

新北市土城區土城國民小學113學年度獨立研究成果

臨危不搖－抗震性最佳材料的房屋模型



研究領域：自然類
指導老師：方明嫻老師
研究學生：張棋翔撰
日期：民國一百一十四年五月

目錄

摘要.....	3
壹、緒論.....	4
一、研究動機.....	4
二、研究目的.....	4
貳、文獻探討.....	5
一、地震規模與級數.....	5
二、抗震原理.....	5
三、地震相關名詞.....	6
四、不同震動方式.....	6
五、歷屆科展作品.....	7
參、研究方法.....	8
一、研究架構.....	9
二、研究設備與器材.....	9
三、研究方法.....	9
四、房屋模型設計圖.....	9
五、實驗設計.....	10
(一)、探討使用不同震動方式對房屋模型抗震性的影響.....	10
(二)、探討不同位置的房屋模型對抗震性的影響.....	10
(三)、探討使用不同堆疊方式對房屋模型抗震性的影響.....	11
肆、研究過程與結果.....	12
一、探討使用不同震動方式對房屋模型抗震性的影響.....	12
二、探討不同位置的房屋模型對抗震性的影響.....	13
三、探討使用不同堆疊方式對房屋模型抗震性的影響.....	14
四、抗震性最佳的房屋模型.....	16
伍、結論與建議.....	17
陸、參考文獻.....	18

摘要

台灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊之間，地震十分平凡，造成台灣房屋倒塌，也會造成人員傷亡。我的研究以房屋模型使用不同震動方式、不同房屋模型位置、不同堆疊方式對房屋模型的抗震性影響，目的是找出抗震效果最好的房屋模型。實驗結果震動方式週期性三角波、房屋模型位置震央向東14公分、荷蘭式砌法的堆疊方式對房屋模型的抗震效果較佳。這些變因對房屋模型的抗震效果最好。研究結果房屋模型使用週期性三角波的抗震性優於使用其他震動方式。位置在震央向東14公分的房屋模型的抗震性大於其他位置。使用荷蘭式砌法的房屋模型抗震性大於順式砌法。

關鍵詞:地震、抗震性、房屋模型

壹、緒論

一. 研究動機

台灣位於歐亞板塊與菲律賓海板塊之間，因此常常發生地震。而地震造成了許多人喪命，以及許多建築物倒塌或房屋損壞。在經過觀察後，我發現那些房子會損壞的原因是因為抗震性不夠好，或年老失修，導致損壞，所以我想要透過實驗探討不同震動方式、房屋位置、磚塊堆疊方式因素對房屋模型抗震性的影響並製作出抗震性最佳材料的房屋模型。

二. 研究目的

- (一) 探討使用不同震動方式對房屋模型抗震性的影響
- (二) 探討不同房屋位置對房屋模型抗震性的影響
- (三) 探討使用不同堆疊方式對房屋模型抗震性的影響
- (四) 製作抗震效果最佳的房屋模型

貳、文獻探討

一、地震規模與級數

氣象局研訂的地震規模是以地動加速度與地動速度來區分，分為 0 級、1 級、2 級、3 級、4 級、5 弱、5 強、6 弱、6 強、7 級，共 10 個等級。2020 年以前的震度是直接以地動加速度計。

表1 最大地動速度與最大地動加速度範圍

震度階級	0級	1級	2級	3級	4級	5弱	5強	6弱	6強	7級
PGA (cm/sec ²)	<0.8	0.8- 2.5	2.5-8	8- 25	25- 80	80- 140	140-2 50	250-4 40	440-8 00	>800
PGV (cm/sec)	<0.2	0.2- 0.7	0.7- 1.9	1.9- 5.7	5.7-1 5	15- 30	30- 50	50- 80	80- 140	>140

