

习题答案

1 解: (1) 求 f_a

$e = 0.85 > 0.8$ 查表 3-7 得 $\eta_b = 0, \eta_d = 1.0$ 设 $b < 3m$

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

$$f_a = 172.6 kPa$$

(2) 初步按轴心受压确定 A_0

$$A_0 = \frac{F_k}{f_a - \gamma_G \bar{h}} = 4.31 m^2 \quad A = 1.2 A_0 = 5.172 m^2$$

$$\text{取 } l/b = 2 \quad l = 3.2m \quad b = 1.6m \quad A = 5.12 m^2$$

(3) 验算

$$G_k = 122.88 kN \quad e = \frac{M_K}{F_K + G_K} = 0.0918m < \frac{l}{6} = 0.533m$$

$$\begin{aligned} p_{k \max} &= \frac{F_K + G_K}{A} \left(1 + \frac{6e}{l} \right) = 166.4 kPa \\ p_{k \min} &= \frac{F_K + G_K}{A} \left(1 - \frac{6e}{l} \right) = 117.6 kPa \end{aligned}$$

$$p_{k \max} = 166.4 kPa < 1.2 f_a = 207.12 kPa \quad \bar{p} = \frac{p_{k \max} + p_{k \min}}{2} = 142 kPa < f_a = 172.6 kPa$$

所以采用 $l = 3.2m \quad b = 1.6m$ 的矩形基础能满足要求。

2 解: (1) 求 f_a

$e = 0.75, I_L = 0.4$ 查表 3-7 得 $\eta_b = 0.3, \eta_d = 1.6$ 设 $b < 3m$

$$f_a = f_{ak} + \eta_b \gamma (b - 3) + \eta_d \gamma_m (d - 0.5)$$

$$\gamma_m = 18.59 kN / m^3 \quad f_a = 167.7 kPa$$

(2) 求 b

$$b = \frac{F_k}{f_a - \gamma_G \bar{h}} = 1.383m \quad \text{取 } b = 1.4m$$

(3) 验算软弱下卧层的强度

查表 3-7 得 $\eta_b = 0$ $\eta_d = 1.0$

$$f_{az} = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d + z - 0.5)$$

$$\gamma_m = 18.91 \text{ kN/m}^3 \quad f_{az} = 141.3 \text{ kPa}$$

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{b} \quad G_k = 54.6 \text{ kN} \quad p_k = 166.1 \text{ kPa}$$

$$p_0 = p_k - \sigma_{cz} = 132.7 \text{ kPa} \quad p_z = \frac{bp_0}{b + 2z \cdot \tan \theta}$$

$$\frac{E_{s1}}{E_{s2}} = 5 \quad \frac{z}{b} = 2.14 > 0.5 \quad \text{查表 5-8 得} \quad \theta = 25^\circ$$

$$p_z = 44.3 \text{ kPa} \quad p_{cz} = 90.72 \text{ kPa} \quad p_z + p_{cz} = 135 \text{ kPa} < f_{az} = 141.3 \text{ kPa}$$

所以，采用 $b = 1.4 \text{ m}$ 的条形基础能满足要求。

3 解 (1) 计算经修正后的地基承载力设计值

选择粉质粘土层作为持力层，初步确定基础埋深 $d = 1.0 \text{ m}$ 。基础埋深范围内土体的加权平均重度为：

$$\gamma_m = \frac{\gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2}{d} = 17.9 \text{ kN/m}^3$$

所以，经深宽修正后的地基承载力为：

$$f_a = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 0.5) = 194.32 \text{ kPa}$$

(2) 确定基础宽度

$$b \geq \frac{F_k}{f_a - \gamma_G h} = 1.65 \text{ m}$$

取基础宽度 $b = 1.7 \text{ m}$

(3) 选择基础材料，并确定基础剖面尺寸

基础下层采用 400mm 厚 C15 素混凝土层，其上层采用 MU10 或 M5 砂浆砌二、一间隔收的砖墙放大脚。

混凝土基础基底压力：

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} = 189.2 \text{ kPa} < 200 \text{ kPa}$$

由表 5-1 查得混凝土基础宽高比允许值 $[b_2/h_0] = 1:1$ ，混凝土垫层每边收进 500mm，基础高 500mm。

$$\text{砖墙放大脚所需台阶数: } n = \frac{1700-240-2 \times 500}{60} \times \frac{1}{2} = 3.83 \quad \text{取 } n=4$$

$$\text{墙体放大脚基础总高度: } H = 120 \times 2 + 60 \times 2 + 500 = 860 \text{mm}$$

(4) 基础剖面图 略

4 解: (1) 地基净反力

$$e_0 = \frac{M}{F} = 0.04 \text{m}$$

$$\begin{aligned} p_{j\max} &= \frac{F}{b} \left(1 + \frac{6e_0}{b} \right) = 148.4 \text{kPa} \\ p_{j\min} &= 116.6 \text{kPa} \end{aligned}$$

