

中華民國第 64 屆中小學科學展覽會 作品說明書

國小組 地球科學科

第一名

080504

「震」面對決—探討對一般房屋最有效的防震方式

學校名稱：桃園市平鎮區義興國民小學

作者： 小六 張華珉 小六 吳秉軒 小六 何謙里 小六 陳暄伶 小六 顏羽祈 小六 蘇彥旭	指導老師： 黃凱鈺 邱仲遠
---	-----------------------------

關鍵詞：地震、防震、減震

得獎感言

「震」撼人心-科展回憶錄

依稀記得一年前，我們準備參加科展時，大家對這次的比賽並沒有抱著多大的熱忱與積極，畢竟無論構思也好、實作也好，亦不是容易的工作。那年剛好接近資優班獨立研究最繁忙的時節，大家仔細評估現在與未來的進度，無庸置疑，到時候的所有人一定是熱鍋上的螞蟻，焦頭爛額地兩邊跑。然而，就在大家充斥反對與排斥的心靈中，卻萌生出另一個微小的聲音。「人生中，能參加科展的機會有幾次？又有幾個六年級？如果不好好把我現在，能和好朋友一同參加比賽的機會，又有幾次？」正所謂「機不可失，時不再來」，那是不是應該好好把握這個機會，提升自己的能力？

伴著緊張與喜悅，我們一次次的練習報告與答題，並研讀報告與文獻，為的就是求精求好。正如題目名「震面對決」一樣，我們猶如沉穩的101大樓般，面對評審犀利的眼神掃視，我們能夠沉穩從容地應對。果不其然，我們在市賽中勇奪佳績，「進軍全國」這個看似遙遠的夢想終於不再是空想，大家滿足的笑了，科展的事物暫時告一段落，我們也開始各忙各的。

即便畢業了，我們還是會常來學校處理全國賽的事物，並請教授協助與指導。因為不同國中的行程皆不相同，要契合大家的時間很難，往往無法全員到齊。就在這樣的窘境下，我們完成了實驗、修正了報告書，還製作了海報。

決賽地點在台南，但突如其來的颱風卻擾亂了行程，五天四夜的全國科展，我們被關在飯店，不能比賽，甚至還有兩名隊員因此而生病，那時的心情，可謂五味雜陳。直至線上比賽當天，我們才再次見面，比賽前夕，我們互相的打氣與支持，祈求自己能夠好好表現。一個寒暑又兩個月的努力，果真不是白費功夫，知道名次的當下，狂喜之餘，另有感觸！

比完賽的當下，我們笑著走出學校。我們撐過了！我們圓滿的結束了！無論最後是否得名、是否會後悔、失去或改變了什麼，至少我們經歷過、至少我們感

受過、至少能驕傲地跟別人提起自己參加過科展。在過程中，無論是該方面的知識量、還是口說答題的技巧大家都有頗多的進步。更重要的是，逐漸地會去在意自己是否有不足的部分，並加以改進，會想要進步的心態，或許這就是科展能讓人成長的地方吧！真的很感謝當初我們一起努力的那段時間，要是當初我們拒絕的話，便沒辦法有這段回憶、無法嘗到勝利的滋味。這段記憶篇章帶給我們的成長與感觸，將難以忘懷、永駐彼心！



科展研究過程與指導教授討論剪影



全國賽布展團體照



同學與指導老師團體照

「震」面對決—探討對一般房屋最有效的防震方式

摘要

台灣位於環太平洋地震帶上，全世界每年平均有超過 90% 的地震都在這裡發生。也因此，台灣常常遭到地震的波及與危害，這激起了我們對地震與防震方式的好奇心。因此，我們開始了一連串的研究，經過大量實驗研究之後，我們發現：對房屋會造成最大影響的是梁柱的粗細以及房屋的面積；對一般房屋最有效防震的方式為阻尼減震。

壹、前言

一、研究動機

台灣位於環太平洋地震帶上，每年平均有超過 90% 的地震都在這裡發生。從 921 大地震和最近發生的 403 大地震都可以看出地震對我們的影響，所以我想了解房屋的建造方法與如何對房屋進行防震的方法。

二、研究目的

(一) 製作自製地震模擬平台

1-1 紙箱式地震模擬平台

1-2 彈力球式地震模擬平台

1-3 懸吊式地震模擬平台

(二) 找出用生活中的材料做出的模擬房屋（無使用任何防震方法）何者為最容易位移

2-1 鐵絲和智高的實驗結果比較

2-2 智高與冰棒棍的實驗結果比較

2-3 冰棒棍與竹筷的實驗結果比較

2-4 竹筷與竹籤的實驗結果比較

(三) 比較不同防震方法對房屋的影響

3-1 阻尼減震

3-2 磁力減震

3-3 砝碼阻尼減震

三、文獻回顧

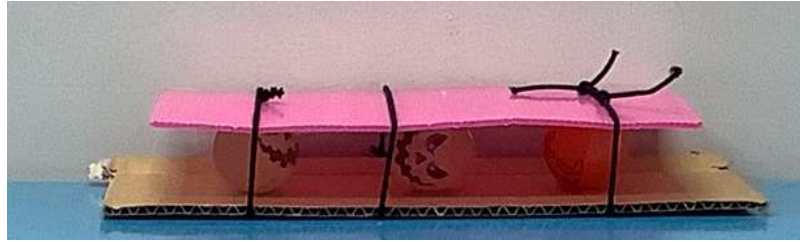
(一) 定義、原理：

1. 紙箱式地震模擬平台：利用紙箱、卡紙、橡皮筋做成的地震模擬平台。



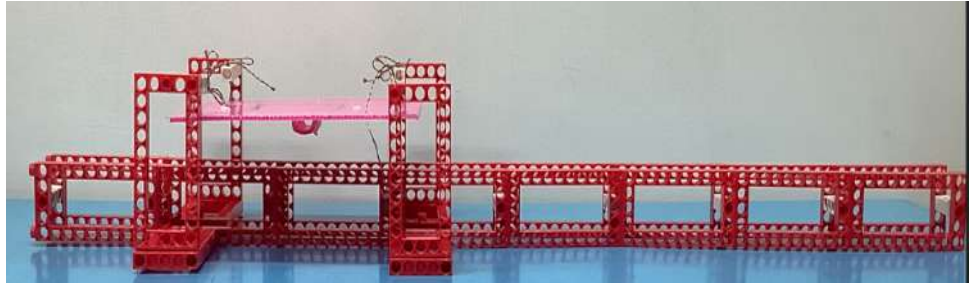
圖一 紙箱式地震模擬平台整體

2. 彈力球式地震模擬平台：利用六顆彈力球、兩片瓦楞板和彈力繩做成的地震模擬平台。



圖二 彈力球式地震模擬平台整體

3. 懸吊式地震模擬平台：使用智高、瓦楞板、彈力繩、電鑽，利用電鑽拉動不同坡度的瓦楞板導致上方的平台震動而成。



圖三 懸吊式地震模擬平台整體

4. 瓦楞板 A：波長小且長。



圖四 瓦楞板 A 整體

5. 瓦楞板 B：波度較大且密集。



圖五 瓦楞板 B 整體

6. 瓦楞板 C：波度小且密集。



圖六 瓦楞板 C 整體

7. 竹筷建築：利用厚度、寬度為 0.5 公分之竹筷製成的兩層建築。



圖七 竹筷建築整體

8. 竹籤建築：利用厚度、寬度為 0.3 公分之竹籤製成的兩層建築。



圖八 竹籤建築整體

9. 冰棒棍建築：利用寬度為 1 公分、厚度為 0.2 公分之冰棒棍製成的兩層建築。



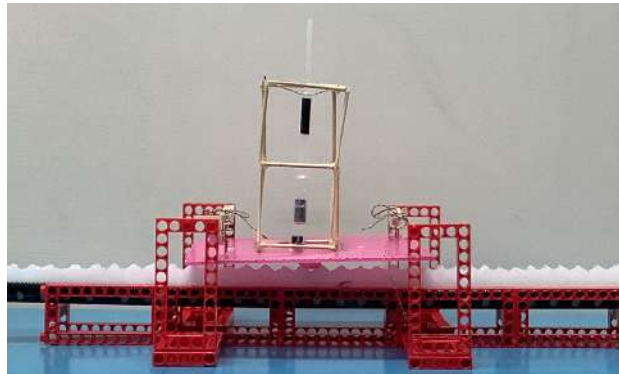
圖九 冰棒棍建築整體

10. 智高建築：利用厚度、寬度為 1 公分之五孔智高製成的兩層建築。



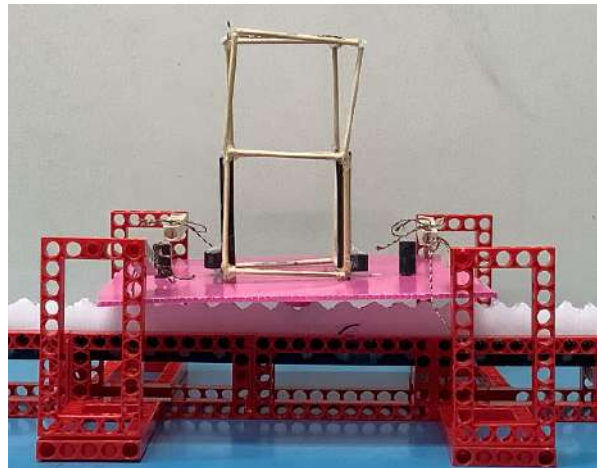
圖十 智高建築整體

11. 阻尼減震：
原本的阻尼減震：任何震動系統在震動中，由於外界作用和系統本身固有的原因引起的震動幅度逐漸下降的特性，以及此一特性的量化表徵。
自製的阻尼減震：利用滴管的吸取處切開，再放入磁鐵自製的防震方式。



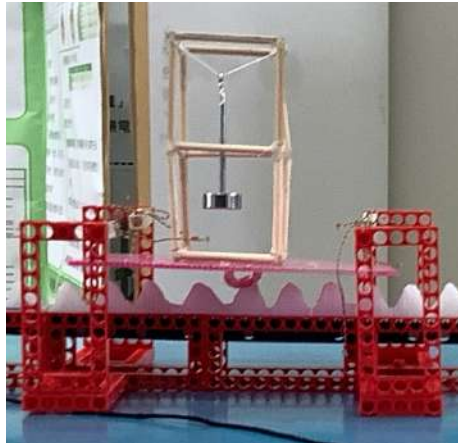
圖十一 阻尼減震樣式

12. 磁力減震：利用吸管頭、尾兩處切成一半，再黏貼磁鐵於吸管尾端和平台、磁鐵同性相斥原理自製防震方式。



圖十二 磁力減震樣式

13.砵碼阻尼減震:在建築物上掛上不同重量的砵碼，最基礎的
 阻尼減震方式。



圖十二之一 砵碼阻尼減震樣式

(二) 文獻探討：

表一

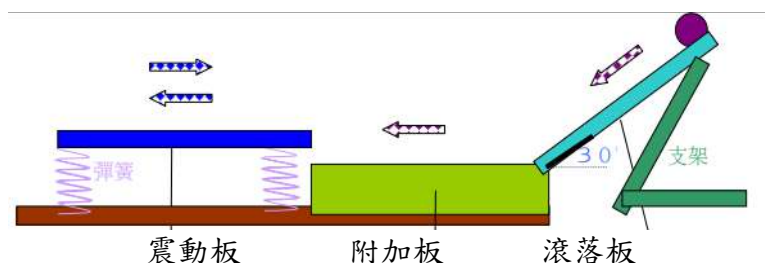
文獻名稱	研究目的	製作方式	評析
十震九穩- 建築物抗 震之研究	<ol style="list-style-type: none"> 1. 探討不同底面形狀的建築物與耐震程度 2. 探討建築物鋼骨的排列方式與抗震程度 3. 探討建築物頂上載重與耐震程度 4. 探討建築物加裝阻尼器之抗震程度 	鋼球自落版的斜坡上滾落，卻導以水平方向撞擊震動板，且鋼球在撞擊後被彈回時，立即取出，避免造成二次撞擊，帶來影響，震動板被撞擊後，產生水平向的來回搖動，做為模擬地震所造成的水平震動。 (如圖十三)	<ol style="list-style-type: none"> 1.本件作品模擬了地盤之震動、房屋之結構與阻尼器，雖具創意，但卻未把結構物與地盤固定，所以看不到原本設計結構的耐震特性與結果。 2.整套實驗中，影響主要結果的質心移動及轉動量都沒有被精確測量，大部分看到的都是重心轉換所造成之不同位移結果，與原本設計要看到不同結構體受震行為之差距極大。

<p>“地牛翻身”簡易地震模擬器與感應器的製作及操作</p>	<ol style="list-style-type: none"> 能以簡單的器材，自製地震模擬器，與地震感應器。 利用地震模擬器，了解平日常見的震動約是等於幾級地震。 	<p>地震模擬器製作與操作:</p> <ol style="list-style-type: none"> 利用大木箱作為底座，並將底部附有彈簧的木箱裝置其上，作為震盪箱來模擬地震。 利用塑膠箱子、及小木箱、木板製造斜面，使滑車沿斜面下滑，可撞擊震盪箱的中心點，作為能量的來源。(如圖十四) 	<ol style="list-style-type: none"> 用簡單的現成材料做成一個簡單易懂且實用的減震工具。 懂得如何校正自製儀器觀念正確，精確度相當高。 將支撐彈簧改為水平向靈敏度較高形式，會有較佳的效果。 若想利用此儀器測量真正的地動(震)，則需取掉支撐彈簧，否則地動經支撐彈簧的傳遞會有改變，而不能反映真正的地動大小。 若不取掉支撐彈簧，則須另行以其他方法校正，方可用來量測地震(動)。
<p>屋欲靜而電不止-探究冷次定律在建築物的減震運用</p>	<ol style="list-style-type: none"> 探討單擺式質量阻尼器之擺長長度、擺錘質量、擺放位置對減震效能之影響 探討加裝液體消能元件、磁鐵同性相斥消能元件對減震效能之影響 探討加裝磁生電之消能元件對減震效能之影響 	<ol style="list-style-type: none"> 阻尼質塊:用15cmx 20cm、20cmx 7cm 及15cmx 7cm 的木板各兩塊，利用電動線鋸機裁出卡榫後，以熱熔膠黏貼在一起製成阻尼質塊，並留一開口以便進行配重。 阻尼支架:用30cmx3.2cmx1.5cm 木條三個一組，製作四支可以改變高度的支架，再利用角鋼分別固定在阻尼裝置頂板的四邊。 阻尼器:在阻尼架上的頂板及阻 	<p>研究主題是一個有趣的想法，或許可以電磁的方式來增加阻尼減震，並可以真的回收能量。若果能探究透過阻尼器回收能量的可能性，會是一個不錯的方向。</p>

