

嘉義市第 三十七 屆中小學科學展覽會
作品說明書

類 別：地球科學科

科 別：地球科學科

組 別：國中組

作品名稱：

撼天震地

關 鍵 詞：震幅、頻率、共振

編 號：

目錄

目錄.....	i
摘要.....	01
壹、研究動機.....	01
貳、研究目的.....	01
參、研究設備及器材.....	01
肆、研究過程與方法.....	02
伍、研究結果.....	07
陸、結論.....	30
柒、參考資料.....	30

摘要

本實驗以地震做為中心主題，探討可能會對耐震度有影響的建築結構，並製作出不同的模型來驗證建築結構對耐震度的影響，最後對本次實驗進行檢討，期許我們在未來能為抗震這方面盡一份心力。

壹、研究動機

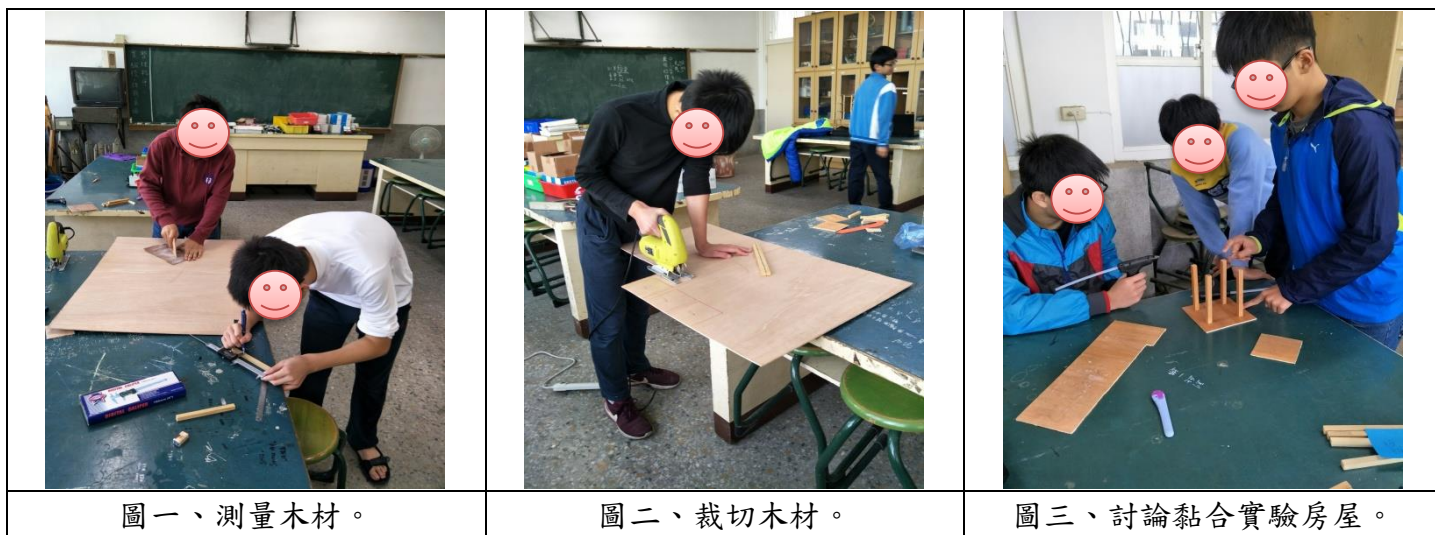
臺灣位於菲律賓海板塊和歐亞大陸板塊交界處，地震發生頻繁，而且地震無法預測，為了使地震來襲時傷亡人數降低，可以使用改善建築結構方式，讓地震來襲時，建築結構不易倒塌，保障生命安全。板塊引起的振幅及級數都不一樣，但現行已知的地震震波方向，有分為橫波及縱波，振幅的大小是以搖晃程度來分級(芮氏級數)因此，如何有效的利用建築結構，用來抵抗複雜的地震波，是我們在地球科學課堂上熱烈討論的一個主題。每次看到全球各地發生地震時，大量的傷亡人數都讓我們思考什麼樣的建築結構是一個安全的結構。

貳、研究目的

一、不同頻率對不同結構所搖晃的振幅大小。

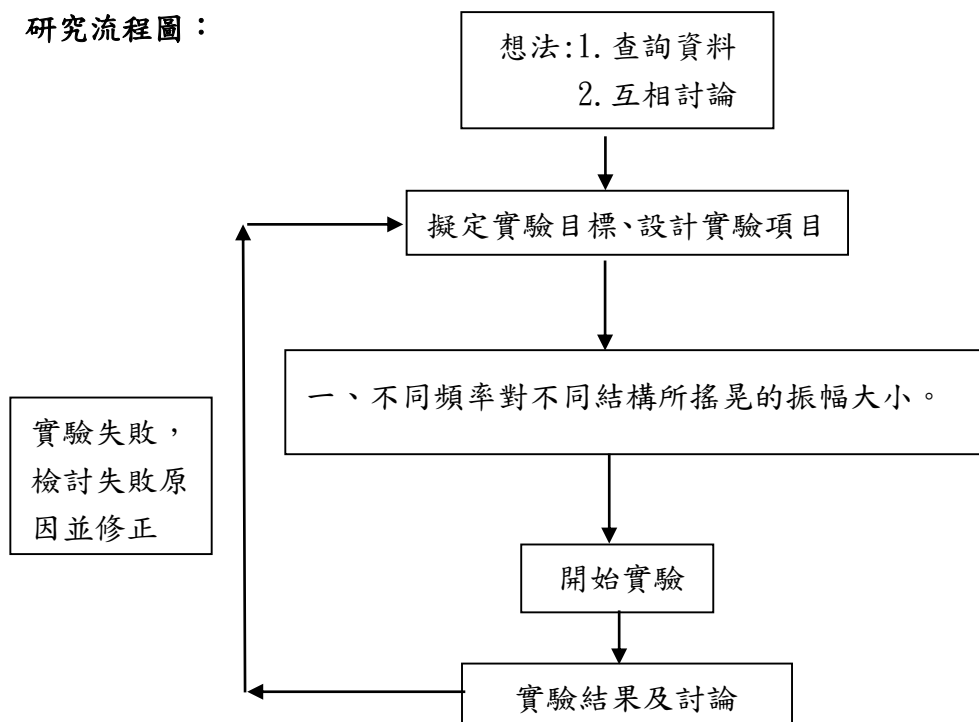
參、研究設備及器材

木板、木條、手鋸、搖搖機、電子尺、電鋸切割機、熱熔膠、美工刀、砂紙、筆、筆記本、50g 砝碼、相機、腳架、棉線。



肆、研究過程與方法

研究流程圖：



一、不同頻率對不同結構所搖晃的振幅大小。

(一)蒐集地震相關資料

地震規模表示地震所釋放出來的能量大小，地震震度指地震在該地點造成的震動程度，地震的發生處稱為震源，其投影至地表的位置為震央。

(二)找尋影響建築安全性的原因

建築物在設計與建造時，有效的防震設計，可有效的防止生命財產的損失。經多方蒐集各網站及書本資料後，我發現到影響建築結構的因素很多，如:減震器、阻尼器等，在此我選用「斜撐」做為主要探討對象。

(三)挑選可行的建築種類並做出

在紙張上繪製出理想的建築模型圖並挑選，嘗試做出實體。

(四)開始蒐集資料

將做好的模型放上搖搖機，相機拍攝搖晃過程。

(五)整合資料並分析

將拍攝好的實驗影片放進「Tracker」，開始分析資料。

一、不同頻率對不同結構所搖晃的振幅大小。

我們團隊利用學校現有的搖搖機的載台，來模擬地震搖晃的情況，搖搖機可以調整搖頻率及振幅，符合我們實驗載台的要求。再利用寬 1cm 長度 10cm 的木條來組合不同的建築結構，結構上放上不同負重，來作實驗，並利用攝影機拍攝影片及 Tracker 來分析結構振幅大小，要達到的目的如下：

1. 不同頻率對不同結構所搖晃的振幅大小。
2. 抵抗地震的最佳的建築結構。
3. 什麼樣的結構最簡單最有效可抵抗地震。
4. 結構物對不同頻率的共振程度為何。



圖四、測量所需木板。



圖五、查找抗震盃資料做依據。



圖六、測驗搖搖機。



圖七、由左至右為 1~4 號測驗房屋。



圖八、5 號測驗房屋。

伍、研究結果與討論

表 1 實驗結構 無斜撐

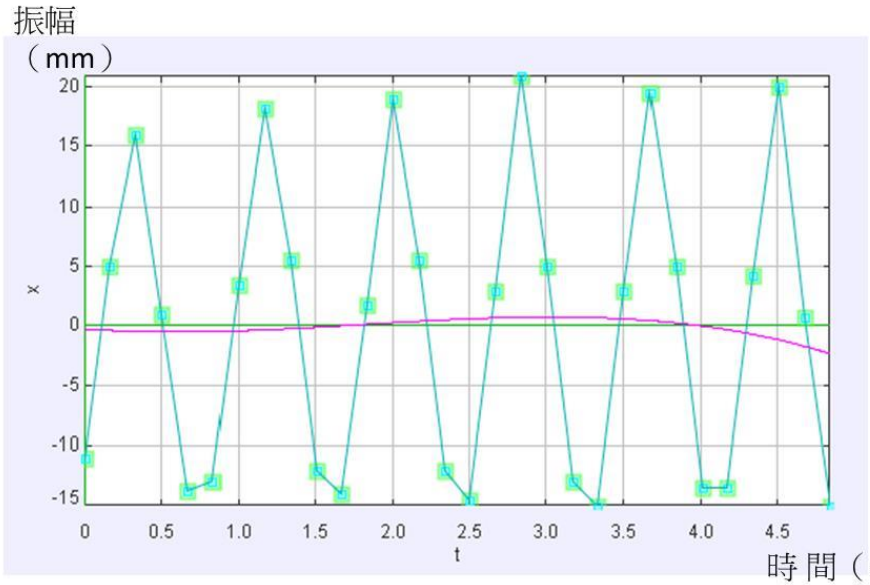
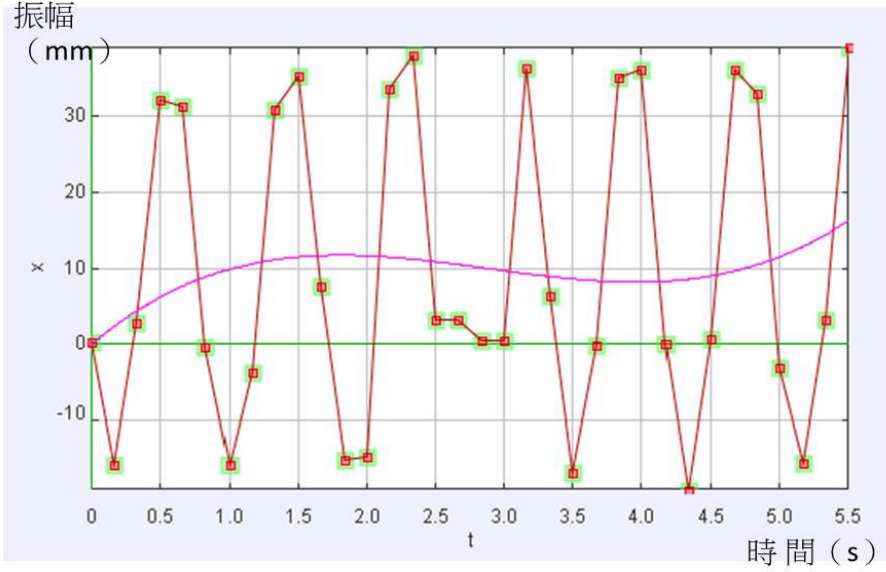
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 2 實驗結構 無斜撐

