



吴湘兴 主 编 杨小平 副主编

建筑工程系列书

建筑地基基础

华南理工大学出版社

建筑地基基础

吴湘兴（主编） 杨小平（副主编）
温耀霖 刘叔灼 潘 健

ND13/21

华南理工大学出版社
• 广州 •

内 容 简 介

本书包括绪论和地基土(岩)的物理性质及分类、地基的应力与变形、土的抗剪强度、土坡稳定与土压力理论、工程地质勘察、浅基础的地基承载力、浅基础、桥基础、地下连续墙与基坑支护结构、软弱地基处理等十章,反映了近年来作者在华南理工大学建工系讲授本课程的主要内容和教学经验、作者的某些研究成果和工程实践经验,以及与建筑行业地基基础有关的1989~1995年间发布实(试)行的国家标准和推荐性行业标准的主要规定。本书理论联系实际,简明扼要,便于学习,利于应用,可作为高等学校和业余大学不同学制班别的教学用书,也可供建筑行业技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

建筑地基基础/吴湘兴主编. —广州:华南理工大学出版社, 1997. 1
ISBN 7-5623-0978-7

I. 建…

II. 吴…

III. 地基-基础(工程)-理论

IV. TU470

华南理工大学出版社出版发行

(广州五山 邮编: 510641)

责任编辑 赖淑华

中山市迪丽彩印厂印装

开本: 787×1092 1/16 印张: 28.375 字数: 690千

1997年1月第1版 1997年1月第1次印刷

印数 1—10000

定价: 37.50元

前 言

本教材是根据工业与民用建筑专业的《土力学及基础工程》课程教学基本要求,结合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》(GBJ7—89)和行业标准《建筑桩基技术规范》(JGJ94—94)编写的。本书反映了近年来作者在华南理工大学建工系讲授本课程的主要内容和教学经验、作者的某些研究成果和工程经验,并适当地吸收了各地区的工程经验。

本书在系统地介绍土力学和地基基础设计基本原理的基础上,力求与工程实践紧密结合,增加了一定量的实用性内容,如常用的基础设计方法和基坑支护结构等,并尽可能反映国内外的先进经验。本书内容全面,叙述深入浅出,重点突出,便于学习和应用。各章均附有适量的习题及习题答案。本书可作为高等学校和业余大学不同学制班别的教学用书,也可供建筑行业技术人员使用。

编写分工如下:

吴湘兴担任主编,并编写绪论,第7章7.1~7.11、7.15,第8章,第9章9.1~9.9,第10章;杨小平担任副主编,并编写第2章,第7章7.12~7.14、7.16,第9章9.10,附录;第1、第5章由温耀霖编写;第3、第6章由刘叔灼编写;第4章由潘健编写。

限于编者水平,本书错误和欠妥之处在所难免,敬请多加指正。

编 者

1996年7月于广州

目 录

绪论	(1)
0.1 建筑地基基础的概念	(1)
0.2 本课程的内容和特点	(4)
0.3 本学科的发展简况	(5)
0.4 解决地基基础问题的途径	(6)
1 地基土(岩)的物理性质及分类	(8)
1.1 地质作用和地质构造	(8)
1.1.1 地质作用的概念	(8)
1.1.2 地质构造的概念	(8)
1.1.3 地质年代的概念	(10)
1.2 岩石的成因类型和工程分类	(10)
1.2.1 主要造岩矿物	(10)
1.2.2 岩石的成因类型	(11)
1.2.3 岩石的工程分类	(14)
1.3 土的成因类型	(16)
1.3.1 残积物、坡积物和洪积物	(16)
1.3.2 冲积物	(18)
1.3.3 其他沉积物	(19)
1.4 土的组成	(20)
1.4.1 土的固体颗粒	(21)
1.4.2 土中的水和气体	(24)
1.4.3 土的结构和构造	(25)
1.5 土的三相比例指标	(26)
1.5.1 指标的定义	(27)
1.5.2 指标的换算	(29)
1.6 无粘性土的密实度	(31)
1.7 粘性土的物理特征	(33)
1.7.1 界限含水率	(33)
1.7.2 塑性指数和液性指数	(35)
1.7.3 灵敏度	(36)
1.8 土的渗透性	(37)

