

(京)新登字115号

高等学校教材

土力学与基础工程习题集

清华大学 虞石民 郑树楠 合编
郑州工学院 郑人龙

*

水利电力出版社出版

(北京三里河路6号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

四季青印刷厂印刷

*

787×1092毫米 16开本 13.25印张 296千字

1993年10月第一版 1993年10月北京第一次印刷

印数 0001—2340册

ISBN7-120-01835-3/TV·663

定价6.15元

内 容 提 要

全书共十三章。内容包括土的物理性质及工程分类、土的渗透性、地基中的应力计算、土的变形性质与地基沉降计算、土的抗剪强度、土压力、土坡的稳定分析、地基的稳定性、天然地基上浅基础设计、桩基础、地基处理、特殊土地基、课程设计、附录及答案等。

本书是水利类专业的高等学校教材，也可供建筑、港工等专业的师生和科技人员参考。

目 录

前 言

第一章 土的物理性质及工程分类	1
第一节 理论提要与例题	1
第二节 思考题	7
第三节 计算题	9
第二章 土的渗透性	15
第一节 理论提要与例题	15
第二节 思考题	20
第三节 计算题	21
第三章 地基中的应力计算	26
第一节 理论提要与例题	26
第二节 思考题	33
第三节 计算题	34
第四章 土的变形性质与地基沉降计算	41
第一节 理论提要与例题	41
第二节 思考题	49
第三节 计算题	51
第五章 土的抗剪强度	57
第一节 理论提要与例题	57
第二节 思考题	66
第三节 计算题	67
第六章 土压力	72
第一节 理论提要与例题	72
第二节 思考题	81
第三节 计算题	83
第七章 土坡的稳定分析	88
第一节 理论提要与例题	88
第二节 思考题	99
第三节 计算题	100
第八章 地基的稳定性	104
第一节 理论提要与例题	104
第二节 思考题	110
第三节 计算题	112
第九章 天然地基上浅基础设计	116

第一节 理论提要 with 例题	116
第二节 思考题	124
第三节 计算题	125
第十章 桩基础	128
第一节 理论提要 with 例题	128
第二节 思考题	145
第三节 计算题	146
第十一章 地基处理	150
第一节 理论提要 with 例题	150
第二节 思考题	156
第三节 计算题	157
第十二章 特殊土地基	159
第一节 理论提要 with 例题	159
第二节 思考题	167
第三节 计算题	168
第十三章 课程设计	170
第一节 水闸设计	170
第二节 挡土墙设计	173
第三节 五层宿舍楼砖混结构条形基础设计	174
第四节 实验大厅排架结构单独基础设计	176
计算题答案	180
附录一 土的工程分类	191
附录二 地基承载力表	193
附录三 桩基础	198
附录四 特殊土	200
附录五 符号、单位、名称表	201
附录六 单位制换算	203
参考文献	204

第一章 土的物理性质及工程分类

第一节 理论提要 with 例题

一、土的形成和特点

土是岩石经物理、化学和生物风化，再经过搬运、堆积而成的成分、大小、形状和组成不同的松散颗粒集合体。它具有碎散性、三相性和天然性三大主要特点。

二、土的颗粒级配

土中各种粒组的相对含量用土粒总重的百分数表示，并绘成粒径级配曲线，如图1-1所示。

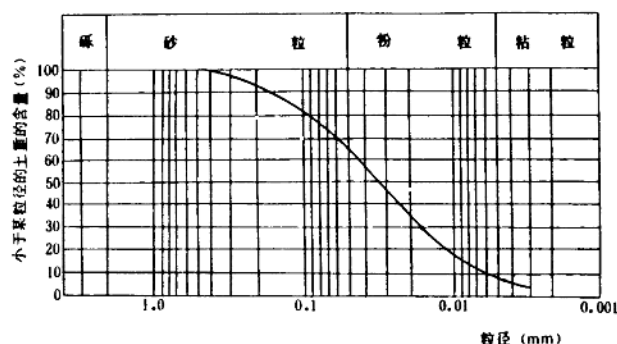


图 1-1 土的粒径级配曲线

判别土的级配是否良好的标准：

- (1) 级配良好——应同时满足 $C_u \geq 5$ 和 $C_c = 1 \sim 3$ 两个条件。
- (2) 级配不良——不能同时满足 $C_u \geq 5$ 和 $C_c = 1 \sim 3$ 两个条件者。

不均匀系数

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (1-1)$$

曲率系数

$$C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{60}d_{10}} \quad (1-2)$$

d_{60} 、 d_{10} 、 d_{30} 分别为粒径级配曲线纵坐标上小于某粒径含量 60%、10%、30% 时所对应的粒径； d_{10} 称为有效粒径；而 d_{60} 称为控制粒径。

C_u 值愈小，说明颗粒级配曲线愈陡，土愈均匀； C_c 值是描述粒径曲线的形状和连续性的。

三、土的物理性质指标（三相比例指标）

常用的土物理性质指标，见图1-2和表1-1。

【例 1-1】在击实筒（其体积为 1000cm^3 ）内装有击实过的湿土 1870g ，当把这些土烘干后得干土重为 1677g ，已知土粒比重为 2.66 ；试求其含水量，容重，干容重，孔隙率，孔隙

