

屏東縣第64屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：生活與應用科學科(三)

組 別：國中組

作品名稱：想見「泥」-傳統建築風華再現-探討竹編泥牆的
功效

關 鍵 詞：竹編泥牆、節能減碳、傳統工法。

編號：B8003

摘要

竹編泥牆為台灣傳統建材之一，常用於許多古蹟及歷史建築。本實驗是探討竹編泥牆對於各項環境因素所造成的影響，對於環境的益處究竟是甚麼？研究發現竹編泥牆像資料說的一樣，具有冬暖夏涼跟吸收二氧化碳的效果。

此外，我們利用生活中常見的建材(厚度均為 1.5cm)進行對比，探討這項傳統工藝在現代來說，究竟有沒有優於現代的建材。希冀在往後這項傳統工藝可以與現代建材結合，傳承並創新這項獨特的工藝手法。本實驗設計利用木板製作實驗箱，在中間替換不同的建材，以上層、下層進行比較，探討有無加裝建材前後的差異。

壹、前言

一、研究動機

在一次偶然的上網下，接觸到了(竹編泥牆)這種建築，除了竹編泥牆這項傳統技藝裡蘊藏的豐厚歷史背景，我們還發現它對環境的價值與利益。但是現代使用這種結構的建築卻十分少見，於是我們想要建立在原本的基礎上，探討他對環境的益處，以及與現代建材的差異，更是為了建築裡的環保藝術能應用到現代的建築上，讓這項傳統技藝可以傳承下去。

二、目的

- (一)石灰對 CO₂ 的吸收能力
- (二)竹編泥牆降低濕度
- (三)竹編泥牆恆溫探討
- (四)竹編泥牆對於電磁波的影響
- (五)竹編泥牆對於聲音傳遞的影響

三、文獻探討

什麼是竹編泥牆？



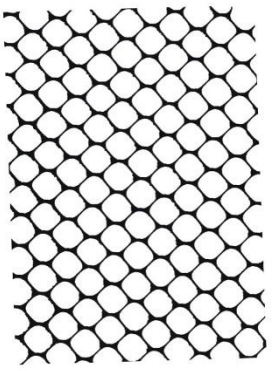


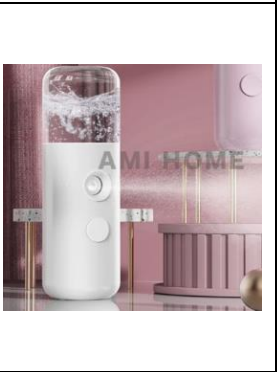


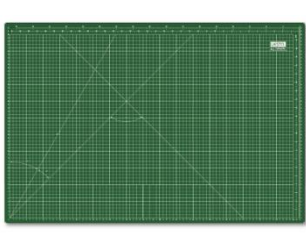








竹編泥牆為常見的風土建築構造元素，亦為臺灣漢人傳統建築的構造類型之一。為穿鬮式厝屋中，柱、梁構架間的主要填充材，也常用於室內隔間牆。

漢人傳統編竹泥牆構造上包括骨架及包覆骨架的覆土層。覆土層則包含土壤與白灰，在完成牆體骨架後，使用黏度較高的泥巴(土壤+水)養土完和稻殼混合成的泥漿塗抹於兩面，最後再抹上一層白灰(負責防水)完成覆土層。

早年興建眷村時，一方面認為很快就會反攻大陸了，一方面為了節省成本並減少施工時間，便以編竹夾泥牆隔間。隨著時代改變，磚牆成為建築主流，加上國防部的國軍老舊眷村改建，使得竹編泥牆這個眷村居民的共同記憶漸漸消失在我們的記憶裡。

