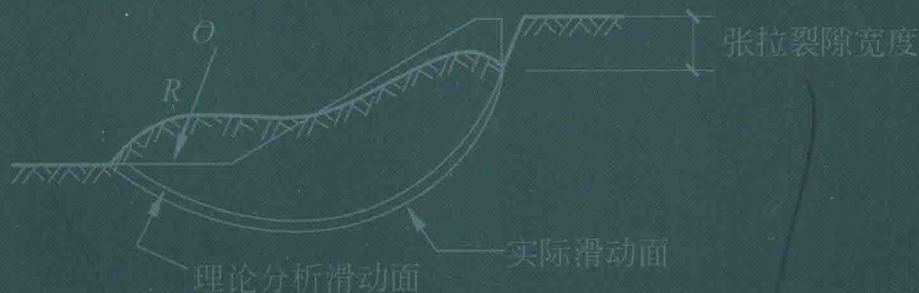


高等院校土木工程专业规划教材

土力学与基础工程

都焱 主编

王劲松 罗红 赵振华 钟庆平 副主编



清华大学出版社



高等院校土木工程专业规划教材

土力学与基础工程

都焱 主编

王劲松 罗红 赵振华 钟庆平 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

土力学与基础工程是高等学校土建类专业重要的课程。本书以最新专业规范为依据,结合了编者的教学和工程经验进行编写。全书包括 11 章:绪论、土的物理性质及工程分类、土中应力计算、土的压缩性及地基沉降计算、土的抗剪强度、土压力与土坡稳定、天然地基上浅基础、桩基础及其他深基础、基坑支护、软弱地基及其处理、特殊土地基。本书图文并茂,注重工程实际应用,基础工程部分每章均设置了实际工程案例。

本书可作为应用型本科院校土木工程专业教材,也可用作交通、地质、冶金、石油、农业、林业等相关专业的教学参考书,还可供其他相关专业和工程技术人员参考、使用。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

土力学与基础工程/都焱主编.--北京:清华大学出版社,2016

高等院校土木工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-42609-7

I. ①土… II. ①都… III. ①土力学—高等学校—教材 ②基础(工程)—高等学校—教材
IV. ①TU4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 005265 号

责任编辑:赵益鹏

封面设计:陈国熙

责任校对:刘玉霞

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:21.5 字 数:523 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版 印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:49.80 元

产品编号:058206-01

前 言

土力学与基础工程是土建类专业十分重要的课程。本书是应用型本科院校土木工程专业的教材,较系统地介绍了土力学和基础工程的基本理论知识、分析计算方法及其在工程实践中的应用。土力学部分包括绪论、土的物理性质及工程分类、土中应力计算、土的压缩性及地基沉降计算、土的抗剪强度、土压力与土坡稳定、天然地基上浅基础、桩基础及其他深基础、基坑支护、软弱地基及处理、特殊土地基。本书主要依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94—2008)、《建筑基坑支护技术规程》(JGJ 120—2012)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79—2012)、《混凝土结构设计规范》(GB 50010—2010)、《建筑结构荷载规范》(GB 50009—2012)、《砌体结构设计规范》(GB 50003—2011)等规范进行编写。本书可作为应用型本科院校土木工程专业的教材,也可用作交通、地质、冶金、石油、农业、林业等相关专业的教学参考书,亦可供其他相关专业和工程技术人员参考、使用。

在内容上,本书只要求理论够用,不追求过多理论知识的铺陈;对同类教材中常见的一些内容,根据应用型本科教学需要,进行了相应调整:注重理论分析在工程实际中的应用,在基础工程部分,每章均附有实际工程案例,让读者增加对实际工程应用的真实体会,提高学生解决工程实际问题的能力。

为了加强学生对土力学与基础工程内容的理解和应用,提高分析和解决问题的能力,除结论外,每章均附有一定量的内容小结、例题、思考题和习题。

全书共分11章,都焱担任主编,具体编写分工如下:第1、2章由罗红编写,第3章由王劲松编写,第4~9章由都焱编写,第10章由赵振华编写,第11章由钟庆平编写。

本书编写过程中借鉴了很多前辈的成果和智慧,也融入了编者多年的教学和工程经验。在此,对书中所引用文献的作者表示诚挚的谢意!

