

# 新竹市第四十一屆中小學科學展覽會

## 作品說明書

---

科 別：地球科學

組 別：國中組

作品名稱：減震利器 - 探討阻尼器對於建築物震動之影響

關 鍵 詞：地震、慣性、阻尼器

編號：112JB-E001

# 摘要

遇到強烈地震、颱風時，台北 101 為什麼不會像海盜船一樣狂搖？這個問題引起我們這次想探討阻尼器的設置如何影響阻尼器的功效，提高建築物內人們的舒適度。因此我們組裝一個地震模擬，包含：震動馬達、鐵架房子、彈簧及阻尼器(砵碼/油土/鐵碗)，我們的實驗有 5 種，分別是**阻尼器的擺放高度**、**阻尼器的擺長長度**、**阻尼器的重量**及**阻尼器彈簧固定方式**，例如：阻尼器擺放位置高度，擺長長度有 3 種，各是 3cm、5cm、7cm 影響；阻尼器重量，分別是 120 公克、200 公克及 500 公克；阻尼器彈簧有兩種擺法，對角線的擺放法及十字加上對角線(米字)的擺放法等，透過 **Rabboni 設備**來測量地震所引發的**加速度和角速度的變化**，並將獲得的數據傳到電腦，再進行詳細整理，最終目的是利用數據分析找出阻尼器要如何設置才能產生最大功效。

## 壹、前言

### 一、研究動機

臺灣位於太平洋地震帶上，在菲律賓板塊與歐亞板塊的交界處，時不時就會發生有感地震，近一年台灣較大的地震，2022 年 9 月 18 日發生在台東池上的地震造成 1 人死亡，146 人受傷，台鐵 1 列車傾斜出軌，數處鋼軌挫曲，高架橋受損，東里車站月台雨遮震落，數條橋梁受損，玉里幾處房屋倒塌等。由這些事件我們可得知生活在兩個板塊之間的我們會面臨著許多地震，住在高樓大廈裡的高樓層裡的人感受更是劇烈，但是台北 101 竟然能靠著裡頭的阻尼器抵擋住劇烈的晃動，因此我們想要了解其中的奧妙，然而，台北 101 為什麼不會像海盜船一樣狂搖？這個問題引起我們這次想探討阻尼器的設置如何影響阻尼器的功效。

### 二、研究目的

- (一)、進行**文獻探討**並查詢資料來瞭解 **101 阻尼器的原理**。
- (二)、設計**地震模擬振動平台**，利用**水平**來回移動方式來模擬地震。
- (三)、觀察探討**阻尼器擺長**與建築物搖晃的關係。
- (四)、觀察探討**阻尼器重量**與建築物搖晃的關係。
- (五)、觀察探討**擺放阻尼器**位置與建築物搖晃的關係。
- (六)、觀察探討阻尼器**緩衝器的擺放方式**。
- (七)、針對獲得的數據進行分析及探討
- (八)、利用以上的實驗得出效能最好的阻尼器

## 貳、研究設備及器材

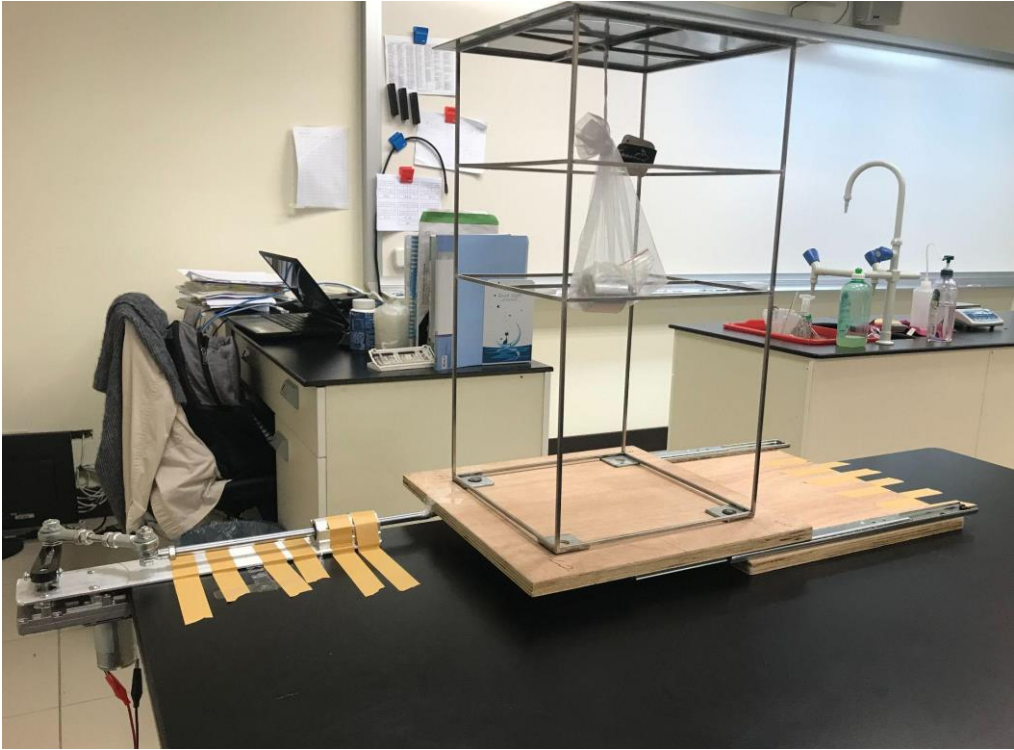
一、使用軟體：Rabboni、Excel、Wondershare Edrawind、Word

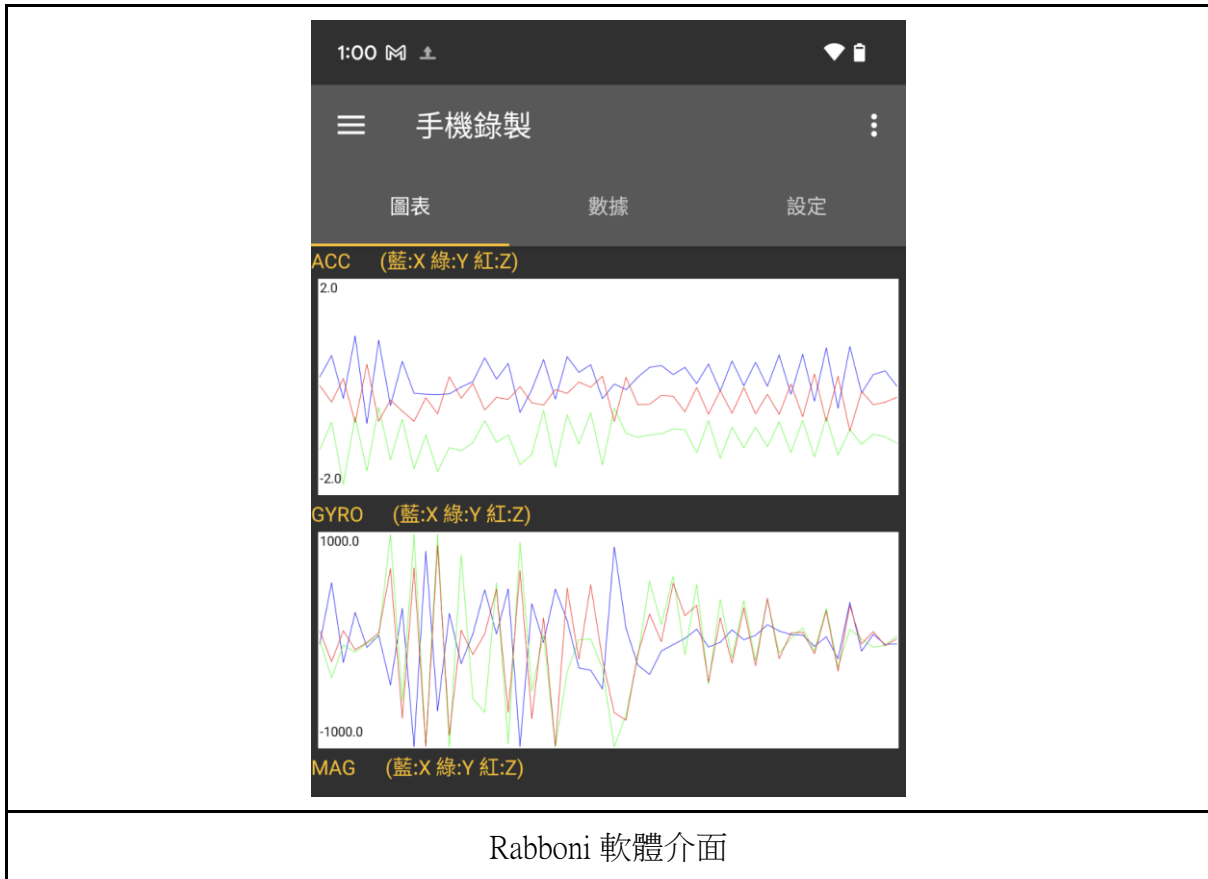
二、實驗材料

器材				
測震裝置	數據分析	震動裝置	成品	其他
Rabboni	筆電	震動馬達	木板	電工膠布
手機	筆記本	電線	鐵架	墊片
筆電	紙筆	膠帶	滑軌	剪刀
碼錶			螺絲	螺絲起子
			砝碼	紗網帶
			油土	鑽孔機
			鐵碗	白膠
			鐵蓋	
			彈簧	

### 三、重點裝置設備

		
Rabboni 測震裝置	震動馬達	自製建築物


自製實驗裝置完成圖



## 參、研究過程或方法

### 一、文獻探討

#### (一)、阻尼器

阻尼器是一種利用**阻尼特性來吸收或抑制能量**的機械或液壓裝置，其原理是透過**緩慢消耗力學能量**，減緩物體震動並消耗動能。例如，在大樓內吊掛一個超重的球體，可以在建築內部打造一個穩定、不會搖晃的物體，然後再利用彈簧、油壓緩衝系統和阻尼器連接，透過一系列的緩衝系統將部分能量消耗掉。這種裝置廣泛應用於建築物、橋梁和交通運輸工具等領域，以提高其安全性和穩定性。阻尼器還可以根據需要調整其阻尼係數，以適應不同的應用場合。

