

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 4

4-1 设土样厚 3 cm，在 100~200kPa 压力段内的压缩系数 $a_v = 2 \times 10^{-4}$ ，当压力为 100 kPa 时， $e = 0.7$ 。求：（a）土样的无侧向膨胀变形模量；（b）土样压力由 100kPa 加到 200kPa 时，土样的压缩量 S 。

解：（a）已知 $e_0 = 0.7$ ， $a_v = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{kN}$ ，所以：

$$E_s = \frac{1}{m_v} = \frac{1+e_0}{a_v} = \frac{1+0.7}{2 \times 10^{-4}} = 8.5 \times 10^3 \text{ kPa} = 8.5 \text{ MPa}$$

$$(b) \quad S = \frac{a_v}{1+e_0} \Delta p \cdot h = \frac{2 \times 10^{-4}}{1+0.7} (200-100) \times 3 = 0.035 \text{ cm}$$

4-2 有一饱和黏土层，厚 4m，饱和重度 $\gamma_s = 19 \text{ kN/m}^3$ ，土粒重度 $\gamma_s = 27 \text{ kN/m}^3$ ，其下为不透水岩层，其上覆盖 5m 的砂土，其天然重度 $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$ ，如图 4-32。现于黏土层中部取土样进行压缩试验并绘出 $e-\lg p$ 曲线，由图中测得压缩指数 C_c 为 0.17，若又进行卸载和重新加载试验，测得膨胀系数 $C_s = 0.02$ ，并测得先期固结压力为 140 kPa。问：（a）此黏土是否为超固结土？（b）若地表施加满布荷载 80 kPa，黏土层下沉多少？

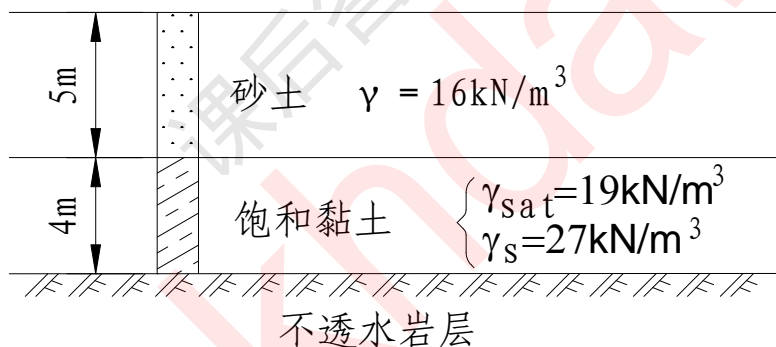


图 4-32 习题 4-2 图

解：略

4-3 有一均匀土层，其泊松比 $\nu = 0.25$ ，在表层上作荷载试验，采用面积为 1000 cm^2 的刚性圆形压板，从试验绘出的曲线的起始直线段上量取 $p = 150 \text{ kPa}$ ，对应的压板下沉量 $S = 0.5 \text{ cm}$ 。试求：

（a）该土层的压缩模量 E_s 。

（b）假如换另一面积为 5000 cm^2 的刚性方形压板，取相同的压力 p ，求对应的压板下沉量。

（c）假如在原土层 1.5m 以下存在软弱土层，这对上述试验结果有何影响？

解：略

4-4 在原认为厚而均匀的砂土表面用 0.5 m^2 方形压板作荷载试验，得基床系数（单位面积压力/沉降量）为 20 MPa/m ，假定砂层泊松比 $\nu = 0.2$ ，求该土层变形模量。后改用 $2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ 大压板进行荷载试验，当压力在直线段内加到 140 kPa，沉降量达 0.05m，试猜测土层的变化情况。

