

發行人：黃世建

本期主編：葉勇凱、邱聰智

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>

107 年 12 月出版

81 年 3 月創刊・季刊

目錄

• 專題報導：軟弱層結構於近斷層地震之反應模擬與補強

三層樓 RC 構架振動台試驗之模擬與分析 1
含軟弱層七層樓 RC 構架於近斷層地震之振動台試驗 4

• 國際交流

日本宇部興產公司考察 6
台俄雙邊研究計畫交流活動 7

• 中心活動

2018 抗震盃耐震創意大挑戰 8
地震動模擬技術的應用現況與未來展望 9
921 地震教育園區地震預警系統應用特展 9

• 研討會紀要

2018 北海道地震勘災座談會 10
2018 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會 11
2018 「台灣地震損失評估系統」講習會 11
2018 年建築結構耐震評估與補強技術研討會(台北場) 12

國家地震工程研究中心

簡訊

2018.12 第一〇八期

專題報導

《軟弱層結構於近斷層地震之反應模擬與補強之一》

三層樓 RC 構架振動台試驗之模擬與分析

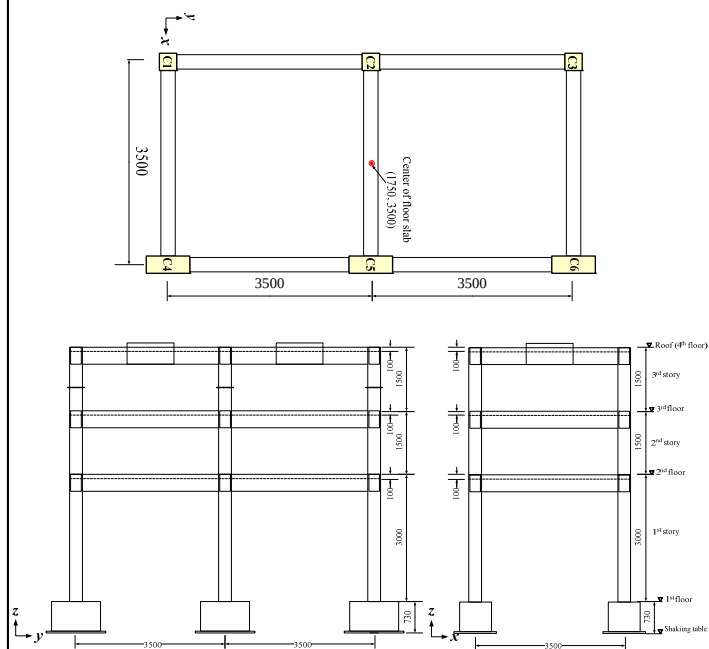
鑒於近年來例如 912 集集地震至 2016 年美濃地震所產生的震害發現，台灣住商混合大樓及底層軟弱建物較易發生嚴重破壞甚至倒塌，故本中心台南實驗室在 2017 年 8 月以一座一樓挑高且具非韌性配筋柱構件之三層樓 RC 試體構架，進行一系列的構件實驗及振動台試驗，邀請國內結構設計單位及專家學者共同針對此一 RC 試體構架進行分析模擬，其中針對如何使用適切的分析元素與模型以有效模擬其勁度、強度、破壞模式及非線性行為設定方式等詳加研討，希望可促進既有 RC 建物耐震評估程序及補強工法的研發與精進，並就建築物及相關構件行為之分析模擬技術與實務需求進行研討交流，期望能提供研討成果及技術給工程界參考，期以提昇國內結構設計與分析技術之水準。

一、試驗規劃

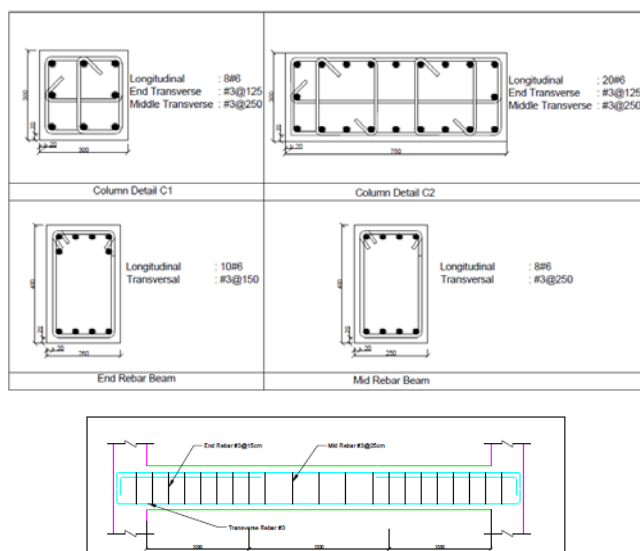
本試驗參考 2016 年美濃地震中某一座遭受嚴重破壞的住商混合大樓之梁柱尺寸及配筋，設計一座 1/2 縮尺底層軟弱兼具非韌性配筋細節之 RC 構架(如圖一)，此構架試體採用模組化方式施工組裝，頂樓短向兩側有外牆。試體總高 6.895 公尺，如圖二所示，此構架短向定義為 X 向，長向定義為 Y 向，短向為單跨 3500mm，長向為雙跨共 7000mm，此三層樓 RC 結構一樓樓高 3000mm，二至三樓樓高 1500mm，三樓 X 向兩外側封 150mmRC 牆，此外每層樓板皆配置兩個 RC 質量塊。試體的重量組成包含 RC 柱、梁、牆、板及質量塊。為配合結構動力分析所需，亦針對底層柱試體另外進行單柱受軸壓之反覆側向載重試驗，以便進行分析模擬時能有效掌握構件行為，並用於測試驗證非線性設定方式。



圖一 三層 RC 建築試體



圖二 試體構架平面圖與立面圖 (mm)



圖三 構架試體梁柱配筋

表一 試體構架樓層重量與樓高

Floor number	Floor weight (kN)	Story number	Story height (mm)
4	170.99	3	1500
3	193.26	2	1500
2	205.23	1	3000

