

【例题 1】

- 某桥梁基础，基础埋置深度(一般冲刷线以下) $h=5.2\text{m}$ ，基础底面短边尺寸 $b=2.6\text{m}$ 。地基土为一般粘性土，天然孔隙比 $e=0.85$ ，液性指数 $I_L=0.7$ ，土在水面以下的重度(饱和状态) $\gamma_{\text{sat}}=27\text{kN}/\text{m}^3$ 。
- 要求按《公路桥涵地基规范》：
 - ✓ 查表确定地基土的容许承载力；
 - ✓ 计算对基础宽度、埋深修正后的地基容许承载力。

【例题1-解答】

(1) 查表确定地基土的容许承载力 $[f_{a0}]$:

按 $e_0=0.85$, 液性指数 $I_L=0.7$, 定状态, 直接查表《公路桥涵地基规范》(一般粘性土地基的容许承载力 $[f_{a0}]$)得:

$$[f_{a0}]=195\text{kPa}$$

(2) 计算对基础宽度、埋深修正后的地基容许承载力 $[f_a]$: 一般粘性土, $I_L=0.7 (>0.5)$ 查表得 $k_1=0, k_2=1.5$, 因持力层为一般粘性土, 看成为水面以下不透水层: $\gamma_2=27\text{kN} / \text{m}^3$

$$\begin{aligned} [f_a] &= [f_{a0}] + k_1 r_1 (b-2) + k_2 r_2 (h-3) \\ &= 195 + 0 + 1.5 \times 27 \times (5.2 - 3) \\ &= 284.10\text{kPa} \end{aligned}$$

【例题2】

■ 某大学4幢教职工住宅楼，均为6层建筑。经岩土工程勘察结果，该住宅楼地基分为下列4层：

表层为人工填土，层厚1.0m~2.7m；

第②层为粉土层，层厚0m~2.7m；

第③层为粉砂层，层厚1.3m~2.9m；

第④层为粉质粘土，层厚超过6m。

对此粉质粘土层进行了标准贯入试验与轻型动力触探试验等原位测试，并取原状土进行了物理力学性试验。有关试验数据如下表所示

■ 要求：计算此粉质粘土的地基承载力。

粉质粘土层测试数据表

测试项目	数据	样本数n	平均值 μ
标准贯入试验N	8.3 , 11.7 , 12.0 , 10.5 , 10.2 , 7.2	6	9.98
轻型触探试验 N_{10}	26 , 56 , 49 , 39 , 53 , 47 , 45 , 43 , 72 , 26 , 33 , 37 , 33 , 35 , 49	15	42.9
孔隙比 e	0.466 , 0.602 , 0.773 , 0.796 , 0.671 , 0.808	6	0.716
液性指数 I_L	0.47 , 0.58 , 0.72 , 0.78 , 0.66 , 0.76	6	0.66

承载力归总表 (多种方法综合确定)

方法	依据	f_{ak} 或 f_a (kPa)
标准贯入试验	修正后的锤击数 $N=6.83$	186
轻型动力触探试验	修正后的锤击数 $N_{10}=23$	172
物理性试验指标	$e=0.716, I_L=0.66$	194
理论公式	$\varphi_k=20^\circ, c_k=8 \text{ kPa}$	$f_a=276.3$

【例题3】

已知某建筑物场地地质条件，第一层：杂填土，层厚1.0m， $\gamma=18 \text{ kN} / \text{m}^3$ ；第二层：粉质粘土，层厚4.2m， $\gamma=18.5 \text{ kN} / \text{m}^3$ ， $e=0.94$ ， $I_L=0.92$ ，地基承载力特征值 $f_{ak}=136 \text{ kPa}$ ，试按以下基础条件分别计算修正后的地基承载力特征值 f_a ：

(1) 当基础底面为4.0m×2.6m的矩形独立基础，埋深 $d=1.0 \text{ m}$

(2) 当基础底面为9.5m×36m的箱型基础，埋深 $d=3.5 \text{ m}$

【例题3——解答】

根据《建筑地基规范》

(1) 矩形独立基础修正后的地基承载力特征值 f_a ：

基础宽度 $b=2.6\text{m}(<3.0\text{m})$,按 3m 考虑；埋深 $d=1.0\text{m}$ ，持力层粉质粘土的 $e=0.94(>0.85)$, $I_L=0.92$,查 P_{40} 表2-3得： $\eta_b=0$ 、 $\eta_d=1.0$

$$\begin{aligned} f_a &= f_{ak} + \eta_b \gamma (b-3) + \eta_d \gamma_m (d-0.5) \\ &= 136+0+1.0 \times 18 \times (1.0-0.5) = 145. \text{ kPa} \end{aligned}$$

(2) 箱型基础修正后的地基承载力特征值 f_a ：

基础宽度 $b=9.5\text{m}(>6.0\text{m})$,按 6m 考虑；埋深 $d=3.5\text{m}$ ，持力层粉质粘土的 $e=0.94(>0.85)$, $I_L=0.92$,查 P_{40} 表2-3得： $\eta_b=0$ 、 $\eta_d=1.0$

$$\gamma_m = (18 \times 1.0 + 18.5 \times 2.5) / 3.5 = 18.4 \text{ kN} / \text{m}^3$$

$$f_a = 136+0+1.0 \times 18.4 \times (3.5-0.5) = 191.2 \text{ kPa}$$

【例题4】 2.3 地基承载力

某建筑物承受中心荷载的柱下独立基础底面尺寸为 $2.5\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，埋深 $d=1.6\text{m}$ ，地基土为粉土，土的物理力学性质指标： $\gamma=17.8\text{kN} / \text{m}^3$ ， $\varphi_k=22^\circ$ ， $c_k=1.2\text{ kPa}$ ，试确定持力层地基承载力特征值 f_a

解答：由于地基承受中心荷载，偏心距 $e_k=0$ ，根据土的抗剪强度指标计算持力层地基承载力特征值 f_a ：

根据 $\varphi_k=22^\circ$ 查表 <承载力系数 $M_b M_d M_c$ > 得： $M_b=0.61$ ， $M_d=3.44$ ， $M_c=6.04$ ：

$$f_a = M_b \gamma b + M_d \gamma_m d + M_c c_k = 0.61 \times 17.8 \times 1.5 + 3.44 \times 17.8 \times 1.6 + 6.04 \times 1.2 = 121.5 \text{ kPa}$$

【作业】

已知某建筑物场地地质条件，第一层：填土，层厚1.5m， $\gamma=18 \text{ kN} / \text{m}^3$ ；第二层：粉质粘土，层厚4.8m， $\gamma=18.5 \text{ kN} / \text{m}^3$ ， $e=0.94$ ， $I_L=0.92$ ，地基承载力特征值 $f_{ak}=136 \text{ kPa}$ ，试按以下基础条件分别计算修正后的地基承载力特征值 f_a ：

