

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

081517

砌牆高手～探討各種不同因素對砌磚穩固性的
影響

學校名稱： 高雄市三民區愛國國民小學

作者： 小五 謝富丞 小五 黃旭寬 小五 陳淇鈺 小五 林亭均 小五 謝翰哲 小五 許均瑜	指導老師： 曹秀美、 陳建良
---	-------------------

關 鍵 詞：砌磚、積木、力

砌牆高手～探討各種不同因素對砌磚穩固性的影響

摘 要

有一天在回家的路上看到工人在砌牆蓋樓房，工人砌磚的方式很特別，並沒有整齊的排列，而是交錯以階梯形的排法疊上去的，讓我感到很好奇，而在五上的自然課程裡，也曾經討論到力的作用，學過如何測量力的大小，因此，進行實驗探討獲得的結論如下：

- 一、在疊砌磚牆時須有規則的疊砌，磚塊與磚塊間須交錯排列，利用上方磚頭的重量去固定下方的磚頭，將自身載重與其他外來力量均勻分佈，使牆面穩固，才不至於力量集中在某一點上，而造成破壞。
- 二、牆面受到水平方向的施力對牆面穩固性破壞力較小，較不易使牆面倒塌；但受到斜角或垂直方向的施力對牆面穩固性破壞力較大，較容易使牆面倒塌。
- 三、磚塊的長度與寬度都會影響牆面的穩固性，長度越長或寬度越寬，都能使牆面的穩固性越佳；而磚塊的厚度較不影響牆面的穩固性。
- 四、磚牆底面積的大小是影響牆面穩固性的重要因素，底面積越大(如越長或越寬)，牆面的穩固性越佳。
- 五、磚牆的疊砌，一定要兩兩交錯重疊，即所謂交丁，其中以 1/2 交丁方式最能承受力量，能使牆面穩固性越佳。
- 六、牆面需要承受較大載重時，可使用丁式砌法或豎砌；而只是隔間用的分隔牆(即所謂非承重牆)，採用一般的順式砌法即可。

壹、研究動機

有一天，在回家的路上看到工人在砌牆蓋樓房，工人砌磚的方式很特別，並沒有整齊的排列，而是交錯擺放，以階梯形的排法疊上去的，讓我感到很好奇，因此，我想要更進一步的了解為何要如此疊砌磚牆。恰巧，在五上的自然課程裡，老師也曾經與我們討論到力的作用(五上康軒版-力與運動)，在課堂上也學過如何測量力的大小，所以，在好奇心的驅使下找了幾位同學，開始進行這個研究。

貳、研究目的

- 一、了解砌磚的基本方法與原理。
- 二、探討不同施力的方向對砌磚穩固性的影響。
- 三、探討各種不同大小的磚塊對砌磚穩固性的影響。
- 四、探討不同砌磚方式對砌磚穩固性的影響。
- 五、培養科學研究的精神與態度。



參、研究設備或器材

自製擺動平台、自製各種不同尺寸積木、彈簧秤、切斷機、電鋸、數位相機。

肆、研究過程或方式

研究一、了解砌磚的基本方法與原理。

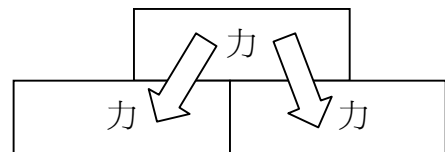
從資料的蒐集與討論中，我們了解到砌磚的基本方法與原理，並整理幾個砌磚知識的專有名詞，內容如下：

(一) 疊砌磚牆的方法：

1. 磚塊砌築前，應充分浸水或淋濕，以防砌築時磚塊快速吸乾水泥漿內的水份，而妨礙水泥砂漿的硬化，致使砂漿未能黏著磚塊。
2. 疊砌磚塊主要有八個步驟：摔漿、撥漿、刮漿、砌頭、置磚、推擠、敲平、刮縫。
3. 疊砌磚塊時，上下兩皮之豎縫必須錯開，不能在同一直線上，上下兩皮磚塊之接合縫，至少要有四分之一磚塊長度的交接。
4. 砌磚時各接觸面應塗滿水泥漿，以無空隙為標準，每塊磚要敲平擠緊。磚與磚的縫隙不得超過 15 公厘或小於 8 公厘，並且應該上下左右一致。
5. 砌磚時整個牆面應同時並進，每日所砌高度不得超過 1.5 公尺，收工時若未能砌至相同高度，須砌成階梯形，並將露出於接縫之灰漿在未凝固前刮去。
6. 砌磚時牆身務必鉛垂且磚縫須力求平直及交丁破縫，並隨時用水線、鉛垂及水平尺校正，當牆面發現不平直時，必須拆除重砌。

(二) 磚塊疊砌原理：

水泥工在砌牆時，把磚頭左一塊右一塊交錯著往上砌，是因為當磚牆承受重量的時候，磚縫(用沙漿粘接的地方)是最薄弱的環節，它總是及磚塊那樣牢固。假如磚頭不交錯而一塊接一塊地疊上去，磚縫將會連成一條直線，會把整個牆面的壓力都集中到最薄弱的磚縫上，使得斷面的面積加大，會讓磚與磚之間容易發生裂痕，於是，很容易使牆受到破壞。如果磚塊交錯地砌上去，把上下的磚縫錯開，就能保證磚牆有均勻的強度，並且使磚塊與磚塊互相搭接起來，牆面所受到的壓力，可以分散開來，讓每塊磚塊一起來承擔。這樣，磚牆就牢固了。



