

發行人：蔡克銓

本期主編：楊元森

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>

九十六年六月出版

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

台灣地區地震風險評估與應用研究 1

• 研究動態

向量式有限元素法於鋼筋混凝土結構崩塌
模擬分析之應用 3

• 出國報告

第四屆亞洲土木工程研討會活動報導 4

2007 年亞太地震工程研究中心聯盟年會 5

亞太經合會第 32 屆科技產業工作小組會議
報導 6

第二屆世界地震工程合作研究論壇 7

第四屆海峽兩岸結構工程與岩土工程學術
研討會 8

本刊免費贈閱，歡迎來電索取

專題報導

台灣地區地震風險評估與應用研究

一、淺談時變性之地震危害度分析

地震危害度分析(seismic hazard analysis, SHA)發展至今已數十年，自 1977 年 Der-Kiureghian 及 Ang 提出斷層開裂模式後，SHA 有了一個完整的程序可供依循，學術研究與工程實務亦多採用斷層開裂模式進行機率式地震危害度分析。活斷層的地震發生模式對於近斷層區域的地震危害潛勢評估有極大的影響。因此，有學者根據斷層地震之研究，提出特徵地震模型(Schwartz & Coppersmith, 1984; Youngs & Coppersmith, 1985)，將活斷層之大規模地震的發生率，配合地震學之研究成果予以提高，但仍採用穩態包生過程(stationary Poisson process)之假設。

隨著近十餘年全球重大災害性地震之研究，根據活斷層引致之大規模地震的發生乃遵循某種規律的假設，提出「時變特徵地震」(time-dependent characteristic earthquake)模式，藉以評估特定斷層在未來數十年發生大規模地震的機率(Stein et al., 1997; Sykes & Menke, 1985、2006)。由中央地質調查所近年來之古地震調查研究亦發現，台灣地區之部分第一類活斷層的大規模地震活動，亦符合時間可預測模式(time predictable)。因此，台灣地區亦具備採用時變特徵地震模式來進行地震潛勢評估的條件。藉由建立具時變性之地震危害度曲線，可以更正確反應不同地區在不同時間點的地震危害潛勢。

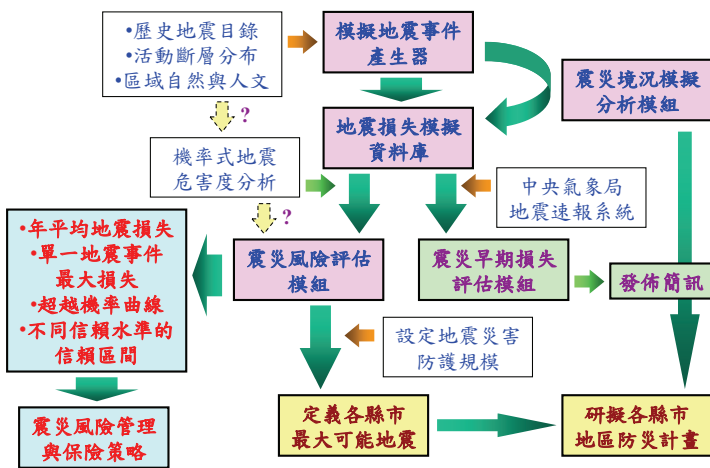
符合時間可預測模式之震源多為第一類活斷層，根據 Der-Kiureghian 及 Ang 於 1977 年提出的斷層開裂模式，應採用 Type I 震源模型。該研究中，對於適用於活斷層的 Type I 震源模型的基本假設與分析方法，存有一些不合理或錯誤的推導，需加以更正。譬如直接假設開裂面在斷層線上的任意位置的機率均等，且直接採用真實斷層線與工址間的幾何關係，來建立所有斷層開裂面之可能位置與工址間的最近距離關係式。

以時間可預測的特徵地震模式來模擬活斷層的地震活動，配合工程可靠度分析的理論，以危害函數(hazard function)計算不同靜止期(elapse time)條件下的斷層錯動機率，分析未來一定期間內(T_p)再次發生特徵地震的機率，進而計算活斷層對工址之地震危害度的貢獻量。將台灣地區活動斷層依其古地震之相關調查資料之充分與否，區分為三群，分別採用古地震調查資料及地震學之研究成果，建立時間可預測之地震活動機率模型。其它區域震源的地震以穩態包生模式進行 SHA，分析結果可以直接與活斷層引致之地震危害度的貢獻相加，藉以推估工址未來 T_p 年的危害度曲線。

在實務上，經常需要對應某種危害等級的模擬地震，作為結構設計或防災規劃的參考。透過地震危害度參數拆解分析可以識別出最具危害潛勢的震源。因為大規模潛勢震源採用時變特徵地震模式，分析所得之地震危害度曲線亦具有時變之特性，必須以往後 T_p 年為分析條件，得到以往後 T_p 年的地震危害度曲線或控制地震。

