

全國高級中等學校土木與建築群 106 年專題及創意製  
作競賽複賽

「專題組」作品說明書封面

群 別：土木建築群

作品名稱：滴水不沾的土建築-土磚防水改良

關 鍵 詞： 土角厝、土磚、配比

## 目錄

壹、摘要	1
貳、研究動機	1
參、研究設備及器材	2
肆、研究過程或方法	3
一. 對照組製作過程	4
二. 實驗組製作過程	5
三. 土角厝田野調查	6
四. 強度衝錘試驗法	7
五. 材料單位重、吸水率試驗	8
六. 實驗失敗	8
七. 吸水率 2 次試驗	9
八. 土磚抗壓試驗	12
九. 土磚表面防水改良	14
伍. 研究結果	15
陸、討論	18
柒、結論	18
捌、參考資料及其他	19

## 表目錄

表 3-1 使用的材料及器材	2
表 4-1 對照組製作比例	4
表 4-2 對照組製作比例	4
表 4-3 製作防水劑土磚比例	5
表 4-4 製作土磚過程	5
表 4-5 肥皂水製作比例	5
表 4-6 肥皂水製作方法	6
表 4-7 台 76 線林厝交流道旁土角厝現況	6
表 4-8 鄰厝土角厝現況	6
表 4-9 強度衝錘示意圖	7
表 4-10 強度試驗點位及位置圖	7
表 4-11 點位編號試驗強度	7
表 4-12 強度試驗點位及位置圖	8
表 4-13 點位編號試驗強度	8
表 4-14 材料秤重圖	8
表 4-15 材料吸水率試驗失敗圖	8
表 4-16 土磚吸水率第二次試驗	9
表 4-17 對照組烘乾重、吸水重、面乾內飽和	9

表 4-18 浸水後土磚重	9
表 4-19 肥皂水烘乾重	10
表 4-20 肥皂水吸水重	10
表 4-21 肥皂水面乾內飽和	10
表 4-22 浸水後肥皂水土磚重	10
表 4-23 肥皂水吸水率	11
表 4-24 防水劑烘乾重	11
表 4-25 防水劑吸水重	11
表 4-26 防水劑面乾內飽和	11
表 4-27 浸水後防水劑土磚重	12
表 4-28 防水劑吸水率	12
表 4-29 肥皂水抗壓強度	12
表 4-30 防水劑抗壓強度	13
表 4-31 土磚粉刷過程	13
表 4-32 防水劑沖水結果	13
表 4-33 AB 膠沖水結果	14
表 4-34 肥皂水沖水結果	15

## 圖目錄

圖 5-1 土磚泡水前後差異 .....	15
圖 5-2 滲水性差異圖 .....	16
圖 5-3 防水劑的吸水性差異圖 .....	16
圖 5-4 防水劑的抗壓強度差異圖 .....	16
圖 5-5 肥皂水的吸水性差異圖 .....	16
圖 5-6 肥皂水的抗壓強度差異圖 .....	16
圖 5-7 全種類的吸水性差異圖 .....	17
圖 5-8 全種類的抗壓強度差異圖 .....	17

## 壹、摘要

重視環保議題的今日，土角厝應是一個不錯的選擇。而土建築最主要材料土磚在使用上卻有些問題，如防水性、耐震等問題。本研究針對土磚之防水性的探討，期望由本研究中能帶給大眾對土建築更具信心。

本研究由土角厝中土磚之製成過程中添加不同的改良物，如液態防水劑、肥皂水等依不同比例調配，再經由抗壓強度、單位重、損失量、防水性等試驗，找出土磚之最佳配比。

本研究結果顯示，肥皂水抗壓強度是 $0.044\text{kgf/mm}^2$ ，無添加的 $0.034\text{kgf/mm}^2$ ，防水劑的 $0.016\text{kgf/mm}^2$ ；防吸水性最好的是肥皂水的 $0.18\text{g}$ ，其次為防水劑的 $1.06\text{g}$ ，最差是無添加的 $3.35\text{g}$ ，表面防水試驗最好的是AB膠，其次是肥皂水，粉刷防水劑的土磚最差，但因肥皂水價格低、方便取得且不會對身體造成危害，故肥皂水是優良的建築改良材料。

## 貳、研究動機

在早期的台灣，水泥非常的昂貴且稀少，所以先人們發揮智慧發明了土角厝，他們用土壤、稻草、粗糠跟其它一些添加物就可以蓋好一棟隔熱性強、冬暖夏涼、清爽舒適的土角厝，又可就地取材；節省許多建材費用。土角厝最怕的就是水，如果遇到下雨積水會使土磚融化跟剝落，雖然已經有解決的方法，但時效沒辦法維持很久，而且土角厝已經被現代建築取代，能夠修復土磚的人越來越少，所以被破壞後的土角厝會因為沒人修復而變成廢墟，於是我們想藉由本次的實驗找到目前能夠改良土角厝的材料，使他可以與現代建築合而為一，讓土角厝可以從新被世人所發現。

