

中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

國小-應用科學科

科 別：生 活 與 應 用 科 學

組 別：國 小 組

作品名稱： 大樓安怎ㄟㄨㄚˊ攏嘛水噹噹

—水塔與建築物振動的關係

關 鍵 詞：水 塔、建築物、振 動

編 號：080807

學校名稱：

臺南縣新市鄉新市國民小學

作者姓名：

郭柏鋒、陳冠鈞、邱信凱

指導老師：

李志祥、李佳玲



研究報告摘要

一、作品名稱：大樓安怎ㄗ×ㄚˊㄣˊ擺嘛水噹噹—水塔與建築物振動的研究

二、研究目的：

1. 探討樓房高度與振動大小的關係。
2. 探討水塔水量對振動的影響。
3. 探討水塔大小(水塔內徑)對振動的影響。
4. 探討水塔擺放位置高低對振動的影響。
5. 探討水塔內部形狀改變對振動的影響。
6. 探討多水塔擺放大樓頂層時，對振動的影響。
7. 探討同時設置雙水塔且改變其擺放位置對水平振動的影響。
8. 探討不同高度同時擺放單水塔時，改變水塔擺放位置對水平振動的影響。

三、研究方法：

1. 將實驗分為上下振動及水平振動兩部分來研究。
2. 以甘蔗板及工字型鋁柱製成模型，模擬各種高度樓房。
3. 以大型量杯(14dl) 模擬水塔、擺在模型上頭。
4. 上下振動：以 3 公斤的秤來製造，並以 850 克的重物來控制一定的施力。
5. 水平振動：將前述模型置於木板上，各以兩根彈簧聯結在模型兩側，以便製造水平方向施力，推動模型一邊，製造水平振動。
6. 利用方格紙及紅筆來記錄振動軌跡。

四、研究結果：

*上下振動：

1. 模型越高，左右最大擺幅增大，時間也越長。
2. 水槽水量超過一定的量後，最大振幅有減緩趨勢，且振動時間也會縮短。
3. 水槽內徑大小對最大振幅並沒有顯著影響，但水槽內徑越大振動時間越長。
4. 模型上的水槽放置得越高，則最大振幅愈小(抑振效果明顯)。
5. 於水槽內增加隔板並不能得到預期減震效果，反而有增大趨勢。
6. 將一定量水分裝於多個水槽且置於模型頂層時，水槽術增加並無造成明顯減震得效果。

*水平振動：

1. 模型越高，左右最大擺幅最大，時間也越長。
2. 水槽水量超過一定的量後，最大擺幅有減緩趨勢，但擺動時間會拉長。
3. 水槽內徑越大，模型的擺幅越短，但擺動時間越長。
4. 水槽置於模型頂部，可發揮抑振的效果，減少大幅擺動對模型的破壞。
5. 改變水槽內部形狀能對減振造成一定影響。
6. 在模型頂層，將同一水量的水分裝於多個水槽時，當水槽數目越多，圻減振效果越佳。
7. 若想裝設雙水塔，雙水塔擺放的位置越高，對模型的減振效果越佳。
8. 若想裝設多水槽，則多水槽擺放的位置越高且集中時，對模型的減振效果越佳。

壹. 研究動機

由於我們學校位在縱貫鐵路旁，每當火車經過時，靠近鐵軌的教室都會產生振動，尤其三樓教室動得更是厲害。原本我們想研究這個現象，但因一直找不到可以測出教室振動大小的工具，所以一度打算放棄。這時老師提出鄰近南科園區高鐵減振問題，鼓勵我們何不朝教室減振方向來研究？因此我們想，已經蓋好的教室如何來減振呢？這時柏鋒看到對面教室頂樓有許多水塔，就提出可不可以用水塔來減振？於是我們轉向研究水塔與振動的關係。

貳. 研究目的

- 一. 樓房高度與振動大小的關係。
- 二. 水塔水量對振動的影響。
- 三. 水塔大小（內緣直徑）對振動的影響。
- 四. 水塔擺放高低對振動的影響。
- 五. 水塔內部形狀對振動的影響。
- 六. 多水塔擺放在樓房頂層時，對振動的影響。
- 七. 同設雙水塔且改變其擺放位置對水平振動的影響。
- 八. 分層擺放水塔時，其擺放位置對水平振動的影響。

參. 實驗器材

甘蔗板 302 mm×225 mm 六塊
彈簧 315 mm四條
鋁製工形條（鋁柱） 10 cm、30 cm、90 cm 各二支
方格紙 3 張
內緣直徑 11.5cm、6.5 cm 、4.9 cm 水槽各一個
3 公斤秤一個
潤滑油一瓶
紅原子筆 3 枝
熱熔膠
透明膠帶數卷
鐵釘 1 吋、1/2 吋數支

肆. 研究歷程與方法

因為「振動裝置」製作上的限制，無法同時討論上下及水平振動，所以將研究分為上下振動和水平振動，研究甲做「上下振動」實驗，研究乙做「水平振動」實驗。

一、研究甲：上下振動

實驗（一）：探討房子高度和振動的關係

說明：因為不能實際測量水塔與房子振動的情形，因此，以水槽及工字鋁柱來模擬水塔與房子，而將三公斤的秤置於其下，來製造上下振動。

步驟：

1. 以熱熔膠分別將 10 cm、30 cm、90 cm 的鋁柱兩端黏上甘蔗板，模仿建物,組成簡易模型。
2. 將一枝紅原子筆以透明膠帶黏貼在上面的甘蔗板。
3. 將實驗裝置靠牆放好(牆面須與地面垂直)把模型放在三公斤的秤上，將底板與秤面用膠帶固定。
4. 方格紙黏貼在牆壁上，紅筆輕輕接觸其上。
5. 於上面的甘蔗板上依序放置空水槽及 100 cc 水量的水槽。
6. 放置 850 克的重物在模型底座上再拿掉，以製造上下振動，讓振動軌跡畫在方格紙上。
7. 將振動時產生的最大振幅及所需時間紀錄在紀錄表中。
8. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（二）：探討水槽水量對振動的影響

