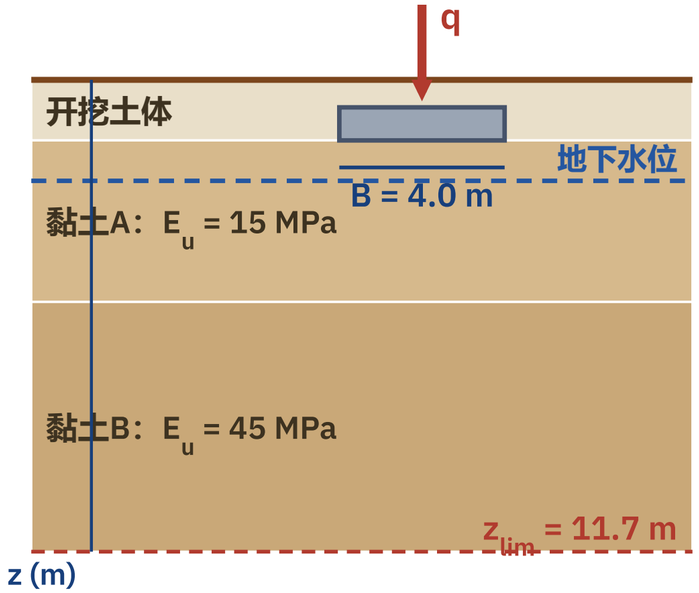
岩土工程讲义 · 沉降

弹性沉降：黏性土

讲义：从弹性理论到Steinbrenner系数，从分层剖面到柔性基础和刚性基础；黏土层按不排水条件(E_u, $\nu = 0.5$)考虑；每个主题均有工程算例。

Hooke定律 | Steinbrenner系数 | 分层地层剖面 | 净压力 | 柔性基础与刚性基础 | 工程算例



引言

本讲内容

从**Hooke定律**到沉降积分：$\varepsilon_z = [\Delta\sigma_z - \nu(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)]/E$，以及$S = \int \varepsilon_z \, dz$

计算**Steinbrenner系数**(F_1, F_2, I_s)，并求矩形基础的**中心**沉降和**角点**沉降

将黏性土层按**不排水**处理($E_u = \beta \, c_u$, $\nu = 0.5$)

按$I_s(z_{lower}) - I_s(z_{upper})$之差对**分层剖面**求和

确定**净压力**（开挖影响）和**计算深度**（影响深度）

区分**柔性**基础与**刚性**基础的沉降（刚性≈0.93×柔性中心沉降）

讲授流程

每个主题按**三个步骤**讲解：

1 · **理论**：规则是什么，为什么如此?

2 · **题目**：已知条件与所求

3 · **解答**：逐步计算，代入数值

算例基础：4 m × 6 m柔性矩形基础，q = 180 kPa，开挖深度1.5 m，地下水位2.5 m；黏土层。沉降量以mm为单位。

本模块计算什么?

理论

本模块**仅处理黏性土**（黏土、粉土）土层，并计算**瞬时（弹性）沉降**：即荷载一经施加、在体积不变条件下产生的沉降。

由荷载下土体的**Boussinesq**应力，**按Hooke定律**求得应变，应变的积分即为沉降。

黏土的**固结**（排水引起的沉降）在固结模块中计算；两者之和在总沉降(2D)模块中给出。

解答是**解析式**的：闭式影响系数与逐层求和；不涉及有限元。

范围之外：Schmertmann法、SPT/CPT图表、随深度增大的模量（Mayne–Poulos）、基础刚度以及土–结构相互作用。

土层类型

	黏性土
性状	不排水
E	$E_u = \beta\, c_u$
ν	0.5

Hooke定律与沉降积分

理论

在承受净压力q_{net}的**完全柔性**基础下，土体为半无限均质弹性介质（Boussinesq应力）。Hooke定律给出竖向应变，其积分给出沉降：

$$S = \int \varepsilon_z \, dz = \int \frac{\Delta\sigma_z - \nu\left(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y\right)}{E} \, dz$$

侧向应力取决于ν，因此变形和沉降**既随E变化，又随ν变化。**

ν增大时，侧向应力使竖向应变**减小**：E相同时，ν = 0.5的土体比ν = 0.3的土体沉降更小。

沉降与E**成反比**：模量增大一倍，沉降减小一半。

符号说明

q_{net}：净压力（开挖后新增）

$\Delta\sigma_z$, $\Delta\sigma_x$, $\Delta\sigma_y$：应力增量

E, ν：土层的弹性常数

ε_z：竖向应变（压缩为正）

题目

算例

已知条件

附加应力	$\Delta\sigma_z = 100$ kPa, $\Delta\sigma_x = \Delta\sigma_y = 40$ kPa
土	$E_u = 25$ MPa, $\nu = 0.5$
土条	**厚度1.0 m**