貳、研究設備及器材

一、實驗器材

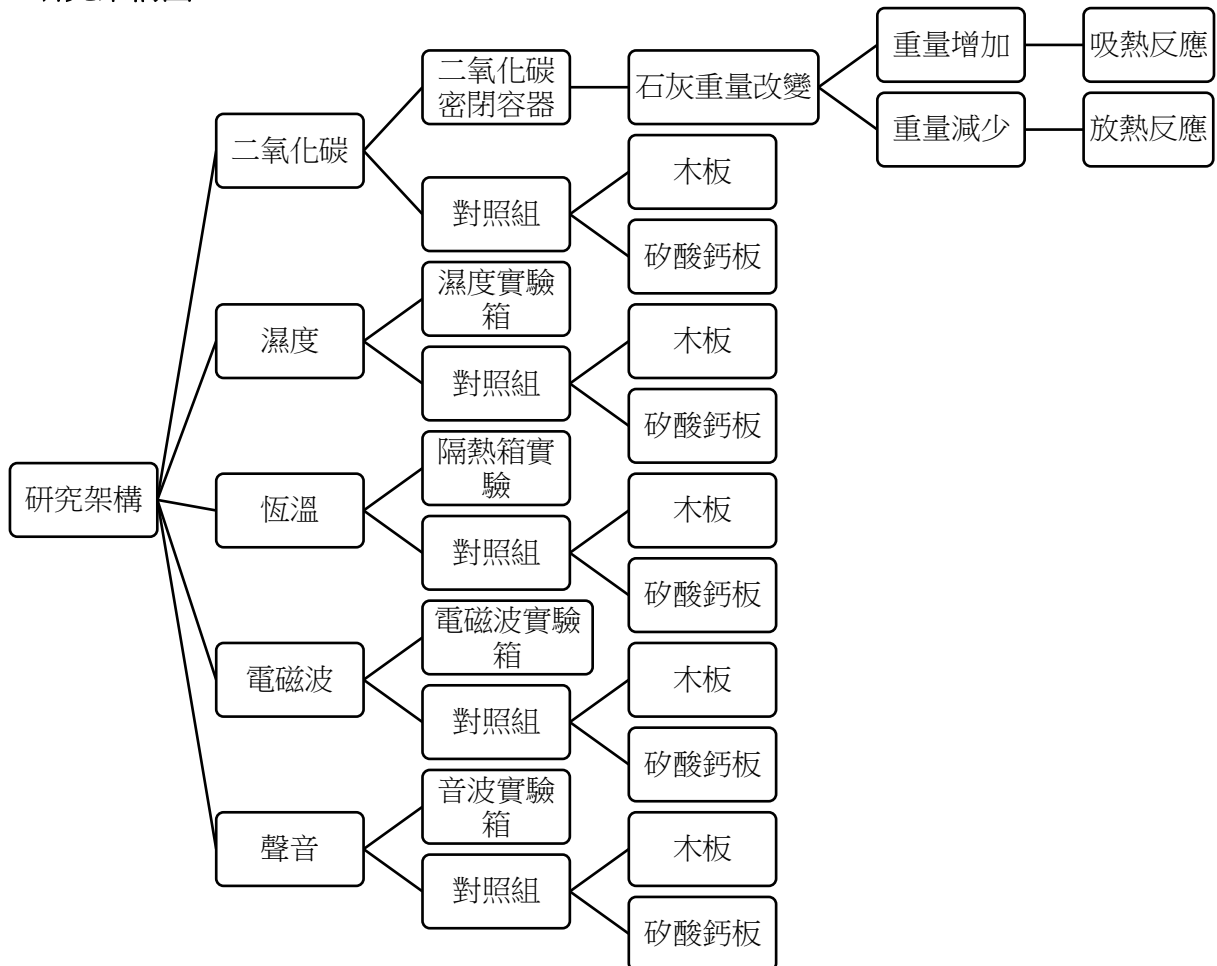
			
塑膠密閉容器	木板	網格	二氧化碳鋼瓶
			
二氧化碳偵測器	溫度測量計	矽酸鈣板	迷你加濕器
			
鋁箔紙	鎢絲燈泡	墊板	捲尺
			
分貝器	手機(軟體)	紙張	黏土
			
抹刀	竹筷子	電子天秤	濕度測量計

二、實驗藥品



參、研究過程與方法

一、研究架構圖



二、研究過程

(一) 製作竹編泥牆

1. 將土壤泡水，放入容器中且加上稻草梗，等待一個月，途中進行攪拌保證土壤濕潤。
2. 將石灰泡水，放入容器中並加入糯米粉增加黏稠度。
3. 利用木條製作框架（43*45）
4. 以網格代替竹子，製作其中的骨架。
5. 將骨架與框架利用釘子進行固定。
6. 等至養土結束後，將土壤利用抹刀塗抹至骨架上。
7. 等待土壤乾燥定型後，將石灰塗抹至泥土上覆蓋。



(圖一. 竹編泥牆實拍)



(圖二. 得勝新村拜訪老師)



(圖三. 泥牆實作)



(圖四. 泥牆加石灰)

(二) 製作實驗箱

1. 切割木板(兩塊 45*47，兩塊 63*47、一塊 63*45)
2. 將木板裝訂組合。
3. 利用木條裝訂在中央兩側製作滑軌。
4. 使用透明墊板做為拉簾。



(圖五. 實驗裝置)

三、實驗步驟

(一) 實驗一、石灰對二氧化碳的吸收能力:

1. 方法:

(實驗組)

- (1)將紙團裹上一層石灰，至陰涼處等待石灰凝固。
- (3)將紙團放入密閉容器內部
- (2)利用二氧化碳鋼瓶，將二氧化碳灌入密閉容器內部 10 秒，待數值穩定。
- (4)分別間隔 10 分鐘，利用二氧化碳偵測器測量結果

(對照組)

- (1)實驗過程同上，將石灰改成矽酸鈣板、木頭。
- (2)將實驗結果與竹編泥牆作為對比。

(二) 實驗二、竹編泥牆對於濕度的影響

1. 方法:

(實驗組)

- (1)製作竹編泥牆一面。
- (2)將竹編泥牆置入木箱中央作為隔間，先測量一次未增加濕度時，竹編泥牆下方的濕度。
- (3)在竹編泥牆上方放入加濕器，靜置 20 分鐘。
- (4)利用溫度計分別測量上方與下方的濕度。

(5)為了證明石灰是否對濕度有影響，分別以竹編泥牆塗抹石灰前後作為對照。

(對照組)

(1)實驗過程同上，將竹編泥牆改成矽酸鈣板、木頭。

(2)將實驗結果與竹編泥牆做對比

<p>改良前</p> <p>有縫隙導致測量結果不準確(測量濕度時，水氣會從縫隙跑出)</p>	 <p>(圖六)</p>
<p>改良後</p> <p>使用黏土，把空隙填住。</p> <p>(阻擋水氣從實驗箱跑出)</p>	 <p>(圖七)</p>

2.發現

(1)使用黏土+稻草梗材質，上層（加濕器放置處）數值上升速度較下層(被阻隔層)快。

(2)加上石灰後，上層依然上升顯著，下層的初始濕度雖較高，但經過阻隔 20 分鐘，濕度縱然有顯著上升，卻明顯較上層低。

(3)木板材質，上層濕度上升幅度較大，下層上升幅度較小，但差值比石灰小。

(4)矽酸鈣板材質，上層同木板上升幅度大，下層上升幅度則是較木板平緩。

(三) 實驗三、竹編泥牆的恆溫探討

(實驗組)

1.方法:

(實驗組)

(1)製作竹編泥牆一面。

(2)將竹編泥牆片放入紙箱正中間製作隔間。

(3)利用燈泡在上方進行加熱（模擬太陽照射），並蓋上厚錫箔。

(4)每隔 10 分鐘，利用溫度感應測量兩側的溫度，直到溫度穩定。

(5)當溫度不再上升時，將燈泡電源關閉。

(6)每隔 10 分鐘測量一次溫度，觀察散熱效果，直到溫度趨於平穩不再有明顯更動。

(6)為了證明石灰是否對恆溫有影響，分別以竹編泥牆塗抹石灰前後作為對照。

(對照組)