說明：從實驗（一）中發現，柱高 30 cm 對上下振動反應較明顯，所以選 30 cm 來探討水槽水量與振動的關係。

步驟：

1. 同實驗（一）步驟 2~步驟 4。
2. 將 100 cc、200 cc、300 cc、400 cc、600 cc、800 cc 不同水量分次加入水槽中，並依序放在 30 cm 的模型上實驗。
3. 同實驗（一）步驟 6~步驟 7。
4. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（三）：探討水槽大小（內徑）對振動的影響

說明：柱高 30 cm 對上下振動反應較明顯，所以選 30 cm 來探討水槽直徑與振動的關係。

步驟：

1. 同實驗（一）步驟 2~步驟 4。
2. 在 30 cm 模型上依次擺上內徑 4.9 cm、6.5 cm、8.3 cm、11.5 cm 15.4 cm 的水槽。
3. 水槽內裝 200 cc 的水
4. 將整體水槽含水總重量控制在 380g，重量不足時另加砝碼在水槽邊。

5. 同實驗（一）步驟 6~步驟 7。
6. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（四）：探討水槽擺放位置對振動的影響

說明：由於一般大樓有一定高度，水塔才可以選擇擺放位置的高低，所以本實驗以柱高 90cm 模型來探討水塔擺放位置高低與振動的關係。

步驟：

1. 同實驗（一）步驟 2~步驟 4。
2. 將 90cm 模型區分為頂部（90cm），中間（45cm）及底部（0cm）三部分。
3. 水槽裝 800cc 水
4. 將水槽依序放在同一模型不同高度作實驗
5. 同實驗（一）步驟 6~步驟 7
6. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（五）：探討水槽內部形狀改變對振動造成的影響

說明：由於水槽外部形狀的改變可能造成底面積改變等新變因，因此以珍珠板當隔板，將水槽內部形狀分為橫隔及直隔兩部分，改變同一水槽內部形狀，注入固定水量後，探討對振動的影響。

橫隔：

1. 同實驗（一）步驟 2~步驟 4。
2. 以水槽口徑一半之半圓形珍珠板橫向分別隔成上下兩層及上中下三層。
3. 水槽內裝 800cc 的水，放在 90cm 模型頂部
4. 同實驗（一）步驟 6~步驟 7。
5. 實驗 10 次，求平均值

直隔：

1. 將水槽以裝水量高度一半的珍珠板分別隔成左右兩層及左、中、右三層
2. 同橫隔實驗步驟 3~步驟 5

實驗（六）：探討頂層設置多水塔對上下振動的影響。

說明：綜前實驗知在一定水量下，頂層擺放單水塔對抑振有一定效果；若將此定量水分裝於數個水塔，抑振效果又是如何？所以我們決定做頂層多水槽實驗

步驟：

1. 將 600 cc 水依次分注於 1、2、3、4、5 個水槽裡，置於 90cm 模型頂部。
2. 為控制總重量相同，水槽總數保持 5 個，總水量保持 600CC
3. 同實驗（一）步驟 6~步驟 7。

4. 實驗 10 次，求平均值

二、研究乙：水平振動

實驗（一）：探討房子高度和振動的關係

說明：將工字鋁柱模型用四支彈簧前後拉扯，製造左右振動。

步驟：

1. 在一光滑的木板上釘上四根 1 吋鐵釘。
2. 在三組模型的底板上也釘上四根 1/2 吋鐵釘。
3. 以彈簧分別勾住模型與木板上的鐵釘，彼此連結固定。
4. 將裝置靠牆放好（牆面與板面垂直）
5. 方格紙黏貼在牆壁上，紅筆輕輕接觸其上。
6. 再於上面的甘蔗板上放置空水槽。
7. 在做 10 cm、30 cm 的模型時，需在底板上放置砝碼，讓重量和 90 cm 模型一樣，使三組模型整體摩擦力相同。
8. 推動底板使彈簧伸長一公分再放掉，以製造水平振動，讓振動軌跡畫在方格紙上。
9. 將振動時產生的最大擺幅及所需時間紀錄在紀錄表中。
10. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（二）：探討水槽水量對振動的影響

說明：在實驗（一）中發現，90 cm 模型對水平振動反應較明顯，所以選 90 cm 來探討水槽內徑與振動的關係

步驟：

1. 同實驗（一）步驟 3~步驟 5。
2. 將 100 cc、200 cc、300 cc、400 cc、600 cc、800 cc 不同的水量放在 90 cm 模型上。
3. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
4. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（三）：探討水槽大小（內徑）對振動的影響

說明：因 90 cm 模型對水平振動反應較明顯，故選 90 cm 模型來探討水槽內徑與振動的關係。

步驟：

1. 同實驗（一）步驟 3~步驟 5。
2. 在 90 cm 模型上依次擺上內徑 4.9 cm、6.5 cm、8.3 cm、11.5 cm、15.4 cm 水槽。

3. 水槽裝水 200 cc
4. 將整體水槽含水總重量控制在 380g, 水槽重量不足時另加砝碼在水槽邊。
5. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
6. 實驗 10 次, 求平均值。

實驗（四）：探討水槽擺放位置對振動的影響

說明：為了水塔可以選擇擺放位置的高低，所以本實驗以柱高 90cm 模型為主體，來探討水塔擺放位置高低與振動的關係。

步驟：

1. 同實驗（一）步驟 3~步驟 5。
2. 將 90cm 模型區分為頂部（90cm），中間（45cm）及底部（0cm）三部分。
3. 水槽裝 800cc 水
4. 將水槽依序放在同一模型不同高度作實驗。
5. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
6. 實驗 10 次, 求平均值。

實驗（五）：探討水槽內部形狀改變對振動造成的影響

說明：由於水槽外部形狀的改變可能造成底面積改變等新變因，因此以珍珠板當隔板，將水槽內部形狀分為橫隔及直隔兩部分，改變同一水槽內部形狀，注入固定水量後，探討對振動的影響。