		尼質塊的頂板四角鑽孔並鑽上洋眼，用等長的線懸吊阻尼質塊。	
「震不震」的住	<ol style="list-style-type: none"> 1. 利用文獻資料來瞭解阻尼器的相關內容。 2. 設計地震模擬震動平台，利用水平來回移動方式模擬地震。 3. 觀察探討阻尼器減少建築物搖晃的關係。觀察探討阻尼器重量與建築物搖晃的關係。 4. 觀察探討阻尼器位置與建築物搖晃的關係。 	利用日常生活中常見的物品來建構建築物模型，再將此模型拿至鄰近大學的地震實驗室測試觀察，實地感受地震發生時，建築物搖晃情形。	<p>【缺點】 阻尼的物理觀念闡述不清，震動台模擬地震力的估計考慮不足，定量測量的技術稍嫌簡陋。</p> <p>【建議改進事項】</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議可考慮不同地震力之影響。 2. 人工計時誤差難以估計，建議輔以具計時功能的錄影方式判讀。 3. 可再實驗懸吊長度（擺長）的影響，進一步討論結構物的自然週期。 4. 彈簧本身也扮演台車的阻尼系統，應予討論。 5. 可搭配微機電加速度計度量震幅與歷時。 <p>【對本研究之建議】 建議考慮用錄影方式，增加觀測之時空解析度與精確度。減少人為誤差。建議觀察 101 大樓的懸掛重錘下方預防重錘導致震盪之裝置！</p>

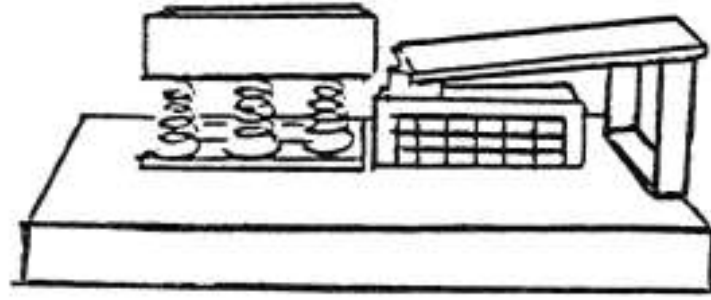
<p>天搖地動 ~耐震屋 研究</p>	<p>目的 一、梁柱分層與不分層，對房屋不同樓層震動時間長短的影響。 研究 1-1：梁柱分層與不分層，對房屋不同樓層震動時間長短的影響？</p> <p>目的 二、房屋樣式，對房屋震動時間長短的影響。 研究 2-1：房屋樣式對房屋不同樓層震動時間長短的影響？</p> <p>目的 三、地震震動類形，對不同樣式房屋震動時間長短的影響。 研究 3-1：垂直震動類形地震，對不同樣式房屋震動時間長短的影響？ 研究 3-2：水平震動類形地震，對不同樣式房屋震動時間長短的影響？</p> <p>目的 四、樓高與地震震動類形，對房屋震動時間長短的影響。 研究 4-1：不同樓高與水平震動類形地震，對房屋震動時間長短的影響？ 研究 4-2：不同樓高與垂直震動類形地震，對房屋震動時間長短的影響？</p> <p>目的 五、不同減震器設計，對房屋震動減震影響。 研究 5-1：阻尼器形減震器，對房屋減震效果的影響？</p>	<p>實驗器材:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 材料：電池（3號）、電池盒（3顆3號）、熱熔膠條、小馬達（強力）。 2. 工具：熱熔膠槍、電子秤、碼錶。 (實驗裝置如圖十五) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有歷屆科展的相關研究之調查（有七屆類似題目），可惜並未說明與之前研究之異同，無法分辨本實驗之貢獻。例如，全國第 47 屆國中科展與第 55 屆國小科展有相似之結論（X 形的斜桿拉張作用有抗震能力，以及阻尼器有避震效果等）
-----------------------------	---	--	---

	<p>研究 5-2：X 形減震器，對房屋減震效果的影響？</p> <p>研究 5-3：滾珠形減震器，對房屋減震效果的影響？</p>		
<p>Hold 得住嗎？~不同耐震補強方式對改善建築物穩固性的成效探討</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. 了解建築物受地震影響及耐震補強的概況。 2. 探討不同耐震補強方式對建築物穩固性的影響。 3. 提出可以減少建築物受地震影響的較佳補強方式。 	<p>使用改裝過的搖擺機，在震動裝置上固定長 50cm、寬 50cm 的實驗操作平台，做為模擬地震震動時使用的平台。經調速測試練習及觀測，測得實驗中震動速度的資料數據(如表二)。</p>	<p>由學校建築補強來防震的生活化主題，產生科學探究靈感的作品，具有清晰且實用性的研究問題，並透過嚴謹的探究來解決問題以及提出具體結論。能設計實驗不同建物補強方式探討建築結構之減震效果，尤其利用連通管量測震動時的水高表示減震成效很有創意。</p> <p>唯實驗中有各式各樣的耐震補強結構，缺乏單一工法放在不同樓層時的效果值得進一步探討。另外未來也可以嘗試複合性工法的效應。</p> <p>整體而言，對於各項耐震補強措施均有詳盡的實驗和科學詮釋，也能針對問題歸納資料提出具體結論。</p>

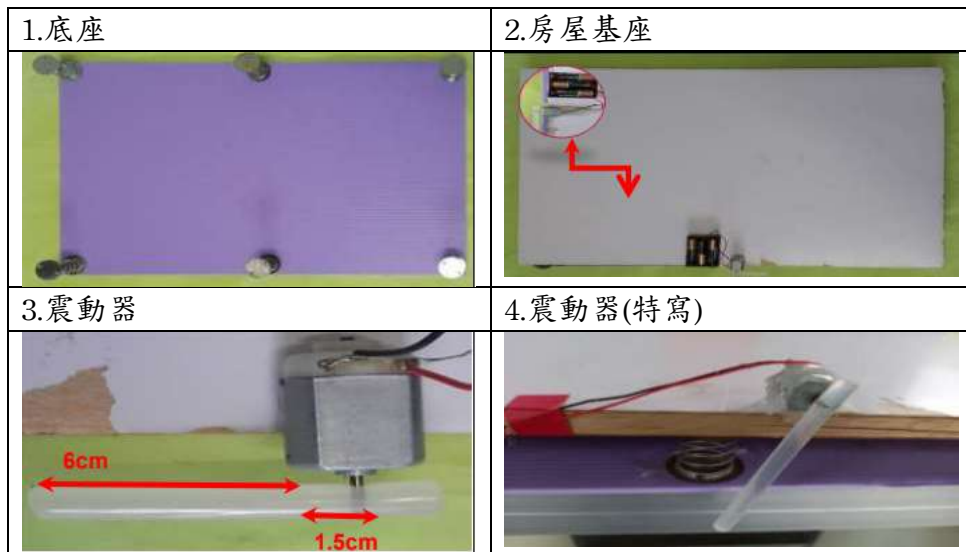


震動板：震動板和彈簧被撞擊後做水平向的來回搖動	附加板：求水平向撞擊震動板後彈回	滾落板：球由滾落板的上端滾落
-------------------------	------------------	----------------

圖十三



圖十四 地震模擬器



圖十五

表二

控制開關(級數)	1 級	2 級	3 級	4 級
實測來回(次/分)	110	120	124	130
頻率(次/秒)Hz	1.83	2.00	2.07	2.17
週期(秒/次)	0.55	0.50	0.48	0.46

詞語解釋：

結構物的自然週期：震動一個來回所需的時間。

預防重鉗導致震盪之裝置：像阻尼器的重物若超過建築物所能承受的重量，會有反效果。

*本研究與參考文獻實驗不同的地方在於，參考文獻是以不同樣式的房屋進行測試，或只使用單一的地震模擬平台，而本研究測試及比較不同的地震模擬平台的穩定性，並以最穩定的地震模擬平台作為實驗所使用的平台，且使用不同的房屋材質進行測試。

貳、研究設備及器材

1. 實驗材料





名稱	竹筴 (10 支)	竹籤 (10 支)	冰棒棍 (長形*10 支)	智高 (五孔方塊 *8 個)	園藝鐵絲(數條)

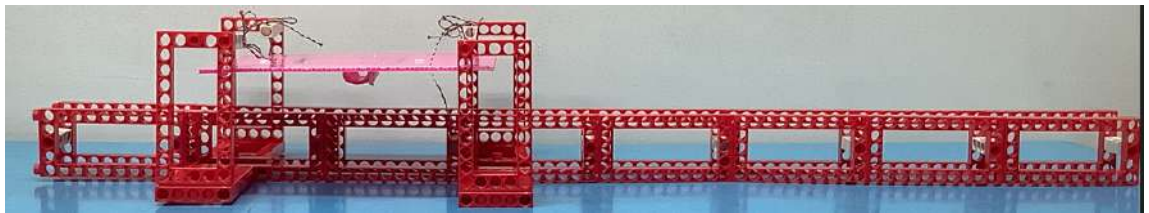
圖 片					
--------	---	---	---	--	---

表三

2. 實驗器材

表四

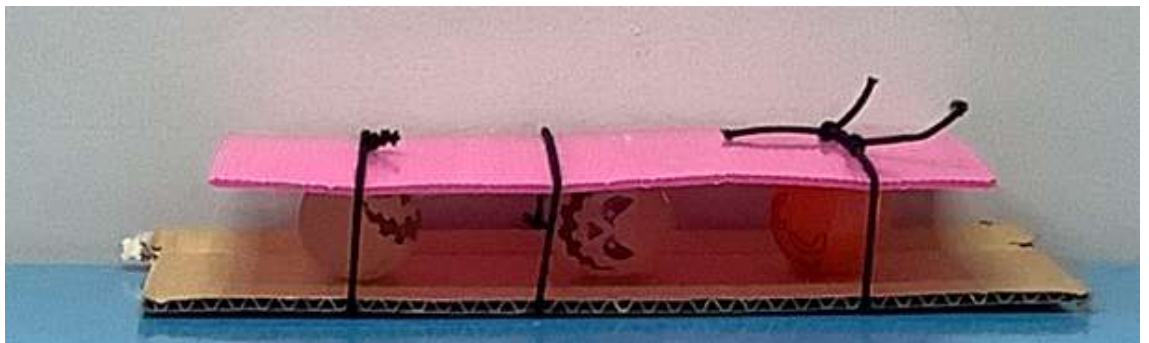
名稱	懸吊式地震模擬平台↓	紙箱式地震模擬平台↓	彈力球式地震模擬平台↓	瓦楞板 A↓	瓦楞板 B↓
圖片	如圖十六	如圖十七	如圖十八	如圖十九	如圖二十
名稱	瓦楞板 C↓	竹筷建築↓	竹籤建築↓	冰棒棍建築↓	智高建築↓
圖片	如圖二十一				



圖十六 懸吊式地震模擬平台



圖十七 紙箱式地震模擬平台



圖十八 彈力球式地震模擬平台



圖十九 瓦楞板 A



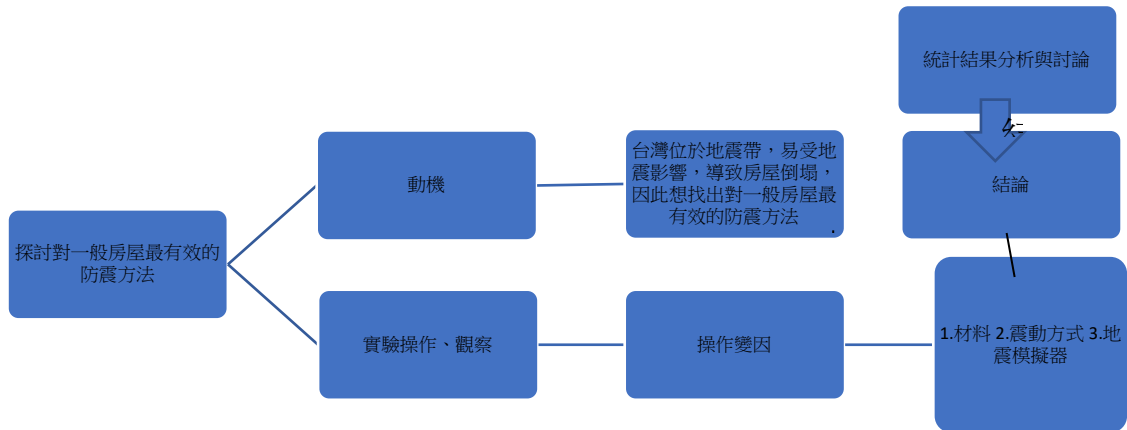
圖二十 瓦楞板 B



圖二十一 瓦楞板 C

參、研究過程或方法

一、 研究架構



二、 實驗說明與步驟

(一) 將要測試的波度大小的瓦楞板黏貼於十個齒條中央（一邊五個齒條），如圖二十二：



圖二十二

(二) 將繩子綁在齒條末端（凸起處），如圖二十三：



圖二十三

(三) 在電鑽裝上竹篾，並將繩子的另一端綁上，如圖二十四：



圖二十四

(四) 將組合完成的搖晃裝置放置於懸吊式地震模擬平台右方（電鑽需橫放），如圖二十五：



圖二十五

(五) 將電鑽調整至想要測試的檔次並啟動後觀察即可，如圖二十六：



圖二十六

三、 實驗方法

(一) 目的一、製作自製地震模擬平台：

在場所一致的地方將三個地震模擬平台以「堅固性」、「穩定性」、「便利性」三點進行晃動和測試時的情況之比較。

1. 堅固性的比較：將三個地震模擬平台置於風扇前 30 公分的位置並開啟第二檔，放置 15 分鐘後，觀察與一開始與放置時的位置差異。
2. 穩定性的比較：將三個地震模擬平台進行人力搖晃測試，觀察實驗完成後三個地震模擬平台的外表變化以及內部是否受損。

3. 便利性的比較：本實驗指的便利性為：能夠花費最短的時間完成模擬地震測試並降低最多人力誤差的裝置。

(二) 目的二、探討生活中的材料做出的房屋（無使用任何防震方法）能承受的地震大小：

2-1 鐵絲和智高的實驗結果比較

2-2 智高與冰棒棍的實驗結果比較

2-3 冰棒棍與竹筷的實驗結果比較

2-4 竹筷與竹籤的實驗結果比較

將四個模擬房屋放置於同一個地震模擬平台上的相同位置進行實驗比較，找出位移最多的模擬房屋即命名為最脆弱的房屋。

(三) 目的三、比較不同防震方法對房屋的影響：

我們對最脆弱的模擬房屋加上防震方式並進行比較，找出最適合一般房屋的防震方式。

阻尼防震：(如圖二十七) 磁力防震：(如圖二十八)



圖二十七

砝碼



圖二十八



圖二十九

肆、研究結果與討論

一、目的一、製作自製地震模擬平台：

(一) 實驗結果：

1. 堅固性的比較：彈力球式地震模擬平台 < 紙箱式地震模擬平台 = 懸吊式地震模擬平台。
2. 穩定性的比較：彈力球式地震模擬平台 < 紙箱式地震模擬平台 = 懸吊式地震模擬平台。

3. 便利性的比較：懸吊式地震模擬平台 < 紙箱式地震模擬平台 < 彈力球式地震模擬平台。

表五

	優點	缺點
彈力球式地震模擬平台	用時短、製作簡單	彈力球容易滾落
紙箱式地震模擬平台	無	體積過大，不易隨時測量
懸吊式地震模擬平台	準確度高	用時長、體積過大