二、台灣地震損失評估系統的研發與應用架構

為協助政府與民間企業妥善規劃地震防災和因應對策，國家地震工程研究中心近幾年積極研發「台灣地震損失評估系統 (TELES)」，其整體的研發方向、目標和應用領域大致以圖一簡略說明如下：(1) 積極收集各項震源發生模式、地震災害潛勢、工程與人文資料，並積極研發對應的震災境況模擬分析模組，校正所需的分析參數；(2) 持續改進震災境況模擬技術，有系統地進行批次震災境況模擬以建置完備的地震損失模擬資料庫，供後續應用時參考；(3) 結合中央氣象局的地震速報與早期預警系統，開發更有效率和精確的地震早期損失評估模組，提供應變中心指揮官具參考價值的災情研判資訊；(4) 結合機率式地震危害度分析的功能，探討不同地區建物、人員或維生線設施的地震風險，從而協助擬訂風險分散、轉移與管理的策略；(5) 協助各縣市擬訂最大可能地震的震源參數，並提供必要的震災境況模擬技術與整合應用軟體，藉以推估防災實務規劃所需的必要資訊。



圖一 TELES 之整體研發與應用架構示意圖

三、震災境況模擬技術與風險評估

一般而言，定然式(deterministic)的震災境況模擬乃指在給定的震源參數(地震規模、震央位置、震源深度、斷層開裂資訊等)作用下，推估各地的災害潛勢(地表震動、液化、山崩等)、工程結構損害暨損失、二次災害與社會經濟衝擊等。然而，地震發生的規模與時空分佈具極大的不確定性，因此地震引致的結構物損害、人員傷亡和經濟損失等風險也具有極大的不確定性。為充分考慮地震與其引致災害的不確定性，進而合理地推估各項有用的風險曲線和信賴區間，需結合定然式震災境況模擬技術和機率式(probabilistic)地震危害度分析理論。目前，該項技術已初步整合於 TELES 系統，藉以進行各地區的建築物和人員的地震風險評估。

如將批次震災境況模擬和地震危害度分析所得的推估數據列表整理如表一所示，稱為地震事件損失資料表。該資料表的意義如下：(1) 每一模擬事件代表不相關的離散地震事件，由區域震源和活斷層震源經適當離散化後組成；(2) 各模擬事件的年平均發生率或未來 T_p 年內的發生率，由對應的震源發生模式推估，可適用於各種穩態(stationary)或具時變性(time-varying)之地震發生

模式的假設；(3) 各模擬事件所引致的損失期望值，與震災境況模擬所使用的分析模式與參數息息相關，當利用蒙地卡羅數值模擬時，通常假設損失期望值為具上、下限之 β 機率分佈的隨機變數；(4) 損失標準差必須包含各項分析模式與參數的不確定性，在沒有足夠的災情調查資料和理論分析的基礎前，專家的經驗判斷為重要的參考。

一旦計算出地震事件損失資料表的各項數據，可進一步利用理論分析或蒙地卡羅數值模擬的方法，推估各項地震風險評估的數據。由於一般地震危害度分析僅計算地表震動強度(如 PGA)的年超越機率曲線，而影響結構物損害、人員傷亡和經濟損失的因素複雜，並非單純的函數可描述；因此，一方面需運用震災境況模擬技術推估模擬地震作用下的結果，另一方面需利用數值模擬方法和統計理論，計算損失的年平均值、引致損失的震源分佈、損失的年超越機率曲線之平均值與信賴區間...等。

表一 地震事件損失資料表之示意表

地震事件	年平均發生率	損失期望值	損失標準差	暴露值
1	v_1	L_1	σ_1	X_1
2	v_2	L_2	σ_2	X_2
...
k	v_k	L_k	σ_k	X_k
...
N	v_N	L_N	σ_N	X_N

四、台灣地區各縣市最大可能地震的研擬策略

結合一般建築物在各村里的數量統計、耐震及用途等屬性資料，再配合前述定然式震災境況模擬技術和機率式地震危害度分析理論，已計算台灣地區各縣市之建築物地震損失和人員傷亡的年超越機率曲線，也識別影響各縣市最大的可能震源。令各縣市的地震災害防護規模對應於某特定的年超越機率，則根據其對應的建築物損失和人員傷亡的數量，可在地震損失模擬資料庫內搜尋可引致類似災害規模的模擬地震事件。經過仔細篩選的模擬地震即可作為各縣市擬訂地區災害防救計畫的最大可能地震。

表二 對應不同風險水準的建築物損失和人員傷亡的期望值*

區域	2 % in 50 years		10 % in 50 years	
	損失(百萬元)	傷亡(人)	損失(百萬元)	傷亡(人)
台北縣	24,259	374	10,860	90
宜蘭縣	8,017	287	4,049	89
桃園縣	19,643	330	8,682	87
...
台中縣	34,574	1,729	24,778	1,112
台南市	6,330	118	3,787	44
台北市	24,438	335	11,189	89
高雄市	16,905	177	8,351	51
台灣地區	91,346	2,985	53,674	1,560

