

# 嘉義市第三十七屆中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：地球科學科

組 別：國小組

作品名稱：團結「核」作，防震無間

關 鍵 詞：地震、抗震、核心筒

編 號：

## 壹、研究摘要

我們台灣的地震發生次數算平凡，再加上現今的樓層越蓋越高，透過我們所做的核心筒實驗來了解核心筒如何減緩建築物的搖晃情形。根據我們的實驗結果，表現第一名的是厚正方形核心筒，加厚的構造使建築物的更加穩固而使建築物搖晃距離也最小。第二名的是不同核心筒數量，當使用兩個核心筒時，建築物確實會比較穩定。第三名則是正方形 8 支主支架的核心筒，當我們加強核心筒的結構時當然也會使核心筒更穩定，使建築物比較不會搖晃。所以核心筒可以用來幫助減緩建築物的搖晃達到防震的目的。

## 貳、研究動機

當我們看到地震特報時，裡面的場景慘不忍睹，令人傷心。我們很想了解有那些方式可以防震，於是我們上網查了一下，發現有很多種的防震的方式，其中，令我們最印象深刻的是「核心筒」的結構。核心筒就是在建築物的中央部分，以鋼筋混凝土建構而成，很常用在於高樓層的建築物上。所以我們想研究核心筒對於防震效果的影響是什麼？

## 參、研究目的

- 一、建築物中的核心筒是什麼？
- 二、探討房子有無核心筒對防震的影響。
- 三、探討核心筒不同形狀對防震的影響。
- 四、探討不同面積大小的核心筒對防震的影響。
- 五、探討核心筒不同厚薄對防震的影響。
- 六、探討核心筒不同數量對防震的影響。
- 七、探討核心筒不同支架數量對防震的影響。
- 八、探討核心筒位置對防震的影響。

## 肆、研究設備及器材

### 一、研究器材及設備

1. 鋸弓	2. 搖擺機	3. 搖擺平台	4. 切割墊
5. 熱熔膠槍	6. 固定夾	7. 夾子	8. 計時器
9. 木頭固定器	10. 攝影機	11. 刀子	12. 尺
13 白膠	14 砂紙		

### 二、研究材料

1. 木條	2. 木板		
-------	-------	--	--

### 三、器材與實驗照片

 <p>熱溶槍</p>	 <p>鋸弓</p>	 <p>割木頭的刀子</p>
<p>圖 1、熱溶槍</p>	<p>圖 2、鋸弓</p>	<p>圖 3、割木頭的刀子</p>
 <p>自製搖擺平台</p>	 <p>足部搖擺機</p>	 <p>切割墊</p>
<p>圖 4、自製搖擺平台</p>	<p>圖 5、搖擺機</p>	<p>圖 6、切割墊</p>
 <p>攝影機</p>	 <p>夾子</p>	 <p>夾子</p>
<p>圖 7、攝影機</p>	<p>圖 8、夾子</p>	<p>圖 9、夾子</p>
 <p>木頭固定器</p>	 <p>計時器</p>	 <p>砂紙</p>
<p>圖 10、木頭固定器</p>	<p>圖 11、計時器</p>	<p>圖 12、砂紙</p>