#### (二)、加速度

加速度是指**速度對時間的變化率**，又可以說是一個時間單位的速度變化量用來表示速度快慢的程度。在一般情況下，加速度是一個**瞬時的單位**。在最簡單的均**加速直線運動**中，加速度的大小等於**單位時間內速度的增量**。加速度是一個矢量，**具有大小和方向**。當物體運動時，其速度並不是一個定值，而是隨著時間不斷變化，這種運動方式稱為加速度運動。加速度是描述物體運動狀態的重要參數之一，它可以用來計算物體的運動軌跡、運動時間、速度和位置等重要物理量，對於瞭解和預測物體運動的過程具有重要意義。

### (三)、角速度

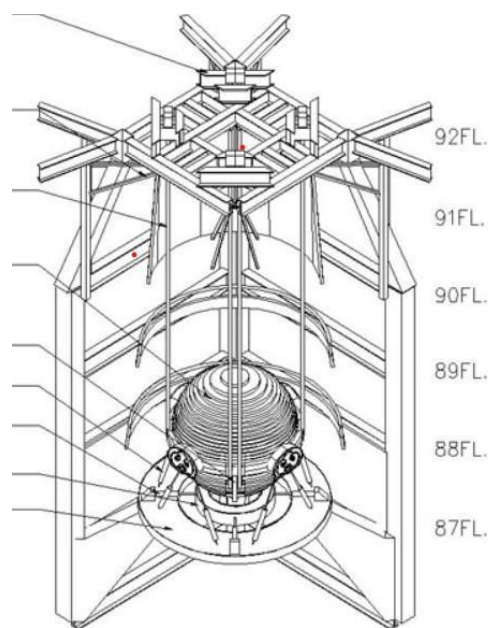
角速度是物理學中描述物體轉動運動的重要物理量之一。角速度是指物體的角位移量對時間的**變化率**，用來描述物體在**單位時間內轉過多少角度以及轉動方向的向量**。在轉動運動中，物體的運動軌跡是一個圓弧或曲線，因此角速度的方向和大小也會不斷變化，其大小和方向都與物體的運動軌跡和角速度有關。在質點繞另一質點轉動的情況下，角速度描述的是質點的運動軌跡和轉動方向，這對於研究質點運動的軌跡和轉動方向非常重要。總之，角速度是描述轉動運動的一個重要參數，對於研究物體轉動運動、計算角度、速度和加速度等物理量具有重要意義。

### (四)、台北 101 阻尼器

台北 101 大樓位於台灣，是全球最高的摩天大樓之一。該大樓的**87 樓到 92 樓**之間，懸掛了一顆重達**660 噸的阻尼器**，以減少風災和地震對大樓造成的損害。這顆阻尼器使用一根長**12 公尺的繩子**懸掛在 92 樓和 87 樓之間。繩子的上方固定在 92 樓，下方掛在 87 樓，並使用**8 支油壓緩衝系統**與樓板連接，形成一個單擺式的阻尼器減振系統。

阻尼器的作用是減緩地震或風災所帶來的衝擊，並保護大樓的安全。當地震或風災發生時，阻尼器的擺動會減緩大樓的震動，以減少樓內人員的搖晃感受。這種減振系統不僅可以減少大樓的損壞，同時也可以減少損害對周圍環境和人員的影響。

阻尼器的設計需要考慮許多因素，如材料、懸掛方式、系統穩定性和擺動的頻率等。台北 101 大樓的阻尼器採用了一個高度專業的設計團隊，並且經過多次測試和驗證，確保其有效性和可靠性。在大樓的建設過程中，阻尼器是一個非常重要的部分，它可以保護大樓和居民的安全，同時也為台灣的工程技術發展做出了重要貢獻。



## (五)、阻尼器的分類

- 1.液壓阻尼器：使用液體作為能量吸收介質，通過流體的阻尼作用來減少機械或結構的振動。
- 2.摩擦阻尼器：通過摩擦力來消耗機械或結構振動的能量，分為干式和濕式兩種。
- 3.空氣阻尼器：使用空氣作為能量吸收介質，通過空氣的阻尼作用來減少機械或結構的振動。
- 4.彈性元件阻尼器：通過彈性元件的變形吸收振動能量，如彈簧阻尼器和橡膠阻尼器等。
- 5.磁流變阻尼器：通過磁流體的阻尼特性來減少機械或結構的振動，具有能夠調節阻尼力大小的特點。
- 6.惰性阻尼器：通過慣性力來消耗振動能量，如液體金屬阻尼器等。

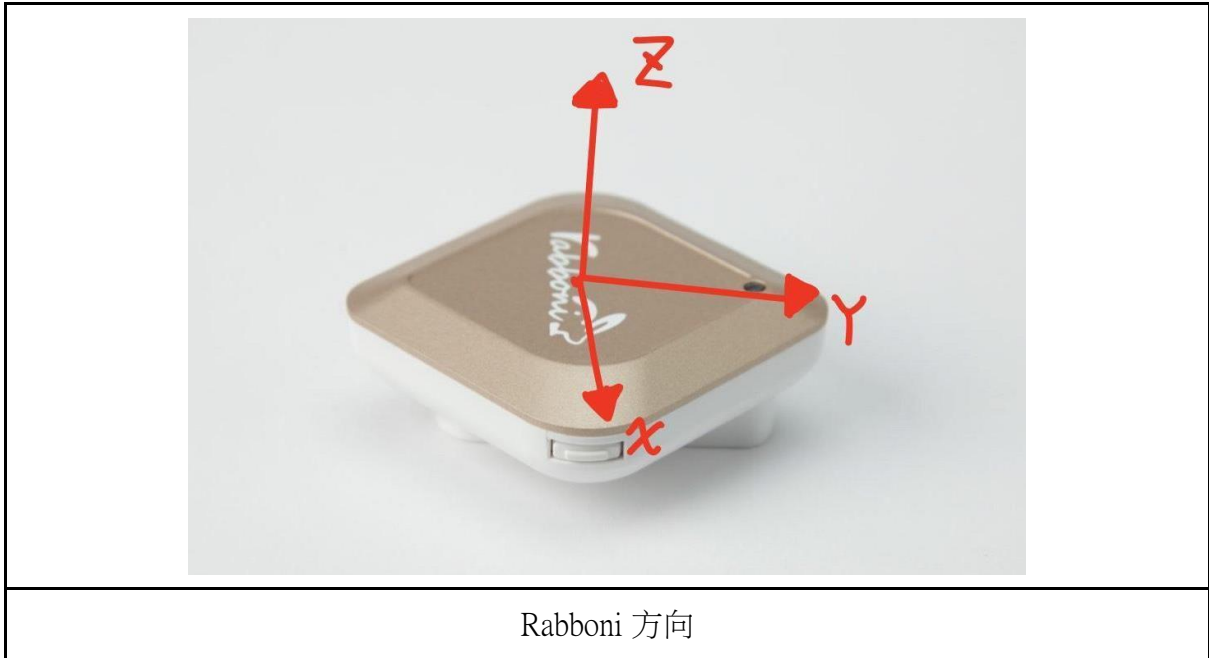
## (六)、Rabboni 設備

Rabboni 是一家專業生產**測震設備**的公司，其測震設備被廣泛應用於**地震預警**、**地震監測**和**地震研究**等領域。以下是一些常見的 Rabboni 測震設備：

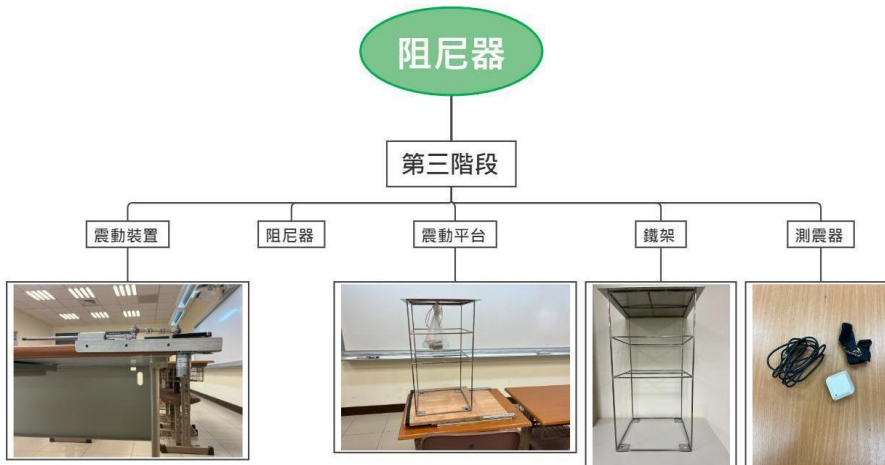
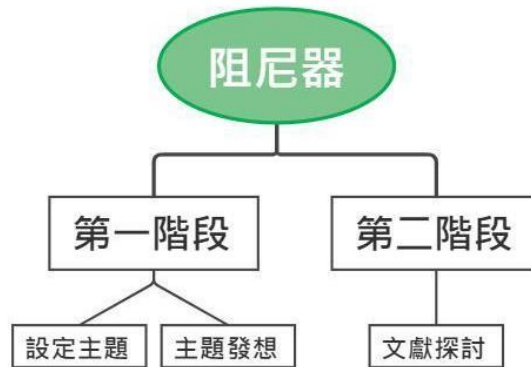
- 1.快速地震震源定位系統：該系統使用三角定位法來測量地震震源的位置和規模。它可以實時警報並提供地震預警，並且具有高精度和高可靠性。
- 2.地震動監測系統：該系統可以測量地震產生的地震動，並且可以提供震源參數、震級、烈度等信息。它具有高精度和高靈敏度，可以在短時間內提供可靠的測量結果。
- 3.地震構造監測系統：該系統可以測量地震產生的地殼變形和地震後餘餘變形等信息。它通常使用 GNSS 和 INS 技術來實現高精度的定位和測量。
- 4.地震附屬物監測系統：該系統可以測量地震產生的地震斷層、岩石滑坡、地表變形等附屬物的運動狀態。它可以實時監測地震附屬物的運動，提供相關的資訊和數據分析。