解：略

4-5 设有一基础，底面积为 $5 \text{ m} \times 5 \text{ m}$ ，埋深为 2m，中心垂直荷载为 12500kN（包括基础自重），

地基的土层分布及有关指标示于图 4-33。试利用分层总和法（或工民建规范法，并假定基底附加压力等 p_0 于承载力标准值 f_k ），计算地基总沉降。

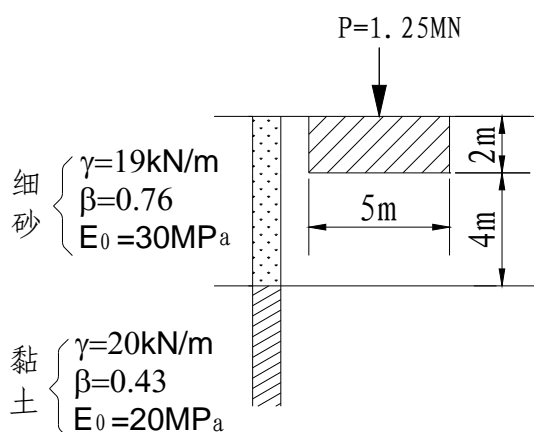


图 4-33 习题 4-5 图

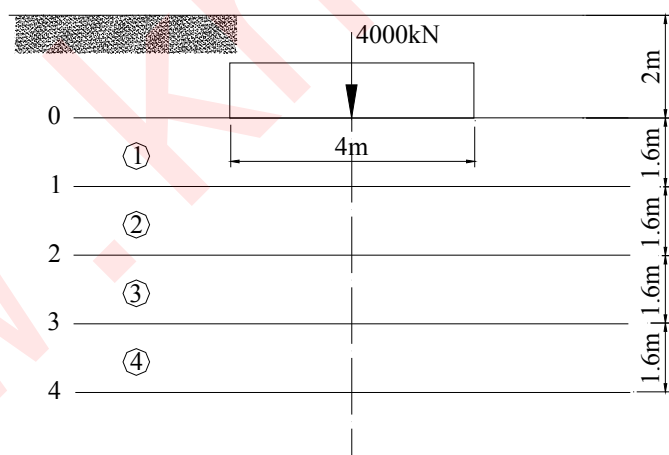
解：略

4-6 有一矩形基础 $4m \times 4m$ ，埋深为 $2m$ ，受 $4000kN$ 中心荷载（包括基础自重）的作用。地基为细砂层，其 $\gamma = 19kN/m^3$ ，压缩资料示于表 4-14。试用分层总和法计算基础的总沉降。

表 4-14 细砂的 $e-p$ 曲线资料

p/kPa	50	100	150	200
e	0.680	0.654	0.635	0.620

解：1) 分层： $b = 4m$ ， $0.4b = 1.6m$ ，地基为单一土层，所以地基分层和编号如图。



2) 自重应力： $q_{z0} = 19 \times 2 = 38kPa$ ， $q_{z1} = 38 + 19 \times 1.6 = 68.4kPa$

$q_{z2} = 68.4 + 19 \times 1.6 = 98.8kPa$ ， $q_{z3} = 98.8 + 19 \times 1.6 = 129.2kPa$

$q_{z4} = 129.2 + 19 \times 1.6 = 159.6kPa$ ， $q_{z1} = 159.6 + 19 \times 1.6 = 190kPa$

3) 附加应力：

$$p = \frac{P}{A} = \frac{4000}{4 \times 4} = 250kPa, \quad p_0 = p - \gamma H = 250 - 19 \times 2 = 212kPa, \quad \therefore \sigma_0 = 212kPa$$

为计算方便，将荷载图形分为 4 块，则有： $a = 4m$ ， $b = 2m$ ， $a/b = 2$

分层面 1: $z_1 = 1.6\text{m}, z_1/b = 0.8, k_1 = 0.218$
 $\sigma_{z1} = 4k_1 p_0 = 4 \times 0.218 \times 87 = 75.86\text{kPa}$

分层面 2: $z_2 = 3.2\text{m}, z_2/b = 1.6, k_2 = 0.148$
 $\sigma_{z2} = 4k_2 p_0 = 4 \times 0.148 \times 87 = 51.50\text{kPa}$

分层面 3: $z_3 = 4.8\text{m}, z_3/b = 2.4, k_3 = 0.098$
 $\sigma_{z3} = 4k_3 p_0 = 4 \times 0.098 \times 87 = 34.10\text{kPa}$

