

第一章 總則

1.1 符號

E_c = 混凝土之彈性模數，參閱第1.9.1節； kgf/cm^2 。

E_s = 鋼之彈性模數，參閱第1.9.2節； kgf/cm^2 。

f'_c = 混凝土之規定抗壓強度，參閱第15.3.4與1.7節； kgf/cm^2 。

f_{ct} = 輕質混凝土之平均劈裂抗張強度； kgf/cm^2 。

f_y = 非預力鋼筋之規定降伏強度，參閱第15.3.5與1.8節； kgf/cm^2 。

w_c = 混凝土之單位重量； kg/m^3 。

λ = 輕質混凝土修正因數，其係反應輕質混凝土之力學性質相較於具相同抗壓強度的常重混凝土值所需之折減，參閱第1.10節。

1.2 範圍

1.2.1 本規範適用於一般建築物之結構混凝土構造。

解說：

本版中「本規範」係指中國土木水利工程學會混凝土工程委員會編審之「混凝土工程設計規範與解說(土木401-107)」之簡稱。

本規範之規定為結構混凝土構造設計與施工時所必須遵守的最低基本要求，本規範亦包含對既有混凝土結構之強度評估。另鑑於結構混凝土之品質要求與結構混凝土之構造強度有密切影響，並配合我國結構混凝土工程之現況與需要，本版規範新增三章與材料品質有關之章節，分別為第十七章「材料之品質要求」、第十八章「耐久性要求」與第十九章「混凝土品質、拌和與澆置」，此新增三章內容基本上是依前版規範附篇E內容所增修。

本規範未對材料之施工管控及對監工、施工、工程師責任等之有關規定加以闡述。此等規定與作業對興建結構混凝土構造時極具重要性，相關規定見內政部發布之「建築技術規則」、「混凝土結構設計規範」及「混凝土結構施工規範」或參考本學會出版之「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」。

1.2.2 本規範所稱結構混凝土係指具有結構功能之混凝土，包括鋼筋混凝土及純混凝土。

鋼筋混凝土為結構混凝土中之鋼筋量不少於本規範規定之預力鋼筋或非預力鋼筋之最低值者。

純混凝土為結構混凝土中鋼筋量少於鋼筋混凝土之規定最低值者，或無鋼筋者。

結構混凝土之規定抗壓強度應按本規範第1.7節規定。

解說：

本規範所稱之鋼筋混凝土包括非預力鋼筋混凝土及預力混凝土。因此，本規範的各項規定，除指明專門適用於非預力混凝土之設計者外，均可用於預力混凝土構造。參考本規範第11.2節。

1.2.3 各種特殊結構以結構混凝土建造者如弧拱、薄殼、摺版、水塔、水池、煙囪、散裝倉、樁及耐爆構造等之設計，除本規範能適用外，得視需要另行增補。

解說：

各種特殊結構之設計，除本規範能適用外，得針對特殊結構之需要參考相關規範及文獻另行增補設計及施工之特別規定。

1.2.4 埋入地下之混凝土樁、墩基及沉箱得不受限於本規範相關規定；惟若該等結構承受地震力時應符合第15.11.4節之相關規定。

解說：

本規範不適用於完全埋置於地下之混凝土樁及墩基之設計。惟在空氣中、水中、或土壤未能提供充分側撐以防止挫曲之地下混凝土樁者，仍應遵照本規範有關規定設計之。

1.2.5 土壤支承之混凝土鋪面版得不受限本規範相關規定設計；惟若有相關結構藉其傳遞荷重時，仍應遵照本規範有關規定設計之。

1.2.6 合成之鋼承板鋼筋混凝土版得不受限於本規範相關規定設計，其中混凝土材料應符合本規範相關規定；惟非合成之鋼承板鋼筋混凝土版，仍應遵照本規範有關規定設計之。

解說：

非合成之鋼承板鋼筋混凝土版，其鋼承板通常僅當作模板使用，鋼筋混凝土樓版必須承受全部載重，其設計應按本規範之規定。合成之鋼承板鋼筋混凝土版，其鋼承板可當作正彎矩鋼筋使用，此種樓版之設計必須參照其他相關設計資料。