* 節錄自「葉錦勳，2006，地震危害度分析與震災境況模擬技術整合研究(I)，國家地震工程研究中心研究報告 NCREE-06-015」

在僅考慮第一類活斷層及簡化的假設下，由本研究[葉錦勳，2006]所得台灣各縣市和全區之一般建築物的地震損失和人員傷亡的年平均值(分別約 20 億和 32 人)，50 年內建築物的總損失約 1,000 億台幣，人員傷亡約 1,600 人。其次，根據表二所示台灣各縣市和全區的地震風險推估值：50 年內發生機率为 2% 的建築物損失約為 910 億台幣，人員傷亡約為 3,000 人。這些數據與集集地震所引致的災害規模差距不大。換言之，在未來 50 年內可能發生數次小規模的災害性地震，也可能發生一次如集集地震一般的數值遠大於整個台灣地區 50 年內發生機率为 2% 所推估的傷亡人數 2,985 人。換言之，如各縣市平時各自準備因應 50 年內發生機率为 10% 的災害規模，就台灣地區整體而言已足以應付 50 年內發生機率为 2% 的災害規模。因此建議：平時各縣市政府須因應 50 年內發生機率为 10% 的災害性地震，各自準備救援、醫療、避難

大規模災害性地震。無論未來災害性地震的規模大小和次數，在未來 50 年內總損失達 1,000 億台幣，總傷亡人數達 1,600 人的機率为 50%。因此建議縣市政府應以 50 年內發生機率为 2% 的災害性地震作為最大可能地震的設定目標。

但如果各縣市政府為因應 50 年內發生機率为 2% 的災害性地震，在平時即各自準備救援、醫療、避難收容和民生必需品等資源，由於發生的機率不高，可能造成浪費。觀察表二，如將各縣市 50 年內發生機率为 10% 的預估傷亡人數加總可得 3,753 人，該收容和民生必需品等資源。但平時須與附近其它縣市妥善協調，即使 50 年內發生機率为 2% 的大規模地震發生時，仍能以區域聯防的概念彼此支援。

研究員 簡文郁、葉錦勳
助理研究員 張毓文

研究動態

向量式有限元素法於鋼筋混凝土結構崩塌模擬分析之應用

一、前言

縱觀國內所發生的大地震均嚴重造成嚴重的生命及財產之損失，例如在 1964 發生於臺灣的台南白河大地震，1998 年嘉義地區的瑞里大地震與 1999 年南投縣集集大地震中，許多建築結構因為構件承載力不足而倒塌。由於鋼筋混凝土建物在國內相當普遍，因此掌握其結構系統的極限與崩塌特性的瞭解，無論是用以提供充份資訊來制訂或修訂下一代我國耐震設計規範，建物結構補強修復方案或是耐震能力評估方法，都是相當重要的研究工作。

有鑑於此，國家地震工程研究中心不斷致力於鋼筋混凝土結構之極限崩塌行為的研究與實驗。在其數值模擬研究方面，本年度以向量式有限元(Vector Form Intrinsic Finite Element, VFIFE，或稱為 V-5)方法，來模擬鋼筋混凝土結構崩塌行為。選用此方法之優勢在於能確實有效模擬構件斷裂與運動軌跡。

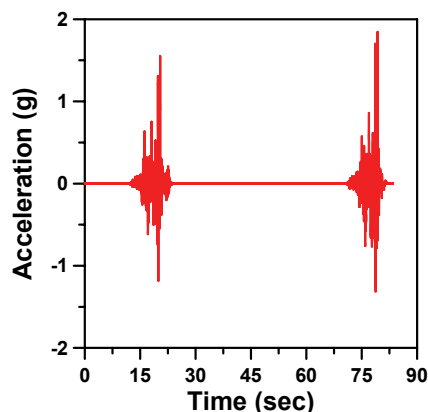
二、數值分析與實驗結果之比較

本計畫以國家地震工程研究中心之振動台崩塌試驗結果作為 V-5 數值模擬分析之比較對象。鋼筋混凝土構件模型是以斷面模型方式來模擬。屬於線段型歷時模型(Polygonal Hysteretic Model)中之三參數模型(Three-parameter Par Model)，可考慮鋼筋混凝土勁度與強度劣化及握裹滑移等效應。圖一為振動台崩塌實驗之試體，柱子斷面積為 $150 \times 150 \text{mm}^2$ 。將實驗試體放置於振動台上，並於振動台上施加一地震歷時記錄，如圖二所示。本試體共輸入兩次地震歷時，第一次先輸入 0 至 58 秒之加速度歷時來模擬未崩塌之行為，再以此狀態下材料參數與數值分析模型不作任何調整，作為預估後續第二次加速度歷時 58 至 83.5 秒之鋼筋混凝土結構崩塌行為。由於振動台在地震加速度歷時可發現 12 秒以前與 25 以後振動台加速度變化極為微小，為了容易比對實驗與 V-5 計算結果，所以僅取時間為 12 至 25 秒區間作為結果比較之範圍。由圖三分析結果可得知，16 至 17 秒與 21 秒後之數值與實驗結果

