

21世纪 高等学校本科系列教材

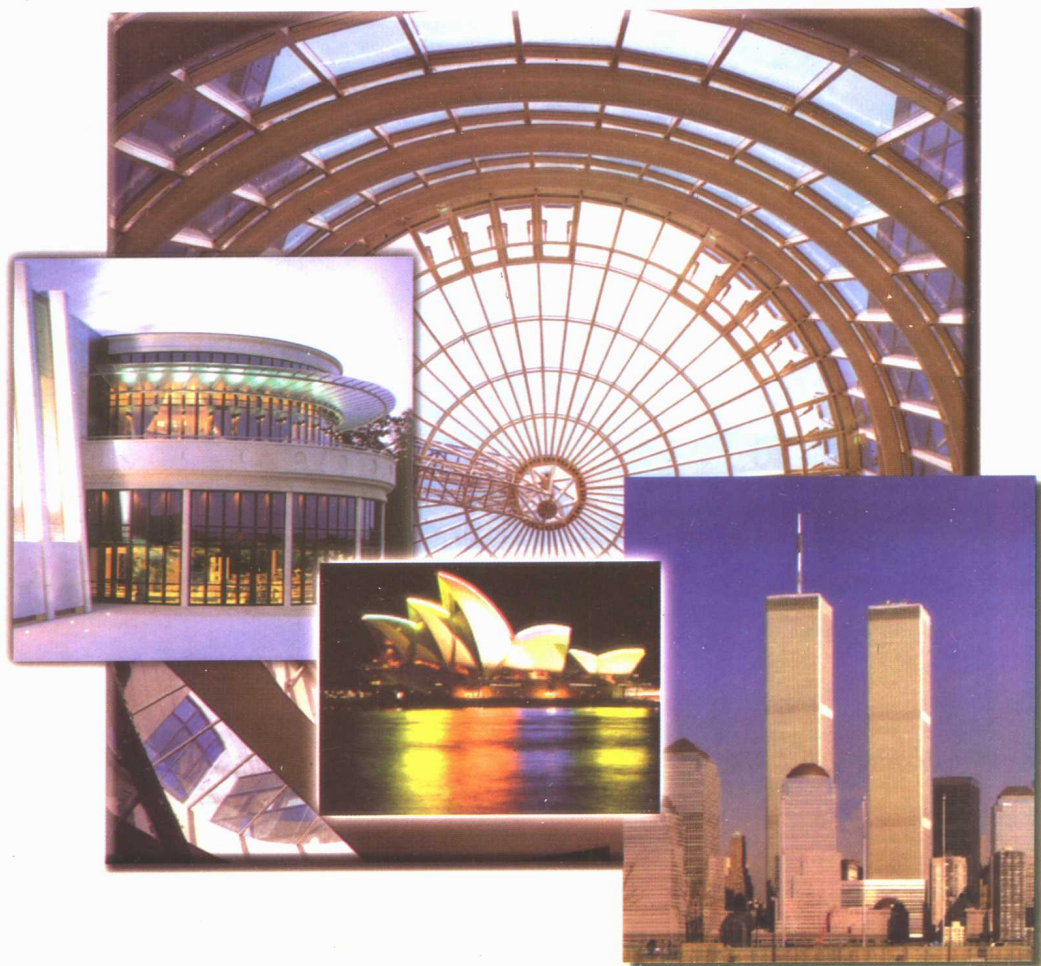
总主编 罗固源

基础工程

(28)

主 编 王秀丽

副主编 白 良



重庆大学出版社

基 础 工 程

主 编 王秀丽

副主编 白 良

重庆大学出版社

内 容 简 介

本书根据土木工程专业的要求,系统地阐述了常见的地基基础的设计理论和设计方法,并扼要地介绍了国内外不少地基基础新技术和先进经验。全书共9章,内容包括:绪论、浅基础、桩基础和深基础、复合地基、地基处理、挡土墙、基坑工程、特殊土地基、动力机械基础与地基基础抗震设计等。

本书内容简明扼要,逻辑性强,重点突出,图文并茂,便于自学,各章附有思考题和习题,且进行扼要的小结,便于掌握本章主要内容,适合于各类高等院校土木工程专业学生使用,参考学时50至60学时,本书也可作为注册结构工程师专业考试的学习指导书,同时可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