- (1)實驗過程同上，將竹編泥牆改為矽酸鈣板，磚塊
- (2)將實驗結果與竹編泥牆做對比



(圖八. 恆溫實驗裝置)



(圖九.內部結構)

(四) 實驗四、竹編泥牆對於電磁波的影響

1.方法:

- (1)製作竹編泥牆一面。
- (2)將竹編泥牆放入正中間作為隔間。
- (3)將兩部手機連上熱點，分別放至上方與下方。
- (4)利用程式（測速大師）進行測量。

(對照組)

- (1)實驗過程同上，將竹編泥牆改為矽酸鈣板，木板。
- (2)將實驗結果與竹編泥牆作為對比。

(五) 實驗五、竹編泥牆對於聲音傳遞的影響

方法:

(實驗組)

- (1)製作竹編泥牆一面。
- (2)將竹編泥牆放入正中間作為隔間。
- (3)利用程式(phyphox)，一部手機製造分貝，放至竹編泥牆上方。
- (4)利用分貝器放置下方，測量接收到的分貝數值。

(對照組)

- (1)實驗過程同上，將竹編泥牆改為矽酸鈣板，木板。
- (2)將實驗結果與竹編泥牆作為對比。

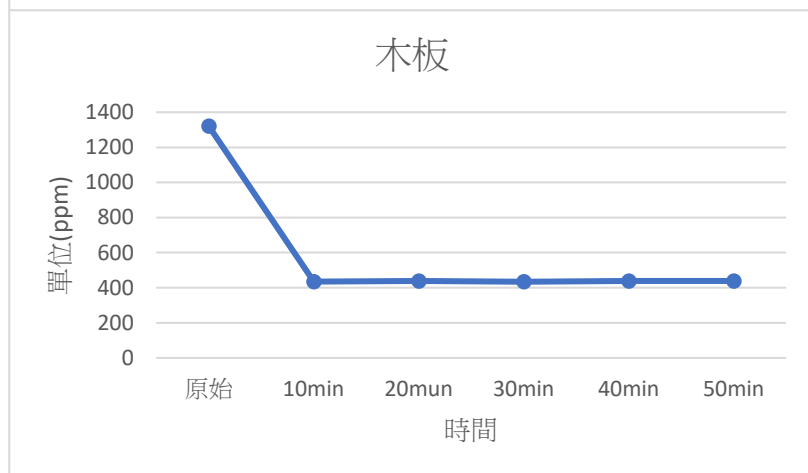
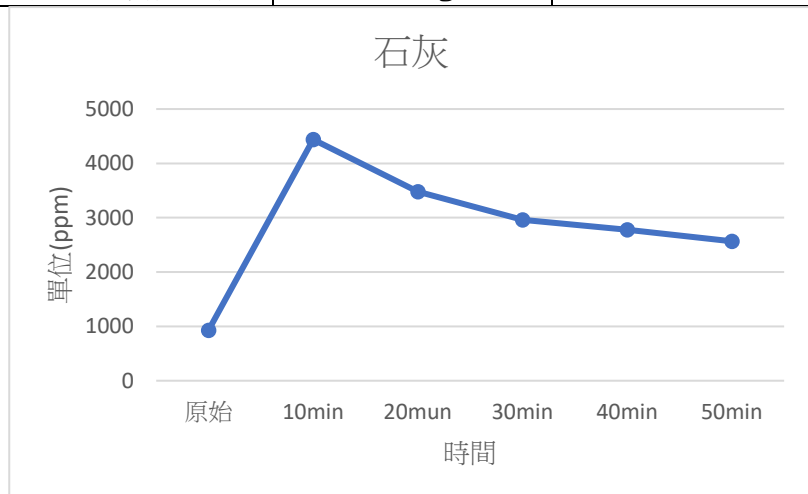
肆、研究結果

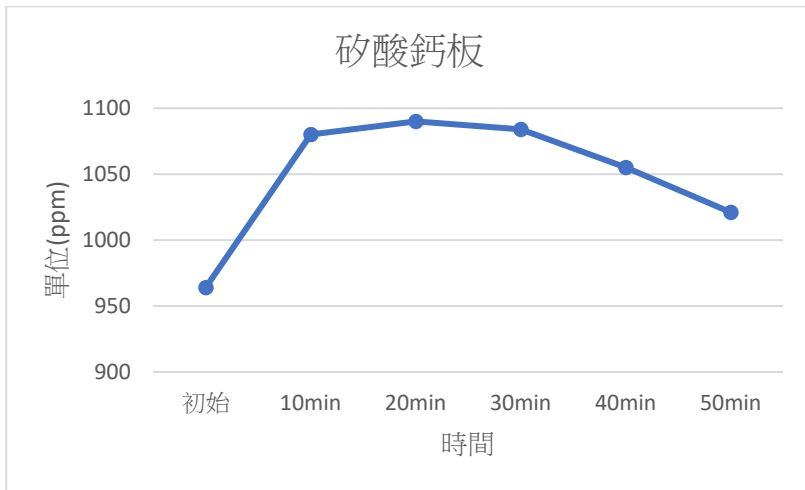
一、實驗一、石灰對二氧化碳的吸收能力:

1.結果

	加石灰	木板	矽酸鈣板
原始	930pm	1321pm	964pm
10 分鐘	4439pm	435pm	1080pm
20 分鐘	3481pm	438pm	1090pm
30 分鐘	2960pm	434pm	1084pm
40 分鐘	2779pm	439pm	1055pm
50 分鐘	2567pm	438pm	1021pm