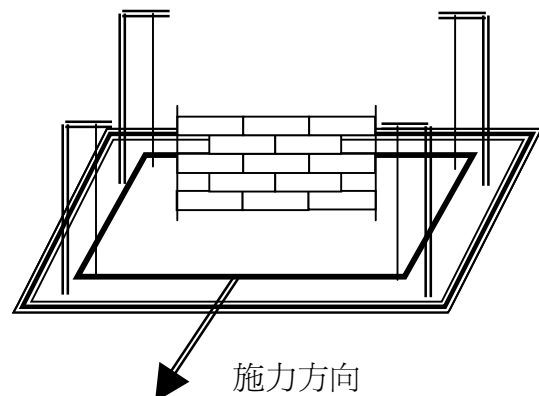
(三) 名詞釋義：

1. 一皮：砌磚時，每砌一層稱為一皮。
2. 交丁：砌磚時為了增加強度，上下兩皮間之豎縫不能成一直線，至少應錯開 1/4 磚長，俗稱交丁。
3. 順式砌法：砌磚完成時，露出面為磚塊平放時之長面〔23 公分 × 6 公分〕者，稱為順式砌法。
4. 丁式砌法：砌磚完成時，露出面為磚塊平放時之短面〔11 公分 × 6 公分〕者，稱為丁式砌法。
5. 豎砌：砌磚時，將磚塊以長邊面著地而豎起之砌法。一皮高為 11 公分。
6. 立砌：砌磚時，將磚塊以短邊面著地而立起之砌法。一皮高為 23 公分。
7. 1B 磚牆：牆之厚度為磚平放時之長邊〔23 公分〕者稱為 1B 磚牆，為最小承重牆之尺寸，多用於外牆。
8. 1/2B 磚牆：牆之厚度為磚平放時之短邊〔11 公分〕者稱為 1/2B 磚牆，適於非承重隔間牆。
9. 承重牆：承受載重、風力、及地震等外力的牆。
10. 非承重牆：只承受自身重量及自身所引起之地震力之分隔牆。

(四) 實驗器材準備：

我們先測量了一般的紅磚塊，標準尺寸為 230 mm×110 mm×60 mm，以此為依據，討論訂出實際操作的積木標準尺寸為 8cm×4cm×1.8cm。

自製擺動平台器材的設計如右圖：



研究二、探討不同的施力方向對砌磚穩固性的影響。

根據大家的討論，首先探討施力方向對磚牆的影響，使用的積木器材、排法及注意事項如下：

1. 採用基本組積木：長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm
2. 以順式砌法，採 1/2 交丁方式堆疊，疊砌面積：長 60cm、高 8 層

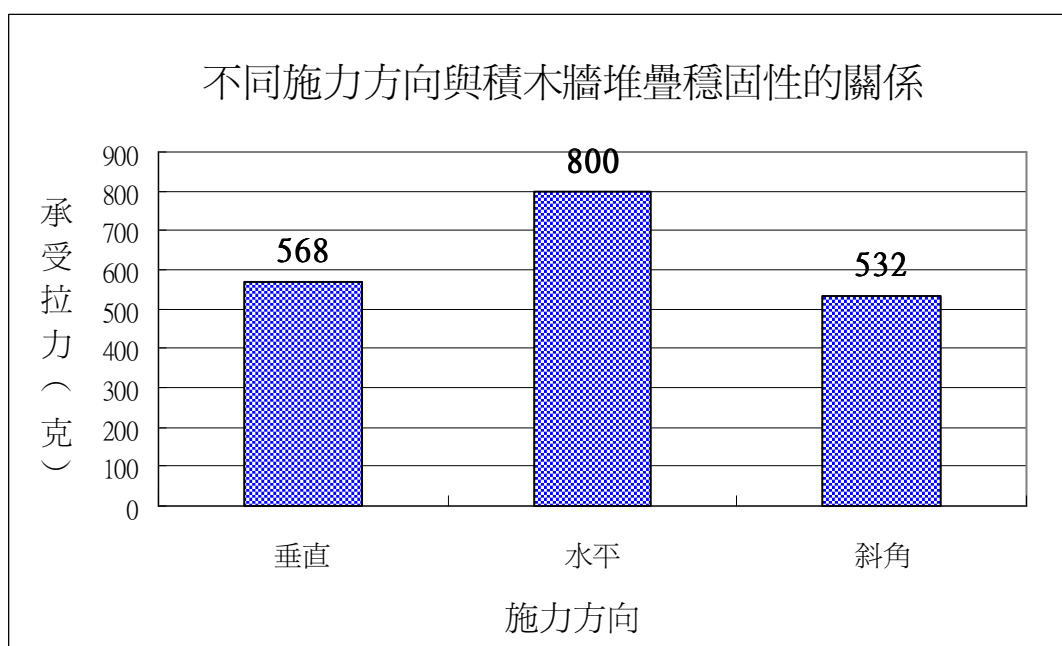
實驗(一)不同方向施力於堆疊的積木對其穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm 的積木於平台上堆疊成總長 60cm、高 8 層的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
 3. 依序改變施力的方向，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

