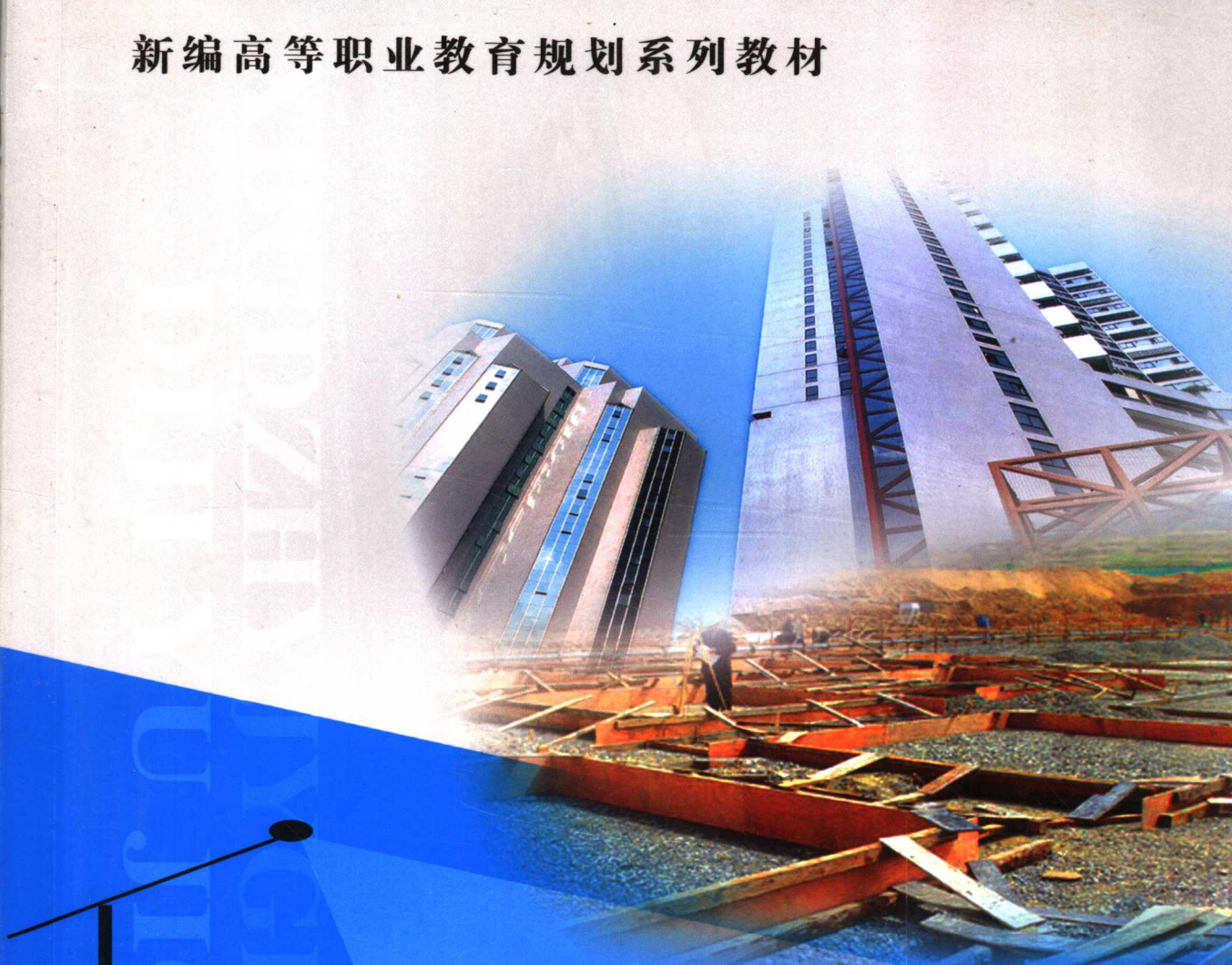


新编高等职业教育规划系列教材



地基基础

主 编 李继明 主 审 虞焕新
副主编 章晓云 杨进发 沈 毅
副主审 黄世华

中国地质大学出版社

新编高等职业教育规划系列教材

地基与基础

主 编:李继明

副主编:章晓云 杨进发 沈 毅

主 审:虞焕新

副主审:黄世华

中国地质大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地基与基础/主编:李继明,主审:虞焕新. —武汉:中国地质大学出版社,2006.8

ISBN 7-5625-2099-2

I. 地…

II. ①李…②虞…

III. ①地基-高等学校-教材 ②基础(工程)-高等学校-教材

IV. TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 087647 号

地基与基础

主编:李继明

主审:虞焕新

责任编辑:周建巍

责任校对:吴应霞

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路388号)

