

# 中華民國第 51 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

國中組 地球科學科

030507

石板的科學奧祕

學校名稱：高雄市立茂林國民中學

作者：  國三 賴羽倩  國三 田儀馨  國三 沈怡安	指導老師：  鍾志華  張雅玲
---	-----------------------------

關鍵詞：石板、孔隙度、導熱

## 摘要

本研究用電磁波測量器、數位式溫度計、電子天平等，研究不同建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）的孔隙度，以及不同建材厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）對吸收電磁波、太陽輻射能、散熱效果、吸收瓦斯熱，和對硫酸的抗腐蝕性。

研究結果得知，孔隙度由大到小為石板>紅磚頭>大理石>瓷磚；電磁波降低%由大到小為石板>紅磚頭>大理石>瓷磚；吸收太陽輻射能大小為紅磚頭>石板>大理石>瓷磚；散熱速率由快到慢為石板>大理石>瓷磚>紅磚頭；建材厚度越厚，散熱速率越慢，厚度對石板散熱速率影響最大。建材厚度會影響熱傳導速率，尤其對於石板的影響較大；對硫酸抗腐蝕性由大到小為瓷磚>紅磚頭>石板>大理石，但在低硫酸濃度時，各建材的差距小。

## 壹、研究動機

很久以前，我們魯凱祖先就選用石板做建材，建造舒適的傳統房屋與美麗的村景，更利用石板來烹飪食物，雕刻我們族群的生活紀錄，甚至當作族人的棺蓋。所以，石板對魯凱族而言，不僅是生活中不可或缺的物品，更是家鄉文化的代表。

現今環保思潮下，石板屋屬於天然綠建築，我們發現夏天的石板屋內很涼爽，不用多耗費電力來開電扇，就能達到自然通風又降溫的效果。課本知識告訴我們家鄉的石板屬於頁岩，於是引起我們研究石板興趣，並且將石板與各種建材做材料性質的研究與比較。

我們想用科學數據來表現石板做為建材的優勢，了解石板的孔隙度、對抗電磁波、散熱、吸熱、導熱和抗腐蝕的特性。希望我們的研究能讓更多人了解魯凱祖先選用石板的智慧。

## 貳、研究目的

- 一、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）的孔隙度
- 二、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，阻擋電磁波的差異
- 三、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，對於吸收太陽能的差異。
- 四、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，散熱效果的差異。
- 五、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）在不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）時，對於吸收瓦斯熱的差異。
- 六、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）在硫酸不同的濃度（4.5M、9.0M、18.0M）中，抗腐蝕的能力。

## 參、研究設備

編號	名稱	廠牌	規格
1	數位式溫度計	EVERY DAY	E-3630
2	電子天平	AND	HL-400
3	電磁波測量器	LTLUTRON	EMF822A
4	蒸餾水	福歌化工廠	100ml
5	燒杯	永原儀器	250ml
6	硫酸	小島化學	試藥級
7	石板		25 cm× 10 cm × 1.5 cm ( 3.0 cm、4.5 cm )
8	紅磚頭		
9	大理石		
10	瓷磚		
11	建材切割	魯凱亭個人工作室	

## 肆、研究過程

### 一、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）孔隙度的差異

- (一) 各建材經過機器切成長 25cm、寬 10cm、厚 1.5cm
- (二) 量測各種建材的質量
- (三) 將各種建材浸入水中靜置 24 小時
- (四) 擦乾建材的表面水分後，量測各種建材的質量
- (五) 計算各種建材的孔隙度

### 二、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）阻擋電磁波的差異

- (一) 各建材經過機器切成長 25cm、寬 10cm、厚 1.5cm
- (二) 量測學校變電箱處電磁波大小並紀錄之
- (三) 將各種建材至於變電箱前 10cm 處後，量測電磁波大小並紀錄之
- (四) 重複上述實驗步驟，以測量二塊建材（厚度為 3.0 cm），和三塊建材厚度（厚度為 4.5 cm）時，電磁波的變化

### 三、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）對於吸收太陽能的差異

- （一）各建材經過機器切成長 25cm、寬 10cm、厚 1.5cm
- （二）取 4 個燒杯，各放入 100ml 蒸餾水，並使用數位式溫度計測水溫
- （三）在各燒杯上，分別蓋上一塊建材，將燒杯置於學校中太陽照射到之處，每隔一小時測量水溫度變化，直至十個小時
- （四）依據上述的實驗步驟，測量燒杯放上二塊建材（厚度為 3.0 cm）、三塊建材厚度（厚度為 4.5 cm）時，水溫的變化。

### 四、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）的散熱效果

- （一）各建材經過機器切成長 25cm、寬 10cm、厚 1.5cm
- （二）取 4 個燒杯，各放入加熱至沸騰的 100ml 蒸餾水
- （三）蓋上一塊建材，每隔二分鐘使用數位式溫度計測量水溫度變化，直至二十分鐘止
- （四）依據上述的實驗步驟測量二塊建材（厚度為 3.0 cm）、三塊建材厚度（厚度為 4.5 cm）溫度變化

### 五、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）吸收瓦斯熱的差異

- （一）將各種建材經過機器切成長 25cm、寬 10cm、厚 1.5cm
- （二）取 100ml 的蒸餾水放入燒杯中，使用數位式溫度計測其溫度
- （三）放一塊建材於瓦斯爐上，並將燒杯置於建材上。使用相同的熱源加熱，每隔二分鐘使用數位式溫度計測量水溫度變化，直至二十分鐘止
- （四）依據上述的實驗步驟測量二塊建材（厚度為 3.0 cm）、三塊建材厚度（厚度為 4.5 cm）時，水溫的變化

### 六、研究各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）對於硫酸的抗腐蝕性

- （一）將各種建材經過機器切成長 5cm、寬 5cm、厚 1.5cm
- （二）使用電子天平量測建材的質量
- （三）將建材放入裝有硫酸（濃度為 18 M）的燒杯中，每隔 24 小時量測其質量變化，直至 240 小時止
- （四）依據上述的實驗步驟測量浸泡在不同硫酸濃度（4.5M、9.0M）時，建材的質量變化

## 伍、研究結果

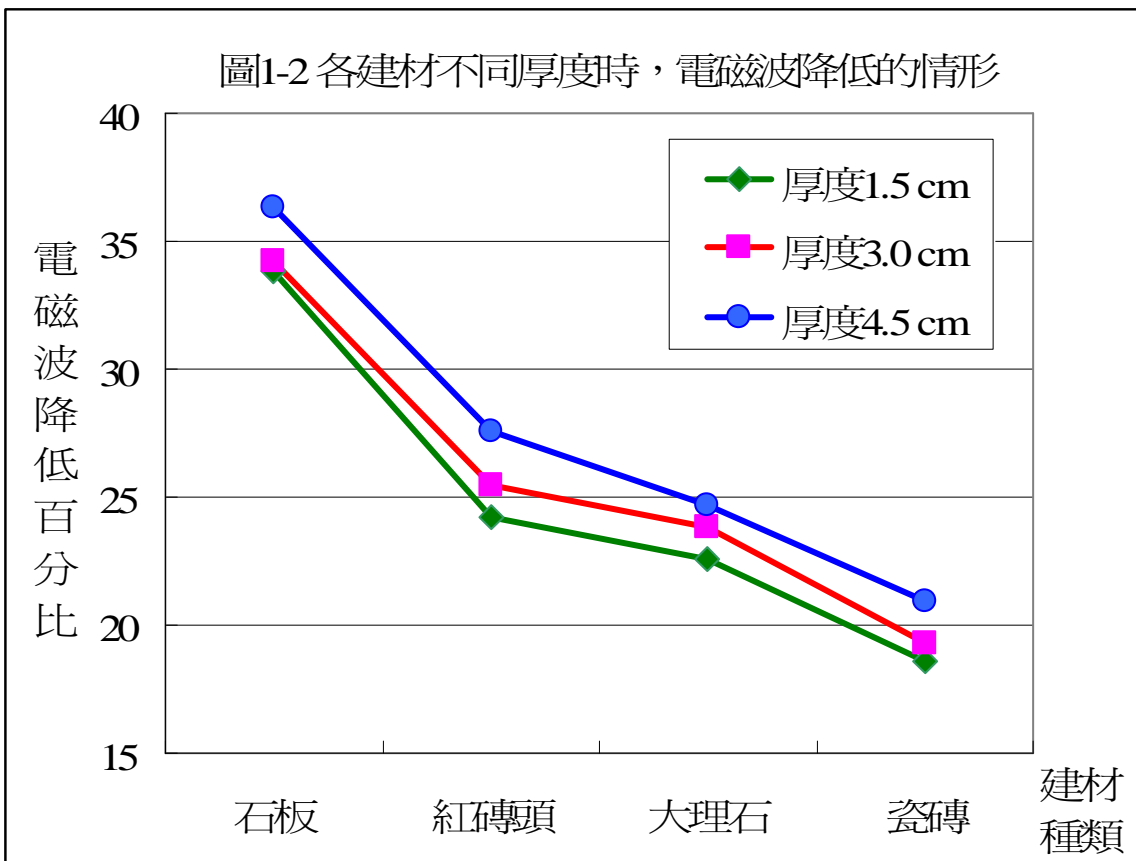
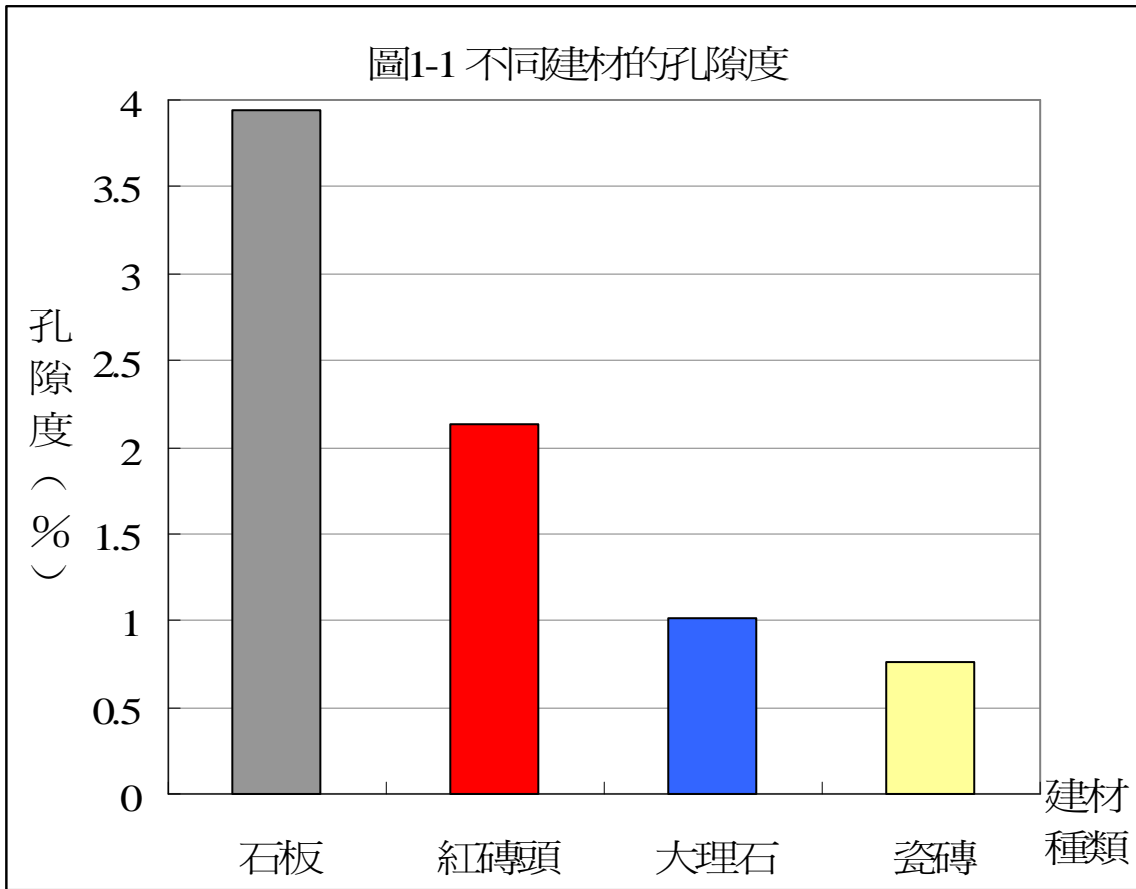


