

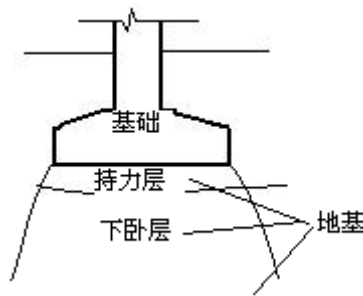
※绪论

一、课程内容介绍

1、地基与基础的基本概念及分类

地基:受建筑物荷载影响的那部分土层。

基础: 建筑物向地基传递荷载的下部结构。



地基的分类 { 天然地基: 未经人工处理的地基
人工地基: 原来的承载力和变形不能满足设计要求时, 对地基进行加固处理

基础的分类 { 浅基础: 埋深在 1~5 米以内的简单一般房屋的基础, 例如: 筏板基础等

深基础: 建筑物荷载较大或建筑物下部土层较软弱时, 即出埋置的较深, 需要采用特殊的基础类型或施工方法。例如: 桩基础等

2、基础及地基的作用

荷载——上部结构——基础——地基

二、发展历史

三、地基与基础在工程重要性

隐蔽工程, 质量的好坏及设计的合理性直接关系到整个工程的质量和造价。地基与基础的工程造价占整个的工程造价的 25%~50%左右, 一些特殊的地基基础甚至更高。

历史上及身边的一些著名典型的地基与基础实例: 加拿大 特朗斯康谷仓, 意大利

比萨斜塔，上海工业展览馆中央大厅，浙江大学某试验楼。

四、课程的特点及学习要求

特点：1、研究对象比较复杂多变，这是由地基土的分布及性质本性决定的。

2、涉及的内容比较广，包括土力学、结构、施工等多门学科的内容

3、研究方法的特殊性在研究的过程中把复杂的土简单话，使得能用弹性力学的方法计算，因为土的复杂多样多采用一些经验参数，并根据理论和实际列出公式和方法。

§ 1、土的物理性质与工程分类

1、1、2 土的定义及形成

土的定义：岩石风化、搬运、沉积所形成的产物。

按照土的成因土的分类：

- 1、残积土：残积土是由岩石风化后，未经搬运而残留于原地的土。它处于岩石风化壳的上部，是风化壳中的剧风化带，向下则逐渐变为半风化的岩石。它的分布主要受地形的控制，在雨水产生地表径流速度小，风化产物易于保留的地方，残积物就比较厚。在不同的气候条件下、不同的原岩，将产生不同矿物成份、不同物理力学性质的残积土。我国南方花岗岩分布广泛，如深圳地区约占 60%的面积，花岗岩残积土的厚度在 15—40m 之间，是该区城市建筑物基础的主要持力层。
- 2、坡积土：坡积土是残积土经水流搬运，顺坡移动堆积而成的土。其成份与坡上的残积土基本一致。由于地形的不同，其厚度变化大，新近堆积的坡积土，土质疏松，压缩性较高。
- 3、洪积土：洪积土是山洪带来的碎屑物质，在山沟的出口处堆积而成的土。山洪流出沟谷后，由于流速骤减，被搬运的粗碎屑物质首先大量堆积下来，离山渐远，洪积物的颗粒随之变细，其分布范围也逐渐扩大。其地貌特征，靠山近处窄而陡，离山较远宽而缓，形如锥体，故称为洪积扇。山洪是周期性发生的，每次的大小不尽相同，堆积下来的物质也不一样，因此，洪积土常呈现不规则交错的层理。由于靠近山地的洪积土的颗粒较粗，地下水位埋藏较深，土的承载力一般较高，常为良好地基；离山较远地段较细的洪积土，土质软弱而承载力较低。
- 4、冲积土：冲积土是由于河流的流水作用，将碎屑物质搬运堆积在它流经的区域内，随着从上游到下游水动力的不断减弱，搬运物质从粗到细逐渐沉积下来，一般在河流的上游以及出山口，沉积有粗粒的

碎石土、砂土,在中游丘陵地带沉积有中粗粒的砂土和粉土,在下游平原三角洲地带,沉积了最细的粘土。冲积土分布广泛,特别是冲积平原是城市发达、人口集中的地带。对于粗粒的碎石土、砂土,是良好的天然地基,但如果作为水工建筑物的地基,由于其透水性好会引起严重的坝下渗漏;而对于压缩性高的粘土,一般都需要处理地基。

