2011 年十月

第五屆中國大陸全國大學生結構設計競賽

南京抗震行

指導教授：呂良正 教授、黃尹男 教授　參賽學生：柯俊宇、蔡孟桓、林宥任

代表台大以國際邀請隊伍身份參與中國大陸最大的結構設計競賽

對於中國大陸的土木系學生而言，這個比賽是最被各界重視也同時是全中國大陸前五大學術競賽之一，要擠進這個比賽，每個學校都會有激烈的校內競賽，各個隊伍皆必須通過層層篩選才能夠在秋高氣爽的十月天造訪位於南京的東南大學，參與這一年一度的盛事。對我們而言，雖然沒有層層篩選，只是三個要好朋友相邀參與，也是非常珍惜這難得的學習機會，並在競賽過程中表現出良好的團隊合作，只花了總時的三分之一就完成了結構模型的製作。

本屆中國大陸全國大學生結構設計競賽之賽題為“帶屋頂水箱的竹質多層房屋結構”，其特色為固定於結構頂部的水箱，在水箱中注水作為 TLD(Tuned Liquid Damper)以利減震。相較於台北 101 所使用的 TMD，TLD 在電腦模擬上更加困難。本團隊於設計階段使用 ETABS 進行結構分析，再使用 SketchUp 協助細部設計。結構設計皆基於主辦單位公佈之地震加速度歷時所製作之反應譜，力求在減小地震反應與結構強度上找尋最佳的平衡點。特別感謝呂良正教授與黃尹男教授的指導，以及楊晏瑜學長與楊楚賢學姊的大力幫忙。

重要日程

組成隊伍
2011 年 9 月 1 日

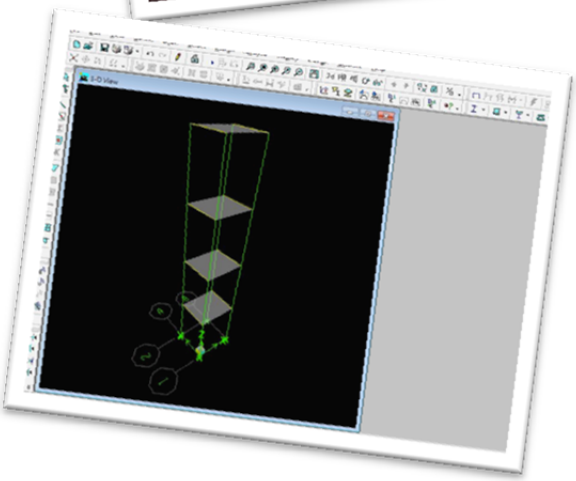
組成隊伍後便在呂老師與黃老師及楚賢學姊的幫忙下立刻展開初步設計。

收到材料
2011 年 10 月 3 日

動手製作模型，找尋最好的施工方式並試驗結構破壞模式及共振頻率。

前往南京
2011 年 10 月 19 日

賽前一天搭乘直飛班機前往南京，到達後便受到東南大學同學熱情接待。



賽前準備工作

由於材料抵達台灣時距離比賽日期也僅剩下約兩週。所剩時間不多，大家的課和家教又都錯開，只好約在家教後的時間，共同度過好幾個凌晨三點鐘才得以完成兩個模型並徹底試驗。

第一次的小組會議

開在蔡孟桓家，在一陣無意義的閒聊之後討論出幾個重要的結果，包括比賽模型規則、ETABS 建出一個極簡單的模型。但由於無法得知材料的性質，憑空想像討論其實效率極低。最後只好草草估出材料用量，趕緊寄信請友好的同濟大學幫忙採購材料。同時也開始了漫長的等待...

