

發行人：蔡克銓

本期主編：吳俊霖、王仁佐

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>

九十七年九月出版

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

鋼筋混凝土構架動態倒塌實驗 1

### • 研究動態

結構物倒塌數值模擬分析程式之開發 4

### • 出國報告

參加第六屆美國 NEES 年會與赴美國中部  
地震研究中心短期研究 6

第四屆國際橋梁維護、安全與管理國際  
研討會 7

### • 中心活動

2008 候鳥計畫獲工程二組第一名 8

### • 研討會紀要

鋼結構耐震設計與分析研討會 8

本刊免費贈閱，歡迎來電索取。

## 專題報導

### 鋼筋混凝土構架動態倒塌實驗

#### 一、前言

民國 88 年所發生之 921 集集大地震，芮氏規模高達 7.3，並造成重大之傷亡及財物損失。從 921 的勘災經驗可以發現，為數不少之低矮型鋼筋混凝土建築受損，甚至倒塌。在這些受損或倒塌的建築物，可以觀察大多為垂直構材如柱桿件之破壞，如果這些垂直構件之垂直承載力保有，縱使柱發生剪力破壞，結構依然能站立不倒；反之若喪失垂直承載力，則結構物發生倒塌在所難免。一般來說，民國 71 年以前興建的老舊建築物（包括校舍及台灣地區典型的臨街式街屋），其柱桿件大多採用非韌性配筋，意即箍筋間距過大或不具備耐震 135 度彎鉤，造成這些柱無法提供良好之消能與變形能力，而導致耐震能力與結構韌性嚴重不足。本研究為要了解非韌性配筋之鋼筋混凝土柱其動態倒塌行為，遂執行四座單層三跨之非韌性配筋鋼筋混凝土構架振動台實驗，並採用 921 地震記錄作為輸入之地表加速度歷程。

振動台倒塌實驗在國內外並不多見，因此本研究遂整合美國 PEER (Pacific Earthquake Engineering Research) Center、加拿大卑詩大學 (University of British Columbia) 及台灣國家地震工程研究中心 NCEE (National Center for Research on Earthquake engineering) 的研究團隊建立一為期三年的三邊合作計畫，而本文之試驗為此計畫之一部份，主要針對非韌性配筋之構架進行單向地震力輸入之振動台實驗。規劃之試體均由兩根韌性柱與兩根非韌性柱所組成，而變化之參數包括非韌性柱主筋在柱底端搭接之有無，與在非韌性柱旁採用翼牆補強等。本實驗重點係觀察柱剪力、軸力隨位移之變化與最大強度後之負勁度行為。本文將依序介紹試驗規劃、試驗步驟、與四個試體試驗結果之相互比較，以釐清不同參數對倒塌行為之影響。現行規範之預測結果也將與實驗曲線進行比對，以確認其在動態載重作用下之適用性。

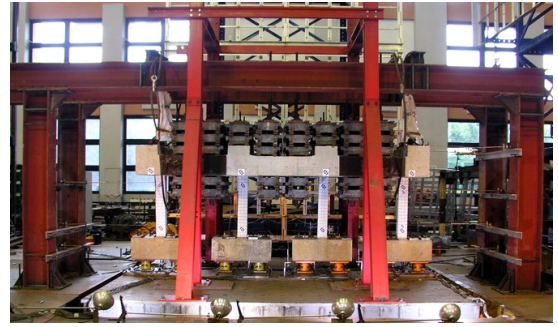
#### 二、試驗規劃與試驗步驟

根據三邊合作研究計畫的結論，一系列之倒塌實驗分別在 NCEE 及 PEER 執行。NCEE 將執行單層三跨之鋼筋混凝土構架試驗，此構架之試驗結果將與在 PEER [1] 之三層三跨之鋼筋混凝土構架進行比對，因此大部分的試體設計將盡可能相同。原型試體為單層三跨之鋼筋混凝土構架，由左側兩根韌性柱 (C3, C4) 與右側兩根非韌性柱 (C1, C2) 所組成，並用一強梁將四根柱子連接起來，其立面與側面如圖一 (a) 與圖一 (b) 所示。不採用四根皆為非韌性柱之原因是為了預期右邊兩根非韌性柱先行破壞後，而左邊兩根韌性柱能夠延緩整體構架倒塌之時間，使得在強度後之負勁度行為能夠有更詳細的紀錄，並可藉此進而研究構架內力再分配之機制。右邊兩根非韌性柱可以反應台灣早期的實務經驗，而左邊兩根韌性柱則符合新一代之耐震設計規範，其柱斷面分別如圖一 (d) 與圖一 (c) 所示。此外，為了讓所有之非線性行為發生在柱上，梁及基礎均經過適當之設計使破壞均在柱上產生。

NCEE 除了規劃兩座與 PEER 比對之原型試體 (試體 P1, 試體 P2) 外，另針

對台灣本土特性規劃一座在非韌性柱下方採取  $30d_b$  之柱主筋搭接  
試體 (圖二, 試體 L), 以及針對非韌性柱進行翼牆補強試體 (圖  
三, 試體 W), 以分別探究柱主筋搭接之影響與補強效果之探討。  
由於振動台容量的限制, 故所有試體均為 1:3 之比率來進行縮尺  
設計。

本研究也使用家用型 DV 攝影機來記錄試體之動態狀況, 並採用  
NCREE 自行研發之程式 ImPro [2] 進行影像處理。



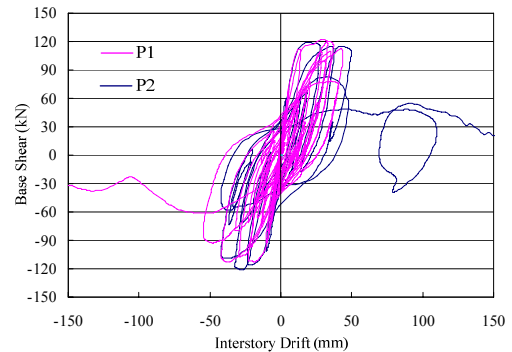
圖四 測試佈置圖

本研究之四座試體均經歷相同之試驗步驟。在輸入放大後之  
民國 88 年集集地震中測站 TCU082 之東西向紀錄前, 先輸入大約  
50 至 70 gal 的低強度之白訊震盪來求取試體之基本週期。經歷一  
至兩次之白訊測試後, 隨即輸入足以讓結構物倒塌之地震力 (大  
約 1.5g 至 1.85g), 並進行量測資料之擷取及影像之錄製。

