

中華民國第四十六屆中小學科學展覽會  
作品說明書

---

高職組 土木科

第二名

091201

黏土材料之抗拉強度之韌性研究

學校名稱： 國立彰化師範大學附屬高級工業職業學校

作者：	指導老師：
職二 謝泓儒	張盛進
職二 洪聖泰	
職二 洪玲怡	

關 鍵 詞：吸水率、抗拉強度、比重

## 壹、摘要

本研究主要是利用黏土添加氧化鋅、氧化鈦，製成抗拉模型試體，置於室內乾燥，待乾燥後放入高溫爐中加熱，以高溫 1300℃ 鍛燒 9 小時，並於爐中冷卻到常溫。

將試驗所得到的數據帶入建材吸水率、比重及抗拉強度等公式中，並分析試驗結果。

由研究可知，添加不同的氧化物，所得到的比重、吸水率及抗拉強度皆不一樣，與未添加任何氧化物的純黏土比較，添加氧化鈦可提高抗拉強度，但添加氧化鋅卻降低抗拉強度。

## 貳、研究動機

近年來於新聞報導上常看到洗臉盆爆破，而導致使用者受傷的報導，爆破原因有抗拉能力不足、陶板基座厚度不足、使用不當、熱脹冷縮等情況，若能改善黏土材料之抗拉及韌性，相信可以避免類似的情形在發生。

建築材料課程中，有提到黏土材料及混凝土的特性，這類材料的抗壓強度極高，但抗拉強度卻很差，如能於材料中添加某種材料，而能改善抗拉強度差的情形，相信對黏土製品的抗拉會有正面的幫助。

爲了使黏土材料的抗拉能力增強，於參考其他文獻後，決定添加氧化物，而受限於時間及材料的因素，先選擇氧化鈦及氧化鋅做爲本研究之研究因子。

## 參、研究目的

黏土材料中添加不同比例的氧化物，其添加量對抗拉強度的影響，並考慮同時添加不同比例的兩種氧化物，作爲研究之另一變因，以了解不同氧化物的抗拉情況，此外，於實驗中同時量取材料之比重及吸水率等資料，作爲黏土製品製作時之參考依據。

研究流程

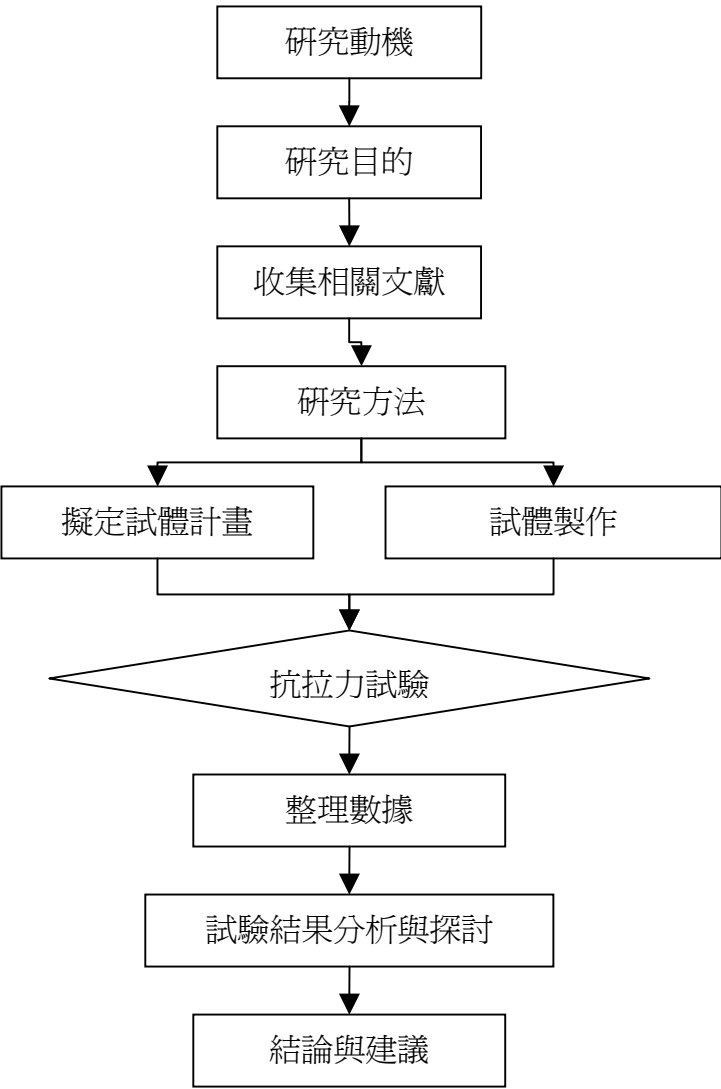


圖 3-1 研究流程圖

## 肆、研究設備及器材

一、材料：黏土、氧化鈦、氧化鋅

二、設備：精密電子秤、高溫爐、煉土機、抗拉模具、水桶、簡易抗拉試驗



(圖 4-1)抗拉模型(8 字模)