	加石灰	木板	矽酸鈣板
原始	27.26g	33.20	16.52g
吸收二氧化碳後	28.36g	33.30	16.52g





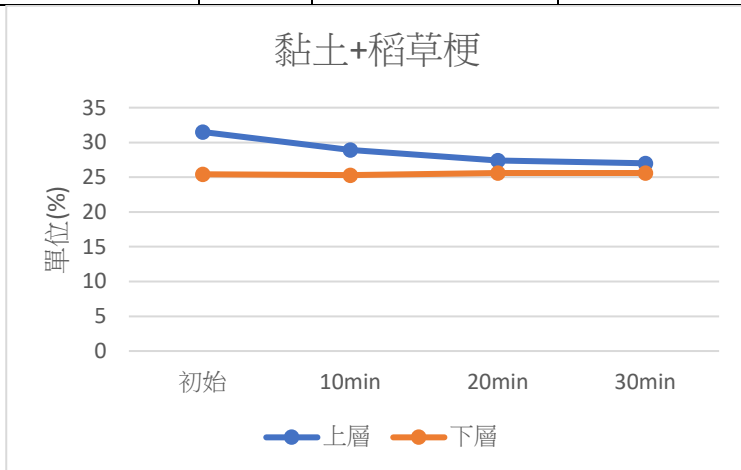
2.發現:

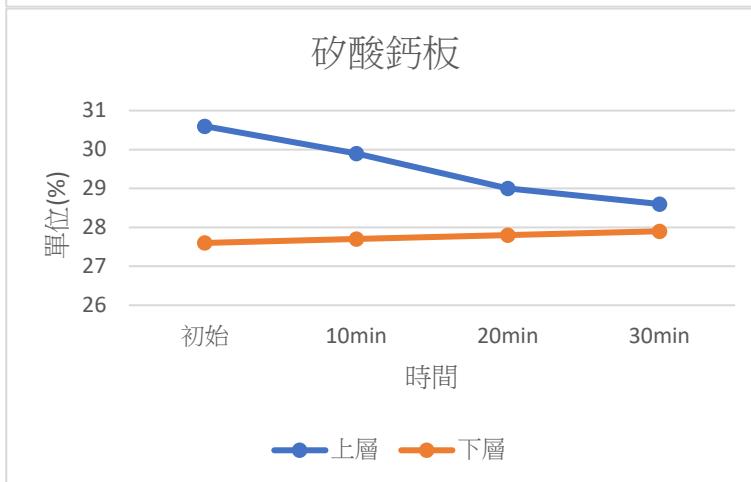
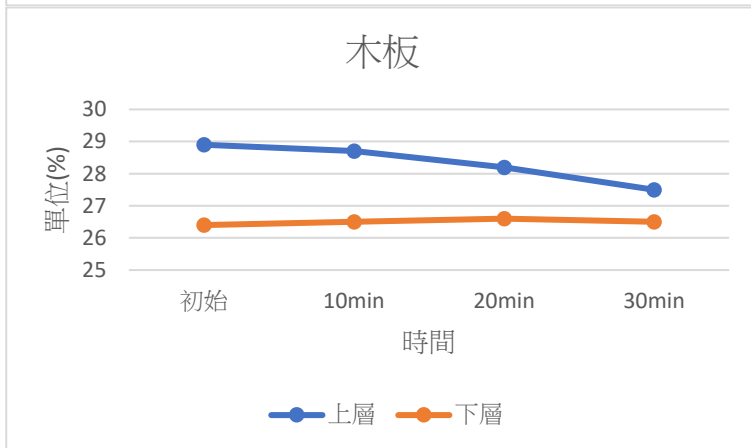
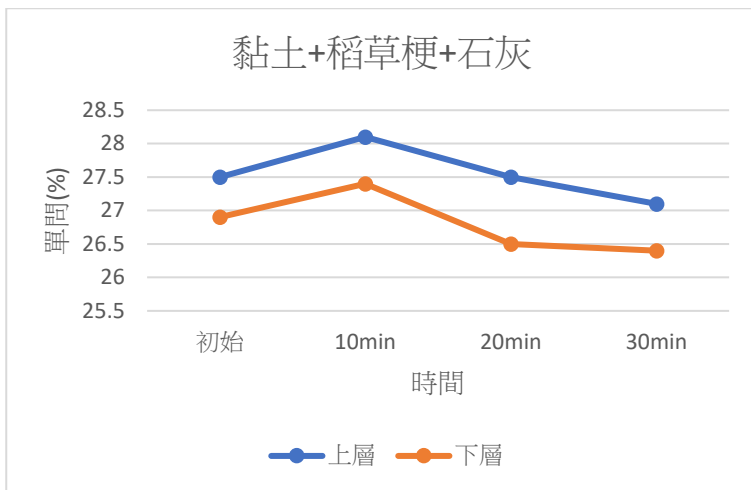
- (1)加入石灰後，二氧化碳逐漸減少，且石灰重量增加。
- (2)木板材質，二氧化碳濃度下降到環境二氧化碳數值後，數值便穩定，且重量增加。
- (3)矽酸鈣板材質，二氧化碳濃度維持穩定，且重量不變。

二、實驗二、竹編泥牆對於濕度的影響

1.結果

		初始濕度	10 分鐘	20 分鐘
黏土+稻草梗	上層	平均：57%	平均：59%	平均：62%
	下層	平均：56%	平均：57%	平均：58%
同左，加石灰	上層	平均：46%	平均：48%	平均：80%
	下層	平均：47%	平均：49%	平均：69%
木板	上層	平均:55%	平均:72%	平均:76%
	下層	平均:54%	平均:55%	平均:60%
矽酸鈣板	上層	平均:53%	平均:75%	平均:76%
	下層	平均:53%	平均:56%	平均:55%





2.發現:

- (1) 使用黏土+稻草梗材質，上層（加濕器放置處）數值上升速度較下層(被阻隔層)快。
- (2) 加上石灰後，上層依然上升顯著，下層的初始濕度雖較高，但經過阻隔 20 分鐘，濕度縱然有顯著上升，卻明顯較上層低。
- (3) 木板材質，上層濕度上升幅度較大，下層上升幅度較小，但差值比石灰小。
- (4) 矽酸鈣板材質，上層同木板上升幅度大，下層上升幅度則是較木板平緩。

