

屏東縣第 61 屆國中小科學展覽會 作品說明書

科別：生活與應用科學科(環保與民生)

組別：國中組

作品名稱：

鐵皮加蓋，熱不熱？

-探討如何大樓頂樓加蓋鐵皮是或增設其它設置否會降溫-

關鍵詞：水泥磚、太陽能板、熱顯像

編號：B7030

摘要

實驗中使用寬 10 公分*長 15 公分*高 10 公分的水泥磚，使用鹵素燈當作模擬陽光，設計長 16 公分*寬 11 公分*高 45 公分的木製框架空間，將水泥磚放置空間上面，直接以垂直照射、斜射 31 度與斜射 19 度的方式量測水泥磚溫度與內部空間的溫度變化。接著在水泥磚上加上鐵皮、太陽能板做後續實驗。實驗結果發現內部空間的溫度在水泥磚直接曝曬的時候垂直照射>斜射 31 度>斜射 19 度。可是在水泥磚上加上鐵皮之後，雖有空間降溫的效果，可是卻讓整個空間的溫度更為均質的分布。

壹、 研究動機

台灣是一個副熱帶的地區，在平時就非常的熱，再加上大部分的房屋都是用水泥建造而成，像是一個水泥叢林，所以更是熱上加熱，而且平時在學校沒有冷氣，當夏天來臨時，教室像個烤箱一樣，悶熱難耐，總是讓人提不起精神，讓學習效果事倍功半，因為如此，我們決定以平常常見的建築材料，用水泥磚模擬房屋，在頂部加蓋，探討室內降溫的效果。

貳、 文獻探討與分析

根據之前的文獻(中華民國第 58 屆中小學科學展覽會，高中組)，房屋未蓋鐵皮的情況下，溫度十分的高，但在加蓋鐵皮的室內，沒有開窗時的溫度可高達 40 幾度，即使開窗後，溫度也高達 30 幾度，我們認為可延伸的方向為將鐵皮以及太陽能板加蓋在水泥磚上，探討是否助於降溫。

參、 研究目的與問題

根據以上文獻回顧，我們提出以下問題與研究方向：

- 一、在水泥磚上加蓋後的溫度是否比未加蓋的水泥磚來的低？
- 二、探討房屋屋頂加蓋鐵皮和太陽能板何者更有助於降溫？

肆、 研究設備與器材

鹵素燈、混凝土、試管、碼表、電子溫度計、熱感應槍、木架、太陽能板、鐵盆、水、滴管、壓克力板、燒杯、PP 板、膠帶

伍、 研究設計與架構

一、 研究過程

- (一)將 PP 板裁成 16*10 和 10*10 的長方形
- (二)將裁好的長方形組成長方體盒，並將水與混凝土混和，加入長方體盒內，在長方體盒內插入 3 支試管，等待水泥凝固
- (三)將木頭架子後方黏上壓克力板(不透光)
- (四)將 3 塊泥土塊放在架子上，利用鹵素燈當作太陽光
- (五)先測量未加蓋、加蓋鐵皮和加蓋太陽能板時水泥磚的溫度，再測量利用鹵素燈照射 10 分鐘後的溫度(利用熱感應槍拍照)

