



高等学校
土建类应用型本科规划教材



Soil Mechanics and Foundation

土力学与地基基础

主 编 邵光辉 吴能森
副主编 刘 彭
主 审 陈 轮



人民交通出版社
China Communications Press

TU4/70

2007



高等学校
土建类应用型本科规划教材

Soil Mechanics and Foundation

土力学与地基基础

主 编 邵兆辉 吴能森
副主编 刘书彭
主 审 陈书翰



人民交通出版社

China Communications Press

图书在版编目(CIP)数据

土力学与地基基础 / 邵光辉, 吴能森主编. —北京: 人民交通出版社, 2007.9

ISBN 978-7-114-06578-1

I. 土… II. ①邵…②吴… III. ①土力学②地基-基础(工程) IV. TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 076159 号

书 名: 土力学与地基基础

主 编: 邵光辉 吴能森

责任编辑: 王 霞 (wxccpress@126.com)

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.ccpress.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: 三河市吉祥印务有限公司

开 本: 787×960 1/16

印 张: 19.5

字 数: 361 千

版 次: 2007 年 9 月第 1 版

印 次: 2007 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-06578-1

定 价: 28.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

学习导言

从《土力学与地基基础》课程名称的字面上理解,这门课程应该由两大部分组成:一部分是土力学,另一部分是地基基础。其中,土力学作为一门力学知识,因此也就需要一定的数学、物理及力学基础。在开始学习这门课程之前,我们至少应当学习过《高等数学》、《工程力学》课程。这些课程是本门课程学习的基础,尤其是其中对材料应力—应变和强度知识的掌握尤为重要。所以,建议各位同学在学习该课程之前,能回顾一下上述两门先修课的相关知识。这将非常有助于你对本课程中土力学部分相关原理和理论的理解。课程中的第二大部分——地基基础,则是综合应用土力学的知识,并与工程建设相结合,涉及基础和地基处理的设计、施工等知识,部分内容涉及基础结构、构造,将用到《工程结构》课程的知识。

《土力学与地基基础》课程既是专业基础课,同时也具有专业技术课的特点,是工程管理专业的必修课。在工程管理领域中,无论是从事项目管理、房地产开发,还是进行现场的施工管理,只要和土木工程相关,都不可避免会遇到有关地基、基础等问题。或许,深厚的土力学研究功底,熟练的地基基础设计能力对工程管理专业的同学来说要求太高,但我们至少应该掌握这一领域最基本、最重要的一些概念和原理。这将对大家将来所从事的工作大有裨益。同时,后续课程《建筑施工技术》也需要本课程的学习来为其奠定重要的基础。

本课程的内容有九章:

绪论主要带领大家认识本课程的研究对象、研究意义,学科的发展历程与现状、本课程的特点与学习方法等。

第1章 土的物理性质及工程分类。内容包括土的三相组成及结构构造、粘性土的物理特性、无粘性土的密实度、土的渗透性、土的压实性、地基土(岩)的工程分类。本章是认识土基本性质的基本知识,内容广泛,知识体系也较松散。在学习的过程中,要以土的三相物质组成为主线,理解形成土的工程性质的内在因素,牢固掌握当中的基本概念和原理,并能自如地解决土的三相比例指标相关的计算问题。

第2章 土中应力计算。是为后续土的压缩性与沉降计算、地基承载力等内容做知识准备的一章,内容包括土的自重应力计算、基础底面的压力分布与计算、竖

向荷载作用下地基附加应力计算。通过计算,解决不同条件下地基土中应力分布的问题。

第3章 土的压缩性与地基沉降计算。内容包括土的压缩性、地基最终沉降量计算、饱和土地基沉降与时间的关系、建筑物的沉降观测与地基允许变形值。本章把土中应力计算和土的压缩性通过应力应变关系有机地结合起来,重点解决地基沉降变形的两大问题:最终沉降量、地基沉降与时间的关系。其中一维固结理论是该章的理论重点,实际上固结理论也有很多种,如二维固结理论、三维固结理论等,都较为复杂,故这里没有过多涉及。相关知识可阅读《高等土力学》(李广信,清华大学出版社,2004)。