(圖 4-2)抗拉試體



(圖 4-3)高溫爐



(圖 4-4)煉土機

## 伍、研究過程及方法

### 一、實驗過程

(一)、先把黏土放入煉土機中攪拌均勻，以控制黏土之含水率及各項性質，使其能均質。



圖 5-1



圖 5-2

(二)、秤取不同比例的氧化鋅與氧化鈦，依序增加 0.5%。



圖 5-3

(三)、添加並均勻混合黏土與氧化物，並置入抗拉模型中，完成試體之製作。



圖 5-4



圖 5-5

(四)、乾燥成型後，置放入高溫爐中加熱，以 150℃ 預熱 2 小時，除去剩餘之水分，再以 1300℃ 加熱 9 小時後，置於爐中冷卻。



圖 5-6



圖 5-7

(五)、量取乾燥重量



圖 5-8

(六)、置入水中 24 小時後，取出並擦乾表面，秤取面乾內飽和重量



圖 5-9

(七)、秤取試體排開水之重量，求得試體之體積



圖 5-10

(八)、計算比重及吸水率

(九)、游標卡尺精確量取試體斷面尺寸



圖 5-12



圖 5-13

(十)、抗拉實驗



圖 5-14



圖 5-15

(十一)、數據分析與結果

## 二、符號說明：

第一組		第二組		第三組	
編號	氧化鈦 Ti	編號	氧化鋅 Zn	編號	氧化鈦+氧化鋅 Ti-Zn
OC-T1	0.5%	OC-Z1	0.5%	OC-T1-Z1	1%+1%
OC-T2	1%	OC-Z2	1%	OC-T1-Z2	1%+2%
OC-T3	1.5%	OC-Z3	1.5%	OC-T1-Z3	1%+3%
OC-T4	2%	OC-Z4	2%	OC-T1-Z4	1%+4%
OC-T5	2.5%	OC-Z5	2.5%	OC-T1-Z5	1%+5%
OC-T6	3%	OC-Z6	3%	第四組	
OC-T7	3.5%	OC-Z7	3.5%	OC-T2-Z1	2%+1%
OC-T8	4%	OC-Z8	4%	OC-T3-Z1	3%+1%
OC-T9	4.5%	OC-Z9	4.5%	OC-T4-Z1	4%+1%
OC-T10	5%	OC-Z10	5%	OC-T5-Z1	5%+1%
OC	0%			OC-T3-Z3	3%+3%

說明:第一組 OC-T1~OC-T10，加入氧化鈦，以單位 0.5%逐一加入

第二組 OC-Z1~OC-Z10，加入氧化鋅，以單位 0.5%逐一加入

第三組 OC-T1-Z1~OC-T1-Z5，加入氧化鋅，以單位 1%逐一加入

第四組 OC-T1-Z1~OC-T5-Z1，加入氧化鈦，以單位 1%逐一加入

## 三、公式：

(一)、吸水率(%)=(飽和面乾重－乾燥重)／乾燥重 × 100 %

(二)、比重=材料重量／同體積、4℃水的重量

(三)、抗拉強度=所受拉力／斷面積

## 陸、研究結果

一、由圖 6-1 發現添加氧化鈦、氧化鋅的比重不同，黏土添加氧化鈦的試體比重高於添加氧化鋅的試體，主要原因是氧化鈦之比重大於氧化鋅，其次是添加氧化鈦之試體吸水率較低且材料較緻密之原因。