分层面 4: $z_4 = 6.4\text{m}, z_4/b = 3.2, k_4 = 0.067$
 $\sigma_{z4} = 4k_4 p_0 = 4 \times 0.067 \times 87 = 23.32\text{kPa}$

因为: $q_{z4} > 5\sigma_{z4}$, 所以压缩层底选在第④层底。

4) 计算各层的平均应力:

第①层: $\bar{q}_{z1} = 53.2\text{kPa} \quad \bar{\sigma}_{z1} = 81.43\text{kPa} \quad \bar{q}_{z1} + \bar{\sigma}_{z1} = 134.63\text{kPa}$
 第②层: $\bar{q}_{z2} = 83.6\text{kPa} \quad \bar{\sigma}_{z2} = 63.68\text{kPa} \quad \bar{q}_{z2} + \bar{\sigma}_{z2} = 147.28\text{kPa}$
 第③层: $\bar{q}_{z3} = 114.0\text{kPa} \quad \bar{\sigma}_{z3} = 42.8\text{kPa} \quad \bar{q}_{z3} + \bar{\sigma}_{z3} = 156.8\text{kPa}$
 第④层: $\bar{q}_{z4} = 144.4\text{kPa} \quad \bar{\sigma}_{z4} = 28.71\text{kPa} \quad \bar{q}_{z4} + \bar{\sigma}_{z4} = 173.11\text{kPa}$

5) 计算 S_i :

第①层: $e_{01} = 0.678, e_{11} = 0.641, \Delta e_1 = 0.037$
 $S_1 = \frac{\Delta e_1}{1 + e_{01}} h_1 = \frac{0.037}{1 + 0.678} \times 160 = 3.54\text{cm}$

第②层: $e_{02} = 0.662, e_{12} = 0.636, \Delta e_2 = 0.026$
 $S_2 = \frac{\Delta e_2}{1 + e_{02}} h_2 = \frac{0.026}{1 + 0.662} \times 160 = 2.50\text{cm}$

第③层: $e_{03} = 0.649, e_{13} = 0.633, \Delta e_3 = 0.016$
 $S_3 = \frac{\Delta e_3}{1 + e_{03}} h_3 = \frac{0.016}{1 + 0.649} \times 160 = 1.56\text{cm}$

第④层: $e_{04} = 0.637, e_{14} = 0.628, \Delta e_4 = 0.0089$
 $S_4 = \frac{\Delta e_4}{1 + e_{04}} h_4 = \frac{0.0089}{1 + 0.637} \times 160 = 0.87\text{cm}$

6) 计算 S :

$$S = \sum S_i = 3.54 + 2.50 + 1.56 + 0.87 = 8.47\text{cm}$$

4-7 某土样置于压缩仪中, 两面排水, 在压力 p 作用下压缩, 经 10min 后, 固结度达 50%, 试样厚 2cm。试求:

- 加载 8 min 后的超静水压分布曲线;
- 20min 后试样的固结度;
- 若使土样厚度变成 4cm (其他条件不变), 要达到同样的 50%固结度需要多少时间?

解: 略

4-8 某饱和土层厚 3 m, 上下两面透水, 在其中部取一土样, 于室内进行固结试验 (试样厚 2cm), 在 20 min 后固结度达 50%。求:

- 固结系数 c_v ;

(b) 该土层在满布压力 p 作用下, 达到 90% 固结度所需的时间。

解: (a) $U = 50\%$, 由公式 (4-45), 有: $U = 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp(-\frac{\pi^2}{4} T_v) = 0.5$

得: $T_v = 0.196$, 当然, 也可直接用近似公式 (4-46) 求解:

$$\because U = 50\% < 60\%, \therefore T_v = \frac{\pi}{4} U^2 = \frac{\pi}{4} \times 0.5^2 = 0.196$$

由 $T_v = \frac{c_v t}{H^2} \Rightarrow c_v = \frac{T_v H^2}{t} = \frac{0.196 \times 1^2}{20 \times 60} = 0.000163 \text{ cm}^2/\text{s} = 0.588 \text{ cm}^2/\text{h}$

