

全国“星火计划”丛书
通用教材

土建工长（技术员）培训教材

第二版

地基与基础

郭继武 冯小川 郭瑶 郭秋生



清华大学出版社

983282

土建工长(技术员)培训教材

地基与基础

(第二版)

郭继武 冯小川

郭 瑶 郭秋生

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书是土建工长(技术员)培训教材(第二版)之一。主要介绍房屋地基基础的基本知识。全书共九章。主要内容包括:地基土的物理性质、分类和承载力;地基中应力的计算;建筑物地基的计算原则;天然地基上基础设计;验槽与地基的局部处理;地基变形的计算;软弱地基及其处理;桩基的设计与计算。

本书是参照我国新修订的《建筑地基基础设计规范》(GBJ7-89)编写的。书中列举了许多计算图表及实例。为了便于自学,每章后附有学习方法指导、思考题和习题。

本书除供土建工长(技术员)使用外,也可作为中专和全日制职业高中工民建专业的参考教材。

图书在版编目(CIP)数据

地基与基础/郭继武等编. —2版. —北京:清华大学出版社, 1995

土建工长(技术员)培训教材

ISBN 7-302-01742-5

I. 地… I. 郭… III. 地基-基础(工程)-技术培训-教材
IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (95) 第 03774 号

出版者: 清华大学出版社(北京清华大学校内, 邮编 100084)

责任编辑: 刘汉升

印刷者: 北京密云胶印厂

发行者: 新华书店总店北京科技发行所

开 本: 787×1092 1/32 印张: 7.5 字数: 165 千字

版 次: 1995 年 7 月第 2 版 1995 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-01742-5/TU·100

印 数: 00001—10000

定 价: 7.20 元

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

• ■ •

前 言

随着我国四化建设的深入发展,城乡基本建设任务日趋繁重,建筑职工队伍不断扩大。为了确保工程质量和安全生产,提高企业的经济效益,对建筑工人、技术人员进行岗位培训,提高他们的技术素质和管理水平,是当前城乡建设中一项十分迫切的任务。根据建设部(86)城建字第 492 号文件关于对基层土建综合工长(技术员)实行岗位证书制度(要求施工工长(技术员)必须经技术考试合格、取得岗位证书),到 1991 年所有工程项目都要由持证人员组织施工的精神,清华大学出版社为了配合建设部全面开展基层土建综合工长(技术员)的岗位培训工作,组织了对土建工长的培训教育有丰富教学经验、并多次参加过北京市土建工长岗位技术考试的辅导、命题、评卷等工作的清华大学、北京工业大学、北京建筑工程学院、北京城市建设学校等院校的教师和施工单位的技术人员,参照建设部基层施工技术员岗位培训教材编审组制定的《基层施工技术员(土建综合工长)岗位培训教材教学大纲》的要求,以及新修订的有关设计规范,并考虑到施工技术人员的特点和文化基础,编写了这套培训教材。

全套教材共 13 本:《建筑工程施工测量》、《建筑材料》、《房屋构造》、《建筑识图与制图》、《建筑力学》、《建筑结构》、《地基与基础》、《建筑施工技术》、《建筑施工组织与管理》、《建筑工程定额与预算》、《建筑水电知识》、《建筑机械基础》与《结

• IV •

构抗震基本知识》，本教材全部采用我国法定计量单位，内容丰富，重点明确，联系实际，深入浅出，通俗易懂，书中附有必要的例题，每章后有思考题和习题，供读者参考。

由于编写时间仓促，也限于编者的水平，教材中难免有不少缺点和错误，恳请广大读者指正。

第二版说明

土建工长(技术员)培训教材出版以来,深受广大读者的欢迎和支持,已多次重印,印数达 80 万册之多。

随着我国经济建设高速发展,全国土建工长(技术员)培训任务日趋繁重,原教材有些内容已不能满足教学和自学的需要,为此,我们及时进行这次修订。

这次修订,一方面保持原来编写的目的和原则,另一方面反映了我国 1989 年以来新颁布的各种建筑结构和施工等规范的有关内容,并全面采用国务院颁布的《中华人民共和国法定计量单位》。此外,在这次修订中还修改了第一版不足之处,对某些内容作了补充和完善。在选材上,注重实用,在计算方法上,力求新颖。尽量做到书中内容层次分明、由浅入深,便于掌握。