二、抗震原理

抗震原理主要分為免震、震、耐震，下圖為免震、制震、耐震比較表

算，2020 年起的震度計算是參考日本氣象廳、美國地質調查所的計算方法以及臺灣學者的相關研究，以下為最大地動加速度（PGA）及最大地動速度（PGV）範圍表。

表2 免震、制震、耐震比較

	免震	制震	耐震
別稱	隔震	減震	抗震
特徵	設於建築基底下， 可隔絕可隔絕60% 以上的震波	設於樑柱之間，可 削減20-30%的震波	以主體結構吸收地 震能量
常見的設備	阻尼器、制震壁、 黏彈性制震壁、斜 撐制震壁	隔震墊	一般建築樑柱

三、地震相關名詞

表3 地震相關名詞

地震成因	板塊不斷推擠，發生斷裂或隆起而快速釋放能量
震源	地震發生的起始點
震央	震源與地面垂直的距離
地震深度	震源離地表的垂直距離
震度	地面搖晃的程度，分為0~10級
地震規模	也稱芮氏規模，是地震釋放的能量

四、震動方式介紹

表4 震動方式介紹

	1	週期性鋸齒波：共34個波峰，振幅為1 cm
	2	不規律混合波1：約20個波峰，最大振幅為2 cm
	3	週期性鋸齒波：共16個波峰，振幅為1.5 cm
	4	週期性半圓波：共15個波峰，振幅為1.5 cm
	5	週期性三角波：共31個波峰，振幅為0.9 cm
	6	不規律混合波2：約20個波峰，最大振幅為1.7 cm

五、歷屆科展作品

表5 歷屆科展作品

科別	作品名稱	主要內容
全國科展第 40 屆， 國小組地球科學科	不可思議的地震	藉由自製的模型來模擬地震，進而推斷房屋建築的方式和可能產生災害的關係。
全國科展第 44 屆， 國小 組地球科學科	921 地震，房子倒不倒有 關係	探討「建築物的底面形狀和耐震程度的關係」及「建築物輔助支撐和耐震程度的關係」
全國科展第 55 屆， 國小 組地球科學科	震不震「阻」了就知道—— 從阻尼器看地震對鋼骨大樓的影響	什麼方式可以使建築物較穩固不容易倒塌