(二) 實驗討論：

1. 堅固性的比較：

彈力球式地震模擬平台：彈力球容易滾動導致不夠堅固。



圖二十九 實驗前



圖三十 實驗後

紙箱式地震模擬平台：中間的竹筷容易跑偏導致不夠穩定。



圖三十一 實驗前

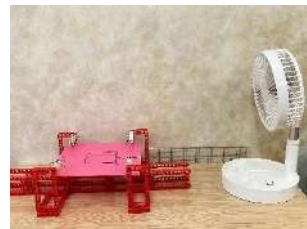


圖三十二 實驗後

懸吊式地震模擬平台：無明顯位移。



圖三十三 實驗前



圖三十四 實驗後

2. 穩定性的比較：因彈力球容易滾動導致進行人力搖晃測試無法維持平台原本之狀態，容易導致實驗誤差。(如圖三十五)

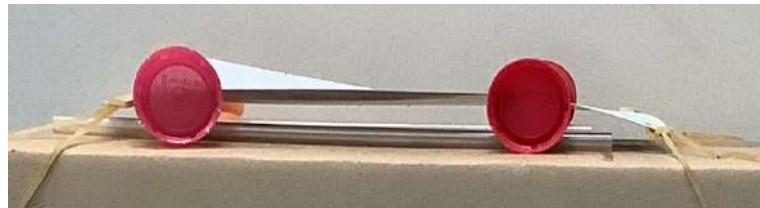
3. 便利性的比較：

彈力球式地震模擬平台：彈力球容易滾動導致不方便測量。

紙箱式地震模擬平台：無法固定震度力道導致。



圖三十五 彈力球無法固定在板子中移動而容易脫落



圖三十六 紙箱式地震模擬平台必須使用手搖晃而無法固定震度力道

表六

	彈力球式地震模擬平台	紙箱式地震模擬平台	懸吊式地震模擬平台
操作時間	54 秒	90 秒	135 秒
操作方式	人力搖晃	人力搖晃	電鑽帶動繩子

二、目的二、探討生活中的材料做出的房屋（無使用任何防震方法）能承受的地震大小：

- 2-1 鐵絲與智高的實驗結果比較
- 2-2 智高與冰棒棍的實驗結果比較
- 2-3 冰棒棍與竹筷的實驗結果比較
- 2-4 竹筷與竹籤的實驗結果比較

(一) 實驗結果 表七 智高建築的實驗結果

2-1 鐵絲建築與智高建築的實驗結果比較:

表八 鐵絲建築的實驗結果

鐵絲建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	1.3 公分	1.9 公分	4.7 公分	5 公分	30 公分
波形 B	3.4 公分	3.6 公分	30 公分	30 公分	30 公分
波形 C	0 公分	0 公分	0 公分	0 公分	0 公分

2-2 智高建築與冰棒棍建築的實驗結果比較：

表九 智高建築的實驗結果

智高建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	0.3 公分	0.2 公分	1.3 公分	3.1 公分	2.8 公分
波形 B	1.1 公分	1.4 公分	1.6 公分	1.6 公分	4.2 公分
波形 C	0 公分	0.2 公分	0.1 公分	0.5 公分	0.4 公分

表十 冰棒棍建築的實驗結果

冰棒棍建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	0.3 公分	0.6 公分	0.8 公分	1.3 公分	1.5 公分
波形 B	1.1 公分	2.6 公分	2.3 公分	3.7 公分	7.6 公分
波形 C	0.8 公分	0.3 公分	0.2 公分	0.4 公分	0.2 公分

補充說明：波形 C 的波度小且密集，且冰棒棍建築是所有建築中最平整的，所以在段數高的時候建築物會因反作用力而被推回原處。

2-3 冰棒棍與竹筴的實驗結果比較

表十一 冰棒棍建築的實驗結果

冰棒棍建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	0.3 公分	0.6 公分	0.8 公分	1.3 公分	1.5 公分
波形 B	1.1 公分	2.6 公分	2.3 公分	3.7 公分	7.6 公分
波形 C	0.8 公分	0.3 公分	0.2 公分	0.4 公分	0.2 公分

表十二 竹筴建築的實驗結果

竹筴建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	0.2 公分	0.1 公分	0.9 公分	1.5 公分	2.6 公分
波形 B	2.5 公分	5.7 公分	9 公分	8 公分	30 公分
波形 C	0 公分	0.2 公分	0.3 公分	0.6 公分	0.4 公分

補充說明：波形 B 的段數五為 30 是因建築物倒出平台外，而平台

智高建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	1.9 公分	0.2 公分	1.3 公分	3.1 公分	2.8 公分
波形 B	1.1 公分	1.4 公分	1.6 公分	1.6 公分	4.2 公分
波形 C	0 公分	0.2 公分	0.1 公分	0.5 公分	0.4 公分

的斜對角為 30 公分，為了方便製作圖表，亦將之命名為 30。

2-4 竹筴與竹籤的實驗結果比較

表十三 竹筴建築的實驗結果

竹筴建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	0.2 公分	0.1 公分	0.9 公分	1.5 公分	2.6 公分
波形 B	2.5 公分	5.7 公分	9 公分	8 公分	30 公分
波形 C	0 公分	0.2 公分	0.3 公分	0.6 公分	0.4 公分

表十四 竹籤建築的實驗結果

竹籤建築	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
波形 A	0.6	1.8	3.7	3	5.4
波形 B	4.6	4.8	6.8	10.8	30
波形 C	0.1	0.9	0.8	1	1.4

經過實驗後得出的結論為：竹籤建築 < 竹筷建築 < 冰棒棍建築 < 智高建築；推測是因建築物之材料粗細、寬度和底面積有關。(如圖三十七、三十八、三十九、四十、四十一)



圖三十七 竹籤 (厚度、寬度為 0.3 公分)，在所有模擬房屋的材
料中是最細的



圖三十八 竹筷 (厚度、寬度為 0.5 公分)，在所有模擬房屋的材
料中粗細程度排名第三

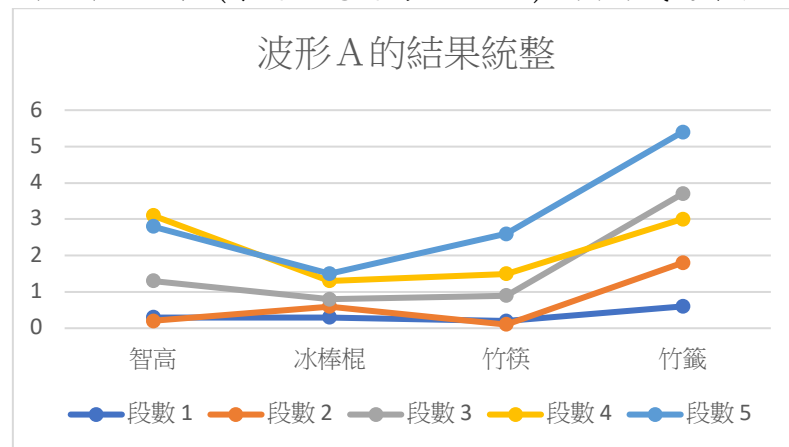


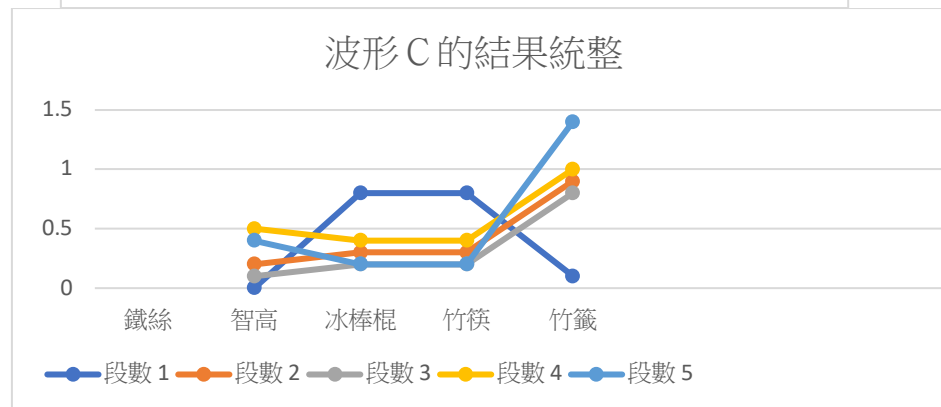
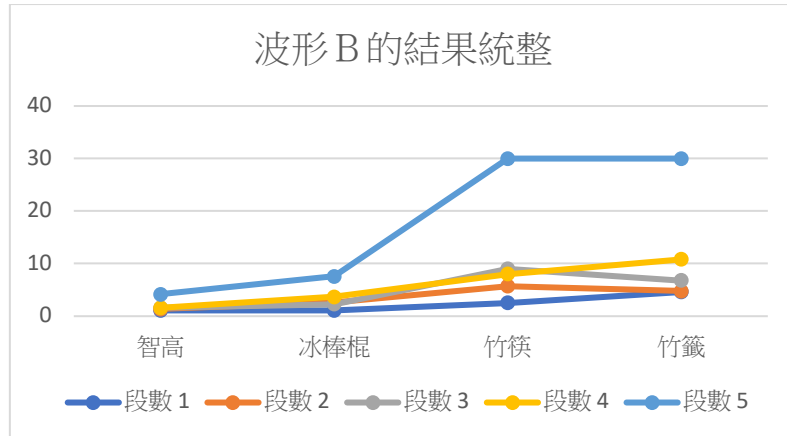
圖三十九 冰棒棍(寬度為 1 公分、厚度為 0.2 公分)，在所有模擬房屋的材料中是最寬的



圖四十 智高(厚度、寬度為 1 公分)，在所有模擬房屋的材料中粗細程度排名第二，也是最厚的

圖四十一 鐵絲(厚度、寬度為 0.3 公分)，與竹籤建築相同



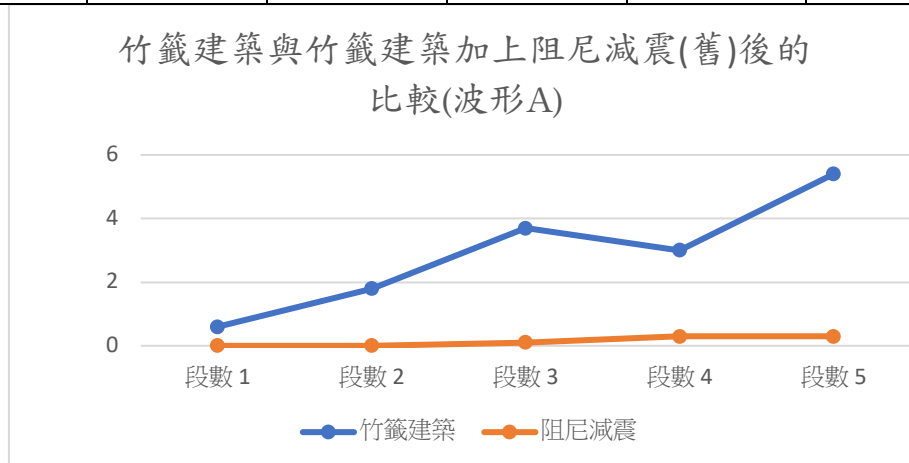


(二) 目的三、比較不同防震方法對房屋的影響：

經過再一次的震動實驗，我們發現兩種防震方式都有明顯的效果，不過阻尼減震的效果更佳；推測是因為阻尼減震使用磁力的「異性相吸」效果較適合在建築上，能將房屋穩穩地吸在地表，而磁力減震使用的「同性相斥」似乎不太適合一般建築，推測是因磁力線分布導致房屋容易偏移，不過還是有防震效果。

表十五 竹籤建築與竹籤建築加上阻尼減震(舊)後的比較表(波形 A)

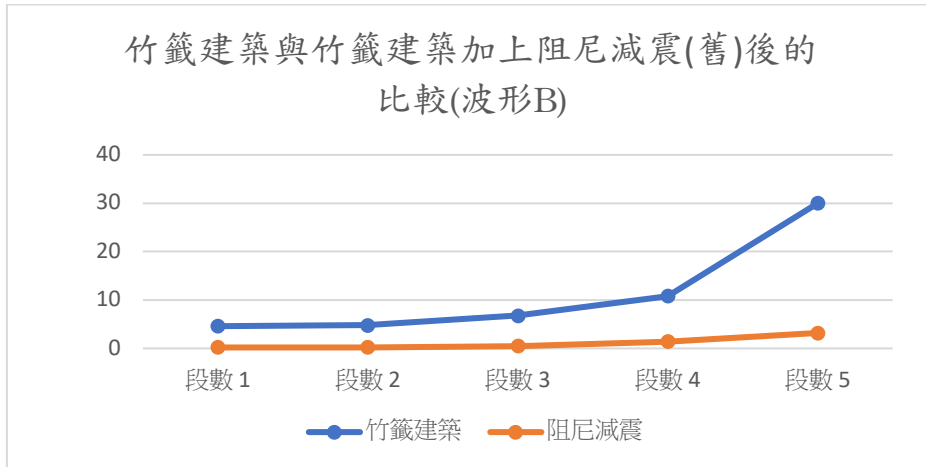
波形 A	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
竹籤建築	0.6 公分	1.8 公分	3.7 公分	3 公分	5.4 公分
阻尼減震	0 公分	0 公分	0.1 公分	0.3 公分	0.3 公分



圖四十一 竹籤建築與竹籤建築加上阻尼減震(舊)後的比較圖(波形 A)

表十六 竹籤建築與竹籤建築加上阻尼減震(舊)後的比較表(波形 B)

波形 B	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
竹籤建築	4.6 公分	4.8 公分	6.8 公分	10.8 公分	30 公分
阻尼減震	0.2 公分	0.2 公分	0.5 公分	1.4 公分	3.2 公分

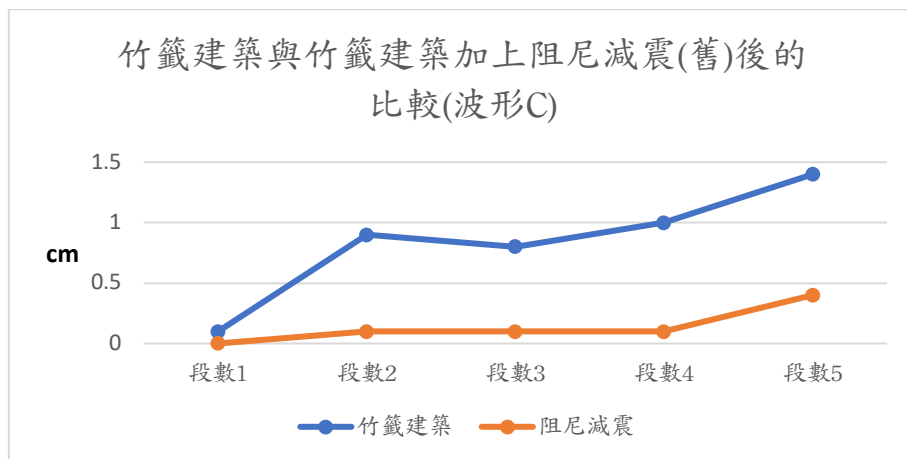


圖四十二 竹籤建築與竹籤建築加上阻尼減震(舊)後的比較圖(波形 B)

