

# 飛毛腿飛彈威力之聯想，探索地震模擬地震

## 初小組地球科學科第一名

台中縣立泰安國民小學

作者：陳慧伶、洪振璋  
張毓軒、范惠茹  
指導教師：鄭薔薔、張翠華

### 一、研究動機

根據研究三，四級地震能產生 6 0 0 公噸的黃色炸藥，相當於一顆小型原子彈的威力，而台灣地處最活躍環太平洋地震帶上，且人口密集，一旦發生地震災害損失必定慘重，所以身居在台灣這塊不定時炸彈威脅下的成員，都應該正視這種潛在的問題。

### 二、研究目的

- (一)搜集資料瞭解地震，地震帶。
- (二)設計簡單的震動台模擬地震，以積木為建築物，探討地震對建築物高低，基座寬窄、地基深淺，地質不同，建物結構及砌磚排列的影響。

### 三、研究設備器材

書籍雜誌，自行設計之震動台。

### 四、研究過程

△搜集資料部份：

- (1)研究方法：從書籍雜誌中整理分析。
- (2)研究結果：紀錄在〔五、討論、結論〕項。

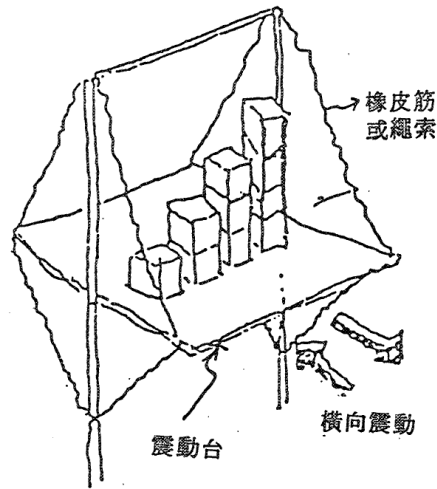
△實驗研究部份：

〔試驗一〕建築物高低受地震影響

(一)實驗方法

- 1.將積木 4 公分× 4 公分× 4 公分； 4 公分× 4 公分× 8 公分； 4 公分× 4 公分× 1 2 公分； 4 公分× 4 公分× 1 6 公分各一個按順序排在震動台上。

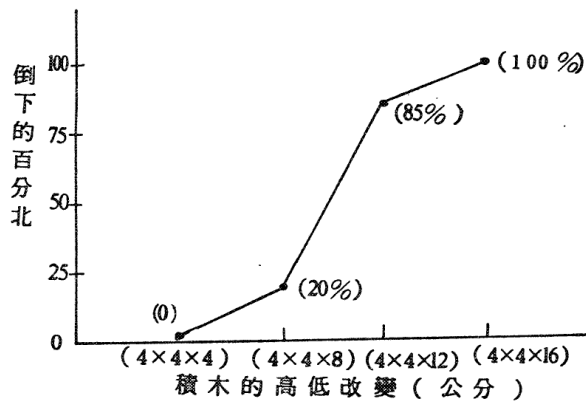
- 將積木台拉動使之震動。(拉動 20 次)
- 實驗 20 次，並紀錄倒下與未倒下的次數。
- 設計如圖：



(二) 實驗紀錄：

長×寬×高	次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	倒下 次數	倒下 百分比	
4×4×4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
4×4×8		0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	x	0	4	20%	
4×4×12		x	0	0	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17	85%	
4×4×16		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	100%	

