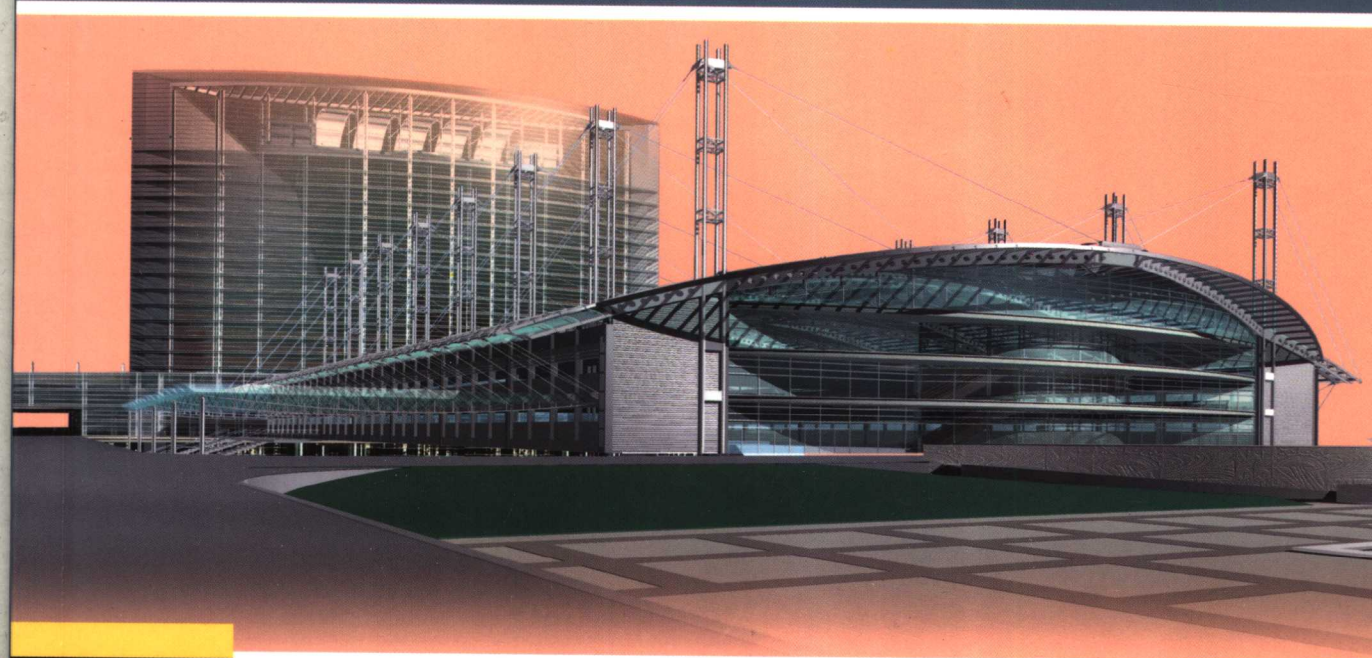


交通版 高等学校土木工程专业规划教材

JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI



土力学

张向东 李章珍 李萍 主编
王成华 主审



人民交通出版社

China Communications Press



交通版 高等学校土木工程专业规划教材
 JIAOTONGBAN GAODENG XUEXIAO TUMU GONGCHENG ZHUANYE GUIHUA JIAOCAI

土力学

Tulixue

张向东 李章珍 李萍 主编
 王成华 主审



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本教材是交通版高等学校土木工程专业规划教材之一,是根据教育部关于拓宽专业面、加强理论与实践教学的要求编写的,适用于土木工程专业,包括交通土建、建筑工程、涉外建筑工程、地下工程等专业方向。

本书除绪论外共8章,包括土的物理性质及工程分类、地下水在土体中的运动规律、土中应力计算、土的压缩性及地基沉降计算、土的抗剪强度、土压力计算与挡土墙设计、土坡稳定分析和地基承载力。各章后附有相应的思考题和习题,书后附有土工试验指导书。

本书既可作为土木工程专业及相关专业的土力学课程教材,也可供土木工程研究人员、设计人员和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土力学/张向东,李章珍,李萍主编. —北京:人民
交通出版社,2006.8
交通版高等学校土木工程专业规划教材
ISBN 7-114-05902-7

