

2008.12 第六十八期



發行人：蔡克銓

本期主編：鄧崇任、翁元滔

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.ncee.org.tw>

九十七年十二月出版

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

### 目錄

#### • 專題報導

葉超雄教授榮退茶會 1

#### • 研究動態

如何在現行耐震設計規範中落實耐震性能目標矩陣的一些芻議 2

橋梁耐震設計規範修訂 4

土壤液化潛能評估使用之地震規模圖 4

#### • 中心活動

2008 抗震盃國際邀請賽 5

建築物耐震設計國際訓練班 (ITP2008) 6

校舍結構耐震評估與補強技術手冊 7

14WCEE 參展內容介紹 8

#### • 研討會預告

校舍結構耐震能力詳細評估 (容量震譜法)

實作講習會 8

### 專題報導

## 葉超雄教授榮退茶會

葉超雄教授即將要從服務三十三年的台灣大學土木工程學系教授職位上退休，為此中華民國地震工程學會與結構工程學會理監事會議於第七屆會員大會 (2008 年 12 月 6 日) 中舉辦葉超雄教授榮退茶會以表彰他對地震工程以及結構工程卓越的貢獻與建樹。

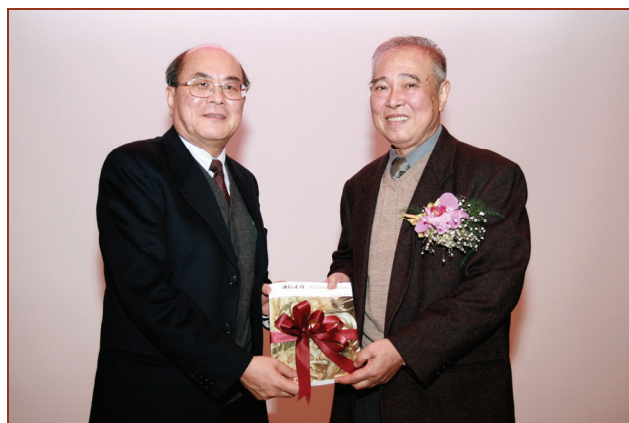
葉超雄教授 1961 年畢業於國立成功大學土木工程學系，1964 年畢業於國立台灣大學土木工程學系碩士班，師承 林致平教授與丁觀海教授，在 1971 年美國康乃爾大學取得博士學位後應聘新加坡大學任教，

1975 年從新加坡返回台大機械系任教，1976 年起擔任台大土木系專任教授。這段期間中他於 1977 年擔任首任台灣大學地震工程研究中心主任 (1977-1981)，1981 年創設台灣營建研究中心，同時擔任首任中心主任 (1981-1983)，1983 年擔任台灣大學土木工程學系系主任 (1983-1989)，1988 年膺任中華民國結構工程學會首任理事長，1990 年創設國家地震工程研究中心膺任國家工程地震研究中心首任主任 (1990-1997)，1992 年創立中華民國地震工程學會膺任中華民國地震工程學會首任理事長，2002 年膺任中華民國力學學會理事長。

葉超雄教授對國內地震工程以及結構工程界的卓越貢獻可概述如下：

1. 自 1975 年初回國後，積極推動地震工程之教育與研究。使國內目前有充沛之人力投入地震工程實務與研究，並推動制定各種設計規範。
2. 參與重大建設如翡翠大壩之分析與設計，完成拱壩、流體及基礎交互作用之動態分析。
3. 發現並研究台北盆地顯著周期，促使其納入本國耐震微分區及規範中，使成為全世界首先考慮地形效應並具相關規定之規範。
4. 考慮斷層近域之地震反應分析，進而建立相關之規範。

主任 蔡克銓、研究員 鄧崇任



台大土木系張國鎮主任 (左) 與葉超雄教授 (右) (本照片由結構學會提供)

# 如何在現行耐震設計規範中 落實耐震性能目標矩陣的一些芻議

## 一、前言

一般所謂的建築物耐震性能，是指包括強度與變形在內的兩種性能種類。現行耐震設計規範的精神，主要強調的是耐震強度性能的滿足，至於耐震變形性能的滿足則是隱藏在決定設計地震力之時，當作是決定條件來使用。其作法是先預設一個等效單自由度結構系統之總體變形韌性，繼而反推得到設計地震力，然後建築物的耐震強度性能是藉由將設計地震力效應納入各種載重組合效應當中，並利用 LRFD 來進行設計，使得建築物在設計地震危害之下保證具有足夠的強度性能而不致破壞。但是現行耐震設計規範對於這個結構總體預設變形韌性，乃至於多自由度系統主要耐震構件的變形性能（或指每層的層間變位），事實上並沒有建立一個驗證機制來驗證其是否有達成先前所預期。究其原因，在於針對等效單自由度結構之總體預設變形韌性或較容易進行驗證，但是對於多自由度系統之主要耐震構件之變形性能而言，其驗證則必須要另外提出相關之驗證方法以及驗證標準限度值才有可能來實現。因此，本文首先針對耐震性能目標矩陣的概念作一介紹，然後再針對如何在現行耐震設計規範中落實耐震性能目標矩陣，提出一些芻議。