### 三、試驗結果與比較

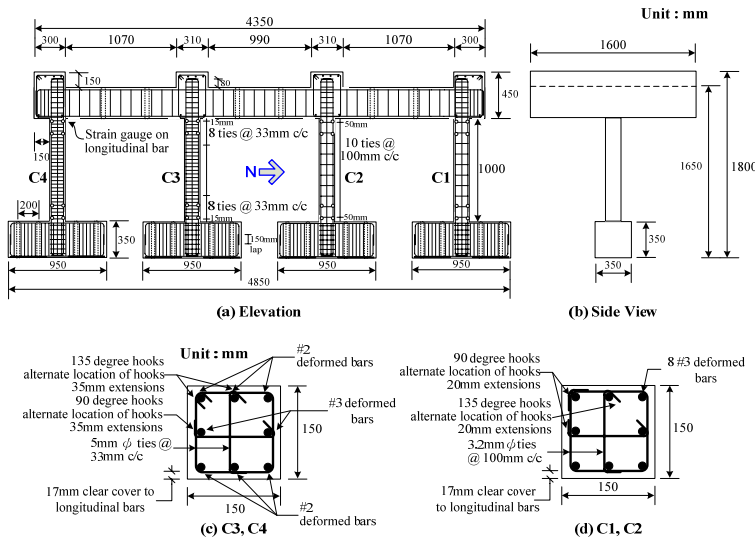
試體 P1、試體 L 與試體 P2 的最大強度差異不大, 顯示上述  
三個試體均由桿件之撓曲強度所主控。此外, 試體 L 係在非韌性  
柱底採用  $30d_b$  之柱主筋搭接, 從其最大強度的表現來看, 此搭  
接長度對於試體發展撓曲強度不構成問題, 不過因搭接在強度後  
造成之影響將在後段之比較來說明。試體 W 則因為翼牆之配置,  
而使得其最大側力強度比其他三者要來得大, 因此翼牆確實可以  
有效提昇試體之側力強度。

原型試體 P2 有較大之混凝土強度外, 所有其他有關試體本  
身之尺寸、配筋等與 P1 完全一樣。試體 P1 與試體 P2 最大的  
差異是前者經歷兩次強地動輸入試體才發生倒塌, 而後者僅經歷  
一次強地動輸入就發生倒塌。圖五顯示 P1 與 P2 試體兩者基底  
剪力與側位移間之比較。大體上來說, 兩個試體有著相當接近之  
遲滯迴圈反應, 最大的差異是在倒塌方向之不同, P1 往北方向  
(負向) 倒塌, 而 P2 往南方向 (正向) 倒塌。P2 在位移之反應  
上與 P1 接近。就兩座原型試體來看, 其配置兩根非韌性柱並搭  
配兩根韌性柱, 整體構架在桿件撓曲強度主控下, 在位移達到  
4% 時, 仍有 80% 以上之側力強度, 顯示本研究之非韌性構架  
仍有一定程度之位移能力。

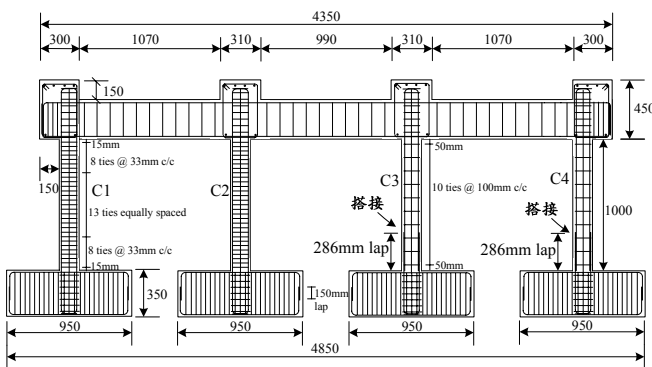


圖五 試體 P1 與試體 P2 之側力位移曲線比較

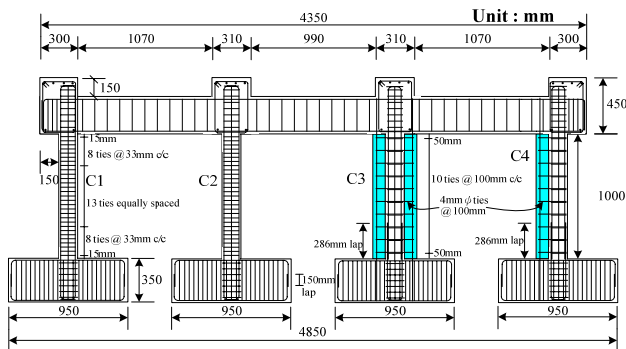
試體 P1 與試體 L 最主要之差異為後者在非韌性柱底端進行  
主筋全面搭接 ( $30d_b$ ), 所有其他有關試體本身之尺寸、配筋、



