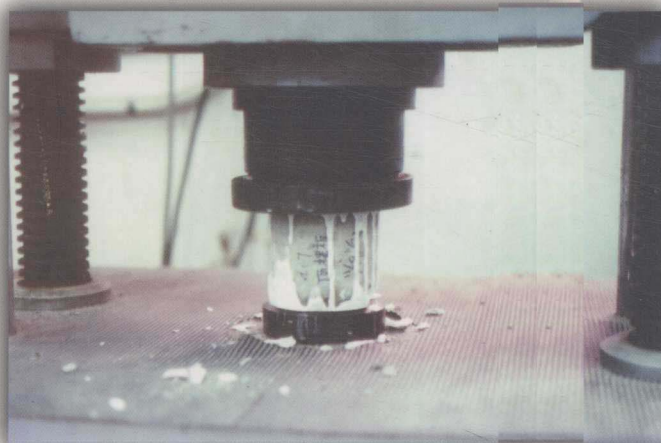


土木工程材料試驗

修訂版

土木營建工程用書

沈永年、郭文田、林棟宏 編著



 全華圖書股份有限公司 印行

土木工程材料試驗

(修訂版)

沈永年・郭文田・林棟宏 編著

全華圖書股份有限公司 印行

國家圖書館出版品預行編目資料

土木工程材料試驗 / 沈永年, 郭文田, 林棟宏
編著. -- 二版. -- 臺北縣全華市: 全華圖
書, 2008.04

面: 公分

參考書目: 面

ISBN 978-957-21-6320-7 (平裝)

1. 建築材料 2. 實驗

441.53034

97006358

土木工程材料試驗(修訂版)

作 者 沈永年・郭文田・林棟宏

執行編輯 任雅嵐

發行人 陳本源

出版者 全華圖書股份有限公司

地 址 23671 台北縣土城市忠義路 21 號

電 話 (02) 2262-5666 (總機)

傳 真 (02) 2262-8333

郵政帳號 0100836-1 號

印 刷 者 宏懋打字印刷股份有限公司

圖書編號 0571001

二版一刷 2008 年 5 月

定 價 新台幣 220 元

I S B N 978-957-21-6320-7 (平裝)

全華圖書
www.chwa.com.tw
book@ms1.chwa.com.tw

全華科技網 OpenTech
www.opentech.com.tw

有著作權・侵害必究

林 序

近幾十年國內各項重大工程建設之良好工程品質，無不與材料之選用、檢測與品管有密切關切。即"材料"在所有國家建設工程中係扮演極為重要的角色。故材料試驗為土木營建從業人員必須修習的課程之一，藉由材料試驗可瞭解工程中所使用之材料，其性質與性能是否符合工程設計圖說與相關規範之需求。

本書作者為本校土木系之校友，先後取得國立台灣工業技術學院營建系與中央大學土木系之工學博士，均為本校土木系暨土木工程與防災科技研究所之材料與防災應用組副教授，教授土木材料、混凝土技術與材料試驗之課程，具有多年專業與實務經驗，故本人樂於介紹此書作為大專用書及工程實務界之參考資料。

林仁益 謹記

國立高雄應用科技大學校長

序 言

材料試驗使材料性能趨於完美

-Material test make material perfect-

人類文明與材料密不可分，歷史學家更以材料來界定時代，譬如石器、銅器時代、鐵器時代與科技時代，即材料與人類食、衣、住、行、育、樂等生活息息相關。一般建築物應具有 50 年以上的使用年限，但是 1999 年 9 月 20 日於台灣所發生 921 集集大地震卻摧毀了九萬餘棟建築物，並造成二千四百多人死亡。從倒塌建築物中發現大多數的損壞發生於柱，譬如柱之斷裂、移位、混凝土崩落、鋼筋外露、壓彎折斷、箍筋脫落等等破壞。雖然地震是天然災害，力量是浩大的；人是渺小的，但人們應記取教訓並避免無知再犯錯。土木營建工程之材料試驗，可幫助學生或施工從業人員瞭解工程上所使用材料之性質，藉由材料試驗方法之檢驗結果，判定是否符合工程合約、施工說明書及相關規範之要求。