(三) 曲線圖：



(四) 實驗結果：

- 高的積木 (4 公分×4 公分×16 公分) 最容易倒，百分比達 100%，而低的積木 (4 公分×4 公分×4 公分) 最不易倒，20 次中沒倒一次。

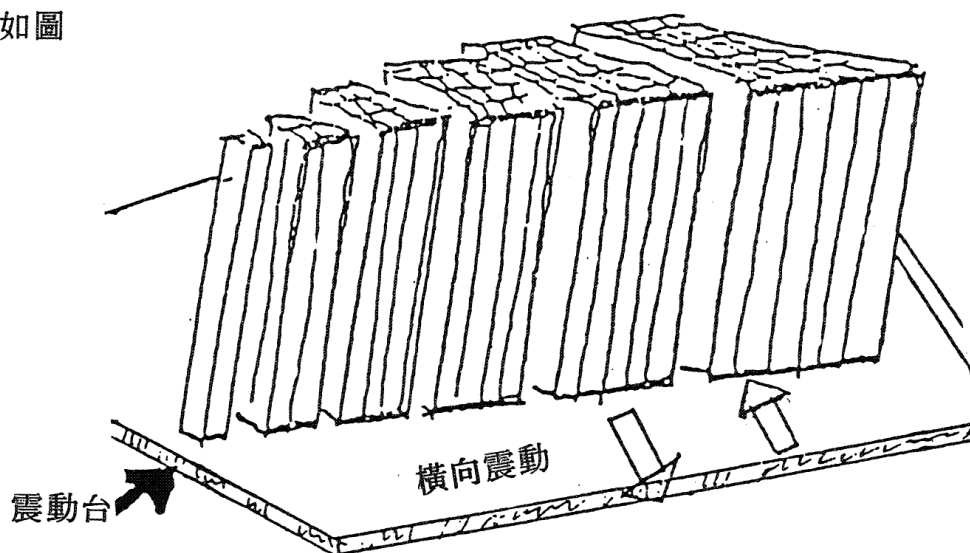
2.樓房的高度愈高愈容易倒下，愈低愈不容易倒下。

3.由此可見，高樓和一樓比較，一樓較不易倒下。

〔試驗二〕樓房寬度受地震的影響

(一)實驗方法

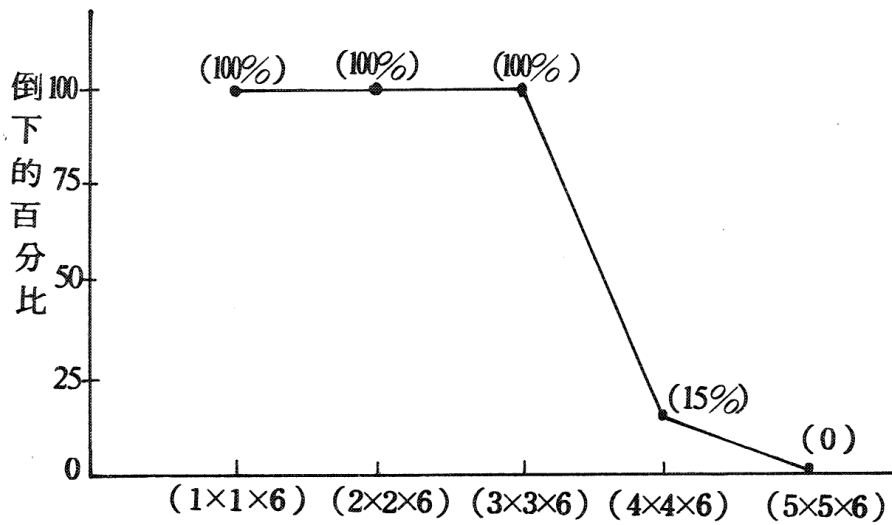
- 1.將塑膠積木分別用膠帶黏成長、寬 1 公分× 1 公分； 2 公分× 2 公分； 3 公分× 3 公分； 4 公分× 4 公分； 5 公分× 5 公分； 6 公分× 6 公分，高都是 6 公分的長方體各一個。
- 2.將塑膠長方體分別放在震動台上。
- 3.將震動台拉動 20 次使之震動。
- 4.實驗 20 次並紀錄倒下與未倒下的次數
- 5.設計如圖



(二)實驗紀錄：

長×寬×高	次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	倒下 次數	倒下 百分比
1×1×6		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	100%
2×2×6		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	100%
3×3×6		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	100%
4×4×6		0	0	0	0	0	0	0	0	x	0	0	0	x	0	0	0	0	x	0	0	3	15%
5×5×6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6×6×6		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ㄟ 曲線圖：



