

模块二 地基土的应力与沉降

思考题

1. 说明基底压力、基底附加压力、地基附加应力的含义及它们之间的关系。

答：建筑物荷载通过基础传递给地基，在基础底面与地基之间便产生了接触应力。它既是基础作用于地基的基底压力，又是地基反作用于基础的基底反力。

建筑物建造前，土中已存在自重应力。一般浅基础总是埋置在天然地面下一定深度处，该处原有的自重应力由于开挖基坑而卸除。因此，由建筑物建造后的基底压力中扣除基底标高处原有的土中自重应力后，即为基底标高处新增加到地基的基底附加压力。

地基附加应力是指由新增加建筑物荷载（ p_0 ）在地基中产生的应力。一般天然土层在自重作用下的变形早已结束，因此，只有基底附加压力才能引起地基的附加应力和变形。

他们的关系是：基底压力 > 基底附加压力 > 地基附加应力。

2. 说明集中荷载作用下地基中附加应力的分布规律。

答：集中力 p 作用下地基中 σ_z 的分布规律如图 1 所示，具体描述如下：

- 1) 在集中力 P 的作用线上，沿 P 作用线上附加应力 σ_z 的分布随深度增加而递减。
- 2) 在 $r > 0$ 的竖直线上，附加应力 σ_z 从零逐渐增大，至一定深度后又随着 z 的增加而逐渐变小。
- 3) 在地基土深度 z 为常数的水平面上，竖直向集中力作用线上的附加应力 σ_z 最大，向两边则逐渐减小。

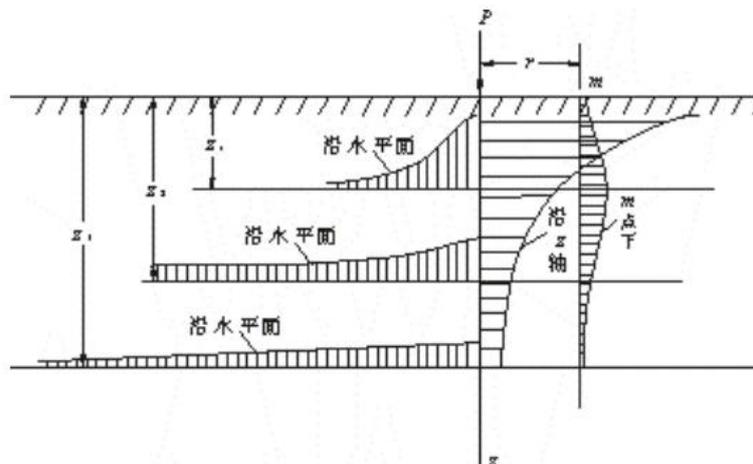
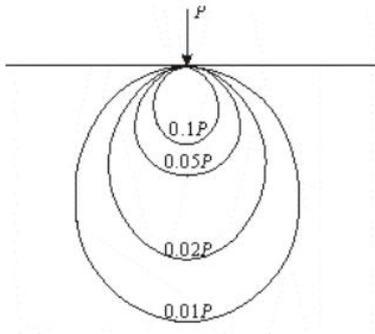


图 1 地基附加应力 σ_z 的分布规律



若将空间将 σ_z 相同的点连成曲面，就可以得到 σ_z 的等值线，其空间曲面的性状如同泡状，所以也称为应力泡。通过上述分析可知，集中荷载在地基中引起的附加应力是向下、向四周无限扩散的，并在扩散的过程中，附加应力逐渐减小。

3. 地下水位的升、降对土自重应力有何影响？

答：下水位的升降会引起土中自重应力的变化。地下水位下降，浮力消失、自重应力增加，该自重应力相当于大面积附加均布荷载，能引起下部土体产生新的变形，属于附加应力。至于地下水位上升，土的自重应力变小。