邮政编码:430074

电话:(027) 87482760

传真:87481537

E-mail: cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

http://www.cugp.cn

开本:787mm×1092mm 1/16

字数:410千字 印张:15.75

版次:2006年8月第1版

印次:2006年8月第1次印刷

印刷:湖北地矿印业有限公司

印数:1—4000册

ISBN 7-5625-2099-2/TU·50

定价:38.00元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

本教材是在贯彻落实《国务院关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》和教育部、建设部《关于实施职业学校建设行业技能型紧缺人才培养工程的通知》两个文件精神的基础上,以为社会培养具有“关键能力”的技术人才为宗旨,根据教育部、建设部制定的教学指导方案,从市场需求出发,从教学实际出发而编写的。全书以“理论够用为度,重在实践能力的培养”为原则,面向施工生产第一线的技能型应用人才,可作为各种层次高等职业院校土建类专业的教材,也可供有关在职职工的岗位培训及工程技术人员参考。

全书共十一章,主要内容涉及土的物理性质与工程分类、地基中的应力和沉降计算、土的抗剪强度、土压力及地基承载力、地基的勘察及验槽、浅基础设计、桩基础、软弱地基处理、地基基础质量事故分析及土工试验等内容。在编写过程中采用和参考了国家有关最新规范、结合高职高专培养要求,突出了适用性和实用性。

本教材由湖南大学、浙江义乌工商职业技术学院、浙江建设职业技术学院、浙江广厦建设职业技术学院、江西建设职业技术学院、甘肃工业职业技术学院、安徽工业经济职业技术学院、广东惠州勘察工程公司、浙江经纬勘察工程公司、苏州华新国际城市发展有限公司共同参加编写。

第一章由浙江义乌工商职业技术学院李继明编写,第二章、第五章由广东省惠州勘察工程公司周树、浙江义乌工商职业技术学院李继明共同编写,第三章由浙江义乌工商职业技术学院金跨风、浙江建设职业技术学院余伯增共同编写,第四章由甘肃工业职业技术学院李正龙编写,第六章由湖南大学张旭编写,第七章由浙江义乌工商职业技术学院李继明、浙江建设职业技术学院沈毅共同编写,第八章由浙江经纬勘察工程公司吴健、浙江广厦建设职业技术学院杨进发共同编写,第九章由江西建设职业技术学院章晓云编写,第十章由江西建设职业技术学院章蕾、浙江建设职业技术学院沈毅共同编写,第十一章由浙江义乌工商职业技术学院吴华君、苏州华新国际城市发展有限公司苟杰共同编写。浙江义乌工商职业技术学院蔡小玲、李良生共同编写附录土工试验部分。浙江义乌工商职业技术学院施卫绘制了部分图及文字排版工作。

本书由浙江义乌工商职业技术学院李继明副教授担任主编,江西建设职业技术学院章晓云、浙江广厦建设职业技术学院杨进发、浙江建设职业技术学院沈毅担任副主编。

本书由浙江建设职业技术学院虞焕新副教授、高级工程师担任主审,安徽工业经济职业技术学院黄世华高级工程师担任副主审。

在编写过程中参阅了较多的文献资料,谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意。由于水平有限,教材中难免有不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

1 绪 论	(1)
1.1 土力学与地基基础的基本概念	(1)
1.2 本课程的内容、主要特点及学习要求	(2)
1.3 本课程在土木工程领域的地位及重要性	(2)
1.4 本教材的主要特色	(3)
2 土的物理性质及工程分类	(4)
2.1 土的成因与基本特征	(4)
2.2 土的组成	(9)
2.3 土的物理性质指标	(14)
2.4 土的物理状态指标	(19)
2.5 土的压实性	(24)
2.6 土(岩)的工程分类	(26)
3 地基土中的应力	(34)
3.1 地基中的自重应力	(34)
3.2 基底压力	(36)
3.3 地基中的附加应力	(39)
4 地基的变形	(51)
4.1 土的压缩性	(51)
4.2 地基变形特征及地基变形允许值	(54)
4.3 基础沉降随时间变化的概念	(60)
5 土的抗剪强度及地基承载力	(68)
5.1 土的抗剪强度与极限平衡理论	(68)
5.2 抗剪强度指标的测定	(73)

