

土中应力计算

土中应力指土体在自身重力、建筑物和构筑物荷载以及其他因素(如土中水的渗流、地震等)作用下,土中产生的应力。土中应力过大时,会使土体因强度不够而发生破坏,甚至使土体发生滑动而失去稳定。此外,土中应力的增加会引起土体变形,使建筑物发生沉降、倾斜以及水平位移。土的变形过大,往往会影响建筑物的正常使用或安全。因此,在研究土的变形、强度及稳定性问题时,必须先掌握土中应力的计算。研究土中应力分布是土力学的重要内容之一。

土中某点的应力按产生的原因分为自重应力与附加应力两种。由土体重力引起的应力称为自重应力。自重应力一般是自土体形成之日起就在土中产生。附加应力是在外荷载(如建筑物荷载、车辆荷载、土中水的渗流力、地震荷载等)作用下,在土中产生的应力增量。

3.1 土中自重应力

3.1.1 均质土层中的自重应力

若土体是均匀的半无限体,且假定天然地面是一个无限大的水平面。土体在自身重力作用下任一竖直切面均是对称面,切面上都不存在剪应力。因此,在深度 z 处平面上,土体因自身重力产生的竖向应力 σ_{cz} (称竖向自重应力)等于单位面积上土柱体的重力 W ,如图 3-1 所示。在深度 z 处土的自重应力为

$$\sigma_{cz} = \frac{W}{A} = \frac{\gamma z A}{A} = \gamma z \quad (3-1)$$

式中 γ ——土的重度, kN/m^3 ;

A ——土柱体的截面积, m^2 。

从式(3-1)可知,自重应力随深度 z 线性增加,呈三角形分布(见图 3-1)。

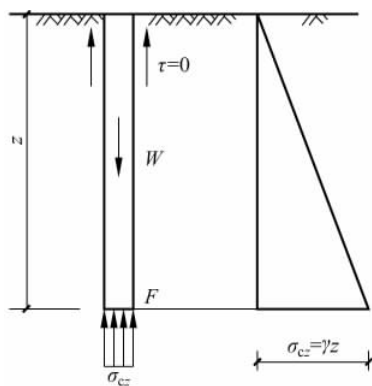


图 3-1 均匀土体中的自重应力分布

3.1.2 成层土中的自重应力

地基土通常为成层土。当地基为成层土体时,各土层的厚度为 h_i ,重度为 γ_i ,则在深度 z 处土的自重应力计算公式如下:

$$\sigma_{cz} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \cdots + \gamma_n h_n = \sum_{i=1}^n \gamma_i h_i \quad (3-2)$$

式中 n ——从天然地面到深度 z 处的土层数。

3.1.3 地下水和不透水层对土中自重应力的影响

当计算地下水位以下土的自重应力时,应根据土的性质确定是否须考虑水的浮力作用。通常认为水下的砂性土是应该考虑浮力作用的,黏性土则视其物理状态而定。一般认为,若水下黏性土的液性指数 $I_L \geq 1$,则土处于流动状态,土颗粒之间存在着大量自由水,可认为土体受到水的浮力作用;若 $I_L \leq 0$,则土处于固体状态,土中自由水受到土颗粒间结合水膜的阻碍而不能传递静水压力,故认为土体不受水的浮力作用;若 $0 < I_L < 1$,土处于固体状态,较难确定土颗粒是否受到水的浮力作用,在工程实践中一般均按不利状态来考虑。

若地下水位以下的土受到水的浮力作用,则水下部分的重度应按有效重度 γ' 计算,其计算方法同成层土体情况,见图 3-2。 γ_w 为水的重度,通常取 10kN/m^3 。

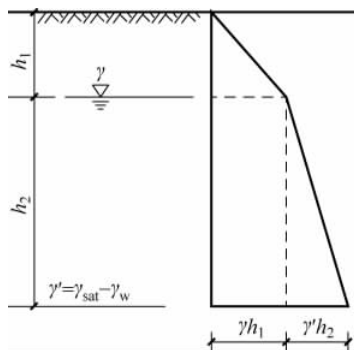


图 3-2 水下土的自重应力

如在地下水位以下埋藏有不透水层(如岩层或只含结合水的坚硬黏土层),由于不透水层中不存在水的浮力,故层面及层面以下的自重应力应按上覆土层的水土总重进行计算。这样,紧靠上覆层与不透水层界面上、下的自重应力有突变,层面处具有两个自重应力值。