限于时间和作者水平,书中难免存在错误和不当之处,敬请各位读者批评、指正。

编 者
2015年12月

第 1 章 绪论	1
1.1 土力学、地基与基础的概念	1
1.2 本课程在建筑工程中的重要性	2
1.3 本课程的特点与学习要求	4
1.4 本学科的发展概况	4
第 2 章 土的物理性质及工程分类	6
2.1 土的三相组成	6
2.1.1 土的固相	6
2.1.2 土的液相	10
2.1.3 土的气相	12
2.2 土的结构与构造	12
2.2.1 土的结构	12
2.2.2 土的构造	14
2.3 土的物理性质指标	14
2.3.1 土的直接指标	15
2.3.2 土的间接指标	16
2.3.3 土的指标的换算	16
2.4 土的物理状态指标	18
2.4.1 无黏性土的密实状态	18
2.4.2 黏性土的状态及指标	20
2.5 土的击实性	23
2.5.1 土的击实性及击实试验	24
2.5.2 影响击实的因素	24
2.5.3 填土压实的质量控制	25
2.6 土(岩)的工程分类	26
2.6.1 岩石的工程分类	26
2.6.2 碎石土的工程分类	27
2.6.3 砂土的工程分类	28
2.6.4 黏性土的工程分类	28
2.6.5 粉土的工程分类	28

2.6.6 常遇到的几种特殊土	28
2.7 土的渗透性	30
2.7.1 渗流模型	30
2.7.2 土的层流渗透定律	31
本章小结	33
思考题	34
习题	35
第3章 土中应力计算	36
3.1 土中自重应力	36
3.1.1 均质土层中的自重应力	36
3.1.2 成层土中的自重应力	36
3.1.3 地下水和不透水层对土中自重应力的影响	37
3.1.4 水平向自重应力	37
3.2 基底压力与基底附加压力	39
3.2.1 基底压力的分布	39
3.2.2 基底压力的简化计算	40
3.2.3 基底附加压力	41
3.3 地基中的附加应力	42
3.3.1 空间问题附加应力计算	42
3.3.2 平面问题附加应力计算	48
3.4 非均值和各向异性地基中的附加应力	52
3.4.1 双层地基中的附加应力	52
3.4.2 薄交互层地基(各向异性地基)附加应力	53
3.4.3 变形模量随深度增大的地基附加应力	53
3.5 有效应力原理	53
3.5.1 毛细水上升时土中有效自重应力的计算	54
3.5.2 土中水渗流时(一维渗流)有效应力的计算	55
本章小结	57
思考题	58
习题	58
第4章 土的压缩性与地基沉降计算	60
4.1 概述	60
4.2 研究土体压缩的方法及压缩性指标	60
4.2.1 室内压缩试验及压缩指标	60
4.2.2 土的回弹再压缩曲线	64
4.2.3 现场载荷试验及变形模量	65
4.2.4 弹性模量	66

