

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
作品說明書

高職組 土木組

第三名

091203

懸濁型化學漿(L.W)最佳配比之研究

高雄市立中正高級工業職業學校

作者姓名：

職二 吳育茜 職二 黃思翰 職二 簡偉哲
職二 張詩婷

指導老師：

莊豐益 陳雅萍

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會

作品說明書

科別:土木科

組別:高職組

作品名稱:懸濁型化學漿(L.W)最佳配比之研究

關鍵詞:水玻璃、懸濁型、抗壓強度

編號:

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會作品說明書

目 錄

	頁碼
圖目錄.....	I
表目錄.....	II
摘要.....	1
壹、研究動機.....	1
貳、研究目的.....	2
參、研究設備及器材.....	2
一、實驗材料.....	2
二、實驗器材.....	2
肆、研究過程.....	3
一、研究流程.....	3
二、實驗參數.....	4
(一) 材料比重.....	4
(二) 抗壓試體.....	4
(三) 水泥漿比重.....	5
(四) 水玻璃溶液配比.....	5
(五) L.W.抗壓試體配比.....	5
(六) 抗壓試驗.....	6
三、實驗過程.....	6
伍、研究結果.....	10
一、實驗結果.....	10
二、結果分析.....	12
(一) 凝結時間與配比之關係.....	12
(二) 抗壓強度與配比之關係.....	15
(三) 凝結時間與抗壓強度之關係.....	18
陸、討論.....	21
柒、結論.....	27
捌、參考資料及其他.....	27

圖 目 錄

	頁碼
圖 1 沙土流失照片	1
圖 2 鄰房傾斜照片	1
圖 3 抗壓試體	4
圖 4 抗壓試驗之受力行爲	6
圖 5 秤取水泥用量	6
圖 6 量取水泥漿所需用水量	7
圖 7 量取水玻璃用量	7
圖 8 量取水玻璃溶液所需用水量	7
圖 9 水泥漿與水玻璃溶液	7
圖 10 配製懸濁型化學漿	8
圖 11 灌製抗壓試體	8
圖 12 抗壓試體養護	8
圖 13 抗壓試體蓋平	9
圖 14 試體之破壞情況	9
圖 15 承受之壓力讀數	9
圖 16 L.W.配比 1：1 凝結時間－水泥漿比重之關係曲線	12
圖 17 L.W.配比 2：1 凝結時間－水泥漿比重之關係曲線	13
圖 18 L.W.配比 3：1 凝結時間－水泥漿比重之關係曲線	14
圖 19 L.W.配比 1：1 抗壓強度－水泥漿比重之關係曲線	15
圖 20 L.W.配比 2：1 抗壓強度－水泥漿比重之關係曲線	16
圖 21 L.W.配比 3：1 抗壓強度－水泥漿比重之關係曲線	17
圖 22 配比 1：1 之懸濁型化學漿凝結時間－抗壓強度之關係曲線	18
圖 23 配比 2：1 之懸濁型化學漿凝結時間－抗壓強度之關係曲線	19
圖 24 配比 3：1 之懸濁型化學漿凝結時間－抗壓強度之關係曲線	20
圖 25 配比 1：1 懸濁型化學漿之凝結時間比較	21
圖 26 配比 2：1 懸濁型化學漿之凝結時間比較	22
圖 27 配比 3：1 懸濁型化學漿之凝結時間比較	23
圖 28 配比 1：1 懸濁型化學漿之抗壓強度比較	24
圖 29 配比 2：1 懸濁型化學漿之抗壓強度比較	25
圖 30 配比 3：1 懸濁型化學漿之抗壓強度比較	26

表 目 錄

	頁碼
表 1 比重表.....	4
表 2 水泥用量與所需水量.....	5
表 3 水玻璃用量與所需水量.....	5
表 4 不同配比所需之水泥漿用量與水玻璃溶液用量.....	5
表 5 對照組實驗結果紀錄表.....	10
表 6 實驗組實驗結果紀錄表.....	10
表 7 L.W.配比 1：1 所需之凝結時間.....	12
表 8 L.W.配比 2：1 所需之凝結時間.....	13
表 9 L.W.配比 3：1 所需之凝結時間.....	14
表 10 L.W.配比 1：1 提供之抗壓強度.....	15
表 11 L.W.配比 2：1 提供之抗壓強度.....	16
表 12 L.W.配比 3：1 提供之抗壓強度.....	17
表 13 B液 1：1 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 1：1)	18
表 14 B液 1：2 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 1：1)	18
表 15 B液 2：1 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 1：1)	18
表 16 B液 1：1 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 2：1)	19
表 17 B液 1：2 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 2：1)	19
表 18 B液 2：1 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 2：1)	19
表 19 B液 1：1 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 3：1)	20
表 20 B液 1：2 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 3：1)	20
表 21 B液 2：1 凝結時間與抗壓強度之關係 (L.W.配比 3：1)	20
表 22 懸濁型化學漿最佳配比之適用場合.....	27

懸濁型化學漿（L.W.）最佳配比之研究

摘 要

在地盤改良工法中，滲透性化學漿大致上可分為溶液型、半懸濁型及懸濁型三種主要之漿液型態，然而利用水玻璃與水泥系材料所搭配之懸濁型化學漿(Labile Wsserglas L.W.)是最常被用來作為土壤固結與強化的兩種土木材料；且使用範圍也相當廣泛，並依照現地使用性質不同所需之配比也會有所不同。

本研究以不同比重的水泥漿與不同比例的水玻璃溶液，配製而成的懸濁型化學漿，探討其對於凝結時間與抗壓強度的影響；結果顯示水泥漿比重越大，L.W.配比越高，則其凝結時間越快，抗壓強度也有越高的趨勢，而隨著水玻璃用量的增加，雖然有助於縮短凝結時間，但對於抗壓強度的貢獻並不顯著，由於水玻璃之單價較貴，成本也相對提高，因此，本組成員以 L.W.漿液最佳配比作為本實驗研究主題。

壹、研究動機

近年來都市發展日趨現代化，隨著大眾捷運系統工程及衛生下水道工程的推動，在大樓密集的都市中，潛盾隧道工法與地下連續壁是最常見的都市土木施工法，也因為採用地下施工與深開挖，所以更需要特別注意鄰近建築物的安全，最近北高兩市捷運工地均發生多起沙湧現象，造成大量沙土流失（圖 1），甚至導致鄰近車站體的房屋傾斜（圖 2）、毀損以及路基塌陷等工程意外，此時懸濁型化學漿即派得上用場，而以水玻璃與水泥系漿液所搭配的懸濁型化學漿，常使用於潛盾破鏡或地下連續壁壁體包泥破壞時，其所造成的沙湧現象，此時就需要倚賴 L.W.漿來防堵滲水，不僅如此，兼具有填充與固結土層之成效，因此，也可以使用在道路回填灌漿、地盤改良及房屋傾斜等方面，L.W 漿液會依照漿液配比，水泥漿比重及水玻璃配比的的不同，使其凝結時間與抗壓強度也會所差異。

鑒於現場施作懸濁型化學灌漿時，施工人員可能為了節省材料成本或縮短施工時間進而隨意變動懸濁型化學漿之標準配比，以致無法達成預期的效果。此次研究即以多個不同配比之懸濁型化學漿中尋找出可利用於止水搶救、回填灌漿並符合經濟效益之最佳配比。



圖 1 沙土流失照片



圖 2 房屋傾斜照片

貳、研究目的

本研究目的在於了解不同的水泥漿比重與水玻璃配比之下，搭配出不同比例的懸濁型化學漿液，所需凝結時間與抗壓強度的變化；以及基於懸濁型化學漿液（L.W.）最常使用的場合多為止水搶救灌漿及回填灌漿等效果，因此，選擇何種配比能在不影響抗壓強度的條件下，縮短其凝結時間，並達到止水效果與固結地盤，就顯得相當重要！

本研究以水泥漿比重及水玻璃溶液配比為主，抗壓強度及凝結時間是由水泥漿比重與水玻璃的配比來控制，此次研究即分別針對 1.27、1.34、1.51 的水泥漿(A 液)比重及 1：1、1：2、2：1 的水玻璃溶液(B 液)配比，並依照水泥漿：水玻璃溶液 1：1、2：1、3：1 的配比，混合而成的 L.W.漿液，依其適用場合求得最佳抗壓強度與凝結時間的配合比例。