參、研究過程與方法

一、研究架構

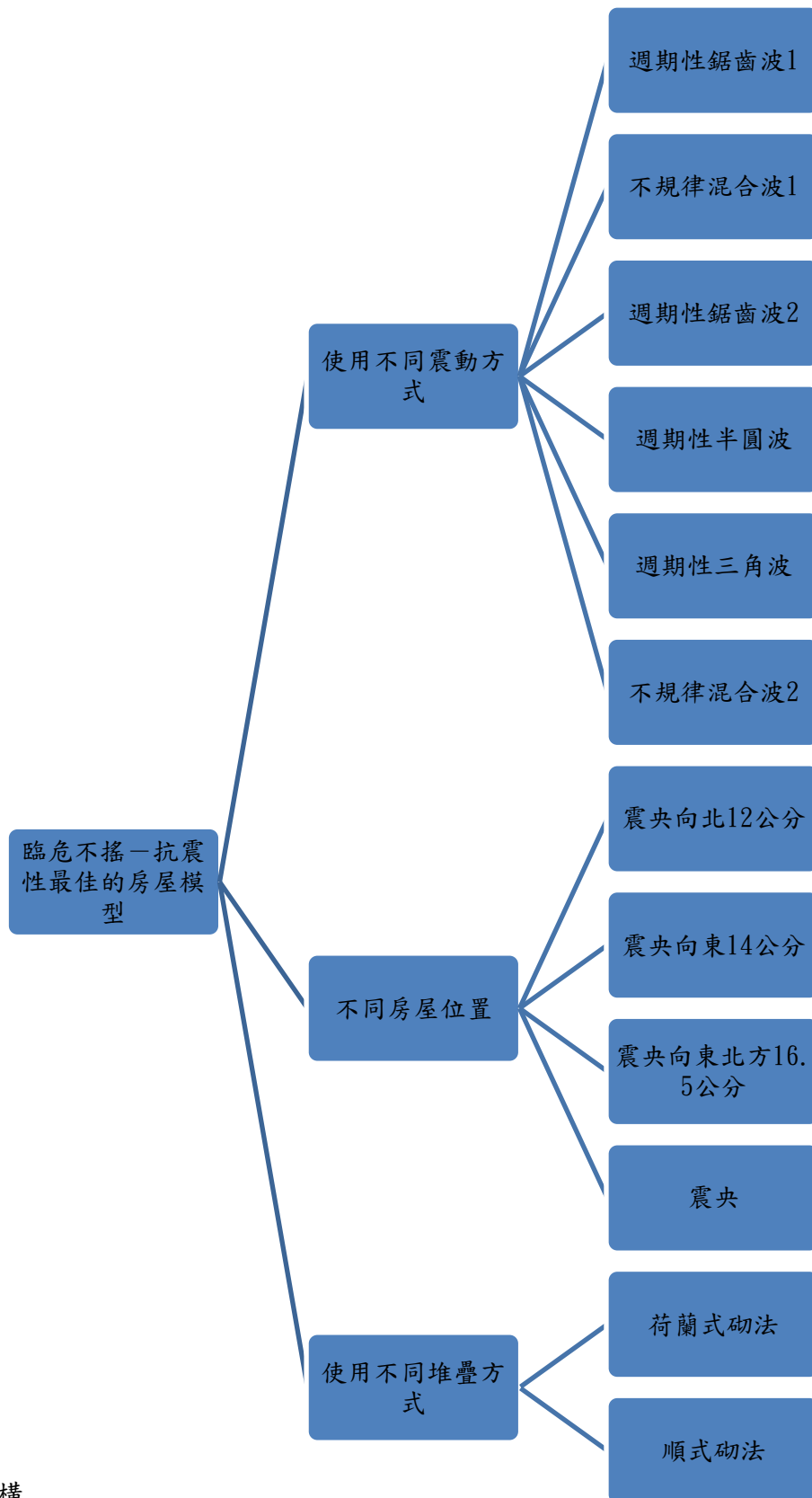


圖1 研究架構

二、研究設備與器材

表6 實驗器材

smart lab 地震模擬遊戲組	飛機木片	平板	計時器
			
canva軟體	弓形鋸	砂紙	
			

三、研究方法

本研究透過實驗將木頭磚塊製成房屋模型，放在地震模擬器上，並記錄房屋模型在地震模擬器上維持不倒的秒數。最後把所有實驗做完以後，將實驗結果透過比較分析找出抗震性最好的房屋模型接著劑、房屋模型磚塊形狀及房屋模型磚塊堆疊方式並製成抗震性最好的房屋模型。

