

如何設計水塔模型

組員：

許峻愷 B11205007

陳致廷 B11205011

詹侑達 B11205014

賴楷鈞 B11205016

施丞陽 B11205029

胡立璿 B11205034

王又霆 B11205040

張博荏 B11205042

林志翰 B11205120

郭秉宸 B11205144

目錄

一、設計理念	3
二、成果展示	4
三、附載試驗:承受載重、質量塊擺放位置	4
四、力的傳遞方式	5
五、模型分析	6
1. 模型分析圖	6
2. 分析結果:	10
3. 模型分析總結	11
六、製作模型過程	12
1. 討論並進行初步設計(如圖 21)	12
2. 在底板上繪製柱樑位置以及在各木條上繪製所需長度的裁切線(如圖 22)	12
3. 對底板柱位置進行鑽孔並插上柱用熱溶膠固定(如圖 23)	13
4. 將木條進行裁切(如圖 24)	13
5. 利用熱融膠黏上木條並用繩結固定(如圖 25)	14
6. 利用 PISA3D 進行數據模擬(如圖 26)	14
7. 對模擬後不穩處進行加固設計(如圖 27)	15
8. 完成最終模型(如圖 28)	15
七、預期結果	16
八、實際表現是否與預期一致	16
九、結論	16

一、設計理念

因為我們要設計的是水塔，載重塊必須放在最高層，其他層不能放置載重塊，因此我們的載重平台只搭建在頂層，而除了載重平台外設計高度為 50 公分則是因為最低限制高度的緣故，而我們想著高度越低，不但結構會比較穩還能夠節省材料。

我們設計了 4 層樓，每層高度差不多為 12.5 公分，底板範圍為 20 乘以 20 公分，每邊有三根柱子做支撐，一邊的空隙分為兩個 10 公分(如圖 1)，會設計四層樓是因為當斜撐的傾斜角度為 45 度時，所支撐的水平以及垂直力是一樣的，但如果設置為五層，材料就會消耗過多，才選擇折衷，不但節省了材料，斜撐角度也不會跟 45 度相差太多，讓支撐的水平和垂直力差距太大。

我們將每邊設計為 3 跟柱子總共 8 根柱子支撐起載重平台，每根柱子由兩根木頭組成，而兩根木頭合在一起後的擺放方向則是震動方向，以抵擋剪力，而每個主要結構都會用繩子加固，以防在震動時熱融膠黏性不夠造成損毀。

平台方面則是最頂層 5 根平行震動方向的木頭黏在頂層的梁上，以及六根垂直於震動方向的木頭黏在梁的下方(如圖 2)，縮小縫隙的同時，增強載重平台的強度，再將木頭黏在每根垂直震動方向的平台支撐架上方，把木頭疊在一起，使載重平台的整體高度一致，四周建起圍欄以防載重塊在搖動過程中掉出水塔，最後用紙將三塊疊在一起的垂直震動方向木頭包起來，使其何為一體，以防震動時，熱融膠無法抵擋震動，導致載重塊將木頭震的脫離主結構。



圖 1



圖 2

二、成果展示



圖 3 上視圖



圖 4 正視圖

三、附載試驗:承受載重、質量塊擺放位置

對於本次試驗的質量塊擺放位置，我們希望能讓每一根梁、柱及斜撐都發揮到最好的支撐效果，同時也能盡可能的節省空間，將結構物的高度盡可能壓低，以此減少震動時受到的鐘擺效應。