本書著重於鋼筋混凝土之材料試驗，參考中國國家標準(CNS)及美國標準材料試驗學會(ASTM)規範，全書共分十六章，第一章為水泥比重試驗，第二章為水泥細度試驗，第三章為水泥標準稠度試驗，第四章為水泥凝結時間(維卡儀法)，第五章為水泥砂漿抗壓、抗拉及抗彎試驗，第六章為細骨材比重及含水率試驗，第七章為粗骨材比重及含水率試驗，第八章為洛杉磯磨損試驗，第九章為粗細骨材篩分析試驗，第十章為骨材單位重、空隙率試驗，第十一章為混凝土試驗(試拌、單位重、坍流度、試體製作與抗壓強度)，第十二章為高性能混凝土試驗，第十三章為混凝土鑽心試驗，第十四章為鋼筋抗拉試驗(單位重、降伏強度與伸長率)，第十五章為鋼筋混凝土結構物載重試驗，第十六章為穩定液(Slurry)試驗，第十七章為瀝青材料試驗。期能作為大專院校土木建築營建科系材料試驗相關課程之教材，及土木建築從業人員於興建鋼筋混凝土建築物時之參考引用，以確保鋼筋混凝土建築物的耐震安全性與耐久性。

本書之完成特別要感謝林校長仁益與恩師宋肅璟、林耀煌與黃兆龍教授等之提攜與勸勵；系裡同仁林信政、黃立政、潘信雄、宋明山、蕭達鴻、黃文玲、王和源、潘煌鐸與曾世雄等教授們與曾學雄先生提供寶貴建議，在此一併致謝；感謝全華圖書公司林淑華副總與黃冠華先生的催稿與督促，更要感謝鄭逸凡、何宗達與盧俊文同學幫忙打字、整理圖表與照片。由於材料試驗為一隨時代進步的學識，其發展可說是日新月異。本書雖經全力以赴且耗費相當長時間才完成，但筆者學識及經驗有限，在催促急切下錯誤必所難免，倘祈各方先進賢達不吝指正賜教，是所至盼。

沈永年、郭文田、林棟宏 謹上
於國立高雄應用科技大學土木系研究室

編輯部序

「系統編輯」是我們的編輯方針，我們所提供給您的，絕不只是一本書，而是關於這門學問的所有知識，它們由淺入深，循序漸進。

內容著重於鋼筋混凝土之材料試驗，參考中國國家標準(CNS)及美國標準材料試驗學會(ASTM)規範。土木營建工程之材料試驗，可幫助學生或施工從業人員瞭解工程上所使用材料之性質，藉由材料試驗方法之檢驗結果，判定是否符合工程合約、施工說明書及相關規範之要求。適合科大、技術學院土木、建築、營建科系之「材料試驗」課程使用。

若您有任何問題，歡迎來函聯繫，我們將竭誠為您服務。

目 錄

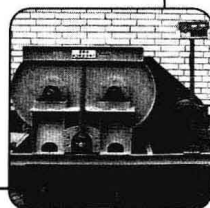
Contents

第 1 章	水泥比重試驗.....	1-1
第 2 章	水泥細度試驗.....	2-1
第 3 章	水泥標準稠度試驗	3-1
第 4 章	水泥凝結時間試驗	4-1
第 5 章	水泥砂漿抗壓、抗拉及抗彎試驗.....	5-1
第 6 章	細骨材比重及吸水率試驗.....	6-1
第 7 章	粗骨材比重及含水率試驗.....	7-1
第 8 章	洛杉磯磨損試驗	8-1
第 9 章	粗細骨材篩分析試驗.....	9-1
第 10 章	骨材單位重與空隙率試驗.....	10-1
第 11 章	新拌混凝土試驗	11-1
第 12 章	高性能混凝土試驗	12-1