1.8.1	地下水的埋藏条件	(37)
1.8.2	土的透水性	(38)
1.8.3	动水力和流砂现象	(39)
1.8.4	地下水的侵蚀性	(40)
1.9	土的工程分类	(41)
1.9.1	碎石土	(42)
1.9.2	砂土	(42)
1.9.3	粉土	(42)
1.9.4	粘性土	(43)
1.9.5	特殊土	(43)
2	地基的应力与变形	(46)
2.1	概述	(46)
2.1.1	土的应力与地基变形的概念	(46)
2.1.2	饱和土的有效应力原理	(46)
2.2	土的自重应力	(47)
2.2.1	土的自重应力计算	(47)
2.2.2	地下水位升降及填土对土中自重应力的影响	(50)
2.3	基底压力	(51)
2.3.1	基底压力的简化计算	(51)
2.3.2	基底附加压力	(54)
2.4	地基附加应力	(55)
2.4.1	竖向集中荷载下的地基附加应力	(55)
2.4.2	矩形荷载和圆形荷载下的地基附加应力	(58)
2.4.3	线荷载和条形荷载下的地基附加应力	(68)
2.4.4	地基的非均质性对附加应力的影响	(71)
2.5	土的压缩性	(72)
2.5.1	基本概念	(72)
2.5.2	土的压缩性指标	(73)
2.6	地基的最终沉降量计算	(79)
2.6.1	分层总和法	(79)
2.6.2	规范方法	(83)
2.6.3	计算地基沉降的弹性力学公式	(90)
2.6.4	三种特殊情况下的地基沉降计算	(91)
2.6.5	关于基础沉降计算的讨论	(93)
2.7	沉积土层的应力历史	(95)
2.8	地基变形与时间的关系	(96)
2.8.1	饱和土的渗透固结	(96)
2.8.2	太沙基一维固结理论	(97)

2.8.3 经验公式法	(100)
2.9 建筑物沉降观测	(101)
3 土的抗剪强度	(104)
3.1 概述	(104)
3.2 库伦公式和莫尔-库伦强度理论	(104)
3.2.1 库伦公式	(104)
3.2.2 莫尔-库伦强度理论	(105)
3.3 抗剪强度指标的测定方法	(110)
3.3.1 直接剪切试验	(110)
3.3.2 三轴压缩试验	(112)
3.3.3 无侧限抗压强度试验	(113)
3.3.4 十字板剪切试验	(114)
3.4 总应力法和有效应力法	(115)
3.5 无粘性土和饱和粘性土的抗剪强度	(116)
3.5.1 无粘性土的抗剪强度	(116)
3.5.2 饱和粘性土的抗剪强度	(118)
4 土坡稳定与土压力理论	(125)
4.1 概述	(125)
4.2 土坡稳定分析	(126)
4.2.1 分析的对象和目的	(126)
4.2.2 滑坡的现象及原因	(126)
4.2.3 分析的范围和方法	(126)
4.2.4 分析的步骤	(126)
4.2.5 泰勒图表法	(131)
4.2.6 无粘性土坡的稳定分析	(132)
4.3 挡土墙上的土压力	(133)
4.3.1 静止土压力	(133)
4.3.2 主动土压力	(133)
4.3.3 被动土压力	(134)
4.4 朗金土压力理论	(135)
4.4.1 主动土压力	(136)
4.4.2 被动土压力	(137)
4.4.3 几种常见情况的土压力计算	(139)
4.5 库伦土压力理论	(142)
4.5.1 主动土压力	(142)
4.5.2 被动土压力	(143)
4.6 楔体试算法	(151)

