

臺灣二〇〇三年國際科學展覽會

科 別：地球與太空科學科

作品名稱：重新組合地震

學 校：高雄市立五福國民中學

作 者：李宜家

Abstract

Since the disastrous Earthquake 921 happened three years ago, the primary schools and junior high schools have stressed on the anti-earthquake education and training. Except for the anti-earthquake drills they take the students to an earthquake show room to experience more realistic earthquakes. Beneath the earthquake show room there's a 6 degree of freedom Stewart platform. The platform simulates the earthquakes by varying the length of the 6 axis. We also designed a platform by springs to simulate the earthquakes. There're several types of earthquakes mostly horizontal or vertical. Different earthquakes have different effects on the same buildings. Earthquakes of the same amplitude will have different effects on different buildings.

摘要

自從九二一集集大地震以後，中、小學對於防震教育是更加的重視，一次又一次的防震演習還不夠，還讓學生到地震演練室去體會更逼真的地震實境。在地震演練室的下面就有一個六軸動感平台，六軸動感平台的運作是各軸的伸縮長度不同而模擬地震的，而用彈簧製成的震動台也可以達到模擬地震的效果，去做一些關於地震的研究實驗。地震有各種不同的震動方式，多半是垂直的上下移動或是水平移動，不同的地震對於相同的建築物的影響也有所不同；而地面上有各式各樣的建築物，有的高有的低，所以相同的地震對於不同的建築物的影響也會有差別。

壹、研究動機

小時候有一次爸爸帶我去百貨公司看到了一台太空梭(模擬機)，爸爸便把下面的布打開來看下面的平台，那是我第一次接觸到六軸平台。之後從爸爸的六軸平台研究，使我對六軸平台有很深厚的興趣。九二一之後，學校老師要我們去蒐集地震的資料，知道六軸平台可以模擬地震讓人做地震演習，那麼六軸平台是否可以拿來作地震的研究呢？許許多多的問題一一的浮現在腦海中……六軸平台+地震=? ?

貳、研究目的

- 一、了解六軸平台是如何去模擬地震
- 二、以彈簧震動台模擬地震發生時之各種震動模式及其對建築物產生之影響
- 三、探討水平移動的方向與建築結構的排列方式不同所帶來的影響
- 四、不同平面結構建築物受水平移動地震之影響

參、研究設備器材

一、計算及測量實際可運動之簡易六軸平台

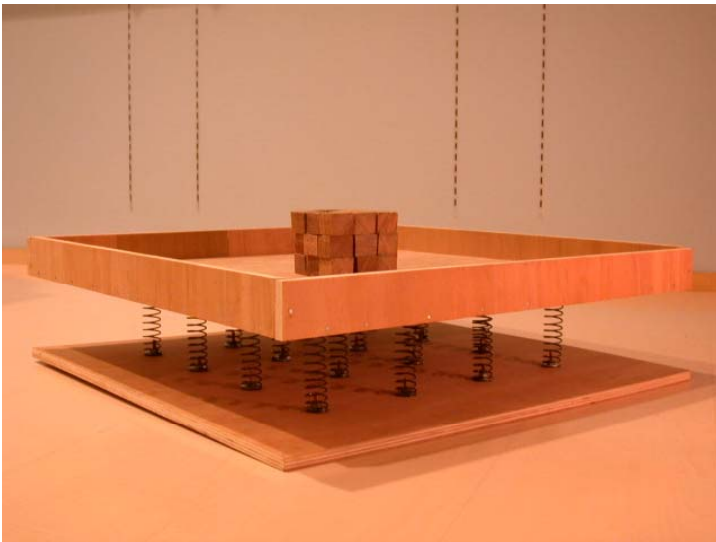
1 計算用—以壓克力版及吸管製造

兩塊邊長 15cm 的三角形壓克力板上穿洞，粗細吸管各六支，穿洞，再用線把吸管及壓克力板綁起來，細吸管全綁在一塊壓克力板上而粗的則綁在另一塊，在將細的吸管插入粗的吸管中即可。在各軸上標示 1~6 號且在壓克力板上標(a)、(b)、(c)

2 彈簧六軸平台—做法如計算用六軸平台，但要在粗的吸管中加裝彈簧

二、彈簧震動台—以木板和彈簧製造

將兩個 60*60 之木板上立放十六支彈簧，再將一 60*60*5(上無蓋)的木箱放在彈簧上



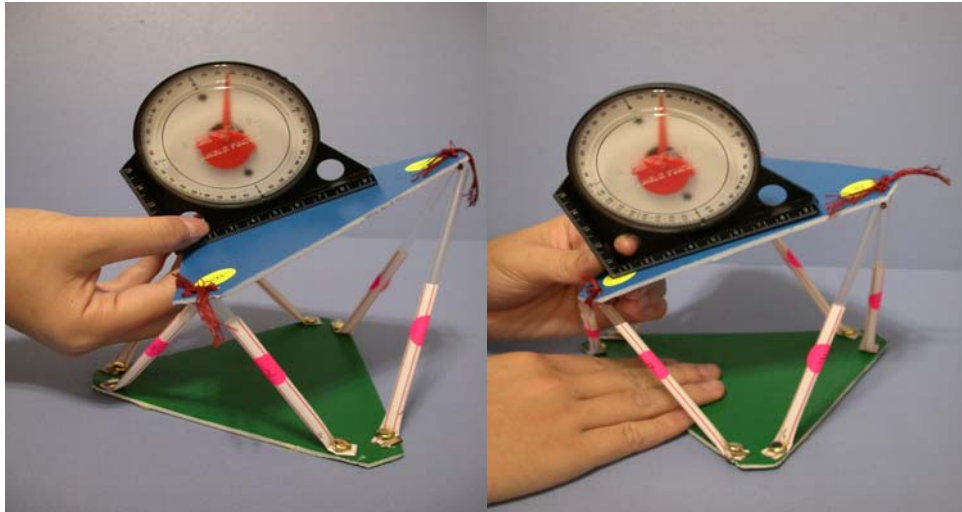
三、建築結構—以積木模擬

每塊積木約為 2.5*2.5*2.5(單位公分)，建築結構單位一為一塊積木之邊長。用積木疊成建築結構

肆、研究過程或方法

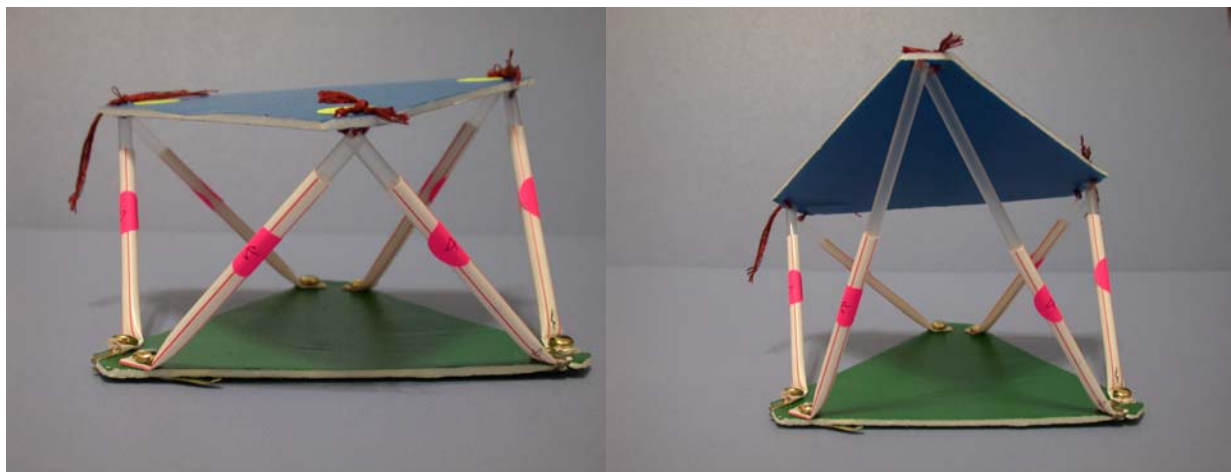
一、計算六軸平台可模擬之動作

- 1 側量各軸之長度及軸與底板之角度
- 2 將 C 點台到最高而 A、B 不動測得壓克力板約與地面呈 50 度
- 3 將 C 點台到最高而 B 點離地面約 10cm 測壓克力板與地面呈 25 度



表一

	1 號軸	2 號軸	3 號軸	4 號軸	5 號軸	6 號軸	平均值	標準差
原長	9.5 cm	9.7 cm	9.7 cm	9.7 cm	9.6 cm	9.6 cm	9.63 cm	0.0745
總長	16.9 cm	17 cm	17.1 cm	17.2 cm	17.3 cm	17.1 cm	17.10 cm	0.1291
∠1	51°	51°	49.5°	51.5°	51°	52°	51.00°	0.7638
∠2	60.5°	62°	61.5°	64°	63°	63°	62.33°	1.1426



∠1 為各軸在原長之對應角

∠2 是總長之對應角

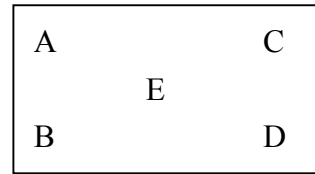
二、用震動台模擬地震的方法

在震動台上取五點，A、B、C、D、E(如圖)

ㄅ.將 BD 平行向外拉 n cm後放開(水平移動)

ㄆ.將 BD 垂直向下壓 n cm後放開(垂直震動)

ㄇ.將 D 點旋轉 n 度後放開(旋轉)