常用土物理性质指标

顺序	物理指标	符号	定 义	表 达 式	用直接测定的指标计算的公式	用其它指标换算的公式	常用的单位	数 值 范 围						
1	容重 (重度)	γ	单位体积的土重	$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{W_s + W_w + W_a}{V}$	直接测定		N/cm ³ , kN/m ³	15~20kN/m ³						
2	土粒比重	G	体积V'的土体重量与同体积4℃纯水的重量比	$G = \frac{W_s}{V' \gamma_w}$	直接测定			2.64~2.76						
3	含水量	w	土中所含的水重与土粒重之比	$w = \frac{W_w}{W_s} \times 100\%$	直接测定			0%~110%						
4	孔隙比	e	土中孔隙体积与土粒体积之比	$e = \frac{V_v}{V_s}$	$e = \frac{G \gamma_w (1+w)}{\gamma} - 1$	$e = G \gamma_w / \gamma_d - 1$ $e = w G / s_r, e = \frac{n}{1-n}$	以小数表示	0.35~2.0						
5	孔隙率	n	单位体积土中孔隙所占的体积	$n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$	$n = 1 - \frac{\gamma}{G \gamma_w (1+w)}$	$n = \frac{G \gamma_w - \gamma_d}{G \gamma_w}$		30%~75%						
6	干容重 (干土重度)	γ_d	土中不存在水时的容重	$\gamma_d = \frac{W_s}{V}$	$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w}$	$\gamma_d = \frac{1+e}{ns} \gamma_w$ $\gamma_d = \frac{\gamma}{w} \gamma_w$	N/cm ³ , kN/m ³	6.9~21.1kN/m ³						
7	饱和容重 (饱和土重度)	γ_{sat}	当土中孔隙完全充满水时的容重	$\gamma_{sat} = \frac{W_s + V' \gamma_w}{V}$	$\gamma_{sat} = \frac{(G-1)\gamma}{G(1+w)} + \gamma_w$	$\gamma_{sat} = \frac{G+e}{1+e} \gamma_w$ $\gamma_{sat} = G \gamma_w (1-n) + n \gamma_w$ $\gamma_{sat} = \gamma' + \gamma_w$	kN/m ³ N/cm ³	14.0~22.0kN/m ³						
8	浮容重 (浮重度)	γ'	淹没在水下时土的容重	$\gamma' = \frac{W_s - V' \gamma_w}{V}$	$\gamma' = \frac{(G-1)\gamma}{G(1+w)}$	$\gamma' = \frac{G-1}{1+e} \gamma_w$ $\gamma' = (G-1)(1-n)\gamma_w$ $\gamma' = \gamma_{sat} - \gamma_w$	N/cm ³ kN/m ³	7~12kN/m ³						
9	饱和度	s_r	土中水的体积与孔隙体积之比	$s_r = \frac{V_w}{V_v} \times 100\%$	$s_r = \frac{w G \gamma}{G \gamma_w (1+w) - \gamma}$	$s_r = \frac{w G}{1+e}$ $s_r = \frac{\gamma(1+e) - G \gamma_w}{e \gamma_w}$ $s_r = \frac{w G \gamma_d}{G \gamma_w - \gamma_d}$		<table><tr><td><50%</td><td>精确的</td></tr><tr><td>50%~80%</td><td>很精确的</td></tr><tr><td>>80%</td><td>饱和的</td></tr></table>	<50%	精确的	50%~80%	很精确的	>80%	饱和的
<50%	精确的													
50%~80%	很精确的													
>80%	饱和的													
10	密度	ρ	单位体积土的质量	$\rho = \frac{M}{V}$	$\rho = \frac{\gamma}{g}$		$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ kg/m ³	1.5~2.0g/cm ³						

注 1. 国家标准, “建筑地基设计规范” (GBJ 7-89) 中称“土粒比重”为“土粒的相对密度”。

2. g 为重力加速度 (取9.81m/s²)。

比，饱和度及饱和容重。

【解】（1）按三相图先计算出各相的重量及体积，然后按各指标的定义计算出各项指标。

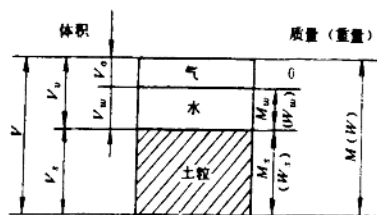


图 1-2 土的三相图

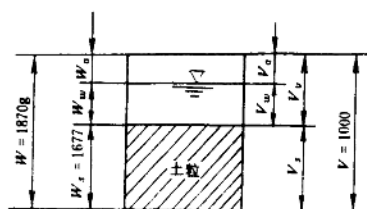


图 1-3 例1-1图

$$V_s = \frac{W_s}{G \gamma_w} = \frac{1677 \times 9.81}{2.66 \times 9.81} = 630.5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$V_v = V - V_s = 1000 - 630.5 = 369.5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{193 \times 9.81}{9.81} = 193 \text{ (cm}^3\text{)}$$

$$V_a = V - (V_s + V_w) = 1000 - (630.5 + 193) = 176.5 \text{ (cm}^3\text{)}$$

然后再进行各指标的计算。

容重 $\gamma = \frac{W}{V} = \frac{1870 \times 9.81}{1000} = 18.345 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

