

基础沉降计算

崔晓乐

一、原理推导

用户经常询问我们，为什么盈建科采用附加应力计算沉降，而不是直接采用规范公式中的平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$ 。实际上，二者是等价的。这里做一下原理推导：
地基规范 5.3.5 给出了土最终变形量的计算公式，其中用到平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$ ，

$$s = \psi_s s' = \psi_s \sum_{i=1}^n \frac{p_0}{E_{si}} (z_i \bar{\alpha}_i - z_{i-1} \bar{\alpha}_{i-1}) \quad (5.3.5)$$

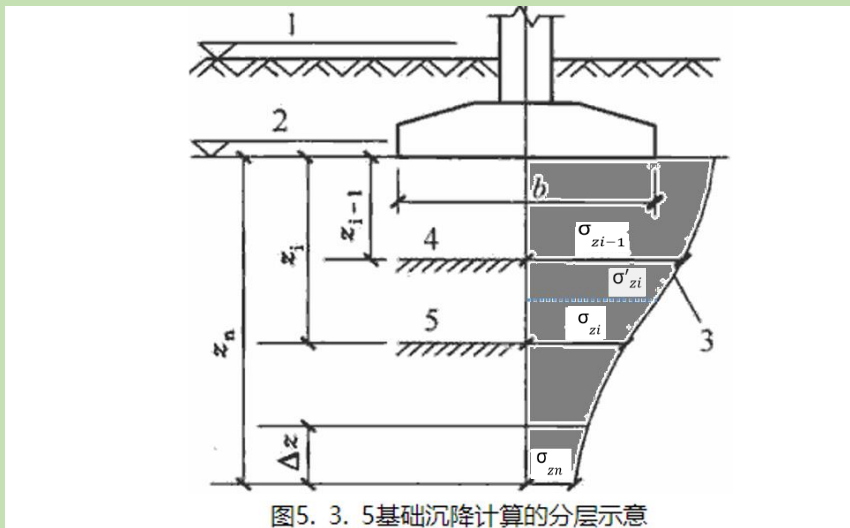


图5. 3. 5基础沉降计算的分层示意

1—天然地面标高；2—基底标高；3—平均附加应力 σ 曲线；4— $i-1$ 层；5— i 层

如上图所示，附加应力 σ_z 沿深度方向的积分结果，即图中阴影面积，除计算深度 z_i 即得到平均附加应力 $\bar{\sigma}$ ，再除基底附加压力 p_0 即得到平均附加应力系数 $\bar{\alpha}$ 。

$$\bar{\alpha}_i = \frac{\int_0^{z_i} (\sigma_z) dz}{z_i p_0}$$

$$\rightarrow p_0 \cdot z_i \cdot \bar{\alpha}_i = \int_0^{z_i} \sigma_z dz$$

$$\rightarrow p_0 \cdot z_i \cdot \bar{\alpha}_i - p_0 \cdot z_{i-1} \cdot \bar{\alpha}_{i-1} = \int_0^{z_i} \sigma_z dz - \int_0^{z_{i-1}} \sigma_z dz$$

批注 [WH1]: 用阴影区面积表示积分结果，更容易读者理解。

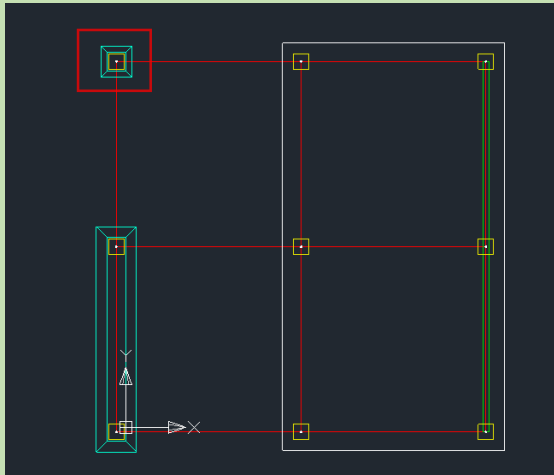
$$p_0 \cdot z_i \cdot \bar{a}_i - p_0 \cdot z_{i-1} \cdot \bar{a}_{i-1} = \sigma'_z \cdot \Delta z$$

$$\sum_{i=1}^n \frac{p_0}{E_{st}} (z_i \cdot \bar{a}_i - z_{i-1} \cdot \bar{a}_{i-1}) = \sum_{i=1}^n \frac{\sigma'_z \Delta z}{E_{st}}$$

