

# 中華民國第 59 屆中小學科學展覽會 作品說明書

---

高級中等學校組 工程學(二)科

## 團隊合作獎

052407

### 磚之白華抑制

學校名稱：國立彰化師範大學附屬高級工業職業學校

作者：  高一 陳妍蓁  高一 林之貽  高一 巫苡糅	指導老師：  粘錦成  翁麗敏
---	-----------------------------

關鍵詞：白華抑制、撥水劑、黑糖水

# 摘要

本研究比較各類抑制白華之方法，並在實驗中調整之配比，探討這類變因對於抑制白華之影響，實驗出抑制效果最佳之試驗組別，確實改善磚牆產生白華之問題，另針對磚品級及水灰比，探討出其因子是否與白華生成有直接關係，在實驗中我們砌出三磚七皮的磚牆並置入四種抑制白華之方法，分別為：純水泥砂漿、低鹼水泥、黑糖水及撥水劑。

## 壹、研究動機

磚在台灣是非常實用的的建築材料，利用不同的工法，呈現不同的美感。而在磚造建築中，「白華」一直是很大的問題，所謂白華(俗稱壁癌)，是紅磚砌成牆後，溢出的白色粉末或結晶狀物體，成分為碳酸鈣及碳酸鎂，水氣、潮溼及滲透所導致磚產生白華，而白華對於磚造建築造成的不單單在外觀美觀性，同時在結構上也產生些許影響。

在我們接觸到工程概論這門課程中，老師曾經向我們提到這個問題，就讀建築科的我們，也對磚為何產生白華十分好奇，他是如何產生的呢？又該如何去抑制呢？

板橋林家花園就是磚造知名的建築之一，林家花園為國家二級古蹟，有各式各樣的磚雕及多變的砌法，磚造古蹟是如何地在建造過程中不使白華產生的呢？為了研究抑制白華的方法，我們經過了與老師討論及查閱網路文獻，發現先前有利用奈米科技抑制白華的成功案例，可是成本太高，於是最後我們決定使用黑糖水及撥水劑來達成磚白華抑制。

## 貳、研究目的

為了有效抑制白華，使白華在生成之前預先消除其產生的因子，白華生成原因主要是因為水分滲透到混凝土中，溶解在固結的水泥砂漿中，存留在混凝土裡的氫氧化鈣經由混凝土表面蒸發或裂縫滲漏時，和空氣中的二氧化碳產生化學變化，變成了碳酸鈣。本研究希望藉由試驗過程進行結果分析，將磚浸泡撥水劑或是以黑糖水加入水泥砂漿，現代和老工法相較下，比較出較成功抑制白華的實驗組，因而達成其目的。