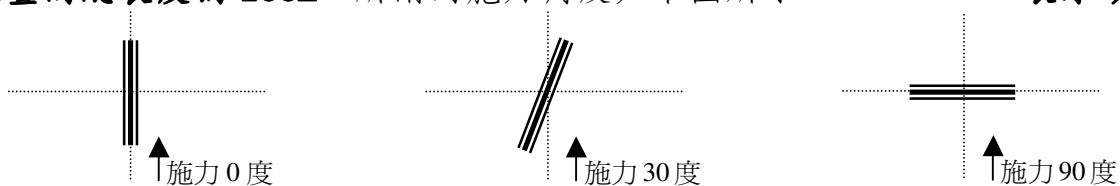
施力方向 次數	與牆面垂直	與牆面水平	與牆面成 25 度角
第一次	580	820	560
第二次	560	800	540
第三次	560	800	540
第四次	560	780	520
第五次	580	800	500
平均	568	800	532

單位：克重

結果：發現相對於牆面斜角方向的施力，比較容易使疊砌的積木牆倒塌；而與牆面成水平方向(0 度)的施力，需要較大力量才能使疊砌的積木牆倒塌。



※**討論**：從實驗(一)結果發現，施力與牆面成斜角方向時對積木牆的穩固性影響較大，因此，我們討論後繼續設計實驗驗證不同的施力角度對積木牆穩固性的影響。實驗中積木受限於平台的大小，為了**控制好不變的變因**，因此，**堆疊的總長度為 28cm**，所謂的施力角度如下圖所示：**==== 表示砌牆面**



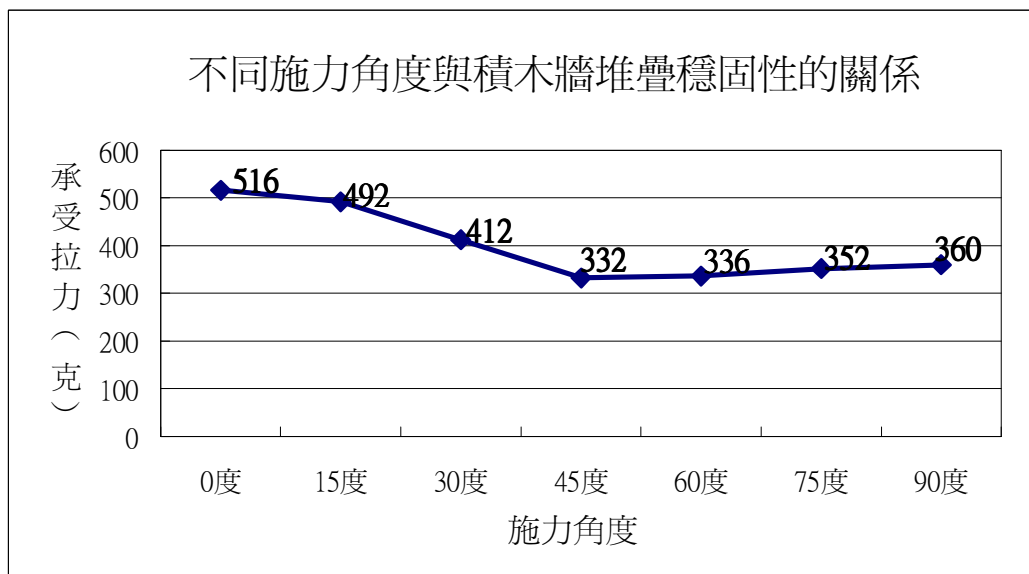
實驗(二)不同角度施力於堆疊的積木牆對其穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm 的積木於平台上堆疊成總長 28cm、高 8 層的積木牆。
 2. 以彈簧秤施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
 3. 依序改變施力的角度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

施力角度 \ 次數	0 度	15 度	30 度	45 度	60 度	75 度	90 度
第一次	520	500	420	340	340	340	360
第二次	520	500	400	320	320	360	360
第三次	520	480	400	320	340	360	360
第四次	500	500	420	340	340	360	360
第五次	520	480	420	340	340	340	360
平均	516	492	412	332	336	352	360

單位：克重

結果：發現相對於牆面的施力角度越大，比較容易使疊砌的積木牆倒塌；而與牆面的施力角度越小，就需要較大力量才能使疊砌的積木牆倒塌。



研究三、探討各種不同大小的磚塊對砌磚穩固性的影響。

探討不同大小的磚塊對磚牆的影響，探討的變因包括磚塊長度、寬度、厚度及堆砌的面積大小，使用的積木器材、排法及注意事項如下：

1. 採用基本組積木(厚度組除外)：長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm
2. 以順式砌法，採 1/2 交丁方式堆疊，疊砌面積：長 60cm、高約 15cm