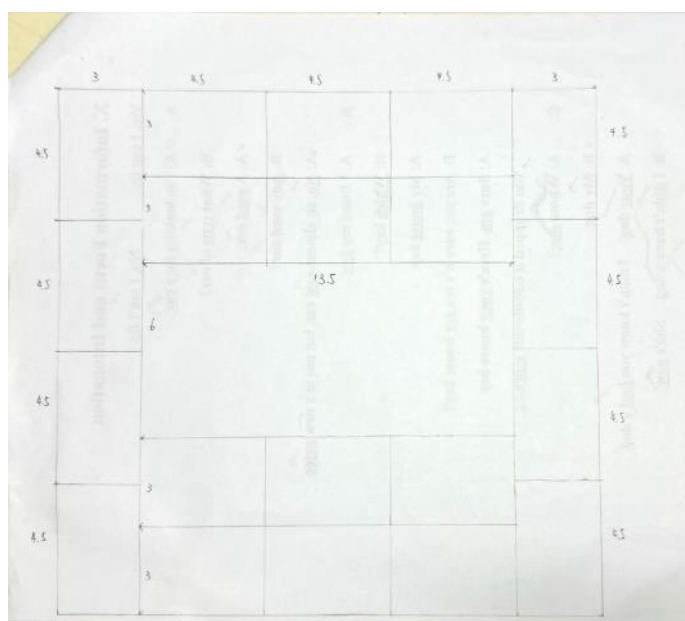


圖 5 質量塊擺放圖

四、力的傳遞方式

這個設計最重要的關鍵就是斜撐，我們的斜撐就類似阻尼器效果，主要功用是消能，地震力是從地面上傳遞，所以斜撐應該要從1樓開始安裝，而我們是每一層都有安裝，這樣力就可以透過斜撐均勻的分佈到每根大樑、柱上；而且在安裝此裝置時位置必須是連續的，從上到下要在同一位置，若安裝位置不對稱，則會產生力矩，造成破壞。

