

國立交通大學

工學院工程技術與管理學程

碩 士 論 文



以鑽心強度作為控制性低強度材料品質判定依據之研究

A Study on the Controlled Low-strength Material Quality Determination
based on Drilled Cores Intensity

研 究 生：丘宗仁

指 導 教 授：曾仁杰 博士

中華民國 100 年 5 月

以鑽心強度作為控制性低強度材料品質判定依據之研究

研究生：丘宗仁

Student：Tsung-Jen Chiu

指導教授：曾仁杰 博士

Advisor：Dr.Ren-Jye Dzeng

國立交通大學

工學院工程技術與管理學程

碩士論文

The logo of National Chiao Tung University is a circular emblem. It features a gear-like outer border. Inside the circle, there is a stylized building or structure. The text 'A Thesis' is written across the center of the emblem. Below the emblem, the text 'Submitted to Degree Program of Engineering Technology and Management' is centered. Below that, 'College of Engineering' is centered. Below that, 'National Chiao Tung University' is centered. Below that, 'in Partial Fulfillment of the Requirements' is centered. Below that, 'for the Degree of' is centered. Below that, 'Master of Science' is centered. Below that, 'in' is centered. Below that, 'Engineering Technology and Management' is centered.

A Thesis
Submitted to Degree Program of Engineering Technology and Management
College of Engineering
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Science
in
Engineering Technology and Management

May 2011

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國 一 百 年 五 月

以鑽心強度作為控制性低強度材料品質判定依據之研究

研究生：丘宗仁

指導教授：曾仁杰 博士

國立交通大學工學院工程技術與管理學程

摘要

一般混凝土及控制性低強度材料(簡稱CLSM) 在施工檢驗部分,強度品質評定均以圓柱試體與鑽心試體抗壓強度試驗為主。圓柱試體抗壓強度試驗部分,一般混凝土試驗規範為CNS 1232, CLSM試驗規範為ASTM D4832,二者適用規範不同點在於加壓速率之規定不同。鑽心試體取樣部分,一般混凝土試驗規範為CNS 1238,並以CNS 1232試驗抗壓強度,惟CLSM鑽心試體取樣及抗壓強度試驗至目前為止國內外尚無明確適用規範,部分單位係比照一般混凝土鑽心試體CNS 1238之規範,並未考慮CLSM其低強度(90kgf/cm^2 以下)之屬性是否適用之影響,且無法出具TAF實驗室認可標誌之報告。另一般混凝土於澆置後大多未受外力擾動,亦須依規養護,而管線工程在管溝回填CLSM達初凝後(早強型約3.5小時;一般型約12小時),為免影響交通即需鋪設瀝青混凝土並滾壓夯實,恢復通車。在滾壓夯實及車流載重之衝擊下,對CLSM初期強度發展將較一般混凝土在未受擾動及可依規養護之情形影響更大。

目前各管線單位工程契約對CLSM之鑽心試體抗壓強度折減規定不一,有些契約規定無折減,有些契約比照一般混凝土之鑽心強度折減,以設計強度之85%或75%作為品質合格與否之判斷依據。本研究實地以台灣自來水公司第三區管理處轄區新竹縣市之管線工程,以預拌混凝土場CLSM取

樣之預拌實驗(對照組)及工地管溝回填CLSM取樣之現場實驗(實驗組)，採取CLSM圓柱試體及鑽心試體測試28天以上之抗壓強度，分析鑽心試體強度折減情形，由試驗數據探討CLSM施工檢驗以鑽心強度作為品質判定依據之合理性。

關鍵詞：可控制性低強度材料、抗壓強度、圓柱試體、鑽心試體。



A Study on the Controlled Low-strength Material Quality

Determination based on Drilled Cores Intensity

Student : Tsung-Jen Chiu

Advisor : Ren-Jye Dzung

College of Engineering

National Chiao Tung University

Abstract

In construction inspection, the strength quality of general concrete and controlled low-strength material (CLSM) is mainly evaluated based on the compressive strength of cylindrical specimens and drilled core specimens. For testing the compressive strength of cylindrical specimens, CNS 1232 is the specification for general concrete, and ASTM D4832 for CLSM. These two specifications are different because of varied compressive rates. For drilled core sampling, CNS1238 is the specification for general concrete, while CNS1232 is applied for testing the compressive strength. Unfortunately, there is no suitable specification for either CLSM drilled core specimen sampling or CLSM compressive test, domestically as well as internationally. Some divisions adopt CNS1238, a specification for general concrete's drilled core specimens, for CLSM's drilled core specimens, but due to the low-strength attribute of CLSM (under 90kgf/cm^2), it is not clear whether CNS1238 is suitable or not. Furthermore, no report with an approval mark from the TAF research office can be provided. For most general concrete after pouring, it is undisturbed by external forces and has to be maintained according to regulations. But for CLSM on the other hand, after the initial setting of CLSM in trench backfill of pipeline projects (an early strength type would take 3.5 hours; a general type would take 12 hours), asphalt concrete has to be paved, rolled, and compacted to avoid disturbing the traffic. In contrast to the fact that general concrete is undisturbed and can be maintained by following regulations, those impacts from rolling and compacting as well as traffic loads on CLSM could significantly affect the initial strength development of CLSM.

Presently, reduction regulation on the compressive strength of drilled core specimens of CLSM specified in the construction contract of different pipeline divisions is inconsistent. Some contracts allow no reduction while others reduce the required strength to 85% or 75%

of the drilled core strength of general concrete and treat this value as a reference value for quality. This on-site study took place at pipeline projects in Hsinghsu City and County, which is under the jurisdiction of Taiwan Water Corporation *Third* Branch. Treated as the control group, CLSM specimens from pre-mixed concrete fields were used for a pre-mixed experiment. CLSM specimens from trench backfill construction sites, i.e., the experimental group, were used for an on-site experiment. CLSM Cylindrical specimens as well as drilled core specimens were obtained, and they were tested for over 28-day compressive strength in order to analyze the degree of strength reduction of drilled core specimens. The authors discussed the appropriateness of using drilled core strength as a quality determinant in CSLM construction inspection based on the acquired data.

Keywords: Controlled low-strength material (CLSM), Compressive strength, Cylindrical specimen, Drilled core specimen



誌謝

75 年自中興大學土木系畢業，於 77 年服完兵役後即至台灣自來水公司第三區管理處服務迄今已 20 餘年，期間參加各項考試陸續取得公務人員高等考試、土木工程技師、經濟部自來水事業技術人員考驗施工類甲級及管理類甲級合格證書。身為土木人雖然相關證照多已取得，惟碩士學位尚未取得總覺稍有遺憾，且擔任主管職務已十餘年，新進碩士學位同仁越來越多，為領導同仁及因應職場環境不斷丕變，深感有再充實自我之必要，遂於 97 年報考本校碩士專班研究所，幸運以第一名直接錄取，並以在學成績累計班排名第一名畢業。在交大專班三年，感謝恩師曾仁杰教授在課業、論文題目及論文撰寫期間給予悉心之指導，本論文才得以順利完成，謹致上最誠摯之謝意。

論文內審及外審口試期間，感謝王維志教授及黃世昌教授對論文之指導並提供許多寶貴意見，讓本論文得以修正更加嚴謹及完備，在此特表達內心由衷之謝忱。

感謝本課同仁，振南提供專班招生訊息，得以如期報考，老傅、小柯、阿亮哥、福哥、阿珠、侑恩、小葉、小元等人於實驗期間協助 CLSM 試體取樣及送驗，辛苦你們了！也要感謝專班所有老師、助理及同學，三年來，相處時間雖十分有限，但確實受益良多，有緣認識，希望未來人生道上大家繼續互相扶持前進。

最後要感謝的是我的家人。首先感謝老爸及老媽養育教誨之恩，雖然老爸您已在天國當快樂的小天使，不過還是要與您分享完成碩士學位的喜悅。其次感謝丈母娘經常於假日準備豐盛佳餚，讓我與丈人時而小酌，有助解壓。最後壓軸…感謝老婆大人，我擔任工務主管繁重職務及論文撰寫雙重壓力下，妳擔起照顧老媽、養兒育女、家事房事所有事等重責大任，才能讓我無後顧之憂，如期完成碩士學業，除了感謝還是感謝！。

目錄

摘要	I
誌謝	V
表目錄	IX
圖目錄	XII
第一章 緒論	1
1.1 研究動機	1
1.2 研究目的	2
1.3 研究範圍與限制	3
1.3.1 研究範圍	3
1.3.2 研究限制	4
1.4 研究流程與方法	4
1.5 論文架構	7
第二章 文獻回顧	8
2.1 控制性低強度材料 CLSM 之回顧	9
2.1.1 CLSM 之定義	9
2.1.2 CLSM 之起源及發展	9
2.1.3 CLSM 之材料組成及配比設計	11
2.1.4 CLSM 之工程性質	12
2.1.5 CLSM 在工程之應用	13
2.2 CLSM 及一般混凝土之相關試驗規範	14
2.2.1 圓柱試體抗壓強度試驗規範	15
2.2.2 鑽心試體抗壓強度試驗規範	16
2.3 各單位 CLSM 之施工檢驗規定	18
2.3.1 公共工程委員會施工綱要 CLSM 施工取樣及檢驗規定	18
2.3.2 台灣自來水股份有限公司工程契約 CLSM 施工取樣及檢驗規定	18
2.3.3 台灣電力股份有限公司工程契約 CLSM 施工取樣及檢驗規定	20
2.3.4 中國石油股份有限公司工程契約 CLSM 施工取樣及檢驗規定	20

2.3.5 台北自來水事業處工程契約施工取樣及檢驗規定.....	21
2.4 小結.....	21
第三章 現況問題探討.....	23
3.1 各單位 CLSM 施工檢驗規定探討.....	23
3.2 CLSM 抗壓強度與試體尺寸規定問題探討.....	26
3.3 CLSM 鑽心試體試驗規定探討.....	27
3.4 影響 CLSM 抗壓強度不易量化變數問題探討.....	29
第四章 試驗方法及結果.....	35
4.1 試驗規劃.....	35
4.2 預拌實驗(對照組).....	37
4.2.1 甲預拌混凝土場實驗結果.....	37
4.2.2 乙預拌混凝土場實驗結果.....	42
4.3 現場實驗(實驗組).....	62
4.3.1 新竹給水廠 $\Phi 1000$ mm 管線汰換工程實驗結果.....	62
4.3.2 竹北中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程實驗結果.....	66
4.3.3 芎林竹 120 線 8k+000~14k+500 管線工程實驗結果.....	70
4.4 試驗結果分析.....	76
第五章 結論與建議.....	83
5.1 結論與建議.....	83
5.2 後續研究.....	86
參考文獻.....	87
附錄 A 甲預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告	
(對照組).....	90
附錄 B 乙預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告	
(對照組).....	94
附錄 C 丙預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告	

(對照組)	100
附錄 D 新竹給水廠 $\Phi 1000$ mm 管線汰換工程 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗 壓強度試驗報告(實驗組)	105
附錄 E 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程 CLSM 圓柱試體及鑽心 試體抗壓強度試驗報告(實驗組)	109
附錄 F 外審口試委員意見及修正情形	114



表目錄

表 2-1	ASTM 及 CNS 中關於 CLSM 及一般混凝土材料之試驗規範整理	17
表 3-1	各單位 CLSM 施工規範主要試驗項目規範及要求標準比較	30
表 3-2	各單位管線工程 CLSM 圓柱及鑽心試體尺寸與抗壓強度規定比較表	31
表 3-3	台灣自來水公司管線工程 CLSM 鑽心成功率統計表	38
表 4-1	上禹預拌場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較	44
表 4-2	上禹預拌場 CLSM 同組圓柱及鑽心試體抗壓強度差異率比較表	45
表 4-3	立順興預拌場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範， $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表	49
表 4-4	立順興預拌場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範， $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表	51
表 4-5	立順興預拌場 CLSM 圓柱試體與 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體均以 (ASTMD4832-02)測試抗壓強度比較表	53
表 4-6	立順興預拌場 CLSM 直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238 及 ASTM D4832-02 不同試驗規範測試抗壓強度比較表	54
表 4-7	立順興預拌場 CLSM 直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以不同試驗規範測試抗壓強度比較表	56
表 4-8	不同口徑鑽心試體以同一規範 ASTM D4832-02 測試抗壓強度比較表	57
表 4-9	不同口徑鑽心試體以同一規範 CNS1238(2005)測試抗壓強度比較表	58
表 4-10	立順興預拌場 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表	59

表 4-11 世杰公司 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表.	64
表 4-12 世杰公司 CLSM 圓柱試體與鑽心試體均以 CNS 規範測試抗壓強度比較表.....	65
表 4-13 世杰公司 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範及 CNS1232 (2002)規範測試抗壓強度差異率比較表.	66
表 4-14 世杰預拌場 CLSM 同組鑽心試體抗壓強度差異率比較表.....	67
表 4-15 新竹給水廠 ϕ 1000 mm 管線汰換工程現場取樣之 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度比較表.	69
表 4-16 新竹給水廠 ϕ 1000 mm 管線汰換工程現場取樣之同組 CLSM 圓柱試體與鑽心試體抗壓強度差異率比較表.	70
表 4-17 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場取樣之 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度比較表.	73
表 4-18 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場取樣之 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表(第 1~8 組).....	74
表 4-19 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場取樣之 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表(第 9~15 組).....	75
表 4-20 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣之 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度比較表.....	76
表 4-21 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣之 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表.....	78
表 4-22 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣之 CLSM 同組鑽心試體抗壓強度差異率比較表.....	79
表 4-23 預拌實驗及現場實驗 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範測試，鑽心試體以 CNS 1238 規範測試抗壓強度比較表.....	81

表 4-24 預拌實驗 CLSM 圓柱或鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試與以
CNS 1232 規範測試抗壓強度比較表..... 85

表 4-25 預拌實驗及現場實驗 CLSM 同組圓柱試體或同組鑽心試體抗壓
強度差異率比較表..... 86



圖目錄

圖 1-1 論文研究流程圖	7
圖 4-1 CLSM 抗壓強度試驗流程圖	42
圖 4-2 上禹預拌場 CLSM 鑽心試體取樣照片	46
圖 4-3 上禹預拌場 CLSM 圓柱及鑽心試體抗壓強度測試	47
圖 4-4 立順興預拌場 CLSM 鑽心試體取樣	61
圖 4-5 立順興預拌場 CLSM 試體抗壓強度測試	62
圖 4-6 新竹給水廠 ϕ 1000 mm 管線汰換工程 CLSM 圓柱及鑽心試體 取樣	71
圖 4-7 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)CLSM 圓柱及鑽心試 體現場取樣	77



第一章 緒論

1.1 研究動機

在國內「控制性低強度回填材料施工規範」於民國九十四年十月份正式公告於行政院公共工程委員會施工綱要規範第 03377 章，其內容包括通則、產品、施工及計量與計價等四大項，最新版 V5.0 於 99 年 12 月 9 日修訂完成。於工程執行實務中常造成紛爭及困擾者，以產品性質、粒料要求及施工檢驗三類規定為最多。

一般混凝土 28 天抗壓強度範圍為 $140 \text{ kg/cm}^2 \sim 400 \text{ kg/cm}^2$ ，而控制性低強度材料(Controlled Low Strength Material 簡稱 CLSM) 28 天抗壓強度範圍則為 90 kg/cm^2 以下，惟為考慮路面承載強度及再開挖姓，多數單位契約規範訂在 $10 \sim 70 \text{ kg/cm}^2$ 之間。在施工檢驗方面:圓柱試體抗壓強度試驗部分，一般混凝土試驗規範為 CNS 1232(混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法) [經濟部標準檢驗局，2002]，控制性低強度材料試驗規範為 ASTM D4832 [美國材料試驗學會 2003]，二者適用規範不同點在於加壓速率之規定不同。CNS 1232 規定加壓速率需在每秒鐘 $1.50 \text{ kg/cm}^2/\text{sec} \sim 3.50 \text{ kg/cm}^2/\text{sec}$ 之間，而 ASTM D4832 規定加壓速率較慢，達破壞強度至少須在 2 分鐘以上。鑽心試體抗壓強度試驗部分，一般混凝土試驗規範為 CNS 1238(混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法)，但 CLSM 鑽心試體抗壓強度目前國內外尚無標準試驗規範，部分單位係比照一般混凝土鑽心試體之試驗規範 CNS 1238。

目前 CLSM 已普遍取代傳統砂石回填料，成為管線單位之管溝回填料，但未明確規定施工檢驗方式。檢視目前各管線單位工程契約中對管溝回填之 CLSM 品質判斷標準，一般均以現場取樣製作標準圓柱試體($\Phi 15 \times 30 \text{ cm}$ 或 $\Phi 12 \times 24 \text{ cm}$)，經養護後測試其 28 天抗壓強度是否符合規範要求，如有疑義時，才以現場鑽心試體強度作為品質判斷依據。惟大部分管

線單位之工程契約，除台灣自來水公司外，並未對 CLSM 現場鑽心試體適用規範與強度合格標準作明確規定。而依台灣自來水公司之工程契約(99 年版)自來水管理設工程施工說明書第十五項、控制性低強度回填材料施工說明書: 3.3.2 抗壓強度試驗 (含圓柱及鑽心試體)之規定:「甲方認為必要時，得對鑽心取樣之試體作抗壓試驗，其與對照代表之各基數範圍機動取樣圓柱試體強度比較之，兩者以強度小者為準」。於工程執行現況，常發生監造單位會同承商於現場灌漿時所採樣之 CLSM 圓柱試體抗壓強度試驗雖合格，但工程抽查單位於現場品質查驗過程中，常因鑽心斷裂無法取得規定長度，或送驗抗壓強度未達設計強度之 85%(台灣自來水公司 98 年以前契約規定)或 75%(99 年以後之契約規定)，遭判定不合格，而衍生合約爭議糾紛。

國內外對於 CLSM 的研究中，大多針對拌合材料、配比設計、力學性質及工程運用可行性方面之探討，對鑽心試體抗壓強度之適用規範及鑽心試體抗壓強度與圓柱試體抗壓強度之折減情形幾乎少有探討。為實際瞭解 CLSM 於鑽心過程中對強度折損之影響及現行各管線單位工程契約規定比照一般混凝土鑽心試體取樣及抗壓強度之適用規範，以所得之 CLSM 鑽心強度作為合格之判斷標準及所訂強度折減之合理性，即著手進行本文之研究。

1.2 研究目的

本研究主要以台灣自來水公司第三區管理處轄區新竹縣市之管線工程，擇取三標工程做現場實驗(實驗組)及三家 CLSM 預拌混凝土場做預拌實驗(對照組)。現場實驗係於施工時之工地現場管溝內，採取 CLSM 製作圓柱試體及俟 28 天以上齡期時，於同位置鑽取鑽心試體送 TAF 實驗室作抗壓強度試驗。預拌實驗係由預拌混凝土場拌製 CLSM 澆置於塑膠桶內，取樣製作圓

柱試體與未受擾動之塑膠桶內鑽取鑽心試體，俟28天以上齡期時，測試抗壓強度，由試驗結果比較抗壓強度，以了解鑽心試體強度折減情形。主要目的如下：

- 1.探討目前各單位工程契約CLSM施工檢驗規定及合理性。
- 2.探討預拌場灌注於塑膠桶內取樣之CLSM在未受重車輪壓等外力擾動下，鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率。
- 3.探討工地現場灌注於管溝內之CLSM初凝後，鋪設AC滾壓及開放通車受重車輪壓等外力載重擾動下，同一地點取樣之鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率，以了解鑽心試體抗壓強度折減情形。
- 4.以不同試驗規範，探討CLSM圓柱試體及鑽心試體分別採用CNS 1232(一般混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法)、CNS 1238(混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法)及ASTM D4832 (CLSM圓柱試體抗壓強度檢驗法) 等試驗規範所得抗壓強度之差異情形。
- 5.以不同尺寸鑽筒($\Phi 8\text{cm}$ 及 $\Phi 10\text{cm}$)鑽取之CLSM鑽心試體，探討所得抗壓強度之差異情形。
- 6.由實際試驗方式所得之結果，分析CLSM鑽心試體抗壓強度之合理折減係數，提出結論及建議，以提供相關單位未來制定CLSM鑽心試驗規範或修訂工程契約CLSM施工檢驗方式之參考，以符契約公平原則並減少執行爭議，加速公共工程之推動。

1.3 研究範圍與限制

1.3.1 研究範圍

本研究以量化分析方式，藉由試驗方式，以台灣自來水公司第三區管理處轄區新竹縣、市之管線工程，擇取三標工程及三家CLSM預拌混凝土場，於管溝回填施工時，取管溝上層之CLSM製作圓柱試體2只，並俟齡期

達28天以上時，於同一位置現場鑽取試體2只，送TAF認證試驗室作抗壓強度試驗，比較標準圓柱試體及鑽心試體抗壓強度折減情形。另於預拌混凝土場製作之CLSM圓柱試體與澆置於塑膠桶內未受擾動之鑽心試體，當材齡達28天以上時測試抗壓強度，比較鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率，以了解鑽心強度折減情形。

1.3.2 研究限制

本論文僅以台灣自來水公司第三區管理處轄區之管線工程回填CLSM情形為研究基礎，並未對其他管線單位使用之CLSM作圓柱試體或鑽心試體取樣分析。另亦只針對可量化部份，如抗壓強度、鑽心尺寸、適用規範等作分析比較；對於鑽心過程中鑽心機之出水量大小、試體含水量及CLSM初凝後之滾壓鋪設AC、開放通車之車輛載重等不易量化部份，對CLSM強度之影響則僅予列述。

1.4 研究流程與方法

本論文研究流程及方法如圖1.1，說明如下：

1. 確認研究動機與目的

目前國內外對控制性低強度材料CLSM鑽心試體抗壓強度尚無標準試驗規範。管線單位工程契約中對管溝回填CLSM施工檢驗方式以現場取樣製作標準圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$ 或 $\Phi 12*24\text{cm}$)為主，如有疑義以現場鑽心試體之抗壓強度作為品質判斷依據，惟因鑽心試體無標準試驗規範，亦無法出具TAF實驗室之認證報告，已衍生契約爭議問題。故擬藉由實驗方式所得資料，分析現行工程契約規定及所參照試驗規範之合理性。

2. 研究範圍與限制

說明研究範圍，並對試體尺寸、抗壓強度等可量化資料分析，對於CLSM鑽心過程中無法量化部份則予列述表示。

3.文獻蒐集與現況問題探討

蒐集有關CLSM相關研究報告、論文或期刊及CLSM之試驗規範與各單位工程契約施工檢驗規定，探討CLSM圓柱試體抗壓強度與鑽心試體抗壓強度折減情形與試驗規範及契約規定合理性問題。

4.規劃試驗方法

規劃試驗方法，選定擬測試之管線工程及CLSM預拌場，進行有關CLSM圓柱試體製作及現場鑽心，並比較不同試驗規範、不同鑽心口徑、不同養護方式及受外力與否所得之抗壓強度差異情形。

5.結論及建議

依據研究結果所得之CLSM鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比，探討鑽心試體強度折減情形及鑽心過程之變異性，提出結論及建議，並對未來後續研究提供建議。



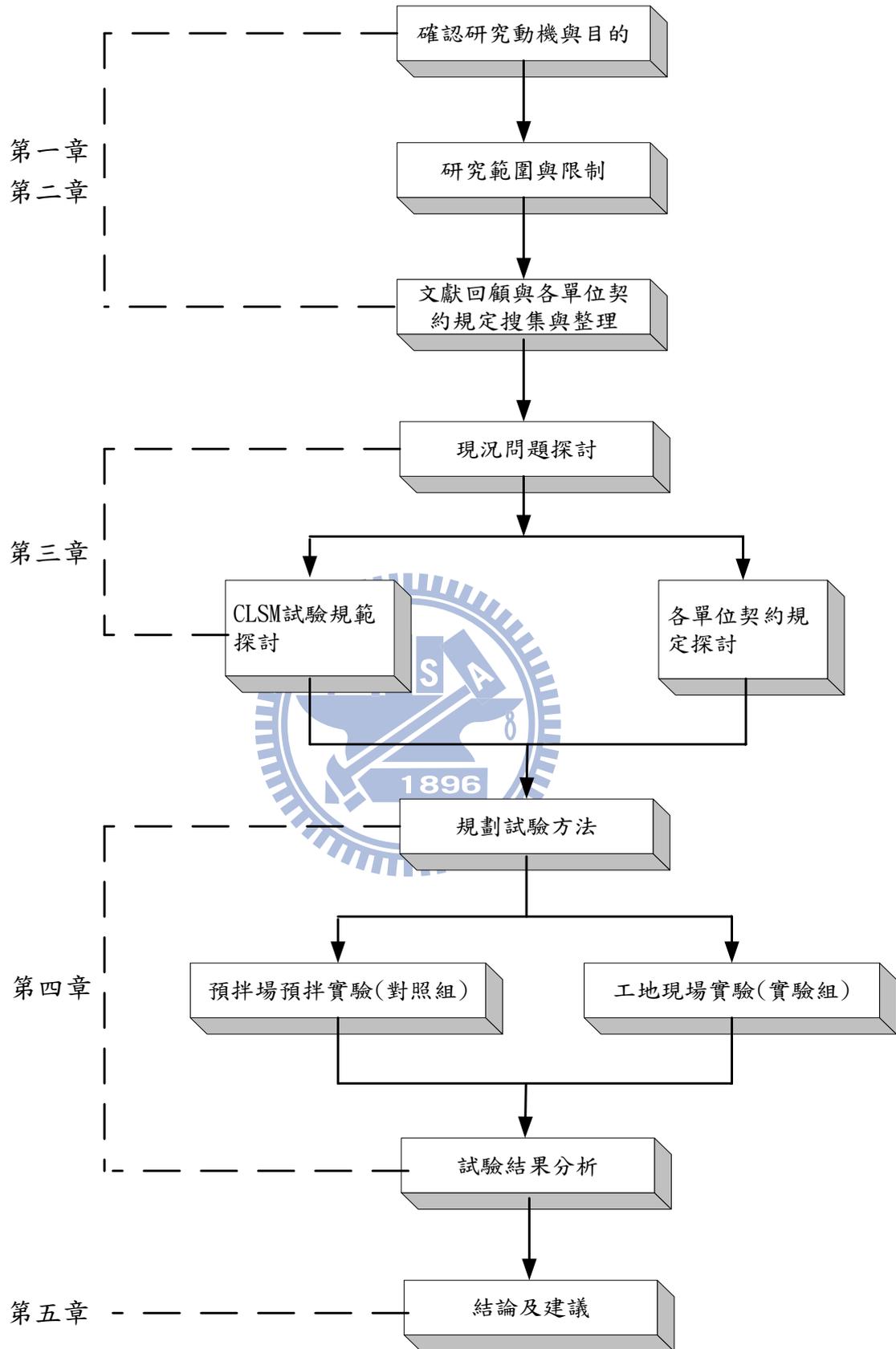


圖1.1論文研究流程圖

1.5 論文架構

本研究主要利用預拌場製作未受擾動CLSM試體及管線工程工地現場取樣之試體，依不同規範之試驗方法、不同尺寸之鑽心試體、不同養護方式及受外力與否？比較CLSM圓柱試體抗壓強度及鑽心試體抗壓強度折減情形，並探討分析各單位之工程契約對CLSM鑽心強度品質判定規定之合理性。本研究共分為五章，分別為緒論、文獻回顧、現況問題探討、試驗方法及結果、結論與建議等五章，各章內容概述如下：

第一章:緒論--說明研究動機、研究目的、研究範圍與限制及研究架構。

第二章:文獻回顧--尋找有關可控制性低強度材料CLSM之材料特性、規範及品質檢驗等相關研究報告、論文或期刊，以期了解CLSM材料特性、力學行為及鑽心對抗壓強度之影響情形。

第三章:現況問題探討--說明目前台灣自來水公司可控制性低強度混凝土合約規範執行之爭議及各管線單位CLSM契約規範之執行現況。

第四章:試驗方法及結果--將各項實驗資料彙整，分析以不同規範、不同尺寸之鑽心試體做抗壓強度試驗，與圓柱試體比較強度折減係數。

第五章:結論與建議--依據研究結果所得之折減係數及鑽心過程之變異性，提出改善對策及建議，以提供未來相關研究及各管線單位CLSM契約規範修訂之參考。

第二章 文獻回顧

國內管線工程施工使用之回填材料大多數已由傳統之砂石料改為以管溝開挖之土壤作為粗骨材添加水及水泥等材料所拌製而成之控制性低強度材料CLSM，可解決管線挖掘埋設後，所引致道路路面沈陷、龜裂、AC剝落及棄土等問題。一般混凝土抗壓強度評估方法係以標準圓柱試體及現場鑽心試體兩種抗壓強度試驗為主，且均訂有標準之試驗規範。而控制性低強度材料抗壓強度評估方法亦比照一般混凝土以標準圓柱試體及現場鑽心試體兩種抗壓強度試驗為主，惟僅標準圓柱試體抗壓強度訂有標準試驗規範，現場鑽心試體抗壓強度則無標準試驗規範。