橫隔：

1. 同實驗（一）步驟 3~步驟 5。
2. 以水槽口徑一半之半圓形珍珠板橫向分別隔成上下兩層及上中下三層。
3. 水槽內裝 800cc 的水，放在 90cm 模型頂部。
4. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
5. 探討隔板與水流方向「平行」或「垂直」的關係。
6. 實驗 10 次, 求平均值。

直隔：

1. 將水槽以裝水量高度一半的珍珠板分別隔成左右兩層及左、中、右三層。
2. 同橫隔實驗步驟 4~步驟 7。
3. 實驗 10 次, 求平均值。

實驗（六）：探討頂層設置多水塔對水平振動的影響

說明：綜前實驗知在一定水量下，頂層擺放單水塔對抑振有一定效果；若將此定量水分裝於數個水塔，抑振效果又是如何？所以我們決定做頂層多水槽實驗。

步驟：

1. 將 600 cc 水量依次平分裝於 1、2、3、4、5 個水槽裡，置放在 90cm 模型頂部。
2. 此定量控制總重量相同，水槽總數保持 5 個，總水量保持 600CC
3. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
4. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（七）探討雙水塔分層對水平振動的影響

說明：當我們要增設一個水塔時，要擺在哪裡才能兼具抑振效果（由於上下振動多水槽實驗最大振幅未明顯改變，因此以下實驗只作水平振動探討）

1. 90cm 高的模型平分成 90cm、60cm、30cm、0cm 四個位置。
2. 水量 300 cc 的水槽 2 個依序排列在模型上
3. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
4. 實驗 10 次，求平均值。

實驗（八）：探討分層擺放多水塔對水平振動的影響

說明：我們從實驗（六）中得知水量平分在頂層有振效果更好，因此我們想進一步探討擺放在不同高度時會有怎樣的影響。

1. 將水量 600 cc 水量分別裝在 2、3、4 個水槽裡，依次平分。
2. 將 90cm 模型平分成 90cm、60cm、30cm、0cm 四個位置，將水槽分別排列其上。
3. 同實驗（一）步驟 8~步驟 9。
4. 實驗 10 次，求平均值。

伍. 研究結果：

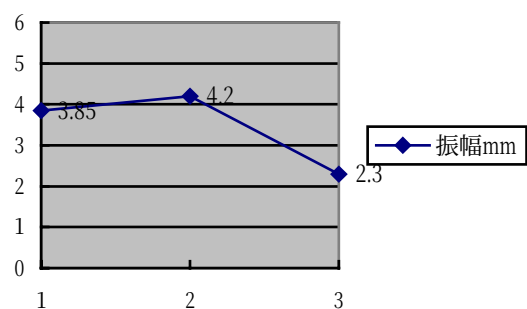
研究甲：上下振動

實驗（一）：不同高度實驗（水槽內徑 11.5 cm）

1、空水槽，不同高度比較總表圖

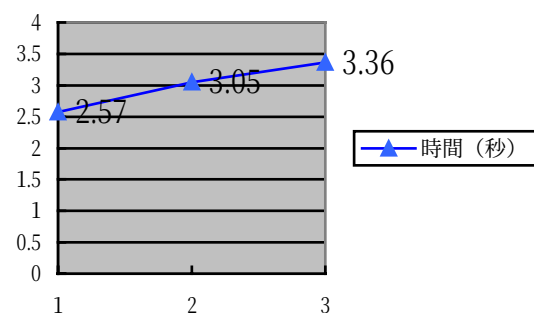
次數 項目	① 柱高 10cm	② 柱高 30cm	③ 柱高 90cm
振幅(mm)	3.85	4.2	2.3
時間	2''57	3''05	3''36

上下振動振幅比較總圖



柱高類別

上下振動時間比較總圖

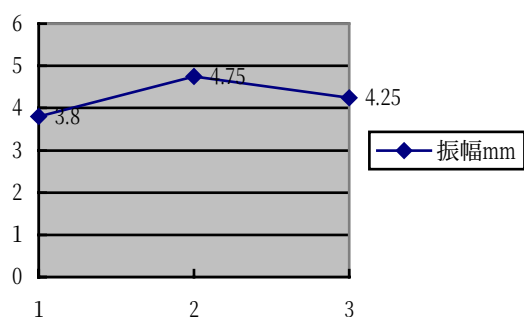


柱高類別

2、裝水量 100 cc，不同高度比較總表

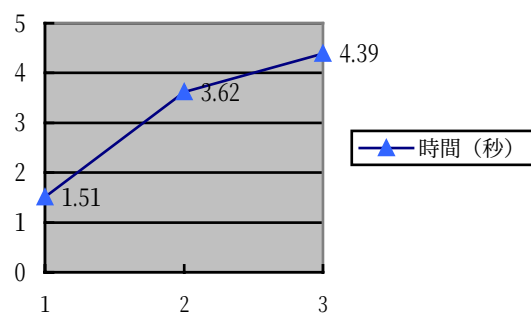
次數	①	②	③
項目	柱高 1 0 公分	柱高 3 0 公分	柱高 9 0 公分
振幅(mm)	3.8	4.75	4.25
時間	1"51	3"62	4"39

三種高度振幅比較總圖



柱高類別

三種高度時間比較總圖



柱高類別

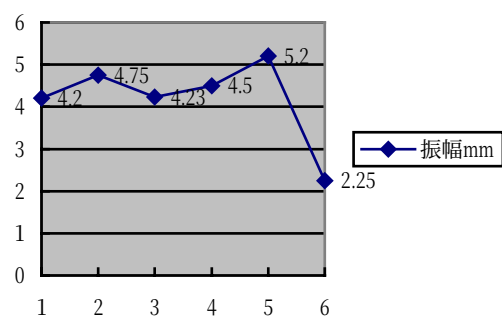
＊結果：空水槽或裝水 100 cc時，30 cm模型的振幅均最大；90 cm模型的振動時間最久。