- 一、適用於止水搶救之最佳配比。
- 二、適用於回填灌漿之最佳配比。

參、研究設備及器材

一、實驗材料

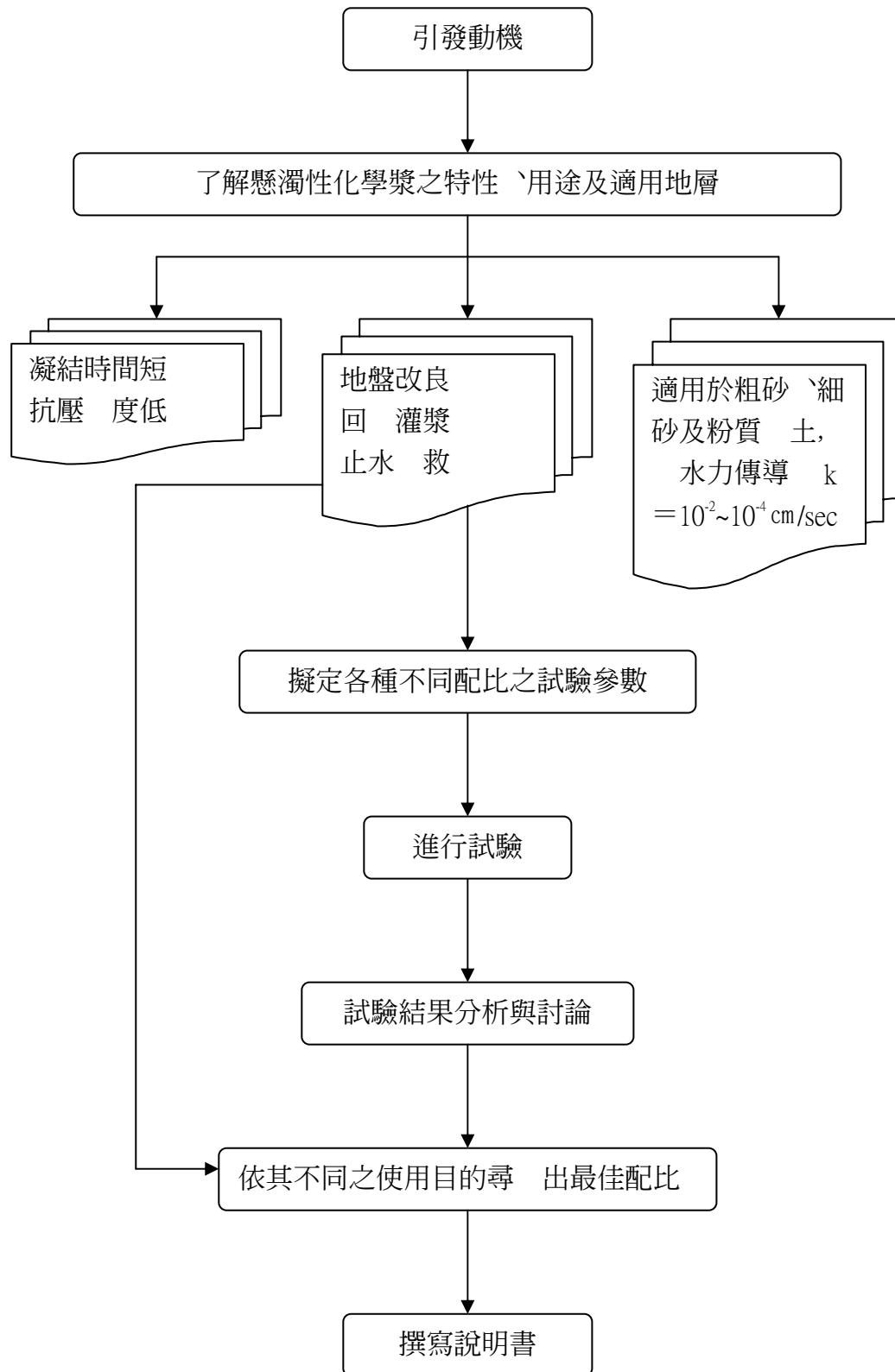
- (一) 新鮮波特蘭水泥 Type I 比重 3.15
- (二) 3 號矽酸鈉（水玻璃） 比重 1.4
- (三) 自來水
- (四) 石膏

二、實驗器材

- (一) 水泥漿調配與水玻璃溶液調配
 - 1. 電子秤
 - 2. 量杯 200 ml × 2、600 ml × 2
 - 3. 鋁盆
- (二) 凝結時間測定與抗壓試驗
 - 1. 碼表
 - 2. 抗壓試體模 直徑 7.5 cm ；高 15 cm
 - 3. 蓋平玻璃板
 - 4. 萬能試驗機

肆、研究過程

一、 研究流程



二、實驗參數

(一) 材料比重

表 1 比重表

材料	比重
波特蘭水泥 Type I	3.15
3 號矽酸鈉（水玻璃）	1.4
自來水	1

(二) 抗壓試體

試體高： $h=15\text{ cm}$

試體直徑： $d=7.5\text{ cm}$

試體面積： $A = (\pi d^2/4) = 44.18\text{ cm}^2$

試體體積： $V = (\pi d^2/4) \times h = 663\text{ cm}^3$ 取 1000 cm

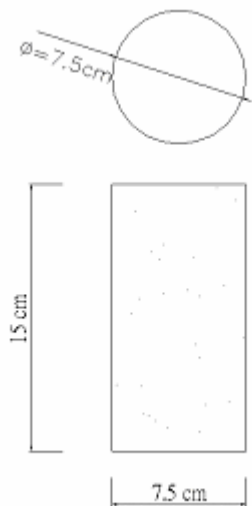


圖 3 抗壓試體

（三）水泥漿比重

1. 假設條件：比重 1.34 為對照組
調配 1000 ml 之水泥漿為基準
2. 計算式： $W_w = 1000 \text{ ml} - W_c / G_c$ 1
水泥漿比重 $= W_c + W_w / 1000 \text{ ml}$ 2
 W_w ：用水量（g）
 W_c ：水泥用量（g）
 G_c ：水泥比重 3.15
3. 水泥用量計算： $1.34 = W_c + (1000 \text{ ml} - W_c / 3.15) / 1000 \text{ ml}$
 $1340 = W_c + (1000 \text{ ml} - W_c / 3.15)$
 $1340 - 1000 = W_c - 0.317 W_c$
 $\therefore W_c = 500 \text{ g}$
4. 用水量計算： $W_w = 1000 \text{ ml} - 500 / 3.15$
 $= 841 \text{ ml}$