5.3	土的剪切特性	(78)
5.4	地基的临塑荷载和临界荷载	(83)
6	土压力及土坡稳定	(94)
6.1	土压力的类型	(94)
6.2	静止土压力计算	(95)
6.3	朗肯土压力理论	(96)
6.4	库仑土压力理论	(104)
6.5	挡土墙设计	(107)
6.6	土坡稳定分析	(112)
7	地基勘察及验槽	(117)
7.1	岩土工程勘察阶段及技术要点	(117)
7.2	地基勘察方法及原位测试	(118)
8	浅基础	(128)
8.1	概述	(128)
8.2	浅基础的分类及特点	(131)
8.3	地基评价及验算	(135)
8.4	基础设计	(149)
8.5	减轻不均匀沉降危害的措施	(158)
8.6	梁板式基础	(161)
9	桩基础	(167)
9.1	概述	(167)
9.2	桩的类型	(168)
9.3	桩的承载力	(172)
9.4	桩基础设计	(182)
9.5	沉井地下连续墙简介	(190)
10	软弱地基处理	(195)
10.1	地基处理的一般原则	(195)
10.2	换填法	(197)
10.3	预压法	(200)

10.4 强夯法..... (202)

10.5 振冲法及挤密法 (204)

10.6 化学加固法..... (208)

10.7 托换法..... (210)

11 地基与基础质量事故分析..... (214)

11.1 概 述..... (214)

11.2 建筑工程对地基的要求..... (214)

11.3 地基和基础质量控制要点..... (216)

11.4 地基与基础工程事故分类及特征..... (217)

11.5 地基与基础工程事故案例..... (219)

附 录 (225)

参考文献 (244)

1 绪 论

1.1 土力学与地基基础的基本概念

土力学是工程力学的一个分支,它是研究土的强度、变形和稳定性及其规律的一门学科。

任何建筑物都是建造在一定的土层或岩层之上。我们将承受基础传来的各种荷载作用的地层称为地基,而基础是指将建筑物所承受的荷载传递给地基的建筑物下部结构构件。

天然土层可以作为建筑物地基的称为天然地基,需经人工加固处理后才能作为建筑物地基的称为人工地基。基础的形式多种多样,通常把相对埋深不大,采用一般的方法与设备能够施工的基础称为浅基础。如独立基础、条形基础、片筏基础等;而把基础埋深超过某一值(一般超过 5m)且需借助特殊的施工方法才能将建筑物荷载传递到地表以下较深岩(土)层的基础称为深基础。如桩基础、墩基础、沉井基础等。

地基与基础是两个不同的概念,如图 1-1 所示,由于上部建筑结构所承受的各种荷载通过基础传给地基,向地基深处扩散并逐渐减弱,当扩散到一定深度时,可以把荷载对地层的效应(应力、变形)忽略不计,因而从工程建设的观点来分析,地基是受建筑物荷载影响,具有一定深度和一定范围的地层。我们把直接承受基础荷载的土层(或岩层)叫持力层,持力层以下的各土层(或岩层)叫下卧层。承载力明显低于持力层的下卧层叫做软弱下卧层。

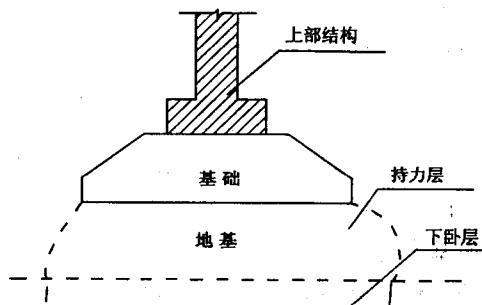


图 1-1 地基基础示意图

为了保证建筑结构的正常运行,地基基础设计应满足以下两个方面的基本要求:

- ①地基与基础应有足够的承载力,地基土具有足够的稳定性。
- ②地基不能产生过大的变形,基础不能产生过大的沉降,以保证结构的正常使用。

为了研究地基的强度和变形,必须掌握土的物理力学性质,因此,土力学是地基基础工程的理论基础。

建筑物的地基、基础和上部结构三部分虽然性能各异,研究方法不同,但对一个建筑物来说,三者又是彼此相互联系、相互作用又共同工作的整体。目前,把三者完全统一起来进行设计计算还有一定的困难,但在设计和施工中考虑地基基础问题时应从三者相互作用的整体理念出发,综合考虑,才能取得比较理想的结论。

1.2 本课程的内容、主要特点及学习要求

1.2.1 本课程的内容

本课程主要包括:土质学与土力学的基本知识和地基基础设计两大部分。

本课程共分 11 章,第 2 章至第 6 章属于土质学与土力学的基本知识,学习这部分内容应能判别地基土的类别,确定地基土的物理力学性质指标,为设计地基基础打下基础。