表二 試體構架混凝土圓柱抗壓試驗結果

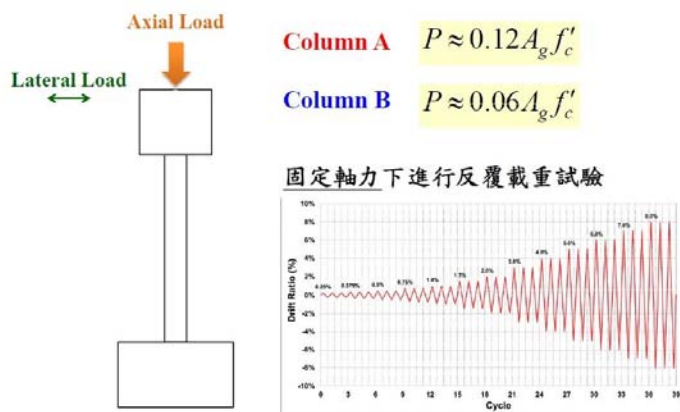
	Compressive strength (N/mm ²)	
	1 st story and 2 nd story	3 rd story and foundations
Specimen 1	23.8	21.6
Specimen 2	22.5	21.7
Specimen 3	23.7	21.5

表三 試體構架鋼筋拉伸試驗結果

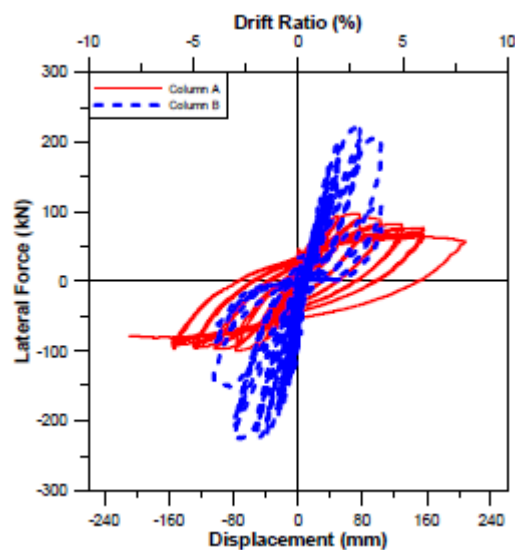
D10		D19	
f_y (MPa)	f_u (MPa)	f_y (MPa)	f_u (MPa)
348	479	456	642
348	466	452	639
353	478	455	644

1~C3 柱尺寸為 300x300mm，C4~C6 柱尺寸為 300 (X)x750mm (Y)，梁尺寸皆為 250x400mm，樓板厚度皆為 100mm，牆厚度皆為 150mm。混凝土抗壓強度皆為 21MPa，六號鋼筋採 SD420W，三號鋼筋採 SD280。相關梁柱配筋配置詳圖三所示。由於 X 向左右柱尺寸並不相同，因此構架試體 X 向呈不對稱分佈，Y 向則對稱。

在此三層樓 RC 構架開始做試驗前，主辦單位[1]提供了兩組柱構件試驗數據供分析者參考，作為校正數值模型之依據。兩組構件試體編號為 Column A (300x300mm) 及 Column B (300x750mm)，分別模擬構架試體中 C1~C3 及 C4~C6 柱(配筋略同)，柱構件試驗規劃如圖四所示，試驗所得容量曲線如圖五。



圖四 柱構件反覆載重試驗規劃



圖五 柱構件反覆載重試驗所得容量曲線

二、分析模擬方法綜整簡述

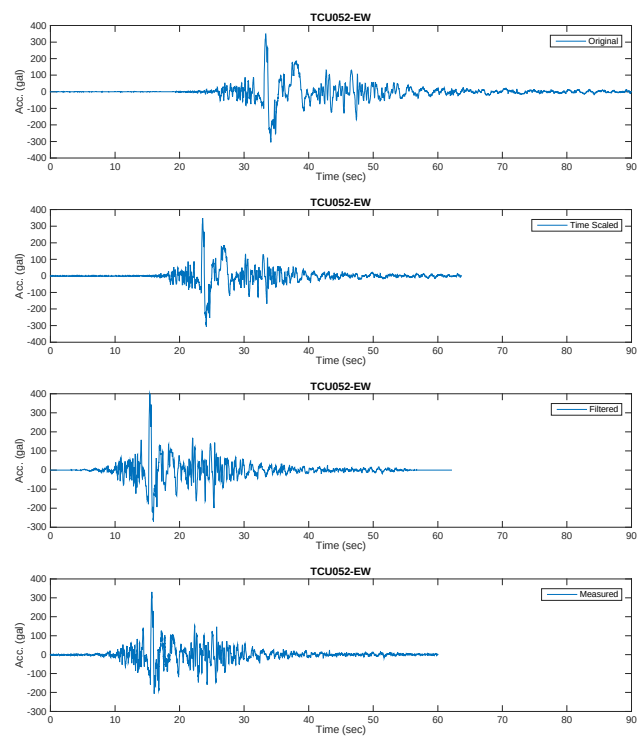
此次振動台試驗共邀請四組研究人員團隊及三組工程師團隊進行歷時動力分析模擬，材料非線性設定方式主要有：(1)採用 Panagiotakos & Fadis Backbone Model (Concrete04)；(2) 使用 Fiber-model 考慮構件剛度折減，其中混凝土採用 Mander’s model； (3) SAP2000 採用 Elwood & Moehle 塑鉸模型； (4)採用 Fiber-model 但未考慮構件剛度折減，基腳採旋轉彈簧模擬；(5) 採用 Fiber-model 但未考慮構件剛度折減，混凝土採用 Mander-Park model，考慮圍束與非圍束混凝土區塊(Concrete01)；(6) 採用 SAP2000 自定之塑鉸；(7) 採用 TEASPA 塑鉸設定方式，配合三參數衰減材料模型。另外，例如是否假設樓版為剛性、是否考慮軸力與彎矩互制效應、是否考慮幾何非線性等阻尼比設定方式皆藉由此次振動台試驗分析模擬來進行研討比較。

三、加速度歷時

各組地震歷時之最大地表加速度 PGA 如表四所示，其中 TCU052 測站歷時是 921 集集地震具近斷層特性之歷時記錄，圖六為原始經基線校正後的 TCU052 地震歷時、縮時後、濾波後的振動台測試輸入地震歷時及振動台測試時輸出的地震歷時。

表四 四組地震歷時最大地表加速度 (PGA)