這些 Rabboni 測震設備都具有高精度和高可靠性，可以幫助科學家和工程師更好地研究地震，為地震災害防治提供重要的支持。

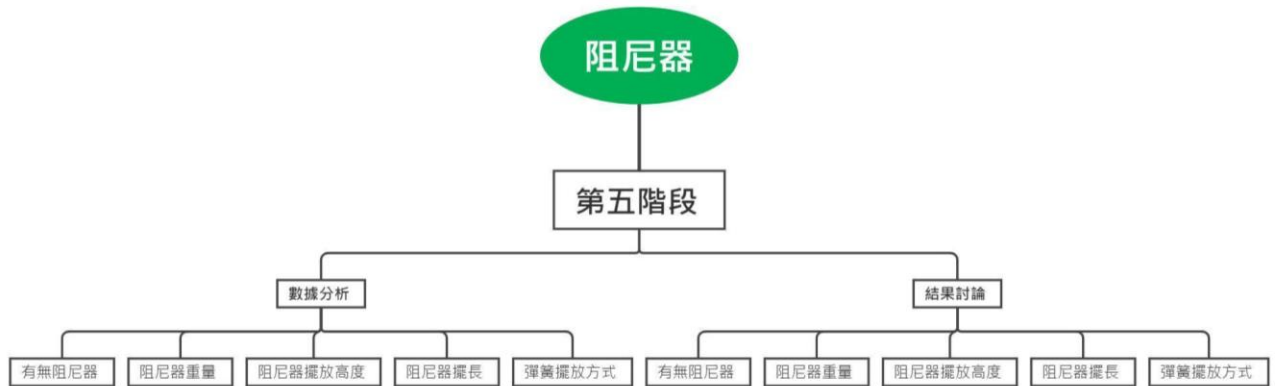
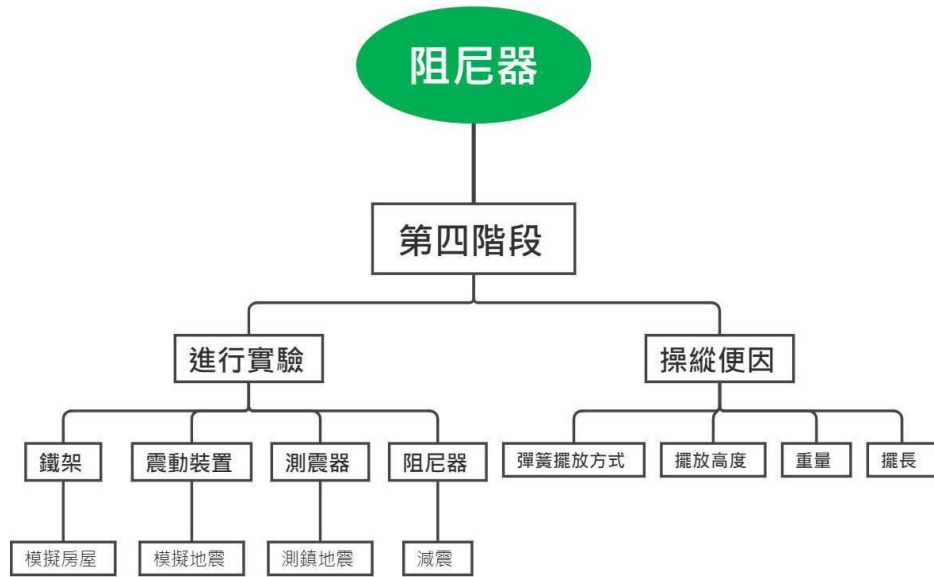


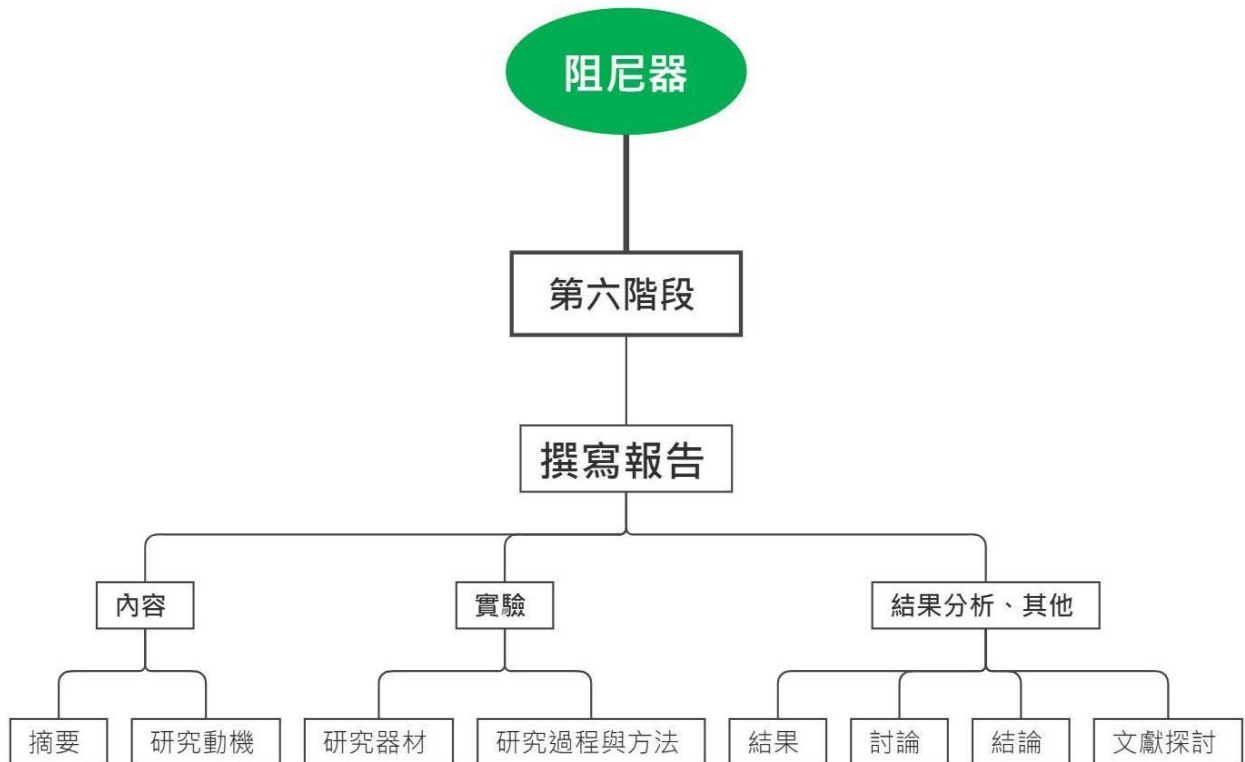


## 二、流程心智圖









### 三、成品製作

這個實驗利用了震動平台、震動裝置、鐵架、阻尼器和測震器等工具，來模擬地震情況並進行測試。**震動平台**的搭建是由**兩塊木板和滑軌**組成，其中一塊木板還加上了鐵架以增加穩定性。震動裝置則是購買了一個**震動馬達**，並裝置在震動平台上，利用滑軌來帶動整個平台來模擬地震情況。鐵架則是利用焊接技術，組成一個**二十五公分長、二十五公分寬、五十公分高、兩公斤重**的模擬建築物。阻尼器的結構則是由鐵盤子、彈簧、鐵絲和繩子等組成，透過不同的彈簧擺放方式，分別採用十字的擺放法、對角線的擺放法以及十字加上對角線的擺放法。測震器使用了 Rabboni 的裝置，透過手機下載其 App 連線後，利用軟體來記錄數據，最後將實驗的數據整理到 Excel 裡，計算座標平均值並將其化成波型。