第 7 章至第 11 章的内容属于地基基础设计内容,学完该部分内容后应能正确确定基础的材料、基础基本尺寸、掌握地基基础的设计原则及设计方法,学会阅读和正确理解工程地质勘察报告,能够对地基基础质量事故进行正确的分析与评价,对软弱地基及特殊类型地基进行地基处理,改善其受力及变形性能,以满足设计要求。

1.2.2 本课程的主要特点

本课程是一门强烈依赖于实践且理论性又很强的学科,由于地基土形成的自然条件不同,其性质千差万别,不同地区的土有不同的特性,即使同一地区的土,其特性在水平方向及竖直方向上差异也很大;同一类型的土在不同的地区也表现出差异性,因此,在地基基础设计时,一定要注意这些差异的特性,加强对土的勘察测试,加强信息管理,借鉴已有的设计和施工经验,理论与实践相结合,力争获得地基基础最优设计方案。

本课程的另一特点是知识更新周期短,新技术、新材料、新型结构等的出现也使该学科不断面临新的问题,如基础型式的创新,土工合成材料的应用等。

1.2.3 本课程的学习要求

“土力学与地基基础”是既古老又年轻的一门学科,它是理论上正在日趋完善而又十分注重实践应用的一门学科,所以在学习时应注意领会基本原理,理解基本概念,学会思考问题并掌握基本计算及相关的规范要求,重点掌握该课程中的经典理论和基本原理,能够借助于这些原理和理论分析解决地基基础的实际问题。

1.3 本课程在土木工程领域的地位及重要性

“土力学与地基基础”是土木工程类各专业的一门重要专业课。由于地基和基础位于地面以下,属隐蔽工程,它的勘察、设计和施工质量,直接影响建筑物的安全,一旦发生质量事故,补救和处理往往十分困难。据统计,有近 1/3 的建筑工程质量事故与地基基础问题有关。如著名的意大利比萨斜塔和我国苏州虎丘塔所发生的塔身严重倾斜,就是地基非均匀沉降所致;加拿大特朗斯康谷仓,由于地基破坏发生整体滑动,是建筑物失稳的典型案列,该谷仓由 65 个圆柱形筒仓组成,高 31m、宽 23m,其下为片筏基础,由于事前不了解埋藏有厚达 16m 的软粘土层,建成后初次贮存谷物,使基底平均压力(320kPa)超过了地基的极限承载力,结果谷仓西侧突然陷入土中 8.8m,东侧则抬高 1.5m,仓身倾斜 27°,为修复筒仓,在基础下设置了 70 多个支撑于深 16m 基岩上的混凝土墩,使用了 388 只 500kN 的千斤顶,才逐渐将倾斜的筒仓纠正,修

复后位置比原来降低了 4m。

地基基础工程的造价和施工工期在建筑工程造价和总工期中所占比例视其复杂程度和设计、施工的合理与否,可以变动于百分之几到几十之间。如采用箱形基础或筏形基础的多层建筑,其基础工程的费用约占建筑总费用的 20%~30%。因此,地基及基础工程在建筑工程中的重要性是显而易见的。工程实践中,地基基础事故屡见不鲜,但是,只要我们严格遵循基本建设原则,先勘察,后设计,再施工,那么,一般的地基基础事故还是可以避免的。

1.4 本教材的主要特色

本教材的编写参考和采用了国家最新设计和试验标准,如《建筑地基基础设计规范》(GB50007—2002)、《岩土工程勘察规范》(GB50021—2001)、《土工试验规程》(SL237—1999)等。

本教材参编人员大多具有丰富的岩土工程勘察、设计及施工经验,在编写过程中注重并突出了适用性、实用性,根据高职高专学生特点,做到理论够用,实践突出,加强对基本概念、基本理论的讲解,避免繁琐公式的推导。

本教材引入诸多地基基础质量事故案例,通过生动的案例分析,激发学生学习本课程的兴趣,同时为今后处理类似的工程问题提供借鉴。

本教材除编写了思考题和计算题之外,还编写了选择题,以期和各种国家注册考试接轨。

本教材还编写了土工试验指导书、附录于书后。

2 土的物理性质及工程分类

地球表层的整体岩石,在大气中经受长期的风化作用后形成形状不同、大小不一的颗粒,这些颗粒在不同的自然条件下堆积(或经过搬运沉积),即形成通常所说的土。因此,可以说土是由各种岩屑、矿物颗粒(称为土粒)组成的松散堆积物,由各种大小不同的土粒混杂组成的集合体。同时,它又是一种分散体,是由土的固体颗粒(固相)、存在于土粒间孔隙中的水(液相)和空气(气相)构成的三相体系。由于三相性质的差异,三相物质的相对比例不同及三相间相互作用,共同反映了土的物理性质和物理状态的不同,即决定了土的物理性质。而描述土的物理性质及状态的指标,是进行各种土的分类和确定土的工程性质的重要依据。

