

宜蘭縣第 52 屆中小學科學展覽會
作品說明書

科 別：生活與應用科學

組 別：國小組

作品名稱：嘆為磚紙

關 鍵 詞：紙磚、紙、綠建材

編 號：



嘆 為
磚 紙

作品名稱：嘆為磚紙

摘要

科技的進步，為人類帶來十足的便利與幸福。然而在進化的過程當中，人類犧牲了大自然與健康。無窮無盡的慾望，消耗了有限的資源與其他生物的生存權利。生為地球的一份子，理當為後代的子孫及萬物生靈盡一份心力。所以本組以環境保護為出發點，以資源再利用為方法，嘗試以紙做為綠建材的材料，做為本實驗的目的。

壹、 研究動機

台灣在資源回收這一環節實施的相當有成效，經過我們在每日清潔隊和學校聚寶屋回收的情形當中了解，紙類所佔的比例頗多。這個觀察興起我們將回收紙類再利用的動機。加上近年來綠建材當道，以我們所處的校園便有綠建築的設計。我們希望將兩者做一統合與設計，將紙張融入綠建築的設計當中。

貳、 研究目的

- 一、 研究不同的紙種運用在磚塊的可行性。
- 二、 研究不同水泥比例對紙磚抗壓力的影響。
- 三、 研究紙張不同形狀對紙磚抗壓力的影響。

參、研究設備及器材

模子、水桶、水泥、報紙、紙箱（瓦楞紙）、廣告傳單（銅板紙）、過濾網、果汁機、鏟子、剪刀、碎紙機、電子顯微鏡、照相機、量杯、不織布、裁切刀、鉛球、除溼機、游標尺、檯燈、秤、萬能測試機。

肆、研究過程或方法

一、 以報紙、紙箱（瓦楞紙）和廣告傳單（銅板紙）混合水泥做成紙磚做抗壓力的比較。水泥：紙：水 = 1 : 1 : 16

- （一） 以釘子將木板釘好製成模子：內部尺寸為 22×11×7 公分。












(二) 製作過程：撕紙、剪紙、使用碎紙機碎紙、加熱水以果汁機打成紙漿、加入水泥、攪拌均勻、最後小心翼翼的把紙漿倒入模子內。

製作流程照片：



(三) 觀察：

	報紙	瓦楞紙	銅板紙
照片			
	底面	底面	底面

				
		長側面	長側面	長側面
				
		寬側面	寬側面	寬側面
觀察	製作過程	報紙吸水性強，容易黏稠，果汁機不易打碎。	瓦楞紙打漿時，是屬於最不好打的那一類，但水量多就會比較好打。	銅板紙打漿時，是所有之中最好打的，打的速度最快。
	定型過程	因容易吸水，使它殘留許多水分。	是所有紙漿裡最不好倒進模子裡的一種。	紙漿不容混合，它是比較容易排水，最快乾。
	乾燥定型後	它是所有紙漿裡，比較不容易產生凹陷變形的。	外表比較容易龜裂，看起來粗糙，傷痕累累。外表略為變形。	外表容易剝落，容易變形。
	乾燥速度	慢	快	快

(四) 壓力測試：測試紙磚的抗壓力

1. C型夾壓力測試



取中心點的位置，開始施力扭緊 C 型夾把手。



轉到無法轉動把手為止，使用游標尺丈量上下磚面凹陷數據。

C 型夾壓力測試數值記錄

C 型夾壓力測試	報紙	瓦楞紙	銅板紙
正上方凹陷程度（單位：mm）	15.2	6.33	10.25
正下方凹陷程度（單位：mm）	18.73	3.93	13.70
上下凹陷程度總計（單位：mm）	33.93	10.26	23.95