I. 土... II. ①张... ②李... ③李... III. 土力学
—高等学校—教材 IV. TU43

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第094373号

书 名: 土力学

著 者: 张向东 李章珍 李 萍

责任编辑: 张征宇 赵瑞琴

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010) 85285838, 85285995

总 经 销: 北京中交盛世书刊有限公司

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京交通印务实业公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 17.25

字 数: 435千

版 次: 2006年8月 第1版

印 次: 2006年8月 第1次印刷

书 号: ISBN 7-114-05902-7

印 数: 0001—3000册

定 价: 32.00元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

交通版

高等学校土木工程专业规划教材

编委会

主任委员：阎兴华

副主任委员：张向东 李岷昌 魏连雨 赵 尘

宗 兰 马芹永 段敬民 黄炳生

委 员：彭大文 林继德 张俊平 刘春原

党星海 刘正保 刘华新 丁海平

秘 书 长：张征宇

随着科学技术的迅猛发展、全球经济一体化趋势的进一步加强以及国力竞争的日趋激烈,作为实施“科教兴国”战略重要战线的高等学校,面临着新的机遇与挑战。高等教育战线按照“巩固、深化、提高、发展”的方针,着力提高高等教育的水平和质量,取得了举世瞩目的成就,实现了改革和发展的历史性跨越。

在这个前所未有的发展时期,高等学校的土木类教材建设也取得了很大成绩,出版了许多优秀教材,但在满足不同层次的院校和不同层次的学生需求方面,还存在较大的差距,部分教材尚未能反映最新颁布的规范内容。为了配合高等学校的教学改革和教材建设,体现高等学校在教材建设上的特色和优势,满足高校及社会对土木类专业教材的多层次要求,适应我国国民经济建设的最新形势,人民交通出版社组织了全国二十余所高等学校编写“交通版高等学校土木工程专业规划教材”,并于2004年9月在重庆召开了第一次编写工作会议,确定了教材编写的总体思路,于2004年11月在北京召开了第二次编写工作会议,全面审定了各门教材的编写大纲。在编者和出版社的共同努力下,目前这套规划教材已陆续出版。

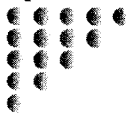
这套教材包括“土木工程概论”、“建筑工程施工”等31门课程,涵盖了土木工程专业的专业基础课和专业课的主要系列课程。这套教材的编写原则是“厚基础、重能力、求创新,以培养应用型人才为主”,强调结合新规范、增大例题、图解等内容的比例并适当反映本学科领域的新发展,力求通俗易懂、图文并茂;其中对专业基础课要求理论体系完整、严密、适度,兼顾各专业方向,应达到教育部和专业教学指导委员会的规定要求;对专业课要体现出“重应用”及“加强创新能力和工程素质培养”的特色,保证知识体系的完整性、准确性、正确性和适应性,专业课教材原则上按课群组划分,不同专业方向分别考虑,不在一本教材中体现多专业内容。

反映土木工程领域的最新技术发展、符合我国国情、与现有教材相比具有明显特色是这套教材所力求达到的,在各相关院校及所有编审人员的共同努力下,交通版高等学校土木工程专业规划教材必将对我国高等学校土木工程专业建设起到重要的促进作用。

交通版高等学校土木工程专业规划教材编审委员会

人民交通出版社

2005年8月



当今世界,土木工程科技进步突飞猛进,信息流转速度不断加快,新的技术规范规程不断更新或推出,并应用于工程实践。为繁荣教育事业,推进教材建设,由交通出版社组织部分高等院校长期从事本课程教学的教师编写了本书。

土力学是高等院校土木工程专业必修的一门课程。本教材遵循高校土木工程专业培养方案,着眼于培养 21 世纪复合型的建设人才,在教学改革和实践的基础上,对教学内容进行了调整拓宽,编写时兼顾交通土建工程、建筑工程等不同专业的要求,使得本教材的适应性更强。