## 參、研究設備及器材

本研究所施作的實驗組為三組，對照組，實驗組：低鹼水泥、黑糖水、撥水劑，對照組：純水泥沙漿。以下為實驗過程所需材料。

一、材料：水、砂、普通卜特蘭水泥、低鹼卜特蘭水泥、清水磚（18塊全磚6塊半磚）、撥水劑、黑糖。如圖 3-1~3-9

二、用具：鏟刀、勾縫鏟刀、水平尺、矯正桿、磚夾、攪拌器、磚鑿、錘子、捲尺。如圖 3-10~3-17



圖 3-1 水 5 公斤



圖 3-2 水 1.040 公斤



圖 3-3 水 3.5 公斤



圖 3-4 砂 15 公斤



圖 3-5 普通卜特蘭水泥 5 公斤



圖 3-6 低鹼卜特蘭水泥 5 公斤



圖 3-7 清水磚



圖 3-8 黑糖



圖 3-9 撥水劑



圖 3-10 鏟刀



圖 3-11 勾縫鏟刀



圖 3-12 矯正桿



圖 3-13 水平尺



圖 3-14 磚夾

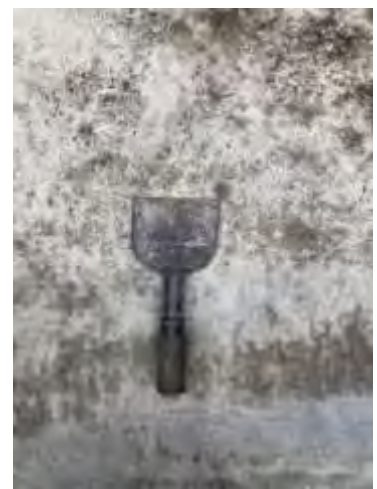


圖 3-15 磚鑿



圖 3-16 錘子



圖 3-17 卷尺

## 肆、研究過程及方法

### 一、研究過程

#### (一) 研究流程

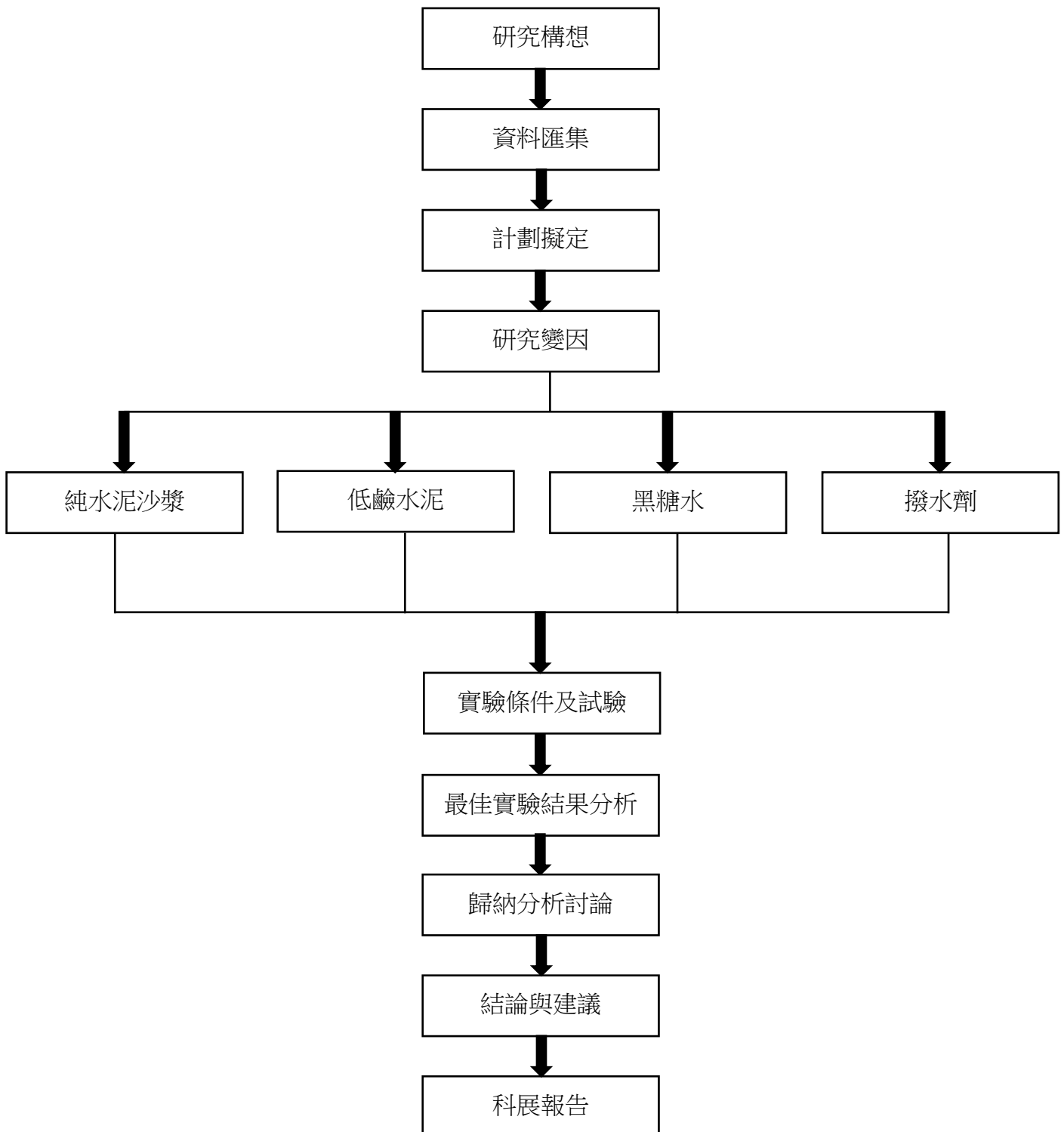


圖 4-1 研究流程

## (二) 文獻探討

我們的研究流程首先是蒐集磚及白華的相關資料及文獻，接著訂定實驗主題、製作實驗表格、事前備料，砌出四座七皮三磚的磚牆，開始實驗。而實驗時所要讀取的數據，大致上分為四個部分，純水泥砂漿、低鹼水泥、黑糖水、撥水劑，分別觀察 3 天、7 天以及 28 天的白華生成情形，找出最有效抑制白華的對照組別。

## (三) 統整比較出個實驗組之優缺點

我們將抑制白華的方法分成三組實驗組，分別為低鹼水泥、黑糖水、撥水劑，我們分析了這些實驗組之利弊，找出抑制效果最佳同時又不影響結構之組別。

第一組：低鹼水泥



第二組：黑糖水



第三組：撥水劑



圖 4-2 實驗組主材料

表 4-1 對照組之優缺點

對照組	優點	缺點
普通水泥	強度夠、黏結磚頭	易產生白華，影響美觀度

表 4-2 實驗組之優缺點統整比較

實驗組	優點	缺點
低鹼水泥	<ul style="list-style-type: none"> <li>水化熱較快，達到緩凝效果</li> <li>因為低鹼性，在施作清水磚時能達到抑制白華的效果</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成本較普通水泥高</li> <li>銷售通路較難取得</li> </ul>
黑糖水	<ul style="list-style-type: none"> <li>民間偏方（採用酸鹼中和原理）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>防水效果沒有撥水劑好</li> <li>實際效果有待實驗探討</li> </ul>
撥水劑	<ul style="list-style-type: none"> <li>防止水份滲入紅磚</li> <li>不吸附塵埃</li> <li>防止酸鹼侵蝕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>撥水劑的濃度影響紅磚強度高低</li> </ul>

## 二、研究探討

### (一) 探討磚品級

表 4-3 品級記錄表 1

磚品級	抗壓強度	吸水率
一等磚	150kg/cm <sup>2</sup> ↑	15% ↓
二等磚	100kg/cm <sup>2</sup> ↑	19% ↓
三等磚	70kg/cm <sup>2</sup> ↑	23% ↓

表 4-4 品級記錄表 2

磚品級	尺寸誤差	適用範圍
一等磚	±1.5%	用於 承重牆
二等磚	±2%	用於 非承重牆
三等磚	±3%	用於 非承重牆

- \* 紅磚的尺寸規格，依我國國家標準局的規格為長 23 公分、寬 11 公分、厚 6 公分，但目前市面上出售的紅磚、尺寸多有若干出入，較常見的尺寸是長 21 公分、寬 10 公分、厚 5.5 公分其長、寬、厚的比例大約是 4：2：1。
- \* 水泥及砂之品質應符合規定，水泥跟砂以 1：3 之配比加入適量清水，水泥砂漿拌和後應在一小時內用完，逾時不得使用。
- \* 水灰比則是 水:水泥，要讓水泥完全水化，所需要的水灰比必須大於 0.42，而水灰比 0.6 的時候會開始出現輕微的蜂窩狀態，因此水灰比建議在 0.42 ~ 0.59 左右。一般外面賣的砂，因為不像包仔土一樣封存好，分裝砂的含水量無法得知，因此水灰比較不好控制，故水泥砂漿品質也較不好控制。

## 磚品級 判別摘要

### ■ 一等磚

- 燒製良好，形狀整齊
- 稜角正確且分明
- 色澤一致，無彎曲裂痕
- 無砂眼
- 無顯著排泄雜質色
- 擊之發出金屬聲音

\*「磚」材料之「砂眼」是指

高溫燃燒後，劣質砂漿內含有可燒物質所留下的孔洞，會造成**施力不平均**，**易斷裂**。

### ■ 二等磚

- 燒製良好，形狀整齊
- 稜角正確
- 表面尚平
- 輕微之裂紋或缺點甚少

### ■ 三等磚

- 燒製良好，形狀尚完整
- 無顯著裂紋或缺點



## (二) 探討撥水劑最合適之濃度

在進行實驗過程的探討中，我們也對撥水劑的濃度是否影響白華生長程度產生好奇，根據撥水劑原廠所提供的推薦濃度為 1:13，而我們為了證明撥水劑濃度是否影響白華生長程度，分出了以下三組實驗組，我們實驗組為純撥水劑、1:13 及 1:26:



圖 4-3 浸泡過純撥水劑的磚



圖 4-4 浸泡撥水劑比例 1:13 的磚



圖 4-5 浸泡撥水劑比例 1:26 的磚

實驗 1. 將浸泡過撥水劑後的磚以縱面切開，觀察撥水劑的滲入情形：



圖 4-6 浸泡過程



圖 4-7 浸泡純撥水劑的磚表面



圖 4-8 浸泡 1:13 撥水劑的磚表面



圖 4-9 浸泡 1:26 撥水劑的磚表面

將磚縱切後放置兩天，在觀察撥水劑的滲入深度。

- 純撥水劑的滲入深度為 1.5 公分
- 比例 1:13 的為 2.3 公分
- 比例 1:26 的為 3.7 公分



圖 4-10 將全磚縱切成半磚



圖 4-11 純撥水劑滲入狀況



圖 4-12 1:13 撥水劑滲入狀況



圖 4-13 1:26 撥水劑滲入狀況

實驗 2.將浸泡撥水劑後的磚放置兩天使其風乾，再放置兩天後的磚表面滴上 1ml 的水，觀察三組磚的吸水情形：



圖 4-14 純撥水劑  
滴水情形



圖 4-15 撥水劑 1:13  
滴水情形



圖 4-16 撥水劑 1:26  
滴水情形



圖 4-17 記錄時間

在磚表面上滴上 1ml 的水，放置兩天後將其表面殘餘的水，刮下秤重，以觀察撥水劑的防水情況。

1ml 的水為 1.8 公克

- 純撥水劑為 1.6 公克
- 比例 1:13 為 1.0 公克
- 比例 1:26 為 0.8 公克



圖 4-18 記錄時間



圖 4-19 1:13 剩於水量



圖 4-20 1:26 剩於水量

經過這次的研究，我們發現無論是純撥水劑或是比例 1:26 的浸泡，都無法使磚的抗吸水效果更佳，而比例 1:13 是原廠所提供的推薦比例，也讓我們清楚過猶不及，都無法將實驗達到最好的成效。