圖1-3 厚度1.5公分的不同建材，吸收太陽能的比較

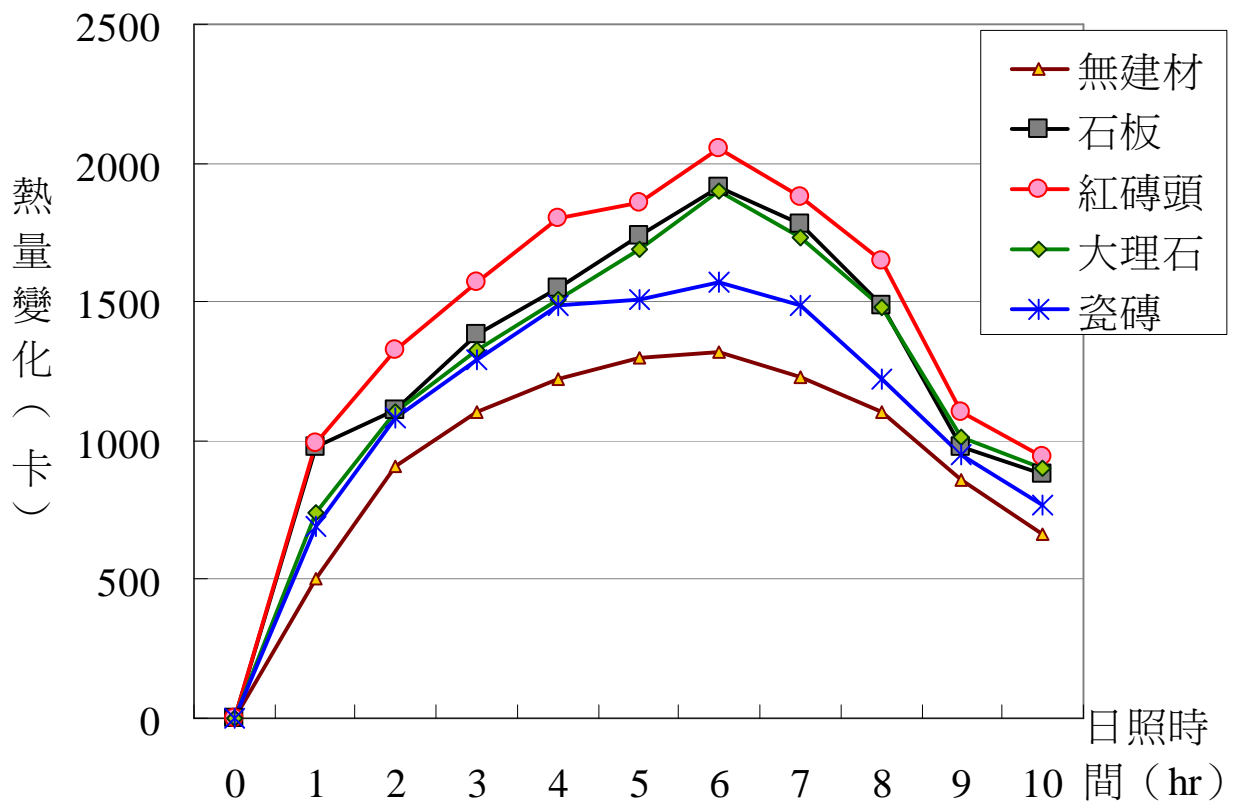


圖1-4 厚度3.0公分的不同建材，吸收太陽能的比較

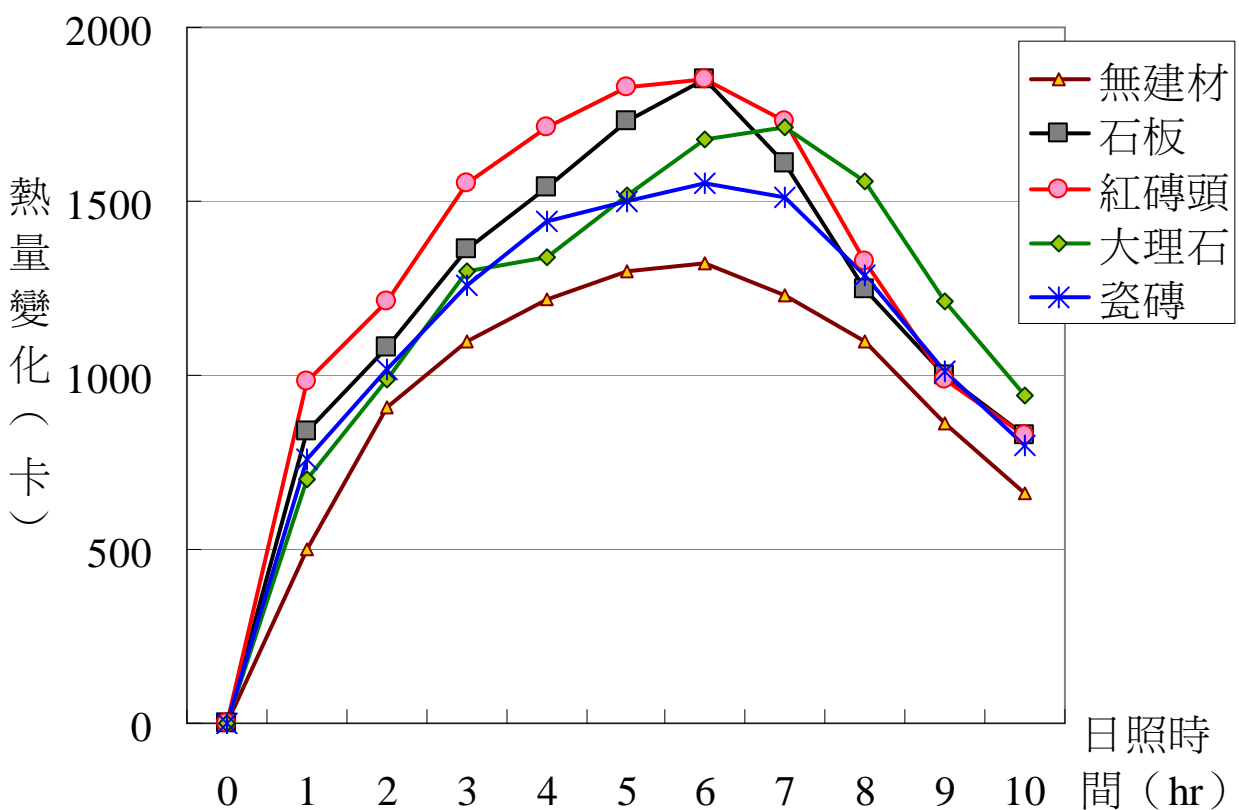


圖1-5 厚度4.5公分的不同建材，吸收太陽能的比較

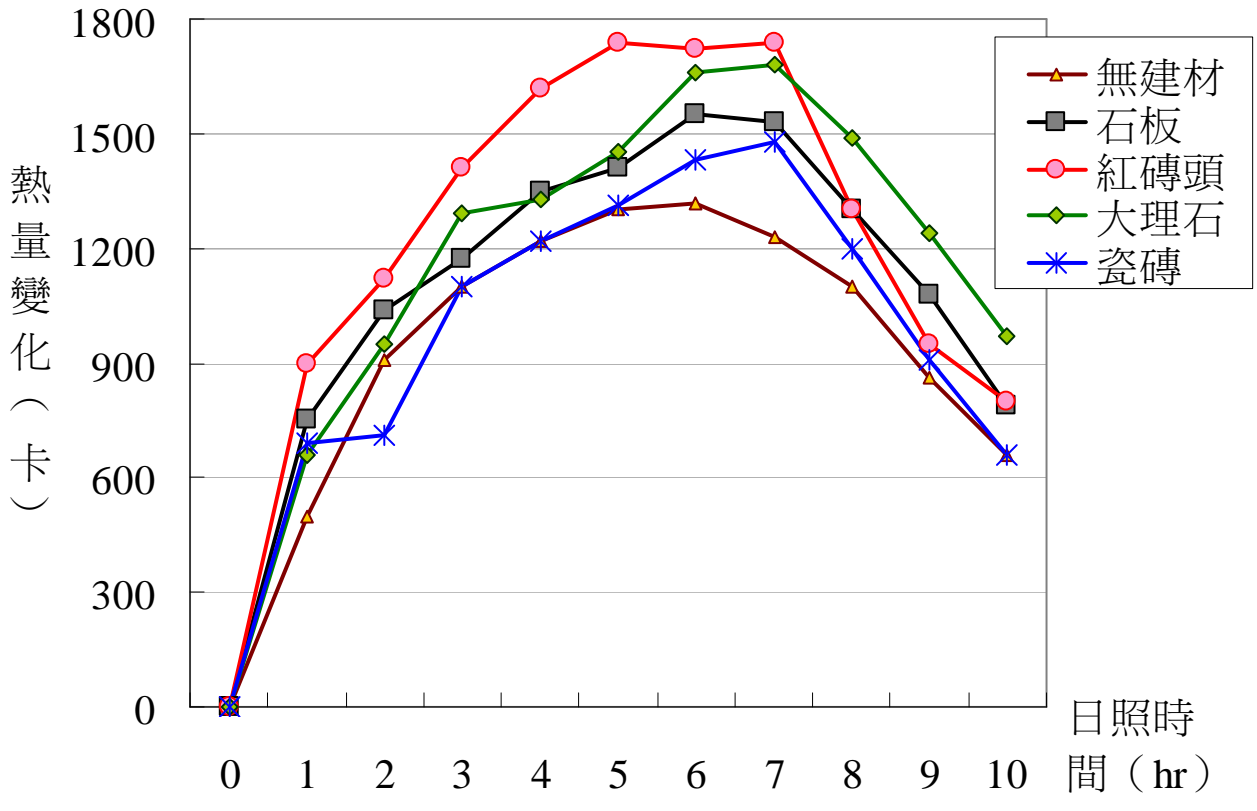


圖1-6 不同厚度的石版，吸收太陽能的比較

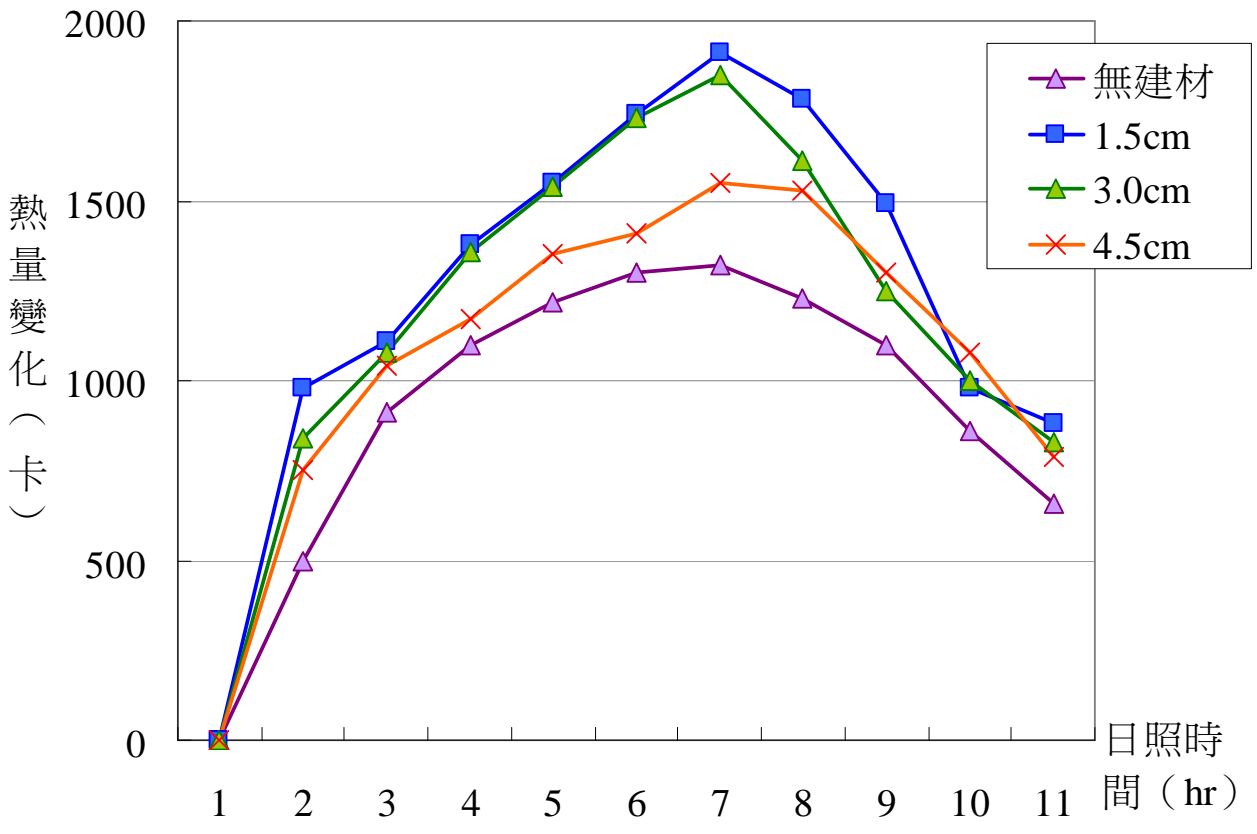


圖1-7 不同厚度的紅磚頭，吸收太陽能的比較

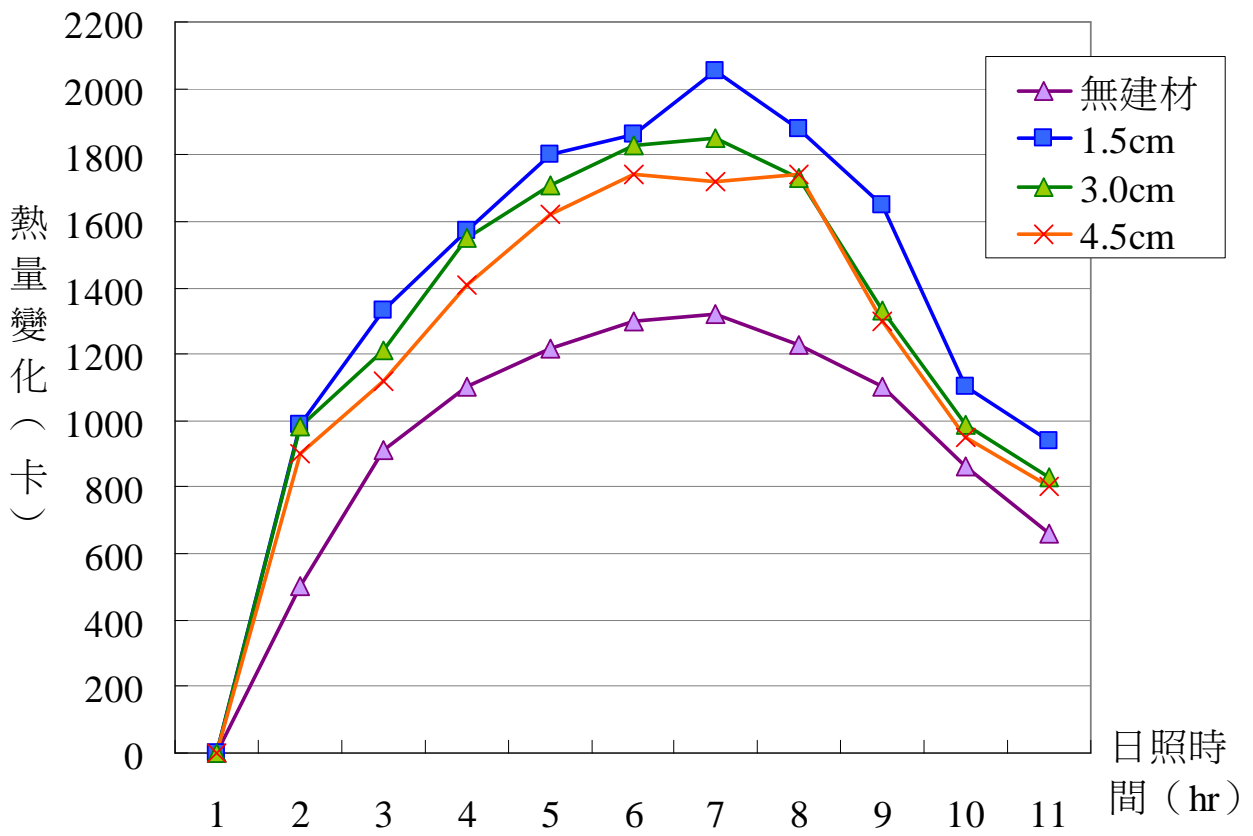


圖1-8 不同厚度的大理石，吸收太陽能的比較

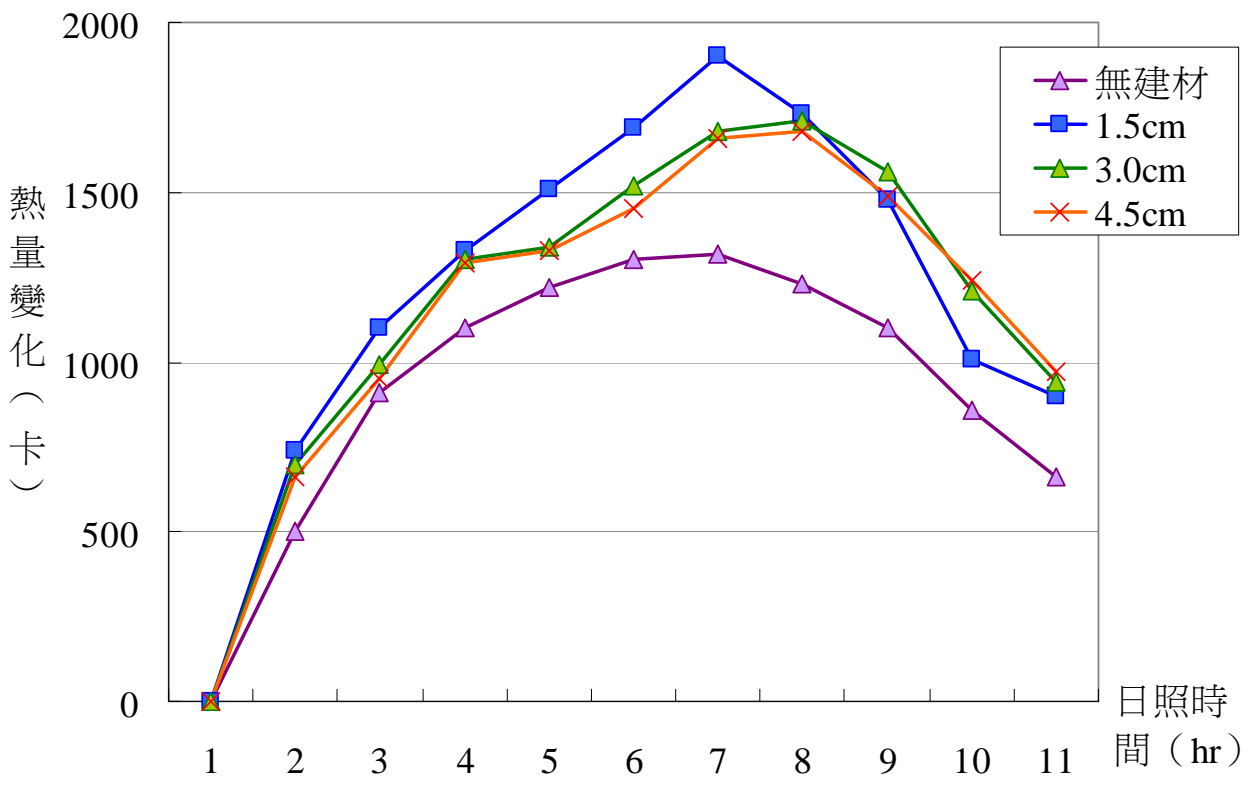




圖1-9 不同厚度的瓷磚，吸收太陽能的比較

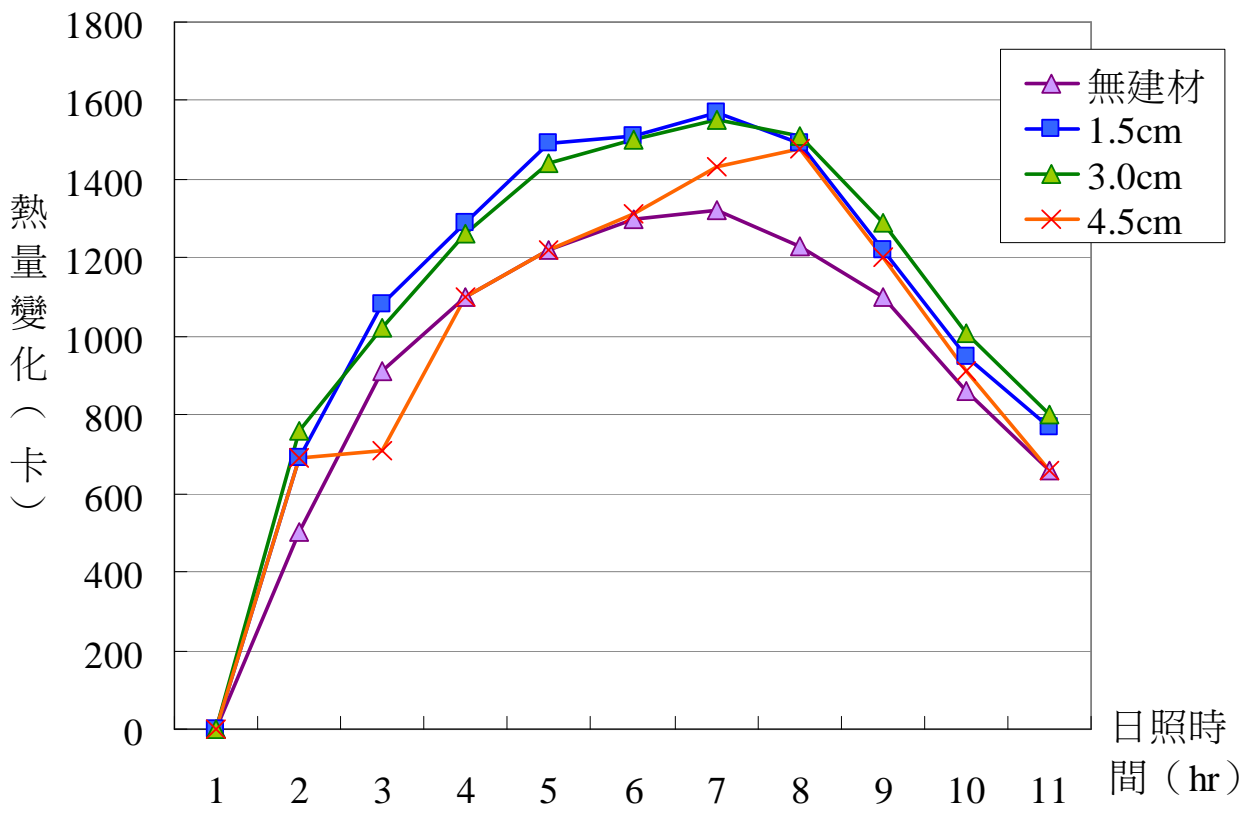


圖2-1 厚度為1.5公分的不同建材，隨時間放出熱量的變化

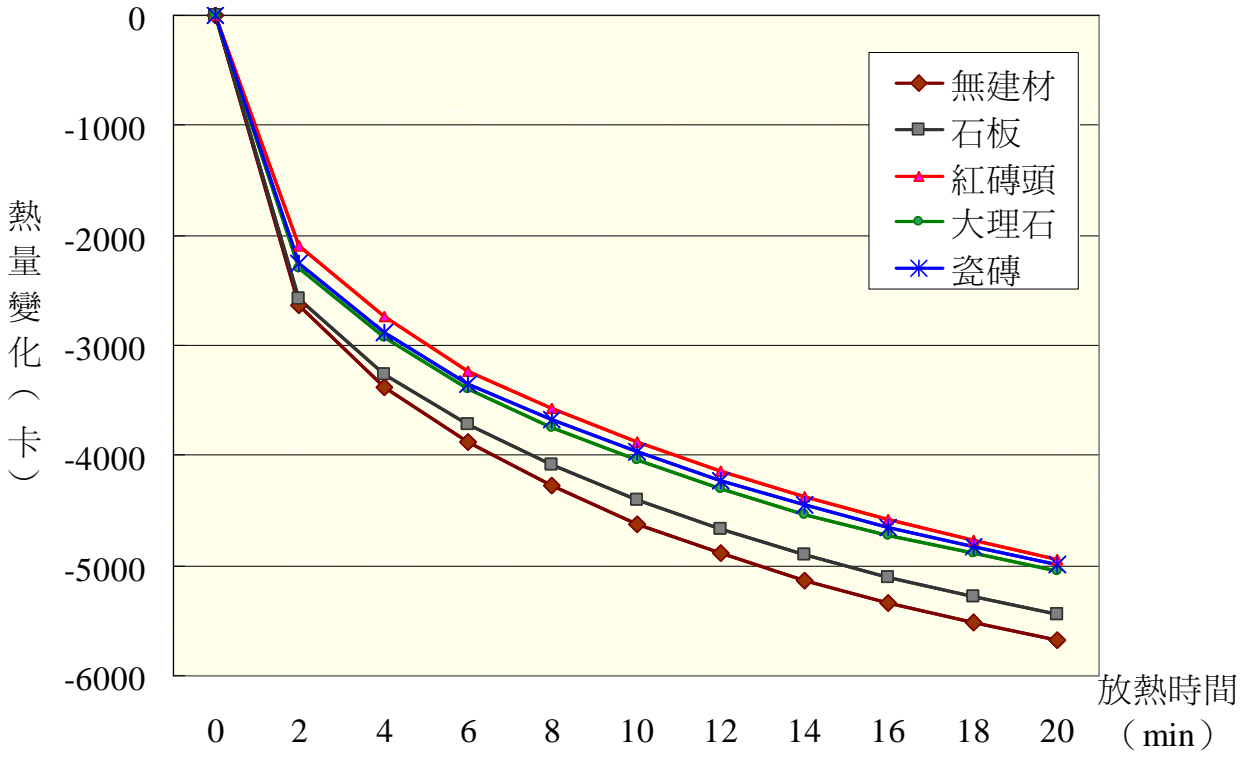


圖2-2 厚度為3.0公分的不同建材，隨時間放出熱量的變化

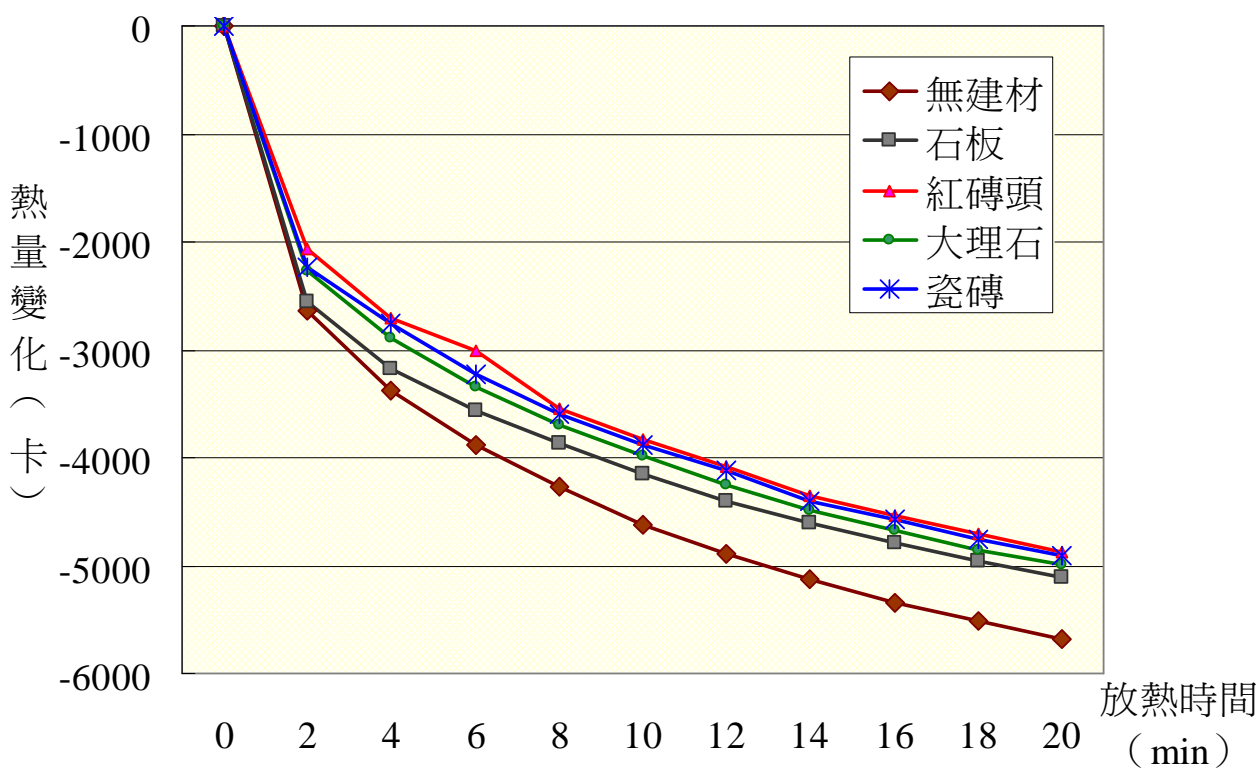


圖2-3 厚度為4.5公分的不同建材，隨時間放出熱量的變化

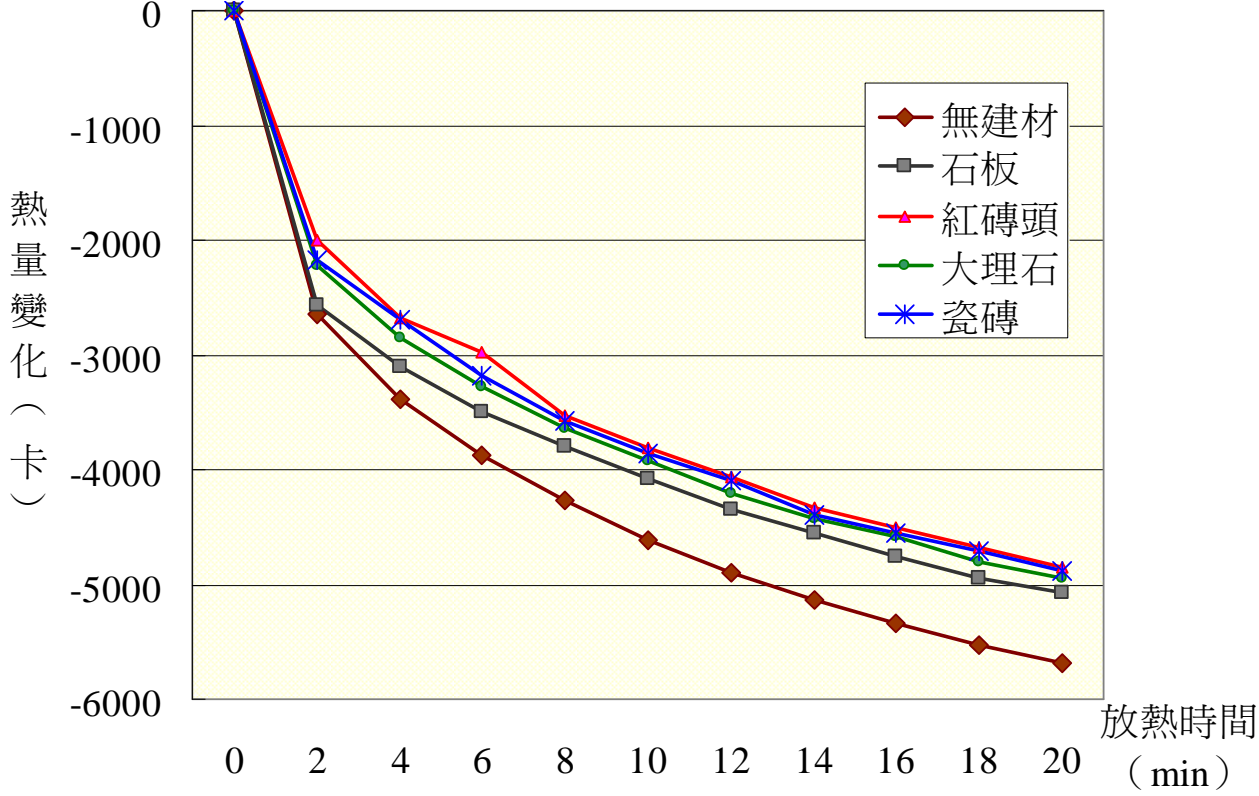


圖2-4 不同厚度石板的放熱情形

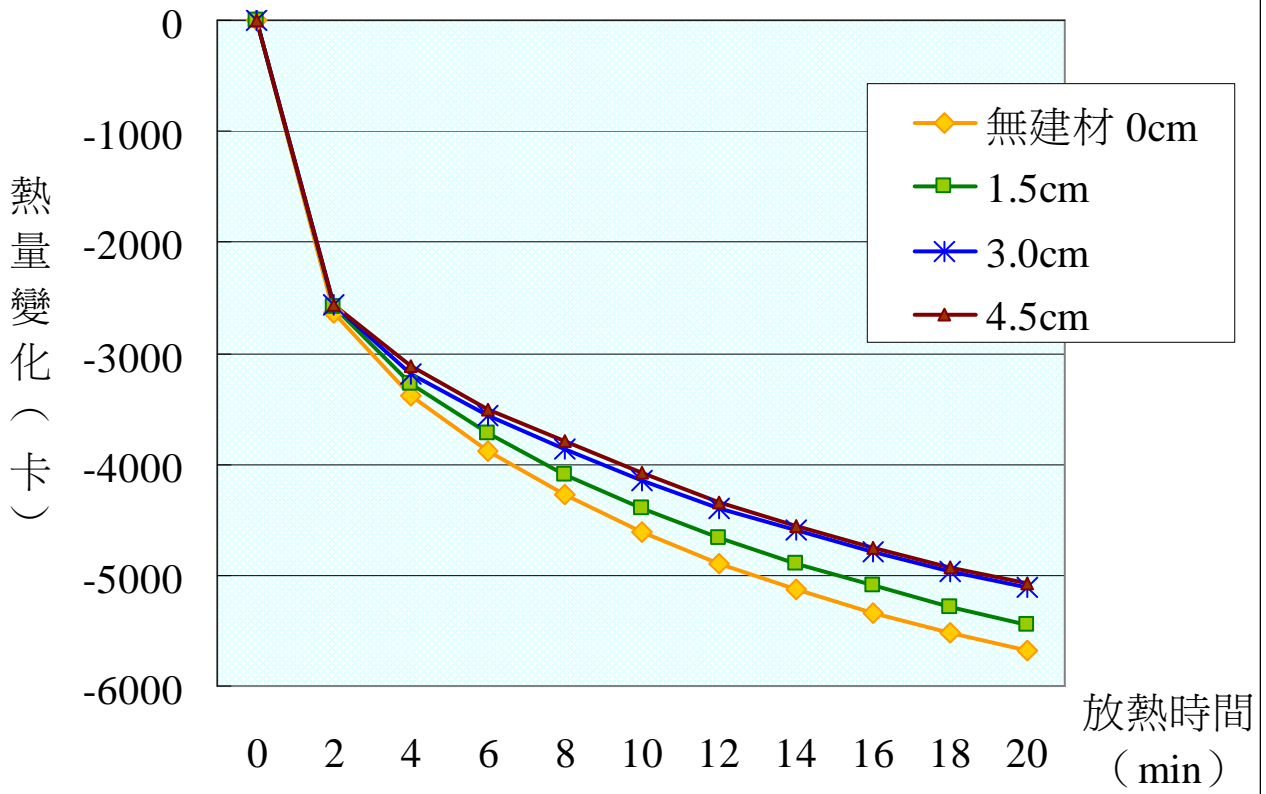


圖2-5 不同厚度紅磚頭的放熱情形

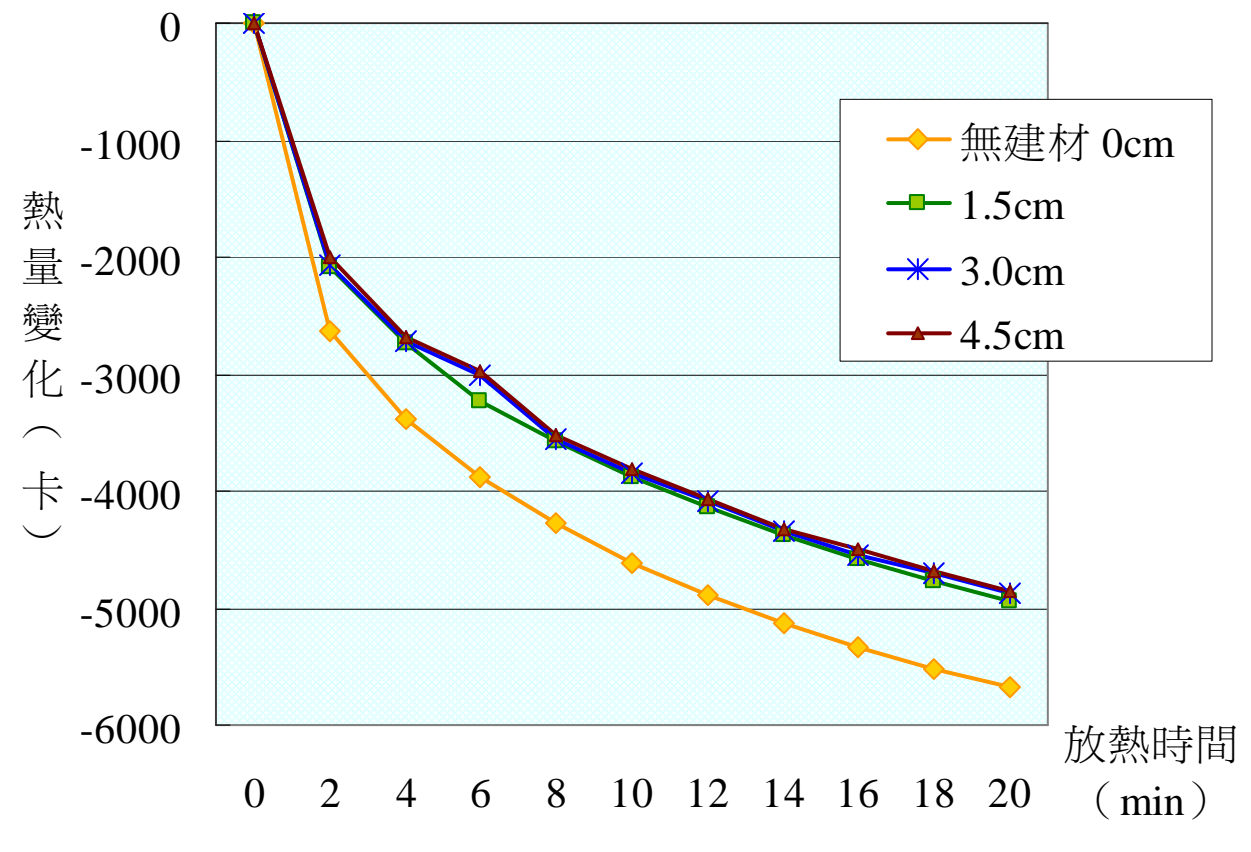


圖2-6 不同厚度大理石的放熱情形

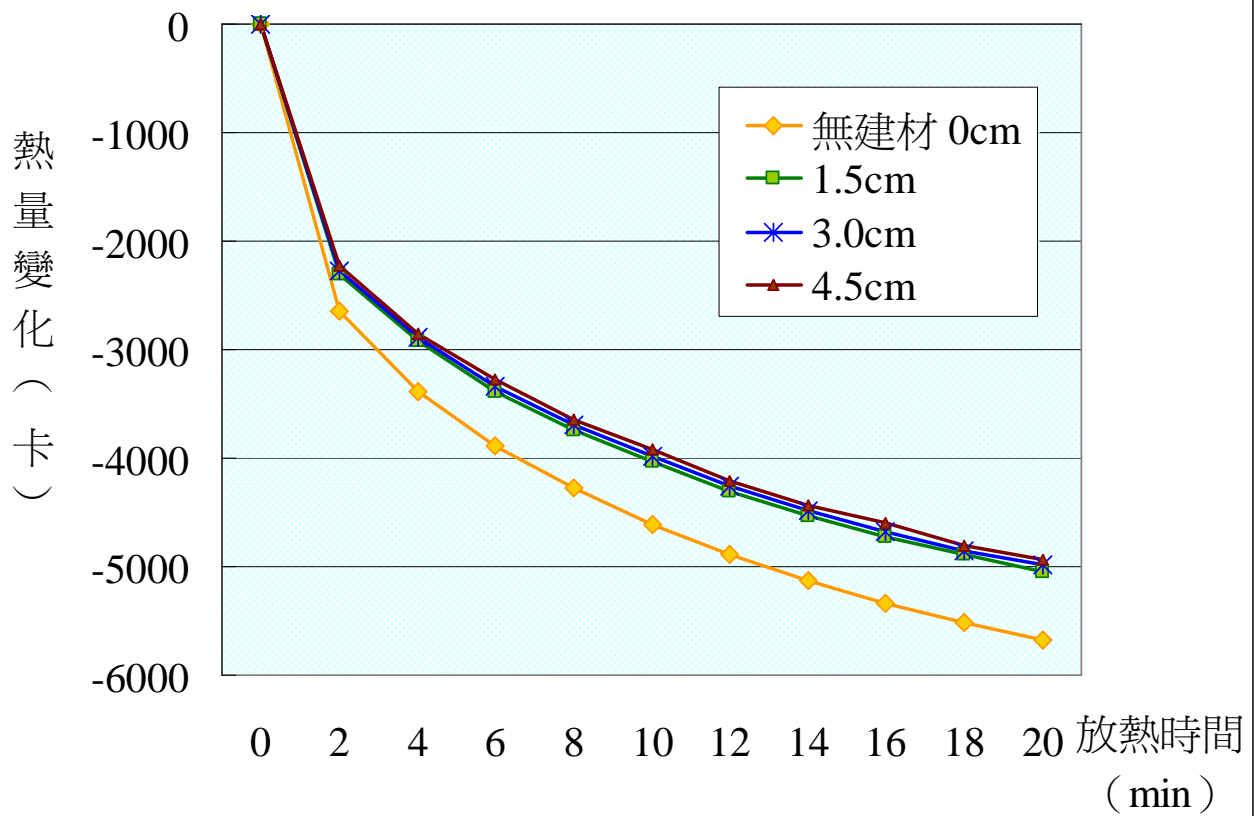


圖3-1 厚度1.5cm的不同建材，吸收瓦斯熱的比較

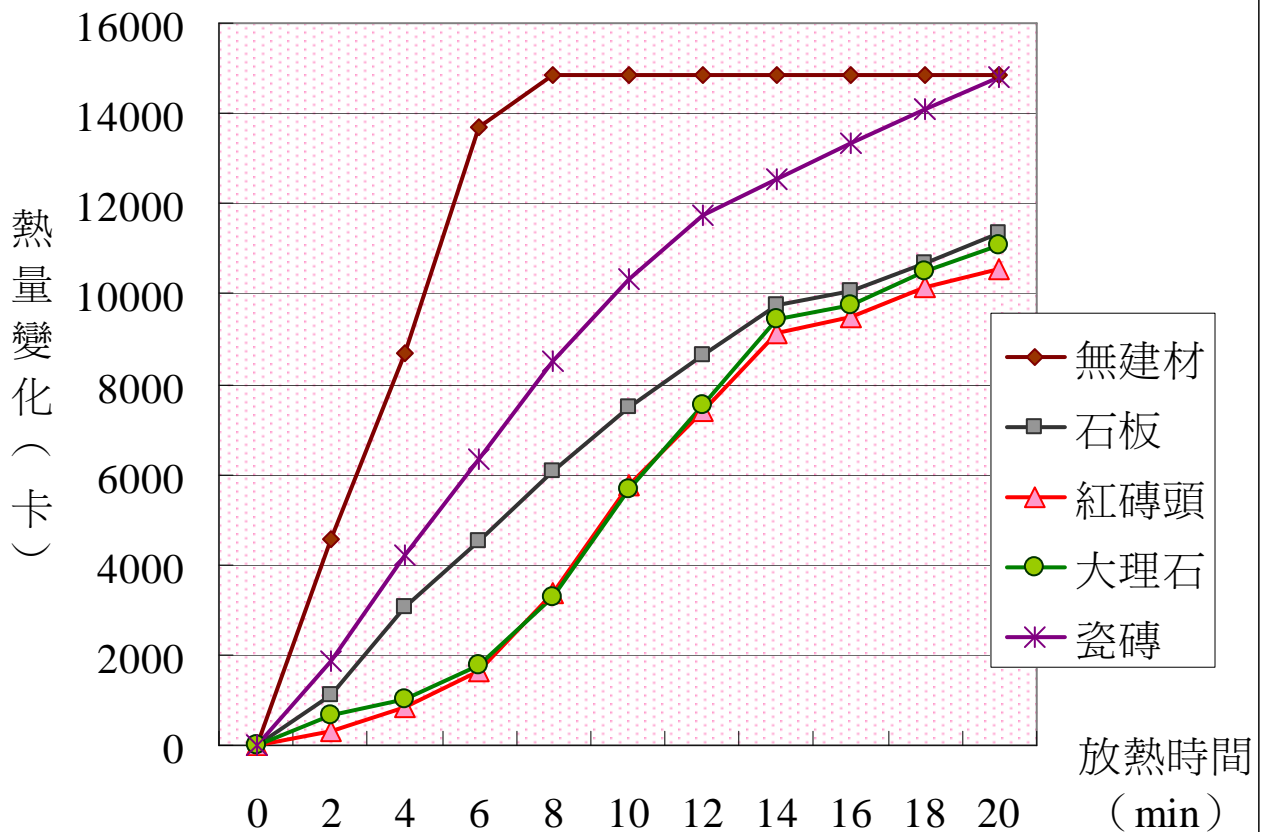


圖3-2 厚度3.0cm的不同建材，吸收瓦斯熱的比較

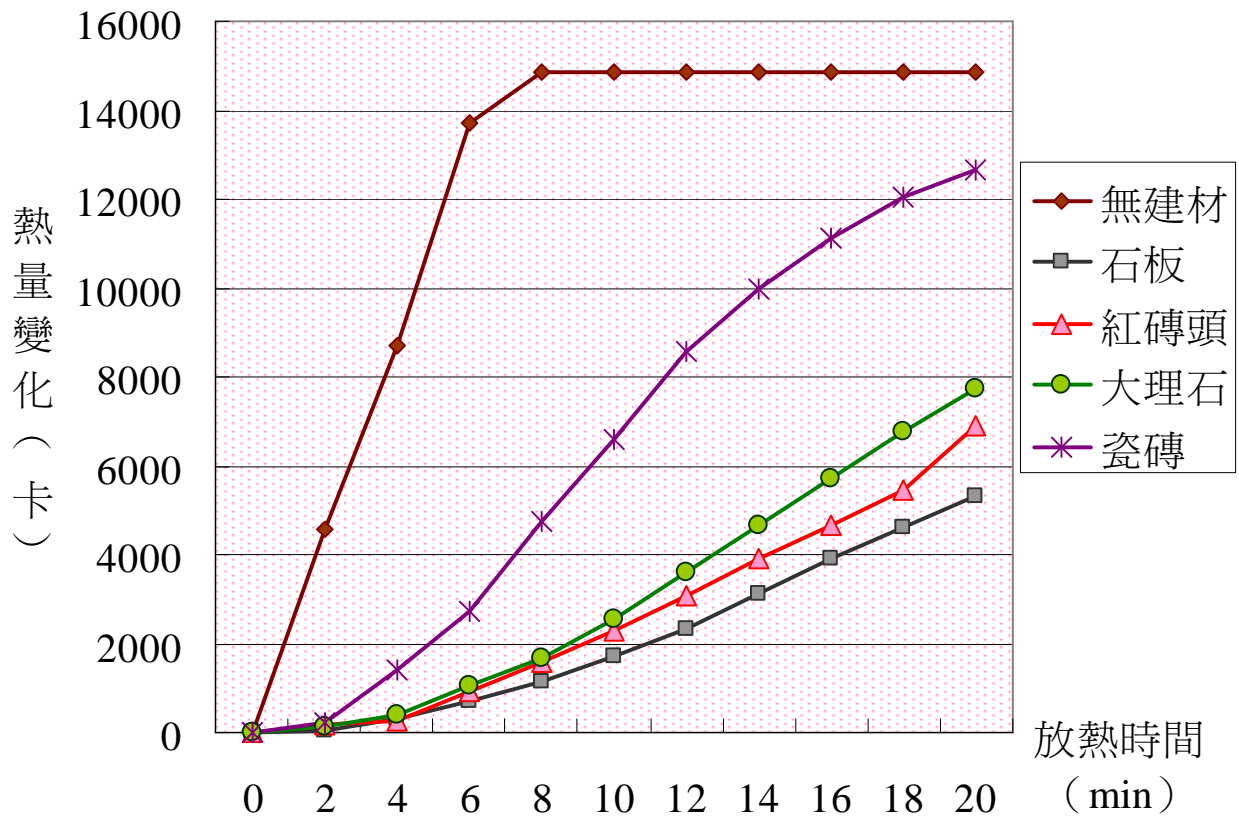


圖3-3 厚度4.5cm的不同建材，吸收瓦斯熱的比較

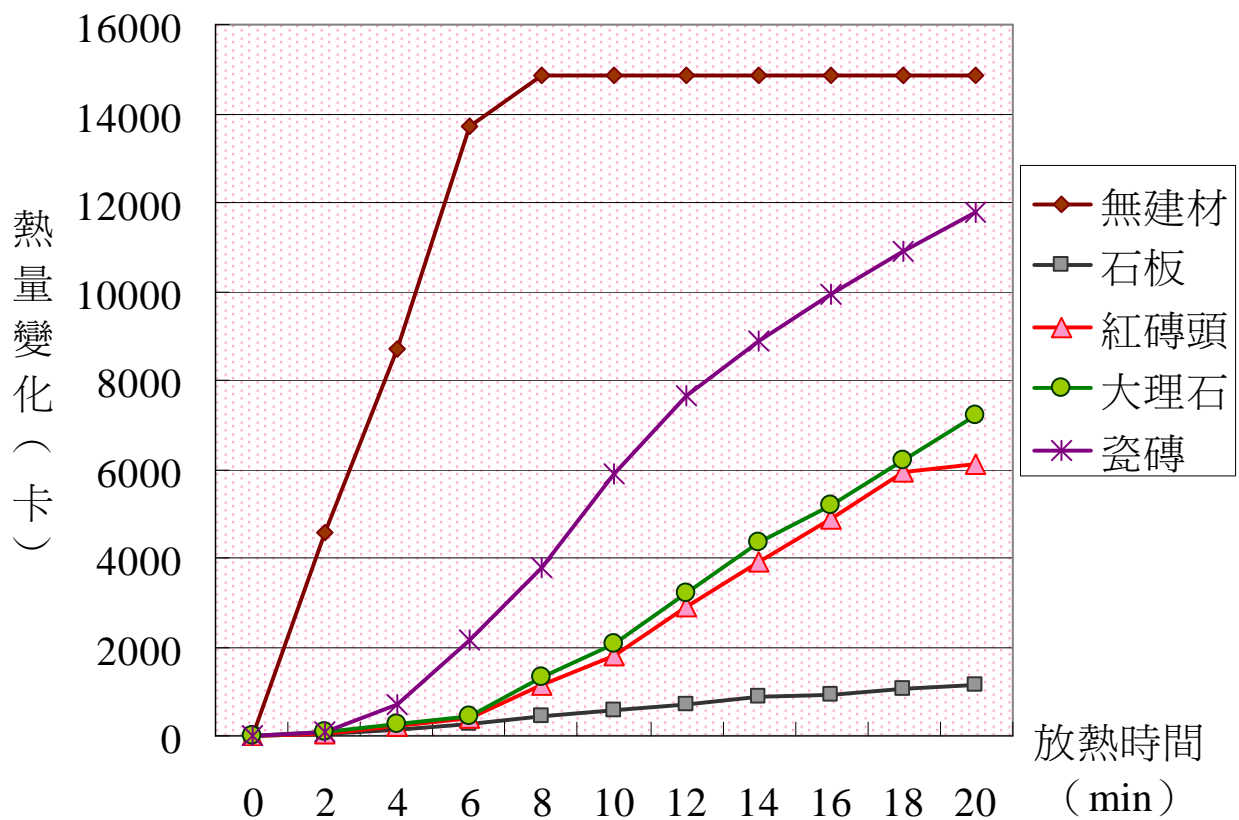


圖3-4 厚度不同的石板，其吸收瓦斯熱的比較

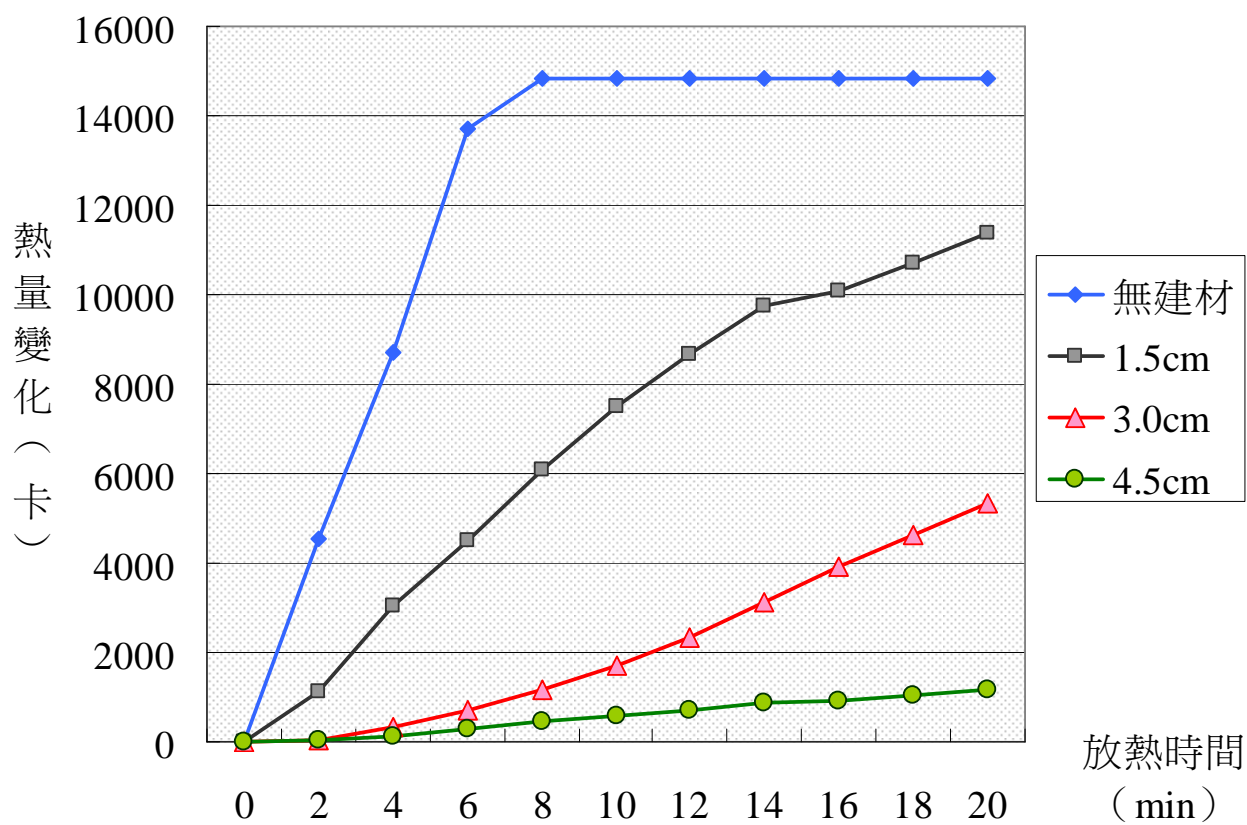


圖3-5 厚度不同的紅磚頭，其吸收瓦斯熱的比較

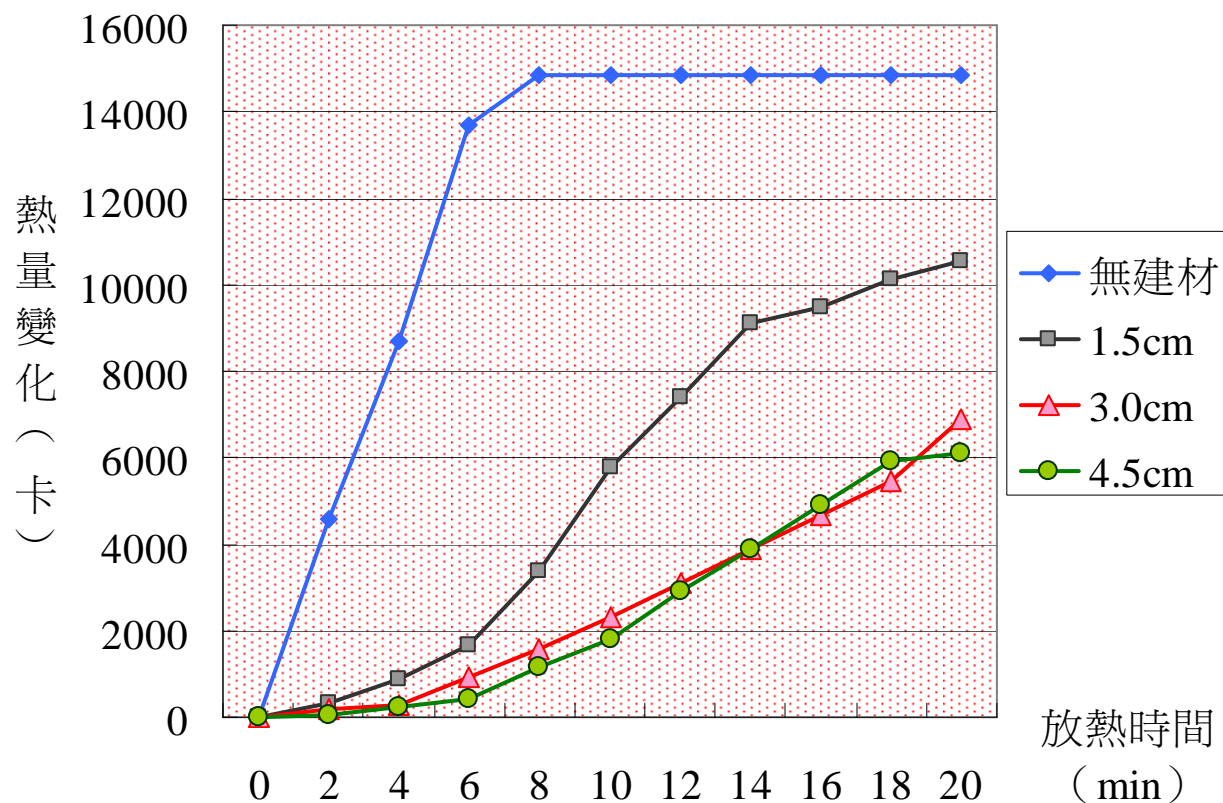


圖3-6 厚度不同的瓷磚，其吸收瓦斯熱的比較

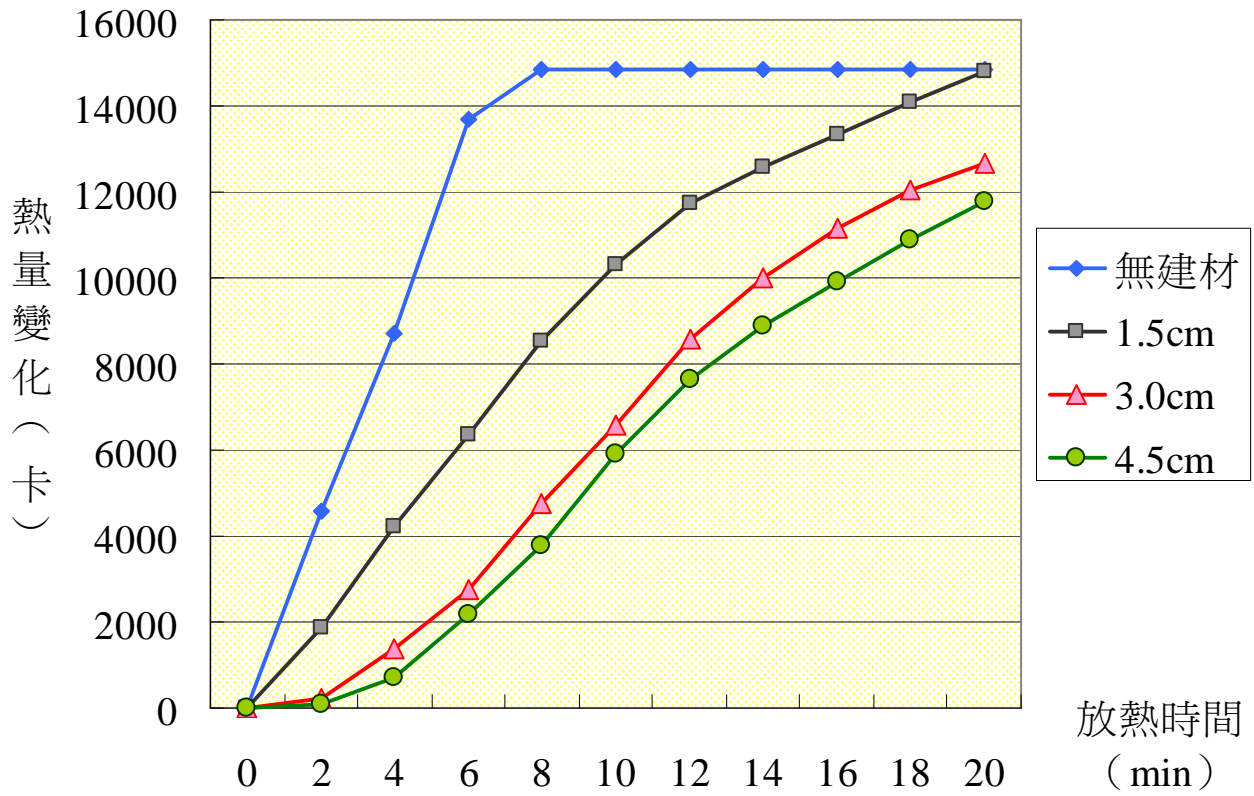


圖4-1 硫酸濃度4.5M時，不同建材的抗腐蝕情形