修订后的培训教材,不会尽善尽美,一定会有疏漏之处,恳请培训单位和广大读者提出意见,以便改进和完善。

《土建工长(技术员)培训教材》编委会

1994 年 6 月

目 录

第一章 概述	1
第二章 地基土的物理性质、分类和地基承载力	4
第一节 土的成因与组成	4
第二节 地基土的物理性质	9
第三节 地基土的分类	17
第四节 地基土的承载力	24
第三章 地基中应力的计算	33
第一节 基础底面应力的计算	33
第二节 地基中应力的计算	39
第四章 建筑物地基的计算方法	60
第一节 计算原则	60
第二节 地基变形的分类	62
第三节 地基允许变形值	64
第四节 建筑物安全等级及地基变形计算的规定	66
第五章 天然地基上基础设计	70
第一节 地基基础的设计步骤	70
第二节 基础的类型	71
第三节 基础埋置深度的确定	82
第四节 基础底面尺寸的确定	91

第五节 基础剖面尺寸的确定	101
第六章 基槽检验与地基的局部处理	128
第一节 基槽检验	128
第二节 地基的局部处理	134
第三节 地基处理实例	141
第七章 地基变形的计算	146
第一节 土的压缩性	146
第二节 地基压缩层	150
第三节 地基变形的计算	152
第八章 软弱地基及其处理	163
第一节 一般要求	163
第二节 建筑措施	164
第三节 结构措施	167
第四节 软弱地基的处理	172
第九章 桩基的设计与计算	177
第一节 桩的功能和种类	177
第二节 单桩竖向承载力的确定	179
第三节 桩群竖向承载力的确定	189
第四节 桩基设计的步骤	191
编后记	229

第一章 概 述

万丈高楼平地起,任何建筑物都要建造在土层(或岩石)上面。土受到压力后就要产生压缩变形,其压缩程度比其它一些建筑材料(如砖、混凝土)大得多。为了控制建筑物的下沉和保证它的稳定,就需要将建筑物与土接触部分的底面积适当扩大,也就是要比柱和墙身的横断面尺寸大一些,以减小建筑物与土的接触面积上的压强。我们将建筑物埋在地面以下的这一部分叫做基础;而将承受由基础传来荷载的土层叫做地基。

图 1-1 是房屋的荷载通过基础传给地基的示意图。从图中可以看出,屋顶荷载由屋面梁传给墙,再传给基础;楼面荷载由楼板传给梁,再由梁传给墙和柱,再传给基础。最后,全部荷载,包括墙、柱自重在内,都由基础传给地基。

由上可知,基础是建筑物极其重要的组成部分,所以,没有一个坚固耐久的基础,上部结构^①就是建造得再结实,也是要出问题的。因此,为了保证建筑物的安全和必需的使用年限,基础应当具有足够的强度和耐久性。地基虽不是建筑物的组成部分,但是它的好坏却直接影响整个建筑物的安危。如有的工程,由于设计人员对地基了解不够或处理得不好,结果房屋建成后,地基变形值超过了容许值,造成房屋下沉和墙身严

① 建筑物在地面以上的部分,通常叫做上部结构。

重开裂。所以,我们在设计地基基础时要保证地基基础有足够的安全度。除此之外,还要使设计符合经济合理、技术先进和便于施工的要求。

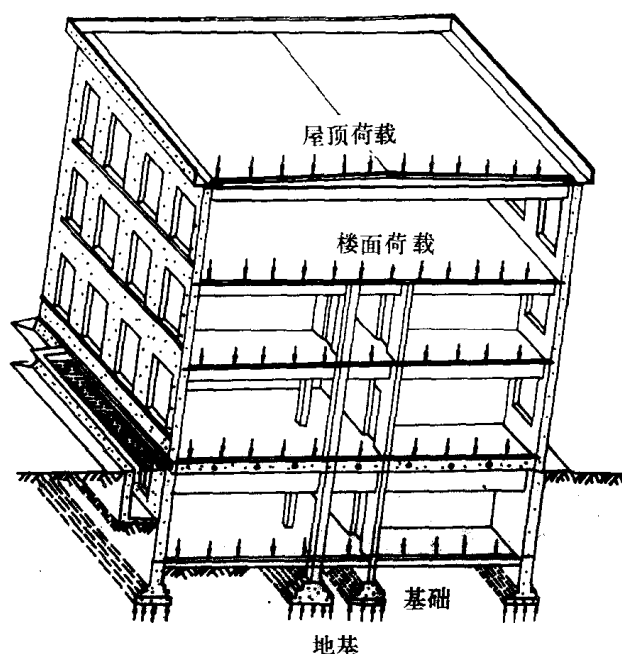


图 1-1 房屋荷载传递示意图

设计地基基础前,需要进行充分的调查研究,掌握必要的设计资料。一方面,必须彻底查清地基土质好坏,承载能力大小,土层分布是否均匀,地下水位高低,地下水对基础材料有无侵蚀作用,有无软弱土层,软弱土层厚度和位置怎样,有无暗塘、池塘以及有无溶洞、古井、古墓、垃圾坑等;另一方面,必须彻底弄清楚建筑物的使用要求,荷载大小,荷载分布是否均