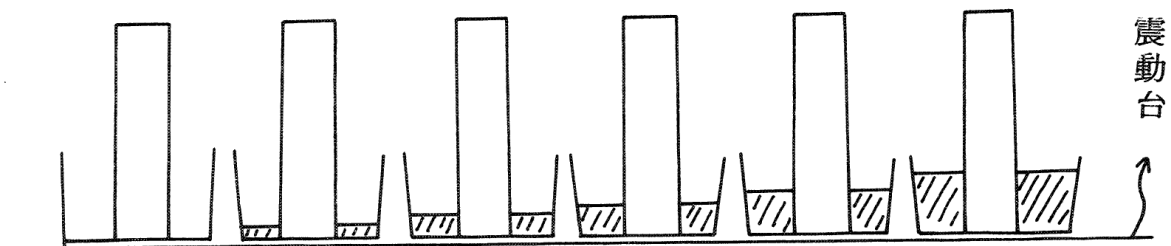
ㄨ 實驗結果：

1. 積木都是 6 公分高時，底面積長×寬是 6 公分× 6 公分及 5 公分× 5 公分時都不會倒下，而底面積是 1 公分× 1 公分； 2 公分× 2 公分； 3 公分× 3 公分時倒下的次數 1 0 0 %
2. 看起來地基不寬而較高的房子易傾倒。

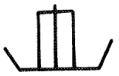
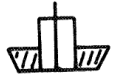
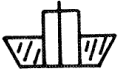



〔試驗三〕地基深淺受地震的影響

ㄟ 實驗方法

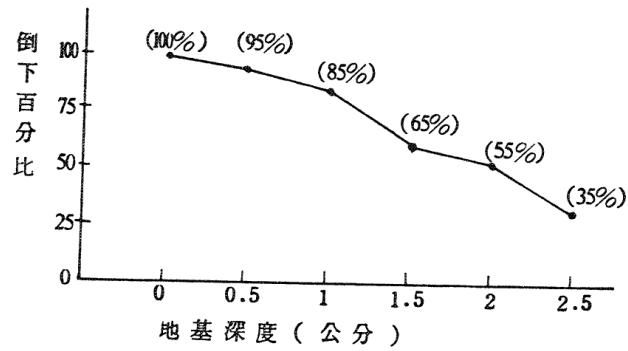
1. 將塑膠容器裡分別裝不同高度的泥沙，分別是 0 公分， 0.5 公分， 1 公分， 1.5 公分， 2 公分， 2.5 公分的高度。
2. 容器中分別放置一個 4 公分× 4 公分× 16 公分的積木一支。
3. 將前者放在震動台上，拉動 20 次使之震動。
4. 實驗二十次並紀錄之。
5. 設計如圖：



(二)實驗紀錄：

次別 地基深度(公分)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	倒下 次數	倒 下 百分比	
0 公分 	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	20	100%
0.5公分 	x	x	x	x	x	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	19	95%
1 公分 	x	x	x	x	x	0	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	17	85%
1.5公分 	x	0	x	x	x	0	0	0	0	0	x	x	0	x	x	x	x	x	x	x	x	13	65%
2 公分 	x	0	x	x	x	0	0	0	0	0	x	x	0	0	x	x	x	x	0	x	11	55%	
2.5公分 	0	0	0	x	x	0	0	0	0	0	x	x	0	0	x	x	x	x	0	0	7	35%	