求

求竖向应变和该分层的压缩量；并与ν = 0（一维）假定下的结果比较。

解答

解答

1 竖向应变

$$\varepsilon_z = \frac{\Delta\sigma_z - \nu(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)}{E} = \frac{100 - 0.50(40 + 40)}{25{,}000} = \frac{60.0}{25{,}000} = \mathbf{0.00240}$$

2 分层的压缩量(H = 1.0 m)

$$\Delta S = \varepsilon_z H = 0.00240(1.0) = \mathbf{2.40}\ \text{mm}$$

3 对比：ν = 0

$$\varepsilon_z = \frac{100}{25{,}000} = 0.00400 \ \Rightarrow\ \Delta S = 4.00\ \text{mm}$$

侧向应力(ν = 0.50)使变形减小**40%**：2.40 mm，而一维情形为4.00 mm。

在GeoTerva中验算解答 ↗

角点的闭式解

理论

均布荷载矩形的**角点**处，积分有闭式解(Steinbrenner)：

$$S = q_{net}\,\alpha\,B'\,\frac{1-\nu^2}{E}\,I_s \qquad I_s = F_1 + \frac{1-2\nu}{1-\nu}\,F_2$$

$$F_1 = \frac{A_0 + A_1}{\pi} \qquad F_2 = \frac{n'}{2\pi}\tan^{-1} A_2$$

m′ = L′/B′，n′ = z/B′（B′为角点矩形的短边）。**中心点**是四个(B/2 × L/2)矩形的公共角点：α = 4，B′ = B/2。**角点**是整个矩形的角点：α = 1，B′ = B。其他任意点的应力为以该点为角点的四个矩形的代数和。

> 当ν = 0.5时，(1 − 2ν) = 0：**$I_s = F_1$**，且(1 − ν²) = 0.75。

符号说明

α：角点矩形数（中心为4，角点为1）

B′：角点矩形的短边

m′ = L′/B′, n′ = z/B′

z：距基础底面的深度

I_s：形状系数

A_0、A_1、A_2及条带边界

理论

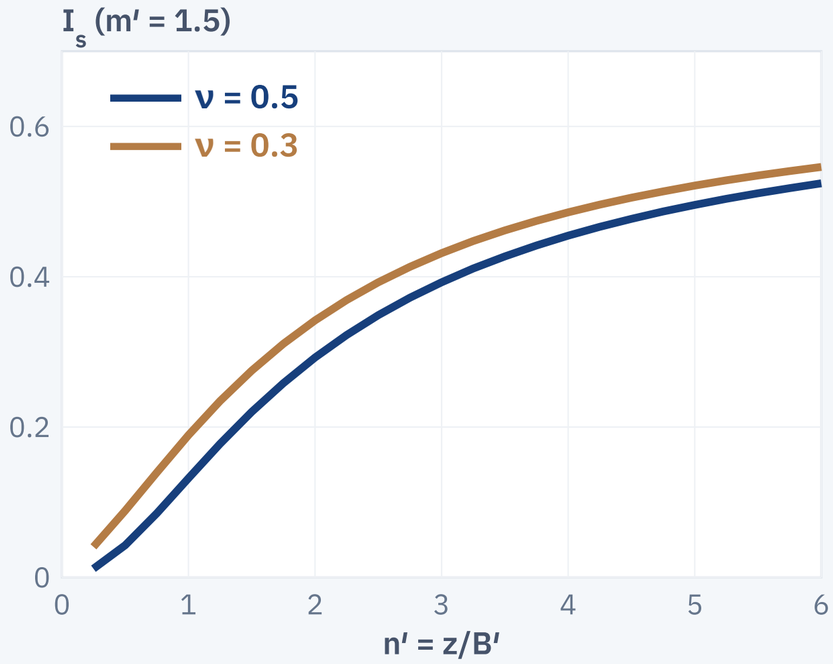
$$A_0 = m' \ln \frac{\left(1+\sqrt{m'^2+1}\right)\sqrt{m'^2+n'^2}}{m'\left(1+\sqrt{m'^2+n'^2+1}\right)}$$

$$A_1 = \ln \frac{\left(m'+\sqrt{m'^2+1}\right)\sqrt{1+n'^2}}{m'+\sqrt{m'^2+n'^2+1}} \qquad A_2 = \frac{m'}{n'\sqrt{m'^2+n'^2+1}}$$