實驗（二）：同高度（30cm）不同水量實驗（水槽內徑 11.5 cm）

柱高 30 cm 不同水量總表比較圖

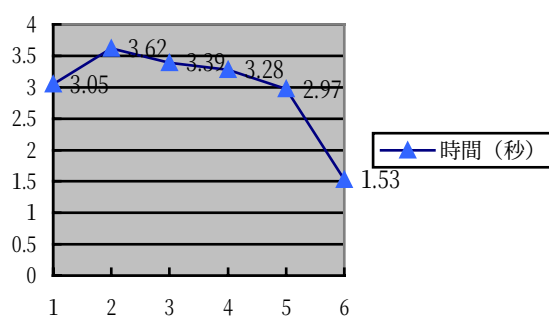
次數	①	②	③	④	⑤	⑥
項目	空水槽	100 cc	200 cc	400 cc	600 cc	800 cc
振幅(mm)	4.2	4.75	4.23	4.5	5.2	2.25
時間	3"05	3"62	3"39	3"28	2"97	1"53

六種水量振幅比較總表



水量類別

六種水量時間比較總表



水量類別

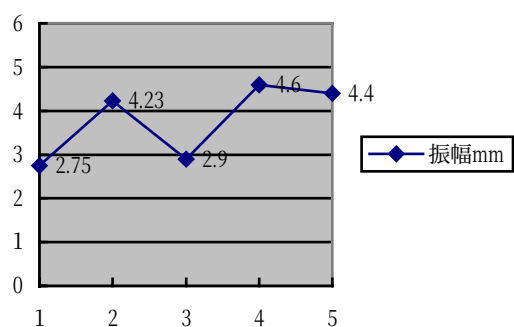
＊結果：水量 800 cc時，振幅及振動時間有明顯下降外，其餘都無減振效果。

實驗（三）：同高度（30cm）同水量，不同水槽內徑實驗

柱高 30 cm 水量 200 cc總表比較圖

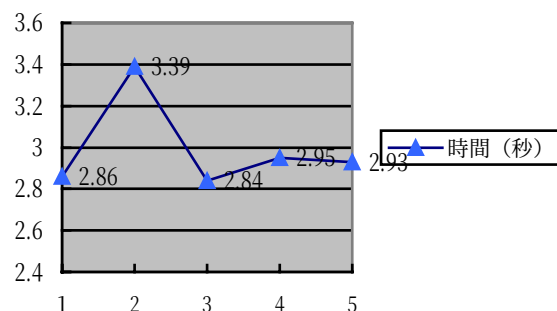
次數	①	②	③	④	⑤
水槽內徑 15.4 cm	水槽內徑 11.5 cm	水槽內徑 8.3 cm	水槽內徑 6.5 cm	水槽內徑 4.9 cm	
水柱高 1.1 cm	水柱高 2 cm	水柱高 2 cm	水柱高 5.9 cm	水柱高 9.5 cm	
振幅(mm)	2.75	4.23	2.9	4.6	4.4
時間	2''86	3''39	2''84	2''95	2''93

五種內徑振幅比較總圖



內徑種類

五種內徑時間比較總圖



內徑種類

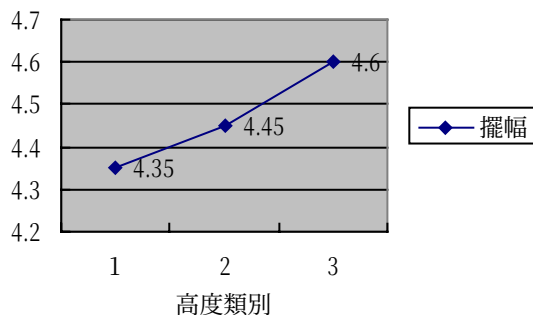
＊結果：水槽內徑 15.4 cm振幅最小；但水槽內徑 11.5 cm卻比水槽內徑 8.3 cm振幅大且振動時間也最長。

實驗（四）：建物內水槽位置高低對上下振動的影響

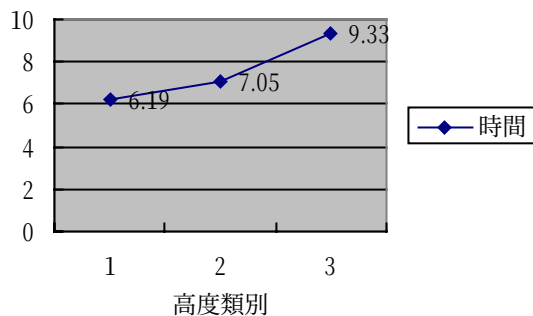
整組模型高度 90 cm，水量 800 cc 比較總表圖

次數	①	②	③
項目	水槽置於模型頂部 (90cm)	水槽置於模型中部 (45cm)	水槽置於模型底部 (0cm)
振幅(mm)	4.35	4.45	4.6
時間	6"19	7"05	9"33