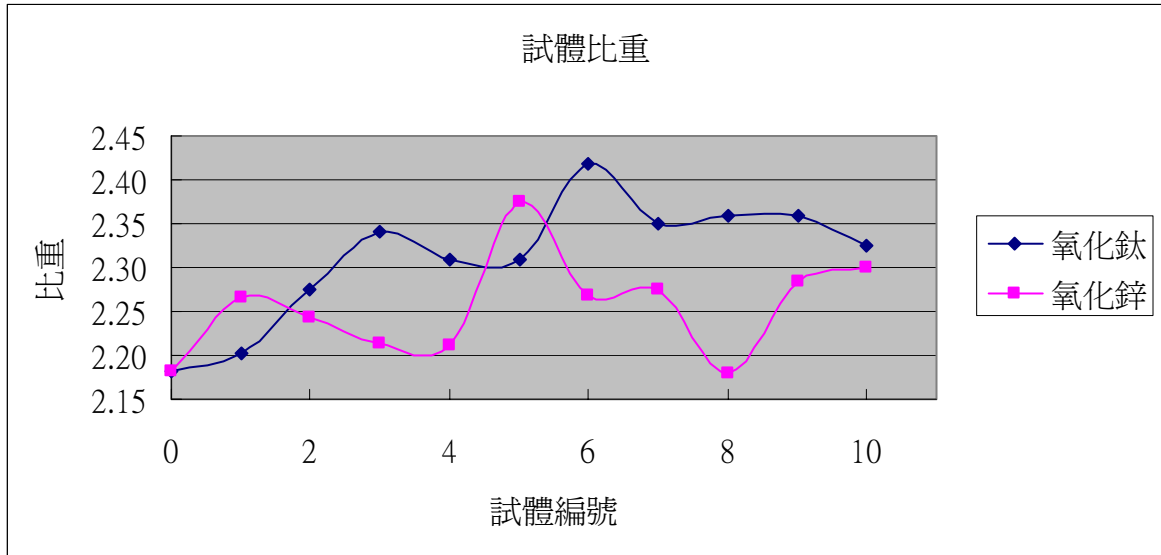


圖 6-1

二、由圖 6-2 中純黏土與氧化鈦、氧化鋅混合物之比重比較可發現，添加氧化鈦及氧化鋅可增加試體比重，但氧化鋅添加量逐漸增加到 5% 以後，比重反而下降，可見氧化鋅增加到一定量之後比重會降低。