地震歷時	最大地表加速度(PGA)
TCU052EL	3315 mm/sec ²
CHY047EL	4130 mm/sec ²
TCU052In1	9447 mm/sec ²
TCU052In2	11928 mm/sec ²



圖六 原始經基線校正後的 TCU052 地震歷時、縮時後的地震歷時、濾波後的振動台測試輸入地震歷時、振動台測試時輸出的地震歷時

四、分析模擬心得與建議

- 1. 分析團隊中提出一簡化模擬方法，首先由 TEASPA 求出構件塑鉸，再轉換成 PISA3D 三參數衰減材料模型，並驗證其與構件反覆載重試驗之比較結果，提供工程師建立構件模型之參考。
- 2. 分析案例中亦有提出構架模型勁度修正調整方法，並驗證其與系統識別結果，提供工程師建立構架模型之參考。
- 3. 歷時分析結果顯示，屋頂最大加速度分析值約為試驗值之 2/3，推測可能原因為：
 - a. 動力歷時分析中反應峰值時瞬時頻率較小，加速度反應較大。
 - b. 柱底邊界條件並非完美固接。

另外，鋼筋混凝土柱若依 ACI 318-14[10]適當配置閉合箍筋，可確保混凝土保護層剝落後不會導致柱軸力強度之損失，在柱承受 0.03 位移比時，僅呈現有限度的強度衰減。而未配置適當箍筋之非韌性鋼筋混凝土柱，對軸力變化敏感度較高。本次三層樓 RC 構架振動台試驗，柱軸力比不高，然而例如像 PISA3D 之三參數衰減材料(Degrading Material)分析模型中尚無法考慮軸力變化之影響，然而對於超高層 RC 構造之非線性模擬，軸力變化大，此時本研究提出之簡化分析模型，其適用性則有待商榷。

參考文獻

1. 建築結構非線性動力分析模擬技術論壇
<http://www.ncree.org/2017AnalysisSeminar/>

2. 林柏州，「物件導向非線性動態三為結構分析程式之研發」，碩士論文，國立台灣大學土木工程學研究所，台北市，2003。

3. 蕭輔沛、鍾立來、葉勇凱、簡文郁、沈文成、邱聰智、周德光、趙宜峰、翁 樸文、楊耀昇、涂耀賢、柴駿甫、黃世建，「校舍結構耐震評估與補強技術 手冊第三版」，技術報告 NCREE 13-023，國家地震工程研究中心，台北，2013。

4. 廖文正等(2016)。“台灣混凝土彈性模數建議公式研究”。結構工程期刊，第 31 卷，第 3 期。

5. ACI Committee 439, “Effect of Steel Strength and Reinforcement Ratio on the Mode of Failure and Strain Energy Capacity of Reinforced Concrete Beams,” ACI Journal, Vol. 66, No. 3, March 1969, pp. 165-173

6. Ahmad, S.H. & Shah, S.P. 1985. Behavior of Hoop Confined Concrete Under High Strain Rates. ACI Journal, Vol.82, No.5, Sep-Oct., 634-647.

7. ACI (American Concrete Institute) Committee 318. 2014. Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-14) and Commentary (ACI 318R-14). Farmington Hills, MI: ACI.

副研究員 翁元滔
建物組組長 周中哲

含軟弱層七層樓 RC 構架於近斷層地震之振動台試驗

台灣活動斷層達 33 條，兩側 10 公里範圍內通過之村里為近斷層影響範圍，則其影響人口數超過 860 萬人，影響建築物棟數超過 250 萬棟，因近斷層地震具高速度脈衝、地表大位移等特性，建築物受到近斷層效應影響之危害恐較一般地震更為嚴重。檢視過去國內外相關研究，仍缺乏合理考量近斷層地震對於建築物影響、建築物對於近斷層地震性能評估技術與建築物對於近斷層地震補強技術。且目前國內耐震設計規範僅以近斷層效應調整因子粗略考量近斷層效應，亦缺乏中高樓及不規則建築結構針對近斷層效應之合理考量。在 2016 年發生的美濃地震中，共有 117 人罹難，其中 115 人(占 98.3%)之死亡乃肇因於「維冠金龍大樓」之倒塌。在過往震害中，具軟弱底層之住商混合大樓係損壞最為嚴重的一群建築物，因此找出一具可靠性及經濟性之建築抗倒塌技術，實屬必要。國家地震工程研究中心興建臺南實驗室並建置高速度長衝程振動台系統，於 106 年竣工啟用，此振動台系統係為重現近斷層地震所設計，本研究配合此一新建設備之建置，透過大型結構振動台倒塌實驗，探討近斷層地震對建築結構耐震性能的影響與防治對策。

一、住商混合大樓易因軟弱層效應而受地震損傷

自九二一地震後，我國政府對於老舊且耐震能力不足之公有建築進行大規模之評估與補強，其中尤以國震中心協助教育部推展全國中小學校舍實施耐震補強最有成就，現有超過九成校舍已解除列管。惟近幾年所發生 0206 美濃地震及花蓮地震後勘災結果顯示，國內受害最嚴重的建築物族群已由公有建築物轉移到私有建築物，足見國內眾多的私有建築物並未獲得足夠的耐震性能提升。其中尤以住商混合類型建築物易因軟弱層效應而受地震損傷(如圖一)，而鄰國日本於近年震害中對於軟弱底層建物倒塌情形也是屢見不鮮(如圖二)。



(a) 住商混合大樓倒塌前照片



(b) 住商混合大樓倒塌後照片

圖一 美濃地震住商混合大樓倒塌前後照片



(a) 軟弱底層建物倒塌前照片



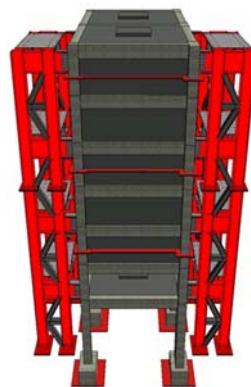
(b) 軟弱底層建物倒塌後照片

圖二 日本熊本地震軟弱底層建物倒塌前後照片

二、含軟弱層七層樓 RC 構架振動台試驗試體規畫

本研究為瞭解住商混合大樓因軟弱層效應受震破壞行為，特規畫具以下特徵之大尺寸 RC 構架振動台試驗試體：

- 1/2 縮尺非韌性配筋鋼筋混凝土構造(如圖三)。
- 模組化設計：9 層樓、7 層樓、5 層樓或 3 層樓等(如圖四)。
- 前後側柱尺寸不一(單一方向倒塌)。
- 一樓柱挑高及軟弱層效應顯著。