三種高度振幅比較總圖



三種時間振幅比較總圖



＊結果：1. 水槽放在模型底部，振幅最大，振動時間也最長。

2. 水槽放在模型頂部，振幅最小，振動時間也最短。

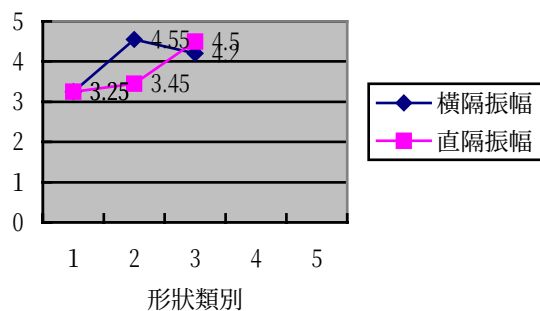
實驗（五）：水槽內部形狀改變對上下振動的影響

本實驗將水槽內部形狀分為橫隔及直隔兩部分：

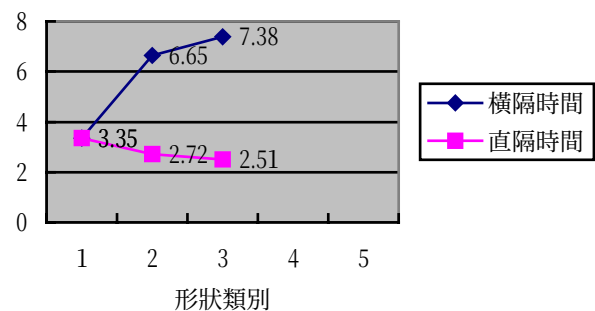
整組模型高度 90 cm，水量 800 cc 比較總表圖

次數	①	②	③	④	⑤
項目	水槽無任何改變	水槽以半圓珍珠板等分橫隔為上下兩層	水槽以半圓珍珠板等分橫隔為上中下兩層	水槽以水高一半的珍珠板直隔為左右兩層	水槽以水高一半的珍珠板直隔為左中右兩層
振幅(mm)	3.25	4.55	4.2	3.45	4.5
時間	3"35	6"65	7"38	2"72	2"51

三種形狀振幅比較總圖



三種形狀時間比較總圖



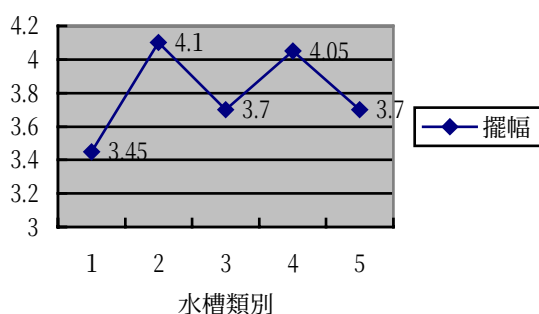
＊ 結果：1.橫隔時振幅及振動時間都增加。

2.直隔時振幅增加振動時間減少

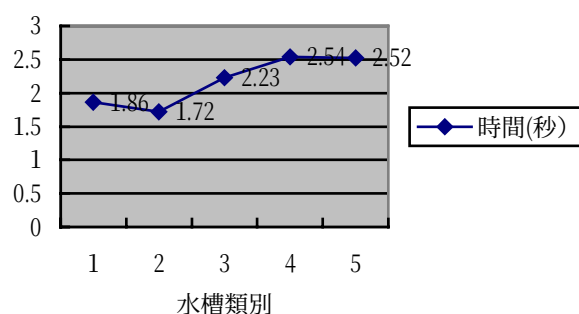
實驗（六）：探討頂層設置多水塔對上下振動的影響。

次數 項目	① 600cc 集中於 1 水槽，4 空 水槽	② 600cc 分成 2 水槽，3 空水 槽	③ 600cc 分成 3 水槽，2 空水 槽	④ 600cc 分成 4 水槽，1 空水 槽	⑤ 600cc 分成 5 水槽，無空水 槽
振幅(mm)	3.45	4.1	3.7	4.05	3.7
時間	1''86	1''72	2''23	2''54	2''52

