

發行人：蔡克銓

本期主編：林敏郎

本期副主編：林克強

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

實驗室擴建與 MATS 試驗系統介紹 1

• 實驗室動態

二重疏洪道斜張橋工程斜拉索錨碇結構全尺寸試驗 4

• 中心活動

2007 亞太抗震盃活動報導 6

2007 耐震設計國際訓練班圓滿閉幕 8

• 研討會紀要

校舍耐震資訊網-耐震評估與補強設計結果上傳講習會 9

2007 年結構隔減震設計與施工研討會 9

鐵路交通振動模擬與阻隔技術研討會 9

• 出國報告

多軸構件試驗系統軟體控制系統設計規劃討論 10

澳洲地震工程研討會 10

第七屆大地工程現地量測國際研討會 11

第六屆 NEES/E-Defense 合作計畫

討論會議 12

本刊免費贈閱，歡迎來電索取。

2007.12

第六十四期

專題報導

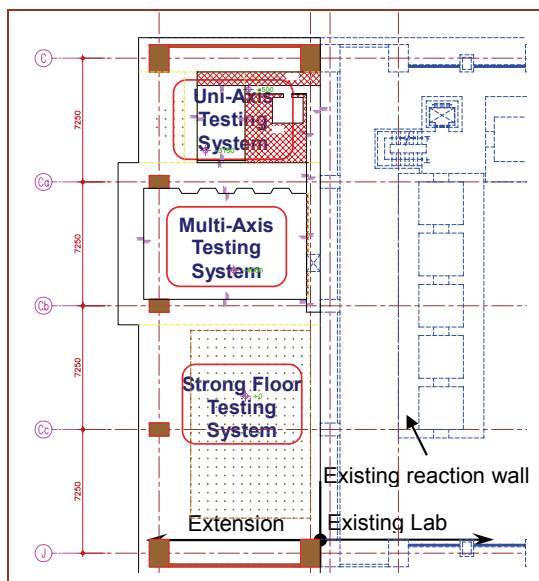
實驗室擴建與 MATS 試驗系統介紹

一、前言

近年來，結構控制的概念漸漸成形，利用外加之控制構件或控制系統改變建築物結構之動力特性，達到提升結構安全與經濟之目的。結構被動控制技術國內投入相關研究之學者眾多，國內卻始終缺乏一可靠、方便之構件試驗系統測試其性能，其中尤以隔震支承墊為最。此外，鋼筋混凝土柱與樑柱接頭之相關研究同樣有此困擾，鋼筋混凝土柱在結構中承受大量垂直載重、剪力及彎矩，而國內亦無相關研究設備提供研究者實施實尺寸實驗，研究者大多縮小試體尺寸以符合現有設備，但縮尺所造成之影響難以評估，且隨著材料的發展日新月異，高強度混凝土、高強度鋼筋已問世，研究者即便以縮尺方式亦難以利用現有設備進行試驗。

二、實驗室擴建

國家地震工程研究中心(NCEE)為提升試驗能力，故於原建築物之東南側實驗室向外擴建一跨距(約 10 m)之實驗室空間，面積約為 290 m²，淨高約為 23.8 m，與原實驗室高度相同。擴建之實驗室空間規劃為單軸試驗系統、多軸試驗系統與強力地板試驗系統區三區(如圖一所示)，此擴建部分無設置地下室。但由於地質不良，且作為大型結構實驗用，故基礎採用 23 支直徑 1 m 長 42 m 之基樁，提供所需之勁度與強度，同時除了在多軸試驗系統區之基礎版內有配置基樁外，其餘基樁均分部於基礎梁與柱底。在基礎版方面，除了強力地板試驗系統區之基礎版厚度為 1.5 m 外，其餘兩區之基礎版厚度均為 1 m。擴建工程部分之外牆採用玻璃帷幕牆，使



圖一 實驗室擴建平面配置圖

實驗室於白天可獲得充分的光線，以節省能源的耗費，增建後之外觀，如圖二。本實驗室擴建包括設計與營造費用，共花費約新台幣五千兩百萬元，並於 2007 年八月底完工。各實驗區之用途規劃如下：於多軸試驗系統區將規劃設置一多自由度多功能構件試驗系統(Multi-Axial Testing System)，簡稱為 MATS 系統，將於 2008 年中完成；強力地板試驗區可配合現有反力牆系統與中心現有施力設備進行多元化試驗；單軸試驗系統區將設置 1 MN 材料試驗機與 5 MN 單軸向萬能材料試驗機，各一組進行單軸試驗，如圖一所示。其中 MATS 為六個自由度的試驗系統，除能提供垂直向 40 MN 之載重（純垂直向施載可達 60 MN）外，亦有同時施加水平載重、側向載重及三個方向彎矩之能力，較以往所使用之設備能模擬更多元之結構實際受力或變形情況，例如在正負 1.2 公尺極大的水平位移變形下，MATS 系統可同時提供 40 MN 垂直載重與 4 MN 水平載重。此系統亦可進行多種不同型式構件之試驗，包括隔震支承墊、柱構件、速度型阻尼器、斜撐構件、梁柱接頭以及剪力牆等裝置或構件。

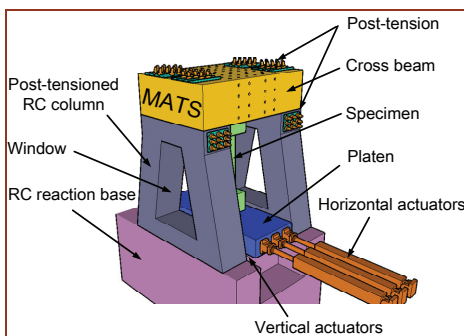


圖二 實驗室擴建外觀實際情形

三、MATS 試驗系統介紹

MATS 系統如圖三所示，試體置於載重平台 (platen) 上，一端與載重平台固定，另一端固定於上方反力梁 (cross beam)，可容納試體之最大高度為 5 m。垂直向千斤頂設置於載重平台下方，透過載重平台對試體施加垂直向載重，而水平向千斤頂兩端分別與反力牆及載重平台側邊相接，透過載重平台對試體施加水平向載重與水平向位移。

為滿足 MATS 試驗系統能提供前述在含側向力作用下需提供 40 MN 垂直荷載，或純垂直力作用下之 60 MN 垂直荷載，故 MATS 試驗系統採用最有效率且最經濟之「自反力」(self-reacting) 構架系統及主要構架採用預力混凝土材料設計。整個系統由反力梁 (cross beam)、兩 A 形預力 RC 構架、RC 基礎、十三個無摩擦壓力千斤頂及載重平台所組成。



圖三 MATS 系統示意圖

四、MATS 設計條件

MATS 設計時考慮四種典型試驗構件為設計標的，分別是隔震支承墊、柱構件、速度型阻尼器以及斜撐構件。設計時考慮四個重要參數，P 表垂直載重、H 表水平載重、 Δ 為水平向位移以及 h_c 為試體中心至載重平台頂面之高度。綜合上述四種試體之規格，將其整理於表一，由表中可知 MATS 垂直向載重設計最大值 40 MN，水平向載重設計最大值 8 MN，位移設計最大值 1.2 m。此四種試驗構件，依試驗之施載特性可分為兩類，一類為同時施加垂直與水平載重（隔震支承墊與柱構件），另一類僅施加水平載重（速度型阻尼器以及斜撐構件），此兩類的最大差異在於施加垂直載重與否。

表一 MATS 設計規格

Test Types	P (MN)	H (MN)	Max. h_c (m)	Min. h_c (m)	Δ (m)	Testing Speed
Base Isolator (LRB)	40	4	0.75	0.25	± 1.2 ± 0.5	Low High
RC Column	40	4	2.5	2	± 0.21	Low
Velocity-dependent Damper	-	4	0.35	-	± 0.5	High
Brace Element (BRB)	-	8	0.35	-	± 0.3	Low

MATS 依上述之設計標的設計，並提升為六個自由度（三個位移與三個旋轉方向）的試驗系統，同時在原設計之構架上增加適當的延伸元件，可方便模擬更多元之結構實際受力或變形情況，如梁柱接頭以及剪力牆試驗等等。