### 三、模型製作及介紹

#### (一) 磚之配比介紹：

模型是採用三磚七皮的牆，其中的模型配比有：

對照組:普通卜特蘭水泥+砂+普通清水磚+純水

實驗組:

表 4-5 磚之配比介紹

使用之材料	低鹼水泥	黑糖水 (1kg:5kg)	(1kg:5kg) 已浸泡 撥水劑之磚
水泥	<del>普通卜特蘭水泥</del>	普通普特蘭水泥	普通卜特蘭水泥
砂	1kg(低鹼水泥): 3kg(砂)	1kg(水泥): 3kg(砂)	1kg(水泥): 3kg(砂)
磚	普通清水磚	普通清水磚	<del>普通清水磚</del>
水	1kg(水泥砂漿): 3.5kg(純水)	1kg(水泥砂漿): 3.5kg(黑糖水)	1kg(水泥砂漿): 3.5kg(純水)

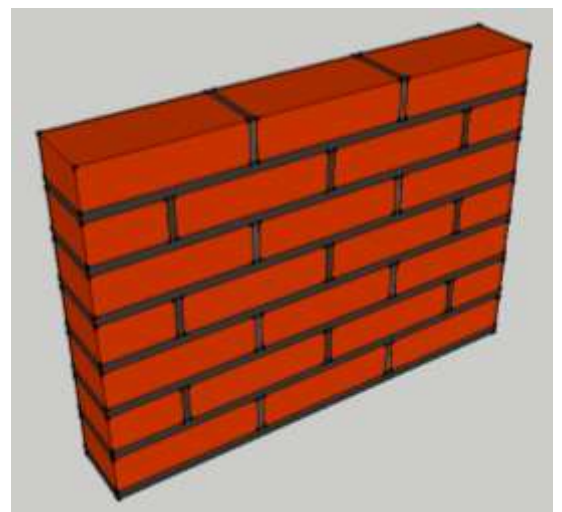
#### (二) 製作方法：

**第一座(對照組)**：使用 1:3 普通卜特蘭水泥和用 16 號篩通過的砂，搭配上普通清水磚，進而砌出三磚七皮的牆，共使用 18 塊全磚、6 塊半磚。

**第二座(實驗組)**：使用低鹼卜特蘭水泥代替普通卜特蘭水泥，水灰比及用量不變，因為水泥中的石灰和空氣中的二氧化碳結合形成硫酸鈣，低鹼卜特蘭水泥是將水泥中鹼性降低，低鹼極為降低石灰，減少石灰量便能減少白華的產生，達到抑制的效果。

**第三座(實驗組)**：將水泥沙漿中所添加的水以黑糖水代替，黑糖水的比例為 1:5(重量比)，黑糖 1 公斤、水 5 公斤，將配比好後的水泥倒入砂盆中，再將黑糖水分批依序加入其中，和合均勻後，及為我們所需的水泥砂漿。

**第四座(實驗組)**：將清水磚浸泡於配比好的撥水劑中，其中撥水劑的比例為 1:13(重量比)(1g 撥水劑、13g 為水)混合均勻後，將清水磚表面浸泡於撥水劑中 6~8 秒，放置一到兩天，等待紅磚上的撥水劑變乾，即可開始砌磚。



(三) 製作過程：

1.先進行前置作業，於前一晚將材料準備完成：

- A. 秤水 5 公斤。用於配置黑糖水之用（圖 4-21、4-22）
- B. 倒入 1 公斤的黑糖倒入水中，並且攪拌至均勻（圖 4-23、4-24）



圖 4-21 將水桶扣重



圖 4-22 量取 5 公斤的水



圖 4-23 倒入黑糖



圖 4-24 將黑糖水拌合至均勻

- c. 秤水 1.040 公斤。用於混合撥水劑之用（圖 4-25、4-26）
- D. 秤撥水劑 0.08 公斤（圖 4-27、4-28）



圖 4-25 將水桶扣重



圖 4-26  
量取 1.040 公斤的水



圖 4-27 將水瓢扣重



圖 4-28  
量取 0.08 公斤的撥水劑

- E. 秤水 3.5 公斤。用來混合水泥砂漿之用（圖 4-29、4-30）
- F. 秤取砂 15 公斤（圖 4-31、4-32）



圖 4-29 水桶扣重



圖 4-30 量取 3.5 公斤的水



圖 4-31 將砂桶扣重



圖 4-32 秤取砂 15 公斤

G. 秤取普通卜特蘭水泥 5 公斤，應盆子太小，我們將它分裝成兩盤（圖 4-33、4-34）

H. 秤取低鹼卜特蘭水泥 5 公斤（圖 4-35、4-36）



圖 4-33 鐵盤扣重



圖 4-34

量取 2.5 公斤的普通水泥



圖 4-35 鐵盆扣重



圖 4-36

秤取 5 公斤的低鹼水泥

I. 將撥水劑與水混合並攪拌（圖 4-37、4-38）

J. 將紅磚置入撥水劑中浸泡（圖 4-39）

K. 澆磚（圖 4-40）



圖 4-37

倒入撥水劑於水中



圖 4-38 拌合撥水劑



圖 4-39

將紅磚浸泡於撥水劑中



圖 4-40 澆磚

純水泥沙漿（對照組）



圖 4-41 水泥沙漿材料

Step1.將 3.5 公斤的水和兩盤 2.5 公斤的普通卜特蘭水泥以及 15 公斤的砂混合並攪拌均勻



圖 4-42 將普通卜特蘭水泥倒入砂盆中



圖 4-43 將其混合並攪拌均勻

Step2. 將清水磚配合水泥砂漿，應而砌成三磚七皮的磚牆。



圖 4-44 將磚疊砌為三磚七皮



圖 4-45 將其磚牆勾縫完整



圖 4-46 純水泥砂漿牆之完成品

低鹼水泥 (實驗組)



圖 4-47 低鹼水泥沙漿材

Step1.將 3.5 公斤的水和一盤 5 公斤的低鹼卜特蘭水泥及 15 公斤的砂混合並攪拌均勻



圖 4-48 將低鹼卜特蘭水泥倒入砂盆中



圖 4-49 將其混合並攪拌均勻

Step2. 將清水磚配合低鹼卜特蘭水泥砂漿，應而砌成三磚七皮的磚牆。



圖 4-50 將磚疊砌為三磚七皮



圖 4-51 將其磚牆勾縫完整



圖 4-52 低鹼水泥砂漿牆之完成品

黑糖水 (實驗組)