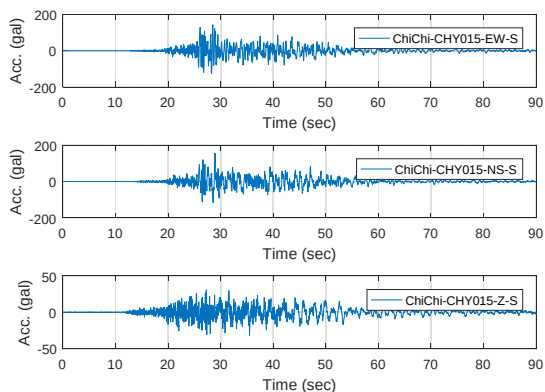
圖三 1/2 縮尺非韌性配筋鋼筋混凝土構造試體三維模擬圖



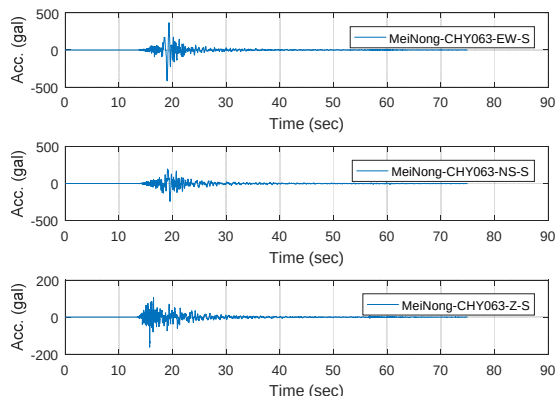
圖四 模組化設計實驗試體

三、實驗規劃及國際分析競賽

本研究分別以三軸向之 CHY015 及 CHY063 震波進行輸入，其中九二一集集大地震之 CHY015 測站震波視為遠域地震(如圖五)，0206 美濃地震之 CHY063 測站震波則為近斷層地震(如圖六)。圖七所示為含軟弱層七層樓 RC 構架振動台試驗試體安裝於臺南實驗室大型振動台之照片，此實驗規畫於 11 月 14 日輸入 70% CHY015、50% CHY063 及 100% CHY063，使試體由彈性階段變化至非彈性階段，而於 11 月 15 日輸入 150% CHY063 及 200% CHY063，並使試體由非彈性階段至發生倒塌破壞。本次實驗亦提供作為國際倒塌競賽使用，讓國際競賽參與者可預測此實驗試體破壞行為(如圖八)。



圖五 輸入遠域地震 CHY015 三軸向加速度歷時曲線



圖六 輸入近斷層地震 CHY063 三軸向加速度歷時曲線



圖七 含軟弱層七層樓 RC 構架振動台試驗試體

四、結語

臺灣地區活動斷層甚多，若以第一類活動斷層兩側 10 公里範圍內為近斷層影響範圍，則其影響人口數超過 860 萬人，為全臺人數之 1/3，因近斷層地震具高速度脈衝、地表大位移等特性，建築物受到近斷層效應影響之危害恐較一般地震更為嚴重。故對建築物受近斷層影響之倒塌行為，需進一步研究。目前國震中心於國立成功大學歸仁校區興建臺南實驗室並建置 8 m x 8 m 之高速度長衝程振動台系統，於 106 年竣工啟用，此振動台系統具有重現近斷層震波之性能。本研究配合此一新建設備，透過振動台大型結構倒塌實驗研究方式，探討近斷層震波對房屋結構倒塌行為之影響與因應對策。去年度配合國震中心臺南實驗室開幕論壇舉辦，進行 3 層樓結構試體振動台實驗，並作為振動台性能展示，試驗輸入 TCU075 及 CHY047 震波，以比較近斷層效應及遠域地震所造成之影響。今年 11 月於國震中心臺南實驗室進行 7 層樓軟弱底層構架大型結構試體振動台倒塌實驗，考量近斷層效應之影響，試驗輸入 CHY015 及 CHY063 震波，同時舉辦國際性倒塌實驗結果預測競賽，吸引全球地震工程研究學者目光，增加國震中心新設臺南實驗室之國際能見度。

研究員 蕭輔沛、郭俊翔

副研究員 翁元滔

助理研究員 翁樸文、沈文成、李翼安

佐理研究員 蔡仁傑、陳勇宗、吳西湖



圖八 國際分析競賽網站

日本宇部興產公司考察

臺灣自 921 地震後，積極推動公有建築物之耐震評估與補強，尤其在校舍建築之耐震評估與補強已有相當之成效。然而，在私有老舊建築之耐震能力提升之推動部分卻未見端緒，2016 年美濃地震造成多棟私有建築之嚴重損壞甚至倒塌，顯現老舊私有建築物之耐震能力提升刻不容緩，內政部亦針對老舊建築物提出「安家固園」計畫，期望協助提升民眾之家園安全。面對私有建築物之耐震補強，首先面臨之問題即在於私有建築物不如校舍等公有建築物，可於寒暑假時遷離使用人員以進行傳統之耐震補強，須建立新式補強工法，減少補強施工時對民眾室內使用空間之影響。

日本對於建築物之耐震評估與補強有相當廣泛之應用，尤其是新式補強之工法研究，可減少補強對室內使用者之影響，有利於住宅建築補強之推動。宇部興產公司主要業務涵蓋化學、醫藥、建築材料、機械、能源及環境等，近年來積極投入水泥相關產業之應用，其中也包含建築相關耐震補強工法之開發推動，其於臺灣之分公司台灣宇部股份有限公司委託國家地震工程研究中心進行「既有結構外加構架補強試驗研究」，以探討新式補強工法應用於臺灣之建築成效，相關實驗研究已陸續完成(圖一)，為確實了解相關耐震補強工法之工程實務，因此國家地震工程研究中心派員前往參訪日本 DUF 工法及 DF 工法之現地施工案例及補強完工案例考察(圖二)，並前往宇部興產公司進行參訪，包含 i-plaza、宇部水泥廠、水泥運送專用高速公路、伊佐礦區等(圖三)，另亦前往日本山口大學進行參訪及實驗室參觀，針對實驗模擬技術進行討論交流(圖四)。透過本次考察，除可增進耐震補強工程實務知能，另可了解日本推動耐震評估補強之進程，有助於本中心推動我國建築物耐震評估與補強之發展，進行實驗室考察可增進了實驗技術，提升本中心地震模擬與測試之研究能量。