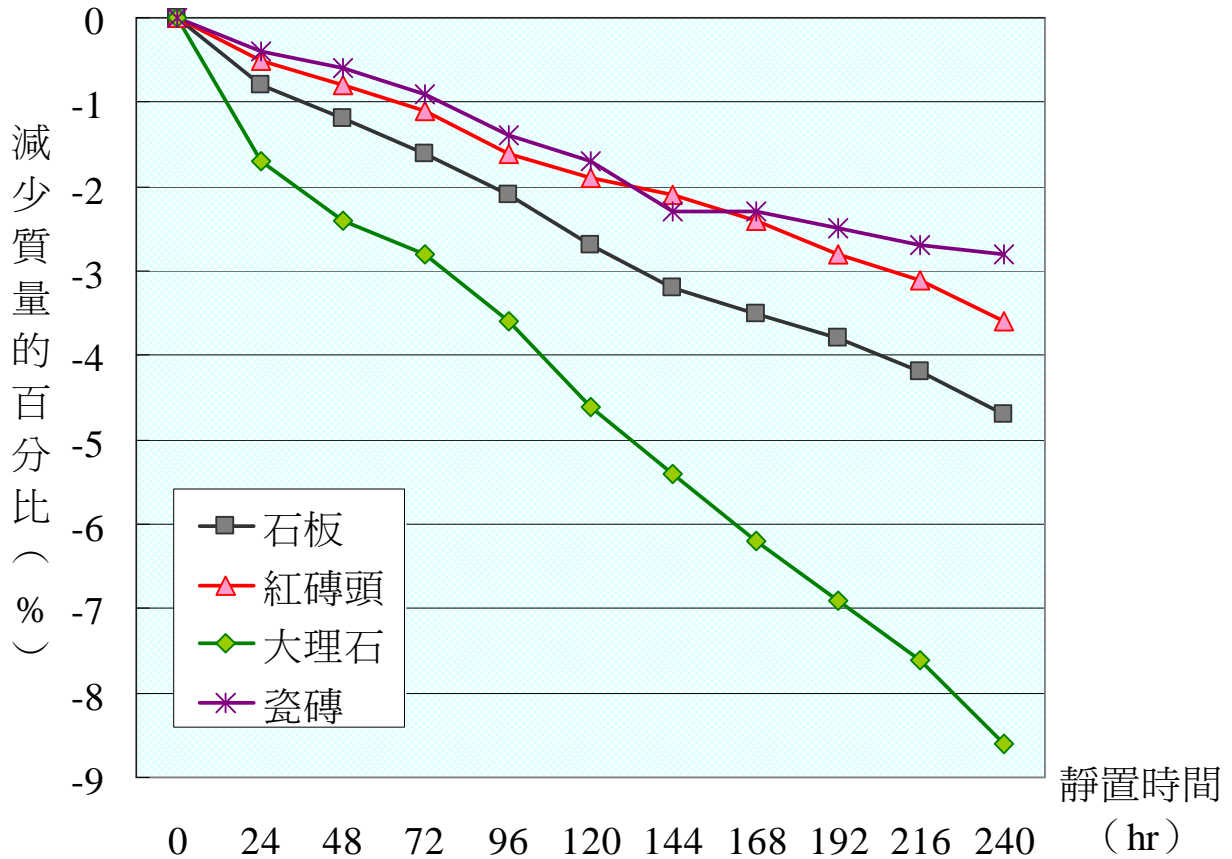


圖4-2 硫酸濃度9M時，不同建材的抗腐蝕情形

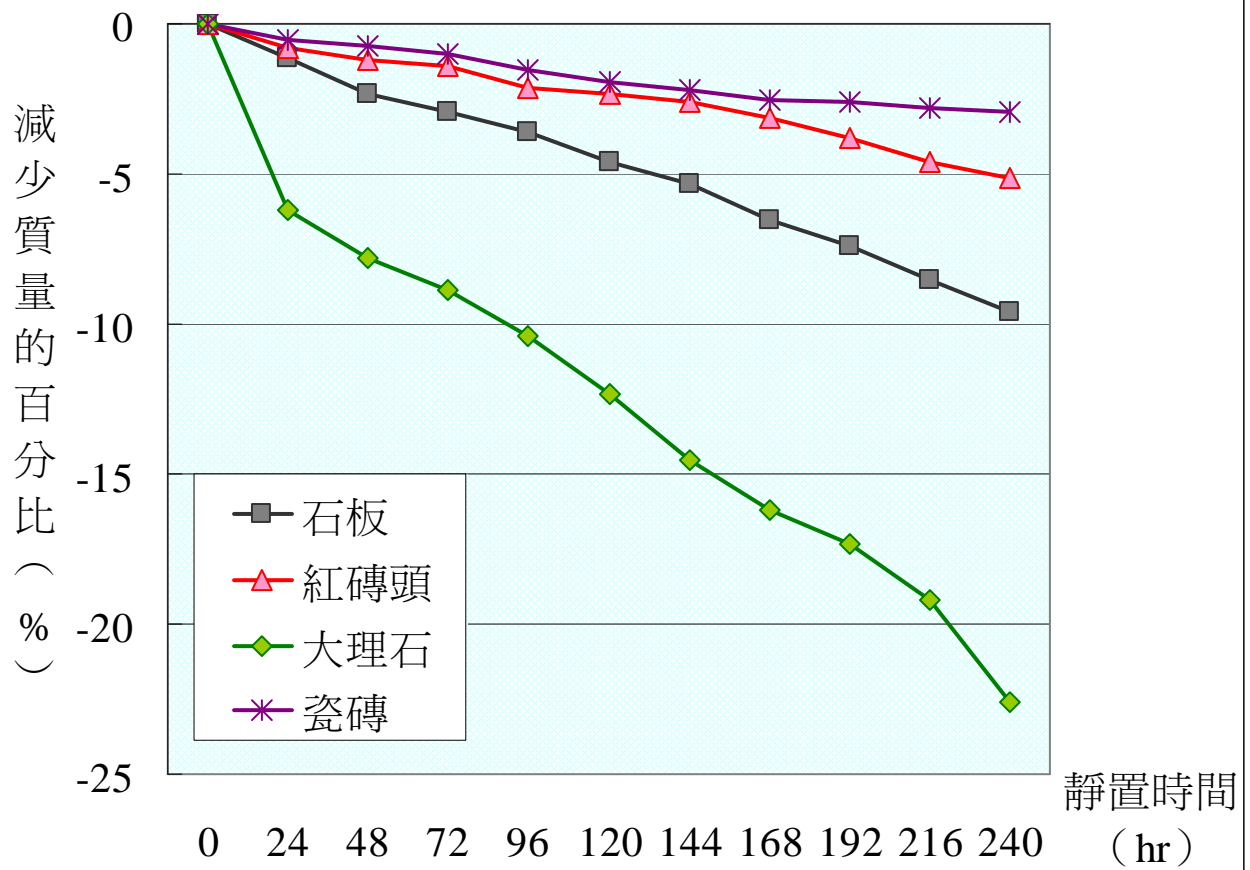


圖4-3 硫酸濃度18M時，不同建材的抗腐蝕情形

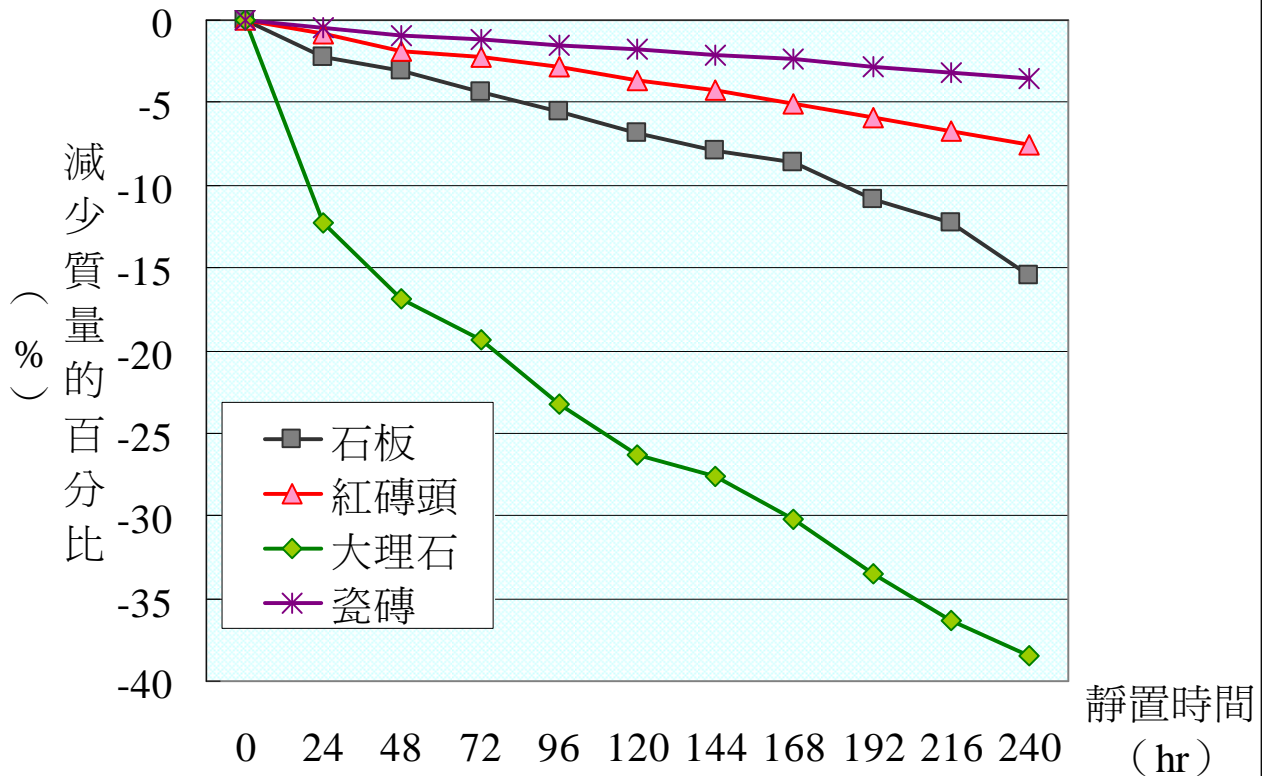




圖4-4 石板在不同硫酸濃度時，其抗腐蝕情形

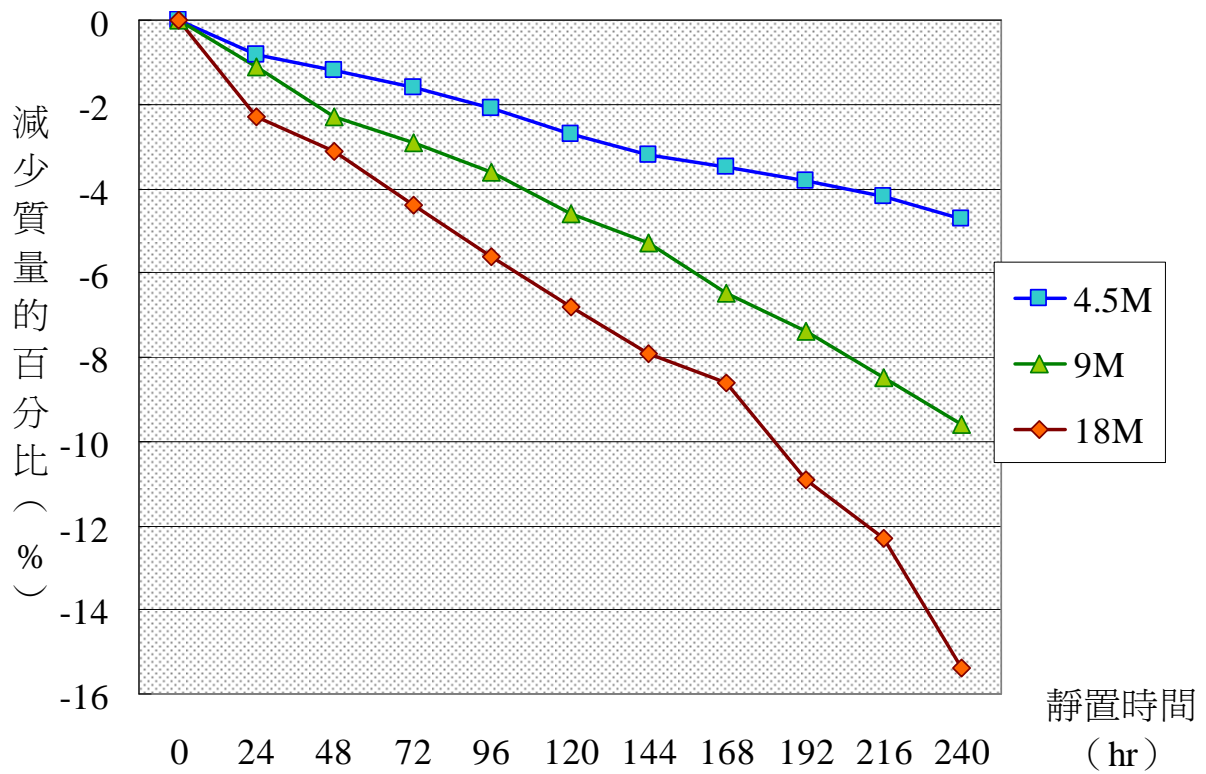


圖4-5 紅磚頭在不同硫酸濃度時，其抗腐蝕情形

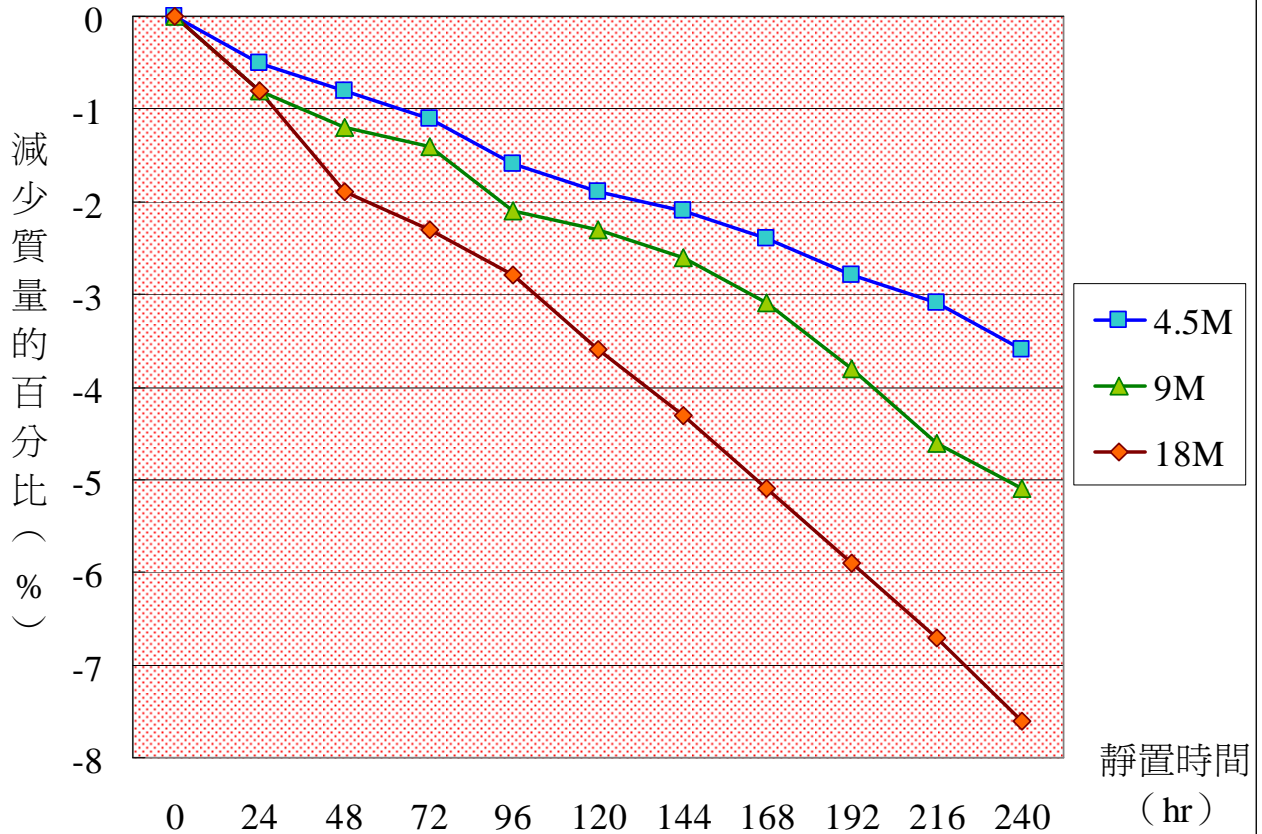


圖4-6 大理石在不同硫酸濃度時，其抗腐蝕情形

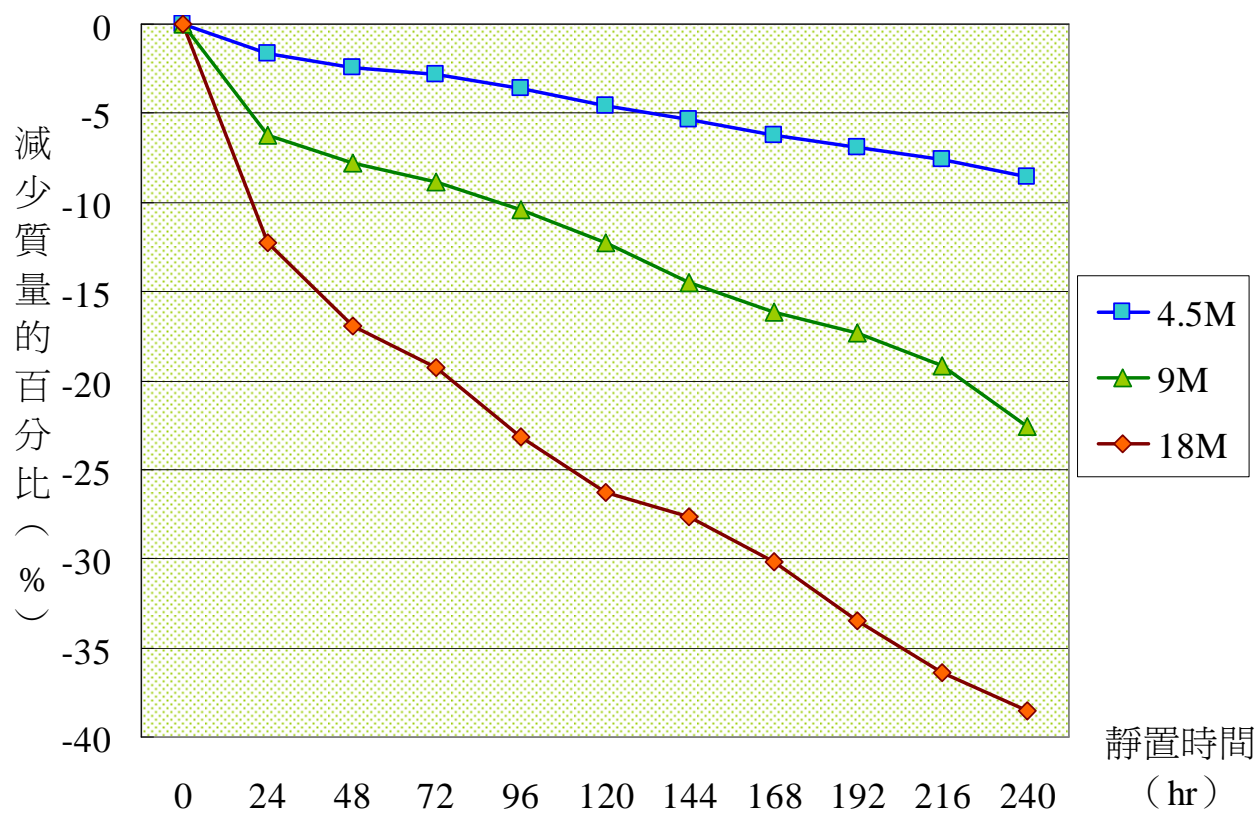
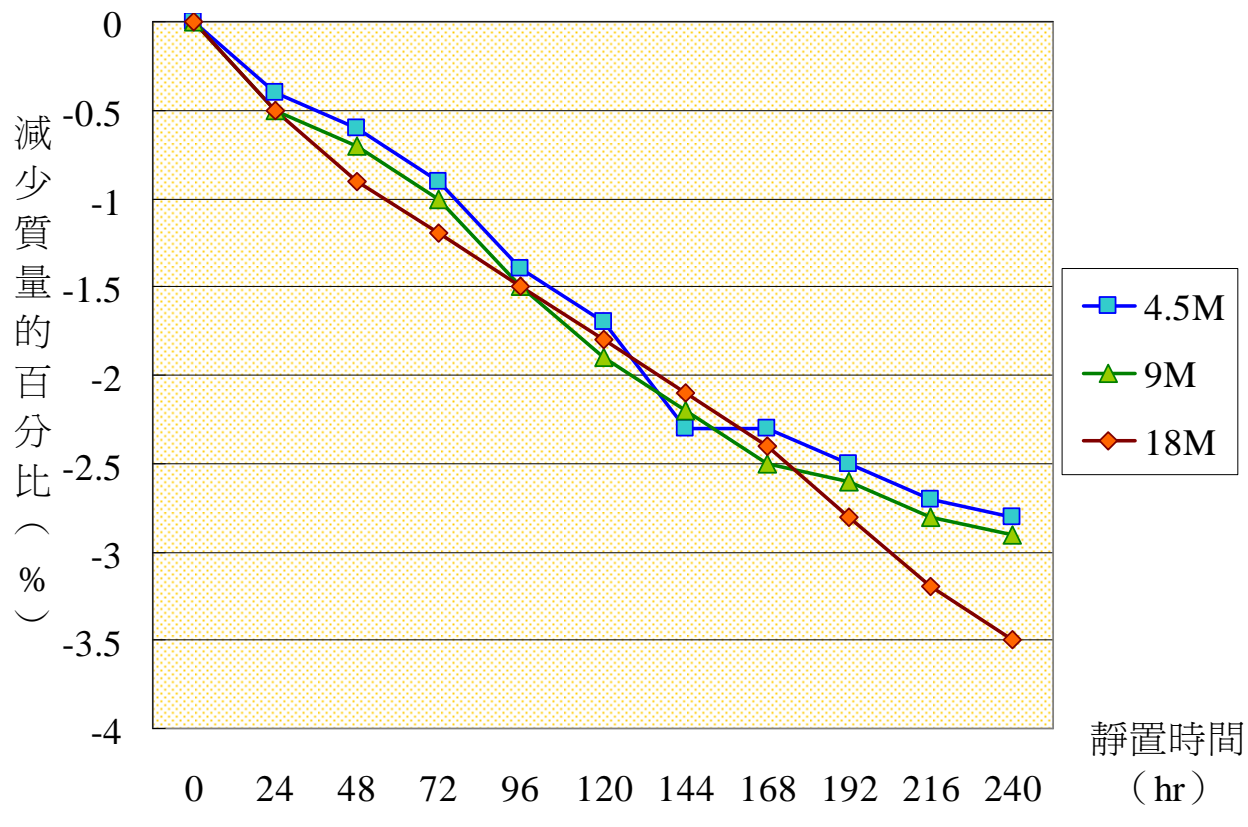


圖4-7 瓷磚在不同硫酸濃度時，其抗腐蝕情形



表一、各種建材在不同厚度時，吸收太陽能的差異

日照時間 (小時) 熱量 變化(卡)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
無建材		0	500	910	1100	1220	1300	1320	1230	1100	860	660
石板	1.5cm	0	980	1110	1380	1550	1740	1910	1780	1490	980	880
	3.0cm	0	840	1080	1360	1540	1730	1850	1610	1250	1000	830
	4.5cm	0	750	1040	1170	1350	1410	1550	1530	1300	1080	790
紅磚頭	1.5cm	0	990	1330	1570	1800	1860	2050	1880	1650	1100	940
	3.0cm	0	980	1210	1550	1710	1830	1850	1730	1330	990	830
	4.5cm	0	900	1120	1410	1620	1740	1720	1740	1300	950	800
大理石	1.5cm	0	740	1100	1330	1510	1690	1900	1730	1480	1010	900
	3.0cm	0	700	990	1300	1340	1520	1680	1710	1560	1210	940
	4.5cm	0	660	950	1290	1330	1450	1660	1680	1490	1240	970
瓷磚	1.5cm	0	690	1080	1290	1490	1510	1570	1490	1220	950	770
	3.0cm	0	760	1020	1260	1440	1500	1550	1510	1290	1010	800
	4.5cm	0	690	710	1100	1220	1310	1430	1480	1200	910	660

表二、各種建材在不同厚度時，吸收太陽能的差異

