

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



基础工程

刘春原 李章珍 司马玉洲 主编
郑 刚 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

基础工程

Jichu Gongcheng

刘春原 李章珍 司马玉洲 (主编)

郑刚 (主审)



人民交通出版社

China Communications Press

内 容 提 要

本书主要介绍了土木工程中的各种主要类型基础工程的设计计算原理和方法,如天然地基浅基础及基础结构分析、筏形基础与箱形基础、桩基础、沉井与墩基础、地下连续墙和基坑开挖与支护工程的原理与方法。

本书内容覆盖面广,适于不同地区、不同类别、不同层次的土木工程专业及相近专业本科、专科的教学要求。本书除可作为土木工程专业的教材外,亦可作为报考土木工程等专业硕士研究生的必读书,同时可作为土木工程中的勘察、设计、施工技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

基础工程/刘春原,李章珍,司马玉洲主编. —北京:
人民交通出版社, 2006.8
ISBN 7-114-05911-6

I.基... II.①刘...②李...③司... III.地基-
基础(工程) IV.TU47

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 104670 号

书 名: 基础工程

著 译 者: 刘春原 李章珍 司马玉洲

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.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: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 13

字 数: 320 千

版 次: 2006 年 8 月第 1 版

印 次: 2006 年 8 月第 1 次印刷

印 数: 0001—3000 册

书 号: ISBN 7-114-05911-6

定 价: 24.00 元

(如有印刷、装订质量问题,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

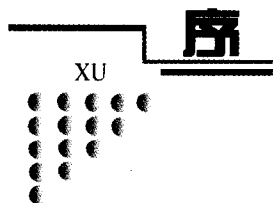
副主任委员: 张向东 李幅昌 魏连雨 赵 尘

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 and 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



“基础工程”是“土力学”的后继课程。本书是综合我国诸多院校土木工程专业的土力学与基础工程教学大纲的要求编写的。本书的编写主要遵循以下几方面原则。

(1) 强调基本概念、基本原理与基本方法。本书力图准确阐述基础工程学中的基本概念和基本原理,使学生在理解和掌握基本原理的基础上掌握各种基础设计计算的内容、步骤与方法。本书通过内容的取舍和顺序编排,突出强调了基础体系与地基承载力、沉降特性的内在联系。

(2) 适当反映我国有关规范编制建设的成果。本书根据新颁布的《建筑地基基础设计规范》及《混凝土结构设计规范》等设计规范编写。在涉及规范处,力图反映我国设计规范在基本原则和基本规定方面内容的变化及其与基础工程学概念与原理的相辅相成关系。对于一些在规范中未做具体规定的基础类型,也与新规范的技术思想与原则相结合来阐述其基本设计原理。

(3) 扩展土木工程专业学生的知识面。本书与以往的多数基础工程教材相比,在内容上增加了沉井与墩基础、地下连续墙、基坑开挖与支护工程等各种深基础工程内容,使学生能对整个基础工程体系有比较全面和综合的认识。

(4) 内容层次分明、适应多层次教学要求。本书不但扩展了传统土木类的基础工程教学内容,而且在章、节乃至小节的划分上,力求层次分明,使各部分内容既相互联系又相对独立,便于不同地区、不同类别、不同层次的土木工程专业及相近专业在教学内容上的取舍。

(5) 适当地吸收国内外基础工程比较成熟的新内容。本书充分考虑了基础工程学科的发展新方向和水平,努力反映新成果与观点,以使教学适应我国 21 世纪工程建设发展趋势。

本书内容可分为三大部分:第一部分(第一章)主要介绍了地基土的类型、地基土计算模型及其参数的确定;第二部分(第二至第五章)集中介绍了各种主要类型的基础工程的设计计算原理和方法,如天然地基浅基础及基础结构分析、筏形基础与箱形基础、桩基础、沉井与墩基础的基础工程等问题;第三部分(第六章)包括地下连续墙和基坑开挖与支护工程的原理与方法。

全书由刘春原统稿,由天津大学郑刚主审。本书各章编写人员如下:

绪 论 刘春原 河北工业大学土木工程系;

- 第一章 司马玉洲 南阳理工学院土木系;
第二章 蒋希燕 河北建筑工程学院土木系;
第三章 李章珍 河北建筑工程学院土木系;
第四章 熊辉霞 南阳理工学院土木系;
第五章 司马玉洲 南阳理工学院土木系;
第六章 崔宏环 河北建筑工程学院土木系。

本书可与前修课程的教材——由人民交通出版社出版的“普通高等院校土木工程类系列教材”之《土力学》配套使用,各校可根据实际的课时安排,对这两本书的内容在教学上进行统筹安排。