条形基础($m' \to \infty$)：$F_1 = \ln(1 + n'^2)/2\pi$，$F_2 = (n'/2\pi)\tan^{-1}(1/n')$；在其边缘处$\alpha = 2$，$B' = B$。

计算引擎直接按公式计算；无需图表或取整后的表格。

I_s随深度增大，并**缓慢趋于饱和**：深层土的贡献有限（侧边$m' = 1.5$）。



题目

算例

已知条件

基础	**B × L = 4 × 6 m，中心下方深度z′ = 4 m处（自基础底面起算）**
角点矩形	**B/2 × L/2 = 2 × 3 m ⇒ B′ = 2 m, m′ = 1.5, n′ = z′/B′ = 2.0**
土	$\nu = 0.5$**（不排水）**

求

求A_0、A_1、A_2、F_1、F_2和I_s的值。

解答

解答

1 A_0、A_1、A_2（平方根：$\sqrt{(m'^2+1)}=1.8028$；$\sqrt{(m'^2+n'^2)}=2.5000$；$\sqrt{(m'^2+n'^2+1)}=2.6926$）

$$A_0 = 1.5\ln\frac{(1+1.8028)(2.5000)}{1.5(1+2.6926)} = \mathbf{0.3527} \qquad A_1 = \ln\frac{(1.5+1.8028)\sqrt{5}}{1.5+2.6926} = \mathbf{0.5662}$$

$$A_2 = \frac{1.5}{2(2.6926)} = \mathbf{0.2785}$$

2 F_1、F_2和I_s

$$F_1 = \frac{0.3527+0.5662}{\pi} = \mathbf{0.2925} \qquad F_2 = \frac{2}{2\pi}\tan^{-1}(0.2785) = \mathbf{0.0865}$$

$$I_s = F_1 + \frac{1-2(0.50)}{1-0.50}F_2 = \mathbf{0.2925}$$

由于ν = 0.5，(1 − 2ν) = 0，且**$I_s = F_1 = 0.2925$**；F_2不影响结果。

在GeoTerva中验算解答 ↗

不排水模量E_u，$\nu = 0.5$

理论

饱和黏土在施加荷载时**体积不变**($\nu = 0.5$)：这就是其瞬时沉降。水排出所产生的沉降是固结沉降，由另一个模块计算。不排水模量由抗剪强度导出：

$$E_u = \beta\, c_u \qquad \nu = 0.5$$

β取决于塑性指数和超固结比：取值**从几百到约1500**不等。

$\nu = 0.5$时，$I_s = F_1$，$(1 - \nu^2) = 0.75$。

刚度随深度增加的黏土，**划分为若干层**。

黏土的β

β	E_u (c_u = 50 kPa)
300	15 MPa
500	25 MPa
1000	50 MPa
1500	75 MPa

题目

算例

已知条件

黏土　$c_u = 50$ kPa; $\beta = 300,\ 500,\ 1000,\ 1500$

参考　**β = 500时，多层土算例中的单层沉降S = 18.1 mm（算例6）**

求

各β对应的E_u以及沉降与参考值之比。

解答

解答

1 不排水模量(c_u = 50 kPa)

$$E_u = \beta c_u: \quad 300(50) = \mathbf{15}\ \text{MPa},\ \ 500(50) = \mathbf{25},\ \ 1000(50) = \mathbf{50},\ \ 1500(50) = \mathbf{75}\ \text{MPa}$$

β	E_u (MPa)	S (mm)	$S / S_{\beta=500}$
300	15	30.2	1.67
500	25	18.1	1.00
1000	50	9.1	0.50
1500	75	6.0	0.33

沉降与E_u**成反比**：β在300与1500之间变化时，沉降变化**5倍**(30 → 6 mm)。黏土的模量是计算中最不确定的输入参数。

在GeoTerva中验算解答 ↗

开挖首先卸除荷载

理论

开挖卸除了坑底标高处的**有效上覆自重应力**（地下水位不变）。当卸载与再加载采用同一个模量时，开挖引起的弹性隆起在再加载时恢复；瞬时沉降由**净压力**决定：

$$q_{net} = q_{gross} - \sigma'_{v0}(D_{exc})$$

- $\sigma'_{v0}(D_{exc})$：基坑底面处的初始有效应力（地下水位以上取γ，以下取$\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$）。
- 若$q_{net} \le 0$，则不产生沉降（负值为弹性隆起）。
- 若无开挖，$q_{net} = q_{gross}$（压力作用于地面）。

NEDEN NET?