表十七

竹籤建築與竹籤建築加上阻尼減震(舊)後的比較表(波形 C)

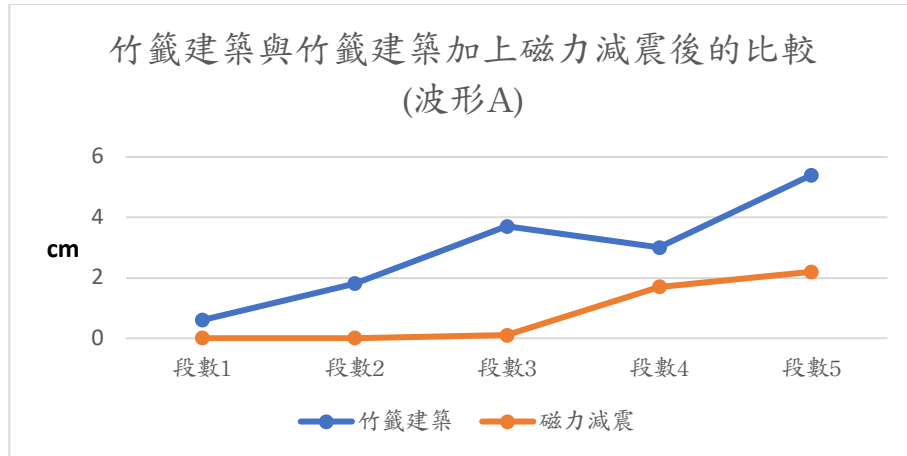
波形 C	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
竹籤建築	0.1 公分	0.9 公分	0.8 公分	1 公分	1.4 公分
阻尼減震	0 公分	0.1 公分	0.1 公分	0.1 公分	0.4 公分



圖四十三 竹籤建築與竹籤建築加上阻尼減震(舊)後的比較(波形 C)

表十八 竹籤建築與竹籤建築加上磁力減震後的比較表(波形 A)

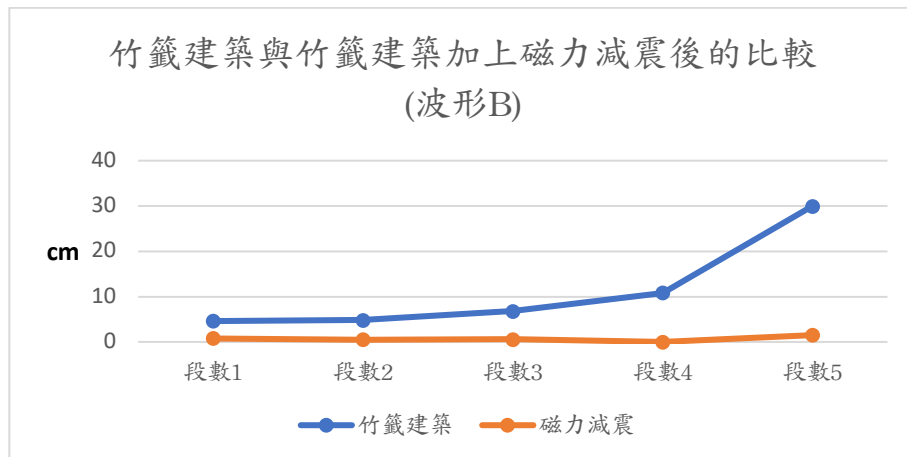
波形 A	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
竹籤建築	0.6 公分	1.8 公分	3.7 公分	3 公分	5.4 公分
磁力減震	0 公分	0 公分	0.1 公分	1.7 公分	2.2 公分



圖四十四 竹籤建築與竹籤建築加上磁力減震後的比較圖(波形 A)

表十九 竹籤建築與竹籤建築加上磁力減震後的比較表(波形 B)

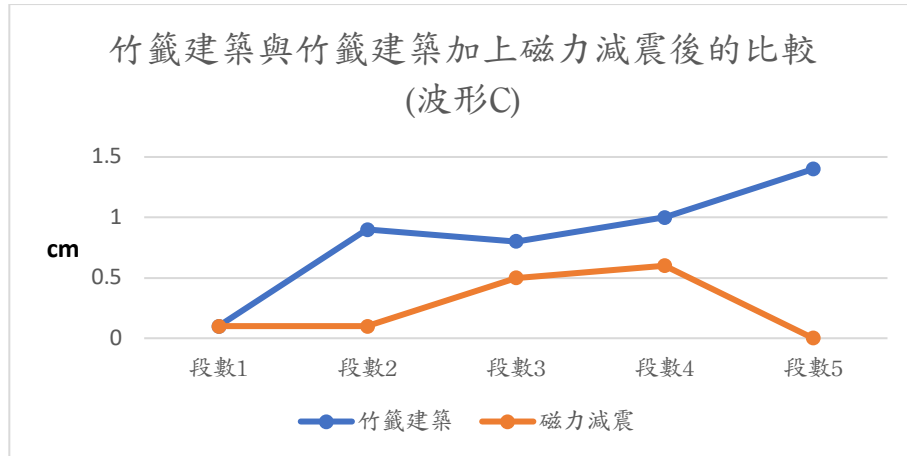
波形 B	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
竹籤建築	4.6 公分	4.8 公分	6.8 公分	10.8 公分	30 公分
磁力減震	0.8 公分	0.5 公分	0.6 公分	0 公分	1.5 公分



圖四十五 竹籤建築與竹籤建築加上磁力減震後的比較圖(波形 B)

表二十 竹籤建築與竹籤建築加上磁力減震後的比較表(波形 C)

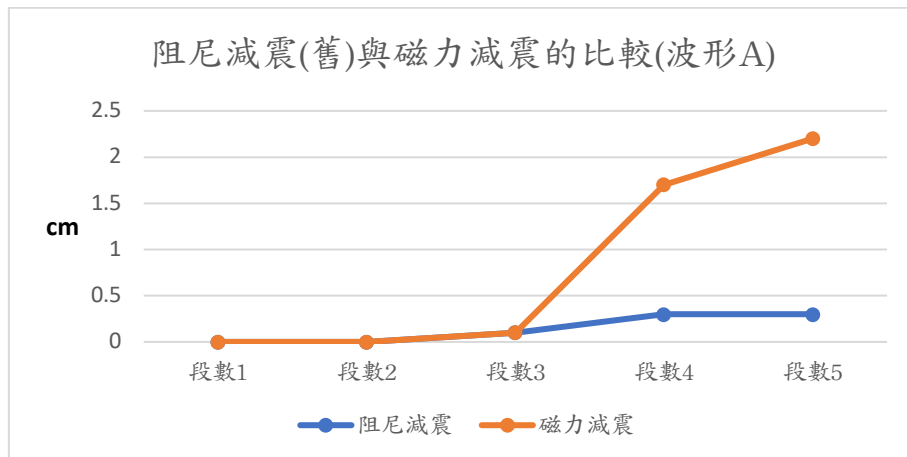
波形 C	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
竹籤建築	0.1 公分	0.9 公分	0.8 公分	1 公分	1.4 公分
磁力減震	0.1 公分	0.1 公分	0.5 公分	0.6 公分	0 公分



圖四十六 竹籤建築與竹籤建築加上磁力減震後的比較圖(波形 C)

表二十一 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較表(波形 A)

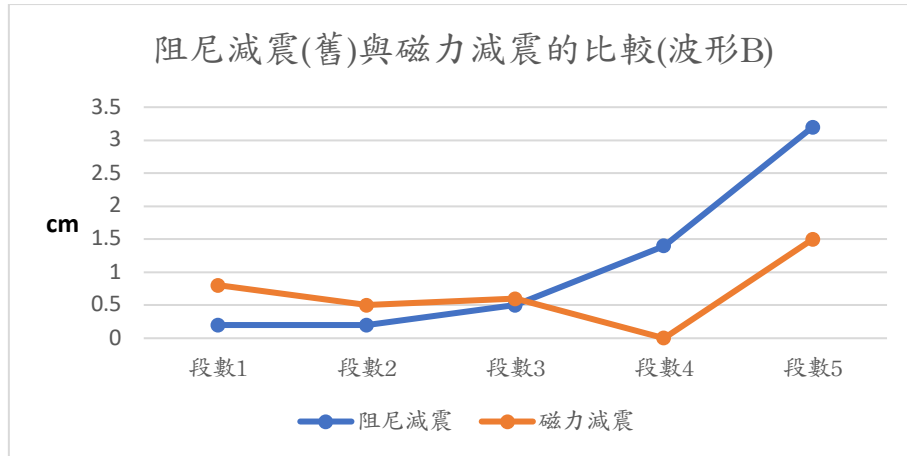
波形 A	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
舊阻尼減震	0 公分	0 公分	0.1 公分	0.3 公分	0.3 公分
磁力減震	0 公分	0 公分	0.1 公分	1.7 公分	2.2 公分



圖四十七 鐵絲建築阻尼減震(舊)與磁力減震的比較圖(波形 A)

表二十二 鐵絲建築阻尼減震(舊)與磁力減震的比較表(波形 B)

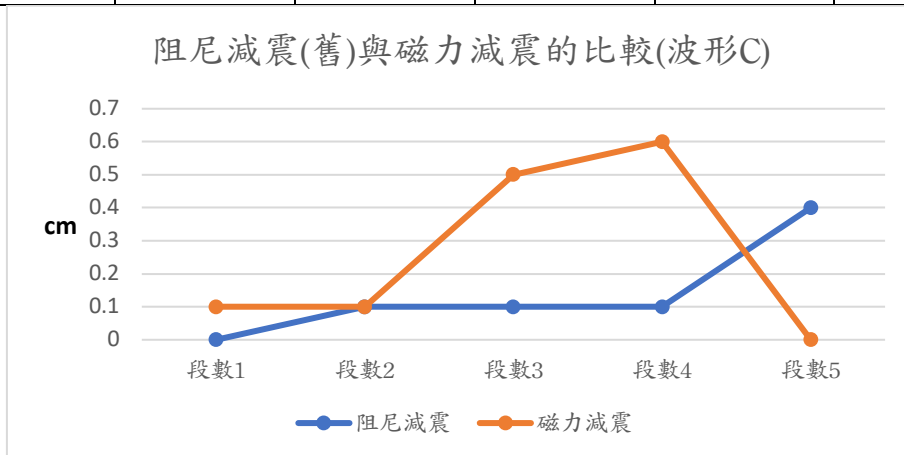
波形 B	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
舊阻尼減震	0.2 公分	0.2 公分	0.5 公分	1.4 公分	3.2 公分
磁力減震	0.8 公分	0.5 公分	0.6 公分	0 公分	1.5 公分



圖四十八 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較圖(波形 B)

表二十三 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較表(波形 C)

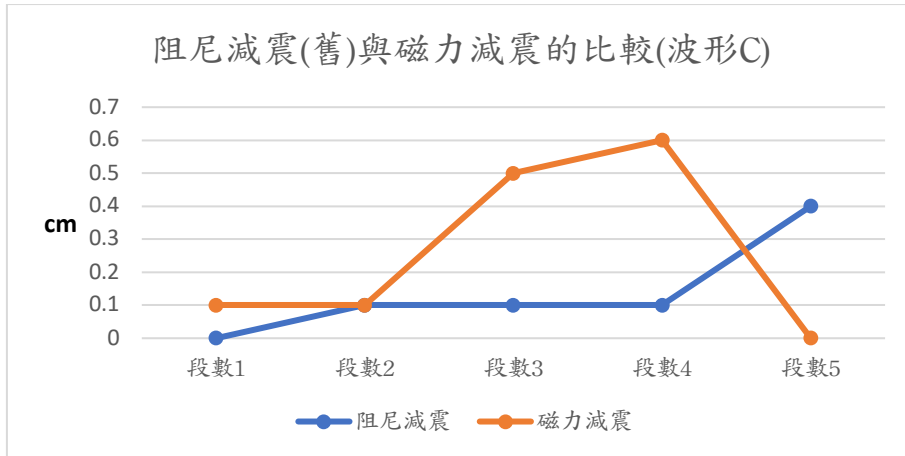
波形 C	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
舊阻尼減震	0 公分	0.1 公分	0.1 公分	0.1 公分	0.4 公分
磁力減震	0.1 公分	0.1 公分	0.5 公分	0.6 公分	0 公分



圖四十九 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較圖(波形 C)

表二十四 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較表(波形 C)

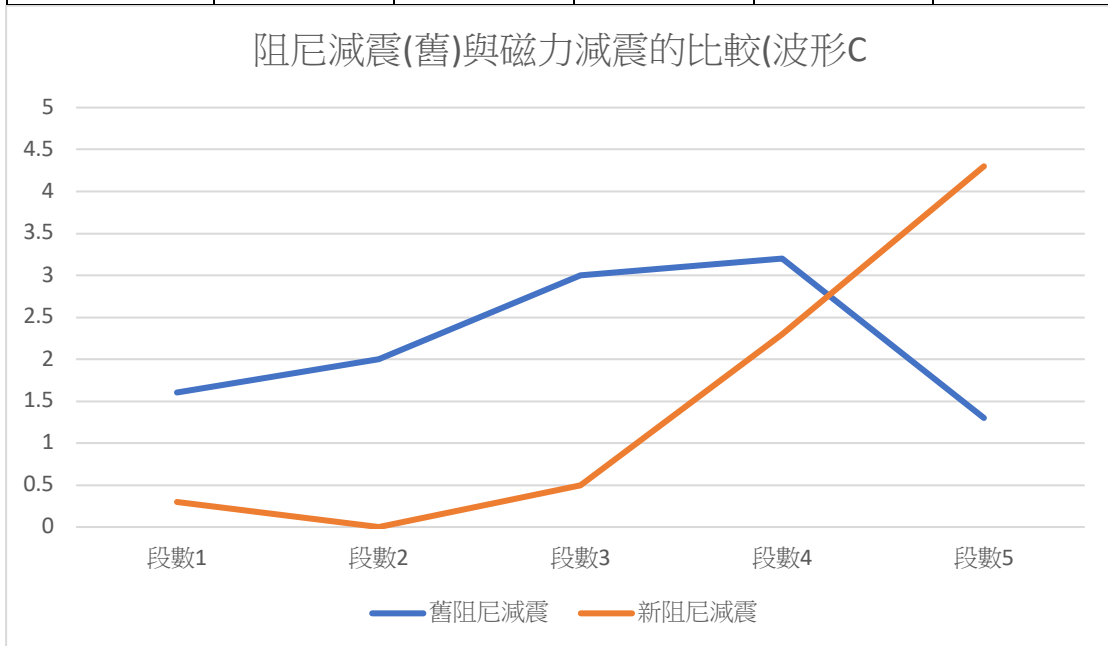
波形 C	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
舊阻尼減震	0 公分	0.1 公分	0.1 公分	0.1 公分	0.4 公分
磁力減震	0.1 公分	0.1 公分	0.5 公分	0.6 公分	0 公分