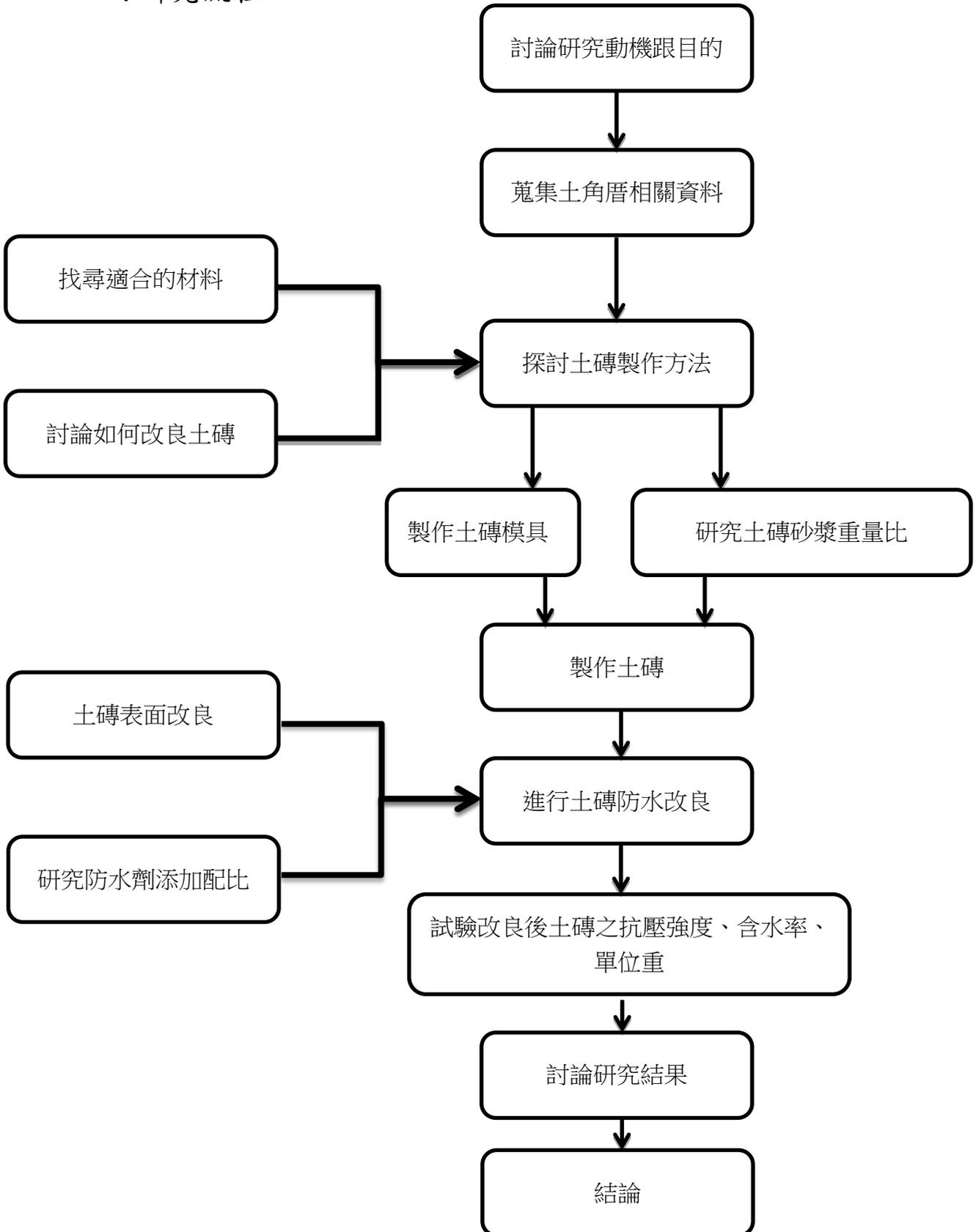
## 參、研究設備及器材

表 1、使用的材料及器材

編號	材料名稱	圖片	用途
1.	黏土		土磚泥漿材料
2.	稻草		土磚泥漿材料
3.	粗糠		土磚泥漿材料
4.	木板		土磚模具
5.	槌子		黏土搗碎工具
6.	電子磅秤		量測試驗物重量
7.	平行夾		固定土磚模具。
8.	篩網		排除體積較大的黏土。
9.	防水劑		本研究所使用的改良物
10.	AB膠		本研究所使用的改良物
11.	刷子		粉刷使用
12.	蓮蓬頭		用來沖土磚表面
13.	肥皂		製造實驗所用肥皂水
14.	萬能試驗機		試驗土磚抗壓強度
15.	數據讀取機		用來讀取油壓機施壓的力。
16.	烘箱		用來將土磚烘乾。