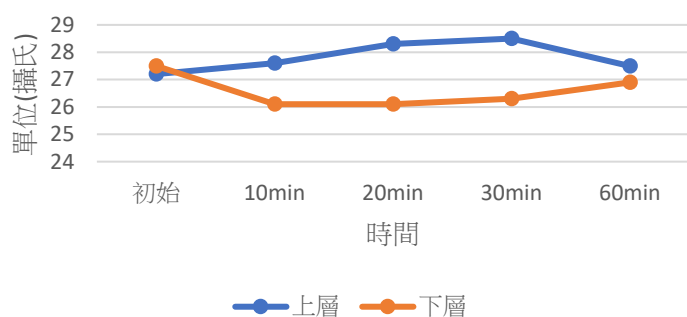
三、實驗三、竹編泥牆的恆溫探討

1.結果

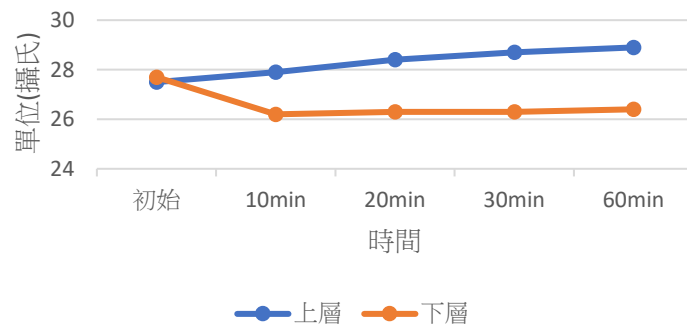
吸熱效果：單位（攝氏溫標）

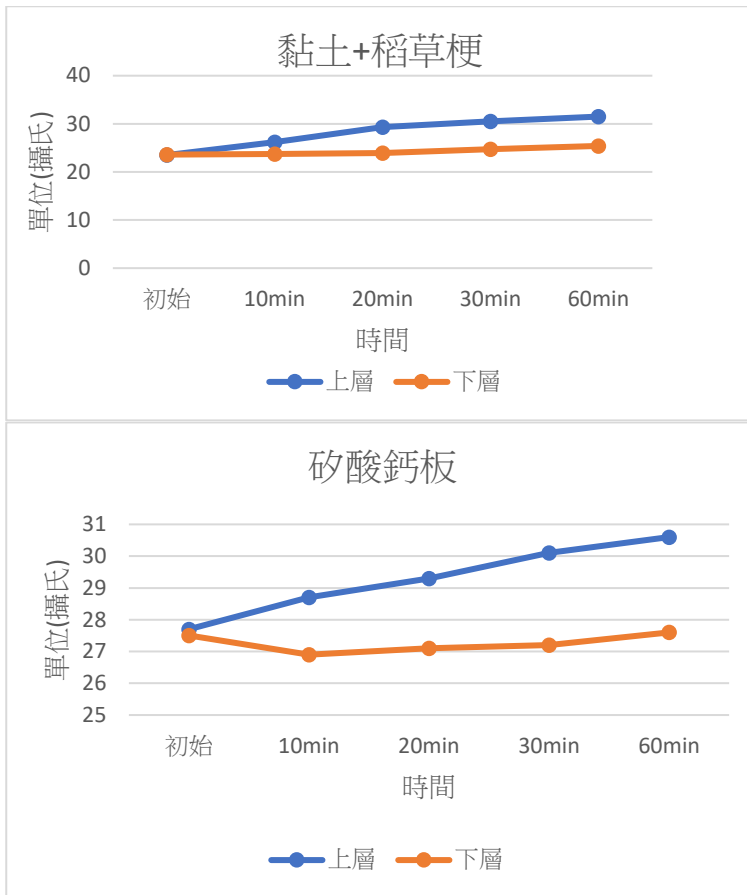
		起始溫度	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘	60 分鐘
黏土+稻草梗	上層	平均 23.5	平均 26.2	平均 29.3	平均 30.5	平均 31.5
	下層	平均 23.6	平均 23.7	平均 23.9	平均 24.7	平均 25.4
加石灰	上層	平均 27.2	平均 27.6	平均 28.3	平均 28.5	平均 27.5
	下層	平均 27.5	平均 26.1	平均 26.1	平均 26.3	平均 26.9
木板	上層	平均 27.5	平均 27.9	平均 28.4	平均 28.7	平均 28.9
	下層	平均 27.7	平均 26.2	平均 26.3	平均 26.3	平均 26.4
矽酸鈣板	上層	平均 27.7	平均 28.7	平均 29.3	平均 30.1	平均 30.6
	下層	平均 27.5	平均 26.9	平均 27.1	平均 27.2	平均 27.6