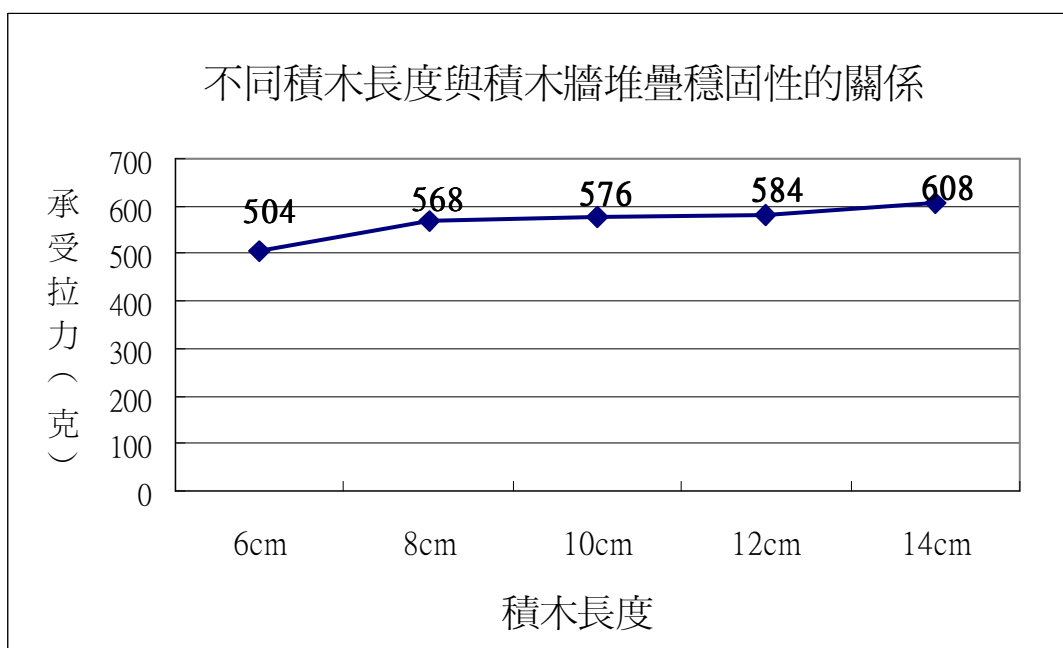
實驗(三)不同長度的積木對堆疊後穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 6cm、寬 4cm、厚 1.8cm 的積木於平台上堆疊成總長 60cm、高 8 層的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
 3. 依序改變積木的長度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

長度 次數	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm
第一次	500	580	580	580	640
第二次	520	560	580	600	620
第三次	520	560	560	580	600
第四次	500	560	580	580	580
第五次	480	580	580	580	600
平均	504	568	576	584	608

單位：克重

結果：發現積木越長，堆疊出的積木牆越穩固，需要較大力量才能使其倒塌；積木長度越短，積木牆的穩固性就越不好，比較容易倒塌。



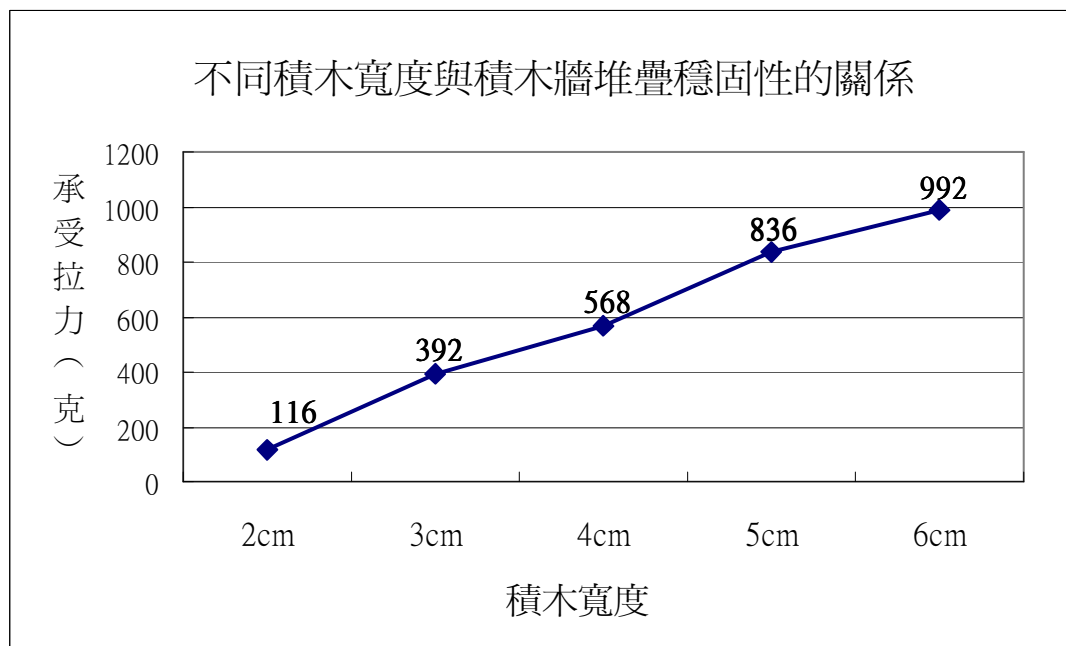
實驗(四)不同寬度的積木對堆疊後穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 2cm、厚 1.8cm 的積木於平台上堆疊成總長 60cm、高 8 層的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
3. 依序改變積木的寬度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

寬度 次數	2cm	3cm	4cm	5cm	6cm
第一次	120	380	580	860	980
第二次	110	420	560	820	1000
第三次	130	400	560	820	980
第四次	110	380	560	840	1000
第五次	110	380	580	840	1000
平均	116	392	568	836	992