四、房屋模型設計

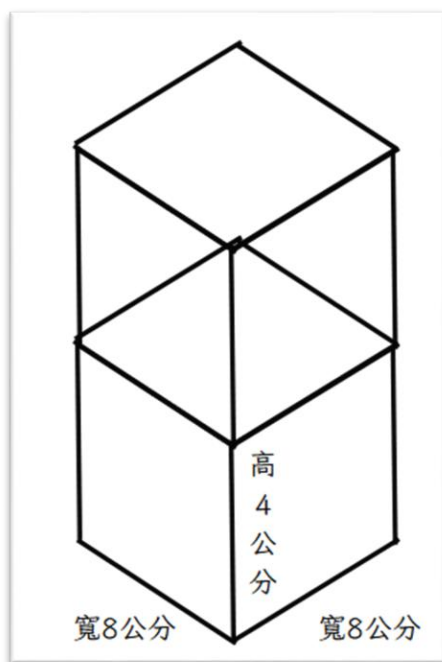


圖2 房屋模型設計

五、實驗設計

1. 實驗一 探討使用不同震動方式對房屋模型的抗震性的影響

(1)操縱變因:震動方式有:週期性鋸齒波1、不規律混合波1、週期性鋸齒波2、週期性半圓波、週期性三角波、不規律混合波2

(2)控制變因:震動器的地震3級、飛機木片裁成的長4公分、寬2公分、高1公分製成的2層樓房屋模型、順式砌法

(3)實驗步驟:A. 將木板裁成長4公分，寬2公分，高1公分的磚塊，

B. 在震動器上疊出房子，並製成房屋模型，

C. 將震條插進震動器，開啟震動器上，並紀錄實驗結果。

2. 實驗二 探討不同房屋位置對房屋模型抗震性的影響

(1)操縱變因:房屋位置有:震央、震央向北12公分、震央向東14公分、震央向東北16.5公分

(2)控制變因:震動器的地震3級、飛機木片裁成的長4公分、寬2公分、高1公分製成的2層樓房屋模型、順式砌法、5號震條

(3)實驗步驟: A. 將木板裁成長4公分，寬2公分，高1公分的磚塊，

B. 在震動器上疊出房子，並製成房屋模型，

C. 將震條插進震動器，開啟震動器上，並紀錄實驗結果。

3. 實驗三 探討使用不同堆疊方式對房屋模型抗震性的影響

(1)操縱變因:堆疊方式有順式砌法、荷蘭式砌法

本次實驗採用的磚塊堆疊方式為順式砌法及荷蘭式砌法，以下為順式砌法及荷蘭式砌法的堆疊方式介紹

(2)控制變因:震動器的地震3級、飛機木片裁成的長4公分、寬2公分、高1公分製成的2層樓房屋模型、靜置時間1分鐘、5號震條

(3)實驗步驟: A. 將木板裁成長4公分，寬2公分，高1公分的磚塊，
B. 在震動器上疊出房子，並製成房屋模型，
C. 將震條插進震動器，開啟震動器上，並紀錄實驗結果。

肆、研究過程

(一)實驗一 探討使用不同震動方式對房屋模型抗震性的影響

1. 實驗過程

表7 實驗一照片

	週期性鋸齒波1	不規律混合波1	週期性鋸齒波2	週期性半圓波	週期性三角波	不規律混合波2
第一次						
第二次						
第三次						

表8 不同震動方式的持續抗震時間

不同震動方式的持續抗震時間(單位:秒)				
	第一次	第二次	第三次	平均
週期性鋸齒波1	4	6	5	5
不規律混合波1	10	5	4	6
週期性鋸齒波2	4	5	6	5
週期性半圓波	7	9	11	8
週期性三角波	4	1	1	2
不規律混合波2	11	5	1	5