通过上面推导过程，等式左边就是地基规范 5.3.5 条分层总和法单层计算公式，右边即是附加应力计算土层变形量计算公式，两边是等价的。软件采用右边公式计算平板基础土的压缩量。

二、算例

通过一个示例来验证一下：



左上角柱下独基，软件计算之后输出其构件信息和沉降验算信息：

一、基本信息

1. 编号	DJ-1
2. 节点号	Node=3
3. 构件材料信息	混凝土
4. 做法	锥形现浇
5. 底面积 (m ²)	1.0
6. 底标高 (m)	0.000
7. 覆土重 (kN/m ²)	0.0(自基础顶计算)
8. 自重 (kN)	13.3
9. 各阶尺寸 (mm)	S2=600 B2=600 H2=200 S1=1000 B1=1000 H1=400
10. 保护层厚度 (mm)	Cov=40
11. 混凝土强度等级	RC=25
12. 主筋强度 (N/mm ²)	fy=360
13. 结构重要性系数	1.00
14. 抗震承载力调整系数 γ_{RE}	受弯 0.75 受剪 0.85 冲切 0.85 局部受压 1.0
15. 人防材料强度调整 γ_d	钢筋 1.20 混凝土 1.50(受弯、冲切、局部受压) 1.20(受剪)

九、沉降计算

```

*-----*
* 以下输出独立基础中心处的沉降，按修正的分层总和法计算(s = ψ * Σs) *
* 依据规范：建筑地基基础设计规范 (GB50007-2011)第5.3.5条 *
* ψ：沉降经验系数(取参数对话框中输入的值，输入1.0时按地基规范第5.3.5条计算) *
* ΔZ：计算土层的厚度(m) *
* P0：基底附加压力(kPa) *
* E：压缩模量(MPa) *
* Zn：压缩深度(m) *
* Σs：分层压缩量之和(mm) *
* s：地基最终变形量(mm) *
*-----*

总荷载(kN)                Σ(F+G)=497.7
独立底面积(m²)           AREA=1.0
基底上土台重压力(kPa)    P=0.0
基底附加压力(kPa)        P0=497.7
沉降经验系数              ψ=0.731
计算土层厚度              ΔZ=1.0

压缩层序号  压缩模量(MPa)  土层厚度(m)  附加应力(kPa)  压缩量(mm)
(1)          10.00      1.00         348.9          34.8366
(2)          10.00      1.00         89.4           8.9373
(3)          35.00      1.00         36.8           1.0522
              E'=10.59    Zn=3.00          Σs=44.8760
                                      s=32.8061
    
```

根据地基规范附录 k，角点法求得各层的附加平均应力：

$$\bar{\alpha}_{(1,2,3)} = 0.1746 \times 4 = 0.6984, \quad 0.1114 \times 4 = 0.4456, \quad 0.0805 \times 4 = 0.322$$

分层算一下各个层的 s_i ：

第 1 层

$$\frac{p_0}{E_1} (z_1 \cdot \bar{\alpha}_1 - z_0 \cdot \bar{\alpha}_0) = \frac{497.7}{10} (1 \times 0.6984) = 34.8 \quad \longleftrightarrow \quad \frac{\sigma_1 \cdot \Delta Z}{E_1} = \frac{348.9}{10} = 34.8$$

第 2 层

$$\frac{p_0}{E_2} (z_2 \cdot \bar{\alpha}_2 - z_1 \cdot \bar{\alpha}_1) = \frac{497.7}{10} (2 \times 0.4456 - 1 \times 0.6984) = 9.596 \quad \longleftrightarrow \quad \frac{\sigma_2 \cdot \Delta Z}{E_2} = \frac{89.4}{10} = 8.9$$

第 3 层

$$\frac{p_0}{E_3} (z_3 \cdot \bar{\alpha}_3 - z_2 \cdot \bar{\alpha}_2) = \frac{497.7}{35} (3 \times 0.322 - 2 \times 0.4456) = 1.06 \quad \longleftrightarrow \quad \frac{\sigma_3 \cdot \Delta Z}{E_3} = \frac{36.8}{35} = 1.05$$

以上，软件计算各层压缩量和规范算法结果一致。

三、总结

软件采用各层附加应力值计算各层变形值，相对于地基规范查表求得平均附加应力系数曲线计算，两者的过程虽有不同，但是原理是相同的，结果也一致。