含水量 $w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{193 \times 9.81}{1677 \times 9.81} = 11.5\%$

干容重 $\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{1677 \times 9.81}{1000} = 16.45 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

孔隙率 $n = \frac{V_v}{V} = \frac{193.0 + 176.5}{1000} = 36.95\%$

孔隙比 $e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{369.5}{630.5} = 0.586$

饱和度 $s_r = \frac{V_w}{V_v} = \frac{193.0}{193.0 + 176.5} = 52.2\%$

饱和容重 $\gamma_{sat} = \frac{W_s + V_v \cdot \gamma_w}{V} = \frac{1677 \times 9.81 + 369.5 \times 9.81}{1000} = 20.08 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

（2）利用换算公式计算。

已知 土粒比重 $G = 2.66$ ； 湿土重 1870g；

土体积 $V = 1000 \text{ cm}^3$ ； 干土重 1677g

先求基本物理指标：

容重
$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{1870 \times 9.81}{1000} = 18.345 (\text{kN/m}^3)$$

含水量
$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{1870 - 1677}{1677} = 11.5\%$$

再按换算公式计算其它指标:

孔隙比
$$e = \frac{G(1+w) \cdot \gamma_w}{\gamma} - 1 = \frac{2.66 \times 9.81 \times (1+0.115)}{18.35} - 1 = 0.586$$

干容重
$$\gamma_d = \frac{\gamma}{1+w} = \frac{18.35}{1+0.115} = 16.45 (\text{kN/m}^3)$$

孔隙率
$$n = \frac{e}{1+e} = \frac{0.586}{1+0.586} = 36.95\%$$

饱和度
$$S_r = \frac{w \cdot G}{e} = \frac{0.115 \times 2.66}{0.586} = 52.2\%$$

饱和容重
$$\begin{aligned} \gamma_{sat} &= G \cdot \gamma_w(1-n) + n \cdot \gamma_w \\ &= 2.66 \times 9.81(1-0.3695) + 0.3695 \times 9.81 = 20.08 (\text{kN/m}^3) \end{aligned}$$

【例 1-2】某饱和土的容重 $\gamma = 15.8 \text{kN/m}^3$, 含水量 $w = 0.65$, 试求其土粒比重 G 及孔隙比 e ?

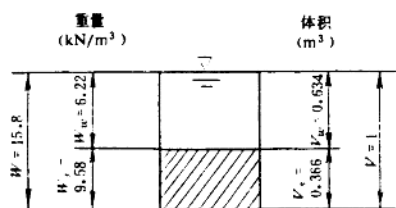


图 1-4 例1-2图

【解】 (1) 利用三相图求解。

先按三相图计算出各部分的重量和体积, 设 $V = 1$, 则 $W = V\gamma = 15.8 \text{kN}$ 。

$$\begin{cases} W = W_s + W_w = 15.8 \text{kN} & (1) \\ w = \frac{W_w}{W_s} = 0.65 & (2) \end{cases}$$

解联立 (1) 和 (2), 得 $W_s = 9.58 \text{kN}$,

$$W_w = 0.65 W_s = 6.22 \text{kN};$$

因 $W_w = 6.22 \text{kN}$, 故 $V_w = \frac{W_w}{\gamma_w} = \frac{6.22}{9.81} = 0.634 (\text{m}^3)$

$$V_s = V - V_w = 1 - 0.634 = 0.366 (\text{m}^3)$$

再利用各物理指标的定义, 计算出各指标:

土粒比重
$$G = \frac{W_s}{V_s \gamma_w} = \frac{9.58}{0.366 \times 9.81} = 2.67$$

孔隙比
$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{V_w}{V_s} = \frac{0.634}{0.366} = 1.73$$

(2) 利用公式计算。

由于土是饱和的, 故 $S_r = 100\%$ 。已知容重 $\gamma = 15.8 \text{kN/m}^3$, 含水量 $w = 65\%$ 。

按公式
$$S_r = \frac{wG}{e} = 1$$

则
$$e = wG = 0.65G \quad (3)$$

$$\gamma_{sat} = \frac{G + e}{1 + e} \gamma_w \quad (4)$$

将式(3)代入式(4)得

$$\gamma_{sat} = \frac{G + 0.65G}{1 + 0.65G} \gamma_w = 15.8 (\text{kN/m}^3)$$

所以, 土粒比重 $G = 2.67$, 孔隙比 $e = 1.73$

【例 1-3】 证明
$$\gamma' = \frac{(G - 1) \gamma_w}{1 + e}$$

【解】 设 $V_s = 1$, 浮容重
$$\gamma' = \frac{W_s - V_s \cdot \gamma_w}{V}$$

则
$$\gamma' = \frac{V_s \gamma_s - V_s \gamma_w}{V_s + V_v} = \frac{\gamma_s - \gamma_w}{1 + e}$$