圖一 原型試體立面及側面與柱斷面圖



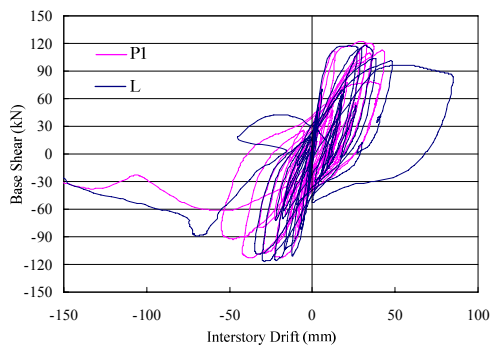
圖二 柱底搭接試體 L



圖三 翼牆補強試體 W

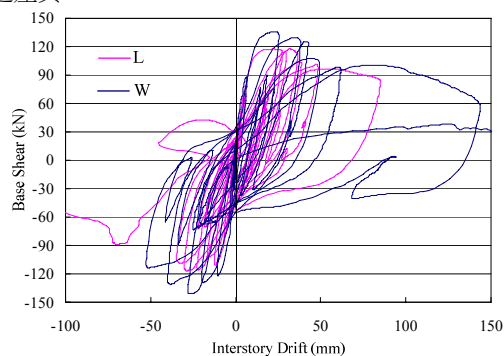
試體在 NCREE 外面之空地進行組模、綁鋼筋及混凝土澆置,  
並進行兩週之灑水養護。整個測試佈置如圖四所示, 試體之右方  
為北方。為了要模擬柱之載重並且讓倒塌能夠順利發生, 在試體  
梁上配置大約 16 噸之鉛塊。沿試體縱向之兩側配置側撐鋼架以  
防止試體面外之移動; 而橫跨振動台上方鋼架設置之目的要在  
試體發生崩塌後, 能夠接住柱上方梁與鉛塊之重量, 以避免落下  
瞬間之衝擊載重損傷振動台之設備。至於量測系統的部分, 將  
用來觀察試體局部與整體之倒塌行為, 包含荷重計、加速規、  
磁環式位移計、角度計與應變計等。除了採用傳統式的位移量  
測方式,

鋼筋及混凝土強度等完全相似。圖六顯示 P1 與 L 試體兩者基底剪力與側位移間之比較。大體上來講，在彈性階段乃至最大強度間，兩個試體之遲滯迴圈反應近似。P1 與 L 在正負方向的最大強度接近。L 試體採用  $30d_b$  之搭接長度，縱使配置非韌性之圍束箍筋，其不僅主筋可發展出降伏強度，斷面也仍然可達到撓曲強度。然而由於本實驗為縮尺試體，又採用小號鋼筋，若為實尺寸柱且採用大號鋼筋（七號或以上）， $30d_b$  之搭接長度經計算後無法滿足規範所需之搭接長度，因此  $30d_b$  之搭接長度應只對小號鋼筋適用。



圖六 試體 P1 與試體 L 之側力位移曲線比較

在強度後之衰減行為，兩個試體就有顯著之差異。P1 在正、負方向最大強度發生後之衰減均由非韌性柱產生撓剪破壞所致，兩個方向雖然衰減幅度（位移與力量）不盡相同，但其行為類似。L 試體在正方向撓曲降伏並且達到最大強度後，其最大位移之迴圈其側力強度衰減至 80%，此側力強度之衰減係由於非韌性柱發生撓剪破壞所致。此一迴圈伴隨大量之位移發生但強度仍可維持一定程度，係由於非韌性柱發生搭接之握裹破壞所造成。此種破壞模式可以讓桿件產生大量的位移（由撓曲鋼筋降伏與握裹滑移所造成），但強度卻可以保有之特殊現象。但 L 試體在負方向之位移能力就明顯之下降，搭接破壞對試體之位移在正負方向造成顯著之差異。

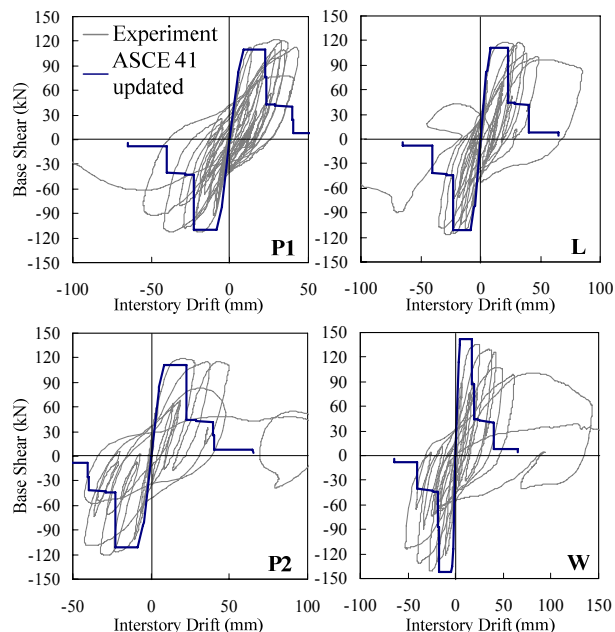


圖七 試體 L 與試體 W 之側力位移曲線比較

試體 W 與試體 L 最主要之差異為前者在非韌性柱旁設置翼牆，以及柱體之混凝土強度較高外，所有其他有關試體本身之尺寸、配筋、鋼筋強度等幾乎一樣。圖七顯示 W 試體與 L 試體兩者基底剪力與側位移間之比較。W 試體因翼牆之加入，其強度與變形能力都要比 L 試體來得好。W 試體在最大強度後之側力強度衰減，由於此時翼牆已經與柱本體脫開，因此其力量衰減後之強度接近搭接試體之側力強度。兩個試體在正方向的位移均比負方向大很多，此可歸因於柱體搭接握裹破壞所造成之大量位移所致。另外由於翼牆過早與柱體脫離，因而使得柱牆聯合作用之效果無法發展，故在實務上宜檢核柱牆之界面剪力，確保柱牆不致如同本研究試體發生界面之破壞。

#### 四、現行 ASCE/SEI 41-06 規範更新版之預測結果

ASCE/SEI 41-06 為美國現行之耐震修復規範，此規範提供了性能設計法之架構，係針對不同地震危害度所對應之桿件位移與力量之需求，採用不同之桿件側力與位移容量來滿足之。Elwood 等人[3]針對 ASCE/SEI 41-06 過於保守之缺失提出修正之建議，本文採用 ASCE/SEI 41-06 update [3]建議之鋼筋混凝土柱側力位移曲線的評估公式，來預測各試體之側力位移曲線。整體構架之側力位移曲線係由個別柱之側力位移曲線相加而得。規範更新版[3]對於試體位移的預測顯得保守（圖八），尤其是翼牆試體。兩座原型試體則有不錯之預測結果，因此現行規範[3]可以合理地預測本研究非韌性配筋構架，在動態載重作用下之側力位移反應。



