

课后答案网，用心为你服务！



[大学答案](#) --- [中学答案](#) --- [考研答案](#) --- [考试答案](#)

最全最多的课后习题参考答案，尽在课后答案网（www.khdaw.com）！

Khdaw团队一直秉承用心为大家服务的宗旨，以关注学生的学习生活为出发点，

旨在为广大学生朋友的自主学习提供一个分享和交流的平台。

爱校园（www.aixiaoyuan.com） 课后答案网（www.khdaw.com） 淘答案（www.taodaan.com）

《土力学》部分习题解答

习题 3

3-1 取一均匀土样，置于 x 、 y 、 z 直角坐标中，在外力作用下测得应力为： $\sigma_x=10\text{kPa}$ ， $\sigma_y=10\text{kPa}$ ， $\sigma_z=40\text{kPa}$ ， $\tau_{xy}=12\text{kPa}$ 。试求算：① 最大主应力，最小主应力，以及最大剪应力 τ_{\max} ？② 求最大主应力作用面与 x 轴的夹角 θ ？③根据 σ_1 和 σ_3 绘出相应的摩尔应力圆，并在圆上标出大小主应力及最大剪应力作用面的相对位置？

补充：三维问题，有 $\tau_{xz}=\tau_{yz}=0$

解：分析：因为 $\tau_{xz}=\tau_{yz}=0$ ，所以 σ_z 为主应力。

由公式 (3-3)，在 xoy 平面内，有：

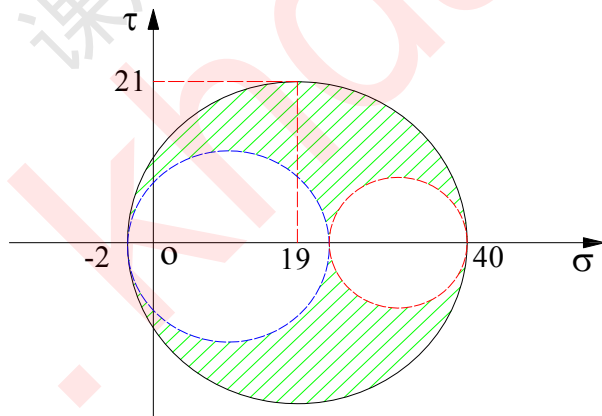
$$\sigma'_1 = \frac{1}{2}(\sigma_x + \sigma_y) \pm \left[\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2} \right)^2 + \tau_{xy}^2 \right]^{1/2} = 0.5 \times (10 + 10) \pm \left[\left(\frac{10 - 10}{2} \right)^2 + 12^2 \right]^{0.5} = 10 \pm 12 = \begin{matrix} 22 \\ -2 \end{matrix} \text{kPa}$$

比较知， $\sigma_1 = \sigma_z = 40\text{kPa}$ $\sigma_2 = \sigma'_1 = 22\text{kPa}$ $\sigma_3 = -2\text{kPa}$ ，于是：

应力圆的半径： $R = \frac{1}{2}(\sigma_1 - \sigma_3) = 0.5 \times (40 - (-2)) = 21\text{kPa}$

圆心坐标为： $\frac{1}{2}(\sigma_1 + \sigma_3) = 0.5 \times (40 + (-2)) = 19\text{kPa}$

由此可以画出相应的应力圆。由题给条件易知大主应力面的法线与 x 轴的夹角为 90° 。



注意：

1. x 轴不是主应力轴，故除大主应力面的方位可直接判断外，其余各面的方位须经计算确定。
2. 注意应力轴，应力面，方位，夹角等术语的含义。
3. 注意应力坐标系与几何坐标系的概念、区别。

3-2 抽取一饱和黏土样，置于密封压力室中，不排水施加围压 30kPa （相当于球形压力），并测得孔隙压为 30kPa ，另在土样的垂直中心轴线上施加轴压 $\Delta \sigma_1 = 70\text{kPa}$ （相当于土样受到 $\Delta \sigma_1 - \Delta \sigma_3$ 压力），同时测得孔隙压为 60kPa ，求算孔隙压力系数 A 和 B ？