圖 4-53 黑糖水水泥沙漿材

Step1. 將 3.5 公斤的黑糖水和兩盤 2.5 公斤的普通卜特蘭水泥以及 15 公斤的砂混合並攪拌均勻



圖 4-54 將普通水泥倒入砂盆中



圖 4-55 將黑糖水倒入砂盆中



圖 4-56 將其混合並攪拌均勻

Step2. 將清水磚配合用黑糖水取代水之普通卜特蘭水泥砂漿，應而砌成三磚七皮的磚牆。



圖 4-57 將磚疊砌為三磚七皮



圖 4-58 將其磚牆勾縫完整



圖 4-59 黑糖水水泥砂漿牆之完成品

撥水劑 (實驗組)



圖 4-60 水泥沙漿材料

Step1. 將 3.5 公斤的水和兩盤 2.5 公斤的普通卜特蘭水泥以及 15 公斤的砂混合並攪拌均勻



圖 4-61 將普通卜特蘭水泥倒入砂盆中



圖 4-62 將其混合並攪拌均勻

Step2. 將浸泡過撥水劑之清水磚配合普通卜特蘭水泥砂漿，應而砌成三磚七皮的磚牆。



圖 4-63 將紅磚浸泡撥水劑



圖 4-64 將磚疊砌為三磚七皮



圖 4-65 撥水劑水泥砂漿牆之完成品



伍、研究結果與分析

撥水劑



低鹼水泥



3 天

純水泥砂漿



黑糖水



圖 5-1 三天白華的生成量

撥水劑



低鹼水泥



7 天

純水泥砂漿



黑糖水



圖 5-2 七天白華的生成量

撥水劑



低鹼水泥



28 天

純水泥砂漿



黑糖水



圖 5-3 二十八天白華的生成量

## 陸、討論

1. 先前在做實驗時發現當初黑糖準備的混合比例根本不足以抑制白華，進而討論出現在實驗的比例，應而成功比較出白華的多寡。
2. 雖然本次實驗採用的是撥水劑來有效抑制白華，期望後續可再加入其他更有效抑制白華，又能更經濟的方法，如：配合奈米技術。
3. 實驗後發現，白華一天一天滋長速度不同，到目前的試驗結果並不能完整無誤差的維持至初審，期待後續能發現有何控制白華生長之因素。
4. 本研究採用的是清水磚，之後盡可能利用不同品級之磚實施試驗，進而達到更好抑制白華的效果，如：一等磚。
5. 本次研究僅採四座牆做比較，後續可加入更多能抑制白華之因子實施試驗，更能提現出其因子抑制白華的效能。
6. 在後續可加入價格方面的計算以及材料能有多少的變化。

## 柒、研究結論

經過 28 天的實驗及觀察後，得之撥水劑的抑制白華效果最好，令人出乎意料的是，源自傳統工法的黑糖水，也破除許多人的迷思，並非完全無作用，只是效果沒有其他兩實驗組來的顯著，現代也發展出更能有效抑制白華之科學方法，例如：奈米...等，我們希望不只是找出最有效抑制白華的方法，更能在經濟上取得更大的效益，希望未來能在白華抑制上有更大的成就。

以下為我們的研究數據：

### 一、各材料所占白華之百分比

純水泥砂漿 3 天生成的白華為 13.8%，7 天為 17.8%，28 天則為 31.1%

低鹼水泥砂漿 3 天生成的白華為 3.6%，7 天為 5.2%，28 天則為 5.5%

黑糖水水泥砂漿 3 天生成的白華為 3.8%，7 天為 6.8%，28 天則為 12.0%

撥水劑水泥砂漿 3 天生成的白華為 0.1%，7 天為 0.2%，28 天則為 0.2%

### 二、其對照組及實驗組對照之百分比

將純水泥砂漿的水替換為黑糖水，減少生成白華之面積為 19.1%

將純水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥，減少生成白華之面積為 25.6%

將對照組之磚浸泡撥水劑，減少生成白華之面積為 30.9%

### 三、總結

三組實驗組相較下，將純水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥的實驗組，較將純水泥砂漿的水替換為黑糖水的效用好，將對照組之磚浸泡撥水劑則比將純水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥的實驗組來的更好，則將純水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥的實驗組為我們本次實驗的最佳結果。

