

注册土木工程师(岩土)执业资格专业考试辅导之一

# 注重加强对基本知识的掌握

陈 轮

(北京清华大学水利水电工程系)

2003 年注册岩土工程师专业考试结束以后,笔者与许多考生进行了交流。比较普遍的看法是,在备考中仅仅复习规范是不够的,还必须扎实地掌握岩土工程基本理论、基本原理和基本计算方法。这些内容在规范中大多没有详细叙述,需要通过土力学与基础工程教材和注册岩土专业考试辅导教程来掌握。

本文通过几个例子来说明考生在复习过程中应加强对岩土工程基本知识的掌握。

### 例 1

本题是全国勘察设计注册工程师岩土工程专业管理委员会 2002 年给出的样题。这是一道典型的考查基本知识的题目。

如图 1 所示的桩,其中长  $0.5 l_0$  穿过软弱土层,  $0.5 l_0$  位于粉土层中。桩端进入卵砾石层。桩顶受竖向荷重  $Q$ 。因大面积地面填土,使桩身轴力发生变化。通过桩身传感器量测,得到如图 1 所示的桩身轴力分布图。若桩周长为  $U$ ,根据轴力分布特征,请分析桩在软土及粉土中侧摩阻力分布的图形及数值(在下列 4 个备选答案中,选出最符合题意的一个)。

- (A) 软土中倒三角形,  $f = + \frac{Q}{3 l_0 U}$ ; 粉土中正三角形,  $f = - \frac{Q}{l_0 U}$ ;
- (B) 软土中倒三角形,  $f = - \frac{Q}{3 l_0 U}$ ; 粉土中正三角形,  $f = + \frac{Q}{l_0 U}$ ;
- (C) 软土中矩形,  $f = + \frac{Q}{3 l_0 U}$ ; 粉土中矩形,  $f = - \frac{Q}{l_0 U}$ ;
- (D) 软土中矩形,  $f = - \frac{Q}{3 l_0 U}$ ; 粉土中矩形,

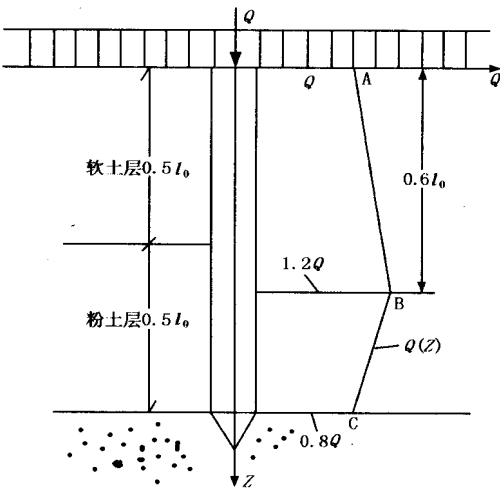


图 1 桩身轴力分布

$f = + \frac{Q}{l_0 U}。$

解答:

方法 1。从桩顶往下  $0.6 l_0$  范围内,软土层桩身轴力线性增加。轴力分布线 AB 随深度的增加而增加,说明在此范围内桩侧摩阻力为负摩阻力,而选项(A)和(C)的“软土中  $f = + \frac{Q}{3 l_0 U}$ ”,系正摩阻力,故(A)和(C)可以排除。再根据轴力与摩阻力之间的关系,当轴力分布线 AB 为线性变化时,摩阻力沿桩身的分布应为常量,即呈矩形分布,故正确答案为(D)。选项(B)“软土中呈倒三角形”为错误答案。

方法 2。也可通过简单的计算找出答案。根据题意,软土中轴力分布随深度线性变化,故摩阻力为常量。设软土层中摩阻力大小为  $f_1$ ,根据受压桩摩阻力与轴力增量的关系,有:

$f_1 \times \text{桩周长} \times \text{软土中桩长} = - \text{软土中轴力随深度增加而增加的值}$

等式右端有负号,是因为受压桩在通常的摩阻力(正摩阻力)作用下,桩的轴力随深度的增加而减小。上式即为:

$$f_1 \times U \times 0.6 l_0 = - (1.2 Q - Q)$$

由上式即得：

$$f = - \frac{Q}{3 l_0 U}$$

负号表示桩受负摩阻力的作用。

又摩阻力为常量,故呈矩形分布。

只有选项(D)符合这些条件,其他三项(A)、(B)、(C)已可排除。作为练习,还可以进一步分析粉土中摩阻力的情况。

同理,粉土中轴力分布也是随深度线性变化,故摩阻力亦为常量,呈矩形分布。设粉土层摩阻力大小为  $f_2$ ,有:

$$f_2 \times U \times 0.4 l_0 = - (0.8 Q - 1.2 Q)$$

$$f_2 = \frac{Q}{l_0 U}$$

也只有选项(D)符合条件。

综合以上,两层土中均为矩形分布,  $f_1 =$

$$- \frac{Q}{3 l_0 U}, f_2 = \frac{Q}{l_0 U}, \text{故答案为(D)}。$$

由上述解答可以看出,很难从规范中查找正确答案。通常在基础工程教材或注册岩土专业考试辅导教程中,都有关于“桩的轴力与桩侧摩阻力及桩身位移关系”和“负摩阻力的分布与中性点”的叙述。这些内容是桩基础工程的基本知识。

## 例 2

在案例分析考试中,常常需要进行应力、应变、力和位移等基本计算。这往往会涉及一些理论力学、材料力学和结构力学的基本知识。

在求解支护结构问题时,经常要求出土压力合力的位置。如图 2。梯形 abde 为某挡土墙后土压力的分布,土压力的合力为  $E$ 。试求  $E$  与墙底之间的距离  $h$ 。

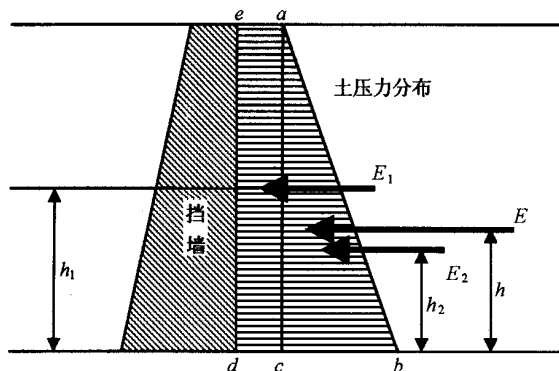


图 2 土压力合力位置的求解

解答：

土压力的合力  $E$  的大小等于梯形 abde 的面积,即 abc 与 acde 的面积之和:

$$E = A_{abc} + A_{acde}$$

合力方向为水平,作用点经过梯形 abde 的形心。

为求得该形心距墙底 db 的距离,可采用“等效力矩”的方法。

所谓等效力矩法,就是合力对某点的力矩等于各分力对该点力矩的总和。如图 2,不妨设  $d$  点为基准点, acde 部分的合力为  $E_1 = A_{acde}$ ,距  $d$  点  $h_1$ ; abc 部分的合力为  $E_2 = A_{abc}$ ,距  $d$  点  $h_2$ ;合力为  $E = E_1 + E_2$ ,距  $d$  点  $h$ ,则各分力对  $d$  点的力矩之和等于合力对  $d$  点的力矩。即:

$$Eh = E_1 h_1 + E_2 h_2$$

$$\text{所以 } h = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2}{E}$$

一般地:

$$h = \frac{E_1 h_1 + E_2 h_2 + \dots + E_i h_i}{E} = \frac{\sum_{i=1}^n E_i h_i}{E}$$

$E_i$  为第  $i$  个分力,  $h_i$  为该分力与基准点的距离。

在求解合力位置时,常常需要用到上述方法,应当熟练地掌握。

本例题应当是一个比较简单的问题。

## 例 3

在某粘性土层的十字板剪切试验中,十字板的直径  $D = 50 \text{ mm}$ ,高  $H = 100 \text{ mm}$ 。测得剪切破坏的峰值扭矩  $M_p = 0.0685 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。继续加载,测得残余扭矩  $M_r = 0.0196 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 。试求该粘性土的灵敏度  $S_t$ 。

解答：

根据灵敏度的定义

$$S_t = \frac{\tau_p}{\tau_r}$$

十字板剪切试验中,扭矩  $M$  和剪应力  $\tau$  的关系为:

$$\tau = \frac{2M}{D^2 \left( H + \frac{D}{3} \right)}$$

$$\text{所以: } S_t = \frac{\tau_p}{\tau_r} = \frac{M_p}{M_r} = \frac{0.0685}{0.0196} = 3.49$$

故所求灵敏度  $S_t$  为 3.49。

此例题综合考查了灵敏度计算和十字板试验成果的整理和应用。