單位：克重

結果：發現積木越寬，疊出的積木牆越穩固，需要較大力量才能使其倒塌；積木寬度越小，積木牆的穩固性就越不好，很容易倒塌。



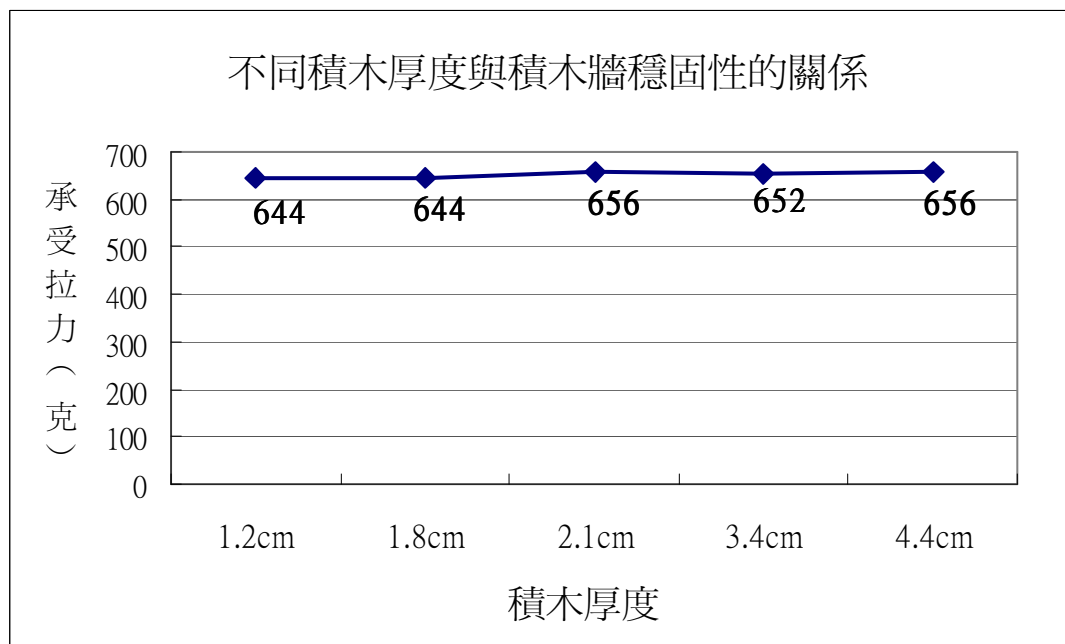
實驗(五)不同厚度的積木對堆疊後穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 4.4cm、厚 1.2cm 的積木於平台上堆疊成總長 60cm、高約 16cm 的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
3. 依序改變積木的厚度，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

厚度 次數	1.2cm	1.8cm	2.1cm	3.4cm	4.4cm
第一次	640	700	660	680	660
第二次	680	660	640	640	640
第三次	640	620	680	660	640
第四次	640	620	660	680	640
第五次	620	620	640	660	640
平均	644	644	656	652	656

單位：克重

結果：發現積木的厚度對堆疊出的積木牆穩固性的影響沒有很大，使其倒塌的力量並無明顯差異。



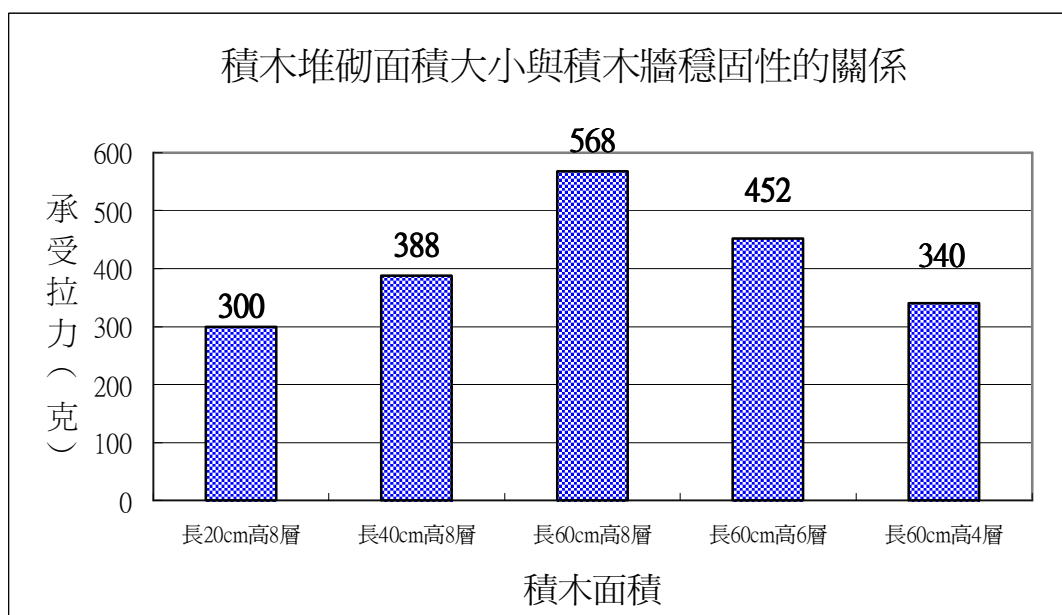
實驗(六)積木堆砌面積的大小對其堆疊後穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm 的積木於平台上堆疊成總長 20cm、高 8 層的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
3. 依序改變所堆疊的積木牆面積大小，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

面積 次數	長 20cm× 8 層	長 40cm× 8 層	長 60cm× 8 層	長 60cm× 6 層	長 60cm× 4 層
第一次	320	420	580	440	320
第二次	300	380	560	440	360
第三次	320	400	560	460	340
第四次	280	360	560	460	320
第五次	280	380	580	460	360
平均	300	388	568	452	340

單位：克重

結果：發現堆疊後同高度的積木牆，總長度越長，其積木牆越穩固，需要較大力量才能使其倒塌；堆疊後總長度同長的積木牆，高度(層數)越高，其積木牆越穩固，需要較大力量才能使其倒塌。



研究四、探討不同砌磚方式對砌磚穩固性的影響。

探討不同砌磚方式對磚牆的影響，探討的變因包括砌法及交丁方式，使用的積木器材、排法及注意事項如下：

1. 採用基本組積木：長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm
2. 依不同條件堆砌及交丁，疊砌面積：長 60cm、高約 15cm