## 肆、研究過程或方法

### 一. 研究流程



## 二. 研究方法

(一) 我們把實驗分成一組對照組、六組實驗組，對照組為無添加任何改良物的土磚，實驗組為加入 3 種比例的防水劑與 3 種比例的肥皂水。

一. 防水劑的用處: 加入土漿中拌合, 以減少混泥土之吸水性及透水性之摻料。

二. 肥皂水的用處: 肥皂能破壞水的表面張力, 當肥皂分子進入水中時, 具有極性的親水部位, 會破壞水分子間的吸引力而使水的表面張力降低。

1. 製作對照組時我們會依古人所做的事情, 來做出一塊最原始的土磚, 而製作土磚的比例如表 2 所示, 製作過程如表 3 所示。

表 2、對照組製作比例。

配比 (重量比)	水：黏土	土漿：稻草：粗糠
	1：3	130：1：5

表 3、對照組製作比例。

			
利用搗鎚將黏土搗成碎塊狀, 再利用篩網將試驗之黏土篩至細顆粒狀。	把土加水攪拌, 黏土與水的比例為 3:1。	加入稻草。	再加入粗糠。
			
將土漿攪拌均勻。	把拌好的土漿放入模具中, 每 1/3 層需壓實 25 下。	放入完畢後, 將表面抹平。	放置 3~4 天後, 將模具拆除, 讓土磚陰乾

## 2. 實驗組製作過程

(1) 製作防水劑土磚:我們在與黏土拌合的水中添加防水劑,來改變土漿的性質,製作防水劑土磚比例如表 4 所示,製作過程如表 5 所示。

表 4、製作防水劑土磚比例

配比 (重量比)	水:防水劑	
	B1 組	1 : 1 / 3
	B2 組	1 : 2 / 3
	B3 組	1 : 3 / 3

表 5、製作土磚過程

				
先在拌合水中加入 1:1/3 的防水劑	將拌合好的水加入土漿中		攪拌均勻	把土漿擺入模具內,等待陰乾

(2) 肥皂水土磚:我們在與黏土拌合的水中添加肥皂水,來幫助土磚增加防水性,製作肥皂水土磚比例如表 5 所示,製作過程如表 6 所示。

表 6、肥皂水製作比例

配比 (重量比)	土漿:肥皂水		肥皂:水
	C1 組	1 : 1 / 3	
	C2 組	1 : 2 / 3	
	C3 組	1 : 3 / 3	1 : 15

表 7、肥皂水製作方法

				
製造肥皂水	將調好的肥皂水加入土漿中。		攪拌均勻。	將加入防皂水的土漿擺入模具內，等待曬乾。

(二) 土角厝田野調查

1. 本次研究土角厝之現況，並且對現有的土角厝做非破壞性試驗，土角厝之現況如表 5、表 6 所示，非破壞性試驗如表 7 所示

表 8、台 76 線林厝交流道旁土角厝現況。

地點	台 76 線林厝交流道旁。		
現況	已毀損		
尺寸	長:30.8m 寬:5.15m 厚:30.8m	土角屋的全貌景觀	作非破壞性抗壓強度試驗

表 9、鄰厝土角厝現況

地點	鄰厝。		
現況	完整		
尺寸	長:36m 寬:10m 寬:24m	土角屋的全貌景觀	作非破壞性抗壓強度試驗

## 2. 土角厝非破壞性抗壓強度試驗法

強度衝錘試驗法又稱為反彈錘法(如表 7 所示)，利用司密特衝錘撞擊結構物表面後，以其反彈數來求得糯米橋表面之硬度，以評估測試點之抗壓強度。其原理是一質量以定速率敲擊表面，由此質量回彈之高度決定表面附近之硬度，進而推測其整體強度與均勻性。進行強度衝錘試驗法需要依照下列注意事項進行：

- (1) 衝錘和打擊面要保持垂直。
- (2) 檢測面要平滑，檢測表面的灰漿、加工層或塗物應塗去。
- (3) 檢測面上的凹凸部份，要用金鋼砂磨石把表面磨平，如有硬塊、空洞、不良灌漿位置，不宜當作測試點。
- (4) 記錄打擊角度，以廠商所附角度校正值對照表來校正混凝土強度值。

表 10、強度衝錘示意圖

		
強度試驗錘	強度試驗錘垂直試驗	量測與傾斜壁面角度

3. 田野調查土角厝非破壞性抗壓強度試驗錘試驗資料，強度試驗點位及位置圖，強度試驗點未及位置圖如表 8、表 10 所示，點為編號試驗強度如表 9、表 11 所示。