3.1.4 水平向自重应力

土的水平向自重应力 σ_{cx} 、 σ_{cy} 可用下式计算:

$$\sigma_{cx} = \sigma_{cy} = K_0 \sigma_{cz} \quad (3-3)$$

式中 K_0 ——侧压力系数,也称为静止土压力系数,可通过室内试验测定。

【例 3-1】 某土层及其物理性质指标如图 3-3 所示。计算下列情况下土中自重应力。

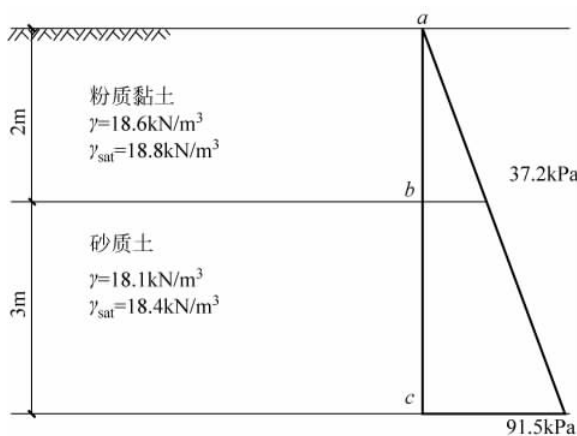


图 3-3 例 3-1 图(没有地下水)

情况 1: 没有地下水;

情况 2: 地下水在天然地面下 1m 位置, 如图 3-4 所示。

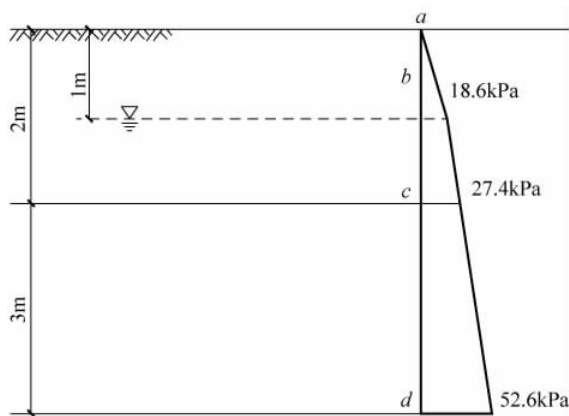


图 3-4 例 3-1 图(有地下水)

【解】 (1) 情况 1: 没有地下水

第 1 层: a 点: $z=0\text{m}$, $\sigma_{cz}=\gamma z=0$

b 点: $z=2\text{m}$, $\sigma_{cz}=18.6 \times 2=37.2(\text{kPa})$

第 2 层: c 点: $z=5\text{m}$, $\sigma_{cz}=18.6 \times 2 + 18.1 \times 3 = 37.2 + 54.3 = 91.5(\text{kPa})$

土层中的自重应力分布图如图 3-3 所示。

(2) 情况 2: 有地下水

第 1 层: a 点: $z=0\text{m}$, $\sigma_{cz}=\gamma z=0$

b 点: $z=1\text{m}$, $\sigma_{cz}=18.6 \times 1=18.6(\text{kPa})$

c 点: $z=2\text{m}$, $\sigma_{cz}=18.6 \times 1 + (18.8 - 10) \times 1 = 18.6 + 8.8 = 27.4(\text{kPa})$

第 2 层: d 点: $z=5\text{m}$, $\sigma_{cz}=18.6 \times 1 + (18.8 - 10) \times 1 + (18.4 - 10) \times 3 = 18.6 + 8.8 + 25.2 = 52.6(\text{kPa})$