另一方面，

我們也同時找尋各種不同的 TLD 模擬方法，閱讀了數篇論文，嘗試各種方法。但紙上談兵也僅止於紙上談兵，沒有真的做出來，即使電腦告訴你這個設計實在是完美得恰到好處也都只是枉然。

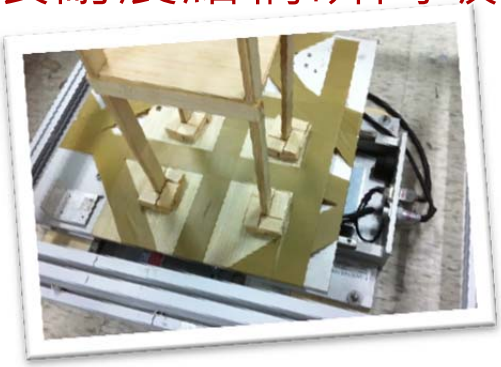
經過漫長等待，

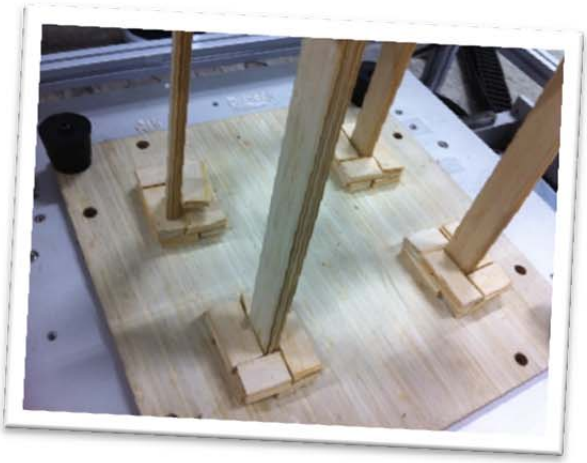
媳婦熬成婆，搶手的材料（整個中國大陸的土木系都在搶）終於送到台灣。比賽規定使用竹皮，沒錯，就是一張一張的竹皮。台灣實在買不到，只好委託友好的同濟大學代購，感激不盡。拿到材料後就立刻約了時間開始模型的製作，更漫長的路才剛剛開始...

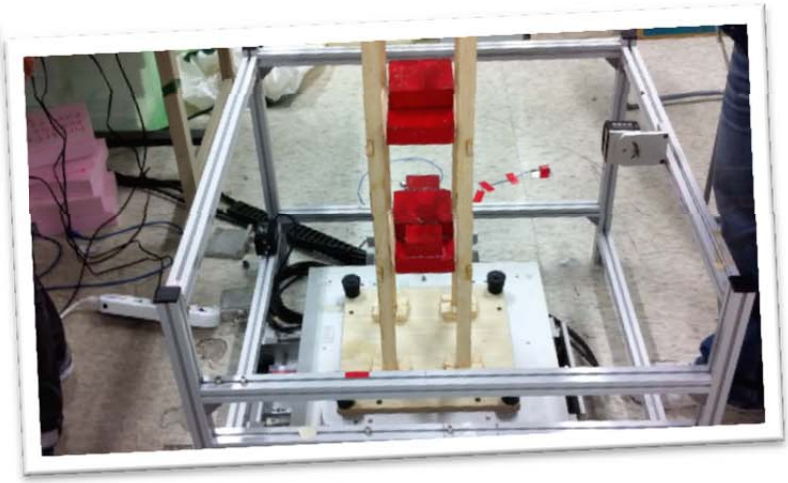
一號模型的製作過程中

頻頻遇到困難，例如網拍買的大陸製 502 膠水並不黏，且每一瓶的容量都很少，平均黏完一片竹片就要再開一罐，再加上我們三人塗膠水方式都沒有一致，花了一整天才把一根柱黏完。然而在台灣買的長春三秒膠則是黏性極佳，也因此平均 10 分鐘可以聽到一次慘叫（手指被黏在模型上），在不斷地遇到困難以及陶喆歌聲的薰陶之後，我們終於將一號模型完成，時間為 10/10 1:00AM。完成後我們的士氣大振，組合完成的模型變得非常的堅固，尤其是基腳，簡直堅不可摧，我們那時認為這應該就是我們最佳的模型組合了。