2. 鉛球撞擊測試照片






以重量 2.56 公斤的鉛球由高度 2.5 公尺處自由墜落，以鉛球本身重量加上重力加速度，在紙磚上產生凹陷，再以游標尺測量凹陷的深度。深度愈深代表抗壓力愈小。

重物撞擊測試細部照片

報紙	瓦楞紙	銅板紙
		

凹陷程度數值記錄










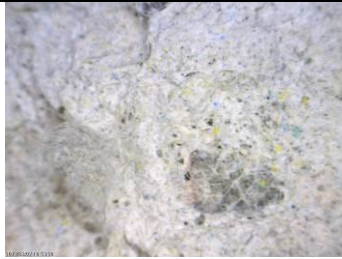


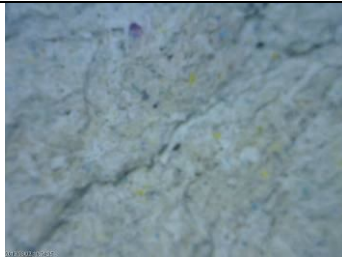





	報紙	瓦楞紙	銅板紙
凹陷程度測試（單位：mm）	13.55	6.6	5.45

	報紙	瓦楞紙	銅板紙
電子顯微鏡斷面照片			
觀察	能大概地看出報紙裡的纖維。固體化的紙漿數量較多。	能看見平滑的表面，纖維分明而且數量多。固體化的紙漿數量次之。	銅版紙的纖維分明而且數量多，可以看見原來的顏色，代表顏色沒有溶入水中。固體化的紙漿數量較少。

(五) 電子顯微鏡試體表面觀察照片

1.照片

報紙	底面			
	長側面			
	寬側面			

瓦楞紙	底面			
	長側面			
	寬側面			
銅板紙	底面			
	長側面			
	寬側面			

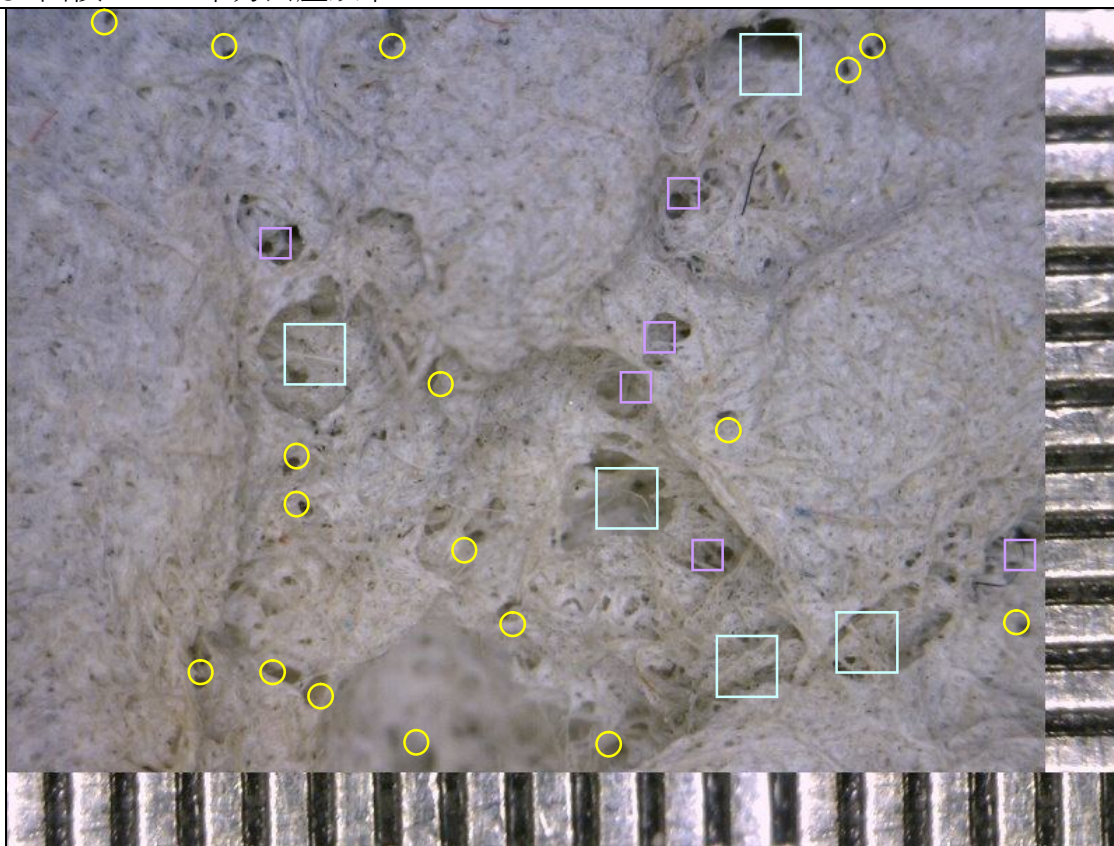
2.各種紙磚底部顯微攝影與長度刻度對照(每格為 0.5 公釐)