國外CLSM已使用二十餘年，圓柱試體抗壓強度訂有標準試驗規範ASTM D4832，但鑽心試體抗壓強度至今尚未訂定標準試驗規範。國外未訂定標準試驗規範原因，推測可能因國外大部分使用之CLSM，多屬非結構用途，其抗壓強不超過300psi(21kg/cm²)，鑽心變數對強度影響比率大，以圓柱試體抗壓強度判定品質已足需求。

國內外對CLSM之材料特性、配比設計、工程性質及運用等方面之相關文獻及研究論文極多，但對CLSM鑽心試體施工檢驗方式、參照規範爭議及鑽心強度折減情形之研究則很少。在國家圖書館碩博士論文索引中，相關研究僅找到陳仙洲「低強度回填材料規範於工程實務之可行性探討」，對CLSM施工檢驗規定及國內常見爭議性規範衍生問題提出探討[陳仙洲，2006]。楊文昌「混凝土鑽心圓柱試體強度之探討」，探討相關法令規範對一般混凝土鑽心試體試驗規定之合理性及鑽心試體尺寸對強度之影響 [楊文昌，1995]。

2.1 控制性低強度材料 CLSM 之回顧

2.1.1 CLSM 之定義

依據1994年美國混凝土協會ACI 229R-99定義:CLSM為一種具有自我充填主要取代夯實填方之膠結材料。廣義而言，凡是可流動性回填料、具不可收縮性、可控制性密度回填料、可流動性漿體、可塑性之泥土水泥質材料、飛灰泥質土等皆可稱為CLSM，係用以替代傳統回填料砂石級配之新興材料。若以混凝土之觀點而言，CLSM可定義為一種28天單軸無圍抗壓強度不超過1200psi(約84kg/cm²)之低強度水泥質材料。而目前國外大部分在使用之CLSM，抗壓強度則不超過300psi (21kg/cm²)，其低強度之需求原因係考量日後之再開挖性〔ACI committee，1999〕。

2.1.2 CLSM之起源及發展

在國外CLSM應用做為回填料之研究已有數十年。1980年R. Lutifi and L.Jose研究發現管溝回填料工程施工有65%因夯實不確實造成路面沉陷，減少道路鋪面使用年限8~10年，以CLSM取代傳統回填料將可解決夯實問題〔R. Lutifi and L.Jose，1980〕。1985年Thomson及Kjartanson分析艾德蒙吞(Edmonton)黏土，因其凝聚力範圍在5~21KPa、摩擦角在17~24°，造成無法利用當地黏土作為回填料，進而開始嘗試尋找新興材料以取代傳統回填料，以避免路面沉陷與坑洞影響鋪面壽命〔Thomson,S.,and Kjartanson,B.H.，1985〕。美國各州以維吉尼亞州政府於1991年最早公佈相關規範。1988年美國Peoria市政府於市區管溝開挖嘗試使用CLSM取代土壤回填料，在澆置2~3小時後即可達一定承载力，效果極佳，即改變傳統回填料土壤方式，大量使用CLSM於相關管溝開挖及孔洞回填料工程〔Smith,A.，1991〕。Lasater研究發現CLSM彈性模數較一般土壤為高〔Lasater,D.V.，1990〕。Adaska研究

CLSM基本性質，發現CLSM優於一般傳統砂石回填料主要原因在於施工性佳、可自充填、免夯實及施工後沉陷量小，值得推廣〔W.S. Adaska,ed.,Detroit,mich，1994〕。

在國內以往傳統管線工程施工方式，於管溝開挖後回填料主要以砂及碎石級配料為主，因管溝開挖寬度不大，且深度多在一公尺深左右，無法比照路基工程以重量較重之壓路機分層滾壓，僅能用工以小型夯實機於狹窄之管溝內分層夯實，又因限於回填後需即開放通車之因素，導致夯實能量及時間不足，造成管線挖掘埋設後，導致道路路面沈陷、龜裂及AC剝落等缺失，影響行車安全及舒適性。另因台灣地區天然砂石料源短缺及管溝開挖棄土任意棄置河川公地或偏僻地區，對環境及生態將造成重大衝擊，為解決這些問題，以CLSM作為管線工程之管溝回填料自民國90年開始陸續使用。

國內首先由預拌場生產CLSM運用於工程之實例，係於2001年由台灣營建研究院與台北市政府工務局養工處合作選擇管線回填工地三處，依工地現況循CLSM規範實際施作回填並進行各項檢驗。CLSM施工簡易快速，由澆注完成至AC開始鋪築的時間約3小時左右。圓柱試體28天抗壓強度達 107.8 kg/cm^2 ，後續強度緩慢增加至75天齡期鑽心抗壓試驗的 111.5 kg/cm^2 ，惟強度高於理想之 90 kg/cm^2 以上，不利日後再開挖性之需求。而針對AC鋪設完成後之沉陷釘監測數據顯示，一天齡期的沉陷量由0.01公分至0.005公分不等，齡期28天後之總沉陷量約在0.3公分~0.07公分左右。國內首先利用現場棄土拌製成CLSM材料應用於管溝回填之管線工程，則為中華電信公司於民國90年10月辦理台九線雙流-丹路新建幹配管工程。齡期28天後之總沉陷量約在0.4公分~0.04公分左右，證明不論由預拌場生產CLSM或由現場棄土拌製成之CLSM，運用於管溝開挖回填上有相當防止沉陷之能力〔內政部營建署，2002〕。

行政院於97年開始推動路平專案，為求路面平整，大部分路權單位已開始要求管線單位施工時均需使用CLSM作為管溝回填材料，以同時解決管溝棄土、天然砂石料源不足及路面平整度要求等三方面問題。2001年沈永年等人研究CLSM於管道回填工程之應用，顯示CLSM之高流動性、施工快速、容易再開挖、沉陷量低及經濟性等優點，將可解決傳統砂石回填工法所產生之問題〔沈永年、陳仙洲、王聰田，2001〕。

2.1.3 CLSM之材料組成及配比設計

公共工程施工綱要規範第03377章V5.0控制性低強度回填材料：控制性低強度回填材料（Controlled Low Strength Material，以下簡稱CLSM）係由水泥、卜作嵐或無機礦物摻料、粒料及水按設定比例拌和而成，必要時得使用化學摻料〔公共工程委員會，2010〕。

國內研究部分，柴希文、謝佩昌提出礦物摻料在CLSM上之運用〔柴希文、謝佩昌，1999〕。潘昌林、鄭瑞濱在控制性低強度材料(CLSM)之工程運用研究中說明，CLSM 與一般混凝土的使用材料，並無明顯的不同，其仍由粗、細骨材、波特蘭水泥以及水所共同組成。在CLSM配比設計，其單位體積之粗骨材含量在 200kg/m^3 - 400kg/m^3 間，細骨材在 1280kg/m^3 - 1480kg/m^3 間，迥異於一般混凝土粗骨材之 700kg/m^3 - 1100kg/m^3 間與細骨材之 700kg/m^3 - 1000kg/m^3 間的含量。且在一般混凝土中，粗、細骨材具有諸如健度、粒徑分佈、有機物含量等嚴格的限制，但CLSM 對骨材之要求並無特殊限制，廢棄磚石、爐渣、鑄砂等之再生骨材，亦皆為CLSM 之理想原料〔潘昌林、鄭瑞濱，2002〕。內政部營建署委託台灣營建研究院辦理「控制性低強度材料於土木工程應用之研究」針對一般型及早強型(凝結時間3.2~6小時)CLSM作最佳配比研究。一般型CLSM配比試驗係以水泥、砂、水、爐石為拌合材料並添加輸氣劑，試驗所得28天抗壓強度約在25.6~16.7 k

$g / c m^2$ 之間；早強型CLSM配比試驗分氯化鈣系列及非氯化鈣系列，氯化鈣系列係以氯化鈣為催化劑，試驗所得28天抗壓強度約在40~80k $g / c m^2$ 之間。非氯化鈣系列係以早強水泥、高爐水泥、爐石或爐灰與水及砂拌合〔內政部營建署，2002〕。

Crouch 研究以石灰石配合超高度細砂製成 CLSM [Crouch, L. K., 1998]。Nmai 等人運用泡沫添加劑提出新型之 CLSM，可提高施工現場之工作性 [Nmai, C.K., Mcneal, F., & Martin, D., 1997]。Naik 研究添以鑄造砂取代飛灰 30~85% 做試驗，結果顯示添加鑄造砂之 CLSM 圓柱試體抗壓強度由 0.34~0.69Mpa 降低至 0.28~0.62Mpa，而對 CLSM 之滲透性則鑄造砂之取代率需至 85% 以上始有顯著影響 [Naik, T.R., Singh, S.S. and Ramme, B.W., 2001]。

2.1.4 CLSM 之工程性質

CLSM之工程性質在未硬固前之塑性狀態主要為流動性、泌水率及抗析離性。硬固後之工程性質主要為抗壓強度、沉陷性、滲透性及再開挖性等。內政部營建署控制性低強度材料於土木工程應用之研究-第六章CLSM與剩餘土石混合之研究，以現地工程施工所產生之剩餘土石為基本材料，應用實驗方式製備CLSM或土壤CLSM(soil-based flowable fill)，探討其配比設計與工程性質之關係，包括：流動性、泌水率、早強性、耐久性、承载力、濕陷性、三軸剪力強度等CLSM之工程性質〔內政部營建署，2002〕。

余德全在台灣南部地區剩餘土拌合之控制性低強度材料於回填工程應用之探討，依工程實際案例進行各案例之配比設計試驗及現場沉陷監測，藉以探討工程剩餘土石拌合之CLSM作為回填材料之相關工程性質，得出四項結論(1) CLSM之單位重比傳統級配之單位重為重。(2)修正流度值隨水灰比(W/C)增加而提高。(3)水灰比(W/C)汲水固比(W/S)與泌水量成正比，水灰

比(W/C)為1.7以下，水固比(W/S)1.2以下即無泌水現象發生。(4)單軸強度隨試體養護期齡增加而提高，單軸強度與水灰比及水固比成反比〔余德全，2002〕。

盧俊愷、詹孟晃以單軸抗壓實驗取得CLSM之應力應變曲線，計算彈性模數及波松比，分析並建立CLSM力學行為預測模式。Lianxiang Du, Kevin J. F., & David T. 以三種不同級配添加三種不同形式之飛灰作為配比設計，探討新拌之CLSM用水量對流動性與抗壓強度之影響〔Lianxiang Du, Kevin J. F., & David T., 2002〕。

2.1.5 CLSM 在工程之應用

針對CLSM在工程應用之相關研究有：內政部營建署控制性低強度材料於土木工程應用之研究，以CLSM應用於擋土牆背側之回填、管線埋設之回填及路基回填等實務案例研究結果，所採用之現場開挖之工程剩餘土石方，作為粒料之材料，具有廢棄物再生利用的特色，在流動性與自充填性方面有其優異之特性。惟因其土壤性質具多變性(每區段所開挖出之剩餘土石方都不盡相同)，在拌合配比上，需隨土壤變化適時調整，以達工程需要〔內政部營建署，2002〕。

李維峰控制性低強度材料之工程應用案例研究:CLSM在國外已使用有十餘年之久，並累積相當多工程案例與具體效益。國內，台灣營建研究院於民國86年起即引入此一材料，進行以一般混凝土原物料之配比與應用研究，謀求改善諸多管溝回填工程的夯實不確實所造成不均勻沈陷問題。相關研究的成果顯示此新材料的應用，解決了管線挖掘埋設後人工夯實不足，引致道路路面下陷、龜裂以及路面剝落等缺失，減少了大量的夯實人工使用與施工所引發的噪音。並說明剩餘土石方產製CLSM材料配比，具備相當容易生產的特性，材料品質並不像混凝土般的嚴苛，而是一只要確認

CLSM兼具自流動性與低強度理念，即可進行生產、應用的材料〔台灣營建研究院，2005〕。

2.2 CLSM 及一般混凝土之相關試驗規範

依據內政部營建署委託台灣營建研究院辦理之控制性低強度材料於土木工程應用之研究，整理 ASTM 及 CNS 中關於 CLSM 及一般混凝土材料之相關試驗規範如表 2-1，可看出並無 CLSM 鑽心試體之抗壓強度試驗規範〔內政部營建署，2002〕。



表 2-1 ASTM 及 CNS 中關於 CLSM 及一般混凝土材料之試驗規範整理

ASTM 及 CNS 中關於 CLSM 及一般混凝土材料之試驗規範				
試驗進行目的	CLSM ASTM 試驗規範	試驗內容	一般混凝土 CNS 試驗規範	備註
配比檢核	ASTM-D6023-96	新拌混凝土之單位重、流變行為與含氣量之試驗規定	CNS-11151	
流變行為試驗	ASTM-D6103-97	CLSM 流度試驗		
	ASTM-C143-98	混凝土坍度試驗法	CNS-1176	
取樣與製作試體規定	ASTM-C172-97	新拌混凝土取樣法	CNS-1174	
	ASTM-C192-98	實驗室試體製作及養護法	CNS-1230	
	ASTM-C31-98	現場試體製作及養護法	CNS-1231	
	ASTM-C470-98	混凝土圓柱試體模具規格		
	ASTM-D5971-96	CLSM 的取樣規定		
可繼續施工檢驗	ASTM-D6024-96	落沉試驗		
	ASTM-C403-97	凝結時間測定法		
	ASTM-D1558-99	現場貫入試驗法		
硬固性質試驗	ASTM-C617-98	混凝土試體蓋平規定	CNS-11297	
	ASTM-D4832-95	圓柱試體抗壓強度檢驗法	CNS-1232	本研究重點
	無	鑽心試體抗壓強度檢驗法	CNS-1238	本研究重點

資料來源: 內政部營建署, 2002 控制性低強度材料於土木工程應用之研究

2.2.1 圓柱試體抗壓強度試驗規範

一般混凝土圓柱試體抗壓強度試驗規範為 CNS 1232。對於混凝土的強度及品質控制, 依 CNS 3090 與 CNS 12891 之規定:(1).試驗頻率:A.每種混凝土每 120m³ 至少試驗一次, 每一天每一種混凝土至少進行試驗一次。B.每

一組製作二個以上之試體，以供強度試驗之用；若其中一個試體其強度偏低，是由於在取樣製作、養護、試驗等因素造成時，可予刪除而以剩餘試體之紀錄作為試驗值。(2).合格之認定：每一種混凝土的全部強度試驗結果，須同時滿足下列二規定： A.任何連續三組強度試驗之平均值不得小於 f_c' 。B.任何一組強度試驗結果不得低於 $f_c' - 3.4 \text{ MPa}$ (35 kgf/cm^2)〔經濟部標準局，2002〕。

CLSM 圓柱試體抗壓強度試驗規範為 ASTM D4832，與一般混凝土試用規範不同點在於加載速率之規定不同。CNS 1232 規定加載速率需維持在每秒 $1.5 \text{ kg/cm}^2 \sim 3.5 \text{ kg/cm}^2$ 之間，ASTM D4832-02 規定加壓速率較慢，達破壞強度至少需在 2 分鐘以上。CLSM 的強度及品質控制，依工程會 2010 年 12 月 9 日修訂之公共工程施工綱要規範第 03377 章 V5.0 控制性低強度回填材料抗壓強度試驗之規定：(1).每種 CLSM 每澆置 $[50][100] \text{ m}^3$ 應取樣一次製作[一]組至少[二只]圓柱試體，不足 $[50] \text{ m}^3$ 者以 $[50] \text{ m}^3$ 計，但分批取樣餘數未達 25 m^3 者，得併入前一組取樣，每次澆置量未達 $[20 \text{ m}^3]$ 者經工程司同意得免作抗壓強度試驗。(2).圓柱試體應依照 ASTM D4832 之規定製作及試驗。(3).除設計時另有規定外，CLSM 規定抗壓強度為 $[28]$ 天齡期之試驗強度〔公共工程委員會，2010〕。

2.2.2 鑽心試體抗壓強度試驗規範

一般混凝土鑽心試體試驗規範為 CNS1238(混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法，抗壓強度試驗依照 CNS1232 規定)。原依建築技術規則建築構造篇第 352 條鑽心試驗規定：取 3 個代表性試體為一組，同組試體平均強度不低於規定強度之 85%。鑽心試驗結果不合格，或對結構物的安全有疑慮時，應辦理結構分析及（或）載重試驗。對結構物強度評估結果仍有疑慮時，可採取補強、重做或限制使用等措施。最低合格標準為任何一個試

體強度試驗值大於或等於 $0.75f_c'$ ，且三個試體之強度試驗平均值應大於或等於 $0.85 f_c'$ 〔內政部營建署建築技術規則，2002〕。惟本條文內政部已刪除。另依內政部營建署結構混凝土施工規範第十八章混凝土施工品質之評定與認可18.5節鑽心試驗之規定：當混凝土品質之評定發生試驗室養護試體之強度試驗結果不符合要求時或監造者認為需要時，應進行鑽心試驗。18.5.5節鑽心試體合格之標準為：同組試體之平均強度不低於規定強度 f_c' 之85%，且任一試體之強度不低於 f_c' 之75%。此規定乃基於實際狀況之考量，因為試驗過程中存在著試體尺寸之效應、鑽心取樣及處理過程等之影響，且工地養護效果常不能達試驗室養護之程度，故鑽心試體無法要求其強度達 f_c' ，而以 f_c' 之85%為標準是合理的。至於個別試體最低強度為 f_c' 之75%，亦為其對應之考量〔內政部營建署，2002〕。

CLSM 鑽心試體部份目前則無適用規範，部分管線單位工程契約規定比照一般混凝土鑽心試體試驗規範 CNS1238，最低強度合格標準不一。另依據財團法人全國認證基金會 TAF-CNLA-S01(6)之規定：(1). 實驗室申請可控制低強度回填材料(CLSM)抗壓強度試驗時，應具備可以穩定之定荷重速率於二分鐘加壓至 250 kgf 之試驗機，可控制低強度回填材料(CLSM)抗壓強度試驗亦應以定荷重速率執行。(2). 實驗室經本會認可之可控制低強度回填材料(CLSM)抗壓強度試驗之樣品為 $\Phi 15 \times 30\text{cm}$ 或 $\Phi 12 \times 24\text{cm}$ 等，直徑與高度比為 1:2 之模鑄圓柱試體，若為鑽心試體，不可出具認可標誌之報告。(3). 實驗室通過可控制低強度回填材料(CLSM)抗壓強度試驗之認證，可依據 ASTM D4832 規定之抗壓程序執行多功能再生混凝土 (Multi-functional Regeneration Concrete, MRC) 抗壓強度試驗，並出具認可標誌報告；不得以 CNS 1232 執行 CLSM 及 MRC 之測試及出具認可標誌報告〔財團法人全國認證基金會，2010〕。

2.3 各單位 CLSM 之施工檢驗規定

2.3.1 公共工程委員會施工綱要 CLSM 施工取樣及檢驗規定

公共工程委員會新修定施工綱要規範第 03377 章 V5.0 控制性低強度回填材料 3.6.4 抗壓強度試驗規定：

- (1). 每種 CLSM 每澆置 [50][100][] m^3 應取樣一次製作 [一][] 組至少 [二只][] 圓柱試體，不足 [50][] m^3 者以 [50][] m^3 計，但分批取樣餘數未達 $25m^3$ 者，得併入前一組取樣，每次澆置量未達 [20 m^3][] 者經工程司同意得免作抗壓強度試驗。
- (2). 圓柱試體應依照 ASTM D4832 之規定製作及試驗。
- (3). 除設計時另有規定外，CLSM 規定抗壓強度為 [28][] 天齡期之試驗強度。(因應國內使用狀況，若使用工程為永久的結構回填，建議強度以不超過 90 kgf/cm^2 為佳，若應用為鋪面管溝工程之回填，則建議不超過 50 kgf/cm^2 為上限)。〔公共工程委員會，2010〕。

2.3.2 台灣自來水股份有限公司工程契約 CLSM 施工取樣及檢驗規定

台灣自來水股份有限公司 99 年元月版工程契約，自來水管理設工程施工說明書第十五項控制性低強度回填材料施工說明書：

3.2 澆置及取樣

3.2.5 取樣通知：至遲應於施工前一日填送「控制性低強度回填材料機動取樣通知單」，通知甲方屆時派員機動取樣，原預定施工日若因事無法施工時，至遲應於當日上午九時前知會取消之。未按上述通知取樣或試體抗壓時未經監造單位現場人員會驗之施工段，應按 CNS 1238 方法鑽心取樣並做抗壓試驗，否則該未經查驗路段之控制性低強度回填材料應不予計價。

3.2.6 機動取樣：取樣時務採機動方式，並依照 ASTM D 5971 所規定之程序取樣。乙方應隨時備妥足夠之 $\Phi 15\text{cm} \times 30\text{cm}$ 試體製作模具，以待配合會同甲方人員無預警取樣，每組圓柱試體之製作及檢驗費用已編列於控制性低強度回填材料單價中，不另計價。

3.2.7 取樣基數(頻率)：於管徑 $\Phi 1000\text{mm}$ 以下之管線埋設，以不超過 200 公尺取樣 1 組；於管徑 $\Phi 1000\text{mm}$ (含)以上之管線埋設，以不超過 100 公尺取樣 1 組，此其稱之為「取樣基數」。惟推進管間推進坑及到達坑則另需各取樣 2 組。

3.3 檢驗:

3.3.1 試體製作：圓柱試體(15*30cm)應依照 ASTM D4832 之規定製作及試驗，並去除 1 吋以上粗粒

料，每組 2 顆作為達 28 天以上抗壓強度試驗。

3.3.2 抗壓強度試驗 (含圓柱及鑽心試體；監造單位現場人員務必會同及處理)：其檢驗處理原則及減價收受依下列規定辦理。

(1).取樣試體所代表之控制性低強度回填材料數量，為[前次取樣位置]迄[本次取樣位置]間之施工段澆置量。

(2).控制性低強度回填材料 28 日以上齡期抗壓強度之判定接受辦法如下：

圓柱試體 強度(kg/cm ²)	鑽心試體 強度(kg/cm ²)	控制性低強度回填材料計價及處理方式	
		獨立工項	以公尺計價者
20(含)~50(含)	15(含)~50(含)	設計要求內不扣減	
15(含)~20 或 50~60(含)	11.25(含)~15 或 50~60(含)	扣減該樣品代表 施工數量之 40%	以該單價分析之控制性低強度回填材料 單價，扣減該樣品代表施工數量價款之 40%
10(含)~15 或 60~70(含)	7.5(含)~11.25 或 60~70(含)	扣減該樣品代表 施工數量之 70%	以該單價分析之控制性低強度回填材料 單價，扣減該樣品代表施工數量價款之 70%
> 70	> 70	扣減該樣品代表 數量之 100%	以該單價分析之控制性低強度回填材料 單價，扣減該樣品代表數量價款之 100%。
< 10	< 7.5 或無法鑽取	1.視為不合格，並處以甲類罰款。 2.依甲方之指示，決定該基數控制性低強度回填材料警示帶 以上路面承載層應拆除改善之深度(至少 30cm)，甲方指示 改善部份視改善後品質依上列方式計價，未指示改善部份 仍不計價處理，上述拆除重做所需工期並應照計。	

註： 1.甲方認為必要時，得對鑽心取樣之試體作抗壓試驗，其與對照代表之各基數範圍機動取樣圓柱試體強度比較之，兩者以強度小者為準(兼顧防止圓柱試體被假冒，及避免廠商取巧而僅強化路面表層強度)。

2.控制性低強度回填材料回填後，須俟會壓 28 天以上抗壓強度合格後，方得估驗或竣工，期間若無其它未完工程及待處理事項時得停復工處理。

3.3.3 回填不實處理：控制性低強度回填材料澆置達 28 天(含)後，甲方得指定任意回填深度之強度試驗，乙方應負責按 CNS 1238 方法鑽取該深度以下試體或開挖至該深度後鑽取試體 (由乙方備妥鑽心機具，並無須經養護於當日立即進行抗壓試驗)，其試體強度容許以 3.3.2 節(3)圓柱試體抗壓強度規定之 75 %折減之，其長度不足以作為抗壓試體時(長度低於 1 倍直徑)，視為回填不實，得於 2

公尺範圍內另擇乙處鑽心取樣複核，當 2 處鑽心取樣之長度均不足以作為抗壓試體時，不論其圓柱試體抗壓強度是否合格，該基數之控制性低強度回填材料應挖除重做或以不計價處理(價款為每公尺計價者，以契約單價分析之控制性低強度回填材料單價，扣減該樣品代表施工數量價款)，並應予甲類罰款之。〔台灣自來水股份有限公司，2010〕

2.3.3 台灣電力股份有限公司工程契約 CLSM 施工取樣及檢驗規定

台灣電力股份有限公司 93 年 10 月 6 日訂定之高性能低強度材料規範(目前工程契約仍延用本規範):

五、檢驗取樣

CLSM 每次施工應至少取樣一次，且按 CNS 1231 製作 5 個圓柱試體(φ 12*24 公分)，於 CLSM 出廠 12 小時後及 28 天按 ASTM D4832-02 求其抗壓強度(每組二個，第五個為備用之試體，由監造者認為有需要時進行抗壓試驗以供參考)。

六、品質要求

1. CLSM 出廠 12 小時後(白天施工者可於翌日上午送驗)，兩個圓柱試體之平均強度不得低於 7kg/cm^2 。
2. 回填施工後開放交通一個月內路面情況須符合養工處之要求，路面修復平整度與原有路面高低差不大於 1 公分之情況。
3. 申挖單位至養工處辦理完工結案時，應檢附 CLSM 經檢驗機構或專業技師簽認之強度試驗報告，否則不予受理並管制其後續之挖掘申請。
4. 28 天期齡之強度不得大於 90kg/cm^2 。
5. 如有疑議或爭議，得於施工現場再開挖以鑽心取樣之試體強度為準，所需費用由承商負擔。

〔台灣電力股份有限公司，2004〕

2.3.4 中國石油股份有限公司工程契約 CLSM 施工取樣及檢驗規定

中國石油股份有限公司 98 年 12 月 7 日訂定之高性能低強度材料施工規範:

四、澆置、養護及檢驗取樣:

- 4.7 依工程規模不同，澆置期間由工程經辦部門規定取樣頻率(建議管溝開挖面積約達每 300m^2 取樣 1 組為原則)，每組製作 3 個圓柱試體(φ 15cm*30cm)，依 ASTM D4832 之試驗方式求其抗壓強度(2 個驗收用，於 28 天以後(含)試壓，1 個作為備用試體)。

五、驗收:

- 5.1 CLSM 取樣試驗結果，28 天以上(含)齡期抗壓強度應達 20kg/cm^2 以上，且不超過 50kg/cm^2 。

5.4 如有疑義或爭議，得於施工現場再開挖並以鑽心機進行取樣，試體強度應達應達 20 kg/cm^2 以上，且不超過 50 kg/cm^2 為合格，試體強度檢驗合格時，所需費用由本公司負擔，若不合格時，其檢驗費用及後續需改善至合格所需費用全部由廠商負擔。〔中國石油股份有限公司，2009〕

2.3.5 台北自來水事業處工程契約施工取樣及檢驗規定

台北自來水事業處工程契約控制性低強度回填材料施工規範：

3、施工：

3.5 檢驗

3.5.1 除契約另有約定外，各項材料及施工之檢驗項目如下表：

名稱	檢驗項目	依據之標準	規範之要求	頻率
控制性低強度回填材料	坍流度	CNS14842	40-60cm	每批 1 次
	初凝時間	ASTM C403	4 小時以內	
	落沉強度試驗	ASTM D6024	一般型:24 小時 早強型:4 小時	
	24 小時抗壓強度	ASTM D4832	7 kg/cm^2 以上	1. 累計澆置數量未達 50 m^3 時，至少取樣 1 次，每次製作 1 組至少 5 只試體。2. 累計澆置數量超過 50 m^3 時，每 50 m^3 加驗 1 次。
	28 天以上抗壓強度	ASTM D4832	$40 \sim 80 (\text{kg/cm}^2)$	

3.5.8 如有疑義或爭議，得於施工現場再開挖以鑽心取樣之試體強度為準，所需費用由承商負擔。

〔台北自來水事業處，2010〕

2.4 小結

CLSM具廢棄物再利用特性，廢棄磚石、爐渣、鑄砂等再生骨材及管溝土石方均可作為拌合材料，為解決路平及管溝棄土問題，以CLSM作為管線工程回填材料已成趨勢。國外自1980年開始研究使用作為管溝回填材料已