土层中的自重应力 σ_{cz} 分布如图 3-4 所示。

【例 3-2】 计算图 3-5 所示水下地基土中的自重应力分布。

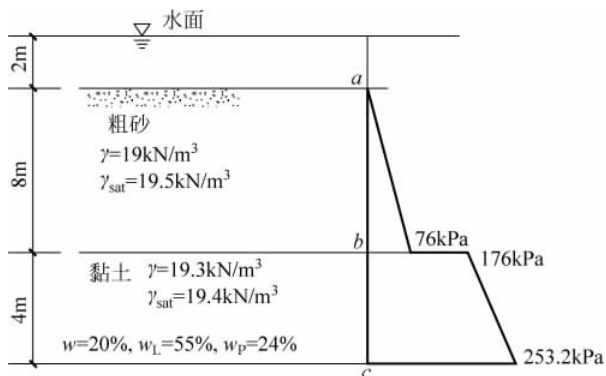


图 3-5 例 3-2 图

【解】 水下的粗砂层受到水的浮力作用,其有效重度 $\gamma' = \gamma_{\text{sat}} - \gamma_w = 19.5 - 10 = 9.5 (\text{kN/m}^3)$ 。

因为黏土层 $w < w_p, I_L < 0$,故认为土层不受水的浮力作用,土层面上还受到上面静水压力的作用。土中各点的自重应力计算如下:

a 点: $z=0\text{m}, \sigma_{cz} = \gamma z = 0$

b 点: $z=8\text{m}$,该点位于粗砂层中,

$$\sigma_{cz} = \gamma' z = 9.5 \times 8 = 76 (\text{kPa})$$

b' 点: $z=8\text{m}$,但该点位于黏土层中,

$$\sigma_{cz} = \gamma' z + \gamma_w h_w = 76 + 10 \times 10 = 176 (\text{kPa})$$

c 点: $z=12\text{m}, \sigma_{cz} = 176 + 19.3 \times 4 = 253.2 (\text{kPa})$

土中自重应力分布如图 3-5 所示。

从以上两个例题可以看出以下几点:

(1) 地下水位以上土的自重应力可用天然重度计算。地下水位以下的土受到水的浮力作用,减轻了土的有效重力,计算时应取土的有效重度 γ' 代替天然重度,有效重度等于饱和重度减去水的重度。用有效重度计算的自重应力实际上反映了作用在土骨架上的应力,称为有效自重应力。有效自重应力与水压力的合力称为总自重应力。

(2) 当某土层为不透水层时,分层面处的自重应力有突变。

(3) 因为自重应力沿深度线性增加,故只要计算分层土分层处各特征点的自重应力,连接这些特征点就可获得自重应力沿深度的分布图。

3.2 基底压力与基底附加压力

前面指出土中的附加应力是由建筑物荷载所引起的应力增量,建筑物荷载通过基础传递给地基的压力称为基底压力,其反力称为地基反力。对地基而言,基底压力是局部压力。基底地基反力的分布规律对于计算土中附加应力及对基础的结构计算都是非常重要的。

3.2.1 基底压力的分布

基底压力的分布规律主要取决于基础的刚度和地基的变形条件。假设基础是由许多小块组成,如图 3-6(a)所示,各小块之间光滑而无摩擦力,则这种基础相当于绝对柔性基础(即基础的抗弯刚度趋于零),基础上的荷载通过小块直接传递在土上,基底压力与上面荷载的分布图形相同。例如,由土筑成的路堤,可以近似地认为路堤本身不传递剪力,相当于一种柔性基础,路堤自重引起的地基反力分布与路堤断面形状相同,即为梯形分布,如图 3-6(b)所示。柔性基础底面的沉降是中央大而边缘小,如图 3-6(a)所示。