黏土+稻草梗+石灰



木板

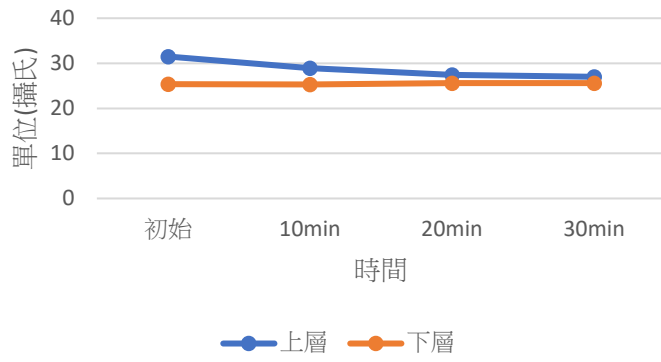




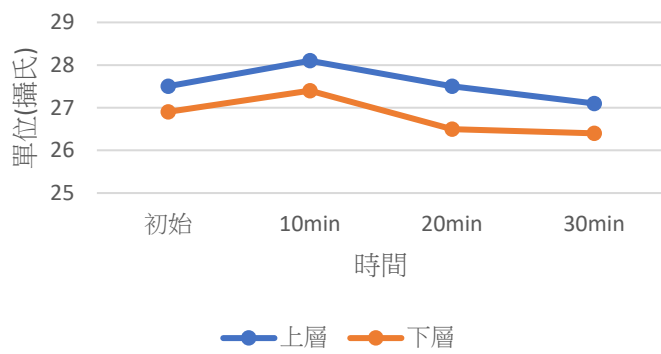
散熱效果：單位（攝氏溫標）

		起始溫度	10 分鐘	20 分鐘	30 分鐘
黏土+稻草梗	上層	平均 31.5	平均 28.9	平均 27.4	平均 27.0
	下層	平均 25.4	平均 25.3	平均 25.6	平均 25.6
加石灰	上層	平均 27.5	平均 28.1	平均 27.5	平均 27.1
	下層	平均 26.9	平均 27.4	平均 26.5	平均 26.4
木板	上層	平均 28.9	平均 28.7	平均 28.2	平均 27.5
	下層	平均 26.4	平均 26.5	平均 26.6	平均 26.5
矽酸鈣板	上層	平均 30.6	平均 29.9	平均 29.0	平均 28.6
	下層	平均 27.6	平均 27.7	平均 27.8	平均 27.9

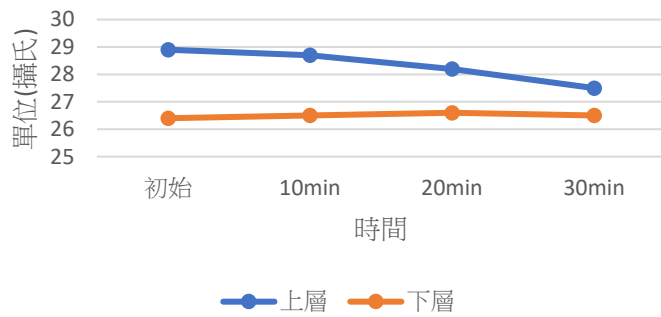
黏土+稻草梗



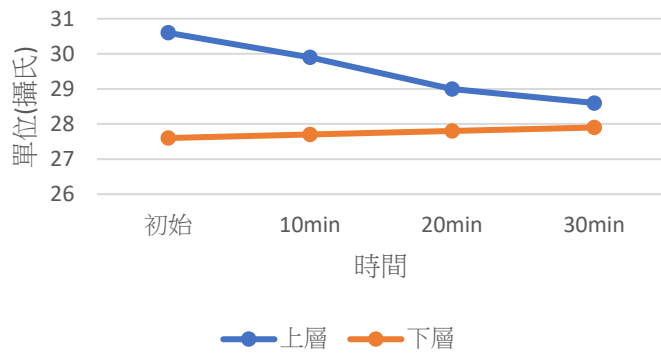
黏土+稻草梗+石灰



木板



矽酸鈣板



(均採記至溫度穩定時)

2.發現:

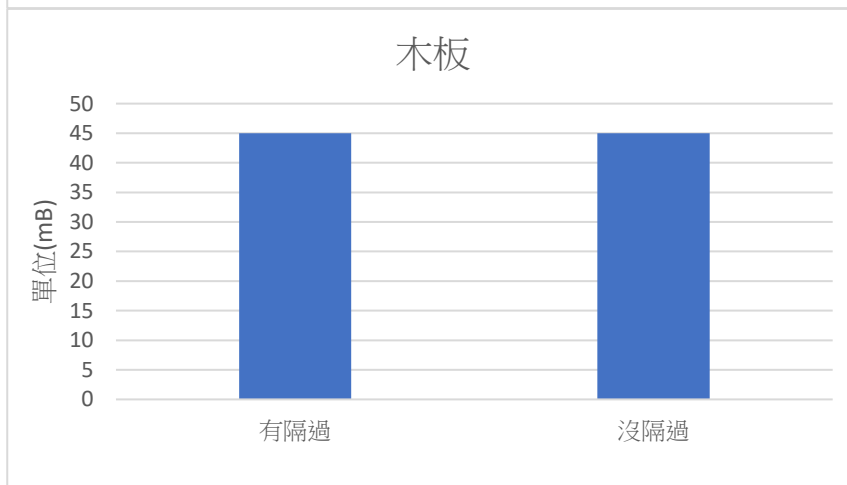
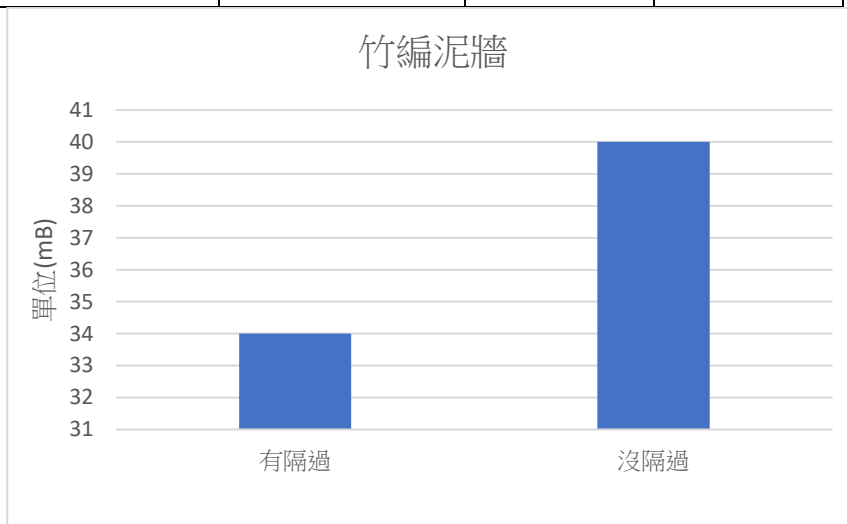
- (1) 黏土+稻草梗材質，吸熱時上層溫度較下層溫度上升的快；散熱時上層溫度下降較下層快，可見竹編泥牆具有冬暖夏涼的效果。
- (2) 加上石灰後，吸熱時上下層初始溫度差距較大，但經過一段時間後，差值漸漸減少；散熱時溫度先升後降(石灰進行放熱反應)。
- (3) 木板材質，吸熱時上下層同時上升，但差距逐漸增加；散熱時上層漸降，下層趨於穩定。
- (4) 矽酸鈣板材質，吸熱時上層數值上升極為明顯，下層則較為平緩；散熱時上層數值下降較下層快，且下層數值較穩定。