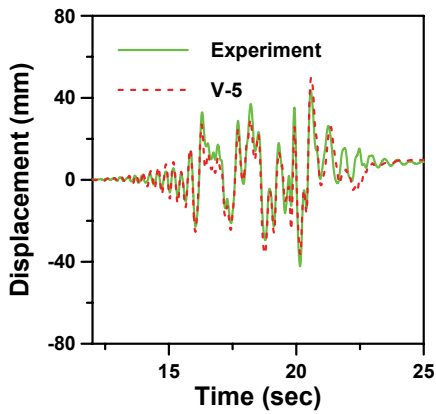


圖一 振動台崩塌實驗試體

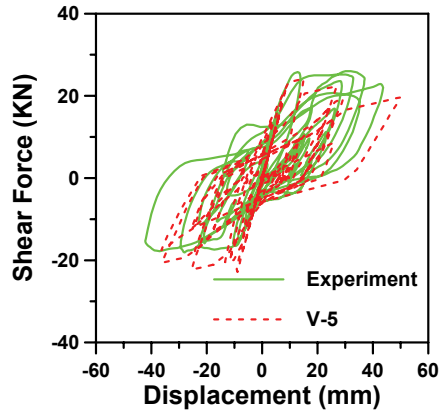
有些差異之外，在本次分析中，V-5 數值分析結果能有效模擬鋼筋混凝土結構之材料與幾何非線性動力行為。經由圖四所示 C4 柱頂層位移與剪力遲滯迴圈，更說明 V-5 在本次分析中能有效模擬鋼筋混凝土損傷行為。接下來利用此數值分析模型輸入 58 至 83.5 秒之加速度歷時，進一步預估鋼筋混凝土結構之崩塌行為。由圖五與圖六可得知，V-5 在不調整任何迭代參數下，就能有效預估鋼筋混凝土結構崩塌行為，同時也有預測出鋼筋混凝土構件斷裂的時間與斷裂之順序。



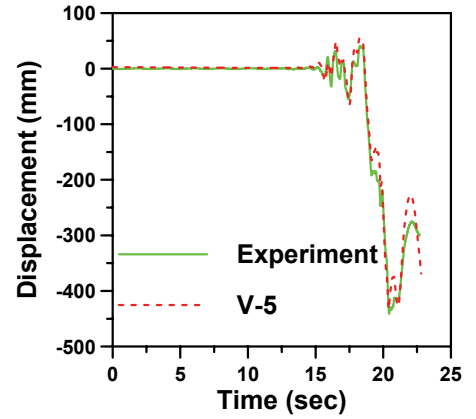
圖二 振動台加速度歷時



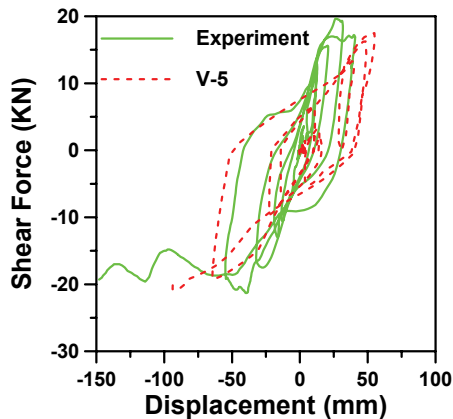
圖三 頂層位移與時間曲線(尚未崩塌)



圖四 柱子 C4 頂層位移與剪力遲滯回圈(尚未崩塌)



圖五 頂層位移與時間曲線(發生崩塌)



圖六 柱子 C4 頂層位移與剪力遲滯回圈(發生崩塌)

三、結語

由本研究計畫主要以 V-5 方法與三參數鋼筋混凝土材料模型，來模擬國家地震中心之振動台崩塌試驗。經由本次分析結果可得知，V-5 方法適合用於預測鋼筋混凝土結構之材料與幾何非線性效應及崩塌行為。未來本中心將持續研發 V-5 分析方法在鋼筋混凝土崩塌行為與損傷指標等相關研究與實驗驗證，以助於工程師做更進一步結構物安全分析與設計及控制結構物崩塌模式，降低地震災害的發生。

專案副研究員 王仁佐、副研究員 吳俊霖、楊元森
主任 蔡克銓

出國報告

第四屆亞洲土木工程研討會活動報導

第四屆亞洲土木工程研討會(the 4th Civil Engineering Conference in the Asian Region, CECAR)已經在 6 月 25~28 日於台北國際會議中心圓滿落幕。自 1999 年亞洲土木工程協調委員會(The Asian Civil Engineering Coordinating Council)成立後，為促進亞洲各國在土木工程研發成果科技與實務應用上之交流，分別於 1998 年在菲律賓馬尼拉、2001 年在日本東京、2004 年在韓國首爾與 2007 年在台灣台北舉辦第一~四屆亞洲土木工程研討會。經歷十年推展，CECAR 已成為全世界重要土木工程國際研討會之一。

配合 4th CECAR 進行，主辦大會同時規劃「國際永續發展科技展」，本次科技展共分為：「水資源與環境生態」、「防救災技術」、「e 化營建與數位建築」、「綠建築、節能與新能源」四大主題，邀請共 35 間國內外廠商及政府機構參展，本中心亦為參展單位之一。本中心展出之研發成果包含：「台灣地震損失評估系統之介紹」、「高科技廠房之隔減震系統」、「動態光纖計在斜張鋼纜監測之應用開發」、「台灣與美國合作後拉式預鑄節塊橋柱試驗」、「台灣現地校舍推垮實驗介紹」、「搭接組合式挫屈拘束韌性支撐介紹」等。透過影片與海報的介紹，以及台灣地震損失評估系統的現場操作，讓與會者對本中心豐碩的研發成果留下深刻的印象。