日照時間 (小時) 溫度 變化(卡)		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		無建材		22.1	27.1	31.2	33.1	34.3	35.1	35.3	34.4	33.1
石板	1.5cm	22.1	31.9	33.2	35.9	37.6	39.5	41.2	39.9	37	31.9	30.9
	3.0cm	22.1	30.5	32.9	35.7	37.5	39.4	40.6	38.2	34.6	32.1	30.4
	4.5cm	22.1	29.6	32.5	33.8	35.6	36.2	37.6	37.4	35.1	32.9	30.0
紅磚頭	1.5cm	22.1	32.0	35.4	37.8	40.1	40.7	42.6	40.9	38.6	33.1	31.5
	3.0cm	22.1	31.9	34.2	37.6	39.2	40.4	40.6	39.4	35.4	32.0	30.4
	4.5cm	22.1	31.1	33.3	36.2	38.3	39.5	39.3	39.5	35.1	31.6	30.1
大理石	1.5cm	22.1	29.5	33.1	35.4	37.2	39.0	41.1	39.4	36.9	32.2	31.1
	3.0cm	22.1	29.1	32.0	35.1	35.5	37.3	38.9	39.2	37.7	34.2	31.5
	4.5cm	22.1	28.7	31.6	35	35.4	36.6	38.7	38.9	37.0	34.5	31.8
瓷磚	1.5cm	22.1	29.0	32.9	35.0	37	37.2	37.8	37	34.3	31.6	29.8
	3.0cm	22.1	29.7	32.3	34.7	36.5	37.1	37.6	37.2	35	32.2	30.1
	4.5cm	22.1	29.0	29.2	33.1	34.3	35.2	36.4	36.9	34.1	31.2	28.7

表三、各種建材在不同厚度時，放出熱量的差異

散熱時間 (min)		熱量變化 (卡)											
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	
無建材		0	-2640	-3380	-3880	-4270	-4620	-4890	-5130	-5340	-5520	-5680	
石板	1.5cm	0	-2580	-3270	-3720	-4090	-4400	-4670	-4900	-5100	-5280	-5440	
	3.0cm	0	-2560	-3180	-3560	-3870	-4150	-4400	-4600	-4790	-4960	-5110	
	4.5cm	0	-2560	-3110	-3500	-3790	-4080	-4340	-4550	-4760	-4940	-5070	
紅磚頭	1.5cm	0	-2090	-2740	-3230	-3570	-3880	-4140	-4380	-4580	-4770	-4940	
	3.0cm	0	-2060	-2710	-3000	-3550	-3840	-4090	-4350	-4540	-4700	-4880	
