

發行人：蔡克銓

本期主編：簡文郁

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>

九十四年六月出版

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

花蓮縣新城國中教室建築實體現地試驗 1

• 研究動態

建築物耐震與性能設計規範研究

之發展現況 4

國民中小學典型校舍耐震能力

之簡易調查 6

• 實驗室動態

兩層樓單跨挫屈束制支撐構架

雙向擬動態實驗 8

• 出國會議報告

第八屆太平洋格網系統會議與美國地震
工程格網發展會議 11

• 研討會預告

校舍之耐震能力評估與補強講習會 12

• 國際會議資訊 12

國家地震工程研究中心

簡 訊

2005.6 第五十四期

專題報導

花蓮縣新城國中 教室建築實體現地試驗

一、前言

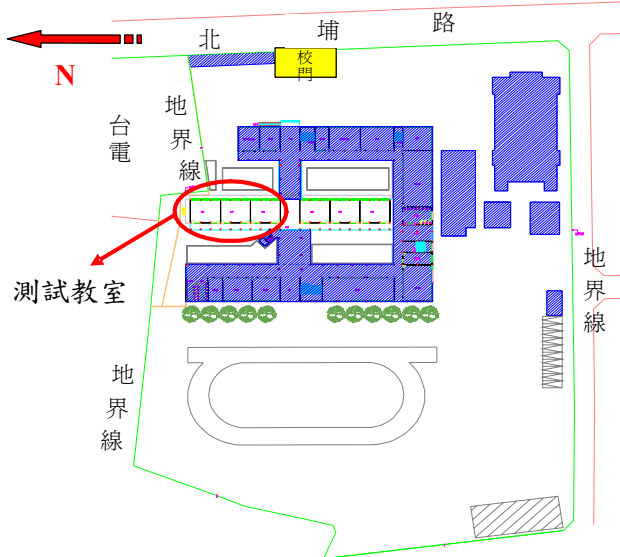
為了符合使用上的採光及教室單元面積的要求，我國的中、小學校舍建築普遍存在沿走廊方向大面積開窗，使得沿走廊方向耐震能力較弱；尤其，窗台所造成的短柱現象，更使教室在地震力作用下，經常發生柱子剪力破壞而快速喪失垂直承載力而倒塌。另一方面，政府早期財政艱困，許多校舍結構分期分層建造，並直接採用標準圖，大多未經過詳實設計，更使得校舍耐震能力嚴重不足。九二一集集大地震中，台灣中小學校舍損毀嚴重，所幸地震發生於凌晨時刻，校內均無師生活動，否則後果堪憂。

有鑑於此，政府正積極進行中、小學校舍的補強與重建計劃，以提昇中、小學校舍耐震能力。為協助政府與民間工程單位能以經濟有效的補強對策分期進行前述計劃，國家地震工程研究中心除了協助教育部進行中、小學校舍耐震能力初步調查與評估外，也進行一系列實尺寸校舍構架的補強試驗，以驗證耐震能力評估的正確性與補強工法的可靠性。對現有校舍耐震能力之評估，已發展出許多理論分析模型，也常採用相關試驗來驗證其可靠性。受限於試體與試驗場地，絕大部份這類型的試驗多採局部結構的縮尺或足尺試體，於實驗室中進行測試，然而，其測試結果是否能充分反應實體建築物之抗震行為，仍有待確認。若能對既有之校舍進行現地試驗，將可得到最直接且最符合實際情況之結果。因此，國家地震工程研究中心乃透過教育部之協助，積極尋求擬拆除重建之校舍，成立校舍建築之現地側推試驗計劃。本試驗計劃除了可對國內校舍耐震評估與補強方法做出具體之貢獻外，對於既有中小學校舍之耐震能力，也可有更深入的認識與瞭解。第一個現地試驗的標的為花蓮新城國中的第二棟教室。

二、測試建築物及試驗項目

本試驗承蒙花蓮縣政府及花蓮縣新城國中之同意與協助，由本中心所組成之研究團隊（成員包括國立台灣科技大學營建系、大漢技術學院土木系及國立台灣大學土木系），利用 94 年 1 月寒假期間，於新城國中針對待拆除重建之教室建築，進行校舍建築物耐震能力之現地試驗。

新城國中位於花蓮縣新城鄉北埔村，介於大漢技術學院與花蓮機場之間。本試驗所選定之建築位為第二棟教室，校舍平面配置與試驗標的位置如圖一所示。教室建築的走廊(長向)平行南北向，中間川堂之東西兩側各有穿廊銜接前後棟教室。試驗建築物始建於 1966 年 11 月，後經多次增建，建築物總長 66 公尺，川堂長 6 公尺，南、北端各有長 10 公尺之教室單元三間，寬度 10.85 公尺，樓高 7.5 公尺，為兩層樓之建物，構造屬 RC 造，具廊外柱，所有牆壁、窗台皆為 1B 磚砌，整體建物外觀良好，保養狀況良好並無明顯龜裂現象。



圖一 新城國中校園建築配置與試驗標的教室平面圖

配合學校的拆除與重建規劃，本試驗工作必須於學校寒假期間進行，從 2005 年 1 月 20 日開始至 1 月 29 日為止，共計十天。由於期限短促，試驗準備工作千頭萬緒，本中心動員了大量的人力及物力，在建物組領導規劃下，由中心大型結構試驗場的資深同仁負責整個試驗設備，包括推力與量測系統的規劃與安裝，而試體的準備包括材料試驗、試體切除、安全措施等工程則由大漢技術學院負責。考慮現地試驗的機會難得，本試驗計劃將試體發揮最大功效，進行各種可能的試驗，主要的試驗項目與目的說明於後：

1. 靜態側推試驗－此為本試驗最主要之項目，透過本試驗將有助於瞭解校舍建築物，在抵抗地震力作用時的耐震能力及其在各受力階段時的變形程度與破壞機制。
2. 門窗功能試驗－可了解氣密隔音門窗在地震力作用後之變形及該變形影響門窗正常開啓之程度，此為師生在面臨地震時能否順利避難疏散之重要影響因素之一。
3. 磚牆面外倒塌試驗－在國內之老舊建築常用磚牆作為隔間牆，必須研究磚牆因受震而發生面外倒塌的可能性與機制，以防因磚牆倒塌而危及師生之生命安全。
4. 微震量測－可得知校舍之自然週期，以做為日後校舍耐震設計之重要參考資訊。
5. 材料性質取樣統計分析－於試驗結束後，對校舍之鋼筋、混凝土及磚牆大量取樣，並對其作材料試驗，有助於瞭解校舍之耐震能力，並作為理論分析驗證之參考。

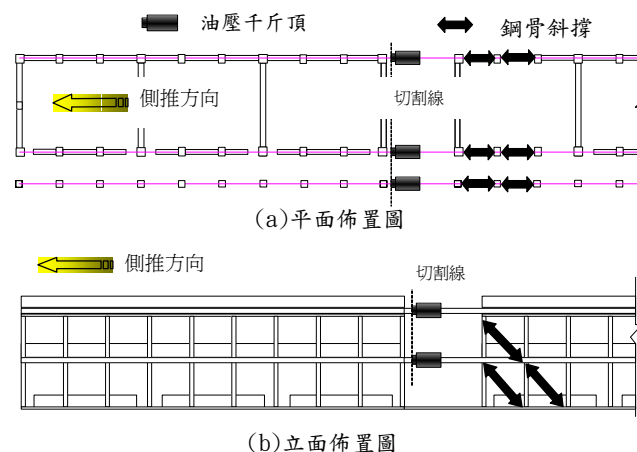
校舍垂直承載能力－目的在於了解校舍失去教室中間柱，而僅靠隔間牆與邊柱的支撐，所殘留的垂直承載能力。研究防止教室崩塌的快速補強方法，以提出待拆教室在短期內仍能達成保護學童安全的最經濟方案。

三、側推試驗試體配置

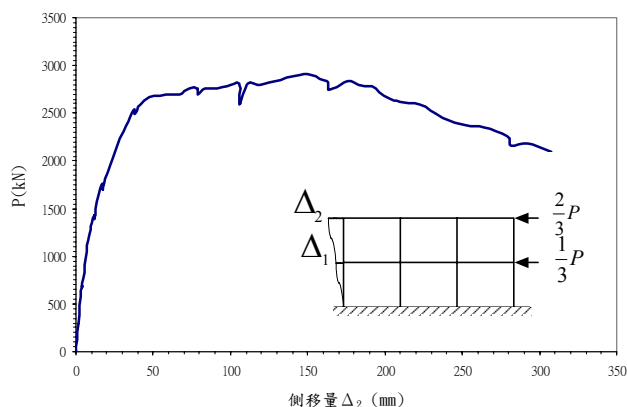
試驗之試體以中央穿廊為界切開，取北側三個教室單元進行側向推倒試驗，試體配置平面如圖二所示。施力千斤頂置於試體南側(中央穿廊處)，並於中央穿廊南側的第一間教室施做鋼骨斜