■ 面積 0.25 平方公釐以上

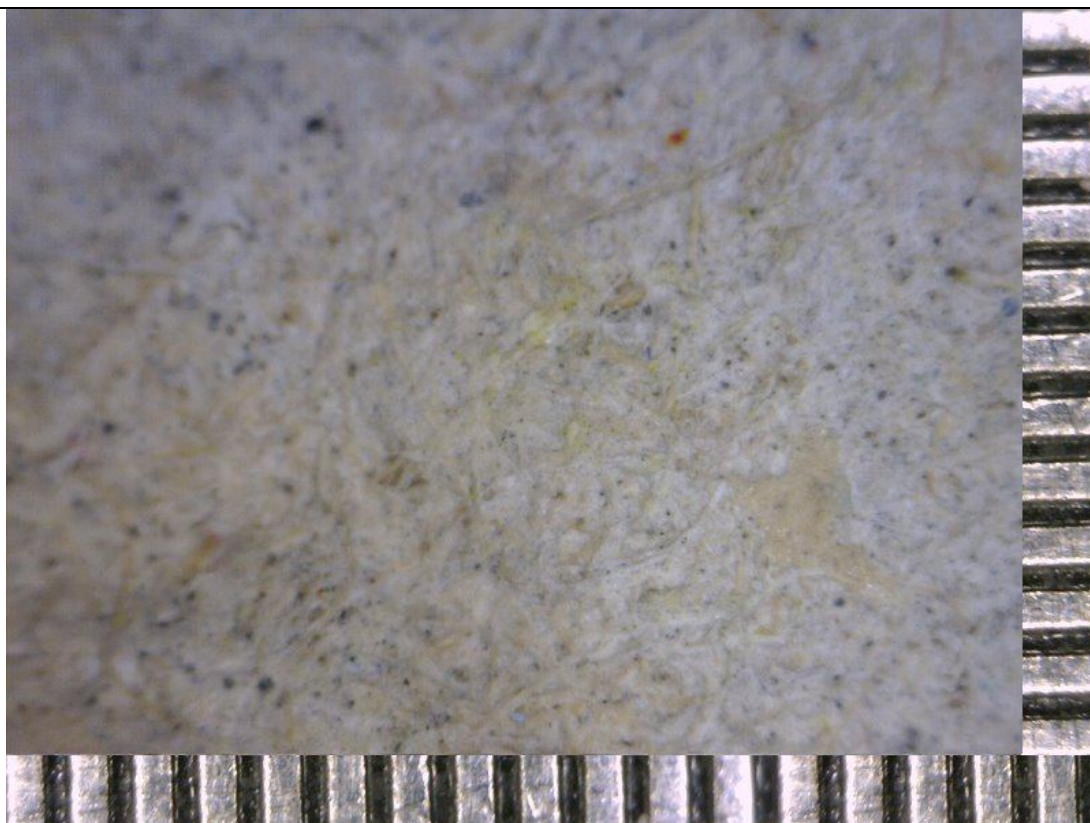
■ 面積 0.25 至 0.0625 平方公釐以上

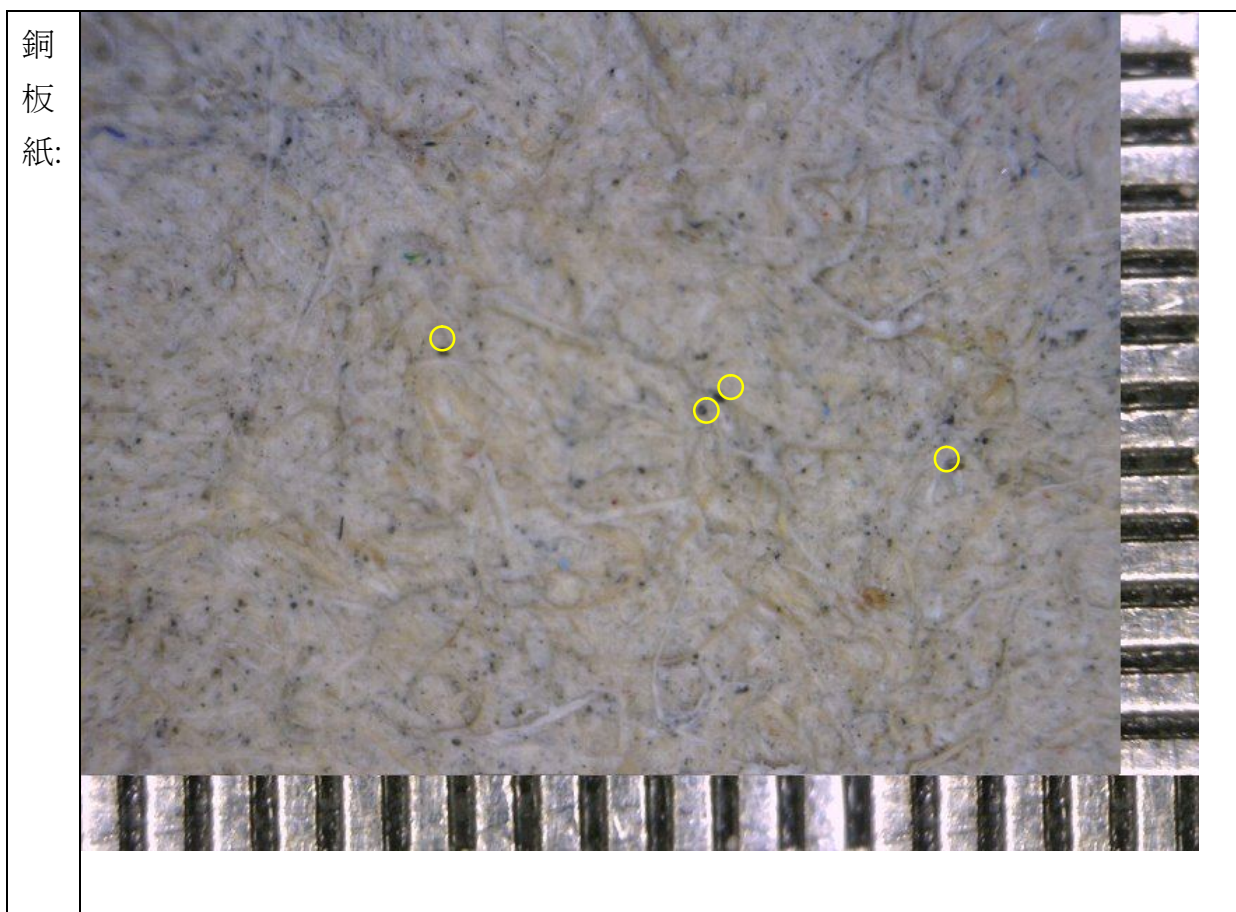
● 面積 0.0625 平方公釐以下

報
紙
底
面



瓦
楞
紙:





3.研究分析

		報紙	瓦楞紙	銅板紙
觀察		報紙摸起來的質感也較細緻。表面肉眼看起來較平滑，纖維也較細，但顯微觀察表面的坑洞較多。摸起來的質感也較細緻。	瓦楞紙會纖維會突出表面，摸起來的質感比較粗糙，但細部觀察卻無孔洞。	銅板紙的表面看起來平滑一點，摸起來的質感比瓦楞紙還要平滑一些。
孔洞數目計算	面積 0.25 平方公釐以上	5	無	無
	面積 0.25 至 0.0625 平方公釐以上	6	無	無
	面積 0.0625 平方公釐以下	17	無	4