	4.5cm	0	-2000	-2680	-2970	-3520	-3810	-4060	-4330	-4500	-4680	-4850	
大理石	1.5cm	0	-2300	-2920	-3390	-3740	-4040	-4300	-4530	-4720	-4890	-5050	
	3.0cm	0	-2270	-2890	-3340	-3700	-3980	-4260	-4490	-4670	-4850	-4990	
	4.5cm	0	-2220	-2850	-3280	-3640	-3920	-4210	-4430	-4590	-4800	-4940	
瓷磚	1.5cm	0	-2250	-2890	-3350	-3680	-3970	-4230	-4450	-4650	-4830	-4990	
	3.0cm	0	-2230	-2760	-3230	-3590	-3890	-4120	-4400	-4570	-4750	-4910	
	4.5cm	0	-2180	-2690	-3180	-3570	-3860	-4090	-4390	-4550	-4710	-4880	

表四、各種建材在不同厚度時，吸收瓦斯熱的差異

加熱時間 (min)		熱量變化 (卡)										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
無建材		0	4560	8700	13700	14840	14840	14840	14840	14840	14840	14840
石板	1.5cm	0	1120	3040	4520	6080	7480	8660	9760	10080	10700	11360
	3.0cm	0	60	320	720	1160	1720	2340	3140	3900	4620	5320
	4.5cm	0	40	140	280	460	580	700	860	920	1040	1160
紅磚頭	1.5cm	0	320	860	1660	3360	5780	7420	9120	9480	10140	10560
	3.0cm	0	180	280	940	1580	2300	3080	3900	4680	5440	6900
	4.5cm	0	60	240	400	1160	1800	2900	3900	4900	5920	6120
大理石	1.5cm	0	660	1020	1780	3280	5680	7540	9460	9760	10500	11060
	3.0cm	0	120	400	1040	1680	2540	3620	4680	5720	6780	7720
	4.5cm	0	80	260	460	1320	2060	3200	4360	5200	6200	7220
瓷磚	1.5cm	0	1880	4220	6360	8520	10320	11740	12560	13320	14100	14800
	3.0cm	0	220	1400	2740	4740	6580	8560	9980	11140	12060	12660
	4.5cm	0	80	700	2160	3760	5900	7660	8900	9920	10880	11780