解：略

3-3 砂样置于一容器中的铜丝网上，砂样厚 25cm ，由容器底导出一水压管，使管中水面高出容

$$\sigma_{z2上} = \sigma_{z1下} = 48.9 \text{ kPa}, \quad u_{2上} = -\gamma_w h = -10 \times 1 = -10 \text{ kPa},$$

$$q_{z2上} = 48.9 - (-10) = 58.9 \text{ kPa}$$

$$\text{自然水面处: } \sigma_{z2中} = 48.9 + 19.9 \times 1 = 68.8 \text{ kPa}, \quad u_{2中} = 0, \quad q_{z2中} = 68.8 \text{ kPa}$$

$$\text{A-A 截面处: } \sigma_{z2下} = 68.8 + 19.9 \times 3 = 128.5 \text{ kPa}, \quad u_{2下} = \gamma_w h = 10 \times 3 = 30 \text{ kPa},$$

$$q_{z2下} = 128.5 - 30 = 98.5 \text{ kPa}$$

据此可以画出自重力分布图形如上。

注意：1. 毛细饱和面的水压力为负值（ $-\gamma_w h$ ），自然水面处的水压力为零；

2. 总应力分布曲线是连续的，而孔隙水压力和自重有效压力的分布不一定。

3. 只须计算特征点处的应力，中间为线性分布。

3-5 有一 U 形基础，如图 3-44 所示，设在其 $x-x$ 轴线上作用一单轴偏心垂直荷载 $P=6000 \text{ kN}$ ，作用在离基边 2m 的 A 点上，试求基底左端压力 p_1 和右端压力 p_2 。如把荷载由 A 点向右移到 B 点，则右端基底压力将等于原来左端压力 p_1 ，试问 AB 间距为多少？

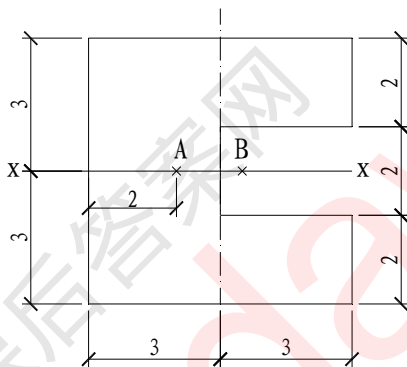
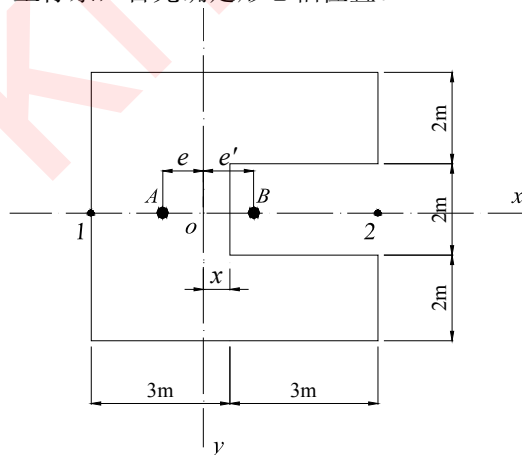


图 3-44 习题 3-5 图（单位：m）

解：设形心轴位置如图，建立坐标系，首先确定形心轴位置。



$$A = 6 \times 6 - 2 \times 3 = 30 \text{ m}^2$$

由面积矩定理，形心轴两侧的面积对于形心轴的矩相等，有：

$$6 \times (3-x) \cdot \frac{1}{2} (3-x) = 6(3+x) \cdot \frac{1}{2} (3+x) - 2 \times 3 \times \left(\frac{3}{2} + x\right) \Rightarrow x = 0.3 \text{ m}$$

$$\therefore I = \frac{1}{12} \times 6 \times 3^3 + 6 \times 3 \times 1.2^2 + 2 \left[\frac{1}{12} \times 2 \times 3^3 + 2 \times 3 \times 1.8^2 \right] = 87.3 \text{ m}^4$$

$$W_1 = \frac{I}{y_1} = \frac{87.3}{2.7} = 32.3\text{m}^3 \quad W_2 = \frac{I}{y_2} = \frac{87.3}{3.3} = 26.45\text{m}^3$$

当 P 作用于 A 点时, $e=3-2-0.3=0.7\text{m}$, 于是有:

$$p_1 = \frac{P}{A} + \frac{Pe}{W_1} = \frac{6000}{30} + \frac{6000 \times 0.7}{32.3} = 330.3\text{kPa}$$

$$p_2 = \frac{P}{A} - \frac{Pe}{W_1} = \frac{6000}{30} - \frac{6000 \times 0.7}{32.3} = 41.2\text{kPa}$$

当 P 作用于 B 点时, 有:

$$p'_2 = \frac{P}{A} + \frac{Pe'}{W_2} = \frac{6000}{30} + \frac{6000 \times e'}{26.45} = 330.3\text{kPa}$$

由此解得: $e'=0.57\text{m}$, 于是, A 、 B 间的间距为: $e+e'=0.7+0.57=1.27\text{m}$

注意: 1. 基础在 x 方向上不对称, 惯性矩的计算要用移轴定理;

2. 非对称图形, 两端的截面抵抗矩不同。

3-6 有一填土路基, 其断面尺寸如图 3-45 所示。设路基填土的平均重度为 21kN/m^3 , 试问, 在路基填土压力下在地面下 2.5m 、路基中线右侧 2.0m 的 A 点处垂直荷载应力是多少?