1.3 設計原則

1.3.1 結構混凝土構造之設計，應能在使用環境下承受各種規定載重，並滿足安全性及適用性之需求。

1.3.2 鋼筋混凝土結構除本節另有規定者外，應按本規範規定以強度設計法設計，使構材之設計強度足以承受設計載重。

解說：

結構以強度設計法設計時，應遵守本規範各章節之有關規定，設計強度及設計載重之定義可參考第2.2至2.4節。

1.3.3 預力混凝土結構應基於各種載重情況之行為及強度需要設計之。

解說：

預力混凝土結構之設計應符合本規範第十一章之規定。

1.3.4 非預力鋼筋混凝土結構得按本規範附篇F「工作應力法」設計，以容許工作應力及使用載重為設計之依據。

解說：

非預力鋼筋混凝土結構若採用工作應力法設計，其設計結果可能較採用強度設計法保守，惟目前趨勢為工作應力法漸遭淘汰，設計者宜有此概念。

本規範附篇F工作應力法，其規定係由本規範第一版「土木401-56」演變而來。

1.3.5 鋼筋與預力混凝土受撓曲與軸力構材得採用附篇B「鋼筋(含預力)混凝土受撓曲與軸力構材替代設計規定」設計之。

解說：

本規範之附篇B是鑑於自(土木401-86a)規範之鋼筋限制、強度折減係數與彎矩再分配規定已行之有年，仍有其適用性，為維持該版規範中此等部分於本版規範中仍可適用，乃將該前版規範之相關規定移置為本版規範之附篇B內容，替代本版規範之相關章節，如第2.6節，第3.4.3節及第十一章若干部分之相關條文及解說。

1.3.6 結構混凝土構造及其構材得採用附篇C「強度折減因數與設計載重之替代值」規定設計之。

解說：

本規範之附篇C是鑑於自(土木401-86a)規範之「強度折減因數與設計載重之替代值」規定已行之有年，仍有其適用性，為維持該版規範中此等部分於本版規範中仍可適用，乃將前版規範之相關規定移置當為本版規範之附篇C內容，以替代本版規範之第2.3節及第2.4節規定。

結構混凝土構件設計應以本規範第2.3節配合第2.4節之規定單獨使用；或以附篇C之規定單獨使用；不得混雜交互使用。

1.3.7 本規範附篇A「壓拉桿模式」之規定，得於結構混凝土構材在形體不連續或載重劇變區域設計應用之。

1.3.8 本規範附篇D「混凝土結構用錨栓」之規定，應於結構混凝土構材須用錨栓連結時設計應用之。

1.3.9 抵抗地震力之結構混凝土構材須遵照本規範第十五章「耐震結構」設計之。

1.4 載重

1.4.1 結構設計須考慮各種靜載重與活載重。設計建築物之屋架、梁、柱、牆及基礎時，活載重可按「建築技術規則」規定折減之。

解說：

結構設計須考慮各種可能發生之載重，包括靜載重、各種配置之活載重及第1.4.2、1.4.3節規定載重與各種可能設備之載重。屋頂必須考慮可能發生之積水、積雪。

1.4.2 結構設計須以整體結構抵抗作用其上之總風力或地震力。

1.4.3 設計時須考慮其他因預力、吊車載重、振動、衝擊、收縮、溫度變化、潛變、收縮補償混凝土之膨脹、土壓、液體壓以及支承之不均勻沉陷等所生之作用力。

解說：

除各種設計載重外，其他因應變與變位所產生之作用力亦應注意，如：高樓結構尚須注意潛變與收縮對柱之影響^[1.9]。另若結構體限制收縮與溫度之變位，將造成樓版內之拉力，及柱或牆產生位移、剪力與彎矩，其所需之收縮與溫度鋼筋可能會超過受撓鋼筋。

1.5 材料

- 1.5.1 混凝土結構物所使用之鋼筋、預力鋼筋、混凝土及其他材料，除本規範外，尚應符合本學會之「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」之有關規定。施工中應確保材料品質符合要求，使施工之情況符合本規範設計之假設條件，完成之結構體性能須符合設計之要求。
- 1.5.2 混凝土及材料之查驗與檢驗均應符合「國家標準(CNS)」及本學會之「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」之規定。
- 1.5.3 鋼筋與預力鋼筋之查驗與檢驗均應符合本規範第13.2節、「國家標準(CNS)」及本學會之「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」之規定。

解說：

本規範第十七、十八、十九章等係有關設計工程師於設計時對材料品質應要注意之事項。設計工程師對其所使用之材料性質及施工要求應要充分了解，須對施工情況作適當規定。有關施工品管可參考本學會出版之「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」及其他有關規定。