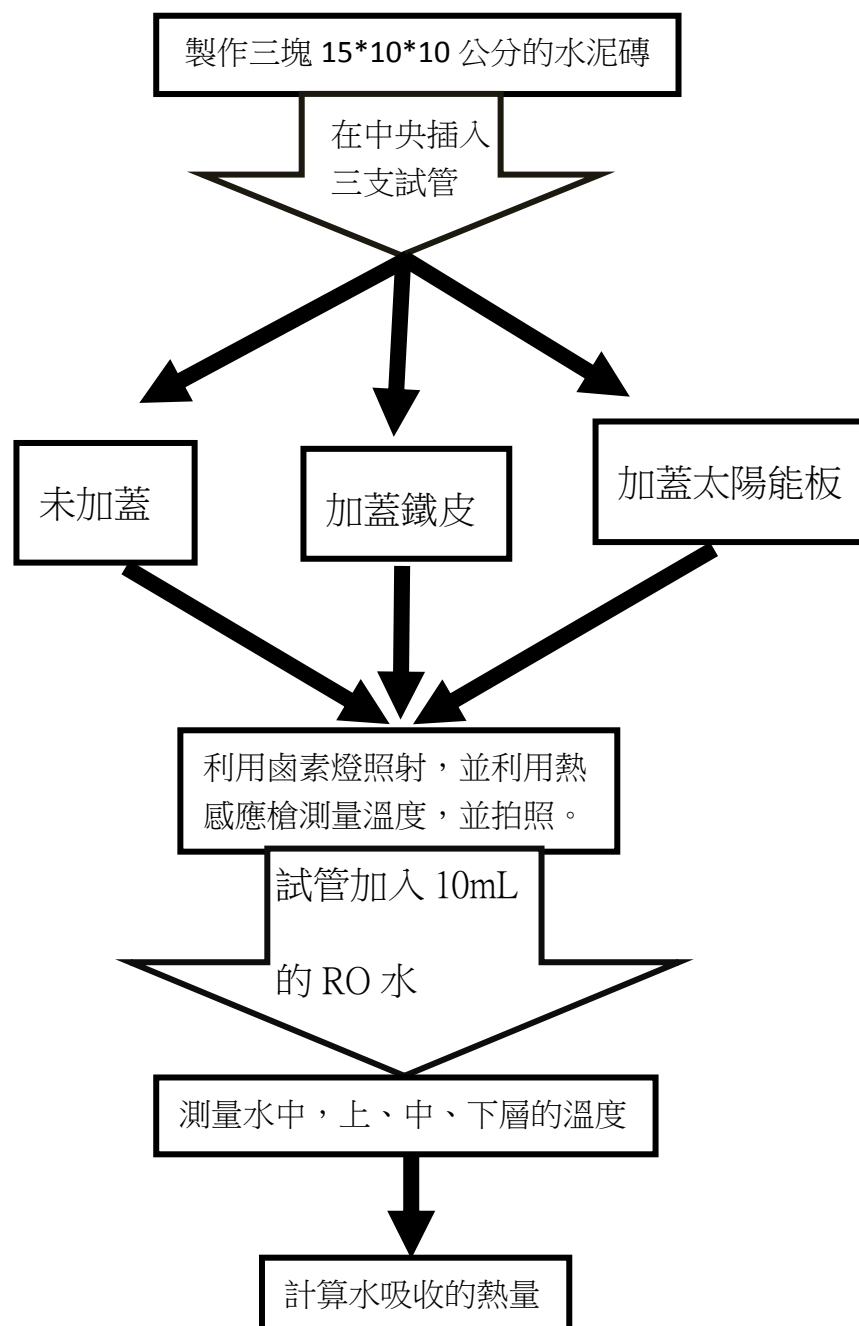
(六) 同(五)方法，在水泥磚中的三個試管中加入 10mL 的 RO 水(與水泥磚頂部貼平)，測量水中上、中、下層的溫度

(七) 計算水吸收的熱量

相關照片：



二、研究架構



陸、 研究結果與分析

一、 模擬不同角度之陽光照射水泥塊之分層溫度分析

此段分析我們模擬直射 90 度、斜射 31 度、斜射 19 度之 15 公分厚水泥層之上層、中層、與下層的溫度變化，其結果如下。

(一)直射水泥屋頂

表 6-1-1 直射水泥屋頂之水泥層上層、中層、下層之溫度比較

	上層初溫	上層末溫	中層初溫	中層末溫	下層初溫	下層末溫
無遮蓋物+直射	30.80°C	39.9°C	29.30°C	29.9°C	29.00°C	29.4°C
鐵皮遮蓋+直射	28.80 °C	30.90°C	28.4°C	28.50°C	28.40°C	28.4°C
太陽能板遮蓋+直射	25.90°C	30.00°C	25.6°C	26.60°C	25.90°C	26.2°C