比較 A、B、C、D、E 五點在ㄅ、ㄆ、ㄇ三種震動方式下移動的不同。

在 E 點上放置建築結構，用ㄅ、ㄆ、ㄇ試驗並比較之差異

三、地震與建築結構

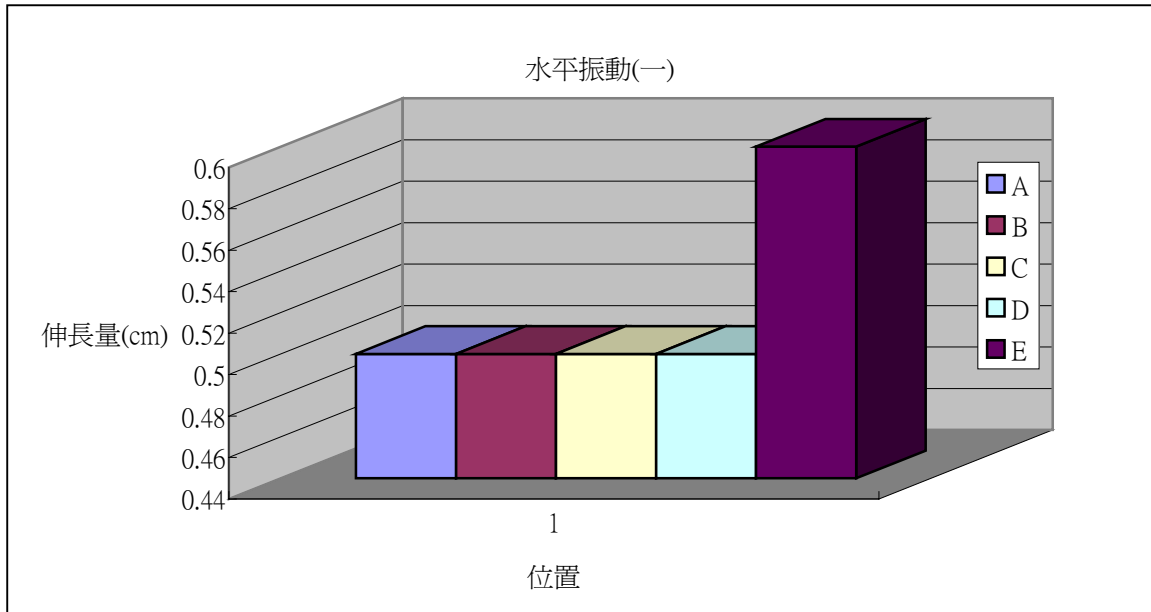
- 1 在 A、B、C、D、E 上各放一 $1*1*3$ 的建築結構以ㄅ、ㄆ以及ㄇ方式震動，並觀察建築結構倒與不倒之界限及倒塌的情形。
- 2 在 E 點分別放置與 BD 平行之建築結構 $1*2*3$ 、 $1*3*3$ 及 $2*3*3$ 方法ㄅ試驗，觀察建築結構倒與不倒之界限及倒塌的情形。
- 3 在 E 點分別放置與 BD 垂直之建築結構 $1*2*3$ 、 $1*3*3$ 及 $2*3*3$ 方法ㄅ試驗，觀察建築結構倒與不倒之界限及倒塌的情形。
- 4 在 E 點上分別放置 $1*1*3$ 與 $3*3*3$ 建築結構以方法ㄅ試驗，觀察建築結構倒與不倒之界限及倒塌的情形。
- 5 研究一之結果：

方法ㄅ第一次試驗

表二之一 A

公分\位置	A	B	C	D	E
0.4	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
0.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
0.8	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
0.9	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表二之一 B

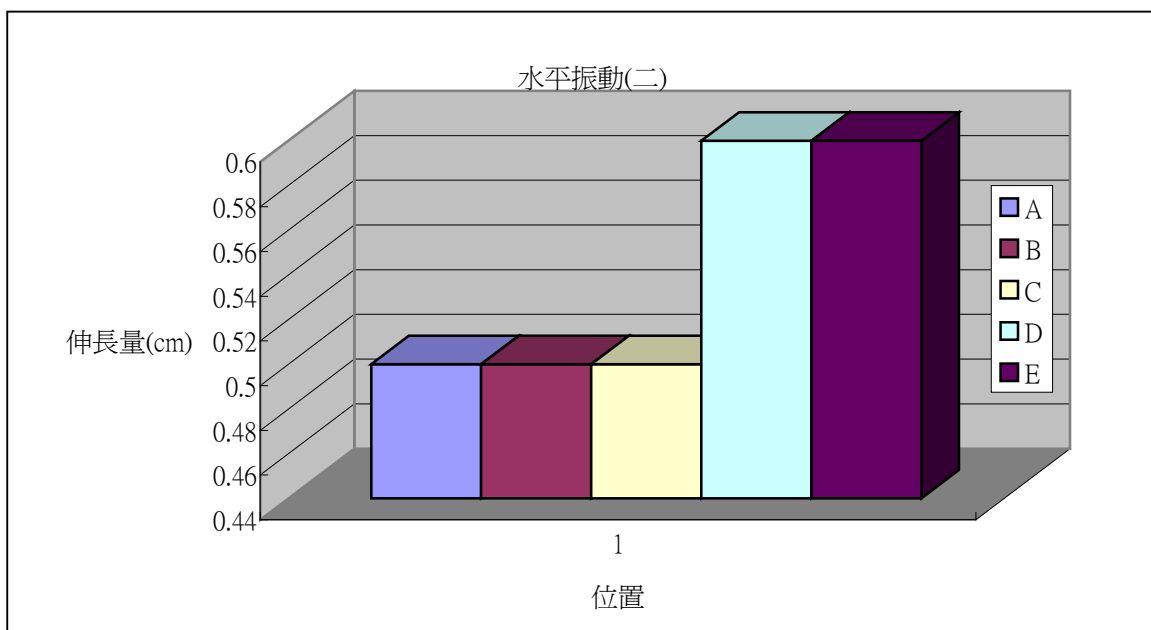


方法々第二次試験

表二之二 A

公分\位置	A	B	C	D	E
0.4	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.6	倒塌	倒塌	倒塌	未倒	未倒
0.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
0.8	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
0.9	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表二之二 B



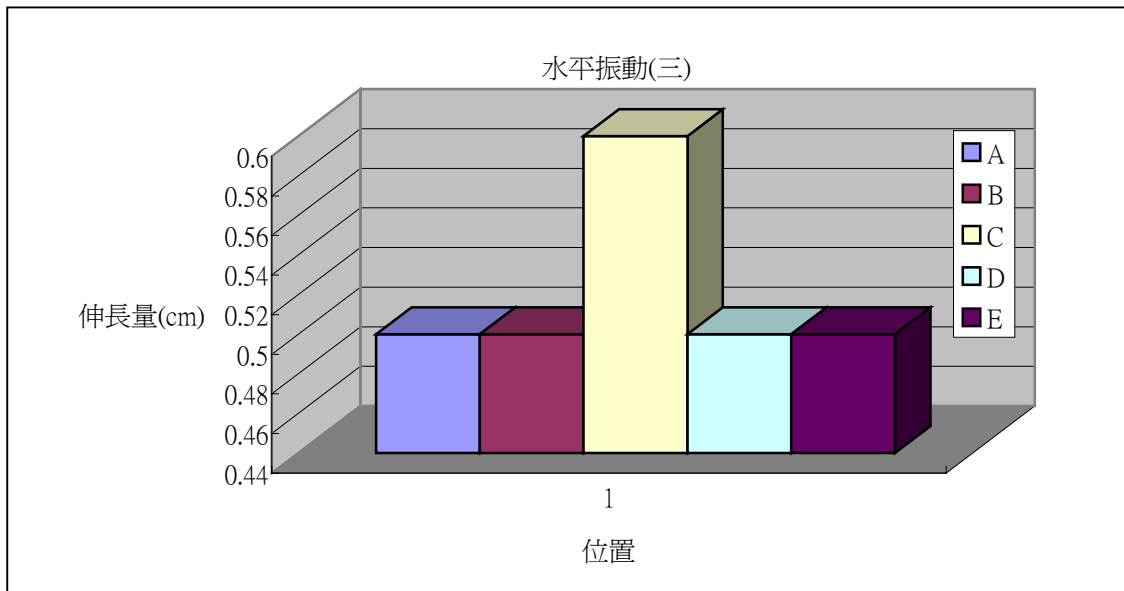
重新組合地震

方法々第三次試驗

表二之三 A

公分\位置	A	B	C	D	E
0.4	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.6	倒塌	倒塌	未倒	倒塌	倒塌
0.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
0.8	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
0.9	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表二之三 B

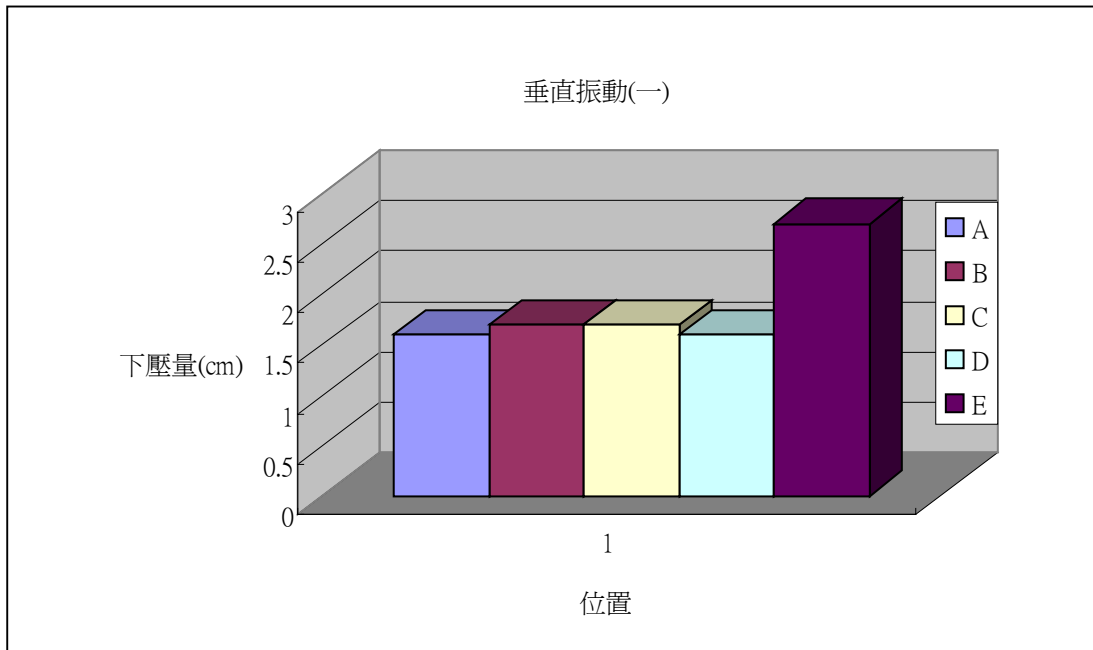


方法々第一次試驗

表三之一 A

公分\位置	A	B	C	D	E
1.4	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
1.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
1.6	倒塌	未倒	未倒	倒塌	未倒
1.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
1.8	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
1.9	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.1	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.2	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.3	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.4	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表三之一 B