表 11、強度試驗點位及位置圖

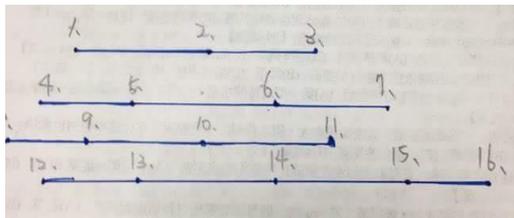
	
台 76 線林厝交流道旁點位編號	現場非破壞性試驗位置圖

表 12、點位編號試驗強度

點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度
1	0.8	2	1.1	3	1	4	0.9	5	0.5
6	0.8	7	0.2	8	0.6	9	0.7	10	0.4
11	0.9	12	0.6	13	0.5	14	0.3	15	0.4
16	0.4								
點位試驗強度平均值: 0.631Mpa(0.062kgf/cm <sup>2</sup> )									

表 13、強度試驗點位及位置圖

<p>鄰厝點位編號</p>	<p>現場非破壞性試驗位置圖</p>

表 14、點位編號試驗強度

點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度	點位編號	試驗強度
1	2.3	2	4.3	3	2.7	4	3.7	5	2
6	2								
<p>點位試驗強度平均值: 2.833Mpa (0.278kgf/cm<sup>2</sup>)</p>									

(三) 材料吸水率試驗

1. 此試驗是將三組土磚放入水種浸泡，24 個小時後取出後把表面擦乾呈內乾面飽和狀態(S. S. D)，然後把土磚放到電子磅秤上量測體重，檢測此土磚前後重量的差異，也可以跟其他組作比較，材料秤重圖如表 11 所示，材料吸水率試驗失敗圖如表 12 所示。

表 15、材料秤重圖

<p>對照組 1 重量: 422.1g</p>	<p>對照組 2 重量: 416.8g</p>	<p>B 實驗組 1 重量: 409.1g</p>	<p>B 實驗組 2 重量: 398.2g</p>

表 16、材料吸水率試驗失敗圖

<p>對照組 1 失敗圖</p>	<p>對照組 2 失敗圖</p>	<p>B 實驗組失敗圖</p>

將土磚放入水中浸泡，24 小時取出後，我們發現土磚沒辦法負荷水裏的壓力，導致取出後土磚會整個暈開，但是我們發現有加入防水劑的土磚暈開的情形沒有比無添加防水劑的土磚嚴重，所以我們想提高防水劑的量，看能不能夠讓土磚能完整地待在水裡，由表 12、可看出 B 實驗組有明顯的結塊，而對照組 1、2 已經完全暈開了，所以可以看出加入防水劑與沒加防水劑的差異。

## 2. 第二次試驗

由於 24 小時 A、D 狀態的土磚會在水中暈開來，所以我們記取教訓，於是我們決定改用烘乾狀態的土磚放到水中浸泡 1 分鐘，再將土磚放到磅秤上量重量，看他們各別的差異，第二次試驗如表 13 所示。

表 17、土磚吸水率第二次試驗

				
放入烘箱中烘烤，溫度為。	量烘乾後土磚重量。	將烘乾後的土磚放入水中。	再將土磚放入烘箱中，秤土磚烘乾後重量。	算出吸水率

表 18、對照組烘乾重 吸水重 面乾內飽和

樣本編號	原版 (g)	樣本編號	原版 (g)	樣本編號	原版 (g)
A1	475.9 g	A4	149.9 g	A7	551.4g
A2	446.2 g	A5	135.7 g	A8	520.9g
A3	423.1 g	A6	131.7 g	A9	496.1 g
平均 448.1g		平均 139.1g		平均 522.8g	

表 19、浸水後土磚重 對照組吸水率

樣本編號	原本 (g)
A1	464.1
A2	431.4
A3	405.1
平均 433.5	

樣本編號	原本 (%)
A1	15.86
A2	16.74
A3	17.25
平均 16.62	

表 20、肥皂水烘乾重

樣本 編號	肥皂水 1/3(g)	樣本 編號	肥皂水 2/3(g)	樣本 編號	肥皂水 3/3(g)
B1	461.5g	B4	476.8 g	B7	406.3g
B2	405.3 g	B5	401.8 g	B8	460.8 g
B3	448.7 g	B6	434.8 g	B9	438.7 g
平均 438.5g		平均 437.8g		平均 435.3g	

表 21、肥皂水吸水重

樣本 編號	肥皂水 1/3(g)	樣本 編號	肥皂水 2/3(g)	樣本 編號	肥皂水 3/3(g)
B1	121.9 g	B4	88.3 g	B7	124.8 g
B2	96.4 g	B5	131.4 g	B8	93.8 g
B3	129.6 g	B6	105.3 g	B9	98.4 g
平均 116g		平均 108.3g		平均 105g	