<p>無遮蓋物 +直射</p>		<p>研究發現，三種角度的中層水泥、下層水泥內的溫度變化不大。而上層水泥只有直射的角度在照射模擬陽光之後溫度上身較為明顯，斜射的兩組織水泥上層不明顯。</p>
<p>鐵皮遮蓋 +直射</p>		
<p>太陽能板遮蓋 +直射</p>		

(二)斜射 31 度水泥屋頂

表 6-1-2 斜射 31 度水泥屋頂之水泥層上層、中層、下層之溫度比較

	上層初溫	上層末溫	中層初溫	中層末溫	下層初溫	下層末溫	
無遮蓋物+斜射 31 度	26.40	28.5	26.40	26.5	25.90	26.3	
鐵皮遮蓋+斜射 31 度	26.80	27.30	26.9	26.90	26.60	26.6	
太陽能板遮蓋+斜射 31 度	25.90	27.30	25.9	26.00	25.60	25.7	
無遮蓋物 +斜射 31 度							<p>此段研究分析發現，斜射 31 度的水泥屋頂，無論是裸曬、加上鐵皮遮蓋、太陽能板遮蓋，其起始溫度與末溫相差不大。</p>
鐵皮遮蓋 +斜射 31 度							
太陽能板遮蓋 +斜射 31 度							

(三)斜射 19 度水泥屋頂

表 6-1-3 直射水泥屋頂之水泥層上層、中層、下層之溫度比較

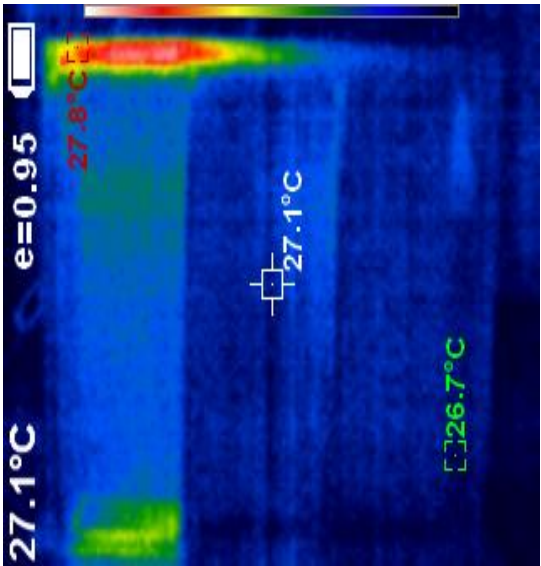
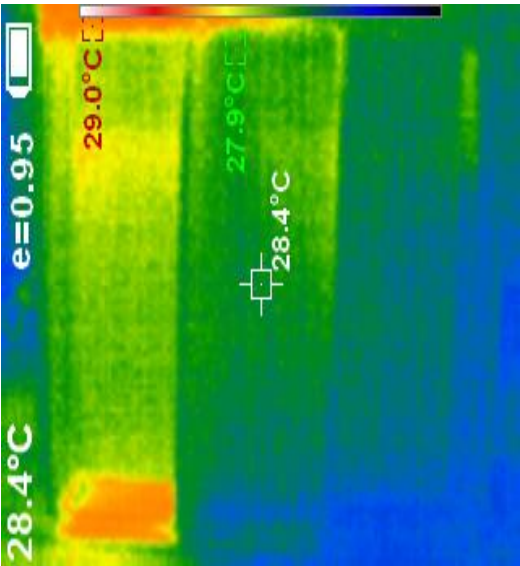
	上層初溫	上層末溫	中層初溫	中層末溫	下層初溫	下層末溫
無遮蓋物+斜射 19 度	27.4	27.5	27.0	27.2	27.0	27.2
鐵皮遮蓋+斜射 19 度	26.4	26.7	26.8	27.0	26.9	27.0
太陽能板遮蓋+斜射 19 度	25.7	25.9	25.9	26.2	26.2	26.6

