



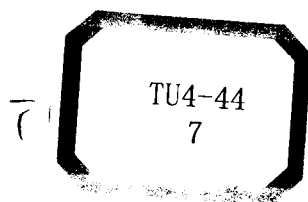
执业资格考试丛书

注册岩土工程师 专业考试案例题解

刘兴录 编
关立军 审



中国建筑工业出版社



执业资格考试丛书

注册岩土工程师专业考试案例题解

刘兴录 编 关立军 审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

注册岩土工程师专业考试案例题解/刘兴录编.
北京: 中国建筑工业出版社, 2006
(执业资格考试丛书)
ISBN 7-112-08262-5

I. 注... II. 刘... III. 岩土工程-工程技术人
员-资格考核-解题 IV. TU4-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 031337 号

执业资格考试丛书
注册岩土工程师专业考试案例题解
刘兴录 编 关立军 审

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京西郊百万庄)
新华书店经销
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
世界知识印刷厂印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 14¼ 字数: 345 千字
2006 年 5 月第一版 2006 年 5 月第一次印刷
印数: 1—4000 册 定价: 28.00 元

ISBN 7-112-08262-5
(14216)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

前 言

2002年9月,我国首次进行注册岩土工程师执业资格专业考试与考核,2005年又进行一次考核,至今已进行4次考试和2次考核。为了帮助大家参加全国注册岩土工程师执业资格专业考试,中国建筑工业出版社组织编写了“注册岩土工程师专业考试案例题解”一书。

本书根据全国注册岩土工程师执业资格专业考试大纲内容要求,针对专业考试案例分析的命题内容和形式,从有关最新规范、设计手册和参考书中摘选后编成计算题,每道题都有详细的求解过程,以便考生复习和演练。

全书分为岩土工程勘察71道;浅基础78道;深基础66道;地基处理64道;土工结构、边坡与支挡结构、基坑与地下工程49道;特殊条件下的岩土工程21道;地震工程26道;工程经济与管理3道,共8个部分378道案例分析题。

本书不仅可作为注册岩土工程师专业考试考生的复习资料,也可作工程设计人员、高等学校有关专业师生的参考用书。

限于作者的水平,书中疏漏和错误或不当之处,请读者不吝指出。

编者
2006年3月

目 录

一、岩土工程勘察.....	1
二、浅基础	27
三、深基础	77
四、地基处理.....	116
五、土工结构、边坡与支挡结构、基坑与地下工程.....	147
六、特殊条件下的岩土工程.....	178
七、地震工程.....	188
八、工程经济与管理.....	209
附录 1 注册土木工程师（岩土）执业资格考试专业考试大纲	210
附录 2 注册土木工程师（岩土）执业资格考试专业考试参考书目	217
附录 3 注册土木工程师（岩土）执业资格考试专业考试科目、分值、时间分配及 题型特点	220
参考文献.....	221

一、岩土工程勘察

1.1 已知土的天然重度 $\gamma = 17 \text{ kN/m}^3$ ，土粒相对密度 d_s （比重 G_s ）^① $= 2.72$ ，含水量 $w = 10\%$ ，试求土的孔隙比 e 、饱和度 S_r 、干密度 ρ_d 和质量密度 ρ 。

【解】 $\rho = \frac{\gamma}{g} = \frac{17}{9.8} \left(\frac{\text{kN/m}^3}{\text{m/s}^2} \right) = 1.73 \left(\frac{\text{kN/m}^3 \cdot \text{kg}}{\text{m/s}^2 \cdot \text{kg}} \right) = 1730 \left(\frac{\text{N/m}^3 \cdot \text{kg}}{\text{N}} \right) = 1730 \text{ kg/m}^3$

$$\rho_d = \frac{\rho}{1+w} = \frac{1730}{1+0.1} = 1570 \text{ kg/m}^3$$

$$e = \frac{d_s \rho_w}{\rho_d} - 1 = \frac{2.72 \times 1000}{1570} - 1 = 1.73 - 1 = 0.73$$

$$S_r = \frac{w d_s}{e} = \frac{0.1 \times 2.72}{0.73} = 37\%$$

1.2 已知饱和黏性土， $d_s = 2.74$ ， $w = 36\%$ ，求孔隙比。

【解】 当 $S_r > 80\%$ 的土为饱和，取 $S_r = 0.8$

$$e = \frac{w d_s}{S_r} = \frac{0.36 \times 2.74}{0.8} = 1.23$$

1.3 已知饱和土 $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$ ， $d_s = 2.7$ ，试根据土指标定义求 γ_d 。

【解】 饱和土体 $V_a = 0$ ， $V = V_s + V_v = V_s + V_w$ ，

所以 $\gamma = \gamma_{\text{sat}} = 19.5 \text{ kN/m}^3$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{V_s d_s \gamma_w + V_v \gamma_w}{V}, \text{ 土粒重} + \text{水重} = \text{土体重}$$