图 3-6 柔性基础下的压力分布

(a) 理想柔性基础; (b) 路堤下地基反力分布

当基础具有刚性或为绝对刚性时,如箱形基础或高炉基础,在外荷载作用下,基础底面保持平面,即基础各点的沉降几乎是相同的。基础底面的地基反力分布不同于上部荷载的分布情况,见图 3-7。绝对刚性基础的分布情况与基础的刚度、地基土的性质、荷载的作用情况、相邻建筑的位置以及基础的大小、形状、埋置深度等因素有关。刚性基础在中心荷载作用下,地基反力呈马鞍形分布,如图 3-7(a)所示;当荷载较大时,基础边缘地基反力很大,使边缘地基土产生塑性变形,边缘地基反力不能超过地基的承载力,使地基反力重新分布而呈抛物线分布,如图 3-7(b)所示。若外荷载继续增大,则地基反力会继续发展而呈钟形分布,如图 3-7(c)所示。

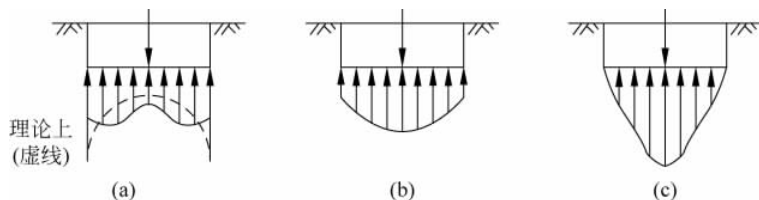


图 3-7 刚性基础下压力分布
(a) 马鞍形; (b) 抛物线性; (c) 钟形

3.2.2 基底压力的简化计算

由上述可知,基底压力的分布比较复杂,但是根据弹性理论的圣维南原理以及土中实测应力结果可知,当作用在基础上的总荷载为定值时,地基反力分布的形状对土中应力分布的影响只限定在一定深度范围内。当基底的深度超过基础宽度的 1.5~2 倍时,它的影响已不显著。因此,实际运算中,可采用材料力学方法,即将地基反力分布认为线性分布的简化计算方法。

1. 作用中心荷载时(见图 3-8(a))

作用中心荷载时,基底压力 p 可按中心受压公式进行计算:

$$p = \frac{N}{A} \quad (3-4a)$$

式中 A ——基础底面积, m^2 ;

N ——作用在基础底面形心的竖向荷载, kN ,

$$N = F + G \quad (3-4b)$$

式中 F ——作用在基础顶面且通过基底形心的竖向荷载, kN ;

G ——基础及其台阶上填土的总重, $G = \gamma_G A d$, kN ; 其中, γ_G 为基础和填土的平均重度,一般取 $\gamma_G = 20 \text{ kN/m}^3$,在地下水位以下时取有效重度, d 为基础埋置深度。

2. 作用偏心荷载时

当作用偏心荷载,且荷载为单向偏心时,基础设计中通常将基底长边方向取与偏心方向一致,而地基边缘反力可按材料力学短柱偏心受压公式进行计算,如图 3-8(b)所示。

$$p_{\max/\min} = \frac{N}{lb} \pm \frac{M}{W} \quad (3-5a)$$

式中 $p_{\max}$ 、 $p_{\min}$ ——基础底面最大和最小边缘地基反力, kN/m^2 ;

l 、 b ——基础底平面的长度和宽度, m ;