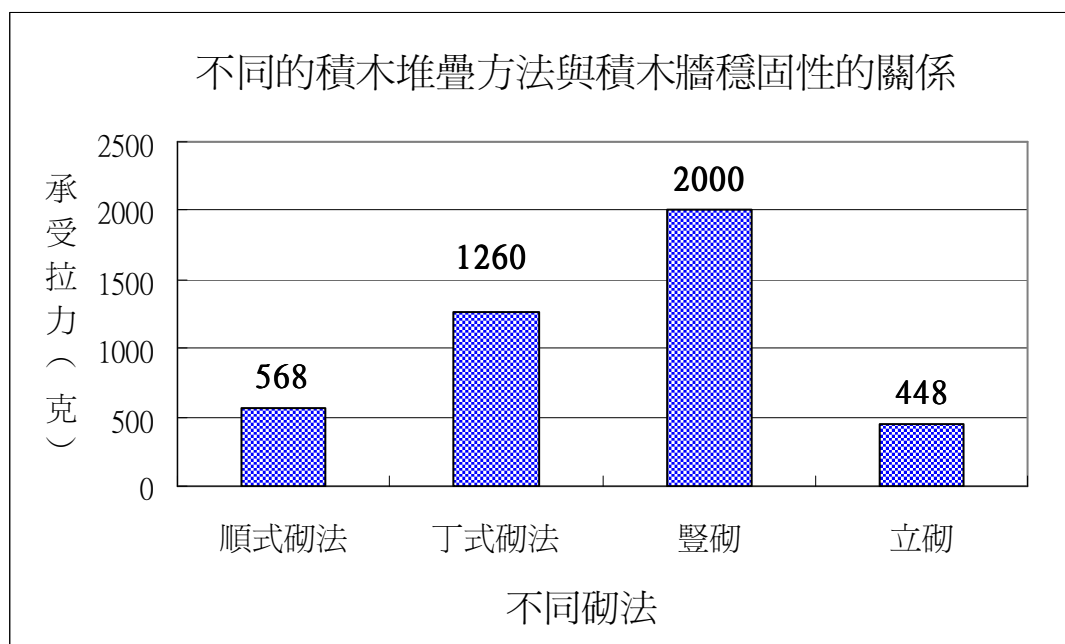
實驗(七)不同砌法的積木對堆疊後穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm 的積木於平台上以順式砌法堆疊成總長 60cm、高約 15cm 的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
3. 依序改變不同的堆疊方法，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

砌法	順式砌法	丁式砌法	豎砌	立砌
第一次	580	1200	>2000	450
第二次	560	1200	>2000	440
第三次	560	1200	>2000	440
第四次	560	1300	>2000	450
第五次	580	1400	>2000	460
平均	568	1260	>2000	448

單位：克重

結果：發現以豎砌方式堆疊的積木牆最穩固，需要較大力量才能使其倒塌；而立砌方式的堆疊，積木牆比較容易倒塌。



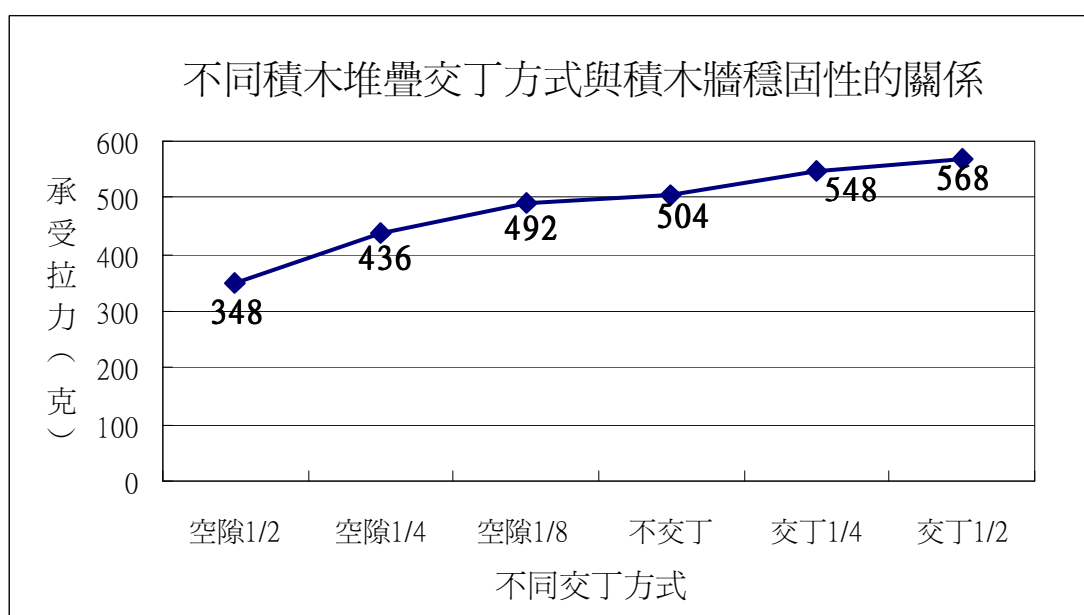
實驗(八)不同交丁方式的積木對堆疊後穩固性的影響。

- 步驟：1. 將每個長 8cm、寬 4cm、厚 1.8cm 的積木於平台上堆疊成積木間隔 1/4 積木長的空隙，總長 60cm、高 8 層的積木牆。
2. 以彈簧秤垂直施力拉動平台使其自然擺動，力量由小至大，直到堆疊的積木牆倒塌，觀察並記錄此時彈簧秤的力量大小，重覆實驗五次。
3. 依序改變交丁的方式，重覆 1、2 步驟，觀察並記錄實驗結果。