设土粒体积 $V_s = 1$ ，孔隙体积 $V_v = e$ ，总体积 $V = 1 + e$

得
$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{d_s \gamma_w + e \gamma_w}{1 + e} = \frac{\gamma_w (d_s + e)}{1 + e}$$

$$\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w = \frac{\gamma_w (d_s + e)}{1 + e} - \gamma_w = \frac{\gamma_w (d_s + e) - \gamma_w (1 + e)}{1 + e} = \frac{(d_s - 1) \gamma_w}{1 + e}$$

$$= \frac{d_s (d_s - 1) \gamma_w}{d_s (1 + e)} = \frac{d_s}{1 + e} \gamma_w \times \frac{(d_s - 1)}{d_s} = \gamma_d \times \frac{(d_s - 1)}{d_s}$$

$$\gamma_d = \frac{(\gamma_{\text{sat}} - \gamma_w) d_s}{d_s - 1} = \frac{(19.5 - 10) \times 2.7}{2.7 - 1} = 15.1 \text{ kN/m}^3$$

1.4 已知某土样液限 $w_L = 41\%$ ，塑限 $w_p = 22\%$ ，饱和度 $S_r = 0.98$ ，孔隙比 $e = 1.55$

① 比重 (G_s) 一词作为物理量已取消，本书中以相对密度替代，符号为 d_s 。 D_r 为土的相对密实度。

$d_s=2.7$, 试计算塑性指数 I_P 、液性指数 I_L , 并判断土性和状态。

【解】 $I_P = w_L - w_P = 41 - 22 = 19$

$$w = \frac{S_{re}}{d_s} = \frac{0.98 \times 1.55}{2.7} = 56.2\%$$

$$I_L = \frac{w - w_P}{w_L - w_P} = \frac{56.2 - 22}{41 - 22} = \frac{34.2}{19} = 1.8$$

$I_P = 19 > 17$, 该土为黏土。

$I_L = 1.8 > 1.0$, 黏性土为流塑状态。

- 1.5 某饱和黏土试件, 进行无侧限抗压强度试验的抗剪强度 $c_u = 70\text{kPa}$, 如果对同一试件进行三轴不固结不排水试验, 施加周围压力 $\sigma_3 = 150\text{kPa}$ 。当轴向压力为 300kPa 时, 试件是否发生破坏?

【解】 试件破坏时其主应力为 $\sigma_1 = \sigma_3 + \Delta\sigma_1$

$\Delta\sigma_1$ 为剪切破坏时由传力杆加在试件上的竖向压应力增量, 无侧限抗压强度 $q_u = 2c_u$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + 2c_u = 150 + 2 \times 70 = 290\text{kPa}$$

施加轴向压力为 $300\text{kPa} > 290\text{kPa}$, 试件破坏。

- 1.6 某土样进行应变式直剪试验, 数据见表 1-1, 已知剪力盒面积 $A = 30\text{cm}^2$, 应力环系数 $K = 0.2\text{kPa}/0.01\text{mm}$, 百分表 $0.01\text{mm}/\text{格}$, 试求该土样抗剪强度指标。

表 1-1

垂直荷载(kN)	0.15	0.30	0.60	0.90	1.20
应力环百分表格数	120	160	280	380	480

【解】 由表 1-1 的数据可以得到其竖向应力 σ 和剪应力 τ 的值 (表 1-2), 如 $\sigma = 0.15/0.003 = 50\text{kPa}$, $\tau = 120 \times 0.01 \times 0.2/0.01 = 24\text{kPa}$

表 1-2

$\sigma(\text{kPa})$	50	100	200	300	400
$\tau(\text{kPa})$	24	32	56	76	96

以 τ 为纵坐标, σ 为横坐标绘制 σ - τ 关系曲线得 $c = 13\text{kPa}$, $m_s = \varphi = 12^\circ$ 。

- 1.7 某饱和原状土, 体积 $V = 100\text{cm}^3$, 湿土质量 $m = 0.185\text{kg}$, 烘干后质量 $m_s = 0.145\text{kg}$, $d_s = 2.7$, $w_L = 35\%$, $w_P = 17\%$, 试求: (1) I_P 、 I_L 并确定土名称和状态; (2) 若将土压密使其 $\gamma_d = 16.5\text{t}/\text{m}^3$, 此时孔隙比减少多少?

【解】 (1) $\rho = \frac{m}{V} = \frac{0.185}{100} = 0.00185\text{kg}/\text{cm}^3 = 1.85\text{t}/\text{m}^3$

$$w = \frac{m_w}{m_s} = \frac{m - m_s}{m_s} = \frac{0.185 - 0.145}{0.145} = 27.5\%$$

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{0.145}{100} = 1.45\text{t}/\text{m}^3$$

$$e = \frac{d_s \rho_w}{\rho_d} - 1 = \frac{2.7 \times 1}{1.45} - 1 = 0.86$$

$$I_p = w_L - w_p = 35 - 17 = 18$$

$$I_L = \frac{w - w_p}{I_p} = \frac{27.5 - 17}{18} = 0.58$$

$$I_p = 18 > 17, \text{ 该土为黏土,}$$

$$0.25 < I_L < 0.75, \text{ 黏土为可塑。}$$

$$(2) \gamma_d = 16.5 \text{ kN/m}^3$$

$$e = \frac{d_s \gamma_w}{\gamma_d} - 1 = \frac{2.7 \times 10}{16.5} - 1 = 0.64$$