(b) $U = 90\%$, $t_{90} = \frac{T_v H^2}{c_v} = \frac{0.848 \times 150^2}{0.588} = 32449 \text{ h} = 1352 \text{ d} = 3.70 \text{ y}$

注意 H 的取法和各变量单位的一致性。

4-9 如图 4-34 所示饱和黏土层 A 和 B 的性质与 4-8 题所述的黏土性质完全相同, 厚 4 m, 厚 6 m, 两层土上均覆有砂层。B 土层下为不透水岩层。求:

(a) 设在土层上作用满布压力 200 kPa, 经过 600 天后, 土层 A 和 B 的最大超静水压力各多少?

(b) 当土层 A 的固结度达 50%, 土层 B 的固结度是多少?

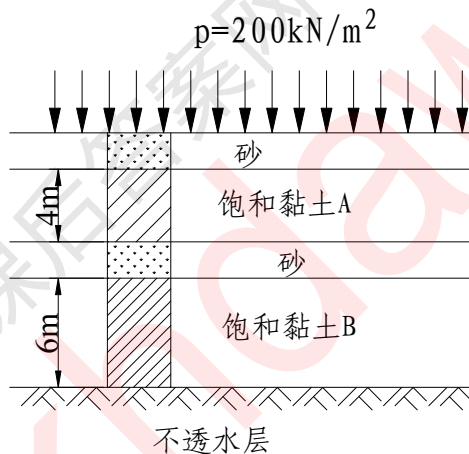


图 4-34 习题 4-9 图

解: (a) 由前已知: $c_v = 0.588 \text{ cm}^2/\text{h}$, 所以:

对于土层 A, 有: $T_v = \frac{c_v t}{H^2} = \frac{0.588 \times 600 \times 24}{200^2} = 0.212$

对于土层 B, 有: $T_v = \frac{c_v t}{H^2} = \frac{0.588 \times 600 \times 24}{600^2} = 0.0235$

$$\begin{aligned} \therefore u_{A\max} &= \frac{4p}{\pi} \sin\left(\frac{\pi \cdot H}{2H}\right) \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right) \quad (\text{取1项 } m=0) \\ &= \frac{4 \times 200}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} \times 0.212\right) \\ &= 150.9 \text{ kPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
u_{B\max} &= 2p \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{M} \sin\left(\frac{Mz}{H}\right) \exp(-M^2 T_v) \\
&= 2 \times 200 \times \left[\frac{2}{\pi} \sin \frac{\pi}{2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right) + \frac{2}{3\pi} \sin \frac{3\pi}{2} \exp\left(-\frac{9\pi^2}{4} T_v\right) + \frac{2}{5\pi} \sin \frac{5\pi}{2} \exp\left(-\frac{25\pi^2}{4} T_v\right) + \dots \right] \\
&= 400 \times \frac{2}{\pi} \times \left[\exp\left(-\frac{\pi^2}{4} \times 0.0235\right) - \frac{1}{3} \exp\left(-\frac{9\pi^2}{4} \times 0.0235\right) + \frac{1}{5} \exp\left(-\frac{25\pi^2}{4} \times 0.0235\right) + \dots \right] \\
&= 2546 \times [0.9437 - 0.1978 + 0.0469 - 0.0083 + \dots]
\end{aligned}$$

所以, 取 1 项时, $u_{B\max} \approx 240.3\text{kPa}$, 取 2 项时, $u_{B\max} \approx 189.9\text{kPa}$, 取 3 项时, $u_{B\max} \approx 201.8\text{kPa}$, 取 4 项时, $u_{B\max} \approx 199.7\text{kPa}$ ……。可以看到这是一个逐步收敛的过程。所以对于土层 B, 应取 4 项上进行计算才能得到合理的结果, 其最终结果约为 200kPa 。