土力学是一门理论性和实践性都很强的课程,在编写过程中,注重理论联系实际,基本原理和方法的选用以工程实用为主,并兼顾学科发展和反映国内外的先进技术水平;理论部分的阐明力求深入浅出,语言通俗易懂,文字简明扼要,讲清基本假定与概念,不拘泥于推导过程;应用部分的编写结合现行的规范,尽量以共性的内容为主,不拘泥于一本规范的特殊内容,兼收并蓄,使学生能灵活运用不同行业规范的要求,有利于培养学生适应实践的能力;内容与次序的编排有利于自学,并编入一定数量的例题、习题和思考题以供学生练习;本教材的最后还编写了土工试验指导书,以利于指导学生的实验操作,有助于培养学生分析与解决实际问题的能力。

《土力学》课程与《基础工程》课程紧密相连。本教材既是独立的一门土力学课程教材,又与《基础工程》教材内容密切结合。为便于学习,在编写过程中,参考了有关高等院校新编的相关教材,所选用的符号、术语和计量单位力求前后一致。

本教材力图考虑学科发展新水平,选用成熟的理论与典型的经验,使教材体现少而精。全书重点突出,深入浅出,加强了各章之间的相互衔接。

本书由张向东、李章珍、李萍主编,天津大学王成华主审。

本书编写单位及编写人员分工如下:绪论、第 3 章、第 4 章由辽宁工程

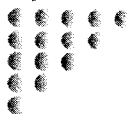
技术大学张向东编写;第1章由河北建筑工程学院李章珍编写;第2章由南阳理工学院申中原编写;第5章由兰州理工大学梁亚雄编写;第6章由上海应用技术学院姜蓉编写;第7章由兰州理工大学李萍编写;第8章由河北建筑工程学院蒋希雁编写;附录由辽宁工程技术大学郝凤山编写。

限于编者的水平,书中难免有不当之处,恳请读者批评指正。

编者

2006年5月

目录 MULU

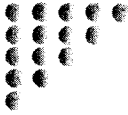


绪论	1
第一章 土的物理性质与工程分类	4
第一节 土的生成与特性	4
第二节 土的结构与构造	8
第三节 土的三相比例指标	14
第四节 土的物理状态指标	19
第五节 土的工程分类	24
第二章 地下水在土体中的运动规律	30
第一节 土中毛细水特性	30
第二节 土的渗透性	33
第三节 流网及其应用	39
第四节 土在冻结过程中的水分迁移与集聚	43
第三章 土中应力计算	47
第一节 概述	47
第二节 土中自重应力的计算	48
第三节 基底压力分布及简化计算	51
第四节 土中附加应力的计算	55
第五节 其他条件下地基中应力的计算	75
第六节 有效应力原理	83
第四章 土的压缩性与地基沉降计算	91
第一节 概述	91
第二节 研究土压缩性的方法及变形指标	92
第三节 地基最终沉降量的计算	103
第四节 地基沉降与时间的关系	121
第五节 地基沉降计算的其他情况	132
第六节 地基允许变形值及防止地基有害变形的措施	139
第五章 土的抗剪强度	145
第一节 概述	145
第二节 土的抗剪强度理论	146
第三节 土的抗剪强度的测定方法	150

第四节	孔隙压力与应力路径	161
第五节	影响土的抗剪强度的因素	166
第六章	土压力计算与挡土墙设计	172
第一节	概述	172
第二节	静止土压力的计算	174
第三节	朗肯土压力理论	176
第四节	库仑土压力理论	183
第五节	朗肯与库仑土压力理论的比较	187
第六节	挡土墙设计	189
第七章	土坡稳定分析	198
第一节	概述	198
第二节	无黏性土坡稳定分析	199
第三节	黏性土坡稳定分析	201
第八章	地基承载力	216
第一节	概述	216
第二节	临塑荷载和临界荷载	218
第三节	极限承载力计算	222
第四节	地基承载力的确定	229
第五节	地基容许承载力的确定	234
第六节	水平荷载作用下的地基承载力	236
附录	土工试验指导书	239
附录 A	土的三相比指标试验	239
附录 B	土的液、塑限试验	244
附录 C	土的击实试验	247
附录 D	土的渗透性试验	250
附录 E	颗粒大小分析试验	253
附录 F	固结试验	256
附录 G	土的抗剪强度试验	259
参考文献		265