<p>無遮蓋物 +斜射 19 度</p>		<p>此段研究分析發現，斜射 19 度的水泥屋頂，無論是裸曬、加上鐵皮遮蓋、太陽能板遮蓋，其起始溫度與末溫相差不大。</p>
<p>鐵皮遮蓋 +斜射 19 度</p>		
<p>太陽能板遮蓋 +斜射 19 度</p>		

二、 水泥屋頂直接照射模擬陽光後的室內溫度變化

此段分析我們一樣採取垂直照射、斜射 31 度、斜射 19 度到水泥屋頂上 10 分鐘之後，端看底下空間的溫度變化，其結果如下。

表 6-2-1 水泥屋頂裸曬(未有遮蔽物)之照射前與照射後之空間溫度比較

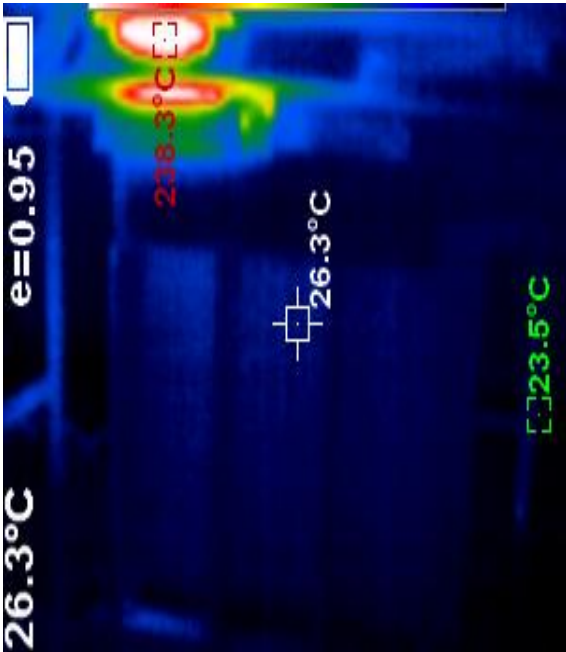
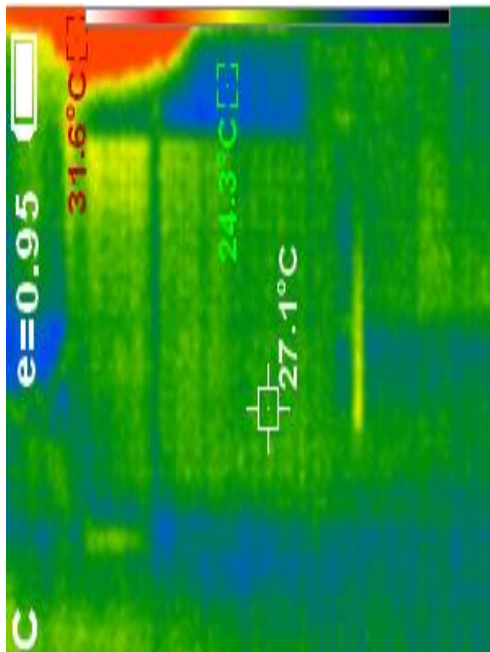
陽光照射角度	空間溫度 照射一開始照射	空間溫度 照射 10 分鐘後
垂直照射	<p>垂直照射 斜射 31 度 斜射 19 度</p> 	<p>垂直照射 斜射 31 度 斜射 19 度</p> 
	<p>剛開始照射的時候，垂直照射的空間上方溫度最高達到 27.8 度；斜射 31 度和斜射 19 度的空間，顏色偏向藍色，屬於低溫。</p>	<p>照射 10 分鐘之後，垂直入射的空間整體溫度>斜射 31 度>斜射 19 度。且垂直照射的空間溫度集中在上方、下方；其他空間的溫度上方溫度較高。</p>