以下另行針對在 4th CECAR 中舉辦之天然災害風險評估與高科技產業與永續發展兩大研討會主題進行深入介紹：

1. 天然災害風險評估

本次大會另由美國土木工程學會(ASCE)於 27 日安排了一天的小型研討會，主題為：「定量風險評估之工程應用, Engineering Applications of Quantitative Risk Assessment (QRA)」，由加州大學厄文分校(University of California, Irvine)的洪華生教授(Prof. Alfredo H.-S. Ang)作半天的 QRA 基礎訓練課程講解，以及主持另外半天的專題演講與綜合討論。其中專題演講的部分，共有 6 位受邀的美國學者分別就地震、颶風、水壩與橋梁安全等議題進行論文發表；綜合討論中，也事先邀請 6 位亞太國家的教授提出回應與挑戰。在熱烈問答討論之後，與會人員達成以下共識：QRA 是未來災害防治研究與實務的共同趨勢，實有必要持續發展並推廣與 QRA 有關的分析方法與工具，對相關決策官員與工程人員實施 QRA 的再教育，並有義務就 QRA 的結果以淺顯易懂的方式向一般大眾說明。

2. 高科技產業與永續發展

從一九九〇年起，亞洲已成為全世界經濟發展最快的地區，然而快速發展的結果導致亞洲自然環境之破壞及生態系統之失衡。因此，高科技產業相關的土木工程，如何兼顧生態、防災、以及產能，以達永續發展之目的，對業界、政府與土木工程師而言，均是極具難度的挑戰。本場次之討論係由李嗣涇校長(台灣大學)與張陸滿教授(台大土木系高科技廠房設施研究中心)共同主持，邀請多位傑出的高科技相關產、官、學者，分享他們發展高

科技產業的經驗、知識，以及在經濟發展的過程中，對於環境、生態、道德、社會等，高科技產業所需肩負的責任。

本場次演講內容可分為兩大部分。第一部分為以永續發展為出發點，探討高科技廠房施工方式，包括建築結構之永續材料、結構設計與生產。為達到廠房結構施工過程中，結構輕量化、營建自動化等永續建築指標，尹衍樑總裁(潤泰集團)介紹其團隊自行研發之高性能混凝土材料與箍筋設計，能有效提升鋼筋混凝土之強度與韌性；並介紹如何以自動化生產之預鑄方式，降低工期與人力，期能滿足高科技廠房結構性能與永續營建需求。第二部分為揭櫫目前世界高科技產業之永續發展趨勢與我國政策走向，

以供工程界人士應用與參考。史欽泰院長(清華大學科技管理學院)與吳敏求董事長(旺宏電子)均談及近年來高科技產業於台灣永續發展環境的行動與成果，包括溫室氣體排放量降低以及污水淨化回收再利用；李世光教授(國科會工程處處長)則介紹台灣永續發展政策結合高科技技術之應用，包括智慧永續屋、智慧呵護屋等概念，以及橋樑安全監控系統等無線監測網路之發展。隨後，主持人、演講者以及國科會副主委吳政忠教授聯席和與會來賓座談，探討土木工程在講求永續發展之際該如何突破與創新。

助理研究員 林凡茹、副研究員 劉季宇、助理技術師 李牧軒

2007 年亞太地震工程研究中心聯盟年會

「亞太地震工程研究中心聯盟」(Asian-Pacific Network of Centers for Earthquake Engineering Research, ANCER)係由亞太地區七個地震工程研究中心於 2001 年 10 月所創立，其創始會員包括國家地震工程研究中心(NCREE)、美國 MAE、PEER 與 MCEER 三個地震工程研究中心、日本京都大學防災研究所(DPRI)、韓國地震工程研究中心(KEERC)以及中國地震局工程力學研究所(IEM)。隨後又有其他研究中心陸續加入，至 2006 年已達 11 個會員機構，新加入的研究中心分別有美國內華達州立大學雷諾分校的土木工程地震研究中心(CCEER)、中國哈爾濱工業大學地震減災研究中心(EDPMRC)與廣州大學地震工程研究實驗中心(EERTC)，以及香港理工大學都會減災研究中心(RCUHM)。「亞太地震工程研究中心聯盟」每年召開委員會，由各中心主任或代表出席，旨在透過各個研究中心之交流與合作，促進地震工程之研究與發展，以落實減緩地震災害之功效。同時，該聯盟平均每兩年舉辦一次國際學術研討會，邀集所屬各研究中心之學者專家與青年學子與會，作為地震工程研究現況與未來發展的交流平台。

本屆 ANCER 研討會係由香港理工大學都會減災研究中心主辦，在 5 月 29-30 日於香港理工大學進行為期兩天的國際學術研討會(參與人員全體合照如圖一)。本次會議的主題係以強震地區之經驗為借鏡，探討中度地震地區未來地震工程的研究發展方向與可能面臨的挑戰。本中心由蔡克銓主任帶領鍾立來、柴駿甫、林克強、邱俊翔與林敏郎等研究員出席本屆 ANCER 研討會，除了由五位研究員發表共計 5 篇學術論文外，蔡主任更於特邀演講中介紹台灣耐震設計規範的發展，引起不少與會人員之興趣與回響。藉由出席本屆 ANCER 研討會，除讓各國與會學者專家更進一步認知本中心於地震工程相關領域的研究成果，並使本中心研究人員和國際地震工程研究機構接軌，促進日後合作的機會，也能讓本中心研究人員思考相關研究發展的方向，俾使本中心之研究方向與成果能夠順應世界潮流。