5、其他沉积土:例如风积土是由风作为搬运动力,将碎屑物由风力强的地方搬运到风力弱的地方沉积下来的土。风积土生成不受地形的控制,我国的黄土就是典型的风积土。主要分布在沙漠边缘的干旱与半干旱气候带。风积黄土的结构疏松,含水量小,浸水后具有湿陷性。

1、3 土的组成

土是由固体(土颗粒)、液体(水)和气体(空气)三部分组成的,也称为三相体。

一、 土的固体颗粒

1、 土颗粒

土的固体颗粒是由大小不等、形状不同的矿物颗粒或岩石碎屑按照各种不同的排列方式组合在一起,构成土的骨架。这些固体相的物质称为“土粒”,是土中最稳定、变化最小的成分。土中的固体颗粒的大小和形状,矿物成分及其组成情况是决定土的物理力学性质的重要因素。土颗粒的形状、大小组成影响土的力学性质

2、 土的颗粒级配

自然界中的土粒,大小悬殊、性质各异,直径变化幅度很大,从数米的漂石到万分之几毫米的粘粒,随着颗粒的减小,由无粘性变为有粘性,渗透性也由大变小。为了研究土中各种大小土粒的相对含量及其与土的工程地质性质的关系,就有必要将工程地质性质相似的土粒归并成组,按其粒径的大小分为若干组别,这种组别称粒组。

工程上常以土中各个粒组的相对含量即各粒组占土粒总重的百分数表示土中颗粒的组成情况,这种相对含量称为颗粒级配。

土粒粒组的划分

粒组名称	粒径范围(mm)
漂石或块石颗粒	>200

卵石或碎石颗粒		200-20
圆砾或角砾颗粒	粗	20-10
	中	10-5
	细	5-2
砂粒	粗	2-0.5
	中	0.5-0.25
	细	0.25-0.1
	极细	0.1-0.075
粉粒	粗	0.075-0.01
	细	0.01-0.005
粘粒		<0.005

对于粒径大于 0.075mm 的粗粒组可用筛分法测定，粒径小于 0.075mm 的粉粒和粘粒难以筛分，一般可以根据土粒在水中下沉时的速度与粒径的理论关系，用比重计或移液管法测得颗粒级配。

筛析法介绍：土样在风干、分散以后取一定量的土样倒入一套按孔径大小排列的标准筛，经充分振摇后，分别称出留在各个筛子及底盘上的土的质量，求出各个粒组的相对含量百分数，根据实验结果在半对数坐标纸上，以纵坐标表示小于某粒径颗粒含量占总土量的百分数，横坐标表示颗粒直径，绘出颗粒级配曲线图。

从曲线的陡缓大致可以判断土的不均匀程度，曲线越陡表示粒径范围小，土粒均匀，相反曲线越平缓，粒径范围广，土粒不均匀。

在工程中我们常用不均匀系数 C_u 来表示土的不均匀程度，

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}$$

d_{60} — 小于某粒径颗粒含量占总土重的 60% 时的粒径，也叫限定粒径。

d_{10} — 小于某粒径颗粒含量占总土重的 10% 时的粒径，也称为有效粒径。

$C_u < 5$ ，级配不良

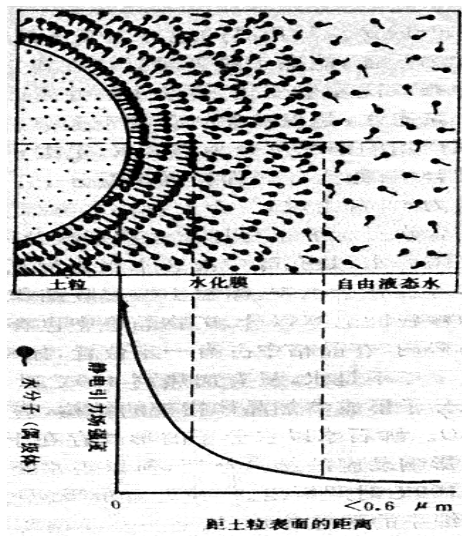
Cu) 5, 级配良好。

颗粒级配曲线越平缓，不均匀系数越大，颗粒分布范围越广，越不均匀，其级配就越好，颗粒级配曲线越陡，不均匀系数越小，颗粒分布范围越小，颗粒越均匀，级配越差。

二、土中水

液态水：结合水，自由水

- 1、结合水：实验表明，极细的土粒表面一般带有负电荷，围绕土粒形成电场，由于水分子是极性分子，即一端为正电荷，另一端显负电荷，在土粒电场范围内的水分子和阳离子一起吸附在土粒表面而定向排列形成一层薄的水膜，这层水就称为结合水。根据电荷作用的大小分为强结合水，弱结合水。
- 2、自由水：远离土粒，水分子自由移动的能力越来越强，到只受重力影响，可自由流动的水称为自由水，自由水传递静水压力。分为重力水、毛细水。