圖八 現行規範預測結果與實驗之比較

#### 五、結論

兩座原型試體顯示撓曲強度主控之非韌性構架仍有不差之位移能力。採用  $30d_b$  之搭接長度雖然對撓曲強度沒有影響，但強度後之衰減行為則在正負方向產生不一致之影響，不過實務上  $30d_b$  之搭接長度應只在小號鋼筋適用。利用翼牆對非韌性搭接柱進行補強，可有效增加試體之最大強度與位移能力。但須查核翼牆之界面剪力是否足夠，以充分發揮翼牆之效果。現行規範[3]更新版之側力位移預測則顯示保守且合理之結果。

#### 參考文獻

1. Ghannoum, W. M., Experimental and Analytical Dynamic Collapse Study of a RC Frame with Light Transverse Reinforcement, PhD dissertation, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, Berkeley (2007).
2. Yang, Y. S., and Wu, C. L., ImPro, In-house Computer Code, NCREC, Taiwan (2004). <http://w3.ncree.org.tw/impro/index.htm>
3. Elwood K.J., Matamoros A.B., Wallace J.W., Lehman D.E., Heintz J.A., Mitchell A.D., Moore M.A., Valley M.T., Lowes L.N., Comartin C.D., and Moehle J.P., "Update to ASCE/SEI 41 Concrete Provisions," Earthquake Spectra, 23(3): 493-523 (2007).

博士候選人 郭武威、副研究員 吳俊霖、楊元森、組長 黃世建

# 結構物倒塌數值模擬分析程式之開發

## 一、前言

本研究主題是要開發一套以向量式有限元(Vector Form Intrinsic Finite Element, VFIFE 或 V-5)為計算核心之視窗程式介面，目的希望能經由此視窗程式介面的開發，提供 VFIFE 分析程式的使用者建立各種空間結構數值分析模型及檢視分析結果的整合型平台。視窗程式之基本架構源自國家地震工程研究中心(National Center for Research on Earthquake Engineering)所開發之 GISA3D 非線性結構分析程式使用者圖形介面。GISA3D 是為支援 PISA3D 所開發而成的使用視窗介面程式，VFIFE 與 PISA3D 程式計算核心兩者主要之差異在於，VFIFE 不但可分析連續體之非線性大變形行為，亦可分析結構物碰撞與斷裂行為，因此如何擴充 GISA3D 架構以整合 VFIFE，是本文主要研究之課題。文章最後以崩塌數值分析算例來驗證，經由擴增後的視窗介面 GISA3D 其可行性。

學術研究用之非線性結構靜動態分析程式的開發著重「分析執行效率」，當視窗介面普遍應用於各項應用程式之際，國家地震工程研究中心亦從善如流，針對結構分析程式 PISA3D 開發 GISA3D (The Graphical Interface of Inelastic Structural Analysis for 3D Systems) 使用者圖形介面，透過物件導向設計思維與應用 Design Pattern]的實作方式，實現具有彈性與擴充性之系統架構，除了充分支援 PISA3D 外，亦與 VFIFE 分析程式進行整合，可以由此驗證 GISA3D 的擴充性以及軟體再利用的價值。

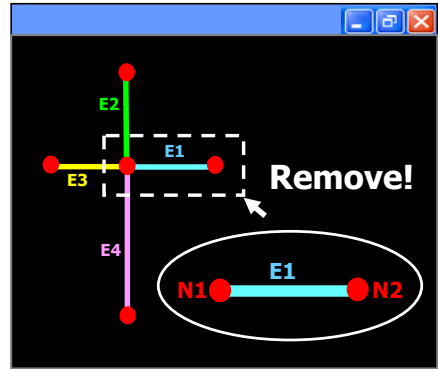
## 二、GISA3D 與 VFIFE 整合式平台之開發

GISA3D 研發之際預見了來日需求的增加，特別是 Model 部分，故此導入物件導向的設計思維與實作技術，希望追求當下的執行效率更能兼顧日後系統的維護成本。在有限元素分析程式的系統中，散佈著許多用來定義結構模型的類別，除了需要考量分析引擎(PISA3D 或 VFIFE)與日俱增的材料模型與分析方法，而 GISA3D 此類互動式的使用者圖形介面更是需要考量各類物件於執行期的互動行為，以梁柱接頭系統(圖一)為例，移除元素 E1 時，「同步移除節點 N1 的必要性」成為開發者必須正視的問題，而處理此類物件之間的互動關係，物件導向的程式架構無疑是最好的解決方案，而設計模式 Design Pattern 更是實現物件導線系統架構的一大利器，而在 GISA3D 系統架構裡，吾人援引 Observer Pattern 成功實作「節點」與「元素」的繫屬關係(圖二)，使其在執行期充分掌握彼此的資訊。