主任 蔡克銓、研究員 柴駿甫、鍾立來
副研究員 林克強、邱俊翔、林敏郎



圖一 與會全體人員合照

亞太經合會第 32 屆科技產業工作小組會議報導

一、與會經過

本中心蔡克銓主任於 5 月 13 日下午 5 時由中正機場出發，於當地時間下午 9 時 30 分順利抵達韓國仁川機場，在晚間 11 時左右抵達旅館之後，次日上午再搭 10 時之班機，於當地時間下午 3 時左右抵達俄國 Vladivostok (海參威)。並在下午 5 時左右入住會議所在酒店，第 32 屆 APEC ISTWG 會議於 15 日上午 9 時正式開幕，並於 16 日下午 5 時左右準時結束。本次會議台灣代表以 Chinese Taipei 名義參與會議，一行人共 11 人，包括國科會國合處林光隆處長與工研院及經濟部技術處的研究或行政主管人員。本中心今年所提之抗震盃在 15 日下午的大會紀錄宣讀後，正式列入會議紀錄，成為 APEC 所支持的活動。17 日參觀包括蘇俄遠東技術大學、漁業大學及科學院所屬之海洋生物研究院，及氣象衛星觀測站，18 日的參訪單位主要包括科學院海洋科學研究所所屬的幾個研究中心。蔡主任與台灣的與會者一起於 19 日下午 4 時多由沃城機場出發，途經韓國首爾，於晚間 9 時左右返抵國門。

本次會議進行方式主要為各會員經濟體(Member Economy)報告正在進行之各項科技合作計畫與擬進行之新計畫提案。這些計畫內容廣泛地包括了能源、生醫、防災、環保的合作研究計畫與科技人才訓練方案；與工研院有關的計畫包括奈米技術與環保技術與人才培訓。蔡主任則代表本中心提出 PASHD-DSE 計畫，本計畫主要延續歷屆抗震盃活動，但增添許多項新的地震防災教育展示項目，主題包括土壤液化、弱層結構的震害，與結構共振的現象，並將本中心所發展之 PISA3D 軟體，在增添新的使用者介面之後，將供高中組參賽者使用於結構模型的建置、修改與耐震分析（關於 PASHD-DSE 計畫以下有完整介紹）。簡報後許多與會者對於 15 日下午的簡報充滿高度興趣並熱烈討論。另由許多蘇俄科學院所屬各單位的參訪過程中可瞭解其實國研院的許多中心包括海洋科學中心與太空中心，可與俄科學院的許多研究單位合作研究，雙方共享研究量測數據或衛星照片。國研院海洋科學中心若欲建置無人操作之小型潛艇，更可考慮向蘇俄遠東科學院的海洋技術中心洽購。

二、2007 亞太抗震盃介紹

本中心自 2001 年起，由引進英國布里斯托大學 (University of Bristol) 地震工程研究中心設計發展之地震工程模型製作校際競賽，舉辦「抗震盃—地震工程模型製作校際競賽」。活動分成高中、大專及研究生三組，廣邀國內外大專院校、高中職在學學生參與。今年度舉辦之 Public Awareness on Seismic Hazard Mitigation and Disaster Preparedness - Demonstration, Simulation and Experimentation (PASHD-DSE) 可分為三大活動重點：地震工程模型測試(Experimentation)、地震防災教育展示(Demonstration) 與地震模型軟體模擬(Simulation)。以下分項敘述之：

1. 地震工程模型測試

活動參賽者須以 4 人為單位組成隊伍，於比賽現場以本中心

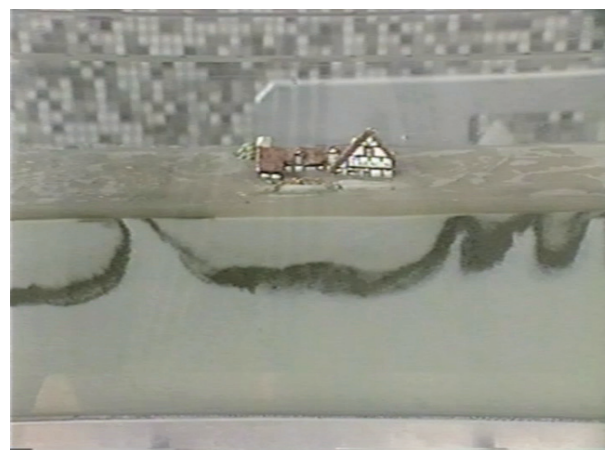
所提供的簡單工具材料，設計製作抗震的結構模型。競賽活動分為兩天舉行，第一天於早上 9 點開始報到，經過簡單之模型製作說明示範之後，參賽隊伍必須在 6.5 小時之內完成模型之製作。模型製作的材料主要是用 5.5 公釐×4 公釐的細長木棒，配合細棉繩與普通的紙張，利用熱熔膠黏結組成至少 4 層樓的結構模型。除此之外，參賽隊伍亦必須製作模型展示海報，介紹模型的特色及小隊成員等。待模型及說明牌製作完畢後，則進行模型的審查與登錄，第一天的活動即告一段落。