土粒、结合水、自由水示意图

三、土中气体

土中的气体存在于土孔隙中未被水所占据的部位。在粗粒的沉积物中常见到与大气相通的空气，它对土的力学性质影响不大。在细粒土中则常存在与大气隔绝的封闭气泡，使土在外力作用下弹性变形增加，透水性减小。

对于淤泥和泥炭等有机质土，由于微生物的分解作用，在土中蓄积了某种可燃气体（如硫化氢、甲烷等），使土层在自重作用下长期得不到压密，而形成高压缩性土层。

四、土的结构

- 1、单粒结构 无粘性土
- 2、蜂窝结构 粉粒
- 3、絮状结构 粘粒

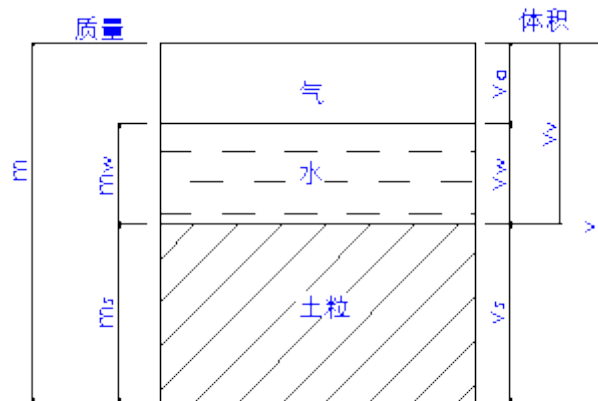
五、土的构造

- 1、层状结构
- 2、分部结构
- 3、裂隙结构

1、4 土的物理性质比例指标

一、三相图

自然界中的土体结构组成十分复杂，为了分析问题方便，将其看成是三相，简化成一般的物理模型进行分析。土的三相，即土粒为固相；土中的水为液相；土中的气为气相。表示土的三相组成部分质量、体积之间的比例关系的指标，称为土的三相比例指标。



土的三相组成示意图

m_s -土粒质量

m_w -土中水质量

m -土的总质量 $m = m_s + m_w$

V_s -土粒体积

V_w -土中水体积

v_a -土中气体积

v_v -土中空隙体积 $v_v = v_w + v_a$

V -土的总体积 $v = v_s + v_w + v_a$

二、土的三个基本物理指标（土工实验指标）

1、土的天然密度 ρ 与比重 γ ：天然状态下单位体积的土的质量。

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \gamma = \rho g$$

2、土粒比重：土粒质量与同体积的 4℃ 时纯水的质量之比，一般用 d_s 表示，无量纲。

$$d_s = \frac{m_s}{v_s} \cdot \frac{1}{\rho_{w1}} = \frac{\rho_s}{\rho_{w1}}$$

ρ_s —土粒密度 (g/cm³);

ρ_{w1} —纯水在 4℃ 时的密度 (单位体积的质量)，等于 1g/cm³ 或者 1t/m³。

实际上，土粒比重在数值上就等于土粒密度，但前者无因次。土粒比重决定于土的矿物成分，它的数值一般为 2.6—2.8；有机质土为 2.4—2.5。同一种类的土，其比重变化幅度很小。

土粒比重可在试验室内用比重瓶测定。将置于比重瓶内的土样在 105—110℃ 下烘干后冷却至室温用精密天平测其质量，用排水法测得土粒体积，并求得同体积 4℃ 纯水的质量，土粒质量与其比值就是土粒比重。

由于比重变化的幅度不大，通常可按经验数值选用。

土的名称	砂土	粉土	粘性土	
			粉质粘土	粘土
土粒比重	2.65—2.69	2.70—2.71	2.72—2.73	2.74— 2.76

3、天然含水量：土中水的质量与土粒质量之比，一般用 w 表示，以百分数计。

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

含水量 w 是反映土的湿度的一个重要物理指标。天然状态下土层的含水量称天然含水量，其变化范围很大，与土的种类、埋藏条件及其所处的自然地理环境等有关。一般干的粗砂土，其值接近于零，而饱和砂土，可达 40%；坚硬的粘性土的含水量约小于 30%，而饱和状态的软粘性土（如淤泥），则可达 60%或更大。一般说来，同一类土，当其含水量增大时，强度就降低。

