

第二版

混凝土品質控制

— 配比設計

邱英嘉 謝素蘭 編著



新文京開發出版有限公司

New Wun Ching Developmental Publishing Co., Ltd.

第二版

混凝土品質控制

—— 配比設計

邱英嘉 謝素蘭 編著



新文京開發出版有限公司

New Wun Ching Developmental Publishing Co., Ltd.

國家圖書館出版品預行編目資料

混凝土品質控制—配比設計／邱英嘉、謝素蘭主編，
第二版

臺北縣中和市：新文京開發出版有限公司

民 92

面：公分

ISBN 957-512-756-0（平裝）

1. 混凝土—品質管理

440.327

92015333

混凝土品質控制—配比設計（書號：A205e2）

編著者	邱英嘉 謝素蘭
出版者	新文京開發出版有限公司
地址	台北縣中和市中山路二段 362 號 8 樓（9 樓）
電話	(02) 2244-8188（代表號）
F A X	(02) 2244-8189
郵撥	1958730-2
初版	中華民國 89 年 8 月 10 日
第二版	中華民國 92 年 2 月 27 日

有著作權 不准翻印

建議售價：470 元

法律顧問：蕭雄淋律師

ISBN 957-512-756-0

第二版序

混凝土係由骨材、水、水泥組合而成之複合材料，影響混凝土品質之因素相對地複雜多變；而近年來基於現代化高層建築之需求，經由產、官、學界不斷研究下，由傳統混凝土進而發展成高強度混凝土及高性能混凝土，並成功地應用於國內各土木及建築工程。

為了使從事土木建築相關專業人士能充分地瞭解混凝土材料，本書以循序漸進之方式分成四大部分，第一部分針對混凝土材料之特性及組成材料之品質管制加以介紹（第一、二章），第二部分為基本統計學概念及各類混凝土之配比設計，其中包括普通混凝土、高強度混凝土、高性能混凝土（第三章），第三部份為混凝土之品質管制及混凝土之病變（第四、五章），第四部份為專題製作實習（第六章），旨在強化混凝土研習者之實務經驗。

本書出版後承蒙各界土木建築相關人士之愛戴及不吝指正，得以再版將書中錯誤內容更正，並加入部份新的混凝土相關經驗，期能使土木建築相關人士有更新之資訊，並敬請先進們再次的不吝指正。

編者 謹識

2003年2月10日

序 言

混凝土材料廣泛使用於土木及建築工程，因混凝土係複合材料，影響混凝土品質的因素複雜多變。以往靠經驗傳承的方式已被理論與實務結合所取而代之。混凝土技術在國內產、官、學界不斷研發與嘗試下，由傳統混凝土推進到高性能混凝土及優生混凝土。

本書分成六章。第一章緒論中介紹了混凝土材料之特性、規格及檢測等。第二章為混凝土組成材料的品質管制，著重在材料選用、品管及規範之傳輸。第三章為混凝土配比設計，主要在研習普通混凝土、高強度混凝土及高性能混凝土之配比設計邏輯觀念。第四章為新拌及硬固混凝土的品質管制，目的在藉由材料品管、配比設計及相關中國國家標準連成完整體系。第五章為混凝土與環境作用，討論混凝土龜裂、碳化及鋼筋腐蝕等問題之預防及解決之道。第六章為專題製作，旨在強化研習者混凝土實務經驗。

本書除供一般大專院校土木建築相關課程教學及實習外，亦可供混凝土從業人員使用。本書限於作者才疏學淺，所知有限，其疏漏及未盡嚴謹之處，敬請各方先進不吝指正，感記在心。

編 者 謹識



目 錄

第一章 緒 論	1
一、前 言	1
二、混凝土材料	2
三、材料的特性	3
四、材料的規格	6
五、材料的檢測	6
六、試驗數據的品管	7
第二章 混凝土組成材料的品質管制	9
2-1 拌和水	10
2-2 水 泥	11
2-2-1 卜特蘭水泥	11
2-2-2 卜特蘭高爐水泥	11
2-2-3 高鋁水泥	21
2-3 骨 材	24
2-4 摻 料	41
2-4-1 化學摻料	42
2-4-2 礦物摻料	56
第三章 混凝土配比設計	61
3-1 混凝土配比設計的依據及參數	62
3-1-1 混凝土配比的依據	62
3-1-2 混凝土配比設計的參數	63