$$p_{j1} = 134.4 \text{kPa} \quad p_j = 141.4 \text{kPa}$$

(2) 计算基础悬臂部分最大内力

$$a_1 = \frac{2 - 0.24}{2} = 0.88 \text{m}$$

$$M = \frac{1}{2} p_j a_1^2 = 54.75 \times 10^6 \text{N} \cdot \text{mm}$$

$$V = p_j a_1 = 124.43 \text{kN}$$

(3) 初步确定基础底板厚度

一般先按 $h=b/8$ 的经验值, 然后再进行抗剪验算。

$$h = \frac{b}{8} = \frac{2.0}{8} = 0.25 \text{m}$$

$$\text{取 } h = 0.3 \text{m} = 300 \text{mm}, h_0 = 300 - 40 = 260 \text{mm} .$$

(4) 受剪承载力验算

$$\begin{aligned} 0.7\beta_{hs} f_t b h_0 &= 0.7 \times 1.0 \times 0.91 \times 1000 \times 260 \\ &= 165620 \text{N} = 165.620 \text{kN} \geq 124.43 \text{kN} \end{aligned}$$

(5) 基础底板配筋

$$A_s = \frac{M}{0.9h_0 f_y} = \frac{54.75 \times 10^6}{0.9 \times 260 \times 210} = 1114.16 \text{mm}^2$$

选用 $\phi 14@130 (A_s=1184 \text{mm}^2)$, 分布钢筋选用 $\phi 12@300$ 。

5 某柱下台阶形基础, 柱子截面为尺寸为 $450 \text{mm} \times 450 \text{mm}$, 基础底面尺寸为 $2500 \text{mm} \times 3500 \text{mm}$, 基础高度为 500mm , 第一阶 300mm , 第二阶 200mm , 第一阶台阶尺寸为 $1650 \times 2050 \text{mm}$, 上部结构传到基础顶面的相应与荷载效应基本组合的竖向荷载值为

$F = 775\text{kN}$, $M = 135\text{kN}\cdot\text{m}$, 基础采用混凝土强度等级为 C20 ($f_t = 1.1\text{N/mm}^2$), HPB300 钢筋 ($f_y = 270\text{N/mm}^2$), 基础埋深为 1.5 m。试设计柱下钢筋混凝土独立基础。

5 解: (1) 计算基底净反力的偏心距:

$$e_0 = \frac{M}{F} = 0.174(\text{m}) < \frac{l}{6} = 0.583(\text{m})$$

基底净反力呈梯形分布。

(2) 计算基底边缘处的最大和最小净反力及柱边和台阶边的净反力:

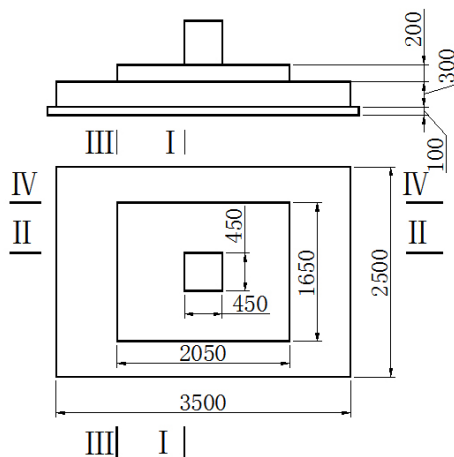
$$\begin{aligned} p_{j\max} &= \frac{F}{A} \left(1 + \frac{6e}{l} \right) = 115(\text{kPa}) \\ p_{j\min} &= \frac{F}{A} \left(1 - \frac{6e}{l} \right) = 62.18(\text{kPa}) \end{aligned}$$

柱边净反力:

$$p_{j1} = p_{j\min} + \frac{p_{j\max} - p_{j\min}}{3.5} \left(\frac{3.5}{2} + \frac{0.45}{2} \right) = 92\text{kPa}$$

台阶边净反力:

$$p_{j\text{III}} = p_{j\min} + \frac{p_{j\max} - p_{j\min}}{3.5} \left(\frac{3.5}{2} + \frac{2.05}{2} \right) = 104.1\text{kPa}$$



(3) 验算基础底板厚度:

1) 验算柱边

基础短边长度 $b = 2.5\text{m}$, 柱截面尺寸为 $450\text{mm} \times 450\text{mm}$

$$b = 2.5\text{m} > a_t + 2h_0 = 0.45 + 2 \times 0.46 = 1.32(\text{m})$$

于是应按下式验算柱与基础交接处的基础冲切承载力:

$$F_l \leq 0.7\beta_{hp}f_t a_m h_0 \quad a_m = (a_t + a_b)/2 \quad F_l = p_j A_1$$

$$p_j = p_{j\max} = 115\text{kPa} \quad a_m = (0.45 + 0.45 + 2 \times 0.46)/2 = 0.91\text{m}$$

$$A_1 = \left(\frac{l}{2} - \frac{b_t}{2} - h_0 \right) b - \left(\frac{a_t}{2} - h_0 \right) \left(\frac{a_b}{2} - h_0 \right) = \left(\frac{3.5}{2} - \frac{0.45}{2} - 0.46 \right) \times 2.5 - \left(\frac{2.5}{2} - \frac{0.45}{2} - 0.46 \right)^2 = 2.34\text{m}^2$$