因为
$$\gamma_s = G \gamma_w$$

所以
$$\gamma' = \frac{(G - 1) \cdot \gamma_w}{1 + e}$$

四、土的物理状态指标

(一) 砂土的相对密实度

$$D_r = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}} \quad (1-3)$$

式中 D_r ——砂土的相对密实度;

e ——砂土在天然状态(或某种控制状态)时的孔隙比;

e_{max} (e_{min})——砂在最松(最密)状态时的孔隙比, 即最大(最小)孔隙比。

用相对密实度试验和标准贯入试验结果判断砂土密实度见表1-2和表1-3。

表 1-2 砂土的松密标准

相对密实度	土的密实度
$D_r < 0.33$	疏松的
$0.33 < D_r < 0.67$	中密的
$D_r > 0.67$	密实的

表 1-3 根据贯入试验击数确定砂土的松密标准

标准贯入击数 $N_{63.5}$	土的密实度
$N > 30$	密实的
$15 < N < 30$	中密的
$10 < N < 15$	稍密的
$N < 10$	松散

(二) 粘性土的稠度

若以 I_L 表示液性指数, w_p 表示塑限, w_L 表示液限, w 表示土的天然含水量, 而 I_p 表示塑性指数 ($I_p = w_L - w_p$), 则

$$I_L = \frac{w - w_p}{w_L - w_p} = \frac{w - w_p}{I_p} \quad (1-4)$$

粘性土的稠度用液性指数来判断, 见表1-4。

表 1-4 粘性土的稠度标准

液性指数 I_L	土的状态
$I_L < 0$	坚硬
$0 < I_L < 0.25$	硬塑
$0.25 < I_L < 0.75$	可塑
$0.75 < I_L < 1.0$	软塑
$I_L > 1.0$	流塑

五、土的工程分类

(一) 水利电力部《土工试验规程》(SD128-84)

分类法

1. 粗粒土的分类

粗粒土：大于0.1mm的颗粒占总土重50%以上的土。粗粒土分为砾石与砂土两大类，可参阅粗粒土分类表。

2. 细粒土的分类

细粒土：小于0.1mm的颗粒占总土重50%以上的土。采用塑性图对细粒土进行分类。

【例 1-4】已知1号和2号土的级配曲线（见图1-5）；其中1号土的液限 $w_L = 35\%$ ，塑限 $w_P = 18\%$ ；试用《土工试验规程》(SD128-84)分类法对它们进行分类定名。

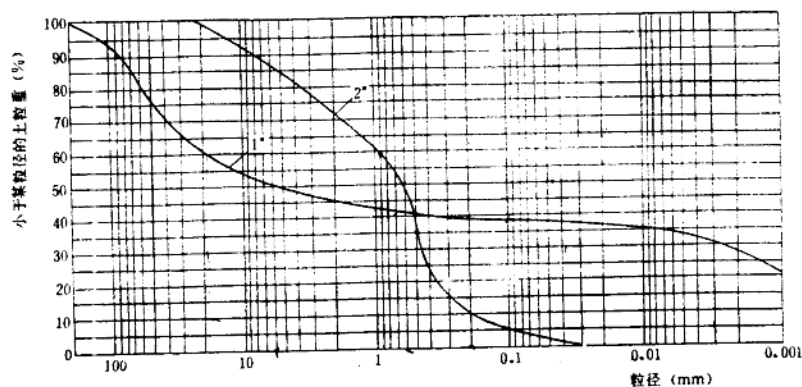


图 1-5 例1-4图

【解】(1) 对1号土分类。

按 $d > 0.1\text{mm}$ 的土粒重占62%，超过50%，属粗粒土。

按 $d > 2\text{mm}$ 的砾组为55%；在粗粒土中占 $\frac{55}{62} \times 100 = 88.7\%$ ，超过50%，属砾土类G；

同时 $d < 0.1\text{mm}$ 的细粒土含量占38%，在15%~50%之间，查附表1-1应为含粘质土；并按细粒土的 $w_L = 35\%$ ， $I_P = 35 - 18 = 17$ ，查塑性图（附图1-1）， I_P 和 w_L 的坐标落于A线之上， $I_P > 4$ ，故土名为“粘质土砾”（GC）。

(2) 对2号土分类。

按 $d > 0.1\text{mm}$ 的土粒重占95%，属粗粒土。

按 $d > 2\text{mm}$ 的砾组为28%，在粗粒中占 $\frac{28}{95} \times 100\% = 29.50\%$ ，小于50%，属砂土类S；

同时， $d < 0.1\text{mm}$ 的细粒土含量占5%，并按

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0.95}{0.19} = 5, \quad C_c = \frac{(d_{30})^2}{d_{60} \cdot d_{10}} = \frac{(0.43)^2}{0.95 \times 0.19} = 0.98$$

不能同时满足两个条件,故土名为“不良级配砂”(SP)。

【例 1-5】已知某软土样的天然含水量 $w=38\%$,从塑液限试验得 $w_L=36\%$, $w_P=18\%$,用塑性图对该土进行分类。

【解】因为 $w_L=36\%$, $w_P=18\%$,故塑性指数 $I_P = w_L - w_P = 36 - 18 = 18$,从塑性图中查得此土样在 A 线以上,并在 B、C 二线之间。所以,定名为“中塑性无机粘土”(CI)。