基础工程/王秀丽主编. —重庆:重庆大学出版社,
2001.10

土木工程专业本科系列教材

ISBN 7-5624-2378-4

I. 基... II. 王... III. 地基—基础(工程)—高等学校—教材 IV. TU47

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第068984号

基 础 工 程

主 编 王秀丽

副主编 白 良

责任编辑 周 立 彭 宁

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆华林印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:23 字数:574千

2001年12月第1版 2001年12月第1次印刷

印数:1—5000

ISBN 7-5624-2378-4/TU·77 定价:30.00元

前言

根据土木工程专业本科生的培养目标和培养规格的要求,为适应 21 世纪人才培养的需要,同时结合地基基础系列规范的修订,特编写本教材。

随着科学技术的发展和国内外高层建筑与重型设备的大量兴建,基础工程显得日益重要,如何经济合理地进行地基基础设计是一个复杂而又必须解决的问题。本课程则是土木工程专业学生及工程技术人员必须掌握的一门科学。

基础工程是一门实践性很强的学科,特别是近 20 多年来,随着计算理论和工程实践的深入研究及计算机技术的广泛应用,使得基础工程理论与技术发展越来越快,相应的涉及范围也越来越广,积累了很多宝贵的资料,其中有不少是工程上实用的好方法。作为教材,本书主要介绍成熟的理论与典型的经验,使教材内容做到少而精,同时,考虑到开阔学生视野、掌握本学科发展等要求,结合相关内容扼要介绍实际工程应用现状及发展前景。

为了使本书适应土木工程各专业的要求,在编写过程中注重与《建筑地基基础规范》(GBJ7-89 及送审稿)、《建筑桩基技术规范》(JGJ94-94)、《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTJ 024-85)、《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-91)、《建筑抗震设计规范》(GBJ11-89 及送审稿)等相一致,对于不同地区、不同方向,授课教师可进行适当取舍。

本书由王秀丽主编,白良副主编,其中第 1 章、第 2 章、第 6 章和第 9 章由王秀丽编写,第 3 章、第 4 章由白良编写,第 5 章由李萍编写,第 7 章的文字部分由扈模中编写,图形由王秀丽、李庆福、梁亚雄绘制,第 8 章由胡燕妮编写。全书由王秀丽、梁亚雄、江小燕、李庆福统稿。

在本书的编写过程中,江小燕、梁亚雄、李庆福等进行了大量的文字处理及插图绘制,邢侏慧、李亚娥、方有珍、宋域、周茗如等帮助绘制了部分插图并进行了部分文字处理和其他工作,在此一并感谢。

由于编者水平有限,加之时间较为仓促,书中一定会存在许多不足和疏漏,恳请读者批评指正。

作 者
2001. 7. 30

基础工程常用符号与单位

A	基础底面面积, m^2
A_p	桩身的横截面面积, m^2
a	土的压缩系数, MPa^{-1}
a_{1-2}	当土样上的压力从 100kPa 至 200kPa 区间土的压缩系数, MPa^{-1}
b	条形基础宽度, 矩形基础短边, m
C_c	土的压缩指数
C_u	土的不均匀系数
C_v	土的固结系数, cm^2/a
c	土的粘聚力, kPa
D	扩底桩底端直径, m
D_r	土的相对密实度
d	天然地面下基础埋深, m; 桩的设计直径, mm
d_s	土粒相对密度(比重)
d_{60}	土的限定粒径, mm
d_{10}	土的有效粒径, mm
E	土的变形模量, MPa
E_s	土的压缩模量, MPa
e	土的孔隙比, 偏心距, m
e_0	土的初始孔隙比
f	地基承载力设计值, kPa
f_k	地基承载力标准值, kPa
f_0	地基承载力基本值, kPa
G	基础及其上回填土之总重力, kN
G_D	动水力, kN/m^2
H	土层厚度, m; 土样高度, cm; 挡土墙高度, m
H_g	自地面算起的建筑物高度, m
h	基础高度, m
I_L	土的液性指数
I_p	土的塑性指数
i	水力坡降
K	安全系数; 基床系数, kN/m ;
K_a	主动土压力系数
K_0	静止土压力系数
K_p	被动土压力系数
k	土的渗透系数, cm/s ;