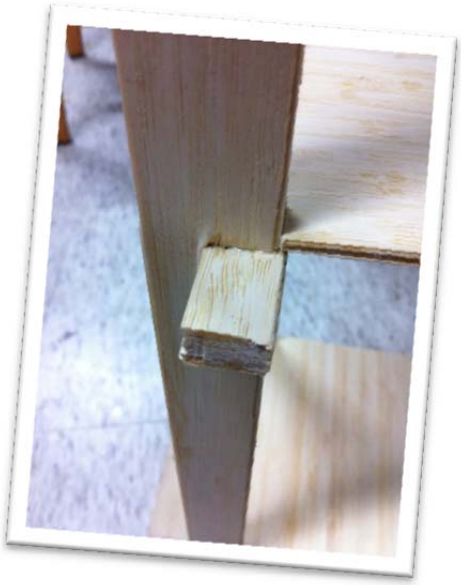
有什麼方法可以將精美的竹製耐震結構瞬間破壞？







第二號模型



有了第一次模型的經驗之後，

第二號模型的製成就有效率多了，分工的方式也逐漸形成，第二號模型只花了三個晚上的時間就完成了！由模型的外觀也可以明顯地看出第二號模型雕工之精細，完成後的週期果然比一號模型大了許多，也因為如此才更能避開反應譜峰值承受如此強烈的地震。

在出發前往南京之前的幾天

可說是兵荒馬亂，我們對第二次做完模型之後剩餘的材料又做了一次撓度實驗，這次的誤差沒有比第一次做實驗時的誤差來的大，但也是差了將近 2 倍，我們認為有可能是因為撓度實驗只適用於較小的應變，且複合的材料誤差可能就比較大。接下來對第二號模型的振動試驗中，我們完美地測試成功三級的地震，後來發現第一級的低頻震動才是我們最需要擔心的，撐過第一級之後反而模型比較能夠承受，當然之後我們為了觀察其破壞情形，我們又用了一次 sin 波形去搖壞它，這次破壞的地方是大梁在最大彎矩處斷裂，也就是說榫接處比較堅固，對我們來說已經足夠應付這次比賽了！

一切準備就緒

的時候已經是主任安排的機場接駁車停在樓下等了十分鐘以後，計算書的校稿花了我們不少時間。不管怎麼樣準備工作還是告了一段落，收拾好行囊和心情，在黃尹男教授的帶領之下，出征前往南京！

『比賽開始！』

其實我們在倒數兩三天時就有發現官方的振動台最大振幅僅有 8 mm，並且寄信去確認過。可能是半信半疑，也可能是不知道到底是怎樣濾波才可以剩下這麼小的振幅，而且也真的是來不及改了！我們並沒有把這件事認真地看待。到了比賽會場製做到了一半，友校的各組便開始投以驚奇的眼神。『那個棍子那麼粗是要打架嗎？』『太牛啦！』他們說。

比賽的一開始我們便加足了馬力，用早已熟悉的工法迅速施作。才在比賽第一天的晚上，我們的模型就只剩下一些細部尚未完成。隔天一大早起床，吃足了早餐，時間一到就奔往比賽會場將模型收尾。約莫一小時後我們便將完成的模型佇立於製作台上，瀟灑地從人群中大步邁出。

賽程一共三天，究竟在趕什麼？

事情是這樣的，我們到了南京才得知國際邀請隊伍不得進入名次排序。不知道究竟是為了保護大陸的學生，還是保護我們。由於最後才發現一直以來我們給的地震都太大了，一時要改也不知道從何改起。既然也不計分，改小了到時候垮了反而更加丟臉。不如就保留原設計，快快做完，還有美好的古都南京等著我們四處參訪。

中國四大古都之一 南京

南京第一站，
侵華日軍南京大屠殺遇難同胞紀念館

從歷史課本上讀到的史實終於可以在眼前呈現。死亡人數超過二十萬人，南京城遭受日軍殘忍迫害、屠殺、強姦等紀錄一一劃過眼前。我們因日軍的殘暴感到震驚，但紀念館的最後結語相當令人深省：「歷史可以原諒，但不可以遺忘」。經我詢問帶我們遊歷南京市的東南大學土木系學生，現在南京市的新一代已經放下了仇恨（畢竟他們也看日本動漫什麼的），日本人在這個世代的南京已經不會遭受太多的敵意，但是南京人仍沒有忘記這個事件，這是他們永遠烙印的歷史傳承。