20年，訂有圓柱試體抗壓強度標準試驗規範ASTM D4832。國內則自2001年開始應用於管溝回填迄今亦已10年，惟同屬管線單位，除圓柱試體抗壓強度比照國外ASTM D4832試驗規範相同外，其餘諸如強度合格要求標準、試體尺寸、鑽心試體試驗規範等各管線單位均不相同，亟待研訂統一規範，減少執行困擾。



第三章 現況問題探討

3.1 各單位 CLSM 施工檢驗規定探討

路權單位大部分均已要求管線單位須以CLSM作為管溝回填料，而對CLSM材料之規範，目前各管線單位多參考公共工程委員會施工綱要規範第03377章「控制性低強度回填料施工規範」及路權單位之規定，再依據工程特性制定契約規範，以管線工程為例，各管線單位之契約規範條文不一，造成執行困擾。

國內應用於低強度需求工程之 CLSM，皆屬水泥混凝土材質，其相關檢驗項目中，主要以具工作性指標之坍流度試驗、開放通車時效之初凝時間及評定承載負荷、再開挖性之抗壓強度試驗等與工程目的需求較具關聯性。經整理公共工程委員會及四家公營管線單位，其 CLSM 材料施工規範中，主要試驗項目之規範及要求標準比較如表 3-1。

由表 3-1 資料顯示現行各管線單位 CLSM 之契約規定，雖屬同性質埋設於道路之管線工程，但各單位規定都不同。坍流度、初凝時間、及落沉強度試驗，各單位之規範及要求標準大致相同，較無爭議。圓柱試體 28 天抗壓強度部分，公共工程委員會、台灣自來水公司、台北自來水事業處、台灣電力公司及中國石油公司等五個單位，規定之試驗均採正式認可之 ASTM D4832-02 規範，亦無爭議，但強度要求標準卻有四種不同規定。以管線工程為例，公共工程委員會建議圓柱試體抗壓強度要求標準 $\leq 50\text{kg/cm}^2$ ，台灣自來水公司與中國石油公司要求標準為 $20\sim 50\text{kg/cm}^2$ ，台北自來水事業處要求標準為 $40\sim 80\text{kg/cm}^2$ ，台灣電力公司要求標準 $\leq 90\text{kg/cm}^2$ ，五個單位對 CLSM 圓柱試體抗壓強度要求標準除台灣自來水公司與中國石油公司相同外，其餘均不相同。鑽心試體部份，除台灣自來水公司契約規定比照一般混

凝土之 CNS1238 規範外，其餘四個單位均未規定試驗規範。鑽心試體抗壓強度要求標準，台灣自來水公司契約規定 15~50 kg/cm²，中國石油公司契約規定 20~50 kg/cm²，其餘三個單位則未規定。



表 3-1 各單位 CLSM 施工規範主要試驗項目規範及要求標準比較表

試驗項目		單位	公共工程委員會(99年)	台灣自來水公司(99年)	台北自來水事業處(99年)	台灣電力公司(93年)	中國石油公司(98年)
坍流度	試驗規範	CNS14842	CNS14842	CNS14842	CLSM 置於內徑 3" 長度 6" 之塑膠管內將管頂抹平後拉起塑膠管約 20 公分，量測 CLSM 直徑需超過 20 公分以上	CNS14842	
	要求標準	40cm 以上	40~60cm	40~60cm		40~60cm	
初凝時間	試驗規範	未規定	未規定	ASTM C403	ASTM C403	未規定	
	要求標準	未規定	3.5~5 小時以內	4 小時以內	3.5 小時以內	3.5 小時以內	
落沉強度試驗	試驗規範	ASTM D6024	ASTM D6024	ASTM D6024	未規定	ASTM D6024	
	要求標準	一般型： [12][24]小時 早強型： [3][4]小時	未規定	一般型：24 小時 早強型：4 小時	未規定	早強型：3.5 小時	
圓柱試體 28 天抗壓強度	試驗規範	ASTM D4832-02	ASTM D4832-02	ASTM D4832-02	ASTM D4832-02	ASTM D4832-02	
	要求標準	永久結構回填 $\leq 90\text{kg/cm}^2$ ； 管溝工程 $\leq 50\text{kg/cm}^2$	20~50 kg/cm^2	40~80 kg/cm^2	$\leq 90\text{kg/cm}^2$	20~50 kg/cm^2	
鑽心試體抗壓強度	試驗規範	未規定	CNS1238	未規定	未規定	未規定	
	要求標準	未規定	15~50 kg/cm^2	未規定	未規定	20~50 kg/cm^2	

資料來源:本研究整理

3.2 CLSM 抗壓強度與試體尺寸規定問題探討

CLSM於國內管線工程之應用，主要以確保管溝開挖施工回填後承載力需足夠應付龐大交通流量，並兼顧日後因特殊需求之易再開挖性能為考量重點。國外依據ASTM D4832-02規範規定圓柱試體尺寸為 $\Phi 15*30$ 公分，28天抗壓強度不超過1200psi(84 kg/cm²)，一般典型應用之強度範圍為50~100 psi(3.5~7 kg/cm²)。國內各單位對CLSM28天抗壓強度合格之界限值、圓柱試體或鑽心試體之尺寸及抗壓強度規定標準，整理如表3-2。

表3-2 各單位管線工程CLSM圓柱及鑽心試體尺寸與抗壓強度規定比較表

單位		公共工程委員會	台灣自來水公司	台北自來水事業處	台灣電力公司	中國石油公司
圓柱試體 28天抗壓強度	試驗規範	ASTM D4832-02				
	要求標準	$\leq 50\text{kg/cm}^2$	20~50kg/cm ²	40~80kg/cm ²	$\leq 90\text{kg/cm}^2$	20~50kg/cm ²
	試體尺寸	未規定	$\Phi 15*30\text{cm}$	未規定	$\Phi 12*24\text{cm}$	$\Phi 15*30\text{cm}$
鑽心試體 抗壓強度	試驗規範	未規定	比照 CNS1238	未規定	未規定	未規定
	要求標準	未規定	15~50kg/cm ²	未規定	未規定	20~50kg/cm ²
	試體尺寸	未規定	未規定	未規定	未規定	未規定

資料來源:本研究整理

由表3-2資料，工程會公共工程施工綱要規範規定圓柱試體28天抗壓強度，屬永久結構回填建議小於90kg/cm²;屬鋪面管溝工程之回填建議不超過50kg/cm²為上限，圓柱試體之尺寸則未規定〔公共工程委員會，2010〕。台灣自來水公司及中國石油公司規定圓柱試體28天抗壓強度須在20~50 kg/cm²，圓柱試體之尺寸為 $\Phi 15*30$ 公分〔台灣自來水股份有限公司，2010；中國石油股份有限公司，2009〕。台北自來水事業處規定圓柱試體28天抗

壓強度須在 $40\sim 80\text{ kg/cm}^2$ ，圓柱試體之尺寸則未規定〔台北自來水事業處，2010〕。台灣電力公司規定圓柱試體28天抗壓強度須在 90 kg/cm^2 以下，試體之尺寸為 $\Phi 12*24$ 公分〔台灣電力股份有限公司，2004〕。圓柱試體抗壓強度規定偏高或偏低，將造成結構承载力不足之破壞行為或影響日後因應特殊需求之再開挖性而引發困擾。以同屬性之自來水管線埋設工程為例，CLSM圓柱試體28天抗壓強度，台灣自來水公司規定須在 $20\sim 50\text{ kg/cm}^2$ ，而台北自來水事業處則規定須在 $40\sim 80\text{ kg/cm}^2$ 之間，兩單位差異頗大。依工程會之建議管溝工程以不超過 50 kg/cm^2 為上限，台北自來水事業處規定強度較高，將不利日後破管維修及用戶外線新裝工程之再開挖性。

有關不同圓柱試體之尺寸，對CLSM抗壓強度之影響，張家瑋於高性能低強度混凝土材料力學行為之研究，分別採用 $\Phi 7.5*15$ 公分、 $\Phi 10*20$ 公分、 $\Phi 12*24$ 公分及 $\Phi 15*30$ 公分等四種不同尺寸之CLSM試體，接受單軸抗壓強度後，利用抗壓強度值與試體尺寸所描繪之關係圖，和一般混凝土之強度與尺寸關係圖做相互比對，可以發現曲線的趨勢走向極為接近，也就是當CLSM圓柱試體的尺寸越小，則所得的強度越高，其曲線走向也較陡峭，相對的當試體尺寸越大時則強度會越來越低，強度變化率也越來越小，而曲線越來越趨緩和〔張家瑋，2005〕。

3.3 CLSM 鑽心試體試驗規定探討

國內對CLSM圓柱試體抗壓強度試驗，多採ASTM D4832 試驗方法，財團法人全國認證基金會亦指稱，一般混凝土採用之CNS 1232 標準並非適用上述CLSM之試驗，其主要原因，在於試驗過程加載速率之差異，CLSM之抗壓強度檢驗速度較慢。對CLSM圓柱試體抗壓強度如有疑義或爭議時須辦理鑽心，但鑽心試體抗壓強度試驗目前並無標準試驗規範，且各單位之規定未明確，執行易生爭議。公共工程施工綱要規範、台灣電力公司及台

北自來水事業處均未對CLSM鑽心試驗方式或合格標準訂定規範。中國石油公司規定鑽心試體強度需與圓柱試體規定之強度標準相同，無折減係數且未規定試驗方式。台灣自來水公司雖明確規定CLSM鑽心試驗比照一般混凝土鑽心試體及鋸切長條試體取樣法CNS 1238規範(該規範試體抗壓強度試驗依照CNS 1232 規定處理)，CLSM鑽心試體強度折減率98年以前之契約規定為85%，99年之契約規定為75%，可見各單位之規定不一，合理性有待探討。陳仙州及劉英偉亦指出:部分單位要求以 CNS 1238 規定，檢測CLSM14天齡期鑽心試體抗壓強度，俾為工程驗收付款依據之作法，非但實務層面難以完整取樣，且有違規範要義，此點由CNS 1238 之4.試體取樣-4.1 通則「混凝土未達一定強度前，不得進行混凝土強度試驗」〔陳仙州、劉英偉，2006〕。

本研究現地試驗部份，於自來水管線工程管溝回填 CLSM 達 28 天以上齡期時，以 CNS 1238 規範取樣，確常發生斷裂無法完整取樣之情形。因於鑽心過程中，鑽心機需注水鑽取試體，水量控制及鑽取後試體如卡於鑽筒中，需輕敲筒身始能取出，常造成試體斷裂，致試體長度不足無法測試抗壓強度，即使長度符合需求，但於鑽心加水及敲擊鑽心桶取出時，對屬低強度之 CLSM 亦將影響強度。

在台灣自來水公司工程執行過程中，公共工程委員會、經濟部國營會或公司內部工程抽查時，多要求需進行 CLSM 鑽心取樣測試抗壓強度，常發生無法完整取樣或鑽心試體抗壓強度低於規定值，而判定品質不合格之案例。因該公司契約規定 CLSM 品質合格認定以鑽心強度與監造單位於施工現場機動取樣製作之圓柱試體強度比較之，兩者以強度小者為準。但依承包商立場而言，於管溝回填 CLSM 時，會同監造單位現場取樣製作之圓柱試體 28 天抗壓強度送驗確屬合格，且 CLSM 圓柱試體抗壓強度有 ASTM D4832 之標準試驗規範，並可出具 TAF 實驗室之認證報告，而 CLSM 鑽心

試體強度尚無標準試驗規範，且依據財團法人全國認證基金會 TAF-CNLA-S01(6)之規定若為鑽心試體，不可出具認可標誌之報告。故比照一般混凝土鑽心試體之試驗規範 CNS 1238，並無法出具 TAF 實驗室之認證報告，遇鑽心試體不合格時即衍生履約爭議及合約公平性問題。

3.4 影響 CLSM 抗壓強度不易量化變數問題探討

管線工程為減少棄土量而利用管溝開挖土壤作為 CLSM 之拌合材料，對影響 CLSM 強度不易量化之變數主要有：

(1).土壤土質變數掌控不易

一般土木及建築結構工程，多屬定點開挖施工，藉由地層鑽探資料分析，較易掌控土壤土質狀況。而管線工程多係沿道路埋設，埋管長度短則數百公尺，長者數公里，沿線開挖之土壤土質變化大，部分單位契約雖規定施工前需開挖取樣試拌，作為配比設計之依據，惟實務執行時，限於路權單位及交通現況因素，取樣密度無法過多，遇土質變化時，原配比設計強度即發生差異，故欲精確掌控配比實屬不易，此亦是規範對 CLSM 強度要求範圍訂定較大之考量因素。另 CLSM 強度之要求是上限值，不同於一般預拌混凝土所要求之強度下限值。

(2).施工環境變數影響養護

一般混凝土灌漿後之養護，對其強度發展影響極大，依據公共工程施工網要規範第 03390 章 V5.0 混凝土養護之規定：

3.施工

3.1 施工方法

3.1.1 一般規定

- (1) 除非採用加速養護或另有規定外，混凝土的養護時間應視水泥的水化作用及達成適當強度之需求儘可能延長，且不得少於 7 天。
- (2) 養護期間應保持模板潮溼。若於養護期間拆除模板，則拆模後應符合下列條件繼續養護：

A. 養護期間其周圍溫度應維持[13℃][]以上。

B. 混凝土暴露面周圍應儘量避免空氣之流動。(公共工程委員會，2007)

CLSM 灌漿後之養護，依據公共工程施工綱要規範第 03377 章 V5.0

控制性低強度回填材料施工養護規定：

3. 施工

3.5 養護

CLSM 澆置完成後，需進行灑水養護，並使用麻袋、塑膠布及其他適當物品覆蓋或依設計圖說規定辦理，養護時間依設計圖說規定。(公共工程委員會，2010)

對於一般混凝土構造物而言，灌漿後較無立即需使用之問題，多可依規定程序辦理養護。而管線工程係沿道路施工，開挖埋管後回填 CLSM，路權單位考量交通因素對於車流量大之重要道路，多要求於初凝後即需鋪設瀝青混凝土恢復通車，而車流量較小之次要道路，亦要求最遲需於施工隔日即鋪設瀝青混凝土路面，故管線工程管溝回填 CLSM 後幾乎無法養護，對 CLSM 強度之發展影響程度難以預估。

(3). 道路車流量載重及滾壓夯實外力變數

一般混凝土於灌漿後需施以適當之保護，以利強度之發展，依據公共工程施工綱要規範第 03310 章 V6.0 結構用混凝土之規定：

3. 施工

3.5 保護及修補

3.5.4 新澆置後至少 7 天內，應保護混凝土不受天候侵害，包括雨水、過度日曬及過高或過低溫度。

3.5.5 為保護澆置後之混凝土凝結過程不受載重之影響，混凝土充分硬化至足以承擔載重前，不得施加载重。(公共工程委員會，2010)

而管線工程回填 CLSM 限於道路交通因素，於達初凝後，在未充分硬化之情況下即鋪設瀝青混凝土開放通車，在鋪設瀝青混凝土滾壓夯實過程及開放通車之車輛載重等所施加之外力，對管溝內之 CLSM 強度發展將產生影響。故在管溝灌漿時取樣製作之 CLSM 圓柱試體，靜置於實

驗室或工地養護，未受外力載重並可依規定養護，與管溝內之 CLSM 受外力載重及未養護之情況，其強度發展應有差異。

(4).鑽心過程變數

CLSM 現場鑽心取樣過程中，鑽心機注水量多寡、鑽心機鑽取速度、敲打鑽心筒取出試體等處理過程，對屬低強度性質之 CLSM，其抗壓強度之影響相對較一般混凝土為顯著，故於實務鑽取過程常發生試體斷裂之情形。茲統計台灣自來水公司第三區管理處 99 年 2 月至 100 年 2 月辦理 39 件管線工程抽查，CLSM 現場鑽心成功與破裂顆數，如表 3-3。由表中資料顯示，39 件工程鑽心取樣數共 93 顆，成功鑽取顆數 71 顆，破裂顆數 22 顆，平均鑽心成功率約 76%，失敗率達 24%，足見鑽心過程對 CLSM 強度影響頗大。

表 3-3 台灣自來水公司管線工程現場 CLSM 鑽心成功率統計表

序號	工程名稱	鑽心日期	鑽取顆數	成功顆數	破裂顆數	成功率	鑽心抗壓強度 (CNS1238)(kgf/cm ²)			
1	大湖鄉台 3 線 127K 至 130K+300 管線汰換工程	99/2/9	2	2		100%	24	27		
2	新豐鄉茄荖路管線汰換工程(二)	99/4/21	1	1		100%	45			
3	新埔照門供水管線工程(二)	99/4/26	1	1		100%	33			
4	苑裡鎮玉田里 4~7 鄰供水延管工程	99/4/28	2	2		100%	39	41		
5	三灣鄉苗 124 線 18K+100~19K+300 供水改善工程	99/4/30	3	1	2	33%	29			
6	後龍鎮中華路及中山路管線汰換工程	99/5/14	2	2		100%	29	33		

7	銅鑼樟樹送九湖供水管線改善工程	99/5/20	2	1	1	50%	38			
8	後龍鎮中華路及中山路管線汰換工程	99/5/25	2	2		100%	38	40		
9	苑裡鎮玉田里4~7鄰供水延管工程	99/5/25	2	2		100%	35	45		
10	苗栗市玉清街(復興路至玉清宮前)管線汰換工程	99/6/22	3	2	1	67%	40	31		
11	三義鄉勝興村(加壓站—勝興車站)管線汰換工程	99/6/28	3	3		100%	49	36	35	
12	竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程	99/6/30	4	4		100%	31	31	26	29
13	苗栗市玉清街(復興路至玉清宮前)管線汰換工程	99/6/30	4	2	2	50%	29	40		
14	三義鄉勝興村(加壓站—勝興車站)管線汰換工程	99/6/30	3	2	1	67%	25	24		
15	苑裡鎮田心里6鄰延管供水工程	99/7/14	1	1		100%	36			
16	竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程	99/7/21	2	2		100%	29	39		
17	新豐鄉瑞興村3鄰供水延管工程	99/7/21	2	2		100%	43	45		
18	苗栗市中正路(育民街至南苗)管線汰換工程	99/7/27	1	1		100%	47			
19	關西鎮竹16線(南山站至坪林國小)管線汰換	99/7/29	2	2		100%	27	34		

	工程											
20	關西鎮竹16線(南山站至坪林國小)管線汰換工程	99/8/19	2	2		100%	30	29				
21	湖口鄉光復北路(軍功路至工業二路)管線汰換工程	99/8/24	2	2		100%	18	22				
22	銅鑼~通霄(128線9k+500~11k+500)供水管線工程	99/8/26	3	2	1	67%	33	32				
23	綠獅自辦農村社區土地重劃區供水管線工程	99/8/27	2	2		100%	40	26				
24	竹東長春路巷弄配合污水下水道施工汰換工程	99/9/15	6	2	4	33%	34	54				
25	99年度苗栗市中小區域管網計畫	99/9/16	5	2	3	40%	42	25				
26	三義鄉廣盛村(復興路—挑炭古道)管線汰換工程	99/9/23	2	2		100%	26	32				
27	金獅自辦農村社區土地重劃區供水管線工程	99/10/15	3	2	1	67%	30	25				
28	新竹市食品路(光復路—南大路)管線汰換工程	99/10/18	3	2	1	67%	65	34				
29	新竹市寶山路大崎路口管線遷移工程	99/10/19	1	1		100%	40					
30	苗栗市國華路至公路口至國華路三湖道口	99/10/26	1	1		100%	33					

	管線銜接工程									
31	竹北市自強三路管線 遷移工程	99/10/26	2	2		100%	29	28		
32	後龍鎮龍山路(中華路 至田心橋)管線遷移工 程	99/10/29	1	1		100%	30			
33	苗栗市國華路管網改 善工程	99/10/29	1	1		100%	35			
34	芎林鄉竹 123 線(富林 路口至上山集會所)供 水改善工程	99/11/25	3	3		100%	32	38	32	
35	頭份鎮流東里老崎管 線汰線工程	100/1/21	3	1	2	33%	38			
36	竹南鎮光復路整合管 線汰換工程	100/1/21	5	3	2	60%	43	25	29	
37	配合三義、西湖鄉危險 路段橋涵拓寬管線遷 移工程	100/2/17	1	1		100%	46			
38	新竹市境福里等四里 供水延管工程	100/2/22	3	2	1	67%	36	48		
39	竹東鎮頭重里竹美路 一段 365 巷供水延管工 程	100/2/25	2	2		100%	43	37		
	合計		93	71	22	76%				

資料來源:本研究提供

第四章 試驗方法及結果

4.1 試驗規劃

本研究之 CLSM 抗壓強度試驗流程如圖 4.1。試驗規劃分為未受外力之預拌場實驗(對照組)及受車輛外力載重之現場實驗(實驗組)兩部份。預拌實驗部份，預計選定三家 CLSM 預拌混凝土場辦理圓柱試體製作及鑽心試體取樣。先於預拌場內準備數只長方形塑膠桶，在預拌車出場前，將 CLSM 灌注於塑膠桶內，於每只塑膠桶內取 CLSM 製作標準圓柱試體(Φ 15cm*30cm)2 顆，紀錄日期並依組別編號，再將塑膠桶灌滿抹平，以利達 28 天以上強度時之鑽心作業。為使養護條件相同，圓柱試體與塑膠桶內之 CLSM，均置放於室內同一地點養護，俟齡期達 28 天以上時，由 TAF 實驗室派員於每只塑膠桶內鑽取試體，並依所對應之標準圓柱試體組別編號，避免混淆，以利抗壓強度之比對。所製作之圓柱試體及鑽心試體分別就不同規範、不同鑽心尺寸、不同養護方式測試抗壓強度，求出鑽心試體與圓柱試體之抗壓強度比率。為求試驗條件一致，本試驗規劃之 CLSM 鑽心作業及抗壓強度試驗分別委託固定之 TAF 認證實驗室辦理，以減少人為及試驗儀器之變異數。

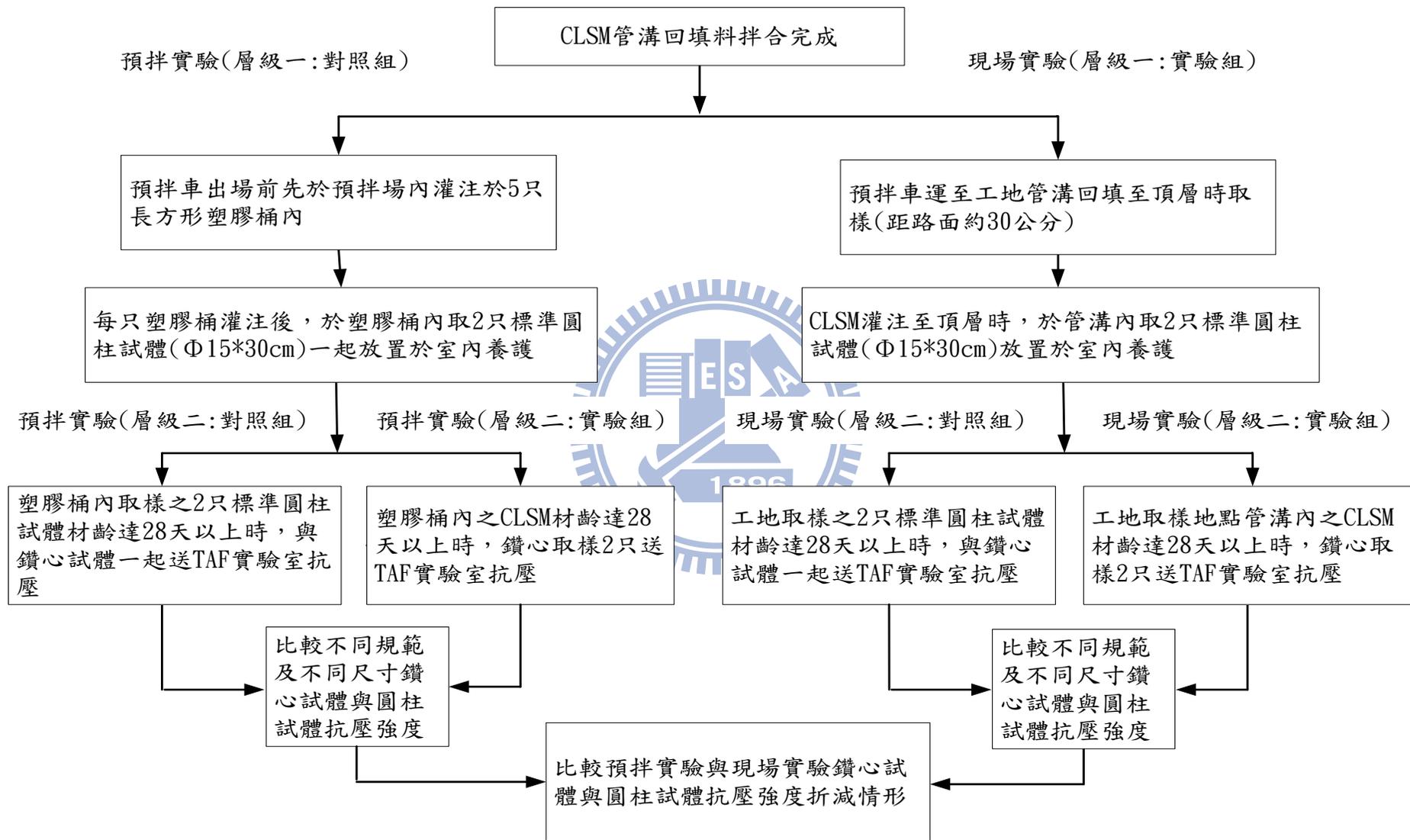


圖4-1CLSM抗壓強度試驗流程圖

4.2 預拌實驗(對照組)

預拌場實驗部分選定甲、乙及丙等三家 CLSM 預拌混凝土場進行相關試體製作，並就不同試驗規範、不同鑽心尺寸及不同養護方式分別比較所得之抗壓強度。

4.2.1 甲預拌混凝土場實驗結果

98 年 11 月 11 日及 11 月 14 日於甲預拌混凝土場共灌注 5 組塑膠桶，每組塑膠桶內取樣製作 2 顆標準圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$)共 10 顆，與塑膠桶內之 CLSM 置於室內同一地點養護。俟 28 天以上之齡期時，於每組塑膠桶內分別鑽取 2 顆直徑 10 cm 試體共 10 顆，將試體送具 TAF 認證之三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室測試。試驗方式:CLSM 圓柱試體抗壓強度採已認可及多數單位工程契約規定之標準規範 ASTM D4832-02 測試，鑽心試體因尚無認可規範，則比照一般混凝土鑽心試體所採用之 CNS1238(2005)規範測試。所得試驗資料如表 4-1。

由表 4-1 所得結果，五組鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率，除第 5 組編號鑽 5-2 外，其餘各組 CLSM 鑽心後之抗壓強度均呈現折減現象。在正常狀況，同一塑膠桶內在相同材料、相同齡期及相同養護條件下，鑽心試體因受鑽心因素影響，抗壓強度應較圓柱試體抗壓強度為低，編號鑽 5-2 鑽心試體抗壓強度高於圓柱試體暫視為異常值。各組以第 2 組編號 2-1 鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率 75.23% 最低，第 5 組編號 5-2 鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率 100.82% 為最高，扣除編號 5-2 試體合計 9 顆鑽心試體平均抗壓強度為 38.44 kg/cm^2 ，9 顆圓柱試體平均抗壓強度為 45.91 kg/cm^2 ，鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率為 83.74%，折減 16.26%。

表 4-1 甲預拌場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表

甲預拌混凝土場內拌製 CLSM 標準圓柱試體與鑽心試體抗壓強度比較(對照組)								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm)(A STM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² Φ 10*Lcm(CN S1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-1	98.11.11	98.12.18	37	57.10	鑽 1-1	48.00	84.06%
	圓 1-2	98.11.11	98.12.18	37	61.50	鑽 1-2	51.00	82.93%
第 2 組	圓 2-1	98.11.11	98.12.18	37	54.50	鑽 2-1	41.00	75.23%
	圓 2-2	98.11.11	98.12.18	37	59.50	鑽 2-2	46.00	77.31%
第 3 組	圓 3-1	98.11.14	98.12.18	34	32.20	鑽 3-1	30.00	93.17%
	圓 3-2	98.11.14	98.12.18	34	34.90	鑽 3-2	31.00	88.83%
第 4 組	圓 4-1	98.11.14	98.12.18	34	38.40	鑽 4-1	33.00	85.94%
	圓 4-2	98.11.14	98.12.18	34	39.20	鑽 4-2	33.00	84.18%
第 5 組	圓 5-1	98.11.14	98.12.18	34	35.90	鑽 5-1	33.00	91.92%
	圓 5-2	98.11.14	98.12.18	34	36.70	鑽 5-2	37.00	*100.82%
扣除編號 5-2 異常值後平均					45.91		38.44	83.74%
編號 5-2 鑽心試體抗壓強度大於圓柱試體視為異常值								