4.7 重力式挡土墙设计	(152)
4.7.1 挡土墙的类型	(152)
4.7.2 重力式挡土墙的构造	(153)
4.7.3 挡土墙的稳定性验算	(154)
4.7.4 挡土墙的基底压力验算	(155)
4.7.5 挡土墙的墙身强度验算	(156)
5 工程地质勘察	(160)
5.1 概述	(160)
5.2 工程地质勘察的任务和内容	(162)
5.2.1 可行性研究勘察	(162)
5.2.2 初步勘察	(162)
5.2.3 详细勘察	(162)
5.2.4 勘察任务书	(163)
5.3 工程地质勘察方法	(164)
5.3.1 测绘与调查	(164)
5.3.2 勘探方法	(164)
5.3.3 测试与测试结果资料整理	(171)
5.4 土的野外鉴别与描述	(175)
5.4.1 土的野外鉴别	(175)
5.4.2 土的描述	(178)
5.5 工程地质勘察报告	(178)
5.5.1 勘察报告书的编制	(178)
5.5.2 勘察报告实例	(180)
5.5.3 勘察报告的阅读和使用	(185)
6 浅基础的地基承载力	(188)
6.1 概述	(188)
6.2 浅基础的地基极限荷载	(188)
6.2.1 地基变形的三个阶段	(188)
6.2.2 地基破坏的三种型式	(189)
6.2.3 地基极限荷载	(190)
6.2.4 地基界限荷载	(192)
6.3 浅基础的地基极限承载力	(193)
6.3.1 普朗德尔极限承载力理论	(193)
6.3.2 太沙基承载力理论	(195)
6.3.3 魏锡克极限承载力公式	(197)
6.3.4 斯肯普顿承载力公式	(200)
6.3.5 安全系数的选择	(201)

6.4	地基承载力的确定	(201)
6.4.1	按土的抗剪强度指标计算	(202)
6.4.2	根据试验资料确定	(203)
6.4.3	按建筑经验确定	(207)
6.4.4	各级建筑物确定地基承载力的方法	(207)
7	浅基础	(209)
7.1	概述	(209)
7.1.1	浅基础设计的内容	(209)
7.1.2	基础设计方法	(210)
7.1.3	对地基计算的要求	(211)
7.1.4	关于荷载取值的规定	(211)
7.2	浅基础分类	(212)
7.2.1	按基础材料分类	(212)
7.2.2	按结构型式分类	(213)
7.3	基础埋置深度的选择	(215)
7.3.1	结构构造要求及荷载条件	(215)
7.3.2	土层的性质和分布	(216)
7.3.3	地下水条件	(217)
7.3.4	土的冻胀影响	(217)
7.4	基础底面尺寸的确定	(219)
7.4.1	按持力层地基承载力计算	(220)
7.4.2	软弱下卧层验算	(224)
7.5	地基变形与稳定性验算	(226)
7.5.1	地基变形的验算	(226)
7.5.2	地基稳定性的验算	(228)
7.6	刚性基础设计	(230)
7.7	墙下钢筋混凝土条形基础设计	(232)
7.7.1	构造要求	(232)
7.7.2	轴心荷载作用	(232)
7.7.3	偏心荷载作用	(233)
7.8	柱下钢筋混凝土单独基础设计	(235)
7.8.1	构造要求	(235)
7.8.2	轴心荷载作用	(237)
7.8.3	偏心荷载作用	(239)
7.9	二柱联合基础设计	(244)
7.10	软弱地基上建筑物的设计与施工措施	(251)
7.10.1	建筑措施	(252)
7.10.2	结构措施	(254)