匀,有无振动设备,振动大小,建筑物地基容许变形值等情况。根据这两方面情况,按照安全可靠、经济合理、技术先进、便于施工的原则,结合上部结构的具体情况,考虑上部结构同地基的相互影响,全面分析,权衡利弊,最后拟出地基基础的设计方案,作出正确的设计。

本书重点叙述土的物理和力学性质,地基中应力和变形的计算,天然地基上的基础和桩基础的设计。同时,对基础施工和地基的局部处理、软弱地基等有关内容也作了简要介绍。为了帮助读者更好地掌握这些基础知识,还由浅入深地选编了一些计算实例和计算图表。

第二章 地基土的物理性质、 分类和地基承载力

第一节 土的成因与组成

一、土的成因

地壳表面的岩石在大气中由于长期受到风、霜、雨、雪的侵蚀和生物活动的破坏作用,即风化作用,使其崩解和破碎而形成大小不同的松散物质,这种松散物质就称为土。风化后残留在原地的土称为残积土,它主要分布在岩石暴露在地面受到强烈风化的山区和丘陵地带。由于残积土未经分选作用,所以无层理,厚度很不均匀。因此,在残积土地基上进行工程建设时应注意其不均匀性,防止建筑物的不均匀沉降。如风化后的土受到各种自然力(例如重力、雨雪水流、山洪急流、河流、风力和冰川等)的作用,搬运到大陆低洼地区或海底沉积下来,在漫长的地质年代里沉积的土层逐渐加厚,它在自重和外力作用下逐渐压密,这样形成的土就称为沉积土。陆地上大部分平原地区的土都属于沉积土。由于沉积土在沉积过程中地质环境不同,生成年代不一样,所以它的物理力学性质有很大差异。如洪水沉积的洪积土,有一定的分选作用,距山区较近地段,其颗粒较粗,远离山区颗粒较细。由于每次洪水搬运能力不同,所以形成了土层粗细颗粒交错的地质剖面。通常,粗颗粒的土层压缩性较低,承载力高;而细颗粒的土层则压缩性

高,承载力较低。在沉积土地基上进行工程建设时,应尽量选择粗颗粒土层作为基础的持力层^①。

土的沉积年代不同,其工程性质将有很大变化,所以,了解土的沉积年代的知识,对正确判断土的工程性质是有实际意义的。土的沉积年代通常采用地质学中的相对地质年代来划分。所谓相对地质年代,是指根据主要地壳运动和古生物演化顺序,将地壳历史所划分的时间段落。最大的时间单位称为代,每个代分为若干纪,纪分为若干世。

大多数的土是在第四纪地质年代沉积形成的,这一地质历史时期是距今较近的时间段落(大约 100 万年)。在第四纪中包括四个世,即早更新世(用符号 Q_1 表示)、中更新世(Q_2)、晚更新世(Q_3)和全新世(Q_4)。

二、土的组成

如前所述,土是一种松散物质,这种松散物质主要是矿物^②,在矿物颗粒之间有许多孔隙,通常孔隙中间有液体(一般是水),也有气体(一般是空气)。所以,在一般情况下,土是由固体颗粒、水和气体三部分(也称为三相)组成。

显然,土的工程性质与组成土的这三部分的性质及它们之间的比例有关。因此,对这三个部分的性质和它们之间的比例关系应分别加以研究。本节仅叙述固体矿物颗粒、水和气体的性质。关于土的三个组成部分的比例关系及其对土的性质