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 A)

甲預拌場同一組塑膠桶內取樣之二顆圓柱試體間之抗壓強度差異率及二顆鑽心試體間之抗壓強度差異率比較如表 4-2。

表 4-2 甲預拌場 CLSM 同組圓柱及鑽心試體抗壓強度差異率比較表

甲預拌混凝土場內拌製 CLSM 同組標準圓柱試體與鑽心試體抗壓強度差異率%(對照組)							
組別	試體編號	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm)(ASTM D4832-02)	同組圓柱試體差異率%	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 10*Lcm)(CNS1238)	同組鑽心試體差異率%
第 1 組	圓 1-1	37	57.1	7.15%	鑽 1-1	48	5.88%
	圓 1-2	37	61.5		鑽 1-2	51	
第 2 組	圓 2-1	37	54.5	8.40%	鑽 2-1	41	10.87%
	圓 2-2	37	59.5		鑽 2-2	46	
第 3 組	圓 3-1	34	32.2	7.74%	鑽 3-1	30	3.23%
	圓 3-2	34	34.9		鑽 3-2	31	
第 4 組	圓 4-1	34	38.4	2.04%	鑽 4-1	33	0.00%
	圓 4-2	34	39.2		鑽 4-2	33	
第 5 組	圓 5-1	34	35.9	2.18%	鑽 5-1	33	10.81%
	圓 5-2	34	36.7		鑽 5-2	37	
平均				5.50%			6.16%

本表差異率計算方式:同組試體中 (抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者

資料來源:本研究提供

由表 4-2 資料顯示，同組二顆圓柱試體抗壓強度差異率以第 4 組 2.04% 最低，第 2 組 8.4% 最高，平均五組圓柱試體抗壓強度差異率約 5.50%。鑽心試體抗壓強度差異率以第 4 組 0% 最低，第 2 組 10.87% 最高，五組鑽心試體抗壓強度平均差異率約 6.16%。

甲預拌場 CLSM 鑽心取樣如圖 4-2，送三杰材料試驗室做抗壓強度試驗如圖 4-3。

甲預拌混凝土場 98.12.18 CLSM 鑽心取樣



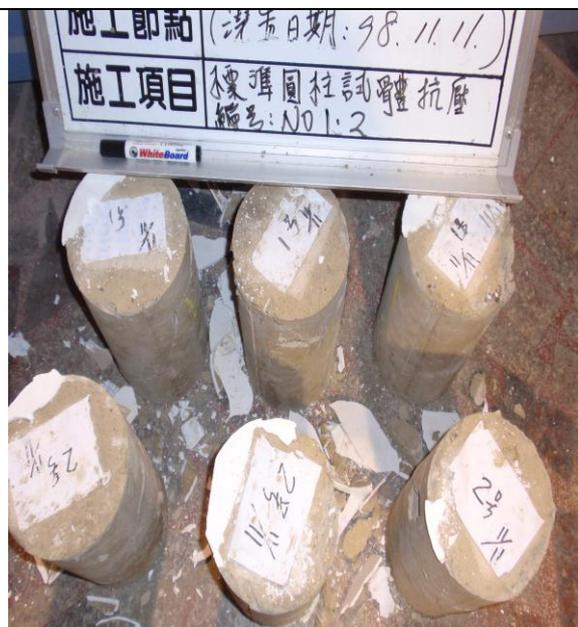
Φ10*Lcm 鑽心試體

Φ10*Lcm 鑽心試體

圖 4-2 甲預拌場 CLSM 鑽心試體取樣

資料來源:本研究提供

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室 98.12.18 CLSM 圓柱試體(ASTM D4832-02) 及鑽心試體(CNS 1238)抗壓強度試驗(甲預拌混凝土場)



Φ15*30cm 圓柱試體



圓柱試體抗壓強度試驗(ASTM D4832-02)



Φ10*Lcm 鑽心試體



鑽心試體抗壓強度試驗(CNS 1238)

圖 4-3 甲預拌場 CLSM 圓柱及鑽心試體抗壓強度測試

資料來源:本研究提供

小結:

- (1). CLSM 在相同材料、相同養護條件下，鑽心試體抗壓強度較圓柱試體為低，顯示鑽心過程對抗壓強度將有折減現象。
- (2). 同一塑膠桶內取樣之二顆圓柱試體或二顆鑽心試體，其抗壓強度均有差異，鑽心及材料取樣過程對抗壓強度均有影響，甲預拌場同組圓柱及鑽心試體抗壓強度平均差異率約在 5.8% 左右。

4.2.2 乙預拌混凝土場實驗結果

99 年 8 月 11 日於乙預拌混凝土場內灌注十組塑膠桶，每桶取 2 顆共製作 20 顆標準圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$)，於 99 年 9 月 9 日於每組塑膠桶以 $\Phi 10\text{cm}$ 及 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心機口徑各鑽取 2 顆試體，共計 20 顆直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 及 20 顆直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 之鑽心試體，並於 99 年 9 月 10 日 CLSM 齡期達 30 天時送至三杰材料試驗室做抗壓強度試驗。

CLSM 圓柱試體部份，20 顆標準圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$)均以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度。CLSM 鑽心試體部份，20 顆直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 之鑽心試體，10 顆以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度，10 顆以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度；另 20 顆直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 之鑽心試體，10 顆以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度，10 顆以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度。乙預拌場製作之試體預計分八種方式比較抗壓強度：

- (1). CLSM 圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$) 10 顆以 ASTM D4832-02 規範， $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體 10 顆以 CNS1238(2005)規範測試，比較抗壓強度，如表 4-3。

由表 4-3 所得結果，十組 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體與 $\Phi 15*30\text{cm}$ 圓柱試體平均抗壓強度比率變化頗大，以第 7 組鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率 54.76% 為最低，第 1 組鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率 145.83% 為最高。其中第 1 及第 2 組鑽心試體抗壓強度較圓柱試體為高，

應屬異常現象，第 3 至第 10 組鑽心試體抗壓強度均較圓柱試體為低，屬較合理現象。因 CLSM 在材料及養護條件相同條件下，受鑽心擾動因素影響，鑽心試體抗壓強度應較未受擾動之圓柱試體強度為低，此可由甲預拌場之五組試體及乙預拌場第 3 至第 10 組試體試驗資料可知。十組試體扣除第 1 及第 2 組異常值後，其餘八組鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率為 66.72%。

品質判定部份以台灣自來水公司及中國石油公司契約規定為例，圓柱試體抗壓強度合格標準均為 20~50 kg/cm²，鑽心試體合格標準：台灣自來水公司契約容許鑽心試體強度折減為 75% 即 15~50 kg/cm²；中國石油公司契約規定鑽心強度無折減為 20~50 kg/cm²。故乙預拌場十組圓柱及鑽心試體如依台灣自來水公司契約判定結果：第 1 組圓柱試體抗壓強度 19.2 kg/cm² 為不合格；十組 Φ 10cm 鑽心試體強度則均介於 15~50 kg/cm² 為合格。如依中國石油公司契約之規定：第 1 組圓柱試體為不合格， Φ 10cm 鑽心試體則有第 3、6、7、8、9 組均 < 20 kg/cm²，共五組不合格，由上述兩單位之契約規定判斷品質合格標準，所得結果差異極大。

表 4-3 乙預拌場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範， Φ 10cm 鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM 圓柱試體(ASTM D4832-02)與 Φ 10cm 鑽心試體(CNS1238)測試抗壓強度比較(對照組)第 1~10 組								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm^2 (Φ 15*30cm)(ASTM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm^2 (Φ 10*Lcm)(CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	19. 20	鑽 1-1	28. 00	*145. 83%
第 2 組	圓 2-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	21. 70	鑽 2-1	25. 00	*115. 21%
第 3 組	圓 3-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	21. 70	鑽 3-1	19. 00	87. 56%
第 4 組	圓 4-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	34. 40	鑽 4-1	24. 00	69. 77%
第 5 組	圓 5-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 70	鑽 5-1	21. 00	73. 17%
第 6 組	圓 6-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	34. 30	鑽 6-1	19. 00	55. 39%
第 7 組	圓 7-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	34. 70	鑽 7-1	19. 00	54. 76%
第 8 組	圓 8-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 30	鑽 8-1	18. 00	63. 60%
第 9 組	圓 9-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 50	鑽 9-1	19. 00	66. 67%
第 10 組	圓 10-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	27. 70	鑽 10-1	20. 00	72. 20%
扣除第 1 及第 2 組異常值後 8 顆試體平均					29. 79		19. 88	66. 72%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 B)

(2). CLSM 圓柱試體(Φ 15*30cm) 10 顆以 ASTM D4832-02 規範， Φ 8cm 鑽心試體 10 顆以 CNS1238(2005)規範測試，比較抗壓強度，如表 4-4。

由表 4-4 所得結果，十組 Φ 8cm 鑽心試體與 Φ 15*30cm 圓柱試體平均抗壓強度比率變化頗大，以第 7 組鑽心試體圓柱試體平均抗壓強度比率 40.35% 為最低，第 2 組鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率

115.21%為最高。其中第 1 及第 2 組鑽心試體抗壓強度較圓柱試體為高，應屬異常現象，第 3 至第 10 組鑽心試體抗壓強度均較圓柱試體為低，屬較合理現象。十組試體扣除第 1 及第 2 組異常值後，其餘八組試體 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體與 $\Phi 15*30\text{cm}$ 圓柱試體平均抗壓強度比率為 68.82%，較(1)所得 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體與 $\Phi 15*30\text{cm}$ 圓柱試體平均抗壓強度比率 66.72%略高。

品質判定部份如依台灣自來水公司契約判定結果:第 1 組圓柱試體抗壓強度 19.2 kg/cm^2 為不合格，第 1 組 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度為 $21 \text{ kg/cm}^2 > 15 \text{ kg/cm}^2$ 雖合格，但依該公司契約規定圓柱試體及鑽心試體兩者以強度小者為準，故該組仍需判定不合格；第 7 組 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體編號鑽 7-1 抗壓強度 $14 \text{ kg/cm}^2 < 15 \text{ kg/cm}^2$ 為不合格，同塑膠桶取樣之圓柱試體編號圓 7-1 抗壓強度 34.7 kg/cm^2 雖合格，亦仍需判定不合格。如依中國石油公司契約之規定: 第 1 組圓柱試體為不合格， $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體第 7、8 組均 $< 20 \text{ kg/cm}^2$ ，亦視為不合格。由(1) (2)兩種規劃試驗方式，雖然以相同之 CLSM 配比材料及採用相同試驗規範，僅鑽心尺寸不同，所得品質判定結果亦不同。就 CLSM 鑽心強度而言，依台灣自來水公司契約，採 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度均合格，採 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體則有一組(第 7 組)抗壓強度不合格；如依中國石油公司契約之規定，採 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度有五組不合格，但如以 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體則僅剩二組不合格，差異頗大故易衍生爭議。

表 4-4 乙預拌場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，Φ8cm 鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM 圓柱試體(ASTM D4832-02)與 Φ8cm 鑽心試體(CNS1238)測試抗壓強度比較(對照組)第 1~10 組								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(ASTM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ8*Lcm)(CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-1	99.8.11	99.9.10	30	19.20	鑽 1-1	21.00	*109.38%
第 2 組	圓 2-1	99.8.11	99.9.10	30	21.70	鑽 2-1	25.00	*115.21%
第 3 組	圓 3-1	99.8.11	99.9.10	30	21.70	鑽 3-1	20.00	92.17%
第 4 組	圓 4-1	99.8.11	99.9.10	30	34.40	鑽 4-1	23.00	66.86%
第 5 組	圓 5-1	99.8.11	99.9.10	30	28.70	鑽 5-1	20.00	69.69%
第 6 組	圓 6-1	99.8.11	99.9.10	30	34.30	鑽 6-1	22.00	64.14%
第 7 組	圓 7-1	99.8.11	99.9.10	30	34.70	鑽 7-1	14.00	40.35%
第 8 組	圓 8-1	99.8.11	99.9.10	30	28.30	鑽 8-1	19.00	67.14%
第 9 組	圓 9-1	99.8.11	99.9.10	30	28.50	鑽 9-1	24.00	84.21%
第 10 組	圓 10-1	99.8.11	99.9.10	30	27.70	鑽 10-1	22.00	79.42%
扣除第 1 及第 2 組異常值後 8 顆試體平均					29.79		20.50	68.82%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 B)

(3).CLSM 圓柱試體及 Φ10cm 鑽心試體均以 ASTM D4832-02 規範測試，比較抗壓強度，如表 4-5。

由表 4-5 試驗資料顯示，扣除第 1 及第 2 組異常值後，其餘八組試體鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率為 62.02%。本試驗方式圓柱試體及鑽心試體均以 ASTM D4832-02 規範測試，所得結果平均抗壓強度比率與(1)之試驗方式:圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體以

CNS1238(2005)規範測試平均抗壓強度比率 68.82%低約 6.8%。

表 4-5 乙預拌場 CLSM 圓柱試體與 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體均以 (ASTM D4832-02) 測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM 圓柱試體與 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體均以 (ASTM D4832-02) 測試抗壓強度比較 (對照組) 第 1~10 組								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期 (天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm^2 ($\Phi 15*30\text{cm}$) (ASTM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm^2 ($\Phi 10*L\text{cm}$) (ASTM D4832-02)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-2	99.8.11	99.9.10	30	19.60	鑽 1-2	26.00	*132.65%
第 2 組	圓 2-2	99.8.11	99.9.10	30	19.90	鑽 2-2	21.00	*105.53%
第 3 組	圓 3-2	99.8.11	99.9.10	30	33.50	鑽 3-2	17.00	50.75%
第 4 組	圓 4-2	99.8.11	99.9.10	30	27.00	鑽 4-2	19.00	70.37%
第 5 組	圓 5-2	99.8.11	99.9.10	30	35.70	鑽 5-2	27.00	75.63%
第 6 組	圓 6-2	99.8.11	99.9.10	30	35.40	鑽 6-2	21.00	59.32%
第 7 組	圓 7-2	99.8.11	99.9.10	30	28.50	鑽 7-2	20.00	70.18%
第 8 組	圓 8-2	99.8.11	99.9.10	30	26.30	鑽 8-2	15.00	57.03%
第 9 組	圓 9-2	99.8.11	99.9.10	30	29.60	鑽 9-2	17.00	57.43%
第 10 組	圓 10-2	99.8.11	99.9.10	30	30.70	鑽 10-2	17.00	55.37%
扣除第 1 及第 2 組異常值後 8 顆試體平均					30.84		19.13	62.02%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 B)

(4).直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 之鑽心試體,10 顆以 CNS1238(2005)規範測試,10 顆以 ASTM D4832-02 規範測試,比較不同規範所測試之抗壓強度,如表 4-6。

表 4-6 乙預拌場 CLSM 直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238 及 ASTM D4832-02 不同試驗規範測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM 直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238 及 ASTM D4832-02 不同試驗規範抗壓強度比較 (99.8.11 澆製, 99.9.10 試驗)						
組別	齡期 (天)	試體編號	$\Phi 8 \times L\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度 (kg/cm^2) (CNS1238)	試體編號	$\Phi 8 \times L\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度 (kg/cm^2) (ASTM D4832)	ASTM D4832 規範與 CNS1238 規範抗壓強度比率 %
第 1 組	30	鑽 1-1	21.00	鑽 1-2	20.00	95.24%
第 2 組	30	鑽 2-1	25.00	鑽 2-2	23.00	92.00%
第 3 組	30	鑽 3-1	20.00	鑽 3-2	23.00	*115.00%
第 4 組	30	鑽 4-1	23.00	鑽 4-2	20.00	86.96%
第 5 組	30	鑽 5-1	20.00	鑽 5-2	18.00	90.00%
第 6 組	30	鑽 6-1	22.00	鑽 6-2	20.00	90.91%
第 7 組	30	鑽 7-1	14.00	鑽 7-2	19.00	*135.71%
第 8 組	30	鑽 8-1	19.00	鑽 8-2	15.00	78.95%
第 9 組	30	鑽 9-1	24.00	鑽 9-2	18.00	75.00%
第 10 組	30	鑽 10-1	22.00	鑽 10-2	26.00	*118.18%
平均			21.00		20.20	96.19%
$\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 ASTM D4832 試驗規範與 CNS1238 試驗規範平均抗壓強度比率						96.19%
扣除第 3、7 及第 10 組異常值後 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 ASTM D4832 試驗規範與 CNS1238 試驗規範平均抗壓強度比率						87.01%

資料來源:本研究提供

由表 4-6 試驗結果, $\Phi 8\text{cm}$ 之鑽心試體有七組以 ASTM D4832-02 規範測試所得抗壓強度較以 CNS1238(2005)規範測試所得強度為低, 三組抗壓強度較高, 平均十組鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試與以 CNS1238(2005)規範測試所得強度比率為 96.19%, 如三組抗壓強度較高者視為異常值, 則扣除第 3、7 及第 10 組異常值後, $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以

ASTM D4832-02 試驗規範與以 CNS1238 試驗規範所得平均抗壓強度比約 87.01%，ASTM D4832-02 試驗規範加壓速度較 CNS1238 試驗規範慢，所得試體抗壓強度較低。

(5).直徑 Φ 10cm 之鑽心試體，10 顆以 CNS1238(2005)規範測試，10 顆以 ASTM D4832-02 規範測試，比較不同規範所測試之抗壓強度，如表 4-7。

由表 4-7 試驗結果， Φ 10cm 之鑽心試體與 Φ 8cm 之鑽心試體測試結果類似，有七組以 ASTM D4832-02 規範測試所得抗壓強度較以 CNS1238(2005)規範測試所得強度為低，三組抗壓強度較高，平均十組鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試與以 CNS1238(2005)規範測試所得強度比約 94.34%，如三組抗壓強度較高者視為異常值，則扣除第 5、6 及第 7 組異常值後， Φ 10cm 鑽心試體以 ASTM D4832-02 試驗規範與以 CNS1238 試驗規範所得平均抗壓強度比約 86.19%，與(4)直徑 Φ 8cm 所得結果 87.01%相近。



表 4-7 乙預拌場 CLSM 直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以不同試驗規範測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM 直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238 及 ASTM D4832-02 不同試驗規範抗壓強度比較 (99.8.11 澆製, 99.9.10 試驗)						
組別	齡期 (天)	試體編號	$\Phi 10 * L\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度 (kg/cm^2) (CNS1238)	試體編號	$\Phi 10 * L\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度 (kg/cm^2) (ASTM D4832-02)	ASTM D4832 規範與 CNS1238 規範抗壓強度比率%
第 1 組	30	鑽 1-1	28.00	鑽 1-2	26.00	92.86%
第 2 組	30	鑽 2-1	25.00	鑽 2-2	21.00	84.00%
第 3 組	30	鑽 3-1	19.00	鑽 3-2	17.00	89.47%
第 4 組	30	鑽 4-1	24.00	鑽 4-2	19.00	79.17%
第 5 組	30	鑽 5-1	21.00	鑽 5-2	27.00	128.57%
第 6 組	30	鑽 6-1	19.00	鑽 6-2	21.00	110.53%
第 7 組	30	鑽 7-1	19.00	鑽 7-2	20.00	105.26%
第 8 組	30	鑽 8-1	18.00	鑽 8-2	15.00	83.33%
第 9 組	30	鑽 9-1	19.00	鑽 9-2	17.00	89.47%
第 10 組	30	鑽 10-1	20.00	鑽 10-2	17.00	85.00%
平均			21.20		20.00	94.34%
$\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以 ASTM D4832 試驗規範與以 CNS1238 試驗規範平均抗壓強度比率						94.34%
扣除第 5、6 及第 7 組異常值後 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以 ASTM D4832 試驗規範與以 CNS1238 試驗規範平均抗壓強度比率						86.19%

資料來源:本研究提供

(6).直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 及直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 之鑽心試體均以 ASTM D4832-02 規範測試, 比較不同鑽心直徑所得之抗壓強度, 如表 4-8。由試驗資料顯示, 第 1~第 10 組塑膠桶內直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 及直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 之鑽心試體均以 ASTM D4832-02 規範測試, 10 顆 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度為 $20\text{kg}/\text{cm}^2$,

10 顆 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度為 $20.2\text{kg}/\text{cm}^2$ ， $\Phi 10\text{cm}$ 與 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度比為 99%，兩種口徑鑽心試體所得抗壓強度差異不大。

表 4-8 不同口徑鑽心試體以同一規範 ASTM D4832-02 測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM $\Phi 8\text{cm}$ 及 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體以 ASTM D4832-02 試驗規範抗壓強度比較					
組別	齡期(天)	試體編號	$\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體 抗壓強度(kg/cm^2) (ASTM D4832-02)	試體編號	$\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體 抗壓強度 (kg/cm^2) (ASTM D4832-02)
第 1 組	30	鑽 1-2	20.0	鑽 1-2	26.0
第 2 組	30	鑽 2-2	23.0	鑽 2-2	21.0
第 3 組	30	鑽 3-2	23.0	鑽 3-2	17.0
第 4 組	30	鑽 4-2	20.0	鑽 4-2	19.0
第 5 組	30	鑽 5-2	18.0	鑽 5-2	27.0
第 6 組	30	鑽 6-2	20.0	鑽 6-2	21.0
第 7 組	30	鑽 7-2	19.0	鑽 7-2	20.0
第 8 組	30	鑽 8-2	15.0	鑽 8-2	15.0
第 9 組	30	鑽 9-2	18.0	鑽 9-2	17.0
第 10 組	30	鑽 10-2	26.0	鑽 10-2	17.0
平均			20.2		20.0
以 ASTM D4832-02 試驗規範： $\Phi 10\text{cm}$ 與 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度比率 $\% = 20/20.2 = 99\%$					

資料來源：本研究提供

(7). 直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 及直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 之鑽心試體均以 CNS1238(2005) 規範測試，比較不同鑽心直徑所得之抗壓強度，如表 4-9。由試驗資料顯示直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 及直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 之鑽心試體均以 CNS1238(2005) 規範測試，10 顆 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度為 $21.2\text{kg}/\text{cm}^2$ ，10 顆 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度為 $21\text{kg}/\text{cm}^2$ ， $\Phi 10\text{cm}$ 與 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體平均抗壓強度比為

100.95%，與(6)以 ASTM D4832-02 規範測試，所得結果抗壓強度比 99% 差異不大。

表 4-9 不同口徑鑽心試體以同一規範 CNS1238(2005)測試抗壓強度比較表

乙預拌場 CLSM Φ 8cm 及 Φ 10cm 鑽心試體均以 CNS1238(2005)試驗規範抗壓強度比較					
組別	齡期(天)	試體編號	Φ 8*Lcm 鑽心試體抗壓強度 (kg/cm ²)(CNS1238)	試體編號	Φ 10*Lcm 鑽心試體抗壓強度 (kg/cm ²)(CNS1238)
第 1 組	30	鑽 1-1	21.0	鑽 1-1	28.0
第 2 組	30	鑽 2-1	25.0	鑽 2-1	25.0
第 3 組	30	鑽 3-1	20.0	鑽 3-1	19.0
第 4 組	30	鑽 4-1	23.0	鑽 4-1	24.0
第 5 組	30	鑽 5-1	20.0	鑽 5-1	21.0
第 6 組	30	鑽 6-1	22.0	鑽 6-1	19.0
第 7 組	30	鑽 7-1	14.0	鑽 7-1	19.0
第 8 組	30	鑽 8-1	19.0	鑽 8-1	18.0
第 9 組	30	鑽 9-1	24.0	鑽 9-1	19.0
第 10 組	30	鑽 10-1	22.0	鑽 10-1	20.0
平均			21.0		21.2
以 CNS1238(2005)試驗規範： Φ 10cm 與 Φ 8cm 鑽心試體平均抗壓強度比率 %=21.2/21=100.95%					

資料來源：本研究提供

(8).同組塑膠桶內取樣製作之二顆圓柱試體抗壓強度差異率如表 4-10。由試驗結果以第 3 組二顆圓柱試體抗壓強度差異率 35.22%為最大，第 1 組二顆圓柱試體抗壓強度差異率 2.04%為最小，平均十組試體平均差異率 12.86%較 A 預拌場所得結果 5.5%為高。

表 4-10 乙預拌場 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表

乙預拌場 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較						
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期 (天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm)(ASTM D4832-02)	同組圓柱試體 抗壓強度差異 率%
第 1 組	圓 1-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	19. 2	2. 04%
	圓 1-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	19. 6	
第 2 組	圓 2-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	21. 7	8. 29%
	圓 2-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	19. 9	
第 3 組	圓 3-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	21. 7	35. 22%
	圓 3-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	33. 5	
第 4 組	圓 4-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	34. 4	21. 51%
	圓 4-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	27. 0	
第 5 組	圓 5-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 7	19. 61%
	圓 5-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	35. 7	
第 6 組	圓 6-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	34. 3	3. 11%
	圓 6-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	35. 4	
第 7 組	圓 7-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	34. 7	17. 87%
	圓 7-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 5	
第 8 組	圓 8-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 3	7. 02%
	圓 8-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	26. 3	
第 9 組	圓 9-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	28. 5	4. 18%
	圓 9-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	29. 6	
第 10 組	圓 10-1	99. 8. 11	99. 9. 10	30	27. 7	9. 77%
	圓 10-2	99. 8. 11	99. 9. 10	30	30. 7	
平均					28. 3	12. 86%
本表差異率計算方式:同組試體中 (抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者						

資料來源:本研究提供

乙預拌場 CLSM 鑽心取樣情形如圖 4-4，送三杰材料試驗室做抗壓強度試驗如圖 4-5。圓柱試體抗壓強度試驗報告、直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 及 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體抗壓強度試驗報告如附錄 B。

小結:

- (1). 直徑 $\Phi 8\text{cm}$ 或直徑 $\Phi 10\text{cm}$ 之 CLSM 鑽心試體以不同試驗規範: ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度較以 CNS1238(2005) 規範測試所得之抗壓強度為低。
- (2). CLSM 配比設計強度越高，鑽心試體抗壓強度折減率相對較低。
- (3). CLSM 以相同規範測試時，採 $\Phi 8\text{cm}$ 或 $\Phi 10\text{cm}$ 直徑之鑽心試體，對抗壓強度影響不大。



乙預拌混凝土場 99.9.9 直徑 Φ 8cm 及 Φ 10cm CLSM 鑽心取樣



Φ 8cm 及 Φ 10cm CLSM 鑽心取樣

Φ 8cm 及 Φ 10cm CLSM 鑽心試體

圖 4-4 乙預拌場 CLSM 鑽心試體取樣

資料來源: 本研究提供

乙預拌混凝土場 99.9.10 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓照片

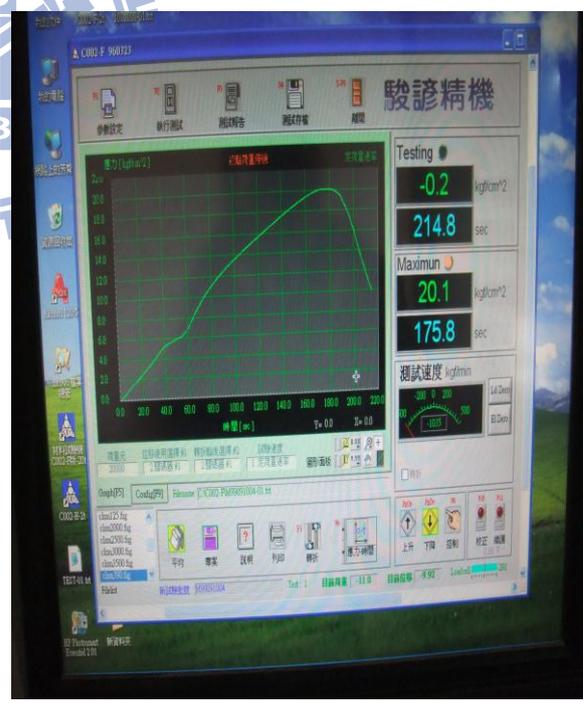
圓柱試體蓋平



圓柱試體 1-1 抗壓強度破壞曲線



CLSM 鑽心試體抗壓試驗



CLSM 鑽心試體

圖 4-5 乙預拌場 CLSM 圓柱及鑽心試體抗壓強度測試

資料來源:本研究提供

4.2.3 丙預拌混凝土場實驗結果

99年9月17日於丙預拌混凝土場灌注10組塑膠桶，每組塑膠桶內取樣製作2顆標準圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$)共20顆，與塑膠桶內之CLSM置於室內同一地點養護。俟齡期達28天以上時，於每組塑膠桶內分別鑽取2顆直徑10 cm 試體共20顆進行試驗。本次製作之試體預計分四種方式比較抗壓強度：