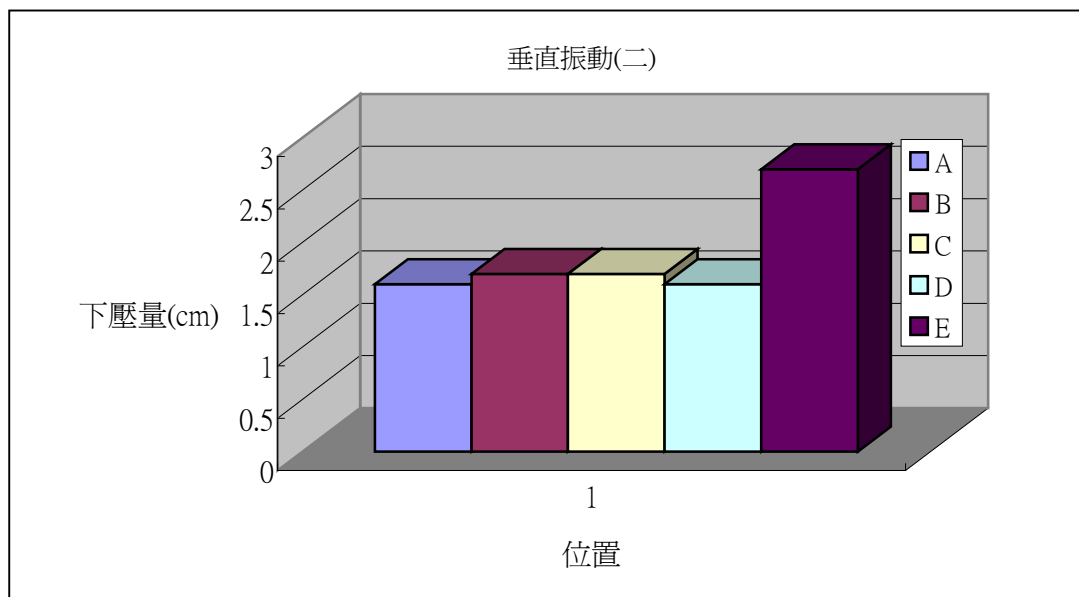


方法々第二次實驗

表三之二 A

公分\位置	A	B	C	D	E
1.4	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
1.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
1.6	倒塌	未倒	未倒	倒塌	未倒
1.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
1.8	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
1.9	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.1	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.2	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.3	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.4	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表三之二 B

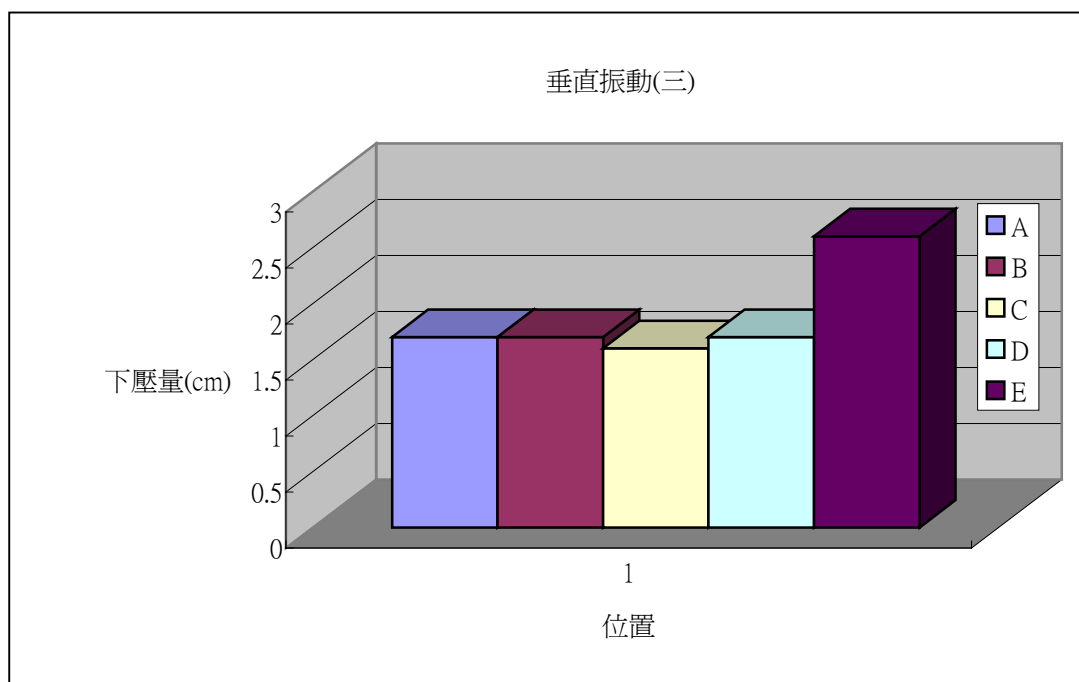


方法々第三次試驗

表三之三 A

公分\位置	A	B	C	D	E
1.4	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
1.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
1.6	未倒	未倒	倒塌	未倒	未倒
1.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
1.8	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
1.9	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.1	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.2	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.3	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.4	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
2.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
2.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表三之三 B

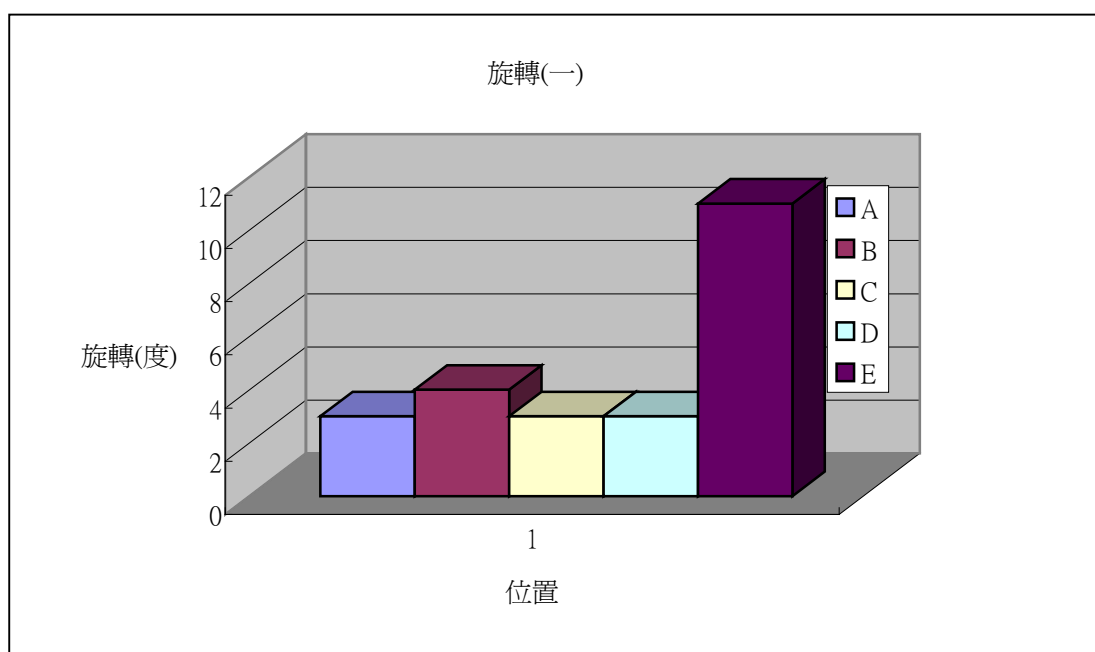


方法Ⅱ第一次試驗

表四之一 A

角度\位置	A	B	C	D	E
1.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
2.0	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
2.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
3.0	倒塌	未倒	倒塌	倒塌	未倒
3.5	倒塌	未倒	倒塌	倒塌	未倒
4.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
4.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
5.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
5.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
6.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
6.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
7.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
7.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
8.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
8.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
9.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
9.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
10.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
10.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
11.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
11.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表四之一 B