7.10.3	施工措施	(256)
7.11	基槽检验和地基的局部处理	(257)
7.12	地基、基础与上部结构相互作用的概念	(258)
7.12.1	地基与基础的相互作用	(258)
7.12.2	地基变形对上部结构的影响	(260)
7.12.3	上部结构刚度对基础受力状况的影响	(261)
7.13	柱下条形基础设计	(262)
7.13.1	构造要求	(262)
7.13.2	内力的简化计算	(264)
7.13.3	文克勒地基上基础梁的分析	(269)
7.13.1	地基土、基础梁和框架结构相互作用简介	(275)
7.14	交梁基础	(276)
7.15	筏板基础与箱形基础	(282)
7.15.1	筏板基础	(282)
7.15.2	箱形基础	(284)
7.16	地基基础抗震设计原则和动力机器基础设计的一般步骤	(287)
7.16.1	场地	(287)
7.16.2	场地上的液化	(289)
7.16.3	地基基础抗震设计原则	(290)
7.16.1	动力机器基础设计的一般步骤	(292)
8	桩基础	(295)
8.1	概述	(295)
8.1.1	桩基础的适用性	(295)
8.1.2	桩基础设计的内容	(296)
8.1.3	桩基设计原则	(296)
8.2	桩的分类与质量检验	(297)
8.2.1	预制桩与灌注桩	(297)
8.2.2	端承(型)桩与摩擦(型)桩	(303)
8.2.3	按设置效应分类	(303)
8.2.4	桩的质量检验	(304)
8.3	单桩竖向荷载的传递	(305)
8.3.1	竖向荷载下单桩的性状	(305)
8.3.2	桩侧摩擦力的分布	(307)
8.3.3	桩侧负摩擦力	(307)
8.4	单桩竖向承载力的确定	(309)
8.4.1	静载荷试验	(309)
8.4.2	按土的抗剪强度指标计算	(312)
8.4.3	按规范 JGJ94—94 方法确定单桩竖向极限承载力标准值	(314)

8.1.4	按规范 JGJ91-91 规定确定单桩竖向承载力设计值	(320)
8.5	桩基承载力与沉降验算	(324)
8.5.1	桩基中单桩的桩顶荷载效应计算	(324)
8.5.2	桩基中桩基竖向承载力验算	(325)
8.5.3	桩基软弱下卧层承载力验算	(325)
8.5.4	桩基沉降验算	(326)
8.5.5	考虑桩侧负摩阻力的桩基验算	(328)
8.6	桩的水平承载力与位移	(330)
8.6.1	单桩水平静载荷试验	(330)
8.6.2	按弹性地基理论计算	(333)
8.6.3	单桩的水平承载力设计值	(336)
8.6.4	复合桩基的水平承载力设计值	(337)
8.6.5	桩基水平承载力验算	(339)
8.7	桩基础设计	(339)
8.7.1	基本设计资料	(339)
8.7.2	桩的类型和桩长的选择	(340)
8.7.3	桩的根数和布置	(341)
8.7.4	桩身结构设计	(343)
8.7.5	承台设计	(347)
8.8	沉井基础简介	(358)
9	地下连续墙与基坑支护结构	(360)
9.1	地下连续墙的应用	(360)
9.2	地下连续墙的施工工艺	(361)
9.3	槽段的接头	(363)
9.3.1	非刚性接头	(363)
9.3.2	刚性接头	(364)
9.4	地下连续墙设计	(366)
9.4.1	地下连续墙的规划设计	(366)
9.4.2	设计原则	(368)
9.4.3	地下墙的结构型式	(369)
9.4.4	地下墙与主体结构连接	(372)
9.4.5	构造要求	(375)
9.5	侧向承载墙的内力和位移	(376)
9.5.1	墙体侧压力	(377)
9.5.2	墙体的内力和位移	(379)
9.5.3	影响墙体位移大小的因素	(382)
9.6	竖向承载墙的结构设计	(384)
9.6.1	竖向承载墙分类	(384)