㊦ 曲線圖：



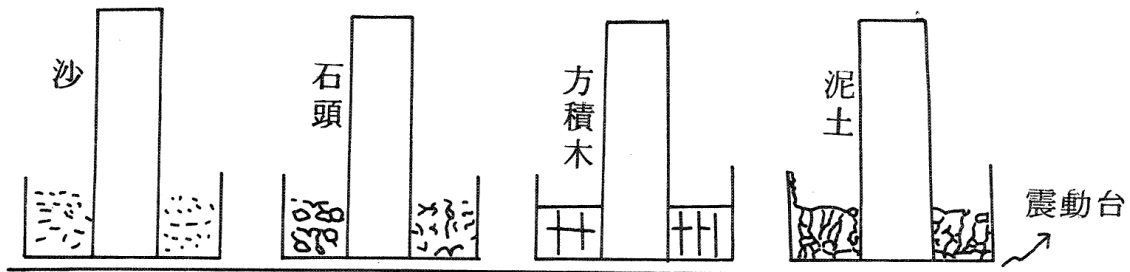
㊦ 實驗結果：

1. 地基深度 2.5 公分時倒下百分比 35%，地基深度 0 公分時倒下百分比 100%。
2. 可見得，地基愈深愈不易倒下，地基愈淺愈容易震倒。

〔試驗四〕地質不同受地震的影響。

㊦ 實驗方法：

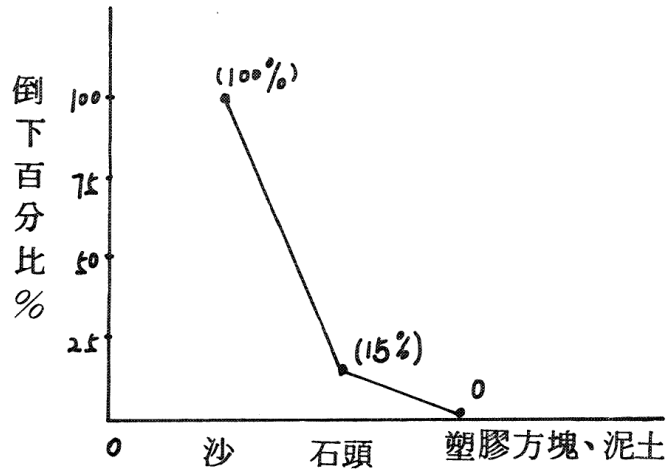
1. 將 4 公分 × 4 公分 × 6 公分積木直立分別放在塑膠盒中。
2. 分別將沙、石頭、塑膠小方塊（1 公分 × 1 公分 × 1 公分）、泥土等，四種假設地質放入塑膠盒中達相當高度（2 公分）。
3. 將前 4 種設計放在震動台上試驗 20 次。
4. 設計如圖：



㊦ 實驗紀錄：

地質不同	次數	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	倒下次數	倒下百分比	
	沙	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
石頭	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	x	x	x	0	0	0	0	0	0	0	0	3	15%
塑膠方塊	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
泥土	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(三)曲線圖：