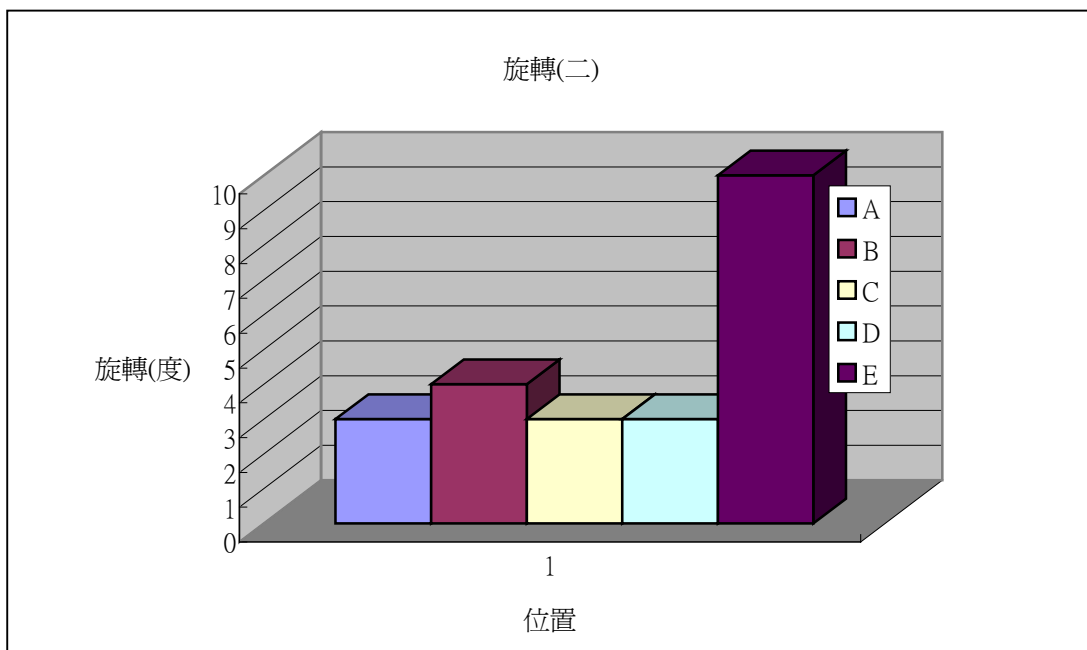


方法Ⅱ第二次試驗

表四之二 A

角度\位置	A	B	C	D	E
1.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
2.0	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
2.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
3.0	倒塌	未倒	倒塌	倒塌	未倒
3.5	倒塌	未倒	倒塌	倒塌	未倒
4.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
4.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
5.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
5.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
6.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
6.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
7.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
7.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
8.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
8.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
9.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
9.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
10.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
10.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
11.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
11.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表四之二 B

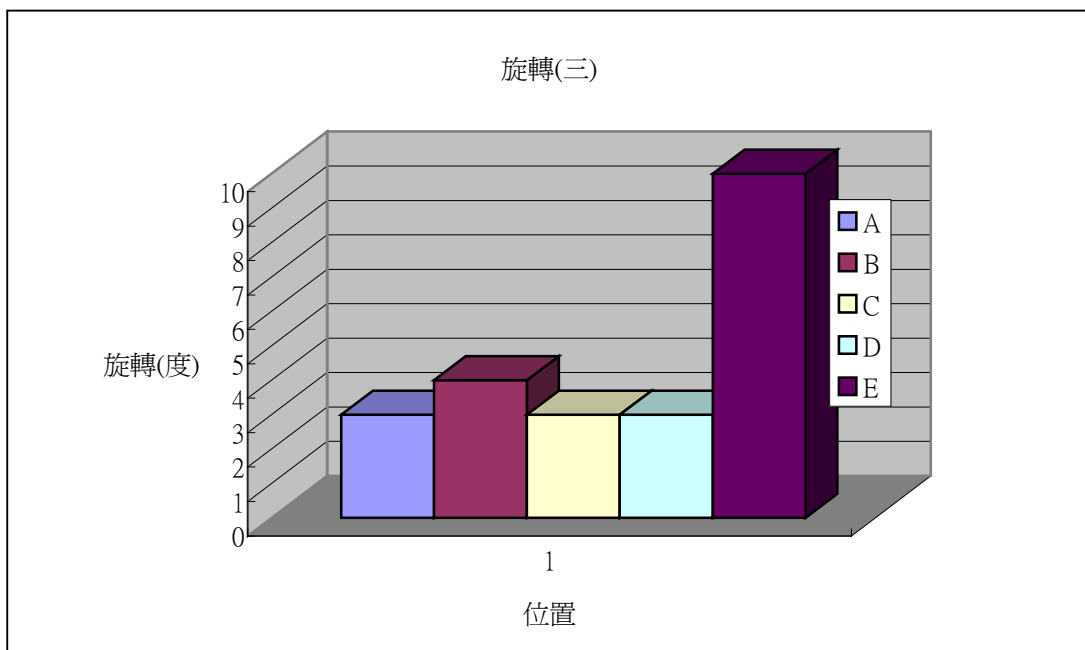


方法Ⅱ第三次試驗

表四之三 A

角度\位置	A	B	C	D	E
1.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
2.0	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
2.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
3.0	倒塌	未倒	倒塌	倒塌	未倒
3.5	倒塌	未倒	倒塌	倒塌	未倒
4.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
4.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
5.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
5.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
6.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
6.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
7.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
7.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
8.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
8.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
9.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
9.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	未倒
10.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
10.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
11.0	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
11.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表四之三 B



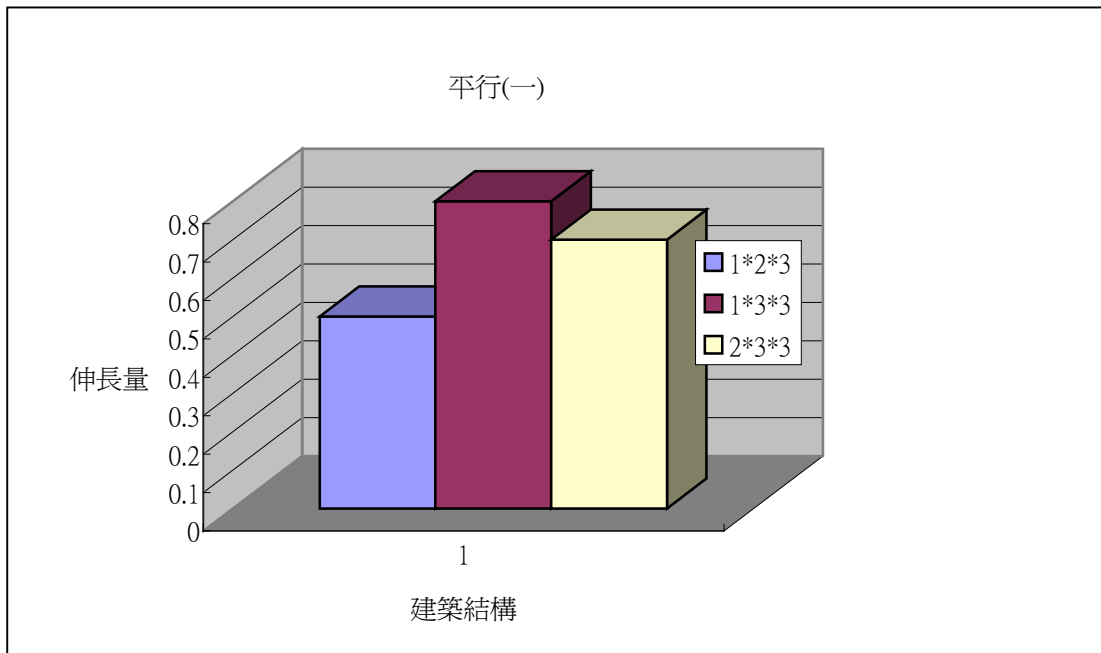
6 研究 2 之結果：

平行第一次試驗

表五之一 A

公分/結構	1*2*3	1*3*3	2*3*3
0.3	未倒	未倒	未倒
0.4	未倒	未倒	未倒
0.5	倒塌	未倒	未倒
0.6	倒塌	未倒	未倒
0.7	倒塌	未倒	倒塌
0.8	倒塌	倒塌	倒塌
0.9	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌

表五之一 B

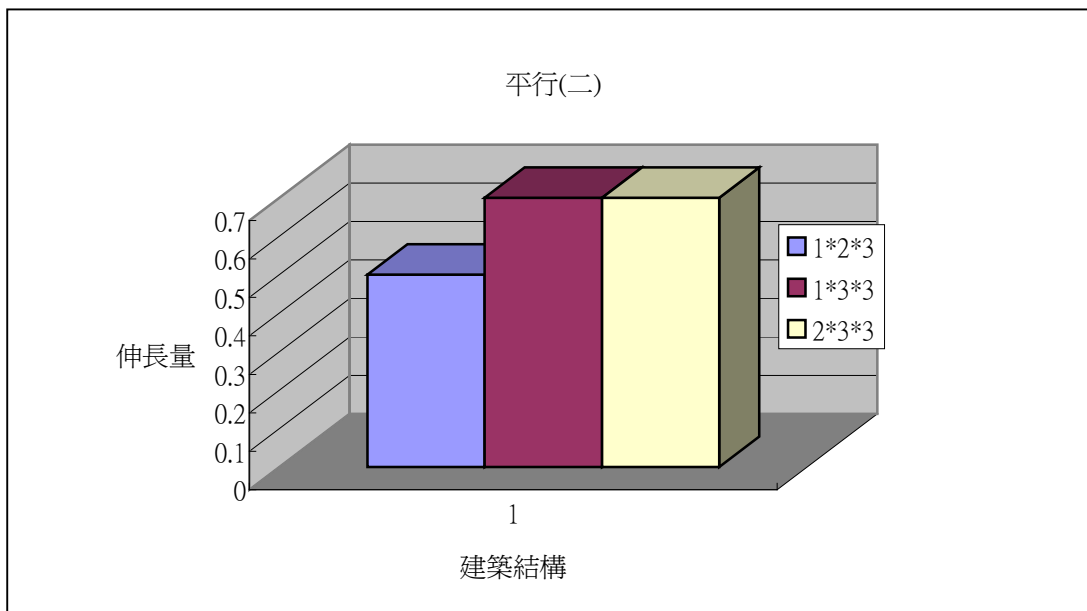


平行第二次試驗

表五之二 A

公分/結構	1*2*3	1*3*3	2*3*3
0.3	未倒	未倒	未倒
0.4	未倒	未倒	未倒
0.5	倒塌	未倒	未倒
0.6	倒塌	未倒	未倒
0.7	倒塌	倒塌	倒塌
0.8	倒塌	倒塌	倒塌
0.9	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌

表五之二 B

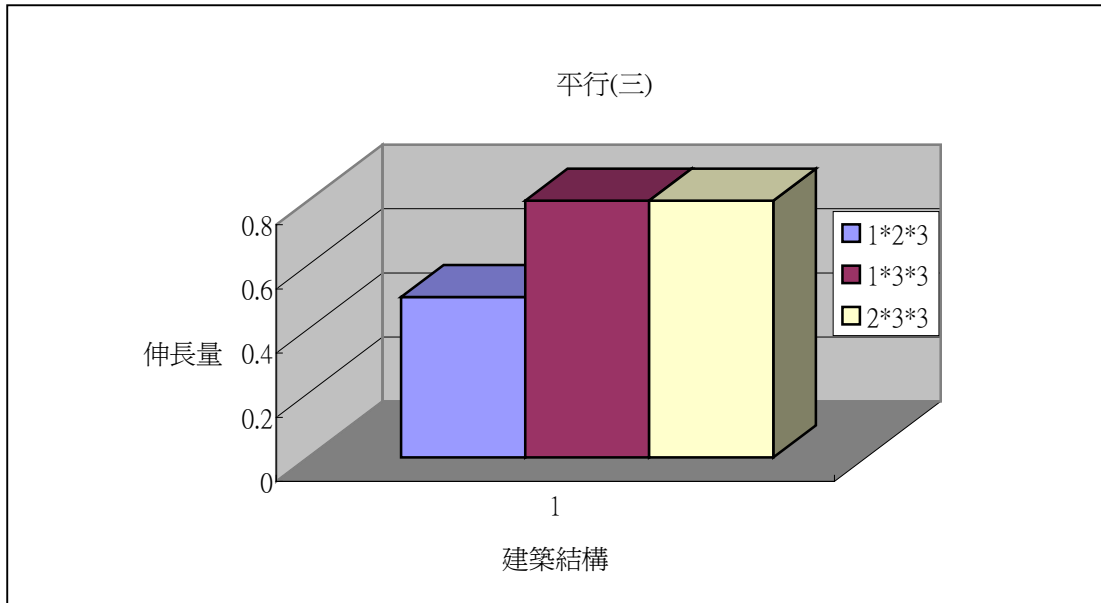


平行第三次試驗

表五之三 A

公分/結構	1*2*3	1*3*3	2*3*3
0.3	未倒	未倒	未倒
0.4	未倒	未倒	未倒
0.5	倒塌	未倒	未倒
0.6	倒塌	未倒	未倒
0.7	倒塌	未倒	未倒
0.8	倒塌	倒塌	倒塌
0.9	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌

表五之三 B



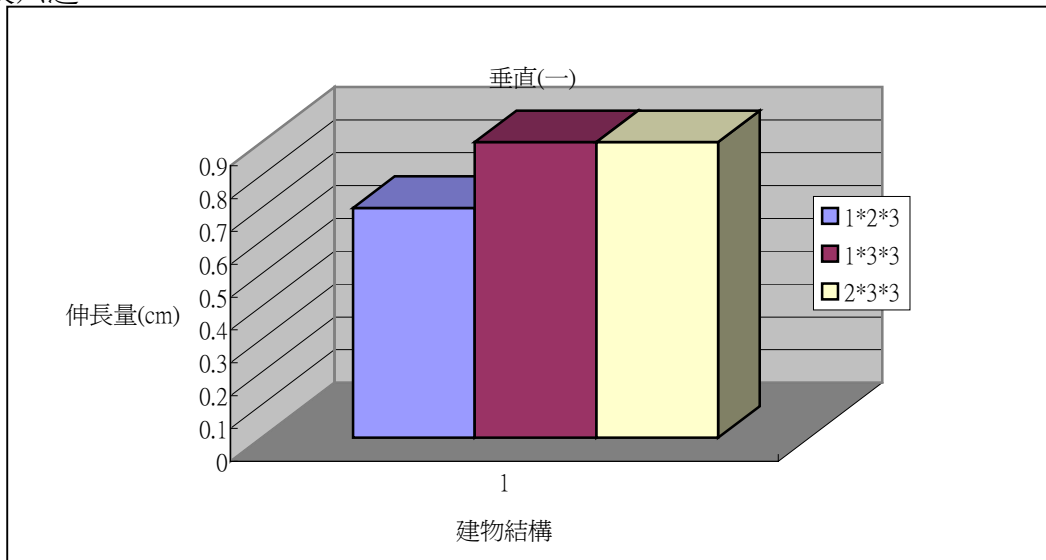
7 研究 3 之結果

垂直第一次試驗

表六之一 A

公分/結構	1*2*3	1*3*3	2*3*3
0.5	未倒	未倒	未倒
0.6	未倒	未倒	未倒
0.7	倒塌	未倒	未倒
0.8	倒塌	未倒	未倒
0.9	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌
1.1	倒塌	倒塌	倒塌
1.2	倒塌	倒塌	倒塌

表六之一 B

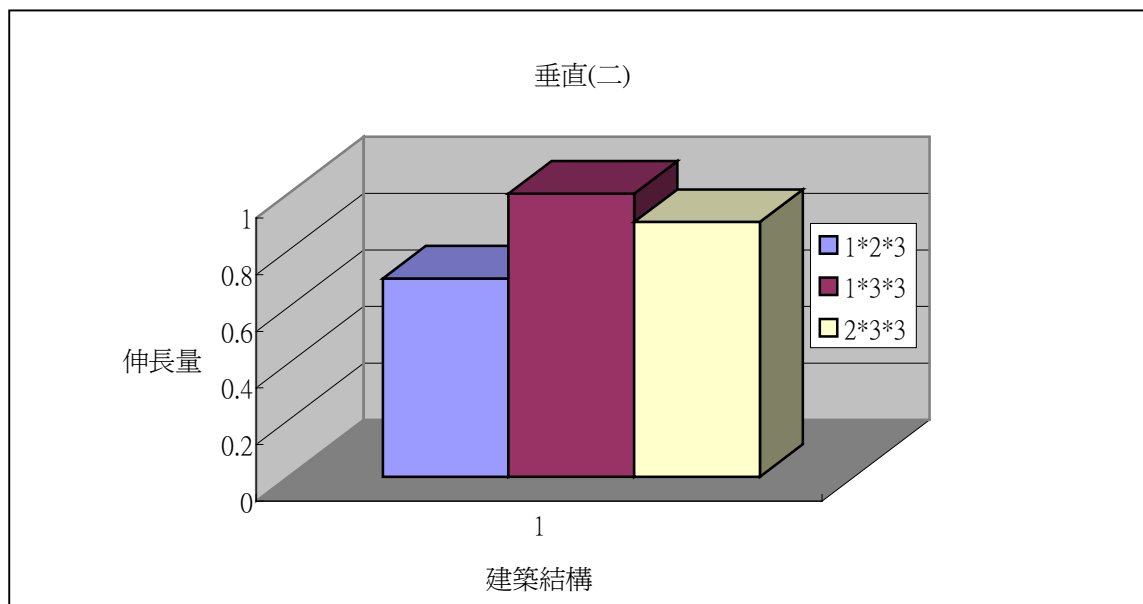


垂直第二次試驗

表六之二 A

公分/結構	1*2*3	1*3*3	2*3*3
0.5	未倒	未倒	未倒
0.6	未倒	未倒	未倒
0.7	倒塌	未倒	未倒
0.8	倒塌	未倒	未倒
0.9	倒塌	未倒	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌
1.1	倒塌	倒塌	倒塌
1.2	倒塌	倒塌	倒塌

表六之二 B

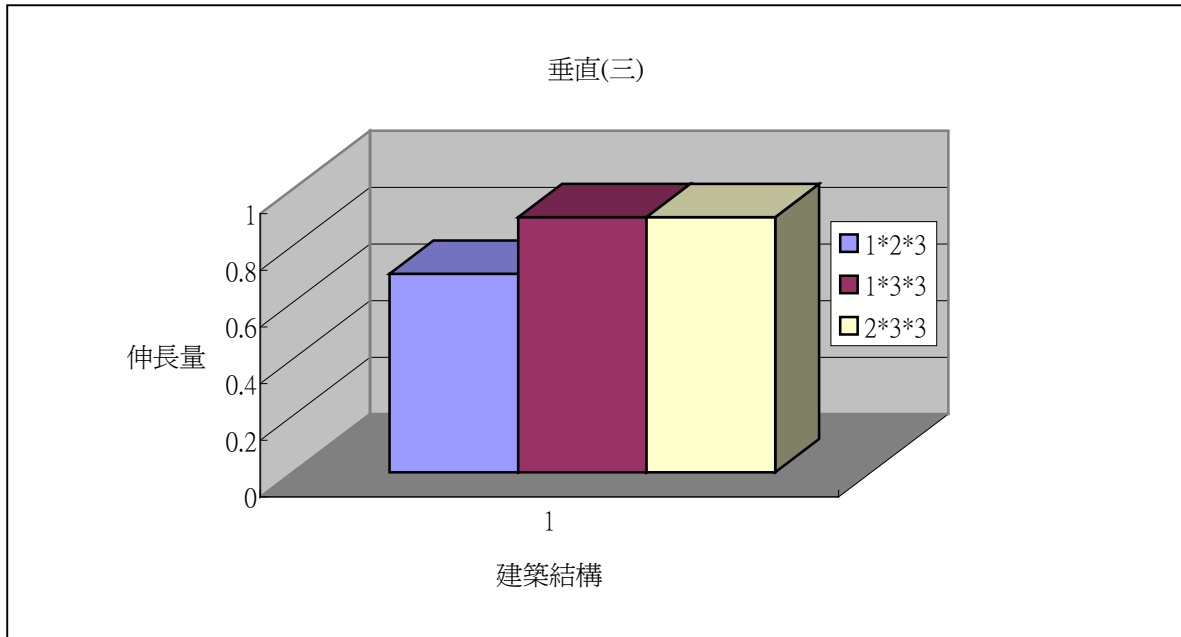


垂直第三次試驗

表六之三 A

公分/結構	1*2*3	1*3*3	2*3*3
0.5	未倒	未倒	未倒
0.6	未倒	未倒	未倒
0.7	倒塌	未倒	未倒
0.8	倒塌	未倒	未倒
0.9	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌	倒塌
1.1	倒塌	倒塌	倒塌
1.2	倒塌	倒塌	倒塌