所以 $115 \times 2.34 = 269.1\text{kN} < 0.7 \times 1.1 \times 0.91 \times 2.5 = 372.11\text{kN}$

2) 验算台阶边

基础短边长度 $b = 2.5\text{m}$, 台阶尺寸为 $1650\text{mm} \times 2050\text{mm}$

$$b = 2.5\text{m} > a_t + 2h_0 = 1.650 + 2 \times 0.26 = 2.17(\text{m})$$

于是应按下式验算台阶处的基础冲切承载力:

$$F_l \leq 0.7\beta_{hp}f_t a_m h_0 \quad a_m = (a_t + a_b)/2 \quad F_l = p_j A_1$$

$$p_j = p_{j\max} = 115 \text{ kPa} \quad a_m = (1.65 + 1.65 + 2 \times 0.26) / 2 = 1.91 \text{ m}$$

$$A_1 = \left(\frac{l}{2} - \frac{b_t}{2} - h_0 \right) b - \left(\frac{a}{2} - \frac{a_t}{2} - h_0 \right)^2 \times \left(\frac{3.5}{2} - \frac{2.05}{2} - 0.26 \right) \times 2.5 - \left(\frac{2.5}{2} - \frac{1.65}{2} - 0.26 \right)^2 = 1.135 \text{ m}^2$$

$$F_l = 115 \times 1.135 = 130.5 \text{ (kN)} < 0.7\beta_{hp}f_t a_m h_0 = 382.4 \text{ (kN)}$$

所以，取 $h_1=300\text{mm}$ 的台阶边能满足冲切的要求。

(4) 计算基础底板配筋：

设计控制截面在柱边处，此时相应的 $a = 0.45 \text{ m}$ ， $h = 0.45 \text{ m}$ ， $p_{jl} = 92 \text{ (kPa)}$

长边方向：

$$\begin{aligned} M_I &= \frac{1}{12} a_1^2 \left[(2b + a)(p_{j\max} + p_{jl}) + (p_{j\max} - p_{j\min})b \right] \\ &= \frac{1}{12} \times 1.525^2 \left[(2 \times 2.5 + 0.45)(115 + 92) + (115 - 62.18) \times 2.5 \right] \\ &= 244.3 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{III} &= \frac{1}{12} a_1^2 \left[(2b + a)(p_{j\max} + p_{jl}) + (p_{j\max} - p_{j\min})b \right] \\ &= \frac{1}{12} \times 0.725^2 \left[(2 \times 2.5 + 1.65)(115 + 104.1) + (115 - 62.18) \times 2.5 \right] \\ &= 69.6 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

短边方向：

$$\begin{aligned} M_{II} &= \frac{1}{48} (b - a)^2 (2l + h)(p_{j\max} + p_{j\min}) = \frac{1}{48} (2.5 - 0.45) \times (2 \times 3.5 + 0.45)(115 + 62.18) \\ &= 56.38 \text{ (kN.m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{IV} &= \frac{1}{48} (b - a)^2 (2l + h)(p_{j\max} + p_{j\min}) = \frac{1}{48} (2.5 - 2.05) \times (2 \times 3.5 + 2.05)(115 + 62.18) \\ &= 15.2 \text{ (kN.m)} \end{aligned}$$

则长边方向配筋：

$$A_{sI} = \frac{M_I}{0.9h_0 f_y} = \frac{200.85 \times 10^6}{0.9 \times 460 \times 270} = 1797 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$A_{sIII} = \frac{M_{III}}{0.9h_{l0} f_y} = \frac{69.6 \times 10^6}{0.9 \times 260 \times 270} = 622.65 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$A_s = 1797 \text{ mm}^2$$

则长边方向配筋取：

因根据构造要求，基础底板的钢筋间距应在 100~200mm 之间，在 2.2m 宽度范围内的钢筋数量 $n=12\sim 23$ 根之间。

选用钢筋①12Φ14@200， $A_s = 1848 \text{ mm}^2$

短边方向配筋：

$$A_{sII} = \frac{M_{II}}{0.9h_0 f_y} = \frac{56.38 \times 10^6}{0.9 \times 460 \times 270} = 504.4 (\text{mm}^2)$$

$$A_{sIV} = \frac{M}{0.9h_0 f_y} = \frac{15.2 \times 10^6}{0.9 \times 260 \times 270} = 240.6 (\text{mm}^2)$$

因根据构造要求，基础底板的钢筋间距应在 100~200mm 之间，在 3.0m 宽度范围内的钢筋数量 $n=16\sim 31$ 根之间。

选用钢筋②16Φ10@200， $A_s = 1256 \text{ mm}^2$

柱下钢筋混凝土独立基础计算与配筋布置图如下图所示。