- (1). CLSM 圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$) 10 顆以 ASTM D4832-02 規範， $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體 10 顆以 CNS1238(2005)規範測試，比較抗壓強度，如表 4-11。試驗結果除第 3 組及第 5 組鑽心試體抗壓強度較圓柱試體為高，抗壓強度比率為 106.62% 及 104.9%，應屬異常現象，其於八組鑽心試體抗壓強度均較圓柱試體為低，屬較合理現象。十組試體扣除第 3 及第 5 組異常值後，其餘八組試體鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率為 81.61%，介於甲預拌場依相同試驗方式所得 84.02%及乙預拌場 68.82% 之間。



表 4-11 丙預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體以 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度比較表

丙預拌場 CLSM 圓柱試體(ASTM D4832-02)與鑽心試體(CNS1238)測試抗壓強度比較(對照組)第 1~10 組								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(ASTM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm)(CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	28. 90	鑽 1-1	25. 00	86. 51%
第 2 組	圓 2-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	28. 90	鑽 2-1	26. 00	89. 97%
第 3 組	圓 3-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	27. 20	鑽 3-1	29. 00	*106. 62%
第 4 組	圓 4-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	30. 20	鑽 4-1	25. 00	82. 78%
第 5 組	圓 5-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	28. 60	鑽 5-1	30. 00	*104. 90%
第 6 組	圓 6-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	30. 10	鑽 6-1	24. 00	79. 73%
第 7 組	圓 7-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	30. 30	鑽 7-1	26. 00	85. 81%
第 8 組	圓 8-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	29. 80	鑽 8-1	29. 00	97. 32%
第 9 組	圓 9-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	32. 00	鑽 9-1	21. 00	65. 63%
第 10 組	圓 10-1	99. 9. 17	99. 10. 22	35	31. 20	鑽 10-1	21. 00	67. 31%
扣除第 3 及第 5 組異常值後 8 顆試體平均					30. 18		24. 63	81. 61%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 C)

(2). CLSM 圓柱試體(Φ15*30cm)及鑽心試體(Φ10cm)均以 CNS 規範測試，比較抗壓強度，如表 4-12。所得結果十顆鑽心試體抗壓強度均小於圓柱試體抗壓強度，鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率介於 63.95%~93.33% 之間，平均抗壓強度比為 77%。

表 4-12 丙預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體與鑽心試體均以 CNS1238 規範測試抗壓強度比較表

丙預拌場 CLSM 圓柱試體與鑽心試體均以 CNS1238 測試抗壓強度比較(對照組)第 1~10 組								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(CNS 1232)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm)(CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-2	99.9.17	99.10.22	35	31.40	鑽 1-2	26.00	82.80%
第 2 組	圓 2-2	99.9.17	99.10.22	35	31.20	鑽 2-2	23.00	73.72%
第 3 組	圓 3-2	99.9.17	99.10.22	35	30.60	鑽 3-2	28.00	91.50%
第 4 組	圓 4-2	99.9.17	99.10.22	35	30.50	鑽 4-2	24.00	78.69%
第 5 組	圓 5-2	99.9.17	99.10.22	35	30.00	鑽 5-2	28.00	93.33%
第 6 組	圓 6-2	99.9.17	99.10.22	35	33.80	鑽 6-2	24.00	71.01%
第 7 組	圓 7-2	99.9.17	99.10.22	35	34.70	鑽 7-2	24.00	69.16%
第 8 組	圓 8-2	99.9.17	99.10.22	35	33.70	鑽 8-2	27.00	80.12%
第 9 組	圓 9-2	99.9.17	99.10.22	35	34.40	鑽 9-2	22.00	63.95%
第 10 組	圓 10-2	99.9.17	99.10.22	35	30.50	鑽 10-2	21.00	68.85%
平均					32.08		24.70	77.00%
第 1 至 10 組鑽心試體與標準圓柱試體平均抗壓強度比率								77.00%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 C)

(3). CLSM 圓柱試體(Φ15*30cm)分別以 ASTM D4832-02 及 CNS1232(2005) 規範測試，比較抗壓強度，如表 4-13。

表 4-13 CLSM 圓柱試體以不同試驗規範 ASTM D4832-02 規範及 CNS1232(2002)測試抗壓強度差異率比較表

丙預拌場內製作 CLSM 圓柱試體(Φ15*30cm)以 ASTM D4832-02 規範及 CNS1232(2002) 測試抗壓強度比較(99.9.17 於塑膠桶取樣，99.10.22 試驗)--對照組						
組別	齡期 (天)	試體編號	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm) (CNS1232)	試體編號	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(ASTM D4832-02)	ASTM D4832-02 規範與 CNS1232 規範抗壓強度比率%
第 1 組	35	圓 1-1	31.40	圓 1-2	28.90	92.04%
第 2 組	35	圓 2-1	31.20	圓 2-2	28.90	92.63%
第 3 組	35	圓 3-1	30.60	圓 3-2	28.90	94.44%
第 4 組	35	圓 4-1	30.50	圓 4-2	28.90	94.75%
第 5 組	35	圓 5-1	30.00	圓 5-2	28.90	96.33%
第 6 組	35	圓 6-1	33.80	圓 6-2	28.90	85.50%
第 7 組	35	圓 7-1	34.70	圓 7-2	28.90	83.29%
第 8 組	35	圓 8-1	33.70	圓 8-2	28.90	85.76%
第 9 組	35	圓 9-1	34.40	圓 9-2	28.90	84.01%
第 10 組	35	圓 10-1	30.50	圓 10-2	28.90	94.75%
平均			32.08		28.90	90.09%
Φ15*30cm 標準圓柱試體以 ASTM D4832-02 試驗規範與以 CNS1238 試驗規範平均抗壓強度比率						90.09%

資料來源:本研究提供

由表 4-13 資料顯示十顆標準圓柱試體，以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度均較以 CNS1232(2005)規範測試所得抗壓強度為低，平均抗壓強度比率約 90.09%。此與乙預拌場製作之 Φ8cm 及 Φ10cm 鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度較以 CNS1238 規範測試所得平均抗壓強度比率別為 87.01%及 86.19%，有類似情形，採 CNS 規範加壓速度較 ASTM 規範為快，所得試體抗壓強度亦較高。

(4).同組塑膠桶內鑽取之二顆鑽心試體間之抗壓強度差異率如表 4-14。由試驗結果十組鑽心試體抗壓強度差異率介於 0%~11.54%之間，平均差異率 4.86%，與甲預拌場五組鑽心試體所得結果 6.16%，差異不大。

表 4-14 丙預拌場 CLSM 同組鑽心試體抗壓強度差異率比較表

丙預拌場內拌製 CLSM 同組鑽心試體(CNS1238)抗壓強度差異率比較(對照組)								
組別	試體編號	齡期(天)	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm) (CNS1238)	同組鑽心試體差異率%	組別	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm) (CNS1238)	同組鑽心試體差異率%
第 1 組	鑽 1-1	35	25.0	3.85%	第 6 組	鑽 6-1	24	0.00%
	鑽 1-2	35	26.0			鑽 6-2	24	
第 2 組	鑽 2-1	35	26.0	11.54%	第 7 組	鑽 7-1	26	7.69%
	鑽 2-2	35	23.0			鑽 7-2	24	
第 3 組	鑽 3-1	35	29.0	3.45%	第 8 組	鑽 8-1	29	6.90%
	鑽 3-2	35	28.0			鑽 8-2	27	
第 4 組	鑽 4-1	35	25.0	4.00%	第 9 組	鑽 9-1	21	4.55%
	鑽 4-2	35	24.0			鑽 9-2	22	
第 5 組	鑽 5-1	35	30.0	6.67%	第 10 組	鑽 10-1	21	0.00%
	鑽 5-2	35	28.0			鑽 10-2	21	
十組鑽心試體平均抗壓強度差異率								4.86%
1. 99 年 9 月 17 日灌注於塑膠桶，10 月 15 日鑽心取樣送試驗室養護，10 月 22 日測試抗壓強度。								
2. 本表差異率計算方式:同組試體中 (抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者。								

資料來源:本研究提供

4.3 現場實驗(實驗組)

現場實驗部份，則選定台灣自來水公司之在建工程，於管溝頂層(距路面約 30 公分以內)回填 CLSM 時，自管溝頂層取樣製作標準圓柱試體($\Phi 15\text{cm} \times 30\text{cm}$)2 顆，並紀錄取樣日期及位置，俟齡期達 28 天以上時，由 TAF 實驗室派員至工地現場於每一圓柱試體取樣相同地點，各鑽取 2 顆試體，與圓柱試體一起送至 TAF 實驗室測試抗壓強度，分別就不同規範、不同養護方式測試抗壓強度，比較鑽心試體與圓柱試體之抗壓強度比率。最後依所得試驗數據，再比較於預拌場製作未受外力 CLSM 試體之預拌實驗(對照組)與管溝回填 CLSM 受鋪設 AC 滾壓夯實及開放通車等外力載重之現場實驗(實驗組)，其鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率差異情形。

4.3.1 新竹給水廠 $\Phi 1000$ mm 管線汰換工程實驗結果

本工程施工地點位於新竹市中華路六段台一線 84K+300~85K+190，工程內容為埋設口徑 $\Phi 1000$ mm 球狀石墨鑄鐵管(DIP) 990 公尺，屬自來水管線汰換工程，總工程經費 2805 萬元。於施工期間分別於 98 年 12 月 21 日、22 日、25 日及 29 日至工地現場，於管溝管頂層灌漿時取樣製作 CLSM 標準圓柱試體($\Phi 15\text{cm} \times 30\text{cm}$) 2 顆，經養護達 28 天以上齡期時，再於 99 年 1 月 20 日及 1 月 28 日回到原取樣地點現場鑽取 2 顆 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體，2 顆鑽心試體距離限制在 1 公尺範圍內，以確保鑽心試體屬同一車次之灌漿材料，減少取樣誤差。試驗方式為圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，現場鑽心試體比照 CNS1238(2005)規範測試抗壓強度，所得資料如表 4-15。

表 4-15 新竹給水廠Φ1000 mm管線汰換工程現場取樣之 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度比較表

新竹給水廠Φ1000 mm管線汰換工程現場取樣 CLSM 圓柱試體(ASTM D4832-02)與鑽心試體(CNS1238)抗壓強度比較(實驗組)								
圓柱及鑽心試體取樣位置	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(ASTM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm)(CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組 (中華路六段 78-8 號 第 72 支)	圓 1-1	98.12.21	99.1.20	30	34.90	鑽 1-1	25.00	71.63%
	圓 1-2	98.12.21	99.1.20	30	34.60	鑽 1-2	23.00	66.47%
第 2 組 (中華路六段 78 號第 82 支)	圓 2-1	98.12.22	99.1.20	29	38.10	鑽 2-1	27.00	70.87%
	圓 2-2	98.12.22	99.1.20	29	38.80	鑽 2-2	30.00	77.32%
第 3 組 (節點 8-3 第 100 支)	圓 3-1	98.12.25	99.1.28	34	35.60	鑽 3-1	26.00	73.03%
	圓 3-2	98.12.25	99.1.28	34	37.90	鑽 3-2	23.00	60.69%
第 4 組 (節點 8-3 第 115 支)	圓 4-1	98.12.29	99.1.28	30	28.90	鑽 4-1	28.00	96.89%
	圓 4-2	98.12.29	99.1.28	30	31.90	鑽 4-2	14.00	43.89%
平均					35.09		24.50	69.83%
鑽心試體與標準圓柱試體平均抗壓強度比率								69.83%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 D)

由表 4-15 試驗資料顯示，四組鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率介於 43.89%~96.89%之間，變化頗大，且八顆鑽心試體抗壓強度亦均低於圓柱試體，平均抗壓強度比率為 69.83%。同組圓柱試體及同組鑽心試體抗壓強度差異率如表 4-16。

表 4-16 新竹給水廠Φ1000 mm管線汰換工程現場取樣之同組 CLSM 圓柱試體與鑽心試體抗壓強度差異率比較表

新竹給水廠Φ1000 mm管線汰換工程現場取樣同組 CLSM 圓柱試體與鑽心試體抗壓強度差異率比較(實驗組)							
組別	試體編號	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(ASTM D4832-02)	同組圓柱試體抗壓強度差異率%	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm)(CNS1238)	同組鑽心試體抗壓強度差異率%
第 1 組	圓 1-1	30	34.9	0.86%	鑽 1-1	25.0	8.00%
	圓 1-2	30	34.6		鑽 1-2	23.0	
第 2 組	圓 2-1	29	38.1	1.80%	鑽 2-1	27.0	10.00%
	圓 2-2	29	38.8		鑽 2-2	30.0	
第 3 組	圓 3-1	34	35.6	6.07%	鑽 3-1	26.0	11.54%
	圓 3-2	34	37.9		鑽 3-2	23.0	
第 4 組	圓 4-1	30	28.9	9.40%	鑽 4-1	28.0	50.00%
	圓 4-2	30	31.9		鑽 4-2	*14.0	
平均差異率				4.53%	扣除鑽 4-2 異常值		9.85%
本表差異率計算方式:同組試體中(抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者							

資料來源:本研究提供

由表 4-16 工地現場取樣製作之 8 顆 CLSM 圓柱試體抗壓強度介於 28.9~38.8 kg/cm²之間，同組圓柱試體抗壓強度差異率介於 0.86%~9.4%，四組平均差異率為 4.53%。另 8 顆鑽心試體抗壓強度則介於 14~30 kg/cm²之間，同組鑽心試體抗壓強度差異率，第 1~3 組介於 8%~11.54%，惟第 4 組編號鑽 4-2 之鑽心試體，抗壓強度僅為同組編號鑽 4-1 鑽心試體抗壓強度之

一半，有可能係於鑽心取樣、運送碰撞或試驗過程損及試體而致強度偏低，可視為異常值，扣除異常值後，第 1~第 3 組鑽心試體平均差異率為 9.85%。本工程工地現場圓柱試體及鑽心試體取樣如圖 4-6。



圖 4-6 新竹給水廠 $\Phi 1000$ mm 管線汰換工程 CLSM 圓柱及鑽心試體取樣

資料來源：本研究提供

4.3.2 竹北中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程實驗結果

本工程施工地點位於竹北市中正西路(溪洲路~港安街)，工程內容為埋設口徑 $\Phi 200$ mm球狀石墨鑄鐵管(DIP) 6020 公尺，屬自來水管線汰換工程，總工程經費 2992 萬元。監造單位於施工中機動取樣 15 處地點，於管溝回填 CLSM 至頂層時，取樣製作 2 顆圓柱試體，達 28 天齡期後，於同一地點鑽取 $\Phi 10$ cm 鑽心試體。圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範測試，鑽心試體比照一般混凝土 CNS1238(2005)規範測試，比較抗壓強度，如表 4-17。由試驗資料顯示，所得結果 15 顆圓柱試體抗壓強度介於 25.8~41.5 kg/cm²，15 顆鑽心試體抗壓強度則介於 18~31 kg/cm²。15 組鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率介於 58.51%~94.8%之間，且鑽心試體抗壓強度亦均低於圓柱試體，鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比率為 72.59%，顯示鑽心後抗壓強度均呈現折減現象。



表 4-17 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場取樣之 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度比較表

竹北中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場圓柱試體(ASTM D4832-02)與鑽心試體(CNS1238)測試抗壓強度比較(實驗組)								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm) (ASTM D4832)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 10*Lcm) (CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-1	99.6.17	99.7.15	28	32.70	鑽 1-1	31.00	94.80%
第 2 組	圓 2-1	99.6.21	99.7.21	30	35.00	鑽 2-1	31.00	88.57%
第 3 組	圓 3-1	99.6.22	99.7.21	29	39.50	鑽 3-1	29.00	73.42%
第 4 組	圓 4-1	99.6.23	99.7.21	28	41.50	鑽 4-1	25.00	60.24%
第 5 組	圓 5-1	99.6.28	99.7.30	32	27.50	鑽 5-1	21.00	76.36%
第 6 組	圓 6-1	99.6.30	99.7.30	30	27.90	鑽 6-1	21.00	75.27%
第 7 組	圓 7-1	99.7.1	99.7.30	29	25.80	鑽 7-1	18.00	69.77%
第 8 組	圓 8-1	99.7.2	99.7.30	28	25.80	鑽 8-1	18.00	69.77%
第 9 組	圓 9-1	99.7.6	99.8.5	30	27.50	鑽 9-1	21.00	76.36%
第 10 組	圓 10-1	99.7.7	99.8.5	29	27.90	鑽 10-1	21.00	75.27%
第 11 組	圓 11-1	99.7.30	99.8.27	28	29.00	鑽 11-1	24.00	82.76%
第 12 組	圓 12-1	99.8.2	99.9.2	31	37.60	鑽 12-1	22.00	58.51%
第 13 組	圓 13-1	99.8.9	99.9.6	28	33.60	鑽 13-1	20.00	59.52%
第 14 組	圓 14-1	99.7.26	99.8.23	28	34.60	鑽 14-1	21.00	60.69%
第 15 組	圓 15-1	99.8.4	99.9.2	29	32.10	鑽 15-1	24.00	74.77%
平均					31.87		23.13	72.59%
第 1~第 15 組鑽心試體與標準圓柱試體平均抗壓強度比率								72.59%

資料來源:本研究提供

工地現場各取樣地點同組 2 顆圓柱試體抗壓強度差異率如表 4-18~表 4-19。由表資料顯示,同一地點管溝取樣製作之二顆圓柱試體,抗壓強度差

異率極為接近，十五組圓柱試體各組抗壓強度差異率介於 0%~6.59% 之間，平均差異率為 2.56%。

表 4-18 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場取樣之 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表(第 1~8 組)

竹北中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較(第 1~第 8 組)						
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm)(ASTM D4832-02)	同組圓柱試體抗壓強度差異率%
第 1 組	圓 1-1	99. 6. 17	99. 7. 15	28	32. 7	3. 06%
	圓 1-2	99. 6. 17	99. 7. 15	28	33. 7	
第 2 組	圓 2-1	99. 6. 21	99. 7. 21	30	35. 0	2. 00%
	圓 2-2	99. 6. 21	99. 7. 21	30	34. 3	
第 3 組	圓 3-1	99. 6. 22	99. 7. 21	29	39. 5	4. 81%
	圓 3-2	99. 6. 22	99. 7. 21	29	37. 6	
第 4 組	圓 4-1	99. 6. 23	99. 7. 21	28	41. 5	2. 89%
	圓 4-2	99. 6. 23	99. 7. 21	28	40. 3	
第 5 組	圓 5-1	99. 6. 28	99. 7. 30	32	27. 5	2. 83%
	圓 5-2	99. 6. 28	99. 7. 30	32	28. 3	
第 6 組	圓 6-1	99. 6. 30	99. 7. 30	30	27. 9	1. 08%
	圓 6-2	99. 6. 30	99. 7. 30	30	27. 6	
第 7 組	圓 7-1	99. 7. 1	99. 7. 30	29	25. 8	6. 59%
	圓 7-2	99. 7. 1	99. 7. 30	29	24. 1	
第 8 組	圓 8-1	99. 7. 15	99. 8. 12	28	25. 8	6. 59%
	圓 8-2	99. 7. 15	99. 8. 12	28	24. 1	
第 1~第 8 組同組圓柱試體平均抗壓強度差異率						3. 73%
本表差異率計算方式:同組試體中(抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者						

資料來源:本研究提供

表 4-19 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程現場取樣之 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表(第 9~15 組)

竹北中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較 (實驗組:第 9~第 15 組)						
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期 (天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm)(ASTM D4832-02)	同組圓柱試體抗 壓強度差異率%
第 9 組	圓 9-1	99.7.6	99.8.5	30	27.5	2.83%
	圓 9-2	99.7.6	99.8.5	30	28.3	
第 10 組	圓 10-1	99.7.7	99.8.5	29	27.9	1.08%
	圓 10-2	99.7.7	99.8.5	29	27.6	
第 11 組	圓 11-1	99.7.7	99.8.5	28	29.0	1.36%
	圓 11-2	99.7.7	99.8.5	28	29.4	
第 12 組	圓 12-1	99.7.12	99.8.12	31	37.6	1.31%
	圓 12-2	99.7.12	99.8.12	31	38.1	
第 13 組	圓 13-1	99.7.13	99.8.12	30	33.6	0.00%
	圓 13-2	99.7.13	99.8.12	30	33.6	
第 14 組	圓 14-1	99.7.15	99.8.12	28	34.6	2.60%
	圓 14-2	99.7.15	99.8.12	28	33.7	
第 15 組	圓 15-1	99.8.4	99.9.2	29	32.1	0.62%
	圓 15-2	99.8.4	99.9.2	29	32.3	
第 9~第 15 組同組圓柱試體平均抗壓強度差異率						1.40%
第 1~第 15 組同組圓柱試體平均抗壓強度差異率						2.56%
本表差異率計算方式:同組試體中 (抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者						

資料來源:本研究提供

4.3.3 芎林竹 120 線 8k+000~14k+500 管線工程實驗結果

本工程施工地點位於芎林鄉竹 120 線 8k+000~14k+500，工程內容為道路雙邊埋設口徑 $\Phi 300$ mm 球狀石墨鑄鐵管計 5800 公尺，總工程經費 5674 萬元。於施工中選定 10 處地點，所取樣之 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體以 CNS1238(2005) 規範測試，比較抗壓強度，如表 4-20。

由表 4-20 試驗資料顯示，第 1 組因係後續施工面層改鋪設 140 kg/cm^2 PC，不計入探討，其餘九組鑽心試體抗壓強度均小於圓柱試體抗壓強度，平均鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率為 80.11%。工地現場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體取樣如圖 4-7。



表 4-20 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣之 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度比較表

芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣 CLSM 圓柱試體(STM D4832-02)與鑽心試體(CNS1238)1~10 組抗壓強度比較(實驗組)								
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期(天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ15*30cm)(ASTM D4832-02)	試體編號	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm)(CNS1238)	鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率%
第 1 組	圓 1-1	99.9.16	99.10.21	35	27.30	鑽 1-1	163.00	鑽到 PC 路面 (不計)
	圓 1-2	99.9.16	99.10.21	35	27.80	鑽 1-2	207.00	
第 2 組	圓 2-1	99.9.16	99.10.21	35	28.20	鑽 2-1	11.00	39.01%
	圓 2-2	99.9.16	99.10.21	35	28.90	鑽 2-2	25.00	86.51%
第 3 組	圓 3-1	99.9.16	99.10.21	35	27.60	鑽 3-1	22.00	79.71%
	圓 3-2	99.9.16	99.10.21	35	28.70	鑽 3-2	18.00	62.72%
第 4 組	圓 4-1	99.9.16	99.10.21	35	28.20	鑽 4-1	20.00	70.92%
	圓 4-2	99.9.16	99.10.21	35	28.20	鑽 4-2	22.00	78.01%
第 5 組	圓 5-1	99.9.16	99.10.21	35	27.90	鑽 5-1	22.00	78.85%
	圓 5-2	99.9.16	99.10.21	35	27.00	鑽 5-2	23.00	85.19%
第 6 組	圓 6-1	99.9.16	99.10.21	35	28.80	鑽 6-1	22.00	76.39%
	圓 6-2	99.9.16	99.10.21	35	28.90	鑽 6-2	21.00	72.66%
第 7 組	圓 7-1	99.9.16	99.10.21	35	28.40	鑽 7-1	24.00	84.51%
	圓 7-2	99.9.16	99.10.21	35	29.30	鑽 7-2	22.00	75.09%
第 8 組	圓 8-1	99.9.16	99.10.21	35	27.40	鑽 8-1	27.00	98.54%
	圓 8-2	99.9.16	99.10.21	35	29.40	鑽 8-2	28.00	95.24%
第 9 組	圓 9-1	99.9.16	99.10.21	35	28.50	鑽 9-1	23.00	80.70%
	圓 9-2	99.9.16	99.10.21	35	28.20	鑽 9-2	24.00	85.11%
第 10 組	圓 10-1	99.9.16	99.10.21	35	28.40	鑽 10-1	28.00	98.59%
	圓 10-2	99.9.16	99.10.21	35	29.80	鑽 10-2	28.00	93.96%
第 2~10 組平均					28.43		22.78	80.11%
扣除第 1 組異常值, 第 2~10 組鑽心試體與標準圓柱試體平均抗壓強度比率								80.11%

資料來源:本研究提供(原始實驗數據詳見附錄 E)

芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二) CLSM 圓柱試體及鑽心試體現場取樣照片



圖 4-7 芎林竹 120 線管線工程(二)CLSM 圓柱及鑽心試體現場取樣

資料來源:本研究提供

工地現場各取樣地點同組 2 顆圓柱試體抗壓強度差異率如表 4-21，同組 2 顆鑽心試體抗壓強度差異率如表 4-22。

表 4-21 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣之 CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較表

芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)CLSM 同組圓柱試體抗壓強度差異率比較(實驗組)						
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期 (天)	圓柱試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ 15*30cm)(ASTM D4832-02)	同組圓柱試 體抗壓強度 差異率%
第 1 組	圓 1-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27. 3	1. 80%
	圓 1-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27. 8	
第 2 組	圓 2-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 2	2. 42%
	圓 2-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 9	
第 3 組	圓 3-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27. 6	3. 83%
	圓 3-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 7	
第 4 組	圓 4-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 2	0. 00%
	圓 4-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 2	
第 5 組	圓 5-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27. 9	3. 23%
	圓 5-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27. 0	
第 6 組	圓 6-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 8	0. 35%
	圓 6-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 9	
第 7 組	圓 7-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 4	3. 07%
	圓 7-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	29. 3	
第 8 組	圓 8-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27. 4	6. 80%
	圓 8-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	29. 4	
第 9 組	圓 9-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 5	1. 05%
	圓 9-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 2	
第 10 組	圓 10-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28. 4	4. 70%
	圓 10-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	29. 8	
第 1~第 10 組同組圓柱試體平均抗壓強度差異率						2. 73%
本表差異率計算方式:同組試體中 (抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者						

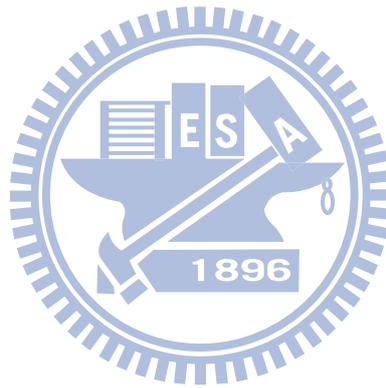
資料來源:本研究提供

表 4-22 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)現場取樣之 CLSM 同組鑽心試體抗壓強度差異率比較表

芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)CLSM 同組鑽心試體抗壓強度差異率比較(實驗組)						
組別	試體編號	製模日期	試驗日期	齡期 (天)	鑽心試體抗壓強度 kg/cm ² (Φ10*Lcm) (CNS1238)	同組鑽心試 體抗壓強度 差異率%
第 1 組	鑽 1-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	*163.00	鑽到 PC 路面 (不計)
	鑽 1-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	*207.00	
第 2 組	鑽 2-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	11.00	56.00%
	鑽 2-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	25.00	
第 3 組	鑽 3-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	22.00	18.18%
	鑽 3-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	18.00	
第 4 組	鑽 4-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	20.00	9.09%
	鑽 4-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	22.00	
第 5 組	鑽 5-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	22.00	4.35%
	鑽 5-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	23.00	
第 6 組	鑽 6-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	22.00	4.55%
	鑽 6-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	21.00	
第 7 組	鑽 7-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	24.00	8.33%
	鑽 7-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	22.00	
第 8 組	鑽 8-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	27.00	3.57%
	鑽 8-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28.00	
第 9 組	鑽 9-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	23.00	4.17%
	鑽 9-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	24.00	
第 10 組	鑽 10-1	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28.00	0.00%
	鑽 10-2	99. 9. 16	99. 10. 21	35	28.00	
扣除第 1 及第 2 組異常值，其餘第 3~10 組同組鑽心試體平均抗壓強度差異率						6.53%
本表差異率計算方式:同組試體中 (抗壓強度大者-抗壓強度小者)/抗壓強度大者						

資料來源:本研究提供

由表 4-21 資料顯示，同一地點管溝取樣製作之二顆圓柱試體，抗壓強度差異率不大，十組圓柱試體各組抗壓強度差異率介於 0%~6.8%之間，平均差異率為 2.73%，與竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程所得同組圓柱試體抗壓強度平均差異率 2.56%極為接近。鑽心試體部分，由表 4-22 第 1 組因鑽到 PC 路面不計，第 2 組試體編號鑽 2-1 鑽心試體抗壓強度為 11 kg/cm^2 ，與同組編號鑽 2-2 鑽心試體抗壓強度 25 kg/cm^2 差異率達 56%，可能係於鑽心取樣或運送試驗過程碰撞造成強度折損，可視為異常值，如扣除扣除第 1 及第 2 組異常值，其餘第 3~10 組同組鑽心試體平均抗壓強度差異率為 6.53%，較同組圓柱試體平均抗壓強度差異率 2.73%大，可看出鑽心過程對 CLSM 強度影響變數大。