(六) 分析：以 C 型夾測試變形程度為：報紙 > 銅板紙 > 瓦楞紙，所以三種紙種

的抗壓力大小分別是：瓦楞紙>銅板紙>報紙。

分析：以鉛球撞擊測試變形程度分別為：報紙>瓦楞紙>銅板紙，所以三種紙種的抗壓力大小分別是：銅板紙>瓦楞紙>報紙。

(七) 乾燥過程

1.第一階段：將紙磚放入紙箱中，以燈泡模擬太陽光，發現溫度上升緩慢且未超過30度。

2.第二階段：紙箱加蓋，紙箱內溫度上升加快，但未超過30度。

3.第三階段：在紙箱內加入錫箔紙，溫度快速上升，且均溫超過30度。

附註：從紙磚放入紙箱中大概經過三個月，紙磚才乾燥成型。

在之後紙磚的乾燥方法中，因為要講求時效，改使用除溼機乾燥，每日強力除溼八小時，約三週可以乾燥完成。

十二月份溫溼度記錄				
日期	紙箱內溫度	室外溫度	容器內濕度	室外濕度
12/7	27.9	18.3	27.7	66.3
12/8	29	17.7	88	65.7
12/9	28	16.5	28	68.2
12/12	32	18.9	32	67
12/14	27	16.3	97	68.9
12/15	30	14.7	85	67.4
12/16	31	15.3	97	73.7
12/19	29	17	85	70.6
12/20	26	12.7	85	98.8
12/26	27	11.5	92.08	92.6

