

【2021 全國科學探究競賽-這樣教我就懂】

國中組 成果報告表單

題目名稱：液態阻尼裝置對建築防震之探討及研究
一、摘要： <p>本研究透過水瓶模擬液態阻尼器，討論水量、數量的多寡、擺放位置與非牛頓流體如何影響減震效果。透過實驗，發現 30 毫升的水效果最佳，但非水量越多，減震效果就越好。另外，5 個 40 毫升水瓶減震效果較佳，但 4 個對減震效果有負面影響。當水量相同時，1 個瓶子所提供的阻尼效果會比 4 個瓶子提供的更好，可知水量不變而水瓶數量增加時，在地震時對大樓會產生較負面的影響。當放置水瓶的位置在 1 樓時，對大樓的減震效果影響最負面；但在 3 樓時影響卻最正面。30 毫升的非牛頓流體對建築物防震的影響大於 30 毫升的水，對大樓減震效果較正面。</p>
二、探究題目與動機 <p>台灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊的交接處，因此由這兩個板塊擠壓而產生的地震相當頻繁。當我們查詢地震的相關資料時，看到了液態阻尼裝置，覺得其運行機制十分的有趣，因此我們便想研究液態阻尼裝置對於防震效果的影響。</p>
三、探究目的與假設 <p>(一) 研究目的 本研究透過水瓶模擬液態阻尼裝置，探討水量、數量的多寡、擺放位置與非牛頓流體的有無是否對建築物反應出較正面的影響，並找出對各種建築物最好的情況。</p> <p>(二) 研究假設</p> <ol style="list-style-type: none">1、假設水量越多對震度影響越正面。2、假定放置樓層越高對會讓震度減少。3、推想非牛頓流體所減緩的震度較多。
四、探究方法與驗證步驟 <p>(一) 原理探究 液態阻尼裝置：於一套筒中置一活塞與桿，並內填充黏滯性流體。於活塞上具有孔隙，允許填充液在活塞左右兩側間流動。拉、壓活塞桿時迫使填充液以極高速流過孔隙，因而造成活塞兩側的壓力差。</p> <p>(二) 實驗設計</p> <ol style="list-style-type: none">1、水量對震度的影響<ol style="list-style-type: none">(1) 將一個水瓶裝 10 毫升的水放置到房子第 2 層，手機放置到第 3 層。(2) 將震動平台拉到固定位置，接著手放開。(3) 紀錄實驗數據。(4) 重複步驟 1~3 共十次。

(5) 依序將瓶中的水改為 20、30、40、50 毫升，並重複步驟 1~4。

(6) 整理測量數據。

2、不同樓層對震度的影響

(1) 將 1 個水瓶裝 40 毫升的水放置到房子第 1 層，手機放置到第 3 層。

(2) 將震動平台拉到固定位置，接著手放開。

(3) 紀錄實驗數據。

(4) 重複步驟 1~3 共十次。

(5) 將水瓶數量改為 2、3 層，並重複步驟 1~4。

(6) 整理測量數據。

3、非牛頓流體對震度的影響

(1) 在瓶中 30 毫升水與 45 公克太白粉，調製出 1:1.5 的非牛頓流體。

(2) 將非牛頓流體倒入瓶中，放置到房子第 1 層，手機放置到第 3 層。

(3) 將震動平台拉到固定位置，接著手放開。

(4) 紀錄實驗數據。

(5) 重複步驟 3~5 共十次。

(6) 整理測量數據。

(三) 實驗器具



圖一、建築物。



圖二、震動平台。



圖三、水瓶。

(四) 實驗結果

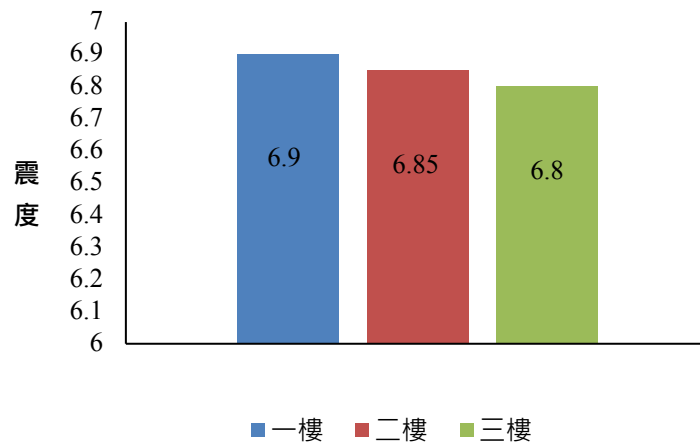
1、實驗一：水量對震度的影響

次數 容量	一次	二次	三次	四次	五次	六次	七次	八次	九次	十次	平均
0 毫升	7	7.5	6.8	7.4	6.9	7.3	7.2	7.4	7.1	6.9	7.15
10 毫升	6.9	7.3	6.7	7.3	7.3	6.9	6.5	6.9	6.8	6.5	6.91
20 毫升	7	7.2	6.9	7.3	6.6	7.3	7.3	6.9	7.5	7	7.10
30 毫升	6.7	7	6.7	7	6.7	7.1	7.2	7.1	6.5	6.5	6.85
40 毫升	7.3	6.8	7.1	6.8	6.8	6.5	6.8	7	6.9	7	6.90
50 毫升	6.8	6.9	7	7.1	7.3	7.1	7	7.1	7.2	7.2	7.09

