

111 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：土木工程

科 目：鋼筋混凝土學與設計

「鋼筋混凝土學與設計」依據及作答規範：內政部營建署「混凝土結構設計規範(內政部 110.3.2 台內營字第 1100801841 號令)；中國土木水利學會「混凝土工程設計規範與解說」(土木 401-100)。未依上述規範作答，不予計分。

一、有一耐震設計的鋼筋混凝土梁，設計的混凝土規定抗壓強度 $f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$ ，設計的撓曲鋼筋為 SD420 鋼筋。(25 分)

1. 於混凝土灌漿時製作三顆標準圓柱試體。三顆圓柱試體進久抗壓試驗可得抗壓強度。為符合設計的規定抗壓強度，請說明試驗所得抗壓強度的評量基準為何？
2. 撓曲鋼筋應符合 CNS560 規定的 SD420W 之要求，惟 CNS560 規定的 SD420 鋼筋亦可使用。SD420 鋼筋拉力試片進行的抗拉試驗可得實測降伏強度與實測抗拉強度。為使用 SD420 鋼筋，請說明 SD420 鋼筋實測降伏強度與實測抗拉強度應符合那些規定？

【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等：★★★★☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1) 考驗同學一些 RC 的知識。
 - (2) 遇到這種題目盡量寫就對了。
3. 《命中特區》正課班 RC 課本 P11-2

【擬答】

1. 抗壓強度評量基準

- (1) 混凝土圓柱試體應在工程司監督下於卸料口取樣製作，並依照 CNS 1174 A3038 及 CNS 1231 A3044 所規定之程序取樣。
- (2) 每種混凝土澆置之取樣組數如下：
 - ① 混凝土試體於同一攪拌車取樣 2 個為 1 組，該兩個試體之平均抗壓強度即為該組之抗壓強度。
 - ② 每批混凝土之抗壓強度，依下表方式所取得樣品之組數的平均抗壓強度，即為該批混凝土之抗壓強度。取樣試驗頻率規定如下：

表 03050-4 混凝土抗壓強度取樣試驗頻率表

混凝土每批量試體取樣組數 (28 天抗壓強度)													
鋼筋混凝土	<p>同一日澆置之混凝土，每一種配比以 120 m³ 或每 450 m² 澆置面積為一批，每批至少應進行一組強度試驗，若每一種配比有餘數超過 40 m³ 或 100 m² 時應增加一組試體，每天每種規格混凝土至少進行強度試驗一次。同一工程之同一種配比混凝土的總數量在 40m³ 以下，且有資料可供參考者，得於事先徵得工程司之書面同意下，免作強度試驗；惟工程司在做決定時，應注意是否會影響該澆置標之物之強度驗收。</p>												
預力混凝土	<table border="1"> <tr> <td>預鑄預力混凝土梁</td> <td>每支 3 組</td> </tr> <tr> <td>預力混凝土箱型梁</td> <td>最少 3 組</td> </tr> <tr> <td>混凝土 ≤ 100m³</td> <td>3 組</td> </tr> <tr> <td>100m³ < 混凝土 ≤ 150m³</td> <td>4 組</td> </tr> <tr> <td>150m³ < 混凝土 ≤ 200m³</td> <td>5 組</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">以下類推，每增加 50m³ 加取 1 組</td> </tr> </table>	預鑄預力混凝土梁	每支 3 組	預力混凝土箱型梁	最少 3 組	混凝土 ≤ 100m ³	3 組	100m ³ < 混凝土 ≤ 150m ³	4 組	150m ³ < 混凝土 ≤ 200m ³	5 組	以下類推，每增加 50m ³ 加取 1 組	
	預鑄預力混凝土梁	每支 3 組											
	預力混凝土箱型梁	最少 3 組											
	混凝土 ≤ 100m ³	3 組											
	100m ³ < 混凝土 ≤ 150m ³	4 組											
150m ³ < 混凝土 ≤ 200m ³	5 組												
以下類推，每增加 50m ³ 加取 1 組													