绪 论

XULUN



一、土力学的研究对象

地球上的所有土木工程,包括建筑物、构筑物、水电站、堤坝、桥梁、公路、铁路、地铁、隧道等,都是修建在地表或埋置于地层之中。

承受建筑物荷载的那一部分地层称为地基;建筑物在地面以下并将上部荷载传递至地基的结构,称为建筑物的基础,如图 0-1 所示。

地基是地层的一部分。地层包括岩层和土层,它们都是自然界的产物。岩石的矿物颗粒间具有很强的连接,强度大、变形量小、渗透性低,是良好的天然地基。而土是岩石风化后,产生崩解、破碎、变质,又经过各种自然力搬运,在新的环境下堆积或沉积下来的颗粒状松散物质,其颗粒间联系较弱,强度小、变形量大,渗透性强,具有散体特征。土力学是力学的一个分支,是以土为研究对象的科学。

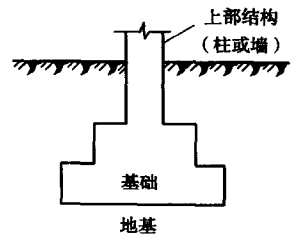


图 0-1 建筑上部结构、基础与地基示意图

二、土力学的研究内容

土是一种由固相(土颗粒)、液相(水)和气相(空气)物质所组成的三相体系,与一般固体相比较,天然土体具有一系列复杂的物理力学性质,并且易受环境条件(如地下水、气候等)变动的影晌。

土力学的研究内容是通过研究土的物理、力学、物理化学性质及微观结构,进一步认识土和土体在荷载、水、温度等外界因素作用下的反应特性,即土的压缩性、强度特性、渗透性及动力特性等,为各类土木工程的稳定和安全提供科学的对策。

建筑物、构筑物等的建造,使地基中原有的应力状态发生了变化,为了确保安全和正常使用,地基设计必须满足两个基本条件:

(1)地基的强度条件:要求建筑物的地基保持稳定性,不发生滑动破坏,并有足够的安全储备。

(2)地基的变形条件:要求控制地基变形,使之不超过地基的变形允许值,保证建筑物不因地基变形而损坏或者影响其正常使用。

三、本学科发展概况

远在古代人们就懂得利用土进行工程建设,如我国东汉时的郑玄在注释战国时的《考工记》时,就认识到了作用力和变形之间的弹性定律,这比虎克(Hooke)定律要早 1500 多年,但直到 18 世纪,基本上还处于感性认识阶段。欧洲产业革命时期,由于资本主义工业化的迅猛发展,人们在大规模建设中遇到了许多与土有关的力学问题,促使人们对土进行研究,并从实践和试验中逐步产生了土力学的基本理论,并应用于工程实践。

1773 年,法国科学家 C·A·库仑(Coulomb)根据试验创立了著名的砂土抗剪强度公式,提出了挡土墙土压力的滑动楔体理论。

1856 年,法国工程师 H·达西(Darcy)研究了砂土的透水性,提出了层流运动的达西定律。

1857 年,英国学者 W·J·M·朗肯(Rankine)从另一途径提出了挡土墙土压力理论。

1867 年,捷克工程师 E·文克勒(Winkler)提出了铁轨下任一点的接触压力与该点的沉降成正比的假设。

1885 年,法国学者 J·布辛奈斯克(Boussinesq)求得了半无限弹性体在竖向集中荷载作用下的应力和变形的理论解。

1900 年,莫尔(Mohr)提出了土的强度理论。

20 世纪 20 年代,对土的研究有了迅速发展。普朗特(Prandtl)发表了地基承载力理论。这一时期在边坡理论方面也有很大发展,费伦纽斯(W. Fellenius)完善了边坡圆弧滑动法。

1925 年,K·太沙基(Terzaghi)归纳并发展了以往的成就,出版了《土力学》一书,它系统地论述了若干重要的土力学问题,提出了著名的有效应力原理。至此,土力学开始形成一门独立的学科。

从 1936 年在美国召开第一届国际土力学与基础工程会议起,世界各国相继举办了各种学术会议,加强了国与国、地区与地区之间的交流。特别是近年来,世界各国超高土坝(坝高超过 200m)、超高层建筑、核电站、高速铁路等大型工程的兴建,促进了土力学的进一步发展,许多专家和学者积极研究土的本构关系、土的弹塑性及黏弹性理论和土的动力特性。同时,各国研制成功多种多样的工程勘察、试验与地基处理新设备,为土力学理论研究和地基加固提供了良好的条件。电子计算机的应用和实验测试技术自动化程度提高,标志着本学科进入了一个新时期。