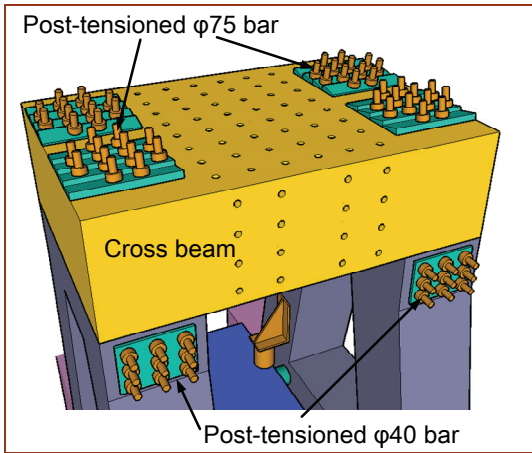
五、MATS 規格

MATS 系統主要有兩個設計概念，第一是採用自反力平衡系統，以減少對 NCREE 建築物的衝擊，第二是在載重構架兩側設計觀察試體之觀景窗，提供研究者觀察試體在試驗過程中之變化過程，並進行拍照與攝影。

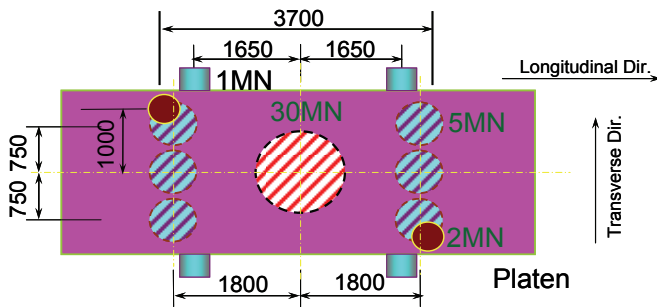
MATS 試驗系統之結構從實驗室地面以上高度為 7.75 m，地面下深度為 4 m，反力梁與載重平台間距之淨空間為 5 m。此系統主要可分為兩部分，一部份為自反力載重構架，另一部份為施力系統。自反力載重構架由反力梁、兩 A 形預力混凝土構架與 RC 基礎版以預力鋼棒施加預力組成（如圖三所示），構成一力量迴路。所有混凝土均使用抗壓強度為 10,000psi 的自充填混凝土 (SCC)，構架柱斷面為 1.45 m x 1.45 m，每支柱以 12 支 75 ϕ 預力鋼棒施加 33.6 MN 之預力，如圖四所示。兩側 A 形預力混凝土構架經由反力梁以及此構架上緣之混凝土梁相連，並利用對在混凝土梁施加預拉力（每根梁採用 9 支 40 ϕ 預力鋼棒），以增加混凝土梁之抗彎矩能力。此反力構架藉由 A 字形狀同時提供水平與垂直勁度。位於構架上緣之反力梁外觀為長度 6.15 m、寬度 4.3 m、高度 1.8 m，由 50 mm 厚鋼板組成之箱型結構，且內灌注 10000 psi 混凝土構成，反力梁內亦配置適當的加勁版，並預留間距 500 mm 之 2000 kN 預力鋼棒之預留孔（圖四），作為固定試體用。

施力系統由十三個垂直向伺服閥承壓千斤頂、載重平台與提供水平力之伺服閥油壓千斤頂構成。此十三個承壓千斤頂均作用於載重平台表面，僅對載重平台提供推力，不能施加拉力，且摩擦力極小，其中一個 30 MN 與六個 5 MN 千斤頂置於載重平台下

方，施加垂直向上之力量，四個 1MN 千斤頂位於載重平台兩側載重構架之柱構件上，對載重平台施加側向力，使載重平台維持在同一方向滑動，兩個 2MN 千斤頂位於載重平台上方，固定於載重構架之柱構件上，對載重平台施加向下垂直力，其功能為維持此試驗系統在油壓啟動時與試驗過程中之穩定，如圖五所示。



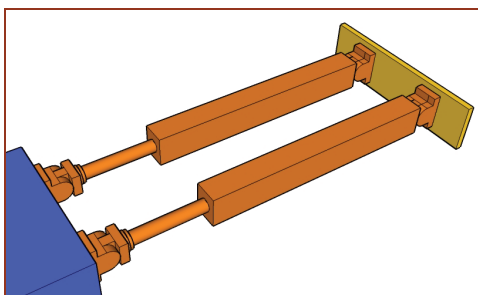
圖四 MATS 預力配置與反力梁外觀



actuator	Qty	Type	Diameter (mm)	Max. force (kN)	Max. stroke (mm)
vertical actuator (under platen)	1	Pressure balanced	1270 (50 in)	30000	150
vertical actuator (under platen)	6	Hydrostatic	660.4 (26 in)	5000	150
Hold down actuator	2	Hydrostatic	450.9 (17.75 in)	2000	150
lateral actuator	4	Hydrostatic	406.4 (16 in)	1000	±100

圖五 MATS 垂直向、側向與下壓千斤頂

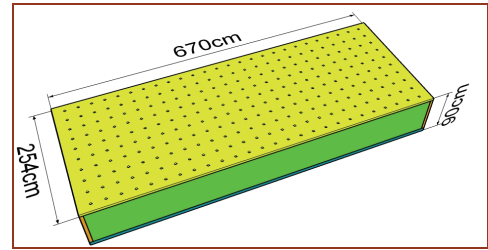
水平向千斤頂配置如圖六，千斤頂一端與載重平台側邊相接，一端固定在實驗室原有之 15 m 反力牆上，對試體施加水平向載重與位移。MATS 試驗系統提供共六種水平力千斤頂的配置形式，以符合不同載重、位移與速度的需求。圖六僅顯示配置兩支 2 MN 位移±1.2 m 之低速水平向千斤頂的示意圖。



圖六 水平千斤頂配置示意圖

載重平台外觀如圖七所示，長度 6.7 m、寬度 2.54 m、高度 0.9 m，由六塊鋼板組成之箱型結構，並內灌抗壓強度為 8000 psi 之水泥沙漿組成，其中除底面鋼板為 100 mm 外，其餘五面均採用 60

mm 鋼板，箱型載重平台組合完成後，每一面均銹除 10 mm，以確保獲得平整之表面。為獲得足夠之載重平台勁度，於載重平台內部長向配置間距 0.75 m 之 T 形組合鋼梁，短向配置間距 0.5 m 一半載重平台高度之加勁板。平台上緣表面佈滿間距 0.25 m 之 φ42 車牙螺栓孔，此螺孔由焊接於上下板之 80φ 鋼棒車牙而得。平台位於垂直向千斤頂上方，與所有垂直向、水平向、側向以及下壓千斤頂相接，千斤頂經由載重平台將載重傳遞至固定於平台上方的試體上。



圖七 MATS 載重平台外觀

六、結論

此系統設置完成後可提供研究者進行各種多元之多自由度構件試驗，以提升我國建築物耐震之研究能力，亦可進而提供隔減震構件耐震性能測試所需，以促進產業升級。在未來的實際使用中，除隔震支承墊、柱構件、速度型阻尼器、斜撐構件、梁柱接頭以及剪力牆等構件外，只要是構件的力學行為符合試驗系統之性能範圍內即可利用 MATS 進行試驗。

副研究員 林克強、專任助理 林德宏、助理研究員 李牧軒

校舍耐震補強現地試驗成果研討會

時間：2008 年 1 月 25 日(星期五)，8:30~17:10

地點：國立台灣大學應用力學系 100 國際會議廳

校舍耐震補強的工法繁多，過去多僅透過數值分析及實驗室的構件試驗，然而實際的補強效果無法獲得驗證，利用實際校舍進行現地實驗係屬最直接之驗證方式。2007 年國家地震工程研究中心與國立成功大學合作，承蒙臺南縣政府及關廟國小之協助，得以利用待拆除之校舍進行現地試驗，本試驗除整合成功大學土木系及建築系師生共同研究外，亦與墨西哥進行國際合作進行後拉式預力補強工法試驗，提供國內校舍補強工法的新選擇。基於本次現地實驗之獨特性，美國、日本及印度多位學者特來臺觀摩。另外，國家實驗研究院及國科會亦提供經費支援，使本實驗得以順利展開。相信經由這一系列之試驗與研究成果，可提供給工程師一套準確又實用的方法，來解決既有中小學校舍耐震評估與補強之需求。