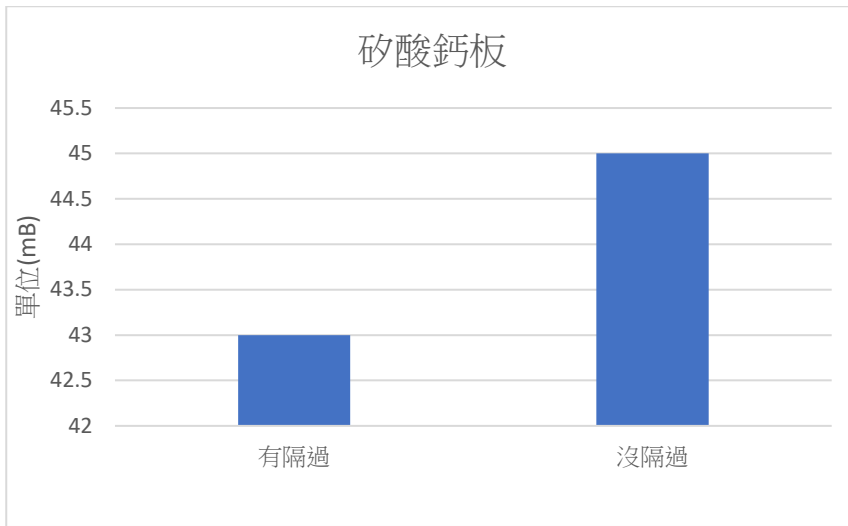
四、實驗四、竹編泥牆對於電磁波的影響

1.結果:

單位 (mB)

	竹編泥牆	木板	矽酸鈣板
沒隔過	平均：40	平均:45	平均:45
有隔過	平均：34	平均:45	平均:43





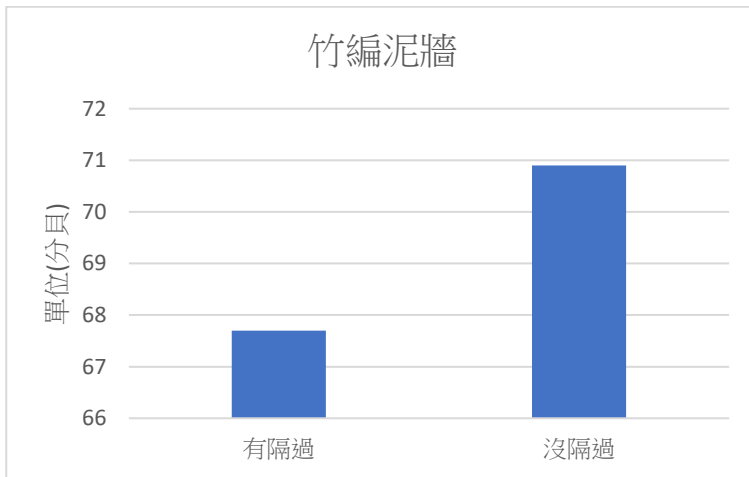
2.發現:

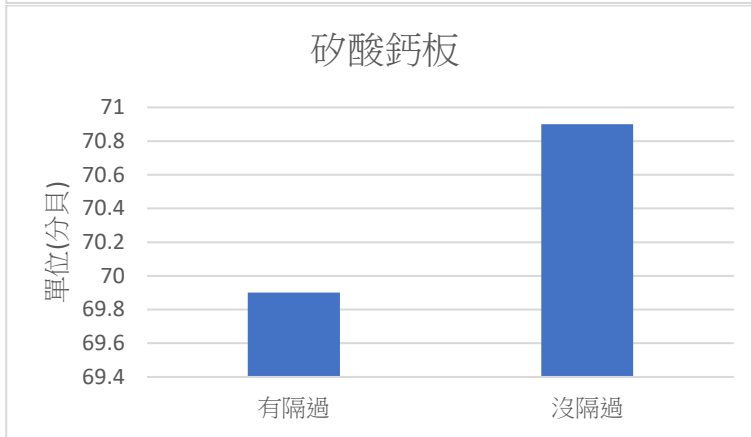
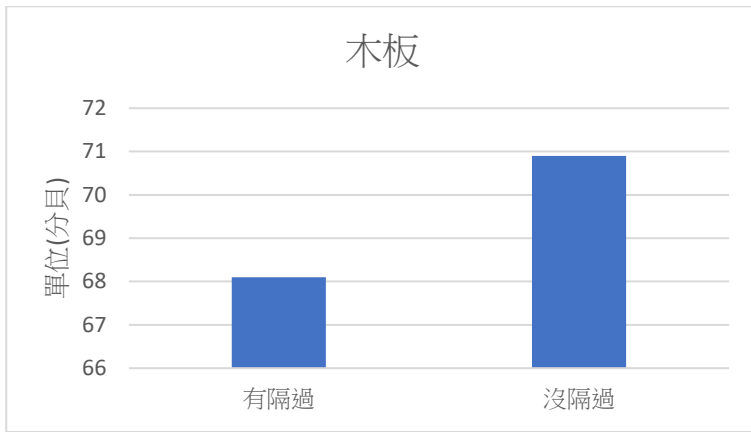
- (1)黏土+稻草梗材質上層(電磁波發射處)電磁波較下層(電磁波接收處)高。
- (2)加上石灰後，上層電磁波依然高於下層，且差值與未加石灰前差異不大。
- (3)木板材質，電磁波數值上下層相同。
- (4)矽酸鈣板材質，上層電磁波較下層高，但差值較低。