开挖时移除的土体重量所对应的荷载，在基础建成后**得以恢复**。土体的沉降仅由在该荷载**之上附加**的压力引起。

题目

算例

已知条件

荷载	$q_{gross} = 180$ kPa；**开挖深度**$D_{exc} = 1.5$ m
土	$\gamma = 19$ kN/m^3, $\gamma_{sat} = 19.5$ kN/m^3
地下水位	**(a) 2.5 m（基坑底以下） · (b) 1.0 m（基坑底以上）**

求

求每种情形下的$\sigma'_{v0}(D_{exc})$和q_{net}值。

解答

解答

1 (a)地下水位2.5 m > 1.5 m：坑底处无水

$$\sigma'_{v0} = \gamma D_{exc} = 19.0(1.5) = 28.50 \text{ kPa} \Rightarrow q_{net} = 180 - 28.50 = \mathbf{151.50} \text{ kPa}$$

2 (b)地下水位1.0 m：基坑底位于水位以下0.5 m(γ′ = 19.5 − 9.81 = 9.69 kN/m³)

$$\sigma'_{v0} = 19.0(1.0) + 9.69(0.5) = 23.845 \text{ kPa} \Rightarrow q_{net} = 180 - 23.845 = \mathbf{156.16} \text{ kPa}$$

若水位高于基坑底面，则卸除的有效应力减小，净压力**增大**(151.5 → 156.2 kPa)：地下水位较高会使瞬时沉降增大。

在GeoTerva中验算解答 ↗

影响深度：Δσ = p · q

理论

荷载下的附加应力随深度减小，但不会为零；求和需设一个下限：**计算深度z_{lim}**。模块提供两条规则：

影响深度：基础中心下方Boussinesq应力增量降至所施加压力的**p**倍处的深度（常取p = 10%）：$I(z') = p$，$z_{lim} = D_f + z'$。

剖面底部：计算终止于最后一层（岩石或密实碎石土等坚硬底面；Steinbrenner的刚性底面土层）。

若剖面终止于z_{lim}之上，则最后一层以相同的性质延续至z_{lim}。

$$I = \frac{\Delta\sigma_z}{q} = 4\, I_{corner}(m, n) \qquad m = \frac{B}{2z'},\ n = \frac{L}{2z'}$$

z′/B (p = %10 | %20)

L/B	p = %10	p = %20
1.0	2.09 B	1.40 B
1.5	2.55 B	1.70 B
2.0	2.92 B	1.94 B
5.0	4.33 B	2.68 B
条形	6.34 B	3.13 B

题目

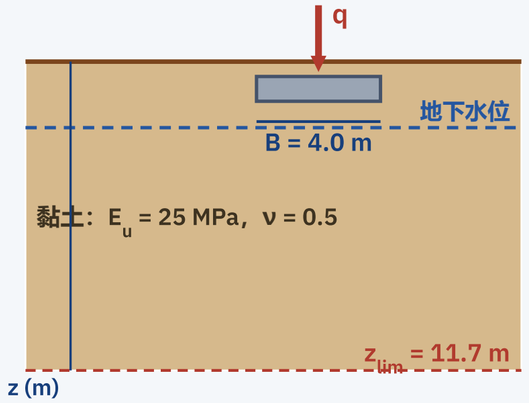
算例

已知条件

基础	B × L = 4 × 6 m (L/B = 1.5)，位于基坑底；D_f = 1.5 m
规则	影响深度，p = 10% (I = 0.10)
公式	$I = 4\,I_{corner}(m,n),\ m = B/2z',\ n = L/2z'$