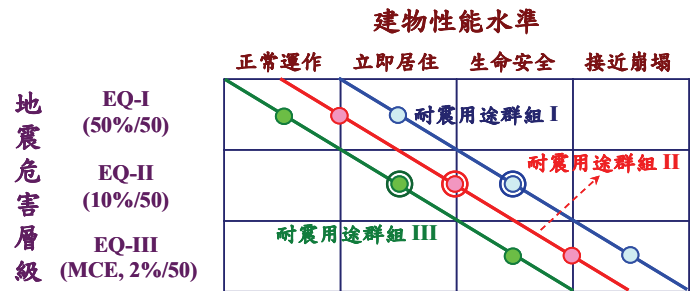
## 二、耐震性能目標矩陣的概念簡介

一般的耐震設計規範，對於地震危害的估計，都是先建立地震地表運動強烈度量參數（一般用反應譜加速度系數或 PGA 值來度量）的工址危害機率曲線，然後再以此地震地表運動強烈度量參數當作是結構系統的地震作用設計參數，以間接方式進行設計該工址建築物。事實上，我們若是想要將建築物之耐震變形性能設定為耐震設計內容所主要達成的設計標的，則可直接進行危害度分析以建立該耐震變形性能指標參數（一般以最大層間變位來度量）的工址危害機率曲線，當作為耐震設計的需求。圖一即為目前所建議的耐震性能目標矩陣圖，除了不考慮其縱橫座標的比例因子之外，本質上其物理意義就是一個針對不同耐震用途群組（依重要性而定）的工址建築物，關於耐震變形性能指標參數（一般以最大層間變位來度量）的危害率目標曲線。基於查核點數目的限制，以及耐震變形性能指標參數值會隨不同結構系統而變化的事實，因此，將此工址耐震變形性能指標危害度目標曲線離散化成每一耐震用途群組只保留三個查核點，同時將建築物關於耐震變形性能指標參數，用一組離散化的定性建築物性能水準來描述。

## 三、如何建立可操作性的耐震性能目標矩陣

如何依照圖一所示直接建立耐震性能目標矩陣，並落實於現行耐震設計規範當中，仍然存在有諸多疑慮。因此在規範可操作性以及規範延續性的考量之下，我們建議採取下列可操作的措

施，以期能真正落實於現行耐震設計規範當中：



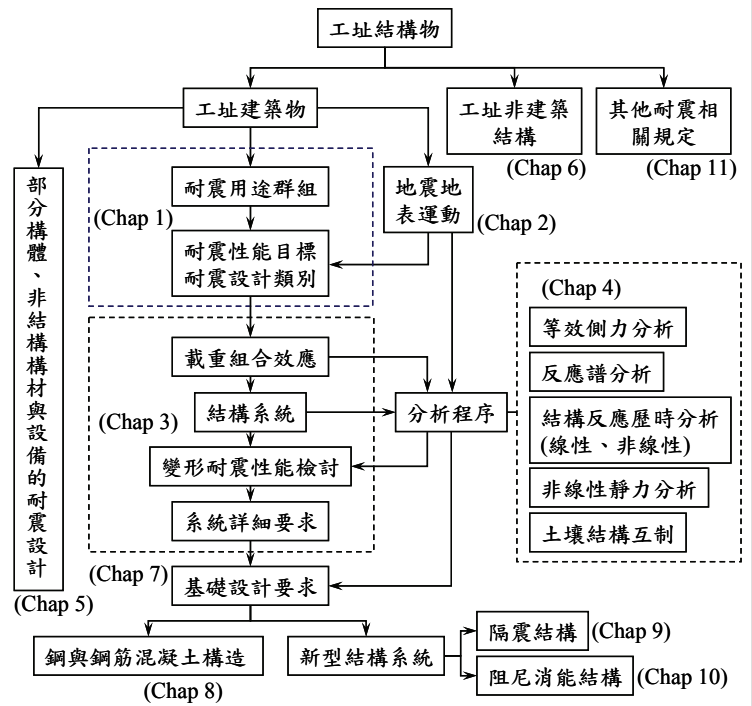
圖一 按照不同耐震用途群組進行設計時所設定之標稱耐震性能目標矩陣圖（註：具有符號◎者表示實際保留進行驗證設計建築物之「變形」性能）