注意: 当项数太少时, 计算结果显然是不合理的。

$$\begin{aligned}
(b) \quad U_A &= 50\%, \quad T_{vA} = 0.196 = \frac{c_v t}{H_A^2} \\
\therefore t &= \frac{0.196 \times H_A^2}{c_v} = \frac{T_{vB} H_B^2}{c_v} \Rightarrow T_{vB} = \frac{0.196 H_A^2}{H_B^2} = 0.196 \times \frac{2^2}{6^2} = 0.0218
\end{aligned}$$

因为 T_v 太小, 故不能用公式 (4-45) 计算 U_B , 现用公式 (4-44) 计算如下:

$$\begin{aligned}
U_B &= 1 - 2 \sum_{m=0}^{\infty} \frac{1}{M^2} \exp(-M^2 T_v) \\
&= 1 - 2 \times \left[\frac{4}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right) + \frac{4}{9\pi^2} \exp\left(-\frac{9\pi^2}{4} T_v\right) + \frac{4}{25\pi^2} \exp\left(-\frac{25\pi^2}{4} T_v\right) + \frac{4}{49\pi^2} \exp\left(-\frac{49\pi^2}{4} T_v\right) + \dots \right] \\
&= 1 - \frac{8}{\pi^2} \times \left[\exp(-0.0538) + \frac{1}{9} \exp(-0.4841) + \frac{1}{25} \exp(-1.3447) + \frac{1}{49} \exp(-2.636) + \dots \right] \\
&= 1 - 0.81 \times [0.9476 + 0.0685 + 0.0104 + 0.0015 + \dots] \\
\therefore U_{B1} &\approx 0.232 \quad U_{B2} \approx 0.177 \quad U_{B3} \approx 0.168 \quad U_{B4} \approx 0.167 \quad \dots
\end{aligned}$$

当然, 本题也可采用近似公式 (4-46) 计算, 结果如下:

$$\text{由 (4-46): } T_{vB} = \frac{\pi}{4} U_B^2 \Rightarrow U_B = \sqrt{\frac{4}{\pi} \times 0.0218} = 0.166$$

可见两者的计算结果极为近似。

注意: 本题当计算项数太少时, 误差很大。121 页 (4-45) 式上两行指出, 当 $U > 30\%$ 时, 可取一项计算。而当 $U = 30\%$ 时, $T_v = 0.07$, 可供计算时参考。在本题中, $T_v = 0.0235 < 0.07$, 故应多取几项计算。

4-10 设有一砾砂层, 厚 2.8m , 其下为厚 1.6m 的饱和黏土层, 再下面为透水的卵石夹砂 (假定不可压缩), 各土层的有关指标示于图 4-35。现有一条形基础, 宽 2m , 埋深 2m , 埋于砾砂层中, 中心荷载 300kN/m , 并且假定为一次加上。试求:

(a) 总沉降量;

(b) 下沉总沉降量时所需的时间。

解: 略

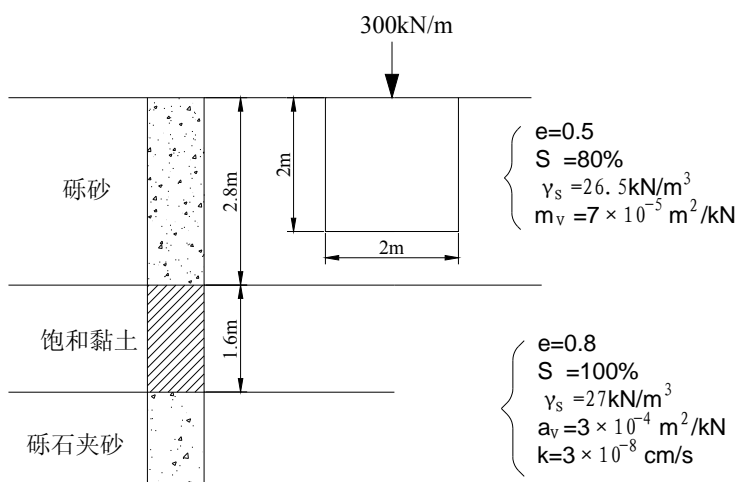


图4-35 习题4-10图

4-11 设有一宽 3m 的条形基础，基底一下为 2m 砂层，砂层下面有 3m 厚的饱和软黏土层，再下面为不透水的岩层。试求：

(a) 取原状饱和黏土样进行固结试验，试样厚 2m，上面排水，测得固结度为 90% 时所需时间为 5 h，求其固结系数；

(b) 基础荷载是一次加上的，问经过多少时间，饱和黏土层将完成总沉降量的 60%。

解：(a)

$$U = 0.9 \quad T_v = 0.848$$

$$c_v = T_v \frac{H^2}{t_{90}} = 0.848 \times \frac{1^2}{5} = 0.1696 \text{ cm/h}$$