表 22、肥皂水面乾內飽和

樣本 編號	肥皂水 1/3(g)	樣本 編號	肥皂水 2/3(g)	樣本 編號	肥皂水 3/3(g)
B1	498.4	B4	436.7	B7	501.1
B2	440.9	B5	492.8	B8	425.1
B3	487.0	B6	473.9	B9	457.4
平均 475.4		平均 467.8		平均 461.2	

表 23、浸水後肥皂水土磚重

樣本 編號	肥皂水 1/3(g)	樣本 編號	肥皂水 2/3(g)	樣本 編號	肥皂水 3/3(g)
B1	460.7	B4	405.8	B7	476.1
B2	404.4	B5	459.7	B8	401.3
B3	447.4	B6	436.8	B9	434.1
平均 437.5g		平均 434.1g		平均 437.2g	

表 24、肥皂水吸水率

樣本 編號	肥皂水 1/3(%)	樣本 編號	肥皂水 2/3(%)	樣本 編號	肥皂水 3/3(%)
B1	7.99	B4	7.48	B7	5.10
B2	8.78	B5	6.95	B8	5.79
B3	8.54	B6	8.02	B9	5.19
平均 8.44		平均 7.48		平均 5.36	

表 25、防水劑烘乾重

樣本 編號	防水劑 1/3(g)	樣本 編號	防水劑 2/3(g)	樣本 編號	防水劑 3/3(g)
C1	541.3	C4	533.7	C7	487.8
C2	540.1	C5	540.5	C8	586.8
C3	542.7	C6	541.4	C9	480.1
平均 541.37		平均 538.53		平均 518.23	

表 26、防水劑吸水重

樣本 編號	防水劑 1/3(g)	樣本 編號	防水劑 2/3(g)	樣本 編號	防水劑 3/3(g)
C1	183.2	C4	149.7	C7	165.3
C2	172.6	C5	218.1	C8	179.1
C3	173.2	C6	158.1	C9	179.5
平均 176.33		平均 175.3		平均 174.47	

表 27、防水劑面乾內飽和

樣本 編號	防水劑 1/3(g)	樣本 編號	防水劑 2/3(g)	樣本 編號	防水劑 3/3(g)
C1	575.4	C4	543.5	C7	502.4
C2	586.5	C5	549.4	C8	603.8
C3	586.2	C6	548.6	C9	491.9
平均 582.7		平均 547.17		平均 532.7	

表 28、浸水後防水劑土磚重

樣本 編號	防水劑 1/3(g)	樣本 編號	防水劑 2/3(g)	樣本 編號	防水劑 3/3(g)
C1	530.8	C4	484.1	C7	528.7
C2	531.8	C5	581.7	C8	535.5
C3	528.9	C6	477.8	C9	535.2
平均 530.5		平均 514.5		平均 533.1	

表 29、防水劑吸水性

樣本 編號	防水劑 1/3(%)	樣本 編號	防水劑 2/3(%)	樣本 編號	防水劑 3/3(g)
C1	6.3	C4	2.99	C7	1.84
C2	8.59	C5	2.9	C8	1.65
C3	8.02	C6	2.46	C9	1.33
平均 5.54		平均 2.78		平均 1.6	

### (八) 土磚抗壓試驗

我們將土磚放到萬能試驗機當中做試驗，土磚抗壓試驗結果表 28、表 30、土磚抗壓試驗

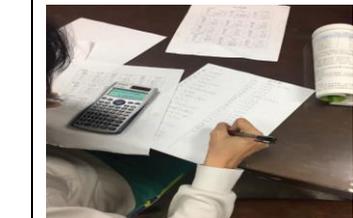
		
量土磚的斷面長。	將土磚放入抗壓試驗機中。	算出其抗壓強度。

表 31、原版抗壓強度(單位 kgf/mm<sup>2</sup>)

	樣本 編號	原版 (kgf/mm <sup>2</sup> )
試驗 強度	A1	0.037
	A2	0.032
	A3	0.034
平均	0.034	

表 32、肥皂水抗壓強度

	樣本 編號	肥皂水 1/3(kgf/mm <sup>2</sup> )	樣本 編號	肥皂水 2/3(kgf/mm <sup>2</sup> )	樣本 編號	肥皂水 3/3(kgf/mm <sup>2</sup> )
試驗 強度	D1	0.039	D4	0.056	D7	0.045
	D2	0.045	D5	0.028	D8	0.068
	D3	0.040	D6	0.045	D9	0.052
平均	0.041kgf/mm		0.043 kgf/mm		0.048 kgf/mm	

表 33、防水劑抗壓強度

	樣本 編號	防水劑 1/3(kgf/mm <sup>2</sup> )	樣本 編號	防水劑 2/3(kgf/mm <sup>2</sup> )	樣本 編號	防水劑 3/3(kgf/mm <sup>2</sup> )
試驗 強度	E1	0.028	E4	0.029	E7	0.001
	E2	0.025	E5	0.023	E8	0.016
	E3	0.044	E6	0.055	E9	0.012
平均	0.018		0.017		0.014	