2.1 土的成因与基本特征

2.1.1 土的成因

土是在新近的第四纪(距今约一百万年)中岩石经风化、剥蚀、破碎、搬运、沉积等过程,在复杂的自然环境中所产生的各类松散沉积物。第四纪沉积物在地表分布极广,成因类型也很复杂。不同成因类型的沉积土,各具有一定的分布规律、地形形态及工程性质,下面分别介绍其中主要的几种成因类型。

(1) 残积土

原岩经风化作用而残留在原地的碎屑物,称为残积土。它的分布受地形控制。在宽广的分水岭上,由于地表水流速度很小,风化产物能够留在原地,形成一定的厚度。在平缓的山坡或低洼地带也常有残积土分布。

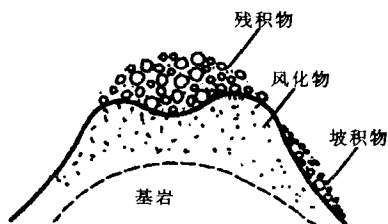


图 2-1 残积土

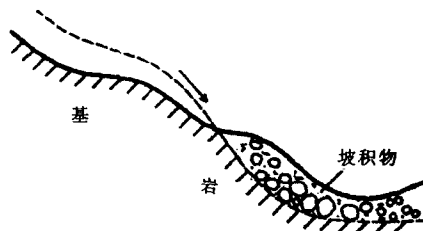


图 2-2 坡积土

残积土中残留在原地的碎屑物,在很大程度上与下卧母岩一致,这是它区别于其他沉积土的主要特征。例如,砂岩风化剥蚀后生成的残积土多为砂岩碎块。

由于残积土未经搬运,其颗粒大小未经分选和磨圆,故其颗粒大小混杂,均质性差,土的物理力学性质各处不一,且其厚度变化大。因此,在进行工程建设时,要注意残积土地基的不均匀性。我国南部地区的某些残积土,还具有一些特殊的工程性质。如由石灰岩风化而成的残积红粘土,虽然孔隙比较大,含水量高,但因其结构性强因而承载力高。又如由花岗岩风化而成的残积土,虽室内测定的压缩模量较低,孔隙比也较大,但其承载力并不低。

(2) 坡积土

高处的岩石风化产物,由于受到雨雪水流的搬运或由于重力的作用而沉积在比较平缓的山坡上,这种沉积土称为坡积土。一般分布在坡腰或坡脚,其下部与残积土相接。

坡积土随斜坡自上而下逐渐变缓,呈现由粗而细的分选作用,但层理不明显。其矿物成分与下卧基岩没有直接关系,这是它与残积土明显的区别之处。

坡积土底部的倾斜取决于下卧基岩面的倾斜程度,而其表面倾斜度则与生成的时间有关。时间越长,搬运、沉积在山坡下部的物质越厚,表面倾斜度也就越小。在斜坡较陡的地段的厚度常较薄,而在坡脚地段的坡积土则较厚。

由于坡积土形成于山坡,故较易沿下卧基岩倾斜面发生滑动。因此,在坡积土上进行工程建设时,要考虑坡积土本身的稳定性和施工开挖后边坡的稳定性。

(3) 洪积土

洪积土是指在山区或高地由暂时性水流(山洪急流)作用,将大量的基岩风化产物剥蚀、搬运、堆积于山谷冲沟出口或山前倾斜平原而形成的。由于山洪流出沟谷口后,流速骤减,被搬运的粗碎屑物质先堆积下来,离山渐远,颗粒随之变细,其分布范围也逐渐扩大。洪积土的地貌特征是,靠山近处窄而陡,离山较远处宽而缓,形似扇形或锥体,故称为洪积扇(锥)。



图 2-3 洪积土

洪积物质离山区由近渐远,颗粒呈现由粗到细的分选作用,碎屑颗粒的磨圆度由于搬运距离短而仍然不佳。又由于山洪大小交替和分选,常呈现不规则层理构造,并有夹层或透镜体(在某一土层中存在着形状似透镜的局部其他沉积土)等。