9.6.2	地下墙的竖向承载力	(385)
9.7	墙体防渗与地基抗渗稳定性	(386)
9.7.1	墙体防渗计算与抗渗等级	(387)
9.7.2	抗渗稳定性计算	(387)
9.8	基坑支护结构的类型及其方案选择	(388)
9.8.1	支护结构的类型	(389)
9.8.2	基坑降水与防渗	(392)
9.8.3	支护结构的方案选择	(393)
9.9	支护结构计算	(394)
9.9.1	支护结构计算方法	(394)
9.9.2	锚杆轴向承载力	(396)
9.10	基坑整体稳定性验算	(397)
9.10.1	基坑坑底出现半圆滑动面的验算	(398)
9.10.2	太沙基法	(399)
9.10.3	斯普肯顿法	(401)
9.10.4	考虑支护结构入土深度的验算公式	(401)
10	软弱地基处理	(404)
10.1	软弱地基的工程特性	(404)
10.1.1	软土的特性	(404)
10.1.2	杂填土的特性	(406)
10.1.3	冲填土的特性	(407)
10.1.4	松散砂土的特性	(407)
10.2	地基处理方法的分类	(408)
10.3	换土垫层	(409)
10.3.1	换土垫层的作用	(409)
10.3.2	砂垫层的设计	(409)
10.3.3	砂垫层的施工要点	(410)
10.3.4	其他垫层	(411)
10.4	深层挤密或置换	(413)
10.4.1	砂桩	(413)
10.4.2	生石灰桩	(415)
10.4.3	振冲法	(416)
10.4.4	复合地基的计算	(417)
10.5	碾压与夯实	(419)
10.5.1	机械碾压	(419)
10.5.2	振动压实	(420)
10.5.3	重锤夯实	(421)
10.5.4	强夯法	(421)

10.6 排水固结	(425)
10.6.1 砂井堆载预压	(425)
10.6.2 真空预压	(426)
10.7 胶结加固	(427)
10.7.1 灌浆法	(427)
10.7.2 旋喷法	(430)
10.7.3 定喷法	(432)
10.7.4 深层搅拌法	(432)
附录 混凝土结构设计基本资料	(435)
参考文献	(439)

绪 论

0.1 建筑地基基础的概念

本书所述的“建筑(物)”，从狭义而言，即各类房屋及其附属的构筑物。这里，有必要对建筑地基基础的涵义和分类、地基基础所应满足的要求以及地基基础工程（又称“基础工程”）的重要性，作一简要的说明。

任何建筑物都建造在地层上。建筑物在地面以下并将上部荷载传递至地基的构件或结构，就是建筑物的基础（见图 0-1）。基础的上方建造上部结构。基础底面至地面的竖向距离，称为基础的埋置深度。建筑物的全部荷载，都由基础下面的地层承担。受到基础荷载影响的那部分地层，称为地基。对于平面尺寸不大的基础，受到影响的地层深度，大约相当于几倍基础底面的宽度。

基础的作用是将建筑物的全部荷载传递给地基；地基的作用是承受建筑物基础传来的荷载。地基基础是保证建筑物安全和满足使用要求的关键之一。

建造基础的材料，可由设计人员选择，例如灰土、砖石砌体、混凝土和钢筋混凝土等。

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。岩石可分为岩浆岩、沉积岩和变质岩。土是岩石经风化等作用而形成的，其颗粒有的粗大，有的极细小。土可分为粘性土、粉土、砂土和碎石土等，作为建筑物地基的土和岩石，它的形成过程、物质成分和工程性质非常复杂。一旦拟建场地确定，人们对其地质条件便没有选择的余地。人们只能尽可能对它了解清楚，加以合理地利用或处理。

和上部结构相同，基础应有足够的强度、刚度和耐久性。基础的材料、类型、埋置深度、底面尺寸和截面，都需要进行选择 and 计算。

为了保证安全，地基必须满足以下两方面的要求：

(1) 地基必须稳定，且具有一定的承载力。在建筑物使用期间，不会发生开裂、滑动和塌陷等有害的现象；要求作用于地基的荷载不超过地基的承载能力，保证地基不发生整体强度破坏。