## (九)土磚表面防水改良

此試驗是將土磚表面粉刷不同的劑料，然後以表、34 三種劑料比較，哪一種的防水效果較佳。

1. AB 膠的用處：乾化後形成強有力接著力，對大部份材料皆有接著力。

1. 我們分別在 3 個土磚表面粉刷不同的改良物粉刷過程如表 34 所示

		
防水劑	AB 膠	肥皂水

2. 我們會在土磚表面上 1 分鐘做沖水的試驗，看土磚表面的剝落程度，來比較差異，各試驗沖水結果如表 34、35、36 所示。

表 34、防水劑沖水結果

		
水龍頭轉 0.5 圈	水龍頭轉 1 圈	水龍頭轉 1.5 圈

如表 30、抹上防水劑的土磚的成效非常不好，可看到水龍頭只有轉 0.5 圈時土磚表面已經被沖掉了，到 1.5 圈時已經整個完全瓦解了，防水劑較不適合用在表面粉刷上，較適用添加於土磚拌合，所以三個實驗組中最差的是防水劑。

表 35、AB 膠沖水結果

		
水龍頭轉 0.5 圈	水龍頭轉 1 圈	水龍頭轉 1.5 圈
		
水龍頭轉 2 圈	水龍頭轉 2.5 圈	水龍頭轉 3 圈

結果：抹上 AB 膠之後，表面會有一片防水層，所以沖到第 3 圈時，雖然防水層沒

事，但防水層下的表面已經被沖刷的其貌不揚了，但 AB 膠的防水效果是實驗中最好的，不過在施工不容易，因為 AB 膠是(4 分鐘型的)很容易乾，所以我們的刷子在粉刷土磚時很快就乾了，還有比其他兩種的價格貴好幾倍，我們較不建議用這種。

表 36、肥皂水沖水結果

		
水龍頭轉 0.5 圈	水龍頭轉 1 圈	水龍頭轉 1.5 圈
		
水龍頭轉 2 圈	水龍頭轉 2.5 圈	水龍頭轉 3 圈

結果:肥皂水的效果比防水劑好很多，從表 31、可看到土磚表面在 2.5 圈時才有毀損的現象，到 3 圈時也沒有完全毀損，雖然沒有比 AB 膠的效果來的好，肥皂水的防水性已經超出我們的想像了，並且價格也來的比 AB 膠便宜，取得方式也很容易各大超商都能買到肥皂。

## 伍、研究結果

### (一)分析對照組與實驗組的變化

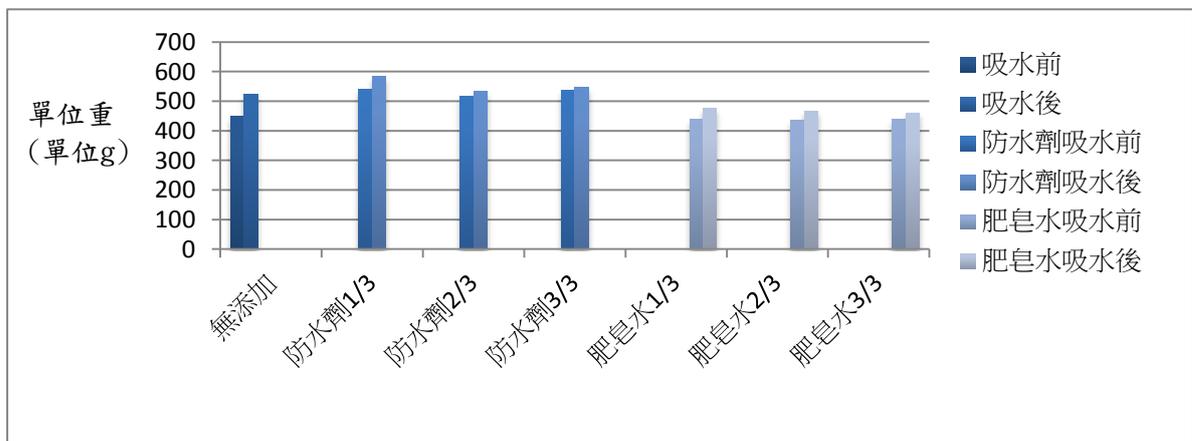


圖 1、土磚泡水前後變化差異圖

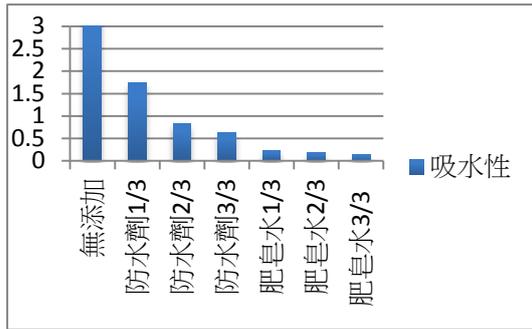


圖 2、土磚吸水性差意圖

1. 探討土磚加入各個不同改良物差異，泡水前後單位重、損失量變化，如圖 1、2 所示，加入防水劑的吸水前雖然重量提升，但吸水後的重量也會隨著添加比例多少而改變，加入肥皂水吸水前重量不會跟無添加的差很多，吸水後的重量也明顯比無添加少很多，而且加越多的肥皂水損失量也比防水劑少很多，所以由圖 1、2 所示，肥皂水的水密性是最好的。