4.4 試驗結果分析

一、預拌實驗及現場實驗 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範測試，鑽心試體以 CNS 1238 規範取樣測試抗壓強度比較如表 4-23。

表 4-23 預拌實驗及現場實驗 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範測試，鑽心試體以 CNS 1238 規範測試抗壓強度比較表

預拌實驗及現場實驗 CLSM 圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範測試，鑽心試體以 CNS 1238 規範取樣測試抗壓強度比較						
預拌場或工程名稱		圓柱試體 (Φ15*30cm) (ASTM D4832-02)		鑽心試體 (Φ10*Lcm) (CNS1238)		鑽心試體與 圓柱試體抗 壓強度比%
		顆數	平均強度 (kg/cm ²)	顆數	平均強度 (kg/cm ²)	
預拌實驗 (對照組)	甲預拌場	9	45.91	9	38.44	83.74%
	乙預拌場	8	29.79	8	19.88	66.72%
	丙預拌場	8	30.18	8	24.63	81.61%
平均抗壓強度比						77.36%
現場實驗 (實驗組)	新竹給水廠 \$ 1000 mm管線汰換工程	8	35.09	8	24.50	69.83%
	竹北市中正西路 (溪洲路~港安街) 管線汰換工程	15	31.87	15	23.13	72.59%
	芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)	18	28.43	18	22.78	80.11%
平均抗壓強度比						74.18%

資料來源:本研究提供

由表 4-23 試驗資料可得四項結果:

- (1). 無論預拌實驗或現場實驗，CLSM 鑽心試體強度均較圓柱試體抗壓強度為低，顯示鑽心過程將造成強度折損。
- (2). 三家預拌場之預拌實驗所得平均鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比亦較三標工程工地現場實驗為高，顯示工地現場實際鑽心所得強度折損較大。分析原因為預拌場內灌注於塑膠桶之 CLSM 在強度隨齡期之發展過程未受外力載重，而工地管溝 CLSM 初凝後受鋪設 AC 滾壓夯實及開放通車等外力載重而致影響強度發展。
- (3). 未受外力載重影響之預拌實驗，在相同之試驗方式，CLSM 配比設計強度越高，鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比亦有趨高之情形。由表 4-23 資料顯示圓柱試體以 ASTM D4832 規範，鑽心試體以 CNS1238 規範測試抗壓強度，甲預拌場製作之 10 顆圓柱試體扣除 1 顆異常值後，平均抗壓強度為 45.91 kg/cm^2 ，10 顆鑽心試體扣除 1 顆異常值後，平均抗壓強度為 38.44 kg/cm^2 。乙預拌場製作之圓柱試體 10 顆，扣除 2 顆異常值後，8 顆平均抗壓強度為 29.79 kg/cm^2 。鑽心試體 10 顆，扣除 2 顆異常值後，8 顆平均抗壓強度為 19.88 kg/cm^2 。丙預拌場製作之 10 顆圓柱試體扣除 2 顆異常值後，平均抗壓強度為 30.18 kg/cm^2 ，10 顆鑽心試體扣除 2 顆異常值後，平均抗壓強度為 24.63 kg/cm^2 。甲預拌場所製作之圓柱試體或鑽心試體其平均抗壓強度最高，其次為丙預拌場，再其次為乙預拌場，三家預拌場所得之鑽心試體與圓柱試體平均抗壓強度比亦有類似之情形，分別為 83.74%、81.61% 及 66.72%。

楊文昌於「混凝土鑽心圓柱試體強度之探討」研究中，比較一般凝土不同設計強度 2000psi、2500 psi、3000 psi、4000 psi，所得鑽心試體與室內濕養標準圓柱試體抗壓強度比分別為 83.44%、89.22%、90.44%、89.12%，設計強度越高，鑽心試體與

標準圓柱試體抗壓強度比率有趨高之現象〔楊文昌，1995〕。

本研究之 CLSM 屬低強度，且三家預拌場使用之土壤材料性質及配比不同，鑽心試體與標準圓柱試體抗壓強度比率是否與配比設計強度有關，可為後續研究以相同土壤材料、不同配比強度做試驗探討。

- (4). 埋管位置如重車及車流量越大，其鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比越低。比較現場實驗三標工程之施工地點、埋管位置及交通量情形：新竹給水廠 ϕ 1000 mm 管線汰換工程，管線埋設於新竹市台 1 線中央分隔島旁之快車道，重車及車流量最大；竹北市中正西路（溪洲路~港安街）管線汰換工程，管線埋設於竹北市中正西路慢車道，重車及車流量次之；芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程（二），管線埋設位於芎林郊區竹 120 線慢車道，重車及車流量最少，由試驗數據顯示鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比為：新竹給水廠 ϕ 1000 mm 管線汰換工程(69.83%) < 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程(72.59%) < 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)(80.11%)，初步研判埋管位置重車及車流量越大，對管溝內 CLSM 強度發展越不利，其鑽心試體抗壓強度折損越大。

三標工程現場取樣之圓柱試體平均抗壓強度大小為：新竹給水廠 ϕ 1000 mm 管線汰換工程(35.09 kg/cm^2) > 竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰換工程(31.87 kg/cm^2) > 芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)(28.43 kg/cm^2)，但鑽心試體與標準圓柱試體抗壓強度比卻相反，探究原因為工地現場受外力載重之影響，管溝所取樣鑽心試體與標準圓柱試體抗壓強度比率，無法與(3)未受外力載重影響之預拌實驗隨 CLSM 配比設計強度越高而趨高之結果相符。

二、CLSM 以相同規範測試時，採 $\Phi 8\text{cm}$ 或 $\Phi 10\text{cm}$ 直徑之鑽心試體，對抗壓強度影響不大，但如加大鑽心口徑差異，其強度影響則留待後續研究探討。

三、預拌實驗 CLSM 圓柱或鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試與以 CNS 1232 規範測試抗壓強度比較如表 4-24。試驗結果，CLSM 不論圓柱試體或鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度，均較以 CNS 1232 規範測試所得抗壓強度為低。預拌實驗於丙預拌場製作之 10 顆圓柱試體以 ASTM D4832-02 測試所得抗壓強度較以 CNS 1232 規範測試所得抗壓強度比為 90.09%，以 ASTM D4832-02 規範測試較以 CNS 1232 規範測試低約 9.91%。於乙預拌場鑽取之 $\Phi 8\text{cm}$ 及 $\Phi 10\text{cm}$ 鑽心試體，以 ASTM D4832-02 規範測試所得抗壓強度較以 CNS 1232 規範測試所得抗壓強度比為 87.01%及 86.19%，分別低約 12.91%及 13.81%。故 CLSM 抗壓強度與抗壓機加壓速度有關，CNS 1232 規範加壓速度較 ASTM D4832-02 規範快，所得抗壓強度相對亦較高。

表 4-24 預拌實驗 CLSM 圓柱或鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試與以 CNS 1232 規範測試抗壓強度比較

預拌實驗 CLSM 圓柱或鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試與以 CNS 1232 規範測試抗壓強度比較					
預拌場名稱		圓柱試體($\Phi 15*30\text{cm}$)		鑽心試體($\Phi 10*L\text{cm}$ 或 $\Phi 8*L\text{cm}$)	
		顆數	ASTM D4832-02 規範與 CNS1232 規範測試抗壓強度比率%	顆數	ASTM D4832-02 規範與 CNS1232 規範測試抗壓強度比率%
預拌實驗 (對照組)	甲預拌場	-	-	7 ($\Phi 8*L\text{cm}$)	87.01%
	乙預拌場	-	-	7 ($\Phi 10*L\text{cm}$)	86.19%
	丙預拌場	10	90.09%	-	-

資料來源:本研究提供

四、預拌實驗及現場實驗 CLSM 同組圓柱試體或同組鑽心試體抗壓強度差異率如表 4-25。試驗結果，預拌實驗及現場實驗，同組鑽心試體平均抗壓強度差異率均較同組圓柱試體間之抗壓強度差異率為高，顯示鑽心過程變數將影響試體抗壓強度。

表 4-25 預拌實驗及現場實驗 CLSM 同組圓柱試體或同組鑽心試體抗壓強度差異率比較表

預拌實驗及現場實驗 CLSM 同組圓柱試體或同組鑽心試體抗壓強度差異率比較表					
預拌場或工程名稱		圓柱試體(Φ15*30cm) (ASTM D4832-02)		鑽心試體(Φ10*Lcm) (CNS1238)	
		組數 (每組 2 顆)	平均抗壓強 度差異率%	組數 (每組 2 顆)	平均抗壓強 度差異率%
預拌實驗 (對照組)	甲預拌場	5	5.50%	5	6.16%
現場實驗 (實驗組)	新竹給水廠Φ 1000 mm管線汰換 工程	4	4.53%	3	9.85%
	芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二)	10	2.73%	10	10.82%

資料來源:本研究提供

由本章之研究結果可得知，預拌實驗(對照組)選定之三家預拌場製作之 CLSM 試體及工地現場實驗(實驗組)選定之三標工程，採同試驗方式比較，圓柱試體以 ASTM D4832-02 規範，鑽心試體比照一般混凝土鑽心試體之 CNS1238 規範取樣後，以 CNS1232 規定測試抗壓強度，所得鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率:甲預拌場介於 75.23%~100.82%，乙預拌場介於 50.75%~132.65%，丙預拌場介於 65.63%~106.62%。新竹給水廠Φ1000 mm管線汰換工程介於 43.89%~96.89%，竹北市中正西路(溪洲路~港安街)管線汰

換工程介於 58.51%~94.8%，芎林竹 120 線 8K+000~14K+500 管線工程(二) 介於 39.01%~98.59%，變化極大。可見鑽心過程造成試體強度之折損，對於屬於低強度性質之 CLSM 而言，影響抗壓強度比頗大。

圓柱試體因可依規定養護，且強度發展未受外力載重影響，其 28 天抗壓強度較能符合實際配比設計之結果。而工地現場管溝鑽心試體，除受鑽心機具鑽取過程造成強度折損外，亦因無法養護及受鋪設 AC 滾壓夯實、開放通車等外力載重因素，對 CLSM 之強度發展影響頗大，管溝 CLSM 鑽心試體強度之折損相對較未受外力載重及可養護之一般混凝土結構物為高。一般混凝土鑽心試體強度要求為設計強度之 85% 以上，故如欲訂定 CLSM 鑽心試體抗壓強度折減率，應低於一般混凝土 85% 較屬合理。

本研究以台灣自來水公司契約規定 CLSM 設計強度為 20~50 kg/cm² 為配比設計依據，依所得資料，圓柱試體部份：預拌實驗取樣 50 顆及現場實驗取樣 58 顆共計 108 顆圓柱試體，以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度，抗壓強度超過 50 kg/cm² 有四顆，強度分別為 54.5 kg/cm²、57.1 kg/cm²、59.5 kg/cm² 及 61.5 kg/cm²；抗壓強度低於 20 kg/cm² 有三顆，強度分別為 19.2kg/cm²、19.6kg/cm² 及 19.9 kg/cm²。以管溝開挖之土方作為拌合材料，骨材變異性大，配比設計強度不易控制，建議管線工程放寬 CLSM 設計強度為 20~60 kg/cm²，圓柱試體抗壓強度容許差為設計強度之 5%。

鑽心試體部分：(1).未受外力作用之預拌實驗 Φ 8cm 或 Φ 10cm 試體共 50 顆以 CNS 1238 規範測試抗壓強度，鑽心試體最低強度為 14 kg/cm²，約為最低設計強度 20 kg/cm² 之 70%；另 Φ 8cm 或 Φ 10cm 試體共 20 顆以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度，鑽心試體最低強度為 15 kg/cm²，約為最低設計強度 20 kg/cm² 之 75%。(2).受外力作用之工地現場實驗，41 顆鑽心試體強度最低為 11 kg/cm²，其次為 14 kg/cm²，約為最低設計強度 20 kg/cm² 之 55% 及 70%。工地現場三標工程鑽心試體抗壓強度與未受外力之圓柱試體

抗壓強度比分別為 69.83%、72.59%及 80.11%，考量管溝土壤材料變數、道路交通流量、施工後無法養護及試驗之試體尺寸效應、鑽心取樣處理過程等對 CLSM 抗壓強度均有不利影響，以設計強度之 70%作為工地鑽心試體抗壓強度合格判定依據可能較為合理。建議 CLSM 鑽心試體抗壓強度合格之標準，為鑽取三個試體之試驗強度平均值不小於最低設計強度之 70%，個別試體最低強度值不小於最低設計強度之 60%。如以 CLSM 規定設計強度 20~50 kg/cm² 為例，當管溝鑽心試體強度為最低設計強度 20kg/cm² 之 70%即 14 kg/cm² 時，實際管溝內之 CLSM 強度將更高於 14 kg/cm²，已遠優於傳統回填砂石料之強度，對一般道路而言應足夠負荷車流載重。

管線工程 CLSM 品質判斷，仍應以圓柱試體抗壓強度作為合格判定依據較為客觀公平，如因其他因素：圓柱試體未取樣、遺失、懷疑廠商造假等無法取得圓柱試體抗壓強度作為品質判定依據，或現場管溝下陷超過規定值，明顯施工品質不良時，再以現場鑽心取樣測試抗壓強度及路面平整度作為品質合格判斷依據。各單位辦理工程查核時，如圓柱試體抗壓強度報告合格且現場平整度量測亦合格，代表管溝內 CLSM 強度已足夠負荷車流載重，亦無下陷，滿足路平要求，已足以判斷品質，實無需再以現場鑽心取樣測試抗壓強度作為施工品質評定依據，衍生不必要之爭議。

第五章 結論與建議

5.1 結論與建議

本研究搜集現行各管線單位 CLSM 之契約規定，並透過預拌場之預拌實驗及管線工程施工之現場實驗方式，所取得之圓柱試體與鑽心試體抗壓強度資料，經整理歸納後獲致以下結論與建議：

一、經探討各單位工程契約 CLSM 施工檢驗規定多不相同，尤其是鑽心試體抗壓強度部分，試驗規定有些單位比照一般混凝土 CNS1238，有些單位未規定，鑽心抗壓強度折減，有些單位規定無折減，未符實際現況，有些單位規定比照一般混凝土之折減率亦未臻合理。CLSM 因初凝後受鋪設 AC 機具滾壓夯實及開放通車等外力載重及鑽心取樣過程均將造成抗壓強度折損，CLSM 鑽心強度與設計強度比，應較一般混凝土未受外力載重規定之 85% 為低，較為合理。

建議 1: 各管線單位均係於道路埋設管線，且管溝回填材料均為 CLSM，目前尚無 CNS 國家標準規範，主管機關應儘速制定統一遵循之試驗規範及要求強度，以作為品質判定依據，避免各單位規定不一衍生爭議。

建議 2: 考量管溝土壤材料變數、道路交通流量、施工後無法養護、試體尺寸效應及鑽心取樣、鉅切蓋平處理過程等，對 CLSM 抗壓強度均有不利影響。建議 CLSM 鑽心試體抗壓強度合格之標準，為同一取樣基數內，鑽取三個試體之試驗強度平均值不小於最低設計強度之 70%，個別試體最低強度值不小於最低設計強度之 60%。

二、部分單位工程契約規定 CLSM 鑽心試體依照 CNS1238 規範鑽取測試抗壓強度，且規定材料品質檢驗應送往財團法人全國認證基金會(TAF)認

可之公正第三人實驗室試驗，檢驗報告並應出具印有依標準法授權之實驗室認證機構認可標誌。惟目前依據財團法人全國認證基金會 TAF-CNLA-S01(5)試驗規定，CLSM 鑽心試體，不可出具認可標誌之報告，本研究之 CLSM 鑽心試體依照 CNS1238 規範鑽取測試抗壓強度之報告均無 TAF 認可標誌，故報告均僅能作為參考，如作為品質合格判斷依據，當發生履約爭議時恐有適法性疑慮。

建議:CLSM 鑽心試體在未制定標準試驗規範前，各管線單位契約 CLSM 品質判斷標準，仍應以圓柱試體抗壓強度作為合格判定依據較為客觀公平，如因其他因素對品質有疑義時，再以現場鑽心取樣測試抗壓強度及路面平整度兩項數據作為品質合格判斷之參考依據。

三、混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法 CNS 1232 規範規定，適用範圍包括模製圓柱形試體及鑽心試體，若試體高度直徑比小於 1.8 時，需乘以抗壓強度修正係數，但修正係數適用於標稱抗壓強度為 $140 \sim 420 \text{ kg/cm}^2$ 之輕質或一般常重混凝土。對抗壓強度小於 90 kg/cm^2 之 CLSM 而言，部份單位契約規定鑽心試體比照 CNS 1232 規範試驗，鑽心試體高度直徑比小於 1.8 時，其修正係數仍參照引用，與規範規定不符。

建議:CLSM 鑽心試體未制訂正式規範前，如欲比照 CNS 1238 規範取樣後以 CNS 1232 規定測試抗壓強度時，取樣之鑽心試體高度直徑比儘量大於 1.8，則可避免修正係數適用問題。

四、三家預拌混凝土場灌注於塑膠桶內取樣之 CLSM，鑽心試體抗壓強度均低於圓柱試體抗壓強度，三家預拌場平均鑽心試體抗壓與圓柱試體抗壓強度比為 77.36%，證明 CLSM 於鑽心過程將造成強度折損。

五、三標工程工地現場灌注於管溝內之 CLSM，同一地點取樣之鑽心試體抗壓強度亦低於圓柱試體抗壓強度，且發現施工地點重車及交通流量

越多，其鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比越低，可能係重車外力載重越大，對管溝內 CLSM 之強度發展越不利。三標工程所得平均鑽心試體抗壓與圓柱試體抗壓強度比為 74.18%，較三家預拌場預拌實驗未受外力作用之 CLSM，平均鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比率 77.36% 為低，顯示工地現場管溝受外力載重，對 CLSM 強度發展將有不良影響，工地現場鑽心試體抗壓強度較預拌場塑膠桶內鑽心試體抗壓強度折損較大。

六、以不同規範試驗結果，CLSM 不論圓柱試體或鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試抗壓強度均較以 CNS 1232 規範測試所得抗壓強度為低，故 CLSM 抗壓強度與抗壓機加壓速度有關，CNS 1232 規範加壓速度較 ASTM D4832-02 規範快，相對所得抗壓強度亦較高。

七、不同尺寸($\Phi 10\text{cm}$ 或 $\Phi 8\text{cm}$) 之 CLSM 鑽心試體以相同規範測試結果: 10 顆 $\Phi 10\text{cm}$ 及 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 ASTM D4832-02 規範測試所得平均抗壓強度比約為 99%; 10 顆 $\Phi 10\text{cm}$ 及 $\Phi 8\text{cm}$ 鑽心試體以 CNS1238(2005) 規範測試所得平均抗壓強度比約為 100.95%，初步判斷 $\Phi 10\text{cm}$ 及 $\Phi 8\text{cm}$ 尺寸對鑽心試體抗壓強度影響不大，但如加大鑽心口徑差異，其強度影響則留待後續研究探討。

八、一般混凝土對粗、細骨材之健性、粒徑尺寸、含水率及有機物質含量均有嚴格限制，以確保結構物之安全。而 CLSM 多應用於非屬結構安全之工程，且考量棄土及資源再生利用，所用管溝開挖之土方作為拌合材料，骨材變異性大，配比設計強度不易控制。

建議:管線工程放寬 CLSM 設計強度為 $20\sim 60\text{ kg/cm}^2$ ，並訂定圓柱試體抗壓強度容許差為設計強度之 5%。

九、CLSM 鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比初步判斷應與配比設計有關，配比設計強度越高，鑽心試體與圓柱試體之抗壓強度比率亦有趨高現

象。

5.2 後續研究

- 一、本研究 CLSM 鑽心試體與標準圓柱試體抗壓強度比率有隨配比設計強度趨高現象，惟三家預拌場，因 CLSM 係由不同工地之管溝開挖土方拌製而成，非屬相同土壤材料，建議後續研究如能以相同土壤材料、多種不同配比強度做試驗探討，將更有明顯成效。
- 二、本研究於其他標案工程發現，當管溝泥質土含量多時，CLSM 鑽心試體與圓柱試體抗壓強度比有較低現象，是否於鑽心過程加水致強度折損較大之因素，建議後續研究探討。
- 三、工程主管機關如決定 CLSM 鑽心試體統一採用 CNS 1238 規範取樣後以 CNS 1232 規定測試抗壓強度時，建議應對試體高度直徑比小於 1.8 時，重新研究訂定符合 CLSM 低強度需求之修正係數。
- 四、CLSM 以相同規範測試時，採 $\Phi 8\text{cm}$ 或 $\Phi 10\text{cm}$ 直徑之鑽心試體，對抗壓強度影響不大，但如加大鑽心口徑差異，其強度影響建議後續研究探討。

參考文獻

1. 公共工程委員會，公共工程施工綱要規範第 03377 章 v5.0 「控制性低強度回填材料施工規範」，控制性低強度回填材料施工規範，2010 年 12 月 9 日修訂。
2. 公共工程委員會，公共工程施工綱要規範第 03310 章 V6.0 結構用混凝土，2010 年 12 月 14 日修訂。
3. 公共工程委員會，公共工程施工綱要規範第 03390 章 V5.0 混凝土養護，2007 年 12 月 26 日修訂。
4. 內政部營建署，結構混凝土施工規範第十八章，2002 年 7 月。
5. 內政部營建署，建築技術規則，2002 年。
6. 中國石油股份有限公司，高性能低強度材料施工規範，2009 年 12 月 7 日。
7. 台灣營建研究院，高性能低強度材料之開發與輔導期末報告，經濟部工業局八十八年度協助國內傳統工業技術升級計劃 1999 年 6 月。
8. 台灣營建研究院，控制性低強度材料於土木工程應用之研究，第六章 CLSM 與剩餘土石混合之研究，內政部營建署，2002 年 10 月。
9. 台灣自來水股份有限公司，工程契約，自來水管理設工程施工說明書第十五項，控制性低強度回填材料施工說明書，2010 年元月版。
10. 台灣電力股份有限公司，高性能低強度材料規範，2004 年 10 月 6 日。
11. 台北自來水事業處，控制性低強度回填材料施工規範，2010 年 1 月 1 日。
12. 沈永年、陳仙洲、王聰田，低強度高流動性混凝土於管道回填工程之應用，第十一屆鋪面工程學術研討會，2001 年。
13. 李維峰、鄭瑞濱，控制性低強度材料之工程應用案例研究，台灣營建研究院，2005 年。

14. 柴希文，謝佩昌，CLSM 材料簡介，財團法人台灣營建研究院叢書，2001 年 4 月。
15. 柴希文，謝佩昌，礦物摻料在高流動低強度回填材料的運用，應用礦物摻料提升混凝土品質研討會論文集，財團法人台灣營建研究院，1999 年 8 月。
16. 財團法人全國認證基金會，土木工程測試領域認證規範，TAF-CNLA-S01(6)，第 18 頁附錄 B，B.2 3003L036，2010 年 7 月 9 日。
17. 陳仙州、劉英偉，低強度回填材料規範於工程實務之可行性探討，第七屆鋪面材料再生學術研討會，2006 年 10 月。
18. 經濟部標準檢驗局，CNS 1232 混凝土圓柱試體抗壓強度檢驗法，2002 年 12 月。
19. 楊文昌，混凝土鑽心圓柱試體強度之探討，私立中原大學建築研究所碩士論文，1995 年。
20. 潘昌林、鄭瑞濱，控制性低強度材料(CLSM)之工程運用，中華民國第四屆鋪面材料再生學術研討會論文集，2000 年 11 月。
21. ACI committee 229R-99, 1999, "Controlled Low Strength Materials (CLSM)", ACI Manual of Concrete Practice, Part I, American Concrete Institute, Farmington Hills, MI.
22. Annual Book of ASTM Standards 2003. Editors Dreyfuss, Robert H. et. al. Vol 04.08, pgs 939-943. ASTM Standards, "Standard Test Method for Preparation and Testing of Controlled Low Strength Material (CLSM) Test Cylinders.
23. Crouch, L. K., Gamble, R., Brogdon, J. F., and Tucker, C. J., "Use of High-fines Limestone Screenings as Aggregate for Controlled Low-Strength Material (CLSM)," STM STP 1331, pp.45-59, 1998.

24. Lasater, D.V., "Resilient Performance of Controlled Density Fill in Utility Trench Excavations", MS thesis, Department of Civil Engineering, Universal of Washington, Seattle, 1990.
25. Lianxiang, Du., Kevin. J.F., & David. T., "Effect of Constituent Materials and Quantities on the Water Demand and Compressive Strength of Controlled Low-Strength Material," ASCE, Journal of Material in Civil Engineering, Vol.14, No.6, pp.485~459, 2002.
26. Naik, T.R., Singh,S., and Ramme, B.W., "Performance and Leaching Assessment of Flowable Slurry, "Journal of Environmental Engineering,Vol.127,NO.4,pp.359-368 , 2001.
27. Lutifi ,R. and Jose,L., "Load Response of Transportation Support System," Transportation Engineering Journal, pp.111-128,1980.
28. Smith,A., "Controlled Low-Strength Material,"Concrete Construction,5 , 1991.
29. Thomson, S., and Kjartanson, B.H., A Study of Delayed Failure in a Cut Slope in Stiff Clay,"Canada geotectonic Journal, Vol. 22, pp.286-297,1985.