4. 用所学知识解释抽吸地下水引起地面沉降的原因。

答：在软土地区，常因大量抽取地下水，以致地下水位长期大幅度下降，使地基中原水位以下的有效自重应力增加，而造成地表大面积下沉的严重后果。

5. 什么是“角点法”？如何应用它计算地基中任意点的附加应力？

答：矩形均布竖向荷载作用下地基内任意点的附加应力，可利用式 $\sigma_z = K_c p_0$ 和叠加原理求得，此方法称为“角点法”。即将任意点变成 n 个矩形的角点，然后再用叠加原理求和。

6. 土的压缩系数的含义是什么？为什么可以说土的压缩变形实际上是土的孔隙体积的减小？

答：位压力增量引起的孔隙比的变化可以用 e-p 图中割线 M_1M_2 的斜率 a 表示，称 a 为土的压缩系数，即：

$$a = -\frac{\Delta e}{\Delta p} = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}$$

土在压力作用下体积缩小的特性称为土的压缩性。在一般压力(100~600kPa)作用下，土粒和水的压缩与土的总压缩量之比是很微小的，可以忽略不计。因此，土的压缩变形主要是由于土体孔隙中水和气体被挤出，土粒相互移动靠拢，致使土的孔隙体积减小而引起的。

7. 何谓土压缩模量和变形模量？它们的关系是什么？

答：压缩模量 E_s 是指土在完全侧限条件下竖向应力增量 Δp 与相应的应变增量 $\Delta \epsilon$ 的比值；土的变形模量是指土在无侧限压缩条件下，压应力与相应的压缩应变的比值，它是通过现场载荷试验求得的压缩性指标，能较真实地反映天然土层的变形特性。

地基土的压缩模量 E_s 与变形模量 E_0 之间存在如下的换算关系：

$$E_0 = \beta E_s = E_s \left(1 - \frac{2\mu^2}{1-\mu} \right) \quad \text{由于 } 0 \leq \mu \leq 0.5, \text{ 所以 } 0 \leq \beta \leq 1.$$

8. 计算地基最终沉降量的分层总和法与《规范》法的主要区别有那些？二者的实用性如何？

答：计算地基最终沉降量的方法有多种，目前一般采用分层总和法和《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2011)推荐的方法。

它们的主要区别是：土的分层厚度不同，分层的原则也不同，分层总和法的规范法的基础，实际中用的是规范法。

9. 建筑物沉降观测的水准基点和沉降观测点如何布设？

答：直接用来测定沉降观测点的参考点称为工作基点，工作基点可埋设在变形建筑附近、便于引测和观测沉降观测点的地方。用来定期检查工作基点的稳定的参考点称为基准点，基准点应埋设在变形区域以外、地质条件良好的地方，且无论变形区域的大小，基准点不宜少于三个。基准点和工作基点应联成水准路线，构成沉降观测的高程控制网。

布设在建筑上部结构的敏感位置上、能反映其沉降变形特征的测量点，称为沉降观测点。沉降观测点的布设应能全面反映建筑及地基变形特征，并顾及地质情况及建筑结构特点。点位宜选设在下列位置：

(1) 建筑的四角、核心筒四角、大转角处及沿外墙每 10~20m 处或每隔 2~3 根柱基上；

- (2) 高低层建筑、新旧建筑、纵横墙等交接处的两侧；
- (3) 建筑裂缝、后浇带和沉降缝两侧、基础埋深相差悬殊处、人工地基与天然地基接壤处、不同结构的分界处及填挖方分界处；
- (4) 对于宽度大于等于 15m 或小于 15m 而地质复杂以及膨胀土地区的建筑，应在承重内隔墙中部设内墙点，并在室内地面中心及四周设地面点；
- (5) 邻近堆置重物处、受振动有显著影响的部位及基础下的暗浜(沟)处；
- (6) 框架结构建筑的每个或部分柱基上或沿纵横轴线上；
- (7) 筏形基础、箱形基础底板或接近基础的结构部分之四角处及其中部位置，重型设备基础和动力设备基础的四角、基础形式或埋深改变处以及地质条件变化处两侧，对于电视塔、烟囱、水塔、油罐、炼油塔、高炉等高耸建筑，应设在沿周边与基础轴线相交的对称位置上，点数不少于 4 个。