照片



未加錫箔紙溫度上升緩慢，未能突破 30 度



在紙箱上、下及四面加錫箔紙並附加上蓋，溫度快速上升，且突破 30 度。

二、 研究不同水泥比例對紙磚抗壓力的影響。

(一) 以水泥與報紙比 0.8 : 1 1 : 1 1.2 : 1 1.4 : 1 1.6 : 1 ，水量比均為 1 : 4 的比例製作紙磚。

附註：觀察外表並無太大差異。

(二) 萬能測試機抗壓力測試：利用宜蘭大學土木系的壓力測試機測試抗壓力



測試機



觀察及記錄



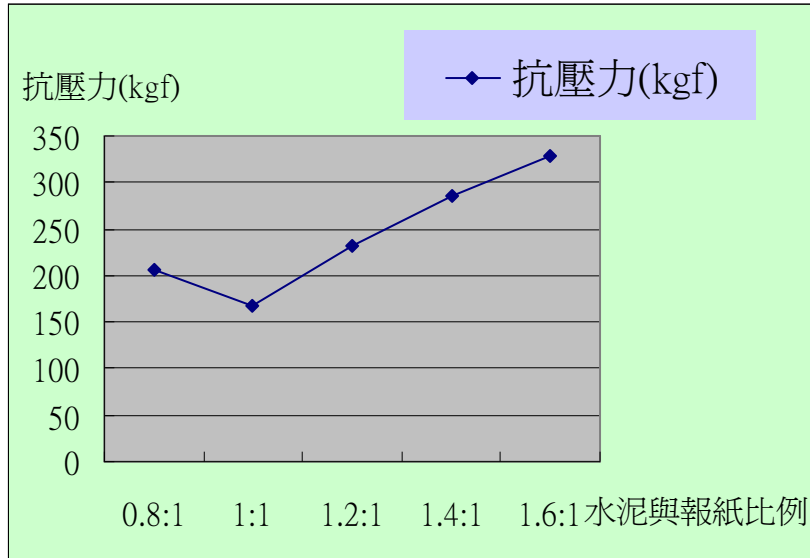
測試變形中



控制台

(三) 萬能測試機抗壓力測試值

水泥與報紙比例	0.8:1	1:1	1.2:1	1.4:1	1.6:1
抗壓力(kgf)	207	168	231	286	329



三、 以不同報紙形狀做爲紙磚的材料：水泥與報紙比 2 : 3

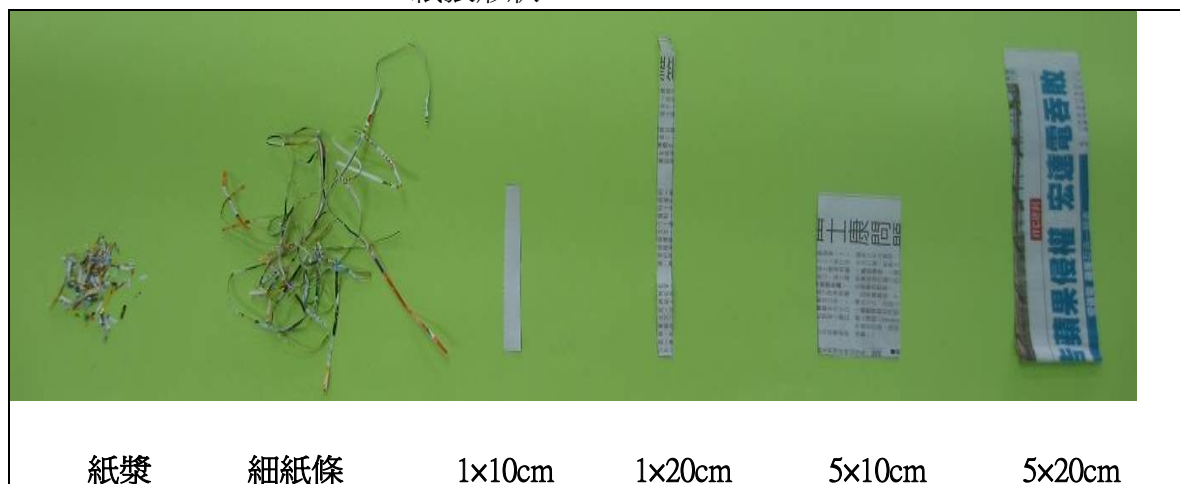
(一) 內容

	A.紙漿	B.細紙條	C.紙條 1×20 公分
製作過程	碎紙機把報紙切碎，再以果汁機把紙打碎，使它變成紙漿，再加水泥，慢慢攪拌，再放入模子裡。	先以碎紙機把報紙切碎，把紙用水泡軟，再加水泥，再慢慢攪拌，之後再放入模子裡。	以裁切刀和剪刀把報紙剪成 1×20 公分後，再拿去泡水，再加入水泥後，慢慢攪拌，之後再放入模子裡。