表 2 水泥用量與所需水量

比重	理論強度 kg/cm^2	水泥重 g	水量 ml
1.27	10	400	873
1.34	20	500	841
1.51	30	750	762

（四）水玻璃溶液配比

表 3 水玻璃用量與所需水量

比例	水玻璃 ml	水量 ml
1：1	250	250
1：2	333	167
2：1	167	333

（五）L.W.抗壓試體配比

表 4 不同配比所需之水泥漿用量與水玻璃溶液用量

比例（A 液：B 液）	水泥漿（A 液）ml	水玻璃溶液（B 液）ml
1：1	500	500
2：1	667	333
3：1	750	250

(六) 抗壓試驗

依據材料力學應力計算公式 $\sigma = P/A$ 可求得試體抗壓強度

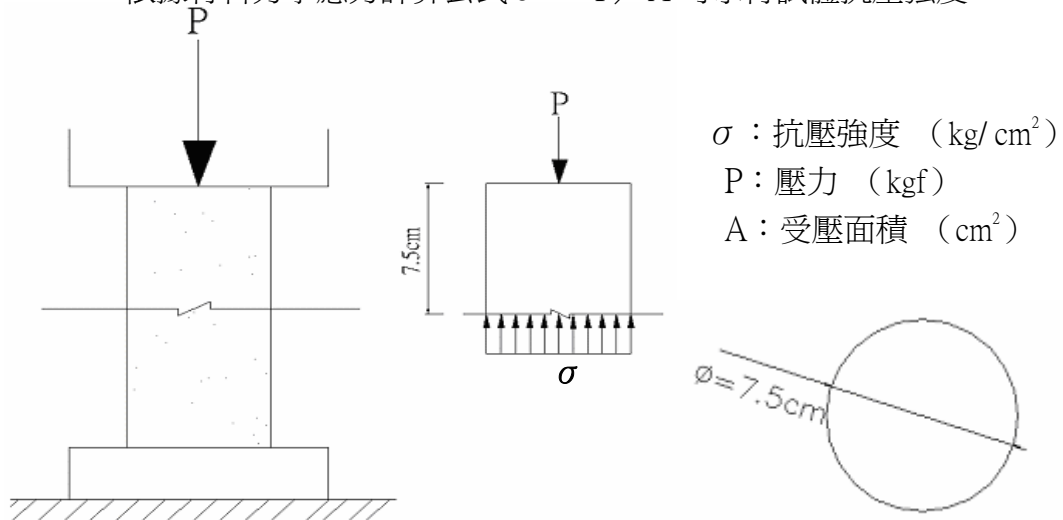


圖 4 抗壓試驗之受力行爲

三、 實驗過程

1. 依不同的水泥漿比重以電子秤秤取所需水泥用量



圖 5 秤取水泥用量

2. 量取不同的水泥漿比重所需之用水量



圖 6 量取水泥漿所需用水量

3.依不同的水玻璃溶液配合比例以量杯量取所需之水玻璃用量



圖 7 量取水玻璃用量

4. 量取不同的水玻璃溶液配合比例所需之用水量



圖 8 量取水玻璃溶液所需用水量

5.調配不同比重之水泥漿（A 液）及不同比例之水玻璃溶液（B 液）



圖 9 水泥漿與水玻璃溶液

6.依照不同配比混合水泥漿與水玻璃溶液

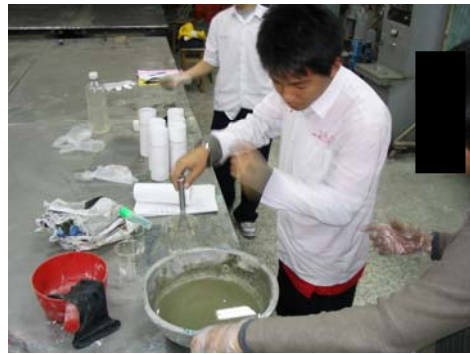


圖 10 配製懸濁型化學漿

7.製作抗壓試體，觀察凝結情形並紀錄凝結時間



圖 11 灌製抗壓試體

8.拆模置於水中養護 7 天

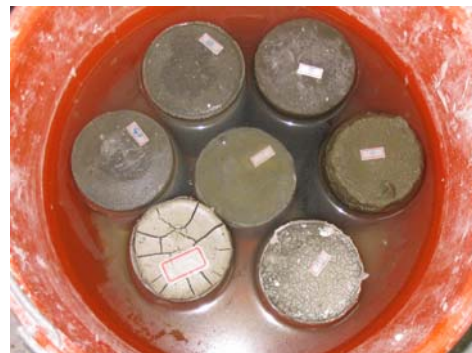


圖 12 抗壓試體養護

9.以石膏蓋平，進行抗壓試驗



圖 13 抗壓試體蓋平

10.觀察破壞情形，並紀錄破壞時之壓力求出其抗壓強度

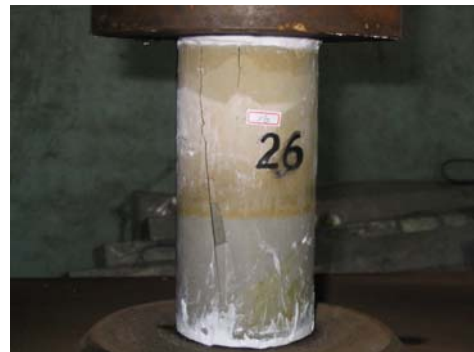


圖 14 試體之破壞情況



圖 15 承受之壓力讀數

伍、研究結果

一、實驗結果

表 5 對照組實驗結果紀錄表（粗黑字體為標準配比）

A 液：B 液	水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	凝結時間 ave (Sec)	壓力 ave (kgf)	抗壓強度 (kg/cm ²)
1 : 1	1.27	1 : 1	125	370	8.37
	1.34	1 : 1	45	610	13.81
	1.51	1 : 1	20	1030	23.31

表 6 實驗組實驗結果紀錄表

A 液：B 液	水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	凝結時間 ave (Sec)	壓力 ave (kgf)	抗壓強度 (kg/cm ²)
1 : 1	1.27	1 : 2	190	100	2.26
	1.34	1 : 2	55	150	3.40
	1.51	1 : 2	35	230	5.21
	1.27	2 : 1	98	330	7.47
	1.34	2 : 1	37	550	12.45
	1.51	2 : 1	27	970	21.96
2 : 1	1.27	1 : 1	41	440	9.96
	1.34	1 : 1	30	660	14.94
	1.51	1 : 1	29	1090	24.67
	1.27	1 : 2	95	400	9.05
	1.34	1 : 2	52	420	9.51
	1.51	1 : 2	30	440	9.96
	1.27	2 : 1	39	490	11.09
	1.34	2 : 1	25	580	13.13
	1.51	2 : 1	10	990	22.41

3 : 1	1.27	1 : 1	20	490	11.09
	1.34	1 : 1	11	680	15.39
	1.51	1 : 1	8	1080	24.45
	1.27	1 : 2	59	480	10.86
	1.34	1 : 2	27	590	13.35
	1.51	1 : 2	7	650	14.71
	1.27	2 : 1	52	510	11.54
	1.34	2 : 1	11	760	17.20
	1.51	2 : 1	5	1340	30.33
備 註	※ A 液比重 1.34 ; B 液配比 1 : 1 ; L.W.漿液配比 1 : 1 為標準配比 其凝結時間理論值為 40~42 秒				

二、 結果分析

(一) 凝結時間與配比之關係

表 7 L.W.配比 1 : 1 所需之凝結時間

水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	凝結時間 ave (Sec)
1.27	1 : 1	125
1.34	1 : 1	45
1.51	1 : 1	20
1.27	1 : 2	190
1.34	1 : 2	55
1.51	1 : 2	35
1.27	2 : 1	98
1.34	2 : 1	37
1.51	2 : 1	27
備註	粗黑字體為對照組	

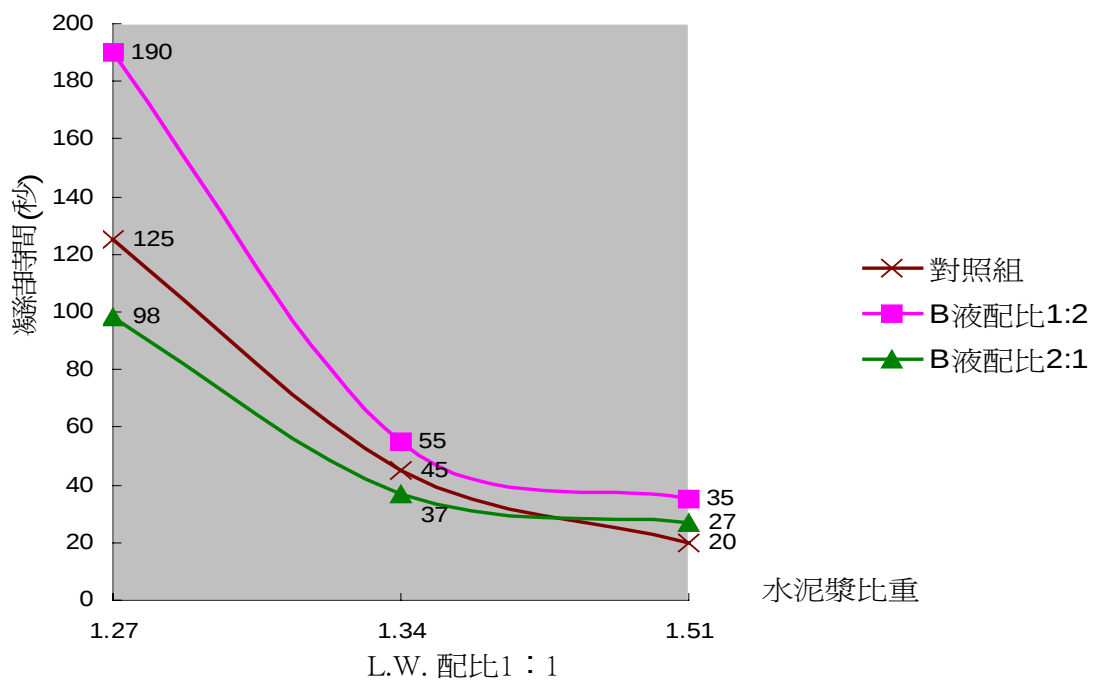


圖 16 L.W.配比 1 : 1 凝結時間－水泥漿比重之關係曲線

表 8 L.W.配比 2 : 1 所需之凝結時間

水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	凝結時間 ave (Sec)
1.27	1 : 1	41
1.34	1 : 1	30
1.51	1 : 1	29
1.27	1 : 2	95
1.34	1 : 2	52
1.51	1 : 2	30
1.27	2 : 1	39
1.34	2 : 1	25
1.51	2 : 1	10

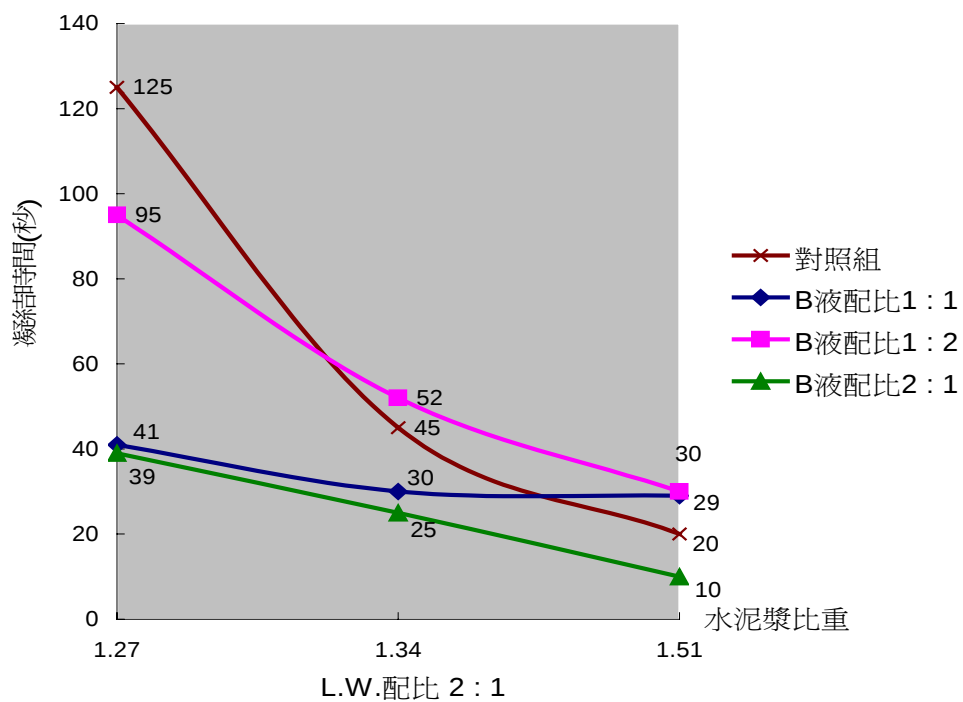


圖 17 L.W.配比 2 : 1 凝結時間－水泥漿比重之關係曲線

表 9 L.W.配比 3：1 所需之凝結時間

水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	凝結時間 ave (Sec)
1.27	1：1	20
1.34	1：1	11
1.51	1：1	8
1.27	1：2	59
1.34	1：2	27
1.51	1：2	7
1.27	2：1	52
1.34	2：1	11
1.51	2：1	5