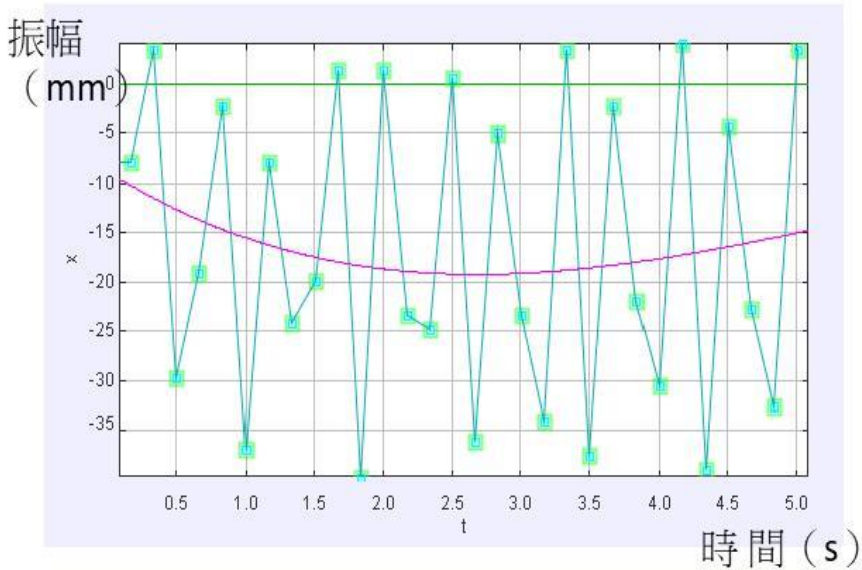
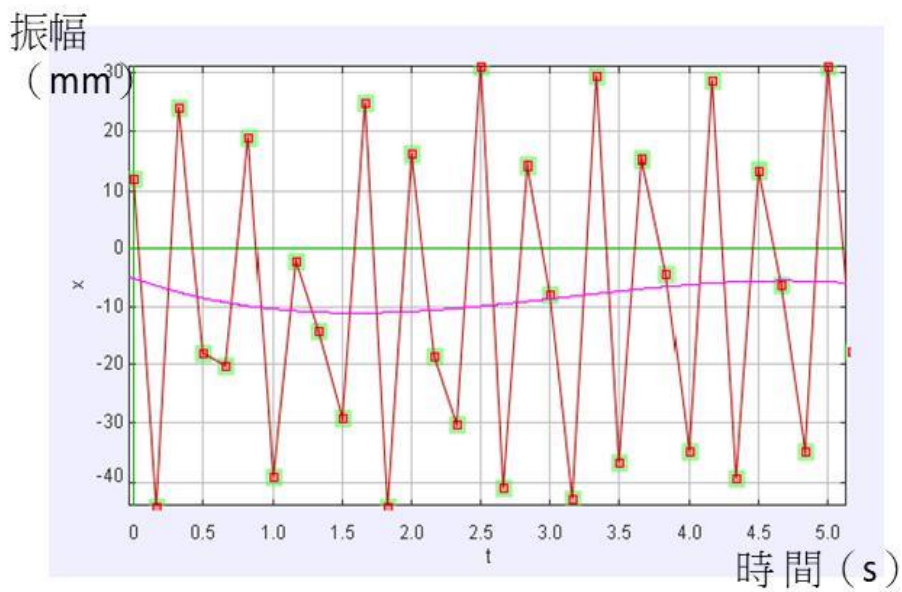
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	8.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	8.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 3 實驗結構 無斜撐

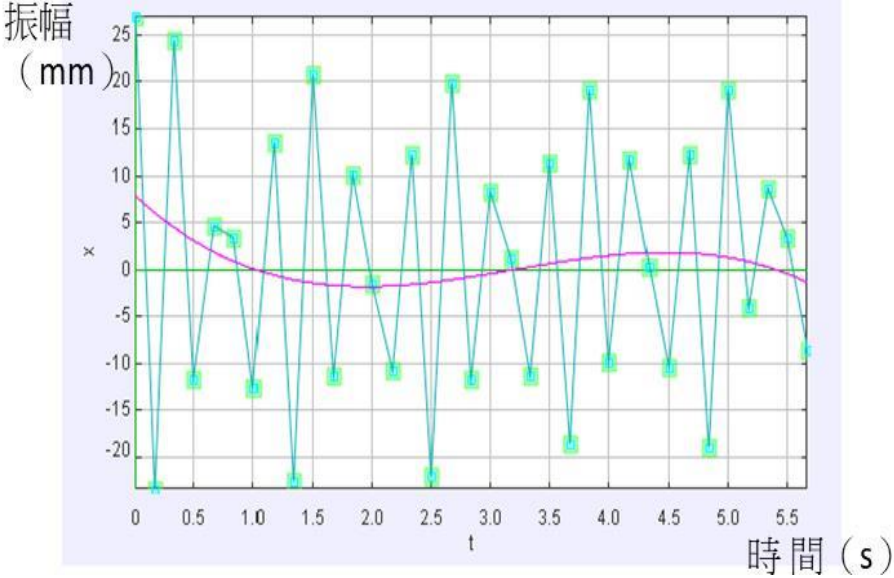
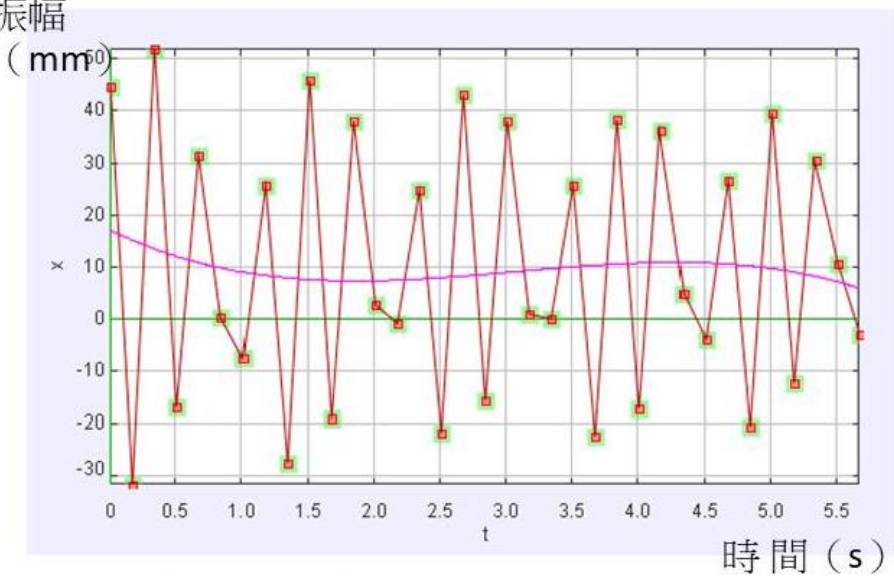
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	9.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	9.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 4 實驗結構 單斜撐

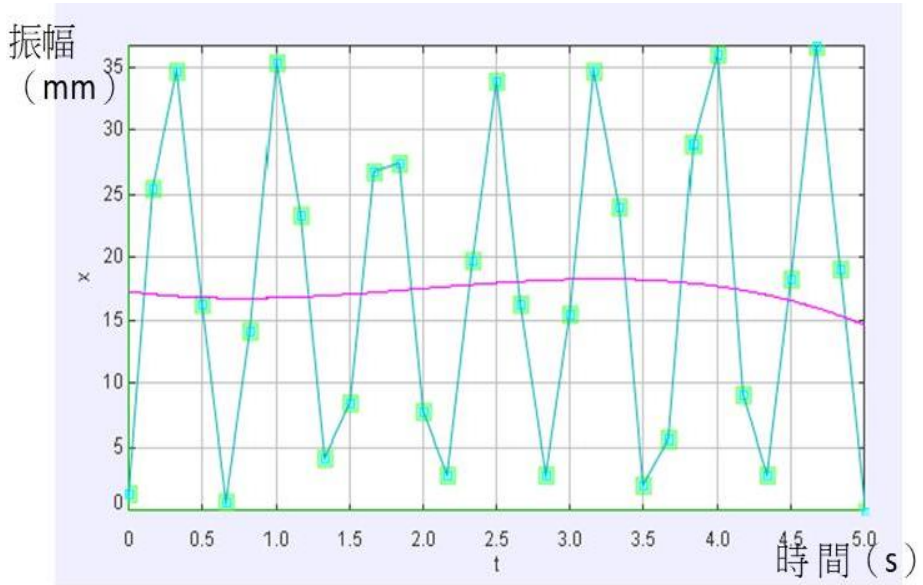
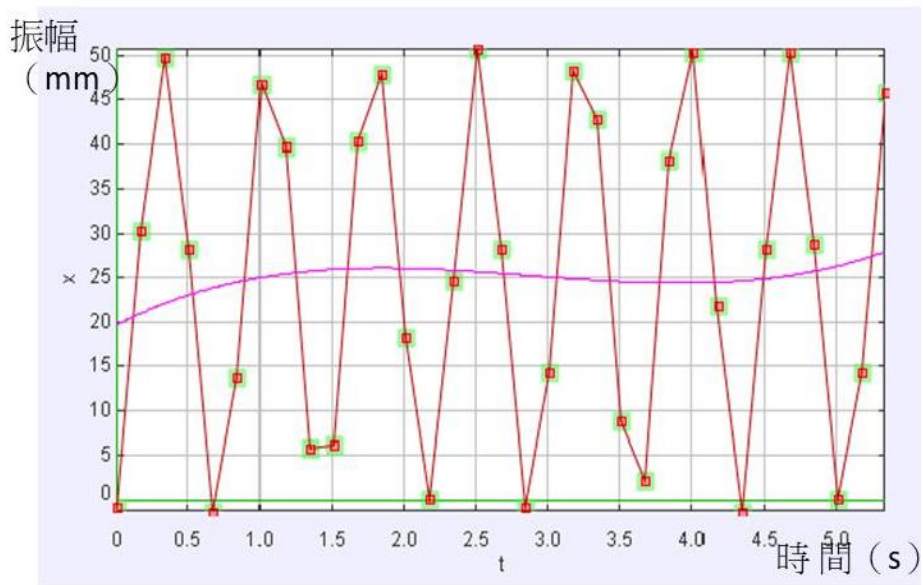
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 5 實驗結構 單斜撐

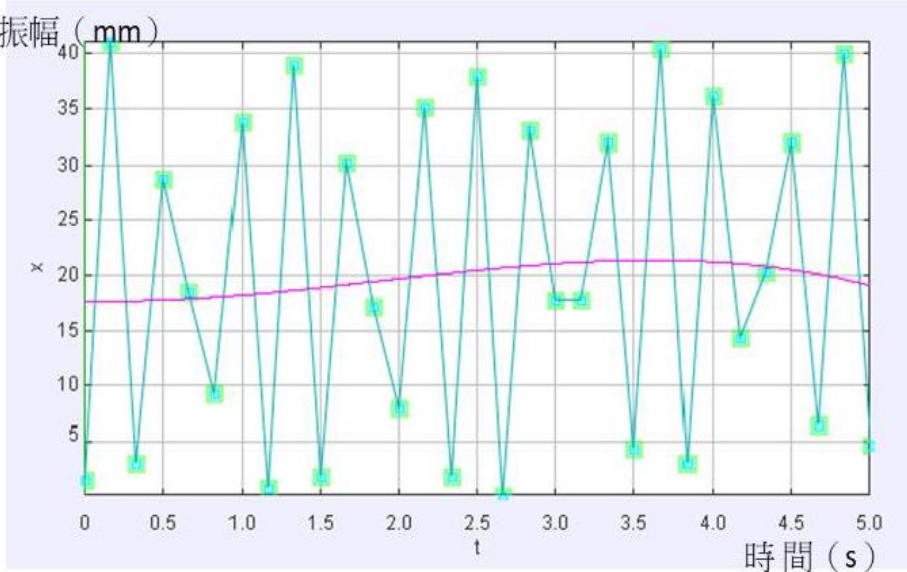
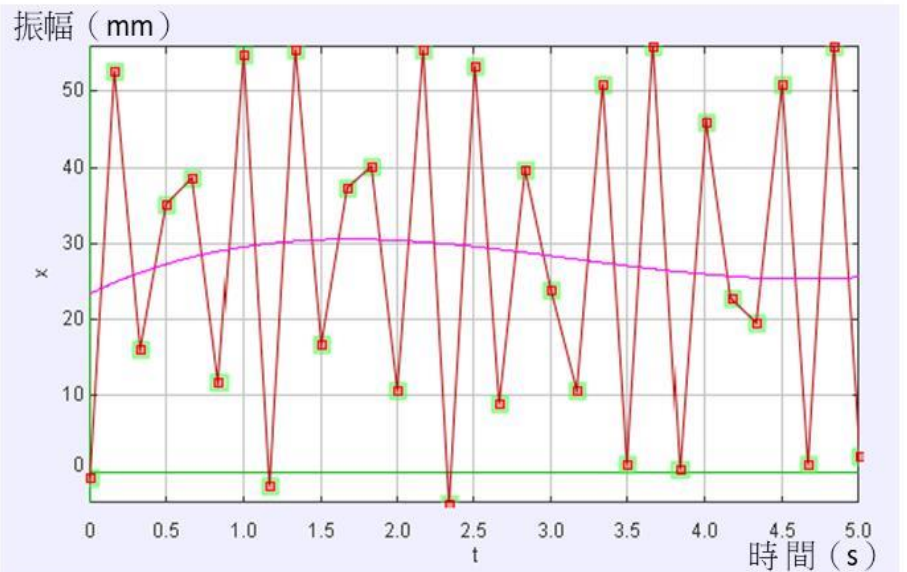
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	8.5		完好
第 4 層	無	8.5		完好