第 13 章	混凝土鑽心試驗	13-1
第 14 章	鋼筋物理及力學性質試驗	14-1
第 15 章	鋼筋混凝土結構物載重試驗	15-1
第 16 章	穩定液(Slurry)試驗	16-1
第 17 章	瀝青材料試驗	17-1
參考文獻		參-1
附 錄		A-1

1 章

Civil Engineering Material
Testing



水泥比重試驗

一、目的

1. 測定水泥比重，以判定水泥有無雜物摻入或遭受風化。
2. 作為混凝土配比設計之基本資料，用以計算水泥所佔體積與用量。

二、相關規範

CNS 61、ASTM C168。

三、儀器設備

精密天平(精度 0.01g，如圖 1-1 所示)、李式比重瓶(圖 1-2 所示)、恒溫水槽、漏斗、鐵線與小茶匙。



圖 1-1 精密天平

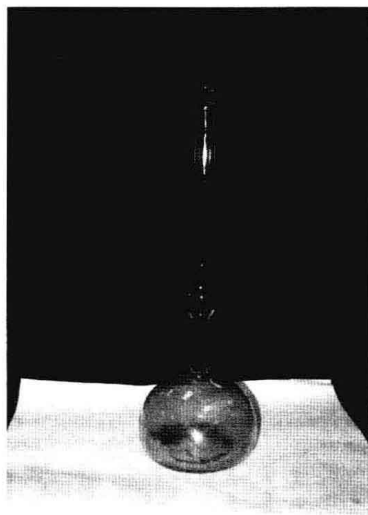


圖 1-2 李式比重瓶

四、試驗材料

水泥、飛灰、爐石粉與煤油(如圖 1-3 所示)。

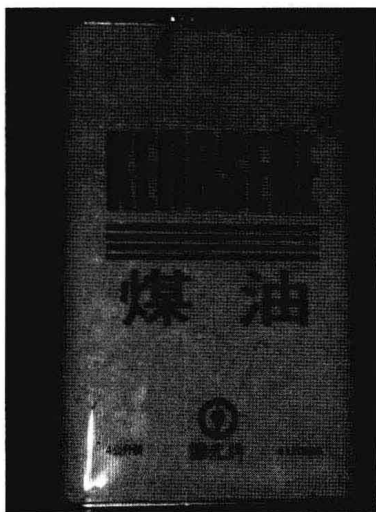


圖 1-3 煤油(比重 0.82)

五、試驗原理

以一定重量之水泥放入液體中所排開之液體體積等於水泥之體積，再依下式求出水泥之比重。

$$\text{水泥比重} = \frac{\text{水泥試體重量(g)}}{\text{水泥試體在比重瓶內所排開煤油體積(cm}^3\text{)}} = \frac{W}{V_2 - V_1} \dots\dots\dots(1-1)$$

六、試驗方法

1. 以精密天平秤取 64g 水泥，為 W_1 。
2. 比重瓶洗淨後，加入煤油至 V_1 刻劃(0~1ml)。
3. 將水泥緩慢的加入李式比重瓶內。
4. 水泥全部到入比重瓶內後，以手持瓶，輕搖瓶底或迴轉將氣泡完全逐出。
5. 將比重瓶置入恒溫水槽 30 分鐘，並紀錄水溫與液面刻劃為 V_2 (ml)。

七、試驗數據

組別	第 組		
組員			
項目	試驗值		
	1	2	3
1.水泥重(W , g)	64		
2.第一次液面高(V_1 , cc)	0.65		
3.第二次液面高(V_2 , cc)	21.35		
4.水泥體積($V = V_1 - V_2$, cc)	20.7		
5.水泥比重($\rho = W/V$)	$64/20.7 = 3.092$		
平均值			
備註			

八、注意事項

1. 比重瓶不可接觸到水，否則水泥產生水化作用後，比重瓶將無法清洗而報廢。
2. 兩次實驗之差值須小於 0.03。
3. 水泥比重若小於 3.05，表示水泥已受潮風化，不可再使用。