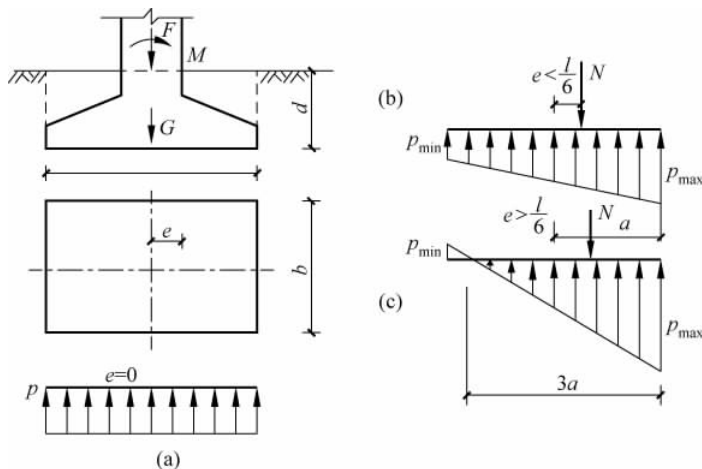


图 3-8 基底地基反力分布的简化计算
(a) 中心荷载; (b) 偏心荷载 $e < l/6$; (c) 偏心荷载

M ——作用在基础底面的力矩,

$$M = Ne \quad (3-5b)$$

W ——基础底面的抗弯截面模量, $W = \frac{bl^2}{6}, \text{m}^3$ 。

将偏心距 $e = \frac{M}{N}$ 代入式(3-5a), 得

$$p_{\max/\min} = \frac{N}{lb} \left(1 \pm \frac{6e}{l} \right) \quad (3-6)$$

由式(3-6)可知:

(1) 当 $e < \frac{l}{6}$ 时, 基底地基反力呈梯形分布, $p_{\max} > 0$, 如图 3-8(b) 所示;

(2) 当 $e = \frac{l}{6}$ 时, 基底地基反力呈三角形分布, $p_{\min} = 0$;

(3) 当 $e > \frac{l}{6}$ 时, 即荷载作用点在截面核心外, $p_{\min} < 0$, 如图 3-8(c) 所示, 基底地基反力出现拉力。由于地基土不可能承受拉力, 此时基底与地基土局部脱开, 使基底地基反力重新分布。根据偏心荷载与基底地基反力的平衡条件, 地基反力的合力作用线应与偏心荷载作用线重合, 得基底边缘最大地基反力 $p'_{\max}$ 为

$$p'_{\max} = \frac{2N}{3 \left(\frac{l}{2} - e \right) b} \quad (3-7)$$

3.2.3 基底附加压力

自重应力在建造建筑物前早已存在于土层中, 若基础砌置在天然地面上, 则基底压力就是新增加于地基表面的基底附加压力。一般来说, 天然土层在自重作用下的变形早已结束, 故只有基底附加压力才使地基产生附加变形。

基础通常埋置在天然地面下一定深度。因此, 建筑物建造完成后, 基底附加压力是上部结

构和基础传到基底的压力与基底处原先存在于土中的自重应力之差,按下式进行计算:

$$p_0 = p - \sigma_z = p - \gamma_d d \quad (3-8)$$

式中 p_0 ——基底附加压力, kN/m^2 ;

p ——基底地基反力,为区别于附加压力,又称为基底总压力, kN/m^2 ;

σ_z ——基底处自重应力, kN/m^2 ;

γ_d ——基底标高以上天然土层按分层厚度的加权重度,基础底面在地下水位以下时,地下水位以下的土层用有效重度计算, kN/m^3 ;

d ——基础埋置深度,简称为基础埋深, m 。

可把基底附加压力作为作用在弹性半无限体表面上的局部荷载,用弹性理论方法求得土中的应力即为土中的附加应力。

3.3 地基中的附加应力

荷载作用下地基中附加应力是将地基视为半无限各向同性弹性体进行计算的,下面分空间问题和平面问题来介绍地基中附加应力的计算。

3.3.1 空间问题附加应力计算

在讨论空间问题之前,先讨论在竖向集中力作用下地基附加应力的计算,然后应用竖向集中力的解答,通过叠加原理或者积分的方法可以得到各种分布荷载作用下地基中附加应力的计算公式。

1. 地面作用一集中力时地基中附加应力的计算

假设地基为半无限弹性体,在地面上作用一竖向集中力 P ,如图 3-9 所示。根据弹性理论布辛涅斯克解,地基中任一点 $M(x, y, z)$ 处的应力分量表达式如下:

$$\sigma_x = \frac{3P}{2\pi} \left\{ \frac{x^2 z}{R^5} + \frac{1-2\mu}{3} \left[\frac{R^2 - z(R+z)}{R^3(R+z)} - \frac{x^2(2R+z)}{R^3(R+z)^2} \right] \right\} \quad (3-9)$$

$$\sigma_y = \frac{3P}{2\pi} \left\{ \frac{y^2 z}{R^5} + \frac{1-2\mu}{3} \left[\frac{R^2 - z(R+z)}{R^3(R+z)} - \frac{y^2(2R+z)}{R^3(R+z)^2} \right] \right\} \quad (3-10)$$