研討會主題包括：台南關廟國小現地試驗介紹、RC 擴柱補強試驗、構架式鋼板補強試驗、預力鋼棒補強試驗、門窗耐震性能提升、加強磚造隔間牆面外受力行為、柱載重重分配試驗、現地試驗影像量測、校舍土壤結構互制試驗。

本研討會免費參加。

請 E-mail 至 em61201@email.ncku.edu.tw 陳正哲收即可。

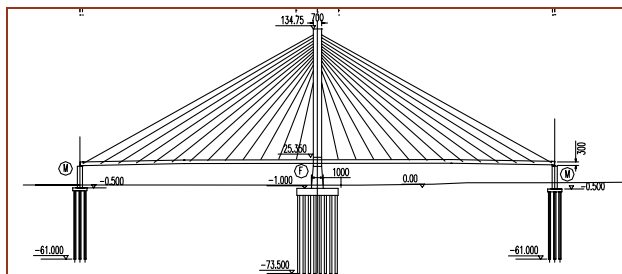
二重疏洪道斜張橋工程 斜拉索錨碇結構全尺寸試驗

一、前言

本計劃由春原營造股份有限公司委託，對二重疏洪道斜張橋工程之斜拉索錨碇結構進行疲勞與靜態承壓試驗。本試驗研究標的為一單塔對稱傘型之鋼索斜張橋，最大跨距 200 公尺，全橋長 400 公尺，如圖一所示。鋼箱梁橋面寬度為 45 公尺，若包含人行道共 55.6 公尺，鋼箱梁中央深度為 3 公尺變化至兩側為 2.66 公尺。由本斜張橋的構造型式顯示，鋼索一端固定於橋塔，另一端則固定於鋼箱梁腹板外側之鋼錨箱上。當鋼索受力時，此鋼錨箱與鋼箱梁之接合細節將導致鋼錨箱承受偏心載重，此偏心載重所引致之疲勞效應為何，至今仍缺乏相關文獻做為設計參考。因此本研究擬製作一實尺寸鋼箱梁試體，探討偏心疲勞載重下行爲，並檢核該接合細節是否能承受最大設計載重，其試驗項目包括：

1. 鋼索鋼箱梁端偏心錨箱與鋼箱梁接合區域在 200 萬週次疲勞載重試驗下之受力與變形行爲。
2. 鋼索鋼箱梁端偏心錨箱與鋼箱梁接合區域在最大設計靜態載重(984 噸)作用下之受力與變形行爲。

本文主要聚焦於兩百萬次疲勞載重試驗上，內容包括試體介紹、試驗計劃、試驗過程與結果分析，最後將針對試驗結果提出結論與建議。



圖一 斜張橋立面圖

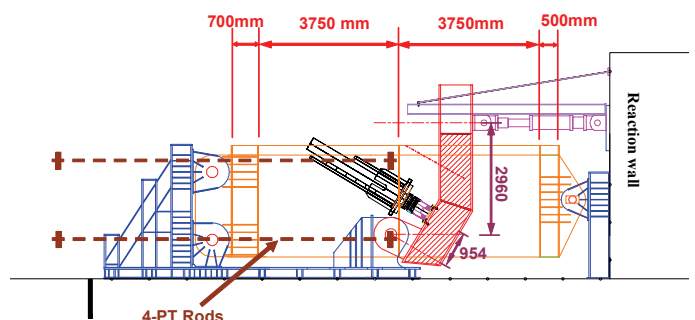
二、試體介紹

根據本工程業主所提出之全尺寸試驗規範要求，本項試驗需依工程司核可施工圖中所載明之試體規模與施力條件進行試驗。其中鋼箱梁試體寬至少為 2.5m，長為 6m 之 1:1 實體之試體。施力條件包括鋼錨箱必須施加 391~689 噸載重範圍之疲勞載重試驗，及施加 172 噸、345 噸、689 噸與 984 噸四等級之靜態載重試驗。經設計單位及委託單位確認，此施力條件是依第 J12 組斜張索之靜載重加最大及最小活載重計算求得，故本試驗執行以第 J12 組斜張索為試驗對象。而 J12 組斜張索為本工程中受力最大之一組斜張索，由 85 根 15.2mm 直徑之七股鋼絞線組成。

本工程採用之鋼錨箱結構所對應之鋼錨座為主橋受力最大者，在構造上從主梁腹板伸出長度較小，斜張索方向長度較大，屬於柱式錨箱結構。由於設計時考慮主梁腹板向外伸出長度的最佳化設計，所以鋼箱梁腹板和鋼錨箱連接處的彎矩不大。在斜張

索方向由於有足夠的連接焊道長度，因此設計觀念是藉由此焊道長度，將鋼錨箱承受鋼索之拉力流暢傳遞至鋼箱梁上。鋼箱梁在鋼錨箱底板中央配置貫穿橫向方向之橫隔板，並於距此橫隔板前後各 3.75 公尺處配置相同之橫隔板，因此為符合試驗規範 6 公尺試體長度的要求，並且儘可能維持實際構造與受力行爲，故鋼箱梁試體之選取包含該鋼錨箱前後處之橫隔板，因此將試體長度調整為 7.5 公尺，試體寬度自鋼箱梁腹板側算起，上翼板寬取 2.4 公尺，下翼板寬取 2.7 公尺（腹板與上、下翼板非垂直配置），並於腹板的對側施作 30mm 之封板，使取樣試體之橫斷面呈閉合斷面，此為避免鋼箱梁試體在承受試驗載重下發生非原結構預期之扭力效應。

經實際斜張橋受力行爲的評估，鋼箱梁端錨碇試體結構可簡化為一簡支梁結構，試驗載重包括鋼索力與鋼箱梁之軸向力。此簡支梁結構是在沿車行方向，一端以鉸支承，另一端以滾支承模擬之，經由更準確之有限元素分析結果研判後，實際試驗試體之左端採用上下兩排鉸支承，右端採用一排滾支承模擬之。兩端支承藉由適當夾具固定於反力牆或反力地板上。試驗配置如圖二所示。



圖二 試體配置實際情形

三、試驗計劃

本試驗共進行兩個測試項目：(1)兩百萬次疲勞載重試驗、(2)最大設計靜態載重試驗。疲勞試驗之載重範圍為 391 噸至 689 噸，設計載重最大值為 984 噸，要達到該試驗所需之載重範圍困難度極高，故本試驗採用四支 MTS 公司製造之油壓伺服閥千斤頂（最大施力±961kN，最大衝程±500mm），以槓桿原理放大約 3.1 倍

之施載力量，達到該試驗要求之載重範圍。為模擬斜張索作用於錨座之行爲，施力桿支點固定於反力座上，施力桿與錨座作用點間以球座，使模擬斜張索力量儘可能垂直作用於錨座結構上。

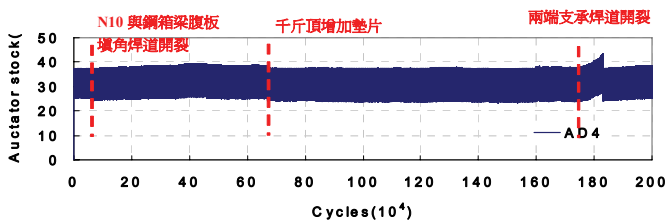
本試驗採力量控制方式對鋼錨箱底部施加載重，疲勞載重試驗中施加 0.75Hz 之 sin 波載重，並利用鋼棒於箱梁上施加 174 噸之試體軸力。

本試驗之資料收集採用靜態與動態兩套系統，對上述之試體反應（力、位移及應變）進行資料收集。動態資料使用 HBM 動態資料收集系統收集，而靜態資料由 THS-1100 資料收集記錄器，配合可接收 50 組數據線的資料轉換盒 (Switching Box SHW-50D) 組合而成之靜態收集系統收集之。本試驗靜態頻道數超過 200 個，故使用 5 台資料轉換盒。兩百萬次疲勞載重試驗之資料收集頻率如下。動態收集系統 (HBM) 收集頻率: 10 Hz, 靜態收集系統 (THS1100) 收集頻率: 每 1000 cycles 收集一次, 預計收集 2000 筆資料。本文僅介紹疲勞載重試驗之試驗過程與結果。