4.2.5 压缩性指标间的关系	66
4.3 地基最终沉降量	66
4.3.1 分层总和法	67
4.3.2 《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)方法	71
4.3.3 按弹性理论方法计算沉降量	77
4.4 考虑应力历史的固结沉降计算	78
4.4.1 考虑应力历史的最终沉降量	78
4.4.2 用 e - $\lg p$ 曲线计算地基最终沉降量	81
4.5 饱和黏性土地基的渗流固结	82
4.5.1 太沙基一维固结理论	83
4.5.2 固结微分方程求解	83
4.5.3 固结度	84
4.5.4 用实测沉降推算后期沉降	87
本章小结	89
思考题	89
习题	89
第5章 土的抗剪强度	91
5.1 概述	91
5.2 土的抗剪强度规律	92
5.2.1 库仑公式及抗剪强度指标	92
5.2.2 莫尔-库仑强度理论	93
5.2.3 土中任一点的极限平衡条件	93
5.3 土的剪切试验	95
5.3.1 直接剪切试验	96
5.3.2 三轴剪切试验	97
5.3.3 无侧限抗压强度试验	99
5.3.4 十字板剪切试验	100
5.4 不同排水条件的强度指标及测定方法	101
5.4.1 不固结不排水抗剪强度试验(UU 试验)	102
5.4.2 固结不排水剪抗剪强度试验(CU 试验)	103
5.4.3 固结排水剪抗剪强度试验(CD 试验)	103
5.5 剪切试验方法的分析与工程中试验方法的选用	104
本章小结	104
思考题	105
习题	105
第6章 土压力与土坡稳定	106
6.1 挡土墙的作用与土坡的划分	106

6.2	挡土墙的土压力类型	106
6.3	朗肯土压力理论	108
6.3.1	基本原理	108
6.3.2	主动土压力理论	108
6.3.3	被动土压力	110
6.4	库仑土压力理论	112
6.4.1	主动土压力	113
6.4.2	被动土压力	116
6.4.3	黏性土压力的库仑理论	117
6.4.4	规范法	118
6.5	特殊情况下的土压力理论	119
6.5.1	土表面作用有连续均布荷载	119
6.5.2	墙后有成层填土	120
6.5.3	填土中有地下水	120
6.6	挡土墙设计	122
6.6.1	挡土墙的类型	122
6.6.2	重力式挡土墙的构造	124
6.6.3	挡土墙抗倾覆验算	126
6.6.4	挡土墙抗滑移验算	127
6.6.5	挡土墙基底压力验算	127
6.6.6	挡土墙墙身强度验算	128
6.6.7	挡土墙设计	129
6.7	土坡稳定分析	131
6.7.1	土坡稳定的意义与影响因素	131
6.7.2	简单土坡稳定分析	132
6.8	工程案例	136
	本章小结	137
	思考题	138
	习题	138
第7章	天然地基上浅基础	140
7.1	基础的划分及地基基础设计原则	140
7.2	浅基础的类型	142
7.2.1	浅基础的结构类型	142
7.2.2	基础的材料	145
7.3	基础埋置深度的确定	146
7.3.1	建筑物的用途、类型和基础构造形式	147
7.3.2	基础上荷载大小、性质及有无地下设施	147
7.3.3	工程水文地质条件	147

7.3.4	相邻建筑物的基础埋深	148
7.3.5	地基土冻胀的融陷	148
7.4	地基承载力的确定	151
7.4.1	按静载荷试验确定地基承载力特征值	152
7.4.2	按强度理论公式计算地基承载力	153
7.4.3	岩石地基承载力特征值的确定	154
7.4.4	软弱下卧层承载力的验算	155
7.5	基础的设计与计算	156
7.5.1	轴心荷载作用下基础底面尺寸的确定	156
7.5.2	偏心荷载作用下基础底面尺寸的确定	158
7.5.3	无筋扩展基础剖面尺寸的确定	162
7.5.4	扩展基础设计	165
7.5.5	地基变形验算	177
7.5.6	地基稳定性验算	179
7.6	上部结构、基础和地基共同工作的概念	180
7.6.1	基础刚度的影响	180
7.6.2	地基条件的影响	181
7.6.3	上部结构刚度的影响	181
7.7	柱下条形基础	182
7.7.1	柱下条形基础的构造	182
7.7.2	基础底面尺寸	183
7.7.3	内力计算	183
7.7.4	地基模型简介	188
7.8	十字交叉基础	190
7.9	片筏基础	191
7.9.1	构造要求	191
7.9.2	内力计算	193
7.9.3	结构承载力计算	194
7.10	箱形基础	197
7.11	减轻不均匀沉降的措施	198
7.11.1	建筑措施	198
7.11.2	结构措施	199
7.11.3	施工措施	200
7.12	工程案例: ×××办公大楼基础设计	200
	本章小结	201
	思考题	201
	习题	202

