

營建工程初階設計與實作小組報告

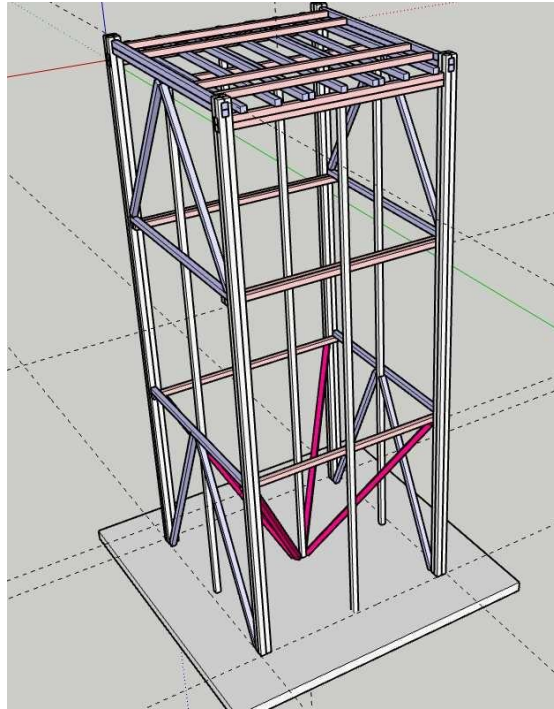
報告主題:如何設計水塔模型

組別:第四組

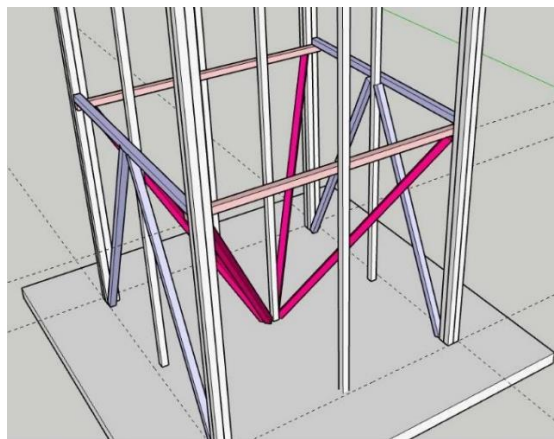
組員:葉定柏、陳啓恩、鄭適安、王柏鈞、陳威鴻、
張庭碩、莊正偉、游景堯、張景淳、林承駿

一、設計理念

當水塔面臨地震力，本小組認為水塔會受到較大的扭矩，因此模型以抗扭矩的結構進行設計，於水塔下方製作如圖(二)之四支紅色桿件，當震動臺搖晃模型，以四支紅色桿件連接的柱子將互相制衡，提供橫向剛度，減少模型在模擬地震力作用下產生的橫向位移與變形，並且具備剪力牆的作用，將橫向力更好的傳遞到地基。



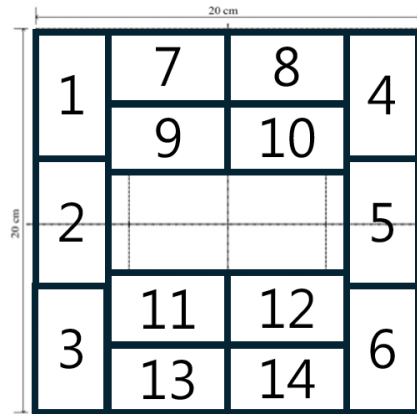
圖一、本小組使用 SKETCHUP 設計模型



圖二、四支紅色桿件

二、 負載試驗

本小組認為模型主要承受木條的自重以及質量塊質量，經過模擬擺放質量塊與討論，本小組決定宣告擺放 14 塊質量塊，擺放方式如圖(三)。



圖三、14 塊質量塊擺放方式

三、 力的傳遞方式

依專題競賽規則得知本次震動臺地震力模擬為單向正弦波變頻運動，因此本小組模型之結構以承受單向力進行設計，並預期模型受到模擬地震力開始搖晃後，力的傳遞將從模型地基傳遞至結構上方，因此於模型下部製作對向斜撐如圖(四)，進而減少水塔下部結構的變形與位移，增加整體結構的穩定性，使力順利地由下方傳遞至上方。

至於承受質量塊質量，本小組運用並聯的想法，計算出位於四個角落的柱子承受垂直方向的力將會是其他小柱的四倍，並且位於四個角落的柱子，斷面積正好是其他小柱的四倍。



圖四、本小組實體參賽模型

四、 模型分析

本小組使用 PISA3D 動態模擬進行分析，得知模型之自然週期、載重位移以及加速度。結構上擺放的質點質量包括木條的自重與質量塊的質量，各質點承受多少質量的計算，運用課堂學習之 0.5 樑、0.5 柱的觀念得出；質量塊質量如何分布於質點則是應用材料力學的軸力並聯概念，計算出力分配在最上層每個節點的力量。本小組決定宣告擺放 14 塊質量塊，因此質量塊質量為 14 塊*635 公克，總共 8890 公克，然而，木條的自重與質量塊相比非常小，導致木條自重對模型產生的影響非常微小。

五、 預期結果

本小組預期模型能夠通過 400gal 的地震力，藉由增加結構的剛度，使模型更晚與地震力達成共振條件，因此模型在共振前都不會倒，達到參賽基本標準。並且以較少的材料實現較高的剛度，提升模型的性價比，使本小組最終的參賽排名愈前，考慮結構穩定性以及結構總高度，本小組決定宣告擺放 14 塊質量塊。

六、 實際表現

將本小組動態模擬分析之加速度與位移數據與助教的數據相較，則可得知本小組之預期結果是否與實際表現相符。