四、試驗過程與結果

試體安裝完成後發現，在鋼錨箱底板後方之 N10 調整板與鋼箱梁腹板間有一填角焊焊道，依力學判斷此焊道不應存在，經與委託單位討論，此焊道可能因設計圖之焊接符號標示不清所致，委託單位也進一步探討剷除此焊道之可行性，經委託單位內部評估後決定不剷除此焊道，直接進行測試。

圖三為致動器之位移歷時資料，由圖中可見試驗進行至 70 萬次時，致動器位移有所變化，這是由於致動器前端置入墊片的緣故，此舉是為避免致動器之衝程桿長期在同一個區段伸縮，而造成磨損。而試驗進行至約 180 萬次時，位移有異常增大，試驗暫時停止，經找尋異常原因發現，於試體兩端支承處之支承夾具接合焊道發生開裂現象，如圖四所示，經研判無法繼續測試，故決定鏟修焊道，待修復後繼續進行試驗。焊道修復完成情形詳見圖五。焊道修復完成後，至 200 萬次試驗完成，均未再發現任何破壞。巨觀而言，鋼箱試體在經歷 200 萬次疲勞載重之後，試體本身並未發現明顯之破壞發生。



圖三 致動器位移歷時

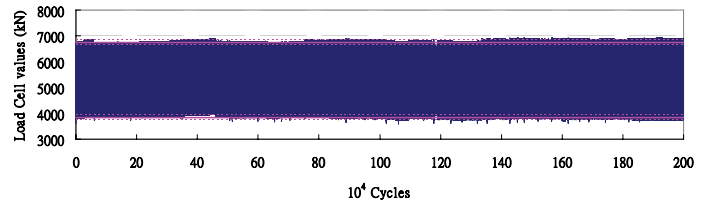


圖四 兩端支承夾具焊道破裂

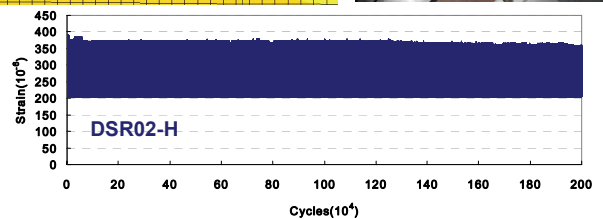
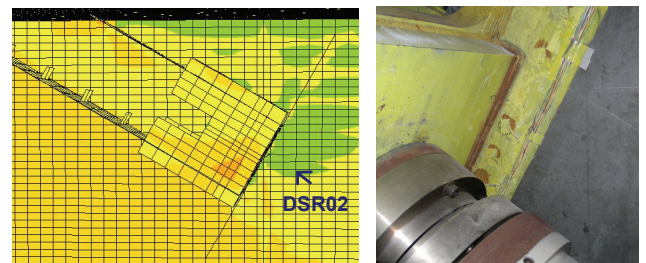


圖五 焊道修復完成

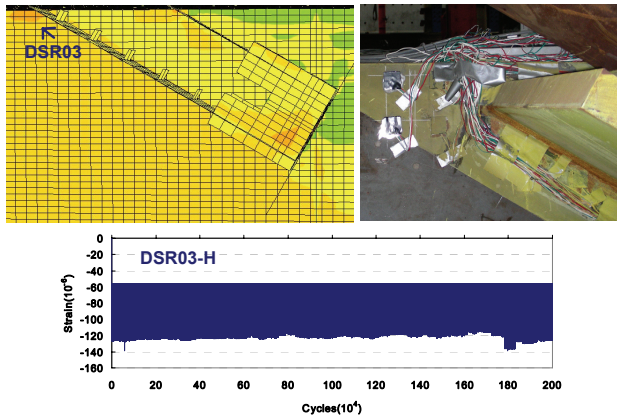
圖六為疲勞載重試驗之力量歷時，圖中橫軸為疲勞載重次數，縱軸則為 1400 ton 荷重計所測得之施力點作用力，實線為試驗規範所要求的載重範圍 391~689T (3836~6759kN)，而虛線則是實際施加載重之容許上、下限值(載重範圍上限值加載重幅度之 3%，載重範圍下限值減載重幅度之 3%)。由圖中可看出試體承受載重的大小符合試驗規範中疲勞載重的要求，圖七至圖九為各 hot points 變歷時圖。由圖中發現，在 5.8 萬次以及約 180 萬次附近，其應變幅度有所變化，在 5.8 萬次之應變幅度差異，是由於 N10 調整板與鋼箱梁腹板多焊之填角焊開裂而導致試體內部的應力分佈改變所致，此填角焊焊道開裂，實際開裂情形如圖十所示，在 5.8 萬次後此應變趨於穩定。直到約 180 萬次前後，由於固定支承座之焊道開裂，使得試體內部之應力重新分配，除了這兩個時間點外，在疲勞試驗的過程中，上述各量測點之應變幅度均呈現穩定狀態。由此可推估箱梁試體的局部反應也相當穩定，沒有異常變化發生。此外於試驗過程中所作之非破壞性檢測結果發現，於鋼錨箱與鋼箱梁腹板之接合焊道上，雖有發現小瑕疵，但這些瑕疵仍在可接受範圍之內。由本試驗結果顯示，此鋼錨箱與鋼箱梁腹板之接合細節可承受 391 噸至 684 噸載重幅度之 200 萬次疲勞載重。



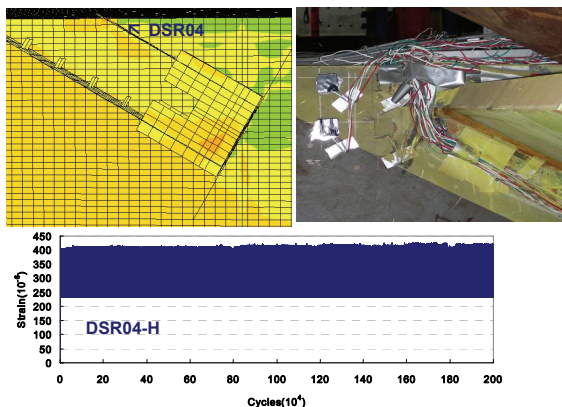
圖六 疲勞載重試驗力量歷時



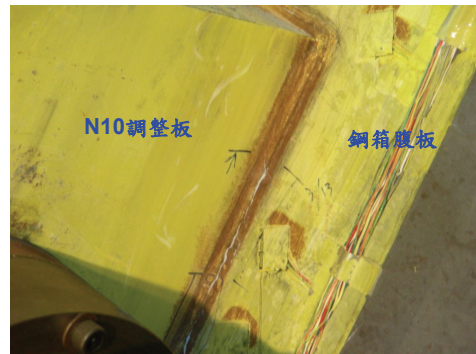
圖七 各 hot points 應變反應歷時



圖八 各 hot points 應變反應歷時



圖九 各 hot points 應變反應歷時



圖十 N10 調整板填角焊開裂

五、結論與建議

1. 由 200 萬次疲勞載重試驗結果發現，試體強度與勁度並未發生衰減現象，且在 hot points 附近之應變幅度亦無異常變化，此結果顯示，本試體之接合細節可承受 391 噸至 689 噸載重幅度之 200 萬次疲勞載重。
2. N10 調整板與鋼箱梁腹板間之填角焊，在約 5.8 萬次施載時即發生開裂，但此焊道裂縫對試體之疲勞載重的能力未有明顯之影響。依據設計圖加以研判，N10 墊板與 N3 承壓板間應僅為「磨光頂緊」及「三邊填角焊固定」，亦即 N10 墊板與腹板間無需焊接，原設計詳圖中之焊接符號，可能係繪圖之筆誤。

副研究員 林克強、專案助理研究員 林志翰
主任 蔡克鈺

中心活動

2007 亞太抗震盃活動報導

Public Awareness on Seismic Hazard Mitigation and Disaster Preparedness – Demonstration, Simulation and Experimentation (PASHD-DSE)

一、2007 亞太抗震盃介紹(PASHD-DSE)

