

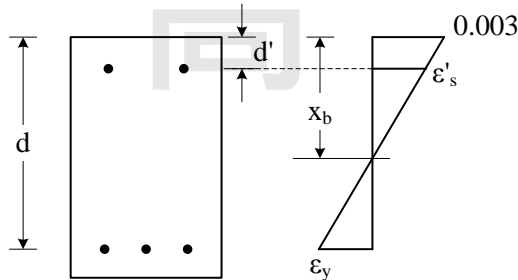
# 《鋼筋混凝土學與設計》

一、試利用應變圖檢核雙筋矩形梁在平衡 (Balance) 破壞，其壓力鋼筋是否降伏？(25分)

**試題評析** 本題符號要自己假設，不假設不能得分，太客氣就輪不到您上榜。

**考點命中** 《高點土木解說鋼筋混凝土講義》歐陽老師編撰，第2-13頁，平衡應變分布圖。

**答：**



根據平衡應變分布圖， $x_b = \frac{0.003d}{0.003 + \varepsilon_y}$

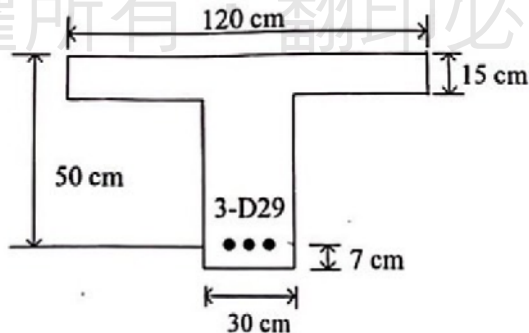
$$\varepsilon'_s = \frac{0.003}{x_b} (x_b - d') = \frac{0.003}{\frac{0.003d}{0.003 + \varepsilon_y}} \left( \frac{0.003d}{0.003 + \varepsilon_y} - d' \right) = \frac{0.003 + \varepsilon_y}{d} \left( \frac{0.003d}{0.003 + \varepsilon_y} - d' \right)$$

$$= 0.003 - (0.003 + \varepsilon_y) \frac{d'}{d}$$

若  $0.003 - (0.003 + \varepsilon_y) \frac{d'}{d} \geq \varepsilon_y$  則平衡破壞時，壓力筋降伏

若  $0.003 - (0.003 + \varepsilon_y) \frac{d'}{d} < \varepsilon_y$  則平衡破壞時，壓力筋不降伏

二、跨度為7m之簡支T形梁斷面如圖所示，其於施工中所承受之最大均佈活載重  $W_L = 2.5 \text{ tf/m}$ 。試求拆模時的混凝土強度。(已知混凝土單位重  $2.4 \text{ tf/m}^3$ ， $f'_C = 280 \text{ kgf/cm}^2$ ， $f_Y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$ ，D29， $d_b = 2.87 \text{ cm}$ ， $A_b = 6.47 \text{ cm}^2$ ) (25分)



**試題評析**

1. 施工中撓度與應力應使用工作應力法檢核。過去並無類似施工中檢核題目，為新題型，無法命中，但使用工作應力法並非新鮮事。
2. 本題文字敘述或許有瑕疵，應該是問「拆模時最小的混凝土強度是多少」。如

	果不講「最小」，會變成有無限多解，有無限多解都可以承受题目的自重與活重。 3.工作應力法，鋼筋應力不應超過降伏應力。 4.本題以猜測 $f'_c$ 進行解題較快。
考點命中	《高點土木解說鋼筋混凝土講義》歐陽老師編撰，第二章與第六章，工作應力法演算例。

答：

(1)自重  $w_D = 2.4(0.57 \times 0.3 + 0.15 \times 0.9) = 0.7344 \text{ tf/m}$   
 使用載重  $w = w_D + w_L = 0.7344 + 2.5 = 3.2344 \text{ tf-m}$   
 簡支梁中央斷面彎矩  $M = w L^2 / 8 = 3.2344(49) / 8 = 19.8107 \text{ tf-m} = 1981070 \text{ kgf-cm}$

