

鋼筋混凝土學與設計

第一回

504530-1



社團
法人
考友社

考友社

出版
發行

鋼筋混凝土及設計講義 第一回 目錄

第一講 導論.....	1
命題重點.....	1
重點整理.....	2
一、概述.....	2
二、結構安全.....	3
三、混凝土.....	6
四、鋼筋.....	12
五、單位制的轉換.....	15
精選試題.....	16

第一講 導論

命題重點

一、概述

- (一) 鋼筋混凝土
- (二) 延展性—脆性
- (三) 設計準則
- (四) 設計規範
- (五) 設計方法

二、結構安全

- (一) 設計強度 (ϕS_n)
- (二) 需要強度 (U)
- (三) ACI規範的安全規定

三、混凝土

- (一) 混凝土之抗壓強度 (f'_c)
- (二) 混凝土的彈性模數 (E_c)
- (三) 混凝土的抗拉強度
- (四) 混凝土的潛變及收縮
- (五) 混凝土之品質控制

四、鋼筋

- (一) 鋼筋的型式與規格
- (二) 鋼筋的應力—應變曲線
- (三) 鋼筋的彈性模數 (E_s)
- (四) 混凝土保護層
- (五) 鋼筋淨間距

五、單位制的轉換

重點整理

一、概述

(一)鋼筋混凝土：

混凝土由水泥、水及粗細骨材按一定比例拌合而成，新拌混凝土具流動性，隨著水化作用的持續進行逐漸硬化成為具有強度的硬固混凝土。混凝土具有很高的抗壓強度，但其缺點為抗拉強度甚低約為抗壓強度的 8 ~ 15% 為求補救混凝土抗壓不耐拉，故在澆置混凝土以前，將抗拉強度甚高的鋼筋安置在模板內的適當位置，如圖 1-1，在混凝土硬化以後兩種材料即結成一體稱為鋼筋混凝土（簡寫為 R C ）。

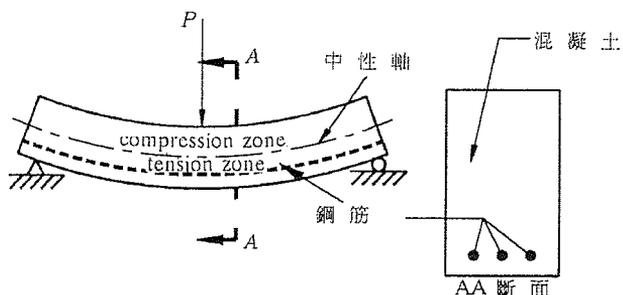


圖 1-1

鋼筋混凝土具有 1. 强度高 2. 可塑性高 3. 耐久 4. 耐火 5. 廉價 6. 施工容易等優點。其缺點為 1. 單位重較大，約為 $2.4 t/m^3$ 2. 品質控制不容易 3. 工期長 4. 修改、拆除困難 5. 模板費用高。鋼筋混凝土並非均質材料，且混凝土會有裂縫及潛變、收縮等現象，其應力很難利用力學理論算得，故設計鋼筋混凝土結構時往往須採用多次試驗求得的經驗公式。

(二) 延展性—脆性：

為了確保生命、財產的安全，結構物的破壞應具有預警效果。各構件及接頭都應具有足夠的延展性，使其在破壞前得以承受很大的變形。延展性，係指破壞前的非彈性變形能力。

例如，鋼結構梁為一高延展性構件，它能夠承受很大的撓曲變形而不破裂 (rupture)。反之，純混凝土構件則為脆性構件，它會在變形很小的情形下突然破壞。故需適當的配置鋼筋以設計一具有足夠延展性的鋼筋混凝土結構。

(三)設計準則：

鋼筋混凝土結構設計應滿足下列兩項準則：

- 1.安全：結構物的強度應足以承載所有預期的載重，並具有一些超載能力以限制結構破壞的機率。
- 2.適用：構件應具有足夠的勁度 (stiffness) 以確保在工作載重下，撓度及裂縫寬度皆不超過其容許值且振動減至最低。

(四)設計規範：

我國內政部頒佈的建築技術規則主要係參考 1971 年 ACI 318 – 71 鋼筋混凝土建築設計規範。自 1971 年開始，ACI 318 規範每六年修改一次，目前最新的版本為 ACI 318 – 95 規範，本文為求簡便，以後 ACI 318 – 95 規範一律簡稱為 ACI 規範。

(五)設計方法：

- 1.工作應力法 WSD：工作載重下基於材料容許應力之設計，WSD 已漸不採用目前規範將其視為替代設計法 (alternate design method)，列在附錄中。
- 2.強度設計法 USD：在極限載重下設計構件，使其具有足夠的強度。