上述試體取樣組數(個數)未包括為試驗 7 天抗壓強度及為控制施預力時間 (工地養護) 所需增加之試體數量。

- (3) 圓柱試體應依照 CNS 1232 A3045 抗壓強度試驗規定之齡期試驗。
- (4) 無特別規定時，混凝土抗壓強度 f_c' 為混凝土 28 日齡期之抗壓試驗強度，此項抗壓強度之試驗應符合 CNS 1232 A3045 有關規定。
- (5) 如構造物在混凝土澆置後未達規定齡期而容許承受載重時，則應以該承受載重時之齡期之試驗極限強度為規定之抗壓強度。
- (6) 混凝土抗壓強度之判定接受程度，依第 03310 章「結構用混凝土」之規定。

2. 應符合之規定

15.3.5 耐震構材之鋼筋

15.3.5.1 用以承受地震引致之彎矩與軸力之構架構材及結構牆之邊界構件，其主筋應符合 CNS 560 中 SD 420W 及 SD 280W 之要求。CNS 560 中 SD 420 及 SD 280 鋼筋亦可使用，惟應符合下列規定：

- (1) 實測降伏強度不得超出規定降伏強度 f_y 達 $1,200 \text{ kgf/cm}^2$ 以上。
- (2) 實測極限抗拉強度與實測降伏強度之比值不得小於 1.25。

15.3.5.2 橫向鋼筋包括螺箍筋之 f_{yt} 不得超過 $4,200 \text{ kgf/cm}^2$ 。

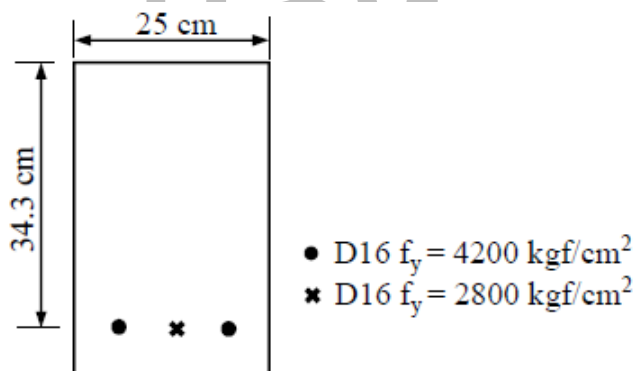
解說：

鋼筋試驗之實際降伏強度不得超出規定降伏強度 f_y 太多之規定，主要係避免彎矩強度增加，致使剪力增加，可能產生剪力破壞。此外，鋼筋降伏強度增加，亦可能導致握裹破壞。

至於極限抗拉強度與降伏強度的比值，會影響塑性區的大小，其值越大，塑性區越長，極限塑鉸轉角越大^[15.10]。

CNS 560 之 SD 420W 及 SD 280W 鋼筋其降伏強度已有上限之規定，且實際抗拉強度必須大於實際降伏強度的 1.25 倍以上，故不必另作規定。

二、有一鋼筋混凝土小梁，矩形梁斷面寬度 $b=25\text{cm}$ ，有效深度 $d=34.3\text{cm}$ 。梁承受彎矩，故設計三支 D16 拉力鋼筋，設計的鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ 。一支 D16 拉力鋼筋截面積 $A_b=1.99\text{cm}^2$ 。惟於施工時誤用一支降伏強度 $f_y=2800\text{kgf/cm}^2$ 的鋼筋，如圖所示。混凝土抗壓強度 $f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$ 。試計算誤用鋼筋後梁斷面的設計彎矩強度 ΦM_n 為何?(25 分)



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏易：★★☆☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1) 可以假設拉力筋都降伏，然後再應證。
 - (2) 跟平時的單筋梁計算差不多。
3. 《命中特區》 正課班 RC 課本 P2 - 11 ~ P2 - 12

【擬答】

(一) 假設拉力筋降伏求中性軸 x

$$C_c = 0.85f'_c(\beta_1x)b = 0.85(280)(0.85x)(25) = 5057.5x \text{ (kgf)}$$

$$T = A_s f_y = 2 \times 1.99 \times 4200 + 1.99 \times 2800 = 22288 \text{ (kgf)}$$

$$\text{利用力平衡} \Rightarrow C = T$$

$$5057.5x = 22288$$

$$\text{解得 } x = 4.407 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 4.407 = 3.746 \text{ cm}$$

$$\epsilon_t = \frac{0.003}{4.407} (29.893) = 0.0203 > 0.002 \text{ (拉力筋降伏OK!)}$$

$$\phi = 0.9$$

(二)求設計彎矩強度 ϕM_n

$$M_n = A_s f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 22288 \left(34.3 - \frac{3.746}{2} \right)$$