$$\text{压缩后孔隙比减小 } \Delta e = 0.86 - 0.64 = 0.22。$$

- 1.8 某一湿土样重 200g, 含水量 $w=15\%$, 若要将其配制成含水量 $w=20\%$ 的土样, 试计算需加多少水。

【解】 $w = \frac{m_w}{m_s} \times 100\%$

$$\text{土粒质量 } m_s = 200 - m_w$$

$$\frac{m_w}{m_s} = 0.15 = \frac{m_w}{200 - m_w}$$

$$30 - 0.15m_w = m_w, m_w = \frac{30}{1.15} = 26.1 \text{ g}$$

$$m_s = \frac{m_w}{0.15} = \frac{26.1}{0.15} = 173.3 \text{ g}$$

$$\frac{m_w}{m_s} = 0.2 = \frac{m_w}{173.3}$$

$$m_w = 173.3 \times 0.2 = 34.7 \text{ g}$$

$$\text{需加水为 } 34.7 - 26.1 = 8.6 \text{ g。}$$

- 1.9 某工程填土经室内击实试验, 得到含水量和干密度见表 1-3, 试绘制击实曲线, 并求最大干密度和最优含水量。

表 1-3

$w(\%)$	12.2	14	17.7	21.6	25.0	26.5	29.3
$\rho_d(\text{g/cm}^3)$	1.203	1.330	1.45	1.484	1.522	1.50	1.436

- 【解】 根据不同含水量所对应的干密度可绘制击实曲线 (图 1-1), 由曲线峰值点对应的纵坐标为最大干密度 $\rho_{d\max} = 1.53 \text{ g/cm}^3$, $\rho_{d\max}$ 对应的横坐标为最优含水量 $w_{\text{OP}} = 23.6\%$ 。

- 1.10 某饱和黏性土的无侧限抗压强度 $q_u = 20 \text{ kPa}$, 试绘制极限应力圆和土的抗剪强度曲线, 求破坏面和大主应力面的夹角。

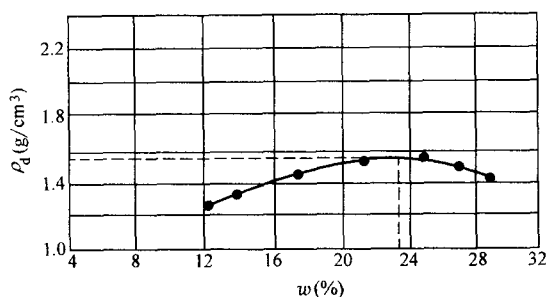


图 1-1 题 1.9

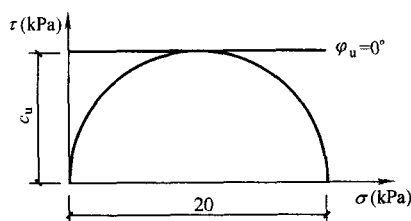


图 1-2 题 1.10

【解】 $\sigma_1 = q_u = 20 \text{ kPa}$, $\sigma_3 = 0$, 绘制极限应力圆如图 1-2, 其抗剪强度 $c_u = \frac{q_u}{2} = \frac{20}{2} =$

10 kPa , $\varphi_u = 0^\circ$, 试件破坏面与大主应力面夹角为 $45^\circ + \frac{\varphi_u}{2} = 45^\circ + 0 = 45^\circ$ 。

1.11 某砂土进行三轴剪切试验, 在 $\sigma_1 = 30 \text{ kPa}$, $\sigma_3 = 10 \text{ kPa}$ 时破坏, 试求该土样抗剪强度指标和破坏面位置。

【解】 $\sigma_1 = 30 \text{ kPa}$, $\sigma_3 = 10 \text{ kPa}$, 在 σ 坐标上, $\frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2} = \frac{30 + 10}{2} = 20 \text{ kPa}$, 以 20 kPa 处为圆

心, 以 10 kPa 为半径绘制极限应力圆如图 1-3, $\sin \varphi = \frac{10}{20} = 0.5$, $\varphi = 30^\circ$, 试件抗剪

强度指标, $c = 0$, $\varphi = 30^\circ$, 破坏面与最大主应力面夹角为 $45^\circ + \frac{\varphi}{2} = 45^\circ + \frac{30^\circ}{2} = 60^\circ$ 。

1.12 某完整井进行抽水试验, 其中一口抽水井, 二口观测井, 观测井与抽水井距 $r_1 = 4.3 \text{ m}$, $r_2 = 9.95 \text{ m}$ (图 1-4), 含水层厚度为 12.34 m , 当抽水量 $q = 57.89 \text{ m}^3/\text{d}$ 时, 第一口观测井降深 0.43 m , 第二口观测井降深 0.31 m 。试计算土层的渗透系数。