(1) 当基础底面为 $4.0 \text{ m} \times 2.8 \text{ m}$ 的矩形独立基础，埋深 $d=1.2 \text{ m}$

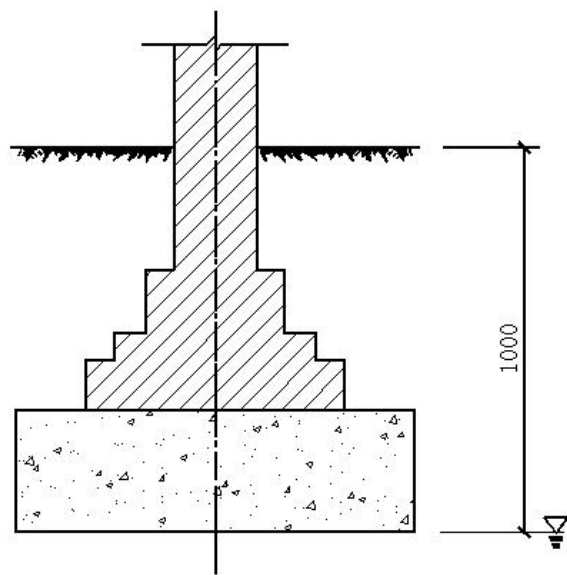
(2) 当基础底面为 $9.5 \text{ m} \times 36 \text{ m}$ 的箱型基础，埋深 $d=4.5 \text{ m}$

解答同例题3

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

例题 5

某住宅承重墙厚 240mm，采用墙下条形基础；地基土表层为杂填土，厚度 0.80m，重度 $17.5\text{kN}/\text{m}^3$ 。其下为粘土层，重度 $18.5\text{kN}/\text{m}^3$ ，承载力特征值 f_{ak} 为 170kPa，孔隙比 0.86。地下水位在地表下 1.0m 处。若已知上部墙体传来的竖向荷载标准值为 $195\text{kN}/\text{m}$ 。试确定基础底面尺寸。



作业2-3

解：

1.确定基础埋深：

为了便于施工，基础宜建在地下水位以上，故选择粘土层作为持力层，初步选择基础埋深 $d=1\text{m}$ 。

2.对持力层土进行深度修正：

由 $e=0.86 > 0.85$ ，查表得： $\eta_b = 0$ ， $\eta_d = 1.0$ 。

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

埋深范围内土的加权平均重度：

$$\gamma_m = \frac{17.5 \times 0.8 + 18.5 \times 0.2}{1.0} = 17.7 \text{ kN} / \text{m}^3$$

持力层土的承载力特征值修正

$$f_a = 170 + 17.7 \times 1.0 \times (1.0 - 0.5) = 178.9 \text{ kPa}$$

3.取1m长的条基作计算单元

基础宽度

$$b \geq \frac{F_k}{f_a - \gamma_G d} = \frac{195}{178.9 - 20 \times 1.0} = 1.23 \text{ m} < 3.0 \text{ m}$$

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

取该承重墙下条形基础宽度 $b=1.25\text{m}$ 。

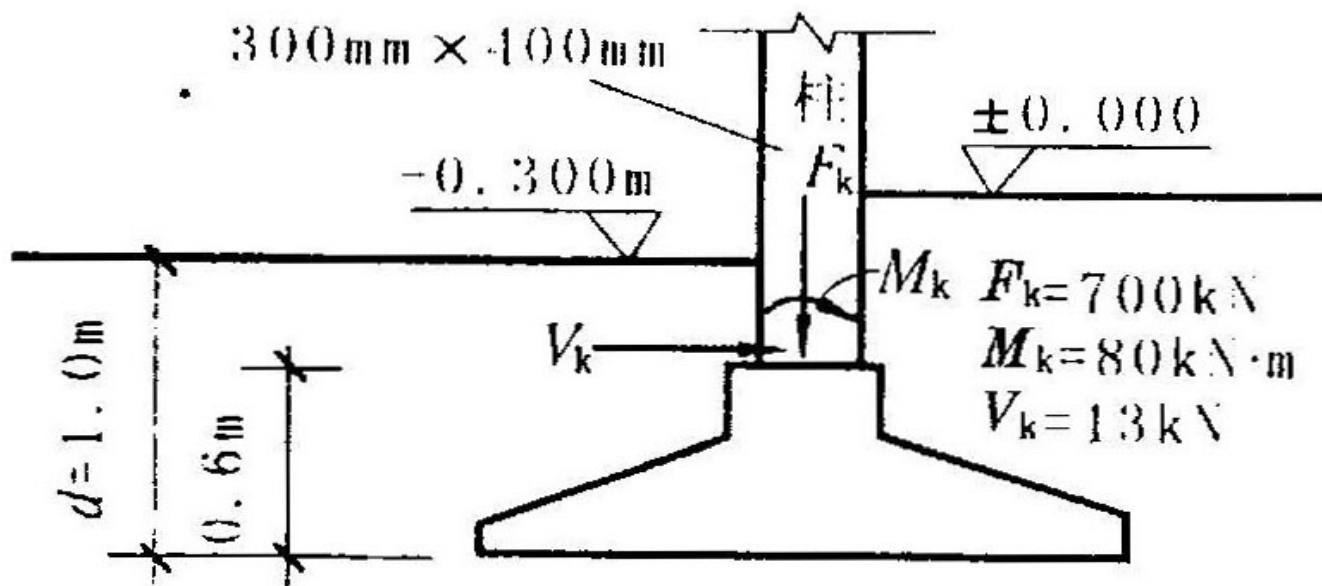
4.验算：

$$\frac{F_k + G_k}{A} = \frac{F_k + \gamma_G db}{b} = \frac{195 + 20 \times 1 \times 1.25}{1.25} = 176\text{KPa} < f_a = 178.9\text{KPa}$$

满足要求。

2.4.1 地基承载力验算

【例题6】 柱截面 $300\text{mm} \times 400\text{mm}$ ，作用在柱底的荷载标准值：中心垂直荷载 700kN ，力矩 $80\text{kN}\cdot\text{m}$ ，水平荷载 13kN 。其他参数见图-例题题图。试根据持力层地基承载力确定基础底面尺寸。



粘性土 $\gamma = 17.5 \text{ kN/m}^3$
 $e = 0.7$
 $I_L = 0.78$
 $f_{ak} = 226 \text{ kPa}$

例题题图

【解】 ① 求地基承载力特征值

✓ 根据粘性土 $e=0.7$, $I_L=0.78$, 查规范表得: $\eta_b=0.3$, $\eta_d=1.6$ 。

✓ 持力层承载力特征值 f_a (先不考虑对基础宽度进行修正):

$$f_a = f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d - 0.5) = 226 + 1.6 \times 17.5 \times (1.0 - 0.5) = 240 \text{ kPa}$$

② 初步选择基底尺寸

- ✓ 计算基础和回填土重 G_k 时的基础埋深

$$d=1/2(1.0+1.3)=1.15\text{m}$$

- ✓ 由公式:

$$A_0 = \frac{700}{240 - 20 \times 1.15} = 3.23\text{m}^2$$

- ✓ 由于偏心不大，基础底面积按**20%**增大，即

- ✓ 初步选择基底尺寸 $A=1.2A_0=1.2 \times 3.23=3.88\text{m}^2$

$$A=l \times b=2.4 \times 1.6=3.84\text{m}^2 (\approx 3.88\text{m}^2), \text{ 且}$$

$b=1.6\text{m} < 3\text{m}$ ，不需再对 f_a 进行修正。

③ 验算持力层地基承载力 基础和回填土重

$$G_k = \gamma_G \cdot d \cdot A = 20 \times 1.15 \times 3.84 = 88.3 \text{ kN}$$