3-2	混凝土品質控制	66
3-2-1	統計學基本概念	66
3-2-2	混凝土品質管制	71
3-3	ACI 配比設計法	80
3-3-1	配比設計流程	80
3-3-2	配比設計實例計算	96
3-4	高強度混凝土配比設計	106
3-4-1	材料選用	106
3-4-2	高強度混凝土配比設計	110
3-5	高性能混凝土配比設計	118
3-5-1	材料選用	119
3-5-2	高性能混凝土配比設計	121
第四章	新拌與硬固混凝土的品質管制	129
4-1	新拌混凝土品質管制	130
4-1-1	混凝土拌和	131
4-1-2	混凝土取樣	134
4-1-3	混凝土運送	135
4-2	混凝土試體與製作	136
4-2-1	試體尺寸	136
4-2-2	試體製作	137
4-2-3	混凝土試體管理	138
4-3	混凝土試體養護、運送與蓋平	140
4-3-1	養 護	140
4-3-2	混凝土試體搬運	141
4-3-3	混凝土試體蓋平	142

4-4	混凝土力學性質及試驗	143
4-4-1	混凝土圓柱試體抗壓試驗	146
4-4-2	混凝土鑽心試體抗壓試驗	149
4-4-3	混凝土試體抗彎試驗	152
4-5	混凝土非力學性質及試驗	154
4-5-1	混凝土透水性	154
4-5-2	混凝土電阻性質	156
4-5-3	混凝土電容性質	159
4-5-4	混凝土化學性質	161
4-6	混凝土非破壞性檢驗(NDT)	172

第五章 混凝土與環境作用

177

5-1	混凝土龜裂	178
5-1-1	龜裂要因	178
5-1-2	裂縫寬度控制	179
5-2	鋼筋腐蝕	181
5-3	碳化作用	184
5-3-1	碳化作用之機理	185
5-3-2	碳化作用之速率	186
5-4	骨材鹼質反應	190
5-5	海域環境侵蝕	192
5-5-1	海水侵蝕之機理	193
5-5-2	海水侵蝕之影響因素	196
5-5-3	海水腐蝕特點	199

第六章 專題製作	201
一、含砂率對混凝土性質之影響	202
二、強塑劑對混凝土性質之影響	204
三、輸氧劑對混凝土性質之影響	206
四、防水劑對混凝土性質之影響	208
五、不同養護方式對混凝土性質之影響	210
六、級配對混凝土性質之影響	212
七、添加輕質材料對混凝土性質之影響	214
八、石膏含量對水泥砂漿性質之影響	216
九、不同骨材性質對混凝土性質之影響	218
十、鹽及糖對水泥砂漿性質之影響	220
十一、鋼纖維混凝土之力學性質研究	222
十二、ACI 配比強度設計	224
十三、高性能混凝土設計	226
十四、卜作嵐材料對混凝土性質之影響	228
十五、海砂對混凝土性質之影響	230

附 錄

附錄一 CNS 3090 預拌混凝土	233
附錄二 CNS 12891 混凝土配比設計準則	255
附錄三 CNS 1237 混凝土用水品質試驗法	267
附錄四 CNS 61 卜特蘭水泥	271
附錄五 CNS 1240 混凝土粒料	285
附錄六 CNS 12283 混凝土用化學摻料	297
附錄七 參考文獻	303



緒 論

一、前 言

台灣地區高溫高濕的海島型亞熱帶氣候，地震頻繁、環境污染嚴重，結構物因品質不良使用壽命減短等問題層出不窮。以往國內營建工程中，公共工程當局的權責、業主的執行、設計者的構想、承包商的施工、材料供應商的品管及所有權人的使用與維護等，整件工程參與群體間並沒有建立良好的互動關係，常因其中一個環節出了問題，無法立即反映及處理。因此需要在政府、業主、設計師、承包商、供