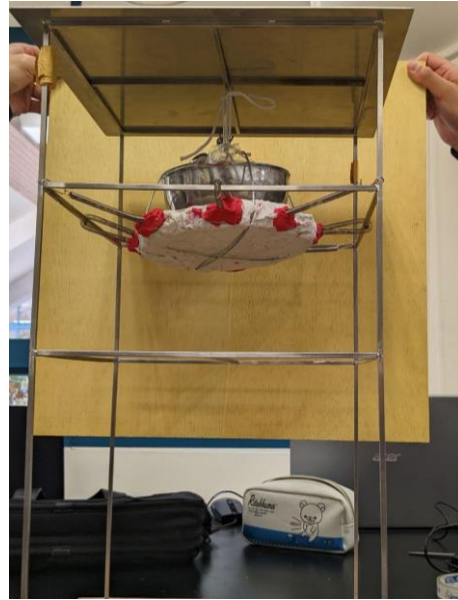


震動平台



鐵架

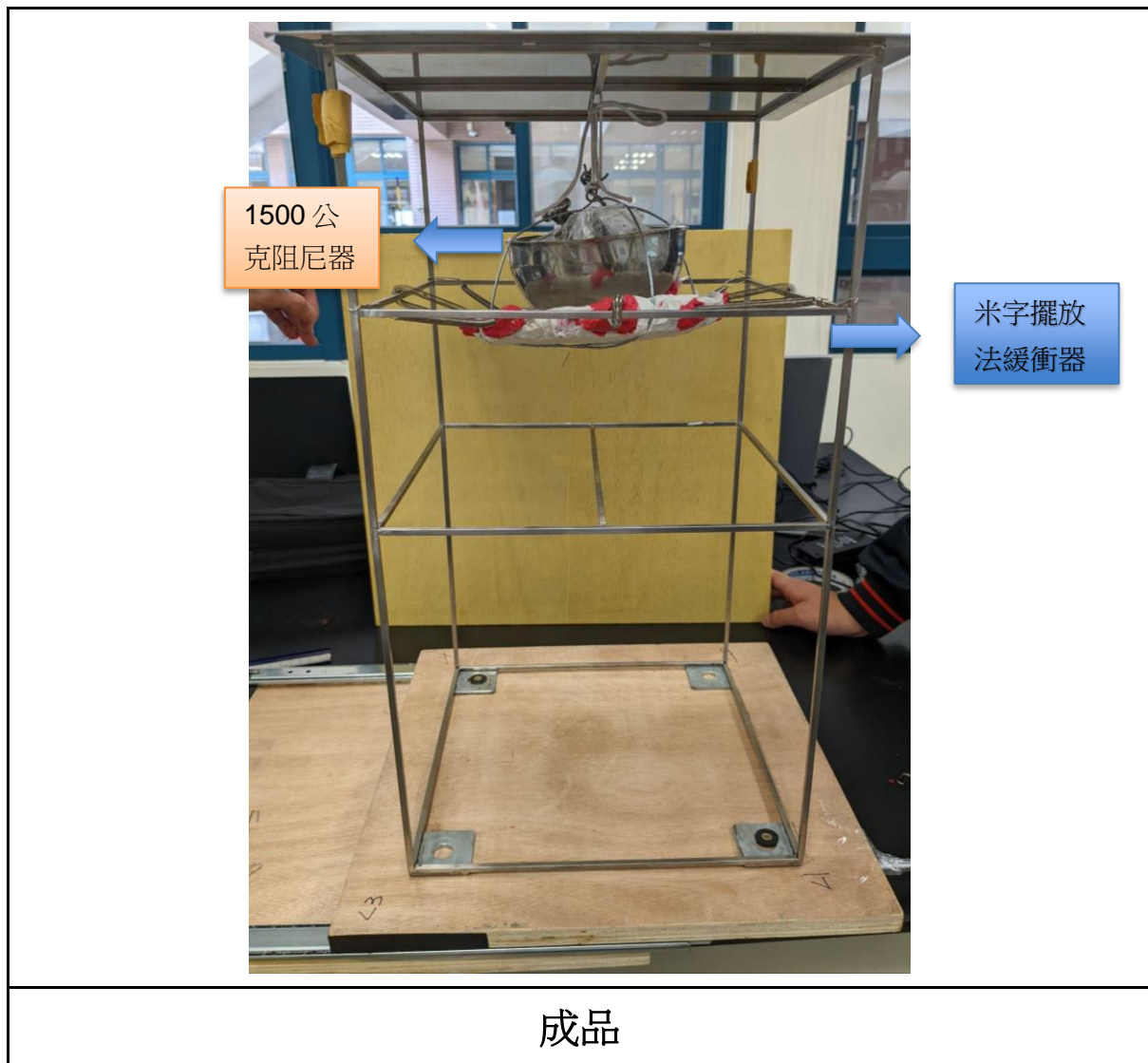
震動裝置



阻尼器



測震器



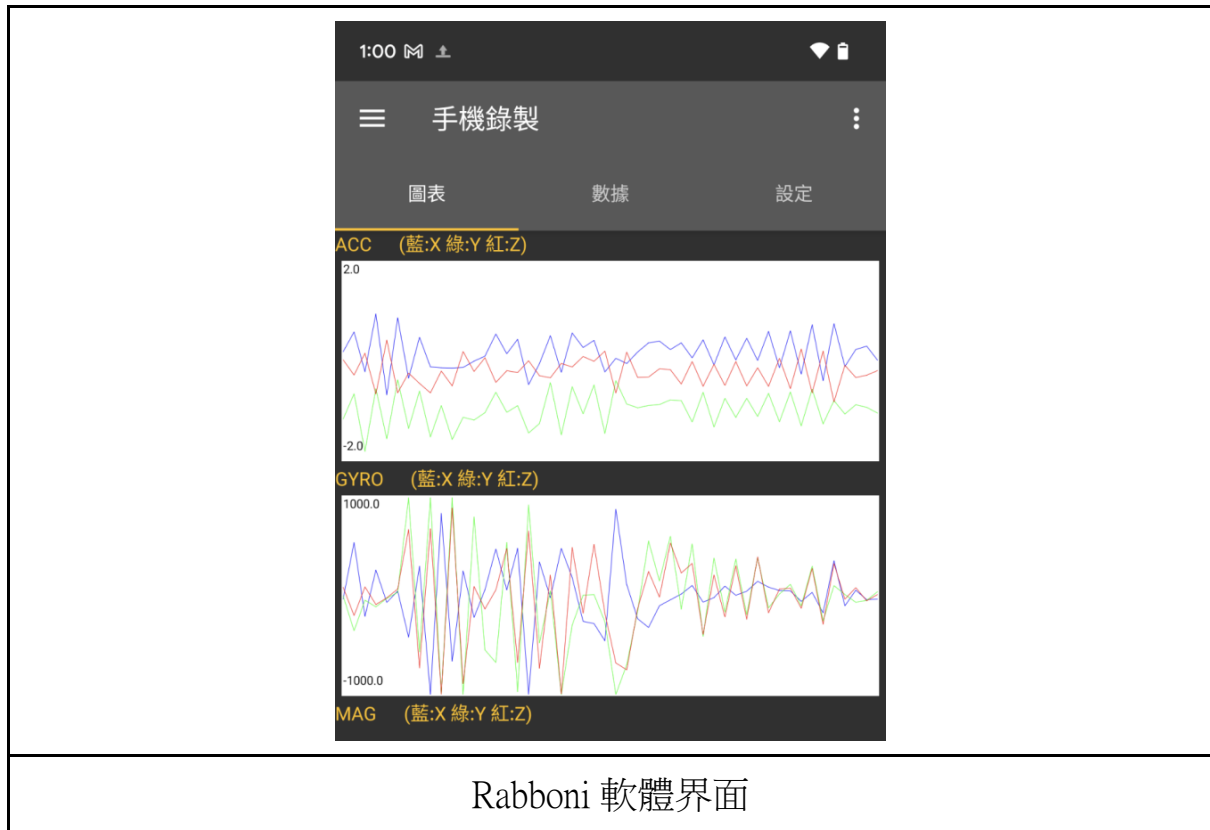
#### 四、實驗方法

##### (一)、主要實驗設備：

1. 震動馬達
2. 鐵架
3. 碗及油土
4. 彈簧
5. 木板
6. Rabboni 裝置

##### (二)、Rabboni 的測震設備及手機 App：

使用震動馬達模擬地震發生，使用鐵架模擬房屋，使用碗加上油土當成阻尼器，使用彈簧連接到房屋上，使用 Rabboni 的設備進行測震。該設備的使用方法是通過手機下載該應用程序進行連接，可以用該軟件記錄數據，每 0.1 秒記錄一次座標。每個實驗項目都將進行一次實驗，並將數據傳輸到電腦中進行整理。將每 0.1 秒的座標取絕對值，最終將這些取絕對值座標轉化為波形數據進行分析。



### (三)、實驗方法：

本研究共進行五個實驗項目，包括阻尼器的擺放高度、阻尼器的擺長長度、阻尼器的重量及阻尼器彈簧固定方式等因素對阻尼器功效的影響。每個項目都進行三次測試。在實驗中，阻尼器的**重量預設為 200 克**，擺擺放樓層為**第 2 層**，繩子**擺長為 5cm**，彈簧使用**米字**的方式來固定。

### (四)、實驗步驟：

1. 設定阻尼器重量為預設值 200g，擺擺放樓層為第 2 層，繩子擺長為 5cm，彈簧用米字的方式來固定。
2. 開啟地震模擬設備並測試是否正常運作。
3. 記錄無阻尼器情況下的數據，並記錄一次數據。
4. 改變阻尼器的擺放高度，進行兩次實驗，分別擺放在第一層及第二層，記錄每次實驗的數據。
5. 改變阻尼器的擺長長度，進行三次實驗，分別擺長 3cm、5cm、7cm，記錄每次實驗的數據。
6. 改變阻尼器的重量，進行三次實驗，分別阻尼器重量為 120 公克、200 公克、500 公克，記錄每次實驗的數據。
7. 改變阻尼器彈簧的固定方式，進行兩次實驗，分別用 4 個彈簧對角線的擺放法及用 8 個彈簧的十字加上對角線 (米字) 的擺放法，記錄每次實驗的數據。

8. 將三次實驗的數據傳到電腦裡，放到 Excel 裡面先進行整理，每零點一秒算出一個座標平均值，最後再把這些座標化成波型。
9. 使用統計方法分析數據，比較不同操縱變因對阻尼器功效的影響，找出功效最好的阻尼器。
10. 最後，將功效最好的阻尼器與無阻尼器的情況進行比較，得出阻尼器的最大功效。