撐，以提供試驗時千斤頂所需的反力及剛性支撐，鋼骨斜撐除了略施預力外，並於柱面設置位移計以確定其能否提供剛性支撐的要求。由於試體緊鄰學校與台電公司的地界線，為考量安全，於每間教室的一樓均額外架設鋼床，以防止試體於試驗時倒塌而造成危險。

本次現地試驗的試體為廊外有柱的三間教室，為方便說明將施力方向的三個構架，由廊外柱、教室門至教室後(由西至東)分別命名為 A、B、D 三個構架，而垂直走廊方向則由南往北，分別命名為柱線①至⑩。試驗時 A、B、D 三個構架，分別由三組千斤頂系統施力，每組千斤頂系統各自聯動油壓幫浦來推動其各自位於 2F 及屋頂層之施力千斤頂，施加於構架之側向力參照耐震設計規範的倒三角形分布，亦即，以 2:1 之比例分配於構架之屋頂層及 2F(參考圖二及圖三之示意)。



圖二 試體、油壓千斤頂及鋼骨斜撐佈置圖



圖三 側推載重-位移曲線(基底剪力對頂層位移)

本試驗建築物之材料強度試驗，根據試驗後進行大量混凝土鑽心取樣，2F 柱取樣位置為柱底(地板上方 10cm)、柱中段(淨高/2)及柱頂(梁下 10cm)，1F 柱則取樣位置在柱中段。試體抗壓試驗結果發現，混凝土強度之變異性小， f'_c 未因取樣位置不同而有明顯差異，其中 2F 柱中段鑽心試體混凝土平均抗壓強度為 237 kgf/cm^2 ，1F 柱為 223 kgf/cm^2 ，顯示其品質控制相當良好。由鋼筋取樣試驗統計，其降伏強度約介於 $3200 \text{ kgf/cm}^2 \sim 4900 \text{ kgf/cm}^2$ ，而 $f_u/f_y \approx 1.25 \sim 1.30$ 。

四、側推試驗成果

試驗規劃以位移控制施測，最大之挑戰在於控制施力系統以達到三個構架的位移的同步要求。受限於現地試驗設備，A、B、D 三個構架之施力系統各自獨立，無法聯動達到完全同步的目的，側推試驗進行時，每個構架各由兩位試驗同仁分別操作油壓幫浦及觀測位移，互相配合，並由兩位資深工程師總指揮，以達成三個構架之側推位移能於試驗進行中儘可能同步之要求。試驗進行時，當頂層位移比每達到 0.5% (頂層位移 3.75 公分) 的增量步幅時，施力即暫停以檢核位移的同步要求，並執行裂縫觀測記錄及描繪，而每個增量步幅再細分為五小步幅作為控制點。

由試驗所得頂層之側推載重位移曲線如圖三所示，其最大總側向力 P_u 為 2914.73kN，發生在側移量 Δ_2 達到 149.5mm (頂層位移角 2.0%)，而一樓頂之側移 Δ_1 為 138.2mm (一樓之層間變位角達 3.68%)。結果顯示，主要之變形集中於一樓，亦即破壞集中於底層。本圖曲線並非完全平滑，部份有側移量不變而側向力下滑之情形，此係因試驗暫停，執行裂縫觀測紀錄及描繪工作時油壓不可避免地下滑所致。

試體準備時也留下一幅門窗進行門窗的開關、玻璃破損情形的觀察，原教室門窗採用氣密式門窗以防噪音，框架為鋁合金製品，有極佳的變形能力。試驗結果發現，門在頂層位移角 0.5% 即無法開閉，而一般鋁門在位移角達 1.5% 以上時才無法開閉，值得注意其對緊急避難疏散之影響。由於玻璃與框架之間留有充裕之縫隙，直到試驗終了，玻璃仍完好未發生破損，圖四為頂層位移角 3.0% 時之門窗變形情況，門窗均已卡死，無法開閉。



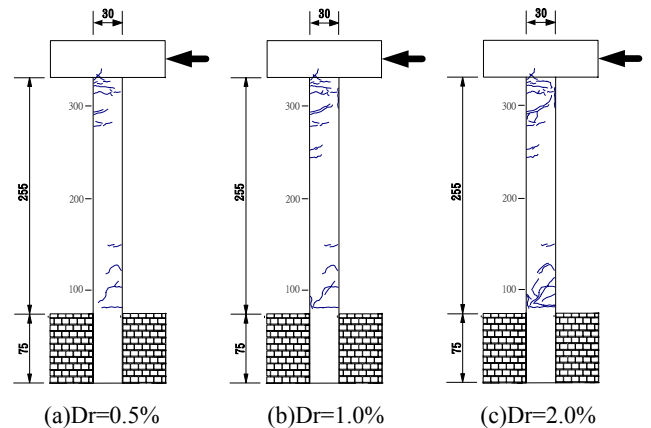
圖四 頂層位移比達 3.0% 時門窗變形情況 (玻璃仍保持完好)

考慮鄰房之安全，試驗進行至側力降至最大總側向力 P_u 的 80% 時停止。觀察各構架柱之破壞模式，發現 A 構架 (廊外柱) 皆為撓曲破壞。B 構架柱編號 B1, B4, B7, B10 為撓曲破壞，該四根柱位於教室隔間牆 (面外磚牆處) 位置。其他有窗台圍束之柱位，除柱編號 B2 柱頂為撓曲破壞柱底為撓剪破壞外，其餘柱皆為撓剪破壞，窗台均無破壞現象。D 構架柱編號 D4, D10 為撓曲破壞，D1, D2, D3, D5, D7 為撓剪破壞，D6 柱頂為撓剪破壞柱底為撓曲破壞，D8, D9 柱頂為撓曲破壞柱底為撓剪破壞。

柱在側推過程中裂縫發展情形及破壞模式，亦為觀察重點，以 B3 柱為例，其裂縫發展程序如圖五所示，分別描繪當頂

層位移比 Dr 為 0.5%、1.0% 及 2.0% 之裂縫發展情況，裂縫隨著位移增加，撓曲裂縫逐漸延伸而形成撓剪破壞之模式。圖五 (c) $Dr = 2.0\%$ 時，柱端已明顯形成撓剪裂縫，而此時構架達到極限承載力，隨著撓剪裂縫繼續發展而逐漸破壞，構架之側向承載力亦逐漸折減。試驗終了時 B3 柱之撓剪破壞情形如圖六所示，清楚呈現出撓剪裂縫深入柱面的壓力側，使柱之壓力面積急速減少而壓潰，以致產生撓剪破壞。

教室的 2B 隔間的磚牆面外倒塌觀測結果顯示，隔間磚牆在張力側的牆頂及牆底，在第一個側推步幅 (Dr 為 0.5%) 時即開始產生裂縫，試驗終了時裂縫寬度達 1.5 公分，裂縫與兩側柱端撓曲裂縫相連，磚牆似乎仍能以上下皆為鉸接的形式提供部分垂直承載能力。在靜力側推的情形下，磚牆並未發生面外倒塌的情形，與其他學者之研究結論類似。



圖五 柱 B3 撓剪破壞及開裂模式



圖六 B3 柱試驗後之撓剪破壞情況

五、結論與檢討

本中心順利完成國內首次之大型現地試驗，展現中心對相關試驗的規劃、組織、動員與執行能力，特別感謝中心長官的支持與教育部及花蓮縣政府的協助。試驗成果對於既有中小學校舍之耐震能力有更深入的認識與瞭解，對國內校舍耐震能力評估也有具體之貢獻。本次試驗之校舍試體層高較高，雖有窗台，但柱淨高仍大，並無短柱效應 (圖五)。94 年暑假期間，國震中心將再擴大執行另一次校舍現地試驗，並包含補強試驗，將有進一步成果。

博士候選人 江文卿、博士後研究員 杜怡萱
組長 黃世建、鍾立來

建築物耐震與性能設計規範研究之發展現況

一、前言

傳統地震工程有關新建結構之耐震設計或是既有建物之補強設計，其主要理念均在於設計出在強震下不至於倒塌之建築物，以達到保障人命安全之目的，但並未考慮在各種設計地震水準下建築物之性能表現應該為何。近幾年來，地震工程之國際發展趨勢正朝向所謂「性能導向地震工程」之大方向邁進，期能發展出一套使建築物具有可預期之性能表現的設計方法。