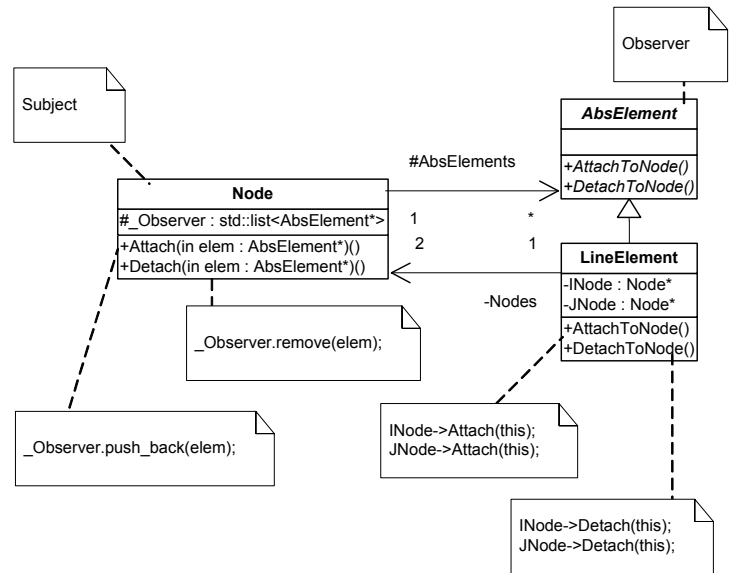
### 1. 物件導向架構設計

GISA3D 使用 Design Pattern 構築完整的系統架構，成功支援分析引擎 PISA3D，提供視覺化前後處理的整合式平台，為 PISA3D 使用者大開善門，而今，欲更進一步的整合採用 VFIFE 作為分析理論的運算核心，又考量目前 VFIFE 所支援的分析元素項目可為既有的 PISA3D 所涵蓋，就使用者圖形介面的開發角度而言，VFIFE 與 GISA3D 的整合工作，首先需要處理輸入與輸出檔案格

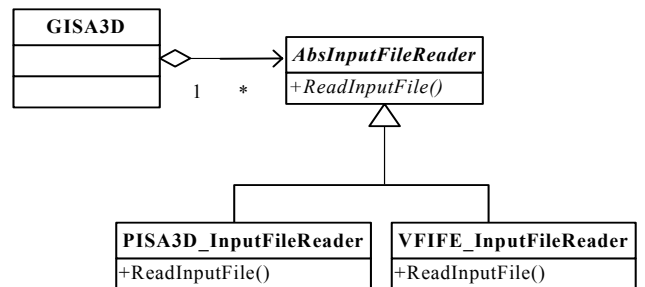
式的問題，因此，GISA3D 系統架構援引 Strategy Pattern 的手法，透過實作 VFIFE 輸入檔案專屬之類別(圖三)，以「多型」的方式執行 VFIFE 輸入檔案讀檔動作，達成與 PISA3D 共享使用者圖形介面系統的目標，而同樣的方式也應用在讀取 VFIFE 的後處理檔案。



圖一 梁柱接頭



圖二 Observer Pattern 應用實例



圖三 Strategy Pattern 應用實例

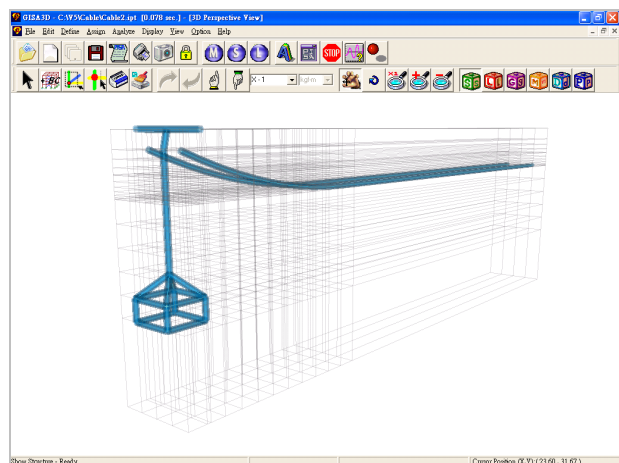
### 2. 視覺化後處理模組之實作

誠如上開所言，透過 Strategy Pattern，可以解決 GISA3D 在 VFIFE 分析程式輸入與輸出檔案相容性上的架構問題，然而解決架構性的問題後，尚有其他整合上的問題有待解決，由於 VFIFE 分析方式可以進行崩塌級的大變形分析，而大變形下的崩塌行為導致元素的斷裂發生，因此就後處理模組而言，VFIFE 專屬後處

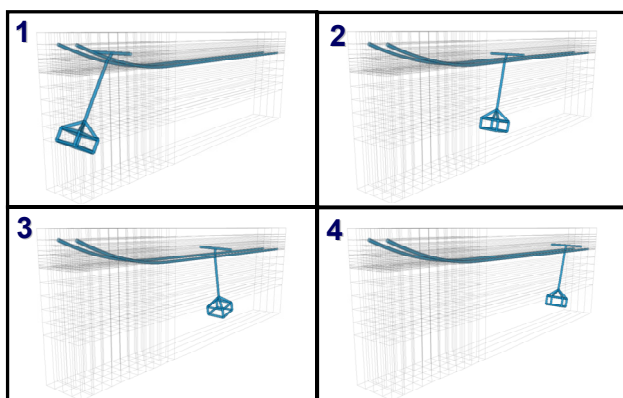
理模組與 PISA3D 的既有方式存在著些許邏輯上的差異。GISA3D 顯示 PISA3D 分析結果時，由於 PISA3D 的分析過程「節點數目(自由度)」不變，因此 GISA3D 與 PISA3D 的溝通方式是以「節點」作為基本單元進行讀檔與寫檔的動作，而這樣的運作機制，在與 VFIFE 的整合過程中卻遭面臨問題，因為動力分析的歷程中，節點數目(自由度)會在斷裂行為發生時，發生改變的情況，因此改採 VFIFE 的不變量「元素數目」作為讀檔的最小單元，即是 VFIFE 在運算完成產出 GISA3D 專屬的分析結果檔案時，是以分別描述「每個時程」的「每個元素」其所對應到的節點座標，如此在繪製結構受震崩塌反應的問題，即可以迎刃而解。

### 3. VFIFE 示範案例

本文在此以兩個 VFIFE 計算範例驗證 GISA3D 的整合成果，如圖四所示，首先是空中纜車運動範例，可於 GISA3D 完成模型建構，並且顯示 VFIFE 分析結果(圖五)，另一個分析案例使採用三維空間構架(圖六)，受震後發生崩塌，由圖七可以驗證，GISA3D 經修正後可以支援 VFIFE 繪製結構受震之崩塌反應。