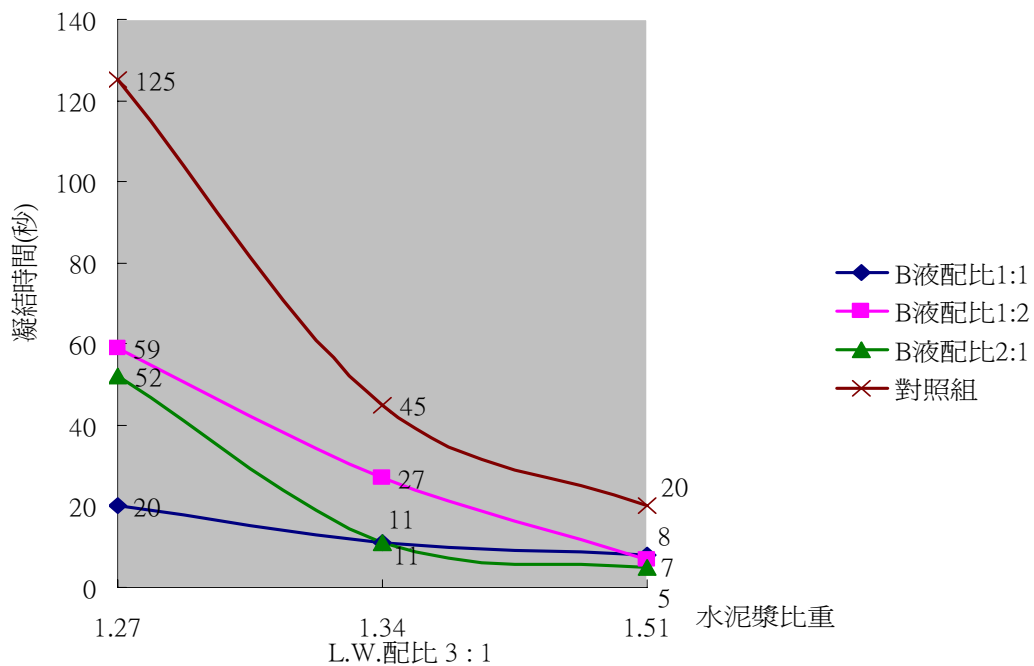


圖 18 L.W.配比 3：1 凝結時間－水泥漿比重之關係曲線

由凝結時間與配比之關係中得知，增加水泥漿用量、水玻璃用量皆有助於減少凝結所需時間，且水泥漿比重越高，凝結時間也越短，其凝結時間－水泥漿比重曲線成反比之發展趨勢。

值得注意的是，在**低配比**之情況下，用水量對於凝結時間佔有決定性的地位，在圖 16 中可清楚了解，增加或減少水玻璃溶液中之用水量，將使凝結時間產生很大的變化，最長凝結時間與最短凝結時間相差 170 秒，其關係曲線之發展趨勢相當陡峭。

(二) 抗壓強度與配比之關係

表 10 L.W.配比 1 : 1 提供之抗壓強度

水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	抗壓強度 (kg/cm ²)
1.27	1 : 1	8.37
1.34	1 : 1	13.81
1.51	1 : 1	23.31
1.27	1 : 2	2.26
1.34	1 : 2	3.40
1.51	1 : 2	5.21
1.27	2 : 1	7.47
1.34	2 : 1	12.45
1.51	2 : 1	21.96

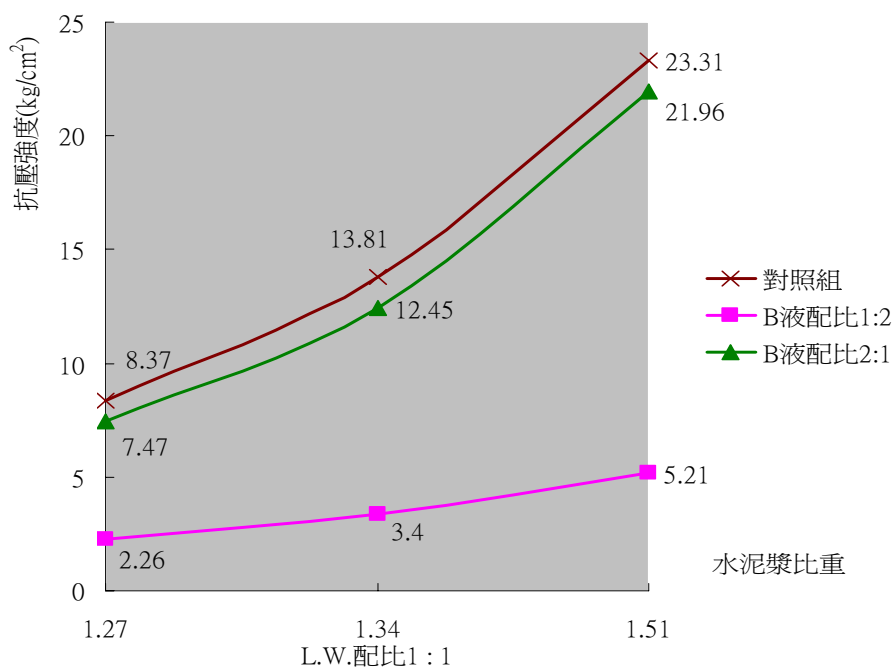


圖 19 L.W.配比 1 : 1 抗壓強度—水泥漿比重之關係曲線

表 11 L.W.配比 2 : 1 提供之抗壓強度

水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	抗壓強度 (kg/cm ²)
1.27	1 : 1	9.96
1.34	1 : 1	14.94
1.51	1 : 1	24.67
1.27	1 : 2	9.05
1.34	1 : 2	9.51
1.51	1 : 2	9.96
1.27	2 : 1	11.09
1.34	2 : 1	13.13
1.51	2 : 1	22.41

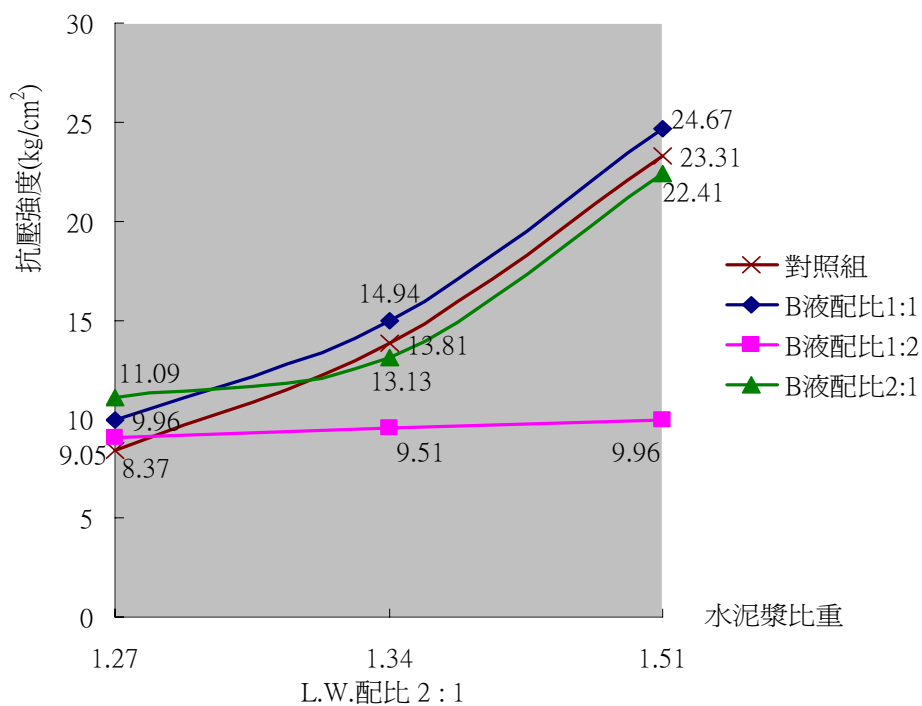


圖 20 L.W.配比 2 : 1 抗壓強度－水泥漿比重之關係曲線

表 12 L.W.配比 3 : 1 提供之抗壓強度

水泥漿比重 (A 液)	水玻璃溶液配比 (B 液)	抗壓強度 (kg/cm ²)
1.27	1 : 1	11.09
1.34	1 : 1	15.39
1.51	1 : 1	24.45
1.27	1 : 2	10.86
1.34	1 : 2	13.35
1.51	1 : 2	14.71
1.27	2 : 1	11.54
1.34	2 : 1	17.20
1.51	2 : 1	30.33