有鑑於此，國家地震工程研究中心特別規劃「耐震與性能設計規範研究」之研究計畫，並將之列為該中心重要研究發展方向之一。該研究延續現有規範有關地震力需求之部分規定，並考量性能設計之所需，特別擬定適用於本國之建物性能目標，其包含進行初步設計以及進行性能檢核之多重性能目標的，明確規定新建物之結構系統及其桿件與構材於各個地震危害層級所需達到之性能水準。此外，該研究整理歸納有關位移設計法之不同作法，並修正 SEAOC-99 附錄 I-B 所描述之等位移設計法作為初步設計的基本參考；同時，採用 FEMA 356 所規定之分析程序及其可接受標準作為性能檢核的基本參考。該研究已於 93 年度之研究報告(NCREE-04-015)中初步研擬完成「建築物耐震性能設計指針(試用草案)」，其先期作業係以 RC 建物為主體，並將逐年擴充其內容使涵蓋其他類型之建物；同時，將配合國內其他相關研究之發展與試用者之建議，增補本土化之設計參數並修改試用指針草案中之各項缺失。

二、美日建物性能研究之發展現況

有關建物性能設計規範之研究機制，依各國之發展情況各有不同之機制，茲將日本與美國之研究機制與發展現況簡介如下：

(一) 日本之建物性能研究機制與其發展現況

日本建設省於 1995-1998 年進行了完整之技術研究與發展計畫——「建築結構之新工程架構發展」，此一研究主要著重於有關性能設計法之概念性架構；隨後於 2000 年日本又將其建築標準法修訂為以性能設計為基礎之設計方法，此一日本新修訂之設計規範，制定了在靜載重風力或地震力作用下，建物性能評估與檢驗之方法及步驟。設計標準法規定，必須藉由非彈性反應與極限狀態之比較來檢核設計結果，但卻僅透過側向強度之需求容量比來進行所謂之檢核程序。亦即，設計標準法雖有說明並定義極限狀態的基本概念，但卻未能提及有關評估極限狀態之詳細與一般估算方法。有鑑於此，日本建築學會(AIJ)於混凝土委員會下成立一個針對性能導向設計之子委員會，並發展出相關指針來評估 RC 建物之實際地震性能反應。該指針於 2003 年發表，其內容包括了類似建築標準法中有關性能設計目標之概念，並涵蓋業經實驗驗證的詳細評估方法。

(二) 美國之建物性能研究機制與其發展現況

美國有關建物性能之研究機制比較綜合多元，目前有三個主要來源，彼此互呈競合關係，分別敘述如下：

SAC 聯盟

美國之 SAC 聯盟為加州結構工程師協會(SEAOC)、應用技術委員會(ATC)與加州大學地震工程研究學者專家(CUREE)等三個非營利機構所組成之研究團隊。SAC 聯盟基於其分工模式，聯合承攬州政府或聯邦委託事務，並共同維護一批裝設有強震儀的建物(SDMG, SMIP 計畫)，藉由這些強震儀所測錄之建物地震反應資料，可讓工程師們真正瞭解不同結構系統之實際建物が在真實地震作用下的性能表現，探討各種效應之影響，並藉此改進與校正工程師在進行結構性能評估時所採行之分析程序、數學模型與參數。此外，SAC 聯盟委託三家顧問公司針對洛杉磯、西雅圖與波士頓等三個城市，依據當地之規範要求分別設計了 3、9 與 20 層的建物模型；並分別針對此三處工址訂定出代表 50 年 2%與 10%超越機率之 20 筆地表運動歷時。藉由此些 SAC 建物與 SAC 強地動歷時，可進行結構性能評估方法是否恰當之檢討評鑑之用。

聯邦緊急管理機構(FEMA)

美國另外一個有關建物性能之研究機制則由聯邦緊急管理機構(FEMA)負責掌控，FEMA 出資委請相關研究機構進行研究計畫及共識審查，並將採認之研究成果賦予一聯邦編號。因 FEMA 同時為美國國家地震災害防制計畫(NEHRP)簽署之四個執行機構之一，故亦與國家建物科學研究所(NIBS)簽訂合作計畫，出資委請 NIBS 下屬之建物耐震安全委員會(BSSC)負責掌控並持續進行各項與規範發展相關之研究與審查，並將認可之研究成果彙編為 NEHRP 規範或指針條款。例如 FEMA 302 (1997)、FEMA 368 (2000) 與 FEMA 450 (2003)即為於此架構下由 BSSC 完成有關新建物之設計規範系列。

此外，與建物性能補強最為相關之準則手冊則為 1997 年公佈之 FEMA 273。FEMA 273 係由 BSSC 接受 FEMA 委託，負責管理並掌控其下 60 多個組織會員進行有關建物性能補強之研究與審查，其中 ATC 負責發展實質之技術內涵(ATC-33 計畫)，而美國土木工程師學會(ASCE)則負責確認及總結最後研究成果並將之彙編為指針條文，且於舉辦多場研究成果研討會後交付 BSSC，制訂完成 FEMA 273。隨後，ASCE 接受 FEMA 之委託於 2000 年公佈 FEMA 356，其內容係將 FEMA 273 改寫為較具強制性的字眼，並將其發展為準標準以作為進一步成為國家認證標準的基礎。在 FEMA 356 公佈之後，FEMA 又委請 ATC 進行所謂 ATC-55 計畫，針對 FEMA 356 與 ATC-40 (1996)中有關非線性靜力分析程序(側推分析)之缺失研擬改進對策，並於 2004 年公佈了 FEMA 440；然而，FEMA 440 僅為研究成果之敘述，尚未落實為規範條文式之規定。

另一方面，FEMA 也已於 2001 年起，委請 ATC 成立一為期 12 年之長期研究計畫(ATC-58 計畫)，著手規劃新一代能夠同時適用於新建物之設計與既有建物之補強的性能導向耐震設計指針，並構思該整體計畫之最終產物為性能導向耐震設計之設計標準，

且能與 FEMA 273 與 FEMA 356 等現有之性能導向設計相關文件整合。ATC-58 計畫規劃為許多階段，第一階段為發展計畫管理平台，並召開研討會廣納各界的意見並彙整為若干關鍵性的研究需求與目標。目前該計畫進展至第二階段，正在檢討有關性能目標之定義與分界標準，除了比較目前各種版本對性能目標定義之差異外，更提出一套新的界定標準，並將之與建物整體性能以及實際人員傷亡和經濟災損相結合，其詳細說明可參閱 2003 年公佈之研究成果報告 ATC-58-2。該計畫第三階段之主要工作內容為發展性能驗證法則，而第四階段則為設計方法與工具之發展

加州結構工程師協會(SEAOC)

美國加州結構工程師協會(SEAOC)除了與其他研究團隊合作，參與前述各項計畫外，在協會下亦成立一個性能導向地震工程之子委員會，其企圖可謂相當宏偉。SEAOC 率先於 1995 年發表 Vision 2000，並接著在國際規範委員會(ICC)即將發表 IBC 2000 之前，以附錄之形式將性能設計暫行指針發表在 SEAOC-99 之藍皮書內，積極展現其有關性能設計發展之先驅地位。

三、國家地震工程研究中心建物性能設計規範之研發

為研擬適合台灣未來發展之建物耐震性能設計規範草案，國家地震工程研究中心已規劃推動「耐震與性能設計規範研究」研究計畫，除了考量各國之性能研究機制以及有關性能設計之研究成果外，還顧及我國原有耐震設計規範之延續性。

在該研究計畫研擬之建築物耐震性能設計指針試用草案中，取消了原耐震設計規範有關用途係數之規定，而改為將建物歸類為地震用途群 I (原 $I=1.0$ 之建物)、地震用途群 II (原 $I=1.25$ 之建物)及地震用途群 III (原 $I=1.5$ 之建物)等三類地震用途群。如圖一所示，任一地震用途群皆有其設計性能目標，而此性能目標係由多重性能標的(包括初步設計階段預期達成之性能標的以及應進行構件可接受標準檢核之性能標的)所組成。任一性能標的則是由地震危害層級以及建物性能水準兩要素所組成，代表建物在特定的地震危害層級之下所需達到之性能水準。

建物性能 地震 危害層級	正常運作 (OP)	立即居住 (IO)	生命安全 (LS)	預防崩塌 (CP)
常遇地震 (80%/50 年)	●	●	●	●
偶遇地震 (50%/50 年)	●	●	●	●
罕遇地震 (10%/50 年)	○	○	○	○
最大考量地震 (2%/50 年)	○	○	○	○

圖一 建物性能目標(初步設計目標與檢核目標)矩陣圖

在最新研擬之建築物耐震性能設計指針試用草案中，除了沿用現行規範中之罕遇地震(10%/50 年，即原設計地震)與最大考量地震(2%/50 年)兩地震危害層級外，增加了常遇地震(80%/50 年)與偶遇地震(50%/50 年)兩地震危害層級；同時，配合「位移設計法」之需求，增加中週期與長週期分界之轉換週期 T_L ，並修改水平加速度反應譜形狀，使結構週期大於 T_L 之等位移區段的譜加