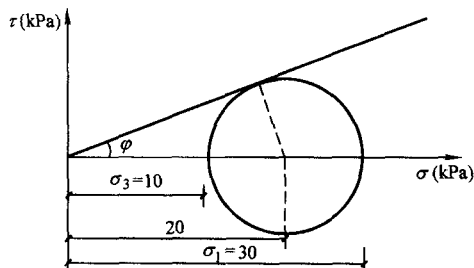


图 1-3 题 1.11

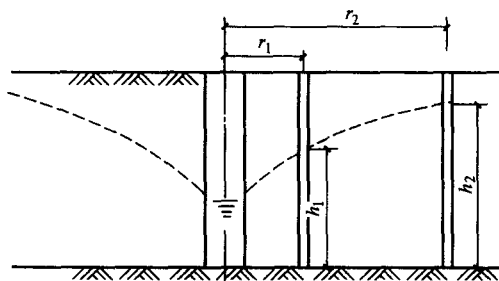


图 1-4 题 1.12

【解】 当井底钻至不透水层时称为完整井, 完整井的土层渗透系数 K 可由下式计算

$$\begin{aligned}
 K &= \frac{q}{\pi} \times \frac{\ln(r_2/r_1)}{(h_2^2 - h_1^2)} \\
 &= \frac{57.89}{3.14} \times \frac{\ln(9.95/4.3)}{[(12.34 - 0.31)^2 - (12.34 - 0.43)^2]} = 18.44 \times \frac{0.84}{[144.7 - 141.8]} \\
 &= 5.34 \text{ m/d}
 \end{aligned}$$

- 1.13 某潜水非完整井进行抽水试验, 水位 1.5m, 井直径 $D=0.8\text{m}$ (图 1-5), 假设影响半径 $R=100\text{m}$, 当抽水量为 $760\text{m}^3/\text{d}$, 降深 3.0m, 试计算土层渗透系数。

【解】 当井底未钻至不透水层时称为非完整井。

非完整井土层渗透系数可用下式计算:

$$K = \frac{q \ln(R/r_0)}{\pi [(H-h')^2 - h_0^2] \left[1 + \left(0.3 + \frac{10r_0}{H} \right) \sin\left(\frac{1.8h'}{H}\right) \right]}$$

式中 H ——不受降水影响的地下水面至不透水层层面距离 (m);

h' ——井底至不透水层层面的距离 (m);

h_0 ——抽水井水深;

r_0 ——抽水井半径;

q ——抽水量;

R ——降水影响半径, 其值对 K 影响不大, 在无实测资料时可采用经验值, 当土层为中、细砂, $R=100\sim 200\text{m}$, 土层为砾石, $R=200\sim 500\text{m}$ 。

$$\begin{aligned} K &= \frac{760 \ln(100/0.4)}{\pi [(13.5-3.5)^2 - 4.5^2] \left[1 + \left(0.3 + \frac{10 \times 0.4}{13.5} \right) \sin\left(\frac{1.8 \times 3.5}{13.5}\right) \right]} \\ &= \frac{4196}{3.14 [79.75] [1 + 0.596 \times 0.008]} = \frac{4196}{251.6} = 16.6\text{m/d} \end{aligned}$$

- 1.14 某厚度 $h=15\text{m}$ 的含水层, 两口观测井 (距离 200m), 测得 1 号井水位 64.22m, 2 号井水位 63.44m (图 1-6), 土层渗透系数 $K=45\text{m/d}$, 试求含水层单位宽度的渗流量。

【解】 $q=KiA$

$$i = \frac{64.22 - 63.44}{200} = 0.0039$$

$$A = 15 \times 1 = 15\text{m}^2$$

$$q = 45 \times 0.0039 \times 15 = 2.63\text{m}^3/\text{d}$$

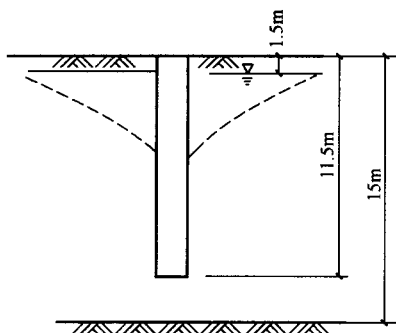


图 1-5 题 1.13

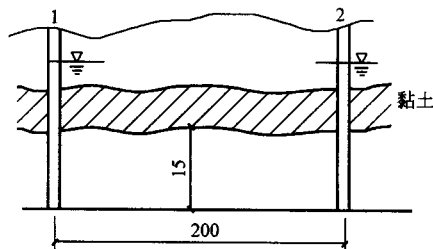


图 1-6 题 1.14

- 1.15 某地下连续墙支护结构, 其渗流流网如图 1-7 所示。已知土的孔隙比 $e=0.92$, 土粒相对密度 $d_s=2.65$, 坑外地下水位距地表 1.2m, 基坑开挖深度 8.0m, a 、 b 点

所在流网网格长度 $L=1.8\text{m}$, 试判断 $a\sim b$ 区段的渗流稳定性。

【解】 水在土体中渗流时受到土阻力因而产生水头损失, 单位体积的土颗粒所受到渗流作用力为渗流力 J , J 和水力梯度 i 的大小成正比, 方向和渗流方向一致。

$$J=i\gamma_w$$

当渗流力等于土的浮重度 γ' 时的水力梯度称为临界水力梯度 i_{cr}

$$J=i_{cr}\gamma_w=\gamma', \quad i_{cr}=\frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

$$\gamma'=\frac{d_s-1}{1+e}\gamma_w=\frac{2.65-1}{1+0.92}\times 10=8.59\text{kN/m}^3$$

$$i_{cr}=\frac{8.59}{10}=0.859$$

共有 12 条等势线:

$$i=\frac{\Delta h}{L}=\frac{8-1.2}{(12-1)\times 1.8}=0.34$$

$$i\leqslant [i]=\frac{i_{cr}}{K}$$

式中 $[i]$ ——容许水力梯度;