第4章 土的抗剪强度与地基承载力。内容包括土的抗剪强度的库仑定律、土的极限平衡强度理论、土的抗剪强度试验方法、地基承载力。土的强度问题直接影响到地基的稳定,本章重点通过土的强度理论的学习,再结合地基中应力的分布规律,介绍了几种地基承载力的确定方法。

第5章 土压力与土坡稳定分析。内容包括作用在挡土墙上的土压力、挡土墙的类型、土坡稳定分析、工程中的土坡稳定问题。

第6章 工程地质勘察。内容包括工程地质勘察内容及方法、工程地质勘察报告。本章主要是考虑到工程管理专业没有学习过《工程地质》课程,但后续地基基础部分的学习又必须用到工程地质勘察的知识。因此,这部分内容是为了让大家了解工程地质勘察以及工程地质勘察报告的一些基本知识,更多内容可参考《工程地质》(主编:孙家齐,武汉理工大学出版社(第二版),2003)。

第7章 天然地基上的浅基础。内容包括地基基础设计原则、浅基础的类型、浅基础的设计内容、钢筋混凝土梁板式基础简介、减轻不均匀沉降危害的措施。

第8章 桩基础,内容包括桩基础的适用范围、类型、质量检验与桩基事故的处理、桩基础的承载力与计算、桩基础的设计。第7章和第8章都涉及基础结构、构造及设计、计算,有很多内容都是国家规范中的内容,建议学习时,能参考《建筑地基基础设计规范》(国家标准,GB 50007—2002,中国建筑工业出版社,2002)。

第9章 地基处理与托换技术。这是一章实用性比较强的内容。包括地基处理的类型与适用条件,施工技术的介绍等。涉及换填垫层法、重锤夯实与强夯法、排水固结法、复合地基加固法、灌浆技术、土工加筋技术、托换技术等。本章只是从实用性的角度较为简要地介绍了一些地基处理方法。实际上,地基处理是一项颇为复杂的工作,既需要有深厚的理论基础,还需要丰富的实践经验。若需要更深入地了解地基处理的有关问题,可参阅《地基处理技术发展展望》(龚晓南,水利水电出版社,2004)。

为了更好地学习本课程，我们还可以广泛利用相关的学习资源。国际性的刊物 *Geotechnique* 已创刊多年，是本学科领域最权威的学术期刊之一。还有美国土木工程学会（ASCE）的 *Journal of Geotechnical and Environment Engineering*、*Canadian Geotechnical Journal* 以及 *Soil and Foundation* 等都是反映国际土力学与岩土工程技术前沿的学术刊物。我国的《岩土工程学报》、《岩石力学与工程学报》、《岩土力学》、《岩土工程技术》、《岩土工程界》、《岩土工程师》等专业性刊物都可以作为了解本学科前沿发展的学习资源。

编 者

2007 年 6 月

前 言

土力学与地基基础是高等学校工程管理本科专业的一门必修课。本教材编写遵循普通高等学校工程管理本科专业培养方案,全书由浅入深、概念清楚、层次分明、重点突出,体现引导性思维。结合新规范,反映土力学与地基基础的成熟成果与观点。针对工程管理专业特点,本书土力学基本理论部分加强了基本理论、基本概念 的阐述;淡化了数学推导,强调各种理论和原理与实际工程的关系;地基基础部分淡化了设计计算,注重实用性内容,内容精练。各章还附有习题。

本书为高等学校土建学科工程管理专业应用型本科规划教材。由南京林业大学邵光辉、福建农林大学吴能森主编,华北科技学院刘彭副主编。具体编写单位及编写人员分工如下:绪论、第1、9章由南京林业大学邵光辉编写,第2、3章由华北科技学院刘彭编写,第4章由福建工程学院张丙强编写,第5章由山西大学阎凤翔编写,第6章由南京林业大学张婷编写,第7、8章由福建农林大学吴能森编写。南京林业大学研究生范亚坤协助主编做了许多绘图和校对工作,在此表示感谢。