#### (五)、數據分析方法：

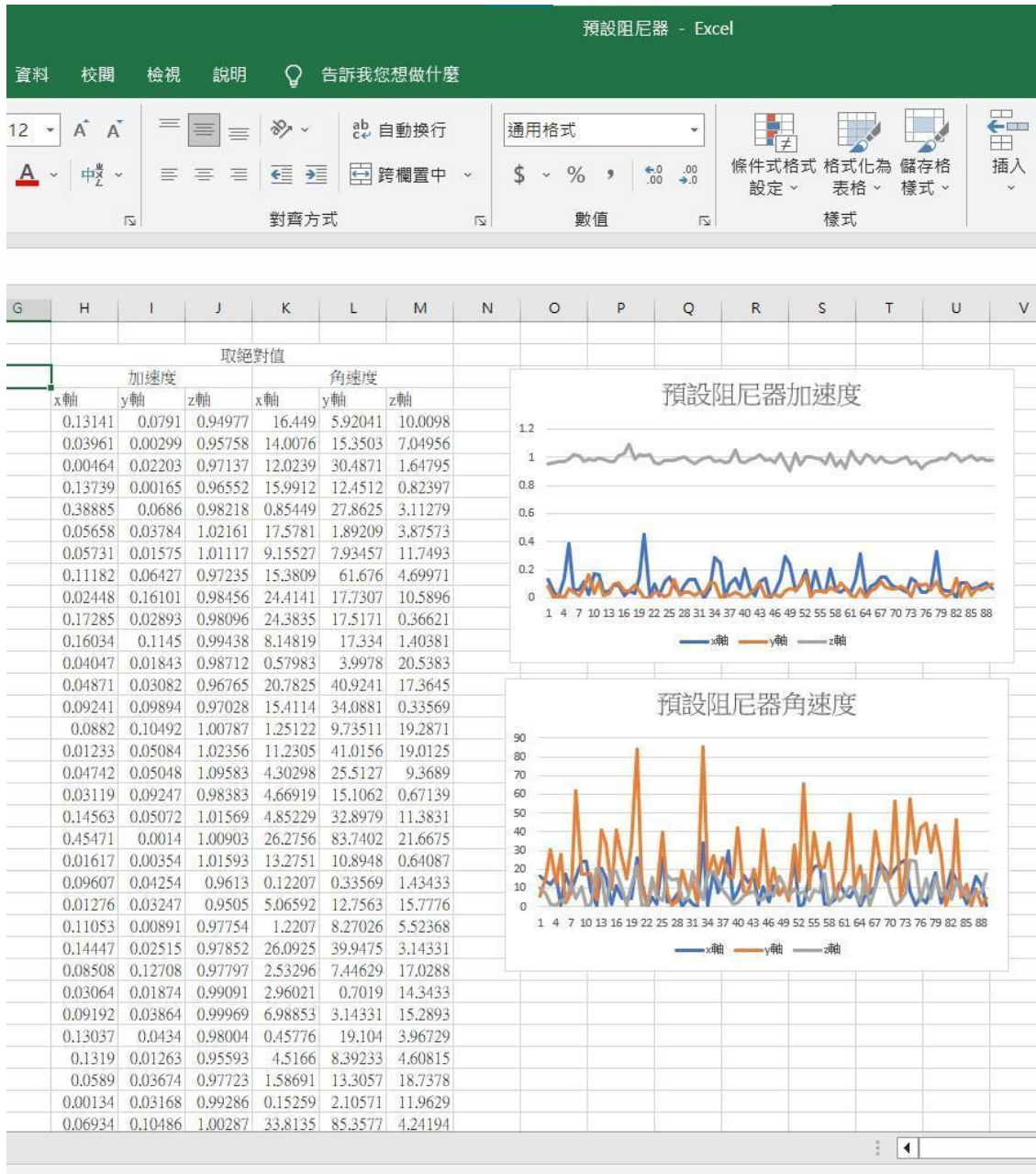
在實驗中，我們需要進行以下步驟來分析阻尼器的功效。首先，整理實驗中每個阻尼器的座標數據，並將實驗的數據放到一個 **Excel 檔案**。接著，把每個數據都**取絕對值**。然後，將這些取絕對值後**座標值轉換為波型**，並繪製出波形圖。在**觀察波形圖**的振幅、頻率、周期等特徵後，我們可以進行比較分析，以了解不同阻尼器的功效。此外，我們可以使用統計學方法對比有阻尼器和無阻尼器的情況，分析阻尼器的功效和不同操縱變因之間的關係，以找出最佳的阻尼器設置。這些分析結果可以幫助我們更好地了解阻尼器的作用，並提高系統的性能和穩定性。



取絕對值												
DATA START						加速度			角速度			
	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸
17	CONFIGURATION END											
18												
19	DATA START						加速度			角速度		
20	-0.13141	-0.0791	0.94977	16.449	5.92041	-10.0098	x軸	y軸	z軸	x軸	y軸	z軸
21	-0.03961	0.00299	0.95758	-14.0076	-15.3503	-7.04956	0.13141	0.0791	0.94977	16.449	5.92041	10.0098
22	0.00464	-0.02203	0.97137	12.0239	-30.4871	-1.64795	0.03961	0.00299	0.95758	14.0076	15.3503	7.04956
23	0.13739	0.00165	0.96552	-15.9912	12.4512	0.82397	0.00464	0.02203	0.97137	12.0239	30.4871	1.64795
24	0.38885	0.0686	0.98218	0.85449	27.8625	-3.11279	0.13739	0.00165	0.96552	15.9912	12.4512	0.82397
25	0.05658	-0.03784	1.02161	-17.5781	-1.89209	-3.87573	0.38885	0.0686	0.98218	0.85449	27.8625	3.11279
26	0.05731	0.01575	1.01117	9.15527	-7.93457	-11.7493	0.05658	0.03784	1.02161	17.5781	1.89209	3.87573
27	0.11182	-0.06427	0.97235	-15.3809	61.676	-4.69971	0.05731	0.01575	1.01117	9.15527	7.93457	11.7493
28	-0.02448	-0.16101	0.98456	24.4141	-17.7307	-10.5896	0.11182	-0.06427	0.97235	15.3809	61.676	4.69971
29	-0.17285	0.02893	0.98096	-24.3835	17.5171	0.36621	0.02448	0.16101	0.98456	24.4141	17.7307	10.5896
30	-0.16034	-0.1145	0.99438	-8.14819	17.334	1.40381	0.17285	0.02893	0.98096	24.3835	17.5171	0.36621
31	-0.04047	0.01843	0.98712	-0.57983	-3.9978	-20.5383	0.16034	-0.1145	0.99438	8.14819	17.334	1.40381
32	0.04871	-0.03082	0.96765	-20.7825	40.9241	-17.3645	0.04047	0.01843	0.98712	-0.57983	-3.9978	-20.5383
33	-0.09241	-0.09894	0.97028	15.4114	-34.0881	0.33569	0.04871	-0.03082	0.96765	-20.7825	40.9241	-17.3645
34	-0.08831	0.10492	1.00787	1.25122	-9.73511	-19.2871	0.09241	-0.09894	0.97028	15.4114	-34.0881	0.33569
35	-0.01233	-0.05084	1.02356	-11.2305	41.0156	-19.0125	0.08831	0.10492	1.00787	1.25122	-9.73511	-19.2871
36	-0.04742	0.05048	1.09583	-4.30298	25.5127	-9.3689	0.01233	-0.05084	1.02356	-11.2305	41.0156	-19.0125
37	0.03119	-0.09247	0.98383	4.66919	-15.1062	-0.67139	0.04742	0.05048	1.09583	-4.30298	25.5127	-9.3689
38	0.14563	0.05072	1.01569	4.85229	-32.8979	-11.3831	0.03119	-0.09247	0.98383	4.66919	-15.1062	-0.67139
39	0.45471	-0.0014	1.00903	-26.2756	83.7402	-21.6675	0.14563	0.05072	1.01569	4.85229	-32.8979	-11.3831
40	-0.01617	-0.00354	1.01593	-13.2751	-10.8948	-0.64087	0.45471	-0.0014	1.00903	-26.2756	83.7402	-21.6675
41	0.09607	-0.04254	0.9613	-0.12207	-0.33569	1.43433	0.01617	-0.00354	1.01593	-13.2751	-10.8948	-0.64087
42	0.01276	-0.03247	0.9505	-5.06592	-12.7563	-15.7776	0.09607	-0.04254	0.9613	-0.12207	-0.33569	1.43433
43	-0.11053	-0.00891	0.97754	1.2207	8.27026	-5.52368	0.01276	-0.03247	0.9505	-5.06592	-12.7563	-15.7776
44	-0.14447	0.02515	0.97852	-26.0925	39.9475	3.14331	0.11053	-0.00891	0.97754	1.2207	8.27026	-5.52368
45	-0.08508	-0.12708	0.97797	2.53296	7.44629	-17.0288	0.14447	0.02515	0.97852	-26.0925	39.9475	3.14331
46	-0.03064	0.01874	0.99091	-2.96021	0.7019	-14.3433	0.08508	-0.12708	0.97797	2.53296	7.44629	-17.0288
47	-0.09192	-0.03864	0.99969	-6.98853	3.14331	-15.2893	0.03064	0.01874	0.99091	-2.96021	0.7019	-14.3433
48	-0.13037	-0.0434	0.98004	-0.45776	19.104	-3.96729	0.09192	-0.03864	0.99969	-6.98853	3.14331	-15.2893
49	-0.1319	0.01263	0.95593	4.5166	-8.39233	-4.60815	0.13037	-0.0434	0.98004	-0.45776	19.104	-3.96729
50	-0.0589	-0.03674	0.97723	1.58691	13.3057	-18.7378	0.1319	0.01263	0.95593	4.5166	-8.39233	-4.60815
51	-0.00134	0.03168	0.99286	0.15259	2.10571	11.9629	0.0589	-0.03674	0.97723	1.58691	13.3057	-18.7378
52	0.06934	-0.10486	1.00287	33.8135	-85.3577	4.24194	0.00134	0.03168	0.99286	0.15259	2.10571	11.9629
53	0.29034	0.10754	0.97247	-1.09863	16.2964	18.0054	0.06934	-0.10486	1.00287	33.8135	-85.3577	4.24194

Excel 數據 ( 加速度 + 角速度原始數據、加速度 + 角速度原始數據取絕對值)