表 7-1 純水泥白華生成數據（面積）

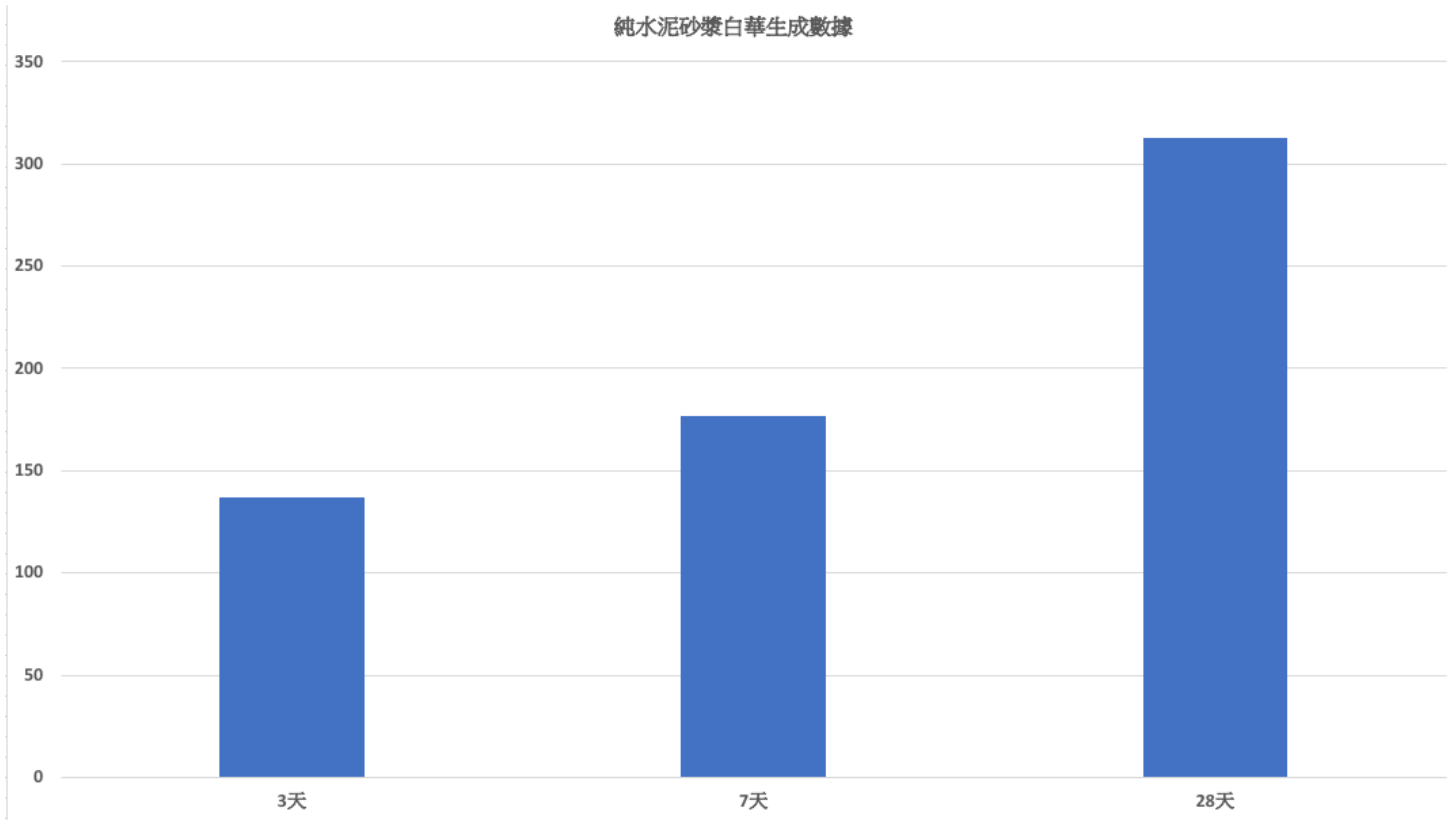


圖 7-1 純水泥 3 天生成白華擷取



圖 7-2 純水泥 7 天生成白華擷取



圖 7-3 純水泥 28 天生成白華擷取

表 7-2 低鹼水泥白華生成數據（面積）

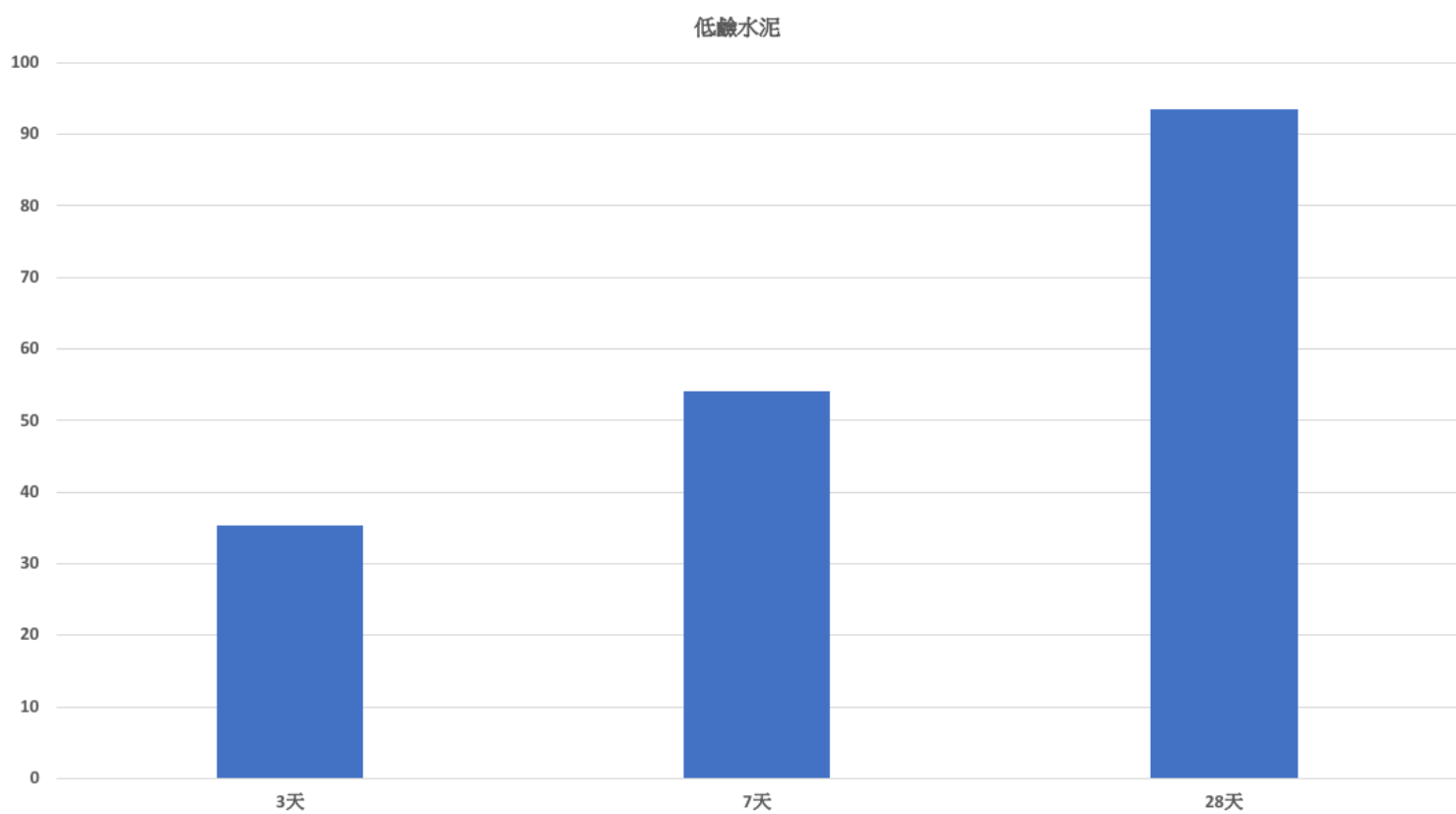


圖 7-4 低鹼水泥 3 天生成白華擷取



圖 7-5 低鹼水泥 7 天生成白華擷取



圖 7-6 低鹼水泥 28 天生成白華擷取

表 7-3 黑糖水白華生成數據（面積）

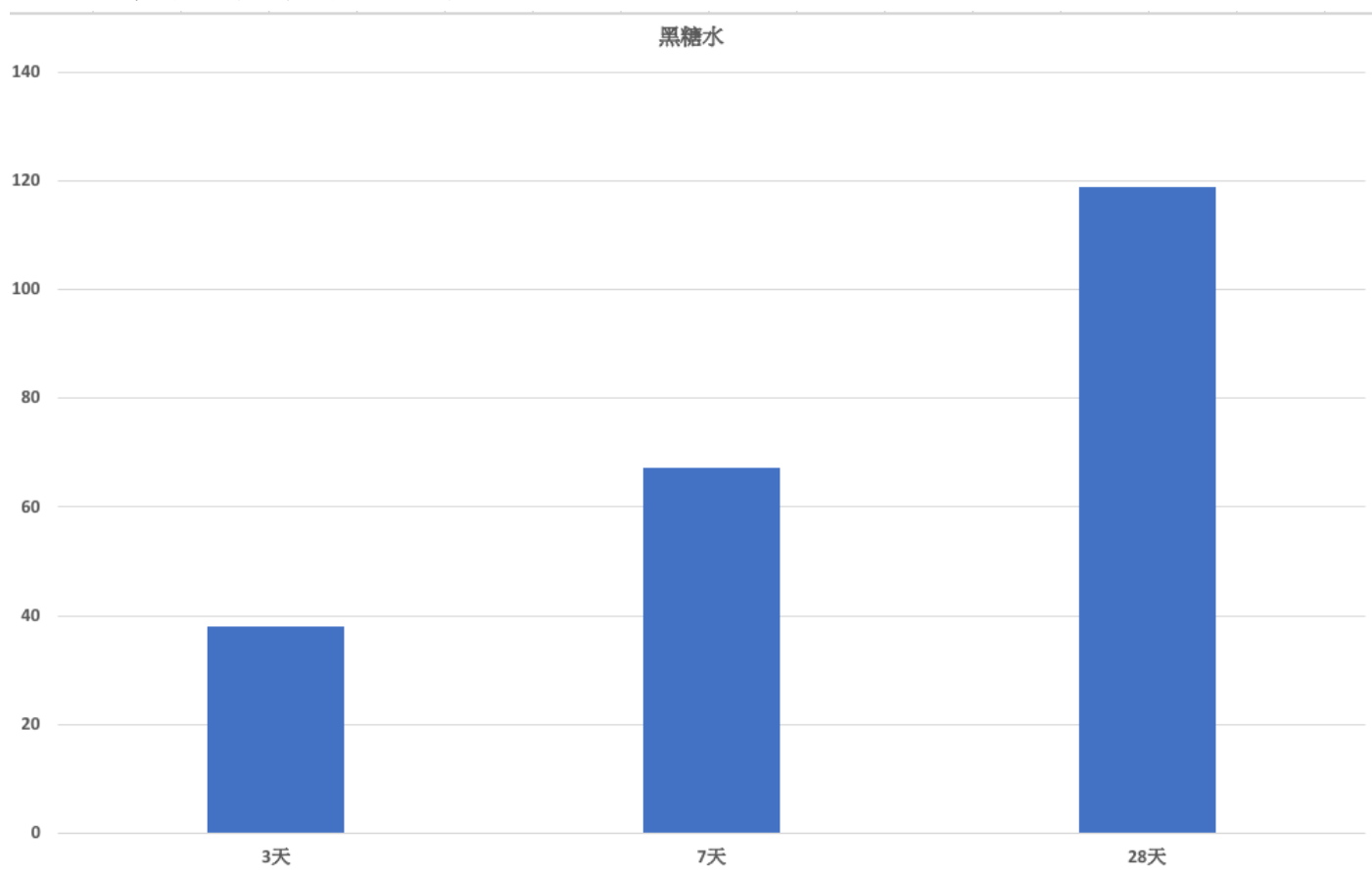


圖 7-7 黑糖水 3 天生成白華擷取



圖 7-8 黑糖水 7 天生成白華擷取



圖 7-9 黑糖水 28 天生成白華擷取



表 7-4 撥水劑白華生成數據（面積）

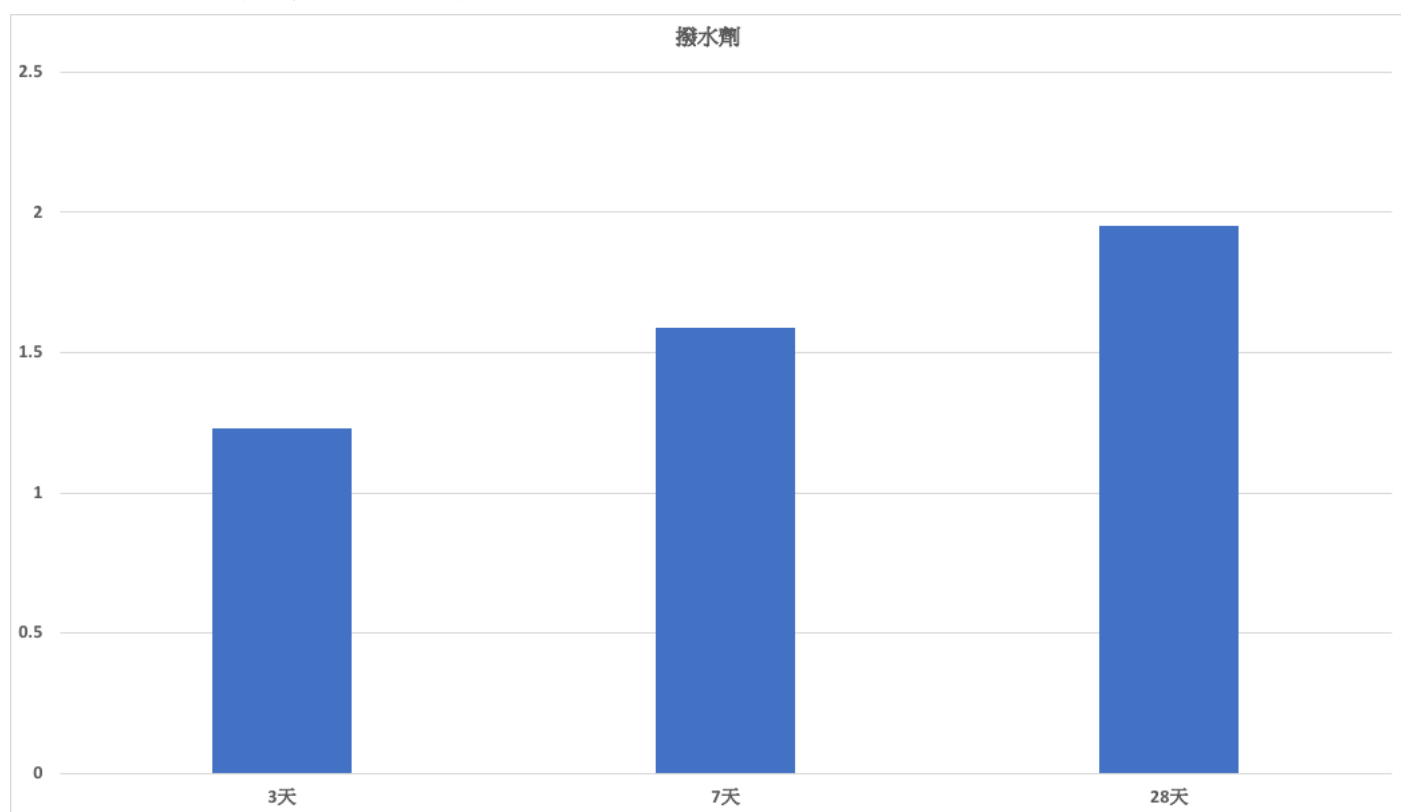


圖 7-10 撥水劑 3 天生成白華擷取



圖 7-11 撥水劑 7 天生成白華擷取



圖 7-12 撥水劑 28 天生成白華擷取

## 捌、參考資料及其他

1. 美麗空間-磁磚問題篇：白華的防治及產生