表 6 實驗結構 單斜撐

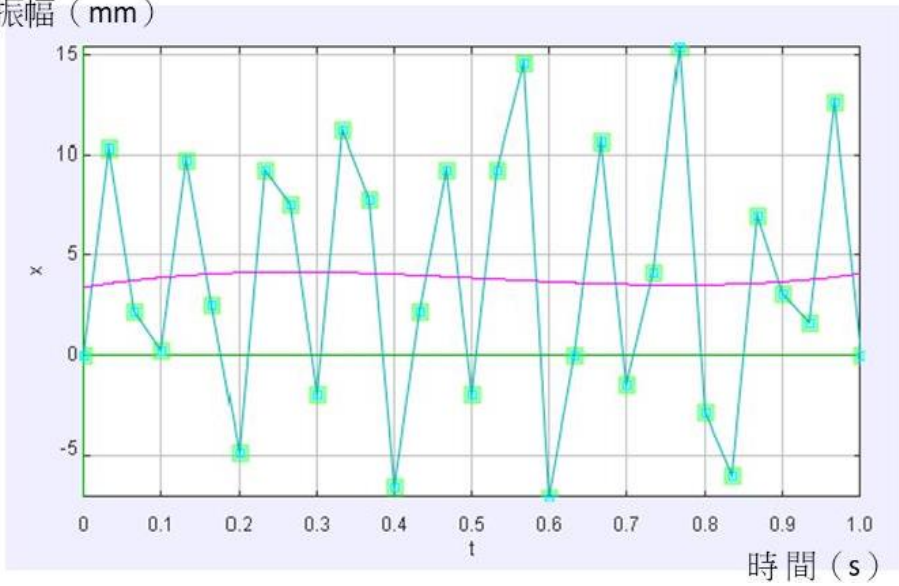
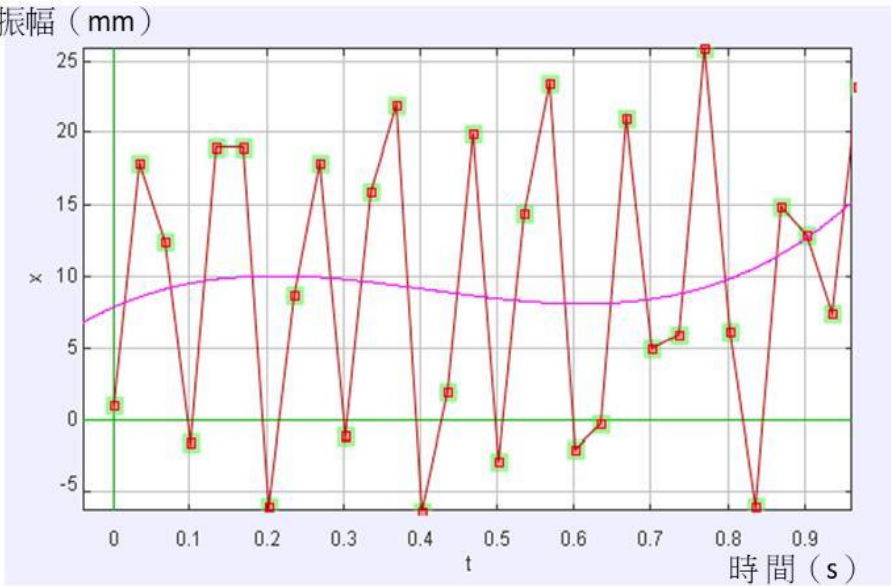
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	9.5	振幅 (mm)  時間 (s)	完好
第 4 層	無	9.5	振幅 (mm)  時間 (s)	完好

表 7 實驗結構 交叉斜撐

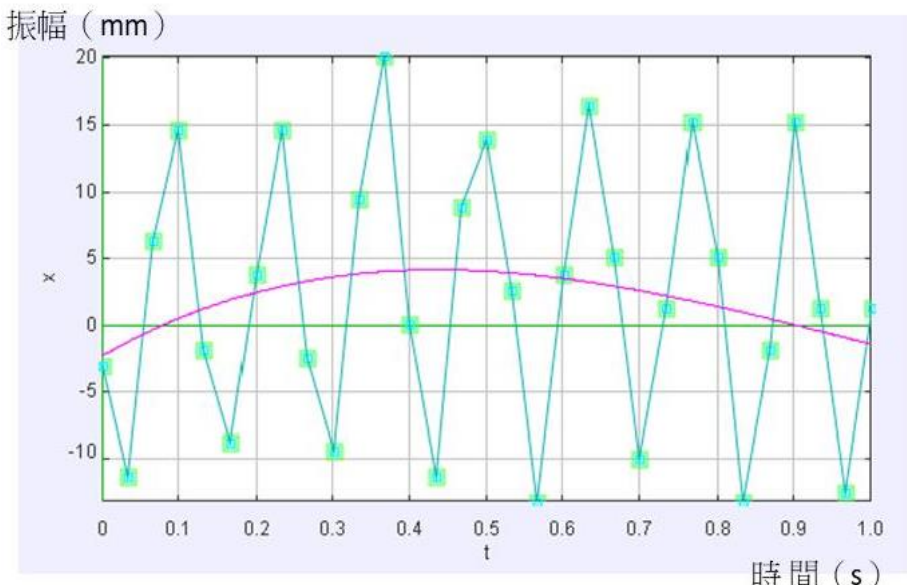
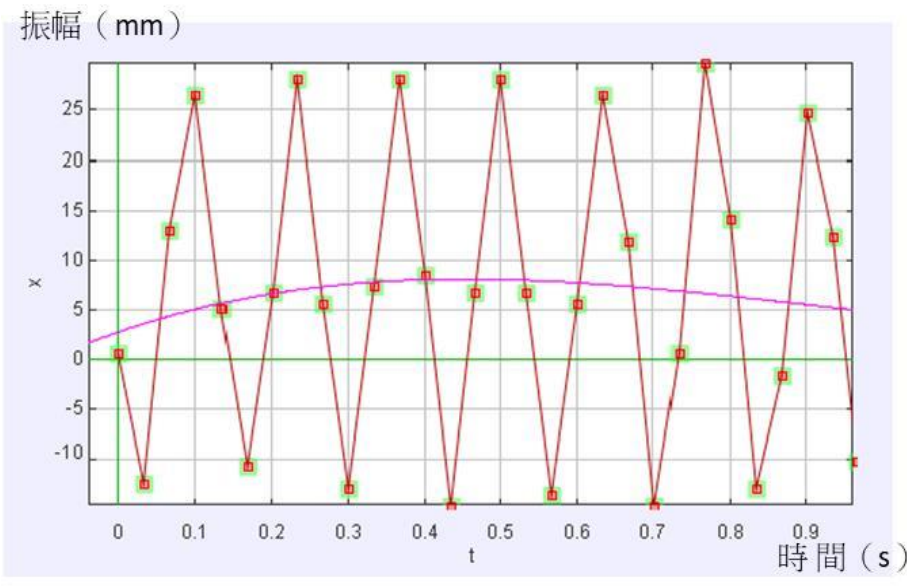
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 8 實驗結構 交叉斜撐

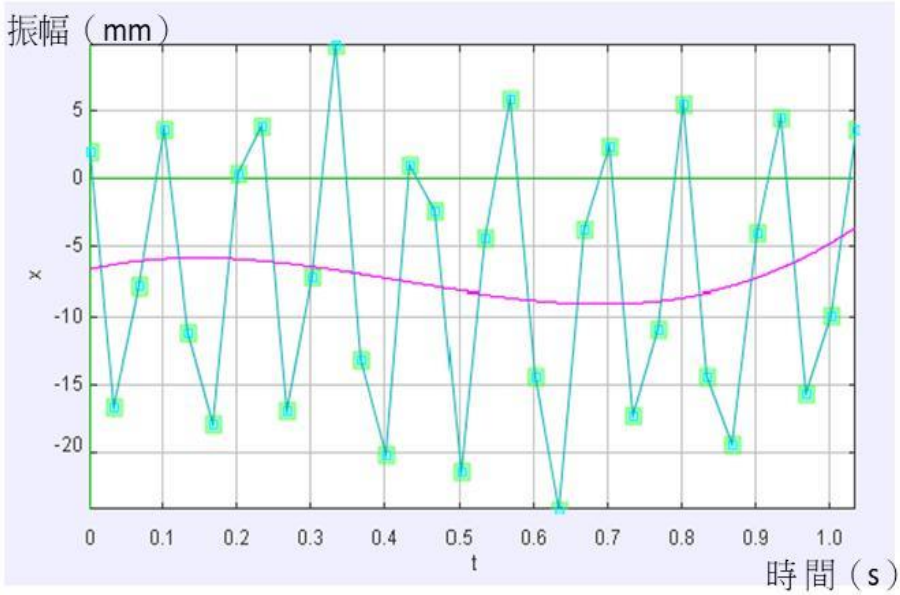
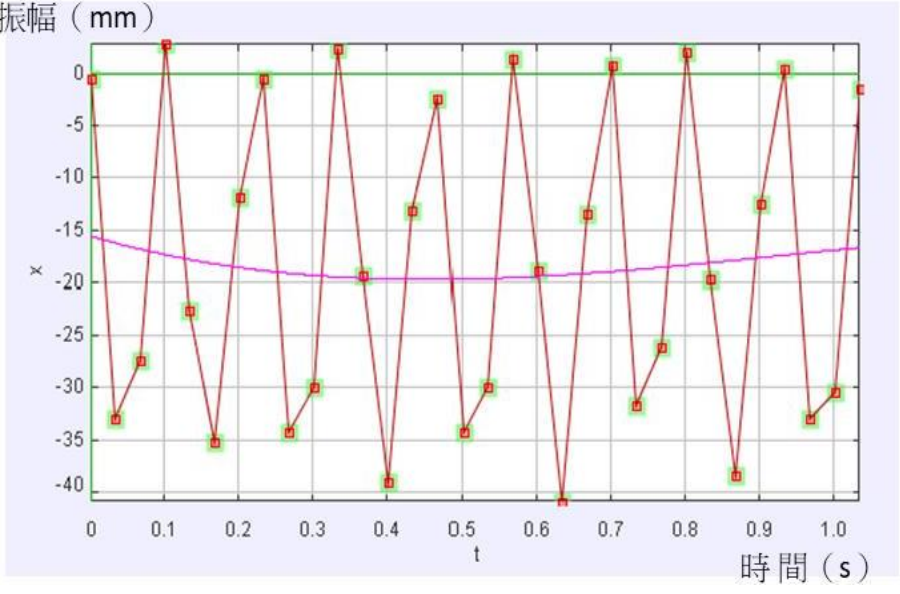
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	8.5		完好
第 4 層	無	8.5		完好

表 9 實驗結構 交叉斜撐

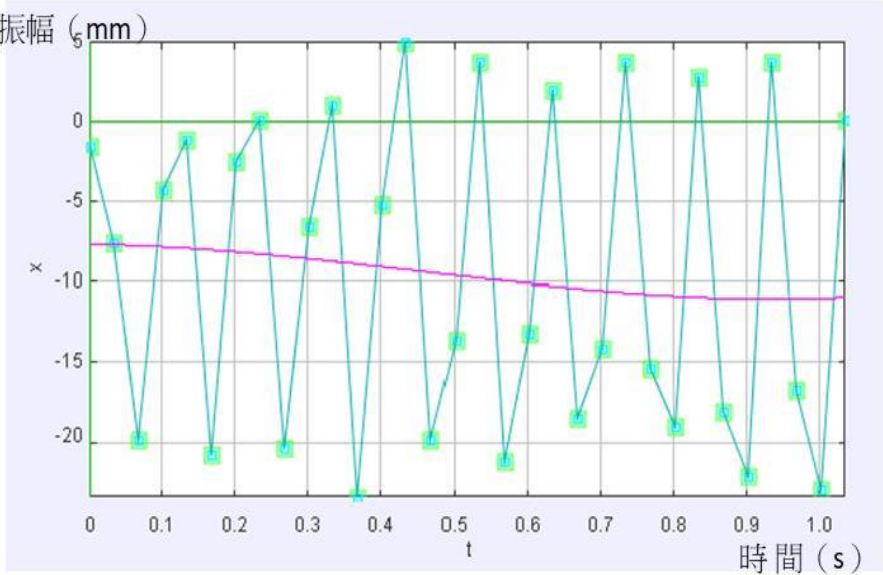
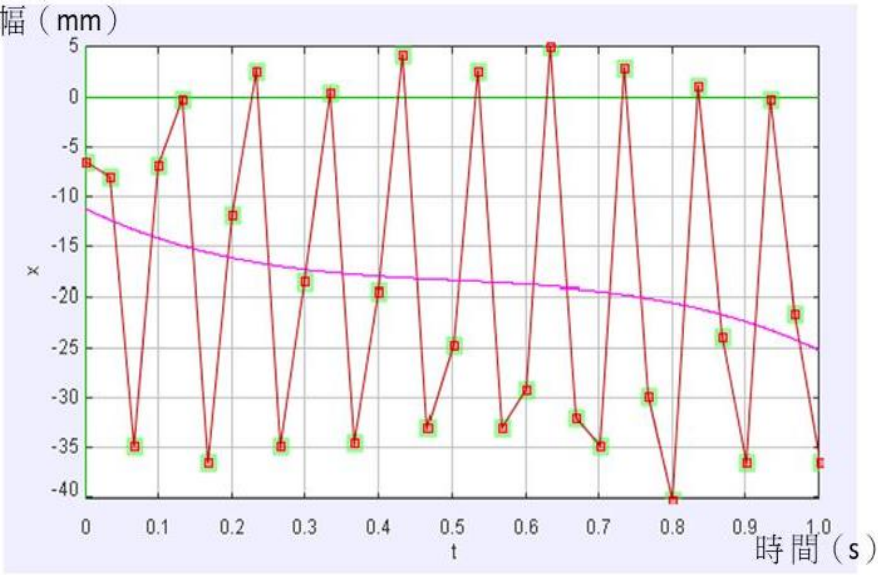
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	9.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	9.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 10 實驗結構 加柱