第 8 章 桩基础及其他深基础	203
8.1 概述	203
8.1.1 桩基础的应用	203
8.1.2 桩基设计原则	204
8.2 桩基础的分类和桩身质量检测	205
8.2.1 桩基础的分类	205
8.2.2 桩身质量检测	208
8.3 竖向荷载作用下单桩的工作性能	209
8.3.1 桩的荷载传递	209
8.3.2 单桩的破坏模式	210
8.3.3 单桩竖向承载力的确定	211
8.3.4 桩基竖向承载力	218
8.4 桩的水平承载力	222
8.4.1 试验装置	223
8.4.2 加荷方法	223
8.4.3 终止加荷的条件	223
8.4.4 资料整理	223
8.4.5 水平临界荷载和水平极限荷载的确定	224
8.5 群桩沉降计算	225
8.5.1 应计算或可以不计算沉降的建筑物	225
8.5.2 桩基沉降计算方法	225
8.5.3 桩基沉降计算内容	227
8.6 桩基础的设计与计算	227
8.6.1 桩基础的设计步骤	227
8.6.2 确定桩的类型及其规格尺寸	228
8.6.3 桩数及桩的平面布置	228
8.6.4 桩的设计	230
8.7 桩基础工程案例：某电网调度大楼桩基础设计	243
本章小结	245
思考题	246
习题	246
第 9 章 基坑支护	247
9.1 概述	247
9.1.1 基坑工程的概念及特点	247
9.1.2 支护结构的类型及适用条件	248
9.1.3 支护结构的选型与布置	250
9.1.4 基坑工程设计原则和设计内容	251

9.1.5 支护结构的计算和验算	252
9.2 桩(墙)式支护结构	252
9.2.1 悬臂式支护	253
9.2.2 单层支锚支护	255
9.2.3 多层支锚桩(墙)	259
9.3 土钉墙	261
9.3.1 概述	261
9.3.2 土钉墙设计	263
9.4 工程案例:某深基坑设计方案比选	266
9.4.1 工程概况	266
9.4.2 基坑支护设计分析	267
9.4.3 基坑监测	270
9.4.4 结语	271
本章小结	271
思考题	271
习题	271
第 10 章 软弱地基及其处理	272
10.1 概述	272
10.1.1 地基处理的目的与意义	272
10.1.2 地基处理的对象	272
10.1.3 地基处理方法的分类	273
10.1.4 地基处理方法的选用原则	274
10.2 换填法	275
10.2.1 换填法的处理原理及适用范围	275
10.2.2 砂垫层的设计	275
10.2.3 砂垫层的施工	277
10.3 强夯法	279
10.3.1 强夯法作用机理	279
10.3.2 强夯法设计要求	280
10.3.3 强夯法机具设备与施工方法	283
10.4 预压法	284
10.4.1 预压法的处理原理及应用	285
10.4.2 排水固结法设计	285
10.4.3 预压荷载大小和堆载速率	288
10.4.4 砂井设计	288
10.5 挤密法及振冲法	290
10.5.1 挤密法	290

10.5.2 振冲法	291
10.6 复合地基的变形模量和地基承载力	292
10.6.1 复合地基分类	292
10.6.2 复合地基承载力的计算	292
10.7 化学加固法	296
10.7.1 高压喷射注浆法	296
10.7.2 深层搅拌法	296
10.8 托换法	305
10.8.1 桩式托换法	305
10.8.2 灌浆托换法	306
10.8.3 基础加固法	311
10.9 工程案例: 宝鸡第二发电厂 4 座冷却水塔及附属工程Ⅳ级 自重湿陷性地基处理	313
本章小结	314
思考题	314
习题	315
第 11 章 特殊土地基	316
11.1 红黏土地基	316
11.2 膨胀土地基	318
11.3 湿陷性黄土地基	321
11.4 地震区地基及动力机器基础	324
11.4.1 动力机器基础设计原理	324
11.4.2 地基基础抗震设计	325
11.5 工程案例: 某新机场地基处理	328
本章小结	329
思考题	330
习题	330
参考文献	331