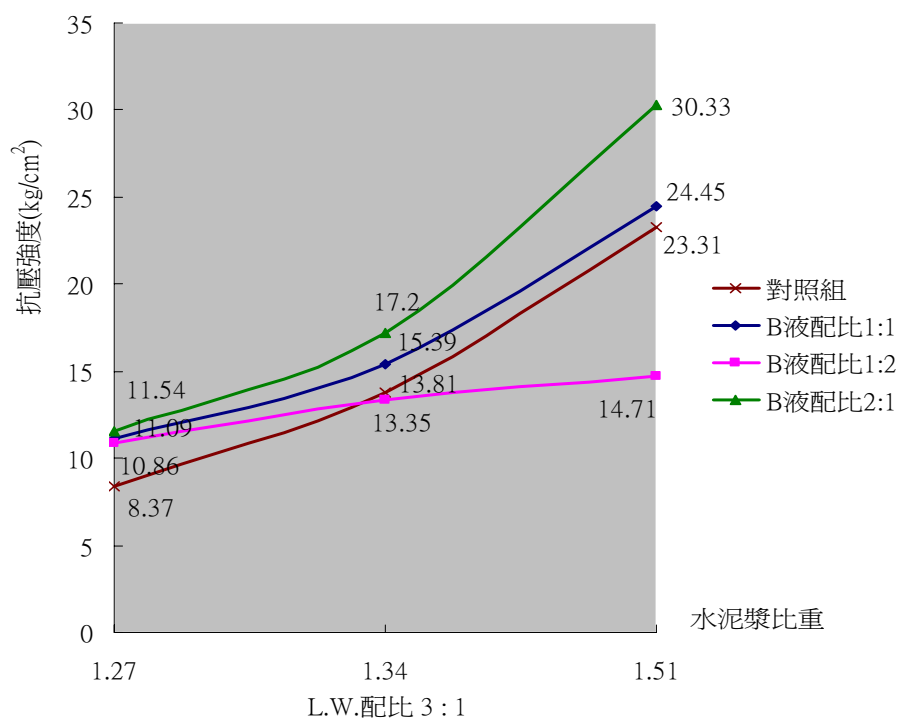


圖 21 L.W.配比 3 : 1 抗壓強度－水泥漿比重之關係曲線

在抗壓強度方面，從水玻璃溶液配比 1 : 2 之抗壓強度曲線中發現，若提高 L.W.漿液配比或水泥漿比重均無法大幅提升抗壓強度。以 L.W.漿液配比 1 : 1、水泥漿比重 1.27 為例，把 L.W.漿液配比增加到 3 : 1、水泥漿比重提高為 1.51，所提供之抗壓強度為 14.71kg/cm²與其他同配比之 L.W.相較之下還是遠低於其他同配比之抗壓強度。

(三) 凝結時間與抗壓強度之關係

1. 配比 1 : 1 之懸濁型化學漿

表 13 B 液 1 : 1 凝結時間與抗壓強度之關係
(L.W. 配比 1 : 1)

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	125	45	20
抗壓強度 (kg/cm^2)	8.37	13.81	23.31

表 14 B 液 1 : 2 凝結時間與抗壓強度之關係
(L.W. 配比 1 : 1)

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	190	55	35
抗壓強度 (kg/cm^2)	2.26	3.40	5.21

表 15 B 液 2 : 1 凝結時間與抗壓強度之關係
(L.W. 配比 1 : 1)

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	98	37	27
抗壓強度 (kg/cm^2)	7.47	12.45	21.96

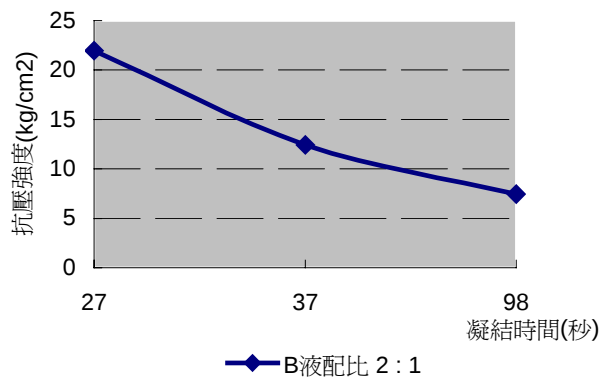
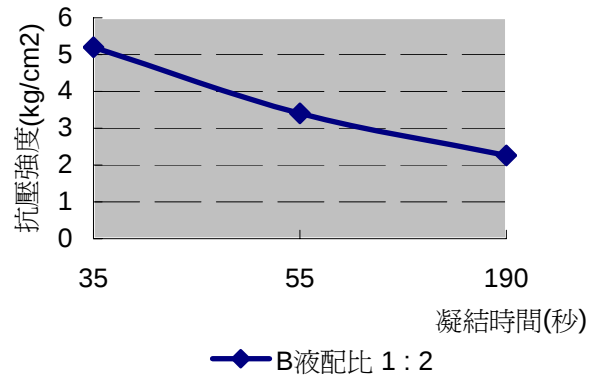
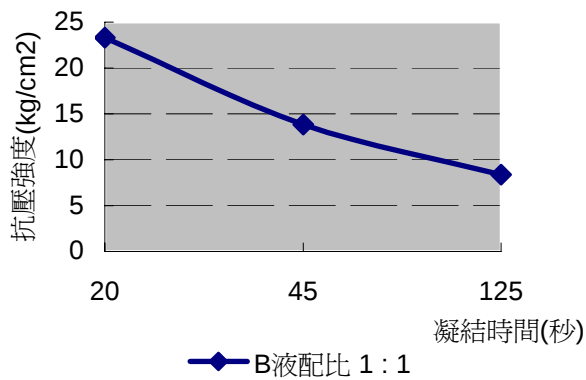


圖 22 配比 1：1 之懸濁型化學漿凝結時間－抗壓強度之關係曲線

2. 配比 2：1 之懸濁型化學漿

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	41	30	29
抗壓強度 (kg/cm ²)	9.96	14.94	24.67

表 16 B 液 1：1 凝結時間與抗壓強度之關係
(L.W. 配比 2：1)

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	95	45	29
抗壓強度 (kg/cm ²)	9.05	9.51	9.96

表 17 B 液 1：2 凝結時間與抗壓強度之關係
(L.W. 配比 2：1)

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	39	25	10
抗壓強度 (kg/cm ²)	11.09	13.13	22.41

表 18 B 液 2：1 凝結時間與抗壓強度之關係
(L.W. 配比 2：1)

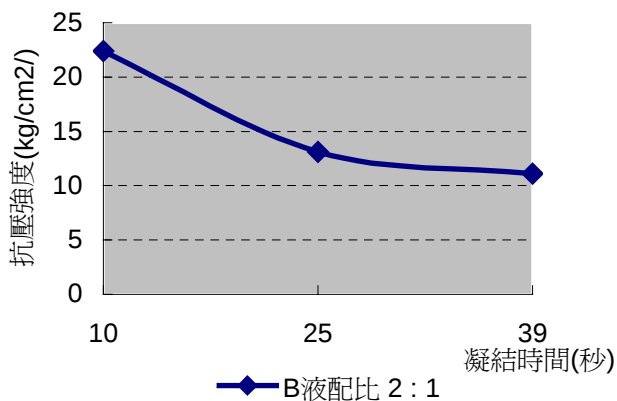
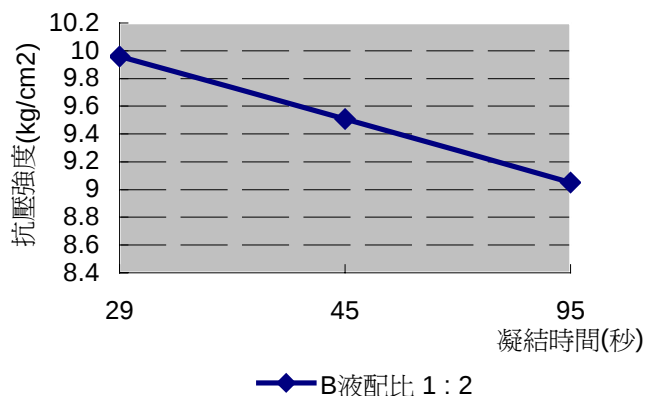
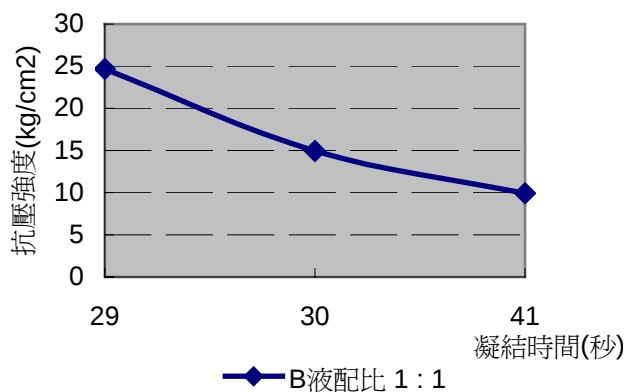


