖一 最近七天世界地震事件展示介面



圖二 專題「Google Earthquake」贏得候鳥成果研討會工程類第二名

專案助理研究員 陳緯蒼

第四屆世界結構控制與識別研討會

第四屆世界結構控制與識別研討會是由美國加州大學聖地牙哥分校南加州大學在 International Association for Structural Control and Monitoring 贊助下，於 2006/7/11-13 美國加州大學聖地牙哥分校主辦。會議場地訂於美國加州大學聖地牙哥分校校園。研討會前，大會更特別安排工程參觀，讓各國與會專家學者了解美國加州大學聖地牙哥分校中屬於美國 Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES) 的戶外單軸向超大震動台與結構物爆破實驗等先進設備等主題，其中戶外單軸向超大震動台長 7.6 米寬 12.2 米，具有高達 400 噸以上之承載量，可進行高樓層實尺寸結構物之實際測試，而爆破實驗室則可針對 911 後世界層出不窮的恐怖攻擊行為進行預防，以提升既有結構物對於爆破之有效抵抗力。(附圖一)

本研討會之主旨為邀集全球各國於結構主動或混合控制及結構安全監測之相關專家學者，利用本次會議期間，進行相關最先進研發之交流與合作。會議中最主要的議題包括：自適性結構、智慧型材料與智慧型結構、先進感測技術與感測系統、健康診斷與損害檢查、結構物於風力、地震力與其他強烈震動下之混合控制技術等。會議共分三天舉行，除了超過三百篇的論文利用八個平行議程地進行口頭交流外，大會亦安排了各個領域的頂尖學者進行九場 Keynote Speech 與區域研究整體報告，讓所有與會的來賓均能對世界之最新脈動有所涉獵。

利用本會議期間的成員交流，中心與會同仁獲益良多。除了發表自身研發成果，積極促成國際合作外，藉由快速吸收各國專家學者所累積的技術經驗、及相互支援人力及軟硬體設備，更可有效率地解決各國所共同面臨的研究資源分配問題。此外本屆會議在中心重點研發項目諸如智慧型結構物、結構混合控制技術與結構無線感測等實驗技術上，亦有大量之論文發表。藉由參與

其中的討論與互動，亦可讓中心同仁用另外一種觀點去思考所面對的問題，進而大幅縮短自行摸索所需耗費之人力與時間。參與本次研討會對於中心與同仁而言，均獲益良多。



圖一 戶外超大型單軸向震動台與爆破實驗室

副研究員 林子剛、林沛陽
副技術師 王孔君

九十五年度建築物耐震設計國際訓練班

The International Training Program for Seismic Design of Structures and Hazard Mitigation (ITP 2006)

從世界各地近二十年來所發生的重大地震災害調查資料進行分析，可以發現地震災害所造成的人員傷亡有 90% 以上是因為建築物耐震能力不足而倒塌所引致。因此在地震工程應用的領域裡，如何強化建築物耐震設計與施工，以提升建築物耐震能力，為減少地震災害最直接有效的方法。就結構物耐震設計規範與設計方法而言，目前以美、日、紐、加和我國較為完備。位於環太平洋地震帶上或歐亞地震帶上，與我國同樣飽受地震威脅的亞太地區開發中國家，其建築物耐震設計規範與設計方法仍然十分不足。本計畫擬配合國科會與開發中國家之國際科技合作計畫—『研究暨培訓型國際合作規劃案』，針對建築物耐震設計以短期研討會課程形式，邀請亞太地區開發中國家的政府官員與工程師共同參與，除協助提升該國建築物耐震技術外，進一步交換意見以增進台灣的國際交流。

本年度之國際合作計畫預定於九十五年十月二十三至十月二十七日共五日於國家地震工程研究中心舉辦。會中預計邀請十五國共三十位具相關背景之學者專家進行短期研習活動。為進一步促進我國與各國工程界之交流，國內亦開放三十位名額讓各方人士與會。關於本活動之最新訊息與報名資料請連結本研討會專屬網站查詢：<http://w3.ncree.org/itp/2006/Chinese/index.html>。