交丁 次數	空隙 1/2 積木長	空隙 1/4 積木長	空隙 1/8 積木長	不交丁	交丁 1/4	交丁 1/2
	第一次	360	400	500	520	540
第二次	340	420	480	480	600	560
第三次	340	460	480	480	540	560
第四次	340	440	500	520	520	560
第五次	360	460	500	520	540	580
平均	348	436	492	504	548	568

單位：克重

結果：發現交丁方式的砌法比有空隙的堆疊方式，需要較大力量才能使積木牆倒塌；交丁 1/2 的積木牆最穩固，而空隙越大，積木牆越容易倒塌。



伍、討 論

- 一、為了減少誤差，我們在每塊積木上都有編號第幾層的第幾個，才不會造成因每次堆疊時不同積木組合的誤差。
- 二、我們發現彈簧秤在拉動時，必須要和平台平行，才不會導致彈簧秤卡住，影響結果。
- 三、在做實驗測試時，我們發現積木排上去之後會不平，因此，我們自製了兩片符合尺寸的木板，來固定堆疊好的積木牆，減少堆疊技巧所造成的誤差。



- 四、實驗中我們觀察到整面積木牆通常會往拉力的反方向倒塌較多，另外一部份積木牆往拉力方向倒的，即積木分成兩邊倒下，為何會如此，很值得我們進一步探討。
- 五、積木牆面受到不同的施力方向，以水平方向的施力較不影響牆面穩固性，斜角方向的施力使積木較不穩固。



- 六、透過改變不同的施力角度，發現施力的方向與牆面的角度越大，越容易使牆面倒塌，但當角度改變至某一程度後，使牆面倒塌的力量就差異不大。對照實驗(一)與實驗(二)之數據，討論發現整個牆面的承受力量大小與施力角度的關係應該是與砌牆面的總長度(實驗一總長60cm、實驗二總長28cm)與高度均有相關。
- 七、磚牆所砌成的牆面堆疊總長度越長，牆面越穩固，堆疊後高度(層數)越高，其牆面也越穩固，但我們討論發現總長度與高度間存在一個比例關係，不夠長而過高時仍然容易使牆面倒塌。
- 八、從實驗(七)中發現，丁式砌法或豎砌的方式均能使積木牆越穩固，但兩種方式都需要耗費較多的材料(參考附件-積木個數總表)，並不適合在各種場所中都採用此砌法，宜根據牆面建造的功能或目的選擇砌法。
- 九、我們發現積木交丁時，積木與積木間藉由摩擦力的作用，在振動時具有互相的牽引力(拉力)，使得較不容易倒塌；但積木間存在空隙的話，積木與積木就比較沒有互相牽引的拉力作用，使得較容易倒塌。

陸、結 論

- 一、在疊砌磚牆時須作有規則的疊砌，並且，磚塊與磚塊間必須交錯排列，利用上方磚頭的重量去固定下方的磚頭，將自身載重與其他外來力量作均勻分佈，使牆面穩固，才不至於力量集中在某一點上，而造成破壞。

- 二、當牆面受到水平方向的施力對牆面穩固性破壞力較小，較不容易使牆面倒塌；但受到斜角或垂直方向的施力對牆面穩固性破壞力較大，較容易使牆面倒塌。
- 三、磚塊的長度與寬度都會影響牆面的穩固性，長度越長或寬度越寬，都能使牆面的穩固性越佳；而磚塊的厚度較不影響牆面的穩固性。
- 四、磚牆底面積的大小是影響牆面穩固性的重要因素，底面積越大(如越長或越寬)都能使牆面穩固性越佳。
- 五、磚牆的疊砌，一定要兩兩交錯重疊，即所謂交丁，其中以 1/2 交丁方式最能承受力量，能使牆面穩固性越佳。
- 六、當牆面需要承受較大載重時，建議可使用丁式砌法或豎砌(但較耗費材料)；而只是隔間用的分隔牆(即所謂非承重牆)，採用一般的順式砌法即可。

柒、未來研究展望

生活中時常見到的磚牆，沒想到經過大家的熱烈討論後，發現有很多可探討的因素，經過實驗的操作、測試，以及多次的討論修正，獲得一些結論。

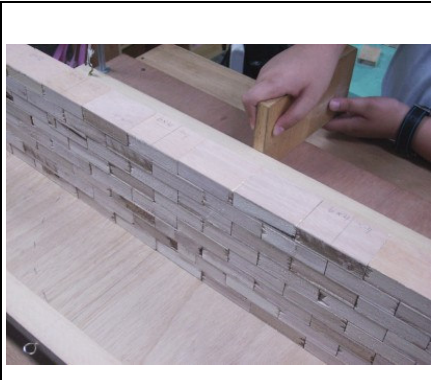
希望未來能找到更精確測量力量的儀器來操控實驗變因，並且能針對以下幾點進行探討：



- 一、自製的擺動平台，可增加以上下震動的方式繼續改進探討，以蒐集更完整的結果。
- 二、各實驗組別中的拉力測量除了以垂直方向施力外，可增加以水平方向施力再加以探討。
- 三、討論發現砌牆面的總長度與高度間存在一個比例關係，很值得再深入討論不同比例之牆面受力的影響。

