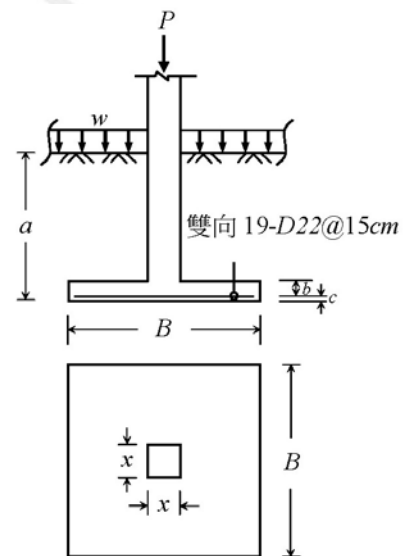


## 九十九年專門職業及技術人員高等考試土木技師結構設計參考解答

一、一建物之鋼筋混凝土柱（內柱）基礎，如下圖所示。須承受之軸力包括活載重  $P_L = 40 \text{ tf}$ ，呆載重  $P_D = 40 \text{ tf}$ ，且彎矩為零。請問：

- (一)若該處之土壤極限承载力為  $q_u$ ，地面超載為  $w$ ，取安全係數為 2.5，該基礎之最小面積應為若干？(9 分)
- (二)請計算圖中基礎之彎矩鋼筋量是否足夠？(8 分)
- (三)請計算圖中基礎是否足以抵抗穿孔剪力（或謂雙向剪力）？(8 分)



已知： $q_u = 30,000 \text{ kgf/m}^2$ ， $w = 1 \text{ tf/m}^2$ ，  
土壤單位重  $\gamma_d = 2,000 \text{ kgf/m}^3$ ，混凝土  $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ，  
鋼筋  $f_y = 2,800 \text{ kgf/cm}^2$ ，D22 鋼筋斷面積  $A_b = 3.879 \text{ cm}^2$ 。

$$\text{參考公式：} \frac{0.85f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2R}{0.85f'_c}} \right), 0.265 \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c}, 0.265 \left( 2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \sqrt{f'_c}, 1.06$$

圖中尺寸： $a=200 \text{ cm}$ ， $b=23 \text{ cm}$ ， $c=7 \text{ cm}$ ， $B=300 \text{ cm}$ ， $x=50 \text{ cm}$

(99 土技-結構設計 #1)

## 【破題思路】

1. 題目已告知各計算題依規範所需之公式或物理參數不足時，請自行合理推知或假設，在此假設混凝土單位重  $\gamma_c = 2.4 \text{ tf/m}^3$
2. 本題所給的參數符號與一般規範不同，考生宜釐清後再計算。
3. 本題參考公式給的不清不處，其全貌應該是

$$4. \text{貫穿剪力強度 } V_c = \min \left\{ \begin{array}{l} 1.06 \sqrt{f'_c} b_o d \\ 0.265 \left( 2 + \frac{4}{\beta_c} \right) \sqrt{f'_c} b_o d \\ 0.265 \left( 2 + \frac{\alpha_s d}{b_o} \right) \sqrt{f'_c} b_o d \end{array} \right\}$$

## 【參考解答】

(一)計算最小面積

$$q_{\text{all}} = \frac{q_u}{\text{FS}} = \frac{30}{2.5} = 12 \text{ tf/m}^2$$

$$\text{土壤厚度} = a - b - c = 170 \text{ cm} = 1.7 \text{ m}$$

$$\text{基腳厚度} = b + c = 30 \text{ cm} = 0.3 \text{ m}$$

$$q_{\text{net}} = q_{\text{all}} - \gamma_d \times 1.7 - \gamma_c \times 0.3 - w = 6.88 \text{ tf/m}^2$$

$$A_{\text{req'd}} = \frac{P_D + P_L}{q_{\text{net}}} = \frac{80}{6.88} = 11.628 \text{ cm}^2 \circ$$

## (二)檢核彎矩鋼筋量

$$q_u = \frac{1.2P_D + 1.6P_L}{A} = \frac{112}{9} = 12.444 \text{ tf/m}^2$$

取一米寬計算  $w_u = 12.444 \text{ tf/m}$ ，臨界斷面在柱邊  
等同一  $L_n = 1.25 \text{ m}$ ， $b_w = 100 \text{ cm}$  之懸臂梁

$$M_u = \frac{1}{2} w_u L_n^2 = 9.7222 \text{ tf-m/m}$$

基腳有效深度  $= b = 23 \text{ cm}$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi b_w d^2} = \frac{9.7222 \times 10^5}{0.9 \times 100 \times 23^2} = 20.42$$

$$m = \frac{f_y}{0.85f'_c} = \frac{2800}{0.85 \times 210} = 15.686$$

$$A_s = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2mR_n}{f_y}} \right) b_w d = 17.862 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$S_{\text{req'd}} = \frac{A_b \times 100}{A_s} = 21.716 \text{ cm}$$