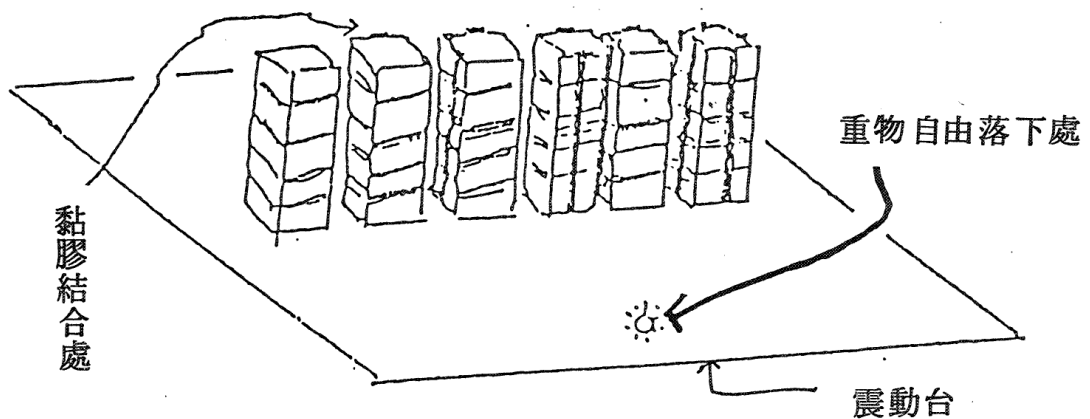
(四)實驗結果

1. 沙子地基較軟，倒下百分比 100%，塑膠方塊、泥土地質較硬，積木都不會倒下。
2. 石頭很硬，應不易使積木倒下，但是小容器中試驗起來不易實在，故較鬆散。

[試驗五] 建物結構不同受地震的影響。

(一)實驗方法：

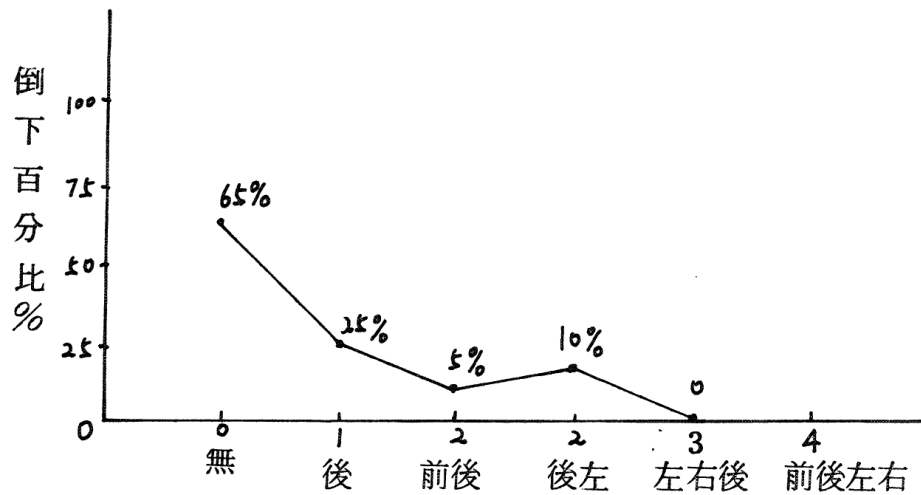
1. 將長、寬、高 4 公分的正方體積木 30 個，五個一組分成六組。
2. 每五個積木往上堆成高樓狀，第一組只堆積木不用膠帶黏；第二組背後一處用膠帶黏結；第三組前後用膠帶黏結；第四組後側、左側兩處用膠帶黏結；第五組後側及左、右兩側用膠帶黏結，第六組前後左右都用膠帶黏結。
3. 挪成一行放在震動台上，基礎黏結固定。
4. 將重物自由落下，使震動台震動看那幾組先散落，並做 20 次紀錄之。
5. 設計圖如下：



(二) 實驗紀錄

次別 接黏處 不同	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	倒下 次數	倒下 百分比
	全無黏結	x	x	x	0	x	x	0	x	x	x	x	0	0	0	x	x	x	x	0		
黏結後側	0	0	0	0	0	x	0	0	x	x	0	0	0	0	0	0	0	x	x	0	5	25%
黏結前後	0	0	0	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5%
黏結後左 二處	0	0	x	0	0	x	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	10%
黏結後左 右三處	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
黏結前後 左右	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

(三) 曲線圖：



四 實驗結果：

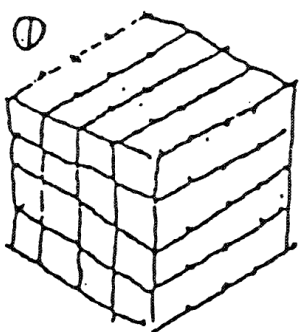
1. 沒有黏結，或黏結處少者較易倒下。沒黏結那一組倒下百分比達 65 %；而黏結三處，四處者都未鬆散倒下。
2. 由以上結果推想：如果建物結構鬆散不嚴密，則地震時，可能較易傾倒龜裂。



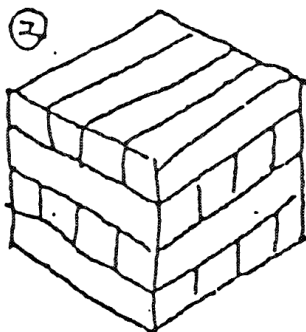
〔試驗六〕砌磚情形受地震的影響。

(一)實驗方法

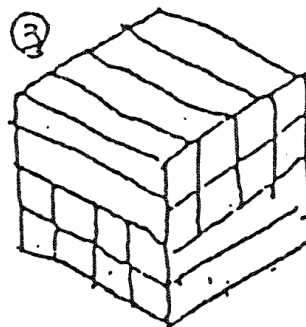
- 1.將 1 公分× 1 公分× 4 公分的塑膠積木排成如圖三種型式。
- 2.將三種排列法，橫列在震動台上。
- 3.如“試驗五”設計，使震動台震動，並試驗二十次紀錄之。