捌、參考資料：

- 一、王純姬等編(民 94)。國小自然與生活科技第五冊(五上)第 4 單元。力與運動。康軒文教事業股份有限公司。
- 二、黃台香、蕭淑美等編(民 94)。自然科學彩色辭典第 4 冊。華視出版社。
- 三、李寧等編(民 83)。高中基礎理化(上)(下)。台北：台芝文化事業有限公司。
- 四、身心障礙學生職業教育基本網站。民 95 年 4 月 17 日，取自：
<http://www.cter.edu.tw/edu/materialcontent.asp>。
- 五、專業施工砌磚技術網站。民 95 年 4 月 17 日，取自：
<http://cmc53.sivs.chc.edu.tw/sivscn/web/book.htm>。



實驗(三)長度 6cm



實驗(三)長度 14cm



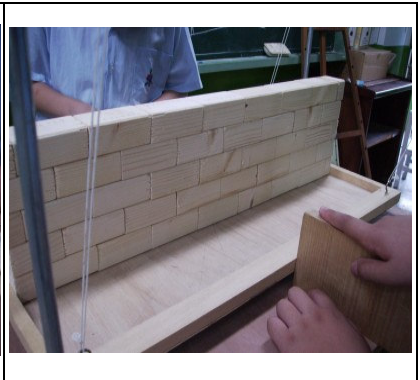
實驗(四)寬度 2cm



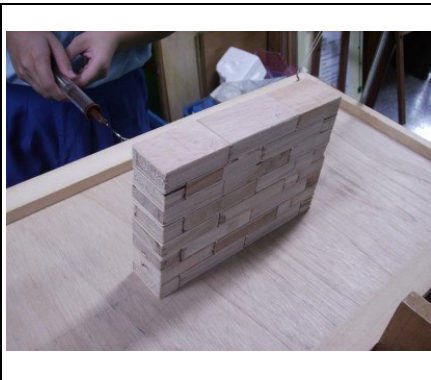
實驗(四)寬度 6cm



實驗(五)厚度 1.2cm



實驗(五)厚度 3.4cm



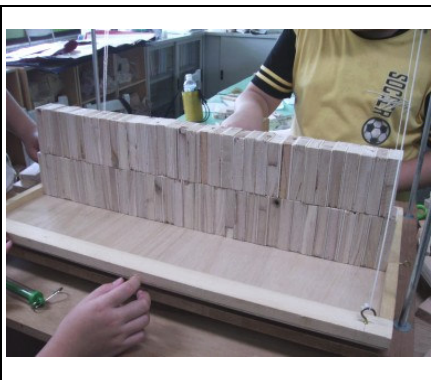
實驗(六)長 20cm×8 層



實驗(六)長 60cm×4 層



實驗(七)豎砌



實驗(七)立砌



實驗(八)空隙 1/4 積木長



實驗(八)不交丁

附件：積木裁切準備數量總表

實驗(一)不同方向施力於堆疊的積木對其穩固性的影響。

施力方向 裁切	與牆面垂直	與牆面水平	與牆面斜角
2cm	8	8	8
6cm	8	8	8
8cm	52	52	52

實驗(二)不同角度施力於堆疊的積木對其穩固性的影響。

施力方向 裁切	0度	15度	30度	45度	60度	75度	90度
2cm	8	8	8	8	8	8	8
6cm	8	8	8	8	8	8	8
8cm	20	20	20	20	20	20	20

實驗(三)不同長度的積木對堆疊後穩固性的影響。(寬 4cm、厚 1.8cm、疊 8 層)木心板

長度 裁切	6cm	8cm	10cm	12cm	14cm
2cm		8			8
3cm	8				
5cm			8		
6cm	76	8		8	
8cm		52			
9cm					8
10cm			44		
12cm				36	
14cm					28

實驗(四)不同寬度的積木對堆疊後穩固性的影響。(長 8cm、厚 1.8cm、疊 8 層) 木心板

寬度 裁切長	2cm	3cm	4cm	5cm	6cm
2cm	8	8	8	8	8
6cm	8	8	8	8	8
8cm	52	52	52	52	52

實驗(五)不同厚度的積木對堆疊後穩固性的影響。(長 8cm、寬 4.4cm)進口角料

厚度 裁切長	1.2cm	1.8cm	2.1cm	3.4cm	4.4cm
層數	12	8	7	5	4
2cm	12	8	8	6	4
6cm	12	8	6	4	4
8cm	78	52	46	33	26

實驗(六)探討積木堆砌面積大小對砌磚穩固性的影響。

面積 裁切	長 20cm×寬 4cm×8 層	長 40cm×寬 4cm×8 層	長 60cm×寬 4cm×8 層	長 60cm×寬 4cm×6 層	長 60cm×寬 4cm×4 層
層數	8	8	8	6	4
2cm	8		8	6	4
4cm		8			
6cm	8		8	6	4
8cm	12	36	52	39	26

實驗(七)不同砌法的積木對堆疊後穩固性的影響。(採 1/2 交丁)

砌法 裁切	順式砌法	丁式砌法	豎砌	立砌
層數	8	8	4	2
2cm	8	8		
6cm	8			
8cm	52	116	132	66

實驗(八)不同交丁方式的積木對堆疊後穩固性的影響。

交丁 裁切	空隙 1/2 積木長	空隙 1/4 積木長	空隙 1/8 積木長	不交丁	交丁 1/4	交丁 1/2
層數	8	8	8	8	8	8
2cm	8			16	4	8
2.5cm			8			
4cm	8	8			4	
6cm					4	8
7cm			8			
8cm	36	44	44	56	54	52

評 語

081517 砌牆高手~探討各種不同因素對砌磚穩固性的影響

1. 實驗材料收集及製作完整。
2. 材料頗俱有鄉土意味
3. 有實用性。
4. 解說過程稍嫌凌亂。
5. 研究內容可再補強。