<https://www.bathroom.com.tw/knowledge/1472181087>

2. 工程資訊-蔡德明 技師

<http://www.twce.org.tw/info/%E6%8A%80%E5%B8%AB%E5%A0%B1/197-2-2.htm>

3. 達森建築·室內設計-白華的成因及對策

<https://dazon888.pixnet.net/blog/post/32197346-%E7%99%BD%E8%8F%AF%E7%9A%84%E6%88%90%E5%9B%A0%E5%8F%8A%E5%B0%8D%E7%AD%96>

4. 鳳鼎工程

[http://www.din-cing.com/faq\\_6.htm](http://www.din-cing.com/faq_6.htm)

5. 臺灣盛隆建材股份有限公司-撥水劑

<http://www.shenglong.com.tw/shengchong/prodDetail.asp?id=98>

## 【評語】 052407

本作品比較各類抑制白華之方法，研究主題明確，實驗方法簡易，但部分實驗操作步驟與條件嚴謹度不足，例如，磚浸泡深度與時間等操作方式。研究成果表達清晰且分工合作良好，具團隊合作精神。建議加強說明選用低鹼水泥，黑糖水及撥水劑等，對抑制白華現象之學理與化學機制，另外，補強實驗結果之科學驗證，例如，磚體表面是否產生碳酸鈣。