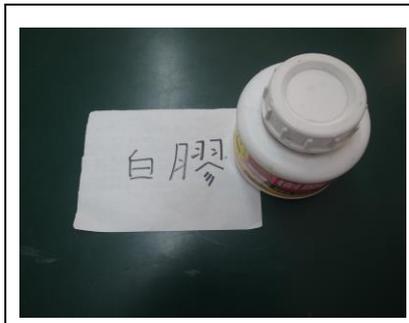


圖 13、白膠



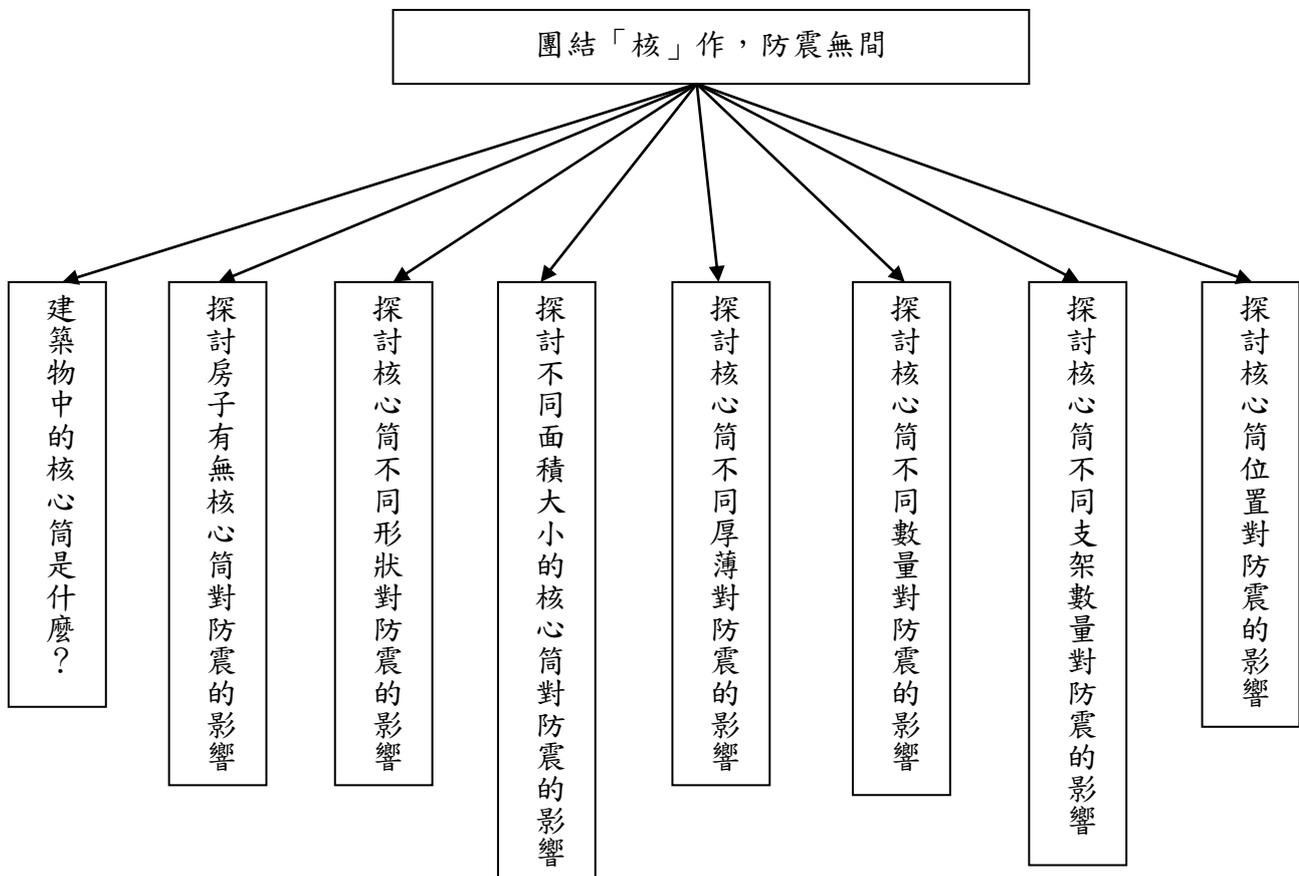
圖 14、尺



圖 15、木條

## 伍、研究過程或方法

### 一、架構圖

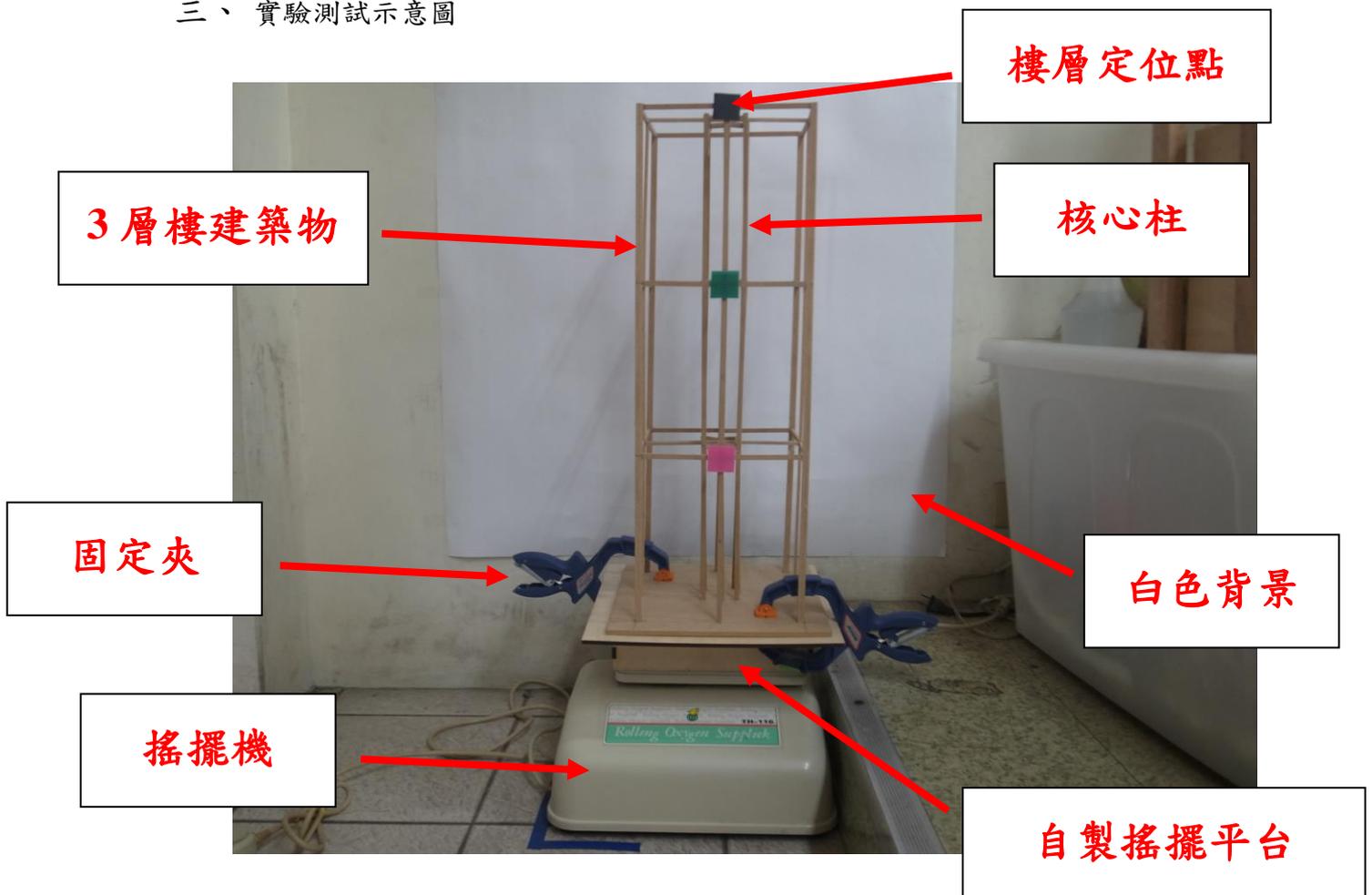


### 二、實驗流程圖



圖 16、畫設計圖	圖 17、畫木條和畫定位點	圖 18、切割木條
		
圖 19、先蓋無核心筒的建築物	圖 20、蓋好有核心筒的房子	圖 21、放在搖擺機上並錄影
		
圖 22、最後用電腦分析		

### 三、實驗測試示意圖



※建築物的材料與搭建以「國家地震工程研究中心舉辦的抗震盃」為依據。

#### 四、建築物中的核心筒是什麼？

核心筒是架構在建築物中央的結構，通常會把核心筒規劃成樓梯空間、公共廁所、電梯井道等的中央核心筒結構。核心筒會以鋼筋混凝土組成，擁有絕佳的抗震能力。核心筒也可以減少建築物內的支架數量，讓室內使用面積變大，所以樓層越高的建築物中都會看到核心筒的構造。

#### 五、探討房子有無核心筒對防震的影響(正方形中間)

##### (一) 實驗步驟：

1. 架好建築物並在正中央架好正方形核心筒
2. 架好無核心筒的建築物
3. 分別把兩棟建築放上搖擺平台實驗
4. 錄影並電腦分析實驗結果

#### 六、探討核心筒不同形狀對防震的影響(正方形、長方形)。

##### (一) 實驗步驟：

1. 架好建築物並在正中央架好正方形核心筒
2. 架好建築物並在正中央架好長方形核心筒
3. 分別把兩棟建築放上搖擺平台
4. 錄影並電腦分析實驗結果

#### 七、探討不同面積大小的核心筒對防震的影響(正方形、長方形)。

##### (一) 實驗步驟：

1. 架好兩棟建築物並架上正方形大的和小的核心筒
2. 架好兩棟建築物並架上長方形大的和小的核心筒
3. 分別把四棟建築物放上搖擺平台
4. 錄影並電腦分析實驗結果

#### 八、探討核心筒不同厚薄對防震的影響(1-2道牆)。

##### (一) 實驗步驟：

1. 架好建築物並在正方形核心筒四周再增加一道牆
2. 架好建築物並在正中央架好正方形核心筒
3. 分別把兩棟建築放上搖擺平台
4. 錄影並電腦分析實驗結果

#### 九、探討核心筒不同數量對防震的影響(1-2核心筒)。

##### (一) 實驗步驟：

1. 架好建築物並架上兩個正方形的核心筒
2. 架好建築物並在正中央架好正方形的核心筒
3. 分別把兩棟建築物放上搖擺平台
4. 錄影並電腦分析實驗結果

#### 十、探討核心筒不同支架數量對防震的影響(4支、8支)。

##### (一) 實驗步驟：

1. 架好建築物並在不同位置架上右上的核心筒

2. 架好建築物並在不同位置架上右上中間的核心筒
3. 架好建築物並在不同位置架上正中間的核心筒
4. 分別把三棟建築物放上搖擺平台

十一、探討核心筒位置對防震的影響(左上、左上中間、中間)。

(一) 實驗步驟：

1. 架好建築物並在不同位置架上右上的核心筒
2. 架好建築物並在不同位置架上右上中間的核心筒
3. 架好建築物並在不同位置架上正中間的核心筒
4. 分別把三棟建築物放上搖擺平台
5. 錄影並電腦分析實驗結果

## 陸、研究結果

一、探討房子有無核心筒對防震的影響。

(一) 研究結果

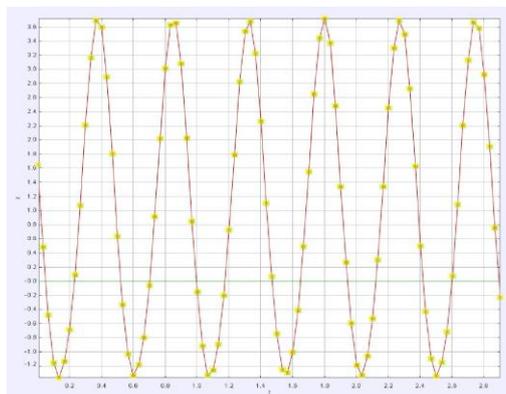


圖 26、無核心筒 3F 搖晃情形。

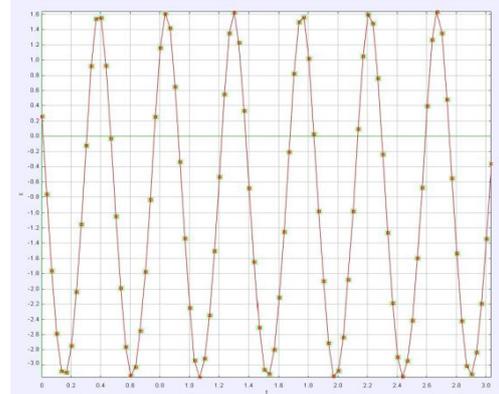


圖 27、正方形核心筒 3F 搖晃情形。

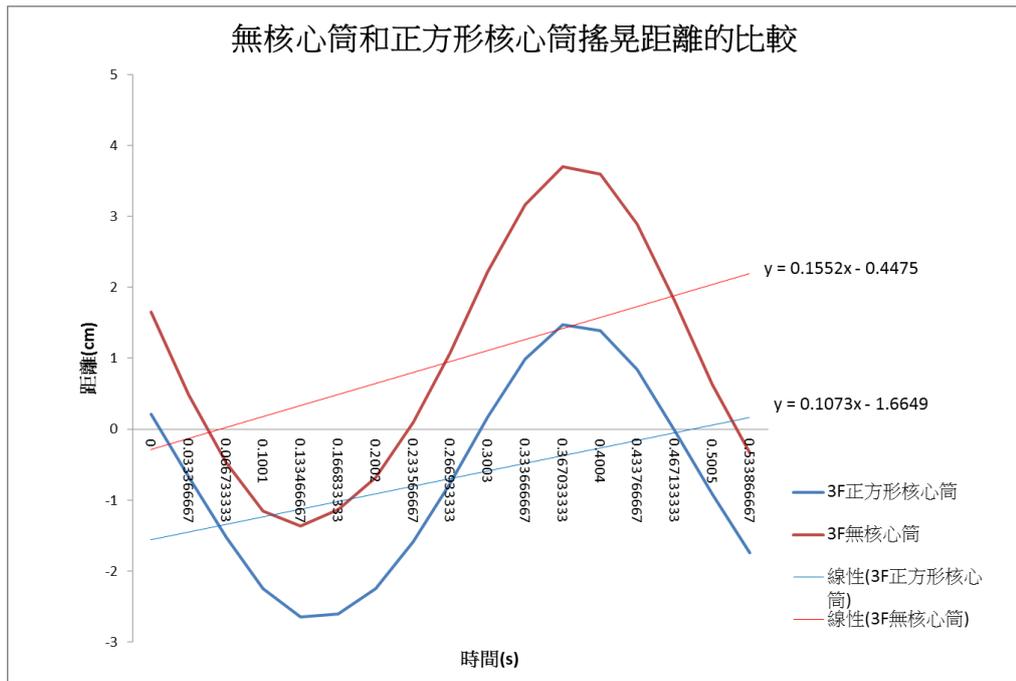


圖 28、無核心筒和正方形核心筒搖晃距離的比較。

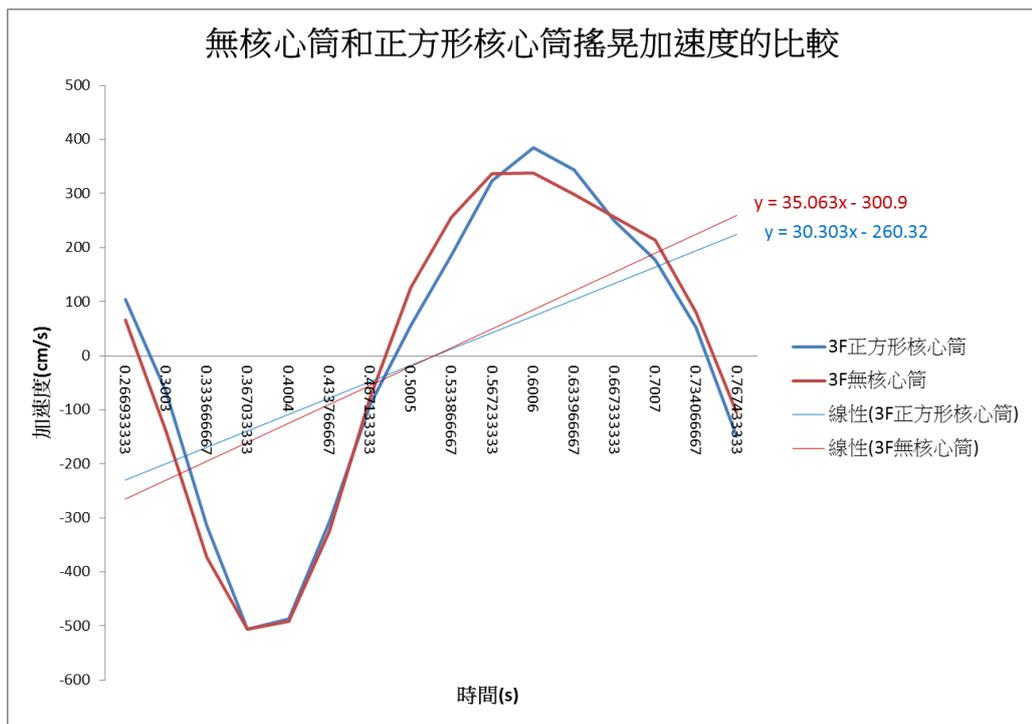


圖 29、無核心筒和正方形核心筒搖晃加速度的比較。

(二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較的是建築物無核心筒構造和建築物有核心筒的構造，從圖 26-27 為我們比較無核心筒的 3F 和有正方形核心筒的 3F 在建築物搖晃的情況錄影起來並使用 tracker 軟體所製出來的折線圖。從圖 28 中我們比較建築物搖晃的距離時，我們可以看見無核心筒的 3F 所產生的搖晃