速度需求會隨著 $1/T_2$ 之衰減趨勢變化。

結構之設計應由整體之概念設計開始，此包括結構系統與非結構系統、外觀以及降伏機構之選擇。在研擬之建築物耐震性能設計指針試用草案中，為能提供對於整體結構反應上有一可控制及可接受之非彈性變形式樣，特別針對典型之結構系統提出該系統之建議降伏機構。並要求設計者利用容量設計原則控制及設計非彈性反應，在抗側力系統中指定韌性連結或「保險絲」之部位，並預期它們在地震中將產生降伏並消散地震的能量，而系統之其餘部分則預期能保持彈性。

新研擬之建築物耐震性能設計指針試用草案取消原耐震設計規範中有關週期估計公式及單一韌性容量之規定，並將之改為由等值單自由度系統(ESDOF)所預期達成之系統性能目標來估計週期與系統整體之位移韌性。首先藉由特定地震用途群所預期達成之多重系統性能標的，可利用試用指針草案中表列之層間位移比限度值與系統位移韌性限度值，由建物高度估計設計建物在系統變形達某一結構性能水準下之預期目標位移限度值與相對應之預期降伏位移。再者，可利用預期目標位移限度值與相對應之非彈性反應譜估計建物之有效基本振動週期。針對各個系統性能標的的估算而得之有效基本振動週期不盡相同，週期越小代表其勁度需求越大，故必須選取週期最小之系統性能標的作為控制設計之用，使設計結果得以滿足具有多重系統性能標的之設計目標。因此，藉由控制設計之有效基本振動週期與相對應之預期降伏位移即可決定系統之降伏強度需求，求得建物之設計基底剪力。

新研擬之建築物耐震性能設計指針試用草案增加並明確規定檢核之程序(主要以非線性靜力側推分析為主)以及配套之可接受標準，以檢驗建物之桿件與構材是否滿足設計性能目標。其目的在確保降伏構件(位移控制型)具有足夠之設計韌性，以發揮其消能或保險絲之功能；而其餘非降伏構件(力控制型)則需具有足夠之強度，以發展降伏構件之超強度行為。同時，設計者需驗證建物於側推分析時是否有按照當初所設定(或所容許)之降伏機構發生降伏，並避免建物於非預期之部位發生降伏或破壞。

四、結語

此研究初步結合了下列各規範之精要，包括：(1) 沿用現行台灣耐震設計規範之地震危害層級，(2) FEMA 450 有關 T_L 之規定與地震用途群之解說，(3) SEAOC-99 附錄 I-B 之架構並修改其等位移設計法之步驟，以及(4) FEMA 356 之性能水準分類、分析程序及其可接受標準之規定(但尚未考慮 FEMA 440 之部分研究成果)。相關細節與研擬之「建築物耐震性能設計指針(試用草案)」，請參閱國家地震工程研究中心「耐震與性能設計規範研究(一)」之研究報告(NCREE-04-015)及其附錄。希望能夠藉由潛在試用者進行試用，儘早發覺試用指針草案中錯誤、不合理或遺漏之各項缺失以進行修訂，並依規劃逐年擴充其內容與本土化之參數，而能夠早日將試用指針提升並落實為我國發展建物耐震性能設計之規範條文。

研究員 鄧崇任、柴駿甫
國立高雄大學副教授 廖文義

國民中小學典型校舍耐震能力之簡易調查

一、前言

校舍之設計地震力雖然較一般建築物高出四分之一，但由歷次震災調查報告分析中可發現，校舍之震害相對於其他類型之建築物總是較為嚴重。根據近年來的研究顯示，在結構系統上，校舍於沿走廊方向呈現出耐震能力不足之趨勢，且校舍之興建缺乏整體之規劃，分期興建等因素導致耐震能力降低。此外，校舍於設計時，往往忽略隔間牆所造成之影響，窗台及氣窗造成柱子發生非預期之剪力破壞，降低韌性及耐震能力，都是校舍耐震性能降低的原因。

為避免校舍於下一次大地震來臨時帶來嚴重的災損，因此全面快速地進行校舍耐震能力評估之規劃，實乃當務之急。但是，由於國民中小學校舍數量龐大，若全面地由工程專業人員進行耐震評估，在經費與時程上皆是相當沉重的負擔。因此需建立一套簡易方法，用以篩選排序耐震能力不足之校舍。

基於此，國家地震工程研究中心遂發展校舍耐震能力之簡易調查方法，主要考慮校舍在耐震設計規範之要求下，其結構之耐震能力是否足以避免倒塌。除了將調查資料表格化外，更將需工程專業人員判斷的部份，加以簡化，使非工程專業之國民中小學總務主任亦能填寫。透過本中心所設置之校舍耐震資訊網，學校總務主任可快速且方便地上傳校舍調查資料，調查資料儲存於資料庫，以利統計分析。針對台北縣市國中小學校舍進行統計分析，以作為初步篩選耐震能力不足之校舍，如此更能達到立即而廣泛之普查，既能減少經費上的支出，又能有效管理及分析校舍結構之特徵，依據評分結果排定先後順序，以進行下一階段之耐震評估及補強之工作。

二、簡易調查表

針對國民中小學之典型校舍，訂定耐震能力簡易調查表，典型校舍乃指低矮型之鋼筋混凝土造校舍，且以一字型校舍為單元進行調查。簡易調查旨在震前篩選較有可能於 475 年回歸週期之設計地震力下倒塌之校舍。

校舍耐震能力簡易調查之基本假設為：(1) 破壞模式，針對典型一字型之校舍，假設破壞發生在底層（一樓），且為沿走廊方向，此外，大部分的柱子受到短柱效應影響，結構耐震能力需給予適當折減。(2) 材料性質：針對老舊之校舍，假設其混凝土抗壓強度為 160kg/cm^2 ，鋼筋之抗拉降伏強度為 2800kg/cm^2 。(3) 單位面積載重：假設二樓以上至頂樓之單位面積載重皆為 900kg/m^2 。

簡易調查由三部分所構成：校舍之耐震需求、耐震容量及使用現況，並據此來決定其耐震指標。耐震需求之調查包括校舍之設計地表加速度及重量，由填報之校舍地址，可得其設計地表加速度；配合調查所得之一樓樓地板面積，先後乘上樓層數及單位面積載重，即可算得該棟校舍之重量。

耐震容量之調查包括校舍底層（一樓）之牆與柱斷面積，為了便於非工程專業人員之判斷，在典型校舍中，將所有形式的牆

皆視為三面圍束之磚牆，配合一般常見之磚牆形式，計算並統計其平均值，取其極限剪力強度為 1.5kg/cm^2 ，並定其強度權數為 0.5，但是，於鉛直（承重）方向皆連續的牆體才列入計算。柱子多為鋼筋混凝土（RC）柱，以台灣一般老舊校舍之柱子尺寸與圍束箍筋的情況，算得其極限剪力強度為 15kg/cm^2 ，為磚牆極限剪力強度之十倍，因而取柱子之強度權數為 5.0。

由上述之耐震需求與容量的調查，即可算得校舍之基本耐震性能 E。進一步依照校舍之狀況，修正並調整耐震能力之大小，如此可求得耐震指標 I_s 。校舍現況之調查分為七項，分別為：(1) 梁柱鋼筋有無鏽蝕、(2) 梁柱有無裂縫或滲水、(3) 校舍有無沉陷或傾斜、(4) 走廊柱位情形、(5) 與鄰棟間距大小、(6) 有無地下室、(7) 短柱效應。根據各項調查之結果，予以修正係數，來調整校舍之耐震能力。調整因子 Q 即為各項修正係數之乘積，以反映校舍之使用情況。

校舍耐震指標 I_s 為其基本耐震性能 E 與調整因子 Q 之乘積。以 80 分為耐震能力堪慮之標準，耐震指標 I_s 值可分成三級，以表示其嚴重性，即「確有耐震疑慮」、「有耐震疑慮」與「尚無耐震疑慮」等三級。若校舍簡易調查所得之耐震指標 I_s 值低於 80 分者，表示其耐震能力頗為不足，為「確有耐震疑慮」者，相當於若有 475 年回歸週期之地震發生時，將有嚴重損壞或倒塌之疑慮，應列為最優先進行下一階段耐震能力評估與補強。耐震指標 I_s 值介於 80 分及 100 分者，表示校舍耐震之安全係數尚不符合耐震設計規範對於此等重要性建築物之耐震需求，為「有耐震疑慮」者，列為需進行下一階段耐震能力評估與補強之次優先對象。耐震指標 I_s 值高於 100 分者，為「尚無耐震疑慮」者，相當於若有 475 年回歸週期之地震發生時，應不至於發生結構上嚴重之破壞。表一為以台北市五常國小和平樓為例之簡易調查結果。