从工程观点可把洪积土分为三个部分:靠近山区的洪积土,颗粒较粗,所处的地势较高,而地下水位埋藏较深,且地基承载力较高,常为良好的天然地基;离山区较远地段的洪积土多由细颗粒组成,由于形成过程受到周期性的干旱作用,土体被析出的可溶盐类胶结而较坚硬密实,承载力较高;中间过渡地段由于地下水溢出地表而造成宽广的沼泽地,土质较弱而承载力较低。

(4) 冲积土

河流两岸的基岩及其上部覆盖的松散物质,被河流流水剥蚀后,经搬运、沉积于河流坡降平缓地带而形成的沉积土,称为冲积土。冲积土的特点是具有明显的层理构造。由于搬运作用显著,碎屑物质由带棱角颗粒(块石、碎石、角砾)经滚磨、碰撞逐渐形成亚圆形或圆形颗粒(漂石、卵石,圆砾)。随着从上游到下游的流速逐渐减小,冲积土具有明显的分选现象。上游沉积物多为粗大颗粒,中下游沉积物大多由砂粒逐渐过渡到粉粒(其粒径为 $0.005 \sim 0.075\text{mm}$)和粘粒(粒径 $<0.005\text{mm}$)。

河流冲积物在地表的分布很广,可分为平原河谷冲积物和山区河谷冲积物等类型。

平原河谷通常不深而宽度很大,除河床外,大多数都有河漫滩及阶地等地貌单元(图 2-4)。正常流量时,河水仅在河床中流动,洪水期间,河水会溢出河床,泛滥于河漫滩之上。河床沉积土大多为中密砂砾,作为建筑物地基,其承载力较高,但必须注意河流冲刷作用可能导致建筑物地基的毁坏以及凹岸边坡的稳定问题。河漫滩沉积土其下层为砂砾、卵石等粗粒物质,上部则为河水泛滥时沉积的较细颗粒的土,局部夹有淤泥和泥炭层。河漫滩地段地下水位埋藏很浅,当沉积土为淤泥和泥炭土时,其压缩性高,强度低,作为建筑物地基时,应认真对待;如冲积土为砂土,则其承载力可能较高,但开挖基坑时必须注意可能发生的流砂现象。

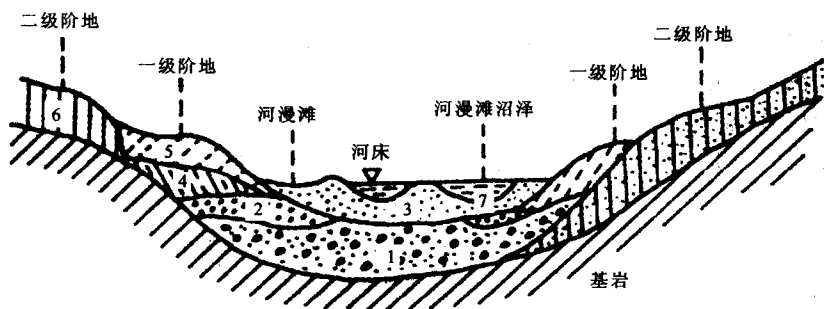


图 2-4 平原河谷横剖面示意图(垂直比例放大)

1. 砾卵石; 2. 中粗砂; 3. 粉细砂; 4. 粉质粘土; 5. 粉土; 6. 黄土; 7. 淤泥

阶地是在地壳的升降运动与河流的侵蚀、沉积作用下形成的。当地壳下降时,河流坡度变小,发生沉积作用,河谷中的冲积层增厚;地壳上升时,河流因竖向侵蚀作用增强而下切原有的冲击层,在河谷中冲刷出一条较窄的河床,新河床两岸原有的冲积物即成为阶地。如果地壳交替发生多次升降运动,就可以形成多级阶地,阶地的位置越高,形成的年代则越早。阶地沉积土是由河床沉积土和河漫滩沉积土演变而来的,其形成时间较长,又受周期性干燥作用,故土的强度较高,可作为建筑的良好地基。