三、 水泥屋頂加蓋鐵皮屋之照射模擬陽光後的室內溫度

變化

此段分析我們一樣採取垂直照射、斜射 31 度、斜射 19 度到水泥屋頂(家蓋上鐵皮)10 分鐘之後，端看底下空間的溫度變化，其結果如下。

表 6-3-1 水泥屋頂裸照(未有遮蔽物)之照射前與照射後之空間溫度比較

陽光照射角度	空間溫度 照射一開始照射			空間溫度 照射 10 分鐘後		
垂直照射	垂直 照射	斜射 31 度	斜射 19 度	垂直 照射	斜射 31 度	斜射 19 度
						
<p>剛開始照射的時候，垂直照射的空間上方溫度最高達到 28.2 度；斜射 31 度和斜射 19 度的空間，顏色偏向藍色，屬於低溫。</p>				<p>照射 10 分鐘之後，垂直入射的空間整體溫度>斜射 31 度>斜射 19 度。但是三者皆呈現綠色，顯示整體溫度都提高。</p>		

四、 水泥屋頂加蓋太陽能板之照射模擬陽光後的室內溫度變化

((因為熱顯儀儀器損壞，影片資料都在儀器內，故無法分析此段))

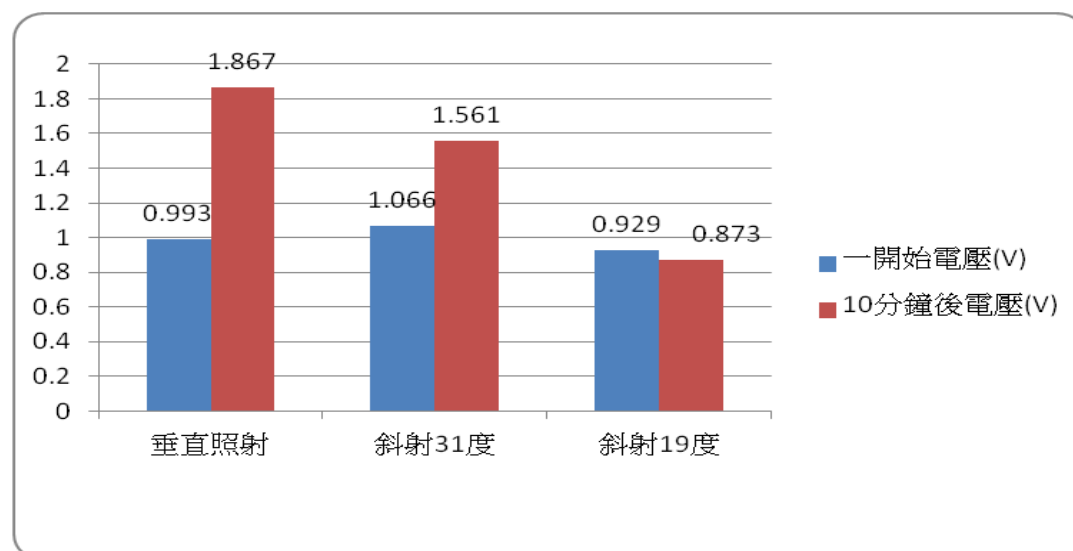
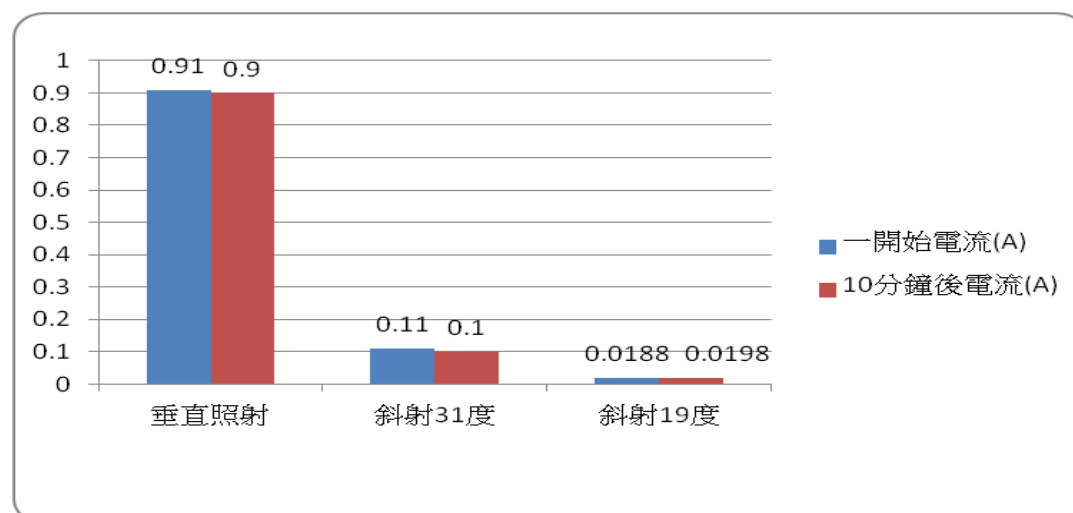
((待儀器修復後，再補上此資料))