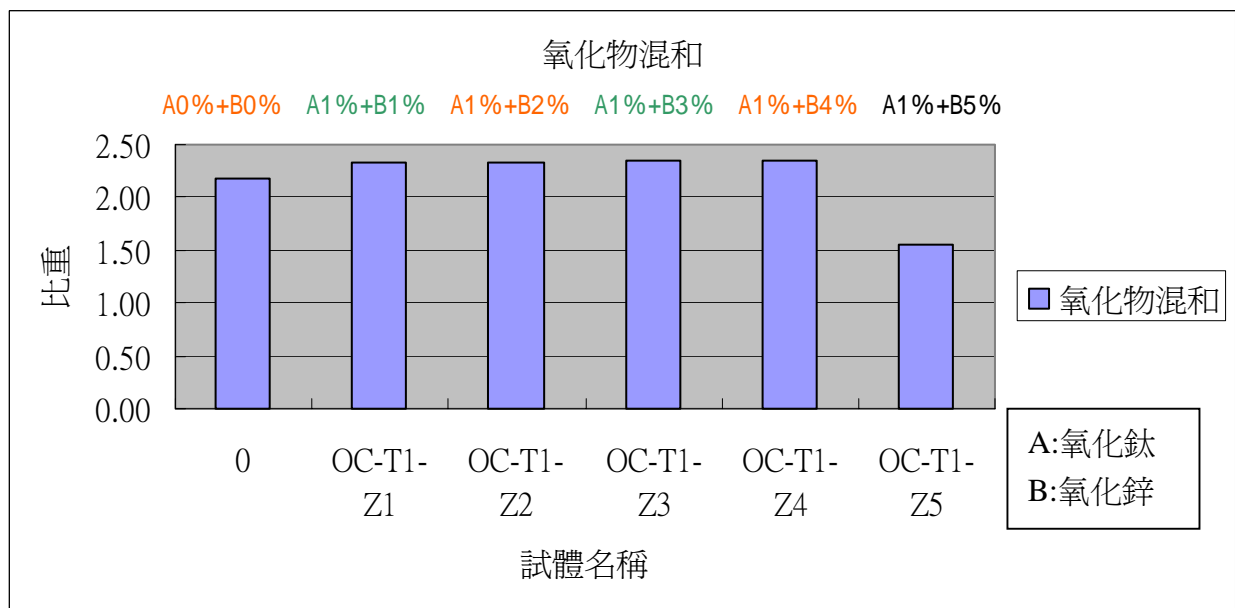


圖 6-2



三、由圖 6-3 土與氧化鈦、氧化鋅混合物之比重可發現，添加氧化鈦比例愈多比重愈大，直到 OC-T5-Z1 時，比重反而下降，可見並非氧化鈦成分越高比重越大。

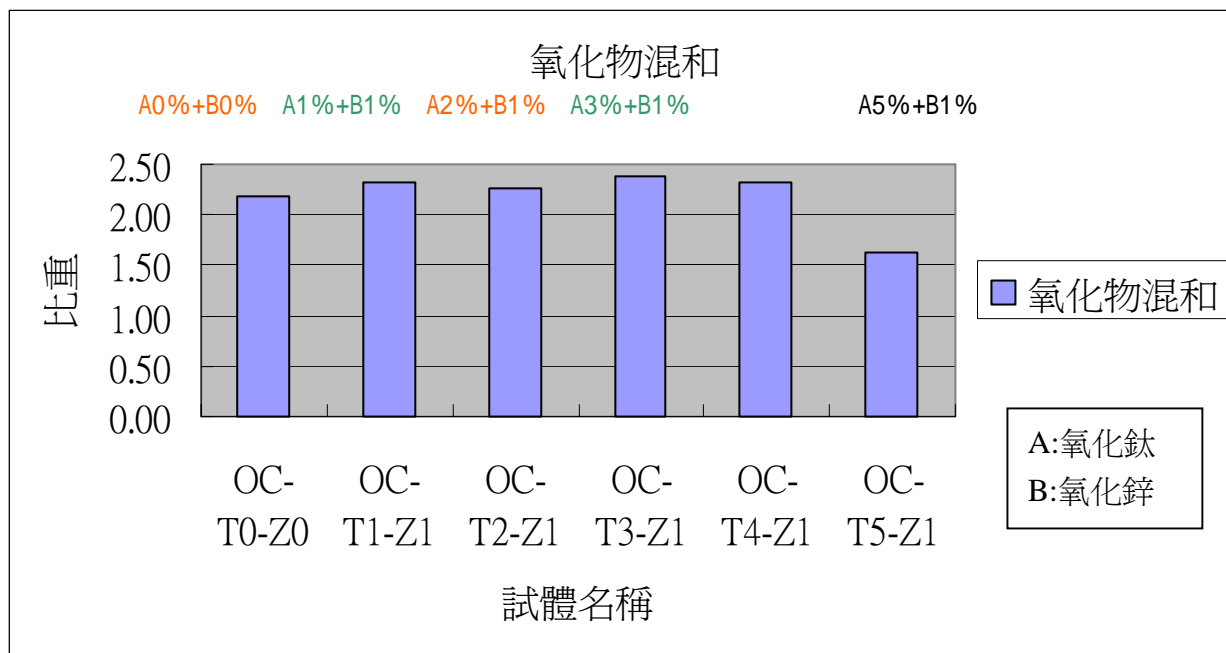


圖 6-3

四、從圖 6-4~6-6 中得知第一組添加氧化鈦及第二組添加氧化鋅與第三組添加氧化鈦與氧化鋅混合比較，得之其第一組吸水率比較小。而隨著添加氧化鋅比例增加，其吸水率有增加的趨勢；添加氧化鈦比例增加，吸水率有減少的趨勢。由此可知添加氧化鈦可降低吸水率。