求

z′与z_{lim}；z′ = 4 m和10.19 m时I的值。



解答

解答

1 z′ = 4 m: m = 2/4 = 0.5; n = 3/4 = 0.75

$$I = 4\,I_{corner}(0.5;\ 0.75) = 4(0.1071) = \mathbf{0.4283}$$

2 条件I = 0.10：用二分法

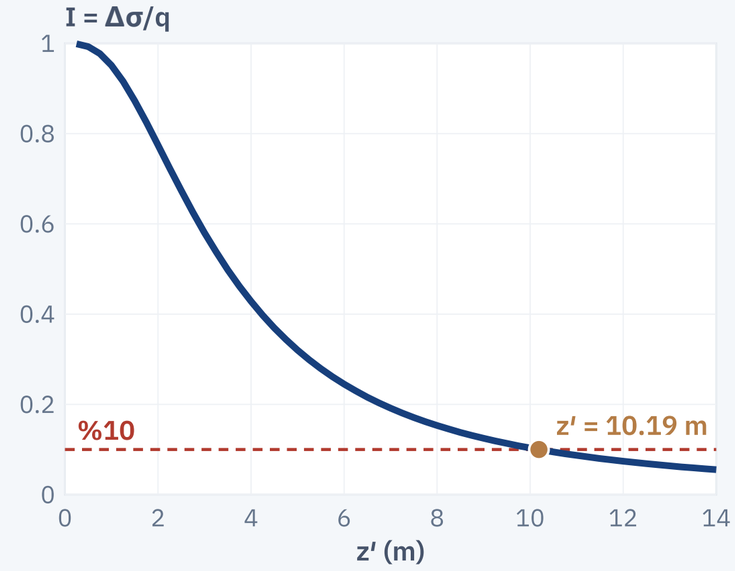
$$z' = \mathbf{10.19}\ \text{m} \quad (= 2.55\,B)$$

$$z_{lim} = D_f + z' = 1.5 + 10.19 = \mathbf{11.69}\ \text{m}$$

3 验算：z′ = 10.19 m ⇒ m = 2/z′，n = 3/z′

$$m = 0.1963,\ n = 0.2945$$

$$I = 4(0.0250) = \mathbf{0.1000}$$



累加至10.19 m(2.55 B)的深度；其下为压力小于10%的区域。正方形基础为2.09 B，条形基础为6.34 B：**宽大的基础影响深度更大。**

在GeoTerva中验算解答 ↗

土层的贡献：I_s差值

理论

位于z_{top}与z_{bottom}（自基础底面起算）之间的土层，贡献的是半无限介质解在**两个深度处的差值**，并采用其自身的E和ν：

$$\Delta S = q_{net}\,\alpha\,B'\,\frac{1-\nu^2}{E}\,\left[I_s(z_{bottom}) - I_s(z_{üst})\right]$$

这是Hooke应变在土层上的积分（采用均质半空间应力）：对于这一假定，结果是**精确的**；结果与分层厚度Δz无关（分层仅用于表格和色块区域）。

它取代单层公式中的**加权平均模量**。

刚度随深度增加的土层应划分为若干层。

总计

剖面的沉降是各土层贡献直至z_{lim}的**总和**：$S = \Sigma\,\Delta S_i$。每一土层仅计入位于基底标高与z_{lim}之间的部分。

题目

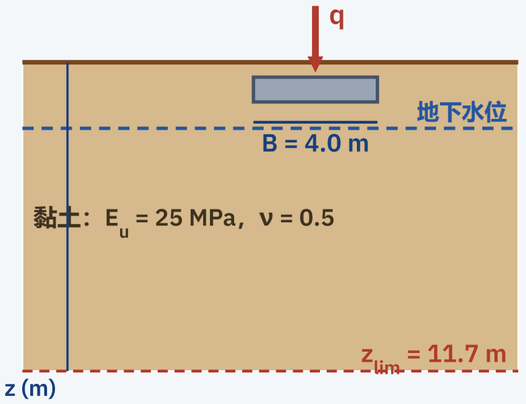
算例

已知条件

基础	**矩形，B × L = 4 × 6 m，基底深度D_f = 1.5 m（开挖底面）**
荷载	$q_{gross} = 180$ kPa **（柔性基础，均布压力）**
土	**单层黏土：** $E_u = 25$ MPa, $\nu = 0.5$, $\gamma = 19$ kN/m^3**；地下水位2.5 m**
计算深度	**影响深度，p = 10%（算例5）：z′ = 10.19 m，z_{lim} = 11.69 m；土层延伸至该深度**

求

柔性基础的**中心**沉降**S**。



解答 (1/2)

解答

1 净压力（算例4a）及系数k = $q_{net}(1-\nu^2)/E$

$$q_{net} = 151.50 \text{ kPa} \qquad k = \frac{q_{net}(1-\nu^2)}{E} = \frac{151.50(0.75)}{25{,}000} = 0.004545 \quad \text{(无量纲)}$$