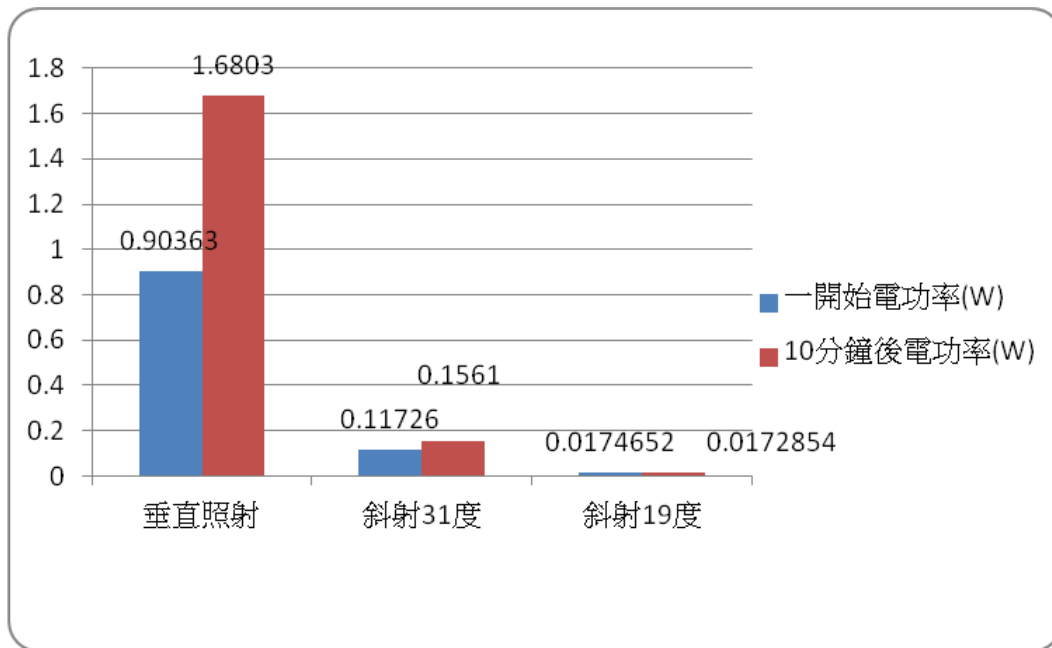
五、 水泥屋頂加蓋太陽能板之發電狀況

此段分析我們將水泥屋頂加蓋太陽能板，分為垂直照射、斜射 31 度、斜射 19 度進行十分鐘的鹵素燈照射，測量一開始開燈與十分鐘之後的電流、電壓，並計算出電功率，結果如下所示。