(二)《建筑地基基础设计规范》(GBJ 7-89)分类法

本规范将建筑地基分为:岩石、碎石土、砂土、粉土、粘性土和人工填土等。

(1) 碎石土: $d > 2\text{mm}$ 的颗粒含量超过全重 50% 的土,见附表 1-3。

(2) 砂土: $d > 2\text{mm}$ 的颗粒含量不超过全重 50%、粒径 $> 0.075\text{mm}$ 的颗粒超过全重 50% 的土,见附表 1-4。

(3) 粘性土:塑性指数 $I_P > 10$ 的土,见附表 1-5。

(4) 粉土:塑性指数 $I_P \leq 10$ 的土。

六、土的压实性能

在工程实践中,为了改良填土的工程特性,提高抗剪强度,减少压缩性和透水性,常用人方法压实土。通过试验得知,土的干容重、含水量与压实功能间存在着一定关系。图 1-6 为在同一压实功能下,不同含水量和干容重的关系曲线,称为击实曲线。击实曲线的峰值称为最大干容重

($\gamma_{d\max}$),与它相应的含水量称为最优含水量 (w_{op})。当压实功能增加时,最大干容重提高,而最优含水量下降。

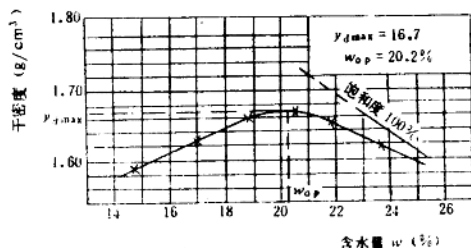


图 1-6 击实曲线

第二节 思考题

1-1 土是怎样生成的?它与其它材料(如混凝土和钢等)相比较,其主要区别是什么?土具有哪些主要特征?

1-2 土的粒径级配曲线是否可能出现图 1-7 中 A、B 两条曲线的情况,解释其理由。

1-3 今有三种土的粒径级配曲线,试问如下判断是否正确(见图 1-8),并加以解释。

(1) A 土的不均匀系数比 B 土的大;(2) B 土比 C 土压实可得到更大的干容重;(3) C 土的粘粒含量最多。

* 1-4 从土的工程性质(包括压缩量和抗剪强度)角度出发,分析土的结构形式的优劣。

* 1-5 什么叫 d_{10} 、 d_{60} 、 d_{30} 、 C_c 和 C_u ? 怎样在级配曲线上求得这些指标?并指明它们有什么用途?

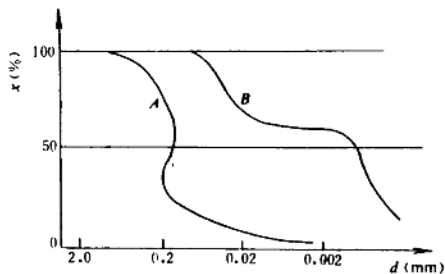


图 1-7 题1-2图

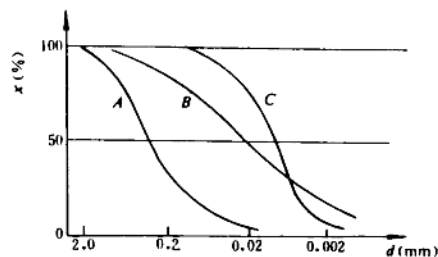


图 1-8 题1-3图

1-6 何谓粘性土的界限含水量？它们与土中哪一层水膜相对应？它们又该如何测定？

1-7 粘土颗粒表面哪一层水膜对土的工程性质影响最大，为什么？

1-8 说明土的天然容重 γ ，饱和容重 γ_{sat} ，浮容重 γ' 和干容重 γ_d 的物理概念和相互关系，试比较同一种土的 γ ， γ_{sat} ， γ' 和 γ_d 的数值大小？

1-9 水利电力部《土工试验规程》(SD128-84)中对利用烘干法测定土的含水量时，电热烘箱的温度规定应控制在多少摄氏度？为什么要有此控制？

1-10 某土工试验得到土粒比重 $G = 2.35$ ，试判断可能出现了什么情况，下一步该做什么工作？

1-11 在描述土的孔隙多少时，用两个指标，即孔隙率和孔隙比，为何在土力学运算过程中常用后者？

* 1-12 液性指数 I_L 是否会出现 $I_L > 1.0$ 和 $I_L < 0$ 的情况？相对密实度 D_r 值是否会出现 $D_r > 1.0$ 和 $D_r < 0$ 的情况？试说明其道理。若某天然粘土层的 $I_L > 1$ ，可是此土并未出现流动现象，仍有一定的强度，这是否可能？试解释其原因。

* 1-13 为什么有的土会膨胀、收缩，而另外一些土则无此现象，并说明其原因？

* 1-14 粘性土的稠度界限指标：液限、塑限及收缩界限，在工程实践上有什么意义？

1-15 说明土的缩限的含义，已知饱和土块的起始含水量为 w_1 ，体积为 V_1 ，达到缩限时的体积为 V_2 ，土块的干重为 W_s ，水的容重为 γ_w ，试求该土的缩限 w_L ？

1-16 砂土与粘土的主要区别有哪些？

(提示：试从物理性质和力学性质多方面进行比较)

1-17 按水利电力部《土工试验规程》(SD128-84)中土的分类法，试解释：(1)粗粒土与细粒土各按何种指标划分？(2)写出下面几种土的名称： GW ； CI ； MI ； $S-M$ 。