1.6 設計與施工之配合

混凝土結構設計時尚應考量「混凝土工程施工規範與解說(土木 402-94)」之規定及施工可行性，設計時如有特殊需求應於設計圖說中明確規定。

1.7 混凝土規定抗壓強度

- 1.7.1 除設計時另有規定者外，混凝土規定抗壓強度 f'_c 為混凝土28日齡期之試驗極限強度。此項抗壓強度之試驗均應符合CNS 1232〔混凝土圓柱試體抗壓強度之檢驗法〕及本學會之「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」之有關規定。如結構物在混凝土澆置後未達規定齡期已須承受載重時，則應以該承受載重時之齡期之試驗極限強度為其規定強度。
- 1.7.2 結構混凝土之 f'_c 不得小於210 kgf/cm²。
- 1.7.3 特殊暴露環境下之混凝土，其最低規定抗壓強度及最大水膠比應符合本規範第十八章與第十九章之規定。
- 1.7.4 預力混凝土之 f'_c 不得小於280 kgf/cm²。

解說：

混凝土規定強度一般以混凝土規定抗壓強度 f'_c 為代表。

本規範第十八與十九章將對鋼筋混凝土構造所使用混凝土之材料品質與規定抗壓強度 f'_c 作基本性建議，設計時應按結構物之設計需求與所處環境，訂定混凝土之 f'_c 值與各項材料規定。

建築法中新建、增建、修建及改建之四種建築設計行為，其中新建和增建建築物之 f'_c 應採210 kgf/cm² 以上之抗壓強度；修建或改建建築物之 f'_c 可配合既有建築物之混凝土強度，惟其 f'_c 不得小於175 kgf/cm²。結構混凝土抗壓強度之提升具有下列重要優點：

- (1) 增加混凝土之不透水性，進而提昇混凝土構材的耐久性，增加混凝土結構物的使用年限，間接達到減少過度使用天然資源及節能減碳的功效。
- (2) 減小混凝土建築物軸壓構材尺寸，增加室內使用空間；並可減少建築物重量，減小地震力。
- (3) 增加混凝土水泥漿量，進而增加泵送性及施工性。

其他有關非28日齡期之規定抗壓強度、劈裂抗張強度、破裂模數等規定，見相關章節。如混凝土中加飛灰、矽灰等卜作嵐(Pozzolan)材料或採用卜特蘭(Portland)第 I 型以外之混凝土，其規定抗壓強度之齡期可依材料特性另行規定。

1.8 鋼筋強度限制

設計所用之非預力鋼筋規定降伏強度 f_y ，除本規範第 4.5.2 節(剪力鋼筋)、第 4.6.3.4 節(扭力鋼筋)、第 4.7.6 節(剪力摩擦鋼筋)、第 12.4.2 節(薄殼與摺版鋼筋)限制不得大於 4,200 kgf/cm²；第 15.3.5.2 節(承受地震引致之彎矩、軸力或兩者皆有之縱向鋼筋)限制不得大於 4,900 kgf/cm²；以及第 15.3.5.4 節(圍束鋼筋)與第 3.10.3 節(螺箍筋)不得超過 7,000 kgf/cm² 外，其他使用狀況下均不得大於 5,600 kgf/cm²。

1.9 彈性模數

1.9.1 除另有可靠調查資料，混凝土之彈性模數 E_c 可採用下列公式計算

$$E_c = w_c^{1.5} 0.11 \sqrt{f'_c} \quad (1-1)$$

式中 w_c 為混凝土之單位重，適用範圍為 1440 至 2560 kg/m³；常重混凝土 w_c 以 2300 kg/m³ 計時， $E_c = 12,000 \sqrt{f'_c}$ kgf/cm²。

1.9.2 鋼筋之彈性模數 E_s 可定為 2.04×10^6 kgf/cm²。

1.9.3 預力鋼筋之彈性模數依試驗結果決定，或由製造廠商提供。

解說：

本規範 1.9.1 節之混凝土彈性模數 E_c 之訂定以混凝土之壓應變與壓應力曲線中壓應力為 0 至 0.45 f'_c 之斜率為準則。

台灣混凝土因粒料強度較低和漿體量較高，導致其彈性模數值相較美國規範(ACI 318)所預估的值有偏低的趨勢，故參照國內相關研究成果^[1.7,1.8]予以修正，以反映台灣粒料及配比特性。

1.10 輕質混凝土

使用符合「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」第 2.5.1 節(2)規定之輕質混凝土，本規範中之 $\sqrt{f'_c}$ 除另規定者外，須乘以下列修正因數 λ ：

- (1) 對於常重細粒料與輕質粗粒料之輕質混凝土， λ 為 0.85。
- (2) 對於粗細粒料皆為輕質之全輕質混凝土， λ 為 0.75。
- (3) 部分細粒料為輕質之輕質混凝土時， λ 依輕質細粒料之使用體積比，由 0.85 按比例減為 0.75。
- (4) 使用常重細粒料與部分輕質粗粒料之輕質混凝土時， λ 依輕質粗粒料之使用體積比，由 1.0 按比例減為 0.85。
- (5) 當 f_{ct} 已予規定時， $\lambda = f_{ct} / (1.8 \sqrt{f'_c})$ ，且不小於 1.0。