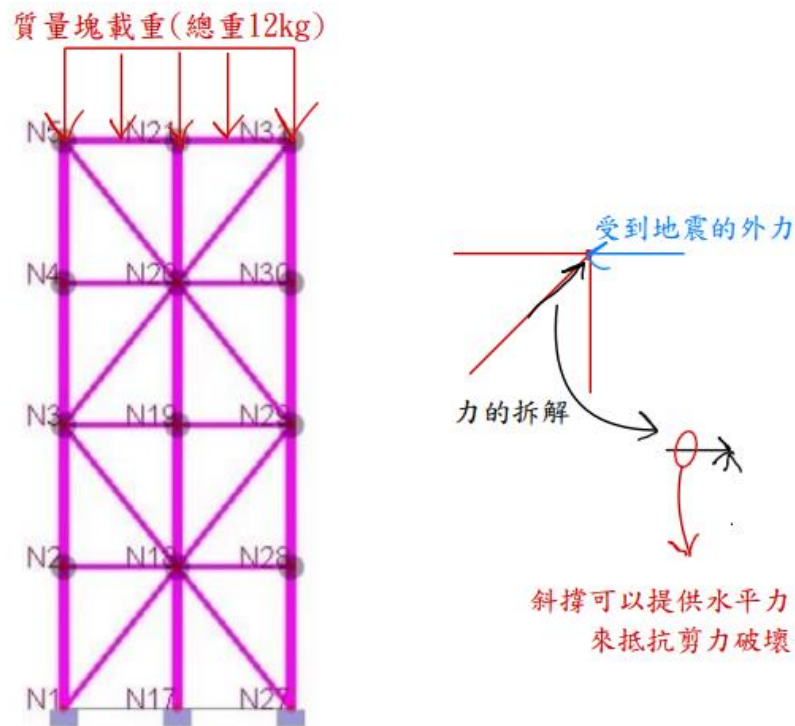


圖 6 力的傳遞方式示意圖

五、模型分析

1. 模型分析圖

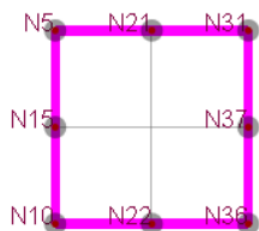


圖 7 模型上視圖

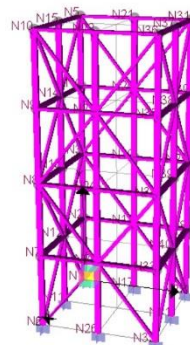


圖 8 模型立體圖

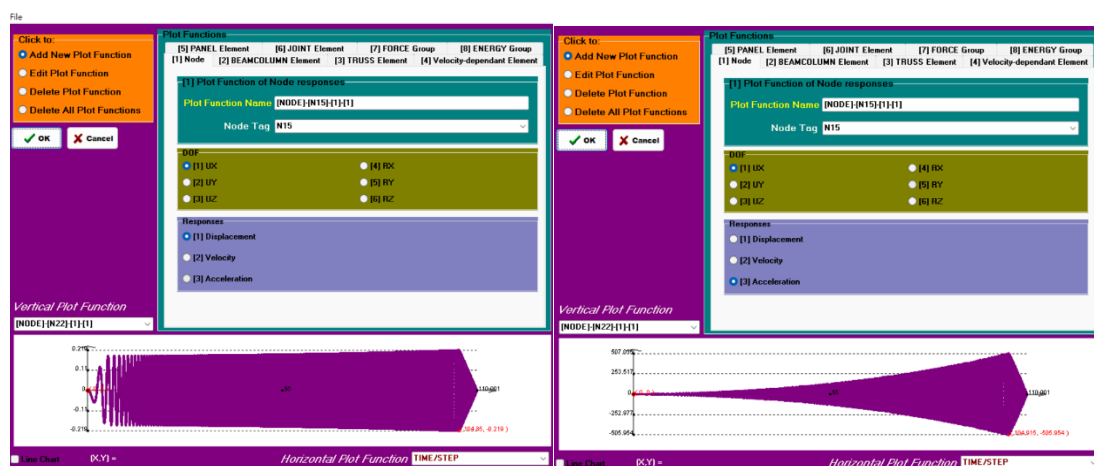


圖 9 250gal-N15 位移(左)和加速度(右)分析圖