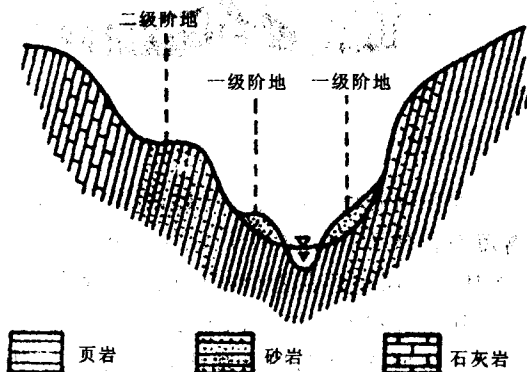


图 2-5 山区河谷横剖面示意图

在山区,河谷两岸陡峭,大多仅有河谷阶地(图 2-5)。山区河流流速很大,故沉积土颗粒较粗,大多为砂粒所填充的卵石、圆砾等。山间盆地和宽谷中有河漫滩冲积土,其分选性较差,具有透镜体和倾斜层理构造,但厚度不大。在高阶地往往是岩石或坚硬土层,作为地基,其工程地质条件很好。

除了以上四种土的成因类型外,还有海洋沉积土、湖泊沉积土、冰川沉积土及风积土等,它们分别由海洋、湖泊、冰川及风等的地质作用形成。

上述各种堆积或沉积土,一般是在第四纪(Q)地质年代内形成的,而建筑工程中所遇到的地基土,基本上都是第四纪堆积土。

了解土的成因对工程设计是十分重要的。

2.1.2 土的结构与构造

(1)土的结构

很多试验资料表明,同一种土,原状土和重塑土的力学性质有很大差别。这就是说,土的结构和构造对土的性质也有很大的影响。

土颗粒之间的相互排列和联结形式称为土的结构。与土的矿物成分、颗粒形状和沉积条件有关,有以下三种基本类型。

1)单粒结构

单粒结构是由土粒在水或空气中下沉而形成的,全部由砂粒或更粗土粒组成的土常具有单粒结构。因其颗粒较大,在重力作用下落到较为稳定的状态,土粒间的分子引力相对很小,所以颗粒之间几乎没有联结,单粒结构可以是疏松的,也可以是紧密的(图 2-6)。

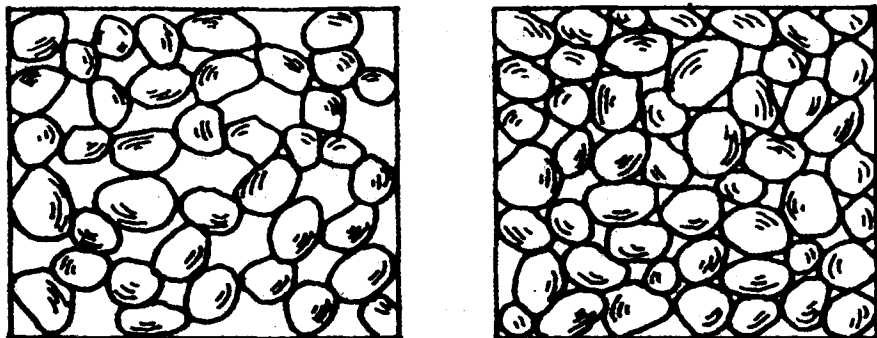


图 2-6 土的单粒结构

呈紧密状态单粒结构的土,强度较高,压缩性较小,是较为良好的天然地基。

具有疏松单粒结构的土,其骨架是不稳定的,当受到震动及其他外力作用时,土粒易于发生相对位移,引起很大的变形。因此,这种土层未经处理一般不宜作为建筑物地基。

2)蜂窝结构

蜂窝结构主要是由粉粒或细砂粒组成的土的结构形式。当粉粒($0.005\sim 0.075\text{mm}$)在水中沉积时,基本上是以单个土粒下沉,当碰到已沉积的土粒,由于土粒之间的分子引力大于其

重力,因此土粒就停留在最初的接触点上不再下沉,逐渐形成链环状团粒,构成较疏松的蜂窝结构(图 2-7)。

3) 絮状结构

微小的粘粒($<0.005\text{mm}$)大都呈针片状或片状,在水中长期悬浮,并在水中运动时,形成小链环状团粒而下沉,这种小链环碰到另一小链环时被吸引,形成大链环状的絮状结构(图 2-8)。海相沉积的粘土常具有此结构。

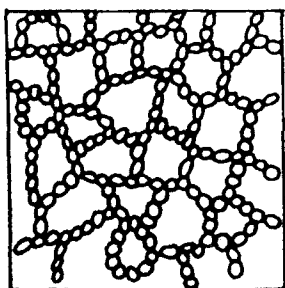


图 2-7 土的蜂窝结构

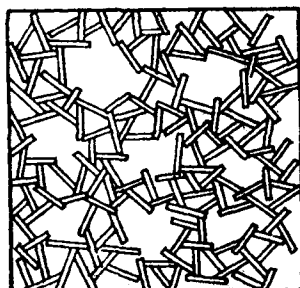


图 2-8 土的絮状结构

具有蜂窝结构和絮状结构的土,土粒间有大量的孔隙,体积大,但均为微细孔隙,故压缩性高,透水性弱。当其天然结构破坏时,强度会迅速降低,是工程性质极差的土。

(2) 土的构造

土的构造是指同一土层中,土粒或土粒集合体之间相互关系的特征。常见的有以下几种:

1) 层理构造

它是在土的形成过程中,由于不同阶段沉积的物质成分、颗粒大小或颜色不同,而沿竖向呈现成层特征。常见的有水平层理和交错层理构造,带有夹层、尖灭和透镜体等(图 2-9)。

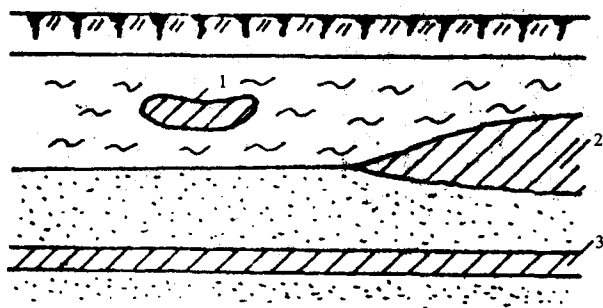


图 2-9 土的层理结构

1. 淤泥夹粘土透镜体; 2. 粘土尖灭层; 3. 砂土夹粘土层

2) 分散构造

土粒分布均匀、性质相近的土层,如砂、砾石、卵石都属于分散构造。

3) 裂隙构造

土体被许多不连续的小裂隙所分割,裂隙中往往充填盐类沉淀,不少坚硬与硬塑状态的粘土具有此种构造。

此外,也应注意到土中无腐殖质、贝壳、结核体等包裹物以及天然或人为的孔洞的存在。这些构造特征都会造成土的不均匀性。

2.2 土的组成

前面已经指出,土是由岩石风化形成的松散沉积物。它的物质成分包括构成土的骨架的固体颗粒及填充在孔隙中的水和气体。

一般说来,土就是由颗粒(固相)、水(液相)和气(气相)所组成的三相体系。

土体中颗粒大小和矿物成分差别很大,各组成部分的数量比例也不相同,土粒与其周围的水又发生复杂的作用。因此,土体三相组成中每一相的特征及三相比例关系对土的性质有显著影响。

2.2.1 土的固体颗粒

在自然界中很难遇到由大小相同的颗粒所组成的土,绝大多数土都是由大小不同的土粒组成的。土粒大小及其矿物成分的不同,对土的物理力学性质影响极大。当土粒的粒径由粗到细逐渐变化时,土的性质相应地也发生变化,由量变引起质变。随着土粒粒径变细,无粘性且透水性强的土变为透水性弱、具有粘性和可塑性的土。因而,在研究土的工程特性时,应将土中不同粒径的土粒,按某一粒径范围,分为若干粒组,使每个粒组范围内的土具有相似的工程性质,不同粒组之间具有不同的特性。这种划分粒组的分界尺寸称为界限粒径。

(1)粒组的划分

按《土的分类标准》(GBJ145—90)的规定,把土划分为6个粒组,如表2.1所示,即漂石(块石)组、卵石(碎石)组、砾粒组(包括粗砾、细砾)、砂粒组(包括粗砂、中砂、细砂)、粉粒组、粘粒组。

表 2.1 土粒粒组的划分

粒组统称	粒组名称	粒径范围(mm)	一般特性
巨粒	漂石(块石)粒	$d > 200$	透水性很大,无粘性,无毛细水
	卵石(碎石)粒	$200 \geq d > 60$	
粗粒	砾粒	粗砾 $60 \geq d > 20$	透水性大,无粘性,毛细水上升高度不超过粒径大小
		细砾 $20 \geq d > 2$	
	砂粒	粗砂 $2 \geq d > 0.5$	易透水,无粘性,遇水不膨胀,干燥时松散,毛细水上升高度不大
		中砂 $0.5 \geq d > 0.25$	
		细砂 $0.25 \geq d > 0.075$	
细粒	粉粒	$0.075 \geq d > 0.005$	透水性小,湿时稍有粘性,遇水膨胀大,干时稍有收缩,毛细水上升高度较大,易冻胀
	粘粒	$0.005 \geq d$	透水性很小,湿时有粘性及可塑性,遇水膨胀大,干时收缩显著,毛细水上升高度大,但速度慢