土的含水量一般用“烘干法”测定。先称小块原状土样的湿土质量，然后置于烘干箱内维持 100-105℃ 烘至恒重，再称干土质量，湿、干土质量之差与干土质量的比值，就是土的含水量。

这三个物理性质指标可以从试验中直接得到，所以又叫土工试验指标。在衡量土的一些工程性质的时候，这三个指标有时并不能很直观的说明，例如土的密实程度与孔隙的大小有关，而从这三个指标并不能直观的看出来，因此我们就需要用其他的一些物理指标来说明。而这些其他的物理性质指标是可以由前面的三个物理性质指标推倒出来的，因此我们称这三个物理性质指标为基本物理性质指标。

三、换算指标

1、土的孔隙比 e ：是土中孔隙体积与土粒体积之比，孔隙比用小数表示。

$$e = \frac{V_v}{V_s}$$

天然状态下土的孔隙比称为天然孔隙比，它是一个重要的物理性指标，可以用来评价天然土层的密度程度。一般 $e < 0.6$ 的土是密实的低压缩性土， $e > 1.0$ 的土是疏松的高压缩性土。

2、孔隙率 n ：土中孔隙所占体积与总体积之比，空隙率用百分数表示。

$$n = \frac{V_v}{V} \times 100\%$$

一般粘性土的孔隙率为 30~60%，无粘性土为 25~45%。

3、土的饱和度 S_r ：土中被水充满的孔隙体积与孔隙总体积之比。

$$S_r = \frac{V_w}{V_v}$$

饱和度可以反映土的干湿程度，砂土根据饱和度 S_r 的指标值分为稍湿、很湿与饱和三种湿度状态，

其划分标准见下表：

砂土湿度状态	稍湿	很湿	饱和
饱和度 S_r (%)	$S_r \leq 50$	$50 < S_r \leq 80$	$S_r > 80$

4、土的干密度 ρ_d (γ_d 干重度)：单位土体积内土颗粒的质量。

$$\rho_d = \frac{m_s}{V}$$

$$r_d = \rho_d g = \frac{W_s}{V}$$

工程中常用土的干密度作为评定土体紧密程度的指标，以控制填土的工程质量。

5、土的饱和密度 ρ_{sat} (γ_{sat} 干重度)：土体中孔隙被水充满时单位体积的质量。

$$\rho_{sat} = \frac{m_s + V_v \rho_w}{V}$$

$$r_{sat} = \rho_{sat} g = \frac{W_s + V_v r_w}{V}$$

6、水下土的密度（有效密度） ρ' （有效重度 γ' ）：处于水面以下的土，由于受到水的浮力作用，单位土体积内土颗粒的有效质量称为土的有效密度。

$$\rho' = \frac{m_s - V_s \rho_w}{V}$$

$$r' = \rho' g = \frac{m_s g + V_v \rho_w g - V \rho_w g}{V} = r_{sat} - r_w$$

以上就是土的其他六个物理性质指标，这些这些其他的物理性质指标由实验测定比较难，但是他们可以由前面的三个物理性质指标推倒出来的，因此我们称这前面三个物理性质 r 、 d_s 、 w 指标称为基本物理性

质指标。

四、用三个基本物理性质指标换算其他六个指标。

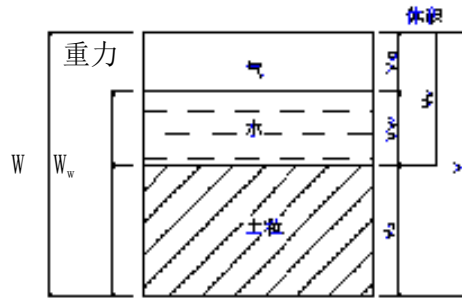
假设：土中土颗粒的体积 $V_s=1$

已知土的三个基本物理性质指标 γ ， w ， d_s

根据：

$$d_s = \frac{m_s}{V_s \rho_w} = \frac{W_s}{V_s r_w}$$

$$W_s = d_s r_w$$



W_s 土的三相组成示意图

根据：

$$W_w = wW_s = wd_s r_w$$

$$W = W_s + W_w = (1 + w)d_s r_w$$

根据

$$r = \frac{W}{V}$$

$$V = \frac{W}{r} = \frac{(1 + w)d_s r_w}{r}$$

因为假设 $V_s = 1$

$$V_v = V - V_s = \frac{(1 + w)d_s r_w}{r} - 1$$

$$V_w = \frac{W_w}{r_w} = wd_s$$

由此我们就可以得到土的三相图，根据土的三相图，我们来计算一下其他的六个物理性质指标。

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{(1 + w)d_s r_w}{r} - 1$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/508123111057006123>