本书承蒙清华大学陈轮审定,为本书提供了许多中肯细致的修改意见,已为编者采纳。在此深表谢意。

限于编者的水平,错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

绪 论	1
第 1 章 土的物理性质及工程分类	6
1.1 土的三相组成及结构构造	6
1.2 土的三相比例指标	14
1.3 粘性土的物理特性	18
1.4 无粘性土的密实度	21
1.5 土的渗透性	22
1.6 土的压实性	28
1.7 地基土(岩)的工程分类	33
本章小结	36
思考题	36
练习题	37
参考文献	37
第 2 章 土中应力计算	38
2.1 概述	38
2.2 土的自重应力计算	40
2.3 基础底面的压力分布与计算	44
2.4 竖向荷载作用下地基附加应力计算	48
本章小结	67
思考题	68
练习题	68
参考文献	70
第 3 章 土的压缩性与地基沉降计算	71
3.1 概述	71
3.2 土的压缩性和压缩性指标	72
3.3 地基最终沉降量计算	82
3.4 应力历史对地基沉降的影响	94





3.5 饱和土的有效应力原理.....	99
3.6 饱和土地基沉降与时间的关系	100
3.7 建筑物的沉降观测	111
本章小结.....	115
思考题.....	115
练习题.....	116
参考文献.....	117
第4章 土的抗剪强度与地基承载力	118
4.1 土的抗剪强度概述	118
4.2 土的抗剪强度试验方法	123
4.3 地基承载力	130
本章小结.....	145
思考题.....	146
练习题.....	146
参考文献.....	147
第5章 土压力与土坡稳定分析	148
5.1 概述	148
5.2 作用在挡土墙上的土压力	149
5.3 挡土墙简介	166
5.4 土坡稳定分析	173
5.5 工程中的土坡稳定问题	180
本章小结.....	184
思考题.....	185
练习题.....	185
参考文献.....	187
第6章 工程地质勘察	188
6.1 工程地质勘察内容及方法	188
6.2 工程地质勘察报告	196
本章小结.....	201
思考题.....	201
参考文献.....	202
第7章 天然地基上浅基础	203
7.1 地基基础设计原则	203
7.2 浅基础的类型	206

7.3 浅基础的设计内容	212
7.4 钢筋混凝土连续基础简介	226
7.5 减轻不均匀沉降危害的措施	230
本章小结	234
思考题	234
练习题	235
参考文献	236
第8章 桩基础	237
8.1 概述	237
8.2 单桩承载力	243
8.3 桩基础的承载力与计算	250
8.4 桩基础的设计	259
本章小结	267
思考题	267
练习题	268
参考文献	269
第9章 地基处理与托换技术	271
9.1 概述	271
9.2 换填垫层法	274
9.3 重锤夯实法与强夯法	277
9.4 排水固结法	279
9.5 桩土复合地基法	282
9.6 灌浆法与化学加固法	287
9.7 土工合成材料加筋法	289
9.8 托换技术	290
本章小结	294
思考题	294
练习题	294
参考文献	295

绪 论

1. 土力学、地基及基础的概念

地球是人类赖以生存的星球，人类在地球上的工程活动已有几千年的历史。人类建造的各种土木工程构筑物或修建于地表，或埋置于地下，但都不可避免地要与地球表层的土体或岩体发生联系。土是由岩石的风化产物沉积下来的松散堆积物，是由矿物或岩石碎屑构成的集合体。风化作用使原来完整的岩石发生一系列复杂的物理、化学变化后成为土颗粒，再经过流水、风力、重力或冰川等的携带搬运，使土颗粒进一步破碎分散，同时经过磕碰与磨蚀还会改变土颗粒的外形，使其变得浑圆和分选，最后在不同的环境下沉积下来，形成既有一定结构和构造又具有明显分散性的堆积物——土。