距離比較大，而有正方形核心筒的 3F 所產生的搖晃距離比較小。從圖 29 中我們比較建築物搖晃的加速度時，我們可以看見無核心筒的 3F 搖晃產生的加速度比較快，而有正方形核心筒的 3F 搖晃產生的加速度比較慢。

- 根據我們的實驗結果，我們發現三層樓高的建築物在我們地震模擬的狀態下確實會產生搖晃的情況，且樓層越高搖晃得越大。我們無核心筒的建築物不管是搖晃的距離或是搖晃的加速度確實都是比有正方形核心筒的建築物還要來的激烈，這代表正方形核心筒確實可以幫助穩定建築物的結構並減緩地震所產生的搖晃情形。

## 二、探討核心筒不同形狀對防震的影響。

### (一) 研究結果

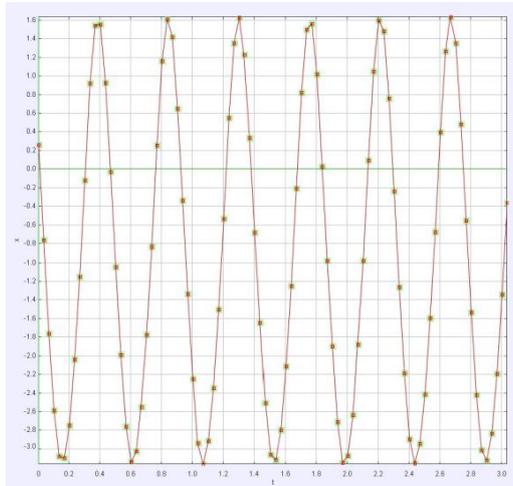
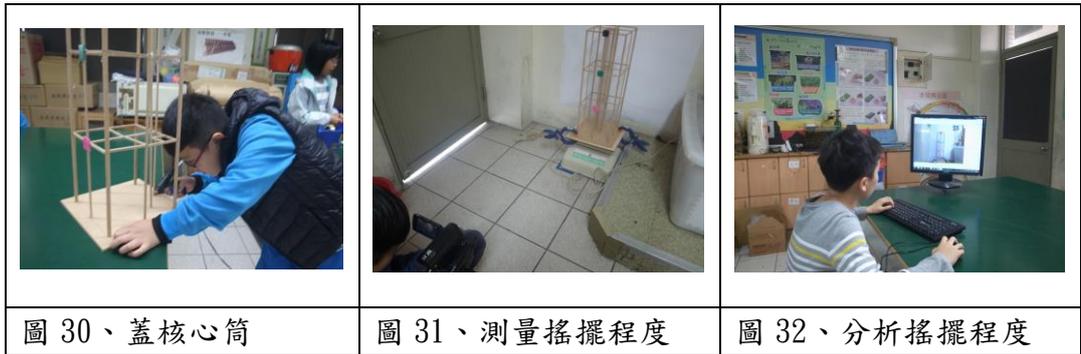


圖 33、正方形核心筒 3F 搖晃情形。

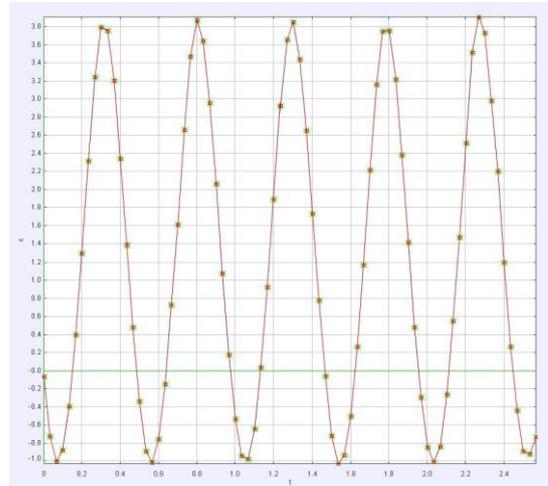


圖 34、長方形核心筒 3F 搖晃情形。

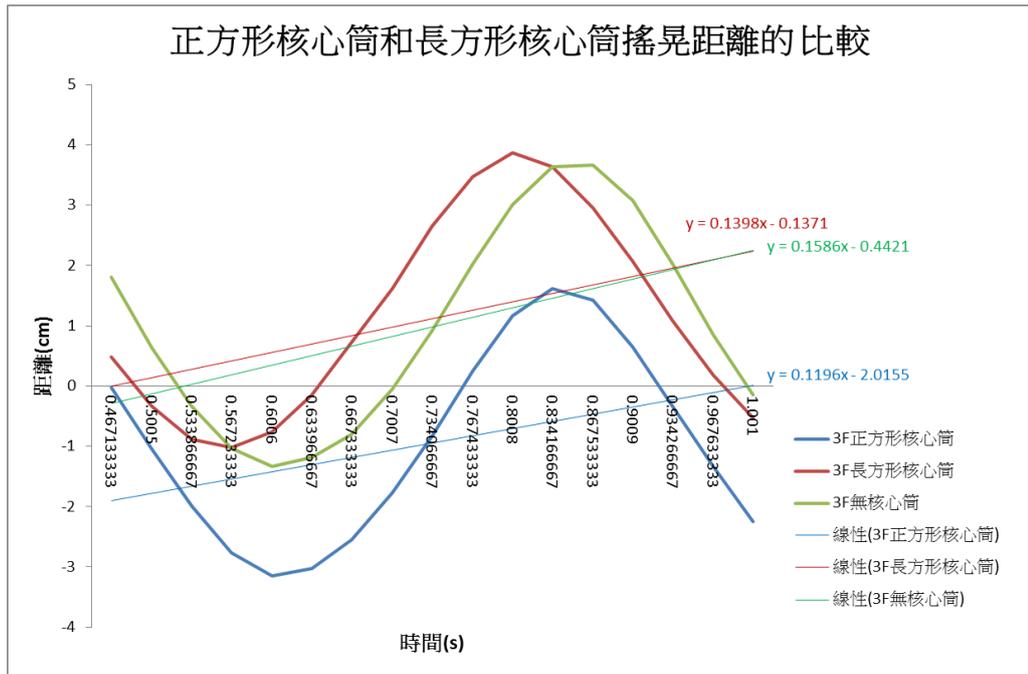


圖 35、正方形核心筒和長方形核心筒搖晃距離的比較。

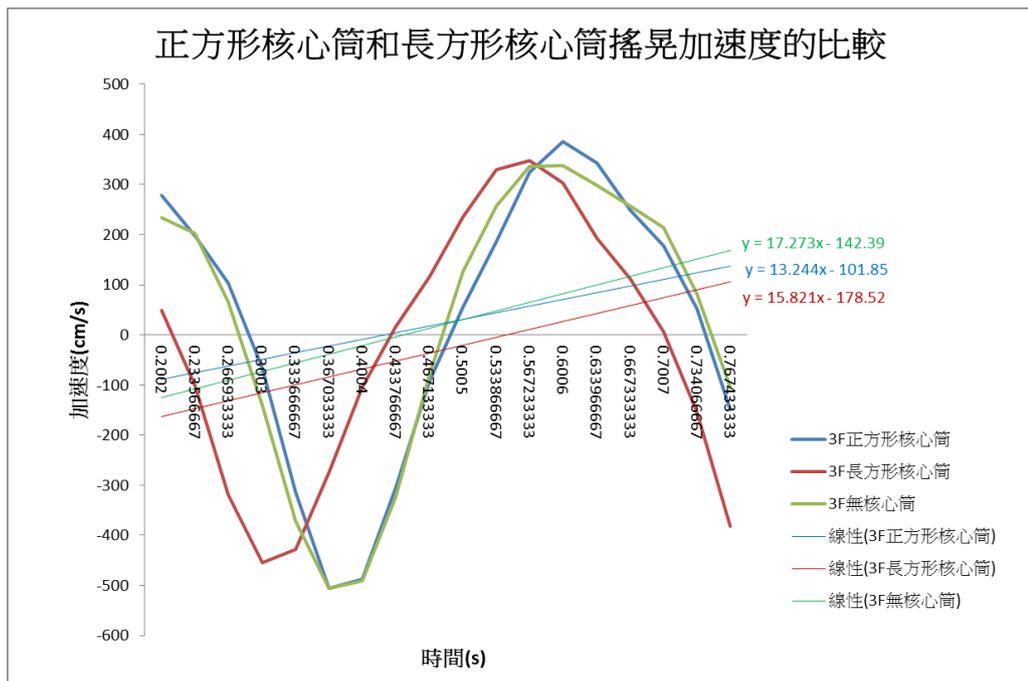


圖 36、正方形核心筒和長方形核心筒搖晃加速度的比較。

(二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較的是建築物核形筒形狀的差別，從圖 33-36 中我們比較不同形狀的核心筒建築物搖晃的情況，我們可以看到正方形核心筒搖晃距離比長方形核心筒還要來的小；正方形核心筒加速度也比長方形核心筒還要來的慢。這代表正方形核心筒的建築物搖晃的程度會比長方形核心筒比較緩和。我們也可以看出無核心筒也是表現最差。

2. 根據實驗結果我們得知正方形核心筒的表現較好，我們認為長方形核心筒會比正方形核心筒還搖晃的原因是長方形有不同長度的底部構造所組成，所以當建築物在搖晃起來的時候，力量分散不均勻所造成的結果。