圖四 空中纜車計算範例

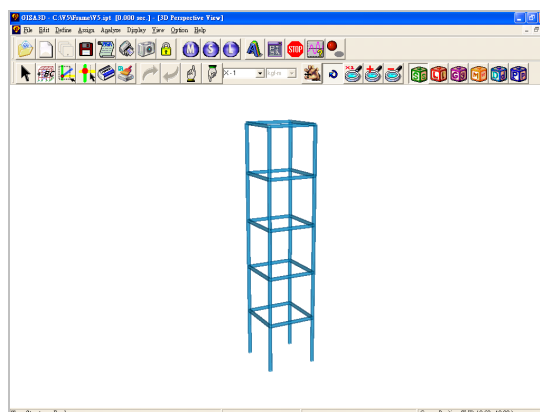


圖五 空中纜車 VFIFE 分析結果

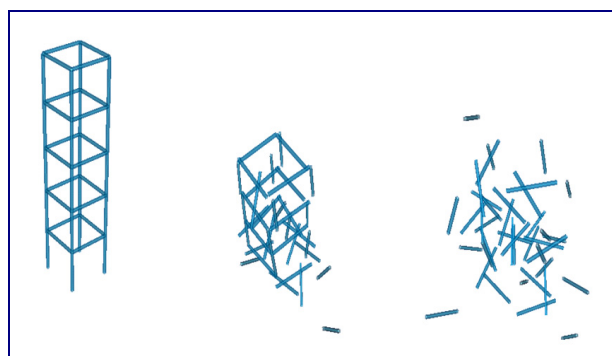
性反應譜估計建物之有效基本振動週期。針對各個系統性能標的估算而得之有效基本振動週期不盡相同，週期越小代表其勁度需求越大，故必須選取週期最小之系統性能標的作為控制設計之用，使設計結果得以滿足具有多重系統性能標的之設計目標。因此，藉由控制設計之有效基本振動週期與相對應之預期降伏位移即可決定系統之降伏強度需求，求得建物之設計基底剪力。

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。



圖六 三維構架計算範例



圖七 三維構架崩塌反應

### 三、結語

透過物件導向系統架構的擴增與些許修改，GISA3D 即可成功整合 VFIFE 分析引擎，並且跳脫舊有藩籬，顯示結構崩塌反應，充分顯示 GISA3D 軟體可再利用的價值所在及 NCREE 已經成功發展出一套能模擬結構物倒塌之數值分析軟體。未來本中心將以更先進的 3D 繪圖技術，持續規劃更完整與更有效率的圖形介面，與增強 VFIFE 中的各項有限元與材料之功能。

專案副研究員 王仁佐、專案助理研究員 莊明介

## 參加第六屆美國 NEES 年會與 赴美國中部地震研究中心短期研究

### 一、前言

為提升本中心與美國地震工程界在合作實驗技術的交流，本中心蔡克銓主任與副研究員楊元森出席美國地震工程實驗模擬網路組織(Network for Earthquake Engineering Simulation Inc.，簡稱 NEES Inc.) 於 2008 年 6 月 18-20 日在奧勒岡州波特蘭市舉行的第六屆 NEES 年會。隨後楊元森赴美國中部地震研究中心(Mid-America Earthquake Center, 簡稱 MAE Center)進行複合實驗(hybrid simulation)的短期研究(6 月 23 日至 7 月 18 日)。

### 二、出席第六屆美國 NEES 年會

NEES 年會為美國地震工程領域的重要例行會議。本年度為第六屆 NEES 年會，共 225 人出席。主要參加者為來自美國各地的 NEES 相關研究人員。在美國國科會補助之下，該國於 2004 年完成國內 15 個大型地震工程實驗室，初步擬定各實驗室之間的整合系統與合作實驗的標準規格，並建立 NEES Inc. 統籌管理各實驗室。NEES 實驗室各具特色，並設有不同的實驗設備。各實驗室之間不但不是獨立運作，反而因為各具不同特色而讓各實驗室更趨於合作研究，並帶動地震工程領域更多的國際合作。

本中心在會議中，發表我國 ISEE 與美國 NEES 的 UI-SimCor 實驗系統相容性元件的研發成果。合作式網路複合實驗技術(distributed hybrid simulation)為國際各大地震工程實驗室持續發展的實驗技術。然而，其困難之一在於各實驗室大多已採用不同系統，而各系統彼此並不相容。要達成各實驗室之間的合作與整合，各實驗室必須遵循一致的實驗資訊交換協定。目前 NEES 標準規格已普遍被世界主要地震工程實驗室與研究單位所接受。本中心目前已初步建立我國 ISEE 與美國 NEES 的 UI-SimCor 系統的相容性元件。本中心在這方面的研究，受到該會議的邀請並安排於口頭簡報議程。本中心藉出席本次會議的機會，與美國研究人員交流目前最新的相關研究進展與實驗相關技術。

### 三、與 MAE Center 進行複合實驗短期研究

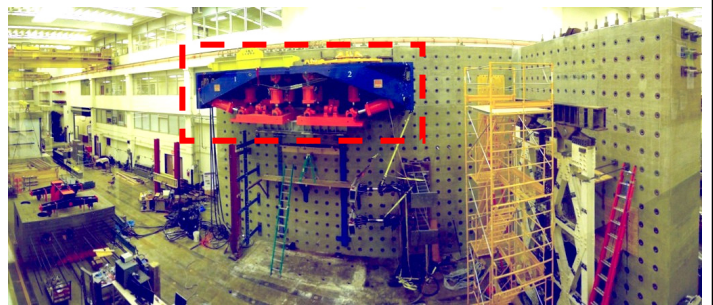
MAE Center 為美國三大地震工程研究中心之一，設於伊利諾大學香檳分校(University of Illinois at Urbana Champaign, 簡稱 UIUC)。本中心派副研究員楊元森接續第六屆 NEES 年會之後，赴 MAE Center 進行短期研究，強化本中心與 MAE Center 在複合實驗技術的合作研究。本次短期訪問研究的主要訪問對向為該中心主任 Elnashai 教授和博士後研究員 Kwon 博士。