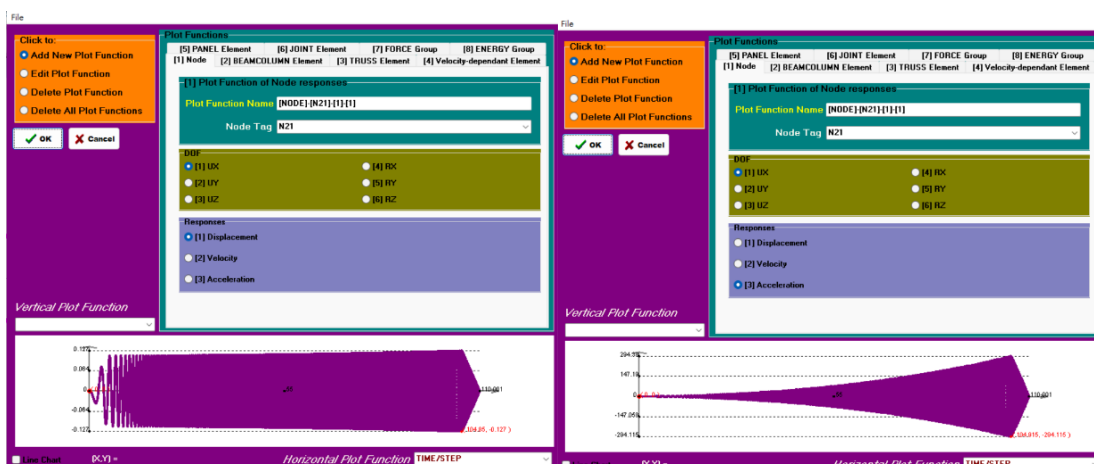


圖 10 250gal-N21 位移(左)和加速度(右)分析圖



圖 11 400gal-N15 位移(左)和加速度(右)分析圖

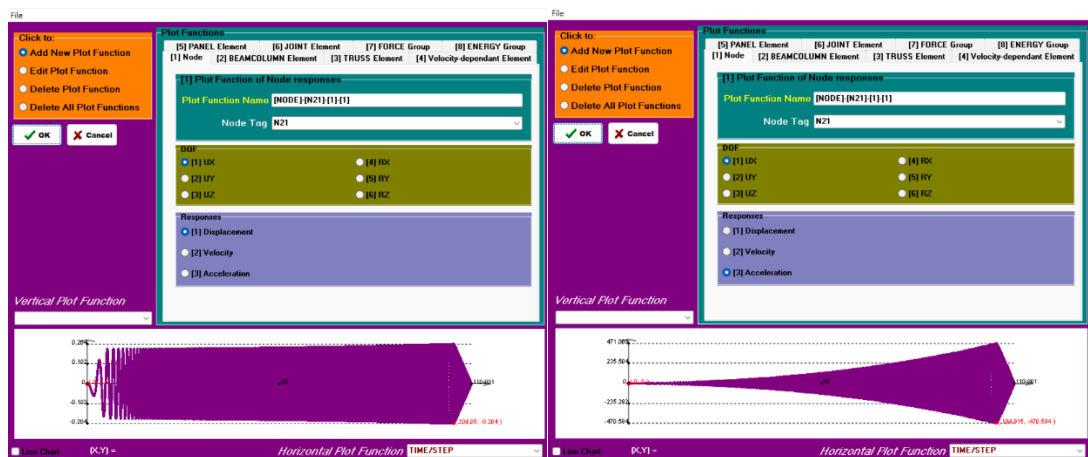


圖 12 400gal-N21 位移(左)和加速度(右)分析圖

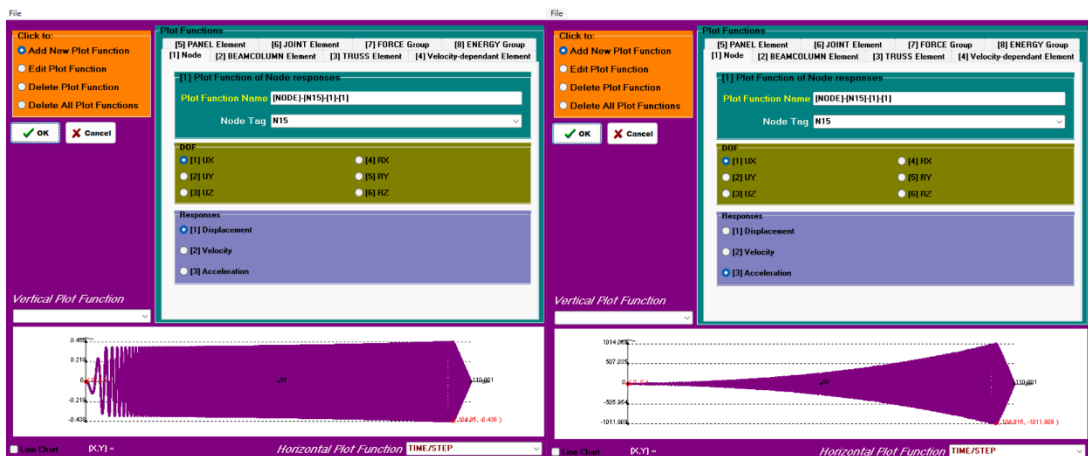