土力学未来的发展趋势可归结为一个模型,三个理论,四个分支。一个模型即本构关系模型;三个理论即非饱和土固结理论、土的液化破坏理论、土的渐进破坏理论;四个分支即理论土力学、计算土力学、实验土力学、应用土力学。随着科技进步的日新月异,土力学学科也将步入发展的新时期。

四、本学科与土木工程专业的关系

从事土木工程的技术人员在工程实践中经常会遇到大量的与土有关的工程技术问题。

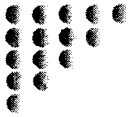
在铁路或道路的路基工程中,土是修筑路堤的基本材料,同时它又是支承路堤的地基。路堤的临界高度和边坡的取值都与土的抗剪强度指标及土体的稳定性有关;采用碾压法压实填土时,其施工质量控制方法正是基于对土的击实特性的研究成果;挡土墙设计时主要外荷载—土压力的取用,需借助于土压力理论计算;近年来,我国高速公路、高速铁路的大量修建,对路基的沉降计算与控制提出了更高的要求,而解决沉降问题需要对土的压缩特性进行深入的研究

究;软土地基的加固技术,需要对软土进行大量的试验研究和现场监测。

在路面工程中,土基的冻胀与翻浆在我国北方地区是非常突出的问题,防治冻害的有效措施是以土力学的原理为基础的;稳定土是比较经济的基层材料,它是根据土的物理化学性质提出的一种土质改良措施;道路一般在车辆的重复荷载作用下工作,因此需要研究土在重复荷载作用下的变形特性。

在建筑物、桥梁等工程中,地基与基础是建筑物的根基,又属于地下隐蔽工程,经济、合理的基础工程设计需要依靠土力学基本理论的支持;对于超静定的大跨度结构,基础的沉降、倾斜或水平位移是引起结构过大次应力的重要因素;整个结构的抗震设计,需要研究土的动力特性。

由此可见,土力学这门学科与土木工程专业课的学习和今后的技术工作有着十分密切的关系。学习这门课程是为了更好地学好专业课,也是为了今后更好地解决有关土的工程技术问题奠定坚实的基础。



土是岩石在风化作用下形成的大小悬殊的颗粒,经过不同的搬运方式,在各种自然环境中生成的沉积物。在漫长的地质年代中,由于各种内力和外力地质作用形成了许多类型的岩石和土。岩石经历风化、剥蚀、搬运、沉积生成土,而土经历压缩固结、胶结硬化也可再生成岩石(沉积岩)。

第一节 土的生成与特性

一、土的生成

(一)形成作用

在自然界,土的形成过程是十分复杂的,地壳表层的岩石在阳光、大气、水和生物等因素影响下发生风化作用,使岩石崩解、破碎,经流水、风、冰川等动力搬运作用,在各种自然环境下沉积,形成土体,因此通常说土是岩石风化的产物。

风化作用主要包括物理风化、化学风化和生物风化作用,它们经常是同时进行,而且是互相加剧发展的。

1. 物理风化

物理风化是指由于温度变化、水的冻胀、波浪冲击、地震等引起的物理力使岩体崩解、碎裂的过程,这种作用使岩体逐渐变成细小的颗粒。

2. 化学风化

化学风化是指岩体(或岩块、岩屑)与空气、水和各种水溶液相互作用的过程,这种作用不仅使岩石颗粒变细,更重要的是使岩石的矿物成分发生变化,形成大量细微颗粒(黏粒)和可溶盐类。化学风化常见的作用如下:

(1)水解作用——指矿物成分被分解,并与水进行化学成分的交换,形成新的矿物,如正长石经水解作用后,形成高岭石。

(2)水化作用——指水和某种矿物发生化学反应,形成新的矿物,如土中的 CaSO_4 (硬石

膏)水化后成为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (含水石膏)。

(3)氧化作用——指某种矿物与氧结合形成新的矿物,如黄铁矿氧化后变成 FeSO_4 (铁钒)。

其他还有溶解作用、碳酸化作用。

3. 生物风化

由动物、植物和人类活动对岩体的破坏称生物风化,例如:长在岩石缝隙中的树,因树根伸展使岩石缝隙扩展开裂。而人们开采矿山、石材,修铁路、打隧道,劈山修公路等活动形成的土,其矿物成分没有变化。