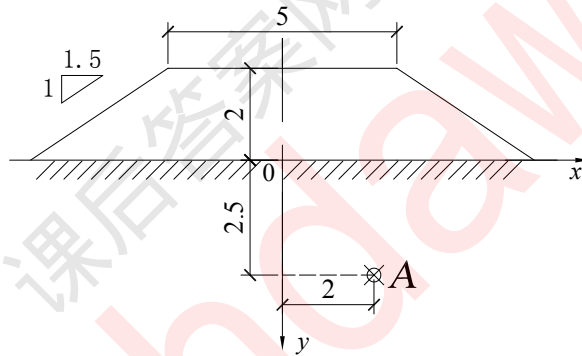
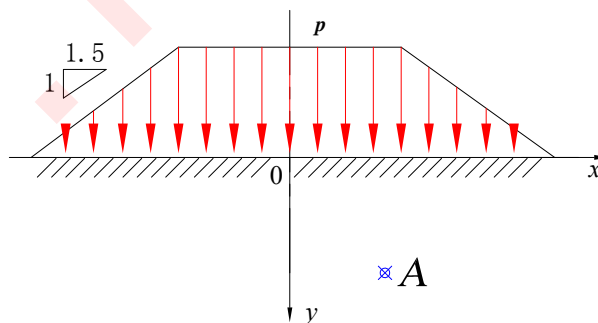


图3-45 习题3-6图 (单位: m)

解: 根据路堤填土压力的简化算法, 路基填土压力的分布形式与路基的断面形式相同, 如图



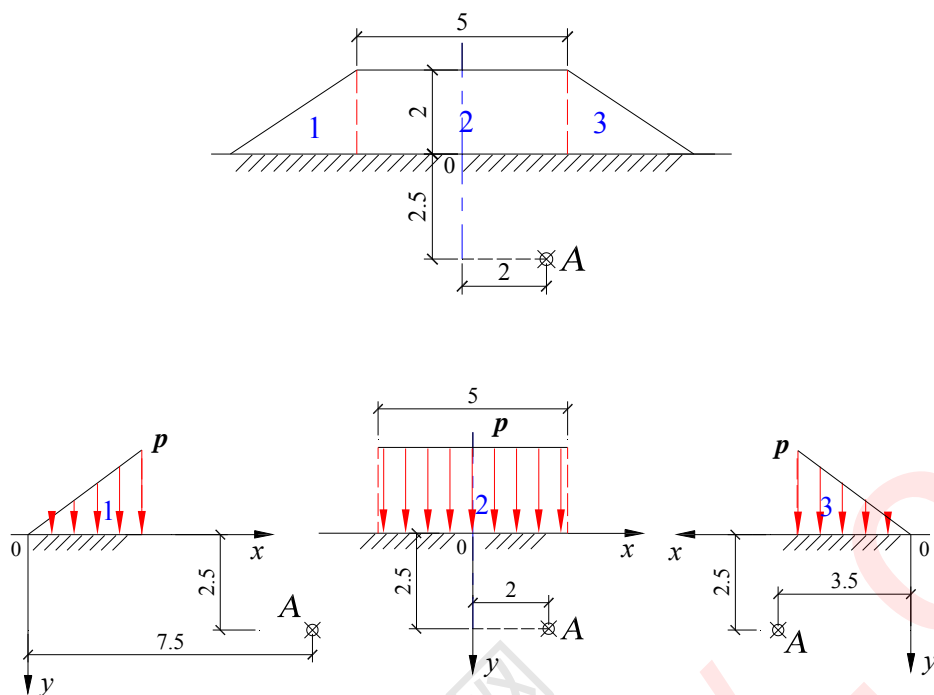
其中:

$$p = \gamma h = 21 \times 2 = 42\text{kPa}$$

将荷载分为三块, 如图, 分别建立坐标系, 对每一块荷载在 A 点引起的竖向应力计算如下:

对于 1, 有: $x/b=7.5/3=2.5$, $z/b=2.5/3=0.833$, 查表 3-3, 有:

$$k_1 = 0.009 + \frac{0.013 - 0.009}{1 - 0.75} \times (0.833 - 0.75) = 0.0103$$



对于 2, 有: $x/b=2/5=0.4$, $z/b=2.5/5=0.5$, 查表 3-2, 有:

$$k_2 = 0.735 - \frac{0.735 - 0.481}{0.5 - 0.25} \times (0.4 - 0.25) = 0.583$$

对于 3, 有: $x/b=3.5/3=1.17$, $z/b=2.5/3=0.833$, 查表 3-3, 有:

$$\frac{z}{b} = 0.75 \text{ 时, } k'_3 = 0.293 - \frac{0.293 - 0.108}{1.5 - 1.0} \times (1.17 - 1.0) = 0.230$$

$$\frac{z}{b} = 1.0 \text{ 时, } k''_3 = 0.241 - \frac{0.241 - 0.129}{1.5 - 1.0} \times (1.17 - 1.0) = 0.203$$

$$\therefore k_3 = 0.230 - \frac{0.230 - 0.203}{1.0 - 0.75} \times (0.833 - 0.75) = 0.221$$

所以得:

$$\sigma_A = k_A p = (k_1 + k_2 + k_3) p = (0.0103 + 0.583 + 0.221) \times 42 = 34.2 \text{ kPa}$$

3-7 如图 3-46 所示, 求均布方形面积荷载中心线上 A、B、C 各点上的垂直荷载应力 σ_z , 并比较用集中力代替此均布面积荷载时, 在各点引起的误差 (用 % 表示)。

解: 按分布荷载计算时, 荷载分为相等的 4 块, $a/b=1$, 各点应力计算如下:

A 点: $z/b=2$, 查表 3-4, $k_A=0.084$, $\sigma_{zA}=4 \times 0.084 \times 250 = 84 \text{ kPa}$

B 点: $z/b=4$, 查表 3-4, $k_B=0.027$, $\sigma_{zB}=4 \times 0.027 \times 250 = 27 \text{ kPa}$

C 点: $z/b=6$, 查表 3-4, $k_C=0.013$, $\sigma_{zC}=4 \times 0.013 \times 250 = 13 \text{ kPa}$

近似按集中荷载计算时, $r=0$, $r/z=0$, 查表 (3-1), $k=0.4775$, 各点应力计算如下:

A 点: $\sigma'_{zA} = k \frac{P}{z^2} = 0.4775 \times \frac{250 \times 2^2}{2^2} = 119.4 \text{ kPa}$

B 点: $\sigma'_{zB} = k \frac{P}{z^2} = 0.4775 \times \frac{250 \times 2^2}{4^2} = 29.8 \text{ kPa}$

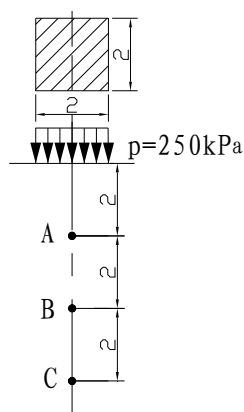


图3-46 习题3-7图 (单位: m)

C 点:
$$\sigma'_{zC} = k \frac{P}{z^2} = 0.4775 \times \frac{250 \times 2^2}{6^2} = 13.3 \text{ kPa}$$

据此算得各点的误差:

$$\varepsilon_A = \frac{119.4 - 84}{84} = 42.1\%, \quad \varepsilon_B = \frac{29.8 - 27}{27} = 10.4\%, \quad \varepsilon_C = \frac{13.3 - 13}{13} = 2.3\%$$

可见离荷载作用位置越远, 误差越小, 这也说明了圣文南原理的正确性。

3-8 设有一条刚性基础, 宽为 4m, 作用着均布线状中心荷载 $p=100\text{kN/m}$ (包括基础自重) 和弯矩 $M=50\text{kN}\cdot\text{m/m}$, 如图 3-47 所示。