為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，國家科學委員會、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與英國文化協會於民國 96 年 9 月 28 日至 30 日假本中心，聯合主辦「2007 亞太抗震盃-地震工程模型製作國際競賽」。本活動自民國 90 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 6 屆競賽，參加國內外學生總數超過 1700 多人。這段時間經過主辦單位努力推動與改進，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，並成為每年國際矚目的地震工程教育盛事。去年透過國家科學委員會的努力，讓本活動順利成為亞太經濟合作組織的科教活動之一。今年主辦單位更大幅更新活動內容及擴大參與對象，使得本活動再度列名成為亞太經濟合作組織的科教活動。本年度之活動最大特色有三項：

1. 新增地震防災教育體驗活動

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，本年度新增舉辦地震防災教育體驗展示活動。

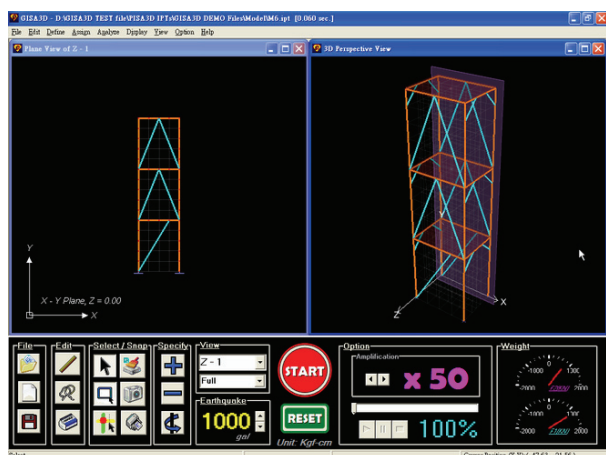
活動對象為國小三年級以上之學生以及一般民眾，內容包含：「土壤液態現象科學」、「土層軟硬與結構共振影響之實驗演示」、「樓房倒塌實驗」以及台北市政府消防局提供之「地震模擬體驗車」。以「樓房倒塌實驗」為例(如圖一)，主辦單位針對一般常見的頂樓加蓋，室內裝修牆壁拆除等造成的問題，透過簡單的模型展示，讓民眾瞭解上述行為對結構安全之影響。期透過多項寓教於樂的地震科普教育活動，達到地震工程防災教育推廣之目標，以落實防災教育紮根之信念。



圖一 樓房倒塌實驗

2. 推出「結構耐震分析簡易軟體」

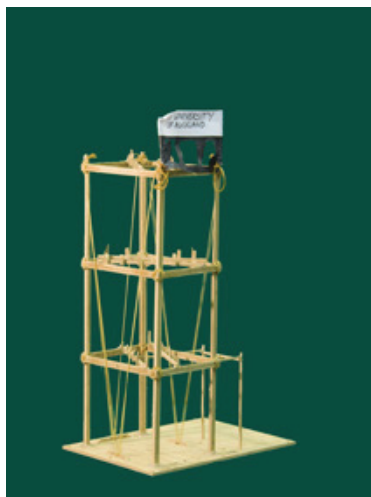
以本中心開發並已推廣應用之新一代高性能結構模擬分析專業軟體為基礎，針對抗震盃開發結構模型簡化分析軟體(圖二)，提供參賽隊伍於賽前透過電腦進行設計模型之抗震模擬分析，進而從中學習簡單結構力學行為觀念。



圖二 地震模型模擬軟體

3. 採用新的結構模型及比賽規則

為了讓比賽條件更接近現實樓房受震情況，本中心參考過去經驗，在今年競賽規則進行大幅度更新。除了高中組模型由原本正方形改為長方形，大專組改為 L 型(圖三)，讓參賽隊伍需進一步考慮如何解決模型於地震來臨時所承受的扭力外，模型製作材料方面亦減少棉繩的數量，並改為提供橡皮筋。藉以激發參賽隊伍對模型耐震設計上之創造力與想像力。



圖三 大專組 L 型結構模型

(以大專組第一名 University of Auckland 模型為例)

二、活動舉辦

「2007 亞太抗震盃-地震工程模型製作國際競賽」於日前宣傳時就受到廣大師生的迴響，報名情況非常踴躍，總計有研究生組 18 隊、大專組 35 隊及高中組 38 隊獲得參賽資格。活動首先由 9 月 28 日的「抗震盃研究生組國際研討會」揭開序幕，研討會邀請本屆抗震盃國內外研究所參賽隊伍共同參與。會中選手將闡述模型設計理念以及防震、隔震與減震消能的方法，藉以提供台灣學子與國際接軌的機會，並促進彼此間的學術交流。

9 月 29 日為競賽活動之模型製作，於早上 9 點開始報到，經過簡單之模型製作示範與地震模擬屋展示後，高中、大專參賽隊伍必須在 6.5 個小時之內完成模型製作。各隊製作完成之模型再送交裁判審查、記錄後才能獲准參加第二天的模型競賽測試(圖四)。活動正式開幕訂為 9 月 30 日舉辦，在國科會吳副主委政忠、國家實驗研究院賴董事長義雄以及英國貿易文化辦事處(The British Trade & Cultural Office) 高副代表北斗(Charles Garrett)簡短致詞後，就依序開始高中、大專與研究生組的模型競賽測試。高中大專生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，而研究生組則一律必須於每層樓加上 10 公斤、總計 30 公斤的鐵塊。所有模型將以各種不同震度的地震進行測試。測試開始時的第一個地震震幅並不大，然後震幅逐漸加大，直到事先規定的最大地震強度或所有模型崩塌為止。

模型安置於振動台測試之前，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，每組將評選出前三名效率比最高的模型，頒發獎金及獎盃給製作該模型的小隊。另外並請裁判票選出「結構設計創意獎」、「建築美觀設計創意獎」、「海報製作獎」等各種獎項頒發金額不等之獎金與獎狀鼓勵年輕學子。今年國際隊伍表現特別突出，除了研究生組第一名是由日本 Kyoto University 與中央大學聯隊拿下外，大專組則由來自紐西蘭的 University of Auckland 奪冠，Singapore Polytechnic 則分別拿到了第二、三名。

表一 2007 亞太抗震盃效率比得獎名單

	第一名	第二名	第三名
研究生組	Kyoto University	台灣大學	成功大學
大專組	University of Auckland	Singapore Polytechnic	Singapore Polytechnic
高中組	明道中學	海星高中	開南商工



圖四 抗震盃競賽現況

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於 9 月 28、29 日配合抗震盃舉辦地震防災教育體驗展示活動，主題為：如何建構耐震安全的家。展示內容將透過模型展示、科普試驗與專人影片解說，以生動活潑的方式傳達地震防災知識。抗震盃活動網址：<http://w3.ncree.org/ideers/2007/>。

助理研究員 李牧軒

2007 耐震設計國際訓練班圓滿閉幕

近年來，國內外所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 年美國北嶺大地震與 1995 年日本阪神大地震及台灣 921 集集大地震。因此美日等世界先進國家之地震工程研究單位，希望能夠與各國分享一己之研究成果與實務經驗，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，同時可達學術及經驗交流之目的。本中心身為亞洲地區重要地震工程研究機構，為了宣導與推廣我國在結構耐震設計方面的水準、研究成果與工程實務經驗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的贊助之下，於民國 91 年開始舉辦第一屆「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四屆訓練課程。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。

然而，今年度耐震設計國際訓練班(ITP2007)更在國家科學委員會國際合作處與民主太平洋聯盟的共同支持下，於十月二十二日到二十六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三十九人，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，而且今年更增加了來自宏都拉斯的學員。本次國際訓練班上網報名的學員和首屆相較，足足成長了接近一倍之多。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。

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家實驗研究院賴義雄董事長蒞臨致詞。在訓練課程內容上之安排，更邀請中心與國內學術界及工程界之學者專家共同參與，講員部份則包括臺灣大學陳正興教授、臺灣大學黃世建教授、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、即有校舍結構之震害與解決對策、即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，內容之多為歷年之最。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。