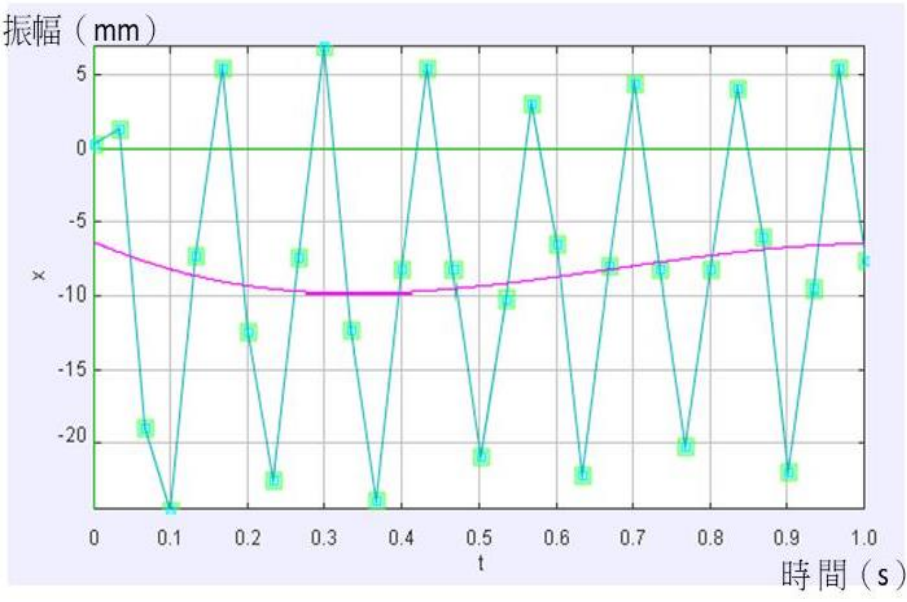
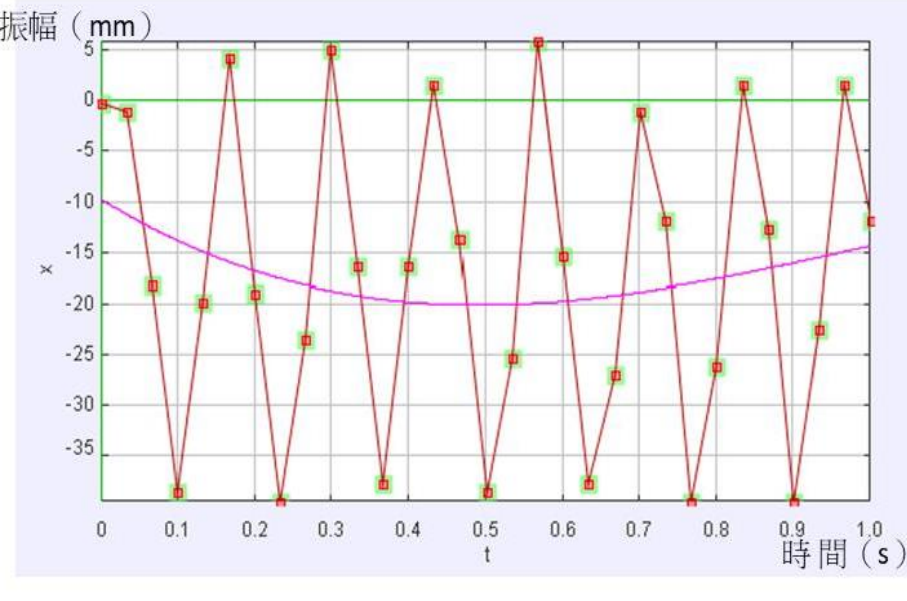
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	7.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 11 實驗結構 加柱

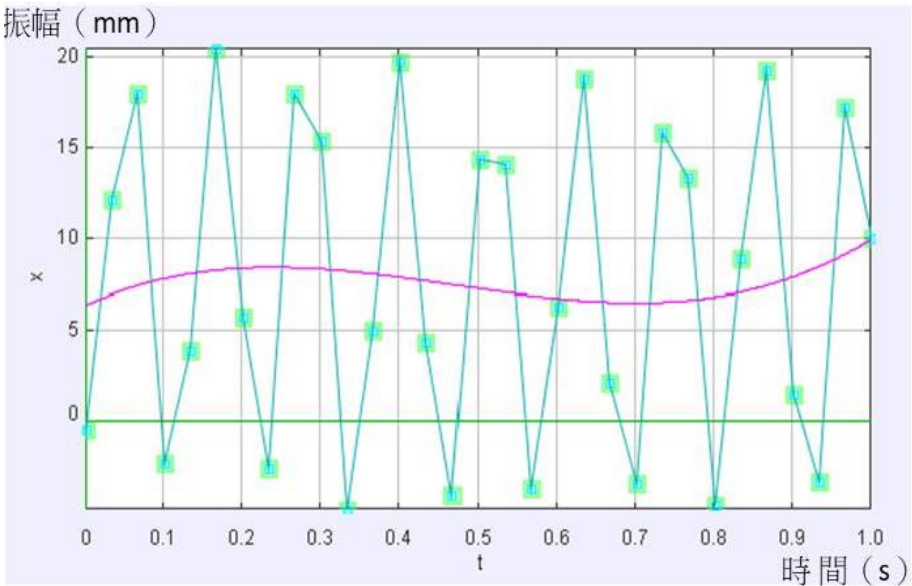
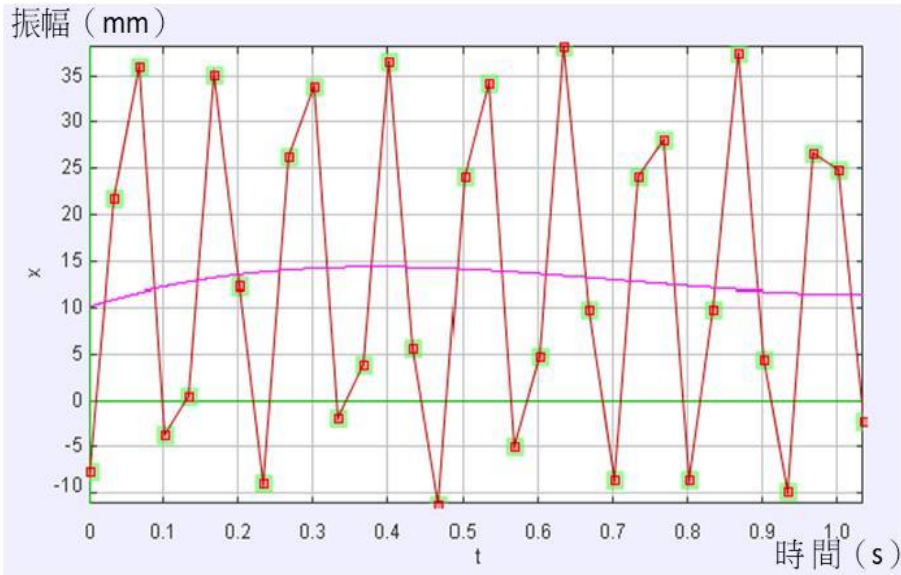
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	8.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好
第 4 層	無	8.5	 振幅 (mm) 時間 (s)	完好

表 12 實驗結構 加柱

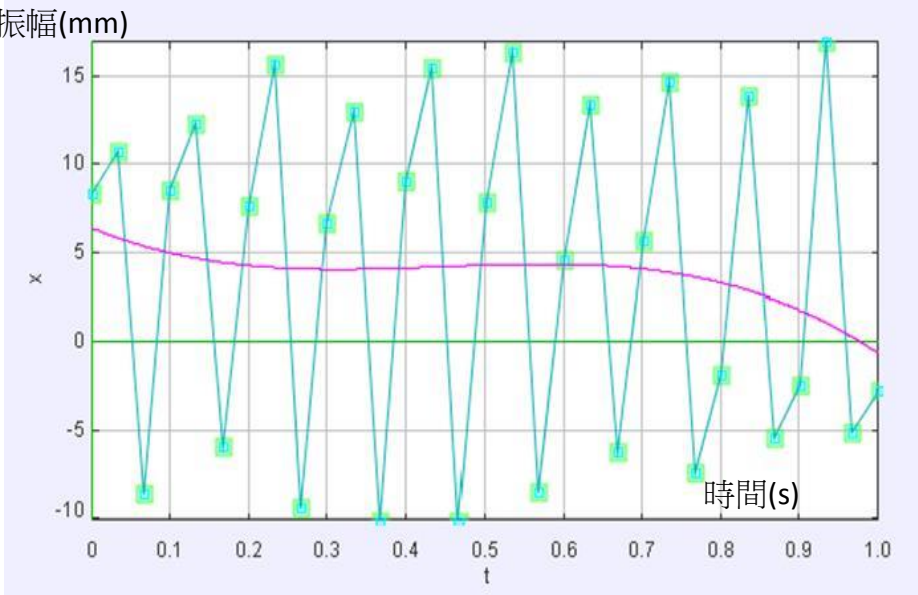
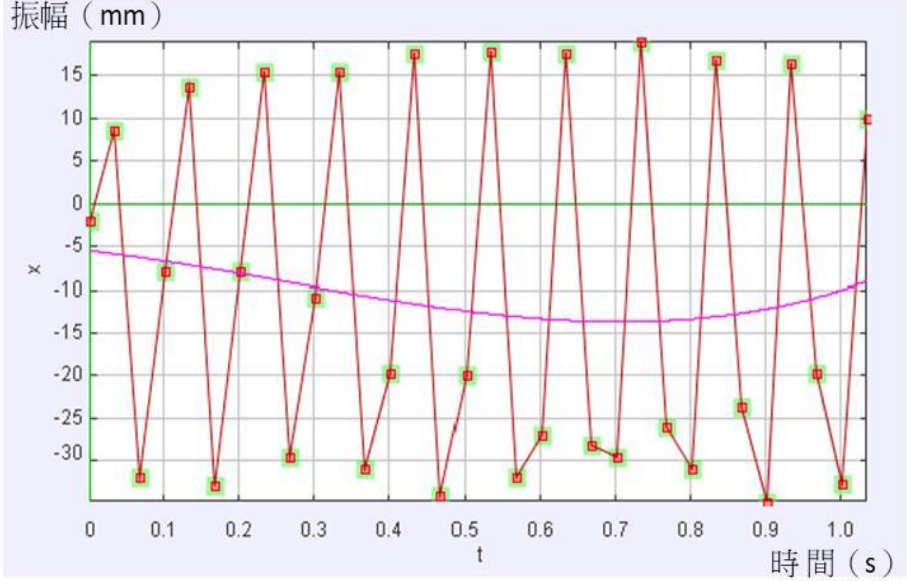
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	9.5	振幅(mm)  時間(s)	完好
第 4 層	無	9.5	振幅 (mm)  時間 (s)	完好