1-18 无粘性土（如砂、砾、矿渣等）是否也有最大干容重和最优含水量的关系，它们的干容重和含水量关系曲线是否与粘性土的曲线相似？

1-19 在土石坝施工中，对粘土心墙和砂壳两部分该用什么办法检测其干容重是否符合设计标准？

1-20 土的三相比例指标都有哪些？哪几个指标可从试验测得，如何测定？土的三相量上比例变化对土的性质将有什么样的影响？在一般情况下计算三相指标时，为什么至少需要知道其中任意三个指标才能求出其余物理指标？

1-21 以下的提法是否正确？为什么？（1） A 土的饱和度如果大于 B 土，则 A 土必定比 B 土为软。（2） C 土的孔隙比大于 D 土，则 C 土的干容重应小于 B 土的， A 土必比 B 土疏松。（3）土的天然容重愈大，则土的密实性必好。

* 1-22 我国有哪几种常用的粘性土和无粘性土的工程分类法？它们用什么指标进行分类？各种分类法有什么优缺点？

第三节 计 算 题

1-23 两个土样（ A 、 B ）的颗粒分析结果见下表，试绘级配曲线，并判断两土样的级配优劣？

表 1-5

题 1-23 表

粒 径 (mm)	40	20	10	5	2	1	0.5	0.25	0.1	0.05	0.01	0.005	0.002
小于某粒径的土重占总	A	88	69	48	28	20	9	2					
土重的百分数 (%)	B						99	96	74	48	25	17	7

1-24 对图1-9中 A 、 B 、 C 三个土的级配优劣进行评价。

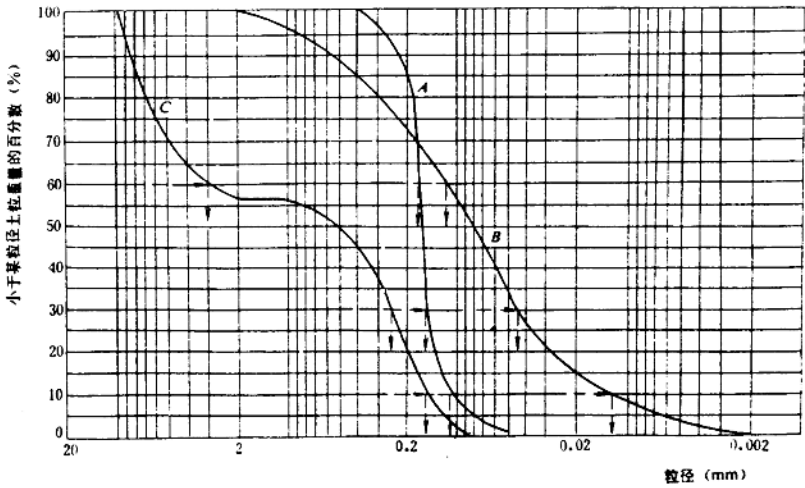


图 1-9 题1-24图

1-25 某工程地质勘察中取原状土 50cm^3 ，重 95.15g ，烘干后重 75.05g ，土粒比重为 2.67 。求此土样的天然容重、干容重、饱和容重、浮容重、天然含水量、孔隙比、孔隙率和饱和度。

1-26 某土的湿容重 $\gamma = 19.2\text{kN/m}^3$ ，含水量 $w = 9.8\%$ ，土粒比重 $G = 2.69$ 。试求：干容重、孔隙比、孔隙率和饱和度。

1-27 已知某细砂样孔隙比 $e = 0.45$ ，饱和度 $s_r = 50\%$ ，土粒比重 $G = 2.65$ 。求该土样

的天然容重和含水量。

1-28 用环刀在某探坑内取一砂样,原取样位置处于水下,由于砂保水能力差,取样时已有部分水流失,此时测得土样容重 $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$,含水量 $w = 18\%$,土粒比重 $G = 2.66$ 。试计算该砂样的孔隙比,失水后砂的饱和度和原砂土的天然含水量?

1-29 已知某土样干容重 $\gamma_d = 16.97 \text{ kN/m}^3$, 孔隙比 $e = 0.55$, 求饱和度 $s_r = 50\%$ 和 $s_r = 100\%$ 时土的湿容重各是多少?

1-30 某土的孔隙率为45%，土粒比重为2.68，含水量为10%，若将该土10m³加水至完全饱和，那么需要多少水？

1-31 一饱和土, 干容重为 16.2 kN/m^3 , 含水量为 20% , 试求土粒比重、孔隙比和饱和容重?

1-32 已知土粒比重为2.72, 饱和度为37%, 孔隙比为0.95。试问饱和度提高到90%时, 每立方米土应加多少水?

1-33 某土样孔隙比为0.65, 土粒比重为2.80, 当土完全干燥时, 土的干容重是多少? 若饱和度为60%时, 求土的容重和含水量? 若饱和度为95%, 求容重和饱和容重?

1-34 完全饱和土样,厚2.0cm,环刀面积30cm²,在压缩仪上做压缩试验。试验结束后,取出称重为105g,烘干后得重为85g,设土粒比重为2.70。求:(1)压缩前的土重;(2)压缩前后土样孔隙比改变了多少?(3)压缩量共有多少?