表六之三 B



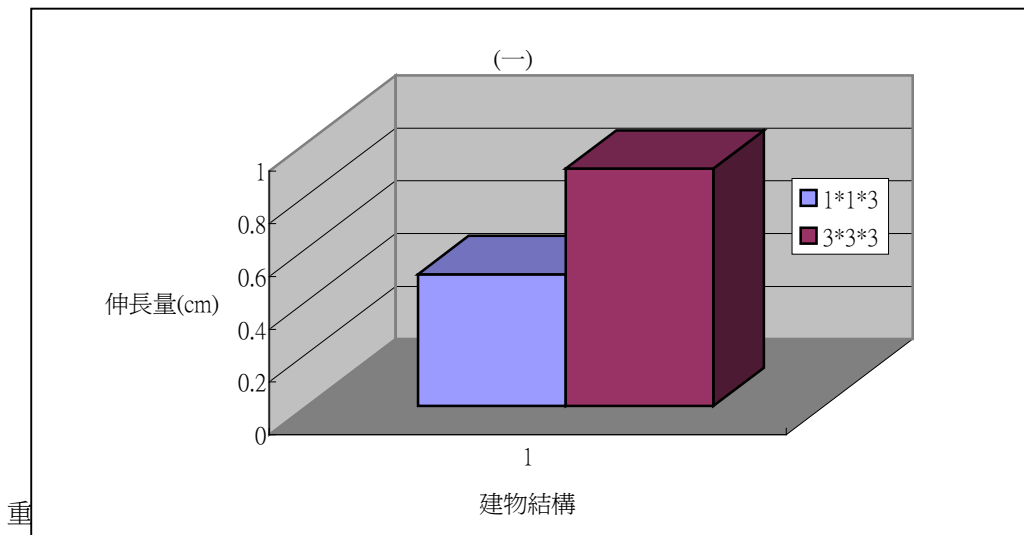
8 研究 4 之結果：

第一次試驗

表七之一 A

公分/結構	1*1*3	3*3*3
0.3	未倒	未倒
0.4	未倒	未倒
0.5	倒塌	未倒
0.6	倒塌	未倒
0.7	倒塌	未倒
0.8	倒塌	未倒
0.9	倒塌	倒塌
1.0	倒塌	倒塌

表七之一 B



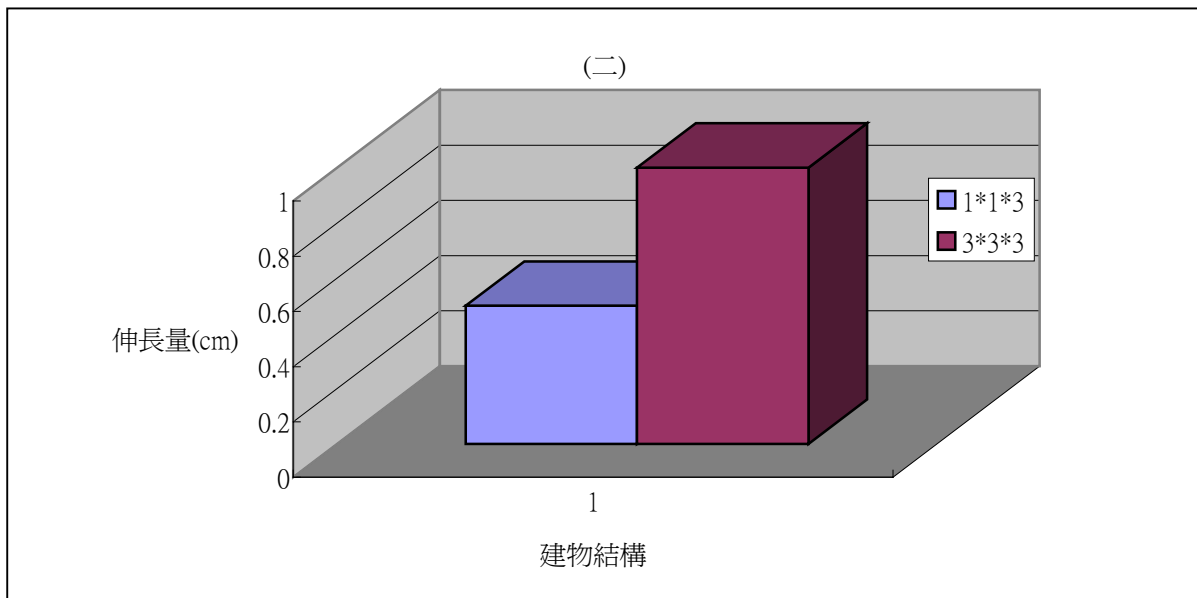
重

第二次試驗

表七之二 A

公分/結構	1*1*3	3*3*3
0.3	未倒	未倒
0.4	未倒	未倒
0.5	倒塌	未倒
0.6	倒塌	未倒
0.7	倒塌	未倒
0.8	倒塌	未倒
0.9	倒塌	未倒
1.0	倒塌	倒塌

表七之二 B

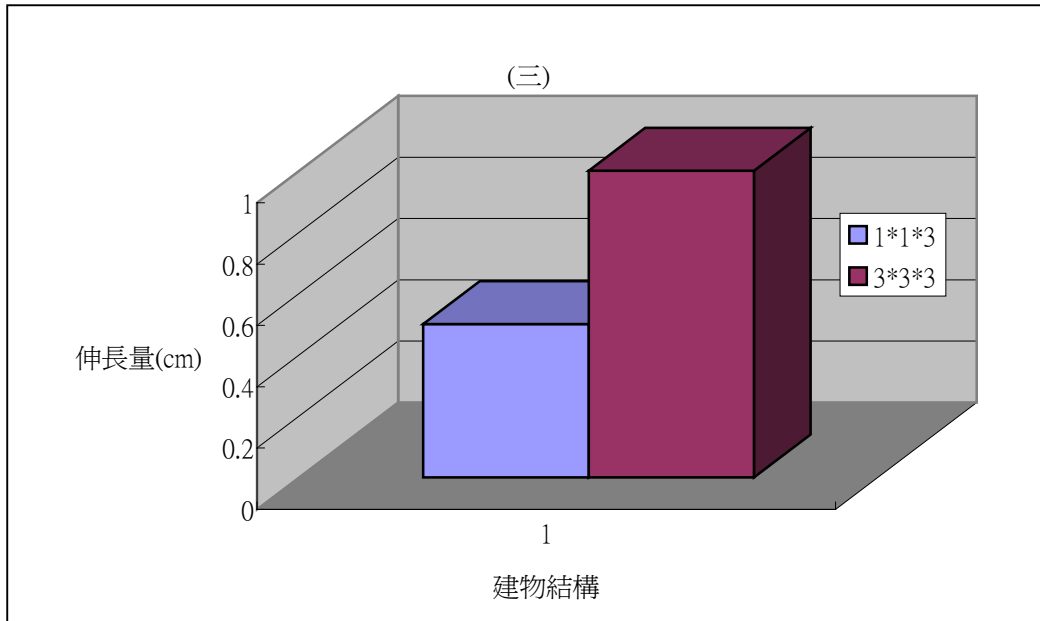


第三次試驗

表七之三 A

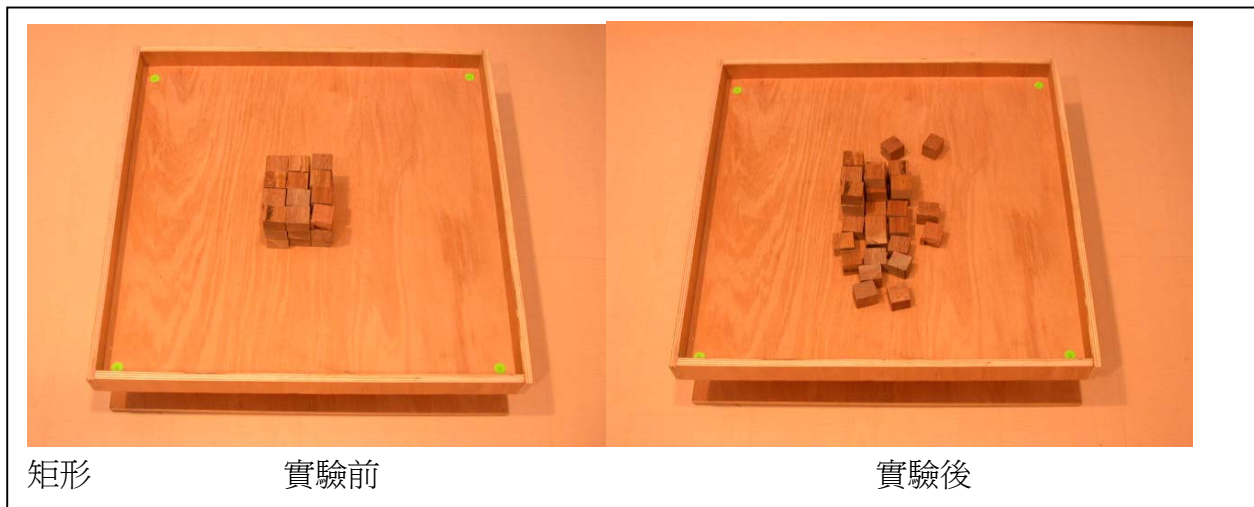
公分/結構	1*1*3	3*3*3
0.3	未倒	未倒
0.4	未倒	未倒
0.5	倒塌	未倒
0.6	倒塌	未倒
0.7	倒塌	未倒
0.8	倒塌	未倒
0.9	倒塌	未倒
1.0	倒塌	倒塌