绪论

土力学与地基基础是土建及相关专业的一门重要的专业基础课,通过本章的学习,要让学生对本门课程所要讲述的内容有所了解,并激发学生的学习兴趣。

1.1 土力学、地基与基础的概念

在建筑工程中,地球表面的大块岩体经自然界风化、搬运、沉积等地质作用形成的松散堆积物或沉淀物称为土。土是自然界的产物,是各种矿物颗粒的集合体。与其他建筑材料相比,它在质地、强度等诸多方面存在着较大差异。特别是某些土在含水量很高的情况下,其压缩性很大,承受荷载的能力很低。

由于土的形成年代、生成环境及矿物成分不同,所以其性质也是复杂多样的。例如,沿海及内陆地区的软土,华北、东北及西北地区的黄土,分布在全国各地区的黏土、膨胀土和杂填土等,都具有不同的性质。因此,在进行建筑物设计之前,必须对建筑场地进行勘察,提出工程地质勘察报告,然后根据上部荷载、桥梁涵洞或房屋使用及构造上的要求,采取一些必要的措施,使地基变形不超过其允许值,并保证建筑物和构筑物的稳定性。

任何建筑物都支承于地层上,受建筑物荷载影响的那部分地层称为地基。建筑物的下部通常要埋入地下一定深度,使之坐落在较好的地层上。建筑物向地基传递荷载的下部结构称为基础。建筑物的地基、基础如图 1-1 所示。

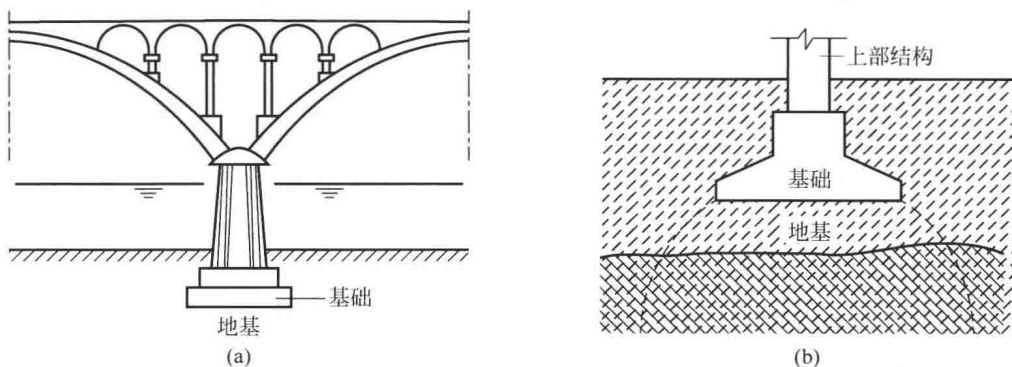


图 1-1 地基与基础

(a) 桥梁墩台; (b) 房屋结构

未经过人工处理的地基,称为天然地基。如果地基软弱,其承载力及变形不能满足设计要求,则要对地基进行加固处理,这种地基称为人工地基,如采用机械压实、强力夯实、换土

垫层、排水固结等方法处理过的地基。

基础根据埋深不同可分为浅基础和深基础。一般房屋的基础,如土质较好,埋深不大(1~5m)时,可用简便的方法开挖基坑和排水,这类基础称为浅基础。如果建筑物荷载较大,或下部地层较软弱,须把基础深埋于土质较好的地层,要采用特殊的基础类型或施工方法,这种基础称为深基础,如桩基础、沉井、地下连续墙等。

土力学与地基基础包括土力学及基础工程两部分。土力学是以土为研究对象,利用力学的一般原理,研究土的特性及其受力后应力、变形、渗透、强度和稳定性的学科。它是力学的一个分支,是为解决建筑物的地基基础、土工建筑物和地下结构物的工程问题服务的。基础工程主要研究常见的房屋、桥梁、涵洞等地基基础的类型、设计计算和施工方法。