圖 23 配比 2：1 之懸濁型化學漿凝結時間－抗壓強度之關係曲線

3. 配比 3 : 1 之懸濁型化學漿

表 19 B 液 1 : 1 凝結時間與抗壓強度之關係

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	20	11	8
抗壓強度 (kg/cm ²)	11.09	15.39	24.45

(L.W. 配比 3 : 1)

表 20 B 液 1 : 2 凝結時間與抗壓強度之關係

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	59	27	7
抗壓強度 (kg/cm ²)	10.86	13.35	14.71

(L.W. 配比 3 : 1)

表 21 B 液 2 : 1 凝結時間與抗壓強度之關係

A 液比重	1.27	1.34	1.51
凝結時間 (sec)	52	11	5
抗壓強度 (kg/cm ²)	11.54	17.20	30.33

(L.W. 配比 3 : 1)

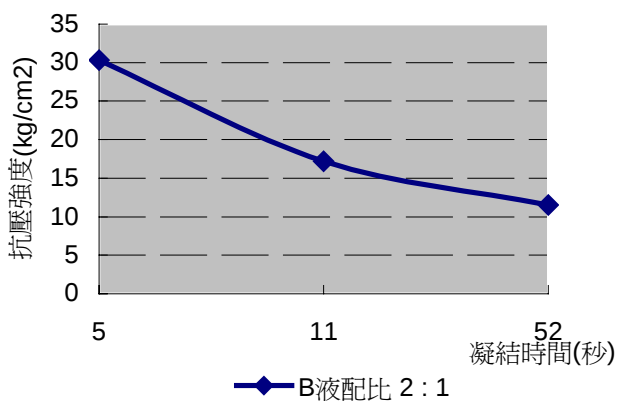
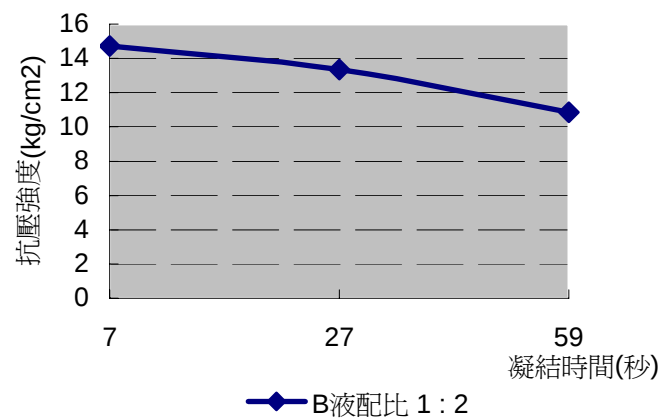
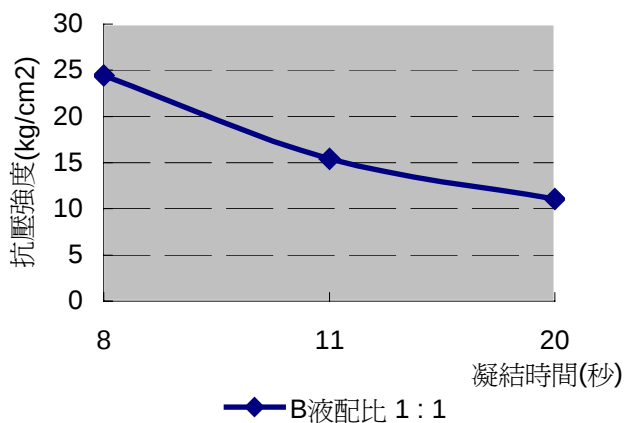


圖 24 配比 3 : 1 之懸濁型化學漿凝結時間－抗壓強度之關係曲線

陸、討論

一、凝結時間比較

(一) L.W.配比 1 : 1

- 1.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 2.8 倍
- 2.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.4 倍
- 3.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 4.2 倍
- 4.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 1.2 倍
- 5.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 0.8 倍
- 6.A 液比重 1.27 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 2.2 倍
- 7.A 液比重 1.34 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.8 倍
- 8.A 液比重 1.51 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.6 倍

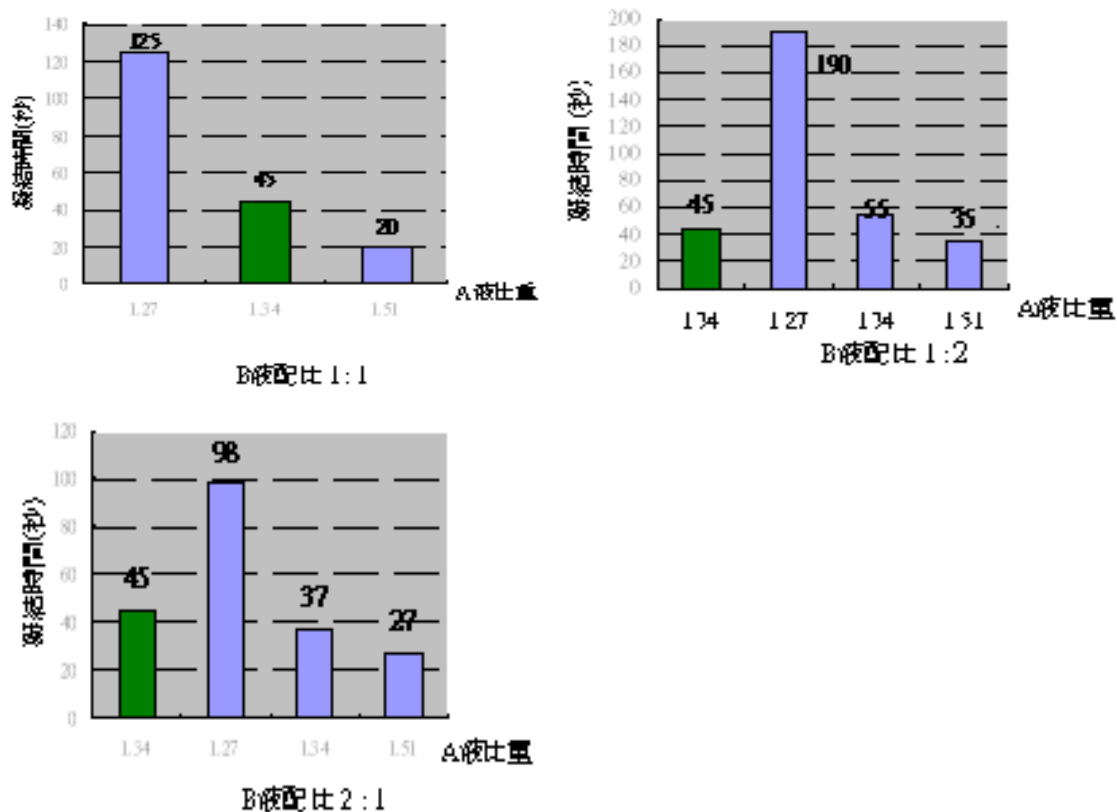


圖 25 配比 1 : 1 懸濁型化學漿之凝結時間比較

(二) L.W.配比 2 : 1

- 1.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.9 倍
 - 2.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.7 倍
 - 3.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.6 倍
 - 4.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 2.1 倍
 - 5.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間約與標準配比相同
 - 6.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 0.6 倍
 - 7.A 液比重 1.27 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.9 倍
 - 8.A 液比重 1.34 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.5 倍
 - 9.A 液比重 1.51 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.1 倍
- ※水泥用量與水玻璃用量同時增加有助於縮短其凝結時間