2 中心：α = 4，B′ = B/2 = 2 m，m′ = 1.5；z′ = 10.19 m ⇒ n′ = z′/B′ = 5.094

$$A_0 = 0.6569,\ A_1 = 0.9097,\ A_2 = 0.0545$$

$$F_1 = 0.4986,\ F_2 = 0.0441 \ \Rightarrow\ I_s = \mathbf{0.4986}$$

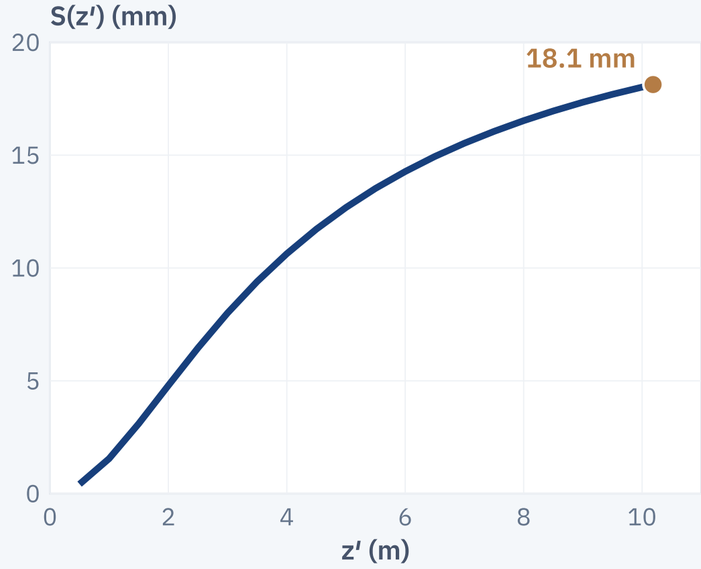
解答 (2/2)

解答

3 沉降：$S = k \cdot \alpha\, B' \cdot I_s$

$$S = 0.004545\,(4)(2)(0.4986) = 0.004545(3.9892)$$
$$= 0.01813\ \text{m} = \mathbf{18.1\ mm}$$

中心沉降为**18.1 mm**。S(z′)图中：沉降的大部分发生在上部2B(8 m)范围内；深层土层的贡献很小。



在GeoTerva中验算解答 ↗

题目

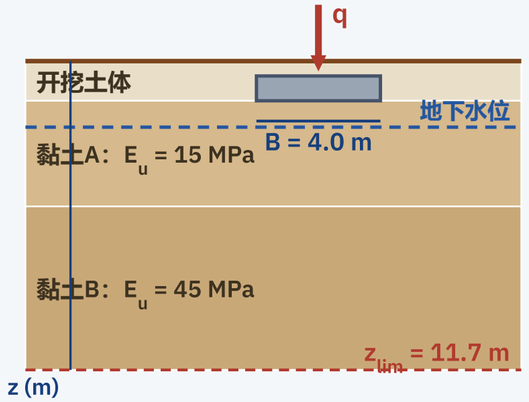
算例

已知条件

基础、荷载	**B × L = 4 × 6 m, q_{gross} = 180 kPa, D_f = 1.5 m ⇒ q_{net} = 151.50 kPa**
A层	**自基础底面起厚4 m：** $E_u = 15$ MPa
B层	**下方至z_{lim}：** $E_u = 45$ MPa
计算深度	**z'_{lim} = 10.19 m**

求

求各土层的**中心点**沉降和总沉降，并与单层情形比较。



解答 (1/2)

解答

1 各土层系数k = $q_{net}(1-\nu^2)/E$和α B′ I_s（中心点；算例2和6）

$$k_A = \frac{151.50(0.75)}{15{,}000} = 0.007575 \qquad k_B = \frac{151.50(0.75)}{45{,}000} = 0.002525$$

$$8\,I_s(z'=4) = 8(0.2925) = 2.3398 \qquad 8\,I_s(z'_{lim}) = 3.9892$$

剖面划分为两层时，各层采用**各自的模量**，并按I_s在各层范围内的增量叠加求和。

解答 (2/2)

解答

2 各土层沉降及总沉降

$$\Delta S_A = k_A (8I_s)_4 = 0.007575(2.3398) = 17.7 \text{ mm}$$

$$\Delta S_B = k_B \left[(8I_s)_{lim} - (8I_s)_4\right] = 0.002525(3.9892 - 2.3398) = 4.2 \text{ mm}$$

$$S = \Delta S_A + \Delta S_B = \mathbf{21.9\ mm}$$

中心总沉降为**21.9 mm**（计算引擎：21.9 mm）。单一土层（E = 25 MPa）时为18.1 mm：由于上部4 m为**软弱土**，沉降增大了**21%**；A层承担总沉降的81%。