表 13 實驗結構 危樓

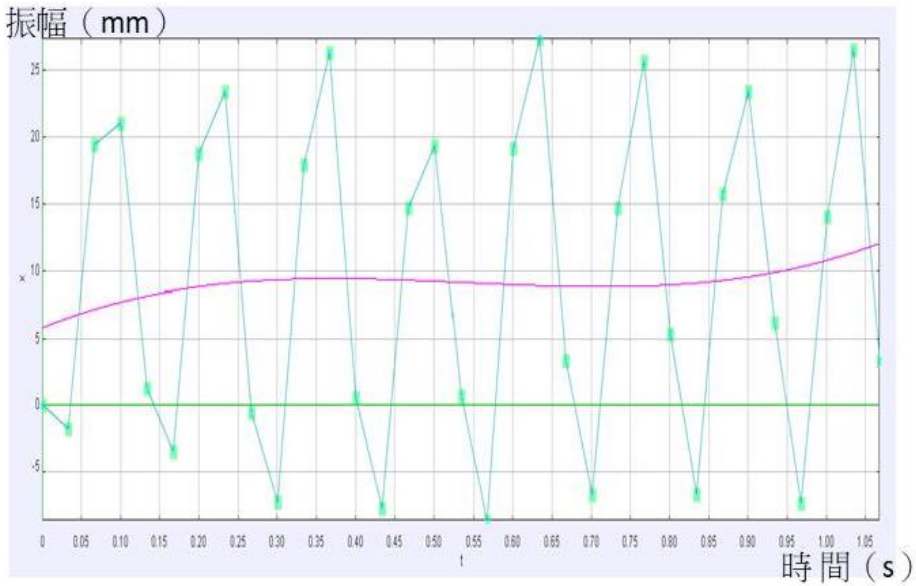
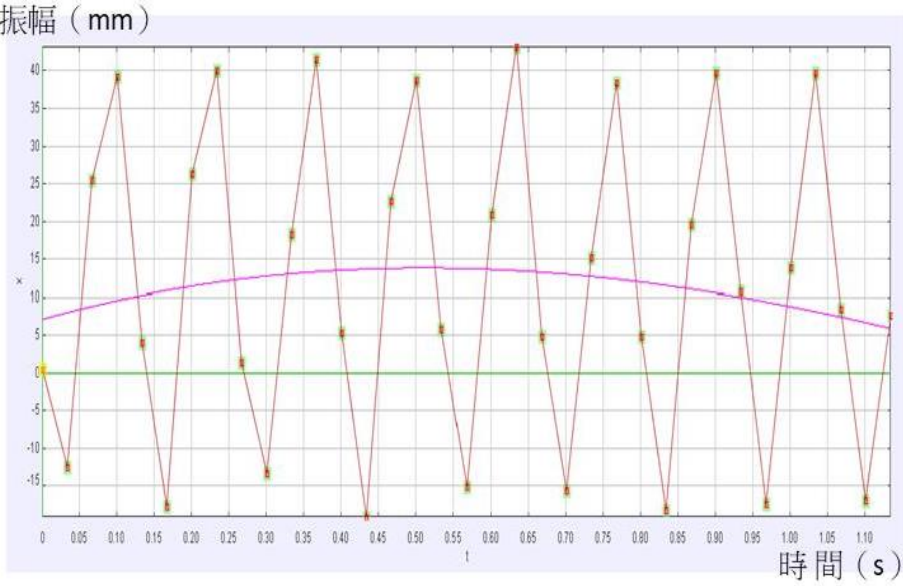
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	7.5		完好
第 4 層	無	7.5		完好

表 14 實驗結構 危樓

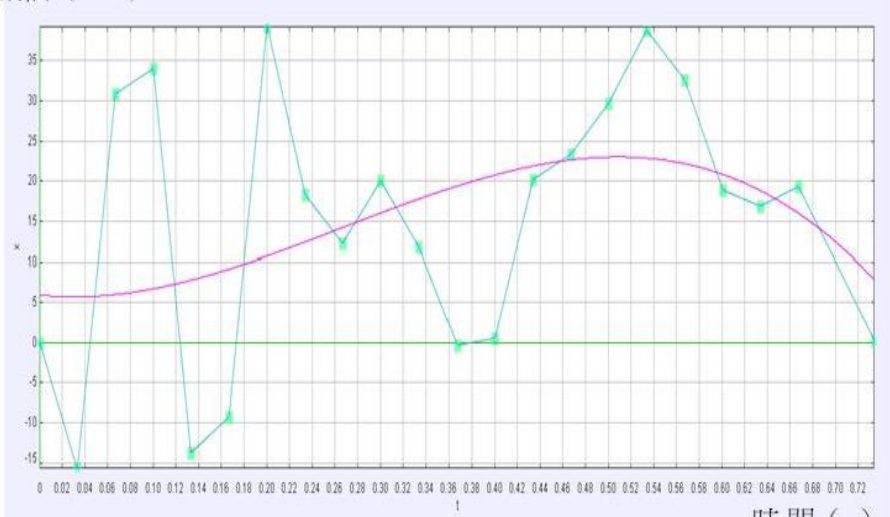
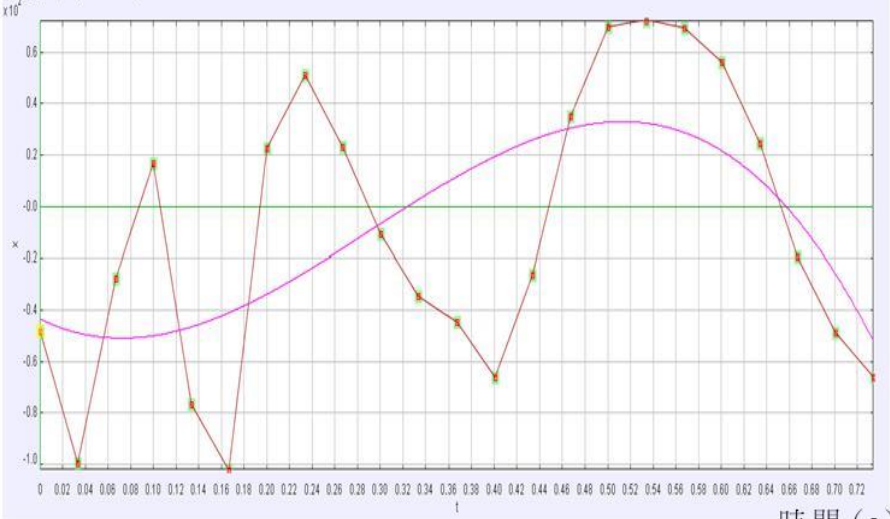
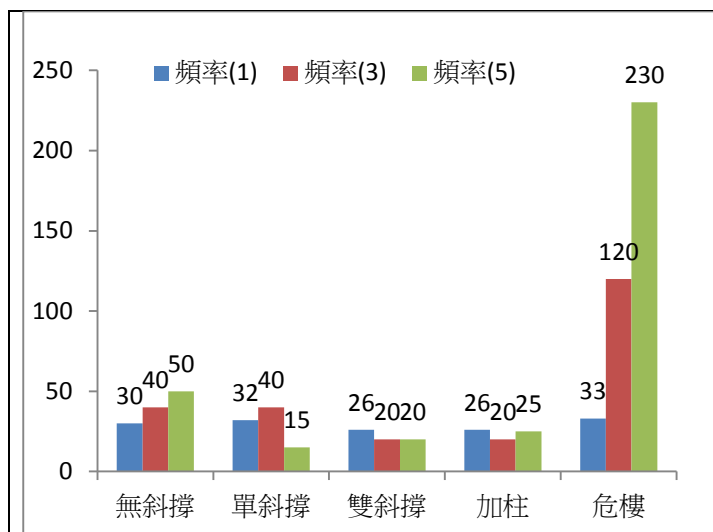
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	8.5	振幅 (mm)  時間 (s)	損壞
第 4 層	無	8.5	振幅 (mm)  時間 (s)	損壞

表 15 實驗結構 危樓

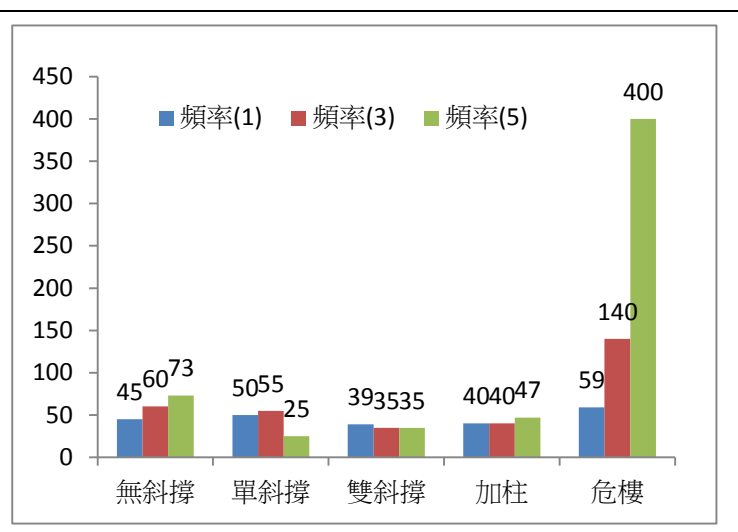
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	無	9.5		連根拔起
第 4 層	無	9.5		連根拔起

討論：

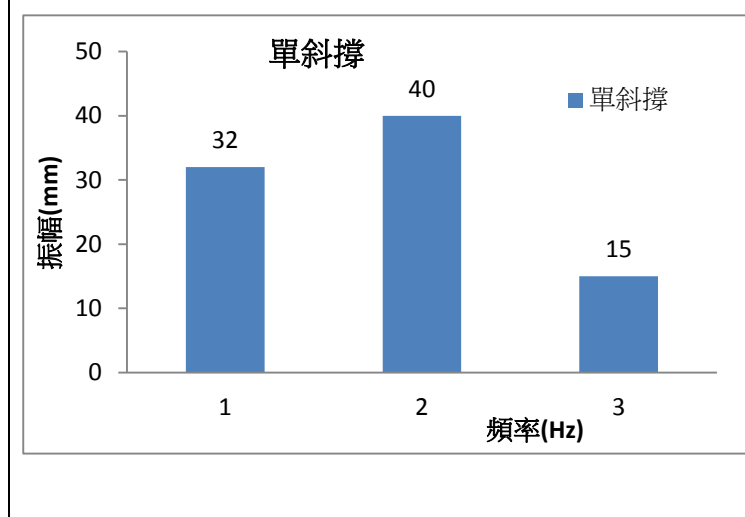
由此實驗我們發現到，第二層和第四層搖晃方向是相反的，所以當第二層是晃左邊時，第四層會晃右邊，加上了斜撐後，確實能有效減少此狀況的發生，不論在第二層或第四層的量測結果都顯示，加柱及交叉斜撐在不同的震動頻率其振幅的大小都很接近，所以可抵抗不同的地震級數及地震型態；是一個較佳的建築結構。值得一提的是最後的危樓，他是一個頭重腳輕的建築，造成它搖晃時地基(木板+熱熔膠)和樓層交接處皆承受著相當大的力，當它在搖晃時，晃左邊時模型會晃右邊，造成的機與第四層會呈現一個 S 狀，以致它耐震性低。



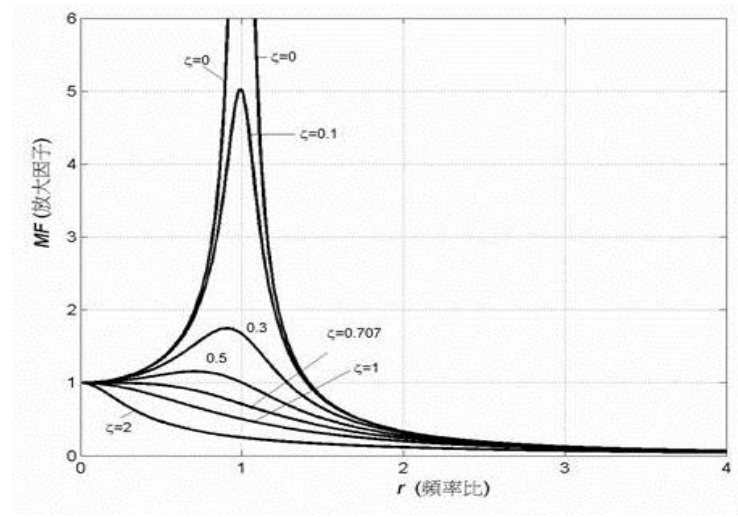
圖九、頻率相同、層數相同（第2層）、結構不同時振幅大小分布。



圖十、頻率相同、層數相同（第4層）、結構不同時振幅大小分布。



圖十一、單斜撐。



圖十一、共振圖(非本實驗)。

討論：

由圖九及圖十可看出當頻率愈大，則建築物的振幅愈大，但是如果仔細觀察這兩張圖，可以看到結構物為單斜撐的建築卻在頻率為 9.5Hz 時振幅卻較其他 4 棟建築小（如圖十一），我們研判是因為此單斜撐建築共振頻率較小，所以當頻率為 9.5Hz 時，已經超過此建築的共振頻率所以振幅較小。

由圖十一可知，不論在第二層或第四層的量測結果都顯示，加柱及交叉斜撐在不同的震動頻率其振幅的大小都很接近，所以可抵抗不同的地震級數及地震型態；是一個較佳的建築結構。