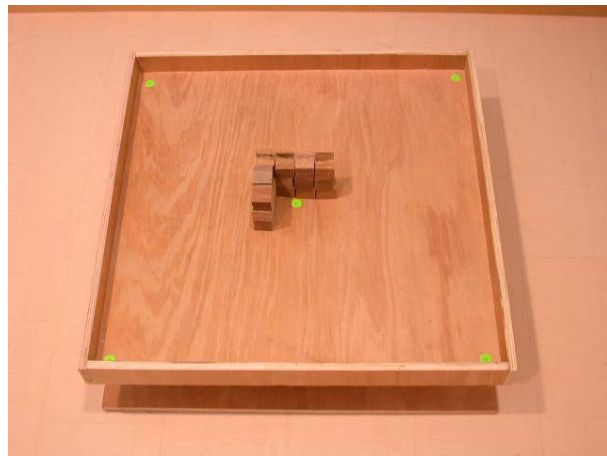
表七之三 B



四、地震對平面結構系統不良時的影響

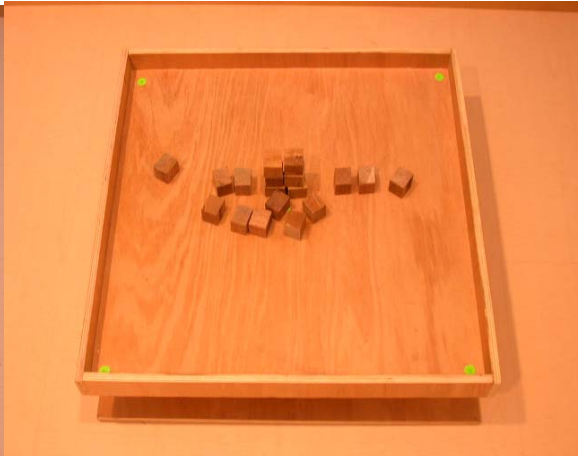
以矩形、L、口、十、H等形狀為底面，高度均為3個單位高，分別放在震動台上之E點用方法ㄉ試驗，並觀察其倒塌與不倒塌之界限及倒塌的情形。



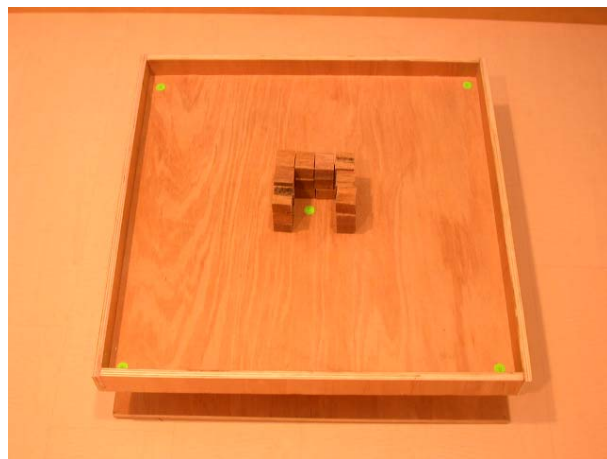


L 字型

實驗前

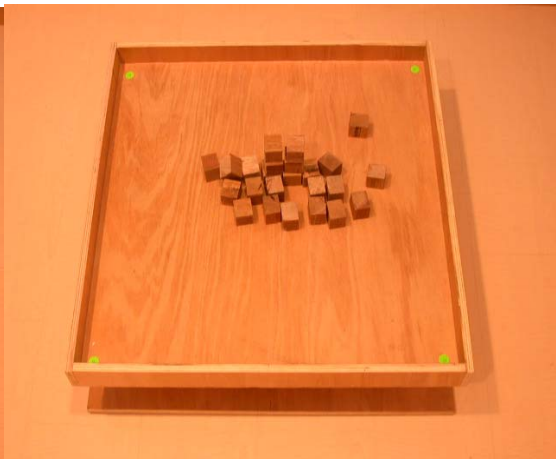


實驗後



口字型

實驗前



實驗後

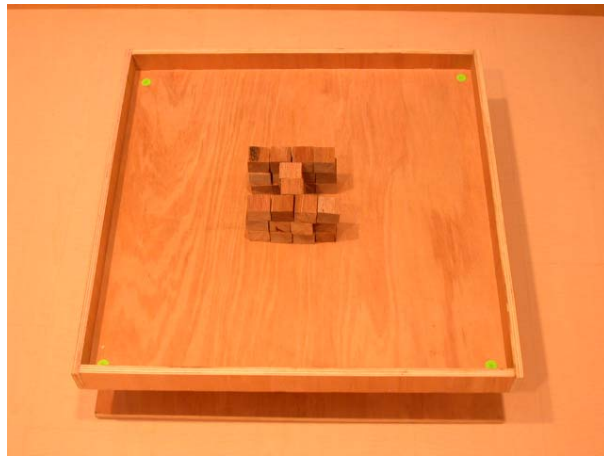


十字型

實驗前

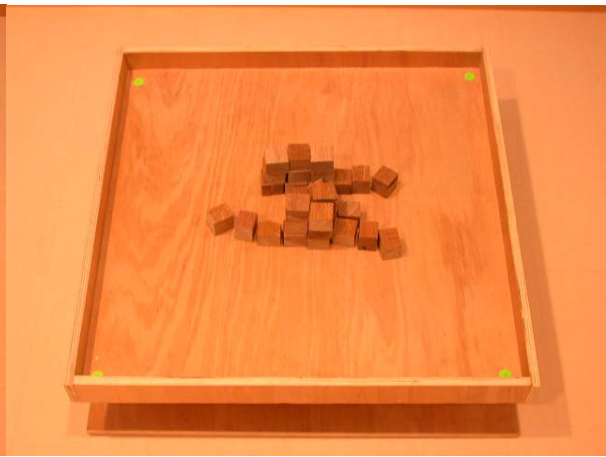


實驗後



H 字型

實驗前



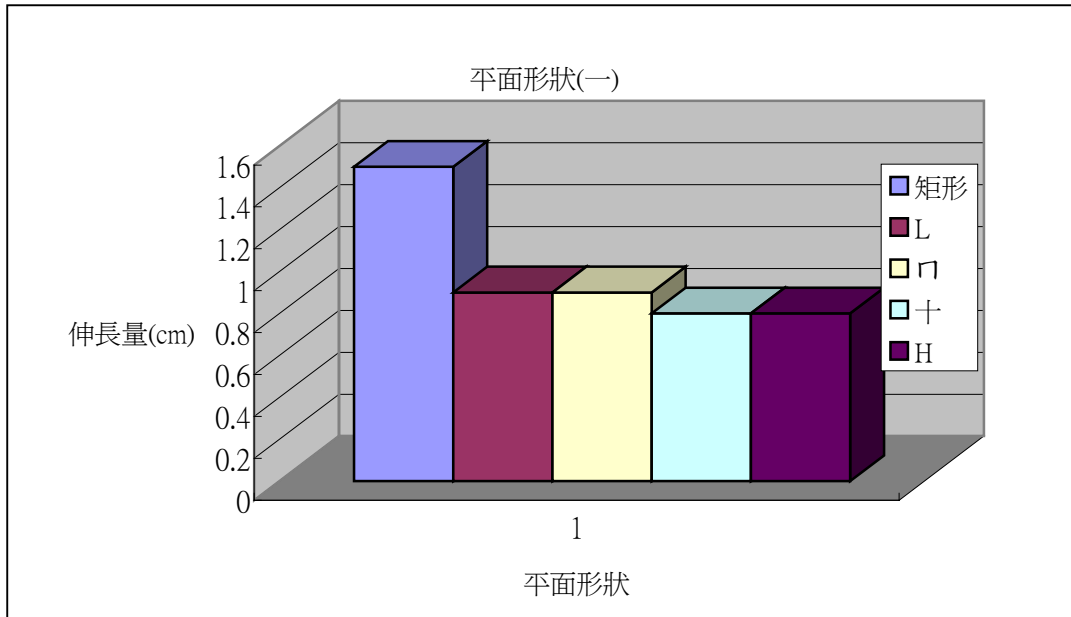
實驗後

第一次試驗

表八之一 A

公分/結構	矩形(3*4*3)	L	口	十	H
0.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.6	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.7	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.8	未倒	未倒	未倒	倒塌	倒塌
0.9	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.1	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.2	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.3	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.4	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表八之一 B

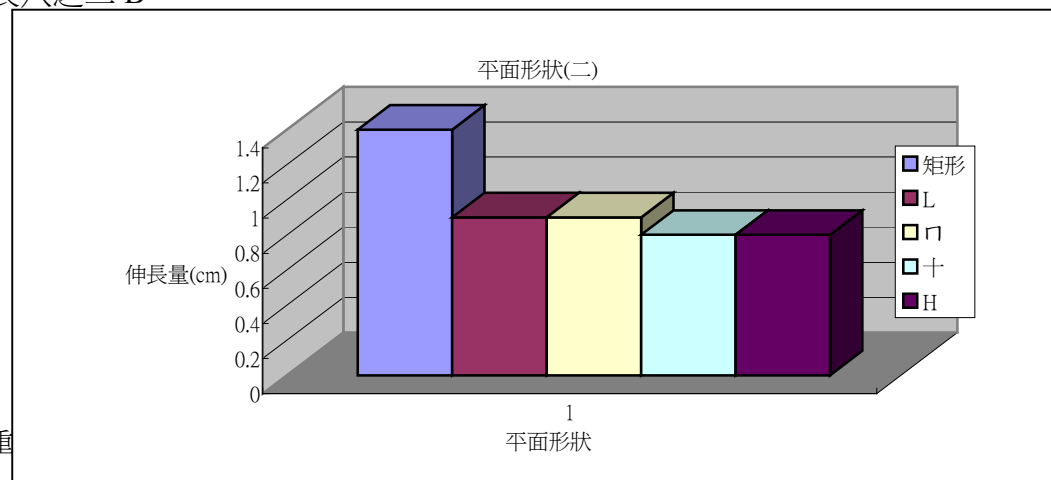


第二次試驗

表八之二 A

公分/結構	矩形(3*4*3)	L	冂	十	H
0.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.6	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.7	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.8	未倒	未倒	未倒	倒塌	倒塌
0.9	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.1	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.2	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.3	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.4	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表八之二 B