土力学是研究土的学科。利用力学的一般原理，研究土的物理、化学和土体的应力、应变、强度、渗流及长期稳定性等工程性状的应用科学。在工程建设中，土在三个方面充当了重要的角色：①作为地基，如在土层上修建房屋、桥梁、道路、堤坝等，土被用来支承建筑物传来的荷载；②作为建筑材料，填土路堤、土坝等土工构筑物用土作填料；③作为建筑介质或建筑环境，如隧道、涵洞及地下建筑等以土为周围介质，基坑边坡、路堑边坡等以土为建筑环境。可见土与建筑物和构筑物有密切联系。土力学就是围绕着土的这些工程用途，对土的工程性状进行研究的。例如，作为地基时，土力学研究了地基土的承载能力、沉降变形等问题；作为建筑材料，土力学研究了土的物理性质、压实特性以及强度特性等问题；作为建筑介质或建筑环境，土力学则研究了土的渗透性、土压力与土坡稳定性等问题。

建筑物都建造在一定的地层（土层或岩层）上，通常把承受建筑物荷载的地层称为地基。未加处理就可满足设计要求的地基称为天然地基；若地基土层软弱、承载力不能满足设计要求，需对其进行加固处理（例如采用换填垫层、深层密实、排水固结、灌浆加固、加筋土技术等方法进行处理），则称为人工地基。

基础是建筑物的下部结构，它将建筑物承受的各种荷载传递到地基上，属于建筑物的组成部分。建筑物上部结构的荷载通过基础传递给地基，并引起一定范围内的地基产生变形。为使基础发挥良好的承载性能，充分利用地基的承载能力，同时



保护基础不被破坏,基础应埋入地下一定深度,进入较好的地层。根据基础的埋置深度不同可分为浅基础和深基础。若基础埋置深度不大(一般浅于5m),只需经过挖槽、排水等普通施工技术就可以建造起来的基础称为浅基础,如无筋扩展基础、筏形基础等。反之,如果基础埋置深度较大,需要借助于特殊的施工手段建造的基础,称为深基础,如桩基础、沉井基础、地下连续墙基础等。

为保证建筑物的安全和正常使用,地基基础设计必须满足三个基本条件:①地基必须有足够的强度。作用于地基上的荷载不得超过地基容许承载力或地基承载力特征值,保证建筑物不因地基承载力不足造成整体破坏或影响正常使用,并具有足够防止整体破坏的安全储备;②地基变形不得超过容许值,保证建筑物不因地基变形而损坏或影响其正常使用;③挡土墙、边坡以及地基基础保证具有足够防止失稳破坏的安全储备。在荷载作用下,地基、基础和上部结构三部分彼此联系、相互制约。

地基基础施工常在地下或水下进行,往往需挡土、挡水,施工难度大,耗费资金多,在一般高层建筑中,其造价约占总造价的25%,工期约占25%~30%。若需采用深基础或人工地基,其造价和工期所占比例更大。因此,地基与基础设计、施工的好坏在工程建设中具有十分重要的意义。

因地基与基础为隐蔽工程,地基基础处理得不好,往往会引发严重后果。而且,一旦发生事故,损失巨大,补救十分困难。许多建筑物和构筑物的事故都与地基基础有关。如建于一千多年前的苏州虎丘塔,为七层砖塔,高47.5m,因塔基位于倾斜基岩的覆盖层上,覆盖层厚薄不均,一边为3.8m,另一边为5.8m,造成不均匀沉降,引起塔顶偏离中心线达2.31m,危及结构安全,20世纪80年代初采用桩排式地下墙及注浆法进行了托换;又如著名的意大利比萨斜塔高54.5m,因地基压缩层不均、排水缓慢,北侧下沉1m多,南侧下沉近3m,钟楼塔顶偏离中心线5m(图0.1)。再如墨西哥市艺术宫,建成于1904年,是一座巨型的具有纪念性的早期建筑,至今已有90余年的历史。由于建于高压缩性的软土地基上,这座艺术宫严重下沉,沉降量竟高达4m,临近的公路下沉2m,公路路面至艺术宫门前高差达2m,参观者需走下9级台阶,才能从公路进入艺术宫。这是地基沉降最严重的典型实例。