### 三、探討不同面積大小的核心筒對防震的影響。

#### (一) 研究結果

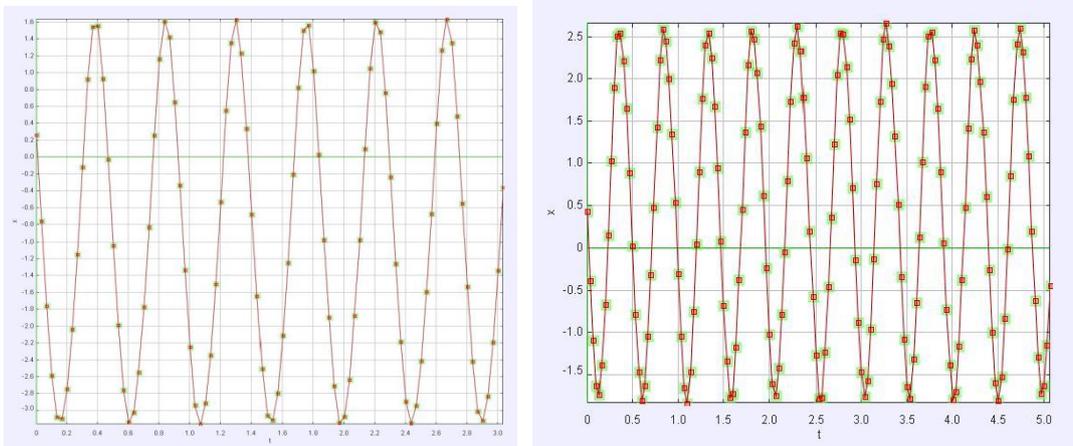
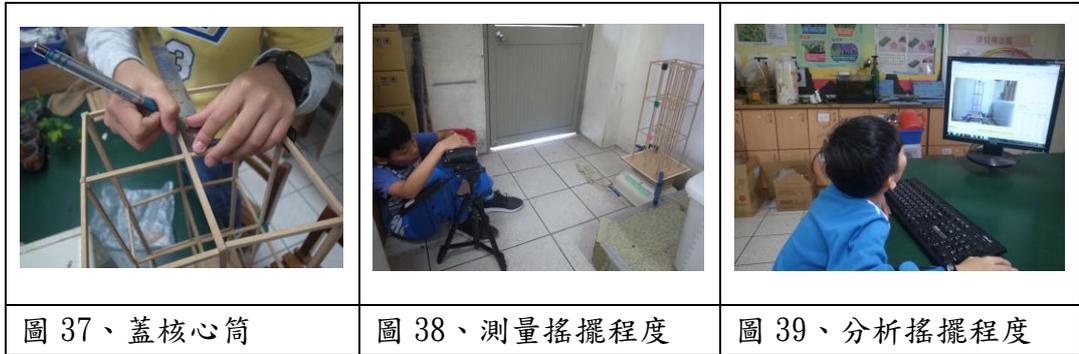


圖 40、小正方形核心筒 3F 搖晃情形。圖 41、大正方形核心筒 3F 搖晃情形。

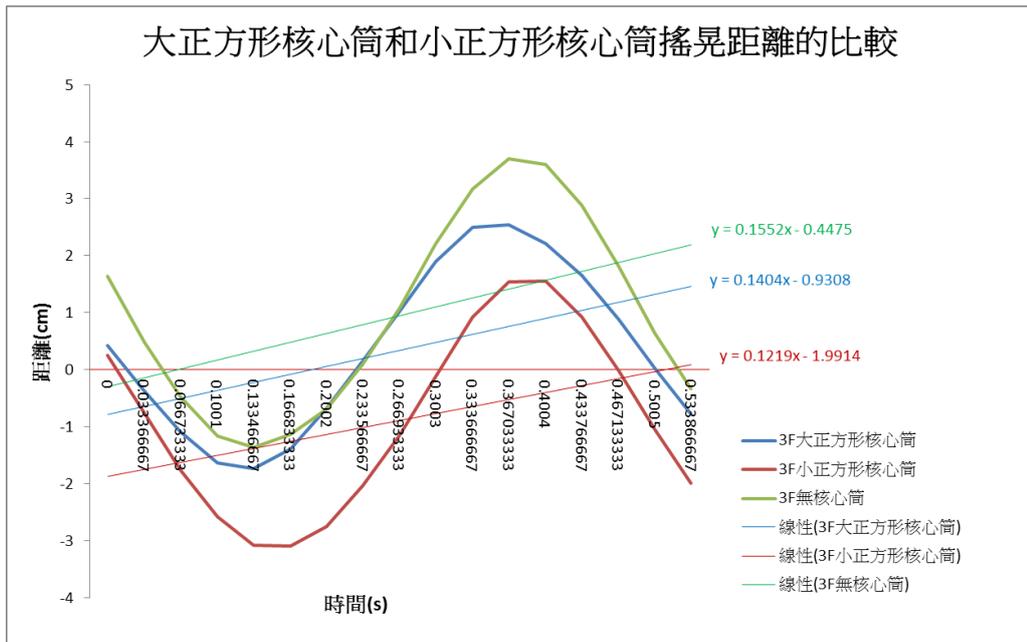


圖 42、大正方形核心筒和小正方形核心筒搖晃距離的比較。

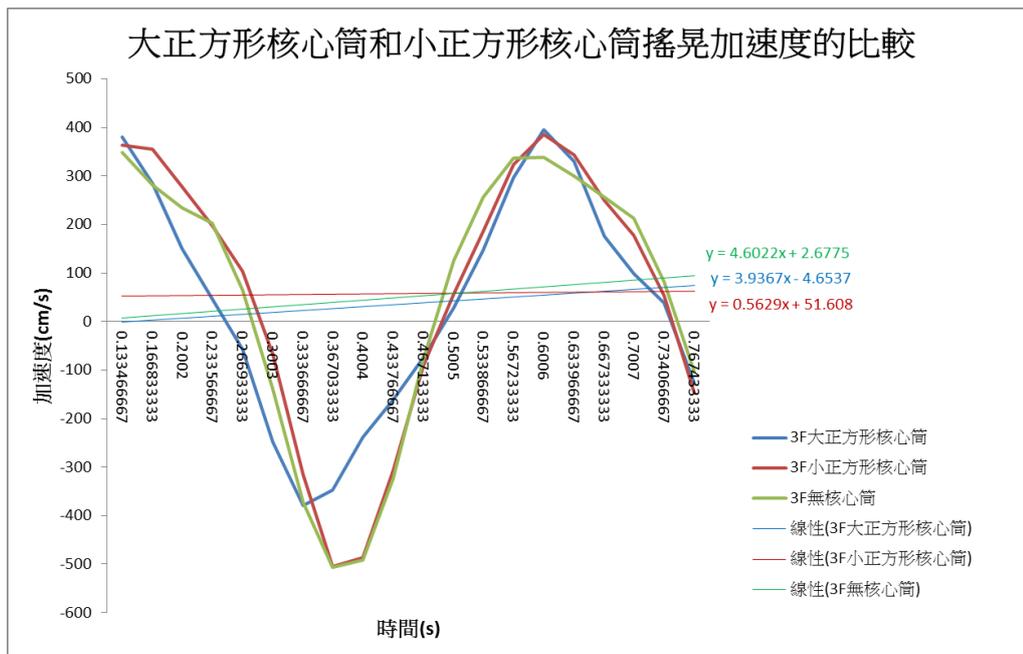


圖 43、大正方形核心筒和小正方形核心筒搖晃加速度的比較。

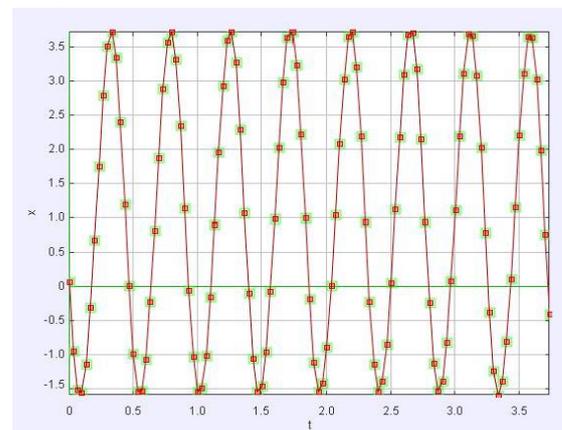
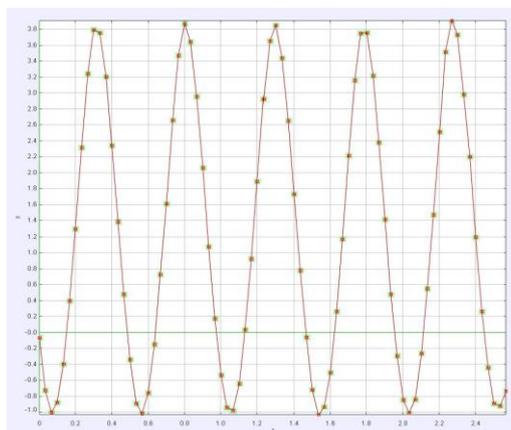