三、台北縣市國民中小學校舍統計成果

本研究初期針對台北縣市的國民中小學校舍之耐震能力作普查，由於校舍數量眾多，回收方式採用上網填報取代紙本回收之方式，並架設資料庫直接將資料儲存於電腦中，以供後續追蹤調查及進行各項統計分析。因此，本中心架設「教育部全國中小學校舍耐震能力簡易調查」網站，由國民中小學總務主任填寫並上傳調查表內各項資料，該系統由校舍耐震能力簡易調查表網站及資料庫所組成，待校方人員在網站上將資料填寫完畢之後，再上傳至本中心電腦之資料庫內。

台北縣市校舍資料收集自民國 93 年 5 月底展開，初期已先行辦理研習會，資料部分一直回收至 10 月 29 日止。台北縣市總共完成填表作業之學校數量為 361 所，完成率達 72%，回收之校舍棟數總計為 1,810 棟。但是，所有資料需經過初步篩選，以判斷是否有誤填狀況，或為非典型校舍之形式，初步篩選的方式主要是根據回收之校舍資料歸納出一些異常情況後，再根據這些條件進行排除，故總共有效之校舍總數為 1,554 棟。台北縣市簡易調查結果顯示，尚無疑慮者有 359 棟，約佔 23%；有疑慮者有 207

棟，約佔 13%；確有疑慮者有 988 棟校舍，約佔 64%。圖一為台

北縣市國民中小學校舍耐震指標 Is 分數之統計結果。

表一 臺北市五常國小和平樓之簡易調查結果

校舍基本資料

學校名稱	五常國小	
建築物名稱	和平樓	
學校位置	台北市	中山區
樓層數	3	
有無增建	☒ 有 ☐ 無	
建造年代	61	
評估日期	93,10,10	
填表者	劉盈成	

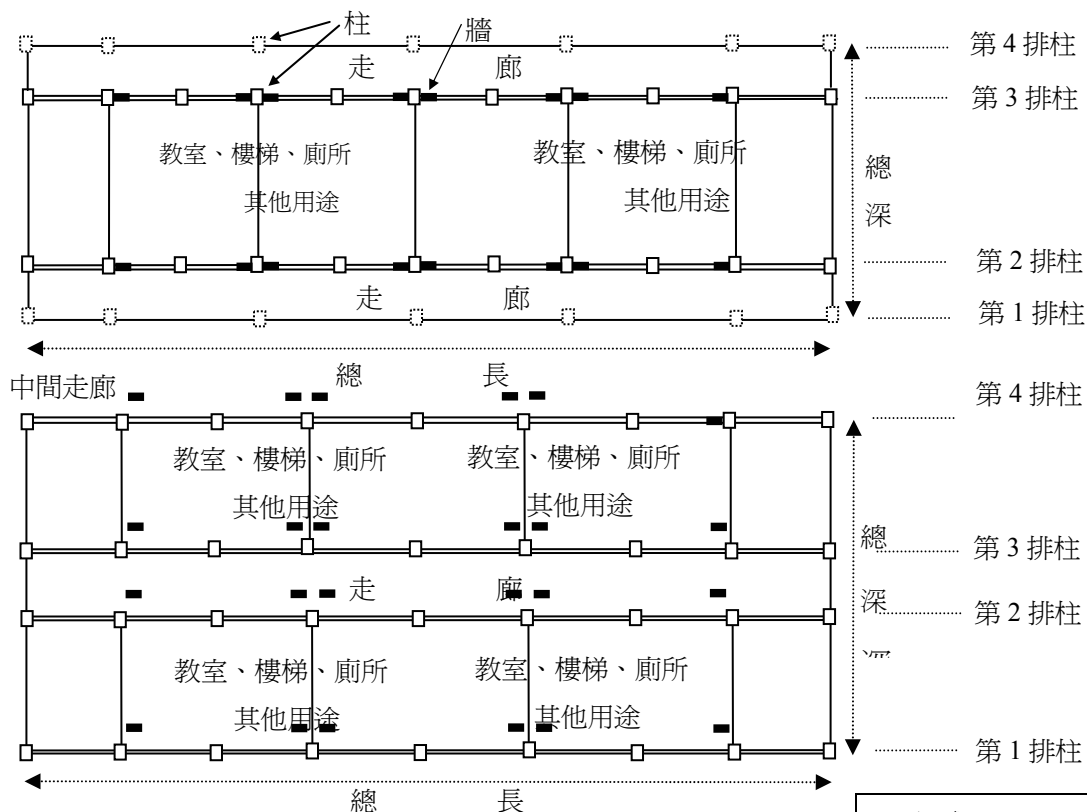
校舍現況調查

項目	說明	
梁柱鋼筋鏽蝕	☐ 有	☒ 無
樑柱有裂縫或滲水	☐ 有	☒ 無
建築物沉陷或傾斜	☐ 有	☒ 無
走廊柱位	☒ 走廊外側有柱 ☐ 走廊外側無柱	
與鄰棟間距	☒ 小於 7 公分乘上樓層數 ☐ 大於等於 7 公分乘樓層數 或間距大於 50 公分以上	
地下室	☐ 有	☒ 無

校舍尺寸調查

※ 校舍建築形式為單邊、雙邊走廊或中間走廊，請勾選其一

☒單邊走廊或雙邊走廊



※請將所需校舍建築資料以皮尺量出後填於表上，以下調查針對一樓。

校舍平面尺寸調查：

校舍總長= 54.2 公尺，總深= 10.3 公尺

校舍一樓柱子數量，單根柱子斷面尺寸調查：

一樓第一排柱根數= 19 根，單根柱子斷面尺寸(長×寬)= 50 公分× 40 公分

一樓第二排柱根數= 19 根，單根柱子斷面尺寸(長×寬)= 50 公分× 40 公分

一樓第三排柱根數= 19 根，單根柱子斷面尺寸(長×寬)= 50 公分× 40 公分

一樓第四排柱根數= 0 根，單根柱子斷面尺寸(長×寬)= 公分× 公分

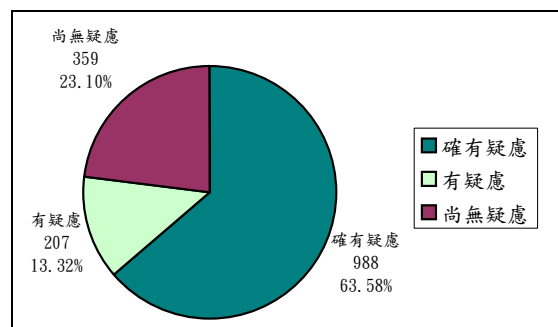
校舍一樓牆數量，單片牆尺寸調查：

一樓第一排牆片數= 0 片，單片牆尺寸(寬×厚)= 公分× 公分

一樓第二排牆片數= 10 片，單片牆尺寸(寬×厚)= 112 公分× 24 公分

一樓第三排牆片數= 4 片，單片牆尺寸(寬×厚)= 50 公分× 24 公分

一樓第四排牆片數= 0 片，單片牆尺寸(寬×厚)= 公分× 公分



圖一 台北縣市耐震指標 Is 分數分析圖(分三級表示)

四、結語

簡易調查的結果一般偏於保守，建議將校舍的耐震指標 Is 值在 100 分以下者，按照低至高分的順序排列，教育局可依照年度

經費之多寡，由低至高分依序挑選校舍，逐年委由工程專業人員進行校舍耐震能力初步評估，以判斷是否需進入下一階段之詳細評估與耐震補強。

組長 鍾立來、黃世建、副研究員 葉勇凱、研究員 簡文郁

研究助理 余健維、王翊光、張撼軍、陳永蒼

兩層樓單跨挫屈束制支撐構架雙向擬動態實驗

一、前言

近年來，建築結構中使用消能裝置以提升結構抗震能力之案例屢見不鮮，透過實尺寸構架系統的試驗與分析可進一步反應出實際構架中各構件與接合細節之真實行為，並可作為未來設計與分析之重要參考依據。本研究為一實尺寸兩層樓單跨之挫屈束制支撐構架於雙向地震力荷載下，含括試驗技術、構件性能與分析模擬等之綜合研究計畫。2003 年 10 月本中心曾執行實尺寸三層樓三跨的 CFT/BRB 複合構架擬動態試驗，試驗中發現，挫屈束制支撐與構架接合之接合板行為值得深入探討，且該構架只受構架平面內之側向變形，與真實結構之受震行為不同。目前國內外有關實尺寸挫屈束制支撐構架承受構架面內與面外雙向地震的相關研究相當有限，故本研究對試驗構架施以雙向地震，除探討構架系統之耐震行為、接合細節與接合板行為之外，亦同時發展雙向結構擬動態實驗技術以及結構非線性分析軟體於試驗技術中之運用。