(2) 地基的变形(沉降和不均匀沉降)不超过建筑物的允许变形值，保证建筑物不因地

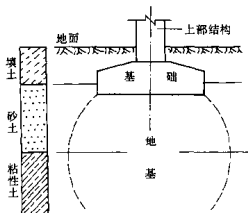


图 0-1 地基及基础示意

基变形而发生开裂、损坏或影响正常使用。

基础可分为二类。通常把埋置深度不大（小于或相当于基础底面宽度，一般可认为小于5m）的基础称为浅基础，例如柱下的单独基础、墙下的条形基础、箱形基础等。对于浅层土质不良，需要利用深处良好地层的承载能力，而采用专门的施工方法和机具建造的基础，称为深基础，例如桩基础、墩基础、沉井和地下连续墙等。

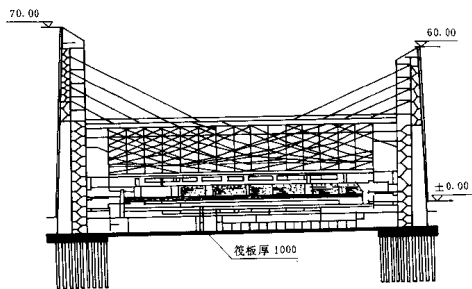
那些开挖基坑后可以直接修筑基础的地基，称为天然地基。那些不能满足要求而需事先进行人工处理的地基，称为人工地基。人工地基的处理方法有换土垫层、碾压夯（振）实、深层挤密或置换、振动水冲、排水固结和胶结加固等。

基础的设计和施工，不仅要考虑上部结构的具体情况和要求，也要注意地层的具体条件。基础和地基互相关联，基础的设计与施工必须考虑土层原有状态的变化以及可能产生的影响。

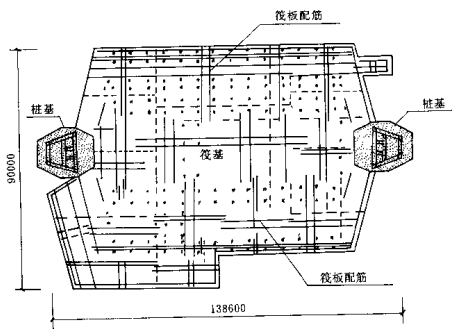
我国大规模的基本建设，解决了许多复杂的基础工程问题，取得了令人瞩目的成就。但在有的地区或单位也曾发生一些基础工程事故，引起了人们对基础工程的重视。

座落在北京市北郊的体育中心游泳馆，从设计到施工，都比较好地考虑和解决了上部结构、基础和地基三者的相互作用问题。该馆的屋盖为一箱形纵梁（背部）、斜拉索与两侧曲面球节点网架相结合的钢结构体系（图0-2a）。斜拉索将净跨度为115.8m的箱形纵梁悬挂于游泳馆两端的塔楼（塔筒）上。塔楼的高度分别为70m和60m。塔楼地基基础的设计，除了应满足承载力要求外，还应严格控制基础和塔楼的倾斜。在塔楼底部，除承受竖向荷载外，还作用着由斜拉力所引起的 $27.86 \times 10^4 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 力矩，当偏心荷载作用下的地基不均匀沉降满足不了要求时，塔楼基础的倾斜将使塔顶产生附加水平位移，并将产生其他不利的影响。因此，塔楼采用了预制桩基础，所用桩长为15.0m，桩端均进入承载力高、变形量小的卵石层。该塔楼桩基础中桩的间距和布置，均按各桩受力比较均匀的原则来确定，并以此法来减小桩基承台的倾斜。除塔楼部分外，该馆采用了天然地基上的大筏板基础，馆内两侧的框架柱和游泳池下方的支柱以及地下室设施均支承于筏板基础之上。设计筏板基础时，既考虑了地下水浮力的作用，又设置了地下室外部的排水措施，且避免了筏板基础与桩基础之间的不均匀沉降以及桩基础位移对筏板基础的不利影响。而在基础施工时，则通过设置后浇缝和止水带的方法来解决桩基承台与筏板基础的连结问题。建成后的体育中心游泳馆，实测的基础不均匀沉降和塔楼顶部水平位移均符合设计要求，使用效果良好。