多水槽振幅比較總圖



多水槽時間比較總圖



＊ 結果：水槽 1 個、3 個、5 個時振幅偏低；水槽 2 個、4 個時振幅偏高。

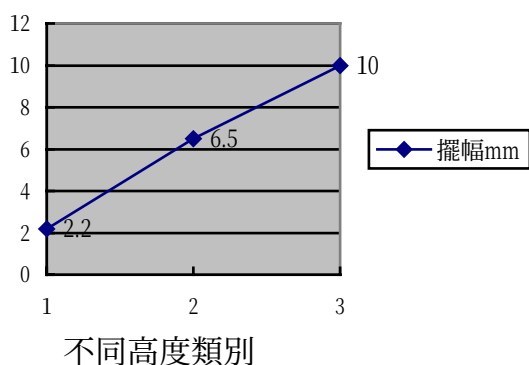
研究乙：水平振動

實驗（一）：不同高度實驗（水槽內徑 11.5 cm）

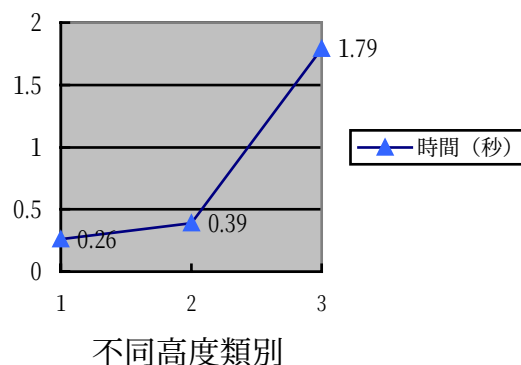
1、空水槽，不同高度比較總表圖

次數 項目	① 柱高 10cm	② 柱高 30cm	③ 柱高 90cm
擺幅(mm)	2.2	6.5	10
時間	0''26	0''39	1''79

水平振動擺幅比較總圖



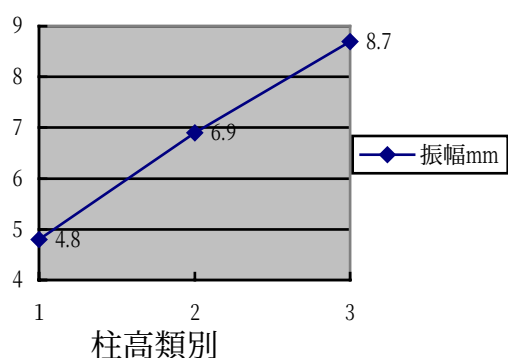
水平振動時間比較總圖



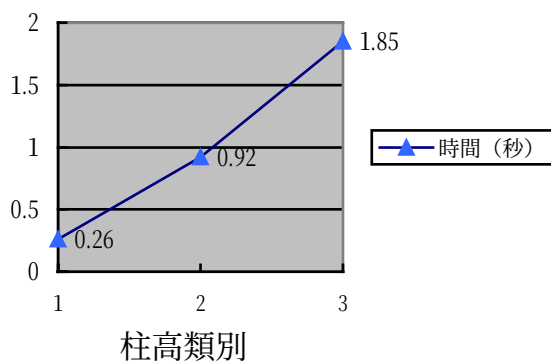
2、裝水量 100 cc，不同高度比較總表

項目 \ 次數	① 柱高 10 公分	② 柱高 30 公分	③ 柱高 90 公分
擺幅(mm)	4.8	6.9	8.7
時間	0"26	0"92	1"85

三種高度振幅比較總圖



三種高度時間比較總圖



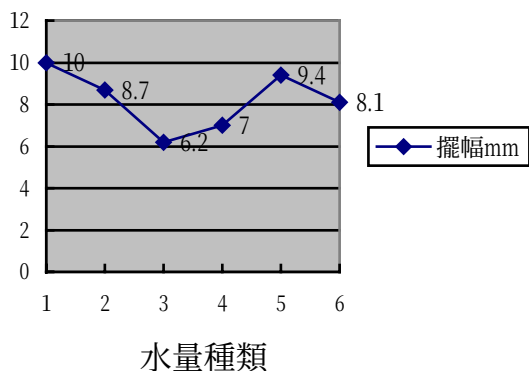
＊結果：空水槽或裝水 100 cc 時，90 cm 模型的擺幅均最大，擺動時間也最久；10 cm 模型的擺幅最小擺動時間也最短

實驗（二）：同高度（90cm）不同水量實驗（水槽內徑 11.5 cm）

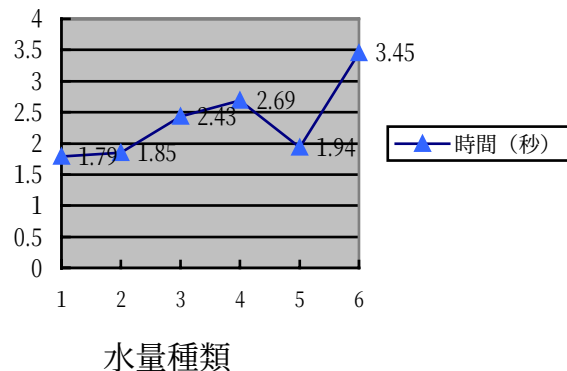
樓高 90 cm 不同水量總表比較圖

項目 \ 次數	① 空水槽	② 100 cc	③ 200 cc	④ 400 cc	⑤ 600 cc	⑥ 800 cc
擺幅(mm)	10	8.7	6.2	7	9.4	8.1
時間	1"79	1"85	2"43	2"69	1"94	3"45

六種水量擺幅比較總表



六種水量時間比較總表



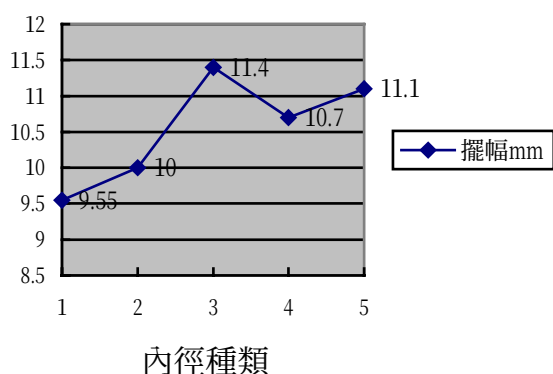
＊結果：水量增加就最大擺幅而言，對於水平振動有一定抑制作用。

實驗（三）：同高度（90cm）同水量，不同水槽內徑實驗

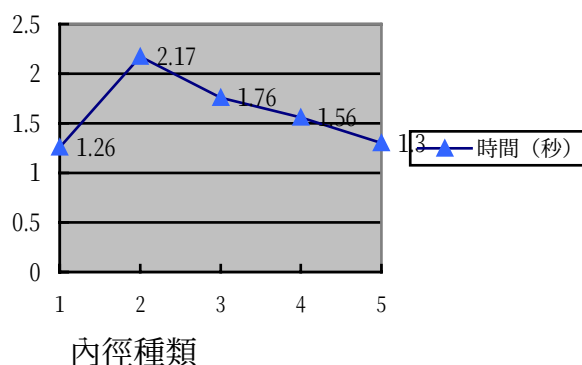
柱高 90 cm 水量 200 cc總表比較圖

次數	①	②	③	④	⑤
項目	水槽內徑 15.4 cm 水柱高 1.1 cm	水槽內徑 11.5 cm 水柱高 2 cm	水槽內徑 8.3 cm 水柱高 2 cm	水槽內徑 6.5 cm 水柱高 5.9 cm	水槽內徑 4.9 cm 水柱高 9.5 cm
擺幅(mm)	9.55	10.0	11.4	10.7	11.1
時間	1"26	2"17	1"76	1"56	1"30

五種內徑擺幅比較總圖



五種內徑時間比較總圖



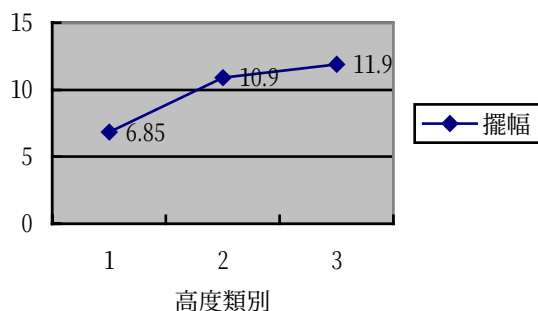
＊結果：水槽內徑越大擺幅最小但擺動時間最長

實驗（四）：建物內水槽位置高低對振動的影響

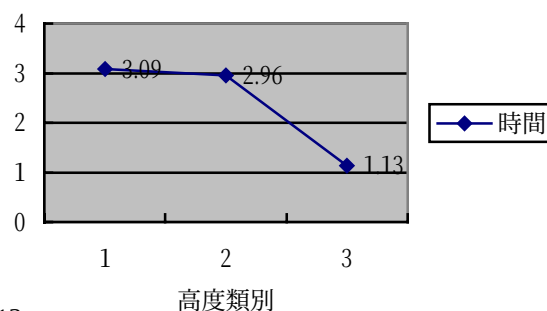
模型高度 90 cm，水量 800 cc 比較總表圖

次數	①	②	③
項目	水槽置於模型頂部 (90cm)	水槽置於模型中部 (45cm)	水槽置於模型底部 (0cm)
擺幅(mm)	6.85	10.9	11.9
時間	3"09	2"96	1"13