- 建議仍然採取間接的方式，分析求取建築物在查核點上之耐震變形性能指標參數需求（一般以最大層間變位來度量），而且是僅保留進行分析驗證設計地震等級（10%/50yr）作用下之耐震性能需求，以節省工程師進行分析驗證之時間。所謂の間接方式乃是指仍然是採取先將超越機率換算成地震地表運動強烈度量參數值（一般用反應譜加速度系數來度量），然後再進行結構分析程序並估計其耐震變形性能指標參數值需求。當然在僅保留進行分析驗證設計地震等級（10%/50yr）作用下之耐震性能之前，我們必須先要檢討額外進行其餘查核點（50%/50yr，2%/50yr）驗證之必要性，以及其可省略之合理性，有關此方面的檢討請參考相關計畫成果報告之說明。
- 在建立相關驗證程序之前，首先要先建立「耐震設計類別」的配套措施。對於不同的「耐震設計類別」，規範會賦予不同的限制條件規定。這些設計限制規定包括：(a)限制結構系統之選擇與高度限制範圍；(b)限制結構分析中結構模型之模擬方式、分析程序（含驗證程序）之選擇以及雙向加載之作用方式；(c)依設計類別而增加設計及細部要求之額外要求規定(例如垂直地震力、橫隔版等)。簡而言之，針對那些耐震用途群組重要性越高且工址地震危害度越大者(相當於「耐震設計類別」級別愈高者)，其設計限制規定就越嚴格，反過來說，不需要嚴格設計者其分析設計過程就可以儘量簡化。藉由此配套措施的實施，將可引導工程師在不犧牲精確性的原則下經濟有效的進行耐震設計。表一即為目前所建議的「耐震設計類別」種類，有關「耐震設計類別」種類多寡、界限訂定的檢討以及相關限制條件之規定，請參考相關計畫成果報告之說明。

表一 基於  $S_{DS}$  訂定之耐震設計類別

$S_{DS}$ 值之範圍	耐震用途群組		
	I	II	III
$0.5 \leq S_{DS} < 0.6$	C	C	D
$0.6 \leq S_{DS}$	D	D	D

3. 在建立相關之驗證程序方面，其內容主要是規定如何求取建築物在查核點上之耐震變形性能指標參數值（一般以層間變位來表示），這些條文規定都是在「分析程序」中加以訂定。「分析程序」的種類分為等效側力程序、反應譜程序、線性與非線性反應歷時程序以及非線性靜力分析程序等四種，其使用時機視「耐震設計類別」之不同而定，且各有其不同的層間變位計算公式。有關這些「分析程序」中之相關層間變位計算公式，請參考相關計畫成果報告之說明。
4. 在建立相關耐震性能驗證標準方面，首先要將原先用一組離散化且定性描述的建築物性能水準，換算成會隨不同結構系統而變之建築物耐震變形性能指標參數（一般以最大層間變位來表示）的具體量化限度值。表二即為目前所建議在設計地震等級（10%/50yr）作用下，不同結構系統在不同耐震用途群組中所允許之耐震變形性能指標參數（一般以最大層間變位來表示）的具體量化限度值。在建立相關耐震性能驗證標準之後，即可完成整體驗證程序過程，此也就相當於建立了可操作性的耐震性能目標矩陣。



圖二 耐震設計規範改造版本之條文章節架構圖

#### 四、結論與展望

當然在將耐震性能目標矩陣落實於現行耐震設計規範的過程當中，還有很多工作項目必須配合進行，其中最重要的工作項目是必須先將現行耐震設計規範的章節架構進行重組，才有空間以納入耐震性能目標矩陣的相關條文規定。目前所建議的主要條文章節架構如圖二所示。經過上述之方式，初步可以建立可操作性的耐震性能目標矩陣，並且為未來之耐震性能設計規範奠定基礎。

#### 五、參考文獻

1. FEMA-450 (2003), Building Seismic Safety Council. Recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures Part1: Provisions, Washington DC, Building Seismic Safety Council, National Institute of Building Sciences.
2. ASCE Standard (2006), ASCE/SEI 7-05, Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, American Society of Civil Engineers.

表二 容許樓層變位  $\Delta_g$  <sup>a, b</sup>

結構	地震用途群組與對應之性能水準		
	III (立即居住)	II	I (生命安全)
非使用磚造抗側力系統結構，四層以下具內部隔間牆、樓版及外牆設計為控制層間變位之結構	$0.015 h_{sx}$	$0.02 h_{sx}$	$0.025 h_{sx}^c$
懸臂式磚造剪力牆結構 <sup>d</sup>	$0.01 h_{sx}$	$0.01 h_{sx}$	$0.01 h_{sx}$
其他磚造剪力牆結構	$0.007 h_{sx}$	$0.007 h_{sx}$	$0.007 h_{sx}$
韌性磚造抗彎構架	$0.01 h_{sx}$	$0.013 h_{sx}$	$0.013 h_{sx}$
其他結構	$0.01 h_{sx}$	$0.015 h_{sx}$	$0.02 h_{sx}$