L	房屋长度或沉降缝分隔的单元长度, m
l	基础底面长度, m
l_p	桩身长度, m
M	作用于基础底面的力矩, $\text{kN} \cdot \text{m}$
N	作用于基础顶面的垂直荷载, kN ; 桩顶轴向荷载, kN
N_c, N_D, N_q	承载力系数
N_{10}	锤重 10kg 的轻便触探试验锤击数
$N(N_{63.5})$	锤重 63.5kg 的标准贯入试验锤击数
n	土的孔隙度, %; 桩的数量
F	集中荷载, kN
P_a	总主动土压力, kN
P_0	总静止土压力, kN
P_p	总被动土压力, kN
p	基础底面平均压力, kPa
p_a	单位面积主动土压力, kPa
p_{cr}	地基的临塑荷载, kPa
p_0	基础底面平均附加压力, kPa ; 单位面积静止土压力, kPa
p_p	单位面积被动土压力, kPa
p_s	静力触探比贯入阻力, kPa
p_u	地基极限荷载, kPa
Q	基础承受的剪力, kN ; 单桩所受竖向力设计值, kN
q_p	桩端土的承载力标准值, kPa
q_s	桩周土摩擦力标准值, kPa
q_u	无侧限抗压强度, kPa
R	单桩竖向承载力设计值, kN ; 土坡稳定圆弧法圆弧半径, m
R_k	单桩竖向承载力标准值, kN
s	地基最终沉降量, mm; 土体中某点任意面上的抗剪强度, kPa
s'	计算的地基变形值, mm
s_c	地基的固结沉降量, mm
s_d	地基的瞬时沉降量, mm
s_r	土的饱和度
u	饱和土中孔隙水压力, kPa ; 桩周边长度, m
u_p	桩身周长, m
V	体积, cm, m
v	渗透速度, cm/s
W	截面抵抗矩, m ; 重力, kN
w	土的含水量, %
w_L	液限, %
w_P	塑限, %

w_s	缩限, %
z	基础底面至地基中某点的距离, m
z_n	地基压缩层沉降计算深度, m
α	角度; 集中荷载作用下地基附加应力系数
α_c	矩形面积均布荷载作用下地基附加应力系数
α_{tc}	矩形面积三角形分布竖向荷载作用下地基附加应力系数
α_s	条形面积均布荷载作用下地基附加应力系数
α_{ts}	条形面积三角形分布竖向荷载作用下地基附加应力系数
$\bar{\alpha}$	地基平均附加应力系数
β	土的变形模量与压缩模量之比值; 挡土墙填土面倾斜角, ($^\circ$); 边坡坡角, ($^\circ$)。
γ	土的重度, kN/m^3
γ_d	土的干重度, kN/m^3
γ_0	基底水平面以上土的加权平均重度, kN/m^3
γ_{sat}	土的饱和重度, kN/m^3
γ_w	水的重度, kN/m^3
γ'	土的有效重度, 简称浮重度, kN/m^3
$\bar{\gamma}$	基础及其上填土的平均重度, kN/m^3
δ	土对挡土墙背的摩擦角, ($^\circ$)
θ	地基的附加压力扩散角, ($^\circ$)
μ	土的泊桑比, 侧膨胀系数; 土对挡土墙基底的摩擦系数
ξ	土的侧压力系数
σ	土体中某点任意面上的法向应力, kPa
σ_c	土的自重压力, kPa
σ_{cd}	基础底面处土的自重压力, kPa
σ_z	基底下深度 z 处地基附加应力, kPa
$\bar{\sigma}$	饱和土中有效应力, kPa
σ_1	土体中某点主平面上的最大主应力, kPa
σ_3	土体中某点主平面上的最小主应力, kPa
τ	土体中某点任意面上的切向应力, kPa
τ_f	土的抗剪强度, kPa
φ	土的内摩擦角
φ'	土的有效摩擦角
η_b	基础宽度的承载力修正系数
η_d	基础埋深的承载力修正系数
ψ_s	沉降计算经验系数
ψ_t	采暖对冻深的影响系数