虽然建筑物的地基、基础和上部结构三部分各自功能及研究方法不同,但对一个建筑物来说,在荷载作用下,三者是相互联系、相互制约的整体。目前,由于受人们对建筑物的研究程度及计算方法的限制,要把三者完全统一起来进行设计计算还不现实。但在解决地基基础问题时,从地基—基础—上部结构相互作用的整体概念出发,全面考虑问题,是建筑物设计工作的发展方向。

1.2 本课程在建筑工程中的重要性

地基和基础是建筑物的重要组成部分,又属于地下隐蔽工程,因此,它的质量好坏关系到建筑物能否安全、经济和正常使用。由于基础工程在地下或水下进行,施工难度较大,造价、工期和劳动消耗量在整个工程中占的比例均较大。根据建筑物复杂程度和设计施工合理性的不同,基础工程费用在建筑物总造价中所占的比例很大,其工期可占总工期的四分之一以上。如果采用人工地基或深基础,则工期和造价所占的比例将更大。实践证明,很多建筑物事故的原因与地基基础有关,并且地基基础一旦发生事故就不易补救。随着高层建筑物的兴起,深基础工程增多,这对地基基础的设计和施工提出了更高的要求。

建于1941年的加拿大特朗斯康谷仓,主体结构由65个圆柱形筒仓组成,高31m,宽23m,其下为片筏基础。由于事先不了解基础下埋藏有厚达16m的软黏土层,谷仓建成后初次储存谷物时,基底压力超过了地基承载力,致使谷仓一侧突然陷入土中8.8m,另一侧则抬高1.5m,仓身倾斜达 27° ,如图1-2所示。这是地基发生整体滑动、建筑物失稳的典型例子。由于该谷仓整体性较强,谷仓完好无损,事后在主体结构下面做了70多个支承于基岩上的混凝土墩,用388个500kN的千斤顶,才将仓体扶正,但其标高比原来降低了4m。

建于1954年的上海工业展览馆中央大厅(见图1-3),总质量约10000t,采用平面尺寸为 $45\text{m}\times 45\text{m}$ 的两层箱形基础。地基为厚约14m的淤泥质软黏土。建成后其基础当年下沉0.6m,目前大厅平均下沉量达1.6m,墙面由于不均匀沉降产生了较大裂缝。

又如1173年兴建的意大利比萨斜塔(见图1-4),当建至24m时发现塔身倾斜而被迫停工。100年后续建至塔顶(高约55m)。至今塔身一侧下沉了1m以上,另一侧下沉了约3m,倾斜达 5.8° 。1932年曾灌注了1000t水泥,效果仍然不明显。在以后的数十年里该塔仍以每年1mm的速度下沉。意大利当局被迫于1990年关闭斜塔,斜塔因此而成为世界著名的问题基础工程。在经历了十多年的应力解除并辅以配重的矫正工程后,工程专家组于2001