圖 13 500gal-N15 位移(左)和加速度(右)分析圖

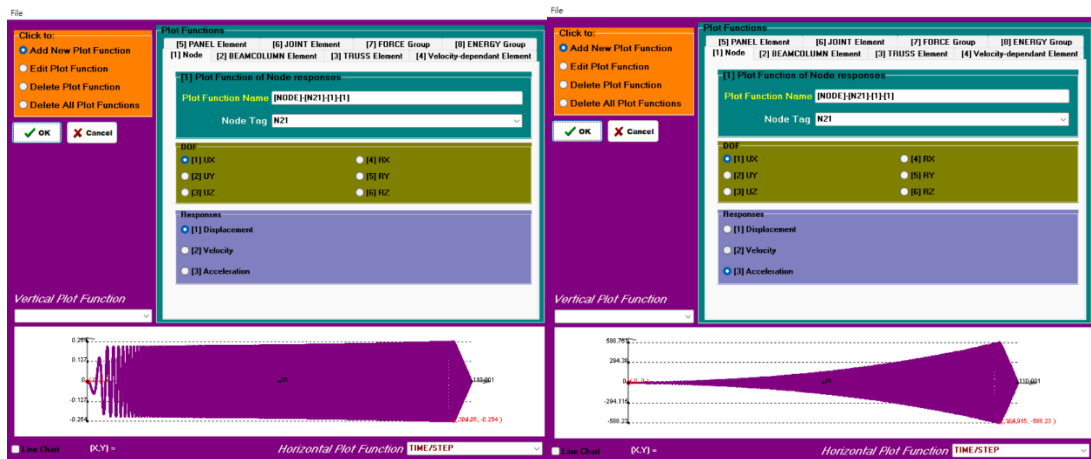


圖 14 500gal-N21 位移(左)和加速度(右)分析圖



圖 15 600gal-N15 位移(左)和加速度(右)分析圖

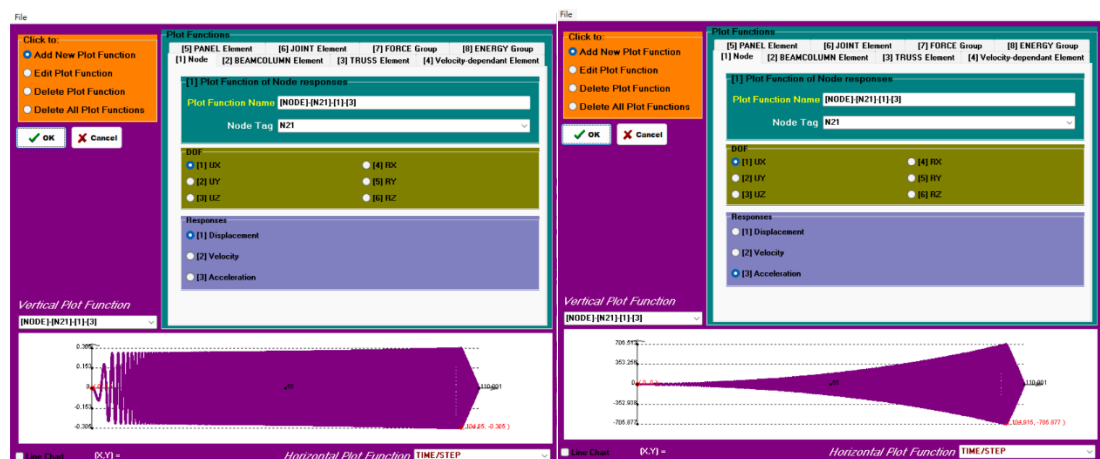


圖 16 600gal-N21 位移(左)和加速度(右)分析圖



圖 17 700gal-N15 位移(左)和加速度(右)分析圖