(單位：芮氏)

由上述圖表可知，當液態阻尼裝置的水量達到 30 毫升時，對大樓震度的影響下降最多；當液態阻尼裝置的水量為 10 毫升時，對大樓震度的影響不降反增。因此可得出：當水量越多，對大樓震度的影響不一定會越好。當過了最佳毫升數，對大樓震度會造成負面影響。進一步討論及分析後我們認為，當液態阻尼裝置的水量增多，大樓整體重量會越重，所需的防震力度也越大，但當液態阻尼的重量大於可提供的防震力度時，對大樓震度的影響則造成負面的影響；當重量小於可提供的防震力度時，對大樓震度的影響便造成正面的影響。

2、實驗二：樓層對震度的影響

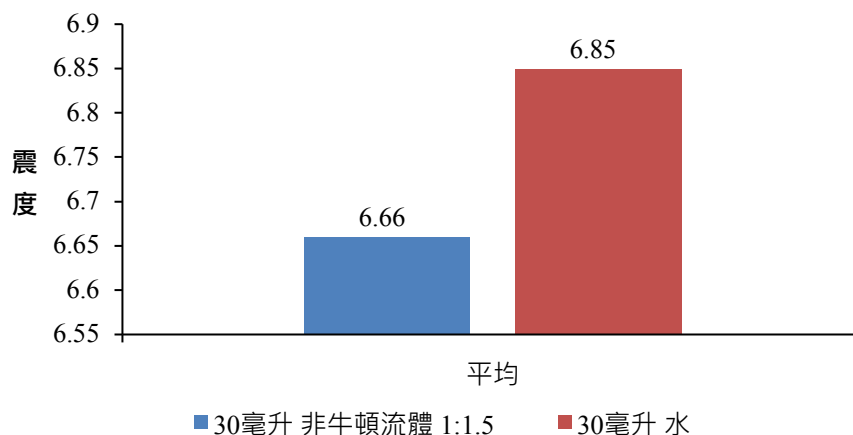


圖四、液態阻尼裝置的樓層位置對大樓震度的影響長條圖。

由圖四中可知，當液態阻尼裝置的樓層位置在 1 樓時，對大樓震度的影響為增加且最大；當液態阻尼裝置的樓層位置在 3 樓時，對大樓震度的影響為減少且最小。因此由上圖可得知，當液態阻尼裝置擺放的位置越高，對大樓震度的影響會越好。

當大樓有晃動時，上層搖晃幅度會較大，而液態阻尼裝置的擺放位置越靠上，可減緩的震度越多，對大樓震度的影響便造成正面的影響。

3、實驗三：非牛頓流體對震度的影響



圖五、非牛頓流體對大樓震度的影響長條圖。

非牛頓流體是靠黏滯性和剪力，因此當非牛頓流體受到刺激時，體內的粒子會聚集成整齊的樣子，呈現固體狀態。反之當緩慢施力或是不使用任何力氣時，粒子將會分散，呈現液體狀。由圖五中可知，30 毫升與 45 公克的太白粉可調製出非牛頓流體。而 30 毫升的非牛頓流體對建築物防震的影響大於 30 毫升的水，因此由上圖可知，由於非牛頓流體是黏稠狀的，於是當大樓在晃動時，瓶內非牛頓流體的速率會比在瓶內搖晃的液態水還要慢，讓防震效果較液態水好。

五、結論與生活應用

在做完整個實驗後，可得知水量的多寡、擺放位置與非牛頓流體對防震效果會有不同的影響。其中 30 毫升的水防震效果最佳，若水瓶內的水量越多反而會導致震度變大，因此並非越多越好；而大樓整體的重量越重，所需的防震力度越大，當液態阻尼裝置的重量小於可提供的防震力度，對大樓震度可造成正面影響。擺放位置越高防震效果越好，由於當大樓有晃動時，上層搖晃幅度會較大，而液態阻尼裝置的擺放位置越接近上層，可減緩的震度越多。最後，30 毫升的非牛頓流體對建築物防震的影響優於 30 毫升的水，因為非牛頓流體黏滯性較強所以搖晃速率較慢，因此震度較小。

參考資料

- 一、楊啟令、劉仕衡、陳毅庭。游泳池可以減震耶！—流體阻尼的研究。中華民國第 57 屆中小學科學展覽會。新北市私立裕德實驗高級中學。
file:///C:/Users/jacky/Downloads/13609_nphssf2017-030506.pdf
- 二、王子誥。水塔超人震得住 - 液體阻尼器的防震研究。中華民國第 56 屆中小學科學展覽會。彰化縣彰化市民生國民小學。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/56/pdf/080109.pdf>
- 三、陳彥辰。Experimental Study on Pendulum and Self-designed Multi-layer-tank Water Damper for Mitigation of Structural Response。2015 年臺灣國際科學展覽會。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-2/2015/pdf/160017.pdf>