(2)因使用工作應力法，不需斷面尺寸檢查，故以原尺寸進行分析  
 猜測  $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$

$$\text{彈性係數比 } n = \frac{2.04 \times 10^6}{15000 \sqrt{210}} = 9.38$$

$$nA_s = 9.38 \times 3 \times 6.47 = 182.161 \text{ cm}^2$$

求工作應力態中性軸位置  $x \text{ cm}$

$$120(x)(0.5x) = 182.161(50-x)$$

$$\text{解出 } x = 10.9 \text{ cm} < h_f = 15 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

壓力C對拉力筋取力矩，應等於M (混凝土應力為線性分布)

$$f'_c (0.5x)(120)(50 - \frac{x}{3}) = 1981070$$

將  $x = 10.9 \text{ cm}$  代入上式

$$\text{解出 } f'_c = 65.33 \text{ kgf/cm}^2 \neq 210 \text{ kgf/cm}^2$$

(3)重新猜測  $f'_c = 49.5 \text{ kgf/cm}^2$

$$\text{彈性係數比 } n = \frac{2.04 \times 10^6}{15000 \sqrt{49.5}} = 19.33$$

$$nA_s = 19.33 \times 3 \times 6.47 = 375.199 \text{ cm}^2$$

求工作應力態中性軸位置  $x \text{ cm}$

$$120(x)(0.5x) = 375.199(50-x)$$

$$\text{解出 } x = 14.83 \text{ cm} < h_f = 15 \text{ cm} \quad \text{OK!}$$

壓力C對拉力筋取力矩，應等於M (混凝土應力為線性分布)

$$f'_c (0.5x)(120)(50 - \frac{x}{3}) = 1981070$$

將  $x = 14.83 \text{ cm}$  代入上式

$$\text{解出 } f'_c = 49.4 \text{ kgf/cm}^2 \doteq 49.5 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{Say OK!}$$

$$\text{可取平均值 } \underline{f'_c = 49.45 \text{ kgf/cm}^2}$$

檢核拉力筋應力

$$\text{拉力筋應力 } f_s = \frac{49.45}{x}(50-x)n = 2266.9 \text{ kgf/cm}^2 < 4200 \text{ kgf/cm}^2 \quad \text{check OK!}$$

$$\text{故拆模時混凝土強度至少要達 } \underline{f'_c = 49.45 \text{ kgf/cm}^2}$$

三、一鋼筋混凝土簡支矩形梁，跨度6m。梁斷面寬度 $b = 40\text{cm}$ 、深度 $h = 60\text{cm}$ ，有效深度 $d = 53\text{cm}$ ，並承受均佈設計載重 $W_u = 20\text{tf/m}$ （含自重）。若剪力鋼筋使用D13，試設計簡支梁臨界斷面處的剪力鋼筋間距。已知混凝土 $f'_c = 280\text{kgf/cm}^2$ ，剪力筋 $f_y = 4200\text{kgf/cm}^2$ 。（D13， $d_b = 1.27\text{cm}$ ， $A_b = 1.27\text{cm}^2$ ）（25分）

**試題評析** 送分題，拿不到分數應該落榜無疑。

**考點命中** 《高點土木解說鋼筋混凝土講義》歐陽老師編撰，第4-20頁，依民國100年規範而寫的教科書。

**答：**

$$(1) \text{ 臨界斷面剪力 } V_u = \left(\frac{6}{2} - 1.0d\right) w_u = 20(3 - 0.53) = 49.4 \text{ tf} = 49400 \text{ kgf}$$