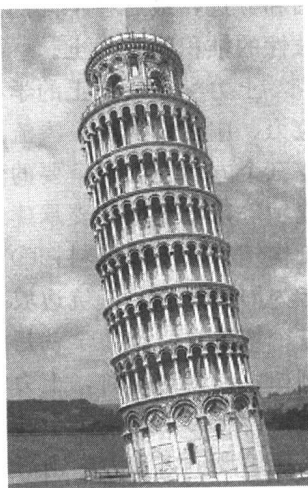


图0.1 倾斜的比萨斜塔

随着经济与工程技术的发展,我国道路、地铁、城市建设等基本建设方兴未艾,许多新的土力学与地基基础问题也不断出现。所以,运用土力学基本理论,结合地基基础设计与施工的实践,解决与之相关的各种工程问题具有非常重要的意义。

2. 本学科发展概况

土力学与地基基础是一门既古老又年轻的学科。

说其古老,是因为在遥远的古代,从人类建造第一个真正意义上的工程构筑物开始,同时也就创造了自己的地基基础工艺。尽管历经千百年的沧海桑田,依然有许多伟大的工程,如宏伟的古埃及金字塔、雅典的神庙、古罗马的斗兽场,我国举世闻名的万里长城、赵州桥以及许许多多遍及全国各地的宫殿寺院、名楼高塔等,巍然屹立,其牢固坚实的地基基础功不可没。考古成果显示,在两千多年前的秦代,人们已经掌握了土路基的压实方法;七千年前的河姆渡时期就已经开始使用木桩了。这些均体现了古代劳动人民丰富的土木工程经验,以及对土力学与地基基础技术的朴实实践。

说其年轻,是因为土力学与基础工程直到1936年才真正发展成为一门独立的现代科学。虽然,早期的人类工程活动为本学科的发展积累了大量的实践经验,但这些只是感性的认识,作为本学科理论基础的土力学直至18世纪才得以兴起。在18世纪产业革命后的欧洲,大规模的城市建设和水利、铁路的兴建促使人们对与土相关的一系列技术问题进行研究,对已积累的经验进行理论解释,促进了土力学理论的产生和发展。1773年,法国的库仑(C. A. Coulomb)提出了著名的砂土抗剪强度公式,创立了土压力的滑动楔体理论。1856年法国的达西(H. Darcy)研究得出砂土的透水性,创立了层流渗透定律。1857年英国的朗肯(W. J. M. Rankine)发表了土压力塑性平衡理论,与库仑理论共同形成古典土压力理论。此外,法国的布辛奈斯克(J. Boussinesq)于1885年提出了弹性半无限空间内应力分布的理论解答;瑞典的费伦纽斯(W. Fellnius)1922年提出了土坡稳定分析法等,这些古典的理论和方法对土力学的发展起到了很大的推进作用,一直沿用至今。但这个时期的理论,还只是各自独立的解决一些与土有关的问题,各理论之间还缺乏系统的联系。此后,通过许多学者的不懈努力和经验积累,1925年,美国人太沙基(K. Terzaghi)在归纳已有成就的基础上,发表了《土力学》专著,提出了著名的饱和土有效应力原理和一维固结理论,较系统完整地论述了土力学的基本理论和方法,促进了该学科的高速发展。1936年国际土力学与基础工程学会成立,并举行了第一次国际学术会议,标志着土力学与地基基础成为了一门独立的学科。

其后,土力学理论不断得到充实和完善。进一步发展了边坡稳定的分析方法。在强度理论与强度试验方法方面发展了库仑—摩尔理论。对土的破坏准则、应力路径,尤其对抗剪强度的有效应力原理作了深入细致的研究。土的基本特性、有效应力原理、固结理论、变形理论、土体稳定问题、动力特性、流变学等在土力学中的应用进一步完善。太沙基、泰勒(D. W. Taylor)、崔托维奇(Н. А. ЦЫТОВИЧ)、斯开普顿