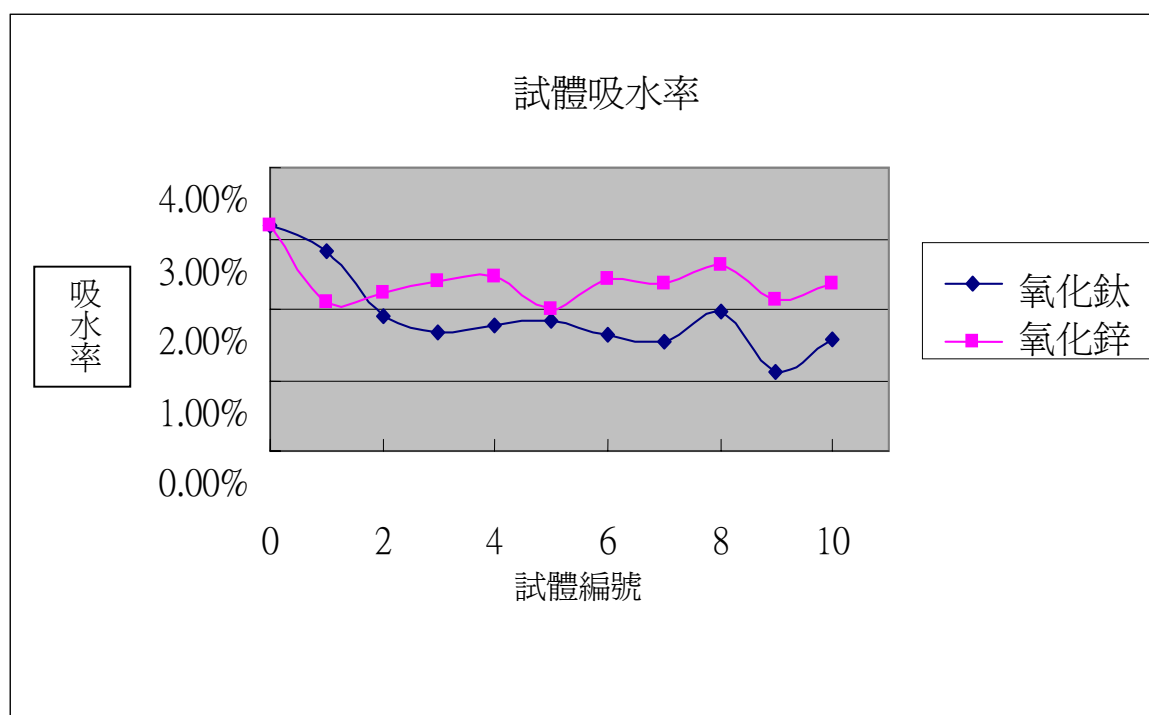


圖 6-4

五、從圖 6-5 中可知，添加 1%的氧化鈦與不同比例的氧化鋅，可以得知當氧化鋅含量愈多時，吸水率會愈大。

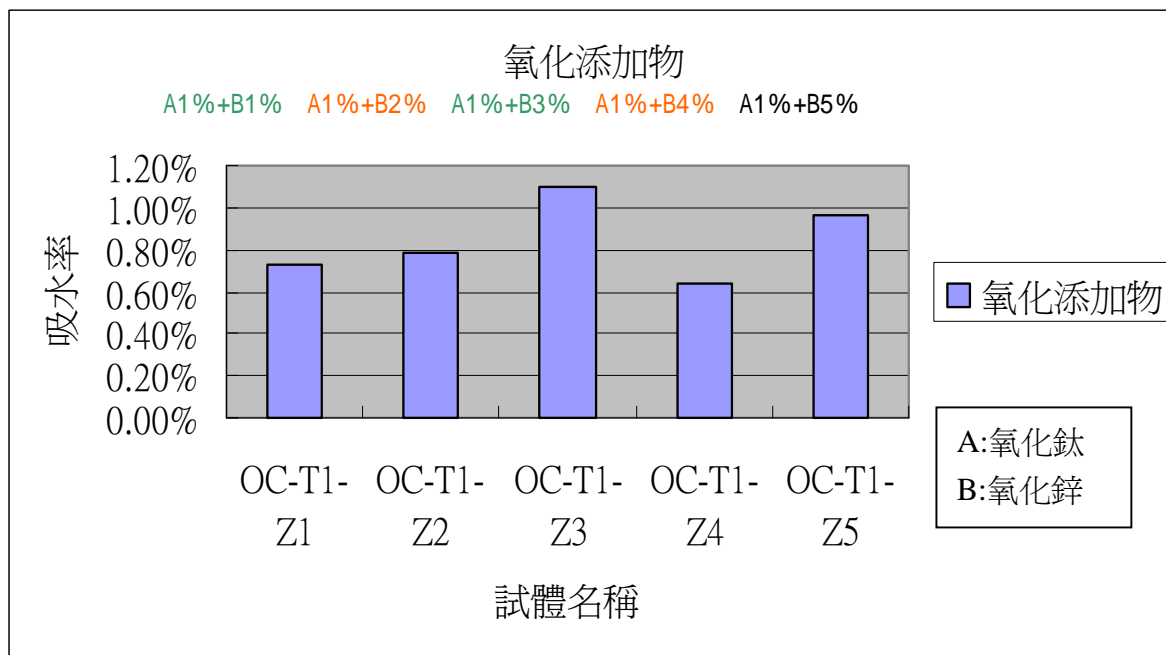


圖 6-5

六、從圖 6-6 中可知，比例不同的氧化鈦與 1%的氧化鋅試體，可以得知隨氧化鈦含量的增加，吸水率有下降的趨勢。