照片一 本次耐震訓練班全體學員合影

本次參與訓練課程的學員均為各國大學教授、講師、研究人員、建築師與資深工程師，為了加強學員間之互動，在訓練課程規劃上，第一天安排學員們上台簡報，介紹該國地震工程上所面臨的特殊問題與其國內耐震設計的發展，達到各國間與本中心彼此之間的交流，這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。除此之外，為了使得東南亞地區與中南美等友邦國家，能更深入瞭解我國在地震工程上之研究成果與發展現況，也安排學員參觀本中心的實驗設備(照片二)。在第五天課程中，安排學員參觀世界最高的高樓臺北 101 金融中心與故宮博物院，目的是希望藉由參觀故宮博物院能使學員瞭解到中華文化之博大精深，也讓學員們得知我國除了在追求工程科技進步之餘，對於藝術價值與文化保存亦不遺餘力。在臺北 101 金融中心之行程方面，學員們參觀位於八十八樓之協調式阻尼器(Tuned mass damper)，深刻體認到我國於抗震技術上之先進發展。



照片二 2007ITP 學員參觀 NCEE 實驗室合影

96年度「耐震設計國際訓練班」課程在國家實驗研究院莊哲男院長的閉幕致詞之後，由莊哲男院長及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.ncee.org/itp/2007/>。

專案副研究員 王仁佐

校舍耐震資訊網-耐震評估與補強 設計結果上傳講習會

自 92 年度開始教育部便持續委託國家地震工程研究中心制定一套校舍耐震評估與補強的評估方法與流程，並針對校舍後續校舍耐震評估與補強設計配合資料庫來儲存所對應之評估及補強資料，以確保資料的安全性及後續發展性。而本年度與教育部的合作計畫主要為建立校舍耐震資訊網，納入簡易調查、初步評估、詳細評估與補強設計等資料庫於同一平台，並將統計分析後的耐震評估、補強設計及其相關資料提供給相關領域的專業人士及學術單位作為校舍評估及學術研究之參考依據。

為確保校舍評估資料的正確性及增加回報率，並使教育單位了解校舍耐震能力及其提升之狀況，且提供給工程師相關專業資訊，作為校舍耐震評估與補強設計之參考。於 2007 年 9 月 7 日在國家地震工程研究中心會議室與教育部國教司一同舉辦校舍耐震評估與補強設計結果上傳講習會。此次講習會主要內容是為期半天的講習活動，參與的對象主要以各界專業人士及學術研究者為主，所邀請的講者包括，從事校舍耐震能力相關研究的國家地震工程研究中心葉勇凱博士、台灣科技大學營建工程系資訊科技組陳鴻銘副教授及國家地震工程研究中心趙宜峰先生。會議中針對校舍耐震資訊網的系統架構及校舍耐震初步評估、詳細評估及補強設計之網頁填表方式作一系列的說明與討論。其講習議題包括：校舍耐震資訊網內容簡介、耐震資訊網系統架構及校舍耐震評估與補強設計結果上傳實務操作。其主要為宣導填表的重要性，並利用耐震資訊網所提供的平台，將校舍評估資料回傳至資料庫，進一步將蒐集的校舍耐震評估資料，加以分類、組織、編碼、儲存、檢索以及維護，有效地將校舍結構之耐震能力排序及篩選，將統計分析後的耐震評估、補強設計及其相關資料，透過網頁完整呈現給各界學者專家分享，並使政府的經費資源能夠作最有效的運用，使其能夠發揮其最大的功效，此舉對於校舍耐震評估方法與補強技術，有極大的實質幫助與貢獻。截至目前為止，本中心已蒐集全國一萬六千餘棟校舍之簡易調查、一千六百多棟校舍之初步評估及一百多棟校舍之詳細評估的資料，相關資料正持續增加及維護中。

研究助理 趙宜峰

2007 年結構隔減震設計 與施工研討會

近年來，國內工程界日漸重視消能裝置對於結構物的影響，隔減震工程實例日益增加，相關設計理論與商用結構分析程式亦日益成熟，根據內政部建築研究所統計，預計至民國 98 年以前國內將有約 30 棟隔震建築構造興建完成，對於減震建築構造，截至民國 96 年為止，亦有 81 棟之工程實績案例。

現行版「建築物耐震設計規範及解說」增設了「隔震設計」

與「含被動消能系統設計」之章節。然而，由於建築物隔減震技術引進國內之歷史尚短，相關規定條文應適度因應現行技術發展加以調整，而且國內業界對於相關裝置之實際性能、設計與實務經驗，仍有相當之疑慮。因此，國家地震工程研究中心於 96 年 10 月 8、9 日舉辦結構隔減震設計與施工研討會，適度檢討國內現行設計規範有關隔減震建築之章節，針對不同隔減震元件相關理論基礎與設計方式提出說明，並以相關工程應用實例之隔減震設計與施工進行討論。本次研討會包含主講人、工程師與相關專家學者共計超過 100 人參加，藉由本次研討會之討論，對於國內工程師在隔減震建築設計與施工能力將有實質之幫助與貢獻。

助理研究員 汪向榮

鐵路交通振動模擬與 阻隔技術研討會

本中心於 2007 年 11 月 27 日舉辦鐵路交通振動模擬與阻隔技術研討會。本研討會特邀請國內外相關學者專家，針對鐵路交通引致之振動問題及其阻隔方法進行專題研討。國外專家包括日本岡山大學土木與環境工程系資深教授 Hirokazu Takemiya 與比利時魯汶大學土木系教授 Geert Degrande。

Prof. Takemiya 的工程實務經驗豐富，除了經常主持日本鐵路及地下相關振動量測計畫外，也發明可以有效阻隔低頻振動的振波阻隔器 (Wave-Impedance-Barrier)，簡稱 WIB，並擁有多個專利。他在本研討會中將他多年來於鐵路交通引致振動問題的研究成果作一整合性的介紹，內容包括數值模擬與阻隔技術，其考量之列車承載系統型式也涵蓋高架橋梁、路堤與地下隧道。Prof. Degrande 專長於土壤波傳問題，為歐洲共同市場針對地下鐵路交通振動問題所提出的大型整合型計畫 CONVURT 的重要成員之一，曾於巴黎與倫敦兩大都市作過現地量測，實地經驗豐富。他在研討會中和大家分享整合型計畫 CONVURT 的研究成果，內容包含隧道數值模擬、結構物振動與振動引致噪音之數值模擬，以及他在倫敦地下鐵系統的現地量測成果。

與會的國內專家包括中央大學王仲宇教授、台灣大學楊永斌教授、成功大學朱聖浩教授與宜蘭大學李洋傑教授等。他們分別針對台北市捷運與台灣高速鐵路之振動模擬與實地量測成果進行詳細的介紹。近年來，隨著生活水準的普遍提昇，民眾對於生活環境品質要求也提高，交通引起的振動越來越受到廣泛的關注，尤其目前國內各都會區為因應日益提升的交通需求，相繼籌畫興建捷運，但捷運路線在選擇上，因為都會區人口密集，無論是採用地下隧道結構型式、路堤或高架橋結構形式，都無可避免地會近距離經過建築物，故希望藉由本次研討會與諸位專家學者所進行之學術交流，對於國內學術界和工程界在鐵路交通，尤其是深入都會區的捷運交通振動問題模擬與振動阻隔技術提昇上有實質之幫助與貢獻。

副研究員 洪曉慧

多軸構件試驗系統軟體控制系統 設計規劃討論

一、參加會議經過

本次出國受訓內容包含討論 MATS 控制軟體、即時混合控制與參觀部分，於 2007 年 9 月 11 日至 9 月 13 日在美國明尼蘇達州明尼亞波利城進行，會議期間共三天。第一天(9 月 11 日)的行程以參觀明尼蘇達大學的六自由度 MAST 系統為目的，負責接待我們的 MTS 人員 Marty Halvorson 為我們介紹 Pressure Balanced Actuator、469 Control system、DAQ 和 Camera Tower 等設備與系統，其中的 Camera Tower 能全方位的影像紀錄與觀察，是值得我們學習之處。