在GeoTerva中验算解答 ↗

中心点、角点与刚性沉降

理论

公式给出的是**完全柔性**基础的沉降：**中心处最大**，角点最小；二者之差即柔性基础的**差异沉降**。刚性基础**均匀**沉降：约为柔性基础中心沉降的0.93倍：

$$S_{rigid} \approx 0.93\, S_{center} \qquad S_{diff} = S_{center} - S_{köşe}$$

中心：α = 4，B′ = B/2。角点：α = 1，B′ = B（整个矩形的角点）。

基础埋置：Fox深度系数I_f（取决于D_f/B、B/L和ν）会减小埋置基础的沉降。模块取I_f = 1：不作修正，**偏于安全**。

注

实际基础的刚度介于柔性与刚性之间。模块给出两个极端值；中间刚度和土–结构相互作用不在其范围之内。

题目

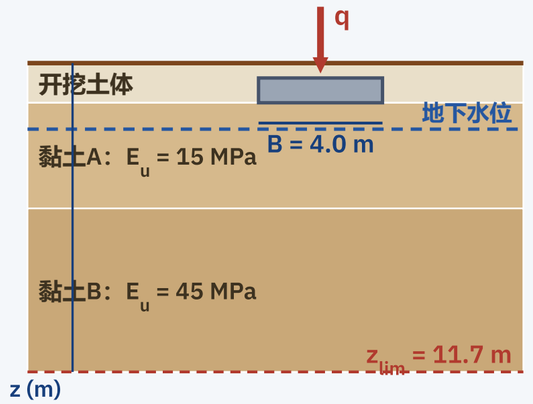
算例

已知条件

剖面	**算例7：A层(4 m)和B层；z'_{lim} = 10.19 m**
基础	**柔性，4 × 6 m**
角点	**α = 1, B′ = B = 4 m ⇒ m′ = L/B = 1.5; n′ = z′/4**

求

角点沉降、**刚性**基础沉降以及柔性基础的**差异**沉降。



解答

解答

1 角点的4·I_s值($n' = z'/4$)

$$z' = 4\ (n' = 1):\ 4\,I_s = 0.5277$$

$$z'_{lim} = 10.19\ (n' = 2.547):\ 4\,I_s = 1.4137$$

2 角点沉降

$$S_{köşe} = k_A(0.5277) + k_B(1.4137 - 0.5277) = 4.0 + 2.2 = \mathbf{6.2\ mm}$$

3 刚性与差异沉降

$$S_{rigid} = 0.93(21.9) = \mathbf{20.4\ mm} \qquad S_{diff} = 21.9 - 6.2 = \mathbf{15.7\ mm}$$

中心21.9、角点6.2、刚性基础20.4 mm；柔性基础的差异沉降为**15.7 mm**。角点沉降仅为中心的28%。

在GeoTerva中验算解答 ↗

题目

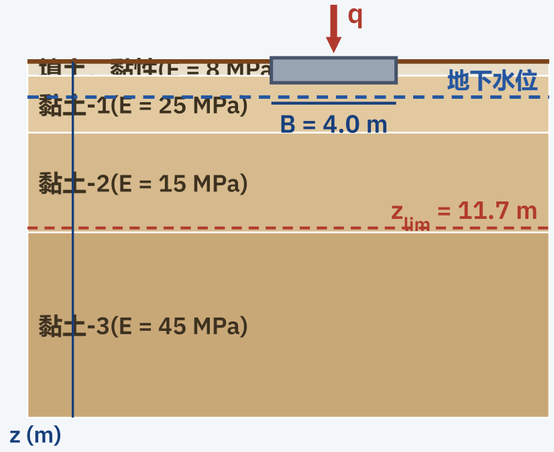
算例

已知条件

基础	**B × L = 4 × 6 m，q_{gross} = 180 kPa，开挖深度1.5 m，地下水位2.5 m**
剖面	**黏土质填土0–1 m：E_u = 8 MPa；黏土-1 1–5 m：E_u = 25 MPa；黏土-2 5–12 m：E_u = 15 MPa；黏土-3 12–25 m：E_u = 45 MPa**
计算深度	**影响深度，p = 10%**

