

职业高中试用教材

高等教育出版社

地基与基础

(建筑施工专业用)

沈克仁 主编

ZHIYE GAOZHONG SHIYONG JIAOCAI

● 岩土工程与工程地质
● 岩土工程与基础工程

地基与基础

(土木工程专业必修课程)

陆伟文 主编



ISBN 7-302-10000-0 定价: 18.00元

职业高中试用教材

地基与基础

沈克仁 主编

高等教育出版社

本书是根据国家教育委员会委托城乡建设环境保护部制定的职业高中 建筑施工专业教学计划及教材编写计划编写的,由国家教委职业技术教育司和城乡建设环境保护部教育局审定,供职业高中建筑施工专业教学使用。书中简要叙述了土的物理力学性质,土中应力、地基变形与地基强度的基本概念;重点介绍了浅基础、桩基础、挡土墙的设计方法;对软弱土、湿陷性黄土、膨胀土、冻土及地基基础的抗震作了一般介绍。

本书也可作为从事土建设计、施工人员的参考书。

职业高中试用教材
地 基 与 基 础

沈克仁 主编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京印刷一厂印装

*

开本787×1092 1/32 印张9.625 字数207,000

1986年2月第1版 1987年2月第1次印刷

印数 00,001—50,631

书号 15010·0855 定价 1.25元

前 言

本教材是根据职业高中“建筑施工”专业教学计划及本课程教学要求编写的。

地基基础课程涉及的学科范围较广，内容较多。从职业技术教育的需要出发，本教材在编写时力求内容精练、实用，避免繁琐的公式论证。对必须掌握的土力学基本知识及地基基础的设计方法作了较为详细的叙述，希望学生学习之后能具有较宽的知识面，并能运用这些知识解决建筑施工中遇到的较为简单的实际问题。

全书共分九章，并附有土工实验指导书，每章有思考题及习题，讲完本书内容总共约需60学时，各校可根据地区特点在内容上作适当取舍。

编写时依据的规范有：工业与民用建筑地基基础设计规范(TJ 7-74)、地基与基础工程施工及验收规范(GBJ 202-83)、工业与民用建筑灌注桩基础设计与施工规程(JGJ 4-80)、工业与民用建筑工程地质勘察规范(TJ 21-77)、湿陷性黄土地区建筑规范(TJ 25-78)、工业与民用建筑抗震设计规范(TJ 11-78)、钢筋混凝土结构设计规范(TJ 10-74)及砖石结构设计规范(GBJ₃-73)等。

本书由浙江省建筑工业学校沈克仁主编，第八、九章及土工实验指导书由江巧云参加编写，山西省建筑工程学校何荣生主审。

由于水平有限,编写时间仓促,希广大教师与读者提出批评和修改建议。

编者

1986年9月

目 录

绪 论	1
第一章 土的物理性质与分类	3
第一节 土的组成与结构	3
第二节 土的物理性质指标	9
第三节 无粘性土的特征	16
第四节 粘性土的特征	18
第五节 土的工程分类	22
思考题及习题	25
第二章 地基应力与变形	27
第一节 土的自重应力	27
第二节 基底压力分布与计算	30
第三节 地基附加应力	35
第四节 土的压缩性	46
第五节 地基变形	50
思考题及习题	63
第三章 土的抗剪强度和地基承载力	66
第一节 土的抗剪强度	66
第二节 抗剪强度的测定	69
第三节 确定地基承载力的基本原理	74
第四节 按规范表格确定的地基容许承载力	83
第五节 工程地质勘察	90
思考题及习题	102
第四章 浅基础设计	103
第一节 浅基础类型	103

第二节	浅基础的埋置深度	110
第三节	基础底面积的决定	113
第四节	刚性基础设计	124
第五节	钢筋混凝土板式基础设计	125
第六节	柱下梁式基础的简化计算	140
第七节	片筏基础的近似计算	152
第八节	减少不均匀沉降的一般措施	153
思考题及习题		159
第五章	桩基础	162
第一节	桩基础的分类	162
第二节	单桩垂直容许承载力	167
第三节	群桩	175
第四节	承台	181
第五节	水平荷载作用下桩基的设计	188
第六节	桩的计算实例	196
思考题及习题		204
第六章	挡土墙设计	205
第一节	概述	205
第二节	土压力计算	207
第三节	特殊情况下的土压力计算	219
第四节	重力式挡土墙设计	224
思考题及习题		233
第七章	软弱土地基	235
第一节	软弱土的特性	235
第二节	软弱土地基的处理	236
思考题		249
第八章	特殊性土地基	250
第一节	湿陷性黄土地基	250