K ——安全系数, 取 $K=2.0$ 。

$$[i]=\frac{i_{cr}}{K}=\frac{0.859}{2}=0.43$$

$i=0.34\leqslant [i]=0.43$, 所以 $a\sim b$ 区段渗流是稳定的。

- 1.16** 一板桩打入土层的渗流流网如图 1-8 所示, 网格长度和宽度 $l=b=3.0\text{m}$, 土层渗透系数 $K=3\times 10^{-4}\text{mm/s}$, 板桩入土深度 9.0m , 试求: (1) 图中所示 a 、 b 、 c 、 d 、 e 各点的孔隙水压力; (2) 渗流速度; (3) 单位宽度渗流量。

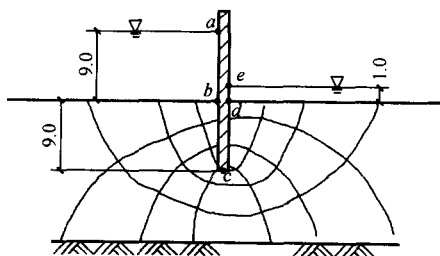


图 1-8 题 1.16

【解】 (1) a 点, $u_a=0$,

b 点, $u_b=\gamma_w h=10\times 9=90\text{kPa}$

由流网知, 等势线 8 条 $m=8$, 等流线 5 条 $n=5$, 任意两等势线间的水头差为:

$$\Delta h'=\frac{\Delta h}{m-1}=\frac{8}{8-1}=1.143\text{m}$$

c 点, $u_c=\gamma_w h=10\times (18-1.143\times 3.5)=140\text{kPa}$

d 点, $u_d=\gamma_w h=10\times 1.0=10\text{kPa}$

e 点, $u_e=0$

(2) 渗流速度

$$V=iK=K\frac{\Delta h'}{l}=\frac{K\Delta h}{(m-1)l}=\frac{3\times 10^{-4}\times 8\times 10^3}{(8-1)\times 3\times 10^3}=1.14\times 10^{-4}\text{mm/s}$$

(3) 单位宽度渗流量

$$q = \frac{K\Delta h(n-1)}{(m-1)} \times \frac{b}{l} = \frac{3 \times 10^{-4} \times 8 \times 10^3 (5-1)}{(8-1)} \times \frac{3.0}{3.0}$$

$$= 1.37 \text{ mm}^2/\text{s} = 1.37 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 1.37 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m} = 0.118 \text{ m}^3/\text{d} \cdot \text{m}$$

- 1.17 某水闸上游水深 15m, 下游水深 5m, 流网如图 1-9 所示, 土的渗透系数 $K=1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$, 试求: (1) a 、 b 、 c 三点孔隙水压力; (2) ab 段平均流速; (3) 单位宽度流量。

【解】 由流网知, 等势线 $m=11$, 等流线 $n=6$, 网格长度 $l=b=3\text{m}$,

(1) 两等势线的水头差

$$\Delta h' = \frac{\Delta h}{m-1} = \frac{15-5}{11-1} = 1.0 \text{ m}$$

a 点, $u_a = \gamma_w h = 10 \times (15-6) = 90 \text{ kPa}$

b 点, $u_b = \gamma_w h = 10 \times (15-7) = 80 \text{ kPa}$

c 点, $u_c = \gamma_w h = 10 \times (15-4) = 110 \text{ kPa}$

(2) ab 段平均流速

$$V = \frac{\Delta h K}{(m-1)l} = \frac{10 \times 10^2 \times 10^{-2}}{(11-1) \times 3 \times 10^2} = 0.33 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$$

(3) 单位宽度流量

$$q = \frac{K\Delta h(n-1)}{(m-1)} \times \frac{b}{l} = \frac{10^{-2} \times 10^3 (6-1)}{(11-1)} \times \frac{3.0}{3.0} = 5 \text{ cm}^2/\text{s} = 5 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$= 5 \times 10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s} \cdot \text{m}) = 43.2 \text{ m}^3/(\text{d} \cdot \text{m})$$

- 1.18 某止水帷幕如图 1-10 所示, 上游土中最高水位为 0.00m, 下游地面 -8.0m, 土的天然重度 $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$, 安全系数 $K=2$, 试求止水帷幕合理深度。

【解】 水在土中渗流的渗流力为:

$$J = i\gamma_w$$

当 $J = \gamma'$ 时, 临界水力梯度为:

$$i_{\text{cr}} = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

$$i \leq [i] = \frac{i_{\text{cr}}}{K}$$

$$i = \frac{8}{h + (h-8)} = \frac{8}{2h-8}, \quad i_{\text{cr}} = \frac{8}{10}$$

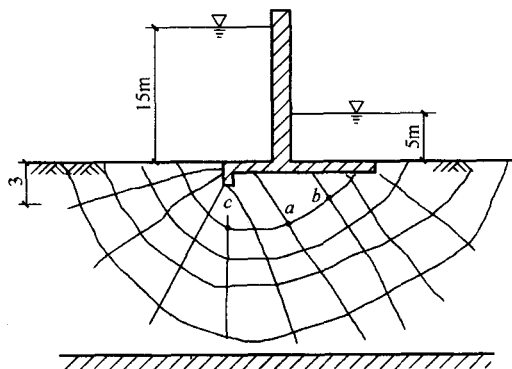


图 1-9 题 1.17

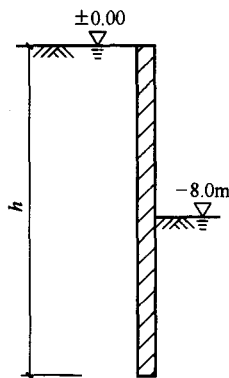


图 1-10 题 1.18

$$\frac{8}{2h-8} = \frac{8}{10} \times \frac{1}{2} = 0.4, 0.8h - 3.2 = 8, h = 14\text{m},$$