圖 18 700gal-N21 位移(左)和加速度(右)分析圖

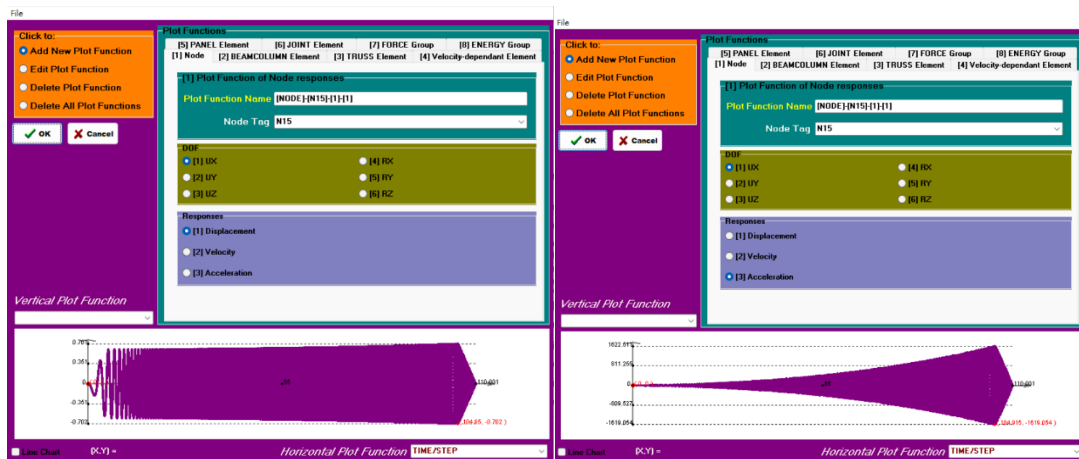


圖 19 800gal-N15 位移(左)和加速度(右)分析圖

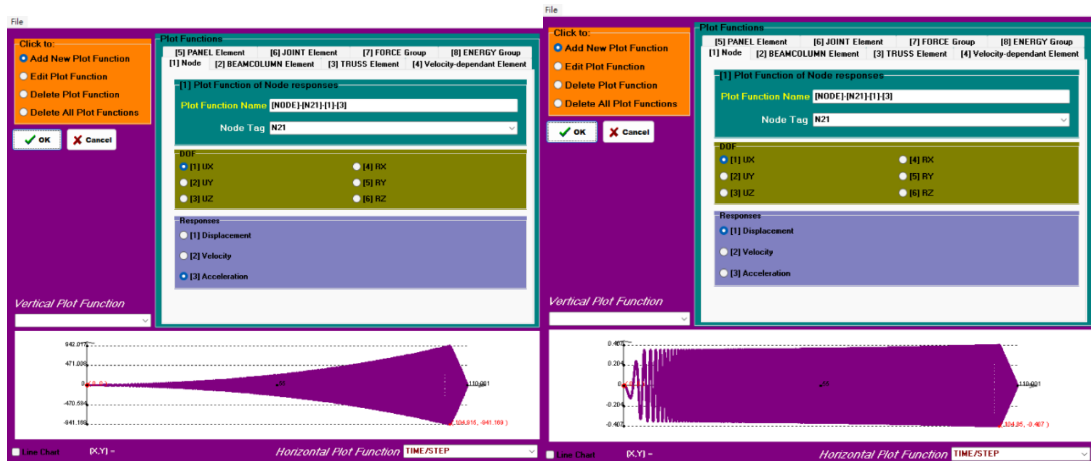
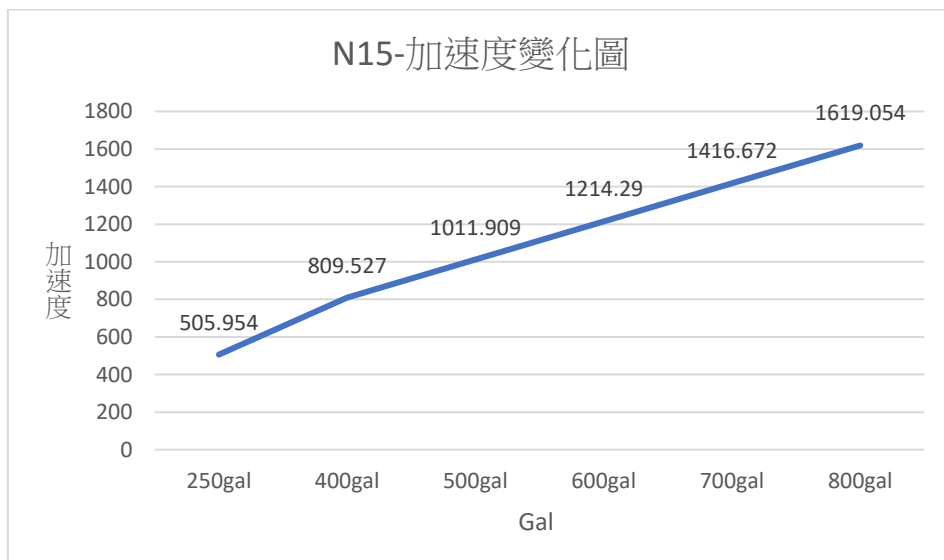
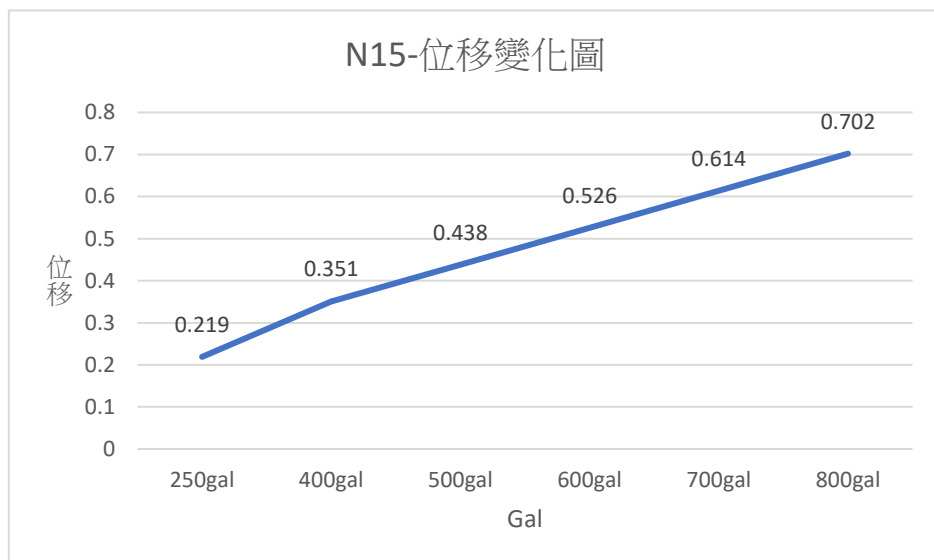