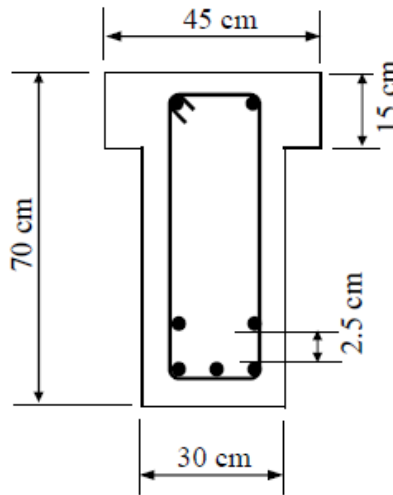
$$= 722733 \text{ (kgf-cm)} = 7.227 \text{ (tf-m)}$$

$$\therefore \phi M_n = 0.9 \times 7.227 = \mathbf{6.504 \text{ (tf-m)}}$$

三、圖示為鋼筋混凝土單獨 T 型梁的斷面。梁配置雙層排列的五支 D25 拉力鋼筋。梁斷面將承受設計剪力 $V_u=30\text{tf}$ ，配置 D13 閉合矩形剪力鋼筋，剪力鋼筋之淨保護層為 4cm。混凝土抗壓強度 $f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$ ，剪力鋼筋降伏強度 $f_{yt}=2800\text{kgf/cm}^2$ 。試計算剪力鋼筋配置的最大間距為何?(25 分)

D13 鋼筋之直徑 $d_b=1.27\text{cm}$ ，截面積 $A_b=1.27\text{cm}^2$ 。

D25 鋼筋之直徑 $d_b=2.54\text{cm}$ ，截面積 $A_b=5.07\text{cm}^2$ 。



【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等偏易: ★★☆☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1)本題 $b_w = 30\text{cm}$ ，不要代到 $b_f = 45\text{cm}$ 。
 - (2)剪力筋間距一定要檢討最大值。
3. 《命中特區》正課班RC課本P6-9~P6-13

【擬答】

(一)求間距 S

$$d = \frac{3 \times 5.07 \left(70 - 4 - 1.27 - \frac{2.54}{2} \right) + 2 \times 5.07 \left(70 - 4 - 1.27 - \frac{3}{2} \times 2.54 - 2.5 \right)}{3 \times 5.07 + 2 \times 5.07}$$

$$= 61.444(\text{cm})$$

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b_w d = 0.53 \sqrt{280} (30) (61.444) = 16348 \text{ kgf}$$

$$\phi(V_c + V_s) = V_u$$

$$0.75(16348 + V_s) = 30000$$

$$\Rightarrow V_s = 23652(\text{kgf}) < 2V_c = 32696(\text{kgf})$$

$$V_s = \frac{A_v f_y d}{s}$$

$$23652 = \frac{2 \times 1.27 \times 2800 \times 61.444}{s}$$

$$s = 18.476(\text{cm})$$

(二)檢討最大間距

$$\text{當 } V_s < 2V_c$$

$$\Rightarrow S_{max} = \min \left[\frac{A_v f_y}{3.5 b_w}, \frac{A_v f_y}{0.2 \sqrt{f'_c} b_w}, \frac{d}{2}, 60 \text{ cm} \right]$$

$$= \min \left[\frac{1.27 \times 2 \times 2800}{3.5 \times 30}, \frac{1.27 \times 2 \times 2800}{0.2 \sqrt{280} \times 30}, \frac{61.444}{2}, 60 \right]$$