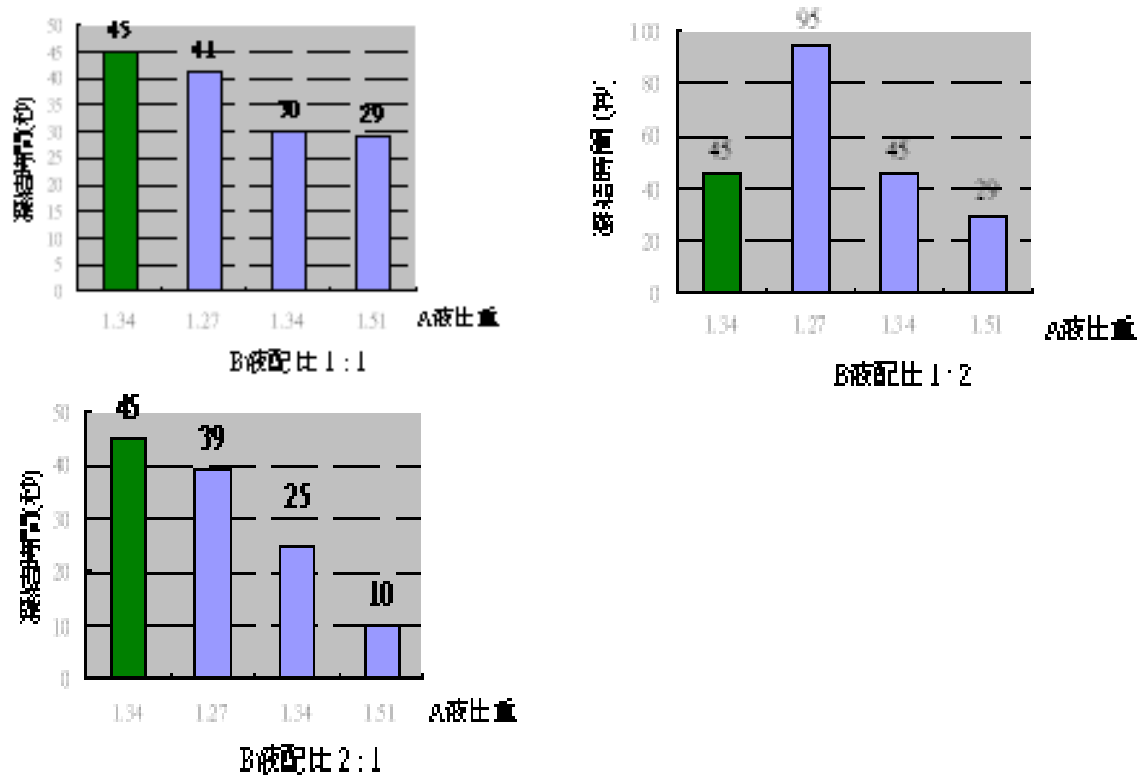


圖 26 配比 2 : 1 懸濁型化學漿之凝結時間比較

(三) L.W.配比 3 : 1

- 1.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.4 倍
- 2.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.2 倍
- 3.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.2 倍
- 4.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 1.3 倍
- 5.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 0.6 倍
- 6.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:2 所需之凝結時間為標準配比的 0.2 倍
- 7.A 液比重 1.27 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 1.2 倍
- 8.A 液比重 1.34 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.2 倍
- 9.A 液比重 1.51 與 B 液配比 2:1 所需之凝結時間為標準配比的 0.1 倍

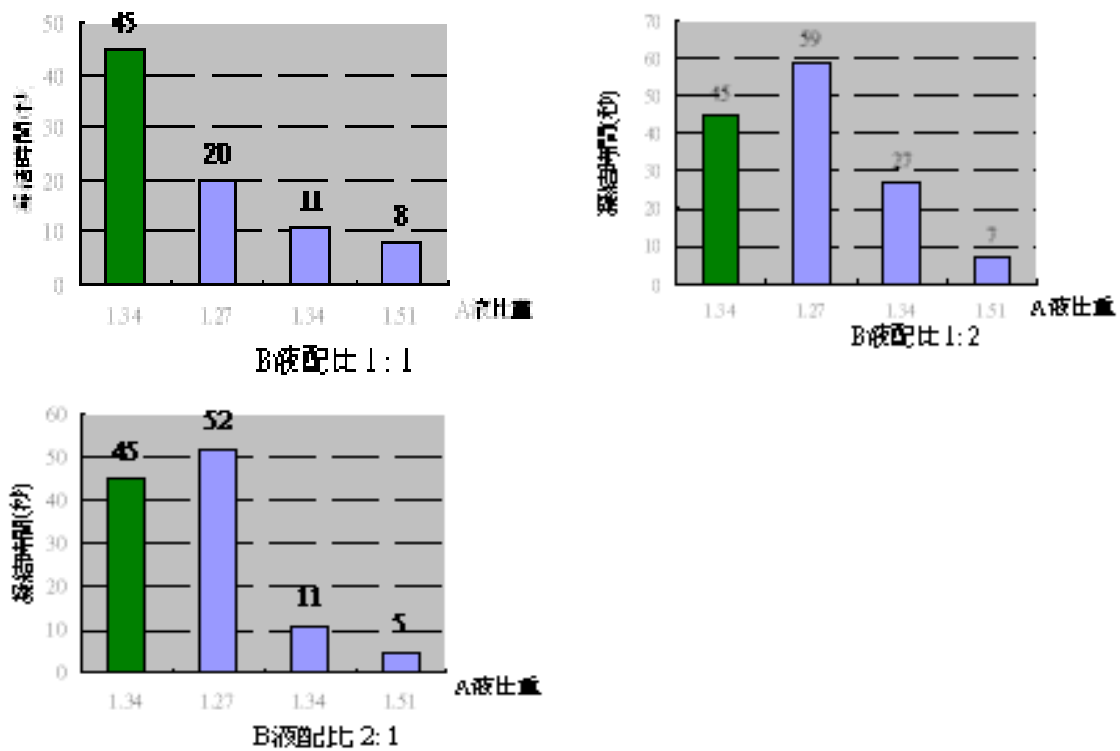


圖 27 配比 3 : 1 懸濁型化學漿之凝結時間比較

二、抗壓強度比較

(一) L.W.配比 1 : 1

- 1.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 0.61 倍
 - 2.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 1.69 倍
 - 3.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.16 倍
 - 4.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.25 倍
 - 5.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.38 倍
 - 6.A 液比重 1.27 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 0.54 倍
 - 7.A 液比重 1.34 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 0.9 倍
 - 8.A 液比重 1.51 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 1.59 倍
- ※B 液之用水量增加，其抗壓強度明顯大幅降低

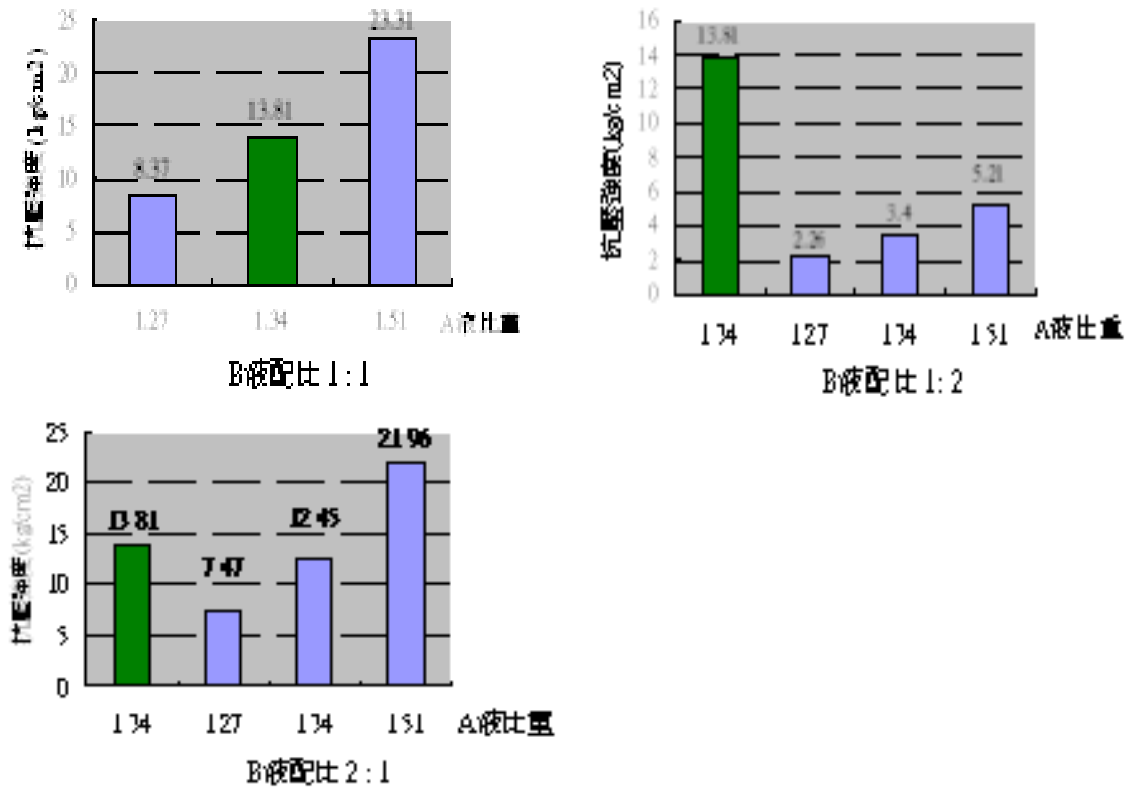


圖 28 配比 1 : 1 懸濁型化學漿之抗壓強度比較

(二) L.W.配比 2 : 1

- 1.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 0.72 倍
- 2.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 1.08 倍
- 3.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 1.79 倍
- 4.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.66 倍
- 5.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.69 倍
- 6.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.72 倍
- 7.A 液比重 1.27 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 0.8 倍
- 8.A 液比重 1.34 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 0.95 倍
- 9.A 液比重 1.51 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 1.62 倍