在本次短期研究中，本中心提出「複合實驗之數值模型即時更新」的想法，以解決複合實驗在重覆性子結構之子結構模型不一致的疑問。此方法將適用具重覆性子結構的複合實驗，例如多橋柱子結構複合實驗，或是隔震支承墊之複合實驗測試。由於此研發方向亦同時符合 MAE Center 在複合實驗與地震災害評估的研究發展方

向，因此雙方立即同意展開合作研究，並擬定一份共同合作聲明文件。在為期四週的訪問期間，雙方初步訂下「複合實驗之數值模型即時更新」的流程、假設、方程式與測試實驗設計，並完成一篇報告。此報告除了測試實驗設計細節與測試結果還未進行之外，已經具有相當完整的論文架構與內容。後續的測試實驗設計細節與測試工作即將展開。

本次訪問期間所提出的「複合實驗之數值模型即時更新」的研究，將可以支援目前 MAE Center 正在進行的一個 NEES 研究計畫。該計畫將建立一個複合實驗與地震災害衝擊評估的整合系統。此系統的主要功能是在地震發生後，整合結構監測、系統識別、數值模擬與複合實驗技術，建立更精確的結構易損曲線，以供 MAE Center 開發的 MAEViz 地震災害評系統進行更精確的災損評估。

本次短期訪問研究並參觀位於 UIUC 的 Newmark 結構工程實驗室。該實驗室最具特色之處在於它的三座六自由度控制盒(名為 Large Boundary Condition Boxes, 簡稱 LBCB, 如圖一紅框內的設備)。由於 LBCB 的六自由度控制功能，可以對試體施加各方向的力與位移邊界條件，使該實驗室得以進行較複雜的子結構實驗。



圖一 Newmark 實驗室反力牆與原尺寸 LBCB 設備

### 四、結語

本中心本次出席第六屆美國 NEES 年會與赴美國 MAE Center 短期研究，一方面維持本中心與美國 NEES 相關研究人員的交流，另一方面並強化本中心與 MAE Center 的合作關係，建立雙方在複合實驗技術的合作研究。更詳細的細節與後續的合作研究，將整合於本中心今年度「實驗與數值模擬技術發展」計畫成果報告。

副研究員 楊元森

# 第四屆國際橋梁維護、安全與管理國際研討會

## 一、參加會議經過

第四屆國際橋梁維護、安全與管理之國際研討會(The Fourth International Conference on Bridge Maintenance, Safety and Management), 簡稱 IABMAS 2008 國際研討會, 於 2008 年 7 月 13~17 日在韓國首爾市舉行, 主辦單位為國立首爾大學。7 月 13 日為報到日與清溪川河川參觀; 7 月 14 日~7 月 16 日為研討會行程; 7 月 17 日為仁川斜張橋工程參觀。會議集結了全世界從事橋梁工程研究人員發表各自研究成果, 包含來自三十六個國家, 十位專題講座專家, 以及 455 場研討會論文。



照片二 船舶駛入海洋中參觀興建中的仁川斜張橋

## 二、與會心得

主辦單位國立首爾大學匯集了相關單位, 包含首爾市政府交通局及三星事業集團營建部門等單位, 不僅會議順利成功, 同時經由工程參觀, 包括清溪川與興建中的仁川斜張橋, 展現韓國在橋梁工程上的卓越技術, 及達成完滿的國民外交活動。

## 三、考察參觀活動

### [清溪川]

現任的韓國總統李明博於首爾市長任內, 將原覆蓋於清溪川上的高架橋梁與混凝土蓋板拆除, 還給河川風貌。從照片裏的活動, 可看出市民對清溪川的喜愛(照片一)。



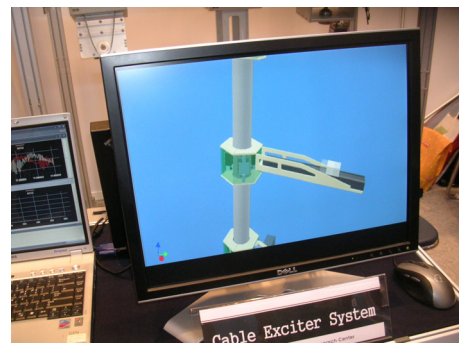
照片一 首爾市民於清溪川中戲水與活動

### [仁川橋]

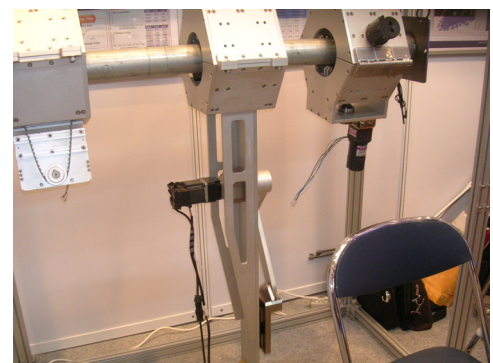
仁川橋全長 21.27 公里, 跨越海洋, 連結朝鮮半島與外島的仁川機場。其中的斜張橋為雙 A 型主塔, 跨長 800 公尺, 為全世界第五跨長的斜張橋(照片二)。在參觀三星營造事業部的預鑄場後, 主辦單位派船舶接待二百餘位來賓, 駛入大洋中參觀興建中的仁川斜張橋。過程順利, 賓主盡歡。顯示主辦單位作好東道主的用心。

## 四、建議

於研討會的展示會場上, 有一展場展示「鋼纜強制振動器」, 如照片三、四所示。經由此振動器, 可分析斜張鋼纜的抗風雨穩定性。這類設備, 在國內目前沒有, 由於此振動器在機構上並不複雜, 或可由本中心自研開發, 日後可為國內的工程界與學術界服務。