表五、蓋上不同厚度建材的 100℃蒸餾水，其溫度隨時間的變化

散熱時間 (min)		溫度 變化 (卡)										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
無建材		100	73.6	66.2	61.2	57.3	53.8	51.1	48.7	46.6	44.8	43.2
石板	1.5cm	100	74.2	67.3	62.8	59.1	56.0	53.3	51.0	49.0	47.2	45.6
	3.0cm	100	74.4	68.2	64.4	61.3	58.5	56.0	54.0	52.1	50.4	48.9
	4.5cm	100	74.4	68.9	65.0	62.1	59.2	56.6	54.5	52.4	50.6	49.3
紅磚頭	1.5cm	100	79.1	72.6	67.7	64.3	61.2	58.6	56.2	54.2	52.3	50.6
	3.0cm	100	79.4	72.9	70.0	64.5	61.6	59.1	56.5	54.6	53.0	51.2
	4.5cm	100	80.0	73.2	70.3	64.8	61.9	59.4	56.7	55.0	53.2	51.5
大理石	1.5cm	100	77.0	70.8	66.1	62.6	59.6	57.0	54.7	52.8	51.1	49.5
	3.0cm	100	77.3	71.1	66.6	63.0	60.2	57.4	55.1	53.3	51.5	50.1
	4.5cm	100	77.8	71.5	67.2	63.6	60.8	57.9	55.7	54.1	52.0	50.6
瓷磚	1.5cm	100	77.5	71.1	66.5	63.2	60.3	57.7	55.5	53.5	51.7	50.1
	3.0cm	100	77.7	72.4	67.7	64.1	61.1	58.8	56.0	54.3	52.5	50.9
	4.5cm	100	78.2	73.1	68.2	64.3	61.4	59.1	56.1	54.5	52.9	51.2

表六、100ml 蒸餾水置於不同厚度的建材上，其吸收瓦斯熱的溫度變化

吸熱時間 (min)		溫度變化 (卡)										
		0	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
無建材		25.8	48.6	69.3	94.3	100	100	100	100	100	100	100
石板	1.5cm	25.8	31.4	41.0	48.4	56.2	63.2	69.1	74.6	76.2	79.3	82.6
	3.0cm	25.8	26.1	27.4	29.4	31.6	34.4	37.5	41.5	45.3	48.9	52.4
	4.5cm	25.8	26.0	26.5	27.2	28.1	28.7	29.3	30.1	30.4	31.0	31.6
紅磚頭	1.5cm	25.8	27.4	30.1	34.1	42.6	54.7	62.9	71.4	73.2	76.5	78.6