對於常重混凝土， λ 為 1.0。

解說：

混凝土單位重之修正因數 λ 是為反映輕質混凝土之抗拉強度較相同抗壓強度之常重混凝土為低之情況，此情況將使輕質混凝土之剪力強度、摩擦特性、劈裂抵抗力、混凝土與鋼筋間之握裹力降低，並會增加其間鋼筋之伸展長度。故對於輕質粒料混凝土，本規範第2.11.2節之開裂模數、第四章之混凝土剪力計算強度、第五章之鋼筋伸展長度等相關公式中之 $\sqrt{f'_c}$ 須以 $(\lambda \sqrt{f'_c})$ 計算。

有關 λ 大小可採用兩種方法決定，第一種方法係根據輕質混凝土之抗拉強度為常重混凝土抗拉強度之固定修正係數^[1.10]，此修正係數是依據各種結構用輕質混凝土之試驗資料所訂。第二種方法係根據在實驗室試驗所求得之輕質混凝土平均劈裂抗張強度 f_{ct} 與抗壓強度 f'_c 之關係，常重混凝土之平均劈裂抗張強度 f_{ct} 約等於 $1.8\sqrt{f'_c}$ ^[1.10,1.11]。

1.11 設計圖說

1.11.1 結構混凝土構造之設計圖說包括設計圖、計算書及施工說明書。

1.11.2 設計圖說須在適當位置載明下列各項：

- (1) 設計規範之名稱及版本。
- (2) 設計所用之活載重及其他特殊載重。
- (3) 結構物各部分之混凝土規定抗壓強度及規格。
- (4) 鋼筋及鋼料之規定強度及規格。
- (5) 結構物各構材及鋼筋之位置及尺寸。
- (6) 錨栓之型式、尺寸位置與相關規定。
- (7) 鋼筋之保護層及間距。
- (8) 鋼筋之錨定長度、接續位置及長度。
- (9) 鋼筋之銲接或機械式續接器之型式及位置。
- (10) 預力混凝土工程所需施加之預力大小、位置與程序。
- (11) 混凝土潛變、收縮及溫度變化範圍之相關規定。
- (12) 伸縮縫、收縮縫或隔離縫之位置及設計詳圖。
- (13) 配合結構設計原意所必須之施工縫位置及設計詳圖。
- (14) 梁、版、牆之開孔位置、尺寸及補強方法。
- (15) 管線、預留孔及埋設鐵件等之位置、埋設規定及注意事項。
- (16) 配合結構設計原意所必須之施工順序及要求。

解說：

設計圖說需包括要傳達給承包商之各項結構設計資訊、對承包商施工品質要求條款，以及驗證是否符合施工圖說之檢驗要求。

參考文獻

- [1.1] 內政部，「混凝土結構設計規範」，民國一〇〇年七月。
- [1.2] 中國土木水利工程學會混凝土工程委員會，「混凝土工程設計規範(土木401-100)」，民國一〇〇年九月。
- [1.3] ACI Committee 318, "Building Code Requirements for Structural Concrete," (ACI 318-11) & Commentary (ACI 318R-11), 2011.
- [1.4] 內政部，「建築技術規則」，民國九十七年三月。
- [1.5] 內政部，「混凝土結構施工規範」，民國九十七年。
- [1.6] 中國土木水利工程學會混凝土工程委員會，「混凝土工程施工規範與解說(土木402-94)」，民國九十四年十二月。
- [1.7] 陸景文、詹穎雯、陳振川，「台灣地區混凝土抗壓強度與彈性模數特性研究」，中國土木水利工程學會學刊，第十四卷，第三期，第371-379頁，民國九十三年。
- [1.8] 廖文正、林致淳、詹穎雯，「台灣混凝土彈性模數建議公式研究」，結構工程期刊，第三十一卷，第三期，第5-31頁，民國一百零五年。
- [1.9] Fintel, M.; Ghosh, S. K.; and Iyengar, H., Column Shortening in Tall Buildings—Prediction and Compensation, EB108D, Portland Cement Association, Skokie, IL, 1986, 34 pp. °
- [1.10] Ivey, D. L., and Buth, E., "Shear Capacity of Lightweight Concrete Beams," ACI JOURNAL, Proceedings V. 64, No. 10, Oct. 1967, pp. 634-643.
- [1.11] Hanson, J. A., "Tensile Strength and Diagonal Tension Resistance of Structural Lightweight Concrete," ACI JOURNAL, Proceedings V. 58, No. 1, July 1961, pp. 1-40.