第二天早上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，以增加所有人員的參與感與活動趣味性。待模型安置在地震模擬振動台後，高中、大專組模型至少要承受 7.5 公斤的鐵塊載重，研究生組模型則至少需承受 30 公斤的鐵塊載重，同時進行各種不同震度的地震測試。測試開始時的第一個地震會很小，然後逐漸加大，直到競賽規則規定測試之最大地震強度或所有模型崩塌為止。

在模型安置在振動台測試之前，會記錄每一個參賽模型的質量，模型測試中則會記錄造成該模型破壞時的地震強度。這些數值將被用來計算每一個模型的效率比。競賽活動中，將評選出前 10 名效率比最高的模型，頒發獎金及獎盃給製作模型的小隊，除此之外，能夠承受 7 級地震強度的模型，亦能獲得獎狀以資鼓勵。



圖一 抗震盃競賽現況



圖二 土壤液態現象科學

2. 地震防災教育展示

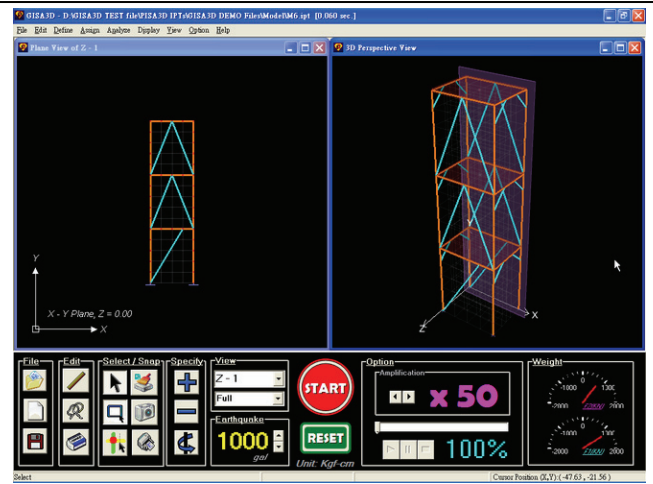
考量模型製作參賽對象限於高中職以上學生，為求全面推廣地震工程防災教育，本中心亦針對國中小學生以及一般民眾設計地震防災教育活動。活動內容包含：「非常搖擺-義大利麵屋活動」、「土壤液態現象科學」、「土層軟硬與結構共振影響之實驗演示」、「樓房倒塌實驗」以及「地震模擬體驗車」。期透過多項寓教於樂的地震科普活動，達到地震工程防災教育推廣之目標，以落實防災教育紮根之信念。

3. 地震模型軟體模擬

本中心以蔡克銓教授團隊開發之 PISA3D 結構分析軟體為基礎，針對抗震盃開發結構模型簡化分析軟體，參賽隊伍可於賽前將設計模型輸入此結構計算軟體，進行地震模擬分析，從中學習簡單結構力學行為觀念。模擬軟體網頁：

<http://w3.ncree.org/ideers/2007/software.htm>。

台灣地震發生頻繁，依據歷史記錄，至今每隔 20 年就會發生一次傷亡百人以上之巨災地震。由於地震無法準確預測，如何透過教育途徑，向大眾宣導防災減震知識，建立其防災意識是必須且必要的工作。本中心自 2001 年起舉辦「抗震盃—地震工程模型製作校際競賽」，至 2006 年為止，已歷經 6 屆競賽，參加學生人數超過 1700 多人，參賽國際隊伍包含英、美、日、印尼、馬來西亞、新加坡及紐西蘭等 9 國。且 2006、2007 更連續兩年經過 APEC 工作小組會議審查通過，同意列名為 APEC 科教活動之一，至今



圖三 地震模型模擬軟體

已是著名的國際科教活動之一。此外，本活動項目參與對象從國小至研究所學生皆可參與，可謂全方位地透過眼觀及手動教育各級學校學生地震工程之基本知識。最後，競賽活動規則是由本中心研究人員進行密集討論與多次模型測試後擬定，活動內容也具備專業性。因此，抗震盃已成是全方位之專業國際地震科普教育活動，相信不論是對內提升國人地震防災教育觀念，或者是對外提升台灣在國際間地震工程之地位，都有正面的影響和助益。

2007 亞太抗震盃將於 9 月 29、30 日於本中心舉辦，活動網址：<http://w3.ncree.org/ideers/2007/>，歡迎有興趣之先進蒞臨指導。

主任 蔡克銓、助理技術師 李牧軒

第二屆世界地震工程合作研究論壇

第二屆世界地震工程合作研究論壇(The 2nd World Forum on Collaborative Research in Earthquake Engineering, 2WFCREE)已於今年 3 月 26-27 日順利舉行。本次會議由歐盟聯合研究中心(Joint Research Centre)的結構檢測實驗室(European Laboratory for Structural Assessment)主辦，會議地點為位在義大利歐盟聯合研究中心會議廳。與會學者們與研究人員均由主辦單位主動邀請，並僅限受邀者參與。本次會議受邀並出席者 82 人，包括來自加拿大(1 人)、奧地利(2 人)、中國大陸(2 人)、法國(5 人)、希臘(3 人)、義大利(12 人)、英國(3 人)、印度(2 人)、韓國(4 人)、墨西哥(3 人)、荷蘭(1 人)、紐西蘭(1 人)、臺灣(2 人)、瑞士(2 人)、土耳其(7 人)、美國(22 人)與主辦單位研究人員(10 人)(圖一)。我國出席人員為本中心蔡克銓主任與楊元森。本會議是接續 2006 年 3 月 16-18 日於美國舊金山舉辦的第一屆世界地震工程合作研究論壇。