(二)土的主要成因类型及其特征

在自然界,岩石和土在其存在、搬运和沉积的各个过程中都在不断地进行风化,由于形成条件、搬运方式和沉积环境不同,自然界的土也就有不同的成因类型,可分为陆相沉积和海相沉积两类。

1. 陆相沉积

陆相沉积,即陆地环境下的沉积,是指出露陆上的岩石风化物经重力、水、风、冰川等作用而形成的沉积土。

1) 残积土

岩石经风化作用后残留在原地的碎屑堆积物称为残积土,如图 1-1a)所示。它的分布主要受到地形的控制,在宽广的分水岭上、在平缓的山坡上常有残积物覆盖。残积土没有分选作用和层理构造,与基岩之间没有明显的界限,矿物成分与基岩大致相同,由于山区原始地形变化很大且岩层风化程度不一,使残积土的厚度在小范围内就有很大变化,当残积土被风或降水带走一部分细小颗粒后土中存在较大的孔隙。因此,该种沉积土均匀性很差,作为建筑物地基时要特别注意其不均匀沉降。

2) 坡积土

高处的风化物经雨水、雪水或本身的重力作用搬运后,沉积在较平缓的山坡上的堆积物称为坡积土,如图 1-1a)、图 1-1b)所示。它一般分布在坡腰上或坡脚下,其上部与残积土相接,坡积土底部的倾斜度取决于基岩的倾斜程度,而表面的倾斜度则与生成的时间有关,时间越长,搬运、沉积在山坡下的土层就越厚,表面的倾斜度就越小。因此,坡积土的厚度变化很大,有时上部厚度不足 1m,而下部可达几十米。由于坡积土一般分布于山坡,矿物成分与下卧基岩没有直接的关系,但由上而下具有一定的分选性,土质不均匀,还常易发生沿基岩倾斜面的滑动。尤其是新近堆积的坡积土土质疏松、压缩性较高,对这些不良地质条件,在工程建设中要引起重视。

3) 洪积土

在山区或高地由暂时性的山洪急流把大量的残积土、坡积土,剥蚀、搬运到山谷中或山麓平原上而形成的堆积物称为洪积土,如图 1-1c)所示。山洪流出沟谷口后,由于流速骤减,被搬运的粗碎屑物质,如块石、砾石、粗砂等首先大量堆积下来,离山越远,洪积土的颗粒越细,分布范围也越来越广,形成扇形地貌,故也称为洪积扇。有时相邻沟谷口的洪积扇互相连接起来组成洪积扇群,称为洪积平原。洪积土具有分选性,但因搬运距离较短,颗粒磨圆程度较差,且山洪不规则地暴发,堆积物质各不一样,所以洪积土还具有不规则交替的层理构造,并具有夹层、尖灭等产状。

一般地,靠近山地的粗粒碎屑堆积物,地下水位埋藏较深,土质较均匀,是良好的天然地基;离山较远的山前平原开阔地段由较细的粉砂、黏土颗粒堆积,厚度较大,颗粒均匀,其形成过程中受到周期性干旱的影响,细小黏土颗粒发生凝聚作用,同时析出可溶性盐类,使土质较为密实,通常这部分洪积土也是良好的天然地基;而中间地带,土粒组成复杂,常由于地下水溢出地面而形成沼泽地带,土质较弱而承载力较低,工程建设时应注意其复杂的地质条件。

4) 冲积土

由河流流水作用将两岸基岩及其上部覆盖的坡积土、洪积土剥蚀后,搬运、沉积在河流坡降平缓地带而形成的堆积物称为冲积土。冲积土具有明显的层理构造,由于搬运距离大,土颗粒的磨圆程度较好,搬运距离越大,沉积物的颗粒越细。冲积土分布很广,主要分为平原河谷冲积土和山区河谷冲积土。