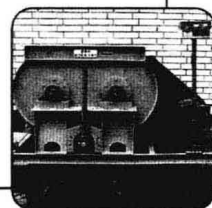
4. 若以煤油清洗比重瓶，清洗後之煤油可回收再利用。

九、問題討論

1. 水泥比重試驗可否以水取代煤油來進行試驗？
2. 何謂比重，其單位為何？

2 章

Civil Engineering Material Testing



水泥細度試驗

一、目的

測定水泥顆粒大小，及判定水泥的品質是否符合規範要求。

二、相關規範

CNS 2924、ASTM C204。

三、儀器設備

布蘭氏(Blaine)氣透儀(如圖 2-1 所示)、濾紙、細棒(或鉛筆)、碼錶(精度 0.5sec 以上)、天平(0.01 精度以上)。

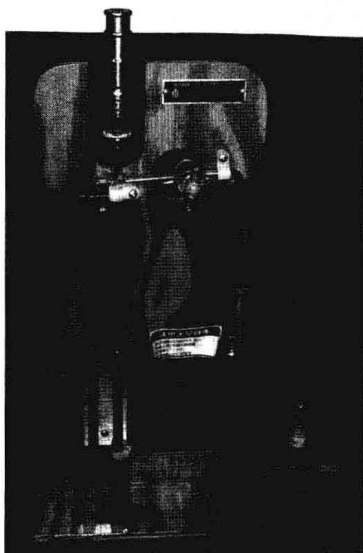


圖 2-1 布蘭氏(Blaine)透氣儀

四、試驗材料

標準水泥、水泥、飛灰、爐石粉。

五、試驗原理

本方法主要根據粉末經壓實至某空隙率後，比表面積與氣流速度有特定關係。即一定量的空氣通過具有一定空隙率和固定厚度的水泥層時，所受阻力不同而引起流速的變化來測定水泥的比表面積。

六、試驗方法

1. 將布蘭氏氣透儀擦拭乾淨，置入濾紙以鉛筆(或細桿)壓平。
2. 將 10g 之標準水泥放入瓶(120cc)內，震盪兩分鐘。
3. 取待測水泥 10g(精度稱至 0.01g)，置入透氣槽內輕敲槽壁，使試樣面成一平面，再置濾紙於其上並加塞。
4. 氣透槽另端刷淨後，套於 U 形壓力計之頂端，栓處塗上凡士油，以防漏氣。
5. 徐抽 U 形管一側之空氣，至壓力計內液面升高至 B 刻劃上 4cm，即關閉活塞。

6. 當液面下降至 B 刻劃時，按碼錶計時，當液面再降至 C 刻劃時(距 B 刻劃 5.5cm)，再按碼錶記錄時間，求出 T 與 T_s (sec)。
7. 水泥細度 $S = S_s \frac{\sqrt{T}}{\sqrt{T_s}}$ 。

式中， T ：試樣由 B 刻劃至 C 刻劃之時間

T_s ：標準水泥由 B 刻劃至 C 刻劃之時間

S_s ：標準水泥細度($3310\text{cm}^2/\text{g}$ 或依出產值)

七、試驗數據

組別	第 組		
組員			
項目	試驗值		
	1	2	3
1.水泥重(g)	28		
2.下沉時間(T , sec)	75		
3.水泥細度(S , cm^2/g)	3555		
水泥細度平均值(cm^2/g)			
備註	$S_s = 3310\text{cm}^2/\text{g}$, $T_s = 65\text{sec}$		

八、注意事項

1. 需先得知標準水泥之細度值，才能測出水泥細度。
2. 布蘭氏透氣儀設備若有漏氣現象，則試驗值就不準確。
3. 水泥細度愈大，水泥水化時間與凝結速度愈快。

九、問題討論

1. 檢測水泥細度在土木工程上之應用為何？
2. 水泥細度之單位有那些？
3. 有沒有其它方法來檢測水泥(或其他土木材料)之比表面積或顆粒大小？