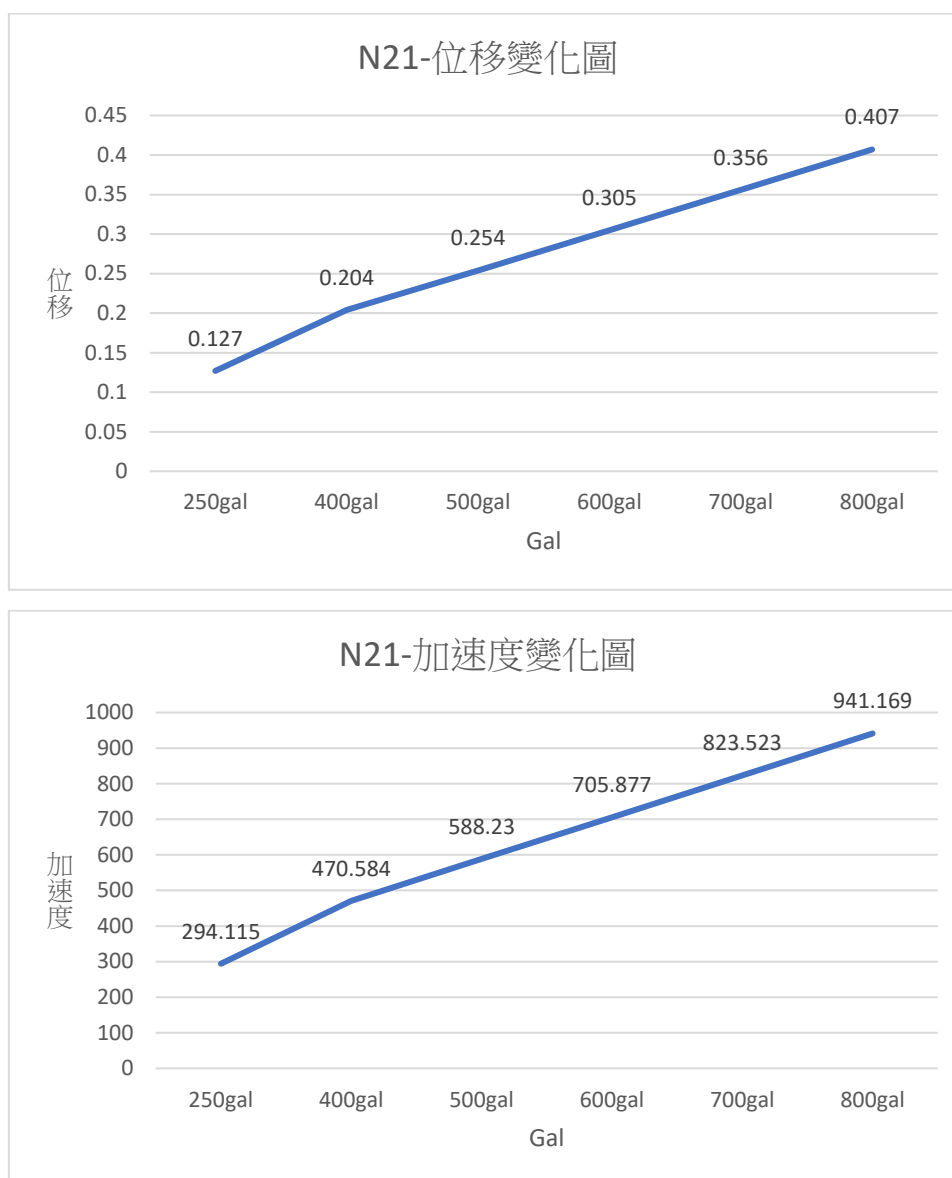
圖 20 800gal-N21 位移(左)和加速度(右)分析圖

2. 分析結果：

N15、N37 為變化最大點，因分析結果相同，故以 N15 為例



N21、N22 為搖動方向平行的點，因分析結果相同，故以 N21 為例



3. 模型分析總結

不管在 N15 或 N21 的位移、加速度變化圖都能發現，模型在 250-400gal 時，會有最大的位移、加速度差距，因此我們判斷模型和振動台的共振效應會發生在 250-400gal 之間。