山区河谷的冲积土,如图 1-1d) 所示,颗粒较粗,多为砂粒填充的卵石、圆砾组成,透水性好、压缩性小,是良好的建筑地基。而平原河谷的冲积土,如图 1-1e) 所示,则比较复杂。河床沉积土大多为中密砾砂,承载力高且压缩性低,但必须注意河流的冲刷作用导致地基毁坏和岩坡稳定性问题;河漫滩沉积土具有两层地质构造,上层为河流泛滥的沉积物,颗粒较细局部夹有有机物,承载力低,压缩性大,下层河床沉积物为砂石类土,地基承载力高,但开挖时可能发生流砂现象,不可忽视;河流阶地是由河床沉积土和河漫滩沉积土上升演变而成,形成时间长,又受干燥作用,所以结构强度较高,是良好的地基。在河流入海或入湖口处,所搬运的大量细颗粒沉积下来,形成了面积相当宽广、厚度较大的三角洲沉积土,它的含水量很高,孔隙率大,

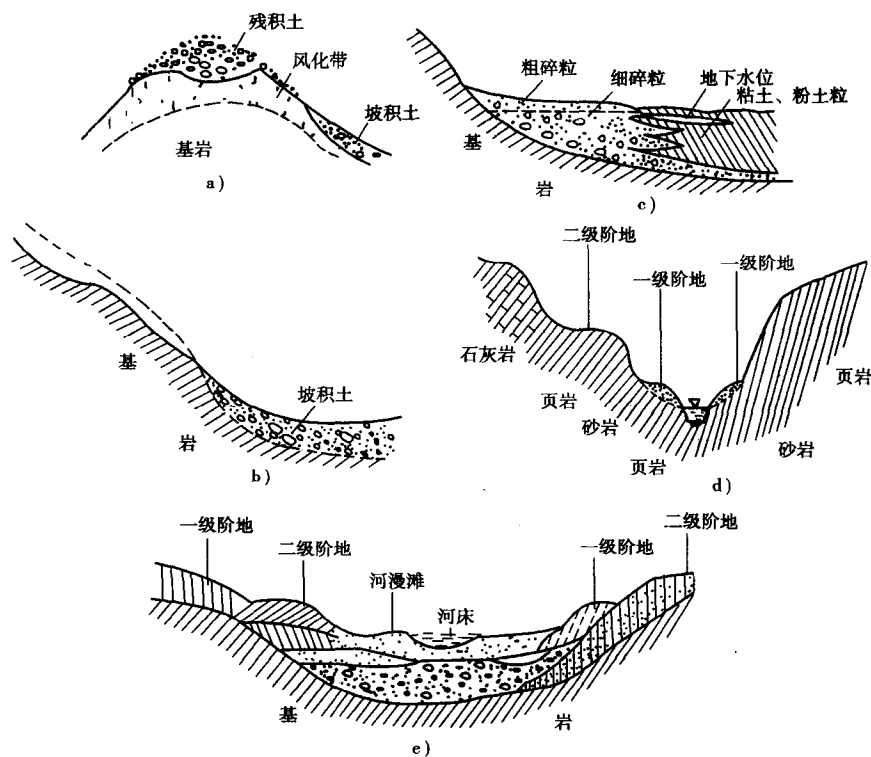


图 1-1 各种沉积土

a) 残积土; b) 坡积土; c) 洪积土; d) 山区河谷冲积土横断面; e) 平原河谷冲积土横断面

呈饱和状态,常有较厚的淤泥或淤泥质土层,因而承载力较低,压缩变形量大。但在三角洲沉积土的表面,有一层厚度不大且经过长期干燥而形成的黏性土硬壳层,承载力较高,可作为一般建筑物基础的持力层。

5) 湖泊沉积土

由湖浪作用而在湖中沉积的堆积物称为湖泊沉积土,它可分为湖边、湖心沉积土。

湖边沉积土主要是由湖浪冲蚀湖岸、破坏岸壁形成的碎屑物质组成,具有明显的斜层理构造,离湖岸越远、沉积物越细。近岸的沉积土主要由粗颗粒的卵石、圆砾、砂土组成,作为地基具有较高的承载力;远岸的沉积土则主要由细颗粒的砂土、黏性土组成,承载力较前者低。湖心沉积土是由河流和湖流挟带的细小悬浮颗粒到达湖心后沉积,主要由黏土和淤泥组成,常夹有细砂粉砂薄层,该沉积土强度低,压缩性高。若湖泊逐渐淤塞后则可变成沼泽,形成沼泽土,它主要由泥炭(有机物含量近60%以上)组成,其主要特征是:含水量极高,透水性低,压缩性很高且不均匀,承载力也很低,一般不宜作为天然地基。