1-35 试证明如下各式:

$$(1) \quad y_d = \frac{G y_w}{1+e}; \quad (2) \quad y' = \frac{G-1}{1+e} y_w; \quad (3) \quad y_d = G \cdot y_w(1-n);$$

$$(4) \quad s_r = \frac{G \cdot w}{e}; \quad (5) \quad e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1; \quad (6) \quad \gamma' = \frac{G-1}{G} \gamma_d$$

* 1-36 试证明: 土体处在饱和状态时, 含水量与干容重之间存在着如下关系:

$$w = \frac{\gamma_w}{\gamma_d} - \frac{1}{G}.$$

1-37 某原状土样的基本指标经测定为：土粒比重为2.70，含水量为13%，容重为16.8kN/m³。试根据土的三相图求该土样的孔隙比和饱和度。

* 1-38 某土料的已知物理指标见下表；求空格中的指标值。

表 1-6

题 1-38 表

物理指标		γ (kN/m ³)	γ_s (kN/m ³)	G	w (%)	e	n (%)	s_r (%)
土 料	1			2.69	85		70	
	2	16.97		2.70		1.22		

* 1-39 某软粘土的干容重为 11.0 kN/m^3 , 含水量为 50% , 土粒比重为 2.70 ; 试求在 1 m^3 土体内土粒、水和气体所占的体积和重量, 并表示在三相图中。

* 1-40 已知土体的固体颗粒体积 $V_s = 1$, 孔隙体积 $V_p = e$, 见图 1-10, 土粒比重为 G ,

单位体积水重为 γ_w ，当土体的饱和度 $s_r = 100\%$ 时，试按图推出下列各物理指标的关系式：含水量、孔隙比、孔隙率、湿容重、饱和容重和浮容重。

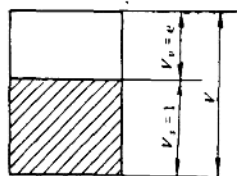


图 1-10 题 1-40 图

1-41 某土样土粒比重为 2.70，已知土样体积的 $\frac{2}{3}$ 为孔隙，含水量为 74.1%；求土样的孔隙比、孔隙率、干容重、饱和容重、浮容重和饱和度。若土样液限为 80%，塑限为 46%；求塑性指数和液性指数。

1-42 已知 A、B 两土样的物理指标如下表，试问：(1) A 土的粘粒比 B 土的多？

表 1-7 题 1-42 表

土 样	液限 w_L (%)	塑限 w_p (%)	天然含水量 w (%)	土粒比重 G	饱和度 s_r
A	30	12	15	2.75	50%
B	9	6	6	2.68	30%

(2) A 土的容重比 B 土的大？(3) A 土的干容重比 B 土的大？(4) A 土的孔隙比比 B 土的大？

(提示：粘性土中粘粒含量常与土的塑性指数成正比)

1-43 今有 A、B 两种土，试验结果见表 1-8，试问哪种土的 (1) 含粘粒 ($< 0.005\text{mm}$) 较多；(2) 干容重较大；(3) 土比较硬；(4) 孔隙比较大？

表 1-8 题 1-43 表

土 样	液限 w_L (%)	塑限 w_p (%)	天然含水量 w (%)	土粒比重 G	饱和度 s_r (%)
A	64.0	25.0	40.0	2.72	100
B	33.0	18.0	20.0	2.69	100

1-44 某土坝工程料场土料试验得：土粒比重为 2.70；天然含水量为 15%，天然孔隙比为 0.60，用此土完成 4万m^3 的填方。施工用 4m^3 自卸汽车及铁锹来进行。汽车净载重为 6t。填土是由汽车卸土后用推土机整平，用洒水车按 17% 的含水量加水，用羊足碾压至干容重达到 $\gamma_d = 17.27\text{kN/m}^3$ 。试回答如下问题：(1) 求料场土料的天然容重、干容重及饱和度；(2) 为了运送全部填土，需装多少辆汽车？(3) 在土料场应挖多少方土才能满足需要？(4) 碾压时，应洒水的总量和碾压后的饱和度是多少？

1-45 某砂层的天然饱和容重 $\gamma_{sat} = 19.91\text{kN/m}^3$ ，土粒比重为 2.67，试验测得该砂最松时装满 1000cm^3 容器干砂 1550g，最密状态时需干砂 1700g，求相对密度是多少？

1-46 厚度 5m 砂层在天然状态时其孔隙比为 0.72，在室内试验测得 $e_{min} = 0.52$ ， $e_{max} = 0.75$ ；经振动压实，砂面平均下沉 30cm，试求此时的相对密度是多少？

1-47 8 度地震区要求砂的相对密度在 0.7 以上，经试验一料场的 $\gamma_{dmax} = 19.23\text{kN/m}^3$ ， $\gamma_{dmin} = 14.32\text{kN/m}^3$ ，若砂的土粒比重为 2.65；试问此砂压到多大的干容重才能满足需要？

1-48 某坝砂料碾压后湿容重为 16.9kN/m^3 ,含水量为5%,比重为2.65,砂的最密和最松干容重已由试验得出,即: $\gamma_{d\max} = 17.7\text{kN/m}^3$ 和 $\gamma_{d\min} = 13.3\text{kN/m}^3$;试确定坝体砂料的相对密度。

1-49 从A、B两地土层中各取粘性土样进行试验,恰好其液、塑限相同,即:液限 $w_L = 45\%$,塑限 $w_P = 30\%$,但A地土的天然含水量为45%,而B地的土 $w = 25\%$;试求A、B两地的地基土的液性指数各是多少?通过判断土的状态,确定哪个地基土比较好?