圖二 DUF 工法於現地之施工案例



圖三 宇部伊佐礦區(左)及水泥運送專用高速公路(右)



圖一 DUF 工法於本中心 MATS 進行測試



圖四 日本山口大學實驗室參觀

助理研究員 翁樸文、李翼安
研究員 蕭輔沛

台俄雙邊研究計畫交流活動

國家地震工程中心與俄羅斯科學院西伯利亞分院地質研究所(Altay-Sayan branch Geophysical Survey of Siberian Branch of the Russian Academy of Science)於2014至2016年期間,藉由科技部國合計畫針對高樓建築結構耐震穩定性實驗與理論分析方法及其監測技術,進行雙邊實質合作研究及交流活動,2017年與2018年延續研究工作成果,由本中心前主任張國鎮教授擔任執行中台俄計畫主持人,參與成員包括臺灣大學、交通大學、台灣科技大學以及國家地震工程研究中心之學者和研究人員,進行基於振動訊號之大壩結構健康診斷創新技術方法研究,預期彙整雙邊研發方法成果。

因應計畫內容需求台方研究團隊於2018年10月赴俄羅斯新西伯利亞市執行異地研究作業,與俄方研究團隊進行工作會議,並整合雙邊歷年交流與合作研究內容,主要以雙邊合作研究量測與試驗作業交流所收集之資料,進行訊號分析處理方法比較探討以及結構量測資料判讀討論,同時研擬規劃此項國際合作計畫後續工作。此外,台方代表團也前往莫斯科市,參訪俄羅斯科學院力學問題研究所(Institute for Problem in Mechanics of Russian Academy of Sciences)並進行交流會議,期待更多台俄雙邊國際合作之交流機會,以利擴散雙邊合作研究計畫之成果效益。特別感謝莫斯科台北經濟文化協調委員會駐台北代表處與俄羅斯國際工程院台灣分會於本次交流活動相關之協助和接待活動。



圖一 台俄雙邊計畫研究團隊



圖二 台方代表團參訪俄羅斯科學院力學問題研究所

副研究員 陳俊仲

921 地震 20 週年紀念國際研討會

1999年9月21日清晨1時47分,臺灣中部車籠埔斷層錯動,造成規模ML7.3之大地震,在地表產生最大錯動量超過10公尺且總長度達到85公里的破裂帶。此大規模的地震動使近斷層區域觀測到許多震度6以上的地表加速度峰值(PGA),因而造成2,415人死亡、11,305人受傷及超過5萬棟房屋全倒的嚴重災情,成為國人心中不可抹滅之歷史傷痛。然而,正因為921地震的痛苦教訓,也進而推動政府、民間及學術界投入大量資源,全面強化提升臺灣地震災害防救能力。相較於過去,不可否認的我們在地震防災各方面都有長足的進步與發展,但近幾年的美濃地震及花蓮地震卻仍造成不小的災情。因此,在921地震即將屆滿20週年的今天,值得深思的問題是,臺灣是否已準備好面對下一個921大地震?

為正視此問題,國家地震工程研究中心(NCREE)、國家災害防救科技中心(NCDR)及台灣地震科學中心(TEC)合作,將於2019年9月15日至19日,於公務人力發展學院福華國際文教會館,共同舉辦「International Conference in Commemoration of 20th Anniversary of the 1999 Chi-Chi Earthquake」(921地震20週年紀念國際研討會),廣邀國內外學者及相關單位參與,同時從地球科學、地震工程及防災政策等面向進行全方位深入交流討論,回顧過去之成就,檢討今日之不足,放眼未來之發展,盼能為臺灣建構耐震永續之家園。

本研討會為求涵蓋各領域之研究,由台灣地震科學中心(TEC)負責地球科學相關議題與議程安排,國家地震工程研究中心(NCREE)負責地震工程相關議題,國家災害防救科技中心(NCDR)負責應變與政策相關議題,總共規劃了十多個議題進行深入討論,也希望達到跨領域之橫向交流,鏈結上、中、下游之研究能量與成果,共同強化我國地震防災能力。此外,此次研討會也針對國家地震工程研究中心於2016年完工之臺南實驗室的近斷層地震實驗能力,安排了七層樓構架補強試驗國際分析競賽之特別議題(special session)討論;以及針對與近年美濃地震和花蓮地震相關的軟弱層街屋耐震補強之特別議題討論,使各國學者能進一步認識本中心之研發成果。本研



討會也已獲科技部自然司重視與支持,列為2019年之重要國際交流工作。預計將有國內外超過兩百人參加,除能將台灣之地震防災技術與成果與國際分享,也藉由此次機會促成更多國際合作研究。本研討會敬邀國內外學者及相關單位參與,歡迎各界學者先進,踴躍投稿。(研討會網址:Chichi20.org)

研究員 葉芳耀

2018 抗震盃耐震創意大挑戰

與地震共存 抗震盃長期落實防災教育

921 大地震發生至今已 19 年，雖然這十幾年來地震工程技術不斷創新，但以現今的科技水準，仍無法有效預測地震，今年 2 月發生的花蓮地震亦造成人員傷亡與房產損失，再次突顯平時防震準備以及地震防災教育的重要性。

抗震盃自 2001 年起，迄今已歷經 17 屆競賽，國內外參賽學生總數超過 7,000 人，曾參賽過的國家地區包含英國、美國、日本、韓國、新加坡、印尼、印度、香港、馬來西亞、越南、紐西蘭、澳洲、貝里斯、菲律賓與瓜地馬拉等。今年的比賽，高中、大專、研究生組共有 103 個隊伍參賽，其中包含 36 個國外隊伍，總參賽人數達 515 人。另有近 40 位國外師生組團來台觀摩，更讓活動熱鬧不少。