Excel 數據 ( 加速度、角速度座標取絕對值 + 加速度、角速度波型)

```

Number of records:1
Number of Sensing data:102

File1
Start time: 2023/02/09 12:51:27
===== CONFIGURATION START =====
ACC FSR:2g
GYRO FSR:1000
Interrupt Threshold:0112
Data Rate:10Hz
Data Type:6X_DATA
Feature:6X_LP_QUAT
Gyro Cal:YES
Gyro Data:RAW
Acc Data:NO_RAW
===== CONFIGURATION END =====

===== DATA START =====
0.4718627930,-0.9166870117,-0.0786743164,4.0283203125,94.6655273438,19.2565917969
0.3416748047,-0.9553833008,-0.1400756836,-56.1523437500,71.0449218750,9.3994140625
0.3084106445,-0.9456176758,-0.1509399414,10.8032226563,-38.1164550781,9.0026855469
0.3500976563,-0.9879150391,0.0812988281,-31.3415527344,-82.1533203125,-24.0783691406
0.5124511719,-0.9186401367,-0.1637573242,-32.8369140625,52.2155761719,9.7656250000
0.3579101563,-0.9359741211,-0.2720947266,-46.9055175781,88.6840820313,17.2119140625
-0.0272216797,-1.0344848633,-0.2999877930,-5.2795410156,-70.4650878906,3.4484863281
0.0341796875,-1.0059814453,-0.5792236328,0.7934570313,-163.9404296875,16.1132812500
0.2767333984,-0.9046020508,-0.3248291016,9.9487304688,-56.3964843750,-42.4499511719
-0.0814208984,-1.0521240234,-0.4155883789,-1.8615722656,1.8920898438,-19.6838378906
0.3094482422,-0.9251098633,-0.0891723633,-17.8222656250,-2.2277832031,-0.3356933594
0.5324096680,-0.9187622070,-0.3004150391,0.9155273438,81.9091796875,14.4348144531
0.4154052734,-0.9533081055,0.0682983398,-4.6997070313,52.9785156250,4.3334960938
0.2550659180,-1.0134277344,-0.2487792969,2.1362304688,-36.5600585938,-5.8288574219
0.3044433594,-0.9418334961,-0.0501708984,-17.7001953125,18.5852050781,15.6555175781
0.5387573242,-0.9560546875,-0.0888671875,-30.2429199219,-28.9306640625,7.1716308594
0.2277832031,-0.9365234375,-0.0847778320,-5.0659179688,78.3386230469,50.4150390625
0.3363647461,-0.8967895508,-0.2916870117,-29.6936035156,23.8647460938,38.4216308594
0.2059326172,-0.9273681641,-0.3316040039,-22.1252441406,-60.6689453125,-15.6555175781
0.0276489258,-1.0303955078,-0.5536499023,6.7749023438,41.5649414063,4.6691894531
0.3024902344,-0.9024047852,-0.3302001953,9.5520019531,-57.4951171875,20.9960937500
0.0523071289,-1.0046997070,-0.3795776367,-35.9191894531,27.1606445313,-5.5541992188
0.2159423828,-0.9343872070,-0.0478515625,-12.0544433594,-32.8979492188,-10.9863281250
0.5481567383,-0.8916625977,-0.3438110352,-16.4489746094,77.7893066406,13.9465332031
0.4365234375,-0.9834594727,0.0649414063,2.3498535156,79.9255371094,30.8837890625
0.2103271484,-1.0015258789,-0.2575073242,-24.2004394531,-65.1550292969,-7.3852539063
0.2804565430,-1.0003051758,-0.0596313477,25.0244140625,-24.1088867188,13.8244628906
0.5707397461,-0.9210815430,-0.0409545898,-26.5808105469,28.5644531250,13.3056640625
0.3182373047,-0.8844604492,-0.0586547852,-13.3666992188,11.2304687500,29.2053222656
0.3149414063,-0.9501342773,-0.3038940430,22.8271484375,13.2446289063,2.9296875000
0.1124267578,-0.9649658203,-0.2932128906,3.1127929688,-117.9199218750,-26.9775390625
0.0356445313,-0.9334716797,-0.6119384766,-5.6152343750,-10.8947753906,31.9824218750
0.5379638672,-0.8997802734,-0.1031494141,17.7612304688,-18.5241699219,-19.2565917969
0.0205078125,-1.0227050781,-0.4766845703,4.5166015625,8.8500976563,2.1057128906
n 2566435547 n 0874877930 n 05468316402 n 0210321875 n 0358886718 n 11 10877504688

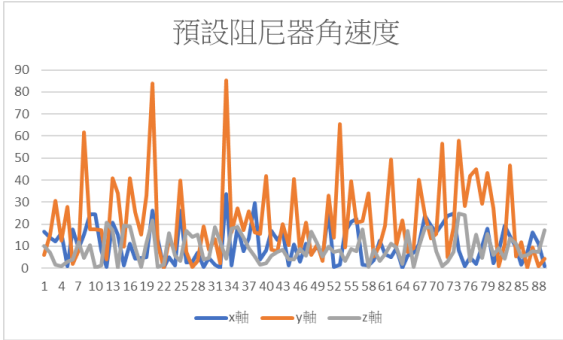
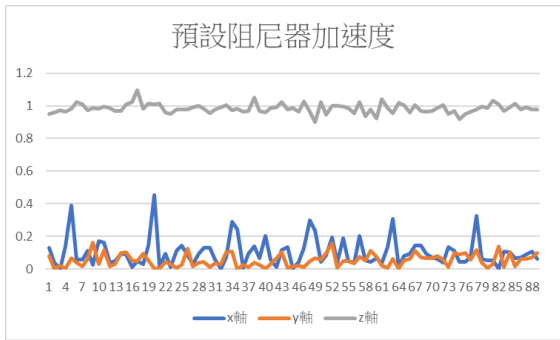
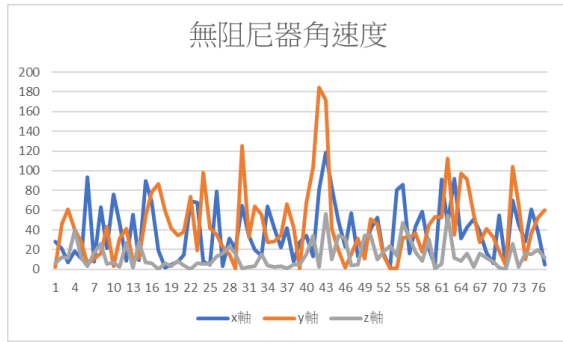
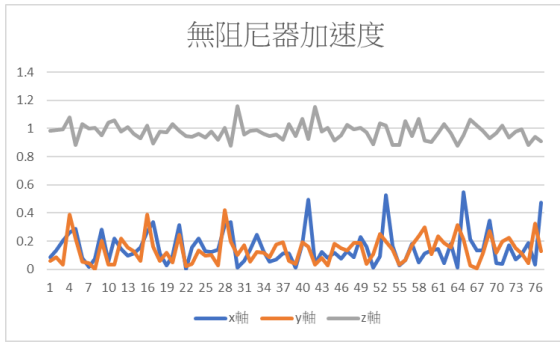
```

## 原始數據

## 肆、研究結果

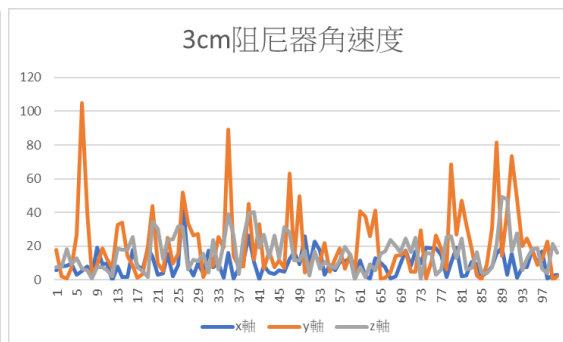
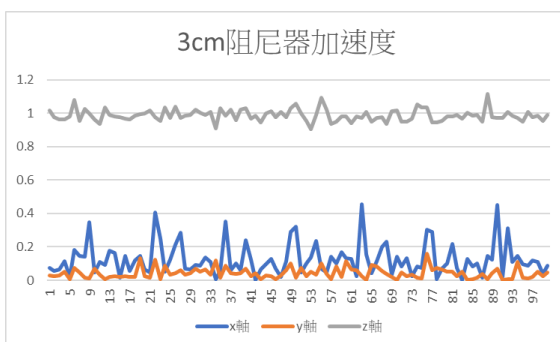
### 實驗一：有無阻尼器對建築物搖晃程度影響

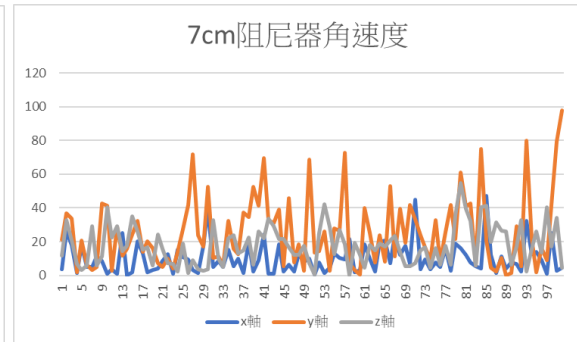
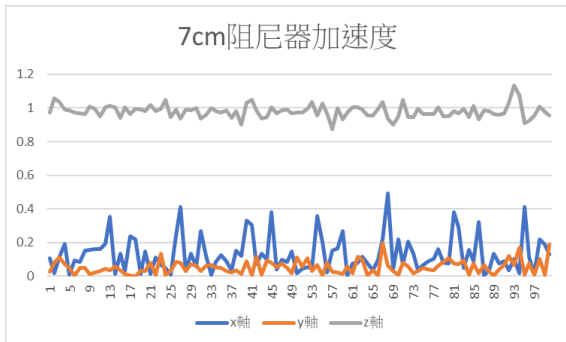
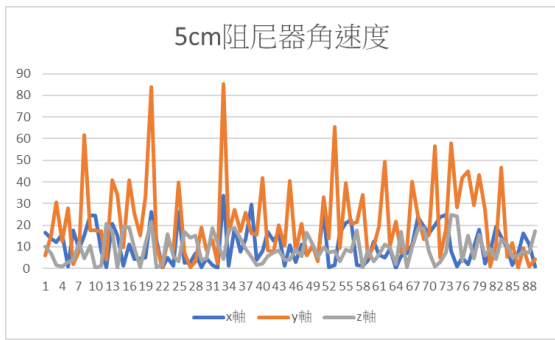
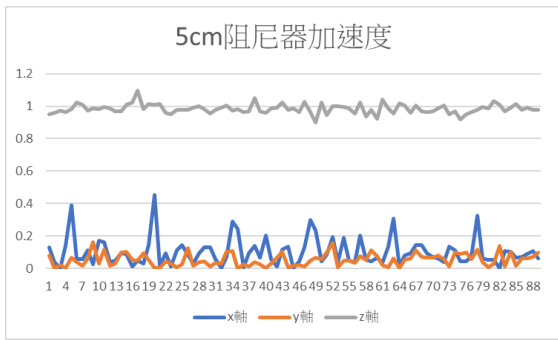
因為台灣介於**菲律賓板塊及歐亞板塊之間**，所以**時常發生有感地震**。但是城市裡的高樓大廈居然都能抵擋住這劇烈的搖晃，所以我們上網查詢了許多資料。我們發現在有些高樓裡都有掛著**阻尼器**，就是有這一個東西才能抵擋住劇烈的搖晃。在這一實驗中我們要觀察有無**阻尼器**對建築物搖晃的影響為何。我們的**擺放高度**是模仿 101 的比例，是整個建築物的約五十分之四十五處。繩子擺長為五公分，彈簧用米字的擺放法，**阻尼器**重量為 200 公克。