照片三 鋼纜強制振動器之動畫展示



照片四 鋼纜強制振動器實體

## 五、攜回資料名稱及內容

攜回「第四屆國際橋梁維護、安全與管理之國際研討會」論文章摘要乙本, 內附論文全文光碟乙張, 置於本中心圖書館中, 提供參閱。

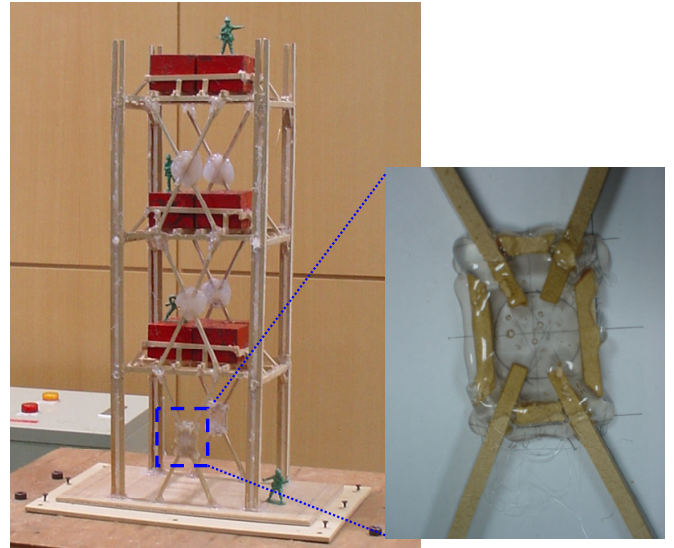
副研究員 李政寬、林主潔

# 2008 候鳥計畫獲工程二組第一名

本中心支援國科會 2008 候鳥計畫，參與此次研究計畫的學生，是美國紐約州立大學水牛城分校(State University of New York at Buffalo)返台的土木工程同學張志開 (Chih Kai Chang)。實習結果獲得工程二組的第一名。

張志開同學於 6 月 30 日至 8 月 15 日期間於本中心執行「消能結構與 IDEERS 抗震盃 2008」研究課題。共同參與本計畫的同學包括我國的中央大學高志豪和台灣大學張閔淳。消能結構是目前先進地震工程技術之一，而 IDEERS 抗震盃是本中心自 2001 年起每年舉辦的大型地震工程教育性活動，每年均吸引數百名高中、大專與研究生參加。在這段期間，張志開同學分析往年上百件 IDEERS 模型的破壞模式，並將分析結果製作成一個教育網頁(詳見 <http://w3.ncree.org.tw/ideers/2008>)，供所有參與 IDEERS 活動的同學作為模型參考的設計。藉著在土木工程方面的專業，張同學將消能技術的觀念與 IDEERS 抗震盃結合，製作一個具有消能功能的小型結構模型(如圖一)，進行小型振動台實驗。該模型僅約 0.4 公斤，卻可以在承載 11.4 公斤(約自重約 30 倍的重量)的載重情況下，通過 1.6g 地震加速度的測試。

在候鳥計畫成果發表會上，張志開同學以活潑生動的方式介紹他的研究成果，並不負眾望地獲得該組的首獎。



圖一 本年度候鳥張志開完成的具消能裝置之建物模型

副研究員 楊元森、林主潔

## 研討會紀要

# 鋼結構耐震設計與分析研討會

國家地震工程研究中心、國立台灣大學土木工程學系與內政部建築研究所於 2008 年 9 月 5 日，假台大應力所國際會議廳共同舉辦「鋼結構耐震設計與分析研討會」。會中由國震中心蔡克銓主任率領其研究團隊，向近 200 名來自工程界的朋友，分享國家地震工程研究中心近年來在鋼造建築結構耐震設計與分析方面的研究成果。會中探討包括國內傳統抗彎構架系統的設計與施工相關議題、特殊同心斜撐構架系統的設計與分析技術，與新式的特殊鋼板剪力牆耐震結構系統的設計與分析介紹。

研討會議程內容包括六場專題演講，上午三場次所探討的議題均與抗彎構架系統有關。首先介紹於國震中心近年來有關梁翼採用梁翼切削或梁翼加蓋板補強與箱型柱接合之梁柱接頭試驗成果，其中發現此國內工程界採用之抗彎梁柱接頭發生許多不被允許的破壞模式，其韌性變形能力有待提升，呼籲鋼構業界重視此現象。另一方面，配合交通大學新近完成的試驗與分析研究成果，說明梁柱接頭採用雙腹側立板加勁細節，與補強於既有建築之實際應用例，以提升既有超高層大樓耐震性能之研究成果。會中亦介紹國震中心的研究團隊於 2007 年底參加日本 E-defense 所舉辦一棟四層樓抗彎構架於震動台倒塌實驗前之受震反應預測比賽過程，並說明利用所研發之結構非線性分析與前後處理圖形介面軟體 PISA3D/GISA3D 程式建置結構模型、分析參數之選用與參賽獲獎之細節。

下午議程則是介紹兩項新型的耐震結構系統之研究成果包括特殊同心斜撐構架與特殊鋼板剪力牆系統。首先藉國震中心最近進行之試驗與數值分析研究結果，說明特殊同心斜撐構架系統之

受力特性、及各構件與接合之設計與施工細節，並建議可達預期韌性性能之耐震設計方法。最後則是介紹鋼板剪力牆構架的耐震行為、分析技術與設計方法，國震中心研究團隊亦藉此次研討會對於國內鋼板剪力牆的耐震設計規範提出建議。國震中心也希望透過本研討會，將耐震性能優異且富經濟性的特殊同心斜撐構架與特殊鋼板剪力牆系統介紹給國內工程界，讓工程師在進行鋼構造建築之結構設計時能有更多元的選擇，也藉此提升國內建築物的耐震技術。

若欲取得研討會之相關資訊歡迎與作者聯繫。



國震中心蔡克銓主任介紹特殊同心斜撐構架系統情形

副研究員 林克強、專案助理研究員 李昭賢