10多年前修建的某县大旅店，其建筑面积为4190m²，采用七层钢筋混凝土框架结构和天然地基上柱下单独基础。设计前曾做过简易勘探，但对地基软弱土层情况不重视。做完基础后沉降15mm，以后下沉增加，上部结构出现不少裂缝。接着不均匀沉降愈来愈烈，建筑物中段沉降达417mm。这些情况仍未引起足够重视，加之上部结构设计中也有问题，因而在竣工前（1982年5月3日）顷刻倒塌，南面二层楼均陷入地下。死亡四人，重伤一人，损失60万元。事后经检查和分析，建筑物倒塌的根本原因是基础底面的实际平均压力，大大超过软弱地基的极限承载力。这些事例充分说明了地基基础问题的重要性。



(a)



(b)

图 0-2 北京北郊体育中心游泳馆结构

(a) 纵向剖面 (b) 基础平面

0.2 本课程的内容和特点

在讨论本课程的内容和特点之前,有必要简单介绍“岩土工程(学)”的涵义。

在现代土木工程的实践中,自成体系地形成了一门新学科——岩土工程。岩土工程是根据工程地质学、岩体力学和土力学的理论和方法来完成土木工程(包括建筑结构、水利、采矿、交通运输系统的固定结构以及环境保护与卫生等工程)中关于岩、土体的利用、整治或改造任务,并为建设工程项目的实现而工作的系统性科学技术。因此,从事岩土工程的技术人员来自各个专业。对于重大的岩土工程,需要由总工程师领导(或系统工程师协调)各专业工程师的工作。我国台湾省,称岩土工程为“大地工程”。

建筑地基基础学科是岩土工程学的组成部分。

工业与民用建筑专业所涉及的岩土工程问题,大量的与土体的利用和处理有关的基础基础设计与施工问题。而这些问题的解决是以土力学(在本书第1~4章中讨论)为理论基础,并以工程地质勘察(第5章等)为依据的。

地基岩、土体的成因、结构构造、物质成分取决于各种地质作用,因而具有不同的种类和复杂的性质,而且容易受到自然环境(温度、湿度和地下水等)变化的影响。不同地区的地层千变万化,同一地区的地层也常有重大的差别,几乎每一个场地都有不同之处。因此,对于拟建场地,必须从工程的角度出发,进行地质方面的调查研究和土质方面的试验,并作出工程评价。这些工作无疑是很重要的。但是,限于专业分工和教材篇幅等原因,我们只能介绍一些工程地质学的基本知识。

在许多情况下,地基由土层组成。基础所传递的荷载,引起土层原来应力状态的改变。因此必须研究土的应力、变形、强度和稳定性,这些都是土力学的基本问题。土力学是分析和解决地基基础问题的理论基础。

研究拟建场地的工程地质条件和土力学问题,都需要了解土的特点。

土中的固体矿物颗粒,形成土的骨架。颗粒之间的空间为孔隙。孔隙是连通的,其中存在液体(主要是水)和气体。因此,土是由固体颗粒、孔隙液体和气体所组成的多相(三种物态)物质。与其他材料相比,土具有如下特点:

- (1) 土的固体颗粒之间没有联接,或者联结强度甚弱(其联结强度比颗粒内部的强度小得多)。
- (2) 固体颗粒表面与土体中液体之间存在复杂的化学作用,并影响土的性质。
- (3) 砂土等粗粒土和粘土等细粒土的透水性差别甚大。
- (4) 在饱和土(土中孔隙全被液体充满)中,外荷载产生的应力分别由土粒骨架和孔隙水承担。
- (5) 土体受到荷载的作用而产生变形,其变形主要表现为颗粒之间的相对移动和重新排列。大多数土的变形量比其他材料大。
- (6) 饱和粘土的强度和变形与排水条件和时间因素有关。

由于存在这些特点,土的工程问题常较复杂。

建筑物基础埋于地下,且属于隐蔽工程。它的勘察、设计和施工的优劣,必将直接影响建筑物的安危。因此,对各类地基基础设计与施工问题的讨论,也是本课程不可缺少的