## 摘要

本研究比較各類抑制白華之方法，並在實驗中調整之配比，探討這類變因對於抑制白華之影響，實驗出抑制效果最佳之試驗組別，確實改善磚牆產生白華之問題，另針對磚品級及水灰比，探討出其因子是否與白華生成有直接關係，於實驗本研究砌出三磚長七皮高的磚牆並置入四種抑制白華之方法，分別為：(一)採用傳統水泥砂漿配比、(二)採用低鹼水泥砂漿配比、(三)採用黑糖水取代清水、(四)紅磚浸泡撥水劑。

## 壹、研究動機

「磚塊」在台灣是非常實用的建築材料，利用不同的工法，呈現不同的美感。而在磚造建築中，「白華」一直是很大的問題，所謂白華(俗稱壁癌，是紅磚砌成牆後，溢出的白色粉末或結晶狀物體，成分為碳酸鈣及碳酸鎂，水氣、潮溼及滲透所導致磚產生白華，而白華對於磚造建築造成的不單單在外觀美觀性，同時在結構上也產生些影響，我們接觸到工程概論這門課程中，老師曾經向我們提到這個問題，就讀建築科的我們，也對磚為何產生白華十分好奇，他是如何產生的呢？又該如何去抑制呢？

板橋林家花園就是磚造知名的建築之一，林家花園為國家二級古蹟，有各式各樣的磚雕及多變的砌法，磚造古蹟是如何地在建造過程中不使白華產生的呢？為了研究抑制白華的方法，我們經過了與老師討論及查閱網路文獻，發現先前有利用奈米科技抑制白華的成功案例，可是成本太高，於是最後我們決定使用古法黑糖水取代清水及磚塊浸泡撥水劑來達成紅磚白華抑制。

## 貳、研究目的

為了有效抑制白華，使白華在生成之前預先消除其產生的因子，白華生成原因主要是因為水分滲透到混凝土中，溶解在固結的水泥砂漿中，存留在混凝土裡的氫氧化鈣經由混凝土表面蒸發或裂縫滲漏時，和空氣中的二氧化碳產生化學變化變成了碳酸鈣。本研究希望藉由試驗過程進行結果分析，將磚浸泡撥水劑或是以黑糖水加入水泥砂漿，現代和古法相較下，比較出較成功抑制白華的實驗組，因而達成其目的。

## 參、研究設備及器材



## 肆、研究過程及方法

### 一、研究過程

#### (一) 研究流程



### (二) 文獻探討:

本研究流程首先是蒐集磚及白華的相關資料及文獻，接著訂定實驗主題、製作實驗表格、事前備料，砌出四座七皮高三磚長的磚牆進行實驗。而實驗時所要讀取的數據，大致上分為四個部分，傳統水泥砂漿配比、低鹼水泥配比、黑糖水取代清水、紅磚浸泡撥水劑，分別觀察3天、7天以及28天的白華生成情形，找出最有效抑制白華的對照組別。

### (三) 統整比較出個實驗組之優缺點:

本研究將抑制白華的方法分成三組實驗組，分別為低鹼水泥配比、黑糖水取代清水、紅磚浸泡撥水劑，我們分析了這些實驗組之利弊，找出抑制效果最佳同時又不影響結構之組別。

第一組 - 低鹼水泥      第二組 - 黑糖水      第三組 - 撥水劑



對照組	優點	缺點
普通水泥	強度夠、磚牆粘結材	易產生白華，影響美觀度
實驗組	優點	缺點
低鹼水泥	<ul style="list-style-type: none"> <li>水化熱較慢，達到緩凝效果</li> <li>因為低鹼性能達到抑制白華的效果。(白華為鹼性物質)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>成本較普通水泥高</li> <li>銷售通路較難取得</li> </ul>
黑糖水	<ul style="list-style-type: none"> <li>民間偏方(運用酸鹼中和原理)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>對於水泥水化恐有阻礙</li> <li>實際效果有待實驗探討</li> </ul>
撥水劑	<ul style="list-style-type: none"> <li>形成保護膜防止水份滲入紅磚不吸附塵埃防止酸鹼侵蝕</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>撥水劑的濃度影響紅磚強度高低</li> </ul>

### 二、研究探討

紅磚的尺寸規格，依我國國家標準局的規格為長23公分、寬11公分、厚6公分，但目前市面上出售的紅磚、尺寸多有若干出入，較常見的尺寸是長20公分、寬9.5公分、厚5.3公分。其長、寬、厚的比例大約是4:2:1。

水泥及砂之品質應符合規定，水泥及砂以1:3之配比加入適量清水，水泥砂漿拌和後應在一小時內用完，逾時不得使用。

水灰比則是水/水泥，要讓水泥完全水化，所需要的水灰比必須大於0.42，而水灰比0.6的時候會開始出現輕微的蜂窩狀態，因此水灰比建議在0.42~0.59左右。一般外面賣的砂因為不像包仔土一樣封存好，分裝砂的含水量無法得知，因此水灰比較不好控制，故水泥砂漿品質也較不好控制。

探討撥水劑最合適之度，本研究也對撥水劑的濃度是否影響白華生長程度產生好奇，依據撥水劑原廠所提供的推薦濃度為1:13(1份撥水劑+13份清水)，本研究為了證明撥水劑濃度是否影響白華生長程度，分出了以下三組實驗組。分別為(一)撥水劑原汁、(二)1:13、(三)1:26。

實驗1. 將浸泡過撥水劑後的磚以縱面切開，觀察撥水劑的滲入情形：



浸泡純撥水劑的磚表面

浸泡1:13撥水劑的磚表面

浸泡1:26撥水劑的磚表面

將磚縱切後放置兩天，再觀察撥水劑的滲入深度。  
 原汁撥水劑的滲入深度為1.5公分。  
 比例1:13的為2.3公分。  
 比例1:26的為3.7公分。



實驗2. 將浸泡撥水劑的磚放置兩天使其風乾，爾後於磚表面滴上1ml的水，觀察三組磚的吸水情形：



近而磚表面上滴上1ml的水，放置兩天後將其表面殘餘的水刮下秤重，以觀察撥水劑的防水情況。

1ml的水為1.8公克。  
 原汁撥水劑為1.6公克。  
 比例1:13為1.0公克。  
 比例1:26為0.8公克。

經由此次研究，我們發現無論是原汁撥水劑或是比例1:26的浸泡，都無法使磚的抗吸水效果更佳，而比例1:13是原廠所提供的推薦比例，也讓我們清楚過猶不及，都無法將實驗達到最好的成效。

將浸泡撥水劑後的磚放置兩天使其風乾，再放置兩天後的磚表面滴上1ml的水，觀察三組磚的吸水情形，並於實驗觀察當天時隔半小時紀錄一次。

#### 14:00

- 純撥水劑的水滴面積為28.724平方公分
- 比例1:13的為30.501平方公分
- 比例1:26的為27.132平方公分

#### 14:30

- 純撥水劑的水滴面積為22.929平方公分
- 比例1:13的為27.583平方公分
- 比例1:26的為24.333平方公分



#### 15:00

- 純撥水劑的水滴面積為21.584平方公分
- 比例1:13的為25.749平方公分
- 比例1:26的為22.873平方公分

#### 15:30

- 純撥水劑的水滴面積為19.922平方公分
- 比例1:13的為22.186平方公分
- 比例1:26的為19.894平方公分

第一座（對照組）：使用1:3普通卜特蘭水泥和通過16號篩的細河砂，搭配上實心清水磚疊砌出三磚長七皮高的牆，共使用18塊全磚、6塊半磚。

第二座（實驗組）：使用低鹼卜特蘭水泥代替普通卜特蘭水泥，水灰比及用量不變，因為水泥中的石灰和空氣中的二氧化碳結合形成硫酸鈣，低鹼卜特蘭水泥是將水泥中鹼性物質降低，達到抑制的效果。（白華為鹼性物質）