全部橫列平行排



一行橫一行  
縱交錯排

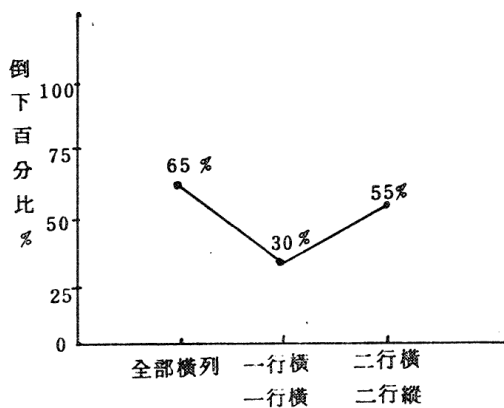


二行橫二行  
縱交錯排

(二)實驗紀錄：

次別 砌磚情形	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	倒下 次數	倒下 百分比
全部橫列	○	○	×	×	×	×	×	×	×	×	○	○	○	○	×	○	×	×	×	×	13	65%
一行橫一 行縱交錯	○	×	○	○	×	×	○	○	×	○	○	○	○	○	×	×	○	○	○	○	6	30%
二行橫二 行縱交錯	×	○	○	×	×	×	○	×	○	○	○	×	○	○	○	×	×	×	×	×	11	55%

(三)曲線圖



#### 四、實驗結果

平行排列的磚倒下的百分比達 65%，其次是二行橫二行縱交錯的排列磚倒下率達 55%，最不易倒的磚是一行橫一行縱交錯的磚傾倒比率 30%。

### 五、討論與結論

(一)根據書籍資料整理顯示：

- 1.地球表面是由十幾塊原約一百一十公里的板塊構成板塊由於一股神秘力量的推動，終於滑移震動或不支破碎，就是地震的原動力。
- 2.地震依震度不同，可分為火山爆發引起的火山地震，地層下陷引起的陷落地震及地殼岩層斷裂引起的斷層地震。斷層地震的震動區域最大，震動最強烈危害也最嚴重。
- 3.地球內部發生地震的源頭叫震源，地面上距離震源最近的一點叫做震央，震央在地呈帶狀分布叫地震帶。主要的地震帶有環太平洋地震帶，地中海地震帶，90%的地震發生在這兩個地震帶上，台灣正好在這環太平洋地震帶上，所以我們要特別關心這個問題。
- 4.震源放出的能量以縱波和橫波向外輻射，縱以每秒五公里的速度推進，把岩石往前推，橫波以每秒三公里的速度推進，使岩石與其成直角移動，這兩種波在地表前進造成複雜的表面波，就是我們感覺到的地震。

(二)人們對於地震何時來襲並不能準確預測，所以我們對於建築物的耐震要格外重視，我們採六個試驗，以積木組合假設成建築物，以自製的震動台模擬地震的情形來實驗、觀察、討論、推理地震對建築物的影響而作成結論，請參考前述各項試驗之結果。

(三)綜合前面六種假設與實驗，我們不難發現，為了防止地震對建築物的破壞，對建物耐震措施的研究是極必要的，又為了經濟效益，在安全與經濟兩條件之下，精確的計算與設計更不能忽視，台灣位在環太平洋地震帶上，地震頻繁，地震既無法預測，帶來或多或少的災難似必難免，為了減少生命財產的損失，除了多關心地震的資訊外，對於建物的耐震也應格外重視，除了根據政府有關的建築法規去建築外，更應該集合智慧之士研究創造新的「制震施工法」保障建築物，更進一步免除人類生活的恐懼與災難。

## 六、參考資料

- (一)火山與地震 (圖文出版社) (二)小牛頓 (少年地理百科) (牛頓公司)  
(三)中華兒童百科全書 (1167-1168地震) (四)火山與地震 (教育資料館)  
(五)第21屆中小學科展優勝作品專輯 (239-252) (六)今日兒童第746期 (今日兒童雜誌社)

## 評語

使用簡單的實驗讓初小程度的學生了解地震對各種不同構造物的破壞原理非常可取。如果實驗過程對使震動台震動的推力，能加以固定的控制，並引入振動快慢（頻率）的觀念則更理想。