二、挫屈束制支撐構架試體

本研究之構架試體為一實尺寸兩層樓、單斜單跨之挫屈束制支撐構架，各樓層高度約為 4 公尺，總高度約為 8 公尺，梁跨為 8 公尺。假設整體建築為一座三維的兩層樓立體鋼結構，工址座落於嘉義市東區的第一類堅硬地盤，抗側力系統分為兩部份，一部份為外圍的抗彎構架(MRF)，另一部份則為建築核心附近的兩道挫屈束制支撐平面構架(BRBF)。在結構物中所有外圍梁柱接合採抗彎接合，內部 BRBF 的所有梁柱接合則採鉸接。本試驗的構架即為整體結構系統中兩道 BRBF 中的其中一道，如圖一及圖二所示，在長向主要以 MRF 來抵抗長向的側力，在短向則以 BRBF 與 MRF 共同抵抗該向之側力。

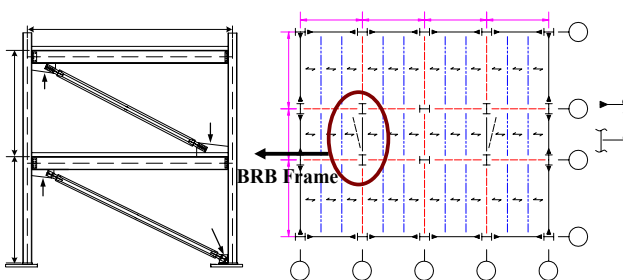
構架試體中每層皆為單斜之挫屈束制支撐，所有梁、柱都採用 H 型鋼斷面。混凝土樓板厚度為 15 公分，鋼承板規格為 3W-0.92，其厚度 0.92mm，寬度為 2.28 公尺，以滿足有效樓板寬度 2 公尺之需求，兩支斜撐都採用本中心研發之雙管雙核心挫屈束制支撐，斜撐兩端與接合板的接合方式，在一樓採用焊接接合，二樓則採用螺栓接合。挫屈束制支撐的鋼造核心使用 A572 Gr.50 鋼材，一樓與二樓的挫屈束制支撐，其鋼造核心斷面積分別為 50cm^2 與 33cm^2 ，降伏軸力分別為 1730 kN 與 1140 kN。

本研究除採用規範所規定的設計地震力設計整體側力抵抗系統試體之外，亦採用位移設計法(Displacement-based Seismic Design Procedure)設計，使用位移設計所得到的梁柱斷面設計結果與採用規範地震力設計的結果非常接近，BRB 核心斷面積亦只相差約 5% 左右。

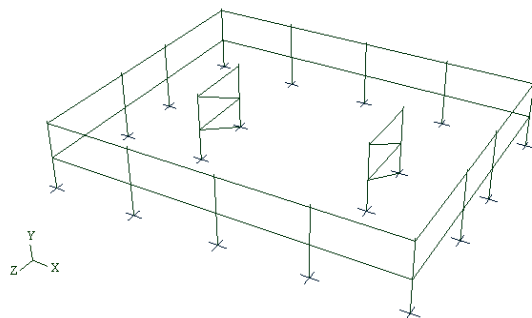
三、位移計配置與柱軸力系統

試體上之外部位移計共使用六個 Temposonics，是整個試體移

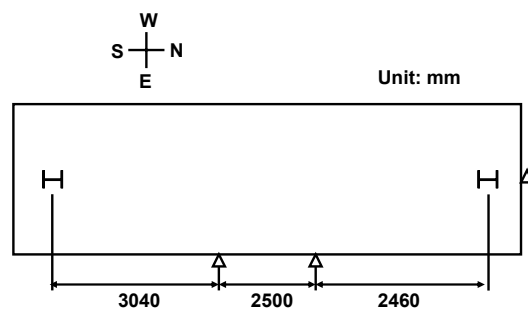
動量的指標，擬動態試驗的位移控制即以此六個外部位移計控制整個試體。這六個外部位移計分散在兩層樓，一個層樓有三個位



圖一 兩層樓結構之平面圖與試體立面圖

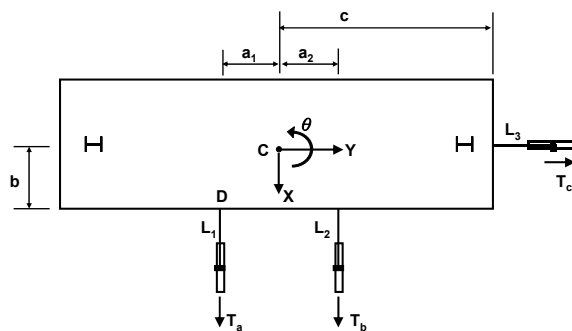


圖二 兩層樓結構之 3D 視圖



△：外部位移計位置

(a) 外部位移計架設位置



(b) 外部位移計參數

圖三 外部位移計架設位置及其參數

外部位移計的構造主要由三個部份所構成。第一部份為 Temposonics 部份,主要功能是利用電壓感應的方式讀出量測點在滑槽上之移動距離,精度可達 0.02mm;第二部份為鋁桿部份,利用其剛體特性,驅動位於在滑槽上之 Temposonics 移動;第三部份為轉動部份,於鋁桿兩端安裝魚眼,利用其可旋轉的特性,而造成可量測試體雙向位移之效果。

利用試體本身與外部位移計間之幾何計算,可推導出質心位置之移動及旋轉量與三個外部位移計之間的關係,以提供試驗控制應用。轉換過程中所使用的參數如圖三(b)所示, T_a 、 T_b 、 T_c 分別代表三點外部位移計之滑槽移動量讀值,遠離反力牆方向為正值,反之為負值, L_1 、 L_2 、 L_3 表示三個外部位移計之鋁桿長度,而 a_1 、 a_2 、 b 、 c 是外部位移計之位置參數,除 T_a 、 T_b 、 T_c 之外,其他參數皆為定值,最後推導之結果如下列 3 式。

$$T_a = \sqrt{L_1^2 - (a_1 - a_1 \cos \theta_c + b \sin \theta_c + y_c)^2} + b \cos \theta_c + a_1 \sin \theta_c - b - L_1 + x_c$$

$$T_b = \sqrt{L_2^2 - (-a_2 + a_2 \cos \theta_c + b \sin \theta_c + y_c)^2} + b \cos \theta_c - a_2 \sin \theta_c - b - L_2 + x_c$$

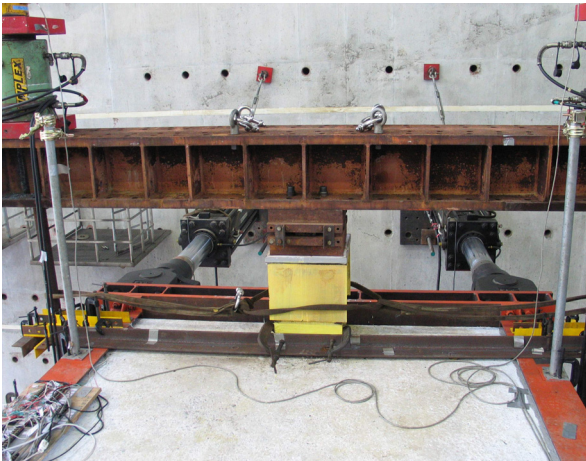
$$T_c = \sqrt{L_3^2 - (-L_3 \sin \theta_c + x_c)^2} + c \cos \theta_c - c - L_3 + y_c$$

柱軸力系統於試驗進行之前,需先施加柱軸力,而此時柱頂之施加預力梁上之兩端各有一個千斤頂,分別接上兩個油壓輸出裝置,預力鋼棒底部則裝置雙向鉸支承,如圖四(a),使預力鋼棒在底端不會產生彎矩。柱軸力施加的方式為兩端施加預力時緩慢施力使其兩端受力接近,以平衡柱頂上施預力梁上兩端所造成的彎矩。構架之柱頂則使用鉸支承方式以消除由於彎矩作用造成柱頂變形,見圖四(b)。

四、接合板設計及有限元素分析

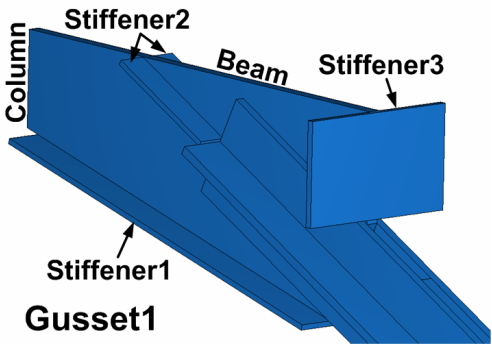
接合板設計部分,使用既有的接合板強度理論檢核接合板強度,即可得知在此接合板理論基礎下接合板是否有足夠強度承受斜撐的最大軸力 P_{max} 。