a.  $h_{sx}$  = 第  $x$  層以下之樓層高度  
 對耐震設計類別為 D 者，容許層間變位需滿足 3.5 節之要求

b. 對於一層且具內部隔間牆、樓版及外牆系統設計為控制層間變位之結構，無層間變位之限制

c. 結構系統主要為以基底(或基礎)之懸臂式磚造剪力牆為垂直元件，且牆體間(耦合梁)之彎矩傳遞可忽略不計。

研究員 鄧崇任、柴駿甫、副研究員 翁元滔

# 橋梁耐震設計規範修訂

民國 88 年 9 月 21 日台灣地區發生了規模 7.3 的南投縣集集大地震，造成中部地區許多橋梁之倒塌與損壞。震後行政院國科會委託國家地震工程研究中心成立「九二一大地震勘災及重建委員會」迅速展開調查。其中，橋梁震災調查組完成橋梁之震害調查報告探討橋梁破壞原因，依結構種類、區域分佈、年代等進行比較，以作為規範修訂的參考。有鑒於此，交通部於民國 89 年 4 月公布局部修正規範，對震區畫分與部份橋梁耐震設計細則有所修正與調整，迄今已逾多年。此外，交通部於民國 92 年 3 月完成「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書」，並於同年 10 月起由國道新建工程局辦理「橋梁耐震設計規範修訂草案先期研究座談會」，計舉行六次座談會，針對規範草案提出綜合結論與建議事項，共計 101 項。其相關內容反映國內地震工程近年來(尤其在九二一地震之後)的研究成果，以及現行 84 年版「公路橋梁耐震設計規範」實施後之疑義。

本研究係以上述九二一集集大地震後的調查結論為基礎，探討「公路橋梁耐震設計規範(草案)複審成果報告書」與「橋梁耐震設計規範修訂草案先期研究座談會」所研提之建議事項，並參考美、日最新橋梁耐震規範。本研究主要修訂研究如下：1、本規範係依臺灣地區地震危害度分析所得最新之研究成果，並參考活動斷層位置與過去大地震發生之記錄，加以合理討論後決定震區之劃分。針對台北盆地設計地震微分區之劃分，參考國家地震工程研

究中心「規範研究發委員會」審議委員建議，由原先 1 區調整為 3 區。2、將八十四年版規範中工址水平加速度係數  $Z$  與工址正規化水平加速度反應譜係數  $C$  之乘積改為工址設計水平譜加速度係數  $S_{aD}$ 。此外，再根據地盤種類增列反應譜工址放大係數  $F_a$  及  $F_v$  修正之。如屬第一類斷層近域之調整因子  $N_A$  與  $N_V$  係由鄉鎮市區所鄰近之斷層進行查表獲得。3、除考慮八十四年版規定之設計地震(回歸期 475 年)作用下，允許結構物產生塑性變形至容許韌性容量  $R_a$  外，並新增在最大考量地震(回歸期 2500 年)作用下，允許結構物產生極限塑性變形至結構韌性容量  $R$ 。4、單柱橋墩之結構系統韌性容量  $R$  由 2.5 修訂為 3.0。5、動力分析方法採用橋梁結構承受設計地震(回歸期 475 年)作用為基準，進行反應譜分析法及歷時分析法，相關地震效應之組合亦詳加規定。6、鋼筋混凝土橋柱斷面設計結果應滿足塑鉸區所需之計算剪力強度，以確保鋼筋混凝土橋柱之韌性行為及發揮塑鉸機制的可能性。7、有鑒於都會區鋼橋柱使用機會日漸提高，新增第六章「鋼橋柱構材之韌性要求」章節，就鋼材材質、橋柱細部及接頭細部作原則性說明。8、新增第七章「隔震與消能設計」章節，詳細規定相關設計、分析流程，以及隔震元件之試驗標準。