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} = 205.3 \text{ kPa} < f_a$$

$$e_k = \frac{M_k}{F_k + G_k} = \frac{80 + 13 \times 0.6}{700 + 88.3} = 0.11 \text{ m} (l/6 = 0.24 \text{ m}), \text{ 即 } p_{\min} > 0$$

偏心距满足

基底最大压应力：

$$p_{k\max} = \frac{F_k + G_k}{A} \left(1 + \frac{6e}{l}\right) = \frac{700 + 88.3}{3.84} \left(1 + \frac{6 \times 0.11}{2.4}\right) \\ = 262kPa < 1.2f_a = 288kPa$$

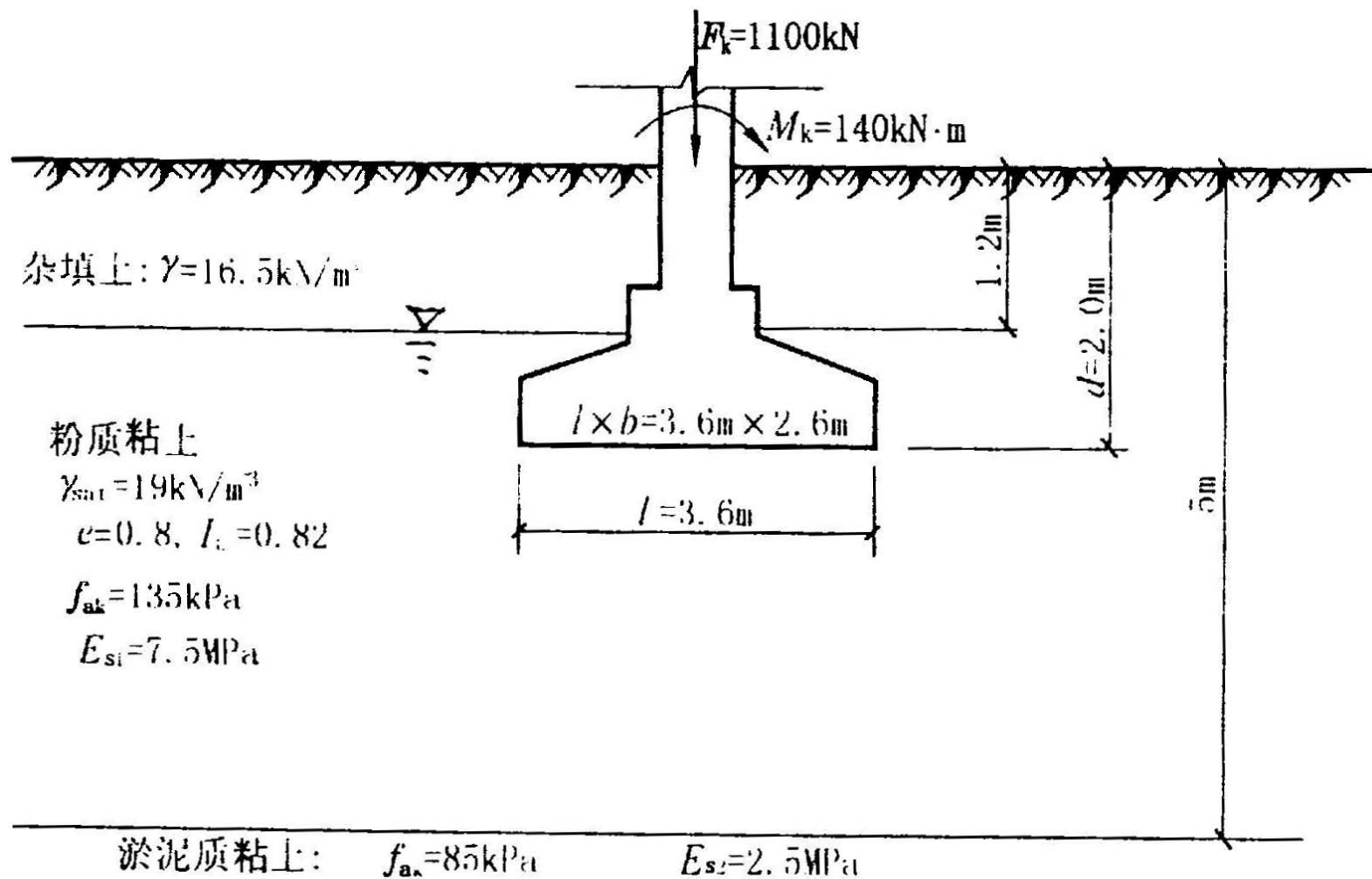
(满足)

最后，确定该柱基础底面长 $l=2.4\text{m}$ ，宽 $b=1.6\text{m}$ 。

2.4.2 软弱下卧层的验算

【例题7】图中柱基础荷载标准值， $F_k = 1100kN$ ， $M_K = 140kN \cdot m$

若基础底面尺寸为 $l \times b = 3.6m \times 2.6m$ 。试根据图中资料验算基础底面是否满足地基承载力要求。



例题题图

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

解答:

1.持力层承载力验算

✓埋深范围内土的加权平均重度 $\gamma_{m1}=[16.5 \times 1.2 + (19-10) \times 0.8] / 2.0$
 $=13.5\text{kN/m}^3$

✓由粉质粘土的 $e=0.8$, $I_L=0.82$,查P40表2-3得: $\eta_b=0.3$, $\eta_d=1.6$

✓持力层承载力设计值 $f_a=f_{ak} + \eta_b \gamma (b-3) + \eta_d \gamma_m (d-0.5)$
 $=150+0+1.6 \times 13.5 \times (2.0-0.5)=167.4 \text{ kPa}$

✓基础及回填土重 (0.8m在地下水中)

$$G_k=(20 \times 1.2 + 10 \times 0.8) \times 3.6 \times 2.6=300\text{kN},$$

✓持力层承载力验算

$$p_k=(F_K+G_K)/A=(1100+300)/(3.6 \times 2.6)=149.6\text{kPa}(<f_a \text{ 满足要求})$$

$$p_{kmax}=p_k(1+6e_k/l)=149.6 \times (1+6 \times 0.1/3.6)=149.6 \times (1+0.167)=174.53\text{kPa} (<1.2f_a=200.9\text{kPa} \text{ 满足要求})$$

$$p_{kmin}=149.6 \times (1.0-0.167)=124.7\text{kPa}(>0 \text{ 满足要求}), \text{ 或者}$$

$$e_k=M_K/(F_K+G_K)=140/(1100+300)=0.1\text{m} (<l/6=0.6\text{m} \text{ 满足要求})$$

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

2. 软弱下卧层承载力验算

✓ 软弱下卧层顶面处土的自重应力值

$$p_{cz} = 16.5 \times 1.2 + (19 - 10) \times 3.8 = 54 \text{ kPa}$$

✓ 软弱下卧层顶面以上土的加权平均重度

$$\gamma_{m2} = 54 / 5 = 10.8 \text{ kN/m}^3$$

✓ 软弱下卧层顶部 f_{az} ：由淤泥质粘土，查表得 $\eta_d = 1.0$ ， $f_{ak} = 85 \text{ kPa}$ ，

$$f_{az} = 85 + 1.0 \times 10.8 \times (5 - 0.5) = 133.6 \text{ kPa}$$

✓ 软弱下卧层顶面处的附加应力值

由 $E_{s1}/E_{s2} = 7.5/2.5$ ， $z/b = 3/2.6 > 0.5$ ，查表得地基压力扩散角 $\theta = 23^\circ$ 。