v

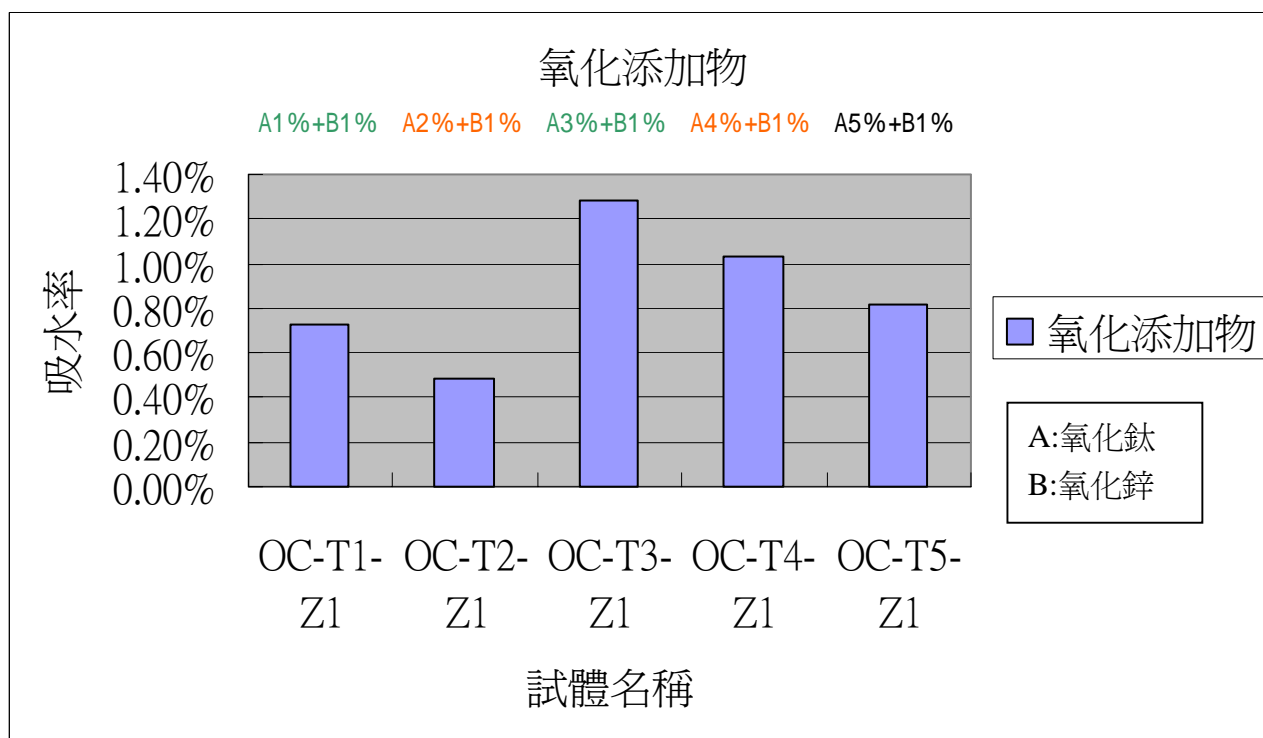


圖 6-6

七、由圖 6-7 可知，添加不同成分的氧化鈦與氧化鋅，所可以承受之抗拉強度亦不相同，圖中可明顯看出添加氧化鈦知試體，抗拉強度高於添加氧化鋅的試體，且高於未添加氧化物之純黏土試體。添加 5% 的氧化鈦，抗拉強度增加 55%。