小創意大巧思 看看今年又有甚麼驚喜

今年活動一連舉行三天，首先由 9 月 13 日(四)「抗震盃研究生組國際研討會」揭開序幕，選手們在研討會中闡述模型設計理念，以及防震、隔震與減震消能的方法。9 月 14 日(五)為競賽活動之模型製作，各參賽隊伍必須在 6.5 個小時內完成模型製作，交由裁判審查並決定模型載重後，才能參加接下來的競賽。

9 月 15 日(六)活動正式開幕，國研院吳光鐘副院長致詞後，比賽依序進行高中、研究生與大專組的模型競賽測試，高中、大專組依照樓層面積的大小，在模型上加載至少 7.5 公斤的鐵塊，研究生組則一律於每層樓加上 10 公斤、總計 40 公斤的鐵塊。

由效率比決定獎落誰家

高中、大專組模型將以各種不同震度的地震進行測試，振幅由小逐漸加大，直到競賽規定的最大地震強度或所有模型都崩塌為止。而研究生組則開放參賽學員自由設計各種隔減震裝置，讓模型剛好在競賽規定之地震力（1050 gal）下產生結構破壞，才能獲得最高分。財團法人中興工程顧問社並連續第四年贊助研究生組增設「隔減震創意獎」，係從參賽隊伍中由裁判團評選 3 至 6 隊入圍隊伍，於其模型上安裝感測器，實際量測模型頂樓加速度以了解實際模型的隔減震效果，效果最好的隊伍可獲得新台幣 10 萬元獎金！

模型安置於振動台測試之前，均事先記錄每一個參賽模型的質量，模型測試中會記錄造成該模型破壞時的地震強度，這些數值被用來計算每一個模型的效率比。經由振動台測試後，每組評選出前三名效率比最高的模型，頒發獎金及獎盃。此外裁判團還會票選出「結構設計獎」、「建築美觀獎」、「設計理念展示獎」等各種獎項，頒發獎金與獎狀，鼓勵年輕學子。

比賽結果高中組第一至三名分別為台中工業高級中等學校、高雄高級工業職業學校、台北市立大直高級中學獲得，大專組第一至三名分別由台灣科技大學、新加坡理工學院、中原大學獲得，

研究生組第一至三名分別由香港大學、成功大學、台灣大學獲得。研究生組獎金最高的「隔減震創意獎」則由香港大學獲得。

高中組第一名高台中工業高級中等學校的模型，在樑柱接頭上均有以棉繩綁紮固定，以強化整體結構在地震中力量傳遞機制與變形能力，另外在五樓以上柱體採縮減斷面設計，提高材料使用效能，因此獲得優勝。

大專組首獎則由臺灣科技大學獲得，該組模型結構重量僅 518 公克，相當簡潔輕盈，同時採用擴柱方式加強模型載重能力，並以棉繩作為跨樓層斜撐以增加模型韌性，且該組選擇挑戰高達 23.5 公斤之載重，在順利通過 800 gal 的最後測試後，取得競爭最為激烈的大專組冠軍。據該隊指導老師許丁友教授表示，他們在賽前練習製作 10 件以上的模型進行測試，並從其中選出最好的設計參加比賽，果然獲得優異表現。

研究生組首獎及獎金最高的隔減震創新獎均由香港大學獲得，由於研究生組模型較高，在地震中容易因搖晃造成底部破壞，因此該模型採用滑軌和彈簧的組合機構作為隔震系統，可同時兼具隔震和抵抗翻倒力量。此外該隊同時在模型頂樓安裝調諧質塊阻尼器（類似安裝在台北 101 頂樓的大型質量塊），強化減少模型晃動效果。最重要的，整體隔減震裝置均有確實達到原設計目標，依大會安裝監測系統顯示，在地震測試過程中，不論大小地震均有減少 30~50% 震動的優異表現。

國研院地震工程研究中心自 2001 年以來連續 18 年舉辦抗震盃競賽，藉此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，並提供國內年輕學子與各國精英同台競技的機會，提升我國年輕一代的國際視野與專業能力。更多詳情請參閱 2018 抗震盃官網：<http://www.ncree.org/ideers/2018/>



圖一 參賽模型在振動台準備接受挑戰

助理工程師 陳家漢

地震動模擬技術的應用現況 與未來展望

如何精準地預估地震動強度為地震工程的重要議題，其亦為擬訂耐震設計基準、地震危害與風險評估的基礎，為了讓外界更了解中心近年來對於地震動特徵與地動預估研究領域相關的議題與成果，以及增進國內外學者專家對該議題的交流與討論，中心規劃召開兩至三次的地震動特徵專題講座，邀請國內外相關的學者專家以深入淺出的方式介紹地震動特徵相關的議題與現況，並探討未來發展的趨勢與展望。其中專題講座一為地震動模擬技術應用之現況與展望，於 2018/08/28 在國震中心 R101 會議室召開，參與人數約為 70 人左右，邀請的講員包括中研院地科所的李憲忠博士、黃信樺博士、中興工程顧問社的顏銀桐博士、謝銘哲博士、以及國震中心的黃雋彥博士等，介紹現階段不同的地震動模擬技術、應用案例、未來的發展趨勢以及其他可能的工程應用等。本講座共有五個專題，分別為：(1) 強地動預估與模擬：從震源破裂到三維波傳；(2) 地震破裂方向性、地動放大效應與強地動預警的可能；(3) 臺灣地區隨機式地動模擬技術之工程應用開發；(4) 地震波模擬技術應用簡介；(5) 地震波模擬於地震動評估應用案例。各講題皆以深入淺出的方式介紹了不同地震動模擬技術的原理、適用之範圍及其目前於地動預估與災損評估等相關的應用案例，會中亦針對地震動特徵之近斷層效應、非線性場址效應等，以及地震動模擬分析結果的驗證方式與未來可能的應用等議題有深入的探討。本專題講座的詳細內容可參考台灣地震危害高階模型建置計畫網站：<http://sshac.ncree.org.tw/courses.htm>。



專題講座講員之李憲忠博士

副研究員 趙書賢

921 地震教育園區 地震預警系統應用特展

國家地震工程研究中心於 2009 年發展「現地型地震預警系統」，在強烈地震波還沒到達前有機會提前預警，且結合自動化減災控制，建構國內第一個智慧型地震減災系統。目前在全國公立國中小皆已安裝校園地震預警系統，整合中央氣象局的強震即時警報與國震中心的現地型地震預警，提供複合式地震預警訊息，並自動連動學校廣播，通知避難疏散。