圖四十九 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較圖(波形 C)

表二十五 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較表(波形 C)

波形 C	段數 1	段數 2	段數 3	段數 4	段數 5
舊阻尼減震	1.6 公分	2 公分	3 公分	3.2 公分	1.3 公分
新阻尼減震	0.3 公分	0 公分	0.5 公分	2.3 公分	4.3 公分



圖五十 阻尼減震(舊)與磁力減震的比較圖(波形 C)



伍、結論

1. 在目的 1-1 中，我們得出懸吊式地震模擬平台在堅固性方面是最理想的，而紙箱式地震模擬平台和彈力球式地震模擬平台則分別為第二和第三。因為懸吊式地震模擬平台擁有的支架相比其他地震模擬較大，因此在測試時不容易被風力所移動。而彈力球式地震模擬平台則是因為彈力球不易固定於地震模擬平台內部，導致此地震模擬平台不夠堅固。
2. 在目的 1-2 中，懸吊式地震模擬平台在穩定性方面也是最好的，而紙箱式地震模擬平台和彈力球式地震模擬平台則分別為第二和第三。因為懸吊式地震模擬平台上的四支懸掛梁柱能夠輕易地掛住平台，使此地震模擬平台不易受損。而彈力球式地震模擬平台則是因為彈力球不易固定於地震模擬平台內部，導致在測試時無法穩定。
3. 在目的 1-3 中，彈力球式地震模擬平台在便利性方面脫穎而出，而懸

吊式地震模擬平台卻在此實驗中落敗。因為懸吊是地震模擬平台使用的電鑽段數和替換瓦楞版都會拖延到最後加總的時間而導致。而彈力球式地震模擬平台因為替換容易且小巧方便，所以總和以上結果，若要選擇準確度高的地震模擬平台，會推薦懸吊式地震模擬平台；但若要選擇方便性高的地震模擬平台，將會推薦彈力球式地震模擬平台。

4. 在目的二中，我們得出的房屋堅固性比較為：鐵絲建築<竹籤建築<竹篾建築<冰棒棍建築<智高建築，推測房屋的穩固性與建築物之骨架粗細、厚度和底面積有關。此外額外加入的鐵絲建築使用材料雖與建築使用之架構和材料相近，但除了特定波形和段數以外表現不如預期，推測是因為鐵絲建築重量較重，需要打地基以及更重的減震工法才能夠穩固。
5. 在目的三中，我們發現阻尼減震的效果比磁力減震還要好，推測是因為阻尼減震使用的異性相吸會把房屋用磁力牢牢吸住，因此較適合一般房屋，而磁力減震使用的同性相斥使用推開的方式將房屋推開，這樣的方式反而會導致房屋歪斜而無法固定在原位，因此較不推薦一般房屋使用此減震效果。此外新增的砝碼阻尼減震可大幅提升對於鐵絲建築的穩固性，推測是因為磁力及舊式阻尼減震會因磁力吸附至鐵絲上降低效用，而鐵絲建築本體較重，也需要較重量較大的減震方式，砝碼具備無磁力以及大重量兩項特性，因此較適合鐵絲建築使用。
6. 依據上述幾個實驗，可以模擬並了解防震最有效的方法，而建築設計師們則可藉由這些實驗發現:1.目前仍以阻尼減震之方式為最有效的方法、2.從不同材質(竹籤、冰棒棍、智高等)所模擬的建材中，了解改變穩固性的變因(造成最大影響的是梁柱的粗細以及房屋的面積)。有望替建於台灣的房屋提供更有效、更安全的防震措施。

陸、參考文獻

1. 劉芊妤等(2021)。地動山不搖—隔震裝置在建築物之應用與探究。中華民國第 61 屆中小學科學展覽會作品說明書。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-030508.pdf?0.9331091432832181>
2. 林宥禎等(2020)。屋欲靜而電不止-探究冷次定律在建築物的減震運用。中華民國第 60 屆中小學科學展覽會作品說明書。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/60/pdf/NPHSF2020-030115.pdf?785>
3. 黃子齊等(2013)。「震不震」的住。中華民國第 52 屆中小學科學展覽會作品說明書。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/52/pdf/030504.pdf>
4. 朱竣暉等(2021)。天搖地動~耐震屋研究。國小組地球科學科 080503-封面天搖地動~耐震屋研究。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-080503.pdf?0.980297225760296>
5. 游在行等(2020)。Hold 得住嗎?~不同耐震補強方式對改善建築物穩固性的成效探討。中華民國第 59 屆中小學科學展覽會作品說明書。
<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/59/pdf/NPHSF2019-080509.pdf>
6. 戴立嘉等(2008)。十震九穩—建築物抗震之研究.十震九穩—建築物抗震之研究。

- <https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/high/031731.pdf>
7. 黃凱杉等(1998)。“地牛翻身”簡易地震模擬器與感應器的製作及操作。
“地牛翻身”——簡易地震模擬器與感應器的製作及操作。
<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=29&sid=4210>
 8. 連長慶。(2023, September21)。剪力牆是什麼？承重牆、隔間牆怎麼區分？
剪力牆有什麼作用？裝潢時能拆嗎？。HouseFeel 房感。
<https://www.housefeel.com.tw/article/%E5%89%AA%E5%8A%9B%E7%89%86-%E6%89%BF%E9%87%8D%E7%89%86-%E9%9A%94%E9%96%93%E7%89%86-rc%E7%89%86-%E5%8E%9A%E5%BA%A6/>
 9. 吳旭明等(2018, August26)。電磁感應【觀念】法拉第電磁感應(2/4)：
冷次定律(選修物理IV)。YouTube。
<https://www.youtube.com/watch?v=UmdsIVaC3sk>
 10. aristoscience。(2021, February10)。STEM 影片—地理 X 科學：地震的成因
與防震建築。YouTube。<https://www.youtube.com/watch?v=UmdsIVaC3sk>
 11. 製作地震震動臺來類比不同頻率的地震(2023, February3)。電子發燒友
網。<https://m.elecfans.com/article/44334.html>
 12. 葉建明。(2020, February17)。自製單向式地震模擬器裝置解說。
YouTube。<https://www.youtube.com/watch?v=icxPhkb4rn0>
 13. aristoscience。(2021, April30)。教材開箱 EP2 — 地震模擬裝置。
YouTube。<https://www.youtube.com/watch?v=LoOczMS9IAk>

柒、 參考資料

註：

圖(十三)引用來源：戴立嘉等(2008)。十震九穩—建築物抗震之研究。十震九穩—建築物抗震之研究。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/47/high/031731.pdf>

圖(十四)引用來源：黃凱杉等(1998)。“地牛翻身”簡易地震模擬器與感應器的製作及操作。“地牛翻身”——簡易地震模擬器與感應器的製作及操作。

<https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=29&sid=4210>

圖(十五)引用來源：朱竣暉等(2021)。天搖地動~耐震屋研究。國小組地球科學科 080503-封面天搖地動~耐震屋研究。<https://twsf.ntsec.gov.tw/activity/race-1/61/pdf/NPHSF2021-080503.pdf?0.980297225760296>

除上述圖片引自他處，其他照片均為作者親自製作。

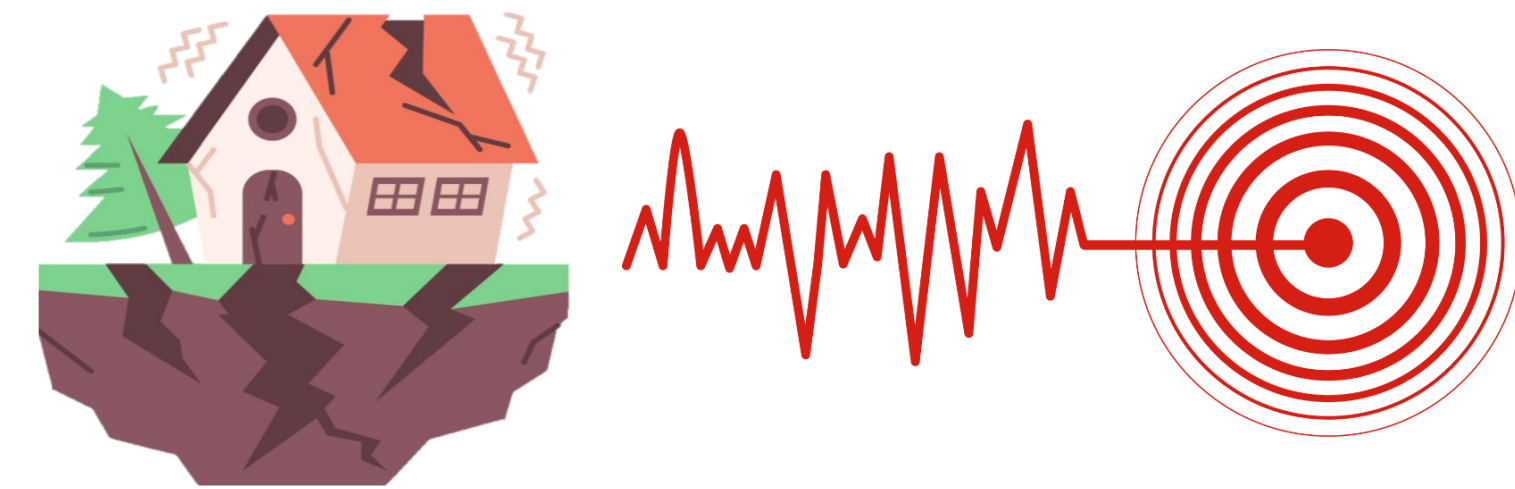
【評語】 080504

研究主題與減災有關。由於此議題與大眾息息相關，過去很多科展題目有此相關，而此團隊進行很詳細的前人研究回顧。與過去實驗不同的是，此團隊測試不同的(模擬)房屋與(模擬)地震平台。不過，在報告中看到的模擬房屋，似乎不甚穩固，瓦楞板的使用也不甚適切，不確定這些是否產生結果的不確定性。

作品簡報



「震」面對決



探討對一般房屋最有效的防震方式

摘要

台灣位於環太平洋地震帶上,全世界每年平均有超過 90%的地震都在這裡發生。也因此,台灣常常遭到地震的波及與危害,這激起了我們對地震與防震方式的好奇心。因此,我們開始了一連串的研究,經過大量實驗研究之後,我們發現:對房屋會造成最大影響的是梁柱的粗細以及房屋的面積;對一般房屋最有效防震的方式為阻尼減震。

研究動機

台灣位於環太平洋地震帶上,每年平均有超過 90%的地震都在這裡發生。從 921 大地震和最近發生的 403 大地震都可以看出地震對我們的影響,所以我想了解房屋的建造方法與如何對房屋進行防震的方法。

文獻探討



研究目的

1. 製作自製地震模擬平台
 - 1-1 紙箱式地震模擬平台
 - 1-2 彈力球式地震模擬平台
 - 1-3 懸吊式地震模擬平台
2. 找出用生活中的材料做出的模擬房屋 (無使用任何防震方法) 何者為最容易位移
 - 2-1 鐵絲與智高的實驗結果比較
 - 2-2 智高與冰棒棍的實驗結果比較
 - 2-3 冰棒棍與竹筷的實驗結果比較
 - 2-4 竹筷與竹籤的實驗結果比較
3. 比較不同防震方式對房屋的影響
 - 3-1 阻尼減震
 - 3-2 磁力減震
 - 3-3 砝碼減震