五、實驗五、竹編泥牆對於聲音傳遞的影響

1.結果:單位(分貝)

	竹編泥牆	木板	矽酸鈣板
沒隔過	平均:70.9	平均:70.9	平均:70.9
有隔過	平均:67.7	平均:68.1	平均:69.9





2.發現

- (1)黏土+稻草梗材質上層(頻率發出)分貝較下層(經阻隔)高，且上下層差值大。
- (2)加上石灰後，上層分貝仍較下層高。
- (3)木板材質，上層雖較下層高，但差值小。
- (4)矽酸鈣板材質，上層依然比下層高，但差值也較小。

伍、討論

一、竹編泥牆實驗裝置

此實驗為了能較精準的模擬室內及室外，並減少外在環境影響實驗結果歸納以下條件：

1. 製作竹編泥牆時，為簡化製作過程，改以同樣具有空隙的塑膠網格製作整體架構(已詢問專業人士)。
2. 二氧化碳、濕度、恆溫和聲音實驗裝置，為防止二氧化碳逸散、濕度流失、溫度散失及有效阻隔聲音傳遞，細小縫隙使用黏土填補，實驗過程整體裝置採密閉形式。
3. 進行二氧化碳吸收實驗時，由於實驗箱裝置較大，容易產生誤差，因此運用紙團裹上石灰並改由較小塑膠容器進行實驗。
4. 恆溫實驗：為有效模擬陽光照射，將燈泡放置於上方，使光線由上而下照射。

二、探討竹編泥牆對環境的影響與功效

經過以上實驗過程，想了解竹編泥牆對環境因素的影響與功用，本實驗由二氧化碳、濕度、溫度、電磁波及聲音，多方面進行探討，發現以下幾點：

1. 竹編泥牆外層的石灰，比起木板、矽酸鈣板等其他材質，具有更優越的二氧化碳吸收能力。
2. 竹編泥牆加上石灰前後，雖較其他材質阻隔濕度的效能較弱，但自身阻隔濕度的功效有所差異，單純使用竹編泥牆阻隔能力較差；加上石灰後，阻隔能力提升。
3. 在恆溫實驗中，竹編泥牆中的泥土相較其他材質，由於泥土比熱大的原因，下層溫度上升慢，散熱速度也較慢。
4. 竹編泥牆阻隔電磁波的效能皆較其他材質佳。
5. 竹編泥牆在阻隔聲音方面，雖與其他材質差異不大，但優於其他材料。

三、竹編泥牆外層石灰吸放熱原理：

生石灰轉變為熟石灰的過程會放熱($\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2 + \text{熱}$)

陸、結論

經過我們熱烈的討論與研究，竹編泥牆也在現代科技的競爭下，突出一切重圍，勢必要讓大家看見傳統建築的魅力。雖然這次的實驗我們只做了竹編泥牆獨特的功用，無法證實它是否能夠抵抗天然的災害。但是我們肯定知道竹編泥牆的潛能不只如此。希望這次的研究，能夠讓大家知道它的存在。

1. 竹編泥牆測量二氧化碳濃度時我們發現濃度會上升後再下降(已知一般泥土不會吸收 CO_2)



石灰關係循環圖：

灰石加熱後放出 CO_2 變成生石灰

-生石灰加水後變成熟石灰-

熟石灰吸收 CO_2 後又變成灰石

2.竹編泥牆塗抹石灰

塗抹石灰可以防水和吸收 CO₂ 且其中碳酸鈣可做到除臭的作用

3.竹編泥牆是否能冬暖夏涼?

泥土比熱大不易吸，放熱

4.竹編泥牆泥土選擇

大部分的泥土使用養過的泥土(養土)，養土能讓質感更有黏著力，不容易從支架脫落

5.素材對於實驗的測量結果

CO₂

效用:泥牆+石灰>木板>矽酸鈣板

(皆以最終結果評判)

濕度

效用:矽酸鈣板>木板>泥牆+石灰>泥牆

溫度(吸熱)

效用:泥牆>矽酸鈣板>木板>泥牆+石灰

溫度(放熱)

效用:泥牆>木板>矽酸鈣板=泥牆+石灰

電磁波

效用:泥牆>泥牆+石灰>矽酸鈣板>木板

聲音

效用:泥牆+石灰>木板>矽酸鈣板

5.石灰在恆溫、濕度的實驗中，是否有明確效用?

恆溫實驗:有，且塗上石灰後才具有冬暖夏涼

濕度實驗:泥牆+石灰遜色於其他材料

柒、參考文獻

一、竹編泥牆製作過程

https://www.facebook.com/GooddoFans/photos/a.1707621632607421/1818572041512379/?type=3&locale=zh_TW

二、隔熱箱裝置 <https://www.youtube.com/watch?v=gEpFCPBhelo>

三、石灰反應式:

https://www.google.com/search?sca_esv=8cd23cecb428a702&sca_upv=1&sxsrf=ACQVn08oXEuzS8okQ9ZdHcjEQIHn2OhFjA:1709799826041&q=%E7%9F%B3%E7%81%B0%E6%B0%B4%E5%8A%A0%E4%BA%8C%E6%B0%A7%E5%8C%96%E7%A2%B3%E5%8F%8D%E6%87%89%E5%BC%8F&sa=X&ved=2ahUKewjFIZLa3OGExU4jq8BHQWtDVYQ1QJ6BAgzEAE&biw=1920&bih=953&dpr=1

四、石灰循環圖

http://www.loxa.edu.tw/classweb/webView/index2.php?m_Id=72712&m_Type=1&teacher=cy-ysecs033&stepId=56984

五、竹編泥牆介紹 https://tcmb.culture.tw/zh-tw/detail?indexCode=Culture_Object&id=607984