圖 44、小長方形核心筒 3F 搖晃情形。圖 45、大長方形核心筒 3F 搖晃情形。

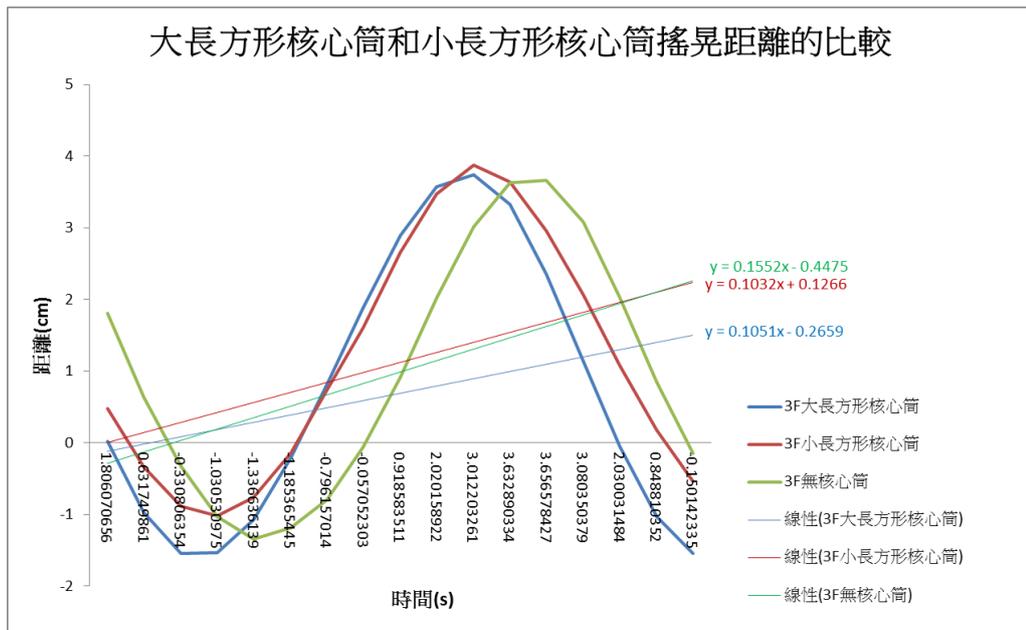


圖 46、大長方形核心筒和小長方形核心筒搖晃距離的比較。

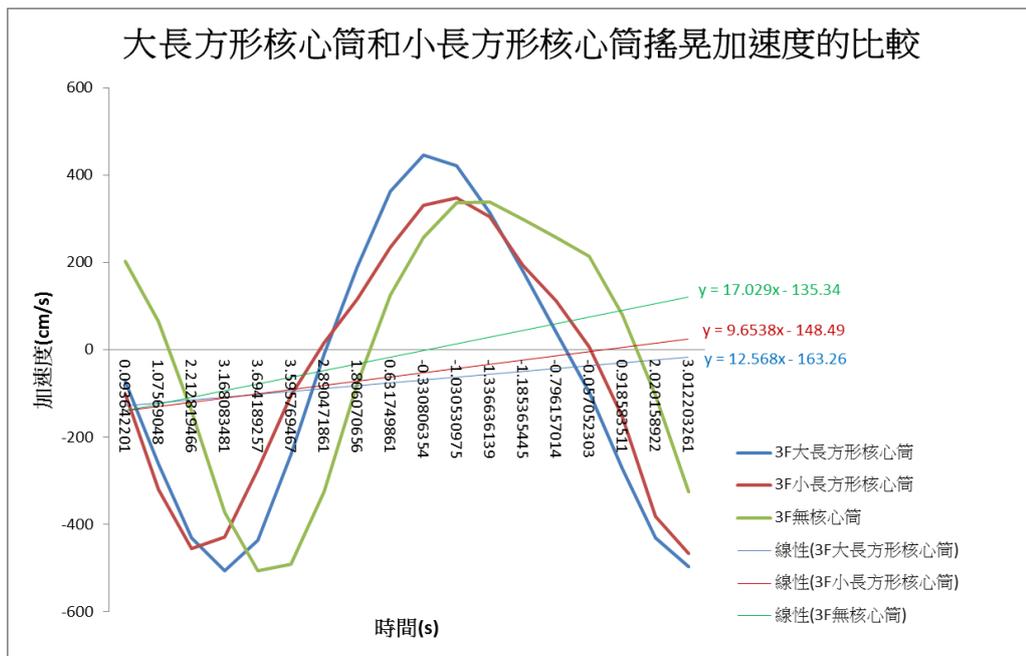


圖 47、大長方形核心筒和小長方形核心筒搖晃加速度的比較。

(二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較的是正方形核心筒或是長方形核心筒當面積加大一倍的時候是否比較會減少建築物的搖晃，從圖 42 中我們可以看到小正方形核心筒建築物的搖晃程度比大正方形核心筒建築物小，而從圖 43 中我們可以看出小正方形核心筒建築物的搖晃加速度比大正方形核心筒慢。另外，從圖 46 中的小長方形核心筒建築物的搖晃距離比大長方形核心筒建築物小且小長方形核心筒建築物加速度比大長方形核心筒建築物慢。這樣的結果代表正方形核心筒和長方形核心筒面積大上一倍對於減緩建築物搖晃

並沒有比較好。

- 根據實驗結果我們得知不管是正方形核心筒或是長方形核心筒的面積加大的表現並沒有比較好，我們認為核心筒的目的是要以集中的一個結構來強化建築物的穩定度，但是當我們把核心筒的面積加大後，就失去核心筒的主要功能，反而讓建築物搖晃變大。所以建築物的核心筒的大小要適中，不可以過大而失去核心筒的意義。

#### 四、探討核心筒不同厚薄對防震的影響。

##### (一) 研究結果

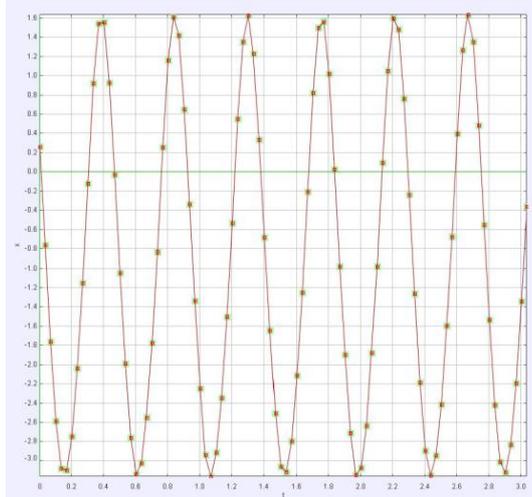
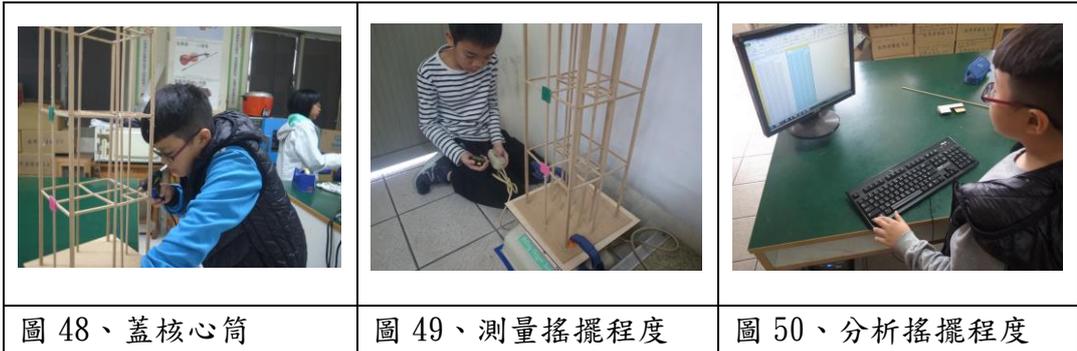