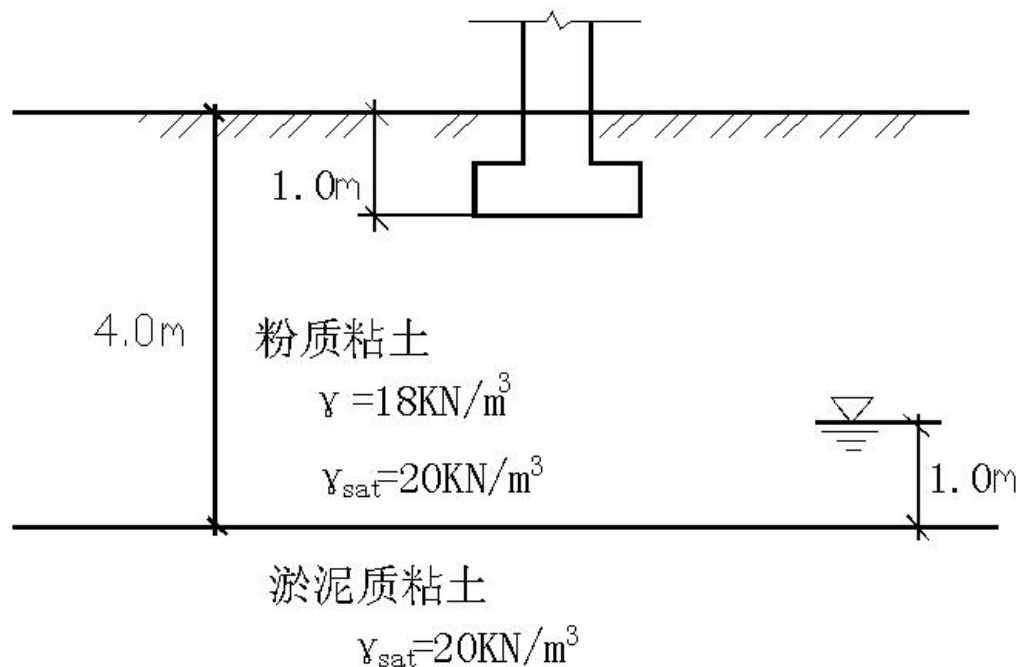
$$p_z = \frac{lb(p_k - \gamma_m d)}{(l + 2z \tan \theta)(b + 2z \tan \theta)} = 3.6 \times 2.6 \times (149.6 - 13.5 \times 2)$$

$$/ (3.6 + 2 \times 3 \times \tan 23) / (2.6 + 2 \times 3 \times \tan 23) = 36.27 \text{ kPa}$$

✓ 验算 $p_{cz} + p_z = 54 + 36.27 = 90.27 (< f_{az} = 133.6 \text{ kPa}$ ，满足)

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算 作业

已知条形基础宽度 $b=2.17\text{m}$ ，竖向荷载标准值 $F_k=324\text{kN/m}$ ；方形基础边长 3m ，竖向荷载标准值 $F_k=1452\text{kN}$ ，其它条件如图，上部土层厚 4.0m ，其压缩模量 $E_{s1}=6.0\text{MPa}$ ，地下水位在地面下 3.0m ，水下土的饱和重度 $\gamma_{sat}=20\text{kN/m}^3$ ；该土层下面是淤泥质粘土，其承载力特征值为 $f_{ak}=63\text{kPa}$ ，压缩模量 $E_{s2}=1.5\text{MPa}$ ，试分别验算条形和方形基础软弱下卧层是否满足要求？若不满足要求时，在埋深不变的条件下，怎样调整才能满足要求？（下卧层承载力宽、深修正系数分别为 $\eta_b=0$ 和 $\eta_d=1.0$ ）



2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

解：

①条形基础

水下土的有效重度

$$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w = 20 - 10 = 10 \text{ kN} / \text{m}^3$$

软弱下卧层顶面处土的自重应力值

$$p_{cz} = 18 \times 3 + 10 \times 1 = 64 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$z/b = 3/2.17 = 1.38 > 0.50 \quad E_{s1}/E_{s2} = 6/1.5 = 4$$

查表得 $\theta = 24^\circ$

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

$$P_k = \frac{F_k + G_k}{A} = \frac{324}{2.17} + 20 \times 1 = 169.31 \text{KN} / \text{m}^2$$

软弱下卧层顶面处的附加应力值

$$p_z = \frac{b(p_k - p_c)}{b + 2z \tan \theta} = \frac{2.17 \times (169.31 - 18 \times 1)}{2.17 + 2 \times 3 \times \tan 24^\circ} = 67.82 \text{kN} / \text{m}^2$$

软弱下卧层顶面以上土的加权平均重度

$$\gamma_m = \frac{18 \times 3 + (20 - 10) \times 1}{3 + 1} = 16 \text{kN} / \text{m}^3$$

$$\begin{aligned} f_{az} &= f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d + z - 0.5) \\ &= 63 + 1.0 \times 16 \times (1 + 3 - 0.5) \\ &= 119 \text{KN} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

$$p_z + p_{cz} = 67.82 + 64 = 131.82 \text{ kN/m}^2 > f_{az} = 119 \text{ kN/m}^2$$

不满足要求。

考虑增大基底面积。设条形基础宽3.37m，

由题意，加大基底面积后，持力层承载力也肯定满足要求，不用再验算。

这时，基底压力：

$$p_K = \frac{F_k + G_k}{A} = \frac{324}{3.37} + 20 \times 1 = 116.14 \text{ kN/m}^2$$

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

重新验算软弱下卧层承载力：

$$z/b = 3/3.37 = 0.89 > 0.50 \qquad E_{s1}/E_{s2} = 6/1.5 = 4$$

查表得 $\theta = 24^\circ$

$$p_z = \frac{b(p_k - p_c)}{b + 2z \tan \theta} = \frac{3.37 \times (116.14 - 18 \times 1)}{3.37 + 2 \times 3 \times \tan 24^\circ} = 54.74 \text{ kN/m}^2$$

$$p_z + p_{cz} = 54.74 + 64 = 118.74 \text{ kN/m}^2 < f_{az} = 119 \text{ kN/m}^2$$

满足要求。

2.4 刚性基础与扩展基础的设计计算

②方形基础

$$p_{cz} = 18 \times 3 + 10 \times 1 = 64 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$z/b = 3/3 = 1 > 0.50 \quad E_{s1} / E_{s2} = 6/1.5 = 4$$