	3.0cm	25.8	26.7	27.2	30.5	33.7	37.3	41.2	45.3	49.2	53.0	56.4
	4.5cm	25.8	26.1	27	27.8	31.6	34.8	40.3	45.3	50.3	55.4	60.3
大理石	1.5cm	25.8	29.1	30.9	34.7	42.2	54.2	63.5	73.1	74.6	78.3	81.1
	3.0cm	25.8	26.4	27.8	31.0	34.2	38.5	43.9	49.2	54.4	59.7	64.4
	4.5cm	25.8	26.2	27.1	28.1	32.4	36.1	41.8	47.6	51.8	56.8	61.9
瓷磚	1.5cm	25.8	35.2	46.9	57.6	68.4	77.4	84.5	88.6	92.4	96.3	99.8
	3.0cm	25.8	26.9	32.8	39.5	49.5	58.7	68.6	75.7	81.5	86.1	89.1
	4.5cm	25.8	26.2	29.3	36.6	44.6	55.3	64.1	70.3	75.4	80.2	84.7



表七、各種建材在不同濃度的硫酸中，質量變化的百分比

浸泡時間 (天)		質量減少 (%)											
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
石板	4.5M	0	-0.8	-1.2	-1.6	-2.1	-2.7	-3.2	-3.5	-3.8	-4.2	-4.7	
	9M	0	-1.1	-2.3	-2.9	-3.6	-4.6	-5.3	-6.5	-7.4	-8.5	-9.6	
	18M	0	-2.3	-3.1	-4.4	-5.6	-6.8	-7.9	-8.6	-10.9	-12.3	-15.4	
紅磚頭	4.5M	0	-0.5	-0.8	-1.1	-1.6	-1.9	-2.1	-2.4	-2.8	-3.1	-3.6	
	9M	0	-0.8	-1.2	-1.4	-2.1	-2.3	-2.6	-3.1	-3.8	-4.6	-5.1	
	18M	0	-0.8	-1.9	-2.3	-2.8	-3.6	-4.3	-5.1	-5.9	-6.7	-7.6	
大理石	4.5M	0	-1.7	-2.4	-2.8	-3.6	-4.6	-5.4	-6.2	-6.9	-7.6	-8.6	
	9M	0	-6.2	-7.8	-8.9	-10.4	-12.3	-14.5	-16.2	-17.3	-19.2	-22.6	
	18M	0	-12.3	-16.9	-19.3	-23.2	-26.3	-27.6	-30.2	-33.5	-36.4	-38.5	
瓷磚	4.5M	0	-0.4	-0.6	-0.9	-1.4	-1.7	-2.3	-2.3	-2.5	-2.7	-2.8	
	9M	0	-0.5	-0.7	-1.0	-1.5	-1.9	-2.2	-2.5	-2.6	-2.8	-2.9	
	18M	0	-0.5	-0.9	-1.2	-1.5	-1.8	-2.1	-2.4	-2.8	-3.2	-3.5	