應商及使用者間共同建立執行作業的品質保證系統，以建立完整且有系統的標準作業程序，作為群體間遵循的依據。

二、混凝土材料

鋼筋混凝土係屬於複合材料，混凝土由水、水泥、骨材及摻料所組成，如圖 1-1。混凝土具有強度、耐久、耐火及廉價等優點，同時也有易龜裂、品管不易、強度／重量比小等缺點；由於材料研發及技術的精進，原有材料在性能上逐漸無法滿足工程需求及料源取得不易等因素而被淘汰，新材料在料源、性能及價格等優勢條件下取而代之，從普通混凝土發展到高強度混凝土，進而倡導優生混凝土，使混凝土的適用性更加寬廣且具商業性。

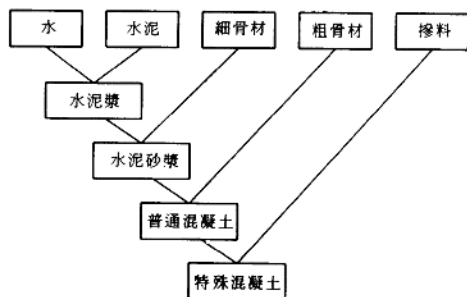


圖 1-1 混凝土的組成材料



三、材料的特性

中國古語云：「有諸於內，形諸於外」，材料的內部組織，表現其外在性質。工程材料的選用由材料的性質優劣所決定，不同的材料、環境及用途，其要求的性質亦不相同，圖 1-2 係影響工程材料選用的評估因素。就混凝土而言，一般混凝土結構物的品質評估以抗壓強度為依據，圖 1-3 係混凝土組成材料選用之特性要素圖。因作用外力不同，有抗壓、抗拉、抗彎、抗剪及抗衝擊等強度要求，一般工程材料要求的性質有：

1. **力學性質**：材料受外力後的應力與應變關係，材料的彈性、塑性、韌性、疲勞及潛變等行為，脆性與延性材料的區分。
2. **非力學性質**：材料的比重、孔隙率、單位重及含水狀況，材料的比熱、傳導率、耐火性及閃火點等熱學性質，材料的電阻、電容、電導等電學性質，聲音的頻率、強度、能量及吸音率，光的反射、折射及透射等性能。
3. **表面特性**：材料抗刮、壓痕及貫入深度的硬度性質，水工結構物的孔蝕、穴蝕、掏空、沖刷等現象。
4. **製造特性**：材料的加工、裝配、預組、吊運、接合、修飾及粉光等因素。
5. **經濟性**：材料的價格受到開採、運輸、冶煉、能源成本及環保因素影響，市場的供需、商人抄作、通貨膨脹及政策亦造成短期的材料價格波動。
6. **美觀性**：材料外觀的質地、色調、光澤及觸感影響整體結構物的美觀性。