第二节 膨胀土地基	259
第三节 季节性冻土地基	267
思考题	270
第九章 地基基础的抗震	271
第一节 地基的震害	271
第二节 地基基础的抗震	272
思考题	274
土工实验指导书	276
实验一 容重、天然含水量、土粒比重	276
实验二 土的液限、塑限	282
实验三 土的压缩性	285
实验四 土的抗剪强度	293
附录 1 水的密度表	297
附录 2 主要计量单位换算关系表	298

绪 论

承受建筑物、机器设备等荷载的土层或岩层称为地基。基础是建筑物的下部承重结构，是建筑物的重要组成部分。建筑物荷载通过基础传到地基，在地基中产生附加应力和变形，并随深度加深而向四周扩散且逐渐减弱(图 0-1)，达到一定深度后附加应力与变形就都已很小，计算时可以忽略。直接支承基础的土层称为持力层。如地基土是分层的，则持力层以下的土层称为下卧层。要求基础埋置在良好的持力层上，地基应有足够的强度和较小的变形。

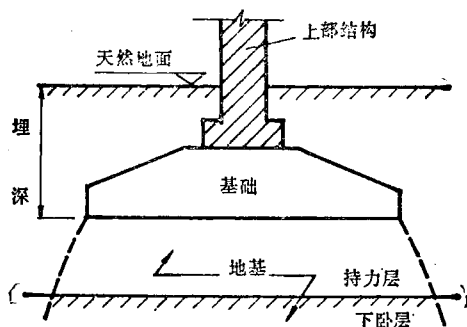


图 0-1 地基与基础示意

建筑物如果建在处理不当的软弱地基上，将会导致很大的沉降或不均匀沉降，甚至失稳。反之，有良好的地基，如果基础设计不妥，也同样会造成建筑物的损坏。所以慎重考虑基础与地基问题对建筑物来说是十分重要的。

随着建设事业的发展，一些软弱地基正在逐渐被利用，

因而出现了不少软弱地基处理的新方法。这种经过人工处理的地基称为人工地基。人工地基同样能作为良好的地基使用。而未经人工处理的地基称为天然地基。

我们学习地基基础这门课就是要掌握地基土的物理力学性质，了解软弱地基的处理方法，能进行一般建筑物的基础设计，使设计符合实用、经济、安全的原则。

由于我国幅员辽阔，土质类型复杂，为了兼顾各地区分布的特殊土质，在第七、第八章中对特殊土质作了简要叙述。作为建筑物的地基应包括岩层与土层，本书主要叙述土层而对于岩层仅按规范介绍岩石的分类。在使用本书进行教学时，教师可结合本地区地基土特性对教材内容有所取舍。

第一章 土的物理性质与分类

第一节 土的组成与结构

通常我们所说的土是由矿物颗粒(固相)、水(液相)和空气(气相)组成。矿物颗粒是土的骨架,而空气与水则填充孔隙。这种土具有三相,故称为三相体系。当孔隙完全被水充满时称为饱和土。当孔隙完全被气体充满时称为干土。饱和土和干土属于二相体系。

一、矿物颗粒

矿物颗粒是岩石经风化作用后形成的碎粒,粗大的土粒呈块状,细小的土粒呈片状或粉粒。土粒大小及其矿物成分,对土的物理力学性质有较大的影响。例如土的颗粒变细,可使土从无粘性变化到有粘性。因此常将土粒按粒径大小进行分组,将物理力学性质较为接近的土粒划为同一粒组。

(一) 粒组的划分

表 1-1 是一种常用的粒组划分方法,将土粒划分为漂石(块石)、卵石(碎石)、圆砾(角砾)、砂粒、粉粒及粘粒六大粒组。各组的界限粒径分别是 200, 20, 2, 0.05 和 0.005 mm。

(二) 土的颗粒分析

某种土的土粒大小及其组成情况可通过土的颗粒分析来测定。对于粒径大于 0.1 mm 的粗粒土可用筛分法。筛分法就是用一套不同孔径的标准筛(图 1-1)(20, 10, 2, 0.5, 0.25, 0.10 mm)进行筛分,而后称出留在各个筛子上的土粒重量,