專案副研究員 劉光晏、助理研究員 陳長佑  
副研究員 洪曉慧

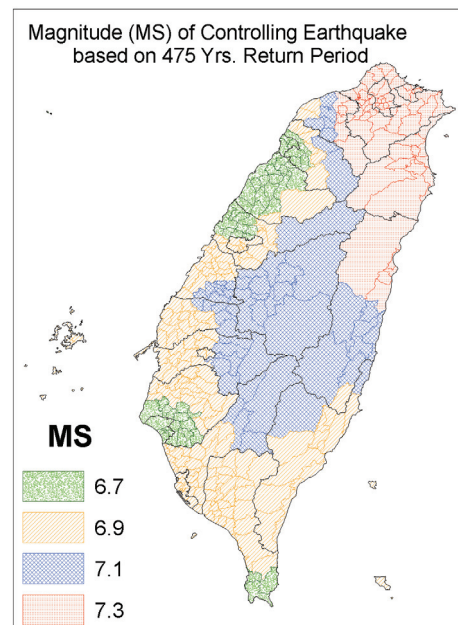
## 土壤液化潛能評估使用之地震規模圖

土壤液化潛能評估是結構基礎抗液化工程設計的第一步，它的目的在於判定一工址是否有液化之疑慮。對於有液化疑慮之工址，工程設計時則須考量液化之影響或進行抗液化設計。評估一工址土壤於地震作用下是否會發生液化，通常係以地震引致地層中之剪應力是否大於土壤之抗液化強度作為判斷之標準。工程上常採用簡易經驗評估法來判定工址土壤之液化潛能。國內常用之經驗評估法如下：Seed et al.簡易經驗法、日本道路協會簡易法、Tokimatsu 與 Yoshimi 簡易經驗法。這些經驗法係根據現地試驗之資料來估算土壤之抗液化強度，再將此強度除以地震所引致之剪應力，以計算安全係數。當工址某深度土壤之安全係數值小於 1 時，則判定工址該深度土壤有發生液化的可能性。

上述簡易經驗法，除日本道路協會簡易法外，在考量地震效應時，不僅考慮最大地表加速度值(PGA)，也考量地震規模大小。然而從現今國內建築物耐震設計規範僅可得知台灣各地最大地表加速度值，對於規模值並無交代，使得工程師在採用這些方法時對規模值的設定感到相當困擾。有鑒於此，建議於規範增訂該條文之解說，提供液化潛能評估使用之地震規模分布圖，讓工程師設計時能有所依循。

由於設計地震是依據地震危害度分析之結果而定，因此可以透過地震危害度的參數拆解分析，得到對應不同回歸期之控制地震規模，如圖一所示，為對應 475 年回歸期設計地震之控制地震

規模分布圖。液化潛能分析時可以依據 475 年回歸期設計地震之 PGA 及圖一所示之地震規模進行液化潛能判定。



圖一 475 年回歸期控制地震規模分布圖

副研究員 邱俊翔、研究員 簡文郁

## Introduction and Demonstration on Earthquake Engineering Research in Schools (IDEERS)

## 一、2008 抗震盃介紹 (IDEERS 2008)

近年來世界各地發生多起巨災型地震，台灣位處歐亞大陸板塊與菲律賓海板塊交界處，至今平均每隔 20 年就會發生一次傷亡百人以上的巨災地震，由於地震迄今仍無法準確預測，如何學會與地震相處，減少地震發生時所造成的生命財產損失就成為所有國人必須面對的重要課題。配合教育途徑，將研發成果轉換成淺顯易懂的地震防災知識，提昇人民的防災減震觀念並建立其防災意識，絕對是一項經濟有效方法。

為推廣地震工程防災教育，鼓勵學生藉由參與科學競賽激發創造力，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 97 年 9 月 26 日至 28 日於國震中心共同主辦「2008 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 7 屆競賽，曾參賽過的國際隊伍包含英、美、日、新加坡、印尼、香港、馬來西亞、越南、紐西蘭、澳洲、貝里斯等 11 國，累計國內外參賽學生總數超過 2200 人。本活動起源於英國布里斯托大學 (University of Bristol)，自從引進國內後，期間經由國震中心推廣與改進，將原本的國內大專校際競賽擴展成為高中、大專及研究生皆可參加的國際活動，目前已成為每年國際矚目的地震工程教育盛事。



圖一 研究生組報到情況

## 二、活動舉辦

「2008 抗震盃國際邀請賽」在宣傳期間受到廣大師生熱烈的迴響，報名情況非常踴躍，共計研究生組 16 隊、大專組 39 隊及高中組 42 隊獲得參賽資格，總計 97 隊 (國外 20 隊、國內 77 隊) 共 465 人參加，參賽人數創歷年新高。參賽國家包括新加坡、香港、紐西蘭、馬來西亞、韓國、菲律賓、瓜地馬拉、貝里斯及台灣共 9 個國家。

活動分成高中、大專及研究生三組舉行，參賽者最多四人為一組，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，自 2007 年起，高中組模型由原先正方形改為長方形，大專組模型則變更為 L 型。在載重部分，高中大專組除了最低要求加載 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 26 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。



圖二 參賽學員模型製作

9 月 28 日競賽當天巧遇薔蜜颱風來襲，但是參賽選手的熱情絲毫不受影響，參與情況非常踴躍！經過激烈的競賽後，高中組效率比第一名由麗山高中徐志成老師指導的團隊獲獎，大專組效率比第一名則由華梵大學機電系林靖國教授指導團隊獲獎，研究生組效率比第一名為台灣大學土木工程系張國鎮教授指導團隊獲獎。各組效率比前三名如下：

表一 2008 抗震盃效率比得獎名單

	第一名	第二名	第三名
研究生組	台灣大學	University of Auckland	University of Belize/Yuntech
大專組	華梵大學	高苑科大	台灣大學
高中組	麗山高中	新竹高工	文興高中

高中組 第一名  
麗山高中大專組 第一名  
華梵大學機電系研究生組 第一名  
台灣大學土木所

圖三 高中、大專及研究生組首獎模型

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，頒發金額不等的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 2008 抗震盃活動網頁：<http://w3.ncree.org/ideers/2008/>。