$$\sigma_z = \frac{3P}{2\pi} \frac{z^3}{R^5} \quad (3-11)$$

$$\tau_{xy} = \tau_{yx} = -\frac{3P}{2\pi} \left[\frac{xyz}{R^5} - \frac{1-2\mu}{3} \frac{xy(2R+z)}{R^3(R+z)^2} \right] \quad (3-12)$$

$$\tau_{yz} = \tau_{zy} = -\frac{3P}{2\pi} \frac{yz^2}{R^5} \quad (3-13)$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = -\frac{3P}{2\pi} \frac{xz^2}{R^5} \quad (3-14)$$

顺便给出 M 点在 x, y, z 方向位移分量的表达式如下:

$$\delta_x = \frac{P}{4\pi G} \left[\frac{xz}{R^3} - (1-2\mu) \frac{x}{R(R+z)} \right] \quad (3-15)$$

$$\delta_y = \frac{P}{4\pi G} \left[\frac{yz}{R^3} - (1-2\mu) \frac{y}{R(R+z)} \right] \quad (3-16)$$

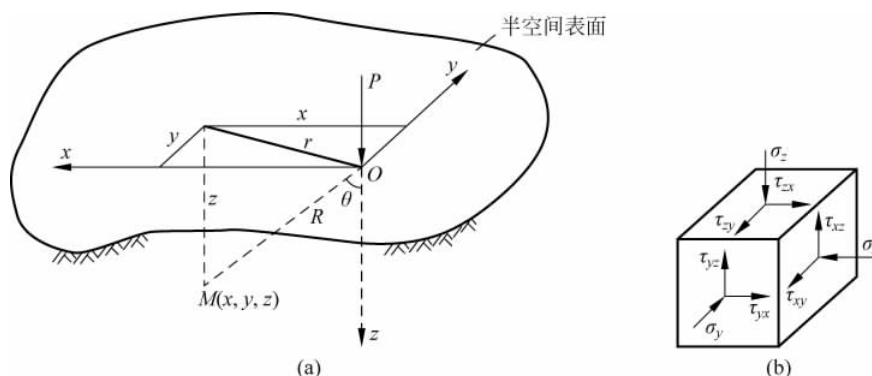


图 3-9 集中力作用下地基中应力

$$\delta_z = \frac{P}{4\pi G} \left[\frac{z^2}{R^3} + \frac{2(1-\mu)}{R} \right] \quad (3-17)$$

式中 G ——土体剪变模量, $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$;

E ——土体弹性模量;

μ ——土体泊松比;

R —— M 点距荷载作用点(坐标原点)的距离, $R = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$ 。

地面上—集中力作用下地基中附加应力的解答是求解地面上其他形式荷载作用下地基中附加应力分布的基础。

2. 矩形均布荷载作用下地基中附加应力的计算

地基为半无限弹性体,面上作用有矩形均布荷载时,地基中应力可通过对集中荷载作用下应力解(布辛涅斯克解)的积分得到。荷载作用范围为 $b \times l \times (2b \times 2l)$, 荷载密度为 p , 坐标设置如图 3-10 所示, O 点为矩形荷载作用面中心点。地基中竖向应力分量 σ_z 表达式为

$$\sigma_z = \frac{3pz^3}{2\pi} \int_{-l}^l \int_{-b}^b \frac{1}{[(x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + z^2]^{\frac{5}{2}}} d\xi d\eta \quad (3-18)$$