查表得 $\theta = 24^\circ$

$$p_k = \frac{F_k + G_k}{A} = \frac{1452}{9} + 20 \times 1 = 181.33 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_a$$

$$p_z = \frac{bl(p_k - p_c)}{(b + 2z \tan \theta)(l + 2z \tan \theta)} = \frac{3^2 \times (181.33 - 18 \times 1)}{(3 + 2 \times 3 \times \tan 24^\circ)^2} = 45.7 \text{ kN} / \text{m}^2$$

$$\begin{aligned} f_{az} &= f_{ak} + \eta_d \gamma_m (d + z - 0.5) \\ &= 63 + 1.0 \times 16 \times (1 + 3 - 0.5) \\ &= 119 \text{ kN} / \text{m}^2 \end{aligned}$$

$$p_z + p_{cz} = 45.7 + 64 = 109.7 \text{ kN} / \text{m}^2 < f_{az} = 119 \text{ kN} / \text{m}^2$$

满足要求。

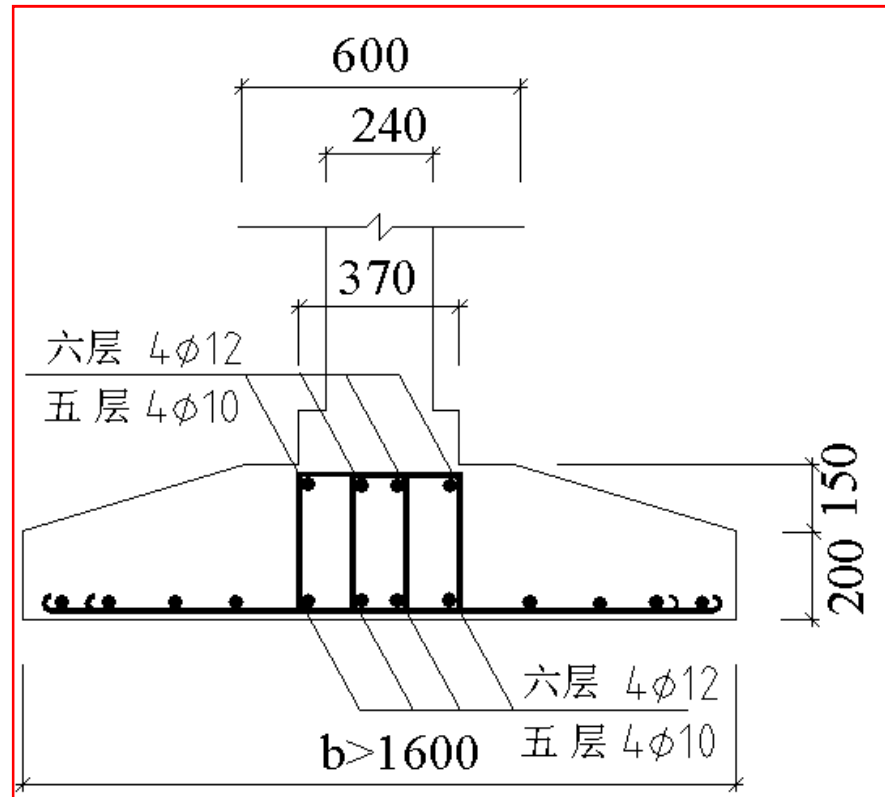
无筋扩展基础的设计作业

某多层住宅墙基，相应于荷载效应标准组合时传至基础顶部的轴心荷载 $F=180\text{kN/m}$ ，埋深 1.1m ，地基为粉质粘土，由载荷试验确定的地基土的承载力为 218kPa 。地面以下砖台厚 380mm ，基础用砖砌体，试确定所需基础宽度和高度，并绘出基础剖面图（ $r=18\text{KN/m}^3, \eta_d=1.0 \quad \eta_b=0$ ）。

■ 构造要求

墙下条形基础采用梯形截面时，一般每级高度宜300-500mm，锥形截面其边缘高度不宜小于200mm，坡度 $i \leq 1:3$ （节约材料）。基础高度小于250mm时，也可做成等厚度矩形板。基础混凝土的强度等级不应低于C20。基底下宜设C10素混凝土垫层，厚度一般为100mm。底板受力钢筋的最小直径不宜小于10mm，间距不宜大于200mm和小于100mm。当有垫层时，底板混凝土的保护层净厚度不宜小于40mm，无垫层时不宜小于70mm。底板纵向分布钢筋，直径不小于8mm，间距250~300mm。其他构造见规范。

当地基软弱时，为了减小不均匀沉降的影响，基础截面可采用带肋梁的板，肋梁的纵向钢筋和箍筋按经验或计算确定，如图：



例题8——钢筋混凝土墙下条形基础设计

某办公楼为砖混承重结构，拟采用钢筋混凝土墙下条形基础。外墙厚为370mm，上部结构传至±0.000处的荷载标准值为 $F_K=220\text{kN/m}$ ， $M_k=45\text{kN}\cdot\text{m/m}$ ，荷载基本值为 $F=250\text{kN/m}$ ， $M=63\text{kN}\cdot\text{m/m}$ ，基础埋深1.92m（从室内地面算起），室外地面比室内地面低0.45m。地基持力层承载力修正特征值 $f_a=158\text{kPa}$ 。混凝土强度等级为C20（ $f_c=9.6\text{N/mm}^2$ ， $f_t=1.1\text{N/mm}^2$ ），钢筋采用HPB235级钢筋（ $f_y=210\text{N/mm}^2$ ）。试设计该外墙基础。

解：

(1)求基础底面宽度 b :

• 基础平均埋深： $d=(1.92 \times 2 - 0.45)/2=1.7\text{m}$

• 基础底面宽度： $b = \frac{F_K}{f - \gamma_G d} = 1.77\text{m}$

• 初选 $b=1.3 \times 1.77=2.3\text{m}$

e 和 p_k 的验算？

• 地基承载力验算：

$$P_{k\max} = \frac{F_K + G_K}{b} + \frac{6M_K}{b^2} = 129.7 + 51.0$$

$=180.7\text{kPa} < 1.2f_a = 189.6\text{kPa}$ 满足要求

(2) 确定基础底板厚度:

- 地基净反力计算

$$P_{j\max} = \frac{F}{b} + \frac{6M}{b^2} = 108.7 + 71.5 = 180.2\text{KP}_a$$

$$P_{j\min} = \frac{F}{b} - \frac{6M}{b^2} = 108.7 - 71.5 = 37.2\text{KP}_a$$

- 初选基础高度 **$h=350\text{mm}(>1b/8)$** , 边缘厚取 **200mm** 。采用 **100mmC10** 的混凝土垫层, 基础保护层厚度取 **40mm** , 则基础有效高度 **$h_0=310\text{mm}$** 。
- 计算截面选在墙边缘, 则 **$a_1=(2.3-0.37)/2=0.97\text{m}$**

- 该截面处的地基净反力
$$p_{j\text{I}} = p_{j\max} - \frac{a_1}{b} (p_{j\max} - p_{j,\min})$$

$$p_{j\text{I}} = 180.2 - (180.2 - 37.2) \times 0.97 / 2.3 = 119.9\text{kPa}$$

- 该截面处剪力 **$V_{\text{I}}=(180.2+119.9) \times 0.97/2=145.6\text{kN/m}$**

$$h_0 \geq V / (0.7 \beta_h f_t) = 145.6 / (0.7 \times 1.0 \times 1.1) = 190\text{mm}(\text{满足要求})$$

(3)底板配筋计算:

- 计算底板最大弯距

$$M_{\max} = \frac{1}{6} (2P_{j\max} + p_{jI}) a_1^2 = \frac{1}{6} \times (2 \times 180.2 + 119.9) \times 0.97^2$$

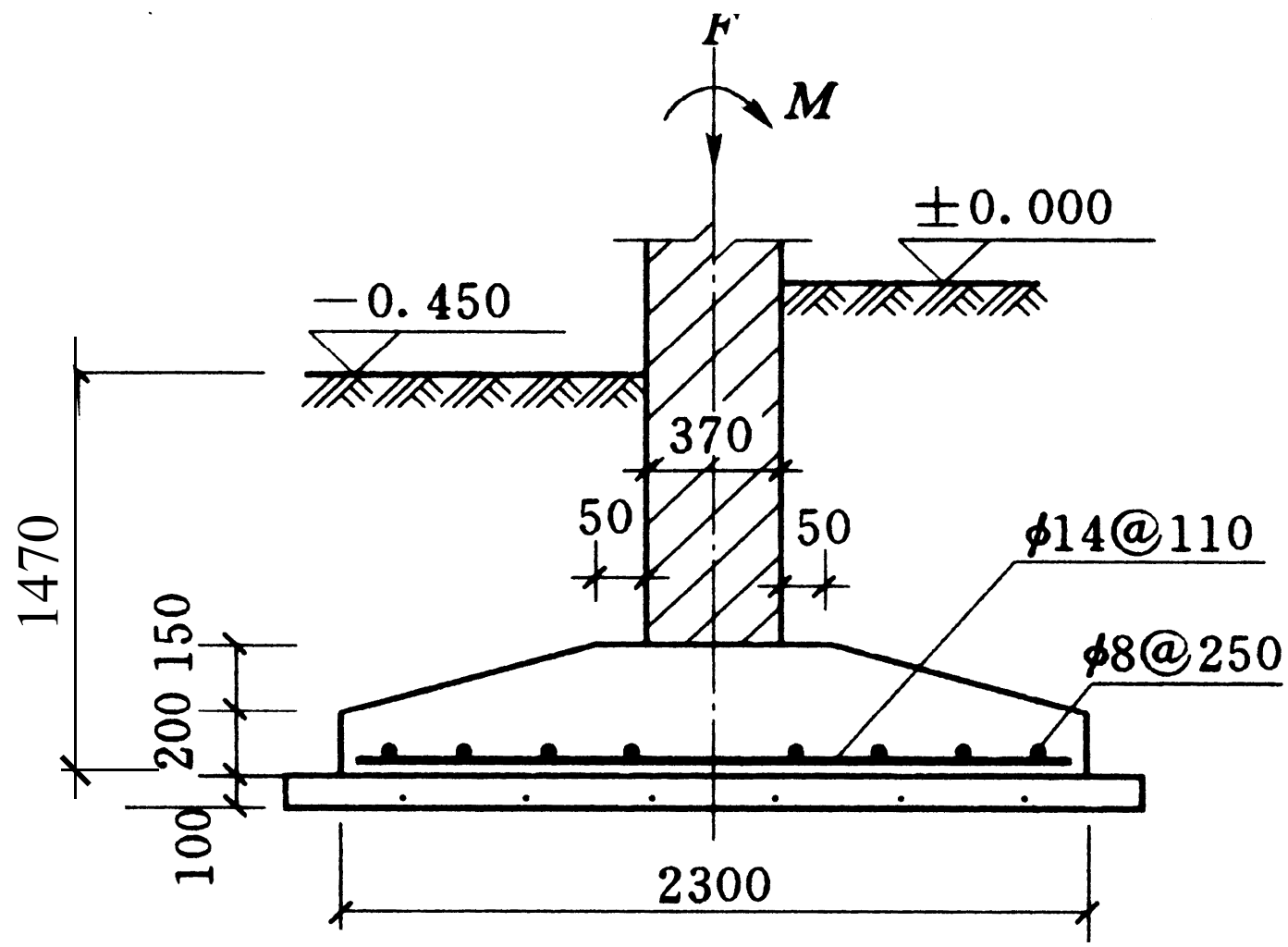
$$= 75.3 \text{ KN} \cdot \text{m}/\text{m}$$

- 计算底板配筋

$$\frac{M_{\max}}{0.9h_0 f_y} = \frac{75.3 \times 10^6}{0.9 \times 310 \times 210} = 1285 \text{ mm}^2$$

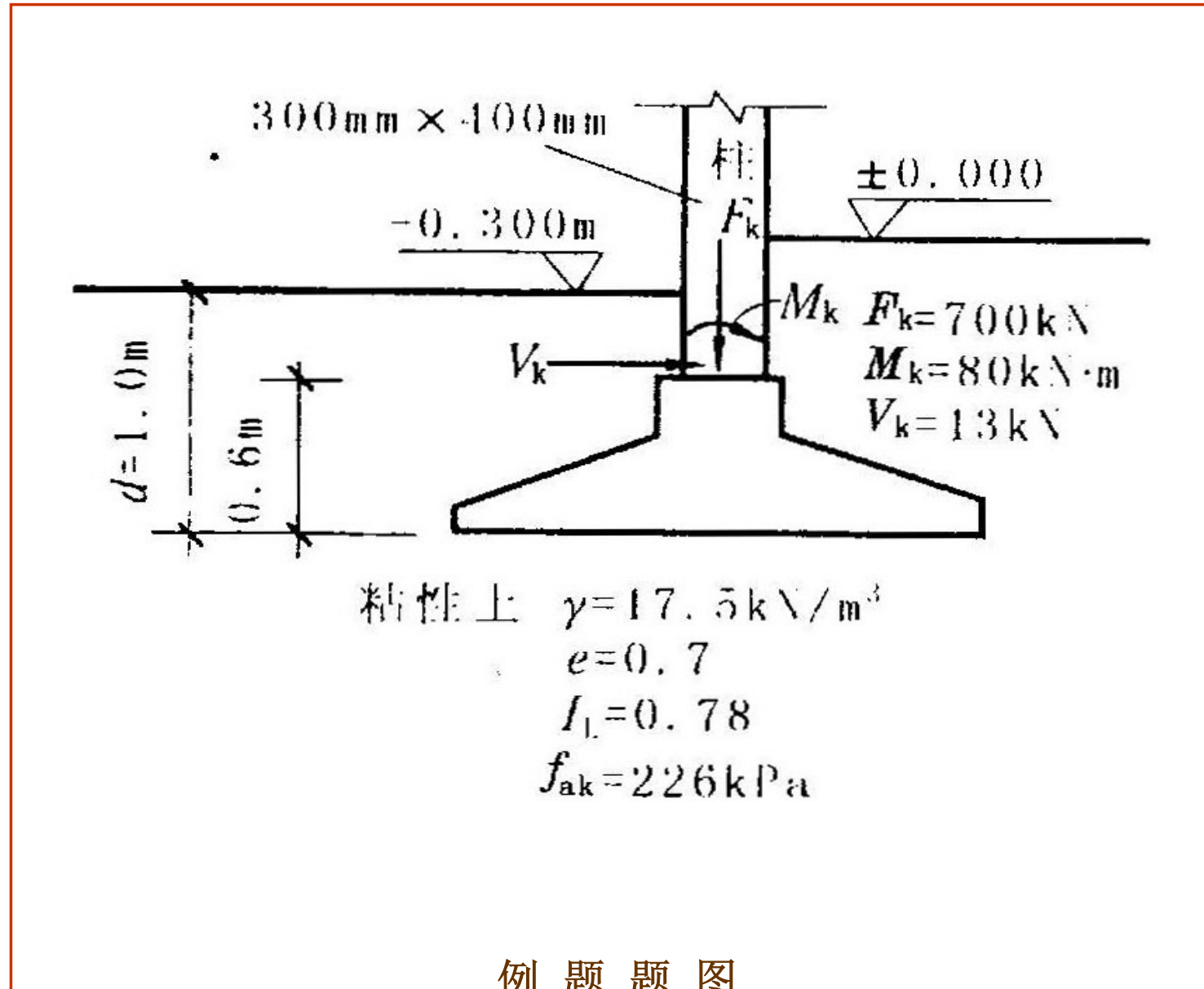
- 选用 $\Phi 14 @ 110 \text{ mm}$, $A_s = 1399 \text{ mm}^2$ 根据构造要求纵向钢筋选取 $\Phi 8 @ 250$, $A_s = 210.0 \text{ mm}^2$ 。基础剖面如图所示:

2.4.4 钢筋混凝土扩展基础结构设计



例题 9

设计框架柱下(截面 $300\text{mm} \times 400\text{mm}$)单独基础,作用在柱底的荷载效应基本组合设计值: $F=950\text{kN}$, $M=108\text{kN}\cdot\text{m}$, $V=18\text{kN}$,底面积 $b \times l=2.4\text{m} \times 1.6\text{m}$,其他参数见图,材料选用:C20混凝土,HPB235钢筋。



例题题图

【解】**① 计算基底净反力**

✓ 偏心距 $e = M/F = (108 + 18 \times 0.6) / 95 = 0.125 \text{ m}$

✓ 基础边缘处的最大和最小净反力

✓ $P_{\min}^{\max} = (1 \pm 6e/l) F/(bl) = (1 \pm 6 \times 0.125/2.4) 950 \times / (2.4 \times 1.6)$
 $= 324.7 \text{ kPa}$
 170.1 kPa

② 基础高度（采用阶梯形基础）

（1）柱边基础截面抗冲切验算

✓初步选择基础高度 $h=600$ ，从下至上分350mm，250mm两个台阶。 $l=2.4\text{m}$ ， $b=1.6\text{m}$ ， $a_t=b_c=0.3\text{m}$ ， $a_c=0.4\text{m}$
 $h_0=550\text{mm}$ （有垫层）。

$a_t+2h_0=0.3+2\times0.55=1.4<b=1.6\text{m}$ ，取， $a_b=1.4\text{m}$

✓ $a_m=(a_t+a_b)/2=(300+1400)/2=850\text{mm}$

✓冲切力：因偏心受压， p 取 p_{\max}

$$F_l = p_{\max} [(l/2 - a_c/2 - h_0)b - (b/2 - b_c/2 - h_0)^2] = 203.54\text{kN}$$

✓抗冲切力： $0.7\beta_h f_t a_m h_0 = 0.7 \times 1.0 \times 1.10 \times 10^3 \times 0.85 \times 0.55$
 $= 360\text{kN} > 203.54\text{kN}$ 可以

(2) 变阶处基础截面抗冲切验算

✓ $a_1=1.2\text{m}$, $a_t=b_1=0.8\text{m}$, $h_{01}=350-50=300\text{m}$

$$a_t + 2h_{01} = 0.8 + 2 \times 0.3 = 1.4 < b = 1.6\text{m}, \text{取}, a_b = 1.4\text{m}$$

✓ $a_m = (a_t + a_b)/2 = (800 + 1400)/2 = 1.1\text{m}$

✓ 冲切力:

$$F_l = p_{\max} [(l/2 - a_1/2 - h_{01})b - (b/2 - b_1/2 - h_{01})^2] = 324.7 \times [(2.4/2 - 1.2/2 - 0.3) \times 1.6 - (1.6/2 - 0.8/2 - 0.3)^2] = 152.61\text{KN}$$

✓ 抗冲切力:

$$\begin{aligned} 0.7\beta_h f_t a_m h_{01} &= 0.7 \times 1.0 \times 1.10 \times 10^3 \times 1.1 \times 0.3 \\ &= 254.01\text{KN} > 152.61\text{KN} \quad \text{可以} \end{aligned}$$

③ 配筋计算

选用HPB235 钢筋, $f_y=210\text{N/mm}^2$.

(1) 基础长边方向

I - I 截面 (柱边)

✓ 柱边净反力:

$$p_I = p_{\min} + (l + a_c) (p_{\max} - p_{\min}) / (2l) = 170.1 + (2.4 + 0.4)(324.7 - 170.1) / (2 \times 2.4) = 260.3 \text{KPa}$$

✓ 悬臂部分净反力平均值:

$$(p_{\max} + p_I) / 2 = (324.7 + 260.3) / 2 = 292.5 \text{KPa}$$

✓ 弯矩:

$$M_I = (1/24) [(p_{\max} + p_I) / 2] (l - a_c)^2 (2b + b_c) = (1/24) \times 292.5 \times (2.4 - 0.4)^2 \times (2 \times 1.6 + 0.3) = 170.6 \text{kN.m}$$

$$A_{s_I} = M_I / (0.9 f_y h_0) = 170.6 \times 10^6 / (0.9 \times 210 \times 550) = 1641 \text{mm}^2$$

III-III截面(变阶处)

✓变阶梯处净反力: $p = p_{\min} + (l + a_1) (p_{\max} - p_{\min}) / (2l) = 170.1 + (2.4 + 1.2)(324.7 - 170.1) / (2 \times 2.4) = 286.1 \text{KPa}$

✓悬臂部分净反力平均值:

$$(p_{\max} + p_{\text{III}}) / 2 = (324.7 + 286.1) / 2 = 305.4 \text{KPa}$$

✓弯矩: $M_{\text{III}} = (1/24) [(p_{\max} + p_{\text{III}}) / 2] (l - a_1)^2 (2b + b_1) = (1/24) \times 305.4 \times (2.4 - 1.2)^2 \times (2 \times 1.6 + 0.8) = 73.3 \text{kN.m}$
 $= M_{\text{III}} / (0.9 f_y h_{01}) = 73.3 \times 10^6 / (0.9 \times 210 \times 300) = 1292 \text{mm}^2$

✓比较 $A_{s \text{ I}}$, $A_{s \text{ III}}$ 应该按 $A_{s \text{ I}}$ 配置钢筋, 实际配置 $11 \Phi 14$,
 $A_s = 1693 \text{mm}^2 > 1641 \text{mm}^2$