研究過程與方法

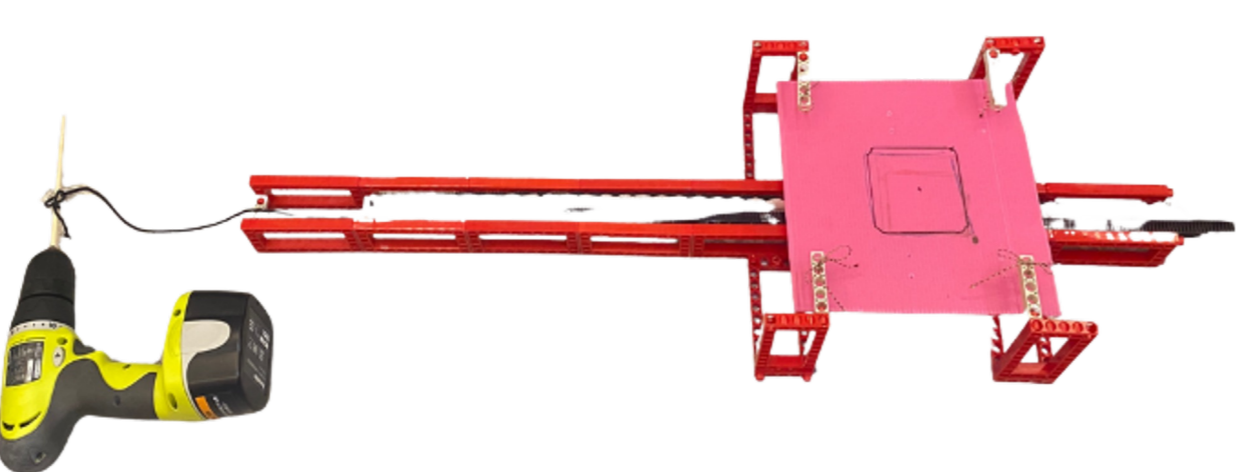
1. 將要測試的波度大小的瓦楞板黏貼於十個齒條中央



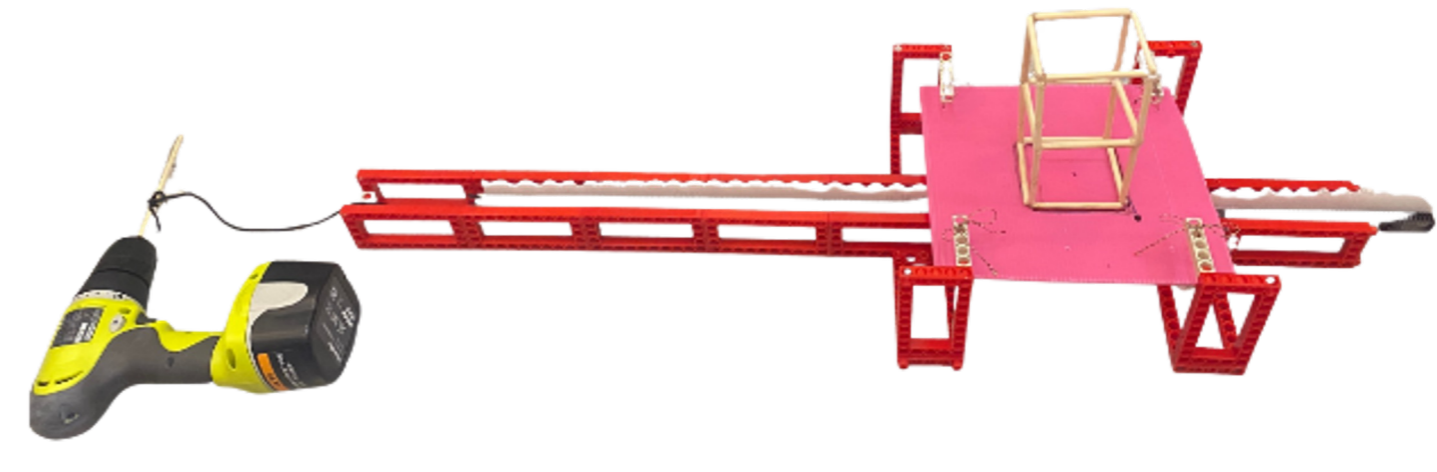
2. 將繩子綁在齒條末端



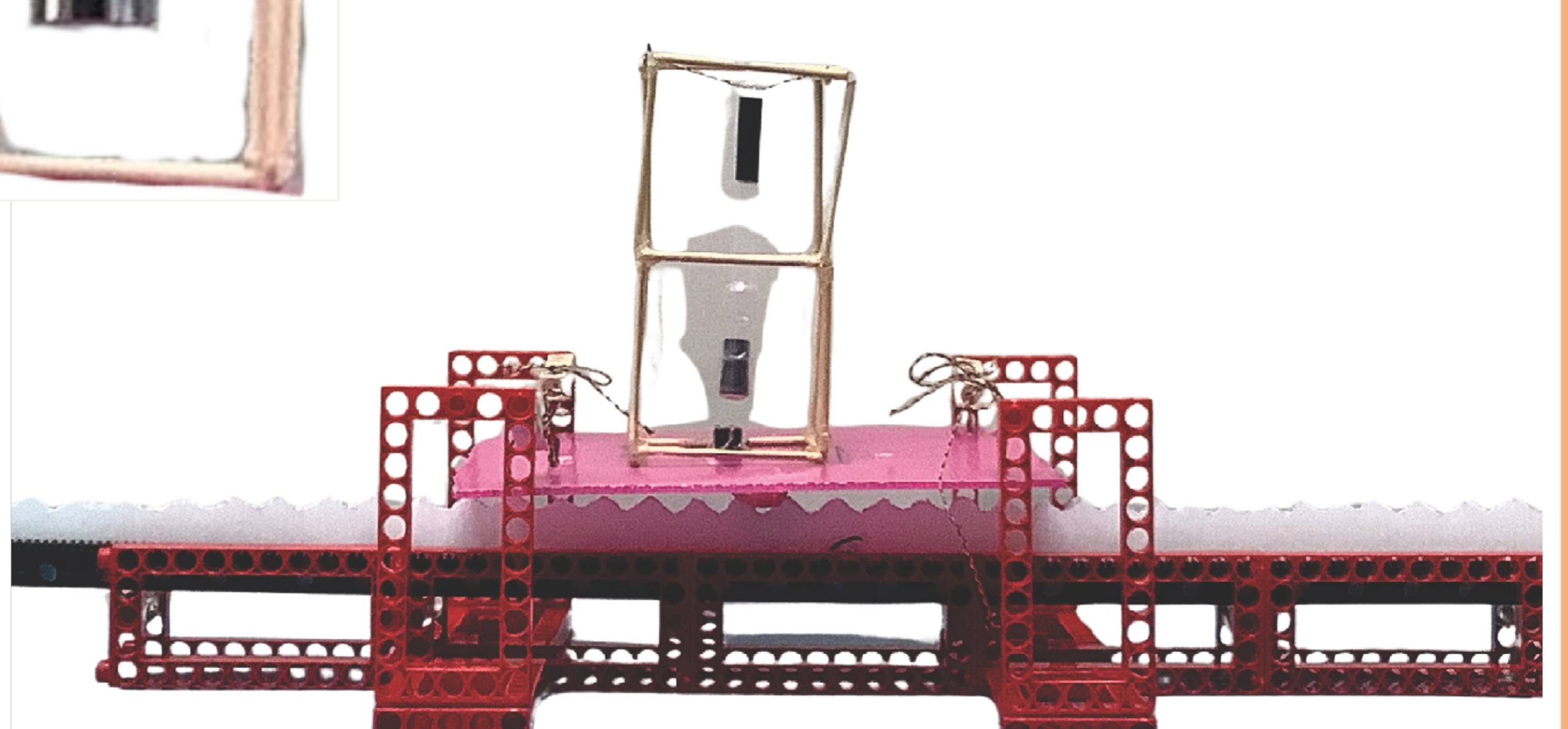
3. 在電鑽裝上竹筷，並將繩子的另一端綁上



4. 將組合完成的搖晃裝置放於懸吊式地震模擬平台右方



5. 將電鑽調整至想要測試的檔次並啟動後觀察即可



研究結果與討論

目的一、製作自製地震模擬平台

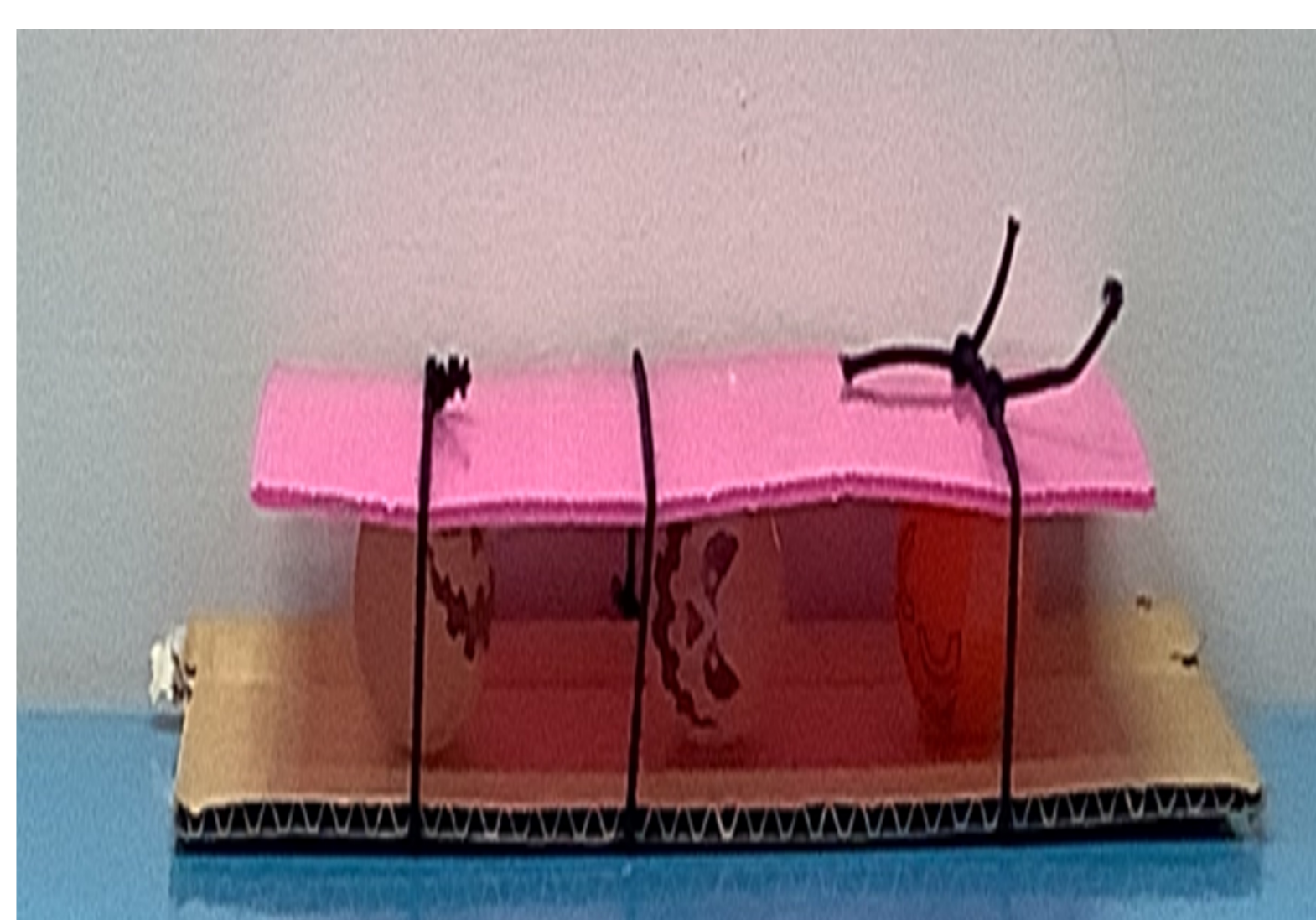
實驗結果：

堅固性的比較：彈力球式地震模擬平台 < 紙箱式地震模擬平台 = 懸吊式地震模擬平台。

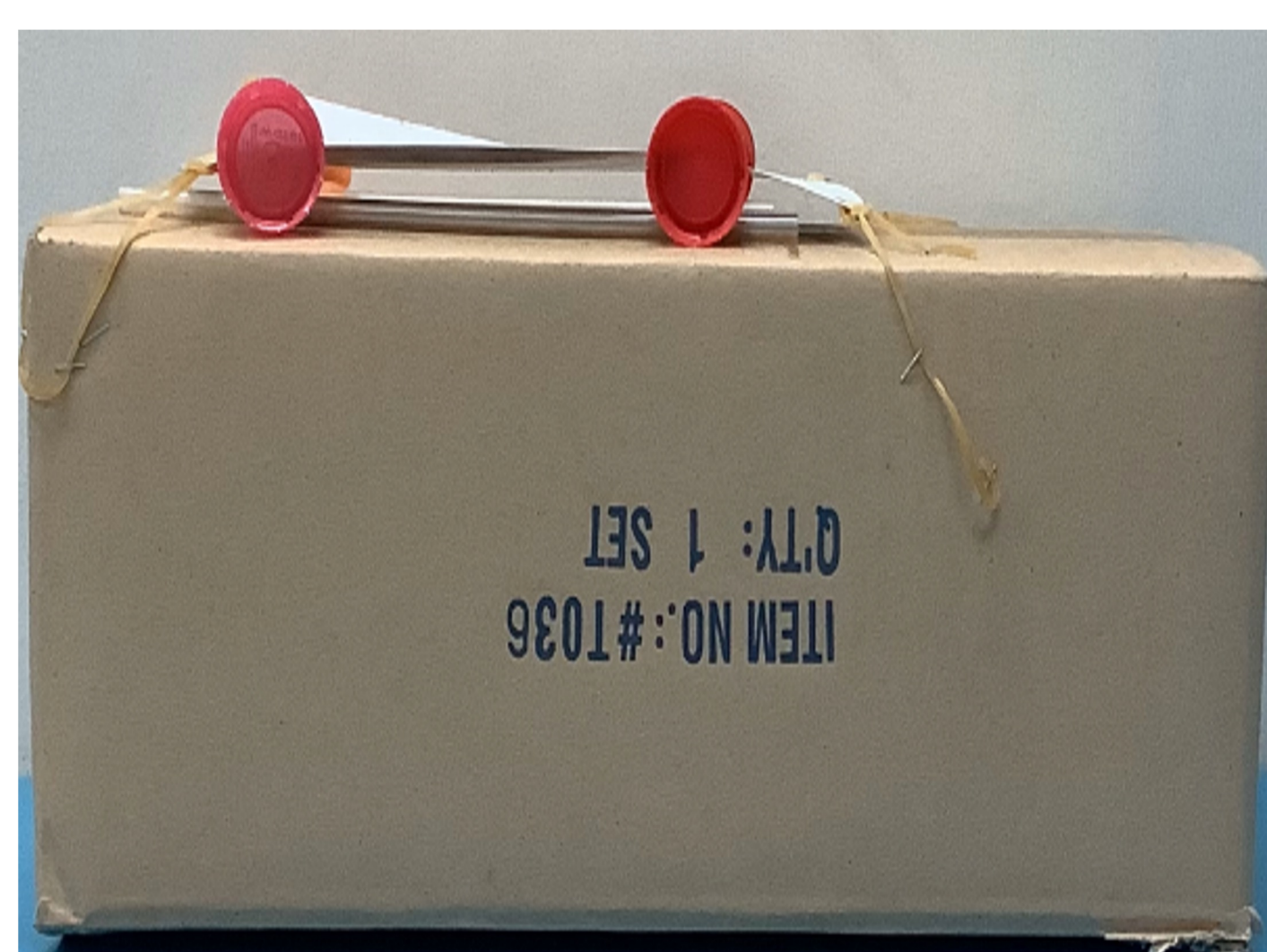
穩定性的比較：彈力球式地震模擬平台 < 紙箱式地震模擬平台 = 懸吊式地震模擬平台。

便利性的比較：懸吊式地震模擬平台 < 紙箱式地震模擬平台 < 彈力球式地震模擬平台。

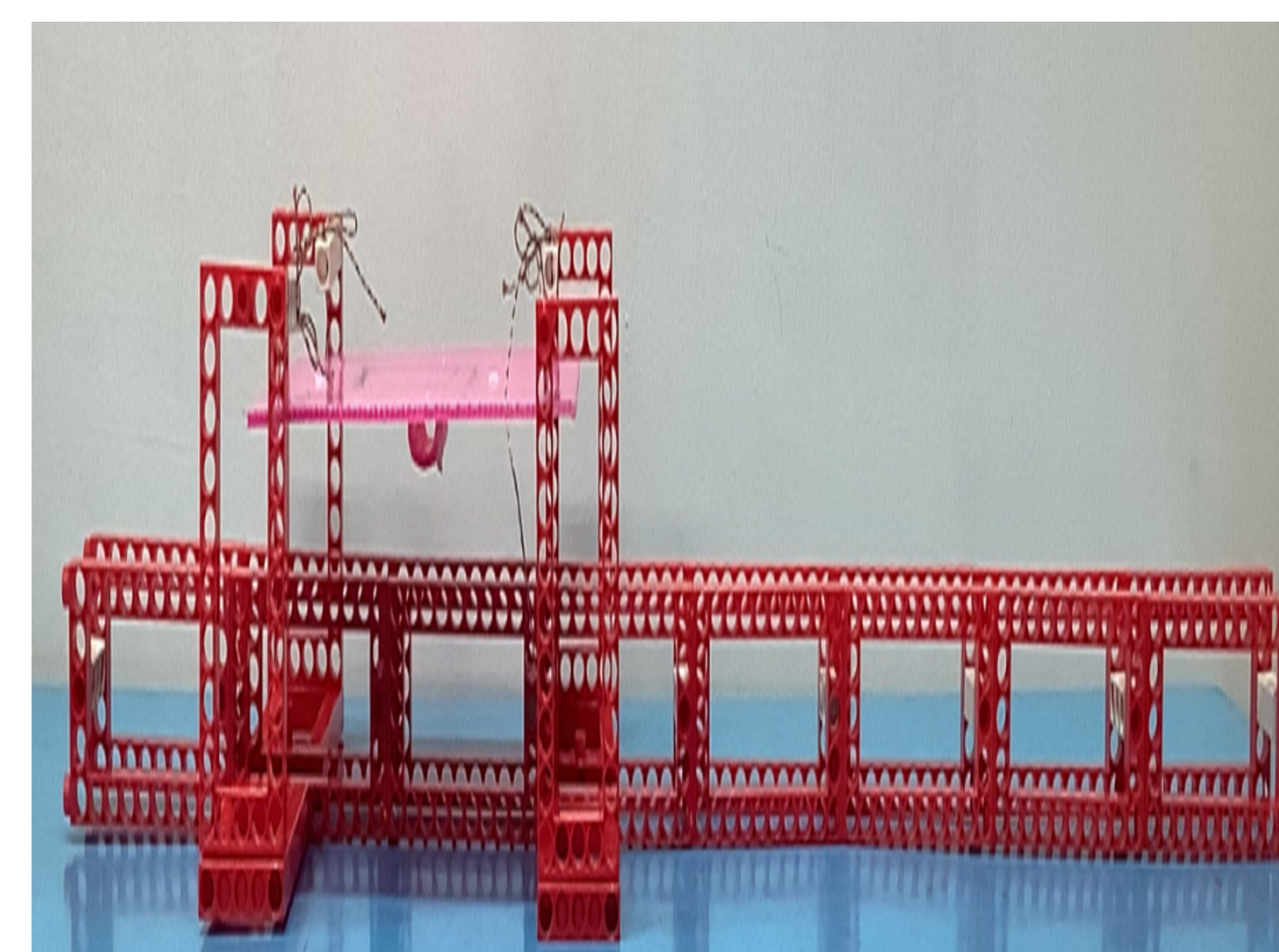
	優點	缺點
彈力球式地震模擬平台	用時短、製作簡單	彈力球容易滾落
紙箱式地震模擬平台	無	體積過大，不易隨時測量
懸吊式地震模擬平台	準確度高	用時長、體積過大