① 持力层是指直接承受基础底面压力的土层。

② 矿物是指在地壳中具有—定化学成分和物理性质的自然元素或化合物,如石英、云母等。

的影响,将在下一节讨论。

1. 土的固体颗粒

土的固体颗粒主要由矿物颗粒构成,对于有些土来说,除矿物颗粒外还含有有机质。土的固体颗粒的大小和形状,矿物成分及组成情况对土的物理力学性质有很大的影响。

(1) 土的颗粒级配

自然界中土都是由大小不同的土粒组成的。大的颗粒粒径有几百毫米,小的颗粒粒径仅有几微米(千分之一毫米)。试验表明,土粒的粒径随着由粗变细,土的性质相应地发生很大

表 2-1 土的粒组划分

粒组名称		分界粒径 (mm)	一 般 特 征
漂石或块石颗粒 卵石或碎石颗粒		>200 200~20	透水性大,无粘性,无毛细水, 不能保持水分
圆砾或 角砾颗粒	粗	20~10	透水性大,无粘性,无毛细水
	中	10~5	
	细	5~2	
砂 粒	粗	2~0.5	易透水,无粘性,干燥时不收缩,呈松散状态,不表现可塑性,压缩性小,毛细水上升高度不大
	中	0.5~0.25	
	细	0.25~0.075	
粉 粒	粗	0.075~0.01	透水性小,湿时稍有粘性,干燥时稍有收缩,毛细水上升高度较大,极易出现冻胀现象
	细	0.01~0.005	
粘 粒 胶 粒		0.005~0.002 <0.002	几乎不透水,结合水作用显著,潮湿时呈可塑性,粘性大,遇水膨胀,干燥时收缩显著,压缩性大

注:① 漂石、卵石和圆砾颗粒均呈一定的磨圆形状(圆形或亚圆形),块石、碎石和角砾颗粒都带有棱角。

② 粘粒、粉粒可分别称为粘土粒、粉土粒。

变化,例如,可使土的透水性由大变小,甚至变为不透水,可使土由无粘性变为有粘性,等等。因此,为了便于分析和利用土的工程性质,解决工程建设问题,可将性质相近的土粒划分若干粒组,见表 2-1。由表中可见,粒径较大的粒组与水之间几乎没有物理化学作用,而粒径小的粒组,例如粘粒组和胶粒组就受到水的强烈影响,遇水后出现粘性、可塑性等。

显然,土中所含各粒组的相对含量不同,则表现出来的土的工程性质也就必然不同。为此,工程上常以土中各个粒组的相对含量(各粒组占土粒总重的百分数)表示土中颗粒的组成情况。粒组的相对含量称为土的颗粒级配。它是确定土的名称和选用建筑材料的重要依据。

确定粒组相对含量的方法称为粒径分析法。对于粒径大于 0.075mm 的土采用筛分法;粒径小于 0.075mm 的土采用比重计法。所谓筛分法就是将所要分析的风干有代表性的土样放进一套筛子(每套共计六个筛子,筛孔分别为 200、20、2、0.5、0.25 和 0.075mm,另外还有顶盖与底盘各一个)的顶部,当筛子振动时,大小不同的土粒就被划分开来,直径大于 200mm 的颗粒留在最上边的筛子里,直径小于 0.075mm 的颗粒通过各层筛子,最后落到底盘里,留在每个筛子里的土重除以土的总重再乘以 100%,即可求得各粒组的相对含量。粒径小于 0.075mm 的土采用比重计法测定粒组的相对含量。关于比重计法可参阅《土工试验操作规程》。

(2) 土粒的矿物成分

土粒中的矿物成分分为原生矿物和次生矿物,原生矿物就是岩石经物理风化前的矿物成分。如石英、长石、云母等,原生矿物的性质比较稳定。在粗的土粒中常含有这些矿物成分;

次生矿物是岩石经化学风化后而产生的新的矿物,如蒙脱石、伊利石、高岭石等。极细的粘粒常含有这些次生矿物。土粒中所含矿物成分不同,其性质就不同。如粘粒中蒙脱石含量较多时,则这种土遇水就会强烈膨胀,失水后又会产生收缩,给工程建设带来不利影响。

2. 土中水

土中水按其性质可分为以下几类:

(1) 结合水:根据其与土颗粒表面结合的紧密程度又可分为吸着水(强结合水)和薄膜水(弱结合水)。

吸着水:实验表明,极细的粘粒表面带有负电荷,由于水分子为极性分子,即一端显正电荷,另一端显负电荷,水分子就被颗粒表面电荷引力牢固地吸附在其周围而形成很薄的一层水。这种水就称为吸着水。其性质接近于固态,不冻结,相对密度(比重)大于1,具有很大的粘滞性,受外力不转移,在100~105℃温度下被蒸发。这种水不传递水静压力。

薄膜水:这种水是位于吸着水以外,但仍受土颗粒表面电荷吸引的一层水膜。显然,距土粒表面愈远,水分子的引力就愈小。薄膜水也不能流动,含薄膜水的土具有塑性。

它不传递水静压力,冻结温度低,已冻结的薄膜水在不太低的负温下就能融化。

(2) 自由水:只受重力的影响,其性质与普通水无异,能传递静水压力,土中含有自由水时呈现出流动状态。

3. 土中气体

土中气体可分为两类:与大气连通的自由气体和与大气隔绝的封闭气体。自由气体在外力作用下能很快逸出,因此它不影响土的性质;封闭气体则增加土的弹性,减小土的透