2. 各個改良物不同比例差異

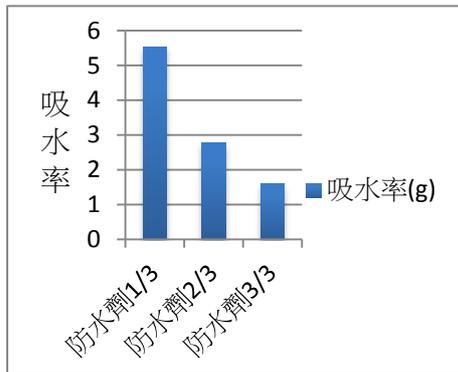


圖 3、防水劑的吸水性差意圖

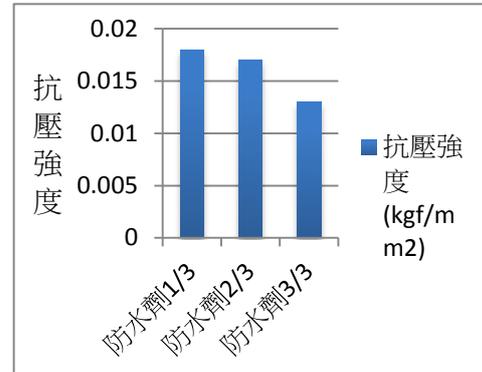


圖 4、防水劑的抗壓強度差意圖

如圖 3、4 所示，防水劑添加的越多，吸水率會下降，抗壓強度也會減少。

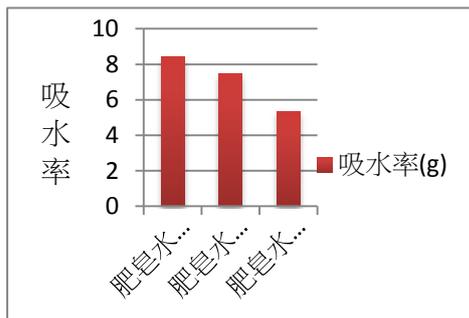


圖 5、肥皂水的吸水性差意圖

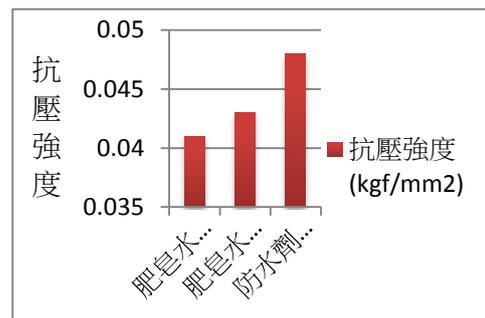


圖 6、肥皂水的抗壓強度差意圖

如圖 5、6 所示，肥皂水加的越多，土磚吸水率會下降，而抗壓強度會提高。

3. 對照各個土磚吸水率、抗壓強度變化，由公式吸水率(%)=

$$\frac{SSD \text{ 重} - OD \text{ 重}}{OD \text{ 重}} \times 100 \quad \text{、抗壓強度} \sigma = \frac{P}{A} \text{ 得到圖 3、4。}$$

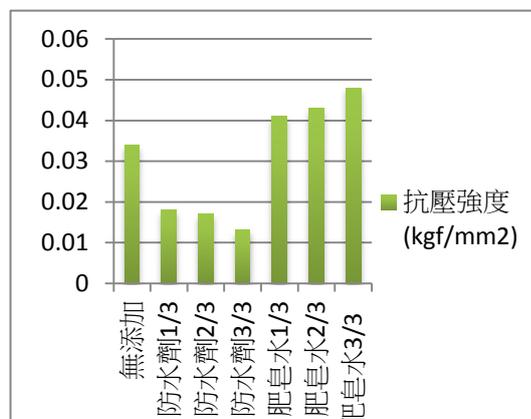
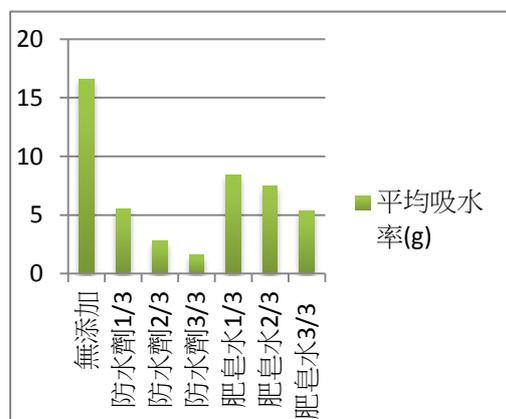