$$V_c = 0.53\sqrt{280} \times 40 \times 53 = 18801.4 \text{ kgf}$$

$$(2) \text{ 按 } \phi(V_c + V_{s,\text{req'd}}) = V_u$$

$$\Rightarrow 0.75(18801.4 + V_{s,\text{req'd}}) = 49400$$

$$\Rightarrow V_{s,\text{req'd}} = 47065.2 \text{ kgf}$$

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

$$\Rightarrow 47065.2 = \frac{1.27 \times 2 \times 4200 \times 53}{s}$$

$$\text{解出 } s = 12.01 \text{ cm}$$

實務上可取12 cm

(3) check 剪力筋最大間距

$$2V_c = 2 \times 18801.4 = 37602.8 \text{ kgf}$$

$$\text{明顯 } 2V_c < V_s \leq 4V_c$$

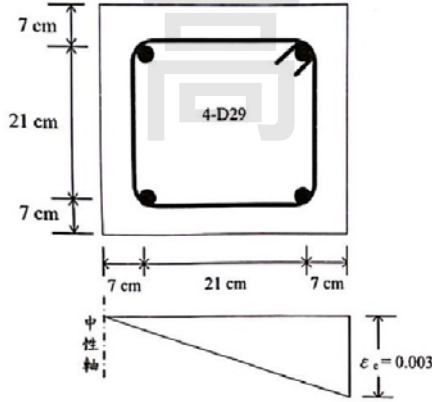
$$s \leq \left\{ \frac{d}{4}, 30\text{cm}, \frac{A_v f_y}{3.5b_w}, \frac{A_v f_y}{0.2\sqrt{f'_c} b_w} \right\}_{\min}$$

$$\Rightarrow s = 12 \text{ cm} \leq \{13.25 \text{ cm}, 30 \text{ cm}, 76.2 \text{ cm}, 79.7 \text{ cm}\}_{\min} = 13.25 \text{ cm}$$

check 間距 OK!

故實務上臨界斷面之  $s = 12 \text{ cm}$

- 四、圖示之鋼筋混凝土柱斷面承受軸力與單軸彎矩，當達破壞時，其應變分布如圖所示。材料使用  $280\text{kgf/cm}^2$ ， $4200\text{kgf/cm}^2$ 。試決定其軸力計算強度  $P_n$  與彎矩計算強度  $M_n$  及偏心距  $e$ 。（D29， $d_b = 2.87\text{cm}$ ， $A_b = 6.47\text{cm}^2$ ）（25分）



試題評析	這幾乎是柱問題的最簡單題型之一，課堂上已經練習多次。此題乃考學理，跟規範改版無關，歐陽已經在6月的RC加強課講，高普考必考現行規範，為了不涉及新規範草案，所以考學理是非常可能的。果然如吾所料，今年RC一堆純學理題目，RC考什麼？考哪個版本？就一句話「不出歐陽所料」。
考點命中	《高點土木鋼筋混凝土學了沒》歐陽老師編撰，第5-4頁，依民國100年規範而寫的考題練習書。

答：

知道中性軸位置，猶如傾角變位法題目已知自由度大小，各物理量再無秘密。

$$(1) x = 7 + 21 + 7 = 35 \text{ cm}$$

$$a = \beta_1 x = 0.85 \times 35 = 29.75 \text{ cm}$$

$$C_c = 0.85 f'_c ab = 0.85 \times 0.28 \times 29.75 \times 35 = 247.8175 \text{ tf}$$

$$\text{斷面曲率 } \kappa = \frac{0.003}{35} \left( \frac{1}{\text{cm}} \right)$$

$$\text{靠近中性軸之壓力筋 } \epsilon'_{s1} = \kappa(7) = 0.0006 < \epsilon_y = 0.002$$

$$\text{靠近右壓力面之壓力筋 } \epsilon'_{s2} = \kappa(7 + 21) = 0.0024 > \epsilon_y = 0.002$$

$$C_{s1} = 2 \times 6.47 (2.04 \times 10^3 \times 0.0006 - 0.85 \times 0.28) = 12.75884 \text{ tf}$$

$$C_{s2} = 2 \times 6.47 (4.2 - 0.85 \times 0.28) = 51.26828 \text{ tf}$$

$$(2) P_n = C_c + C_{s1} + C_{s2} = \underline{311.845 \text{ tf}}$$

$$\text{對塑心取力矩 } M_n = C_c \left( 17.5 - \frac{a}{2} \right) + C_{s2} (10.5) - C_{s1} (10.5)$$

$$= 247.8175 \left( 17.5 - \frac{29.75}{2} \right) + 10.5 (51.26828 - 12.75884) = 1054.87 \text{ tf} \cdot \text{cm}$$

$$e = \frac{M_n}{P_n} = \frac{1054.87}{311.845} = \frac{3.38 \text{ cm}}{=10.549 \text{ tf-m}}$$

高

點

【版權所有，翻印必究】