表 6-5-1 電流、電壓與電功率比較表

	一開始電流(A)	10 分鐘後電流(A)	一開始電壓(V)	10 分鐘後電壓(V)	一開始電功率(W)	10 分鐘後電功率(W)
垂直照射	0.91	0.9	0.993	1.867	0.90363	1.6803
斜射 31 度	0.11	0.1	1.066	1.561	0.11726	0.1561
斜射 19 度	0.0188	0.0198	0.929	0.873	0.017465	0.017285





以上研究結果發現：

- (一) 電流的結果顯示垂直照射的電流最高，約達到 1A；且 10 分鐘之後，三種角度的照射，其電流都與一開始開燈時插不多，並無多大改變。
- (二) 電壓的結果 10 分鐘後，以垂直照射>斜射 31 度>斜射 19 度。垂直照射十分鐘後的電壓達到 1.867 伏特為一開始的 1.88 倍；斜射 31 度的電壓在十分鐘後達到 1.561 伏特為一開始的 1.46 倍。而斜射 19 度，開始和開始十分鐘後，其電壓相似。
- (三) 電功率的結果 10 分鐘之後，其大小為垂直照射>斜射 31 度>斜射 19 度。垂直照射 10 分鐘後的電功率為原本開始的 1.86 倍；另外兩組則與一開始相似。