三種高度擺幅比較總圖



三種高度時間比較總圖



- *結果：1. 水槽放在模型底部的擺幅最長，但擺動時間最短。
2. 水槽放在模型頂部的擺幅最短，但擺動時間最長。

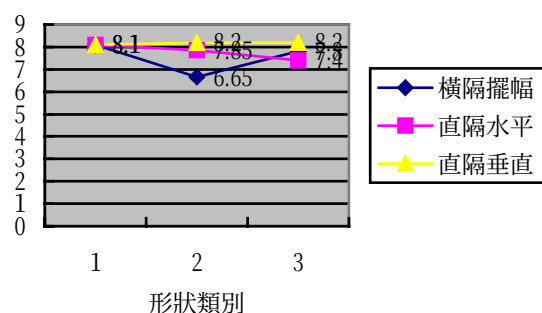
實驗（五）：水槽內部形狀改變對振動的影響

本實驗將水槽內部形狀分為橫隔及直隔兩部分：（直隔又分成與水流平行或垂直兩實驗）

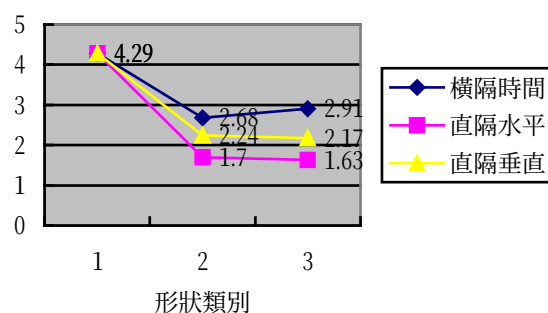
整組模型高度 90 cm，水量 800 cc 比較總表圖

次數 項目	① 水槽無任何 改變	② 水槽以半圓 珍珠板等分 橫隔為上下 兩層	③ 水槽以半圓 珍珠板等分 橫隔為上中 下兩層	④ 水槽以半水 高珍珠板直 隔為左右兩 層（平行）	⑤ 水槽以半水 高珍珠板直 隔為左中右 兩層（平行）	⑥ 水槽以半水 高珍珠板直 隔為左右兩 層（垂直）	⑦ 水槽以半水 高珍珠板直 隔為左中右 兩層（垂直）
擺幅(mm)	8.1	6.65	7.8	7.85	7.4	8.2	8.2
時間	4"29	2"68	2"91	1"70	1"63	2"24	2"17

六種形狀擺幅比較總圖



六種形狀時間比較總圖



*結果：

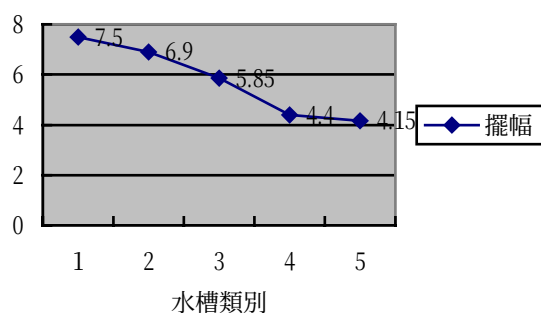
- 與水流平行：1.橫隔時擺幅及擺動時間都減少
2.直隔時擺幅及擺動時間也減少

與水流垂直：單層直隔和雙層直隔的擺幅無顯著變化，但擺動時間明顯縮短。

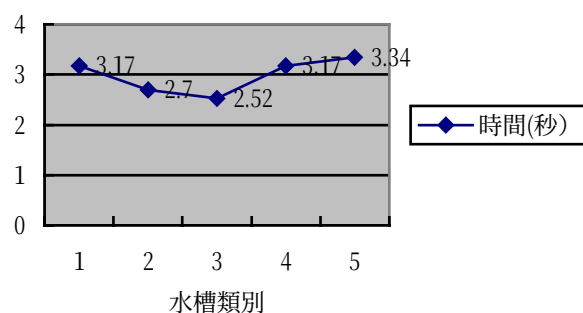
實驗（六）：探討頂層設置多水塔對水平振動的影響。

次數 項目	① 600cc 集中於 1 水槽，4 空 水槽	② 600cc 分成 2 水槽，3 空水 槽	③ 600cc 分成 3 水槽，2 空水 槽	④ 600cc 分成 4 水槽，1 空水 槽	⑤ 600cc 分成 5 水槽，無空水 槽
擺幅(mm)	7.5	6.9	5.85	4.4	4.15
時間	3"17	2"70	2"52	3"17	3"34

多水槽擺幅比較總圖



多水槽時間比較總圖

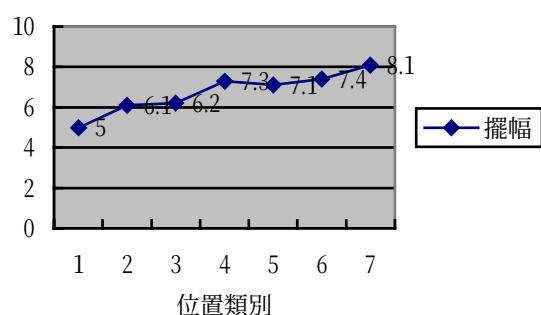


- ＊結果：1. 水槽 1 個時，擺幅最大且擺動時間也較長
2. 水槽 5 個時，擺幅最小但擺動時間增長

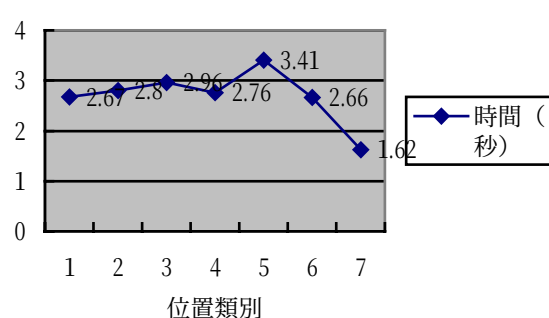
實驗（七）：探討雙水塔對水平振動的影響。

次數 項目	① 雙水槽均 置於頂層	② 水槽分置 於 90cm 及 60cm	③ 水槽分置 於 90cm 及 30cm	④ 水槽分置 於 90cm 及 0cm	⑤ 水槽分置 於 60cm 及 30cm	⑥ 水槽分置 於 60cm 及 0cm	⑦ 水槽分置 於 30cm 及 0cm
擺幅(mm)	5	6.1	6.2	7.3	7.1	7.4	8.1
時間	2''67	2''80	2''96	2''76	3''41	2''66	1''62