觀察	泡水時很會吸水，但是它打成泥時很好打。	細紙條與紙條容易混合，但是需注意不可泡水太久，以免紙條斷裂。	不可泡水太久，以免紙條斷裂。放入木模中需注意要攤開紙條。

照片			
----	---	--	---

	D.紙條 1×10 公分	E.紙條 5×20 公分	F.紙條 5×10 公分
製作過程	先以裁切刀和剪刀把報紙剪成 1×10 公分的紙，再去泡水。	先以裁切刀和剪刀把報紙剪成 5×20 公分的紙，再去泡水。	先以裁切刀和剪刀把報紙剪成 5×10 公分的紙，再去泡水。
觀察	不可泡水太久，以免紙條斷裂。放入木模中需注意要攤開紙條。	泡水時，常因為它佔的位置很大，所以常容易堆疊起來。要均勻分布。	不可泡水太久，以免紙條斷裂。放入木模中需注意要攤開紙條。
照片			

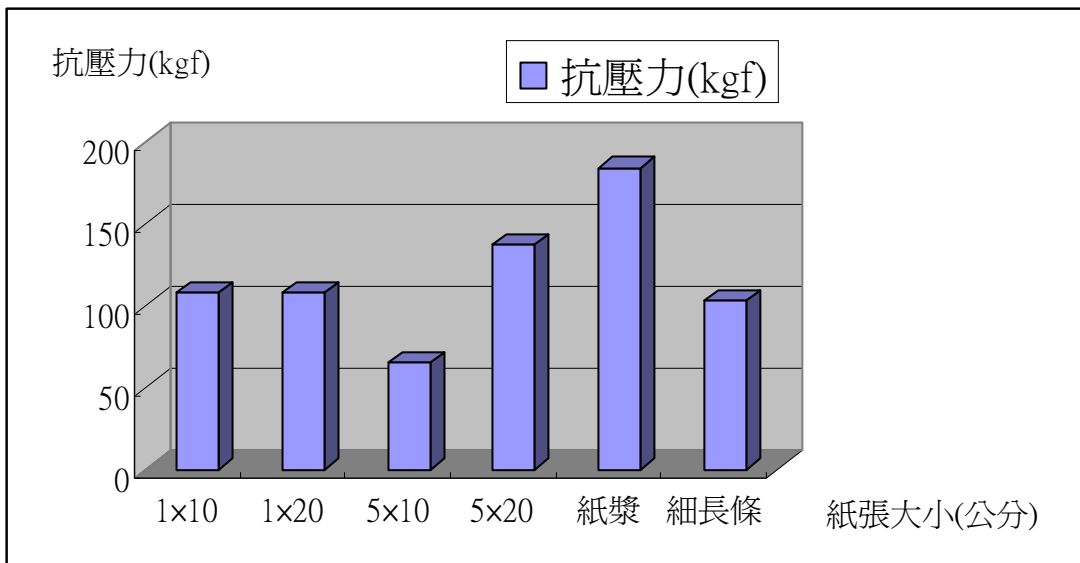
紙張形狀



(二) 萬能測試機抗壓力測試值

紙張大小(公分)	1×10	1×20	5×10	5×20	紙漿	細長條
----------	------	------	------	------	----	-----