助理技術師 李牧軒

## 建築物耐震設計國際訓練班 (ITP2008)

近年來國內外發生的大地震均造成許多國家之百姓生命及財產的嚴重傷害，如 1994 年美國北嶺大地震、1995 年日本阪神大地震、1999 年台灣 921 集集大地震、2008 汶川地震等。因此美日等世界先進國家之地震工程研究單位，陸續對開發中國家的工程師與學者及相關專業人士設計一系列之教育訓練課程。本中心身為亞洲地區重要地震工程研究機構，為宣導與推廣我國在結構耐震設計研究成果及提升我國的國際學術研究之地位，同時協助東南亞地區與中南美等友邦國家在耐震設計方面之水準，並增加我國在這些地區的影響力及鞏固我國友邦之情誼。本中心在國家科學委員會國際合作處贊助之下，於民國 91 年起開始舉辦第一屆「耐震設計國際訓練班」(International Training Programs for Seismic Design for Building Structures, ITP)，後續亦成功地舉辦了五屆訓練課程。歷來曾經參與之國家包括土耳其、泰國、墨西哥、馬來西亞、印度、越南、印尼、哥斯大黎加、薩爾瓦多與瓜地馬拉等國家，皆是耐震設計、地震工程、都市建設等方面的專家學者、建築師、研究人員、政府官員與工程師，均獲得熱烈之迴響。

今年度耐震設計國際訓練班( ITP2008 )在國家科學委員會國際合作處支持下，於十月二十日到二十四日假國家地震工程研究中心盛大舉行。在經過本中心及專家學者的嚴格篩選之後共錄取四十六人，此參與之人數為歷年來之新高，同時參與的國家更高達十三個國家。由此可見本中心所舉辦耐震設計國際訓練班活動，已在國際間逐漸獲得良好評價與聲譽，也確實達到提升友邦國家耐震分析與設計等相關專業知識之實質訓練目的。



照片一 2008 年 ITP2008 訓練課程參訓學員合照

本年度訓練課程已於十月二十二日上午正式開幕(照片一)，會中特別邀請立法委員陳銀河及國科會副主委陳界宏蒞臨致詞。在訓練課程內容上之安排，講員部份則包括臺灣大學陳正興教授、中央大學溫國樑教授、臺北科技大學宋裕棋教授、永峻工程顧問股份有限公司謝紹松董事長、永峻工程顧問股份有限公司張敬昌協理及本中心蔡克銓主任與相關研究人員。今年在講題內容方面更涵蓋臺灣強震觀測、地質鑽探資料庫、微地動應用、921 集集大地震大地災害研究、土壤結構互制分析、既有橋梁耐震能力評估-理論與應用、921 集集大地震橋梁震害與重建之調查與回顧、橋梁隔震設計、台灣建築規範設計地震力之發展、台北 101 結

構設計、既有校舍結構之震害與解決對策、既有校舍結構之耐震評估與補強、被動控制簡介與應用、非線性結構分析、震災境況模擬技術簡介、台灣地震損失評估系統(TELES)之應用、TELES 系統操作示範暨雙向溝通。本課程由淺入深的方式引導學員們逐漸進入地震工程之領域，同時藉由此三天之密集式訓練課程，給予學員完整且詳細之抗震分析、設計與補強及工程實務等之觀念。

本次訓練課程規劃上，首日安排各國學員介紹該國地震工程發展，達到各國間與本中心彼此之間的交流，對於未來學員回國後與我國及本中心之進一步聯絡與發展，更具有重大之意義。第二至四日安排一般課程，深入瞭解我國在地震工程上之研究成果與發展現況及參觀本中心的實驗設備。除上述課程外，今年適逢台灣大學土木系新館落成，亦安排其結構設計簡介與現地參觀，分享國內最新「建築物中間層隔震技術」之經驗與應用實例。此外，本屆課程於第五日特別安排兩項工程參觀活動，前往台中「石岡壩」及「921 地震教育園區」參訪，提供學員親身感受車籠埔斷層錯動造成水壩及校舍結構的破壞。參訪過程中學員對於 921 震害結構的保存與地震工程教育的重視與推廣，無不表示推崇與讚許之意。參訪活動結束，本中心安排學員搭乘台灣高速鐵路自台中烏日站返回台北，使學員體驗國內先進工程建設所帶來的舒適性與便利性，達到宣導與推廣工程技術的機會。



照片二 921 地震教育園區參訪

97 年度「建築物耐震設計國際訓練班」課程由本中心蔡克銓主任為每位學員頒發課程結訓證書。綜觀本次訓練課程活動，已經順利地將國內在耐震設計與地震工程相關的研究成果與工程實務經驗，傳達給東南亞地區與中南美等友邦國家之專家學者之外，更增加我國與東南亞與中南美參與國家之間的情誼。許多學員在課程結束後，均表示願意與我國及本中心繼續保持密切連絡，持續分享彼此在地震工程方面的最新研究訊息與成果，也願意考慮未來可以任何合作型式來進行交流。關於本次訓練課程的各種資訊，請參考以下網頁：<http://www.ncree.org/itp/2008/>。