九二一地震明年屆滿二十年，國震中心所執行之前瞻計畫，預計將複合式地震預警系統落實到產業應用，因此國家地震工程研究中心與九二一教育園區合作，在園區加裝現地型地震預警系統，並結合影像館的空間作為呈現。讓園區內容從地震知識、九二一的紀錄事蹟到地震工程館後，增添了從九二一發生之後到現在，台灣在地震防災相關的科技的發展以及防災產業應用情況。

在影像館一樓空間，增加了「什麼是地震預警」、「地震預警對我們幫助」、「平時要做哪些準備」、「什麼是國家級警報」、「台灣於地震預警做了哪些努力」等等小知識讓大家了解，加上對應發展的居家智慧減災系統做結合，可以實際的看到那些設備的連動。另外在二樓的地震體驗劇場也有新的呈現，過去看到的影像主要以九二一的災害紀錄為主，新的影片是強整合地震預警與智慧防災科技，可以大幅減低地震可能造成的二次災害，民眾也可以在第一時間收到警報就先行避難，而不會在地震來臨時驚慌失措。

透過可愛的 Q 版地震調查局局長來貫穿整個影像館，可以讓民眾化身為調查員去調查與了解地震相關知識，透過影片與體驗讓民眾更知道平時可以做到哪些準備，地震來時會更從容的避難保護自己與家人，最後還可以跟局長一同拍照來對抗地震！



研究員 林沛陽

2018 北海道地震勘災座談會

2018 年 9 月 6 日，日本北海道發生規模達 6.7 之地震，日本氣象廳命名為平成 30 年北海道胆振東部地震，其震央位於約北緯 42.7 度，東經 142.0 度處，近於北海道振興局勇拂郡厚真町，距札幌市約 70 公里，震源深度約 40 公里。地震後，厚真町地區出現綿延長約 2 公里的泥石流，多幢住宅倒塌、數座建築遭埋，泥沙流入了鄰近的道路和水田，造成安全危害及經濟損失。札幌市清田區於震後出現土壤液化及部分地區地面沉降現象，導致該區至少 10 棟房屋建築毀損，地板大幅度傾斜，房門玄關出現裂縫；此外，苫東厚真火力發電廠附近道路、空地及漁港碼頭亦出現土壤液化、側潰等情況。為拓展土壤液化及大規模邊坡滑動案例視野及增進我國防災規劃高度與密度，財團法人國家實驗研究院國家地震工程研究中心（以下稱本中心）特派大地專業相關成員實地走訪該區，亦承日本札幌市公所許可及日本 OYO 應用地質株式會社妥善協助與安排，記錄災區震損及復舊情況，以作為國內地震防災工程之參考。為分享勘災經驗與國內各界專業人士，本中心於 107 年 10 月 12 日舉辦勘災座談會，期能反饋並使我國防災規劃更為完善。

本次座談會假本中心 101 會議室於下午 1 點 30 分由黃世建主任致詞後展開。黃俊鴻組長概要介紹北海道地質與地形、火山及活動斷層帶分布、平成 30 年北海道胆振東部地震相關特性及其對各災區的損害情形。接著由盧志杰博士說明北海道災區土壤液化、泥石流及部分地區地面下沉情形；盧志杰提到，本次地震規模 6.7 雖屬於中度，地震延時不長，惟因厚真火力發電廠位處海埔新生地範圍，回填材料多屬具液化潛勢之砂質材料，只要存在適切規模、大小之地震力，即容易發生土壤液化，而里塚液化地區亦因此而有液化現象，然因該區部分建築皆採具相當長度之樁基礎，建築物無明顯傾斜，可見位於具液化潛能之不穩定地盤，樁基礎仍為較穩固之基礎結構。後由柯永彥教授向與會者說明災區邊坡及擋土牆破壞情形，指出主要致災的環境因素及地質因素，並比較 2018 年北海道地震及 2016 年美濃地震致災情形之異同，引起與會者高度興趣，會中討論十分熱絡。最後倪勝火組長分享本次勘災心得與相關防災規劃及設計之見解，亦帶給與會者豐碩的收穫。



圖一 黃世建主任致詞

本次座談會在所有參加者、主講人及相關專家學者的交流與討論下落幕。本次勘災行程由本中心大地工程專業成員走訪各災區，詳細記錄災損情形及復舊情況，並分析潛在致災因子及比較

類似案例之特性，除了可供我國地震工程規劃設計之參考，亦能借鏡日本高度謹慎與完善的防災系統及知識。藉由本次座談會，傳承地震勘災經驗，創造國內專家學者交流之平台，促使國內居住環境的安全品質設計與防災韌性規劃能邁向下一個里程碑。



圖二 黃俊鴻組長報告



圖三 倪勝火組長報告



圖四 與會者提問討論

佐理研究員 王俊翔

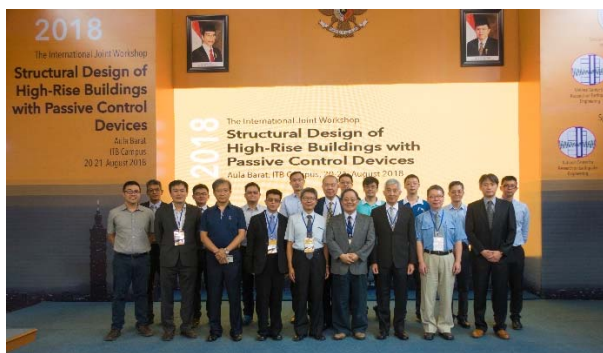
副研究員 盧志杰

2018 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會

國震中心配合政府「新南向政策」，特別規劃短期國際講習會，前進印尼為當地政府官員、研究員與工程師等相關領域之專業人員，進行短期講習會課程培訓，以協助該國提升結構物耐震設計能力，並且降低未來地震所帶來的災害與衝擊。講習會之目標，一方面將我國專業研發的成果回饋予國際社會，增進與國際科技合作之機會；另一方面則提升我國地震工程研究領域在亞太地區的影響力。講習會主題為 2018 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會 (2018 The International Joint Workshop: 「Structural Design of High-Rise Buildings with Passive Control Devices」)，期間為 8 月 19 日至 22 日，於印尼萬隆理工學院 (Institute of Technology Bandung, ITB) 舉辦。由本中心擔任主辦單位，並邀請印尼萬隆理工學院與印尼地震工程協會 (Asosiasi Ahli Rekayasa Kegempaan Indonesia, AARGI) 共同協辦。