第三座（實驗組）：將水泥沙漿中所添加的水以黑糖水代替，黑糖水的比例為1:5（重量比），黑糖1公斤、水5公斤，將配比好後的水泥倒入砂盆中，再將黑糖水分批依序加入其中，攪拌均勻後成為我們所需的水泥沙漿。

第四座（實驗組）：將清水磚浸泡於配比好的撥水劑中，其中撥水劑的比例為1:13（重量比）（1g撥水劑、13g為水）混合均勻後，將清水磚表面浸泡於撥水劑中6~8秒，放置一到兩天，等待紅磚上的撥水劑變乾即可開始砌磚

（三）製作過程：

1. 先進行前置作業，於前一晚將材料準備完成：秤水5公斤。用於配置黑糖水之用  
 倒入1公斤的黑糖倒入水中並且攪拌至均勻



秤水1.040公斤。用於混合撥水劑之用  
 秤撥水劑0.08公斤



秤水3.5公斤。用來混合水泥砂漿之用  
 秤取砂15公斤



秤取普通卜特蘭水泥5公斤  
 秤取低鹼卜特蘭水泥5公斤



將撥水劑與水混合並攪拌  
 將紅磚置入撥水劑中浸泡  
 澆水溼潤紅磚



#### 傳統水泥砂漿配比(對照組)



#### 低鹼水泥砂漿配比(實驗組)



#### 黑糖水水泥砂漿配比(實驗組)

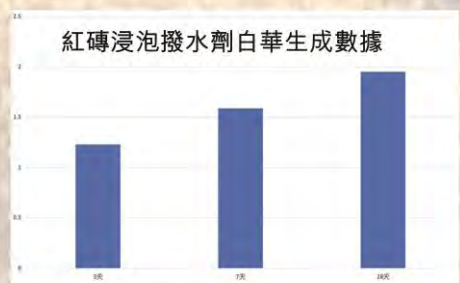
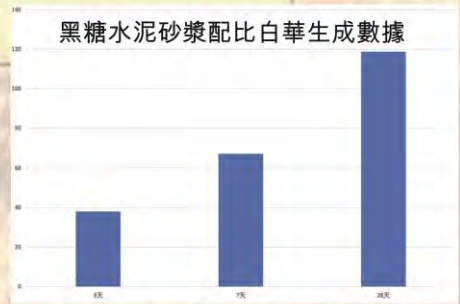
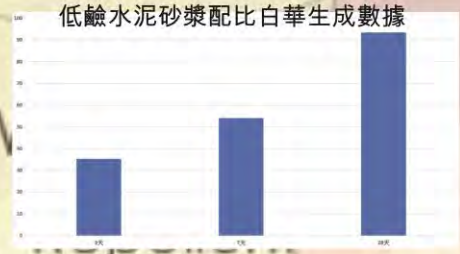
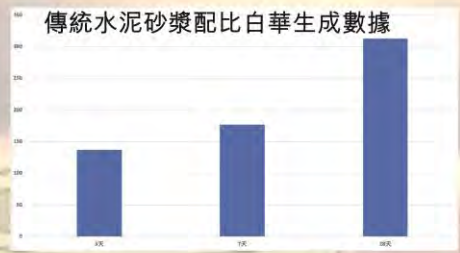


## 紅磚浸泡撥水劑 (實驗組)



## 伍、研究結果與分析

### • 白華生成結果



## 陸、討論

1. 本研究實驗時發現古法黑糖準備的混合比例根本不足以抑制白華，進而討論出更為精確實驗的比例，因此成功比較出白華的多寡。
2. 本研究實驗得知紅磚施作前先行浸泡撥水劑能有效抑制白華滋長。
3. 本研究實驗後發現，白華一天一天滋長速度不同到目前的試驗結果並不能完整無誤差的維持至初審，期待後續能發現有何控制白華生長之因素。

## 柒、研究結論

本研究經過28天的實驗及觀察後，得知紅磚於施作前先行浸泡撥水劑其抑制白華效果最好，令人出乎意料的是，源自傳統工法的黑糖水，也破除許多人的迷思，並非完全無作用，只是效果沒有其它兩實驗組來的顯著，藉由科技發展出更能有效抑制白華之科學方法，例如：奈米.....等，本研究希望不只是找出最有效抑制白華的方法，更能在經濟上取得更大的效益，希望未來能在白華抑制上有更大的成就。

### 以下為本研究數據：

#### 一、各材料所占白華之百分比

- (一) 傳統水泥砂漿配比3天白華生成的為13.8%，7天為17.8%，28天則為31.1%
- (二) 低鹼水泥砂漿配比3天白華生成的為3.6%，7天為5.2%，28天則為5.5%
- (三) 黑糖水水泥砂漿配比3天白華生成的為3.8%，7天為6.8%，28天則為12.0%
- (四) 撥水劑水泥砂漿配比3天白華生成的為0.1%，7天為0.2%，28天則為0.2%

#### 二、對照組及實驗組對照之百分比：

將傳統水泥砂漿用水替換為黑糖水，減少白華生成之面積為19.1%  
 將傳統水泥砂漿普通卜特蘭水泥更改為低鹼卜特蘭水泥，減少白華生成之面積為25.6%  
 將對照組之紅磚浸泡撥水劑，減少白華生成之面積為30.9%

#### 三、總結：

三組實驗組相較下，將傳統水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥的實驗組，較將傳統水泥砂漿用水替換為黑糖水的效用好，將對照組紅磚浸泡撥水劑則比將傳統水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥的實驗組來的更好則將傳統水泥砂漿的普通卜特蘭水泥改為低鹼卜特蘭水泥的實驗組為我們本次實驗的最佳結果。

## 捌、參考資料及其他

1. 美麗空間-磁磚問題篇：白華的防治及產生  
<https://www.bathroom.com.tw/knowledge/1472181087>
2. 工程資訊-蔡德明 技師  
<http://www.twce.org.tw/info/%E6%8A%80%E5%B8%AB%E5%A0%B1/197-2-2.htm>
3. 達森建築 . 室內設計-白華的成因及對策  
<https://dazon888.pixnet.net/blog/post/32197346%E7%99%BD%E8%8F%AF%E7%9A%84%E6%88%90%E5%9B%A0%E5%8F%8A%E5%B0%8D%E7%AD%96>
4. 鳳鼎工程  
[http://www.din-cing.com/faq\\_6.htm](http://www.din-cing.com/faq_6.htm)
5. 臺灣盛隆建材股份有限公司-撥水劑  
<http://www.shenglong.com.tw/shengchong/prodDetail.asp?id=98>