表 16 實驗結構 無斜撐

以下配重為:2、3、4層皆有 500g

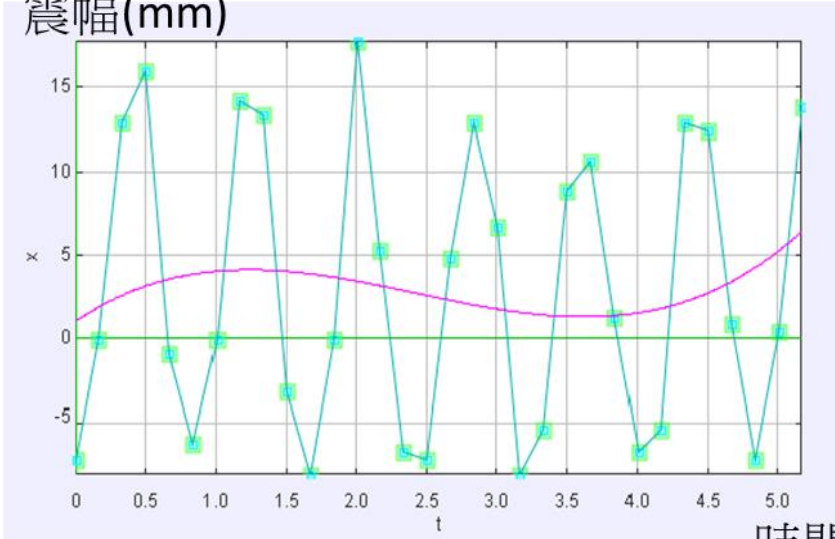
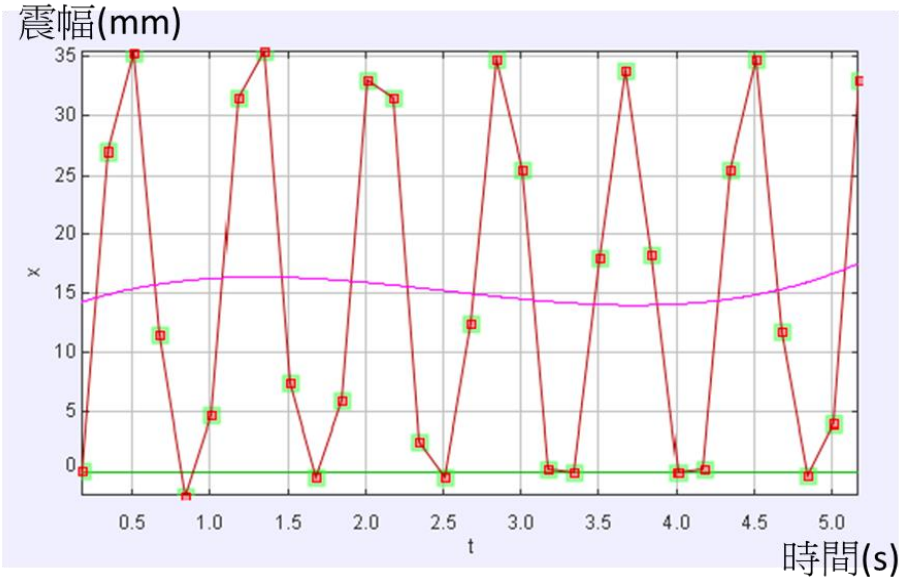
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	7.5	震幅(mm)  時間(s)	完好
第 4 層	是	7.5	震幅(mm)  時間(s)	完好

表 17 實驗結構 無斜撐

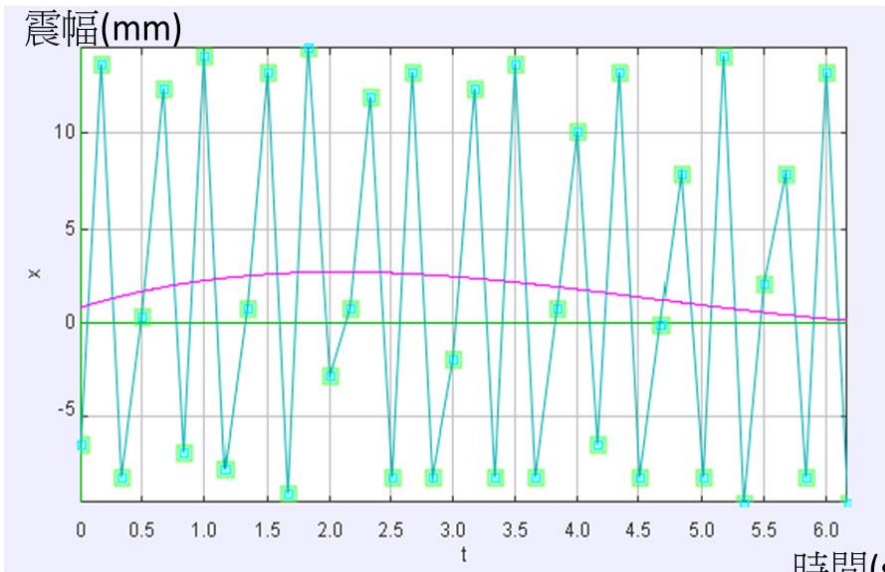
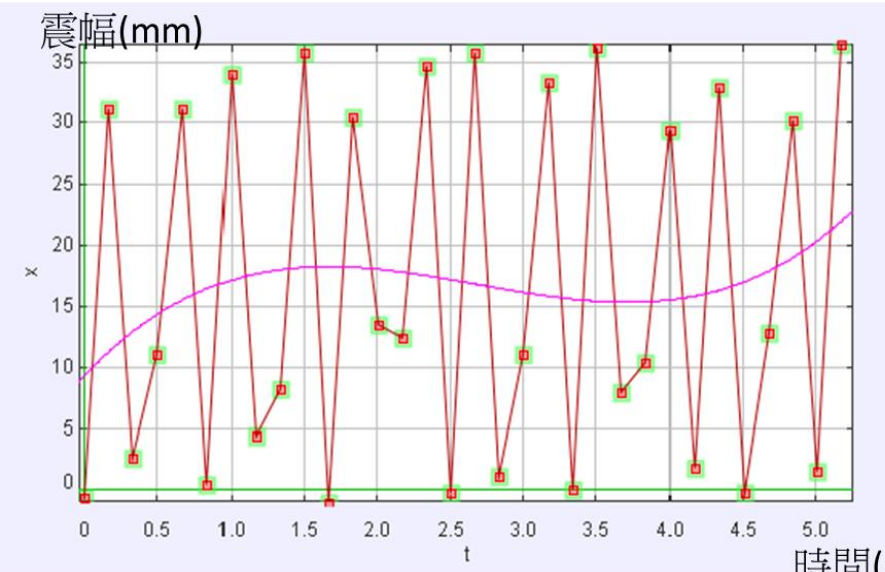
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	8.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好
第 4 層	是	8.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好

表 18 實驗結構 無斜撐

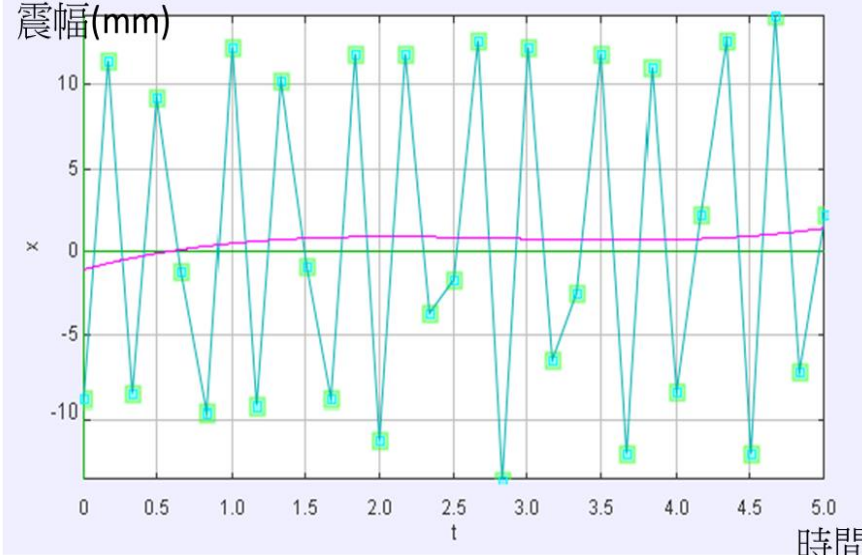
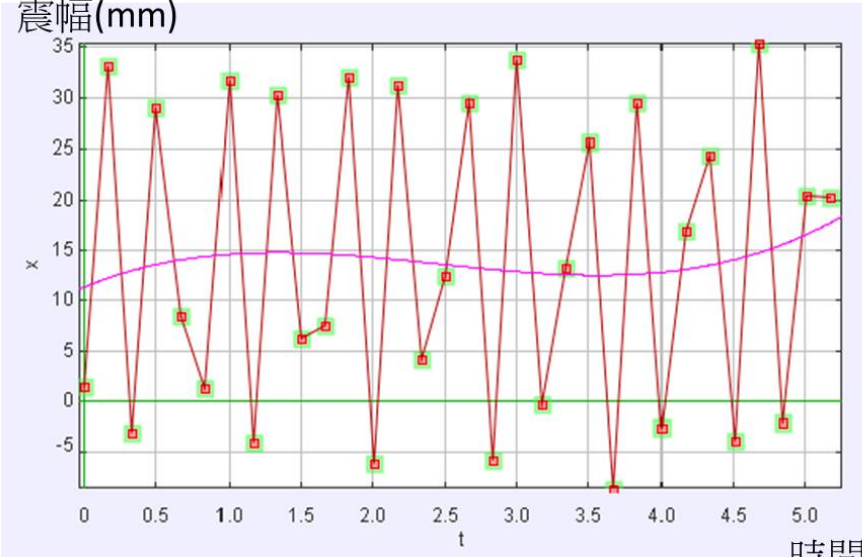
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	9.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好
第 4 層	是	9.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好

表 19 實驗結構 單斜撐

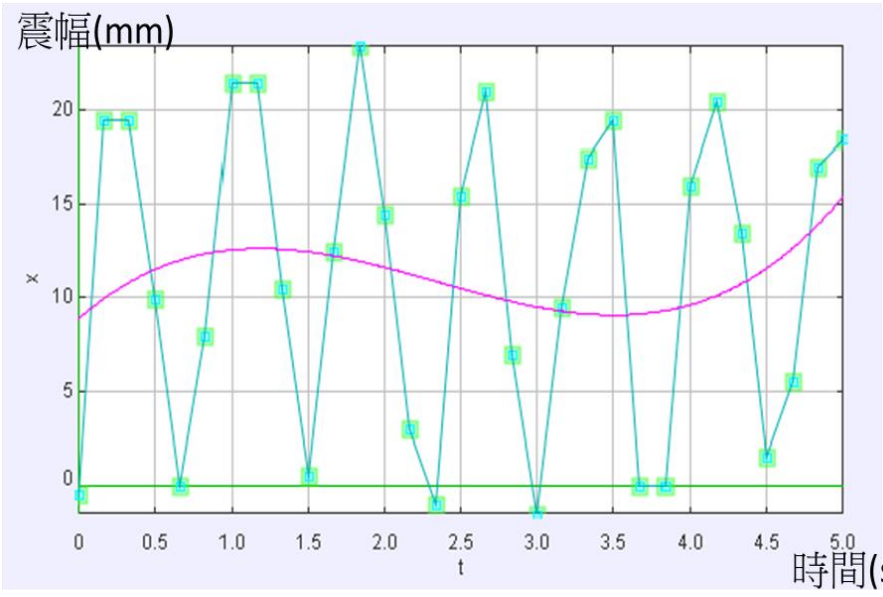
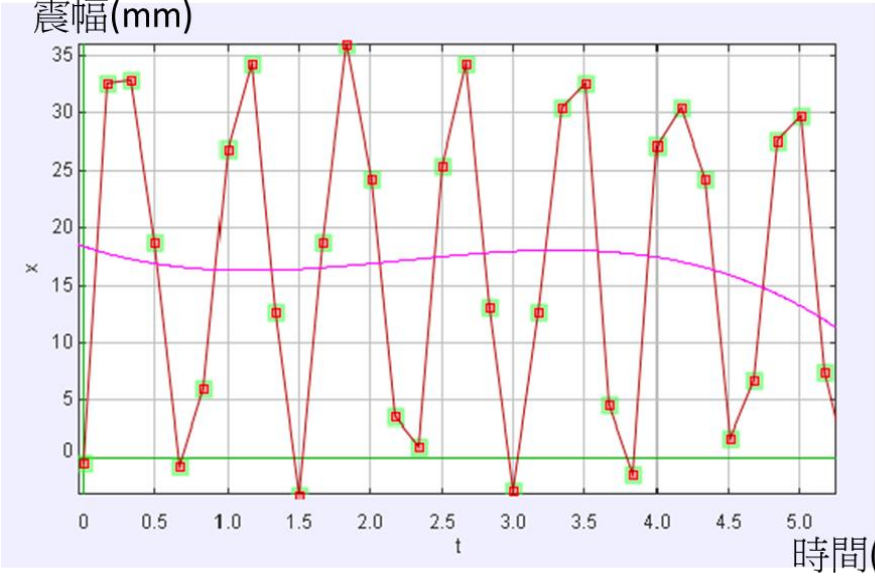
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	7.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好
第 4 層	是	7.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好