彈力球式地震模擬平台



紙箱式地震模擬平台



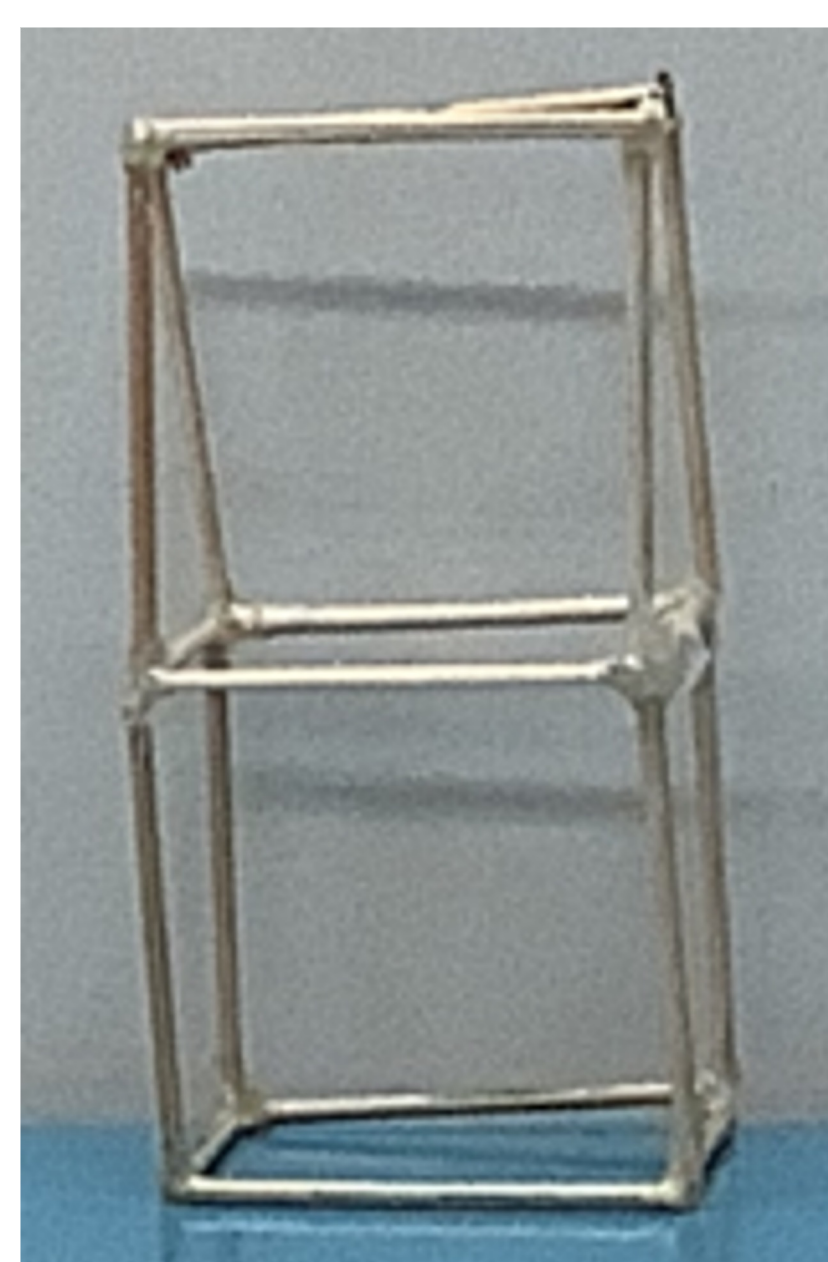
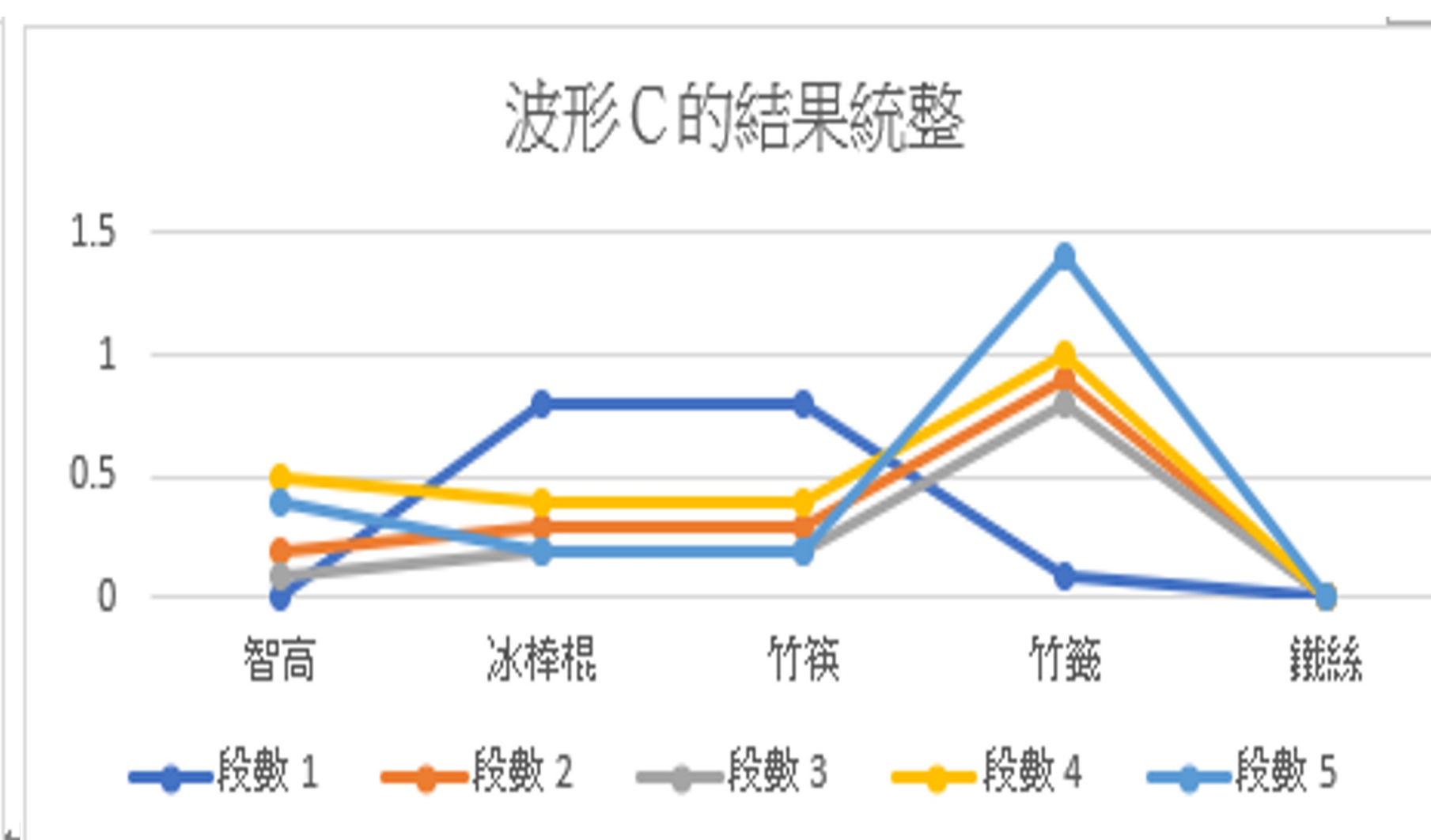
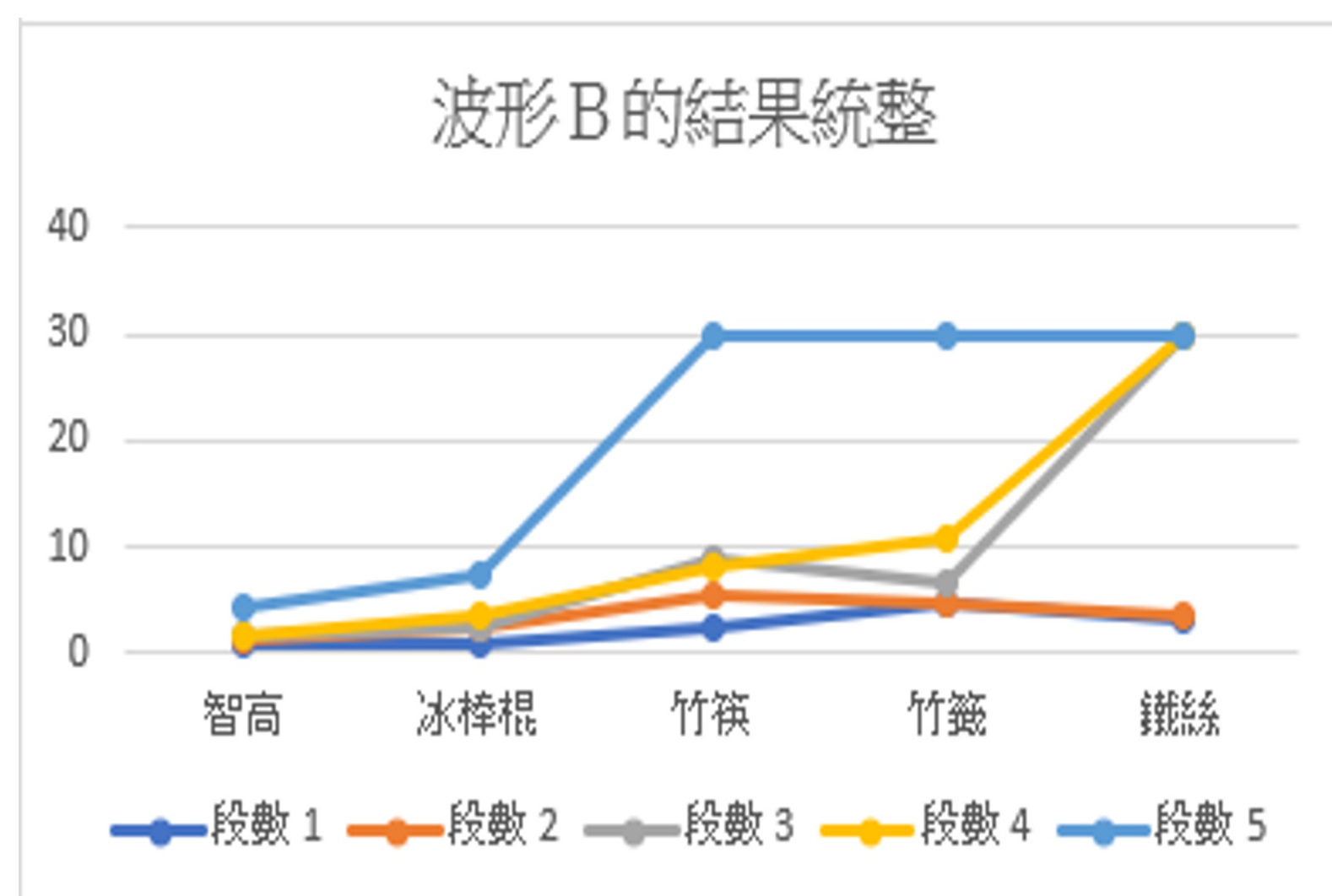
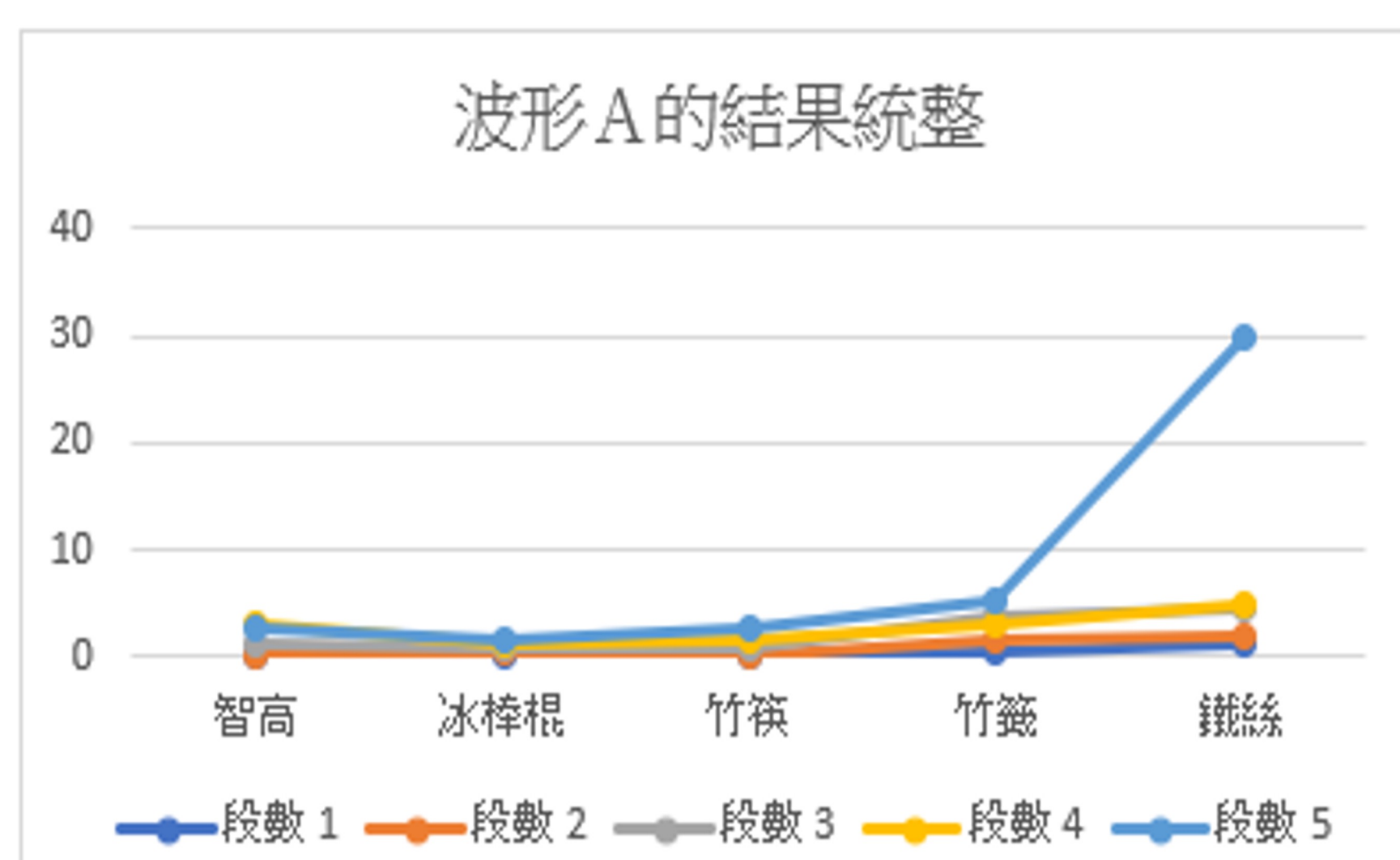
懸吊式地震模擬平台