本屆世界地震工程合作研究論壇的重點在於強化地震工程研究國際合作的價值與討論重點工作方向。本次會議包括三個同時進行的工作群組，分別為 Work Group 1 (WG1)-地震工程複合實驗與分散合作實驗(Hybrid Testing & Distributed Simulation)，Work Group 2 (WG2)-地震工程實驗資料系統與分散式資料庫(Data Infrastructure and Distributed Database)以及 Work Group 3 (WG3)-全球環境下地震工程知識、教育與訓練(Dissemination of Knowledge, Education and Training in a Distributed Environment)。主辦單位邀請蔡主任參與 Work Group 3-全球環境下地震工程知識、教育與訓練，並擔任會議記錄，以及楊元森參與 Work Group

1-地震工程複合實驗與分散合作實驗。

本次會議與一般學術性研討會最大的不同之處在於，本次會議是以討論既定的議題為主，而非以發表論文為主。會議討論的主題由主辦單位事先擬定，且需討論的各議題、問題與瓶頸均在會議之前即先公告，並要求受邀人員事先準備各研究單位在這些主題的立場、目標與技術需求，並於會場簡捷說明，並進行討論，使得討論相當具有效率。

在 WG1-地震工程複合實驗與分散合作實驗，本中心應加速與美國 NEES 合作，開發本中心 ISEE 系統與 NEES 系統在複合分散合作實驗的相容性。目前韓國 KOCED 計畫、英國 UK NEES 計畫、紐西蘭 NZ NEES 計畫，均正積極地與美國 NEES 合作並採用其部份系統元件，使得他們的後續成果可能將快速地成長。這些研究單位或實驗室都已開始研發或採用 NEES 元件。顯見與 NEES 標準的相容性將是未來國際合作實驗的重要關鍵技術。

在 WG2-地震工程實驗資料系統與分散式資料庫方面，NEES 與 NCREE 均開始步入制度化的推動工作，換言之，也就是在技術上已具有資料管理系統，而在管理上也具相對的強制性。NEES 與 NCREE 在這一方面的進步，已受到在場專家學者的關注。未來本中心在實驗資料管理系統的發展與推動將持續進行，建立我國與國際地震工程實驗成果與資料共享的基礎。

WG3-全球環境下地震工程知識、教育與訓練，國際間對於地震工程知識、教育與訓練的重視有增無減，而美國國科會(National Science Foundation)也對於其 NEES 計畫除了在專業人士或相關系

所學生之外，在 K-12、社會大眾的教育推廣也非常重視。本中心除了多年來致力於抗震大作戰活動(IDEERS)與目前正進行的地震博物館規劃之外，或許也可以思考如何長遠地開拓更進一步在 K-12 與社會大眾地震工程教育與推廣或建立國際網路化的教育環境。

除了以上三個會議工作群組之外，會議結論並提議未來將增加 Work Group 0- 國際地震工程合作研究策略(Strategic Agenda for International Collaborative Research in Earthquake

Engineering)，以規劃未來四至五年的國際合作路線。該工作群組並擬促成歐盟委員會(European Commission)、美國國科會 NEES 計畫的合作與我國國家地震工程研究中心的合作。

有關本會議更進一步的資訊，可參考網址：

<http://ipsc.jrc.ccc.edu.int/events.php> 或

http://www.samco.org/network/download_area_2WF.htm。

副研究員 楊元森、主任 蔡克銓



圖一 第二屆世界地震工程合作研究論壇出席人員合照 (歐盟聯合研究中心, 2007 年 3 月)

第四屆海峽兩岸結構工程與岩土工程學術研討會

本次於 96 年 4 月 23 日至 4 月 26 日赴中國大陸杭州市浙江大學出席參加「第四屆海峽兩岸結構工程與岩土工程學術研討會」，中心同仁翁元滔、王仁佐於會中發表「高雄超高層建築改建結構耐震設計與性能評估應用實例研討」及「地震作用下鋼筋混凝土結構崩塌分析」二篇論文，並與參會專家學者交換研究心得與建議。本會並邀請到台灣院士鮑亦興教授發表專題演講，介紹他多年來輝煌的研究成果及後續研究方向。許多與會人員對本中心所

發展的 PISA3D 及 V-5 軟體感到相當有興趣，所有與會人員合照如圖一。

會中許多大陸專家學者介紹有關空間結構或大跨度結構之設計、非線性分析與施工方法，並有介紹近年來因應大陸主辦北京奧運，其中建設結構物所發展出來特有的設計與分析方法，亦在本會中大量被引用為案例介紹。

副研究員 翁元滔、專案副研究員 王仁佐



圖一 第四屆海峽兩岸結構工程與岩土工程學術研討會與會人員合照