圖 3、全種類吸水率變化對照圖

圖 4、全種類抗壓強度變化對照圖

如圖 3 所示，加入任何的改良物都會降低土磚的吸水率，吸水率也會因為添加的比例增多而降低更多的吸水性，但是防水劑的吸水性比肥皂水好很多，所以添加防水劑的會減少吸水率。

如圖 4 所示，添加肥皂水的土磚其抗壓強度是全部種類最好的，因為肥皂本身含有硬脂酸鈉，而硬脂酸鈉可以做為分散劑，它可以將配方中的土和水混合的非常均勻，能降低分散體系中固體或液體粒子聚集的物質。在製備乳油時加入分散劑和懸浮劑易於形成分散液和懸浮液，可以保持分散體系的相對穩定的功能，所以添加肥皂水會增加抗壓強度。

## 陸、討論

- (1)土磚吸水率測驗浸泡一小時會完全軟掉，解決方法:我們把時間調為 1 分鐘去讓它吸水。
- (2)製作土磚過程的比例很難拿捏，解決方法:以多次實驗來分析結果選出最好的那個比例。
- (3)製作土磚時，把泥土裝好在容器中之後壓實時，底部有時都會爆開，由於一個人做一塊土磚沒那麼多隻手，所以不能拔容器固定好，所以在壓實的過程會爆開。 解決方法:所以我們改成兩個人做土磚，一個把容器固定好，一個來壓實試體。
- (4)土磚在拆下容器時很難拆又會傷到土磚的周圍，我們一開始是用 3D 列印製作容器，之後做了幾個之後發現要把試體拆下時很容易傷害到試體。解決方法:我們換成用木頭裁切同樣尺吋的容器，分為四個面各一塊木頭之後再用平行夾夾住。

## 柒、結論

- (一)表面防水:AB 膠 > 肥皂水 > 防水劑，經過了多次的試驗，我們可以從表面的剝落程度看出塗上 AB 膠的土磚的防水效果最好，但 AB 膠凝結後會成堅硬的固體，且大部分的有機溶劑都無法有效的將其移除，且使用及移除溶解時易釋放有毒物質，影響工作者的健康。其次是肥皂水，肥皂能破壞水的表面張力，使增強土磚表面抗水的能力，防水劑的效果為最差，由於防水劑的功能不是用在表面上，所以沒辦法增強防水率，雖然很早就知道防水劑的功用不在表面上，但我們還是想試試看效果會如何。
- (二)滲水性:無添加 > 防水劑 > 肥皂水，添加了肥皂水跟防水劑都能降低土磚吸水率，所以由實驗數據可得知，添加肥皂水的土磚是降低滲水性的效果是最優的，而肥皂水不僅價格低廉，調製方法也很簡單，且為天然無害的成分，是很好的改良物。
- (三)抗壓試驗:肥皂水 > 無添加 > 防水劑，肥皂水的抗壓強度最高，其次是原本的，而添加防水劑之後，土磚的抗壓強度會降低，但防水劑可以降低吸水率，添加防水劑的量要嚴格控管。
- (四)經濟性:肥皂水 > AB 膠 > 防水劑，肥皂水是本次實驗中成效最好的，抗壓強度高，降低滲水性跟吸水性，表面防水雖然不是最好的，而防水劑的功能只能將低吸水性，對其他性質的好處並沒有肥皂水的那麼好，且價格偏貴，取材不容易但因 AB 膠的施工難度高，成本昂貴，不具可逆性，所以不推薦 AB 膠使用在土磚上，故肥皂水是適合用在土建築上的。

## 捌、參考資料及其他

一、陳耀如、洪國珍、劉叔松。工程材料(1)

二、傳統土塙厝建造影片。取自：

<https://www.youtube.com/watch?v=N4QmYRupE2o&t=446s>

三、吳俊仁。防水工程概論。日期不詳，取自：

<http://www.3hlife.com.tw/upload/download/20090914110617860.pdf>

四、西螺大橋的藝術走廊。2009年05月18日。取自：

<http://nestdream2008.blogspot.tw/2009/05/qa.html>

五、維基百科-肥皂。2017年2月27日。取自：

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E8%82%A5%E7%9A%82>

六、壹讀-傳統夯土屋和現代對話。2016-02-26。取自：

<https://read01.com/kjgEAM.html>

七、隨意窩-現代修復常見的AB膠。2007-08-17。取自

<http://blog.xuite.net/up71720/twblog/183028258>