止水帷幕合理深度为 14m。

- 1.19 某河流，河水深 2m，河床土层为细砂，其 $d_s = 2.7$ ， $e = 0.8$ ，抽水管插入土层 3m，管内进行抽水（图 1-11），试问管内水位降低几米会引起流砂？

【解】当渗流力 J 等于土的浮重度 γ' 时，土处于产生流砂临界状态。

渗流力和水力梯度 i 的大小成正比。

$$J = i\gamma_w, J = i\gamma_w = \gamma', i = \frac{\gamma'}{\gamma_w}$$

水力梯度 i 为单位渗流长度上的水头损失

$$i = \frac{\Delta h}{3}$$

$$\gamma' = \frac{\gamma_w(d_s - 1)}{1 + e} = \frac{10 \times (2.7 - 1)}{1 + 0.8} = 9.44 \text{ kN/m}^3$$

$$i = \frac{\Delta h}{3} = \frac{9.44}{10}, \Delta h = \frac{9.44 \times 3}{10} = 2.83 \text{ m}$$

当水位降低 2.83m 时会产生流砂。

- 1.20 某基坑深 6.0m，土层分布为粉土、砂土和基岩，粉土 $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ ，砂土层含有承压水，水头高出砂土顶面 7.0m（图 1-12），为使基坑底土不致因渗流而破坏，试求坑内水位应多高？

【解】 $i = \frac{7 - h - 3}{9 - 6}$

$$i = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{7 - h - 3}{9 - 6} = \frac{20 - 10}{10},$$

$h \geq 1.0 \text{ m}$ ，坑内水位 $\geq 1.0 \text{ m}$ ，基坑不会因渗流而破坏。

- 1.21 土样高 25cm， $e = 0.75$ ， $d_s = 2.68$ ，试求渗透的水力梯度达到临界时的总水头差。

【解】土有效重度

$$\gamma' = \frac{\gamma_w(d_s - 1)}{1 + e} = \frac{10 \times (2.68 - 1)}{1 + 0.75} = 9.6 \text{ kN/m}^3$$

$$i = \frac{\Delta h}{0.25} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{9.6}{10},$$

$$\Delta h = \frac{9.6 \times 0.25}{10} = 0.24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$$

- 1.22 某基坑采用板桩作为支护结构，地下水位平地面，坑底用集水池进行排水（图 1-14），试计算集水池的截水长度为 3m 是否满足要求。

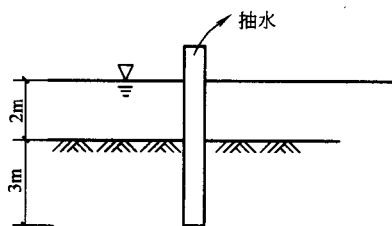


图 1-11 题 1.19

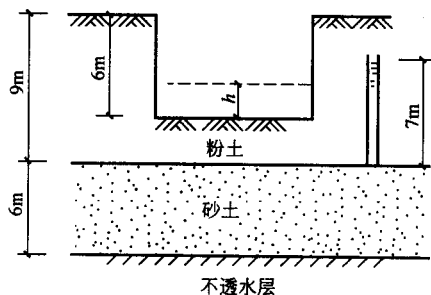


图 1-12 题 1.20

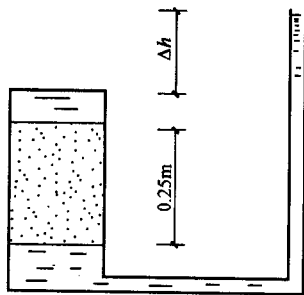


图 1-13 题 1.21

【解】 设截水长度为 l

$$\text{水力梯度 } i = \frac{\Delta h}{L} = \frac{4}{4+3+3} = 0.4$$

$$\text{临界水力梯度 } i_{cr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{19-10}{10} = 0.9$$

$i_{cr} = 0.9 > i = 0.4$, 截水长度 3m 满足要求。

1.23 在一不透水层上面覆盖有 4 层土层, 各土层的厚度和渗透系数如图 1-15 所示, 试求水平渗透系数和竖向渗透系数的平均值。

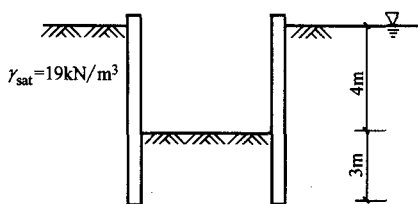


图 1-14 题 1.22

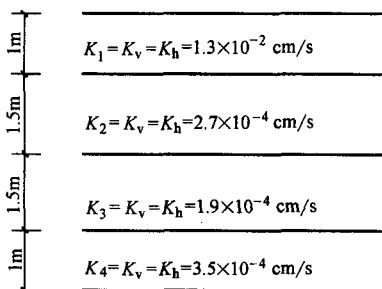


图 1-15 题 1.23

【解】 竖向渗透系数平均值

$$\begin{aligned} K_v &= \frac{H}{\sum_{i=1}^4 H_i / K_i} = \frac{500}{\frac{100}{1.3 \times 10^{-2}} + \frac{150}{2.7 \times 10^{-4}} + \frac{150}{1.9 \times 10^{-4}} + \frac{100}{3.5 \times 10^{-4}}} \\ &= \frac{500}{7692 + 555556 + 789474 + 285714} \\ &= \frac{500}{1638436} = 3.05 \times 10^{-4} \text{ cm/s} \end{aligned}$$