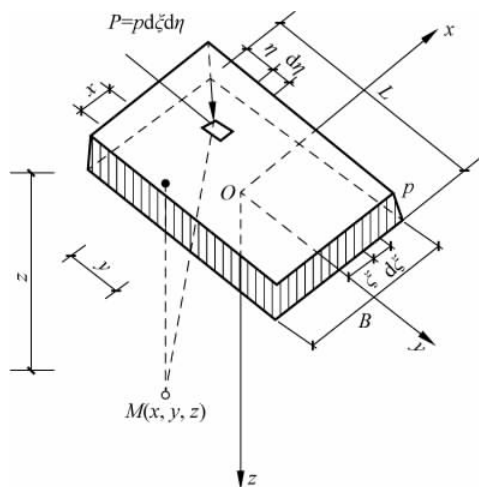


图 3-10 均布矩形荷载作用下地基中附加应力

在矩形荷载作用面中心点以下任意深度处,坐标为 $(0,0,z)$ 时竖向应力分量 σ_{z0} 的表达式可通过式(3-19)得到,即

$$\sigma_{z0} = \frac{2p}{\pi} \left[\arctan \frac{bl}{z(l^2 + b^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{blz(l^2 + b^2 + 2z^2)}{(l^2 + z^2)(b^2 + z^2)(l^2 + b^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} \right] \quad (3-19)$$

类似可得矩形荷载作用面角点以下任意深度处,坐标为 (b,l,z) 时竖向应力分量 σ_z 的表达式:

$$\sigma_z = \frac{p}{2\pi} \left[\arctan \frac{4lb}{z(4l^2 + 4b^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} + \frac{8lbz(2l^2 + 2b^2 + z^2)}{(4l^2 + z^2)(4b^2 + z^2)(4l^2 + 4b^2 + z^2)^{\frac{1}{2}}} \right] \quad (3-20)$$

在矩形荷载作用下,矩形荷载作用面中心点和角点以下地基中竖向应力分量可分别采用应力系数 K_{z0} 和 K_{z1} 与 p 的乘积表示,应力系数 K_{z0} 和 K_{z1} 分别由表3-1和表3-2给出。

表 3-1 矩形均布荷载中心点下竖向附加应力系数 K_{z0}

z/b	l/b										条形基础 $l/b \geq 10$
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.8	3.2	4.0	5.0	
0.0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
0.2	0.960	0.968	0.972	0.974	0.975	0.976	0.977	0.977	0.977	0.977	0.977
0.4	0.800	0.830	0.848	0.859	0.866	0.870	0.878	0.879	0.880	0.881	0.881
0.6	0.606	0.652	0.682	0.703	0.717	0.727	0.746	0.749	0.753	0.754	0.755
0.8	0.449	0.496	0.532	0.558	0.578	0.593	0.623	0.630	0.636	0.639	0.642
1.0	0.334	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.520	0.529	0.540	0.545	0.550
1.2	0.257	0.294	0.325	0.352	0.374	0.392	0.437	0.449	0.462	0.470	0.477
1.4	0.201	0.232	0.260	0.284	0.304	0.321	0.369	0.383	0.400	0.410	0.420
1.6	0.160	0.187	0.210	0.232	0.251	0.267	0.314	0.329	0.348	0.360	0.374
1.8	0.130	0.153	0.173	0.192	0.209	0.224	0.270	0.285	0.305	0.320	0.337
2.0	0.108	0.127	0.145	0.161	0.176	0.190	0.233	0.248	0.270	0.285	0.304
2.6	0.066	0.079	0.091	0.102	0.112	0.123	0.157	0.170	0.191	0.208	0.239
3.0	0.051	0.060	0.070	0.078	0.087	0.095	0.124	0.136	0.155	0.172	0.208
4.0	0.029	0.035	0.040	0.046	0.051	0.056	0.075	0.084	0.098	0.113	0.158
5.0	0.019	0.022	0.026	0.030	0.033	0.037	0.050	0.056	0.067	0.079	0.128

注: l ——基础长度,m; b ——基础宽度,m; z ——计算点离基础底面垂直距离,m。

表 3-2 矩形均布荷载角点下竖向附加应力系数 K_{z1}

z/b	l/b											条形
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	10.0	
0.0	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250	0.250
0.2	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249	0.249
0.4	0.240	0.242	0.243	0.243	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244	0.244
0.6	0.223	0.228	0.230	0.232	0.232	0.233	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234	0.234
0.8	0.200	0.207	0.212	0.215	0.216	0.218	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220	0.220
1.0	0.175	0.185	0.191	0.195	0.198	0.200	0.203	0.204	0.204	0.204	0.205	0.205