(1) 试用简化法求算基底压应力的分布, 并按此压力分布图形求基础边沿下 6m 处 A 点的竖向荷载应力 σ_z (基础埋深影响不计)。

(2) 按均匀分布压力图形 (不考虑 的作用) 和中心线状分布压力图形荷载分别计算 A 点的, 并与 (1) 中结果对比, 计算误差 (%)。

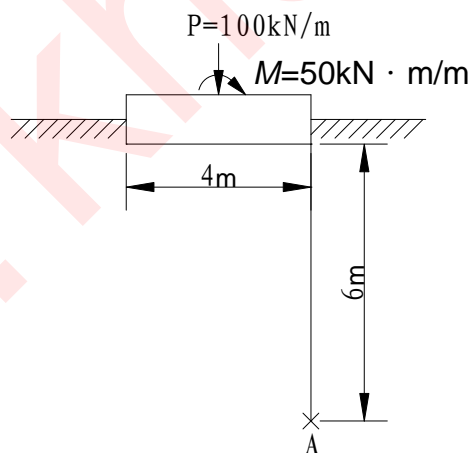


图3-47 习题3-8图

解: 略

3-9 有一均匀分布的等腰直角三角形面积荷载, 如图 3-48 所示, 压力为 p (kPa), 试求 A 点及 B 点下 4m 处的垂直荷载应力 σ_z (用应力系数法和纽马克应力感应图法求算, 并对比)。

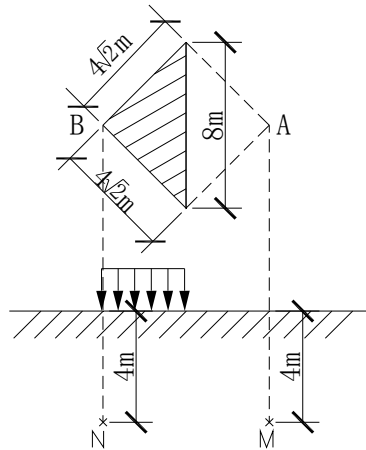


图3-48 习题3-9图

解：采用荷载图形的分割与组合，如图，基本上有两种方法。以下介绍方法1的求解过程。

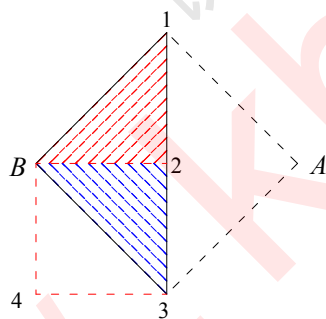
方法1：将三角形 $\Delta B21$ 顺时针旋转 90° ，其在B点下引起的压应力相同，于是将原荷载图形等效地改变成了正方形B234，其边长均为4m。由 $a/b=4/4=1$ ， $z/b=4/4=1$ ，查表 3-4，有 $k_{B234}=0.175$ ，所以

$$\sigma_{Nz} = k_{B234} p = 0.175p$$

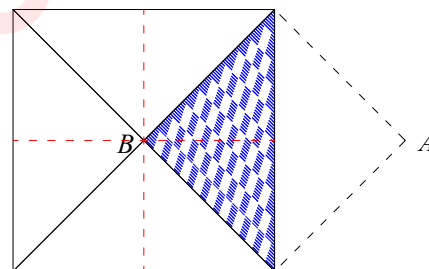
对于M点，相当于正方形B1A3 荷载面积在该点引起的应力减去三角形 $\Delta A13$ 荷载面积在该点引起的压力，而三角形 $\Delta A13$ 荷载面积在该点引起的压力与三角形 $\Delta B21$ 荷载面积在N点引起的压力，所以

$$\sigma_{Mz} = (k_{B1A3} - k_{B234}) p$$

由 $a = b = 4\sqrt{2}m$ $z = 4m$ ，得： $a/b=1$ ， $z/b=1.414$ ，查表 3-4，有 $k_{B1A3}=0.211$ ，所以算得



方法1



方法2

$$\sigma_{Mz} = (k_{B1A3} - k_{B234}) p = (0.211 - 0.175) p = 0.036p$$

3-10 有一浅基础，平面成 L 形，如图 3-49 所示。基底均布压力为 200 kPa，试用纽马克应力影响图估算角点 M 和 N 以下 4m 处的垂直荷载应力 σ_z ？

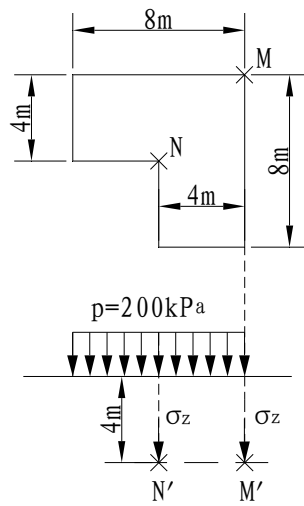


图3-49 习题3-10图

解：略