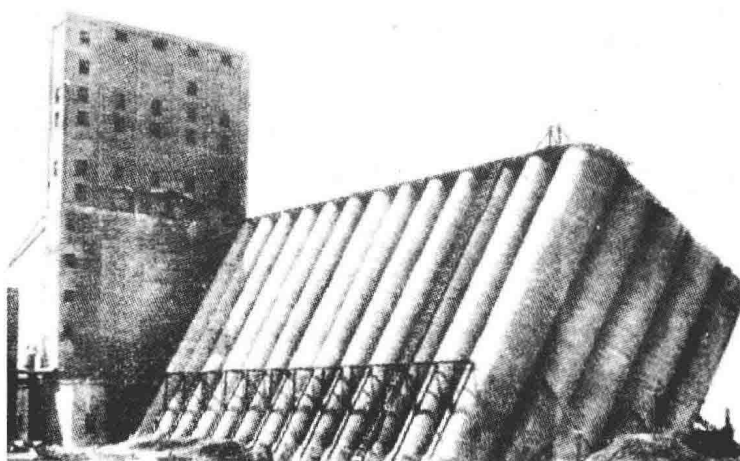


图 1-2 加拿大特朗斯康谷仓的地基事故

年 6 月 16 日将该塔正式交给比萨市政当局。专家组声称比萨斜塔目前的状态至少还能良好地保持 300 年。

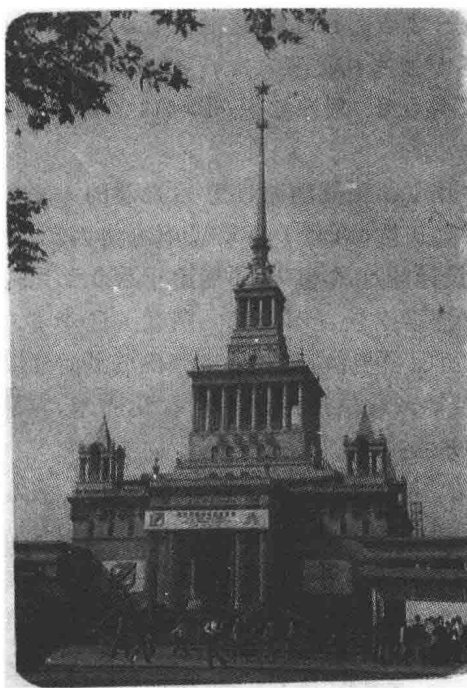


图 1-3 上海工业展览馆



图 1-4 意大利比萨斜塔

以上工程实例说明,在建筑物地基基础设计中,建筑物安全方面必须遵守两条规则:①应满足地基强度要求;②地基变形应在允许范围之内。这就要求工程技术人员熟练掌握土力学与地基基础的基本原理和主要概念,结合建筑场地及建筑物的结构特点,因地制宜地进行设计和必要的验算。

1.3 本课程的特点与学习要求

本课程内容包括土的物理性质与工程分类、土中水的运动规律、土中应力计算、土的压缩性及变形计算、土的抗剪强度、土压力与土坡稳定、天然地基上浅基础、桩基础、基坑支护和地基处理等。

想学好这门课程,不仅要重视理论知识的学习,还要重视土工试验和工程实例的分析研究。只有通过对土工试验和工程实例的分析,才能逐步加深对土力学理论的认识,不断提高处理地基基础问题的能力。土的种类很多,工程性质很复杂,重点不是一些具体的知识,而是要搞清土力学中的一些概念,不要死记硬背某些条文和数字。土力学是一门技术学科,重要的是学会如何应用基本理论去解决具体工程问题。例如,学习一种分析土坡稳定分析的方法,不仅要掌握计算方法,而且要搞清分析方法所应用的参数以及参数的测定方法,以及它的适用范围。应用土力学解决工程问题时,要将理论、室内外测试和工程师经验三者相结合,在学习土力学基本理论时就要牢固树立这一思想。

1.4 本学科的发展概况

本学科既是一门古老的工程技术,又是一门新兴的理论。它伴随着生产实践的发展而发展。其发展也总是与社会各历史阶段的生产力和科学水平相适应。

就土力学学科而言,它与其他学科一样,经历过感性认识、理性认识、形成独立学科和新的发展四个阶段。

土力学学科最早为感性认识阶段,中国劳动人民远在春秋战国时期开始兴建的万里长城以及隋唐时期修建的南北大运河,穿越各种复杂地质条件,历经千百年风雨沧桑而不毁,被誉为亘古奇观;宏伟壮丽的宫殿寺院,要依靠精心设计的地基基础,才能逾千百年而留存至今;遍布各地的高塔,正是由于有牢固的基础,才能遇多次强震而无恙。隋朝工匠李春在河北省修建的赵州石拱桥,不仅因其建筑和结构设计而闻名于世,其对地基基础的处理也是非常合理的。他将桥台砌置于密实粗砂层上,1300多年来石拱桥的沉降量仅几厘米,与现代土力学理论方法给出的该土层的承载力、沉降量非常接近。