柒、 綜合討論

一、 加蓋鐵皮屋對於底下空間真的比較降溫嗎？

為了討論這個問題，我們將直接照射水泥磚的圖 7-1，和在水泥磚上加蓋鐵皮的照射十分鐘鹵素燈之後的圖片取出做比較如下。

垂直
照射

斜射
31 度

斜射
19 度

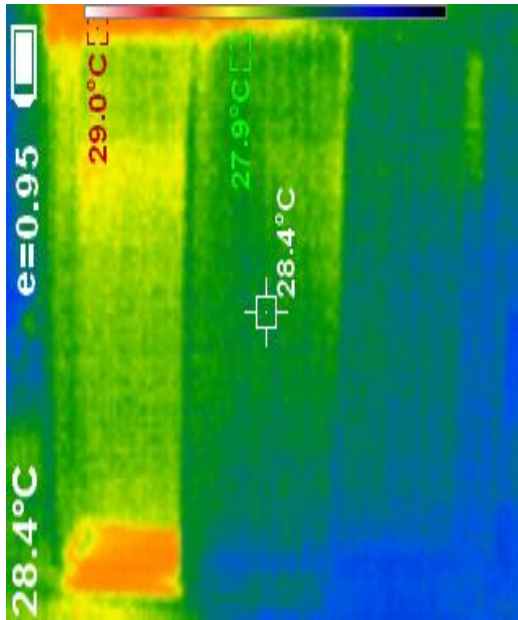


圖 7-1 直接照射水泥磚

垂直
照射

斜射
31 度

斜射
19 度

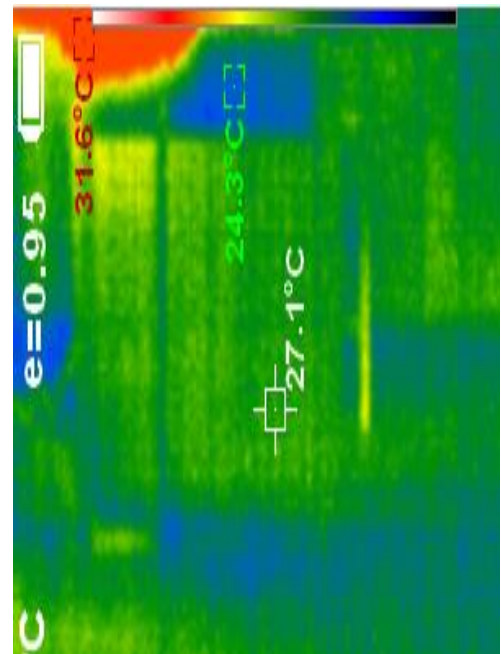


圖 7-2 水泥磚上加蓋鐵皮

在以上的圖像中，我們可以發現：

- (一)垂直直射的狀況下，直接曝曬和加蓋鐵皮屋的狀況下，其直接曝曬早成內部空間的溫度較熱。
- (二)斜射 31 度的狀況下，直接曝曬的溫度由上層慢慢冷到下層，可是加蓋鐵皮屋的上層、下層溫度較低，溫度集中在中央。
- (三)斜射 19 度的狀況，直接曝曬的空間溫度由上層逐漸楞卻到下層，可是加蓋鐵皮屋的的內部空間溫度較為均質，且下層溫度高於直接曝曬的組別。

得到這樣的結論，我們認為加蓋鐵皮屋對於垂直照射的狀況下有助於降

溫，可是在斜射的狀況下，反倒會讓內部空間的溫度變得均勻。推測是因為鐵皮的比熱遠小於水泥磚，所以當鐵皮吸收鹵素燈的熱量時會迅速提高溫度，並將熱量傳遞給水泥磚，雖然水泥磚的比熱較小，可是仍然會迅速升溫和迅速降溫，因此將鐵皮的熱量在輻射進入底下的空間，造成溫度較為平均。

二、 水泥磚直接照射鹵素燈，其水泥磚吸收的熱量大約為多少焦耳？

在研究結果與分析第一點中提到，僅有直接垂直曝曬在鹵素燈的水泥磚上層最容易看到水溫的變化，我們將其溫度變化摘錄出來如下表。

表 7-1 直接曝曬在鹵素燈下(垂直照射)之水泥磚上層溫度變化

前溫	後溫	溫差	熱量($H=ms\Delta T$)
30.8°C	39.9°C	9.1°C	91 卡 約等於 374.92 焦耳

以上結果我們發現在十分鐘之內，直接垂直曝曬在鹵素燈下的水泥磚上層約可吸收 91 卡的熱量(相當於 374.92 焦耳)。

捌、 研究結論

- 一、 水泥磚直接曝曬的狀況下，底下空間溫度提高為垂直照射>斜射 31 度>斜射 19 度。
- 二、 水泥磚直接曝曬的狀況下，垂直曝曬和斜射的組別，其內部的溫度由上層逐漸往下冷卻。
- 三、 水泥磚加蓋鐵皮屋的狀況下，底下空間溫度提高為垂直照射>斜射 31 度約等於斜射 19 度。
- 四、 水泥磚加蓋鐵皮屋的狀況下，垂直曝曬的組別底下空間其溫度由上方逐漸向下方冷卻，可是溫度相較於斜射空間仍高。而斜射的組別底下空間溫度較為均質，就沒有逐漸由上層向下層降溫的狀況。
- 五、 直接垂直曝曬在鹵素燈的水泥磚上層最容易看到水溫的變化，在十分鐘之內水泥磚約吸收 91 卡的熱量(相當於 374.92 焦耳)。
- 六、 加蓋鐵皮屋雖然可以約降低溫度(約 1 度)，可是卻造成整個空間更為均質的熱度，是否有效降溫，仍需有更進一步的實驗討論。

玖、 參考文獻

- 王晴、許書瑄、吳培熏孫煒勛(民 103 年)。“ 窗 ” 破 “ 風 ” 鎖線—學校斜屋頂排熱之研究。
- 孫海軒、蘇冠融、陳秉燦(民 107 年)。我開窗你納涼—探討不同屋頂開窗形式與其降溫能力。