(提示:地基强度好坏与粘性土的液性指数有关)

*1-50 某饱和粘土地基的孔隙比为1.20,比重为2.70,塑限 $w_P = 20\%$,液限 $w_L = 40\%$;试确定粘土的软硬程度。

1-51 拟对土粒比重为2.75,容重为 16.5kN/m^3 ,饱和度为85%,液限为52%和塑限为37%的粘性土分层夯实;当经过压密后,刚好达到完全饱和,但又无水排出时,所能达到的液性指数是多少?

*1-52 由某饱和土层的原状土样测得其饱和容重为 20kN/m^3 ,土粒比重为2.67,液限为35%,塑限为20%;试确定该土层的名称和其所属的状态(即软硬程度)。

1-53 有一土样的颗粒分析成果见表1-9,并测得土中细粒部分的液限为40%,塑限为32%;试对土进行分类定名。

表 1-9

题 1-53 表

粒径 (mm)	>1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.05	0.05~0.01	0.01~0.005	<0.005
粒组含量 (%)	5	3	7	15	22	16	7	25

1-54 有一土样颗粒分析结果见表1-10,试对此土定名称。

表 1-10

题 1-54 表

粒 径 (mm)	>10	10~5	5~2	2~1	1~0.5	0.5~0.25	0.25~0.1	0.1~0.05	<0.05
粒组含量 (%)	4	20	16	2	6	7	16	11	18

1-55 两种土样A、B的颗粒分析结果见表1-5,其中B土的液限为40.2%,塑限为20%;试用水利电力部《土工试验规程》(SD128-84)分类法对两个土样进行工程分类。

1-56 对图1-9中A、B、C三个土样,若A和C土无塑性,B土的液限为22%,塑限为14%,塑性指数 $I_P = 8$;试用水利电力部《土工试验规程》(SD128-84)分类法对土进行定名。

1-57 某饱和粘性土的天然含水量为37%,土粒比重为2.72,液限为44%,塑限为35%;试用《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-89)确定土名,并计算其孔隙比。

1-58 某粘性土的击实试验(用标准击实仪,击数为每层27次)成果见表1-11,该土

的土粒比重为2.70；试绘出该土的击实曲线，确定其最优含水量 w_{op} 与最大干容重 γ_{dmax} ，并求出相应于击实曲线峰值的饱和度与孔隙比各是多少？又如试验时将每层锤击数减少，所得的最优含水量和最大干容重将和上述结果有何不同，为什么？

表 1-11

题 1-58 表

含水量 (%)	17.4	16.5	18.4	21.8	23.7	25.1
干容重(kN/m ³)	15.60	15.99	16.28	16.19	15.89	15.60

1-59 根据在某一铺松土厚度的情况下，从现场碾压试验得到成果，见表1-12；在施工时，拟采用 $w_{op} \pm 3\%$ 的含水量上坝；试问：(1)最大干容重和最优含水量是多少？(2)此工程施工控制含水量是多少？控制最大干容重该是多少？

表 1-12

题 1-59 表

含水量 (%)	5	8	10	13	16	19
干容重(kN/m ³)	17.46	18.44	19.03	19.13	18.25	17.27

* 1-60 在某工地应用同一羊足碾进行野外碾压试验，测得在一定碾压遍数条件下，土的干容重与含水量关系见表1-13，倘若其它因素不考虑，此土的压实标准选取 $\gamma_d = 16.7$ kN/m³；试问在何种碾压遍数下施工比较恰当？

表 1-13

碾压试验中土的含水量与干容重的测定值

碾压 6 遍	w (%)	12.00	14.20	16.30	17.60	18.50	20.00	22.00
	γ_d (kN/m ³)	15.40	16.19	16.38	16.48	16.38	16.19	15.70
碾压 8 遍	w (%)	8.40	10.00	12.00	14.00	15.80	17.20	20.20
	γ_d (kN/m ³)	15.00	15.40	16.00	16.38	16.58	16.68	16.09
碾压 10 遍	w (%)	8.60	12.10	14.00	17.00	19.30	22.00	
	γ_d (kN/m ³)	15.60	16.09	16.68	16.97	16.78	16.19	
碾压 12 遍	w (%)		10.10	12.80	14.00	16.50	18.00	20.10
	γ_d (kN/m ³)		16.48	16.78	16.92	17.07	16.97	16.38

(提示：在最小压实功能条件下使土达到压实标准，最为经济)

1-61 某击实试验记录见表1-14，用表中数值画出 $\gamma_d \sim w$ 曲线，并绘出当 $s_r = 100\%$ 时的 $\gamma_d \sim w$ 曲线。同时求每组试验曲线的 γ_{dmax} 和 w_{op} ，设土粒比重为2.70；并在 $\gamma_d \sim w$ 图中绘出相应于 $s_r = 90\%$ ，95%和100%时的饱和曲线。