(A. W. Skempton)、贝伦 (L. Bjerrum)、毕肖普等人在这些方面都做出了卓有成效的贡献,我国陈宗基、黄文熙在土力学方面也取得了颇有影响力的研究成果。

现代土力学的发展,是伴随着电子计算机和新计算技术的发展而前进的。这一时期,研究着重于新的非线性应力—应变关系和应力—应变模型的建立,并以此为基础建立新的理论。提出了各种应力应变模型,如邓肯—张模型、剑桥模型等,对土的非线性应力—应变规律进行数学描述。同时,现代试验技术的发展,也为土的微观结构及其应力—应变关系的研究提供了丰富的手段。土力学的研究也进入了一个全新阶段。

土力学的发展为解决工程中的地基基础问题提供了有力的理论支持。因此,各种新的基础施工工艺也得到飞速发展,如沉井技术、地下连续墙技术、超大直径钻孔灌注桩技术等。近40年来,地基处理方面发展也十分迅速,老方法得到改进,新方法不断涌现。从如何提高土的抗拉强度这一思路中,发展了土的加筋法;从如何有利于土的排水和加速固结这一基本观点出发,发展了土工聚合物、砂井预压和塑料排水带;从如何进行深层密实处理的方法考虑,发展了强夯法和振冲法等。随着地基处理工程实践和发展,人们在改造土的工程性质的同时,不断丰富了对土的特性研究和认识,又进一步推动了地基处理技术和方法的更新。

1936年第一届国际土力学及基础工程学术会议召开以来,从第三届开始以后每四年召开一次,第十四届改名为土力学及岩土工程学术会议。许多国家和地区也都定期地开展各类学术活动,出版土力学与地基基础的学术杂志和刊物,交流和总结本学科新的研究成果和实践经验。

中国土木工程学会1957年起设立了土力学及基础工程委员会,并于1978年成立了土力学及基础工程学会。1962年在天津召开第一届土力学及基础工程学术会议以来,已先后召开了九届会议,第八届改名为土力学及岩土工程学术会议。除此之外,每年还有许多区域性或专业性的学术会议,这些学术活动也都大大促进了本学科的发展。

3. 本课程的特点和学习要求

本课程内容主要由两大部分组成,前面是土力学部分,是关于土的基本性质和基本规律的介绍,以及土的应力、变形和强度的分析计算;后半部分是地基基础,是关于不同类型基础的结构、构造知识,以及地基处理的常用方法的介绍。

全书共分为九章。第1章介绍了土的物理性质及其工程分类,是本课程的基本知识;第2章至第5章是土力学的基本理论部分,也是本课程的重点内容,主要介绍了各种情况下土中的应力分布、土的压缩特性、地基沉降计算、土的抗剪强度及极限平衡概念、地基承载力等;第5章主要介绍了土压力及土坡的稳定性分析;第6章是工程地质勘察与工程地质勘察报告阅读的基本知识;第7章至第9章属于地

基基础内容，是运用土力学理论解决工程设计与施工中的地基与基础问题，其主要包括浅基础、桩基础、软弱土地基的处理方法等内容。

本课程内容涉及材料力学、弹性理论、土木工程材料、工程结构、建筑施工技术及工程地质等几个学科领域，内容广泛，综合性、理论性和实践性很强。对工程管理专业来说，有些课程可能没有学过，本书在涉及这些学科的有关内容时仅引述其结论，学习时重点应放在这些结论的应用上，而不必花精力去追溯其理论来源。在本课程的学习中，应重视土力学的基本知识，牢固地掌握土的应力、变形、强度和地基计算等土力学基本原理，要能应用这些基本概念和原理，理论联系实际，注意思考地基基础问题与土力学理论的关系，运用土力学知识去解决工程中有关地基基础的实际问题。