圖 51、單層核心筒 3F 搖晃情形。

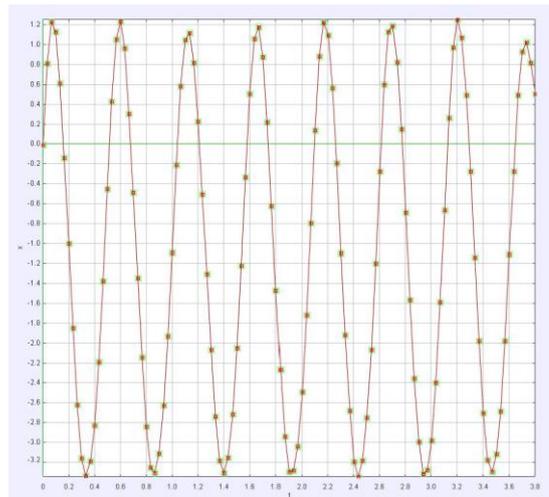


圖 52、雙層核心筒 3F 搖晃情形。

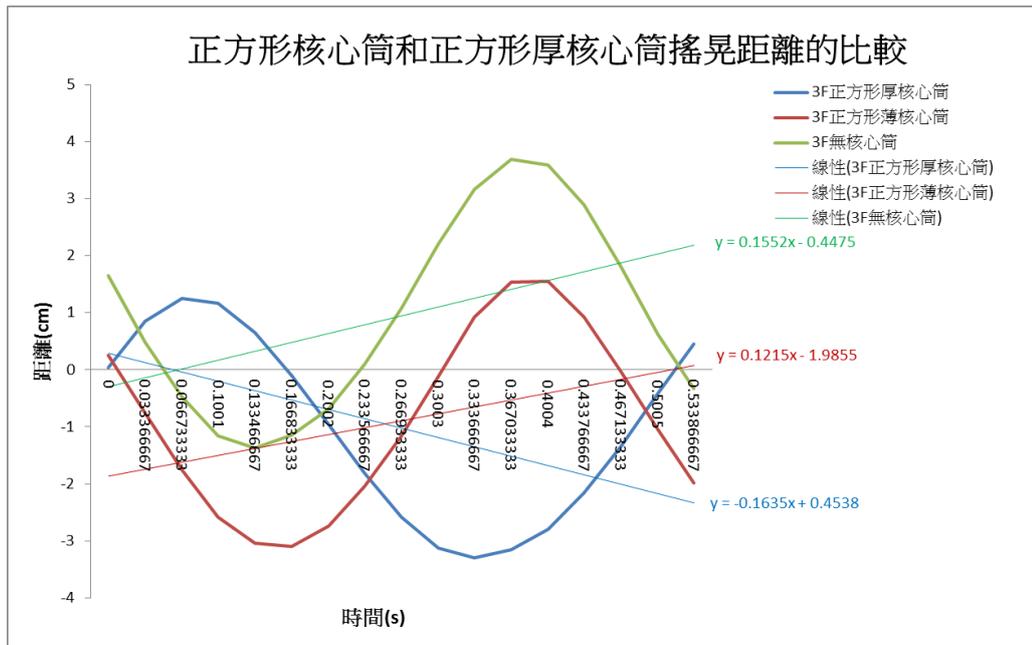


圖 53、單層核心筒和雙層核心筒搖晃距離的比較。

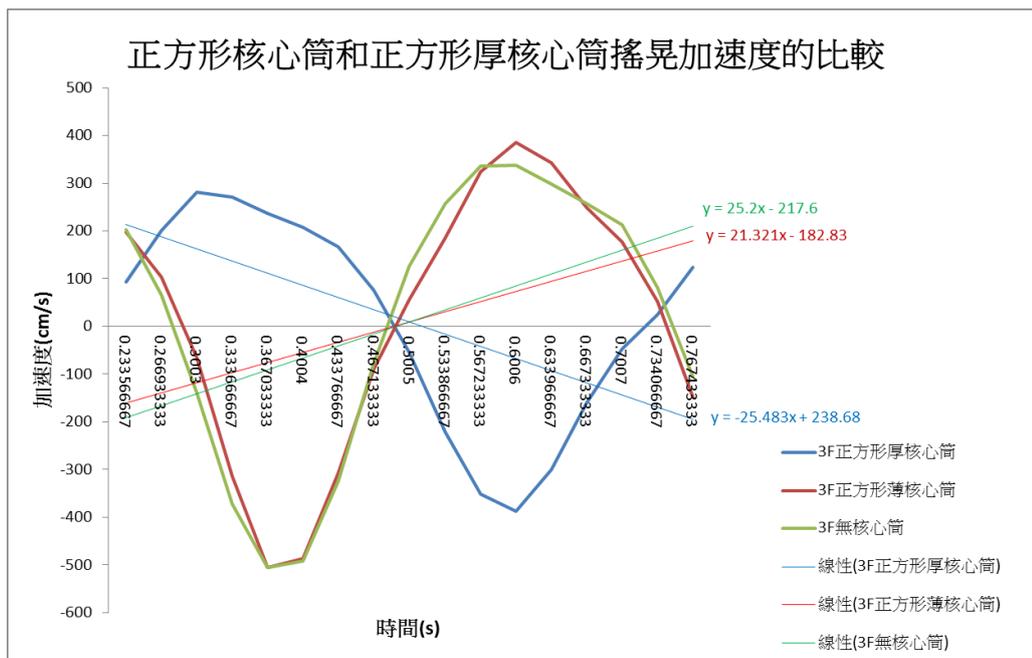


圖 54、單層核心筒和雙層核心筒搖晃加速度的比較。

(二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較的是建築物單層結構(薄核心筒)的正方形核心筒和雙層結構(厚核心筒)的正方形核心筒，從圖 53-54 中我們可以看到正方形厚核心筒的 3F 搖晃距離比較短，相對的，正方形薄核心筒的 3F 搖晃距離比較長。接下來我們比較建築物搖晃的加速度，同樣的正方形厚核心筒建築物加速度比較慢，而正方形薄核心筒建築物加速度比較快。這樣的結果代表雙層結構(厚核心筒)的正方形核心筒可以更加強化建築物的穩固而

有比較好的抗震表現。

2. 根據實驗結果我們得知雙層結構(厚核心筒)的正方形核心筒為最佳，我們知道核心筒的結構就是要減少室內柱子數量並使用單一結構來強化建築物，所以當我們把核心筒的結構做得更加堅固，使其結構變成雙層結構，確實比單層結構(薄核心筒)的表現還要好。

## 五、探討核心筒不同數量對防震的影響

### (一) 研究結果

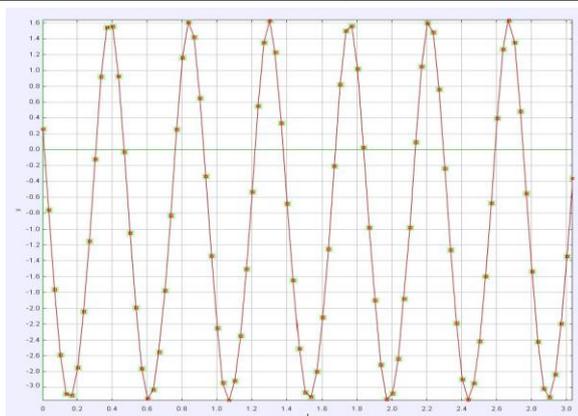
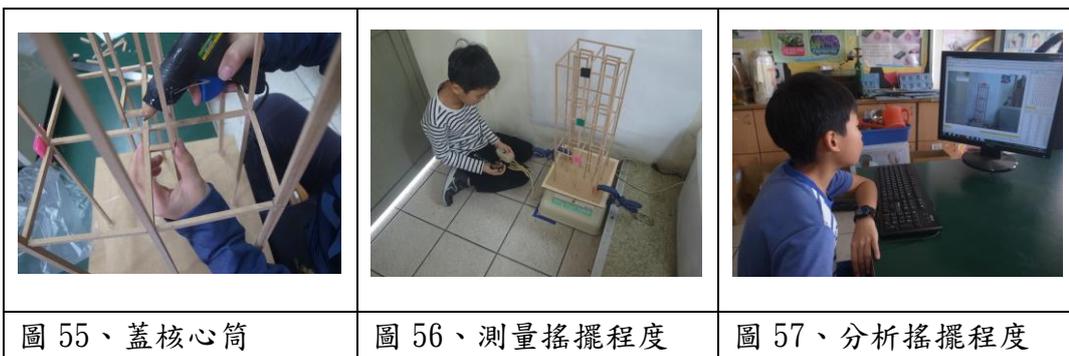


圖 58、一個正方形核心筒 3F 搖晃情形。

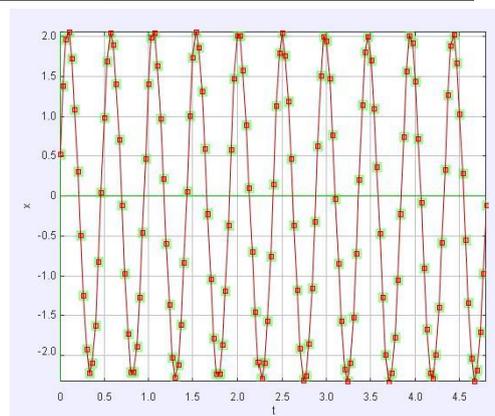


圖 59、兩個正方形核心筒 3F 搖晃情形。

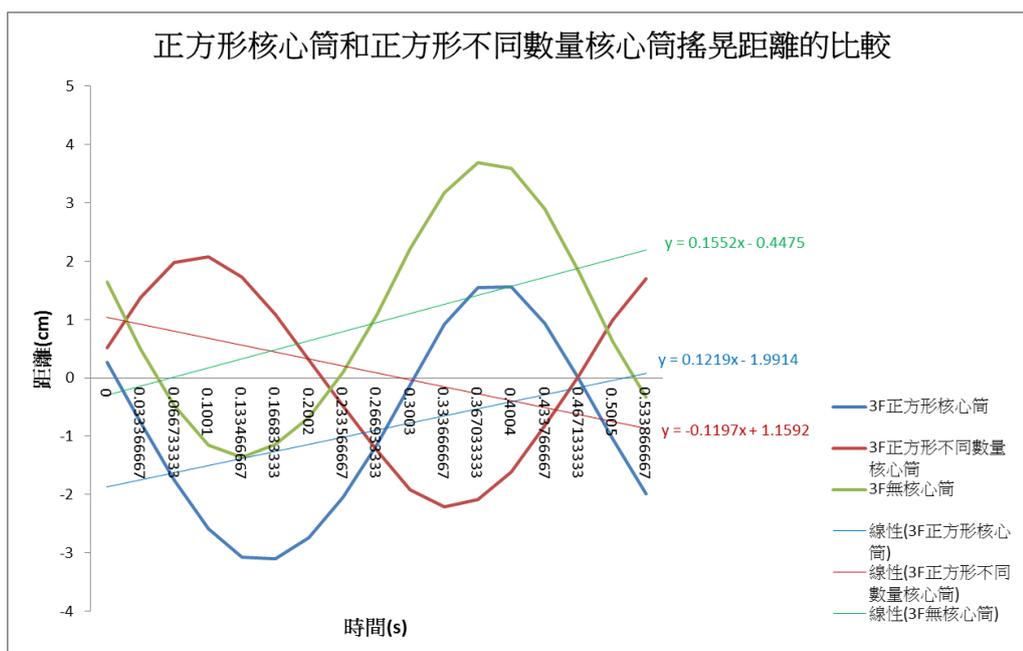


圖 60、一個正方形核心筒和兩個正方形核心筒搖晃距離的比較。

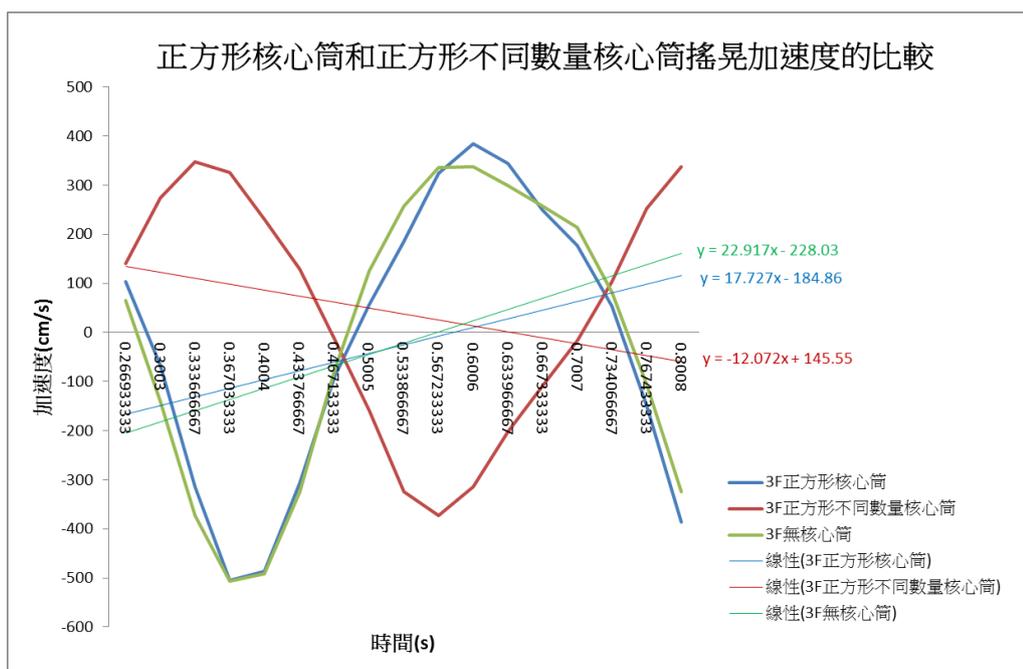


圖 61、一個正方形核心筒和兩個正方形核心筒搖晃加速度的比較。

## (二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較在一棟建築物中一個核心筒或兩個核心筒受到搖晃時候的表現。從圖 60-61 中我們比較一個正方形核心筒的 3F 和兩個正方形核心筒的 3F 對建築物搖晃的距離和搖晃加速度的影響，我們可看到一個正方形核心筒的搖晃距離比較長，而兩個正方形核心筒的搖晃距離比較短；此外，一個正方形核心筒的搖晃速度較快，兩個正方形核心筒的搖晃速度較慢。這樣的結果代表建築物中有兩個核心筒的時候可以更加穩定建

築物受到搖晃情況。

2. 根據先前的實驗結果我們可以了解核心筒可以協助穩定建築物，當我們使用兩個核心筒的時候確實有讓建築物更加穩固並使建築物搖晃情況變得更小。但是相對的反而會減少樓層可以使用的面積，這個有違背使用核心筒的優點，因為核心筒其中一項優點是用來減少樓層的柱子的數量。