六、製作模型過程

1. 討論並進行初步設計(如圖 21)

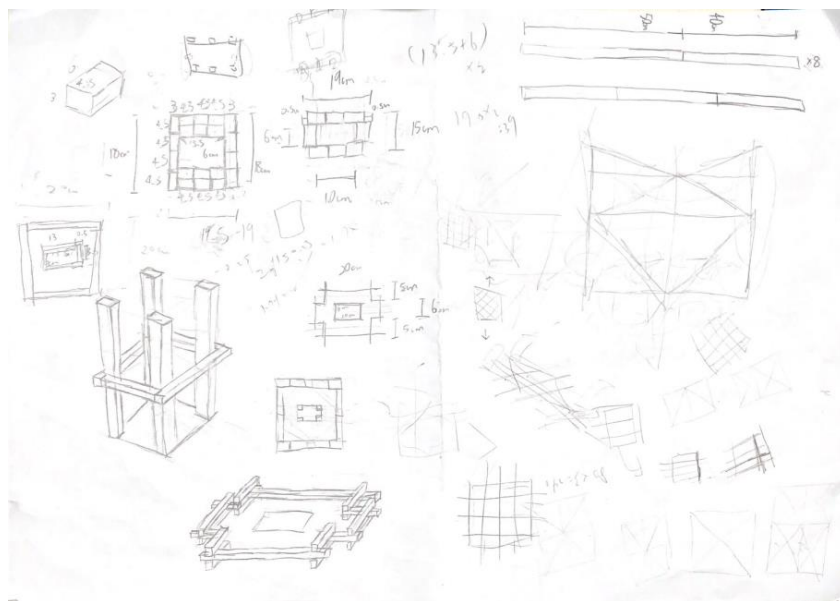


圖 21

2. 在底板上繪製柱、樑位置以及在各木條上繪製所需長度的裁切線(如圖 22)



圖 22

3. 對底板柱位置進行鑽孔並插上柱用熱溶膠固定(如圖 23)



圖 23

4. 將木條進行裁切(如圖 24)



圖 24

5. 利用熱融膠黏上木條並用繩結固定(如圖 25)



圖 25

6. 利用 PISA3D 進行數據模擬(如圖 26)

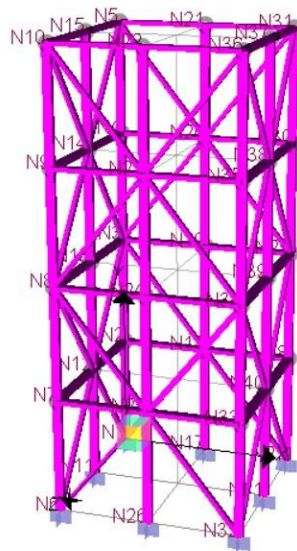


圖 26

7. 對模擬後不穩處進行加固設計(如圖 27)



圖 27

8. 完成最終模型(如圖 28)



圖 28

七、預期結果

透過 PISA 3D 分析，因為 N15 和 N21 的位移變化量斜率在 250gal-400gal 最大，也就是共振最明顯的時間點，而我們認為模型應該可以順利撐過此階段，主要是 PISA 3D 只能模擬大概再加上我們是模擬沒有平台穩固質量塊的情況下，所以我們覺得不會那麼早就結束，倒塌的時間點預估應該是在 600gal，由於共振完我們的結構整體會變比較不穩，基本上就差不多要破壞了，此外也可以從模擬搖晃的情況，觀察出在 N15 和 N37 兩個點，不管在哪個震度下，這兩個點的擺動都比其他六點還大，所以倒塌了話，應該會先從這兩點開始發生。

八、實際表現是否與預期一致

因繳交作業時間還沒進行震動試驗的原因，故無法知曉實際表現如何，導致無法判斷實際是否與預期一致。

九、結論

從最一開始的設計水塔我們設計了四層樓，在柱子與樑中間加入了斜撐，平台則是用 5 根木條黏在頂層的樑上，我們希望我們設計的每根樑、柱、斜撐都能發揮作用，也盡可能的降低我們的材料。而因為作業的繳交時間我們沒辦法知道實際上與我們模擬的搖動結果是否相同，我們現在只能透過模型分析來了解模型的韌性、剛性以及在多少 gal 的時候模型會有最大位移。