接合板的有限元素分析部分,四組接合板的厚度均為 22mm,考慮採用的加勁方式共計三種,如圖五所示,其中與柱構件相連接之接合板命名為 1 號加勁板,連接於斜撐端部的為 2 號加勁板,與梁構件相接的為 3 號加勁板。本研究採用有限元素分析軟體 ABAQUS 作為分析工具,材料模型採用一般鋼材之應變硬化模型,強度採用 A572 Gr.50 之標稱材料強度($F_y=352\text{MPa}$, $F_u=458\text{MPa}$),由於接合板與梁、柱採用焊接方式接合,因此模型中與梁柱構件接合面採用固接方式模擬。除 1 號加勁板外,2 號與 3 號加勁板均採用固接方式以模擬實際與梁構件焊接之接合板情形。斜撐與接合板間之無側撐長度(L_u)為考慮構架側向轉角達 4%時,斜撐承受拉力下之長度,此外斜撐再延長等同於 L_u 長度,並利用置入鋼板將兩核心單元結合,以模擬側撐外管之效應,載重由斜撐末端進行施加,選用二階之 C3D20 Solid 元素。此分析採用特徵值挫屈預測分析程序(Eigenvalue Buckling Prediction)分析於斜撐末端施加 BRB 極限壓力 P_{max} ,分析所得之第一模態特徵值與施加壓力乘積即其挫屈載重。



(a) 施柱軸力系統底部雙向鉸支承 (b) 柱頂施柱軸力系統

圖四 施柱軸力裝置



圖五 有限元素分析中接合板使用之加勁方式示意圖

由於 4 號接合板(Gusset Plate 4,詳圖二)於前述理論計算及有限元素分析即有足夠強度,故僅對其他三組接合板施加加勁後分析,分析結果如表一所示,且四組接合板,不論加勁與否,其第一挫屈模態均為面外挫屈。

表一 接合板有限元素分析結果

Gusset	Stiffener Plate	Eigenvalue (1 st mode)
Gusset 1	Un-stiffen	2.45
	3	7.41
Gusset 2	Un-stiffen	0.8
	2&3	4.74
Gusset 3	Un-stiffen	1.83
	3	4.30
Gusset 4	Un-stiffen	3.10

五、試驗行程與試驗過程簡述

試驗時程如表二所示。詳細之試體照片，試體反應與分析預測之結果，請參閱本研究專屬網頁：

<http://substructure-brbf.ncree.org>

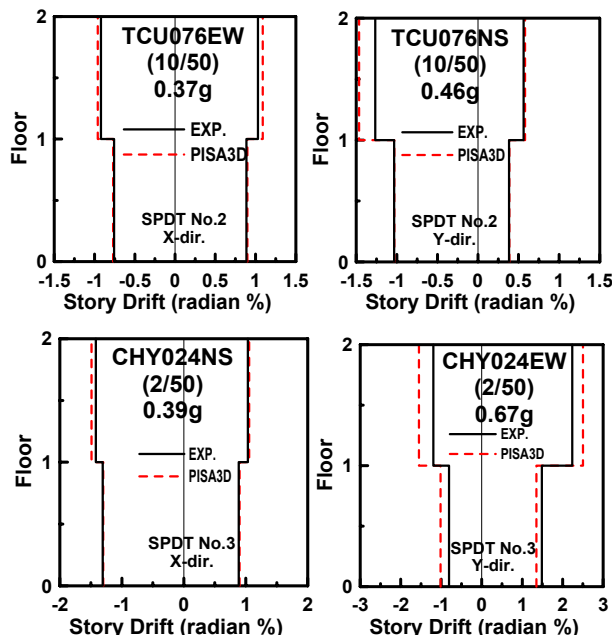
試驗過程中，構架試體除柱底以及接合板與柱面之部分焊道有發生降伏之外，並無其他破壞之情形。從試體反應來看，挫屈束制支撐也產生穩定消能之機制。試驗結束後，構架試體的殘餘變形並不大。

表二 試驗時程表

Date (2005)	Test No.	Starting Time	Excitation		Hazard level
			Longitudinal	Longitudinal	
2005-5-7	SPDT No.1	10:00am (Local) 2:00am (UTC)	CHY024NS PGA=0.10g	CHY024EW PGA=0.18g	50% in 50 years (50/50 event)
2005-5-9	SPDT No.2	10:30am (Local) 2:30am (UTC)	TCU076EW PGA=0.37g	TCU076NS PGA=0.46g	10% in 50 years (10/50 event)
2005-5-9	SPDT No.3	18:00am (Local) 10:00am (UTC)	CHY024NS PGA=0.39g	CHY024EW PGA=0.67g	2% in 50 years (2/50 event)

六、試驗結果分析

試驗前，已先利用非線性分析軟體 PISA3D 作此試驗構架之預測分析，以瞭解各級地震下最大樓層側位移角之情形。將實驗結果與預測分析之結果作比較可看出，隨著地震等級由 50/50 提高至 2/50，最大樓層側位移角也跟著持續增加，然而，在 10/50 等級地震中所有之樓層側位移角未超過設計位移角 2.0%，且在 2/50 等級地震中最大側位移角亦未超過 2.5%，如圖六所示，由此可知經由位移設計法檢核之設計確實可以有效的控制樓層之側位移角。

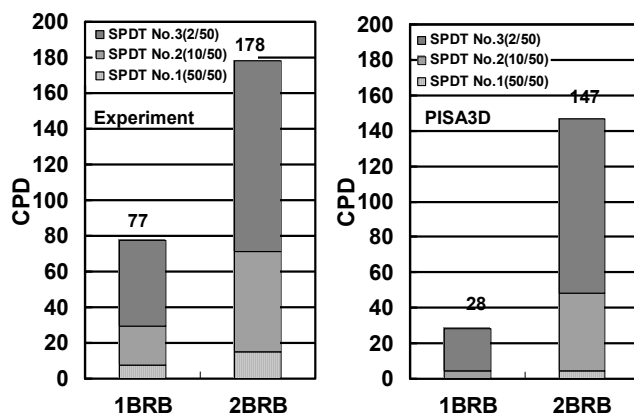


圖六 各等級地震下最大樓層側位移角

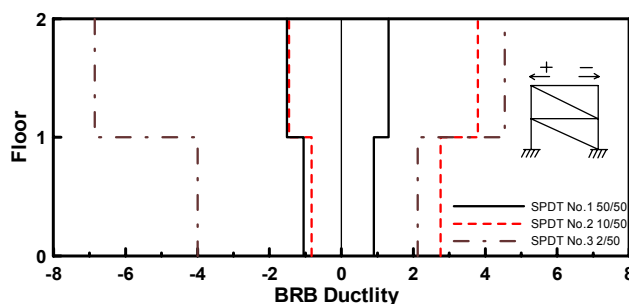
在各等級地震下之挫屈束制支撐構件的累積塑性韌性 (Cumulative Plastic Ductility, CPD) CPD 值與 PISA3D 預測之 CPD 值比較如圖七所示。

本實驗各樓層斜撐於不同地震等級下之韌性需求如圖八所示。斜撐之韌性隨著地震等級之增加而增加，三個不同等級地震

作用下之最大韌性為 7 左右，以二樓斜撐之韌性需求較高。



圖七 試驗過程與 PISA3D 分析之各樓層斜撐 CPD 值比較



圖八 各地震等級下之斜撐韌性需求

七、結論

1. 試驗結果顯示，本中心之非線性結構分析軟體 PISA3D 能夠準確的預測出結構受地震力下之行爲。
2. 本試驗構架以耐震設計規範之力法進行設計，並使用位移設計法加以檢核比對，可確保在不同地震等級下能有效控制結構之最大側向位移角。
3. 透過計算挫屈束制支撐之累積塑性韌性量(CPD)，在前三個不同等級地震作用下，可發現二樓挫屈束制支撐的韌性需求較高。
4. 利用位移轉換的方式，可以有效利用 Temposonics 操控構架之質心雙向位移及轉角，足以利用來進行雙向擬動態試驗。

本研究利用均佈力法(Uniform Force Method)設計接合板之形狀與檢覈鉚道強度，搭配使用 Whitmore 與 Thornton 之理論來檢核挫屈強度以及接合板有限元素分析結果，可有效防止接合板挫屈之情形發生。

主任 蔡克銓、副研究員 翁元滔、專案副研究員 林敏郎

台大土研所博士班 林瑞良、副技術師 王孔君

副技術師 鄭維中、助理研究員 陳垂欣、賴俊維

專案助理研究員 林柏州、台大土研所碩士班 蔡政育、莊明介

第八屆太平洋格網系統會議 與美國地震工程格網發展會議

爲了進一步提升我國地震工程實驗格網系統(Internet-based Simulation on Earthquake Engineering, 簡稱 ISEE)的國際化與相關國際合作交流管道,在國家高速網路與計算中心與環太平洋格網中介軟體與應用聯盟(PRAGMA)積極促成之下,本中心出席今年在新加坡舉辦的第八屆環太平洋格網中介軟體與應用聯盟會議(The 8th Pacific Rim Applications and Grid Middleware Assembly, 簡稱 PRAGMA8; 參與人員全體合照如圖一)。今年 PRAGMA8 主辦單位特別在 PRAGMA8 之後,再增加一天的美國地震工程格網(Network for Earthquake Engineering Simulation)議程。