表 20 實驗結構 單斜撐

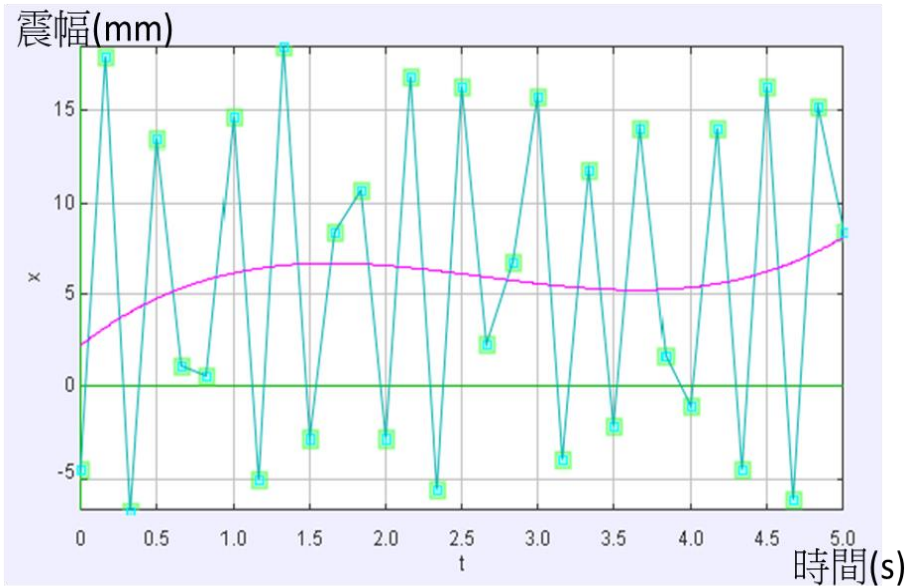
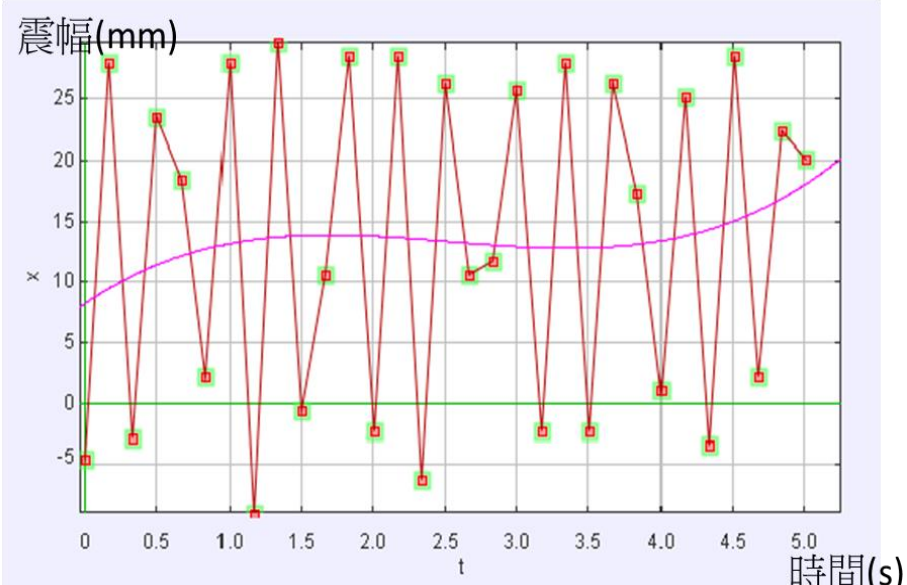
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	8.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好
第 4 層	是	8.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好

表 21 實驗結構 單斜撐

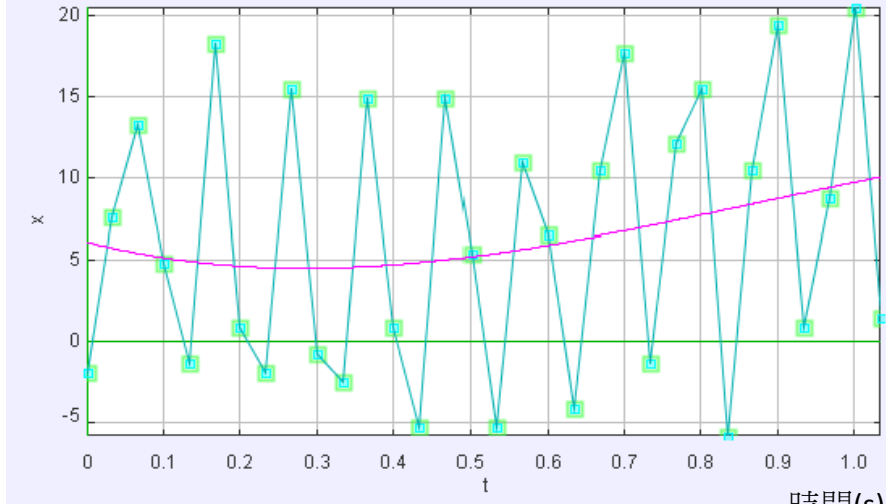
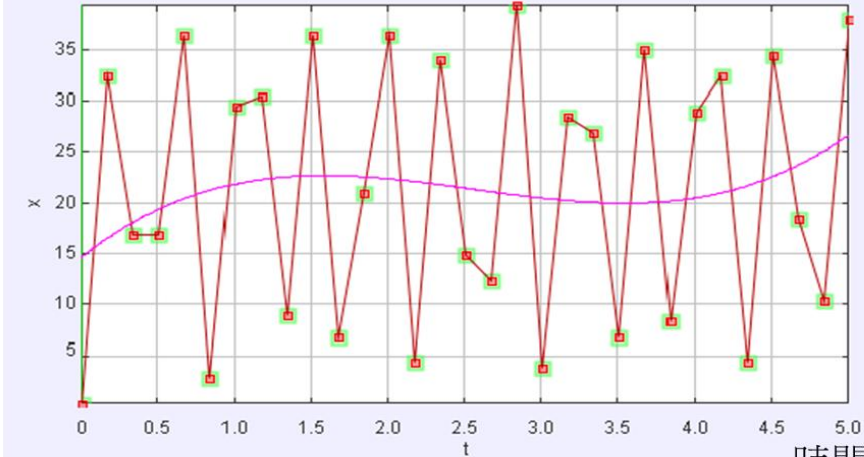
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	9.5	震幅(mm)  時間(s)	完好
第 4 層	是	9.5	震幅(mm)  時間(s)	完好

表 22 實驗結構 交叉斜撐

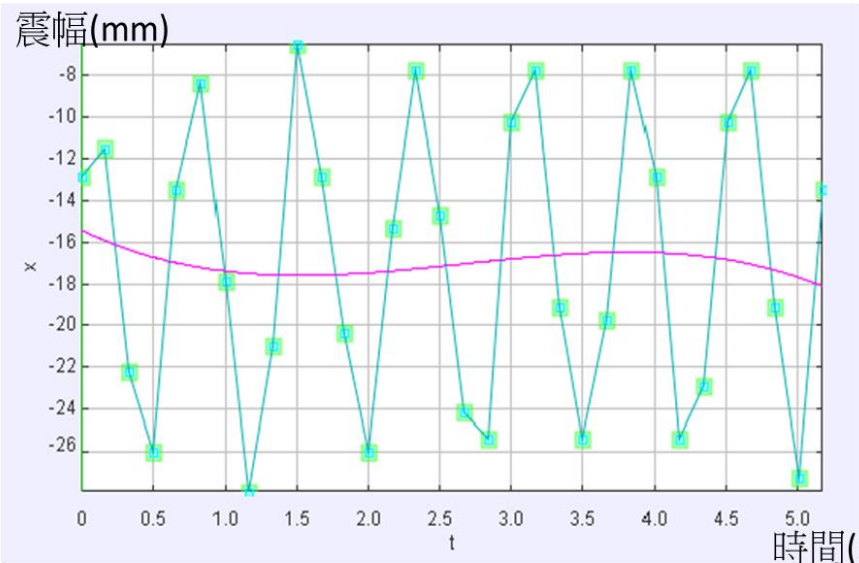
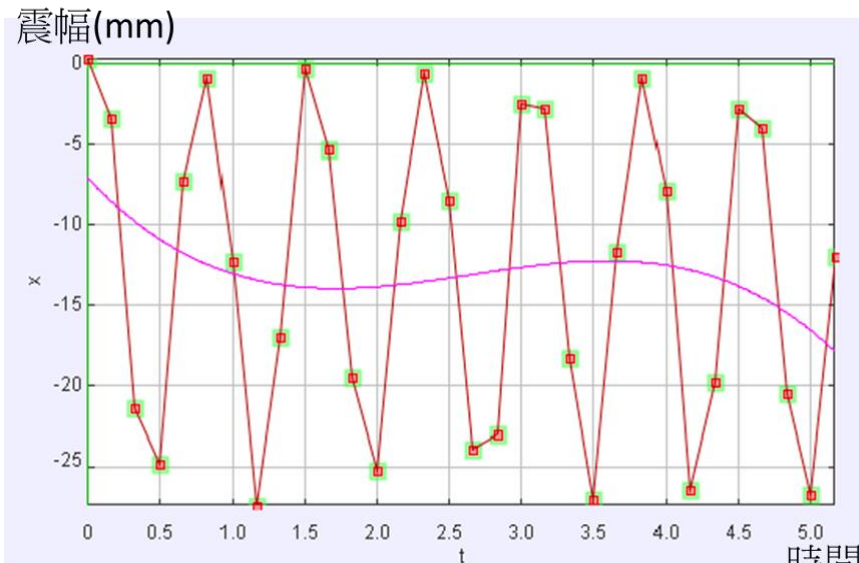
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	量測結果	建築狀況
第 2 層	是	7.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好
第 4 層	是	7.5	 震幅(mm) 時間(s)	完好

表 23 實驗結構 交叉斜撐

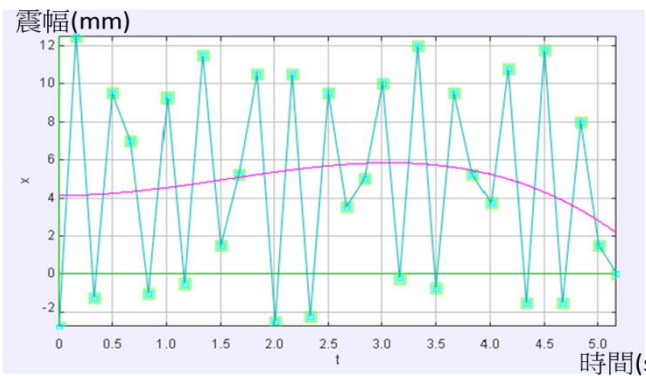
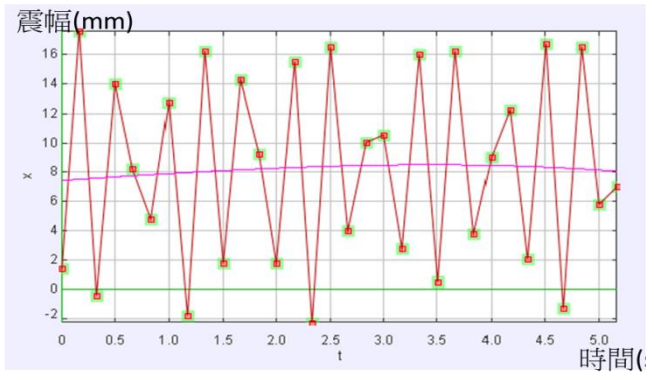
							
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	建築狀況	量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	建築狀況
第 2 層	是	8.5	完好	第 4 層	是	8.5	完好

表 24 實驗結構 交叉斜撐

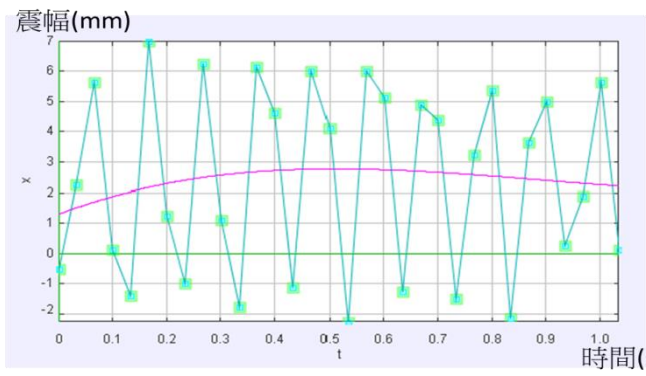
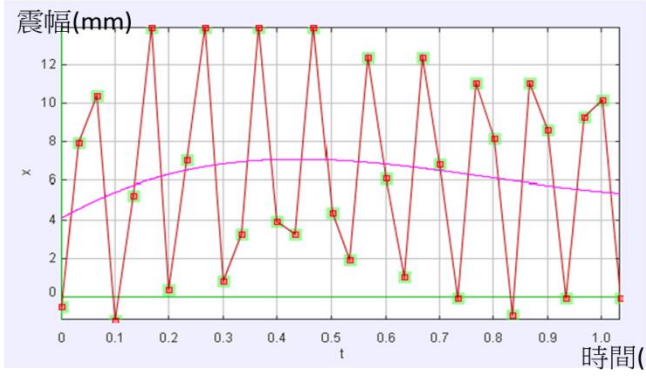
							