## 實驗二： 阻尼器擺長長度會如何影響阻尼器的功效

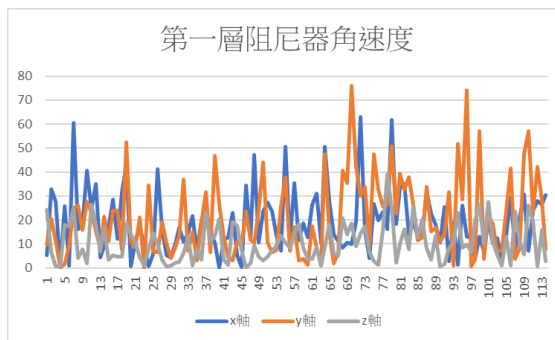
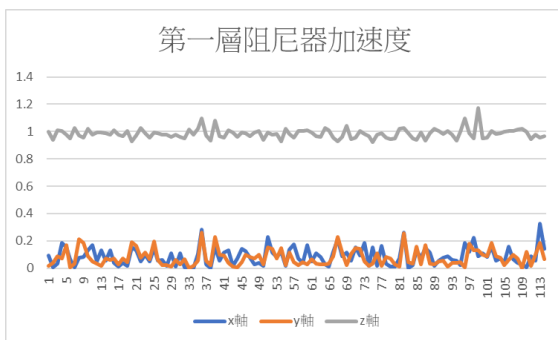
101 大樓的調諧質量阻尼器的構造中，有一段 12 公尺的繩子位於 88 到 92 層樓，負責懸吊阻尼器。但是我們想要知道並且了解為什麼 101 風阻尼器的擺長是 12 公尺呢？如果換成其他長度的擺長，會對風阻尼器的減震效果產生影響嗎？為了解開這個疑問，我們製作不同長度的繩子，分別是 5 公分的繩子、7 公分的繩子及 3 公分的繩子，來實驗擺長長度不同會如何影響阻尼器的功效。我們的阻尼器擺放高度是模仿 101 的比例，是整個建築物的約五分之四十五處，彈簧用米字的擺放法，阻尼器重量為 200 公克。

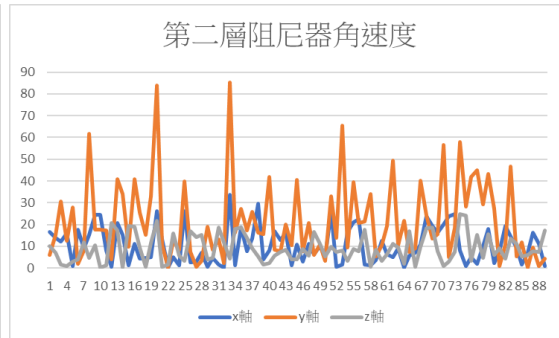
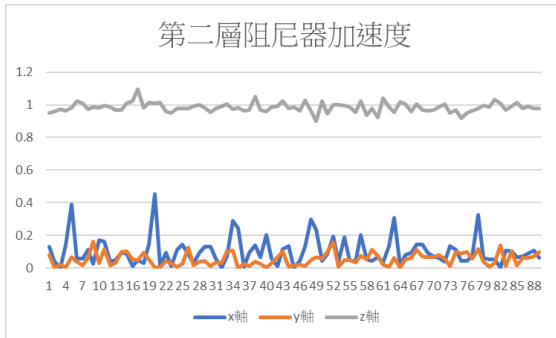




### 實驗三： 阻尼器的擺放高度會如何影響阻尼器的功效

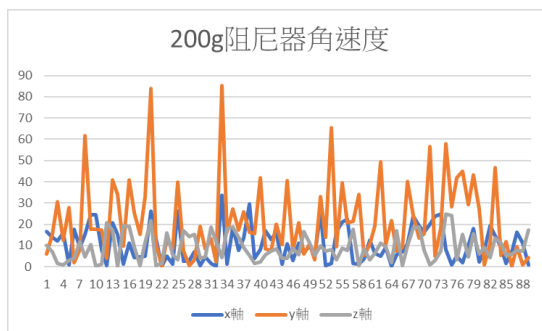
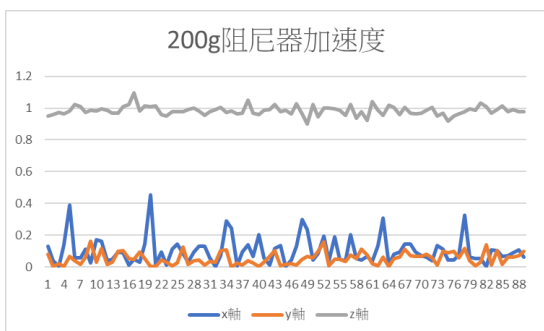
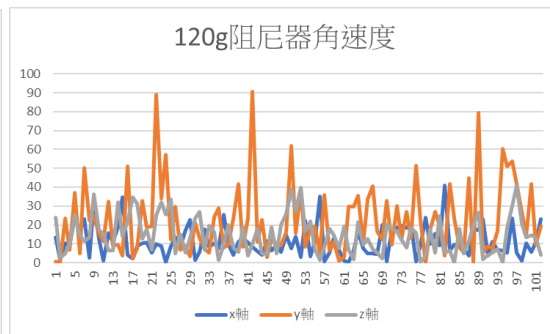
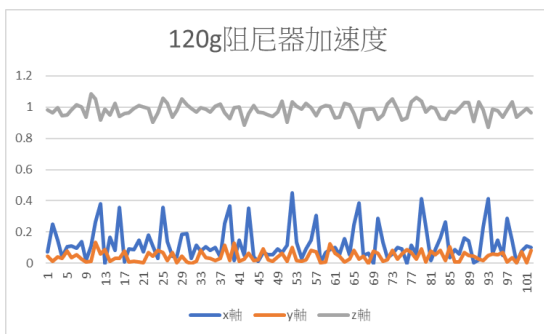
101 大樓的調諧質量阻尼器的構造中，阻尼器的擺放位置介於 92 樓及 87 樓之間，但是我們就在想為何 101 的阻尼器一定要放在這樣的高度。所以我們就要實驗阻尼器的擺放高度不同會如何影響阻尼器減震的功效，我們的 2 個高度分別是整棟建築物的約五十分之四十五處及整棟建築物的約五十分之二十處。我們的繩子擺長為五公分，彈簧用米字的擺放法，阻尼器重量為 200 公克。



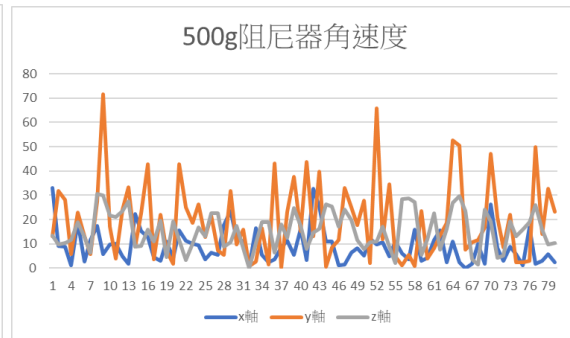
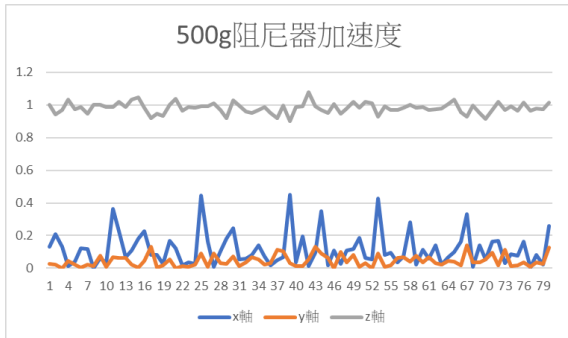


### 實驗四：阻尼器的重量會如何影響阻尼器的功效

台北 101 大樓的 92 樓到 87 樓之間，用 12 公尺長的繩子懸掛了一顆**重達 660 噸的阻尼器**，這一個阻尼器的重量大約占了**台北 101 總重量的十分之一**。但是我們想到了一個問題，為甚麼台北 101 的阻尼器重量一定要是台北 101 總重量的十分之一，所以我要實驗不同重量的阻尼器會如何影響阻尼器的功效。我們的阻尼器重量有 3 種，分別是 **120 公克 (五十分之三)**、**500 公克 (四分之一)** 及 **250 公克 (八分之一)**，擺放高度是模仿 101 的比例，是整個建築物的約五十分之四十五處。繩子擺長為五公分，彈簧用米字的擺放法。