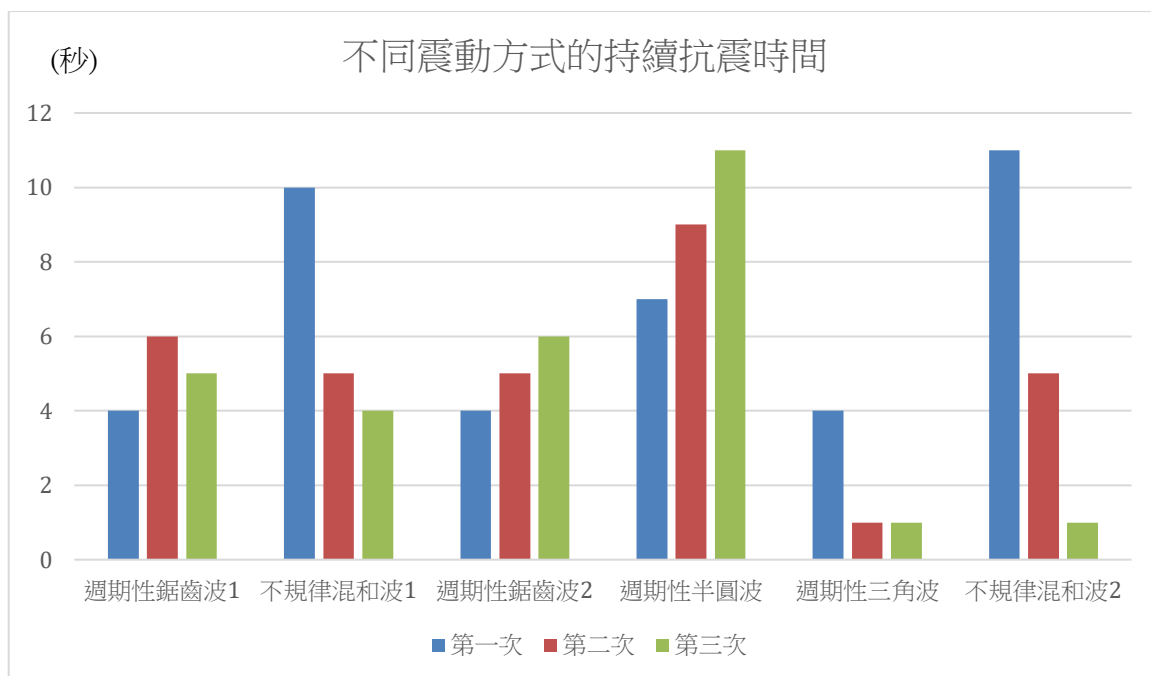


圖3 不同黏著劑持續抗震時間

2. 實驗一結果

由實驗結果可知使用週期性三角波震動方式的房屋模型維持時間較短，所以震度最大，而週期性鋸齒波1、週期性鋸齒波2及不規律混合波2的震動方式平均只能維持5秒，不規律混合波2的震動方式平均只能維持6秒，使用週期性半圓波的震動方式維持時間較長，因此震度最小。

(二)實驗二 探討不同位置的房屋模型抗震性的影響

1. 實驗過程

表9 實驗二照片

	震央	震央向北12公分	震央向東14公分	震央向東北方16.5公分
第一次實驗				
第二次實驗				



表10 不同房屋模型位置的持續抗震時間

不同房屋模型位置的持續抗震時間(單位:秒)				
形狀	第一次	第二次	第三次	平均
震央	5	7	6	6
震央向北12公分	X	X	13	4
震央向東14公分	7	8	7	7
震央向東北16.5公分	X	X	16	5