目 录

第1章 绪论	1
1.1 概述	1
1.2 地基基础工程问题的主要类型与典型实例	2
1.3 基础工程课程的内容和学习特点	5
1.4 基础工程的发展概况	6
思考题	7
第2章 天然地基上的浅基础	8
本章提要	8
2.1 概述	8
2.2 浅基础的类型	13
2.3 基础埋置深度的选择	17
2.4 地基承载力设计值	22
2.5 地基计算	34
2.6 刚性基础设计	45
2.7 钢筋混凝土扩展基础设计	51
2.8 地基基础与上部结构相互作用的概念	58
2.9 柱下钢筋混凝土条形基础设计	63
2.10 十字交叉条形基础	81
2.11 筏板基础设计	87
2.12 箱形基础设计	96
2.13 浅基础施工要点	113
2.14 减轻地基不均匀沉降的措施	121
本章小结	125
思考题与习题	127
第3章 桩基础和深基础	130
本章提要	130
3.1 概述	130

3.2	桩基础的类型及适用条件	132
3.3	单桩承载力	137
3.4	群桩承载力与沉降	155
3.5	桩基础设计	165
3.6	深基础简介	175
	本章小结	179
	思考题与习题	181
第4章	复合地基	183
	本章提要	183
4.1	概述	183
4.2	复合地基形成条件和分类	185
4.3	复合地基承载力	186
4.4	复合地基沉降	196
	思考题与习题	201
第5章	地基处理	202
	本章提要	202
5.1	概述	202
5.2	地基处理原理和方法分类	205
5.3	换填法	208
5.4	排水固结法	213
5.5	深层搅拌法	221
5.6	砂石桩法	229
5.7	强夯法	234
5.8	土工合成材料在工程中的应用	240
5.9	既有建筑物的地基加固	246
5.10	既有建筑物的纠倾	253
	本章小结	257
	思考题与习题	258
第6章	挡土墙	260
	本章提要	260
6.1	概述	260
6.2	挡土墙设计的基本原理	261
6.3	重力式挡土墙设计	263
6.4	悬臂式挡土墙	271
6.5	扶壁式挡土墙	274
6.6	挡土墙的抗震验算	276
6.7	加筋土挡土墙简介	279
6.8	挡土墙设计实例	282

本章小结	285
思考题与习题	285
第7章 基坑工程	287
本章提要	287
7.1 概述	287
7.2 基坑工程特点	288
7.3 围护结构类型及适用范围	288
7.4 悬臂式围护结构设计计算	290
7.5 撑(锚)式围护结构的设计计算	292
7.6 土层锚杆结构设计计算	296
7.7 支护结构稳定性验算	297
7.8 基坑降排水设计	299
本章小结	300
思考题与习题	301
第8章 特殊土地基	302
本章提要	302
8.1 概述	302
8.2 湿陷性黄土地基	302
8.3 膨胀土地基	309
8.4 红粘土地基	315
8.5 岩溶与土洞	317
8.6 盐渍土地基	320
8.7 多年冻土地基	322
本章小结	332
思考题与习题	332
第9章 动力机器基础与地基基础抗震简介	334
本章提要	334
9.1 动力机器基础概述	334
9.2 动力机器基础计算理论简介	335
9.3 振动对地基承载力的影响和地基刚度及阻 尼的取值	338
9.4 防止动力机器基础振动影响的措施	343
9.5 地震区地基基础的特点	345
9.6 地基基础抗震设计	348
本章小结	351
思考题与习题	352
参考文献	353

第 1 章

绪 论

1.1 概 述

所有支承在地基上的结构物,包括房屋、桥梁、堤坝等都由上部结构和下部结构组成,承担建筑物荷载的地层称为地基,介于上部结构与地基之间的部分,即建筑物最底下的一部分称为基础。基础的作用是扩散上部结构的荷载,减小应力强度,最终将荷载传给地基(图 1.1)。基础工程与土力学及上部结构密切相关,同时,基础工程中的经验也很重要。基础工程可以定义为共同运用土力学、结构力学以及工程经验解决工程问题的系统科学。

随着高层建筑的发展以及大跨度、大开间结构的应用,基础工程的重要性和技术上的难度进一步增加,基础工程占建筑物工程造价的 20% ~ 30%,工期占总工期的 25% ~ 30%。因此,准确地了解地基情况并做出正确判断,选择合理的基础形式,精确地设计基础,有着重要的技术和经济意义。