## 陸、討論

### 一、各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）孔隙度的差異

我們利用室溫下純水的密度趨近於  $1\text{g/cm}^3$  的特性，將建材在水中增加的質量定為內部孔隙度的體積。經由我們計算各種建材的孔隙度，研究發現孔隙大小依序為：石板 > 紅磚頭 > 大理石 > 瓷磚。表八為我們研究的數據。

表八、各種建材的孔隙度

建材種類	石板	紅磚頭	大理石	瓷磚
孔隙度%	3.94%	2.13%	1.02%	0.76%

$$\text{孔隙度}\% = \frac{\text{建材質量}_{\text{靜置水中24小時}} - \text{建材質量}_{\text{未浸入水中}}}{\text{建材體積}_{\text{未浸入水中}}} \times 100\%$$

對於以上結果，我們的認為這是因為石板屬於頁岩的一種，依據我們在自然與生活科技所學的知識，頁岩來自於湖泊或海洋中的碎屑物質，比如泥或沙，隨時間層層堆積出來的，最後再經由壓密與膠結的過程。在頁岩形成過程中沒有經過高溫加熱，因此，孔隙度最大。

大理石則是經過高溫與高壓作用而形成的變質岩，雖然未達熔融狀態，但內部礦物的大小、排列和種類已發生改變，孔隙就比石板小；紅磚頭和瓷磚的製作過程則經過人為高溫加熱，而高溫加熱會把建材中的氣體排出而使得建材空隙減少，再者瓷磚製成還必須經過表面處理，因此瓷磚孔隙度最小。

### 二、建材阻擋電磁波的差異

我們用下列計算方式來計算建材可以降低電磁波的百分比，並將研究數據整理為表九。

$$\text{電磁波降低}\% = \frac{\text{電磁波}_{\text{無任何建材遮蔽}} - \text{電磁波}_{\text{不同建材遮蔽}}}{\text{電磁波}_{\text{無任何建材遮蔽}}} \times 100\%$$

表九、不同厚度的各種建材，電磁波降低的百分比

建材種類 厚度 (cm)	石板			紅磚頭			大理石			瓷磚			無建材
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	
電磁波降低%	33.8	34.2	36.3	24.2	25.5	27.6	22.6	23.8	24.7	18.6	19.3	20.9	0

由上述的結果，我們得知各建材使電磁波降低%由大而小分別為：石板>紅磚頭>大理石>瓷磚。我們發現石板對降低電磁波的效果最佳，可推知住在石板屋內可以降低電磁波對於人體的危害。

### 三、建材吸收太陽能的差異

#### (一) 各種建材（石板、紅磚頭、大理石、瓷磚）對於吸收太陽能的差異

常聽村裡老一輩的族人講，住在石板屋中可以享受到冬暖夏涼的舒適環境，於是我們研究不同建材對太陽輻射能吸收的差異。本實驗進行始於早上 8:00，直至下午 18:00。我們發現在 8:00~14:00 期間，燒杯內的水溫會持續上升，並在 14:00~15:00 達到最高溫後，因為太陽輻射能減弱，造成溫度下降，一直到本實驗結束。根據我們研究的結果（圖 1-3~1-5），我們計算各種建材在最高溫 8:00~14:00 時的平均熱量吸收速率（表十）。

表十、各種不同厚度的建材，在 8:00~14:00 期間平均熱量吸收速率

建材種類 厚度 (cm)	石板			紅磚頭			大理石			瓷磚			無建材
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	
吸收熱量速率 (cal/min)	5.3	5.1	4.3	5.7	5.1	4.8	5.3	4.7	4.6	4.4	4.3	4.0	3.7

我們發現各建材對太陽輻射能吸收大小為：紅磚頭>石板>大理石>瓷磚。我們認為由於紅磚頭表面較為粗糙，所以較容易吸收太陽輻射能，而石板為黑灰色，也容易吸收太陽輻射能。依據前述實驗得知，石板的孔隙度最大，即內含較多空氣，因此石板在冬天時能夠有保溫的效果，我們的實驗為住在石板屋內「冬暖夏涼」中「冬暖」找到證據。

大理石與瓷磚表面光滑、顏色較淡（大理石、瓷磚為白色），所以較不容易吸收太陽輻射能。紅磚頭的製程需要經過高溫加工，而我們祖先在很早以前就知道使用天然石板為建材來建築石板屋，可見他們的智慧。

#### (二) 各種建材不同厚度（1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm）對於吸收太陽能的差異

我們研究各種厚度對於太陽能吸收的差異，根據研究的結果（圖 1-3~1-9、表一、表二），我們發現建材的厚度越厚，吸收太陽能的速率就越慢。這與我們所學到的電阻原理類似，建材吸收太陽能的阻力與建材厚度成正相關性，所以會有以上的結果。在沒有建材覆蓋的對照組，其太陽能吸收效率是最差的，因此我們認為建材的覆蓋會增進太陽能的吸收。

#### 四、研究各種建材散熱效果

##### (一) 各種建材的差異

我們研究各種建材的保溫效果，於是將沸騰的蒸餾水置於燒杯中，覆蓋上各種建材，以研究各種建材放熱的情形（圖 2-1~2-3）。我們將實驗結果整理為表十一。

表十一、各種建材不同厚度二十分鐘內平均放出熱量速率

建材種類 厚度 (cm)	石板			紅磚頭			大理石			瓷磚			無 建材
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	
熱量放出速率 (cal/min)	272	255.5	253.5	247	244	242.5	252.5	249.5	247	249.5	245.5	244	284

我們發現各建材放出熱量的速率由快而慢依序為：石板>大理石>瓷磚>紅磚頭，這又為住在石板屋會「冬暖夏涼」中的「夏涼」找到證據；以厚度 1.5 cm 建材為例，石板放熱速率與大理石比較增加 7.7%、與瓷磚比較增加 9.0%、與紅磚頭比較增加 10.1%。

對此我們提出以下的解釋，在自然課程，我們曾經學過，在無外力作功的狀況下，熱量會由高往低移動，溫差越大則移動速率就越大，我們在相同的環境下測量各建材的表面溫度，並將實驗數據紀錄為表十二。由各建材的表面溫度來看，石板的表面溫度最低，因此夏天高溫環境中，石板的溫差最大，導致放出熱量的速率也就最大，所以夏天石板屋內會有涼爽的感覺；相對而言，紅磚頭的表面溫度最高，與外界環境的溫差最小，所以放出熱量的速率也就最小。

表十二、各種建材表面溫度

建材種類	石板	紅磚頭	大理石	瓷磚
表面溫度	24.1°C	24.6°C	24.3°C	24.4°C

##### (二) 各種建材不同厚度 (1.5 cm、3.0 cm、4.5 cm) 對放出熱量的差異

我們研究各種厚度對於放出熱量的差異，其結果如（圖 2-4~2-6）。我們研究發現，建材的厚度越厚，放出熱量的速率也就越小，而且各種建材中，石板放出熱量的速率受到厚度影響最大。以石板厚度 1.5 cm 與 3.0 cm 做比較，放出熱量速率的速率減少 6.0%，在其他建材方面紅磚頭為 1.2%，大理石為 1.2%，瓷磚 1.6%，差距並不明顯。總之，紅磚頭、大理石，和瓷磚等建材，增加建材厚度，並不能有效的使放出熱量的速率降低。

## 五、各種建材吸收瓦斯熱的差異

常聽遊客說用石板來烤得肉會特別好吃，經過此次的研究我們找到石板烤肉好吃的證據。我們比較石板與其他建材經由傳導的方式傳送熱能的差別（圖 3-1~3-6，表十三）。

表十三、各種建材二十分鐘內吸收瓦斯熱量速率

建材種類 建材 厚度 (cm)	石板			紅磚頭			大理石			瓷磚		
	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5	1.5	3.0	4.5
熱量吸收速率 (cal/min)	568	266	58	528	345	306	553	386	361	740	633	589

由上述結果我們發現厚度在 1.5 cm 的實驗組建材，以傳導方式傳播熱量時，其吸收熱量速率大小依序為：瓷磚>石板>大理石>紅磚頭。但在厚度為 3.0 cm 及 4.5cm 的實驗組別，則為瓷磚>大理石>紅磚頭>石板。可見石板的厚度對於熱傳導的影響非常大。當石板厚度由 1.5cm 增加到 3.0cm，其吸收熱量速率下降了 53.2%；厚度增加到 4.5cm 吸收熱量速率更急速下降了 89.8%；而在其他的實驗組別，紅磚頭為 34.7%、42.0%；大理石為 30.2%、34.7%；瓷磚為 14.5%、20.4%。

對此研究結果，我們提出以下解釋，石板是所有建材中唯一的自然建材，完全不經過加工處理，前述實驗也得知石板的孔隙度較大，所以，在實驗的加熱過程中，石板內的空氣受到加熱而膨脹、撐開石板，因而造成爆鳴聲。石板越厚則體積越大，所含的空氣就越多，而空氣會阻礙熱的傳導，造成吸收熱量的速率急速下降。因此，石板愈厚，吸收熱量的速率愈慢，厚度對石板熱傳導速率的影響較其他建材為大。

此外，我們調查部落附近的石板烤肉店所用石板的厚度。我們發現烤肉店會使用二種厚度的石板，厚石板皆超過 3.0cm，上方放置醃製的肉品，慢慢的將肉烤熟或保溫。我們認為石板烤肉比較好吃的原因就是使用較厚的石板，使導熱速率較慢，所以烤肉較不會因為導熱過快而烤焦，而且導熱慢也間接增長了烤肉時間，使得烤肉醬的醬汁更加滲入肉中，並且慢慢將多餘的油脂燒烤出來。另外，烤肉店使用的薄石板，則用來加熱與快炒食物，將厚石板所烤熟的肉類切片再炒熱一點，並加上洋蔥等調味，更使得石板烤肉具有特殊風味。我們祖先很早就發現石板厚度在熱傳導方面的特性，並且善於利用此特性來烹煮食材。

## 六、各種建材對於硫酸的抗腐蝕性

在自然課本中我們學到酸雨的危害，也了解酸雨會對建材造成侵蝕，因此，我們想到祖先用石板來雕刻圖騰能保存如此久的時間感到不可思議與好奇。環保署將 PH 值小於 5.0 的雨水稱為酸雨，但為了實驗進行與觀察，我們選用硫酸來實驗，我們想要研究完全沒有經過加工處理的石板對於硫酸的抗腐蝕性，並與經過加工處理的其他建材作比較。

我們將各種建材將經過機器切成長 5cm 寬 5cm 厚 1.5cm，投入不同硫酸的濃度（4.5M、9.0M、18 M）中，研究建材因為受到硫酸侵蝕而減少的質量百分比。我們將研究結果繪製成圖 4-1~4-7、表七和表十四。根據我們研究結果，各建材對於硫酸的抗腐蝕性依序為：瓷磚>紅磚頭>石板>大理石。

**表十四、各種建材在不同濃度的硫酸中，浸泡十天，質量減少的百分比**

建材種類 硫酸 濃度 (M)	石板			紅磚頭			大理石			瓷磚		
	4.5	9.0	18	4.5	9.0	18	4.5	9.0	18	4.5	9.0	18
質量減少 (%)	4.7	9.6	15.4	3.6	5.1	7.6	8.6	22.6	38.5	2.8	2.9	3.5

對此我們的解釋為：瓷磚的製作過程要用高溫加熱及表面處理，高溫加熱會把建材中的氣體排出，使建材空隙減少，前述實驗也得知瓷磚孔隙度較小。建材空隙減少就會導致瓷磚與硫酸的反應面積降低，自然就會降低腐蝕性；另一方面，建材在經過表面處理的過程中，也會加入抗腐蝕的化學處理，以增加材料抗腐蝕性。瓷磚經由上述這些製程，使得瓷磚的抗腐蝕性最佳。

紅磚頭製作過程只有經過高溫加熱，所以抗腐蝕性次之。我們知道大理石的主要成份為碳酸鈣，而碳酸鈣容易與硫酸反應，所以大理石的抗腐蝕性最差。

我們將石板與其他建材做抗腐蝕性的比較後發現，石板的抗腐蝕性雖然比瓷磚及紅磚頭差，但在濃度較小（4.5 M）的實驗組中差距不大。以 4.5 M 的硫酸浸泡十天，比較石板與瓷磚質量減少的百分比，石板質量流失比瓷磚增加 1.9%、比紅磚頭增加 1.1%；在 9.0M 為 6.7%、4.5%；在 18.M 為 11.9%、7.8%。我們知道酸雨的濃度與遠比 4.5 M 小（酸雨的 PH 值小於 5，而 4.5 M 的硫酸溶液 PH 值約為-0.65），所以，石板受侵蝕的程度與瓷磚和紅磚頭幾乎相同。

## 七、研究展望

我們從各種材料在孔隙度、阻擋電磁波效能、吸收太陽能、散熱效果、吸收瓦斯熱的差異，和抗腐蝕性等各方面研究後，我們更發現了祖先非常有智慧地選了大自然最好的材料—石板，當作建材蓋石板屋與藝術創作的作品，讓我們有如此豐富的文化資產。我們以身為魯凱原住民為榮，我們以這份研究來為保留與傳承自己傳統文化盡一份心力。

## 柒、結論

- 一、各建材的孔隙度由大到小爲：石板>紅磚頭>大理石>瓷磚。
- 二、電磁波降低%由大而小分別爲：石板>紅磚頭>大理石>瓷磚。
- 三、各建材對於太陽輻射能吸收大小依序爲：紅磚頭>石板>大理石>瓷磚>無建材。
- 四、建材的厚度越厚，吸收太陽能的速率就越慢。
- 五、各建材的放熱量速率由快而慢依序爲：無建材>石板>大理石>瓷磚>紅磚頭。
- 六、建材的厚度越厚，放熱速率就越慢；厚度對石板放熱速率的影響最大。
- 七、紅磚頭、大理石，和瓷磚等建材增加厚度後，並不能有效降低放出熱量的速率。
- 八、厚度爲 1.5 cm 的實驗組建材，透過傳導方式傳送熱量時，吸收熱量的速率大小依序爲：瓷磚>石板>大理石>紅磚頭，石板爲第二；厚度爲 3.0 cm 及 4.5cm 的實驗組別中，則爲：瓷磚>大理石>紅磚頭>石板。
- 九、石板的厚度對以熱傳導的影響非常大，當石板厚度由 1.5cm 增加到 3.0cm 時，其吸收熱量速率下降了 53.2%；厚度增加到 4.5cm 時，吸收熱量速率更急速下降了 89.8%。
- 十、各建材對於硫酸的抗腐蝕性依序爲：瓷磚>紅磚頭>石板>大理石。
- 十一、石板對硫酸的抗腐蝕性比瓷磚及紅磚頭差，但在濃度較小的實驗組中，差距小，因此石板對於酸雨的抗腐蝕性與瓷磚、紅磚頭幾乎相同。

## 捌、參考資料

- 一、林英智等（民 100 年）：自然與生活科技。新北市：康軒
- 二、何春蓀（民 79 年）：普通地質學。台北市：五南

## 【評語】 030507

優點：主題及材料具鄉土性。

缺點：實驗方法不夠嚴謹，尤其是針對電磁波影響部份的討論。

建議：避免過度簡化實驗的變因，要加強實驗操作與實驗過程之記錄