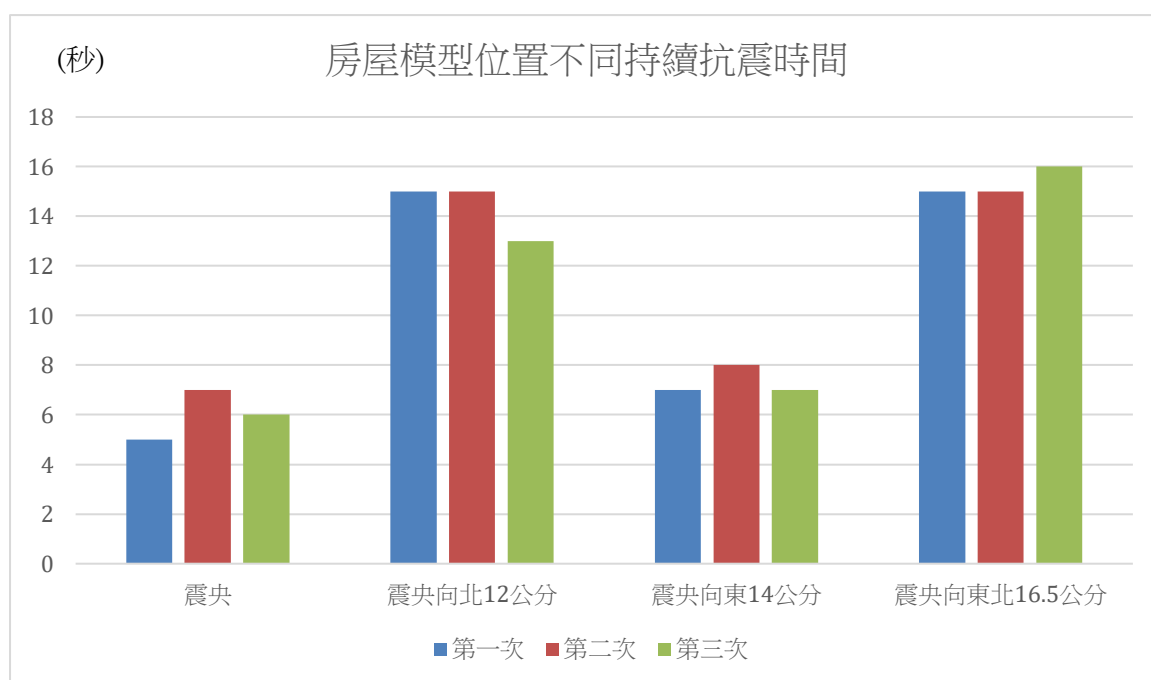


圖4 不同形狀磚塊的房屋模型持續抗震時間

2. 實驗二結果

由實驗結果可知不同位置的房屋模型抗震性的大小依序為震央向東14公分>震央>震央向東北16.5公分>震央向上12公分。所以震央向東14公分的房屋模型抗震效果比較好。