地基和基础是建筑物的根基,统称为基础工程。基础工程属于地下隐蔽工程,它的勘察、设计和施工质量,直接关系到建筑物的安全。据统计,世界各国工程事故中,以地基基础为最多,而且,一旦地基基础发生事故,补救非常困难,往往要花费大量的财力,有些几乎无法补救。为了保证建筑物的安全和正常使用,在地基基础设计中,必须满足以下两个技术条件:

①地基的强度条件 要求作用于地基的荷载不超过地基的承载能力,保证地基具有足够的防止整体破坏的安全储备。

②地基的变形条件 要求建筑物的沉降量、沉降差、倾斜和局部倾斜不能大于地基容许的变形值。

在荷载作用下,建筑物的地基、基础和上部结构 3 部分彼此联系、相互制约。设计时应根据地质资料,综合考虑地基—基础—上部结构的相互作用与施工条件,通过经济技术比较,选取安全可靠、经济合理、技术先进和施工简便的地基基础方案。

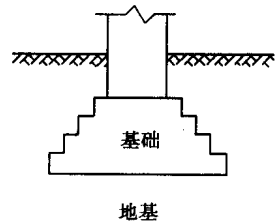


图 1.1 地基与基础示意

1.2 地基基础工程问题的主要类型与典型实例

基础工程既是一门古老的工程技术,又是一门年轻的应用学科。本节简要介绍一下地基基础工程常见问题的一些工程实例,从工程事故中感悟到基础工程在土木工程专业中的重要作用。基础工程中的问题主要可分为5类,即:①由于地基基础问题引起的上部结构倾斜、墙体破坏;②基础自身的破坏;③地基承载力不足发生整体滑动破坏或沉降量过大;④边坡丧失稳定性;⑤其他特殊不良地质条件引起的地基失效。

1.2.1 地基基础问题引起的上部结构倾斜、墙体破坏

建筑物的地基由于土质不均匀或是上部结构荷载不均匀,都会造成地基不均匀沉降,整体

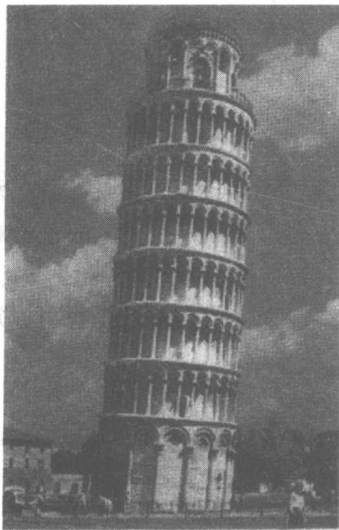


图 1.2 意大利比萨斜塔

导致建筑物发生倾斜。这一类问题在工程中是十分常见的,意大利比萨斜塔(图 1.2)就是举世闻名的建筑物倾斜的典型实例。该塔自 1173 年 9 月 8 日动工,至 1178 年建至第 4 层中部,高度约 29m 时,因塔明显倾斜而停工。94 年后,即于 1272 年复工,经 6 年时间,建完第 7 层,高 48m,再次停工中断 82 年。于 1360 年再复工,至 1370 年竣工。全塔共 8 层,高度为 55m。塔身呈圆筒形,1~6 层由优质大理石砌成,顶部 7~8 层采用砖和轻石料。塔身每层都有精美的圆柱与花纹图案,是一座宏伟而精致的艺术品。1590 年伽利略曾在此塔做落体实验,创建了物理学上著名的落体定律。斜塔成为世界上最珍贵的历史文物,吸引了无数世界各地游客。全塔总荷重约 145MN,基础底面平均压力约 50kPa。地基持力层为粉砂,下面为粉土和粘土层。目前塔向南倾斜,南北两端沉降差 1.80m,塔顶离中心线已达 5.27m,倾斜