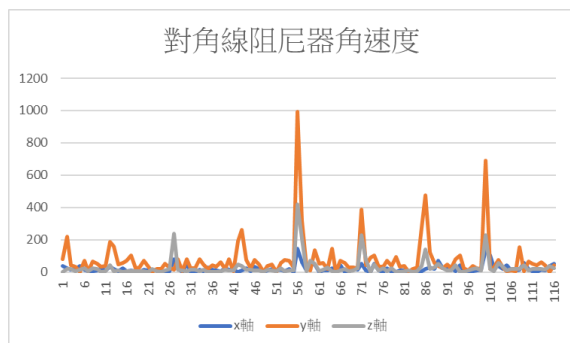
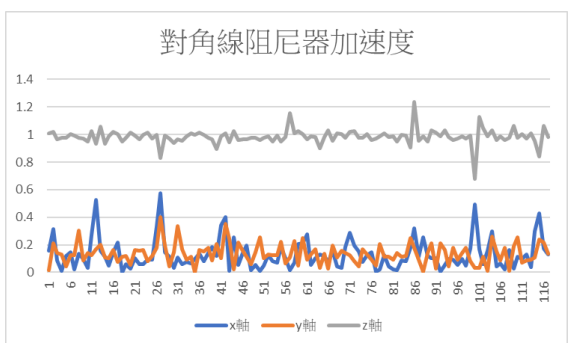
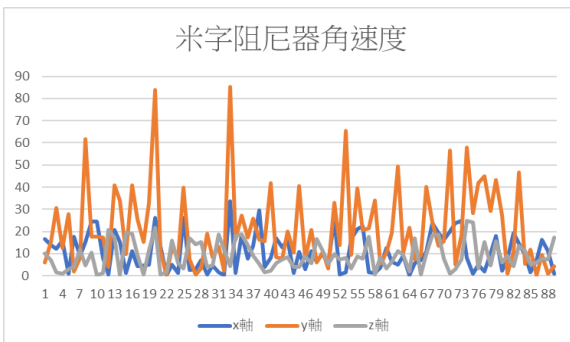
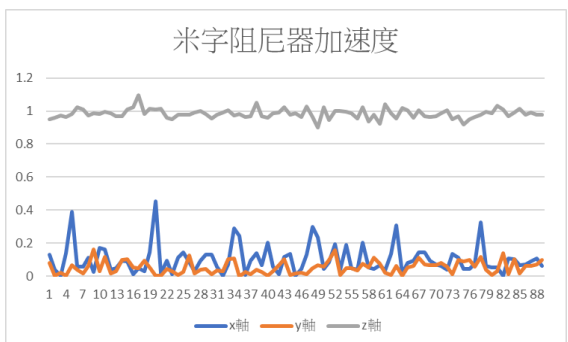






### 實驗五： 阻尼器彈簧擺放方式會如何影響阻尼器的功效

台北 101 大樓的阻尼器在 92 樓到 87 樓之間，用 12 公尺長的繩子懸掛，繩子的上方固定在 92 樓，下方掛在 87 樓處，整個球體由 8 組 90 mm 直徑的高強度鋼索，透過**支架托住球體質量塊的下半部**，將 660 公噸的載重懸吊支承於 92 層結構。另外，調質阻尼器支架周圍也另設置了 8 支斜向的大型油壓粘滯性阻尼器，它的功能是在吸收球體質量塊擺動時產生的衝擊能量，並減少質量塊的擺動。所以我們想出了兩種不同彈簧擺放方式( 緩衝系統) ，分別是**對角線的擺放法**以及**十字加對角線的擺放法**，我們要測試這些不同的彈簧擺放法對阻尼器的功效有何影響。



## 伍、討論

### 實驗一：有無阻尼器對建築物搖晃程度的影響

無阻尼器加速度平均值：x 軸 0.15156、y 軸 0.13890、z 軸 0.97701

無阻尼器角速度平均值：x 軸 37.9686、y 軸 44.1315、z 軸 13.6195

預設阻尼器加速度平均值：x 軸 0.101751、y 軸 0.053233、z 軸 0.983734

預設阻尼器角速度平均值：x 軸 10.52445、y 軸 21.55621、z 軸 8.985198

從以上的數據平均值可以得出預設阻尼器的加速度及角速度數據的平均值都比無阻尼器數據的平均值還要小，可以證明架設**阻尼器**可以**減少建築物搖晃的大小**。

### 實驗二：阻尼器擺長長度會如何影響阻尼器的功效

三公分阻尼器加速度：x 軸 0.12639、y 軸 0.04262、z 軸 0.98692

三公分阻尼器角速度：x 軸 9.43085、y 軸 20.8157、z 軸 15.7016

五公分阻尼器加速度：x 軸 0.10175、y 軸 0.05323、z 軸 0.98373

五公分阻尼器角速度：x 軸 10.5244、y 軸 21.5562、z 軸 8.98519

七公分阻尼器加速度：x 軸 0.13066、y 軸 0.05286、z 軸 0.98081

七公分阻尼器角速度：x 軸 10.2584、y 軸 25.5514、z 軸 18.0142

從以上的數據可以得到擺長為五公分的阻尼器減震效能比長為三公分的阻尼器及長為七公分的阻尼器還要好。所以最後可以得到阻尼器的**擺長長度過長或是過短都不好**，擺長**長度適中才是最好的**。

### 實驗三：阻尼器的擺放高度會如何影響阻尼器的功效

第一層阻尼器加速度：x 軸 0.08693、y 軸 0.07559、z 軸 0.98502

第一層阻尼器角速度：x 軸 18.8984、y 軸 20.6804、z 軸 10.4688

第二層阻尼器加速度：x 軸 0.10175、y 軸 0.05323、z 軸 0.98373

第二層阻尼器角速度：x 軸 10.5244、y 軸 21.5562、z 軸 8.98519

從以上的數據可以得到擺放位置在第二層阻尼器的減震效能會比第一層阻尼器的減振效能還要好。所以我們可以得知阻尼器擺放高度在**第二層**（整體建築物的十分之九處）會**比**阻尼器擺放高度在**第一層**（整體建築物十分之四處）的**減震效果還要好**。



#### 實驗四：阻尼器的重量會如何影響阻尼器的功效

一百二十公克阻尼器加速度：x 軸 0.12778、y 軸 0.04477、z 軸 0.97906

一百二十公克阻尼器角速度：x 軸 11.2753、y 軸 22.2897、z 軸 14.6756

兩百公克阻尼器加速度：x 軸 0.10175、y 軸 0.05323、z 軸 0.98373

兩百公克阻尼器角速度：x 軸 10.5244、y 軸 21.5562、z 軸 8.98519

五百公克阻尼器加速度：x 軸 0.11733、y 軸 0.44444、z 軸 0.98186

五百公克阻尼器角速度：x 軸 9.11026、y 軸 19.4709、z 軸 15.4277

從以上的數據可以得到兩百公克的阻尼器減震的效能會比一百二十公克的阻尼器及五百公克的阻尼器還要好。所以我們可以得出阻尼器的**重量**過重或是過輕都不好，約為整的**建築物的十分之一**為**最好**。兩百公克的阻尼器是按照台北 101 的比例去模擬的，可以藉此證明 101 阻尼器與建築物的比例是最好的。

#### 實驗五：阻尼器彈簧擺放方式會如何影響阻尼器的功效

米字緩衝器阻尼器加速度：x 軸 0.10175、y 軸 0.05323、z 軸 0.98373

米字緩衝器阻尼器角速度：x 軸 10.5244、y 軸 21.5562、z 軸 8.98519

對角線緩衝器阻尼器加速度：x 軸 0.13001、y 軸 0.13486、z 軸 0.98454

對角線緩衝器阻尼器角速度：x 軸 21.3012、y 軸 77.0905、z 軸 28.5157

從以上的數據可以得到米字緩衝器阻尼器的減震效果比對角線緩衝器阻尼器的減震效果好許多。總之，阻尼器緩衝器使用**米字**(對角線的擺放方法加上十字的擺放方法)的擺放法**減震效果會達到最好**，這也符合 101 的緩衝系統。

## 陸、結論

阻尼器是現代建築結構中極其重要的一環，其作用在於**緩和地震等外部力量對建築物的影響**。阻尼器因為**慣性定律**，然而，阻尼器的擺長過長或過短都會影響其效果，因此**擺長的適中**程度十分重要，所以最好的擺長長度應該是整個**建築物高度的十分之一**，**擺放位置是愈高愈好**，但因為要配合擺長長度，所以放在整體建築物的十分之九處會最好。這樣一來，阻尼器能夠充分發揮其減震效果，同時不會對建築物產生過大的負擔。

此外，阻尼器的重量也需要適當，過重或過輕都會對其效果產生影響。通常來說，阻尼器的重量應該約為整個**建築物重量的十分之一**，這樣可以使其達到最佳的減震效果。所以要根據整個建築物的重量來決定阻尼器的重量。

最後，阻尼器的**緩衝系統**也十分重要，其中米字擺放法是一種非常有效的減震方法。通過將阻尼器以**對角線的擺放方法加上十字的擺放方法**，可以有最好的緩衝效果，最有效地減少建築物受到的影響。

總之，阻尼器的設置對於現代建築結構來說至關重要。在阻尼器的擺放、重量和緩衝系統等方面都需要經過科學的計算和實驗，才能夠確保其能夠發揮最佳的減震效果，從而保障建築物的安全性和穩定性。

## 柒、參考文獻資料

一、林宥禎、楊安鈞(2021) 屋欲靜而電不止-探究冷次定律在建築物的減震運動

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=64&a=6821&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=2&sid=16359>

二、陳彥辰、黃聖翔、王博奕(2014) 101 奇幻阻尼鋼球-以單擺原理和慣性定律模擬 101 大樓調諧質量阻尼器的減振效應

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=237&sid=12042>

三、黃子齊、陳玉芳、戴端儀(2012) 「震不震的住」

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=199&sid=9555>

四、王紫楹、鄭芷庭、張芷軒、劉志煦、王識傑(2015) 震不震「阻」了就知道-從阻尼器看地震對鋼骨大樓的影響

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=&a=0&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=161&sid=12783>

五、劉芊妤、歐東霖、吳奕廷(2021) 地動山不搖-隔震裝置在建築物之應用與探究 自製擺盪式隔震裝置、自製省力曲柄晃動平台、阻尼消能元件

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=136&a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=18&sid=18850>

六、蔡依辰、潘彥賓莊、莊以歆、高苡榕(2021) 當我們連在一起-探討流體連通阻尼器應用於建築物減震分析

<https://www.ntsec.edu.tw/Science-Content.aspx?cat=136&a=6822&fld=&key=&isd=1&icop=10&p=7&sid=19115>

七、孟繁嫻 具短衝程阻尼器之調諧質量阻尼器研究

<https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi/login?o=dnclcdr&s=id=%22105NCTU5015064%22.&searchmode=basic#XX>  
[X](https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi/login?o=dnclcdr&s=id=%22105NCTU5015064%22.&searchmode=basic#XX)

八、蔡祐麟 多功式摩擦阻尼器應用於結構系統之分析

<https://ndltd.ncl.edu.tw/cgi-bin/gs32/gswweb.cgi/login?o=dnclcdr&s=id=%22102KMIT0633006%22.&searchmode=basic>