并算出相应的重量百分比。表 1-2 所示为颗粒分析实例。

根据上表的颗粒分析很易确定土的分类名称（见第五节）。土的颗粒分析结果还可用于颗粒级配曲线表示（图 1-2）。

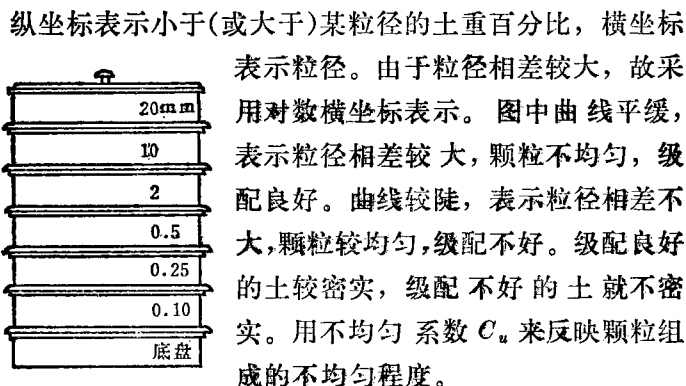


图 1-1 标准筛

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

式中： d_{60} ——表示小于某粒径的土重百分比为 60% 时相应的粒径，又称限定粒径。

d_{10} ——小于某粒径的土重百分比为 10% 时相应的粒径，又称有效粒径。

工程上把 $C_u < 5$ 的土看作级配均匀， $C_u > 10$ 的土看作级配良好。从图 1-2 看出，土样 a 级配不好， $C_u = \frac{0.37}{0.11} = 3.36$ 。

土样 b 级配良好， $C_u = \frac{2.7}{0.0085} = 317.6$

粒径小于 0.1 mm 的颗粒是难以用筛分法测定的，可采用比重计法。该法是将土样加水制成均匀浓度的土悬液，在土粒下沉过程中，用比重计测出在不同时间内的悬液密度。

土的粒组划分表

表 1-1

粒组名称		粒组分界值 (mm)	一般特性
漂石或块石		>200	透水性很大, 无粘性, 无毛细水 不能保持水分
卵石或碎石		200~20	
圆砾或 角砾	大	20~10	透水性大, 无粘性, 毛细水上升高度 不超过粒径大小
	中	10~5	
	小	5~2	
砂粒	粗	2~0.5	易透水, 当混入云母等杂质时透水性 减小, 而压缩性增加, 无粘性, 遇水不 膨胀, 干燥时松散, 毛细水上升高度不 大, 并随粒径变小而增大
	中	0.5~0.25	
	细	0.25~0.1	
	极细	0.1~0.05	
粉粒	粗	0.05~0.01	透水性小, 湿时稍有粘性, 遇水膨胀 小, 干时稍有收缩, 毛细水上升高度较 大较快, 极易出现冻胀现象
	细	0.01~0.005	
粘粒	粗	0.005~0.001	透水性很小, 湿时有粘性, 可塑性, 遇水膨胀大, 干时收缩, 毛细水上升高 度2mm左右, 但速度较慢
	中	0.001~0.0001	
	细	<0.0001	

注: 上表中六大粒组的五个粒组界限值, 为了方便记忆, 可表为: 200, 20, 2, 1/20, 1/200mm。

筛分法颗粒分析表

表 1-2

筛孔直径 (mm)	20	10	2	0.5	0.25	0.1	底盘 <0.1	总计
留筛土重 (g)	176	198	338	592	708	652	170	2834
占全部土重的百分比 (%)	6	7	12	21	25	23	6	100
大于某筛孔径的土重百分比 (%)	6	13	25	46	71	94		
小于某筛孔径的土重百分比 (%)	94	87	75	54	29	6		