5.5°,成为危险建筑。1990 年 1 月 14 日被封闭,现除加固塔身外,正用压重法和取土法进行地基处理。

当建筑物地基产生不均匀沉降超过一定的限度时,建筑物墙体就会开裂。兰州某高校四层行政办公楼,采用砖混结构,基础采用墙下条形基础,地基土为三级自重湿陷性黄土,黄土层厚度约为 25m,湿陷土层厚度约 10m,由于暖气管道漏水,造成地沟断裂,从而导致建筑物墙体开裂(图 1.3),最大裂缝宽度达到 30mm,直接影响建筑物的安全使用,后经地基加固处理后,进行了墙体加固,目前正常使用。

1.2.2 基础破坏开裂

建筑物地基软硬不均匀,必然产生不均匀沉降。当一幢建筑物的地基软硬突变时,软硬地基交界处往往使基础发生开裂。基础开裂的事故比墙体开裂事故更为严重;而且处理更为困难,应当引起工程界的高度重视。某职工住宅采用板基础,当主体工程施工至第 5 层时,发现

东起第五开间中部钢筋混凝土筏板基础南北向断裂(图 1.4)。经调查:当地原为一个大水塘,南北长 70m,东西宽 40m~50m。由于住宅楼西半部置于古水塘内,东半部座落岸上,土质突变,造成钢筋混凝土筏板基础拦腰断裂的严重事故。经有关方面多次研究讨论,最终采用卸荷处理方案,将原 5 层住宅改为 3 层住宅。

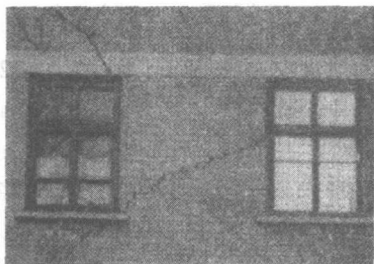


图 1.3 墙体裂缝

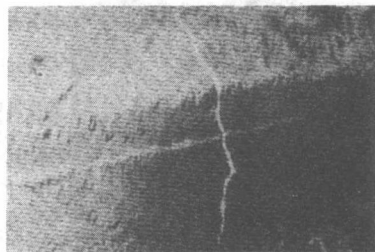


图 1.4 基础断裂

1.2.3 建筑物地基滑动

在天然地基上建造各类建筑物后,由建筑物上部结构荷重传到基础底面的接触应力数值,如果超过持力层地基土的抗剪强度,则地基将产生滑动。随着地基滑动的同时,建筑物基础和上部结构也一起滑动而倾倒。由于地基强度破坏引起地基滑动和建筑物倾倒,比起由于地基变形引起的工程事故更为严重。建筑物地基滑动事故往往是灾难性的,难以挽救,必须引起工程师们极度关心与重视。

典型的工程实例是加拿大特朗斯康谷仓(图 1.5),该工程平面为矩形,长 59.44m,宽 23.47m,高 31.00m,容积 36 368m³,1911 年动工,1913 年秋完工。谷仓自重 20 000t,相当于装满谷物后满载总重量的 42.5%。1913 年 9 月装谷物,10 月 17 日当谷仓已装了 31 822m³谷物时,发现 1 小时内竖向沉降达 30.5cm。结构物向西倾斜,并在 24 小时内谷仓倾倒,倾斜度离垂线达 26°53',谷仓西端下沉 7.32m,东端上抬 1.52m,上部钢筋混凝土筒仓坚如磐石,仅有少量的裂缝。1952 年经勘察试验与计算,谷仓地基实际承载力为(193.8~276.6)kPa,远小于谷仓破坏时发生的压力 329.4kPa,因此,谷仓地基因超载发生强度破坏而滑动。

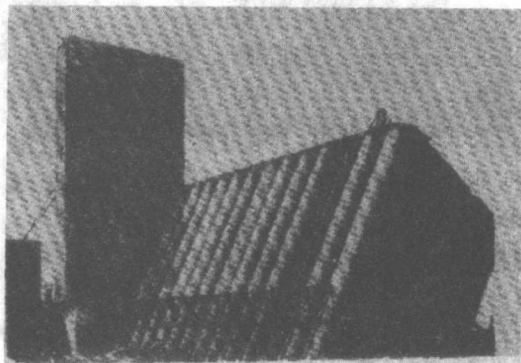


图 1.5 加拿大谷仓地基滑动倾倒

各种建筑物建造在不同的地基上,产生的沉降量不同,对于软土地基则更加明显,过大的沉降量将影响工程正常使用,甚至引发工程事故。上海展览中心馆(图 1.6),位于上海市区延