续表

z/b	l/b											条形
	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	10.0	
1.2	0.152	0.163	0.171	0.176	0.179	0.182	0.187	0.188	0.189	0.189	0.189	0.189
1.4	0.131	0.142	0.151	0.157	0.161	0.164	0.171	0.173	0.174	0.174	0.174	0.174
1.6	0.112	0.124	0.133	0.140	0.145	0.148	0.157	0.159	0.160	0.160	0.160	0.160
1.8	0.097	0.108	0.117	0.124	0.129	0.133	0.143	0.146	0.147	0.148	0.148	0.148
2.0	0.084	0.095	0.103	0.110	0.116	0.120	0.131	0.135	0.136	0.137	0.137	0.137
2.0	0.073	0.083	0.092	0.098	0.104	0.108	0.121	0.125	0.126	0.127	0.128	0.128
2.4	0.064	0.073	0.081	0.088	0.093	0.098	0.111	0.116	0.118	0.118	0.119	0.119
2.6	0.057	0.065	0.072	0.079	0.084	0.089	0.102	0.107	0.110	0.111	0.112	0.112
2.8	0.050	0.058	0.065	0.071	0.076	0.080	0.094	0.100	0.102	0.104	0.105	0.105
3.0	0.045	0.052	0.058	0.064	0.069	0.073	0.087	0.093	0.096	0.097	0.099	0.099
3.2	0.040	0.047	0.053	0.058	0.063	0.067	0.081	0.087	0.090	0.092	0.093	0.094
3.4	0.036	0.042	0.048	0.053	0.057	0.061	0.075	0.081	0.085	0.086	0.088	0.089
3.6	0.033	0.038	0.043	0.048	0.052	0.056	0.069	0.076	0.080	0.082	0.084	0.084
3.8	0.030	0.035	0.040	0.044	0.048	0.052	0.065	0.072	0.075	0.077	0.080	0.080
4.0	0.027	0.032	0.036	0.040	0.044	0.048	0.060	0.067	0.071	0.073	0.076	0.076
4.2	0.025	0.029	0.033	0.037	0.041	0.044	0.056	0.063	0.067	0.070	0.072	0.073
4.4	0.023	0.027	0.031	0.034	0.038	0.041	0.053	0.060	0.064	0.066	0.069	0.070
4.6	0.021	0.025	0.028	0.032	0.035	0.038	0.049	0.056	0.061	0.063	0.066	0.067
4.8	0.019	0.023	0.026	0.029	0.032	0.035	0.046	0.053	0.058	0.060	0.064	0.064
5.0	0.018	0.021	0.024	0.027	0.030	0.033	0.043	0.050	0.055	0.057	0.061	0.062
6.0	0.013	0.015	0.017	0.020	0.022	0.024	0.033	0.039	0.043	0.046	0.051	0.052
7.0	0.009	0.011	0.013	0.015	0.016	0.018	0.025	0.031	0.035	0.038	0.043	0.045
8.0	0.007	0.009	0.010	0.011	0.013	0.014	0.020	0.025	0.028	0.031	0.037	0.039
9.0	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.016	0.020	0.024	0.026	0.032	0.035
10.0	0.005	0.006	0.007	0.007	0.008	0.009	0.013	0.017	0.020	0.022	0.028	0.032
12.0	0.003	0.004	0.005	0.005	0.006	0.006	0.009	0.012	0.014	0.017	0.022	0.026
14.0	0.002	0.003	0.003	0.004	0.004	0.005	0.007	0.009	0.011	0.013	0.018	0.023
16.0	0.002	0.002	0.003	0.003	0.003	0.004	0.005	0.007	0.009	0.010	0.014	0.020
18.0	0.001	0.002	0.002	0.002	0.003	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.012	0.018
20.0	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.005	0.006	0.007	0.010	0.016
25.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.004	0.004	0.007	0.013
30.0	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.003	0.003	0.005	0.011
35.0	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.004	0.009
40.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.003	0.008