## 六、探討核心筒不同支架數量對防震的影響

### (一) 研究結果

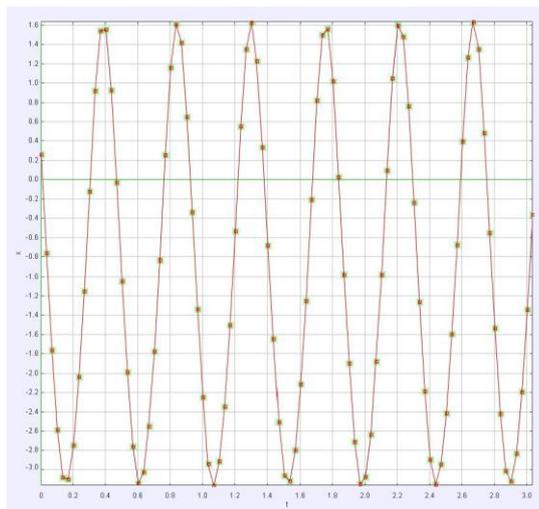
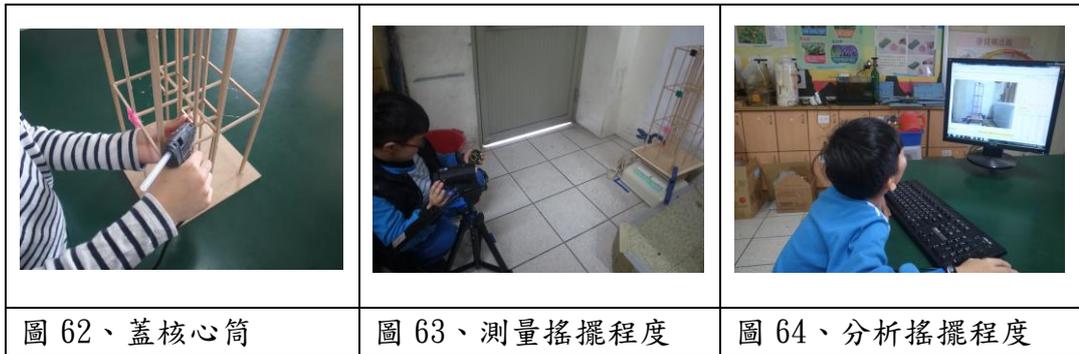


圖 65、正方形核心筒 4 枝支架 3F 搖晃情形。

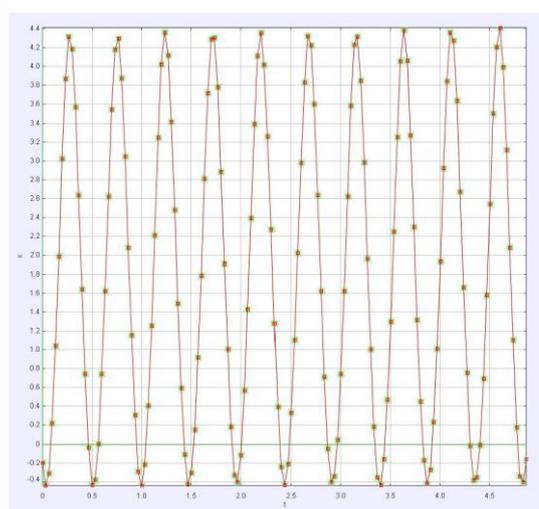


圖 66、正方形核心筒 8 枝支架 3F 搖晃情形。

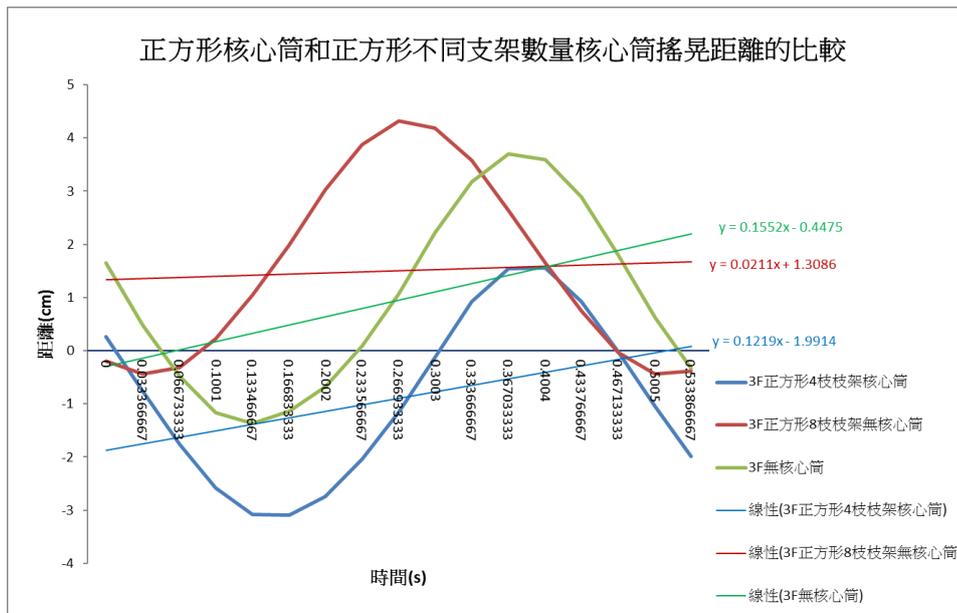


圖 67、不同支架數量核心筒搖晃距離的比較。

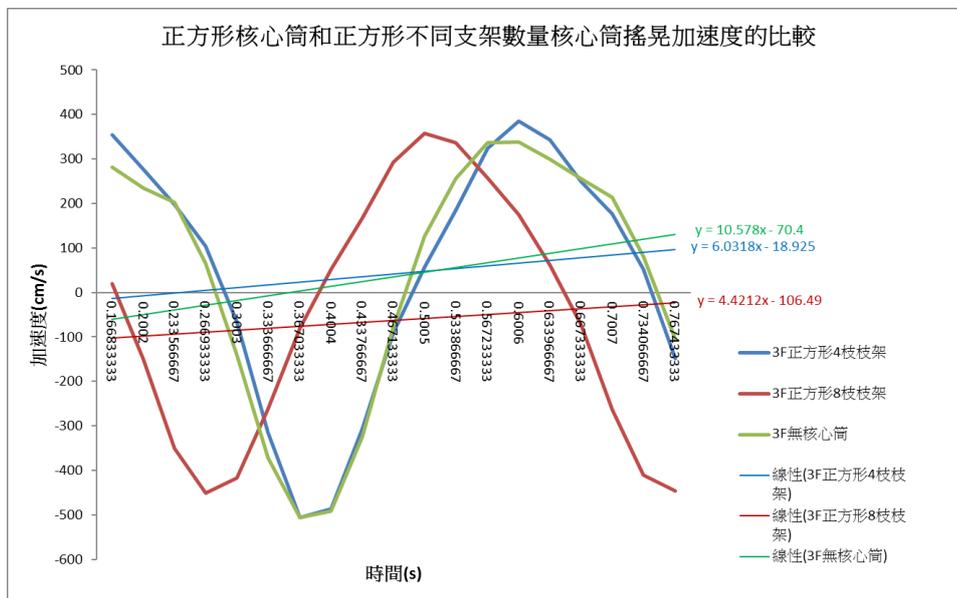


圖 68、不同支架數量核心筒搖晃加速度的比較。

## (二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較的是把一個正方形核心筒的結構做改變，把原本 4 支主支架增加為 8 支主支架來看哪種數量結構的核心筒會較穩定建築物。從圖 67 中我們可以看出正方形 8 支主支架核心筒的搖晃距離比較小，而正方形 4 支主支架核心筒搖晃距離比較大，所以我們可以看到正方形 8 支主支架核心筒的加速度比較慢，而正方形 4 支主支架核心筒的搖晃加速度比較快。這樣的結果代表增加為 8 支主支架的正方形核心筒能有效減少建築物的搖晃。
2. 根據實驗結果，我們得到正方形 8 支主支架核心筒和正方形 4 支主支架核心筒的比較不管是搖晃的距離或是搖晃的加速度都表現比較好。我們認為