水平渗透系数平均值

$$\begin{aligned} K_h &= \frac{1}{H} \sum_{i=1}^4 K_i H_i = \frac{1}{500} \times (1.3 \times 10^{-2} \times 100 + 2.7 \times 10^{-4} \times 150 \\ &\quad + 1.9 \times 10^{-4} \times 150 + 3.5 \times 10^{-4} \times 100) \\ &= \frac{1}{500} \times 1.404 = 2.81 \times 10^{-3} \text{ cm/s} \end{aligned}$$

1.24 已知 A、B 土样的土工试验结果见表 1-4, 试问下列结论中哪几个是正确的?

表 1-4

土样	w_L	w_p	$w(\%)$	d_s	S_r
A	30	12.5	28	2.75	1.0
B	14	6.3	26	2.70	1.0

(1) A 土样比 B 土样的黏粒 ($d < 0.005\text{mm}$) 含量多;

(2) A 土样重度大于 B 土样;

(3) A 土样干密度大于 B 土样;

(4) A 土样孔隙率大于 B 土样。

【解】 (1) A 土样 $I_p = w_L - w_p = 30 - 12.5 = 17.5$

B 土样 $I_p = 14 - 6.3 = 7.7$

I_p 值 $A > B$

(2) A 土样, $e = \frac{wd_s}{S_r} = \frac{0.28 \times 2.75}{1.0} = 0.77$,

$$\gamma = \frac{d_s(1+w)}{1+e} \gamma_w = \frac{2.75(1+0.28)}{1+0.77} \times 10 = 19.9 \text{ kN/m}^3$$

B 土样 $e = \frac{0.26 \times 2.70}{1.0} = 0.7$, $\gamma = \frac{2.70(1+0.26)}{1+0.7} \times 10 = 20 \text{ kN/m}^3$

(3) A 土样 $\gamma_d = \frac{d_s}{1+e} \gamma_w = \frac{2.75}{1+0.77} \times 10 = 15.5 \text{ kN/m}^3$

B 土样 $\gamma_d = \frac{2.7}{1+0.7} \times 10 = 15.9 \text{ kN/m}^3$

(4) A 土样 $n = \frac{e}{1+e} = \frac{0.77}{1+0.77} = 0.44$

B 土样 $n = \frac{0.7}{1+0.7} = 0.41$

所以 (1)、(4) 结论正确, (2)、(3) 结论错误。

1.25 某土样进行室内压缩试验 (环刀高 2cm) 结果见表 1-5, 试求: (1) 各压力段的压缩系数和压缩模量; (2) 当 $p=100 \text{ kPa}$ 增至 $p=200 \text{ kPa}$ 时, 土样的变形。

表 1-5

$p(\text{kPa})$	0	50	100	200	300
e	1.05	0.95	0.9	0.85	0.72

【解】 (1) 各压力段的压缩系数

$$a = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}, \text{ 压缩模量 } E_s = \frac{1 + e_1}{a}$$

$$\text{如, } a_{0-50} = \frac{1.05 - 0.95}{50 - 0} = 0.002 \text{ kPa}^{-1} = 2 \text{ MPa}^{-1}$$

$$E_s = \frac{1 + 1.05}{2} = 1.025 \text{ MPa}.$$

计算结果见表 1-6。

表 1-6

压力段 (kPa)	0~50	50~100	100~200	200~300
$a(\text{MPa}^{-1})$	2	1	0.5	1.3
$E_s(\text{MPa})$	1.025	1.95	3.8	1.42

(2) 土样变形

$$\Delta s = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_1} \times H = \frac{0.9 - 0.85}{1 + 0.9} \times 20 = 0.53 \text{ mm}$$

- 1.26 已知土样土粒相对密度 $d_s = 2.7$, 孔隙率 $n = 50\%$ 、 $w = 20\%$, 若将 10 m^3 土体加水至完全饱和, 问需加多少水?

【解】 $n = \frac{e}{1 + e} = 0.5$, $e = 1.0$

$$e = \frac{V_v}{V_s}, V_v = eV_s = 1.0V_s$$

$$V = V_v + V_s = 10 \text{ m}^3, V_v = V_s = 5 \text{ m}^3$$

$$S_r = \frac{wd_s}{e} = \frac{0.2 \times 2.7}{1.0} = 0.54$$

$$\text{当 } S_r = 0.54 \text{ 时, } V_w = S_r V_v = 0.54 \times 5 = 2.7 \text{ m}^3$$

$$\text{当完全饱和 } S_r = 1, V_w = 1 \times 5 = 5 \text{ m}^3$$

$$\text{应加水 } \Delta m_w = \rho_w \Delta V_w = 1 \times (5 - 2.7) = 2.3 \text{ t}$$

- 1.27 一湿土样质量 100 g , 含水量 16% , 若要制备含水量 25% 的土样, 问需加多少水?