图 1.6 上海展览中心

安中路北侧。展览馆中央大厅为框架结构,箱形基础;展览馆两翼采用条形基础。箱形基础为两层深 7.27m。箱基顶面至中央大厅顶部塔尖,总高 96.63m。地基为高压缩性淤泥质软土。展览馆于 1954 年 5 月开工,当年年底实测地基平均沉降量为 60cm。1957 年 6 月,中央大厅四周的沉降量最大达 146.55cm,最小为 122.8cm,1979 年 9 月展览馆中央大厅累计平均沉降量为 160cm。从 1957 年至 1979 年共 22 年的沉降量仅约 20cm,不及 1954 年下半年沉降量的一半,说明沉降已趋向稳定,展览馆开放使用情况良好。但由于地基严重下沉,不仅使散水倒坡,而且管道断裂,付出了相当的代价。

1.2.4 边坡稳定性问题

现代建筑工程中经常遇到土坡稳定问题,例如依山的城市,由于平地已无建筑场地,城市发展,新建工程只好利用山坡地。海港码头为船只停泊需修筑岸墙,横跨江河的桥梁与边岸连接处需做边墩,都要分析岸坡的稳定性。至于铁路公路,穿越山岭,更经常遇到路边山坡稳定问题。

无论在坡顶、坡面、坡脚、河岸、海滨建造任何工程,如果不精细研究土坡稳定问题,处理不当,一旦失事,不仅影响工程进展,往往危及生命安全和工程的成败,应引起重视。

典型的工程事故实例是香港宝城大厦(图 1.7)。香港地区人口稠密,市区建筑密集。新建住宅只好建在山坡上。1972 年 7 月,香港发生一次大滑坡,数万立方米残积土从山坡上下滑,巨大的冲击力正好通过一幢高层住宅——宝城大厦,顷刻之间,宝城大厦被冲毁倒塌。因楼间净距太小,宝城大厦倒塌时,砸毁相邻一幢大楼一角约五层住宅。宝城大厦居住着金城银行等银行界人士,因大厦冲毁时为清晨 7 点钟,人们都还在睡梦中,当场死亡 120 人。这起重大的伤亡事故引起学术界极大的震惊。



图 1.7 香港宝城大厦废墟

1.2.5 其他特殊不良地质条件引起地基失效

当建筑物地基为砂土或粉土时,地下水位埋藏浅,可能产生振动液化,使地基土呈液态,失去承载能力,导致工程失事。

新泻市位于日本本海,市区存在大范围砂土地基。1964年6月16日,当地发生7.5级强烈地震,使大面积砂土地基液化,丧失地基承载力。新泻市机场建筑物震沉915mm,机场跑道严重破坏,无法使用。据统计,1964年新泻市大地震,共毁坏房屋2890幢,3号公寓(图1.8)为其中之一,上部结构完好。

1976年7月28日凌晨,我国唐山发生7.8级强烈地震,地震烈度高达10~11级,唐山市区平地的建筑几乎全部遭到毁坏,河北省唐山矿冶学院书库(参见图1.9)为一幢4层大楼,建成多年使用情况良好,在此次地震中震沉整整一层楼,发生了严重破坏。

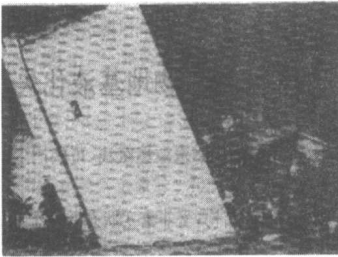


图 1.8 日本新泻市 3 号公寓

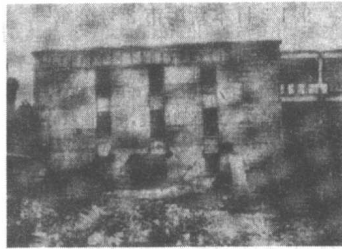


图 1.9 唐山矿冶学院书库

在石灰岩地区,由于长期地下水的作用,可能产生溶洞。在山区,残积土或坡积土颗粒大小相差悬殊,在地下水作用下,可能产生溶蚀。在矿产采空区,在地下水作用下可能产生地表塌陷。在地下水流动区域,如土质级配不良,则细的土颗粒可能被冲走,而产生管涌。建筑物地基由于地下水活动造成地基的各类事故,必然危及上部建筑物的安全。