(三) 實驗三 探討使用不同堆疊方式對房屋模型抗震性的影響

1. 實驗過程

表11 實驗三照片

	順式砌法	荷蘭式砌法
第一次實驗		
第二次實驗		
第三次實驗		

表12 不同堆疊方式磚塊的持續抗震時間

使用不同堆疊方式的房屋模型持續抗震時間(單位:秒)				
堆疊方式	第一次	第二次	第三次	平均
順式砌法	9	7	4	6
荷蘭式砌法	8	5	9	7

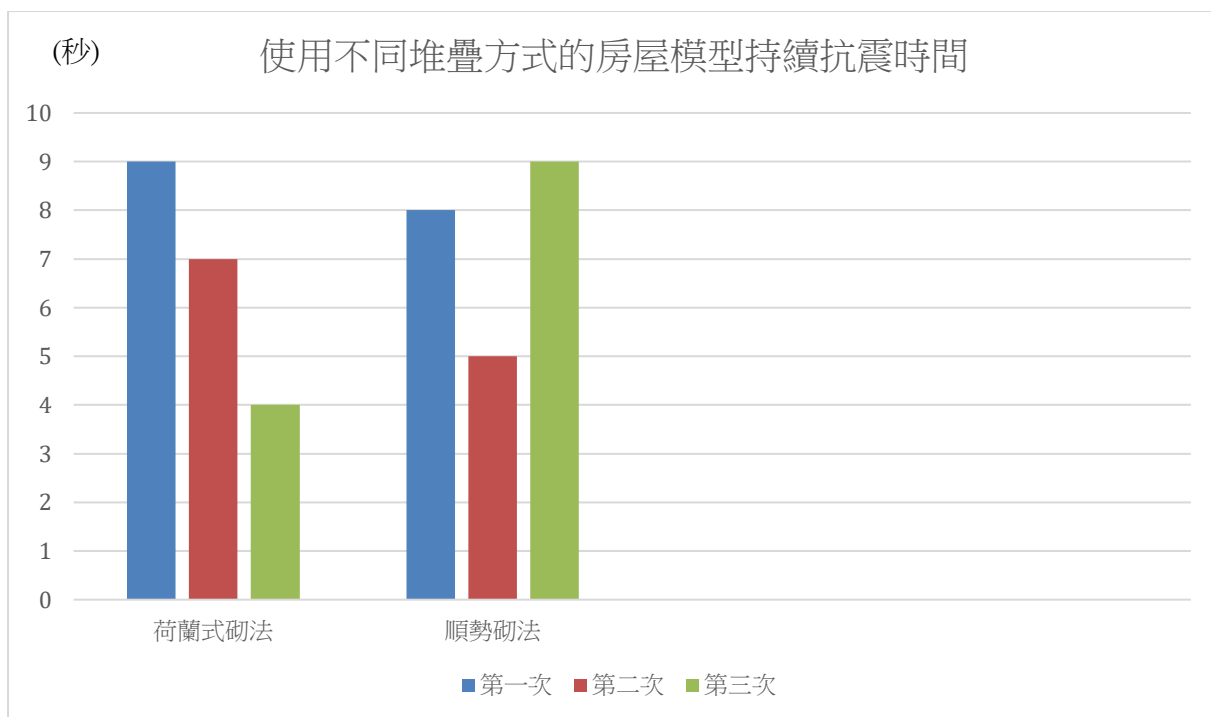


圖5 使用不同堆疊方式的房屋模型持續抗震時間

2. 實驗三結果

荷蘭式砌法的抗震時間長於順式砌法。所以使用荷蘭式砌法的房屋模型抗震效果最佳。

伍. 研究結果

（一）探討使用不同震動方式對房屋模型抗震性的影響

由實驗結果可知使用週期性三角波震動方式的房屋模型維持時間較短，所以震度最大，而週期性鋸齒波1、週期性鋸齒波2及不規律混合波2的震動方式平均只能維持5秒，不規律混合波2的震動方式平均只能維持6秒，使用週期性半圓波的震動方式維持時間較長，因此震度最小。

（二）探討不同房屋位置對房屋模型抗震性的影響

由實驗結果可知不同位置的房屋模型抗震性的大小依序為震央向東14公分>震央>震央向東北16.5公分>震央向上12公分。所以震央向東14公分的房屋模型抗震效果比較好。

（三）探討使用不同堆疊方式對房屋模型抗震性的影響

荷蘭式砌法的抗震時間長於順式砌法。所以使用荷蘭式砌法的房屋模型抗震效果最佳。

（四）製作抗震效果最佳的房屋模型

使用荷蘭式砌法以及房屋位置在震央東方14公分的位置的房屋模型抗震效果最好。



圖6 抗震效果最佳的房屋模型

陸. 結論與建議

由實驗結果顯示使用週期性三角波震動方式的房屋模型維持時間較短，所以震度最大，使用週期性半圓波的震動方式維持時間較長，因此震度最小。不同位置的房屋模型抗震性的大小依序為震央向東14公分>震央>震央向東北16.5公分>震央向上12公分。所以震央向東14公分的房屋模型抗震效果比較好。荷蘭式砌法的抗震時間長於順式砌法。所以使用荷蘭式砌法的房屋模型抗震效果最佳。使用荷蘭式砌法以及房屋位置在震央東方14公分的位置的房屋模型抗震效果最好。

本研究是用上下震動的方式來進行地震模擬，若使用左右搖晃的方式進行地震模擬，研究結果可能不一樣。此外，建議實驗可用現成的木頭積木進行，否則裁切木板會花很多時間。

柒. 參考文獻

田唯希、馮俞璇. (2024. 8. 12). 耐震設計規範新規定？制震、耐震、免震差在哪？
阻尼器功用？水泥磅數是什麼？. 房感不動產科技. 耐震設計規範新規定？制震、耐震、免震差在哪？阻尼器功用？水泥磅數是什麼？ - HouseFeel 房感

朱竣暉、鄭毓涵、陳宥任、楊鎧嶸. 天搖地動～耐震屋研究. 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/NPHSF2021-080503.pdf?0.813069204061779>

蔡依儒、甘能嘉、廖家瑜、王玟懿. 不可思議的地震. 中華民國第 40 屆中小學科學展覽會 作品說明書. <https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=37&sid=4897>

張凱翔、彭偉誠、張怡馨、陳豐益、吳嘉訓. 921 地震，房子倒不倒有關係. <https://www.ntsec.edu.tw/science/detail.aspx?a=21&cat=41&sid=1409>

臺中市政府教育局. 砌磚介紹. https://moodle.tcavs.tc.edu.tw/moodle/pluginfile.php/356/mod_resource/content/0/Brick.pdf