本中心黃世建主任邀請國內相關領域之專家學者及專業技師擔任此次講習會之專題講師，分享被動控制裝置應用於高樓結構設計之研究成果與實務經驗(圖一)。除此之外，亦邀請國內相關被動控制元件製造廠商於講習會期間進行展出，推廣國內相關產業服務與諮詢，以提高未來技術輸出海外之機會。同時國震中心展出相關研究技術，包括地震預警系統及挫屈束制支撐等，向與會學員宣傳和推廣本中心研發成果，提升雙方合作的契機，並推廣台灣相關產業界之隔減震技術應用與產品。

此次 2018 被動控制技術應用於高樓結構設計之國際講習會的舉辦，推廣了我國在地震工程的技術與經驗，並提升臺灣在印尼的知名度，增進與南向諸國的科技交流合作機會，同時秉持「新南向政策」核心理念：「長期深耕、多元開展、雙向互惠」，期與印尼創造互利共贏的新合作模式，逐步建立共同合作意識，使其從事與結構耐震設計相關之政府官員與工程人員，瞭解我國在地震工程領域的發展成果，相關學員也將會是未來我國在南向諸國的最佳代言人，逐步影響該國的地震防災學研與政策之發展。同時，藉由國內廠商設攤將國內隔減震相關技術與產品輸出海外的機會，進而推動台灣產業雙向互利之合作機會。



圖一 台灣學者與業界專家合照

助理研究員 游忠翰、副研究員 林旺春、主任 黃世建
組長 黃震興、兼任研究員 汪向榮、助理研究員 楊卓諺
專案管理員 潘家華

2018「台灣地震損失評估系統」講習會

「台灣地震損失評估系統—TELES」乃結合自然、工程與人文資料庫，研發跨領域震損評估模式，以因應不同實務應用需求之軟體；可協助各級政府與公、民營事業單位進行震災境況模擬及早期損失評估，並據以研擬減災、應變和風險管理對策，達耐震安全與永續家園的目標。國家地震工程研究中心每年均舉辦「台灣地震損失評估系統」講習會，一方面推廣運用震災境況模擬技術，另一方面汲取使用者的經驗回饋，作為未來系統發展的參考。

本年度國家地震工程研究中心於 12 月 4 日舉辦 2018 年「台灣地震損失評估系統」講習會。主題包含：講題包括：(1) 2018 年花蓮地震的省思：藉由 2016 年高雄美濃地震和今年花蓮地震的勘災經驗，包含強地動分析、地質災害調查、建築物、橋梁和自來水系統之震害調查等，深入探討可能的致災原因和重要的地震防減災課題。(2) 2018 年花蓮地震及日本北海道地震地工勘災說明：隨地質條件差異，不同地區因地震而造成的地工災害類型截然不同，其勘災經驗可作為各級政府或事業單位之防災規劃參考。(3) 急救責任醫院緊急供電系統耐震易損性研究：為確保在大地震後仍能持續緊急醫療任務，除說明非結構系統的耐震評估與補強技術外，也探討合作醫院之緊急供電系統的調查成果、功能性系統之耐震易損性等，未來將逐步建立急救責任醫院之地震風險評估系統。(4) 自來水系統的地震風險評估與減災對策：專為台灣地區自來水系統客製化的地震損失評估軟體(Twater)已日趨成熟，透過高雄地區自來水系統的應用案例介紹，瞭解其可獲得的量化評估結果，並合理地詮釋及應用於風險管理。(5) 震災境況模擬技術的回顧與展望：回顧九二一地震後台灣在震災境況模擬技術的研發成果，及未來面臨的挑戰和發展的趨勢。(6) 因應地震情境模擬與災損推估—擬定災害防救議題與對策的探討：針對地震情境模擬應用範圍與限制、災損推估的議題與災害防救的重點項目分析、業務計畫與地區災害防救計畫修訂原則，以及公私部門強化防災的能量盤點等四個構面為主軸，進行探討與分享，並期待災害防救能量的提升與落實推動。



研討會議場實況

副技術師 陳世良

2018 年建築結構耐震評估 與補強技術研討會(台北場)

近兩年來連續發生美濃地震及花蓮地震，造成數棟住宅大樓倒塌或嚴重損害，內政部營建署全面推動老舊危險建築物耐震能力快篩，及後續耐震評估與補強措施，並積極推動單棟大樓階段性補強計畫。國家地震工程研究中心與財團法人中興工程顧問社合作，開發出臺灣結構耐震評估側推分析法(簡稱 TEASPA 3.1)，可合理反映中高樓結構柱在高軸力變化下之構件非線性發展狀態，此方法已通過內政部營建署認證。

本中心於 10 月 27 日與財團法人中興工程顧問社、中華民國地震工程學會及中華民國結構工程學會假本中心 101 會議廳共同舉辦「2018 年建築結構耐震評估與補強技術研討會(台北場)」，約有 90 多位學者、專家及工程先進參與此次研討會，如圖一。

本次研討會邀請財團法人中興工程顧問社翁健煌博士、薛強博士、德霖科技大學涂耀賢教授、楊智斌技師、楊耀昇技師與本中心鍾立來副主任、林敏郎博士、蕭輔沛博士、邱聰智博士、曾建創博士、翁樸文研究員介紹補強工作中所需要的技術，包含磚構造初步評估、木構造初步評估、臺灣結構耐震評估側推分析法(TEASPA 3.1)之 P-M 非線性鉸、TEASPA 3.1 輔助程式、階段性補強設計方法、RC 牆之模擬技術(等值柱、斜撐)與開口 RC 牆之模擬技術等共 7 個議題。本次台北場之研討會獲得工程先進的良好迴響，如圖二，未來預計會在台中及台南分別再舉辦，期能提供評估補強技術給國內工程師執行相關業務參考，協助政府推動全國建築物耐震安檢暨輔導重建補強計畫。



圖一 研討會實況



圖二 問題討論

專案佐理研究員 何郁嫻