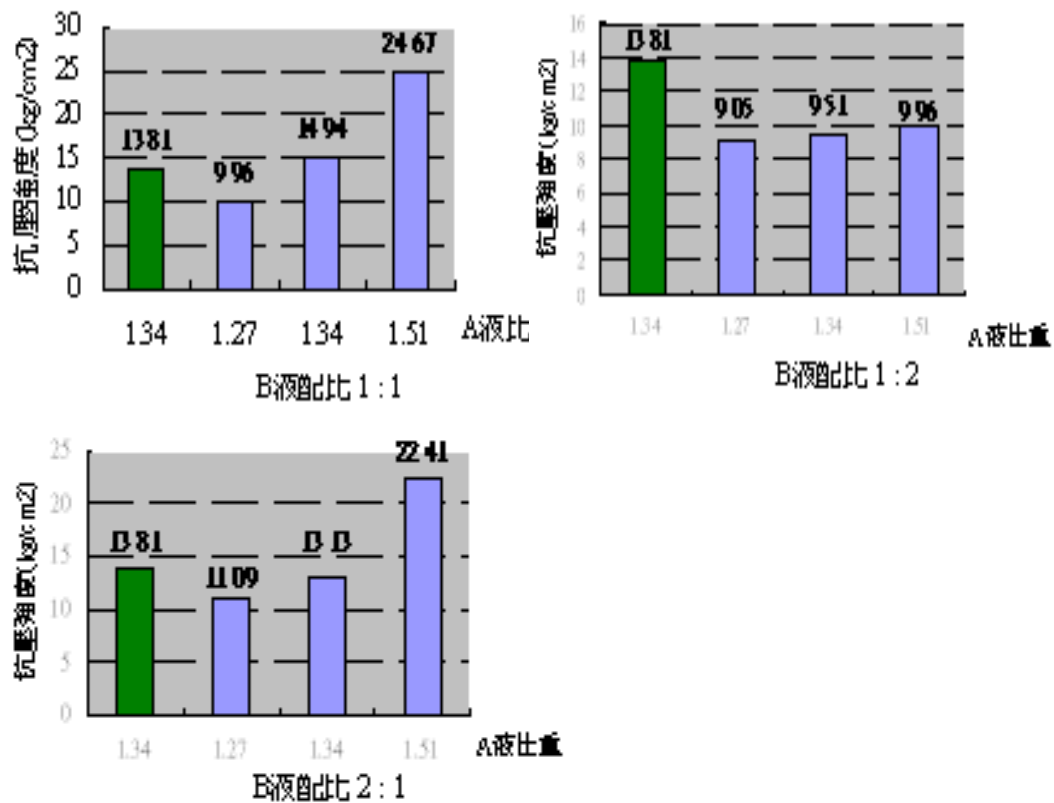


圖 29 配比 2 : 1 懸濁型化學漿之抗壓強度比較

(三) L.W.配比 3 : 1

- 1.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 0.8 倍
- 2.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 1.11 倍
- 3.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:1 之抗壓強度為標準配比的 1.77 倍
- 4.A 液比重 1.27 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.79 倍
- 5.A 液比重 1.34 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 0.97 倍
- 6.A 液比重 1.51 與 B 液配比 1:2 之抗壓強度為標準配比的 1.07 倍
- 7.A 液比重 1.27 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 0.84 倍
- 8.A 液比重 1.34 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 1.25 倍
- 9.A 液比重 1.51 與 B 液配比 2:1 之抗壓強度為標準配比的 2.2 倍

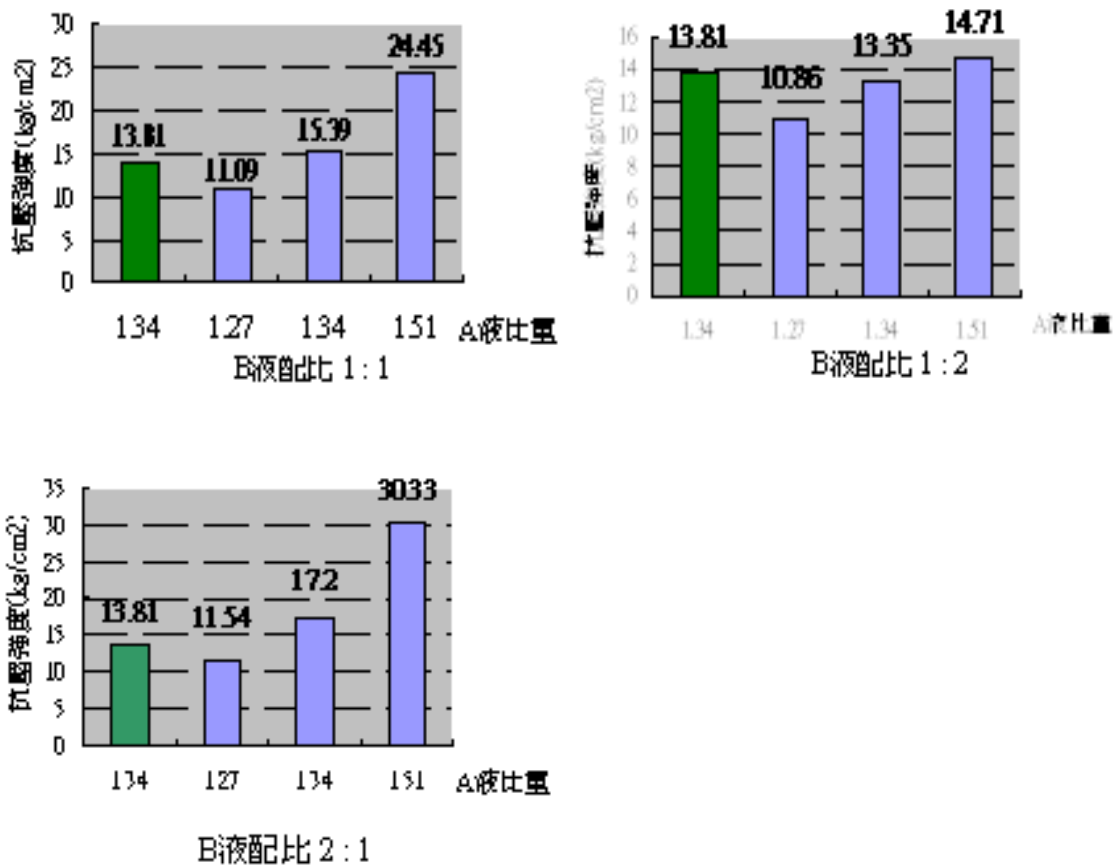


圖 30 配比 3 : 1 懸濁型化學漿之抗壓強度比較

柒、結論

- 一、由試驗結果可得知，凝結時間與抗壓強度成反比關係，凝結時間愈短，抗壓強度有提高的趨勢。
- 二、在水泥漿中加入適量水玻璃與水之混合液，可加速水泥水化作用，減少水泥凝結所需時間。
- 三、在漿液配比 1：1 之懸濁型化學漿中，對於水泥漿比重與水玻璃溶液之變動相當敏感，只要改變水泥漿比重或水玻璃溶液比例，會大幅影響其凝結時間與抗壓強度。
- 四、提高水泥用量可縮短凝結時間，也可提升抗壓強度，而增加水玻璃用量雖然也可縮短凝結時間，但對於抗壓強度的提升卻無明顯的幫助。
- 五、水玻璃會隨著時間之增加而水解，其有效期限大約半年左右，故不具時效性，因此在配製 L.W.時需注意 B 液之配合比例。
- 六、經由比較結果，以漿液配比 3：1；水泥漿比重 1.51；水玻璃液配比 2：1；，其所需之凝結時間為 5 秒、抗壓強度為 30.33 kg/cm²之 L.W. 漿液，可考慮做為止水搶救之灌漿配比。
- 七、後續之補強與使用在道路回填灌漿方面，為使 L.W. 漿液有足夠的時間可滲透土壤空隙達到固結效果，且其所需抗壓強度也不能太低，可考慮使用漿液配比 2：1；水泥漿比重 1.51；水玻璃液配比 1：1；其凝結時間為 29 秒、抗壓強度為 24.67 kg/cm²。

表 22 懸濁型化學漿最佳配比之適用場合

	標準配比	最佳配比	
	漿液配比 1：1 水泥漿比重 1.34 水玻璃溶液 1：1	漿液配比 2：1 水泥漿比重 1.51 水玻璃溶液 1：1	漿液配比 3：1 水泥漿比重 1.51 水玻璃溶液 2：1
凝結時間	1	0.64	0.11
抗壓強度	1	1.79	2.18
適用場合	一般地盤改良	回填灌漿	止水搶救

捌、參考資料及其他

- 一、陳耀如・洪國珍・劉叔松（民 93）。建築材料 I。旭營文化事業有限公司。
- 二、陳宏州（民 92）。工程力學 II。矩陣出版有限公司。
- 三、王復國。捷運工程地工實務。台北市政府捷運工程局東區工程處。取自
<http://www.edpo.dorts.gov.tw>
- 四、利德工程公司。高雄都會區大眾捷運系統紅橘網路建設案地盤改良施工計畫書。
- 五、沈茂松。連續壁的災變與救災。國立高雄應用科技大學土木工程系。取自
<http://www.ciche.org.tw/semimonth/vol97/97-5.doc>

中華民國第四十五屆中小學科學展覽會
評 語

高職組 土木組

第三名

091203

懸濁型化學漿(L. W)最佳配比之研究

高雄市立中正高級工業職業學校

評語：

針對強化土壤所須之止水灌漿液以材料配比試驗之程序，進行其凝結性與強度之探討，有助於工程材料實務之學習。

可加強灌漿液與土壤混合後之實驗，比較能符合土地現況之需求。