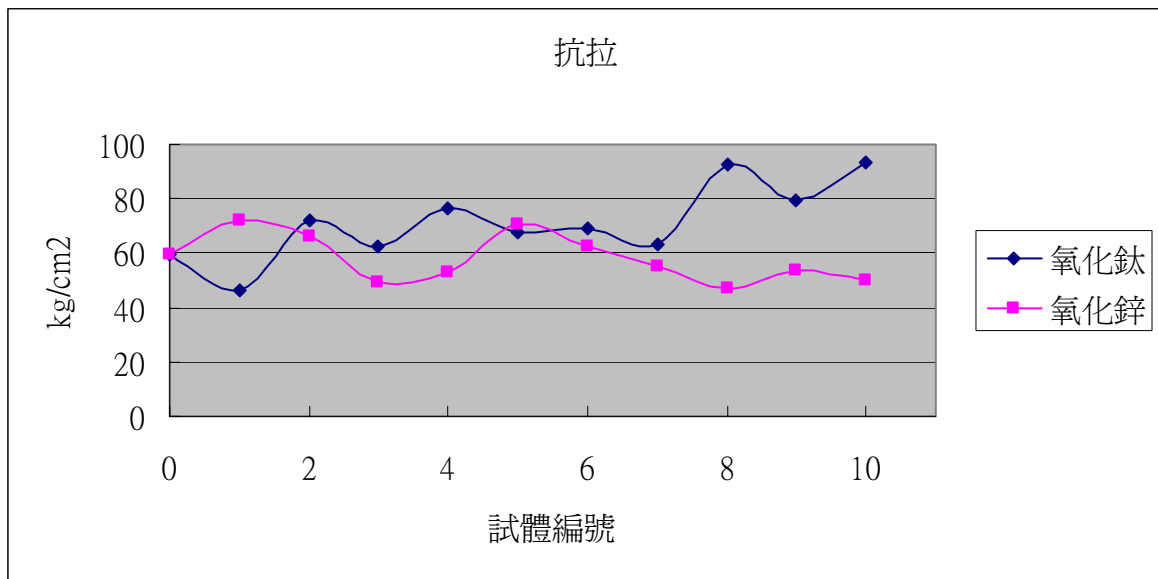


圖 6-7

八、從圖 6-8 中可得知，添加 1% 的氧化鋅與 2% 的氧化鈦，其抗拉強度較佳，而從 T3-Z1 至 T5-Z1 都有隨氧化鈦增加而增加的趨勢。

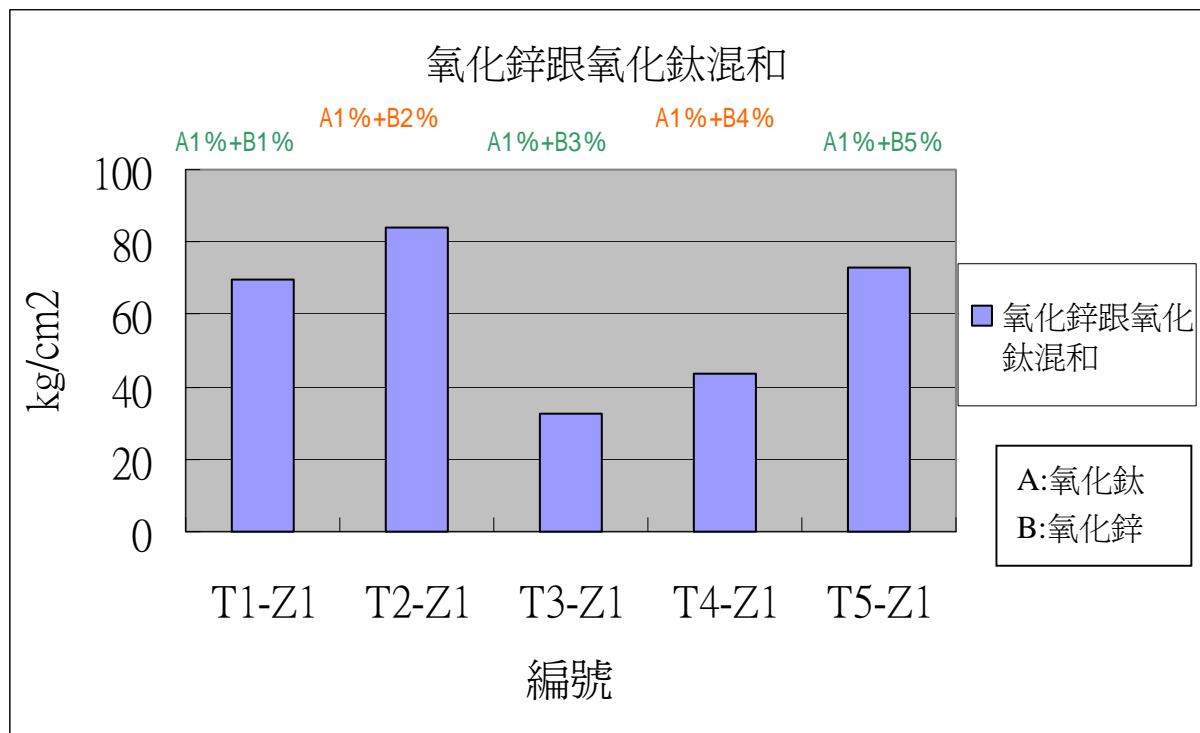


圖 6-8

九、由圖 6-9 中可得知，添加 1%氧化鈦及不同比例氧化鋅，可得知其抗拉強度隨氧化鋅含量之增加，而有降低之趨勢。

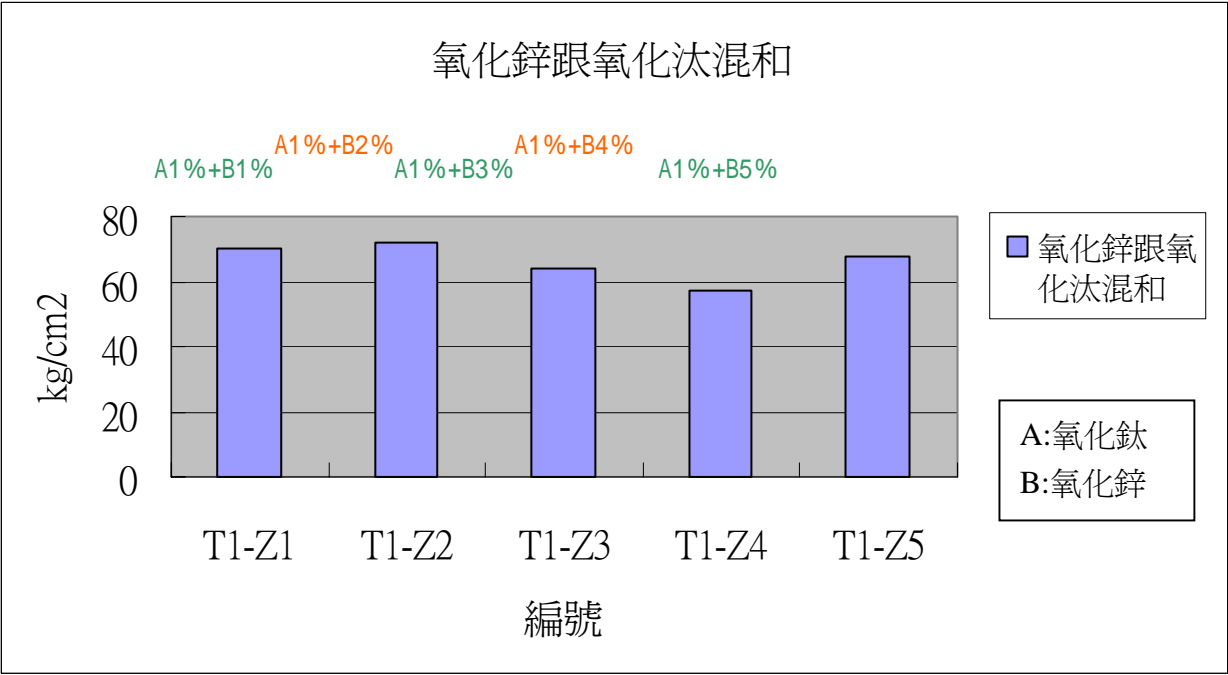


圖 6-9

## 柒、討論

- 一、將黏土抗拉構件運用到建築材料上，需注意所添加之材料比例，不同之材料比例將會影響到試體之抗拉強度。
- 二、由於我們在製做試體時，因添加材料及製作試體時之些許誤差，可能導致部份數據精確度不足，但所得之趨勢與理論相吻合。
- 三、本次研究僅使用氧化鈦及氧化鋅兩種氧化物，雖然有得到改善抗拉強度之目的，但所用之氧化物仍嫌不足。相信還有其他的氧化物亦能提高黏土製品之抗拉強度及韌性，有待後續之研究。