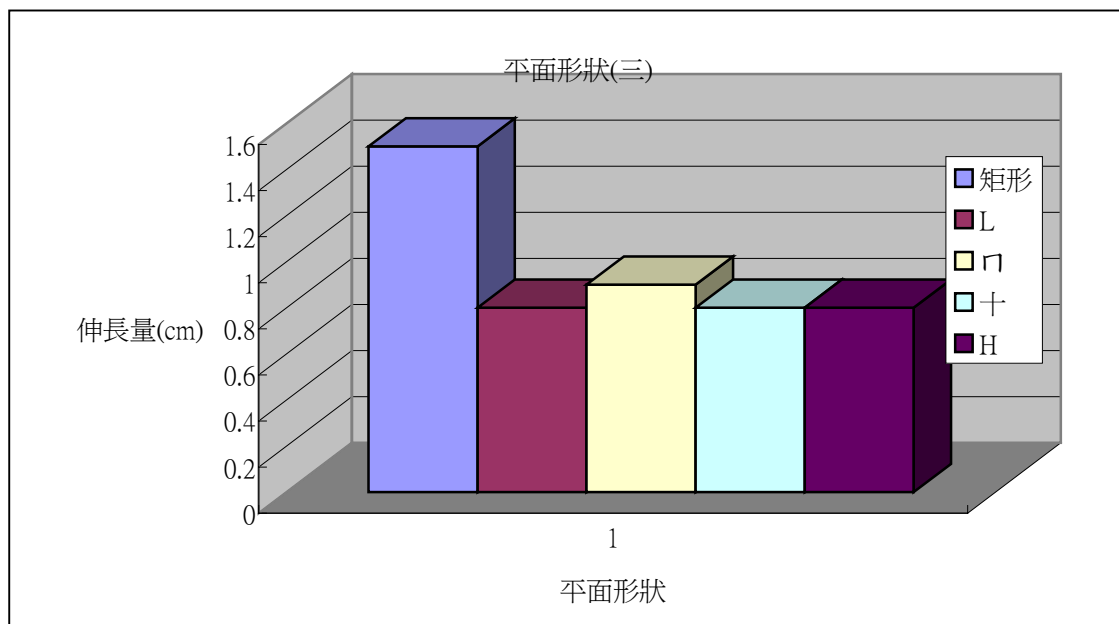
重

第三次試驗

表八之三 A

公分/結構	矩形(3*4*3)	L	∩	十	H
0.5	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.6	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.7	未倒	未倒	未倒	未倒	未倒
0.8	未倒	倒塌	未倒	倒塌	倒塌
0.9	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.0	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.1	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.2	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.3	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.4	未倒	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.5	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.6	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌
1.7	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌	倒塌

表八之三 B



伍、研究結果與討論

造成地震的原因有很多如：火山、斷層、板塊運動、邊坡滑動……等因素，而地震的震動方式有三種：水平振動、垂直振動及旋轉力，強大的地震往往會帶來災害，其中最常見的就是建築物倒塌，而使建築物倒塌的原因大致上分成四種：1.地表加速度超過規範設計值 2.結構系統不良 3.施工品質不良 4.住戶任意變更使用，在這裡只討論第一、二點，並嘗試將模擬地震對建築物壞的結果量化。

- 一、究過程(一)中六軸平台的動作其實就是它在模擬地震時的分解動作。仔細觀察動感平台的構造，發現點 A 與 1、2 軸呈一個三角形；點 B 和 3、4 呈一三角形；點 C 與 5、6 軸也是一個三角形，所以六軸平台的運作可由三角形的各種運動組合來計算。一般我們稱平台的運動方式叫自由度，自由度就是數學三維座標系統中，分別對 X、Y、Z 軸作平移動作，那就分別得到 “前後平移”、“左右平移”、與 “上下平移” 三個自由度；如果再加上分別對 X、Y、Z 軸旋轉的動作，那再增加 “搖擺”、“俯仰” 及 “扭轉” 三個自由度就共有六個自由度，而六軸平台的六個軸相互協調而作出這六個動作達到模擬的效果。但如果這六支軸沒有相互協調的話將會使整個平台瓦解。
- 二、研究過程(二)中以 ω 來模擬真實地震中的水平振動， ω 模擬垂直振動而 θ 則是旋轉。不管是哪一種振動方式，都會使建物結構搖擺，就像是手指撥動琴弦時的震動，若地表的震動與建物結構的搖動一樣則建物結構會搖的更厲害。但有時建物結構只有搖動並沒有倒塌，有時建物結構則不搖動而直接倒塌，可斷定地震對於建築物的搖動及倒塌與建築物本身的彈性有關。
 - 1 方法 ω 的震動方式對於 A、B、C、D、E 五點的影響並沒有多大的差別 A、B、C、D、E 五點均是水平移動。當建物結構尚未倒下時，建物會略往前後移動或是整個傾斜，當建物結構倒下時，倒塌的方向大多是往 AC 或 BD 的方向倒下。
 - 2 方法 ω 的震動方式是以一條過 E 點且與 AC、BD 平行的線為中心而 AC、BD 輪流上下起伏移動(有一點像是蹺蹺板)，對於 A、B、C、D、E 五點中 E 點所受之影響為最小，且 E 點的震度也最小。震動時若建築物未倒塌，結構方塊間的距離會越來越遠使建物結構整體扭曲變形，而建物結構倒塌並沒有一定的方向。
 - 3 方法 θ 的震動方式則是以 E 點為中心，A、B、C、D 四點畫弧旋轉移動，對於 A、B、C、D、E 五點中 E 點所受之影響為最小，且 E 點的震度也最小。震動時建物結構還沒有倒塌時，建物會稍微扭動，而建物結構倒塌的方向大多是往 CD 及 BD 的方向倒塌。
- 三、研究過程(三)中振動的過程中垂直 BD(也就是與移動方向平行)對於相同的震動方式所帶來的影響較平行 BD 小，振動時建築方塊會互相碰撞而對彼此產生互相支撐的力量，這些支撐的力量也會使建物結構搖擺，當建物結構搖動的力量大於支撐的力量時(也就是地表加速度超過設計規範)建築物就會倒塌，所以說，與移動方向平行越多排所受的支撐力量越大地震對之影響也越小越不易倒塌而這些支撐的力量可吸收地震帶來的能量(但不是全部)

四、研究過程(四)平面形狀有矩形、L字型、U字型、十字型及H字型。而平面形狀為L字型、U字型、十字型及H字型等不規則形狀倒塌時會往缺口的方向垮下，且振動後平面形狀會造成嚴重的扭曲變形，而沒有缺口的矩形倒塌時會從四邊倒下，若力量夠強則會往一方傾斜倒下。

陸、結論與應用

- 一、六軸平台可用三角形的幾何原理及數學上的三維座標系統來做出水平平移、垂直平移、上下平移、搖擺、俯仰及扭轉等動作，而在六軸動感平台的設計上需考慮到它的運動最大限度以及這六個軸是否能支撐板子的重量或者是能夠彼此協調，否則六軸動感平台不但不能模擬所要的動作而且還會整個瓦解。
- 二、利用六軸平台模擬地震比利用震動台模擬地震還來的逼真，且在六軸動感平台上放置建物結構並將之與電腦連接可以更精準的觀察地震對建築結構的影響及壞程度。
- 三、地面上或是地下建築會因地震引發的地面擺動而搖動，若建築物本身沒有什麼彈性則建築物就會直接斷裂而倒塌，有彈性的建築物在地震時會把地震施加的能量轉移而產生搖擺而不會倒塌。
- 四、建築結構方塊與方塊之間的空隙可以吸收地震帶來一部份的能量以減少地震對建築物的破壞，不同的建物結構對於地震能量吸收程度的不同進而震動搖擺的程度也不一樣，則其之地表加速度設計規範也不一樣，當建築結構方塊之間的空隙所能吸收的能量越多則就不容易倒塌。
- 五、綜合以上二、三兩點發現，在建築物耐振的設計需考慮將地震施加在建築物上的能量給抵消、吸收或是轉移，而能達到這個效果的建築物就是韌性，也就是使材質彎曲、扭轉、伸展或是壓縮而不會斷裂受到破壞，這就像是腳踏車上的避振器一樣。
- 六、在現代的建築物中往往會因為造型、採光的需求之故常設計為不規則的形狀，但規則性建物較不規則形還要來的不易受損而且不規則的平面形狀再地震時很容易扭曲，所以在設計中盡量載用規則、簡單、對稱之平面形狀。

柒、參考文獻

1. 皇冠出版 大地怒吼—火山的故事
2. 陳育毅、黃德成邊著 計算機概論
3. 牛頓出版 地震大解剖
4. 牛頓出版 地震大怪獸
5. 圖文出版社 火山和地震
6. 集集大震結構物破壞模式研討會
7. 牛頓出版 牛頓雜誌 225 期-金色的地層
8. 牛頓出版 牛頓雜誌 229 期東海南海地震