專案副研究員 劉光晏

# 校舍結構耐震評估與補強技術手冊

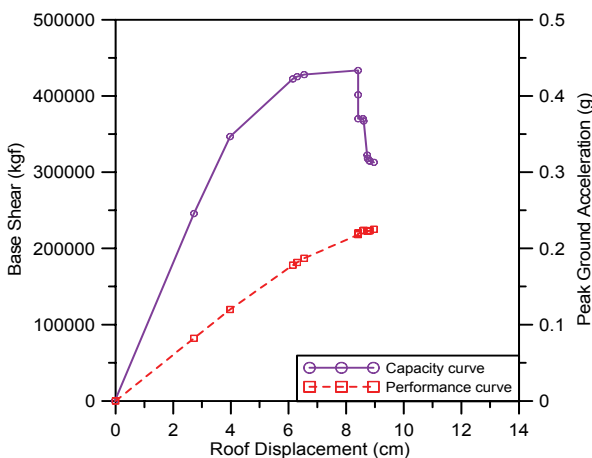
## 一、緣起

在今年五月於中國四川省汶川縣發生之地震，罹難者近七萬人，據統計，其中學生高達一萬九千多人。而在 2005 年 10 月巴基斯坦喀什米爾發生之地震，在八萬名罹難者中，學童近二萬人。上述兩次地震均發生在上課時段，造成師生傷亡慘重。台灣幸蒙上天之眷顧，近幾次災難性地震，均發生在放學或放假時段，師生不在教室，否則學童傷亡慘況，將不堪設想。

校舍結構耐震能力堪虞，乃不爭之事實，必須透過補強之手段，來提昇其耐震能力。本中心致力於校舍結構耐震評估與補強之研究多年，包括：理論之推導；數值之分析；足尺構件之實驗；小型足尺結構之實驗室試驗；大型實際結構之現地試驗。於今年九月，彙整相關研究成果，出版研究報告「校舍結構耐震評估與補強手冊」，供工程師參考。

## 二、技術手冊

本手冊提供構件(柱、梁、牆)之側力與側位移的非線性關係，從而設定構件之非線性鉸參數。採用本中心開發之程式，可自動獲得相關參數。ETABS 結構分析程式根據構件非線性鉸之設定，執行結構非線性側推分析。由非線性側推分析，可得結構之容量曲線，即基底剪力及屋頂側向位移之關係(圖一)。容量曲線可轉換為容量震譜，即譜加速度及譜位移之關係。由容量震譜，對應於任一性能點，可算得結構之等效振頻與等效阻尼比，再配合校舍所在之工址及其地盤分類，可算得校舍能承受之地表加速度，構成性能曲線，即性能目標地表加速度及屋頂位移之關係(圖一)。採用本中心開發之程式，可由容量曲線，算得性能曲線。若為一般校舍，在設計地震下，結構之基底剪力不得超過其最大強度，且任一樓層之最大層間變位角不得大於 2%。若作為緊急避難用之校舍，在設計地震作用下，結構之基底剪力不得超過其最大強度之 80%，且任一樓層之最大層間變位角不得大於 1%。同時，本手冊提供四種補強工法：擴柱補強、翼牆補強、剪力牆補強、隔間牆複合柱補強。



圖一 案例校舍之容量曲線與性能曲線

## 三、講習會

技術手冊出版後，為期將相關技術推廣至工程界，先後在北

高二市舉辦「校舍結構耐震評估與補強技術手冊講習會」。課程內容包括：校舍耐震問題與技術手冊；容量震譜法與耐震性能目標；非線性側推分析；耐震補強設計；手冊示範例說明—補強前評估；手冊示範例說明—補強後評估。台北場於 10 月 3 日 (星期五) 假本中心舉行，計有 85 名工程師及校方人員參與 (圖二)。高雄場於 10 月 18 日 (星期六) 假高雄第一科技大學舉行，計有 65 人與會 (圖三)。

在兩場講習會中，與會工程師反應熱烈，甚獲好評。為應與會工程師之需求，讓工程師熟悉評估程序之操作，並作實機演練，遂於 11 月 28 日 (星期五) 假高雄第一科技大學舉行「校舍結構耐震能力詳細評估(容量震譜法)實作講習會」，計有 54 人與會 (圖四)。課程內容包括：耐震能力詳細評估之程序—容量震譜法；非線性鉸之設定與檢核(含實作)；側推分析之技巧(含實作)；容量震譜與性能曲線之分析與檢核(含實作)；性能目標地表加速度之判定(含實作)。