抗壓力(kgf)	108	108	65	137	184	103
----------	-----	-----	----	-----	-----	-----



伍、 研究結果：

一、 不同水泥比例以萬能測試機抗壓力測試，他的測試值除了 0.8:1 項目的數據，其他的數據大致呈線性等比圖形。

二、 以不同紙張形狀製作的磚頭中，以萬能測試機抗壓力測試數據中，最大值為打成紙漿的紙磚為 184kgf，與其它種類的紙磚相差最大。

三、 在報紙、瓦楞紙及銅板紙為材料的磚頭中，以報紙的抗壓力最低，其他兩種瓦楞紙及銅板紙在 c 型夾及撞擊測試中，互有領先。

四、 以電子顯微鏡的攝影中觀察，報紙的孔洞大小都有，且數目頗多；銅板紙有少數的細微洞；只有瓦楞紙沒有孔洞。報紙的組織較鬆散，孔洞較多，而銅板紙次之，而瓦楞紙結構最為完整。所以有此推論瓦楞紙的抗壓力最大。

陸、 討論：

一、 在製作的過程當中，剛開始水的比例抓的太大，以致於磚頭乾燥太慢，而且比較不紮實，抗壓力不夠大。後來將打成漿的紙瀝水掉之後，在倒入木模的過程當中，壓緊密一點，磚頭的抗壓力會比較強。

二、 在乾燥過程當中剛好是宜蘭的冬季，氣溫溼冷，東北季風挾帶的雨勢，讓室內外溼度升高。以十二月份為例子，31 天當中，蘇澳下了 29 天的雨。如果要以天然的方式乾燥，在宜蘭的我們只能選擇夏季製作。

三、 試驗結果，瓦楞紙的抗壓性比較好，銅板紙次之。但是以回收紙而言，報紙的回收量取得比較容易。和宜蘭大學土木系的研究生討論時，表示水量的多寡會降低紙

磚抗壓力的大小。所以我們判定報紙吸水力強，瓦楞紙和銅板紙的吸水速度比較慢，這個觀察從我們將紙泡熱水的過程中知道，報紙的紙質比較快泡爛，報紙易吸水。而在第一次的製造紙磚過程中，瓦楞紙和銅板紙在板模中脫水迅速，表示不易吸水。

四、 如果要提升紙磚的抗壓力，除了要將紙漿的水份完全瀝乾之外，是不是要再裡面加入其他填充物（譬如：竹筷子、鐵絲……），是可以考慮的方向。

五、 從不同紙張形狀的試驗當中分析得知，紙張打得越細抗壓力越大。所以如果將紙漿再打細一點，會有比較好的實驗數據。

柒、 結論：

以一道高 3 公尺的牆為例，水泥和紙漿的比 1：1，堆疊大概需要 30 顆紙磚。一塊以 500 公克計算，最下層受力大約 15 公斤重。由萬能測試機的數值得知水泥和紙的比 1：1 的抗壓力是 168kgf，可以承愛牆面的重量。一塊紅磚的抗壓力是 7500kgf，與我們製作的紙磚抗壓力相差許多，如果改用瓦楞紙為材料，在混合水泥時減少水份，增力水泥比例，壓製磚塊時要緊密，運用在非主要牆面的建材上，例如隔間牆，結果是可行的。但是以紙為材料的磚頭，在防潮、防火和隔音上尚有研究的空間，就資源再利用、永續經營而言，希望我們的研究可以為環境盡一份心力。

捌、 參考資料及其他：

林黛羚（2010）。蓋自然的家屋：打造手感的家，享心安的節奏。敲敲打打，（88~105 頁）。臺北市：商周出版社。