	彈力球式地震模擬平台	紙箱式地震模擬平台	懸吊式地震模擬平台
操作時間	54秒	90秒	135秒
操作方式	人力搖晃	人力搖晃	電鑽帶動繩子

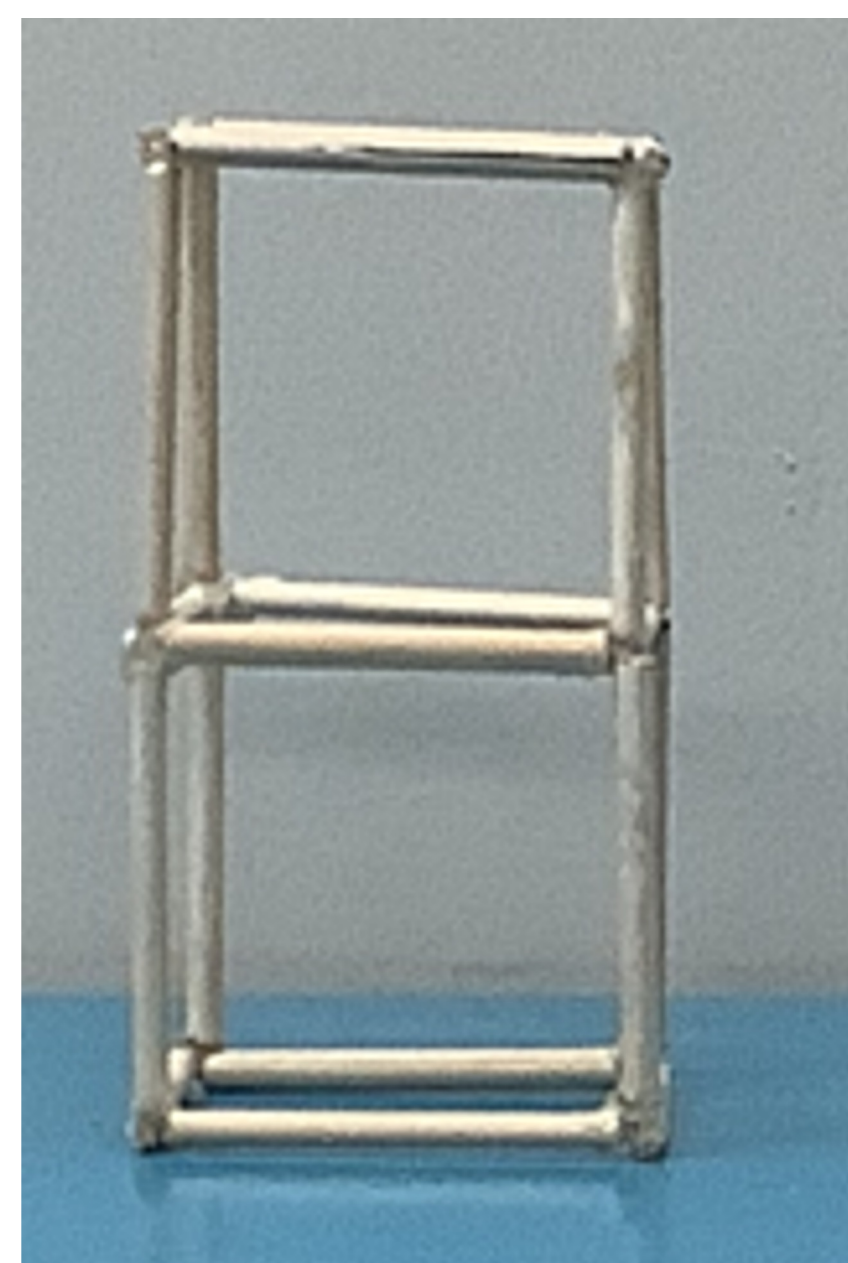
目的二、找出用生活中的材料做出的模擬房屋（無使用任何防震方式）何者為最容易位移

實驗結果：

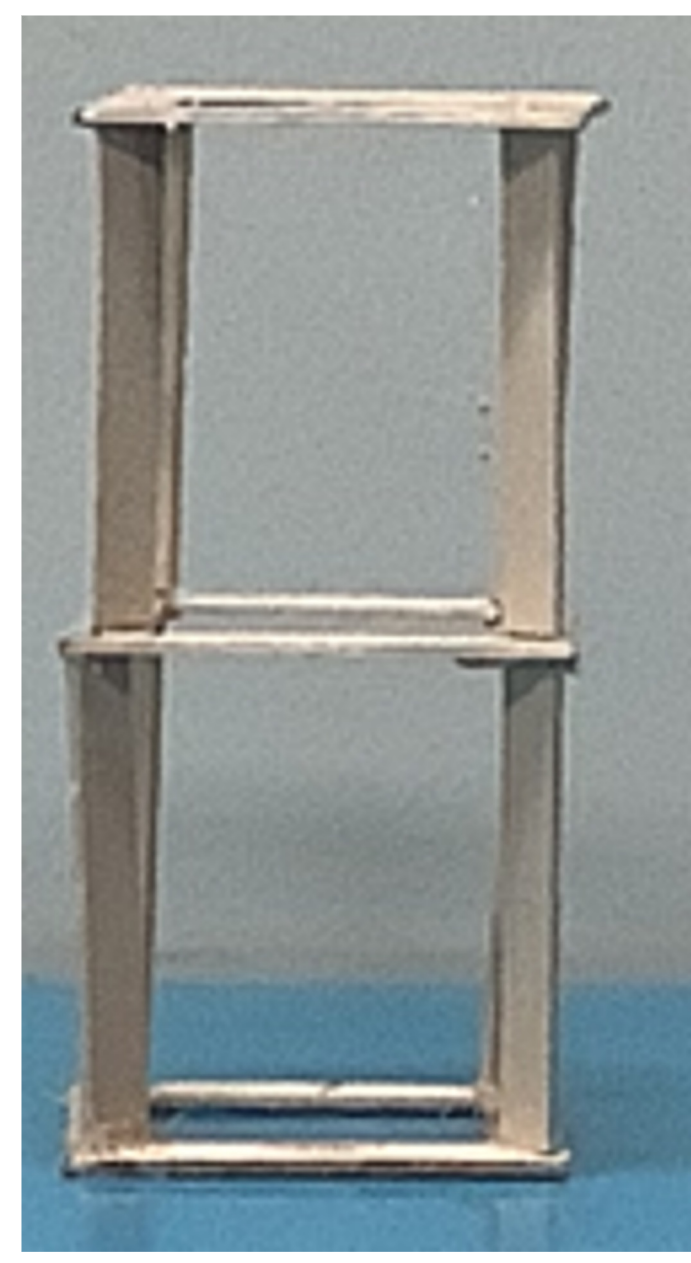
經過實驗後得出的結論為：竹籤建築 < 鐵絲建築 < 竹筷建築 < 冰棒棍建築 < 智高建築；推測是因建築物之材料粗細、寬度和底面積有關。



竹籤建築



竹筷建築



冰棒棍建築



智高建築



鐵絲建築

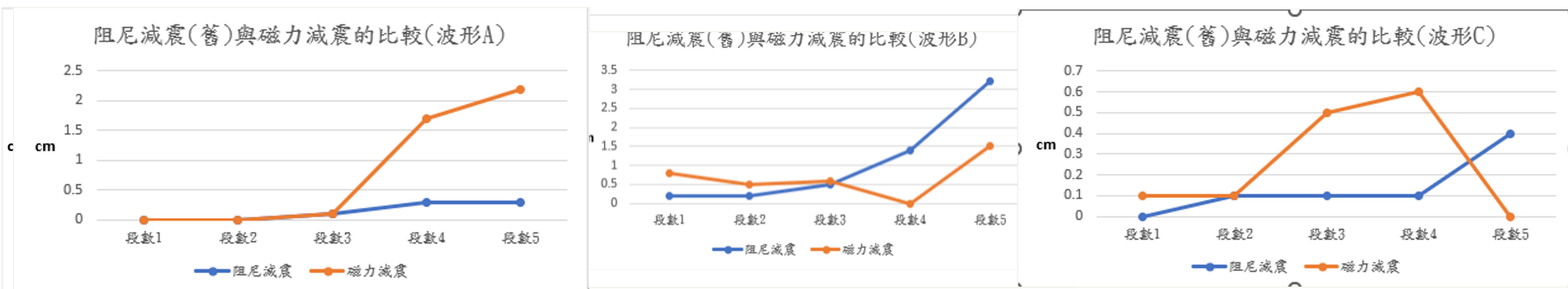
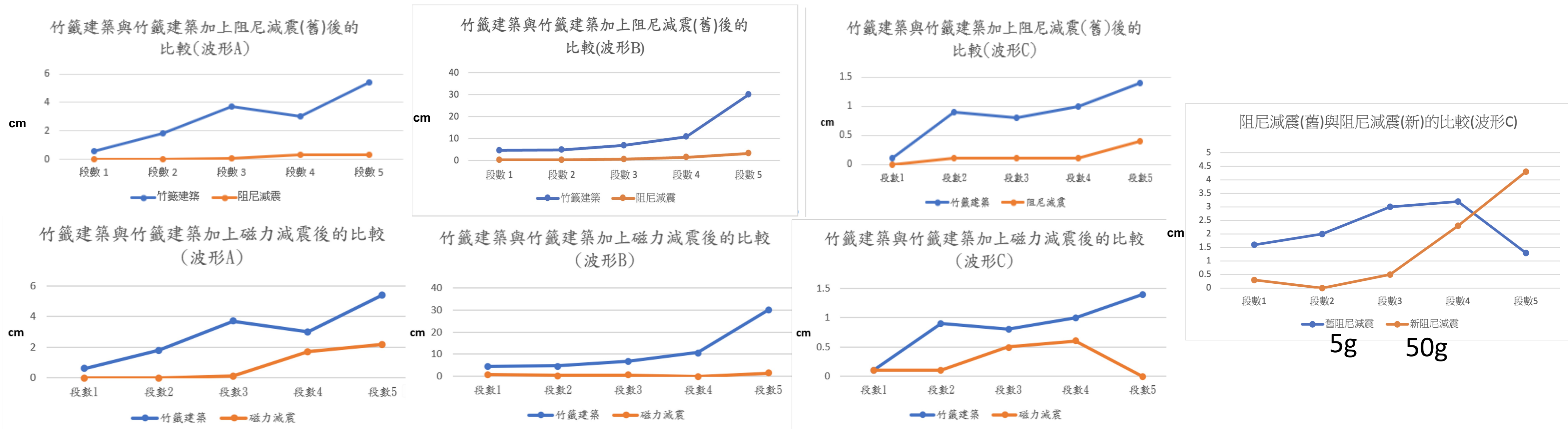
目的三、比較不同防震方式對房屋的影響

實驗結果：

我們發現兩種防震方式都有明顯的效果，不過阻尼減震的效果更佳。

實驗討論：

推測是因為阻尼減震使用的「慣性定律」效果較適合用在一般建築上，能將房屋搖擺頻率抵銷，而磁力減震使用的「同性相斥」似乎不太適合一般建築，推測是因相斥力太大導致房屋容易偏移，不過還是有防震效果。



結論

- 1.在目的1-1中，我們得出**懸吊式地震模擬平台在堅固性方面是最理想的**，而紙箱式地震模擬平台和彈力球式地震模擬平台則分別為第二和第三。因為懸吊式地震模擬平台擁有的支架相比其他地震模擬較大，因此在測試時不容易被風力所移動。而彈力球式地震模擬平台則是因為彈力球不易固定於地震模擬平台內部，導致此地震模擬平台不夠堅固。
- 2.在目的1-2中，**懸吊式地震模擬平台在穩定性方面也是最好的**，而紙箱式地震模擬平台和彈力球式地震模擬平台則分別為第二和第三。因為懸吊式地震模擬平台上的四支懸掛梁柱能夠輕易地掛住平台，使此地震模擬平台不易受損。而彈力球式地震模擬平台則是因為彈力球不易固定於地震模擬平台內部，導致在測試時無法穩定。
- 3.在目的1-3中，彈力球式地震模擬平台在便利性方面脫穎而出，而懸吊式地震模擬平台卻在此實驗中落敗。因為懸吊是地震模擬平台使用的電鑽段數和替換瓦楞板都會拖延到最後加總的時間而導致。而彈力球式地震模擬平台因為替換容易且小巧方便，所以總和以上結果，若要**選擇準確度高的地震模擬平台，會推薦懸吊式地震模擬平台**；**但若要選擇方便性高的地震模擬平台，將會推薦彈力球式地震模擬平台**。
- 4.在目的二中，我們得出的房屋堅固性比較為：竹籤建築 < 鐵絲建築 < 竹筷建築 < 冰棒棍建築 < 智高建築，推測**房屋的穩固性與建築物之骨架粗細、厚度和底面積有關**。
- 5.在目的三中，我們發現**阻尼減震的效果比磁力減震還要好**，推測是因為阻尼減震利用重力抵銷建築物擺動的慣性，因此較適合一般房屋，而磁力減震使用的同性相斥使用推開的方式將房屋推開，這樣的方式反而會導致房屋歪斜而無法固定在原位，因此較不推薦一般房屋使用此減震效果。

本研究貢獻

依據上述幾個實驗，可以模擬並了解防震最有效的方法，而建築設計師們則可藉由這些實驗發現：1.目前仍以阻尼減震之方式為最有效的方法、2.從不同材質(鐵絲、竹籤、冰棒棍、智高等)所模擬的建材中，了解改變穩固性的變因(造成最大影響的是梁柱的粗細以及房屋的面積)。有望替建於台灣的房屋提供更有效、更安全的防震措施。