第二天(9 月 12 日)的行程以參觀 MTS 實驗室與討論 MATS 的軟硬體設備為主。早上先以 2 個小時參觀 MTS 實驗室。Marty 為我們介紹 MTS 所生產之各式測試系統，其應用包括在材料、土木、飛航與運輸工程等相關領域，最後也看到將來要安裝在 MATS 裡的 3000 噸靜態油壓致動器 與長向 2 支 200 噸的動態油壓致動器。於參觀完後便開始進行討論，MTS 方面出席人員包括 Marty Halvorson、Michael Nemeth、Bradford K. Thoen 與 Rod Larson。討論 MATS 硬體部份，主要包含 piping、actuator 與 493.2 system 的硬體接線，Michael 介紹了 pressure balanced bearing 與 hydraulic static bearing 的構造，隨後確定 493.2 system 的硬體是否無誤，其包含 493.2 FRONT VME(一張連接光纖的機板，長向、側向與垂直向致動器 I/O 部分(493.4 I/O CARRIER)) 與 493.2 REAR TRANSITION (12 個 D/A 輸出與 6 個 A/D 輸入(493.76)，其他為 HSM STATION(493.74)與 digital I/O(493.72))，對於 D/A 輸出的頻道太少，Brad 建議利用 scamnet 配合程式撰寫將資料輸出會比較恰當。早上討論完硬體部分後，下午 1:00 到 2:00 由本中心王孔君先生報告本中心過往研發之即時擬動態試驗與(網路)擬動態實驗等技術，獲得相當不錯的共鳴與迴響。於報告完後繼續討論 MATS 軟體的部份，Rod 以 Pavia bearing test system 的控制軟體為例，詳細為我們介紹每個指令的功能及注意事項，包含 configuration、operation、data recorder 與 display 等介紹，隨後 Brad 提到利用 STS control 來做即時控制與混合試驗的方式。利用 STS control 可建立三種層次的 real-time 模擬方式，第一個是 pc simulation mode(在無 xPC target (scamnet) 與致動器下模擬)、第二個是 real-time simulation mode(在有 xPC target(scramnet)與但無致動器下模擬)與第三個是 real-time test mode(在有 xPC target(scramnet)與致動器下實驗)。

第三天(9 月 13 日)由 Scott Jiran 介紹 MTS 為 FlexTest system 發展之 Computer Simulation Interface and Configurator (CSIC)。CSIC 可支援 OpenFresco，配合 OpenSees 與 OpenSees Navigator，可達成利用網路結合各地實驗室來進行大型實驗之目的。下午討論有關 MATS 的操作程序，由 Rod 以 Pavia bearing test system 操作程序為例，說明開機、試驗、停機各項操作之標準程序，包括

Hydraulic Start-up 與 Check List，在注意事項與程序上主要為 Tempo Encoders 歸零、force 歸零、油壓開啓細節、位移控制的確定、platen 平整度、轉到力量控制細節、data recorder、running 前的確定等。會議結束前，MTS 同意將更動長向(longitudinal)致動器換置型態之工作交由本中心自行負責，並由 Brad 解說如何依據實際致動器安裝情形更動相關軟體設定。Rod 並依據其多年實際經驗，說明本中心為達高度測試需求所提出之兩種長向致動器組合型態，將因幾何與高速之故，導致不佳之控制結果。Rod 亦說明提高準確控制之方式，即為花費較多心力與時間去調諧控制。MTS 並表示將來與本中心能有密切的合作機會之期望。

二、與會心得

這次出國受訓不僅讓本中心人員在 MATS 來台安裝前，對其軟體控制相關議題能有更進一步的認識，並與 MTS 方面建立了良好的合作關係。與 MTS 分享本中心過往進行之混合試驗(hybrid simulation)經驗後，MTS 方面也對本中心研發與進行混合試驗的能力有所肯定。雖然已對不少有關於 MATS 在軟體控制上相關議題與 MTS 相關人員進行面對面直接討論，但由於只有三天的密集訓練，且由於基礎知識根基不足(資料處理、自動控制等)，日後宜加緊建立相關基礎知識與持續與 MTS 方面溝通討論。

三、建議

1. 在 MATS 硬體設施與 MTS 安裝、測試人員尚未來台之前，相關的座標量測與資料擷取系統之建置需準備完成。
2. 在時間與經費許可下，可建立 Camera Tower 全方位的影像紀錄與觀察系統。

專案助理研究員 陳家乾

澳洲地震工程研討會

一、會議經過與內容紀要

澳洲地震工程研討會 (Australian Earthquake Engineering Society Conference) 於 2007 年 11/23-11/25 於澳洲臥龍岡大學 (Wollongong University) 舉行，本次研討會邀請相關地震工程、地震學等相關研究，以及一些特殊研究課題，如風力、地震海嘯、重要公共建設維護、突發事件管理與保險等相關課題，共同參與研討會。本研討會主要報告形式分為特邀演講(Key Note Speaker)、口頭報告(Oral Presentation)、壁報討論(Poster Talks)等方式，所有論文將於研討會中呈現。藉由本次的會議，將可集合共 60 篇近期相關地震工程研究論文，並藉彼此交換訊息，達到群策群力之功效。本會議大樓於臥龍岡大學 McKinnon Building 舉行為期三天之研討會與活動(如照片一)，共有 20 篇口頭報告(Oral presentation)，以及近 40 篇壁報討論(Poster Talks)，20 篇口頭報告(Oral presentation)中有 8 篇為特邀演講(Key Note Speaker)；包括美國紐約州立水牛城分校教授 Andrew Whittaker 討論近期北美地震工程發展趨勢，澳洲臥龍岡大學資深講師 Alex Remennikov 探討有關爆破工程等相關研究，澳洲資深救援教練介

紹相關都市調查與救援營運等相關活動，澳洲 Monash University 榮譽教授 Paul Grundy 探討相關大型重建工程等相關議題，以及澳洲輻射防護與核能安全署 Vince Diamond 探討有關澳洲地震危害對核子反應爐的影響，美國資深學者 Praveen Malhotra 探討有關耐震設計載重等相關問題。壁報討論(Poster Talks)安排每位壁報的論文作者進行 3 分鐘的投影片簡報，簡報內容為 1~3 頁投影片，簡介研究內容，並於該時段所有壁報的論文作者報告完畢後，安排壁報討論茶會(Poster Session)，以提供與各壁報論文作者進行研究交流與討論的機會。



照片一 AEES 會場外觀與活動

二、與會心得與建議

藉由本次的會議，將可集合相關地震學家、地震工程研究人員、急難救助管理者與工程師們，藉由彼此交換訊息，達到研究成果交流以及研究成果分享之功效，透過此類大型會議，將可迅速的瞭解現今世界於地震工程上最頂尖之研究概況與技術開發，並獲得快速經驗累積與培養研究構想之功效。除此之外，利用會議期間與各國成員的學術交流，更可望積極促成國際合作，以期更有效率地解決各國共同面臨的研究課題。

本中心有王仁佐博士、陳沛清、蕭輔沛博士、陳長佑等中心同仁共同參與本次會議，將近期之研究成果於會議中進行交流與討論，並從會議中學習地震工程研究之最新研究內容與發展趨勢，藉此希望對未來的研究主題與方向能朝向更正確的方向前進。

藉由參與本次盛會，使本中心人員對於結構控制、進階分析技術應用、相關性能設計法，以及試驗研究等之最新發展趨勢等相關議題均有了更深一步的認識與瞭解。透過三天之會議議程中，各國代表間之直接交流與溝通，亦能增進彼此之情誼與奠定未來合作之契機。展望未來，針對類似此次大型會議，國內應持續鼓勵相關研究學者及工程技術人員參與學術研討會或參訪相關之研究機構及技術開發之公司，以了解國外地區之最新研究動態及相關技術之開發現況。除此之外，中心持續邀請國外地區之卓越學者來台灣進行參觀訪問或就其專長進行專題講座，相信對於促進國際學術合作與科技交流，亦具有重大之貢獻。