附錄 A 甲預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告(對照組)

A-1-1 甲預拌場 CLSM 圓柱試體第 1~2 組抗壓強度試驗報告(以正式認可試驗規範 ASTM D4832-02 測試, 可出具 TAF 認證章)

表格編號: SJ-26-062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話: (03)4716111-2 傳真: (03)4716110



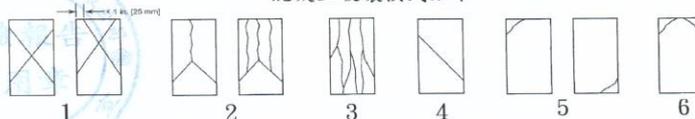
低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號: SJREP-0906826 頁次: 第 1 頁, 共 1 頁
工程名稱: 靜態 CLSM 鑽心強度
承包商: 甲 CLSM 預拌廠 收件日期: 98年12月18日
委託單位: 台灣自來水公司第三區管理處
結構部位: 1號、2號 試驗日期: 98年12月18日15時
設計強度: 20~50 kgf/cm² 報告日期: 98年12月18日
取樣人員: NA 試驗方法: ASTM D4832-02
會驗人員: 自來水公司: 陳俊元 試體數量: 6 個
送驗人員: 自來水公司: 陳俊元

N01
Σ 58.3
N02
Σ 54.3

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	標稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
1-1	15.08	30.38	37	98年11月11日	10095	176.7	57.1	5600	1	無
1-2	15.06	30.46	37	98年11月11日	10863	176.7	61.5	6031	1	無
1-3	15.07	30.28	37	98年11月11日	9964	176.7	56.4	5531	1	無
2-1	15.01	30.31	37	98年11月11日	9628	176.7	54.5	5345	1	無
2-2	15.07	30.31	37	98年11月11日	10516	176.7	59.5	5835	1	無
2-3	15.09	30.22	37	98年11月11日	8627	176.7	48.8	4786	1	無

附註: 1. 試體之製作由 甲 辦理。
2. 試體之養護:
養護單位: 三杰實驗室 混凝土廠 工地 其他
養護方式: 濕養 乾養 自然養護 其他
養護條件: -----
養護日期: 起始日期: 98年11月12日 ~ 結束日期: 98年12月18日
3. 收件時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕; 試驗時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕
4. 抗壓強度單位換算: 1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。
5. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。
混凝土破壞模式如下:



報告簽署人

陳俊元

A-1-2 甲預拌場 CLSM 圓柱試體第 3~5 組抗壓強度試驗報告(以正式認可試

驗規範 ASTM D4832-02 測試，可出具 (TAF 認證章)

表格編號：SJ-26-062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111-2 傳真：(03)4716110



低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號：SJREP-0906827 頁次：第 1 頁，共 1 頁
工程名稱：靜態CLSM鑽心強度
承包商：甲 CLSM預拌廠 收件日期：98年12月18日
委託單位：台灣自來水公司第三區管理處
結構部位：3號、4號、5號 試驗日期：98年12月18日16時
設計強度：20~50 kgf/cm² 報告日期：98年12月18日
取樣人員：NA 試驗方法：ASTM D4832-02
會驗人員：自來水公司：陳俊元 試體數量：9 個
送驗人員：自來水公司：陳俊元

33.76 №3
37.43 4
35.77 5

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	標稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
1	15.09	30.38	34	98年11月14日	5697	176.7	32.2	3158	1	無
2	15.08	30.34	34	98年11月14日	5821	176.7	32.9	3226	1	無
3	15.10	30.32	34	98年11月14日	6160	176.7	34.9	3423	1	無
4	15.10	30.28	34	98年11月14日	6130	176.7	34.7	3403	1	無
5	15.11	30.26	34	98年11月14日	6921	176.7	39.2	3844	1	無
6	15.09	30.48	34	98年11月14日	6792	176.7	38.4	3766	1	無
7	15.09	30.40	34	98年11月14日	6344	176.7	35.9	3521	1	無
8	15.05	30.37	34	98年11月14日	6488	176.7	36.7	3599	1	無
9	15.10	30.42	34	98年11月14日	6110	176.7	34.6	3393	1	無

附註：1. 試體之製作由 甲 辦理。

2. 試體之養護：

養護單位： 三杰實驗室 混凝土廠 工地 其他

養護方式： 濕養 乾養 自然養護 其他

養護條件：-----

養護日期： 起始日期： 98年11月15日 ~ 結束日期： 98年12月18日

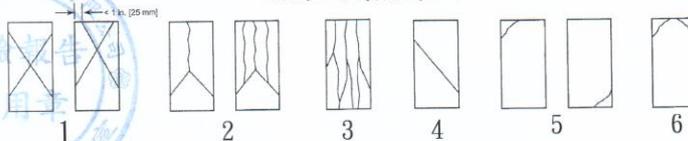
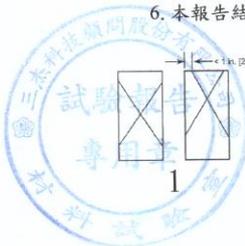
3. 收件時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕；試驗時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕

4. 抗壓強度單位換算：1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。

5. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。

6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人

陳俊元

A-2-1 甲預拌場 CLSM Φ 10cm 鑽心試體第 1~2 組抗壓強度試驗報告(比

照一般混凝土 CNS 1238 規範測試)

(鑽心試體因尚無正式試驗規範，無法出具 TAF 認證章)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111-2 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

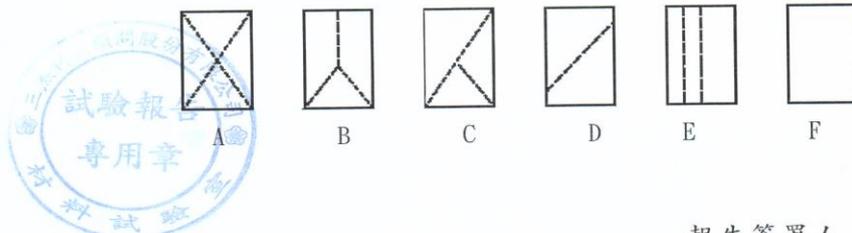
報告編號：SJREP-M98121809 頁次：第 1 頁，共 1 頁
工程名稱：靜態CLSM鑽心強度
承包商：甲 CLSM預拌廠 收件日期：98年12月18日
委託單位：台灣自來水公司第三區管理處
結構部位：1-1、1-2、2-1、2-2 試驗日期：98年12月18日16時
設計強度：17~50 kgf/cm² 報告日期：98年12月18日
取樣人員：自來水公司：邱宗仁、陳俊元 取樣日期：98年12月17日
會驗人員：自來水公司：陳俊元 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司：陳俊元 試體數量：4 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	製模 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態
	平均長度		平均 直徑								(MPa)	(kgf/cm ²)	
	端面 處理前	端面 處理後											
1-1	19.37	20.02	10.00	2.00	1.00	——	——	垂直	3773	78.54	4.7	48	C
1-2	19.44	19.97	10.01	1.99	1.00	——	——	垂直	3978	78.70	5.0	51	A
2-1	19.21	19.83	10.01	1.98	1.00	——	——	垂直	3200	78.70	4.0	41	C
2-2	19.23	19.64	10.00	1.96	1.00	——	——	垂直	3582	78.54	4.5	46	B

此試體為低強度鑽心試體。

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：98年12月17日09時；試體首次封存時間：98年12月17日10時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：98年12月18日15時
2. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人

試驗室
簽署人 蕭俊源

A-2-2 甲預拌場 CLSM Φ 10cm 鑽心試體第 3~5 組抗壓強度試驗報告(比照一

般混凝土 CNS 1238 規範測試)

(鑽心試體因尚無正式試驗規範，無法出具 TAF 認證章)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111-2 傳真：(03)4716110

混凝土鑽心試體抗壓強度試驗報告

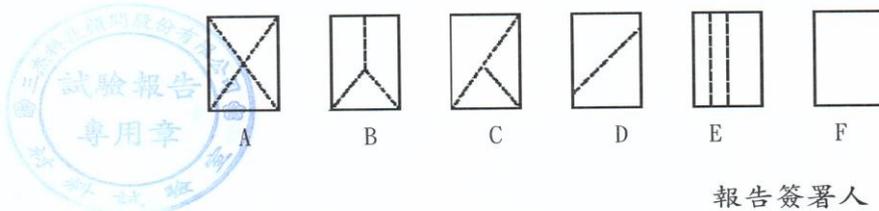
報告編號：SJREP-M98121808 頁次：第 1 頁，共 1 頁
工程名稱：靜態CLSM鑽心強度
承包商：甲 CLSM預拌廠 收件日期：98年12月18日
委託單位：台灣自來水公司第三區管理處
結構部位：3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2 試驗日期：98年12月18日16時
設計強度：17~50 kgf/cm² 報告日期：98年12月18日
取樣人員：自來水公司:邱宗仁、陳俊元 取樣日期：98年12月17日
會驗人員：自來水公司:陳俊元 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司:陳俊元 試體數量：6 個
標稱最大粒徑：25mm(1")

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		長徑比	修正 係數	製模 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態	
	平均長度									平均 直徑	(MPa)		(kgf/cm ²)
	端面 處理前	端面 處理後											
3-1	19.21	19.90	10.00	1.99	1.00	——	——	垂直	2389	78.54	2.9	30	C
3-2	19.84	20.16	10.01	2.01	1.00	——	——	垂直	2433	78.70	3.0	31	A
4-1	19.22	19.77	10.00	1.98	1.00	——	——	垂直	2623	78.54	3.2	33	A
4-2	19.39	19.74	10.01	1.97	1.00	——	——	垂直	2635	78.70	3.2	33	C
5-1	14.53	15.03	10.01	1.50	0.96	——	——	垂直	2595	78.70	3.2	33	C
5-2	19.11	19.86	10.00	1.99	1.00	——	——	垂直	2897	78.54	3.6	37	C

此試體為低強度鑽心試體。

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：98年12月17日09時；試體首次封存時間：98年12月17日10時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：98年12月18日15時
2. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人

試驗室
簽字人 蕭俊源

附錄 B 乙預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告(對照組)

B-1-1 乙預拌場 CLSM 圓柱試體第 1~5 組抗壓強度試驗報告(以 ASTM D4832-02 規範測試)

表格編號: SJ 26 062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話: (03)4716111 傳真: (03)4716110



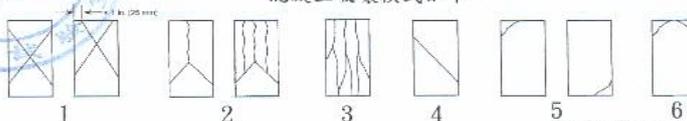
低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號: SJREP-1004531 頁次: 第 1 頁, 共 2 頁
委託單位: 台灣自來水公司第三區管理處
地址: 新竹市博愛街1號
工程名稱: 靜態CLSM鑽心強度與標準圓柱試體強度比對
業主: 台灣自來水公司第三區管理處
承包商: 乙 預拌混凝土廠 收件日期: 99年09月10日
結構部位: 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-1, 9-2, 10-1, 10-2 試驗日期: 99年09月10日10時
設計強度: 20~50 kgf/cm² 報告日期: 99年09月10日
取樣人員: NA 試驗方法: ASTM D4832-02
會驗人員: 自來水公司: 徐玲珠 試體數量: 20 個
送驗人員: 自來水公司: 吳侑恩

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製機日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	標稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋手 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
1-1	15.04	30.28	30	99年08月11日	3384	176.7	19.2	1883	1	無
1-2	15.03	30.28	30	99年08月11日	3460	176.7	19.6	1922	1	無
2-1	15.03	30.29	30	99年08月11日	3837	176.7	21.7	2128	1	無
2-2	15.04	30.21	30	99年08月11日	3517	176.7	19.9	1952	1	無
3-1	15.04	30.27	30	99年08月11日	3826	176.7	21.7	2128	1	無
3-2	15.03	30.26	30	99年08月11日	5917	176.7	33.5	3285	1	無
4-1	15.02	30.30	30	99年08月11日	6077	176.7	34.4	3373	1	無
4-2	15.03	30.29	30	99年08月11日	4773	176.7	27.0	2648	1	無
5-1	15.02	30.27	30	99年08月11日	5064	176.7	28.7	2815	1	無
5-2	15.04	30.28	30	99年08月11日	6312	176.7	35.7	3501	1	無

- 附註: 1. 試體之製作由 乙 辦理。
2. 試體之養護:
養護單位: 三杰實驗室 混凝土廠 工地 其他
養護方式: 濕養 乾養 自然養護 其他
養護條件: -----
養護日期: 起始日期: 99年08月12日 ~ 結束日期: 99年09月10日
3. 收件時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕; 試驗時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕
4. 抗壓強度單位換算: 1 kgf/cm² = 98.0665 kPa
5. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。

混凝土破壞模式如下:



報告簽署人 許芸甄

B-1-2 乙預拌場 CLSM 圓柱試體第 6~10 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

表格編號: SJ 26 062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話: (03)4716111 傳真: (03)4716110



低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號: SJREP-1004531 頁次: 第 2 頁, 共 2 頁

委託單位: 台灣自來水公司第三區管理處

地址: 新竹市博愛街1號

工程名稱: 靜態CLSM鑽心強度與標準圓柱試體強度比對

業主: 台灣自來水公司第三區管理處

承包商: 乙 預拌混凝土廠 收件日期: 99年09月10日

結構部位: 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2, 4-1, 4-2, 5-1, 5-2, 6-1, 6-2, 7-1, 7-2, 8-1, 8-2, 9-1, 9-2, 10-1, 10-2 試驗日期: 99年09月10日10時

設計強度: 20~50 kgf/cm² 報告日期: 99年09月10日

取樣人員: NA 試驗方法: ASTM D4832-02

會驗人員: 自來水公司: 徐玲珠 試體數量: 20 個

送驗人員: 自來水公司: 吳侑恩

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	標稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體成 置平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
6-1	15.05	30.30	30	99年08月11日	6058	176.7	34.3	3364	1	無
6-2	15.02	30.19	30	99年08月11日	6257	176.7	35.4	3472	1	無
7-1	15.03	30.27	30	99年08月11日	6128	176.7	34.7	3403	1	無
7-2	15.04	30.20	30	99年08月11日	5042	176.7	28.5	2795	1	無
8-1	15.03	30.28	30	99年08月11日	5002	176.7	28.3	2775	1	無
8-2	15.02	30.40	30	99年08月11日	4648	176.7	26.3	2579	1	無
9-1	15.04	30.27	30	99年08月11日	5032	176.7	28.5	2795	1	無
9-2	15.05	30.28	30	99年08月11日	5224	176.7	29.6	2903	1	無
10-1	15.03	30.18	30	99年08月11日	4886	176.7	27.7	2716	1	無
10-2	15.03	30.27	30	99年08月11日	5422	176.7	30.7	3011	1	無

- 附註: 1. 試體之製作由 乙 辦理。
2. 試體之養護: 養護單位: 三杰實驗室 混凝土廠 工地 其他
養護方式: 濕養 乾養 自然養護 其他
養護條件: -----
養護日期: 起始日期: 99年08月12日 ~ 結束日期: 99年09月10日
3. 收件時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕; 試驗時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕
4. 抗壓強度單位換算: 1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。
5. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。

混凝土破壞模式如下:



報告簽署人 許芸甄

B-2 乙預拌場 Φ8cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(比照 ASTM

D4832-02 規範測試)

表格編號: SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話: (03)4716111 傳真: (03)4716110

抗壓強度試驗報告

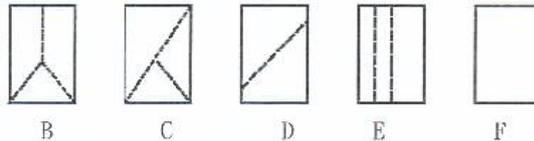
報告編號: SJREP-M99091004 頁次: 第 1 頁, 共 1 頁
委託單位: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址: 300 新竹市博愛街1號
工程名稱: 靜態CLSM鑽心強度與標準圓柱試體強度比對
業主: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商: 乙 預拌混凝土廠 收件日期: 99年09月10日
結構部位: 1-2、2-2、3-2、4-2、5-2、6-2、7-2、8-2、9-2、10-2 試驗日期: 99年09月10日14時
設計強度: 15~50 kgf/cm² 報告日期: 99年09月10日
取樣人員: 自來水公司: 吳侑恩 取樣日期: 99年09月09日
會驗人員: 自來水: 徐玲珠 試驗方法: ASTM D4832-02
送樣人員: 自來水: 吳侑恩 試體數量: 10 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		長徑比	修正係數	製模日期 (年/月/日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對於 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 型態	
	平均長度									MPa	kgf/cm ²		
	端面 處理前	端面 處理後											
1-2	12.12	12.72	7.98	1.59	0.97	99年09月10日	30	垂直	979	50.01	2.0	20	C
2-2	15.05	15.59	7.98	1.95	1.00	99年09月10日	30	垂直	1157	50.01	2.3	23	C
3-2	13.93	14.50	7.98	1.82	1.00	99年09月10日	30	垂直	1164	50.01	2.3	23	C
4-2	14.91	15.48	7.97	1.94	1.00	99年09月10日	30	垂直	988	49.89	2.0	20	B
5-2	13.22	13.81	7.97	1.73	0.98	99年09月10日	30	垂直	919	49.89	1.8	18	C
6-2	8.43	9.01	7.98	1.13	0.90	99年09月10日	30	垂直	987	50.01	2.0	20	C
7-2	15.13	15.64	7.98	1.96	1.00	99年09月10日	30	垂直	970	50.01	1.9	19	C
8-2	13.30	13.88	7.99	1.74	0.98	99年09月10日	30	垂直	748	50.14	1.5	15	C
9-2	15.13	15.70	7.98	1.97	1.00	99年09月10日	30	垂直	887	50.01	1.8	18	A
10-2	12.50	13.05	7.98	1.64	0.97	99年09月10日	30	垂直	1293	50.01	2.5	26	C

此試體為低強度鑽心試體

附註: 1. 試體鑽取日期、時間: 99年09月09日10時; 試體首次封存時間: 99年09月09日12時
端面 加水 未加水 處理: 處理後封存日期、時間: 99年09月09日13時
2. 抗壓強度單位換算: 1kgf/cm² = 0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。

混凝土破壞模式如下:



報告簽署人

簽驗章
蕭俊源

B-3 乙預拌場Φ8cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(比照 CNS1238 規範

測試)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

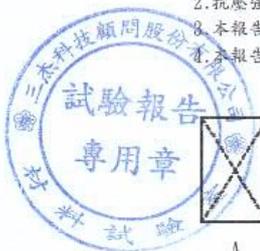
抗壓強度試驗報告

報告編號：SJREP-M99091003 頁次：第 1 頁，共 1 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：靜態CLSM鑽心強度與標準圓柱試體強度比對
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：乙 預拌混凝土廠 收件日期：99年09月10日
結構部位：1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、 試驗日期：99年09月10日13時
1-6、1-7、1-8、1-9、1-10
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年09月10日
取樣人員：自來水公司：吳侑恩 取樣日期：99年09月09日
會驗人員：自來水：徐玲珠 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水：吳侑恩 試體數量：10 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	製樣 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態
	平均長度		平均 直徑								(MPa)	(kgf/cm ²)	
	端面 處理前	端面 處理後											
1-1	11.57	12.07	7.97	1.51	0.96	99年09月10日	30	垂直	1056	49.89	2.1	21	C
2-1	15.25	15.75	7.99	1.97	1.00	99年09月10日	30	垂直	1247	50.14	2.5	25	B
3-1	12.98	13.50	7.99	1.69	0.98	99年09月10日	30	垂直	1022	50.14	2.0	20	B
4-1	15.01	15.49	7.99	1.94	1.00	99年09月10日	30	垂直	1157	50.14	2.3	23	C
5-1	12.79	13.35	7.98	1.67	0.97	99年09月10日	30	垂直	1019	50.01	2.0	20	C
6-1	10.90	11.31	7.98	1.42	0.95	99年09月10日	30	垂直	1102	50.01	2.2	22	C
7-1	14.99	15.45	7.97	1.94	1.00	99年09月10日	30	垂直	713	49.89	1.4	14	C
8-1	15.09	15.63	7.97	1.96	1.00	99年09月10日	30	垂直	952	49.89	1.9	19	A
9-1	12.05	12.64	7.98	1.58	0.97	99年09月10日	30	垂直	1195	50.01	2.4	24	A
10-1	11.27	11.71	7.97	1.47	0.96	99年09月10日	30	垂直	1081	49.89	2.2	22	A

此試體為低強度鑽心試體

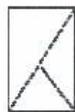
- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年09月09日10時；試體首次封存時間：99年09月09日12時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：99年09月09日13時
2. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。
混凝土破壞模式如下：



A



B



C



D



E



F

報告簽署人

簽署人 蕭俊源

B-4 乙預拌場Φ10cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(比照 ASTM

D4832-02 規範測試)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

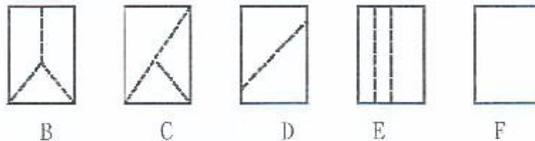
報告編號：SJREP-M99091002 頁次：第 1 頁，共 1 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：靜態CLSM鑽心強度與標準圓柱試體強度比對
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：乙 預拌混凝土廠 收件日期：99年09月10日
結構部位：1-2、2-2、3-2、4-2、5-2、6-2、7-2、8-2、9-2、10-2 試驗日期：99年09月10日16時
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年09月10日
取樣人員：自來水公司:吳侑恩 取樣日期：99年09月09日
會驗人員：自來水:徐玲珠 試驗方法：ASTM D4832-02
送樣人員：自來水:吳侑恩 試體數量：10 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	製機 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 垂直平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 型態
	平均長度		平均 直徑								(MPa)	(kgf/cm ²)	
	端面 處理前	荷面 處理後											
1-2	17.25	17.85	10.01	1.78	1.00	99年8月11日	30	垂直	2022	78.70	2.5	26	A
2-2	18.04	16.62	10.02	1.66	0.97	99年8月11日	30	垂直	1695	78.85	2.1	21	A
3-2	19.01	19.57	10.01	1.95	1.00	99年8月11日	30	垂直	1300	78.70	1.7	17	C
4-2	13.94	14.59	10.01	1.46	0.96	99年8月11日	30	垂直	1489	78.70	1.9	19	B
5-2	19.29	19.89	10.01	1.99	1.00	99年8月11日	30	垂直	2124	78.70	2.6	27	C
6-2	11.92	12.46	10.01	1.24	0.93	99年8月11日	30	垂直	1651	78.70	2.1	21	C
7-2	11.48	12.19	10.01	1.22	0.92	99年8月11日	30	垂直	1613	78.70	2.0	20	C
8-2	16.92	17.72	10.02	1.77	1.00	99年8月11日	30	垂直	1189	78.85	1.5	15	C
9-2	16.23	16.88	10.00	1.69	0.98	99年8月11日	30	垂直	1324	78.54	1.7	17	C
10-2	15.80	16.56	10.02	1.65	0.97	99年8月11日	30	垂直	1316	78.85	1.7	17	C

此試體為低強度鑽心試體

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年09月09日10時；試體首次封存時間：99年09月09日12時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：99年09月09日13時
2. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人

簽署人 蕭俊源

B-5 乙預拌場Φ10cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(比照 CNS1238 規

範測試)

表格編號: SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍潭路30巷12號
電話: (03)4716111 傳真: (03)4716110

抗壓強度試驗報告

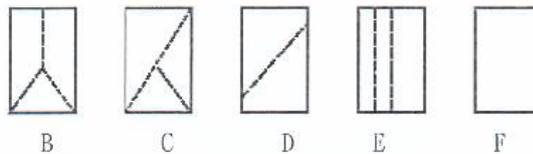
報告編號: SJREP-M99091001 頁次: 第 1 頁, 共 1 頁
委託單位: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址: 300 新竹市博愛街1號
工程名稱: 靜態CLSM鑽心強度與標準圓柱試體強度比對
業主: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商: 乙 預拌混凝土廠 收件日期: 99年09月10日
結構部位: 1-1、1-2、1-3、1-4、1-5、 試驗日期: 99年09月10日13時
1-6、1-7、1-8、1-9、1-10
設計強度: 15~50 kgf/cm² 報告日期: 99年09月10日
取樣人員: 自來水: 吳侑恩 取樣日期: 99年09月09日
會驗人員: 自來水: 徐玲珠 試驗方法: CNS 1238 (2005)
送樣人員: 自來水: 吳侑恩 試體數量: 10 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(Cm)			長徑比	修正 係數	製成 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 設置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積		破壞 型態	
	平均長度		平均 直徑							(MPa)	(kgf/cm ²)		
	端面 處理前	端面 處理後											
1-1	18.41	19.04	10.01	1.90	1.00	99年8月11日	30	垂直	2170	78.70	2.7	28	C
2-1	9.91	10.48	10.02	1.05	0.88	99年8月11日	30	垂直	1961	78.85	2.5	25	C
3-1	19.73	20.11	10.01	2.01	1.00	99年8月11日	30	垂直	1529	78.70	1.9	19	C
4-1	18.75	19.31	10.00	1.93	1.00	99年8月11日	30	垂直	1912	78.54	2.4	24	A
5-1	19.00	19.46	10.01	1.94	1.00	99年8月11日	30	垂直	1656	78.70	2.1	21	B
6-1	13.10	13.74	10.00	1.37	0.94	99年8月11日	30	垂直	1528	78.54	1.9	19	C
7-1	16.98	17.60	10.02	1.76	1.00	99年8月11日	30	垂直	1470	78.85	1.9	19	C
8-1	19.14	19.79	10.02	1.98	1.00	99年8月11日	30	垂直	1427	78.85	1.8	18	A
9-1	17.51	17.94	10.02	1.79	1.00	99年8月11日	30	垂直	1472	78.85	1.9	19	B
10-1	18.40	18.97	10.01	1.89	1.00	99年8月11日	30	垂直	1590	78.70	2.0	20	C

此試體為低強度鑽心試體

- 附註: 1. 試體鑽取日期、時間: 99年09月09日10時; 試體首次封存時間: 99年09月09日12時
端面 加水 未加水 處理; 處理後封存日期、時間: 99年09月09日13時
2. 抗壓強度單位換算: 1kgf/cm² = 0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。

混凝土破壞模式如下:



報告簽署人

實驗室
簽署人
蕭俊源

附錄 C 丙預拌混凝土場 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告(對照組)

C-1 丙預拌場 CLSM 圓柱試體抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

表格編號：SJ-26-062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110



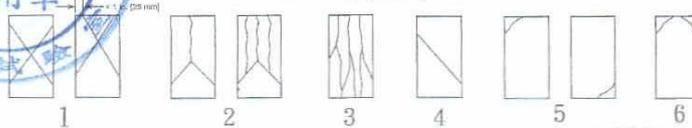
低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號：SJREP-1005168 頁次：第 1 頁，共 1 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：丙預拌混凝土場 收件日期：99年10月15日
結構部位：NA 試驗日期：99年10月22日11時
設計強度：20~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月22日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 試驗方法：ASTM D4832-02
會驗人員：自來水公司:吳侑恩、徐玲珠 試體數量：10 個
送驗人員：自來水公司:柯甫松

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	橫斷面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
1-1	15.03	30.22	35	99年09月17日	5115	176.7	28.9	2834	1	無
2-1	15.04	30.28	35	99年09月17日	5109	176.7	28.9	2834	1	無
3-1	15.03	30.25	35	99年09月17日	4804	176.7	27.2	2667	1	無
4-1	15.01	30.08	35	99年09月17日	5336	176.7	30.2	2962	1	無
5-1	15.02	30.25	35	99年09月17日	5053	176.7	28.6	2805	1	無
6-1	15.03	30.37	35	99年09月17日	5325	176.7	30.1	2952	1	無
7-1	15.02	30.27	35	99年09月17日	5351	176.7	30.3	2971	1	無
8-1	15.04	30.17	35	99年09月17日	5267	176.7	29.8	2922	1	無
9-1	15.03	30.38	35	99年09月17日	5648	176.7	32.0	3138	1	無
10-1	15.05	30.41	35	99年09月17日	5519	176.7	31.2	3060	1	無

- 附註：1. 試體之製作由 丙 辦理。
2. 試體之養護：
養護單位： 三杰實驗室(99年10月15日開始養護) 混凝土廠 工地 其他
養護方式： 濕養 乾養 自然養護 其他
養護條件：-----
養護日期： 起始日期： 99年09月18日 ~ 結束日期： 99年10月22日
3. 放件時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕；試驗時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕
4. 抗壓強度單位換算：1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。
5. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人 許芸甄

C-2-1 丙預拌場Φ10cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(第1~5組)(比照 CNS1238 規範測試)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

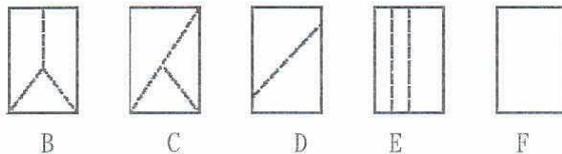
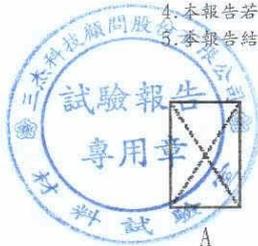
報告編號：SJREP-M99101502 頁次：第1頁，共3頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：丙預拌混凝土場 收件日期：99年10月15日
結構部位：----- 試驗日期：99年10月22日09時
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月22日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 取樣日期：99年10月15日
會驗人員：自來水公司:吳侑恩、徐玲珠 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司:柯甫松 試體數量：20 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	製模 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態
	平均長度		平均 直徑								(MPa)	(kgf/cm ²)	
	端面 處理前	端面 處理後											
1-1	18.91	19.42	9.96	1.95	1.00	99年9月17日	35	水平	1920	77.91	2.5	25	B
1-2	18.09	18.66	9.98	1.87	1.00	99年9月17日	35	水平	2027	78.23	2.5	26	A
2-1	17.83	18.39	9.98	1.84	1.00	99年9月17日	35	水平	2027	78.23	2.5	26	A
2-2	16.40	17.01	9.94	1.71	0.98	99年9月17日	35	水平	1752	77.60	2.3	23	C
3-1	18.11	18.71	9.96	1.88	1.00	99年9月17日	35	水平	2298	77.91	2.8	29	C
3-2	17.84	18.40	9.98	1.84	1.00	99年9月17日	35	水平	2211	78.23	2.7	28	C
4-1	19.11	19.82	9.96	1.99	1.00	99年9月17日	35	水平	1918	77.91	2.5	25	C
4-2	19.05	19.53	9.97	1.96	1.00	99年9月17日	35	水平	1876	78.07	2.4	24	B
5-1	17.87	18.48	9.93	1.86	1.00	99年9月17日	35	水平	2316	77.44	2.9	30	C

此試體為低強度鑽心試體

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年10月15日09時；試體首次封存時間：99年10月15日10時
 2. 端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：99年10月15日12時
 3. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
 4. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
 5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



試驗室
簽字人 蕭俊源

報告簽署人

C-2-2 丙預拌場Φ10cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(第6~9組)(比照 CNS1238 規範測試)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

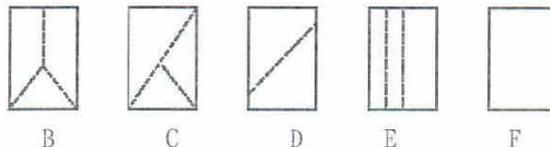
報告編號：SJREP-M99101502 頁次：第2頁，共3頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：丙預拌混凝土場 收件日期：99年10月15日
結構部位： 試驗日期：99年10月22日09時
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月22日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 取樣日期：99年10月15日
會驗人員：自來水公司:吳侑恩、徐玲珠 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司:柯甫松 試體數量：20 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	澆置 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態
	平均長度		平均 直徑								MPa	kgf/cm ²	
	端面 處理前	端面 處理後											
5-2	16.49	16.99	9.96	1.71	0.98	99年9月17日	35	水平	2180	77.91	2.7	28	C
6-1	14.08	17.69	9.99	1.77	1.00	99年9月17日	35	水平	1918	78.38	2.4	24	A
6-2	19.17	19.82	9.97	1.99	1.00	99年9月17日	35	水平	1883	78.07	2.4	24	B
7-1	17.70	18.27	9.99	1.83	1.00	99年9月17日	35	水平	2006	78.38	2.5	26	C
7-2	16.39	16.99	9.95	1.71	0.98	99年9月17日	35	水平	1856	77.76	2.4	24	C
8-1	18.38	18.92	9.97	1.90	1.00	99年9月17日	35	水平	2276	78.07	2.8	29	C
8-2	18.80	19.31	9.98	1.94	1.00	99年9月17日	35	水平	2075	78.23	2.6	27	C
9-1	19.05	19.66	9.94	1.98	1.00	99年9月17日	35	水平	1594	77.60	2.1	21	B
9-2	12.43	12.96	9.93	1.31	0.94	99年9月17日	35	水平	1731	77.44	2.2	22	B