18世纪中叶,随着欧洲工业革命的兴起,大规模的城市建设和水利、铁路的兴建,发生了许多与土有关的力学问题,积累了许多成功的经验,也总结了不少失败的教训,这促使人们对积累的经验作出理论上的解释,由此,土力学的理论才开始产生和发展。1773年,法国学者库仑(Coulomb)根据实验提出了砂土的抗剪强度公式和挡土墙土压力的滑动楔体理论(统称为库仑理论);1857年,英国学者朗肯(Rankine)从另一途径建立了土压力理论,这一土压力理论与库仑土压力理论统称为古典土压力理论,对后来土体强度理论的建立具有推动作用;1885年布辛涅斯克(Boussinesq)求得弹性半无限空间体表面在集中力作用下的应力、应变理论解答;弗伦纽斯(Follenius)为解决铁路塌方问题提出了土坡稳定分析方法。这些理论和方法至今仍作为土力学的基本理论而被广泛应用。

1925年奥裔美籍土力学专家太沙基(Terzaghi)的著作——《理论土力学》的出版,被认为是近代土力学开始的标志。他在总结实践经验和大量试验的基础上提出了很多独特的

见解,其中,著名的土的有效应力原理和固结理论是对土力学学科的突出贡献。至此,土力学才成为一门独立学科,并在以后的工程实践中不断丰富、提高。

从20世纪50年代开始,现代科技成就特别是电子技术进入土力学与地基基础的研究领域。实验技术实现了自动化和现代化,人们对地层的性质有了更深的了解,土力学理论和基础工程技术出现了令人瞩目的进展。

长期以来,在计算地基变形时,假定土体是弹性体;在进行挡土墙土压力计算和边坡稳定分析时,又将土看作理想的刚性体。而实际土体的应力应变关系是非线弹性的。因此,确切地讲,土力学的理论对于那些高层建筑物的设计,其相符性和精度远远不能满足要求。许多学者已借助电子技术及试验技术开展了土的弹塑性应力应变关系的研究,建立了多种本构关系的模型,有些已用于工程计算和分析。中国不少学者也对土力学理论的发展做出了卓越的贡献,如陈宗基教授于1957年提出的土流变学和黏土结构模式,目前已被电子显微镜观测证实;黄文熙教授则于1957年提出非均质地基考虑侧向变形影响的沉降计算方法和砂土液化理论。中国已成功地建造了一大批高层建筑,解决了大量的复杂基础工程问题,为土力学与地基基础理论和实践积累了丰富的经验。

时至今日,在土建、水利、桥梁、隧道、道路、港口、海洋等有关工程中,以岩土体的利用、改造与整治问题为研究对象的科技领域,因其区别于结构工程的特殊性和各专业岩土问题的共同性,已融合为一个自成体系的新专业——岩土工程(Geotechnical Engineering)。它的工作方法是调查勘察、试验测定、分析计算、方案论证、监测控制、反演分析、修改方案;它的研究方法由三种相辅相成的基本手段,即数学模拟(建立岩土力学模型,进行数值分析)、物理模拟(定性的模型试验,以离心机中的模型进行定量测试和其他物理模拟试验)和原体观测(对工程实体或建筑物的性状进行短期或长期观测)综合而成的。中国的地基及基础理论技术作为岩土工程的一个重要组成部分,已经遵循现代岩土工程的工作方法和研究方法阔步进入21世纪,并已取得更多、更高的成就,为中国的现代化建设做出了更大的贡献。当然,由于土体性质的复杂性,到目前为止,虽然土力学与地基基础的理论已有了很大发展,但与其他成熟学科相比较尚不完善,在假定条件下得出的理论应用于实践时多带有近似性,这有待于人们不断实践、研究,以获得更完善、更符合实际情况的理论突破。