助理研究員 陳長佑

第七屆大地工程現地量測 國際研討會

一、參加會議經過

本次「第七屆大地工程現地量測國際研討會」是由美國土木工程師學會的所屬的大地學會(Geo-Institute of ASCE)主辦，會議期間為 9 月 24 日到 9 月 27 日共四天，地點在美國波士頓的波士頓花園廣場飯店。此次研討會內容相關子題大致可分為：A.隧道與豎井監測、B.大地工程儀器量測方法與設備、C.建築物監測與維護、D.土工與地盤改良、E.感應器與量測技術、F.橋樑與基礎監測、G.自動化測量、H.現地試驗與能量方法、I.擋土壁與開挖支撐監測、J.地球物理儀器量測方法與設備、K.水閘與壩體監測、L.時域反射計(TDR)與光纖之應用、M. 資料擷取系統、N. 遙測與無線傳輸技術、O.資料分析與軟體發展。計有超過一百篇文章被接受並發表，其中台灣地區有四篇文章入選(本中心陳正興副主任等一篇，交通大學林志平教授等一篇，成功大學陳景文教授等一篇，交通大學黃安斌教授與北京清華大學合作一篇)。本中心陳副主任正興、台大土木工程系博士候選人黃宗宸、以及本人(專案副研究員柯永彥)所共同發表之文章，被歸類在「大地工程儀器量測方法與設備」子題中。

在專題演講方面，本研討會邀請到數位在現地量測領域相當有經驗的學者與業界主管來分享他們的經驗。開幕儀式中首先邀請到 Geocomp 公司的 W. Allen Marr 博士作開場，主題為「Why Monitor Performance?」，演講中主要在說明有效率之監測計畫帶來的種種益處，並討論如何向不具專業背景的業主量化監測之成效；接下來是各主要子題相關的專題演講，包括：挪威地工研究院的 Elmo Dibiagio 博士帶來「Early Warning Systems」，介紹早期預警系統的現況與缺點，並提供幾個實際案例；新加坡國立大學的 C. F. Leung 教授與 S. A. Tan 教授帶來「Success and Failures of Instrumentation Programs in Major Construction Projects in Singapore」，簡介在新加坡幾個大型建設專案中的現地量測規劃，討論當中發生的問題、成因以及所學到的教訓；美國聯邦公路局的 Ian M. Friedland 工程師帶來「Long-Term Monitoring of Bridges」，簡介橋樑長期監測技術的現況，並由實際案例來檢討目前技術的限制與未來的需求；Leica 測量系統公司的 James Stowell 經理帶來「Advanced Integrated TPS and GPS Technologies for Monitoring Large Structures」，探討如何將全球定位系統(GPS)與高精度即時雷射循跡系統(TPS)結合，來進行經濟又精確的動態或長期監測，並以實績來說明其益處；挪威地工研究院的 John H. Løvholt 先生，帶來「Seabed Logging」，介紹海床探勘的信號源、感應器、集錄器、以及資料處理程序等細節，以及數個實例的介紹；美國 Northwestern 大學的 Richard J. Finno 教授帶來「Use of Remote, Real-Time Monitoring Data for Supported Excavations」，以實際案例介紹深開挖的即時監測發展現況，並簡介其中所採用的反算分析技巧；義大利 Bergamo 大學的 Alessandro Fassò 教授帶來「Statistical Methods for Monitoring Data Analysis」，探討在現地量測所獲得的大量資料中，如何利用統計方法來獲得最有價值的

資訊，以提高監測之成效；荷蘭 GeoDelft 研究院的 Ton Peters 先生帶來”Risk Driven Approach to Monitoring”，介紹在荷蘭行之有年的 GeoQ 系統，其引入風險管理的概念，發展風險驅動監測與土層調查工具，以對監測位置與監測密度作經濟而有效的管理。

二、與會心得

由此次國際研討會的專題演講與發表文章，可看出目前國外大地工程現地量測方面的關注重點，主要有新科技新概念的引入、資料詮釋方法的改進、實務經驗的交流、以及成本的降低與效率的提升等方面。由於新科技的演進，使得監測的時效、精確度與可信度大為提升，新概念的引入也使得監測的重點更明確並更有代表性；資料詮釋方法的改進，使得我們對於大量的監測資料能作更有效的判讀與掌握，而能從其中獲得最有用的資訊，除了作為性能檢驗之用外，更能提供決策者作為參考；藉由世界各地不同環境背景下的現地量測實務經驗分享，能夠記取教訓，避免重蹈覆轍，並可作為創新發展的利基；而對於成本降低與效率提升所下的工夫，不僅讓維護單位或業主更願意投入資金對工程設施進行現地監測，避免災難與失敗的發生，更能讓現地量測技術發展投入的門檻更低，成為一個更蓬勃的領域。由與會者與參展廠商的數目，可看出現地量測此一領域在世界各國均相當熱門，而本中心目前在現地量測方面研究發展之重點與各國關注者大致符合，且本中心具有完善之硬體設備及研究人力，未來除了保持現有的優勢外，也應持續創新研發，以創造卓越。

三、建議

本中心在現地量測方面主要的成就包括（但不僅限於）：橋樑先進監測技術的發展，如光纖及無線傳輸技術的應用；地盤微振動（包含微地震與環境振源如車輛等）的量測與分析；大地工程現地試驗技術的發展（重錘試驗、強迫振動試驗）；及地震前兆之觀測等。在這次研討會中，發現以上各項目也都是各國發展的重點，而且本中心的技術應具有世界級的水準，但這次僅發表這篇關於重錘試驗與高鐵引致地盤振動比較的文章。未來若有類似的機會，應支持鼓勵中心成員與會發表，推廣本中心的研究成果，並能與各國學者與業界進行深入交流，以增廣國際視野。此外，未來也應在現地量測技術發展方面持續投入資源，使其成為本中心的特色之一，除了提升研究水準之外，並能為國內工程界提供與世界各國接軌之先進量測技術服務。

專案副研究員 柯永彥

第六屆 NEES/E-Defense 合作計畫 討論會議

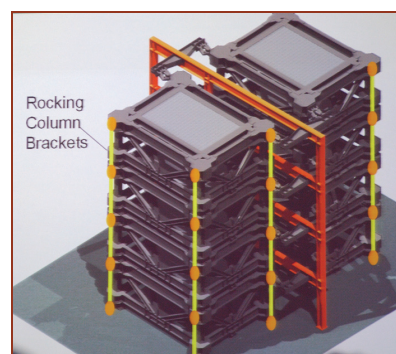
第六屆美國 Network for Earthquake Engineering Simulation (NEES)與日本 Hyogo Earthquake Engineering Research Center (E-Defense)合作計畫討論會議於 2007 年 9 月 27~29 日於日本兵庫耐震工學研究中心舉行。與會人員並於 9 月 27 日下午參觀於該中心進行的全尺寸四層樓鋼構架崩塌試驗。

會議主旨是美國 NEES 與日本 E-Defense 檢討合作計畫的執行成果與進度並討論未來的合作重點。故與會目的是藉由旁聽該會議，了解美日兩國的合作計畫內容與未來結構試驗的重點項目；另本中心有組隊參加預測此四層樓鋼構架受震反應的分析比賽(Blind Analysis Contest)，藉由參觀此次振動台試驗，了解分析的結構破壞模式是否正確，並參觀 E-Defense 的實驗室。

NEES/E-Defense Steel Projects 共包含四大課題(負責教授)：

1. Rocking Systems (Prof. Deierlein, Stanford University)
2. CBF Systems (Prof. Roder, University of Washington)
3. Base Isolation (Prof. Ryan, Utah State University)
4. Nonstructural Systems (Prof. Maragakis, University of Nevada)

為進行對 Rocking Systems 的研究，E-Defense 設計一多功能 testbed 如圖一所示。四層樓鋼構架振動台試驗結果為試體一樓柱頂與柱底產生塑鉸，形成破壞機制(如圖二所示)。因試體四周設有保護裝置，故試體最後傾斜倚靠於該保護裝置上。上述 NEES/E-Defense Steel Projects 的四大課題中，目前中心正與 Prof. Roder 合作進行 CBF Systems 的部分試驗；在中心完成 MATS 系統後，將可測試更多的 Base Isolation Devices；目前中心唯獨對 Rocking Systems 尚未近行相關研究，故可在相關已完成的 Self-Centering Systems 的研究成果上，評估進行對 Rocking Systems 研究的價值與必要性。



圖一 Testbed for Rocking Systems tests



圖二 四層樓鋼構架試體破壞機制

副研究員 林瑞良