二、結構安全

(一)設計強度 (ϕS_n)：

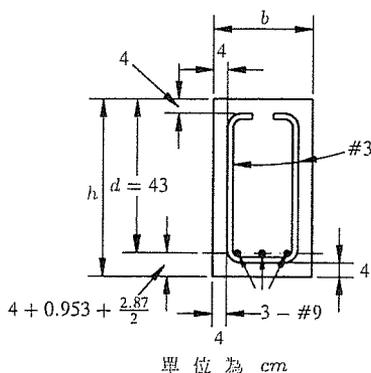
標稱強度 S_n 或稱理論計算強度，係指構件根據所指定的材料強度、斷面尺寸，以適當理論分析計算得到的強度。例如 M_n ， V_n 及 P_n 分別為標稱彎矩，標稱剪力及標稱軸力。設計強度 ϕS_n 或稱有效強度，係針對分析時所做的假設及材料品質、斷面尺寸可能與實際有偏差。基於安全的考慮，將標稱強度乘上一小於 1 的強度折減因子 ϕ ，作為構件的有效設計強度。例如， ϕM_n ， ϕV_n 及 ϕP_n 分別為設計彎矩，設計剪力及設計軸力。

ACI 規範有關強度折減因子 ϕ 之規定如下：

- 1.承受無軸力的撓曲 $\phi = 0.9$
- 2.承受軸拉力，或有軸拉力之撓曲 $\phi = 0.9$
- 3.承受軸壓力，或有軸壓力之撓曲
 - (1)以螺旋箍筋圍束 $\phi = 0.75$
 - (2)以橫箍筋圍束 $\phi = 0.7$
- 4.承受剪力及扭力 $\phi = 0.85$

精選試題

一、如圖，試設計梁之寬度 b ，深度 h ，已知 #9 鋼筋之直徑為 2.87 cm ，#3 鋼筋直徑為 0.953 cm 。



答：(註：習慣上 b ， h 皆取為 5 cm 之倍數。)

$$S_n = \text{MAX}(d_{b(\#9)}, 1'', \frac{4}{3}d_a) = d_{b(\#9)}$$

$$b_{req} = 2(c + d_{b(\#3)}) + 5d_{b(\#9)}$$

$$= 2(4 + 0.953) + 5(2.87) = 24.256\text{ cm}$$

取 $b = 25\text{ cm}$

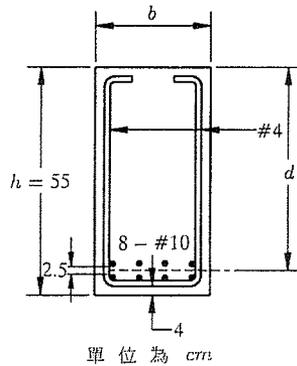
$$h_{req} = d + c + d_{b(\#3)} + \frac{d_{b(\#9)}}{2}$$

$$= 43 + 4 + 0.953 + \frac{2.87}{2}$$

$$= 49.388\text{ cm}$$

取 $h = 50\text{ cm}$

二、如下頁圖，試設計梁之寬度 b ，並計算梁之有效深度 d (鋼筋重心到頂面之距離)，已知 #10 鋼筋之直徑為 3.22 cm ，#4 鋼筋直徑為 1.27 cm 。



答：

$$\begin{aligned}
 b_{req} &= 2(c + d_{b(\#4)}) + 7d_{b(\#10)} \\
 &= 2(4 + 1.27) + 7(3.22) \\
 &= 33.08 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

取 $b = 35 \text{ cm}$

$$\begin{aligned}
 d &= h - c - d_{b(\#4)} - d_{b(\#10)} - \frac{2.5}{2} \\
 &= 55 - 4 - 1.27 - 3.22 - \frac{2.5}{2} \\
 &= 45.26 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

三、已知公制式 $E_c = 0.137w^{\frac{3}{2}}\sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$ ，試將其換算為英制式 $E_c = \alpha w^{\frac{3}{2}}\sqrt{f'_c} \text{ lb/in}^2$ （已知公制 $w = 2300 \text{ kg/m}^3$ ，英制 $w = 143.5 \text{ lb/ft}^3$ ）

答： $\because 1 \text{ kg/cm}^2 = 14.19 \text{ lb/in}^2$

$$\text{公制 } E_c = 0.137 w^{\frac{3}{2}} \sqrt{f'_c} \text{ kg/cm}^2$$

$$\downarrow 14.19 \quad \downarrow K \quad \downarrow \left(\frac{143.5}{2300}\right)^{1.5} \quad \downarrow \sqrt{14.19}$$

$$\text{英制 } E_c = \alpha w^{\frac{3}{2}} \sqrt{f'_c} \text{ lb/in}^2$$

$$14.19 = K \left(\frac{143.5}{2300}\right)^{1.5} \sqrt{14.19}$$

$$K = 247.716$$