徐州市区 1992 年连续两次塌陷,一共发生大小塌陷 7 处,最大的一处塌陷长 25m,宽 19m,最小的一处塌陷直径 3m,塌陷深度普遍 4m,整个塌陷范围长达 210m,宽达 40m 左右。塌陷造成的灾情严重,位于塌陷区内的房屋全部倒塌,共计 78 间,临近塌陷区周围的房屋,墙体发生开裂的达数百间(图 1.10)。塌陷的主要原因是徐州市开采地下水过量,使地下水位变幅较大,地基土层为黄河泛滥沉积的粉土和粉砂,厚度为 22m,地下水位上下波动在地基中形成潜蚀与空洞,造成地面大量塌陷。

1.3 基础工程课程的内容和学习特点

根据本课程的教学计划与教学大纲,本课程共分 9 章。其中包括:绪论、天然地基上浅基础的设计、桩基础和深基础、复合地基、地基处理、挡土墙、基坑工程、特殊土地基和动力机器基础与地基基础抗震简介。主要研究地基与基础工程设计和施工中经常遇到的技术问题并配合理论介绍一些工程实例和先进经验。

本课程是一门专业课,涉及的相关课程较多,学习中应注重各课程之间的相互联系及特



图 1.10 徐州市区地基塌陷

点,以便加深理解,融会贯通。同时,由于地基土是自然历史的产物,建筑物场地的地形、地貌及地质条件复杂多变,千差万别,因此应注重理论联系实际,特别要注重掌握基本原理,灵活运用,提高分析问题的水平,增强处理地基基础问题的能力。

1.4 基础工程的发展概况

基础工程和其他技术学科一样,是人类在长期生产实践中不断发展起来的。在长达一个多世纪的发展过程中,许多研究者继承前人的研究,总结了实践经验,孕育了本学科的雏形。20世纪20年代,基础工程有了比较系统、完整的专著问世,1936年召开的第一届国际土力学与基础工程会议后,土力学与基础工程作为一门独立的学科,取得了不断的发展。从20世纪50年代起,现代科学新成就的渗入,使基础工程技术与理论得到进一步的发展,成为较成熟的独立的现代学科。

早在新石器时代,人类已建造原始的地基基础,西安市半坡村遗址的土台和石基基础即为一例。公元前2世纪修建的万里长城,后来修建的南北大运河、黄河大堤以及宏伟的宫殿、寺庙、宝塔等建筑,都有坚固的地基基础,经历地震强风考验,留存至今。隋朝修建的河北省赵州桥,为世界最早最长的石拱桥,结构合理,造型美观。桥台落在粉土天然地基上,基底压力达500~600kPa,从1390年以来沉降与位移甚微,至今安然无恙。1991年美国土木工程师学会选定赵州桥为“国际历史土木工程第12个里程碑”。公元989年建造开封开宝寺木塔时,预见塔基土质不均会引起不均匀沉降,施工时特意做成倾斜,待沉降稳定后塔身正好竖直。此外,在西北地区黄土中大量建窑洞,以及采用料石基垫、灰土地基等,积累了本学科丰富的经验。

18世纪产业革命后,城市建设、水利工程和道路桥梁的兴建,推动了土力学的发展。1773年法国库伦根据试验,创立了著名的土抗剪强度的库伦定律和土压力理论。1857年英国朗肯提出又一种土压力理论。1885年法国布辛尼斯克求得半无限空间弹性体,在竖向集中力作用下,全部6个应力分量和3个变形的理论解。1922年瑞典费伦纽斯为解决铁路滑坡,完善了土坡稳定分析圆弧法。这些理论与方法,至今仍在广泛应用。1925年美国土力学家太沙基发表第一部土力学专著,使土力学成为一门独立的学科。为了总结和交流世界各国的理论和经验,自1936年起,每隔4年召开一次国际土力学和基础工程会议。各地区也召开类似的专业会,提出大量论文与研究报告。