此試體為低強度鑽心試體

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年10月15日09時；試體首次封存時間：99年10月15日10時
端面 加水 未加水 處理：處理後封存日期、時間：99年10月15日12時
2. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



試驗室
簽署人 蕭俊源

報告簽署人

C-2-3 丙預拌場Φ10cm CLSM 鑽心試體抗壓強度試驗報告(第10組)(比照

CNS1238 規範測試)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

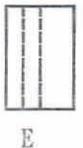
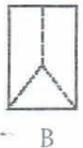
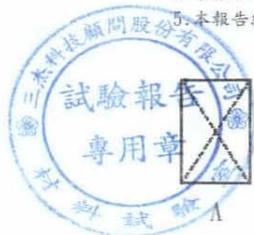
報告編號：SJREP-M99101502 頁次：第3頁，共3頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：丙預拌混凝土場 收件日期：99年10月15日
結構部位： 試驗日期：99年10月22日09時
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月22日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 取樣日期：99年10月15日
會驗人員：自來水公司:吳侑恩、徐玲珠 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司:柯甫松 試體數量：20 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	製模 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態
	平均長度		平均 直徑								(MPa)	(kgf/cm ²)	
	端面 處理前	端面 處理後											
10-1	17.94	18.46	10.00	1.85	1.00	99年9月17日	35	水平	1648	78.54	2.1	21	C
10-2	17.61	18.12	9.95	1.82	1.00	99年9月17日	35	水平	1608	77.76	2.1	21	C

此試體為低強度鑽心試體

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年10月15日09時；試體首次封存時間：99年10月15日10時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：99年10月15日12時
3. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
4. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



試驗室
人 蕭俊源

報告簽署人

C-3 丙預拌場 CLSM 圓柱試體抗壓強度試驗報告(比照 CNS1232 規範測試)

表格編號：SJ-26-062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

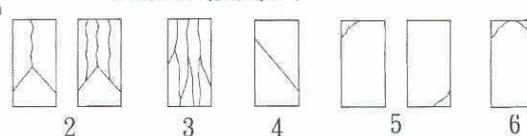
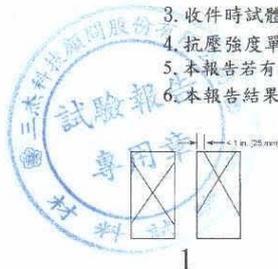
報告編號：SJREP-M99101506 頁次：第 1 頁，共 1 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：丙預拌混凝土場 收件日期：99年10月15日
結構部位：NA 試驗日期：99年10月22日10時
設計強度：20~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月22日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 試驗方法：CNS 1232 (2002)
會驗人員：自來水公司:吳侑恩、徐玲珠 試體數量：10 個
送驗人員：自來水公司:柯甫松

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	標稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
1-2	15.01	30.21	35	99年09月17日	5543	176.7	31.4	3079	1	無
2-2	15.02	30.19	35	99年09月17日	5513	176.7	31.2	3060	1	無
3-2	15.04	30.27	35	99年09月17日	5413	176.7	30.6	3001	1	無
4-2	15.01	30.32	35	99年09月17日	5387	176.7	30.5	2991	1	無
5-2	15.02	30.01	35	99年09月17日	5302	176.7	30.0	2942	1	無
6-2	15.00	30.28	35	99年09月17日	5971	176.7	33.8	3315	1	無
7-2	15.00	30.18	35	99年09月17日	6123	176.7	34.7	3403	1	無
8-2	15.03	30.18	35	99年09月17日	5959	176.7	33.7	3305	1	無
9-2	15.03	30.28	35	99年09月17日	6087	176.7	34.4	3373	1	無
10-2	15.05	30.10	35	99年09月17日	5391	176.7	30.5	2991	1	無

客戶要求試驗方法為CNS 1232。

- 附註：1. 試體之製作由 丙 辦理。
2. 試體之養護：
養護單位： 三杰實驗室(99年10月15日開始養護) 混凝土廠 工地 其他
養護方式： 濕養 乾養 自然養護 其他
養護條件：
養護日期：起始日期：99年09月18日 ~ 結束日期：99年10月22日
3. 收件時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕 試驗時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕
4. 抗壓強度單位換算：1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。
5. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人

實驗室
簽署人 蕭俊源

附錄 D 新竹給水廠 $\Phi 1000$ mm 管線汰換工程 CLSM 圓柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告(實驗組)

D-1-1 CLSM 圓柱試體第 1 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

明陽工程材料檢驗所苗栗實驗室

地址：苗栗市正發路55號 電話：037-362989 傳真：037-363570

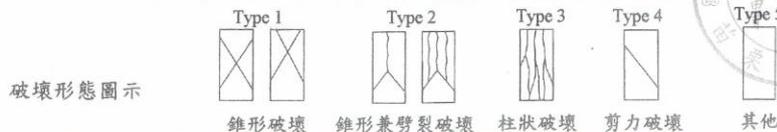


低強度材料(CLSM)試體抗壓強度試驗報告

工程名稱：新竹給水廠 $\Phi 1000$ mm 管線汰換工程	頁次：第 1 頁
委託單位：台灣自來水(股)公司第三區管理處	報告編號：1000724
承包商：崑佑企業有限公司	收件日期：99/01/20
材料廠商：乙預拌混凝土場	製模日期：98/12/21
結構部位：第 72 支	試驗日期：99/01/20
取樣人員：自來水公司-傅聲新	報告日期：99/01/20
送樣人員：立順興-林志賓	設計強度：20-50 kgf/cm ²
會驗人員：自來水公司-傅聲新、崑佑-塗嘉峻	試體數量：2 個
	試驗方法：ASTM D4832-02

試體編號 取樣部位	標稱直徑 (cm)	試體高度 (cm)	材齡 (天)	製模日期	標稱斷面積 (cm ²)	最大荷重 (kgf)	抗壓強度		破壞形態	試體或蓋平缺陷	備註
							kgf/cm ²	psi			
1	15.00	30.15	30	12/21/2009	176.71	6159	34.9	496	3	無	-
2	15.00	30.05	30	12/21/2009	176.71	6122	34.6	493	3	無	-
---以下空白---											
							<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">檢驗報告判定審核章</p> <p>廠商名稱：崑佑企業有限公司</p> <p>判定人員簽名：江振雄</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不符合 本件業經核對</p> <p>無誤並符合契約規範規定，如有偽造文書情事，均由文件上公司及其簽名人員負刑事及民事所有責任</p> <p>監造單位審核人員：涂嘉峻</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不符合</p> </div>				

- 備註：1. 試體之製作由 預拌廠 辦理。
2. 試體之養護：養護單位：預拌廠；養護方法：空氣中乾養；養護條件：常溫。
 養護起始時間：98/12/22 養護結束時間：99/01/20。
3. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665MPa= 14.22475psi。
4. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，未經書面許可，不可部份複製。



報告簽署人：江振雄

D-1-2 CLSM 圓柱試體第 2 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

明陽工程材料檢驗所苗栗實驗室

地址：苗栗市正發路55號 電話:037-362989 傳真:037-363570



低強度材料(CLSM)試體抗壓強度試驗報告

工程名稱：新竹給水廠φ1000mm管線汰換工程
 委託單位：台灣自來水(股)公司第三區管理處
 承包商：崑佑企業有限公司
 材料廠商：乙預拌混凝土場
 結構部位：第82支
 取樣人員：自來水公司-傅聲新
 送樣人員：立順興-林志實
 會驗人員：自來水公司-傅聲新、崑佑-塗嘉峻

頁次：第 1 頁
 報告編號：1000725
 收件日期：99/01/20
 製模日期：98/12/22
 試驗日期：99/01/20
 報告日期：99/01/20
 設計強度：20-50 kgf/cm²
 試體數量：2 個
 試驗方法：ASTM D4832-02

試體編號 取樣部位	標稱直徑 (cm)	試體高度 (cm)	材齡 (天)	製模日期	標稱斷面積 (cm ²)	最大荷重 (kgf)	抗壓強度		破壞形態	試體或蓋平缺陷	備註
							kgf/cm ²	psi			
1	15.00	30.00	29	12/22/2009	176.71	6739	38.1	542	2	無	-
2	15.00	30.15	29	12/22/2009	176.71	6863	38.8	552	3	無	-
---以下空白---											
							檢驗報告判定審核章 廠商名稱: 崑佑企業有限公司 判定人員簽名: [Signature] <input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合 本件業經核對 無誤並符合契約規範規定, 如有偽 造文書情事, 均由文件上公司及其 簽名人員負刑事及民事所有責任 監造單位審核人員: [Signature] <input checked="" type="checkbox"/> 符合 <input type="checkbox"/> 不符合				

備註：1. 試體之製作由 預拌廠 辦理。
 2. 試體之養護: 養護單位: 預拌廠 ; 養護方法: 空氣中乾養 ; 養護條件: 常溫 。
 養護起始時間: 98/12/23 養護結束時間: 99/01/20 。
 3. 抗壓強度單位換算: 1kgf/cm²=0.0980665MPa= 14.22475psi 。
 4. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
 5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 未經書面許可, 不可部份複製

破壞形態圖示

Type 1
錐形破壞

Type 2
錐形兼劈裂破壞

Type 3
柱狀破壞

Type 4
剪力破壞

Type 5
其他

報告簽署人: [Signature]

D-1-3 CLSM 圓柱試體第 3 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

明陽工程材料檢驗所苗栗實驗室

地址：苗栗市正發路55號 電話:037-362989 傳真:037-363570



低強度材料(CLSM)試體抗壓強度試驗報告

工程名稱：新竹給水廠φ1000mm管線汰換工程

頁次：第 1 頁

報告編號：1001127

委託單位：台灣自來水(股)公司第三區管理處

收件日期：99/01/28

承包商：崑佑企業有限公司

製模日期：98/12/25

材料廠商：乙預拌混凝土場

試驗日期：99/01/28

結構部位：第100支

報告日期：99/01/28

取樣人員：自來水公司-傅聲新

設計強度：20-50 kgf/cm²

送樣人員：立順興-林志賓

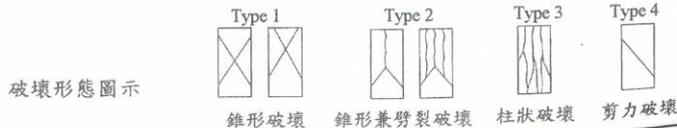
試體數量：2 個

會驗人員：自來水公司-吳侑恩

試驗方法：ASTM D4832-02

試體編號 取樣部位	標稱直徑 (cm)	試體高度 (cm)	材齡 (天)	製模日期	標稱斷面積 (cm ²)	最大荷重 (kgf)	抗壓強度		破壞形態	試體或蓋平缺陷	備註
							kgf/cm ²	psi			
1	15.00	30.05	34	12/25/2009	176.71	6283	35.6	506	3	無	-
2	15.00	30.25	34	12/25/2009	176.71	6703	37.9	540	2	無	-
---以下空白---											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p>檢驗報告判定審核章</p> <p>廠商名稱：崑佑企業有限公司</p> <p>判定人員簽名：[簽名]</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不符合 本件業經核對</p> <p>無誤並符合契約規範規定，如有偽造文書情事均由文件上公司及其簽名人員負刑事及民事所有責任</p> <p>監造單位審核人員：[簽名]</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不符合</p> </div>											

- 備註：1. 試體之製作由 預拌廠 辦理。
2. 試體之養護：養護單位：預拌廠；養護方法：空氣中乾養；養護條件：常溫。
- 養護起始時間：98/12/26 養護結束時間：99/01/28。
3. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665MPa= 14.22475psi。
4. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為準。
5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，未經書面許可，不可部倫複製。



報告簽署人：[簽名]

D-1-4 CLSM 圓柱試體第 4 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

明陽工程材料檢驗所苗栗實驗室

地址：苗栗市正發路55號 電話：037-362989 傳真：037-363570



低強度材料(CLSM)試體抗壓強度試驗報告

工程名稱：新竹給水廠φ1000mm管線汰換工程

頁次：第 1 頁

委託單位：台灣自來水(股)公司第三區管理處

報告編號：1001126

承包商：崑佑企業有限公司

收件日期：99/01/28

材料廠商：乙預拌混凝土場

製模日期：98/12/29

結構部位：第115支

試驗日期：99/01/28

取樣人員：自來水公司-傅聲新

報告日期：99/01/28

送樣人員：立順興-林志賓

設計強度：20-50 kgf/cm²

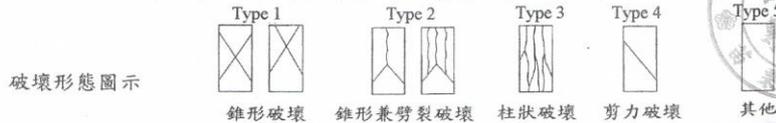
會驗人員：自來水公司-吳侑恩

試體數量：2 個

試驗方法：ASTM D4832-02

試體編號 取樣部位	標稱直徑 (cm)	試體高度 (cm)	材齡 (天)	製模日期	標稱斷面積 (cm ²)	最大荷重 (kgf)	抗壓強度		破壞形態	試體或蓋平缺陷	備註
							kgf/cm ²	psi			
1	15.00	30.00	30	12/29/2009	176.71	5100	28.9	411	2	無	-
2	15.00	30.15	30	12/29/2009	176.71	5630	31.9	453	3	無	-
---以下空白---											
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <p style="text-align: center;">檢驗報告判定審核章</p> <p>廠商名稱：崑佑企業有限公司</p> <p>判定人員簽名：[Handwritten Signature]</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不符合 本件業經核對 無誤並符合契約規範規定，如有偽 造文書情事，均由文件上公司及其 簽名人員負刑事及民事所有責任</p> <p>監造單位審核人員：[Handwritten Signature]</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>符合 <input type="checkbox"/>不符合</p> </div>											

- 備註：1. 試體之製作由 預拌廠 辦理。
2. 試體之養護：養護單位：預拌廠；養護方法：空氣中乾養；養護條件：常溫。
 養護起始時間：98/12/30 養護結束時間：99/01/28。
3. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665MPa= 14.22475psi。
4. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，未經書面許可，不可部份複製。



報告簽署人：[Handwritten Signature]

附錄 E 芎林竹 120 線 8k+000~14k+500 管線工程 CLSM 圓

柱試體及鑽心試體抗壓強度試驗報告(實驗組)

E-1-1 CLSM 圓柱試體第 1~5 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

表格編號：SJ-26-062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110



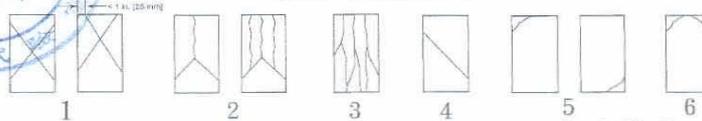
低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號：SJREP-1005117 頁次：第 1 頁，共 2 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：丙預拌混凝土場 收件日期：99年10月13日
結構部位：N/A 試驗日期：99年10月21日13時
設計強度：20~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月21日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 試驗方法：ASTM D4832-02
會驗人員：NA 試體數量：20 個
送驗人員：自來水公司:柯甫松

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(CM)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	換稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
1-1	15.03	30.19	35	99年09月16日	4826	176.7	27.3	2677	1	無
1-2	15.02	30.26	35	99年09月16日	4910	176.7	27.8	2726	1	無
2-1	15.04	30.30	35	99年09月16日	4980	176.7	28.2	2765	1	無
2-2	15.05	30.15	35	99年09月16日	5108	176.7	28.9	2834	1	無
3-1	15.01	30.08	35	99年09月16日	4880	176.7	27.6	2707	1	無
3-2	15.02	30.30	35	99年09月16日	5080	176.7	28.7	2815	1	無
4-1	15.08	30.18	35	99年09月16日	4978	176.7	28.2	2765	1	無
4-2	15.07	30.11	35	99年09月16日	4986	176.7	28.2	2765	1	無
5-1	15.06	30.40	35	99年09月16日	4923	176.7	27.9	2736	1	無
5-2	15.04	30.28	35	99年09月16日	4777	176.7	27.0	2648	1	無

- 附註：1. 試體之製作由 乙 辦理。
2. 試體之養護：
養護單位： 三杰實驗室(99年10月13日開始養護) 混凝土廠 工地 其他
養護方式： 濕養 乾養 自然養護 其他
養護條件：
養護日期：起始日期：99年09月17日 ~ 結束日期：99年10月21日
3. 收件時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕；試驗時試體乾濕狀態： 面乾 潮濕
4. 抗壓強度單位換算：1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。
5. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



報告簽署人

程仲文

E-1-2 CLSM 圓柱試體第 6~10 組抗壓強度試驗報告(ASTM D4832-02 規範)

表格編號: SJ-26-062

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話: (03)4716111 傳真: (03)4716110



低強度混凝土圓柱試體抗壓強度試驗報告

報告編號: SJREP-1005117 頁次: 第 2 頁, 共 2 頁

委託單位: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處

地址: 新竹市博愛街1號

工程名稱: 芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)

業主: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處

承包商: 乙預拌混凝土場

收件日期: 99年10月13日

結構部位: NA

試驗日期: 99年10月21日13時

設計強度: 20~50 kgf/cm²

報告日期: 99年10月21日

取樣人員: 自來水公司:柯甫松

試驗方法: ASTM D4832-02

會驗人員: NA

試體數量: 20 個

送驗人員: 自來水公司:柯甫松

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		材齡 (天)	製模日期 (年/月/日)	最大荷重 (kgf)	標稱 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 形態	試體或 蓋平 缺陷
	直徑	高度					(kgf/cm ²)	(kPa)		
6-1	15.03	30.23	35	99年09月16日	5086	176.7	28.8	2824	1	無
6-2	15.02	30.18	35	99年09月16日	5112	176.7	28.9	2834	1	無
7-1	15.01	30.03	35	99年09月16日	5022	176.7	28.4	2785	1	無
7-2	15.07	30.28	35	99年09月16日	5169	176.7	29.3	2873	1	無
8-1	15.03	30.20	35	99年09月16日	4846	176.7	27.4	2687	1	無
8-2	15.02	30.02	35	99年09月16日	5193	176.7	29.4	2883	1	無
9-1	15.04	30.28	35	99年09月16日	5037	176.7	28.5	2795	1	無
9-2	15.03	30.17	35	99年09月16日	4975	176.7	28.2	2765	1	無
10-1	15.01	30.21	35	99年09月16日	5022	176.7	28.4	2785	1	無
10-2	15.04	30.43	35	99年09月16日	5269	176.7	29.8	2922	1	無

附註: 1. 試體之製作由 乙 辦理。

2. 試體之養護:

養護單位: 三杰實驗室(99年10月13日開始養護) 混凝土廠 工地 其他

養護方式: 濕養 乾養 自然養護 其他

養護條件: _____

養護日期: 起始日期: 99年09月17日 ~ 結束日期: 99年10月21日

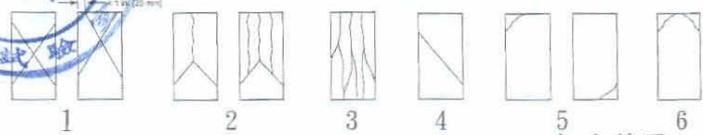
3. 收件時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕; 試驗時試體乾濕狀態: 面乾 潮濕

4. 抗壓強度單位換算: 1 kgf/cm² = 98.0665 kPa。

5. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。

6. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。

混凝土破壞模式如下:



報告簽署人

Handwritten signature

E-2-1 CLSM 鑽心試體第 1~5 組抗壓強度試驗報告(比照 CNS1238 規範)

表格編號: SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址: 桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話: (03)4716111 傳真: (03)4716110

抗壓強度試驗報告

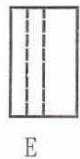
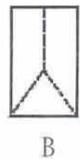
報告編號: SJREP-M99101401 頁次: 第 1 頁, 共 3 頁
委託單位: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址: 300 新竹市博愛街1號
工程名稱: 芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主: 台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商: 乙預拌混凝土場 收件日期: 99年10月14日
結構部位: ----- 試驗日期: 99年10月21日10時
設計強度: 15~50 kgf/cm² 報告日期: 99年10月21日
取樣人員: 自來水公司:柯甫松 取樣日期: 99年10月14日
會驗人員: NA 試驗方法: CNS 1238 (2005)
送樣人員: 自來水公司:柯甫松 試體數量: 20 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	製模 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破壞 型態
	平均長度		平均 直徑								(MPa)	(kgf/cm ²)	
	端面 處理前	端面 處理後											
1-1	10.58	11.22	9.99	1.12	0.90	99年9月10日	35	水平	12756	78.38	16.0	163	C
1-2	10.63	11.34	9.96	1.14	0.90	99年9月10日	35	水平	16155	77.91	20.3	207	B
2-1	18.81	19.39	9.94	1.95	1.00	99年9月10日	35	水平	821	77.60	1.1	11	C
2-2	18.70	19.22	9.93	1.94	1.00	99年9月10日	35	水平	1904	77.44	2.5	25	B
3-1	18.92	19.43	9.99	1.95	1.00	99年9月10日	35	水平	1712	78.38	2.2	22	A
3-2	18.90	19.46	9.96	1.95	1.00	99年9月10日	35	水平	1401	77.91	1.8	18	C
4-1	18.62	19.19	9.96	1.93	1.00	99年9月10日	35	水平	1535	77.91	2.0	20	C
4-2	18.51	19.11	9.93	1.92	1.00	99年9月10日	35	水平	1734	77.44	2.2	22	C
5-1	18.87	19.44	9.99	1.95	1.00	99年9月10日	35	水平	1749	78.38	2.2	22	C

此試體為低強度鑽心試體

- 附註: 1. 試體鑽取日期、時間: 99年10月14日08時 ; 試體首次封存時間: 99年10月14日09時
 端面 加水 未加水 處理 ; 處理後封存日期、時間: 99年10月14日11時
 3. 抗壓強度單位換算: 1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
 4. 本報告若有提供規範值時, 該規範值僅供參考, 合格之判定以委託單位實際要求為主。
 5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責, 另未經書面許可, 不可部分複製。

混凝土破壞模式如下:



試驗室
簽署人 蕭俊源

報告簽署人

E-2-2 CLSM 鑽心試體第 6~9 組抗壓強度試驗報告(比照 CNS1238 規範)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

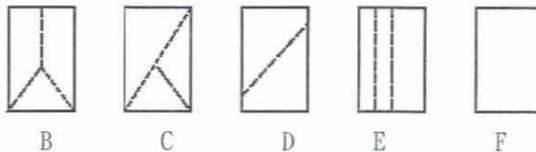
報告編號：SJREP-M99101401 頁次：第 2 頁，共 3 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：乙預拌混凝土場 收件日期：99年10月14日
結構部位：_____ 試驗日期：99年10月21日10時
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月21日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 取樣日期：99年10月14日
會驗人員：NA 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司:柯甫松 試體數量：20 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)			長徑比	修正 係數	澆置 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 澆置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態
	平均長度		平均 直徑								MPa	kgf/cm ²	
	端面 處理前	端面 處理後											
5-2	17.72	18.20	9.96	1.83	1.00	99年9月16日	35	水平	1762	77.91	2.3	23	B
6-1	17.72	18.32	9.98	1.84	1.00	99年9月16日	35	水平	1702	78.23	2.2	22	C
6-2	17.65	18.13	9.97	1.82	1.00	99年9月16日	35	水平	1630	78.07	2.1	21	C
7-1	18.94	19.48	9.98	1.95	1.00	99年9月16日	35	水平	1853	78.23	2.4	24	C
7-2	18.71	19.18	9.97	1.92	1.00	99年9月16日	35	水平	1749	78.07	2.2	22	B
8-1	18.34	18.87	10.00	1.89	1.00	99年9月16日	35	水平	2085	78.54	2.6	27	C
8-2	18.60	19.15	9.94	1.93	1.00	99年9月16日	35	水平	2140	77.60	2.7	28	C
9-1	18.86	19.43	9.97	1.95	1.00	99年9月16日	35	水平	1804	78.07	2.3	23	B
9-2	17.81	18.38	9.94	1.85	1.00	99年9月16日	35	水平	1837	77.60	2.4	24	A

此試體為低強度鑽心試體

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年10月14日08時；試體首次封存時間：99年10月14日09時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：99年10月14日11時
2. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
3. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
4. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



試驗室
簽署人 蕭俊源

報告簽署人

E-2-3 CLSM 鑽心試體第 10 組抗壓強度試驗報告(比照 CNS1238 規範)

表格編號：SJ-26-010

三杰科技顧問股份有限公司材料試驗室

地址：桃園縣龍潭鄉龍源路30巷12號
電話：(03)4716111 傳真：(03)4716110

抗壓強度試驗報告

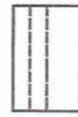
報告編號：SJREP-M99101401 頁次：第 3 頁，共 3 頁
委託單位：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
地址：300 新竹市博愛街1號
工程名稱：芎林竹120線8K+000~14K+500管線工程(二)
業主：台灣自來水股份有限公司第三區管理處
承包商：乙預拌混凝土場 收件日期：99年10月14日
結構部位： 試驗日期：99年10月21日10時
設計強度：15~50 kgf/cm² 報告日期：99年10月21日
取樣人員：自來水公司:柯甫松 取樣日期：99年10月14日
會驗人員：NA 試驗方法：CNS 1238 (2005)
送樣人員：自來水公司:柯甫松 試體數量：20 個

試體編號 (取樣部位)	試體平均尺寸(cm)		長徑比	修正 係數	製模 日期 (年/月/ 日)	材齡 (天)	試體加載 方向相對 於混凝土 施置平面	修正後 最大 荷重 (kgf)	抗壓 面積 (cm ²)	抗壓強度		破 壞 型 態	
	平均長度									平均 直徑	(MPa)		(kgf/cm ²)
	端面 處理前	端面 處理後											
10-1	18.30	18.98	9.99	1.90	1.00	99年9月18日	35	水平	2191	78.38	2.7	28	C
10-2	18.69	19.22	9.98	1.93	1.00	99年9月18日	35	水平	2006	78.23	2.5	26	B

此試體為低強度鑽心試體

- 附註：1. 試體鑽取日期、時間：99年10月14日08時；試體首次封存時間：99年10月14日09時
端面 加水 未加水 處理；處理後封存日期、時間：99年10月14日11時
3. 抗壓強度單位換算：1kgf/cm²=0.0980665 MPa。
4. 本報告若有提供規範值時，該規範值僅供參考，合格之判定以委託單位實際要求為主。
5. 本報告結果除非另有說明否則僅對送驗樣品負責，另未經書面許可，不可部分複製。

混凝土破壞模式如下：



A

B

C

D

E

F

報告簽署人

實驗室
簽署人 蕭俊源

附錄 F 外審口試委員意見及修正情形

序號	委員	審查意見(100.5.6 外審)	修正說明
1	王維志博士	<ol style="list-style-type: none"> 1. 預拌混凝土場名稱建議以代號表示，避免敏感問題。 2. 第二章研究目的與第五章之結論盡量採對應方式呈現。 3. 章節安排，如各節內容多時，建議再細分小節以三層次表示，較為清晰。 4. 第二章建議增加 2.4 小結，作為第二章之小結論。 5. 第三章各單位契約規定部分，建議與其他章節字體一致。 6. 照片 0-0 改以圖 0-0 表示。 7. 參考文獻格式請再校對。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已修正。 2. 已修正。 3. 已對內容較多之節再細分小節，以三層次呈現章節內容。 4. 已增加 2.4 小結。 5. 已修正。 6. 已修正。 7. 已重新校對修正。
2	黃世昌博士	<ol style="list-style-type: none"> 1. 試驗結果所得之建議或結論是否考慮於貴公司試行？ 2. 現況問題及建議增加以表格方式呈現，較純以敘述方式更能強化內容。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 將於本公司召開契約修訂檢討會時，提出本研究所得之結果及建議，供決策參考。 2. 已增加以表格方式呈現。
3	曾仁杰博士	<ol style="list-style-type: none"> 1. 結論與研究目的建議採對應方式表示，較清晰。 2. 未實測交通流量及載重實驗數據，下結論應謹慎保守，以“可能”方式敘述。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 已修正。 2. 已修正。