本中心會陸續舉辦「技術手冊講習會」及「詳細評估實作講習會」，讓更多的工程師駕輕就熟地執行耐震評估之業務。同時，彙整工程師所提出之問題，並將答覆公佈於網站上，作為各界交流之平台。此外，本中心正準備「補強設計實作講習會」之相關資料，以適時推出，使工程師熟悉補強設計程序之操作，並作實機演練要求。透過一系列之講習會，期能與工程師攜手並肩，共同促進校舍耐震能力提升之工作，在下次地震來臨之前，作好預先防範之措施。



圖二 校舍結構耐震評估與補強技術手冊講習會(台北場)



圖三 校舍結構耐震評估與補強技術手冊講習會(高雄場)



圖四 校舍結構耐震能力詳細評估(容量震譜法)實作講習會

台灣大學博士生 楊耀昇、研究助理 沈文成、研究員 鍾立來

## 14WCEE 參展內容介紹

第十四屆世界地震工程研討會(The 14th World Conference on Earthquake Engineering, 簡稱 14WCEE)於 2008 年 10 月 12 日至 18 日於中國北京舉辦,此研討會是為四年一度之地震工程學界重大盛事,匯集來自世界各地頂尖的地震工程從業人員,因此 14WCEE 成為學術交流與技術觀摩的最佳平台,為充分推廣本中心研究成果,藉以尋求更多跨國合作與創新突破之機會,故此,國震中心特派專責人員前往設置攤位進行宣傳工作(圖一),展出內容分為四項主題: 1.國震中心簡介、2.結構非線性分析軟體 PISA3D/ GISA3D、3.MATS 系統、4.TELES 系統,為求充分顯現本中心的各項研發成果,專責人員行前針對前述四項推廣重點與專業行銷公司合作,進行海報文宣製作,因此於 14WCEE 展覽會場中,本中心攤位吸引眾多與會者目光,訪客人數超過 300 人次,成功宣傳與行銷本中心軟硬體設備與服務項目,為日後跨國合作之研究案創造許多機會。



圖一 14WCEE 國家地震工程研究中心攤位。

助理研究員 莊明介、游宜哲

### 研討會預告

## 校舍結構耐震能力詳細評估 (容量震譜法) 實作講習會

在今年 5 月於中國四川省汶川縣發生之地震,罹難者近七萬人,據估計,其中師生超過一萬人。而在 2005 年 10 月巴基斯坦喀什米爾發生之地震,在八萬名罹難者中,學童近二萬人。上述兩次地震均發生於上課時段,造成在校師生傷亡慘重。台灣幸蒙上天之眷顧,近幾次災難性地震,均發生於放學或放假時段,否則學童傷亡慘況將不堪設想。

國家地震工程研究中心彙整多年來在校舍結構耐震評估與補強之研究成果,編訂成冊,闡述耐震評估之方法及耐震補強之工法,並佐以範例,詳述耐震評估及補強設計之流程。本手冊提供擴柱補強、翼牆補強、剪力牆補強及複合柱補強等四種經濟有效且經試驗驗證可行之補強方法,供工程師參考。為使「鋼筋混凝土建築物耐震能力詳細評估分析方法」更臻完善,並反映程式軟體應用之便利,國家地震工程研究中心團隊開發出一套自動化輔助計算程式,提供評估人員參考使用,此套評估方法於 2008 年

10 月已向內政部營建署申請審核認證。相關輔助計算程式可於網址 <http://school.ncree.org.tw/school> 免費下載使用。

為使土木、結構等專業人員熟悉並正確使用「鋼筋混凝土建築物耐震能力詳細評估分析方法」,故舉辦此實作講習會,除將整套詳細評估方法做一詳盡之解說,亦進行實機演練說明,期能與相關從業人員進行技術交流,共同促進校舍結構耐震能力提昇之工作。

講習會相關資訊如下:

時間: 98 年 1 月 9 日(星期五)

地點: 國家地震工程研究中心 101 演講廳

費用: 每人 2000 元(含講義、餐點)

名額: 預計 50 人,依報名順序,額滿為止。

報名及繳費方式: 即日起開始報名,請上網址

<http://www.ncree.org.tw/>, 或以傳真方式報名(02-6630-0858)

時間	講題	主講人
08:40~09:00	報 到	
09:00~09:10	開幕致詞	蔡克銓主任、黃世建組長
09:10~10:10	耐震能力詳細評估之程序-容量震譜法	簡文郁博士
10:30~11:30	非線性鉸之設定與檢核(一)(含實作*)	蕭輔沛博士
11:30~12:30	非線性鉸之設定與檢核(二)(含實作*)	周德光先生
14:00~15:00	側推分析之技巧(含實作*)	沈文成先生
15:20~16:20	性能曲線之分析與性能目標地表加速度之判定(含實作*)	楊耀昇先生
16:20~17:00	綜合討論	黃世建組長、鍾立來博士