第一屆歐洲地震工程與地震學研討會

第一屆歐洲地震工程與地震學研討會 (The First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 1st ECEES) 於本年 9 月 3-8 日於瑞士日內瓦舉行，本中心共有邱耀正組長以及葉勇凱、柴駿甫、劉季宇博士等人與會。本研討會之前身為歐洲地震工程研討會 (每四年舉行一次，已舉辦 12 屆) 以及歐洲地震學委員會大會 (每二年舉行一次，已舉辦 29 屆)，自本屆 ECEES 開始，未來的研討會將採合併舉行的方式，將地震科學與地震工程的新知識與新技術熔鑄於一爐，其目的一方面是基於基礎科學與工程應用之間確有加強交流與整合的實際需要，另一方面則是藉由參與的擴大可以進一步確保歐洲在相關領域的世界地位。本研討會共規劃數十項不同的主題，依場次屬性分為：一般場次 (8 項主題)、工程場次 (10 項主題，其中結構工程又細分為 8 個主題) 與工程特別主題場次 (11 項主題)、歐洲地震學委員會場次 (36 項主題) 等三類。大會除安排 11 場專題演講外，每天均有三個時段口頭形式論文發表，同一時段中規劃有九個平行場次，針對特定主題同時進行論文發表與討論。至於海報展示形式之論文發表，則分兩階段 (4-6 日以及 7-8 日) 懸掛海報供全日瀏覽，並由論文作者於所安排的時間進行解說與答詢。

本屆研討會最大的特色在於論文主題分類細密，所以從千餘篇論文發表之中，很容易鎖定有興趣的場次參與，同時各場次也因論文旨趣集中而互動更形熱絡。根據大會場次規劃與論文數量，可知目前歐洲地震工程領域之研究主題，除了傳統之強地動模擬、場址效應、大地工程、結構與橋梁之試驗、分析與控制、設計方法與規範等研究範疇外，亦偏重於具有特定目的之應用研究，例如：設計輸入地震歷時、早期預警與地震境況模擬、既有建物之耐震評估與補強等。會中與多位歐洲學者交換研究心得，他們對於台灣的耐震研究進展甚感興趣，例如校舍補強常用的翼

牆補強需施作基礎，此點在歐洲由於成本較高，所以較傾向採用鋼板包覆補強。本屆研討會係將地球科學與地震工程一併納入，因此在會議期間亦能同時參與有關地震危害度分析、震源理論模型、震波波傳分析等地震學領域之討論，這對本中心未來進行地震學與地震工程之整合研究規劃將有參考價值。這次大會提供日內瓦市區交通乘車證，研討會期間 TPG (Transports publics genevois) 的所有巴士與電車均可免費且無限制地利用，徹底解決了與會人員往來市區、會場、近郊景點之間的問題，此點深獲好評。

本次研討會所出版的論文集 "The Proceedings of the First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology, 3-8 September 2006, Geneva, Switzerland" (計光碟片 1 片) 以及論文摘要集 (計紙本 1 冊)，現已存放於本中心五樓圖書室中，歡迎查閱參考。



照片一 第一屆歐洲地震工程與地震學研討會開幕式

研究員 葉勇凱、柴駿甫、副研究員 劉季宇

錨栓及植筋應用於混凝土結構技術研討會預告

中國土木水利工程學會為推廣混凝土結構用錨栓及耐震補強工法常用之植筋工程技術之正確觀念，協同國立台灣科技大學營建工程系、國立台灣大學土木工程系、國家地震工程研究中心與喜利得股份有限公司等單位，特舉辦本研討會，邀請產業界具工程學養及實務經驗之專家學者，針對國內外常用錨栓設計原理及相關試驗，進行一系列介紹。其中包含如：後置式機械型錨栓設計原理 (ACI 318 附錄 D) 及試驗流程 (ACI 355.2)、動態載重下錨栓之設計等，皆為此領域中最新穎而且實用之主題。希望透過本研討會能提供國內工程界嶄新之觀念及作法，推廣錨栓設計之相關知識，並進而促進工程安全性及品質提昇。

本研討會預定於民國九十五年十一月十四日 (星期二) 在國立台灣科技大學國際大樓 101 會議室舉辦。研討會報名費用 600 元，可申請訓練積分，主協辦單位之會員報名費 300 元。本研討會預計提供 200 位名額讓各方人士與會，凡與混凝土工程相關之各工程機構、顧問公司、營造廠商之工程人員、技師與建築師，學生及其他有興趣之人士，均歡迎報名參加，依報名順序額滿為止。關於本活動之最新訊息與報名資料請連結湯采潔小姐，電子信箱為 tang.tc@msa.hinet.net。聯絡電話：(02) 27353950