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	建築狀況	量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	建築狀況
第 2 層	是	9.5	完好	第 4 層	是	9.5	完好

表 25 實驗結構 加柱

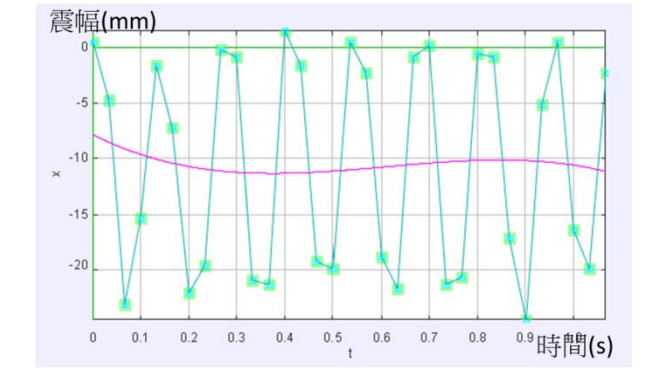
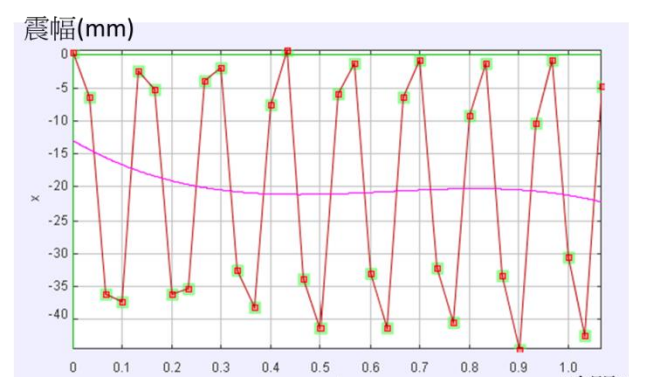
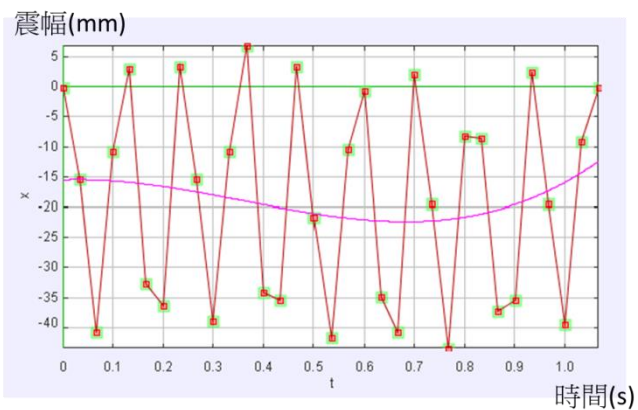
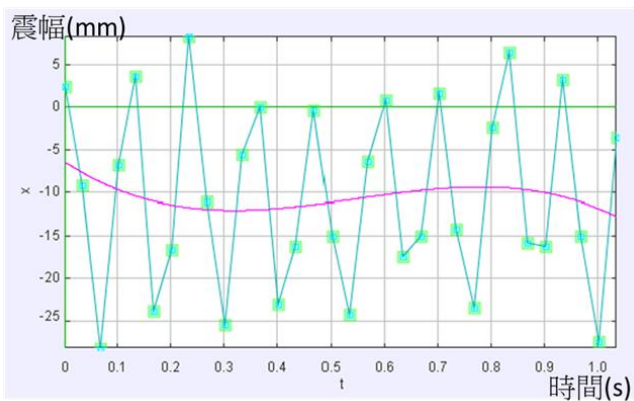
							
量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	建築狀況	量測位置	配置重物	頻率 (Hz)	建築狀況
第 2 層	是	7.5	完好	第 4 層	是	7.5	完好

表 26 實驗結構 加柱

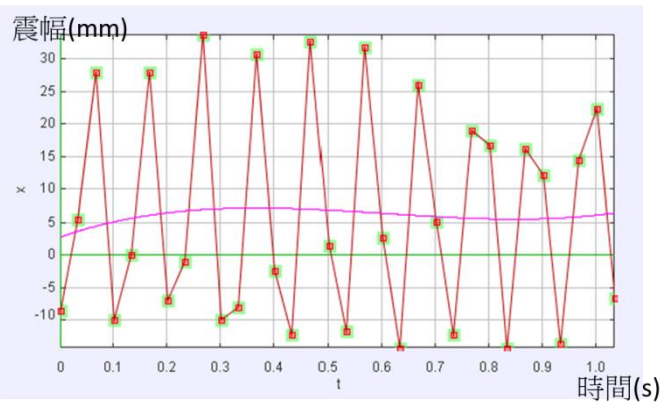
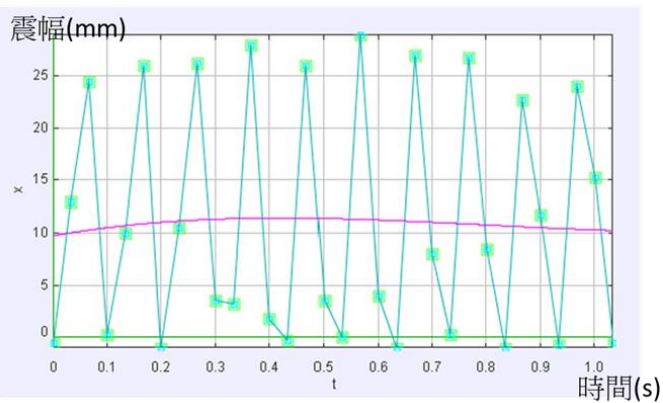


量測位置 配置重物 頻率 (Hz) 建築狀況

第 2 層 是 8.5 完好

量測位置 配置重物 頻率 (Hz) 建築狀況

第 4 層 是 8.5 完好

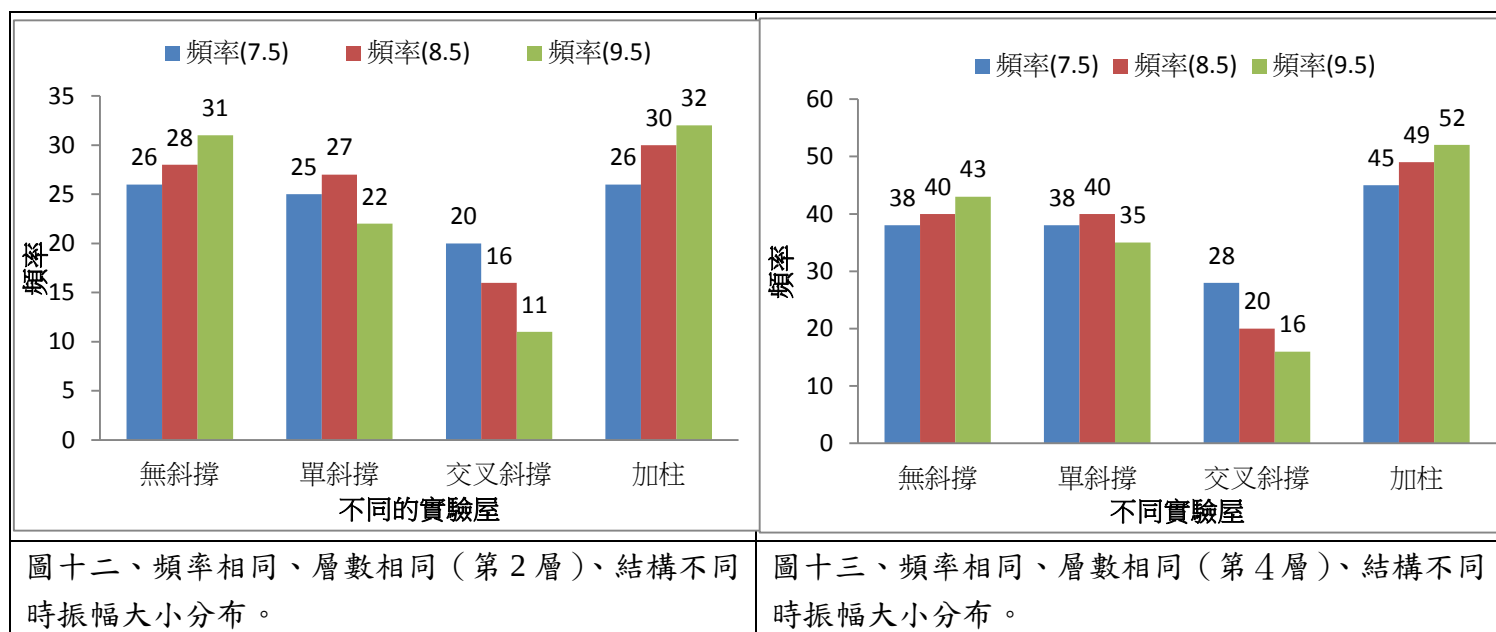


量測位置 配置重物 頻率 (Hz) 建築狀況

第 2 層 是 9.5 完好

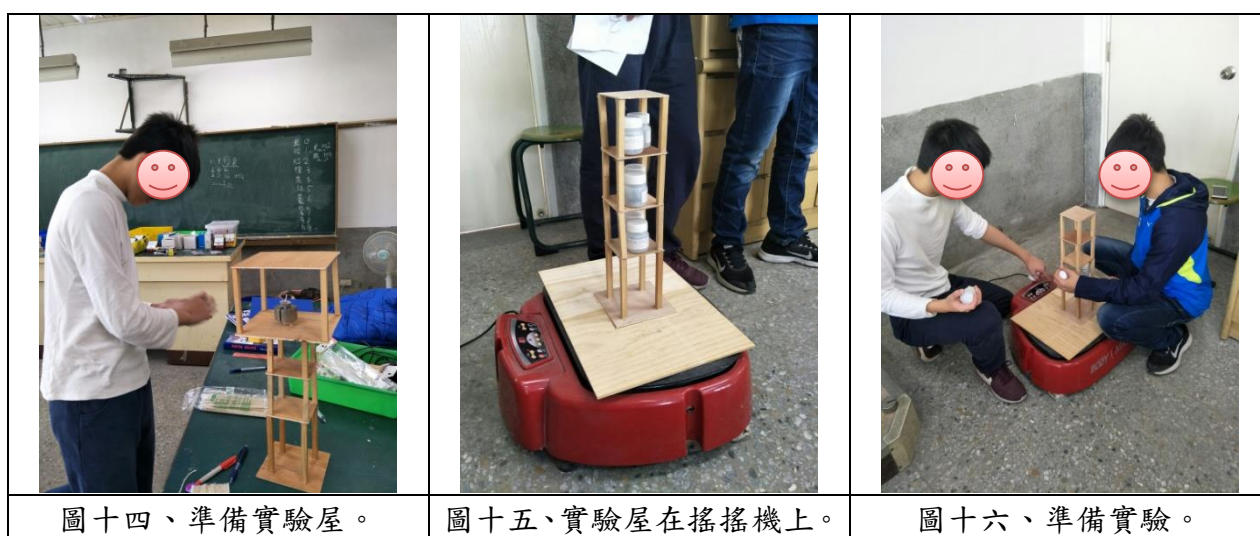
量測位置 配置重物 頻率 (Hz) 建築狀況

第 4 層 是 9.5 完好



討論：

有配置重物的建築的振幅比沒有配置重物的相同建築結構建築物的振幅較小，我們認為這可能是因為重物的重量使建築物不易搖晃，另外有配置重物的建築物的共振頻率也比沒有配置重物的較小這也可能是有放置重物的關係，由於「危樓」在無重物測試中不幸損壞，導致無法做加重測試。





圖十七、將實驗屋固定。



圖十八、實驗後，房屋斷裂。



圖十九、確認實驗屋。

陸、結論

1. 相同頻率及結構下，較高樓層的振幅會較低樓層大。
2. 建築重量會影響共振頻率，愈重時，共振頻率愈低；愈輕時，共振頻率愈高。
3. 建築的結構會影響共振頻率，有平面三角形的建築結構共振頻率愈高，所以建築物搖晃的振幅愈小。

柒、參考資料

1. 抗震盃 2018 <https://www.ncree.org/ideers/2018/>
2. 維基百科 <https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9C%B0%E9%9C%87>，
<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%85%B1%E6%8C%AF>
<https://technews.tw/2015/05/01/earthquake-technology/>