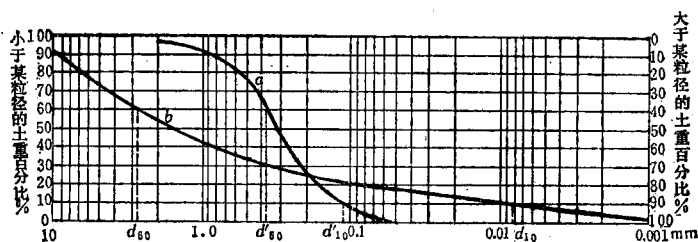


图 1-2 颗粒级配曲线

根据比重计读数和土粒下沉时间再按有关公式即可计算出小于某一直径土粒含量的百分比。

(三) 土的矿物成分

土的矿物颗粒的主要来源是岩石风化的产物。对于漂石、卵石、圆砾等粗大土粒就是岩石经物理风化作用后的碎屑，它们的矿物成分与原生矿物相同。砂粒大部分是原生矿物的单矿物颗粒，如石英、长石、云母。粉粒的矿物成分是多样的，主要有原生矿物的石英及次生矿物（岩石经化学风化作用形成的矿物）的难溶盐类（ CaCO_3 、 MgCO_3 ）。粘土粒几乎都是次生矿物及腐殖质，包括粘土矿物、氧化物与盐类等。其中粘土矿物又分为高岭土、伊利土（水云母）和蒙脱土三种。高岭土是在酸性介质条件下形成的次生粘土矿物。遇水后膨胀性与可塑性较小。蒙脱土遇水后具有较大的膨胀性与可塑性，而水分蒸发又会产生较大的收缩。我国云南、广西和河北等地区有一种膨胀土就是因为含有大量蒙脱土。伊利土的性质介于高岭土与蒙脱土之间，但比较接近蒙脱土。

二、土中水

水在土中的存在的状态有液态、气态及固态。

固态水是当温度低于 0°C 时水冻结成冰，从而形成冻土。冻土的强度较高，但解冻时则迅速降低，而且往低往于结冰前的强度。

气态水即土中出现的水蒸汽，一般对土的性质影响不大。

液态水包括化学结合水、表面结合水及自由水。化学结合水是存在于土粒晶格结构内部的水，可作为矿物颗粒的一部分。通常说的液态水主要是指表面结合水和自由水两大类。

(一) 表面结合水

矿物颗粒表面一般带负电荷，能吸引水分子及水溶液中的游离阳离子（如 Na^+ 、 Ca^{++} 、 Al^{+++} 等）于土粒表面，从而形成土粒周围的结合水膜。结合水膜分两层，内层为固定层，外层为扩散层。在固定层中的水因直接靠近土粒表面，受到的吸力较大，故称为强结合水。强结合水的性质接近于固体，有较大的抗剪强度。在 105°C 温度下将土烘干使达恒重时，才能将强结合水排除。粘土中仅含有强结合水时，呈固体状态。砂土仅有较少的强结合水，呈散粒状态。在扩散层中的水，因受到土粒的吸力较小，故称为弱结合水。其性质呈粘滞体状态，在外界压力作用下可以挤压变形。弱结合水对粘性土的物理力学性质影响最大。砂土可认为不含弱结合水。

(二) 自由水

自由水就是在结合水膜之外的水，有重力水和毛细水两种。重力水存在于地下水位以下的土的孔隙中，只受重力作用而移动，能传递水压力和产生浮力作用。毛细水存在于地下水位以上的土的孔隙中，在土粒之间形成环状弯液面（图1-

3), 由于表面张力沿弯液面的切线方向, 对土粒(即毛细管壁)产生使土粒挤紧的力, 称为毛细压力, 又称毛细内聚力。土粒间的孔隙互相贯通, 形成无数不规则的毛细管。在表面张力作用下, 地下水沿着毛细管上升。故在工程中要注意由此引起的地基上的润湿、冻胀以及基础的防潮等问题。

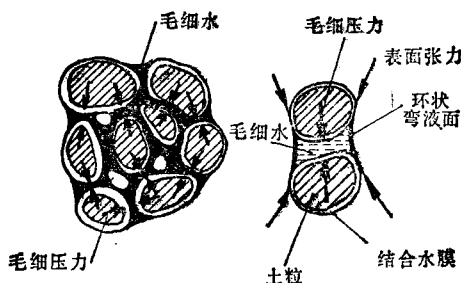


图 1-3 土粒间毛细水及毛细压力

三、土中气体

土中气体存在于未被水充满的空隙中。粗粒土中的气体常与大气相通, 在土受力变形时很快逸出。细粒土中的气体常与大气隔绝而成封闭气泡, 在受压时气体体积缩小, 卸荷后体积恢复, 故土的弹性变形增加而透水性降低。含有机质的土, 在土中可分解出如甲烷、硫化氢等可燃气体, 使土层在自重作用下长期得不到压密, 形成高压缩性软土层。

以上叙述了土的组成。下面简要叙述土的结构。土的结构主要是指土粒的排列与连结。土的结构可分为单粒结构和海绵结构两大类。

具有单粒结构的土由砂粒及更粗土粒组成(图 1-4 a), 土粒之间只有微弱的毛细水连结。在动、静荷载作用下, 当土粒