此外还有冰积土和风积土。它们分别是在冰川地质作用和风的地质作用下形成的。

2. 海相沉积

海相沉积是指在海洋环境下,经海洋动力过程产生的一系列沉积。

由河水带人海洋的物质和海岸风化后的物质以及化学、生物物质在搬运过程中随着流速逐渐降低在海洋各分区(海滨、浅海、陆坡、深海地区)中沉积下来的堆积物称海洋沉积土。

海滨(海水高潮位时淹没,低潮位时露出的海洋地带)沉积土主要由卵石、圆砾和砂等粗碎屑物质组成,有时有黏性土夹层,具有基本水平或缓倾斜的层理构造,作为地基,强度较高;但在河流入海口地区常有淤泥沉积,这是河流带来的泥砂及有机物与海中有有机物沉积的结果。浅海(水深约0~200m,宽度约100~200km的大陆架)沉积土主要由细颗粒砂土、黏性土、淤泥和生物化学沉积物组成;离海岸越远,沉积物的颗粒越细小;该沉积土具有层理构造,其中砂土比滨海带更疏松,易发生流砂现象,其分布广,厚度不均匀,压缩性高;在浅海带近代沉积的黏土则密度小、含水量高,因而其压缩性大、承载力低;而古老的黏土则密度大、含水量低,压缩性小,承载力高。陆坡(浅海区与深海区之间过渡的陆坡地带,水深约200~1000m,宽度约100~200km)及深海(水深超过1000m的海洋底盘)的沉积物主要为有机质淤泥,成分均一。

二、土的一般特性

土的形成过程决定了它具有特殊的物理力学性质。与一般建筑材料相比,土具有3个重要特点。

(1)散体性:颗粒之间无黏结或弱黏结,存在大量孔隙,可以透水、透气。

(2)多相性:土往往是由固体颗粒、水和气体组成的三相体系,三相之间质和量的变化直接影响它的工程性质。

(3)成层性:土粒在沉积过程中,不同阶段沉积物成分、颗粒大小及颜色等不同,而使竖向呈现成层的特征。

(4)变异性:土是在自然界漫长的地质历史时期演化形成的多矿物组合体,性质复杂,不均匀,且随时间还在不断变化。

第二节 土的结构与构造

一、土的三相组成

在天然状态下,土是由固体、液体、气体 3 部分所组成的三相体系。固体部分即为土粒,由矿物颗粒或有机质组成,构成土的骨架。骨架间有许多孔隙,可为水和气体所填充。若土中孔隙全部被水充满时为饱和土;孔隙全部被气体充满时称为干土;土中孔隙同时有水和气体存在时为非饱和土。土体 3 个组成部分本身的性质以及它们之间的比例关系和相互作用决定土的物理力学性质。

(一)土的固体颗粒

土的固体颗粒即为土的固相,是土的主要组成部分。土颗粒的大小、形状、矿物成分及颗粒级配对土的物理力学性质有明显的影响。

1. 土的颗粒级配

自然界的土都是由大小不同的土粒所组成。随着土粒由粗变细,土可由无黏性变为有黏性,透水性也随之减小。当土粒的粒径在一定范围内变化时,这些土粒的性质接近,因此,工程上将不同的土粒按其粒径范围,划分成若干粒组。表 1-1 为《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)的划分标准;表 1-2 为水电部(SL 237—1999)的划分标准;表 1-3 为《土的分类标准》(GBJ 145—90)的划分标准。

土粒粒组的划分

表 1-1

粒组统称	粒组名称		粒径范围(mm)
巨粒组	漂石或块石颗粒		> 200
	卵石或碎石颗粒		200 ~ 20
粗粒组	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
细粒组	粉粒	粗	0.075 ~ 0.01
		细	0.01 ~ 0.005
	黏粒		≤ 0.005

土粒粒组的划分

表 1-2

粒组统称	粒组名称		粒径范围(mm)
巨粒组	漂石或块石颗粒		> 200
	卵石或碎石颗粒		200 ~ 60