遊歷富饒的江南風光。

結束沉重的大屠殺紀念館參訪，我們一改心情，前往秦淮河畔的路上人潮熙來攘往，並不下於繁華的台北市。他們的「地鐵」和台北市的捷運幾乎一模一樣，從塑膠硬幣票卡到閘門、車廂等都有八成相似，而且並不髒亂。這超乎了我們的想像，在台北自豪的高科技，在南京這個古色古香的大都市中心也見到了。

南京夫子廟

經歷人擠人的南京地鐵抵達秦淮河，眼球立刻被夜色中的樓船所吸引，大型的城牆矗立在河畔、現代的畫舫在河上閃爍著七彩的霓虹，小販在河邊擺起了拍紀念照的攤，讓遊客紀錄這古今交錯的美麗。巍巍的聳立在岸旁的是南京夫子廟的牌樓，放眼望去盡是販賣檀木梳及刻畫著江南風光的鏡子等古玩，南京特產「雨花石」更是俯拾可得（雖然都是假的）。在這我感受到的江南風光又與蘇杭一帶大異其趣，南京除了美好的山水之外，六朝古都的歷史文化增添了不少獨有的風情。

走了整天的路，

晚上呂主任以及在南京任教的營管組學姊林藝馨教授帶我們去享受腳底按摩。聽到這消息我們當然歡喜雀躍！我們三人在台灣都沒有什麼按摩的經驗，再加上比賽官方提供的鋸子是做模型用的小鋸子，拿來鋸我們的柱還必須嚴格控制移動方向，若不小心卡住，鋸子便會挫屈壞掉，搞得我們肩膀痠痛。果不其然，藝馨學姊推薦的腳底按摩與肩頸按摩著實讓我們放鬆了不少！

中山陵

在我們慶祝建國百年的同時，中國大陸也正熱烈地慶祝辛亥百年。孫中山先生不僅僅是我們的國父，在中國大陸，他也是偉大的國父。當天天氣非常好，如果天氣再涼一點可能會更適合造訪中山陵。中山陵的階梯一共究竟有幾階不知道，我們只知道回到飯店後感覺腿都不是自己的了！

與澳門大學同學歡唱 KTV

真的是因緣際會。剛好我們的隨隊人員與澳門大學的隨隊人員是室友，又剛好大家都很喜歡唱歌，便在比賽結束後的晚上相約唱 KTV 一同慶祝。讓我們大吃一驚的是他們 KTV 設備中流暢且美觀的觸控介面和完整的台灣歌曲，完全不遜色於台灣！也就因為這麼難得的一個機會，我們才有幸發覺原來黃尹男老師唱歌這麼好聽，震懾住在場的每位，真不愧是唱過歌仔戲的戲班子！而我們的松鼠老師林宥任也毫不吝嗇地秀了一段帥氣的舞步。

同為國際邀請隊伍

的日本名城大學，美國田納西大學，以及澳門大學隊伍好不容易在最後一天的晚宴時有機會能夠齊聚一堂好好聊一聊，才知道原來大家都搞不太清楚許多比賽的細節，但也一致認為這次的比賽辦得相當的好，也學習到了許多知識並交到許多朋友。

與日本同學

聊天也是挺難忘的經驗。想必各國工學院的學生英文程度頂尖的還是算少數，但這次深刻體會到日本人講英文其實還是在講日文的這件事，多半時間都在雞同鴨講，非常有趣。最後互相留了電子郵件信箱，各自回國後再繼續用 Email 互相切磋英文。

與美國同學

聊天相較起來就輕鬆多了，黃老師和他們聊天好像在和老鄉聊天一樣，看來美國真的有許多好玩地方值得一去。照片中的那位女生其實已經是兩個孩子的媽了！兩個非常可愛的小孩，真可惜沒有把她小孩的照片拍下來。我們都非常敬佩她那顆好學的心。

南京抗震行

2011 年 10 月

雖然沒有計入排名