(2) 基础短边方向

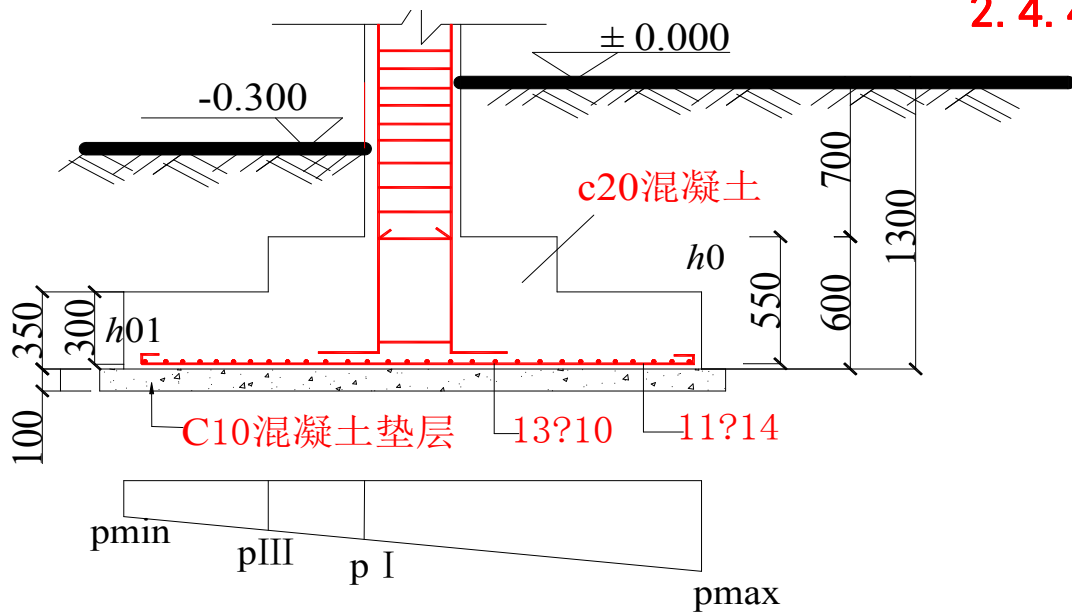
因该基础受单向偏心荷载作用，所以，在基础短边方向的基底的反力可以按均匀分布计算：

$$p = (p_{\max} + p_{\min}) / 2 = 247.4 \text{ kPa}$$

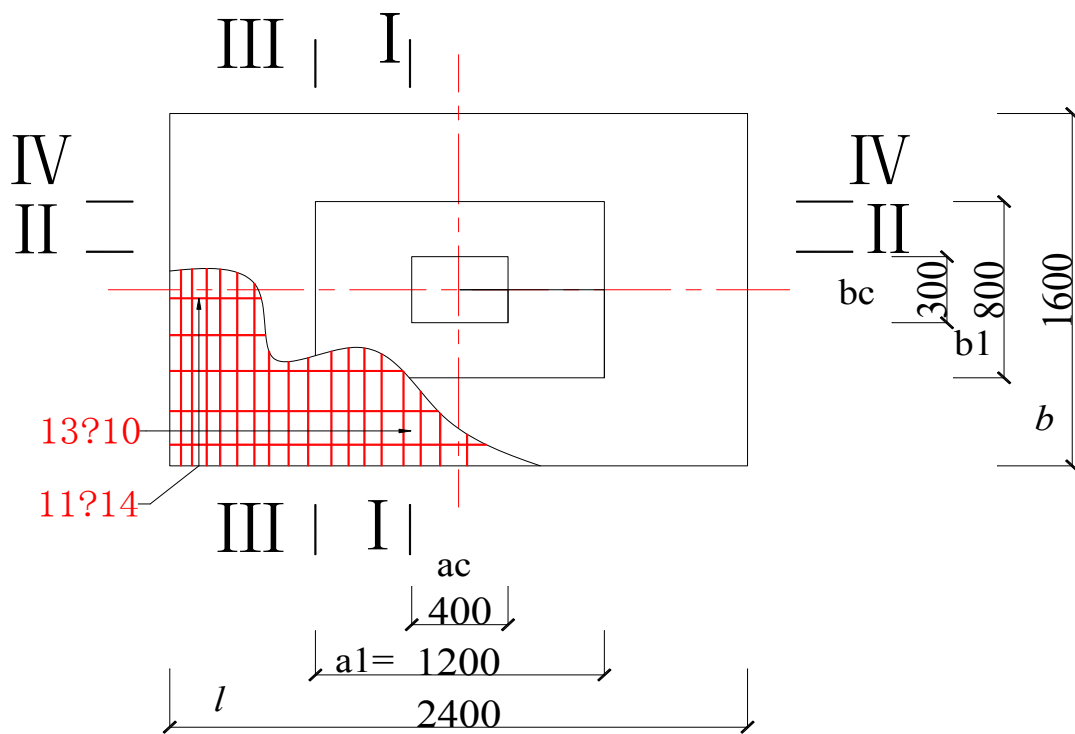
与长边方向的配筋计算方法相同，可得 **II-II 截面** (柱边)， $A_{s_{II}} = 871.5 \text{ mm}^2$ ；**IV-IV 截面** (变阶处)， $A_{s_{IV}} = 689 \text{ mm}^2$ ，因此在短边方向按 $A_{s_{II}} = 871.5 \text{ mm}^2$ 配筋。但是，不能符合构造要求，实际配 $\Phi 10 @ 200$ (13 $\Phi 10$)， $A_s = 1020.5 \text{ mm}^2$ 。

基础配筋见图

2.4.4 钢筋混凝土扩展基础结构设计



基础配筋示意图



习题作业

- 2.1 天然地基浅基础有哪些类型?各有什么特点,各适用于什么条件?
- 2.2 确定基础埋深时应考虑哪些因素?
- 2.3 确定地基承载力的方法有哪些?地基承载力的深、宽修正系数与哪些因素有关?
- 2.4 何谓刚性基础?它与钢筋混凝土基础有何区别?适用条件是什么?构造上有何要求?台阶允许宽高比的限值与哪些因素有关?
- 2.5 钢筋混凝土柱下独立基础、墙下条形基础构造上有何要求?适用条件是什么?如何计算?
- 2.6 为什么要进行地基变形验算?地基变形特征有哪些?工程实践中如何具体应用?
- 2.7 旱地、水中基础施工要点?

习题作业

2.8 某砌体承重结构，底层墙厚490 mm，在荷载效应的标准组合下，传至±0.00标高(室内地面)的竖向荷载 $F_k=310 \text{ kN/m}$ ，室外地面标高为-0.30m，建设地点的标准冻深1.5m，场地条件如下：天然地面下4.5m厚粘土层下为30m厚中密稍湿状态的中砂，粘土层的 $e=0.73$ ， $\gamma=19\text{kN/m}^3$ ， $W=28\%$ ， $W_L=39\%$ ， $W_p=18\%$ ， $C_k=22 \text{ Kpa}$ ， $\phi_k=18^\circ$ ，中砂层的 $\gamma=18\text{kN/m}^3$ ， $\phi_k=30^\circ$ 。试设计该基础(基础材料自定，**刚性条形基础即可**)

作业2-5

2.9 在2.8题的场地上，有一柱下独立基础，柱的截面尺寸为400mm×600mm，荷载效应的标准组合下，传至±0.00标高(室内地面)的竖向荷载 $F_k=2400\text{kN}$ ， $M_k=210\text{kN}\cdot\text{m}$ ，水平力 $V_k=180\text{kN}$ (与M同方向)，室外地面标高为-0.15m，试设计该**钢筋混凝土扩展**基础(基础材料自定)。

作业2-6