實際配筋量為  $S = 15 \text{ cm}$ ，故 OK。

## (三)檢核貫穿剪力鋼筋量

臨界斷面週長  $b_0 = 2[2b + 2x] = 292 \text{ cm}$ ，面積  $= 0.73^2 = 0.5329 \text{ m}^2$ 。

實際穿孔剪力  $\Rightarrow V_u = q_u \times (3^2 - 0.73^2) = 105.378 \text{ tf}$

設計剪力  $\phi 1.06 \sqrt{f'_c} b_0 d = \frac{0.75 \times 1.06 \sqrt{210} \times 292 \times 23}{1000} = 77.373 \text{ tf}$

$\therefore V_u > \phi V_c \Rightarrow$  故 NG。

二、下圖(a)所示為 T 型斷面鋼筋混凝土梁，使用環境為室內。下

圖(b)所示則為該梁之剪力圖。

已知：端部最大剪力為  $V_u = 19,800 \text{ kgf}$ ，混凝土  $f'_c = 210 \text{ kgf/cm}^2$ ，

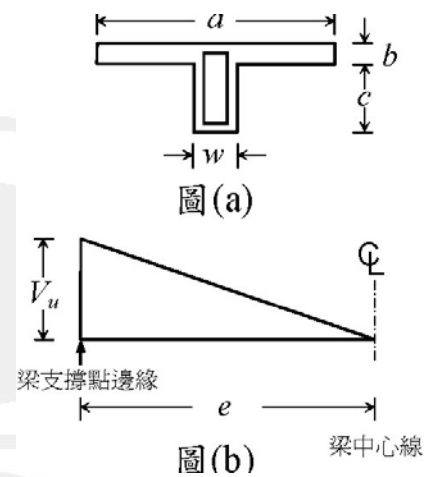
鋼筋  $f_y = 2,800 \text{ kgf/cm}^2$ ，保護層  $4 \text{ cm}$ 。

參考公式： $0.53\sqrt{f'_c}b_w d$ ， $1.06\sqrt{f'_c}b_w d$ ， $2.12\sqrt{f'_c}b_w d$

圖中尺寸： $a=200 \text{ cm}$ ， $b=12 \text{ cm}$ ， $c=38 \text{ cm}$ ， $w=25 \text{ cm}$ ， $e=500 \text{ cm}$

請問：

- (一) 混凝土可承擔之最大剪力強度  $V_c$ 。(5 分)
- (二) 鋼筋所需要承擔之最大剪力強度  $V_s$ 。(5 分)
- (三) 請檢核斷面是否需要加大。(5 分)
- (四) 有關剪力鋼筋之配置垂直於構材軸向者，對於非預力混凝土中剪力鋼筋 最大間距之一般規定為何？(5 分)
- (五) 在何情況下，以上規定之最大間距應予減半？(5 分)



(99 土技-結構設計 #2)

### 【破題思路】

1. T 型梁計算剪力時僅計有效腹寬部分 (即  $b_w = w = 25 \text{ cm}$ )。
2. 題目已告知各計算題依規範所需之公式或物理參數不足時，請自行合理推知或假設，在此假設本梁有效深度為  $d = b + c - 7 = 43 \text{ cm}$ 。

### 【參考解答】

(一) 最大剪力強度  $V_c$

$$V_c = 0.53\sqrt{f'_c}b_w d = \frac{0.53\sqrt{210} \times 25 \times 43}{1000} = 8.2565 \text{ tf}$$

(二) 鋼筋所需要承擔之最大剪力強度  $V_s$

$$\text{臨界剪力強度 } V_{ud} = V_u \left( \frac{e-d}{e} \right) = 19.8 \times \frac{457}{500} = 18.0972 \text{ tf}$$

$$V_s = \frac{V_{ud} - \phi V_c}{\phi} = 15.8731 \text{ tf}$$

(三) 檢核斷面是否需要加大

$$V_{ud} - \phi V_c = 11.905(\text{tf}) < \phi 2.12\sqrt{f'_c}b_w d = 24.77 \text{ tf} \Rightarrow \text{不用放大斷面}$$

(四) 剪力鋼筋最大間距之一般規定

$$\text{若 } V_{ud} - \phi V_c \leq \phi 1.06\sqrt{f'_c}b_w d$$

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

(五) 剪力鋼筋最大間距之減半規定

$$\text{若 } V_{ud} - \phi V_c > \phi 1.06\sqrt{f'_c}b_w d \quad S_{\max} = \min \left\{ \frac{d}{4}, 30 \text{ cm}, \frac{A_v f_y}{3.5 b_w}, \frac{A_v f_y}{0.2 \sqrt{f'_c} b_w} \right\}$$