雙水槽擺幅比較總圖



雙水槽時間比較總圖

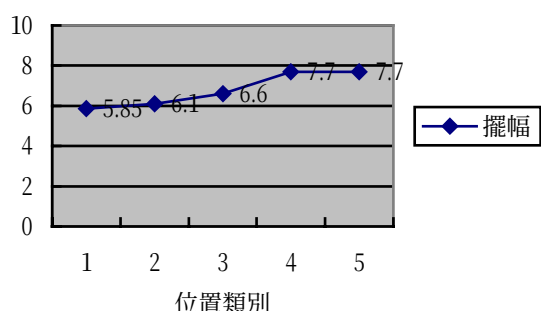


- ＊結果：1. 雙水槽擺在頂層時擺幅最小，其次是擺在②③位置。
2. 雙水槽擺在⑤位置，擺動時間最長
3. 雙水槽擺在⑦位置，擺幅最大。

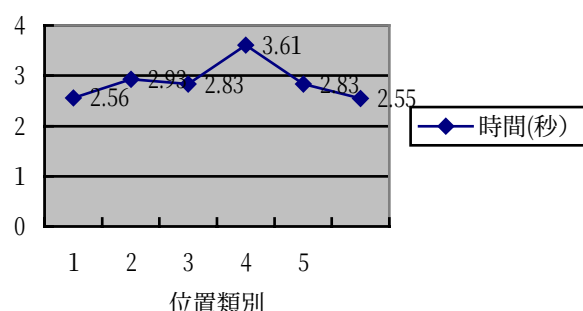
實驗（八）：探討分層擺放多水塔對水平振動的影響

次數	①	②	③	④	⑤	⑥
項目	600cc 分裝於三水槽，均置於頂層	600cc 分裝於三水槽，置於 90 cm、60 cm、30 cm	600cc 分裝於三水槽，置於 90 cm、60 cm、0 cm	600cc 分裝於三水槽，置於 90 cm、30 cm、0 cm	600cc 分裝於三水槽，置於 60 cm、30 cm、0 cm	600cc 分裝四水槽置於 90 cm、60 cm、30 cm、0 cm
擺幅(mm)	5.85	6.1	6.6	7.7	7.7	7.1
時間	2''56	2''93	2''83	3''61	2''83	2''55

多水槽擺幅比較總圖



多水槽時間比較總圖



- ＊結果：
1. 多水槽實驗中，3 個水槽擺頂層時，擺幅及時間都最短。其次是擺放在②、③位置。
 2. 4 個水槽的擺幅及時間與 3 個水槽比並無明顯差異。

陸．結 論

● 上下振動：

1. 建物高度越高，振動越小，但振動時間越長。
2. 水塔水量超過一定量，則有抑制建築物振動效果。
3. 建物的水塔內徑與振動無明顯關係
4. 建物的水塔放置得越高，則抑制振動效果越明顯。
5. 不論水塔內部加橫隔板或直隔板，對建築物並沒有減振的效果。
6. 將一定量的水平分於多個水塔且置於建物頂層時，對建築物並無減振的效果。

● 水平振動：

1. 建築物越高，擺動越大且久。
2. 同一高度水塔水量越多，建築物擺動越小。
3. 水塔內徑越大，建物擺動幅度越小，擺動時間加長。就建物而言，「擺幅」的破壞力遠

大於「時間」，因此就結果來看，選擇寬矮型水塔並將水塔置於建築物頂部，才能發揮抑振的效果。

4. 在水塔內部加橫隔板或直隔板，對建物皆有減震效果。但加直隔板時必須考慮與水流擺動方向平行，以達到較好的效果。
5. 在建物頂層，將同一水量的水平分成多個水塔時，水塔數目越多，減振效果越佳。
6. 建物若想設雙水塔，其擺放的位置越高，對建築物的減振效果越佳。
7. 建物若想設多水塔，則多水塔擺放在大樓的位置越高且越集中時，對建築物的減振效果越佳。

柒、應用：

大樓如果要蓋游泳池或蓄水池，可選擇頂樓，如此除了可以供應民生用水兼具休閒娛樂功能外，也可對大樓達到減振效果。

捌、檢討與建議：

在上述實驗中，我們發現大樓裝水的水塔確實有許多可能性可以抑制振動，但因水塔水量尚須考慮到建築物本身的高度、材質及建物與水塔的大小比例等問題，才能進一步找出水量的適量範圍及最佳操作模式。因本實驗受限於器材，在此僅提供數個可供參考的思索方向，期待後者能再進一步深入探討。

玖、參考文獻：

書目

- 一、陳秋松 中國少年兒童百科全書 明山書局 民85
- 二、葉澤山計劃 台南縣中小學教師地震防災手冊 台南縣政府 民90

網址資料

- 一、<http://www.books.com.tw/item/001/0010048450.htm>
- 二、<http://www.knsh.com.tw/magazines/01/038/3806.asp>
- 三、<http://www.ttsh.tp.edu.tw/research/science/8940/921much/921much.htm>
(談盆地邊緣效應)
- 四、<http://earth.gl.ntu.edu.tw/magazine/990603.htm> (大地震簡表)