求

逐层的**中心**沉降和**角点**沉降；柔性基础的中心沉降、角点沉降，以及刚性基础沉降和差异沉降。



解答 (1/2)

解答

1 净压力（开挖底面1.5 m）

$$\sigma'_{v0}(1.5) = 27.50 \text{ kPa} \quad \Rightarrow \quad q_{net} = 180 - 27.50 = \mathbf{152.50} \text{ kPa}$$

2 计算深度与分层

$$z_{lim} = 1.5 + 10.19 = \mathbf{11.69} \text{ m} \qquad \text{挖除坑底以上的土层}$$

坑底(1.5 m)位于黏土-1层内：各土层仅计入1.5 m以下的部分。z_{lim} = 11.69 m落在黏土-2层内，故该层被截断。

解答 (2/2)

解答

土层	z (m)	H (m)	E (MPa)	k (×10⁻³)	ΔS中心(mm)	ΔS角点(mm)
黏土-1（CL，硬塑）	1.50 – 5.00	3.50	25	4.575	9.5	2.0
黏土-2（CH，坚硬）	5.00 – 11.69	6.69	15	7.625	14.7	7.5
合计					**24.1**	**9.5**

中心**24.1 mm**，角点9.5 mm，刚性基础22.4 mm，差异沉降14.7 mm。模块给出相同的数值。

在GeoTerva中验算解答 ↗

解读结果时应注意的要点

理论

基本假定：

- 基础标高与坑底标高相同；完全柔性基础上压力均匀。
- 各土层中**均质半空间**的应力（采用该土层的ν）。
- 各土层均为黏性土，在**不排水**条件下沉降(E_u, ν = 0.5)。
- 无埋深修正；刚性基础≈0.93×柔性基础中心值。
- 符号规定：沉降取**正值**；标题栏中的选择器可切换为沉降向上为正的表示方式。

超出范围：黏土的固结与次固结；无黏性土层；Schmertmann法，SPT/CPT图表，随深度增大的模量，基础刚度与土–结构相互作用，有限元。

颜色区域

剖面视图以色带显示附加应力、模量、应变和沉降S(z)；基础底面标高处的中心值即为所得沉降。

小结

要点回顾

Hooke定律：$\varepsilon_z = [\Delta\sigma_z - \nu(\Delta\sigma_x + \Delta\sigma_y)]/E$；$\mathbf{S = \int \varepsilon_z\, dz}$；与E成反比

Steinbrenner：$S = q_{net}\,\alpha\,B'\,(1-\nu^2)/E \cdot I_s$；$I_s = F_1 + (1-2\nu)/(1-\nu)\,F_2$；中心取$\alpha = 4$，$B' = B/2$；角点取$\alpha = 1$，$B' = B$

黏土：$E_u = \beta\, c_u$（β为数百至1500），$\nu = 0.5 \Rightarrow I_s = F_1$

分层土：$\Delta S = q_{net}\,\alpha\,B'\,(1-\nu^2)/E \cdot [I_s(z_{bottom}) - I_s(z_{top})]$；与分层厚度无关

净压力$q_{net} = q_{gross} - \sigma'_{v0}(D_{exc})$；**计算深度**$I(z') = p$（正方形基础2.09 B，L = 1.5 B时2.55 B，条形基础6.34 B）

柔性：中心>角点（差异沉降）；**刚性**约为中心沉降的0.93倍；无埋深修正($I_f = 1$)

参考文献

Das, B.M. (2016). Principles of Foundation Engineering, 8th ed. Cengage.

Steinbrenner, W. (1934). Tafeln zur Setzungsberechnung. Die Strasse, 1, 121–124.

Fox, E.N. (1948). The mean elastic settlement of a uniformly loaded area at a depth below the ground surface. Proc. 2nd ICSMFE, Rotterdam, 1, 129–132.

Bowles, J.E. (1996). Foundation Analysis and Design, 5th ed. McGraw-Hill.

Duncan, J.M. & Buchignani, A.L. (1976). An engineering manual for settlement studies. University of California, Berkeley.

Kulhawy, F.H. & Mayne, P.W. (1990). Manual on Estimating Soil Properties for Foundation Design. EPRI EL-6800.

注

全部数值算例均由模块自身的计算引擎生成，模块给出相同的数值。

在线岩土工程计算

从理论到应用

在GeoTerva中逐步计算本讲义中的算例项目：模块将以该模型打开。

打开模块→

理论页面 →

用手机打开

试用模块无需注册。