近年來,格網技術在地震工程研究的應用逐漸受到國際的重視。隨著地震工程技術的進步與相關實驗規模與複雜度日益提升,全世界現有的地震工程實驗室在現有的軟硬體環境之下,漸漸無法滿足大型或複雜實驗的需求。爲了解決這個問題,美日等國家已開始引進格網技術(grid technology),以整合多個位於不同地點的實驗室的資源,使得以合作進行實驗。地震工程之格網系統乃用以更進一步整合目前分散在各研究單位與實驗室的相關軟體、硬體設備、各式實驗與分析數據與影像資訊,以及進行跨實驗室的合作式實驗,加速研究資源的交流與整合,提升整體地震工程的研究進展。

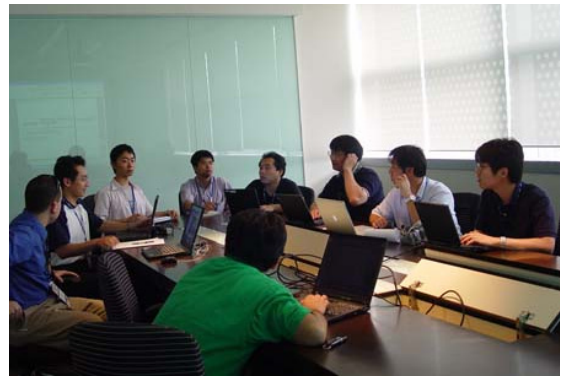


圖一 參與 PRAGMA8 會議的全體人員

隨著美、日、韓地震工程格網系統的開發進展,各國地震工程屆亦正積極地尋找國際合作對象,而各國不同的地震工程格網系統之間的相容性、整合性與未來的發展方向,即成爲本議程中,最重要的議題。美國於 1999 年開始進行地震工程格網計畫(Network for Earthquake Engineering Simulation, 簡稱 NEES),提升美國境內 15 個大型地震工程實驗硬體,並建立一套格網系統將各實驗室加以整合;日本於建立全世界最大振動台實驗系統 E-Defense 的同時,投入開發該實驗設備的格網系統 EDgrid;韓國亦於 2004 年啓動 KOCED 計畫與開發其格網系統,來整合該國各相關實驗室的各項資源。我國自 2001 年起,由本中心與國立臺灣大學共同開發合作式實驗技術,一個網路合作式地震工程實驗平台 ISEE 的雛型。近年來本中心除了不斷改良 ISEE 系統的穩定性與功能,並應用 ISEE 系統輔助進行多個跨實驗室或國際合作

的大型實驗。以格網系統的軟硬體規模來看,美國的 NEESgrid 是目前發展最完整的地震工程格網系統。日本的 EDgrid 與韓國的 KOCEDgrid,雖然還在初步的開發階段,但開發人員均表示將首重其與 NEESgrid 系統的相容性,並部份地採用 NEESgrid 的軟體元件。

在本次會議中,本中心於科學格網工作群組(Tele-science workgroup)與美國地震工程格網議程(NEES Workshop)兩個議程,向與會人員簡報本中心地震工程實驗格網系統 ISEE (圖二)。PRAGMA8 會議中的 Tele-science workgroup 對地震工程應用表示興趣,並特別擷取本中心 ISEE 的簡報片段,在 PRAGMA8 會議尾聲向全體參與人員簡介。



圖二 本中心人員向國際友人簡報我國 ISEE 系統

我國是唯一地震工程領域與格網系統雙方面專家均同時出席 NEES Workshop 的參與國家,我國參與人員包括本中心楊元森博士、國網中心蔡惠峰副主任、林芳邦博士、黃維誠博士、孫振凱先生、張志隆先生與洪小薇小姐。雙方面專家的共同出席,突顯我國跨領域合作的能力,並強調我國地震工程實驗格網系統焦距於實務工程研究與應用價值。其它各國出席人員均爲格網系統專家。參與國家包括兩位美國聖地牙哥超級電腦中心(San-Diego Supercomputing Center, 簡稱 SDSC)之 NEESgrid 系統研發人員、日本國家工業科技院(National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, 簡稱為 AIST)之 EDgrid 開發人員,韓國 Shingu 學院之 KOCEDgrid 開發人員與博碩士班研究生,與我國 NCREE 與 NCHC 之 ISEEGrid(名稱爲暫訂)參與人員。NEESgrid、EDgrid 與 KOCEDgrid 分別爲美國、日本與韓國正積極開發中的地震工程實驗格網系統。

會議中,各國與會人員均具共識,各系統將具備與美國 NEESgrid 系統相容的功能,以達到跨國合作的功能。美國 NEESgrid 人員亦強調其系統的公開性與彈性,以符合跨國相容性的需求。各國格網研發人員多次深入討論多項格網系統之安全性、資料管理與中介軟體穩定性等議題與技術細節。各國於會議尾聲並同意未來開發過程將更頻繁地使用視訊會議,期望未來透過資訊技術,進行更充份的地震工程實驗與研究的合作與交流。

副研究員 楊元森

校舍之耐震能力評估與補強講習會

預定於 7 月 29 日星期五在國家地震工程研究中心舉行，6 月初開始接受報名。

許多中小學校舍經逢九二一地震受損嚴重，或甚至完全倒塌。地震發生時值深夜，幸未造成學童傷亡。然而，目前全國之老舊校舍為數眾多，在強震來臨時確有倒塌之虞，為保障未來強震再度來臨時學童的在校安全，確有必要對全國中小學校舍進行全面的耐震安全評估，並對耐震能力堪虞之校舍進行補強或重建。

此講習會首先從校舍的結構特性切入，並歸納其在受震後的主要震害類型。接著介紹簡易調查及初步評估的方法，由於全省將近 3 千多所，共計達一萬多棟的校舍建築，需要一經濟有效的方式將耐震能力較差的危險建築篩選出來進行更進一步的耐震詳

細評估。再者，對校舍結構之崩塌行為與韌性的了解，可以提供對校舍實際韌性容量的推估，進而運用於耐震詳評中，此處介紹三種耐震詳評的方法，包含強度韌性法、簡易推垮分析及用套裝軟體 ETABS 的推垮分析來求得結構的耐震能力。針對耐震容量不足的結構再施以耐震補強，這裡將介紹數種常用補強方式並輔以台南後甲國中及花蓮新城國中的案例分析。希望藉此講習會的舉行，可以讓在第一線的工程師對校舍問題有一完整的解決方案，並進而全面地逐年提昇校舍結構之耐震能力，以保障台灣師生之安全。

專案助理研究員 葉永信、組長 黃世建

國際會議資訊

The First International Conference on Advances in Experimental Structural Engineering (AESE 2005)

July 19 ~ 20, 2005 Nagoya, Japan
Tel : (+81)52-683-7711
Fax : (+81)52-683-7777
Web Site: www.civil.nagoya-u.ac.jp/aease

2nd International Symposium on Environmental Vibrations : Prediction, Monitoring, Mitigation and Evaluation (ISEV2005)

September 20 ~ 22, 2005 Okayama, Japan
Tel : (+81)86-251-8146
Fax : (+81)86-251-8146
Web Site: ISEV2005.civil.okayama-u.ac.jp

First International Conference on Current and Future Trends in Bridge Design, Construction and Maintenance

October 10 ~ 11, 2005 Kuala Lumpur, Malaysia
Tel : +44 (0) 20 7665 2315
Fax : +44 (0) 20 7233 1743
E-mail: sue.frye@ice.org.tw
Web Site: www.icebridgeengineering2005.com

IX Chilean Conference on Seismology and Earthquake Engineering

November 16 ~ 19, 2005 Concepción-Chile
Tel : 56-41-204347
Fax : 56-41-207089
Web Site: www.achisina2005.udec.cl/

100th Anniversary Earthquake Conference

April 18 ~ 22, 2006 San Francisco, California
Tel : (510) 451-0905
Fax : (510) 451-5411
E-mail: eeri@eeri.org
Web Site: www.eeri.org

The 11th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering (11th ICCBE)

June 14 ~ 16, 2006 Montréal, CANADA
Tel : +1 (514) 340-3215
Fax : +1 (514) 340-4440
E-mail: info@icccbexi.ca
Web Site: <http://www.icccbexi.ca>

First European Conference on Earthquake Engineering and Seismology (1st ECEES)

September 3 ~ 8, 2006 Geneva, Switzerland
Tel : +41 22 839 84 84
Fax : +41 22 839 84 85
E-mail: ECEES2006@symporg.ch
Web Site: www.symporg.ch

4th International Conference on Earthquake Engineering (4ICEE)

October 12 ~ 13, 2006 Taipei, Taiwan
Tel : +886-2-6630-0888
Fax : +886-2-6630-0858
E-mail: icee@ncree.org.tw
Web Site: <http://icee2006.ncree.org.tw>