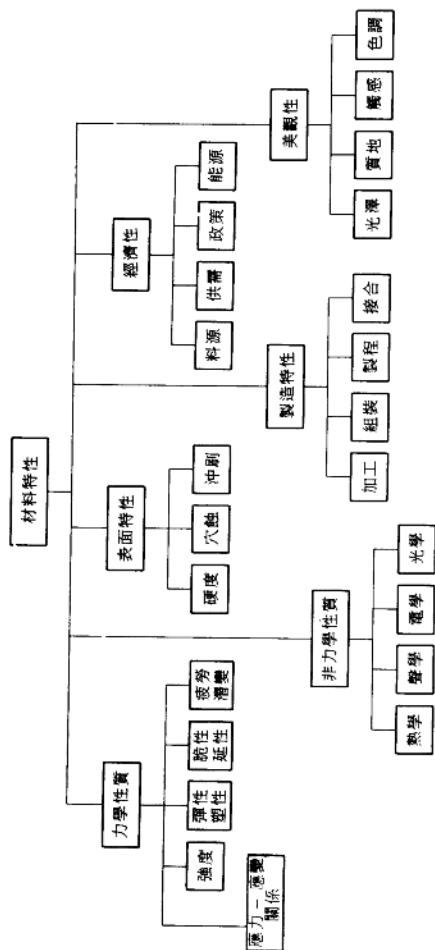


圖 1-2 影響材料選用的因素

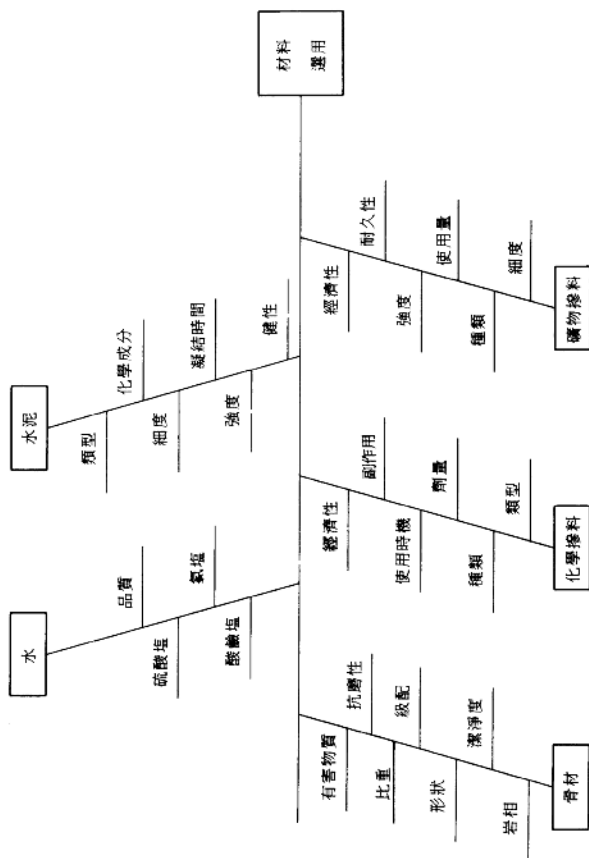


圖 1-3 混凝土材料選用之特性要素圖



四、材料的規格

國內標準之訂定，常以參考美國、日本等規範為主，但因該國家有其特有環境條件及工程特性等因素，無法完全引用，在考量台灣環境因素及施工特質後，所訂定的規範更能表現本土化，且契合我國的施工環境。就混凝土而言，常使用的標準規範如下：

1. 中國國家標準(CNS)。
2. 美國材料及試驗協會(ASTM)。
3. 美國混凝土協會(ACI)。
4. 美國州道及運輸官員協會(AASHTO)。
5. 美國卜特蘭水泥協會(PCA)。
6. 日本工業標準(JIS)。
7. 日本建築學會(JASS)。
8. 英國標準(BS)。
9. 德國標準(DIN)。

五、材料的檢測

1. 機械試驗（巨觀）—力學性質、材料基本的物理性質、表面特性等。
2. 微觀試驗—利用超音波、光學顯微鏡(OM)、電子式掃描顯微鏡(SEM)或穿透式顯微鏡(TEM)等顯微設備，分析材料的微觀組織，以達到微觀強化巨觀，巨觀印証微觀的目的。
3. 化學分析—利用化學檢測方法、分析材料的化學組成，藉由成分的瞭解選擇最適合的材料，進而改善材料性能。



六、試驗數據的品管

試驗數據的變異原因甚多，如試驗環境條件、取樣方法、樣品的加工與運送及保存、儀器精度及操作人員素質等因素。試驗的數據須具備下列特性：

1. **重現性**—重複試驗的數據變異性小。
2. **準確性**—試驗數據與真值相差甚小。
3. **代表性**—試驗樣品能代表整體材料特性。

準確度(accuracy)為分析方法所測得之一組測定值，其值與真值靠近之程度，測定值愈近真值，準確度愈高，反之則愈低，準確度與精確度(precision)不同，準確度僅就該組測定值與真值之相差程度而言，而不論及該組測定值本身之變化程度。準確度通常以檢驗值與真值之差表示，或以兩者之差除以真值所得之百分比表示。