當我們把核心筒的支架數量增加的時候，也是強化了核心筒的穩定度，這樣就有助於建築物比較不會搖晃了。

## 七、探討核心筒位置對防震的影響

### (一) 研究結果



圖 69、蓋核心筒



圖 70、測量搖擺程度



圖 71、分析搖擺程度

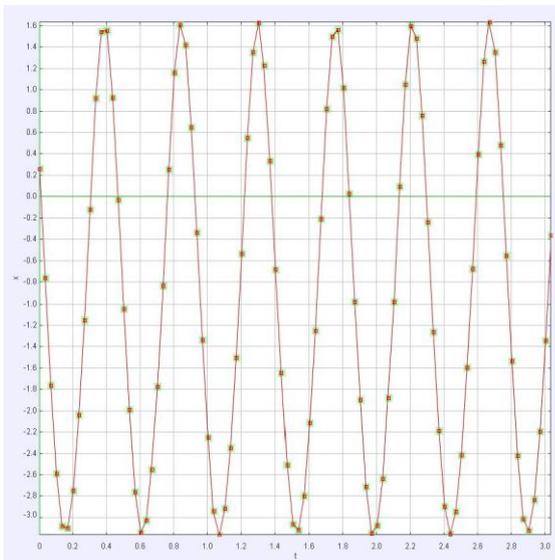


圖 72、中間正方形核心筒 3F 搖晃情形。

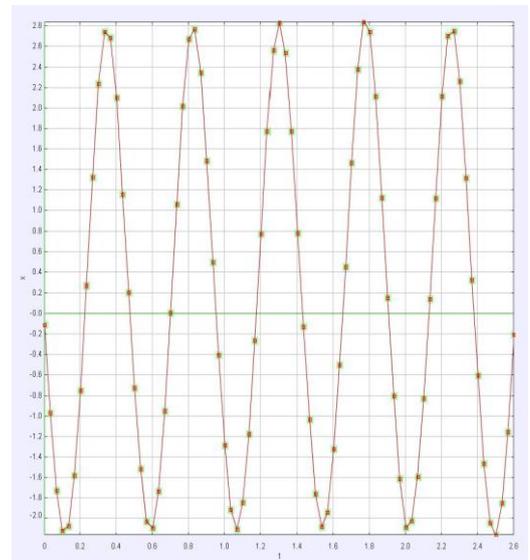


圖 73、右上(中間)正方形核心筒 3F 搖晃情形。

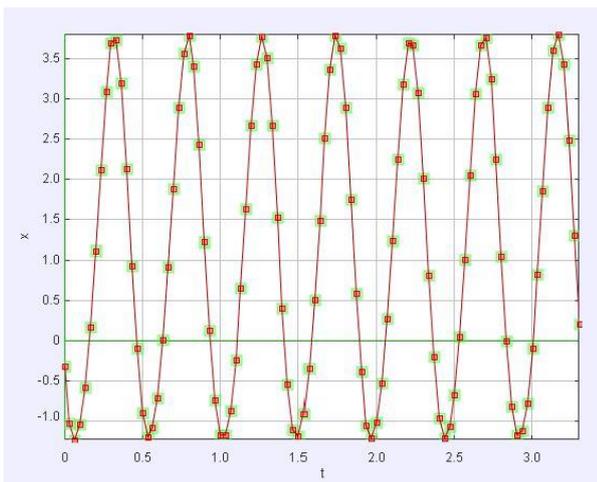


圖 74、右上正方形核心筒 3F 搖晃情形。

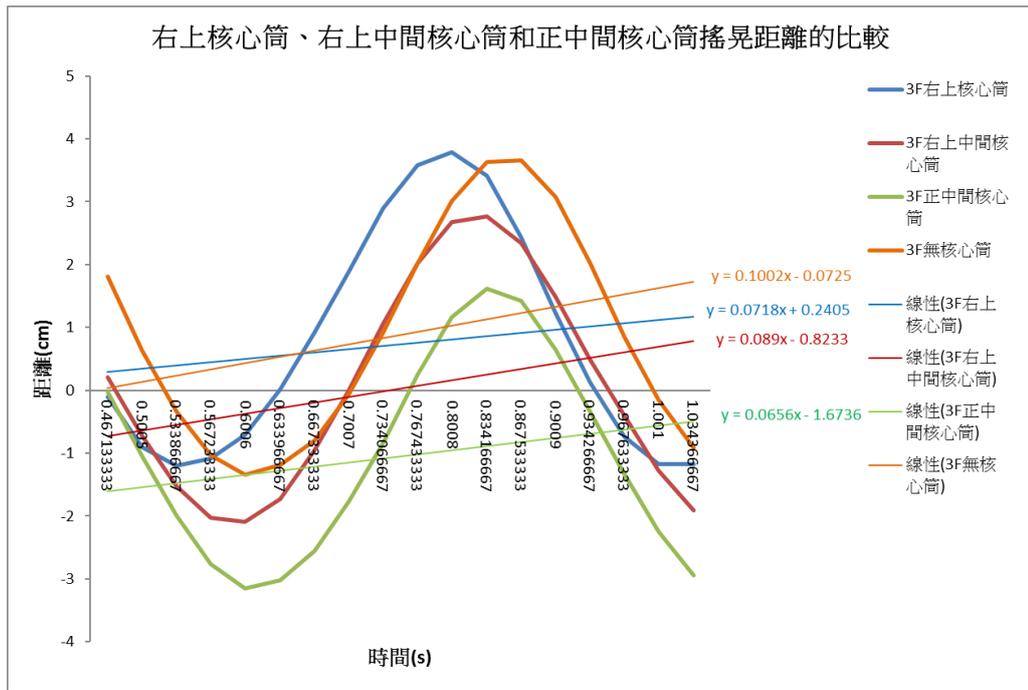


圖 75、不同位置核心筒搖晃距離的比較。

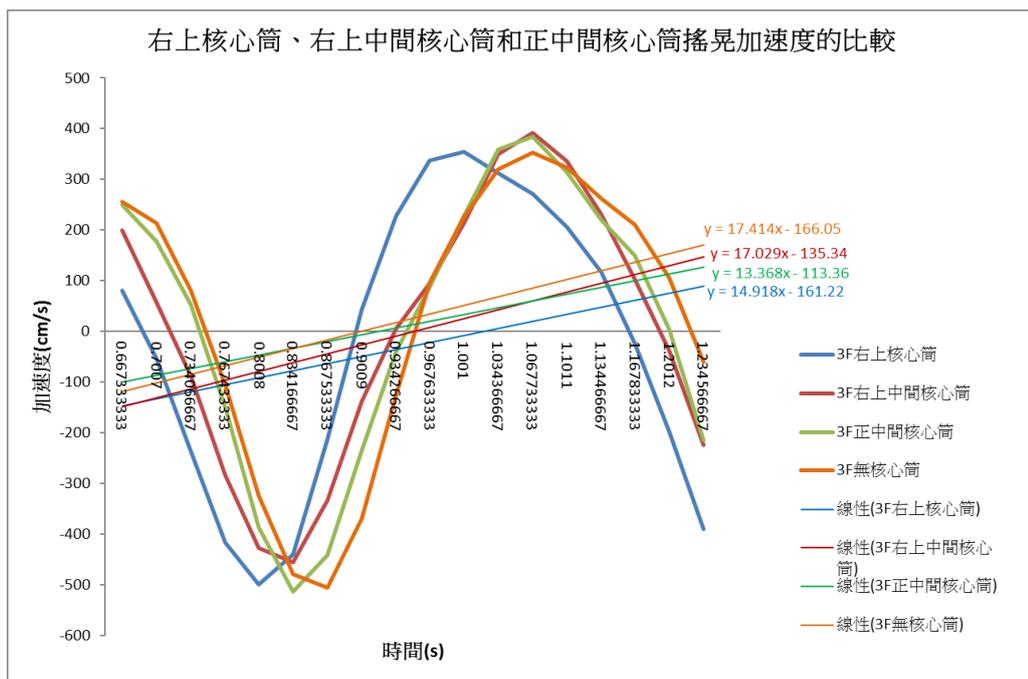


圖 76、不同位置核心筒搖晃加速度的比較。

## (二) 實驗討論

1. 在這個實驗我們主要比較的是當建築物在搖晃的時候正方形核心筒在樓層不同的位置會有什麼影響。從圖 75 中我們發現比較搖晃距離的時候以正方形核心筒位置在正中間的搖晃最小，其次右上核心筒的位置，再來是右上中間的核心筒的位置。從圖 76 中我們所看到搖晃加速度的結果與搖晃距離的結果相同，最好的是在正中間的核心筒方，其次右上核心筒的位置，再

來是右上中間的核心筒的位置。這樣的結果代表正方形核心筒位置改變確實會影響建築物的穩定性。

2. 根據實驗結果我們知道最佳的核心筒位置就是在建築物的正中間，最差的為右上中間位置的地方。我們認為會有這樣的結果主要是核心筒在正中間時等於使這個建築物的重心也是在中心位置上，所以當建築物搖晃的時候產生的晃動會比較小。但是當核心筒在右上中間位置的時候，等於建築物的重心偏移，反而造成建築物容易搖晃。不過當核心筒是在建築物的右上角的位置時，受到兩側牆壁結構的支撐關係所以搖晃程度會比右上中間位置的核心筒搖晃程度還來得小。

## 柒、結論

- 一、有無核心筒的實驗確實有核心筒的建築物可以降低搖晃情形，其原因是當建築物有核心筒的結構可以強化建築物穩定之外並把搖晃的力量均勻分散開來，所以建築物會比較穩固。
- 二、正方形核心筒比長方形核心筒還可以減緩建築物的搖晃情形，原因是因為長方形核心筒它就只有兩雙對邊，所以受力不平均；正方形核心筒它四邊都一樣長，所以受力平均，因此可得知，正方形核心筒比長方形核心筒還更能防震。
- 三、當我們比較不同面積的核心筒時，我們發現小的核心筒比大的核心筒更能防震，因為核心筒的主要目的就是把搖晃的力量集中，一旦把核心筒的面積變大，就失去它的用意。
- 四、當我們比較不同厚薄大小的核心筒時，我們看到正方形厚核心筒的搖晃加速度和距離比正方形薄的核心筒還要慢、短，因為核心筒主要目的是強化主結構，因此增加厚度會加強建築物的穩定性。
- 五、兩個正方形核心筒確實可以減緩地震的搖晃，因為一個正方形核心筒只有一個地方可以集中搖晃的力量；兩個正方形核心筒卻有兩個地方可以集中，因此可得知兩個正方形核心筒比一個正方形核心筒能防震。
- 六、當我們比較不同支架數量的核心筒時，我們看到正方形4支主支架核心筒的搖晃加速度和距離大小比正方形8支主支架的核心筒表現差，因為當我們增加核心筒的支架的時候就是強化核心筒的結構，因此可以更加防震。
- 七、正方形正中間核心筒確實可以減緩地震的搖晃程度，因為正方形正中間核心筒把受力集中在中間，且等於使建築物的重心在中間位置上所以搖晃程度比較小。而右上中間核心筒把受力集中在右上中間的位置，其重心也等於在那個地方，這樣的偏離就容易使建築物比較會搖晃。最後右上角正方形核心筒因為兩側有牆壁可以協助支撐並分攤受力，所以搖晃起來會比右上中間核心筒的表現還來得好些。

## 捌、參考資料及其他

- 一、黃子齊。第 52 屆科展。「震不震」的住。高雄市立翠屏國民中學。
- 二、張凱翔。第 44 屆科展。921 地震，房子倒不倒有關係。臺中縣后里鄉內埔國民小學。
- 三、戴立嘉。第 47 屆科展。十震九穩—建築物抗震之研究。高雄市立陽明國民中學。
- 四、蔡依儒。科展。不可思議的地震。臺北縣後埔國小。
- 五、孫振歲。第 58 屆科展。天「柱」我也。高雄市三民區陽明國民小學。
- 六、邱垂青。第 45 屆科展。天空之城耐震設計與隔震技術之探討。臺北縣立永和國民中學。
- 七、邱垂青。第 44 屆科展。抗震大作戰—建築結構耐震研究。臺北縣立永和國民中學。
- 八、施泓丞。第 53 屆科展。「城市殺手」直下型地震。雲林縣私立永年高級中學(附設國中)。
- 九、李宜家。第 45 屆科展。建築結構拓樸對不同地震波形之耐震研究。臺北市私立衛理女子高級中學。