第 1 章

土的物理性质及工程分类

本章概要

1. 描述土的三相组成及土的结构；
2. 描述粘土颗粒与水的相互作用；
3. 进行土的三相比例指标试验与计算；
4. 叙述无粘性土的密实度；
5. 叙述粘性土的物理特性；
6. 介绍土的渗透性以及渗流引起的工程问题；
7. 介绍土的压实试验与土的压实性；
8. 介绍土的工程分类。

1.1 土的三相组成及结构构造

1.1.1 土的生成

地壳中原来整体坚硬的岩石经风化、剥蚀，成为岩屑或矿物颗粒，又经搬运、沉积而成的沉积物，地质年代不长，未经压紧硬结成岩石之前，呈松散状态，称为第四纪沉积物，即“土”。土是岩石经风化作用的产物，不同的风化作用，形成不同性质的土。风化作用有下列三种。

1. 物理风化

物理风化是指岩石因温度变化、孔隙中水的冻融、盐类的结晶，以及风、霜、雨、雪的侵蚀等作用，使岩石产生裂缝，崩解成碎块。这种风化作用，只改变颗粒的大小和形状，不改变矿物成分。物理风化作用形成粗颗粒土，如碎石土和砂土，土颗粒间没有粘结力，呈松散状态，总称无粘性土。

2. 化学风化

化学风化是指岩石或经物理风化产生的岩屑，在水、水溶液和空气中的氧与二

氧化碳等的作用下所发生的溶解、水化、水解、碳酸化和氧化等一系列复杂的化学变化,改变了原来组成矿物的成分,并使土颗粒变得很细。化学风化作用产生细粒土,如粉土和粘土,土颗粒间具有粘结力,总称为粘性土。

3. 生物风化

生物风化是指由动、植物和人类活动对岩体的破坏,如植物根系对岩石的劈裂作用、生物的新陈代谢、人类的工程活动等。生物风化既可以是物理过程,也可以是化学过程。

1.1.2 土的三相组成

土作为岩石风化产物沉积而成的松散堆积物是一种集合体,是由各种大小不同的土粒、水和气体按某一比例组合而成。土颗粒之间贯穿着孔隙,孔隙间存在水和空气。当土是由土粒、空气和水组成时,土体为固相、气相和液相组成的三相体系。土的三相组成比例会随着环境条件的变化而改变,例如天气的晴雨、地下水的升降和建筑物荷载的施加等。当土的三相组成比例发生变化时,土的状态和工程性质也发生变化,如下雨时土含水率增加,粘土会变软,而晒干的粘土则会很硬。因此要研究土的性质首先要研究构成土三相本身的性质,以及它们的含量和相互作用对土性质的影响。

1. 土的固体颗粒

(1) 土粒的矿物成分

土的固体颗粒是土三相组成中决定土工程性质的主要成分,其组成包括无机矿物颗粒和有机质,是构成土骨架的基本物质。土中的无机矿物成分可以分为原生矿物和次生矿物两大类。

原生矿物是岩浆在冷凝过程中形成的矿物,如石英、长石、云母等。次生矿物是由原生矿物经过风化作用后形成的新矿物,如粘土矿物及碳酸盐矿物等。次生矿物按其与水的作用可分为易溶的、难溶的和不可溶的,次生矿物的水溶性对土的性质有重要的影响。

粘土矿物是对土的性质影响最大的一类矿物,主要有蒙脱石、伊利石和高岭石三种。由于其亲水性不同,当其含量不同时土的工程性质也就不同。蒙脱石亲水性很强,所以当土中蒙脱石含量较大时,会具有较大的吸水膨胀和脱水收缩的特性;伊利石亲水性不如蒙脱石,其吸水膨胀性和脱水收缩性也较蒙脱石小;高岭石的亲水性、膨胀性、收缩性比伊利石还小,属于较稳定的粘土矿物。

土中的有机质对土的性质也有影响。有机质含量高的土通常具有较大的压缩性。在工程应用中,规定有机质含量大于5%的土不宜用作填筑材料。