(b) 由荷载和排水情况对照图 4-27 知本题属于情况 2，所用的基本公式为 (4-52)：

$$U_2 = U_A + \frac{r-1}{r+1}(U_A - U_B) = 0.6 \quad (1)$$

注意：由于本题的荷载应力图形为梯形，故不能用公式 $T_v = \frac{\pi}{4} U^2$ (4-46) 计算 T_v 。

先确定 r ， $r = \sigma_a / \sigma_b$

条基宽度为 3m，设基底下的应力为 p_0 ，则：

粘土层顶面， $x=0$ ， $z=2\text{m}$ ，所以： $x/b=0$ $z/b=2/3=0.667$

查表 3-2，得： $k_a = 0.82 - \frac{0.82-0.668}{0.75-0.5} \times (0.667-0.5) = 0.718$

粘土层底面， $x=0$ ， $z=5\text{m}$ ，所以： $x/b=0$ $z/b=5/3=1.667$

查表 3-2，得： $k_b = 0.396 - \frac{0.396-0.306}{2-1.5} \times (1.667-1.5) = 0.366$

$$\therefore r = \frac{\sigma_a}{\sigma_b} = \frac{k_a p_0}{k_b p_0} = \frac{k_a}{k_b} = \frac{0.718}{0.366} = 1.96$$

代入 (1) 式，得： $U_A + \frac{1.96-1}{1.96+1}(U_A - U_B) = 0.6$

得到： $1.32U_A - 0.32U_B = 0.6 \quad (2)$

由公式 (4-45)，有： $U_A \approx 1 - \frac{8}{\pi^2} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right)$

由公式 (4-50)，有： $U_B \approx 1 - \frac{32}{\pi^3} \exp\left(-\frac{\pi^2}{4} T_v\right)$

代入 (2) 并化简, 有: $\exp\left(-\frac{\pi^2}{4}T_v\right) = 0.54$

解之, 得: $T_v = 0.2497$

$$\therefore t = \frac{T_v \cdot H^2}{c_v} = \frac{0.2497 \times 300^2}{0.1696} = 132522\text{h} = 5522\text{d} = 15.13\text{y}$$

4-12 基础平面尺寸为 $6\text{m} \times 18\text{m}$, 埋深 2m , 地基为 4m 厚的中砂和 4m 厚的饱和黏土层, 其下为不透水岩层, 有关土的各项资料示于图 4-36。假定中心荷载由零开始随时间按直线增加, 到 60 天后达到 32400kN , 以后保持不变。问:

- (a) 最终地基沉降量是多少?
- (b) 开工后 60 天和 120 天的沉降量是多少?

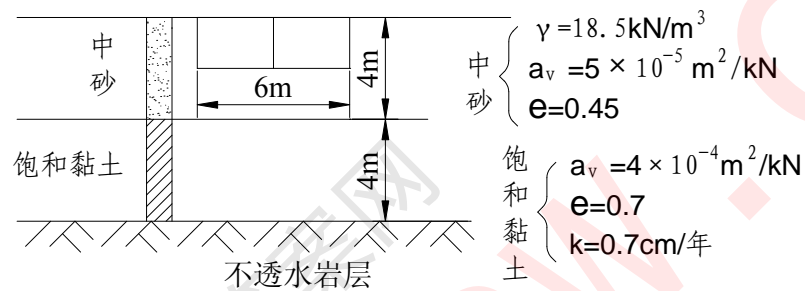


图4-36 习题4-12图

解: 略