$$= \min [67.733, 70.837, 30.722, 60] = 30.722(\text{cm})$$

實務上可取 $S = 15 \text{ cm}$ 進行設計

志光 × 保成 × 學儒

獨家 7 大輔考規劃

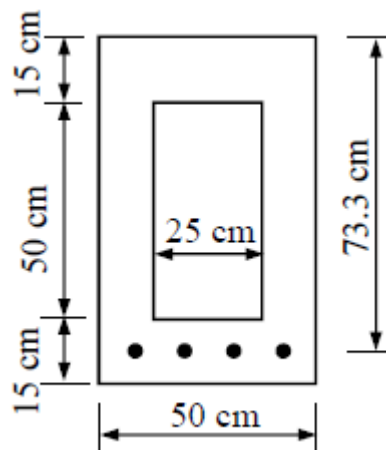
幫助你快速上榜

<p>1. 定時平時測驗</p> <p>定時檢視學習成效，累積上榜實力。</p>	<p>2. 專業筆記借閱</p> <p>提供重點筆記供學員借閱複習。</p>	<p>3. 考取學長姐見面會</p> <p>循著考取學長姊的腳步前進，快速考取囉！</p>	<p>4. 修法專題關懷講座</p> <p>最新時事議題補充及修法重點整理。</p>
<p>5. 專任班導師</p> <p>班導師為補習班與學員之間的重要溝通橋樑。</p>	<p>6. 手機隨身APP系統</p> <p>預約、考情、優惠、歷屆試題，一次搞定。</p>	<p>7. 視訊在家補課系統</p> <p>讓你零缺課，隨時ON在進度上。</p>	

多元學習模式

 <p>現場面授 名師現場面對面 即時互動解答疑惑</p>	 <p>視訊課程 手機APP預約上課 輔導期間 無限重複看課</p>	 <p>WIFI看課 專屬WIFI教室 讓你學習時間更彈性</p>	 <p>直播教學 即時登入直播跟課 掌握進度免等待</p>	 <p>在家學習 使用在家補課點數 即可在家複習上課 (含老師輔導與講義)</p>
---	--	---	---	---

四、有一鋼筋混凝土簡支梁，跨度 6m。梁斷面為中空斷面如圖所示，中空斷面尺寸為 25cm × 50cm，有效深度 $d=73.3\text{cm}$ 。簡支梁全跨承受均佈工作靜載重 $W_D=2.7\text{tf/m}$ (含自重)與活載重 $W_L=3.0\text{tf/m}$ 。梁全跨度皆配置四支 D29 拉力鋼筋，鋼筋降伏強度 $f_y=4200\text{kgf/cm}^2$ 。混凝土抗壓強度 $f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$ 。一支 D29 鋼筋之截面積為 6.47cm^2 。試計算梁承受所有工作載重時跨度中點的瞬時撓度。(25 分)



參考公式：承載均佈載重之簡支梁，其跨度中點之撓度為 $\frac{5wL^4}{384EI}$ 。

$$E_s = 2,040 \text{ tf/cm}^2 \quad E_c = 15,000\sqrt{f'_c} \quad f_r = 2.0\sqrt{f'_c}$$

$$M_{cr} = f_r \frac{I_g}{y_t} \quad I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr}$$

【解題關鍵】

1. 《考題難易》 中等: ★★★☆☆
2. 《破題關鍵》
 - (1) 這種題目可以先算 I_g 、 I_{cr} 、 M_{cr} 。
 - (2) 中間有挖空，所以要扣掉。
3. 《命中特區》正課班RC課本P6-6~P6-8

【擬答】

(一) 計算 I_g 、 I_{cr} 、 M_{cr}

$$I_g = \frac{1}{12}(50)(80)^3 - \frac{1}{12}(25)(50)^3 = 1872917 \text{ cm}^4$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2.04 \times 10^6}{15000\sqrt{280}} = 8.128 (\text{取 } 8)$$

$$50x \left(\frac{x}{2}\right) - 25(x-15) \left(\frac{x-15}{2}\right) = 8(4 \times 6.47)(73.3 - x)$$

$$x^2 + 46.5632x - 1439.08256 = 0$$

可以解出 $x = 21.228 \text{ cm}$

$$I_{cr} = \frac{1}{3}(50)(21.228)^3 - \frac{1}{3}(25)(6.228)^3 + 8(4 \times 6.47) \times (52.072)^2 = 718807 \text{ cm}^4$$

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y} = \frac{2.0\sqrt{280}(1872917)}{40} = 1566995 \text{ kgf-cm} = 15.67 \text{ tf-m}$$

(二) 求靜載重+活載重之 Δ

$$M_a = \frac{1}{8}wL^2 = \frac{1}{8}(2.7 + 3)(6)^2 = 25.65 \text{ (tf-m)} > M_{cr} = 15.67 \text{ (tf-m)}$$

$$I_e = I_{cr} + \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 (I_g - I_{cr}) = 718807 + \left(\frac{15.67}{25.65}\right)^3 (1872917 - 718807) = 981950 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_{D+L} = \frac{5wL^4}{384EI} = \frac{5(57)(600)^4}{384(15000\sqrt{280})(981950)} = 0.390 \text{ cm}$$