## 捌、結論

- 一、經由抗拉試驗得知添加氧化物與純黏土試體所能承受之抗拉力量比較如下：
  - (一).試體添加氧化鈦 > 試體無添加物 > 試體添加氧化鋅
  - (二).添加 5% 的氧化鈦，抗拉強度約增加 50%。
- 二、代入吸水率公式得知添加氧化物與純黏土試體的吸水率比較如下：
  - (一).試體無添加物 > 試體添加氧化鋅 > 試體添加氧化鈦
  - (二).添加氧化物可降低試體之吸水率，增加試體之緻密度。
- 三、代入比重公式得知添加氧化物與純黏土試體的比重比較如下：
  - (一).試體添加氧化鈦 > 試體添加氧化鋅 > 試體無添加物
  - (二).添加氧化物之試體，其比重皆高於未添加氧化物之試體。

## 玖、參考資料及其他

- 一、建築材料 I 跟 II / 楊錦懷 / 2000 年 6 月
- 二、建築材料 I 跟 II / 洪國珍 · 陳耀如 · 劉叔松 / 2001 年 1 月
- 三、台灣水庫的淤泥/亞洲時報  
(<http://www.atchinese.com/2004/10/1007rep2.htm>)
- 四、工程資訊/湛淵源 技師  
(<http://www.twce.org.tw/info/%A7%DE%AEv%B3%F8/245-2-1.htm>)
- 五、利用水庫淤泥製成建築材料之研究/王景玟/黃明政/蔡宏睿/鄭大偉  
<http://www.lib.ntut.edu.tw/ntut/journal/35-1/11%A7Q%A5%CE%A4%F4%AEw.doc>
- 六、水庫淤泥再利用/營建及防災研究中心  
([http://www.ftis.org.tw/water/water\\_new/cadre.htm](http://www.ftis.org.tw/water/water_new/cadre.htm))
- 七、2004 環境教育推廣活動  
(<http://www.lmcf.org.tw/green/12index-34.htm>)

## 附錄壹

### 試驗數據分析結果

#### 一、比重

第一組：氧化鈦

單位:g/cc

OC-T1	OC-T2	OC-T3	OC-T4	OC-T5	OC-T6	OC-T7	OC-T8	OC-T9	OC-T10
2.20	2.28	2.34	2.31	2.31	2.42	2.35	2.36	2.36	2.32

第二組：氧化鋅

單位:g/cc

OC-Z1	OC-Z2	OC-Z3	OC-Z4	OC-Z5	OC-Z6	OC-Z7	OC-Z8	OC-Z9	OC-Z10
2.26	2.24	2.21	2.21	2.38	2.27	2.28	2.18	2.28	2.30

結果發現：第一組氧化鈦>第二組氧化鋅

#### 二、吸水率

第一組：氧化鈦

OC-T1	OC-T2	OC-T3	OC-T4	OC-T5	OC-T6	OC-T7	OC-T8	OC-T9	OC-T10
2.8%	1.90%	1.66%	1.78%	1.83%	1.63%	1.53%	1.95%	1.13%	1.57%

第二組：氧化鋅

OC-Z1	OC-Z2	OC-Z3	OC-Z4	OC-Z5	OC-Z6	OC-Z7	OC-Z8	OC-Z9	OC-Z10
2.1%	2.22%	2.39%	2.46%	2.00%	2.43%	2.36%	2.62%	2.14%	2.36%

結果發現：第二組氧化鋅>第一組氧化鈦

#### 三、抗拉強度

第一組：氧化鈦

單位:kg/c m<sup>2</sup>

OC-T1	OC-T2	OC-T3	OC-T4	OC-T5	OC-T6	OC-T7	OC-T8	OC-T9	OC-T10
46.65	71.93	62.36	76.45	67.31	69.08	62.90	92.58	79.60	93.30

第二組：氧化鋅

單位:kg/c m<sup>2</sup>

OC-Z1	OC-Z2	OC-Z3	OC-Z4	OC-Z5	OC-Z6	OC-Z7	OC-Z8	OC-Z9	OC-Z10
72.05	66.40	49.07	52.91	70.72	62.15	55.25	47.27	53.56	49.77

結果發現：第一組氧化鈦>第二組氧化鋅

評語
----

091201 黏土材料之抗拉強度之韌性研究

1. 研究材料具台灣鄉土性質。
2. 研究成果頗具實用價值。
3. 主題切入點甚佳。
4. 添加物若能具多樣性，將使研究範圍更具完整性。