【解】 $m_w + m_s = m = 100 \text{ g}$, $m_w = 100 - m_s$

$$w = \frac{m_w}{m_s} = 0.16$$

$$\frac{100 - m_s}{m_s} = 0.16, m_s = 86.2 \text{ g}$$

当含水量增加至 25% 时, 需加水

$$\Delta m_w = 86.2 \times (0.25 - 0.16) = 7.76 \text{ g}$$

- 1.28 某饱和土 $\gamma_{\text{sat}} = 15.9 \text{ kN/m}^3$, $w = 65\%$, 试计算土粒相对密度 d_s 和孔隙比 e 。

【解】 $S_r = \frac{wd_s}{e} = 100\%$, $e = wd_s = 0.65d_s$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{d_s + e}{1 + e} \gamma_w = 15.9$$

$$\frac{d_s + 0.65d_s}{1 + 0.65d_s} \times 10 = 15.9, (1 + 0.65d_s) \times 15.9 = (d_s + 0.65d_s) \times 10 = 16.5d_s$$

$$15.9 + 10.34d_s = 16.5d_s, d_s = \frac{15.9}{6.16} = 2.6$$

$$e = 0.65 \times 2.6 = 1.69$$

- 1.29 某土料 $d_s = 2.71$, $w = 20\%$, 室内击实试验得最大干密度 $\rho_{\text{dmax}} = 1.85 \text{ g/cm}^3$, 要求压实系数 $\lambda_c = 0.95$, 压实后饱和度 $S_r \leq 85\%$, 土料含水量是否合适?

【解】 $\lambda_c = \frac{\rho_d}{\rho_{\text{dmax}}}$, $\rho_d = \lambda_c \rho_{\text{dmax}} = 0.95 \times 1.85 = 1.76 \text{ g/cm}^3$

$$e = \frac{d_s \rho_w}{\rho_d} - 1 = \frac{2.71 \times 1}{1.76} - 1 = 0.54$$

$$S_r = 0.85, S_r = \frac{w d_s}{e}, w = S_r e / d_s = 0.85 \times 0.54 / 2.71 = 0.17 = 17\%, \text{ 现有土料}$$

$w = 20\% > 17\%$, 含水量偏大, 应进行翻晒。

- 1.30 完全饱和土样, 高 2cm, 环刀面积 30cm^2 , 进行压缩试验, 试验结束后称土质量为 100g, 烘干后土质量为 80g, 设土 $d_s = 2.65$, 试求:

- (1) 压缩前土质量;
- (2) 压缩前后土孔隙比减小多少;
- (3) 压缩量是多少。

【解】 土体积 $V = 30 \times 2 = 60\text{cm}^3$, $m_s = 80\text{g}$, $d_s = 2.65$

$$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w}, V_s = \frac{m_s}{d_s \rho_w} = \frac{80}{2.65 \times 1} = 30.2\text{cm}^3$$

$$V_w = V - V_s = 60 - 30.2 = 29.8\text{cm}^3, \text{ 水质量 } m_w = 29.8 \times 1 = 29.8\text{g}$$

$$(1) \text{ 压缩前土质量 } 80 + 29.8 = 109.8\text{g}$$

$$(2) \text{ 压缩前孔隙比 } e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_w}{V_s} = \frac{29.8}{30.2} = 0.987, (\text{完全饱和, } V_v = V_w)$$

$$\text{压缩后孔隙体积 } V_v = V_w = \frac{m_w}{\rho_w} = \frac{100 - 80}{1} = 20\text{cm}^3$$

$$\text{压缩后孔隙比 } e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{20}{30.2} = 0.662$$

$$\text{压缩前后孔隙减少 } \Delta e = 0.987 - 0.662 = 0.325$$

$$(3) \text{ 压缩后水排出体积 } 29.8 - 20 = 9.8\text{cm}^3$$

$$\text{土样压缩量 } s = \frac{9.8}{30} = 0.33\text{cm}$$

- 1.31 某土层十字板剪切试验, 得土抗剪强度 $\tau = 50\text{kPa}$, 取土进行重塑土无侧限抗压强度试验得 $q_u' = 40\text{kPa}$, 试求土的灵敏度。

【解】 十字板现场试验测定土的抗剪强度, 属不排水剪切试验条件, 其结果接近无侧限抗压强度试验结果

$$\tau = q_u / 2, q_u = 2\tau = 2 \times 50 = 100\text{kPa}$$

$$\text{重塑土样无侧限抗压强度, } q_u' = 40\text{kPa}$$

土的灵敏度为原状土样的无侧限抗压强度与重塑土样无侧限抗压强度之比

$$S_t = \frac{q_u}{q_u'} = \frac{100}{40} = 2.5, 2 < S_t \leq 4$$

该土为中灵敏度土。

- 1.32 用土粒相对密度 $d_s = 2.7$ 、 $e = 0.8$ 的土料做路基, 要求填筑干密度 $\rho_d = 1700\text{kg}/\text{m}^3$, 试求填筑 1.0m^3 土需要原状土体积。