编 者

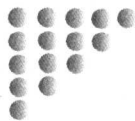
2006年7月

目录 MULU



绪论	1
第一章 地基模型及其参数	8
第一节 地基的类型	8
第二节 天然地基分类	8
第三节 特殊土地基分类	10
第四节 地基模型及其参数的确定	14
思考题	16
第二章 浅基础的地基验算	17
第一节 概述	17
第二节 地基基础设计的基本原则	17
第三节 基础埋置深度的确定	19
第四节 地基承载力的确定方法	25
第五节 地基承载力设计值的确定	26
第六节 基础底面积尺寸的确定	29
第七节 软弱下卧层验算	32
第八节 地基变形计算	34
第九节 地基稳定性验算	37
第十节 减少不均匀沉降的措施	38
思考题	44
习题	44
第三章 浅基础的结构设计	45
第一节 浅基础的类型	45
第二节 无筋扩展基础	50
第三节 扩展基础(柔性基础)	54
第四节 柱下条形基础	63
第五节 十字交叉基础	79
第六节 筏形基础	82
第七节 箱形基础	84
第八节 补偿性基础	86
第九节 上部结构、基础和地基的共同作用分析	88

思考题	89
习题	90
第四章 桩基础（深基础）	91
第一节 概述	91
第二节 桩的分类	92
第三节 竖向荷载下的桩基础	98
第四节 水平荷载下的桩基础	117
第五节 桩基的沉降计算	121
第六节 承台设计计算	125
第七节 桩身构造要求	131
思考题	134
习题	134
第五章 沉井基础	135
第一节 概述	135
第二节 沉井的分类	135
第三节 沉井的基本构造	137
第四节 沉井的设计与计算	138
第五节 沉井的施工步骤	150
第六节 沉井施工中常见问题及其处理	152
思考题	154
习题	154
第六章 基坑工程	155
第一节 概述	155
第二节 围护结构的类型及特点	157
第三节 作用在围护结构上的水土压力的计算	160
第四节 围护结构内力和位移的计算	162
第五节 重力式水泥土挡墙的设计计算	172
第六节 土钉墙设计	176
第七节 基坑排水及土方开挖	183
第八节 基坑监测与环境监护	191
思考题	194
习题	194
参考文献	195



一、地基及基础的概念

任何结构物都建造在一定的地层之上，建筑物的全部荷载都由它下面的地层来承担，受结构物影响的那一部分地层称为地基，建筑物与地基接触的部分称为基础，是建筑物向地基传递荷载的下部结构（图 0-1）。同理桥梁上部结构为桥跨结构，而下部结构包括桥墩、桥台及其基础（图 0-2）。

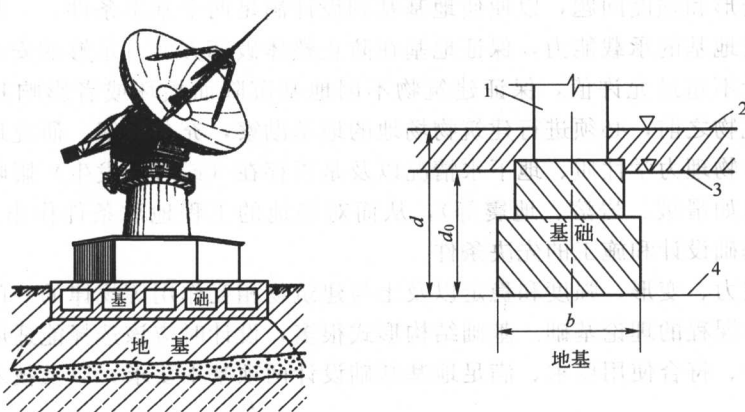


图 0-1 地基及基础示意图

1-上部结构；2-设计地面；3-天然地面；4-基础底面

基础工程包括地基与基础的设计与施工。

地基与基础受到各种荷载后，其本身将产生附加的应力和变形。为了保证建筑物的使用与安全，地基与基础必须具有足够的强度和稳定性，变形也应在允许范围之内。根据地层变化情况、上部结构的要求、荷载特点和施工技术水平，可采用不同类型的地基和基础。

地基可分为天然地基与人工地基。建筑物基础可直接放置的天然地层称为天然地基。如天然地层土质过于软弱或有不良的工程地质问题，需要经过人工加固或处理后才能修筑基础，这种地基称为人工地基（例如采用换土垫层、深层密实、排水固结、化学加固、加筋土技术等方法处理过的地基）。

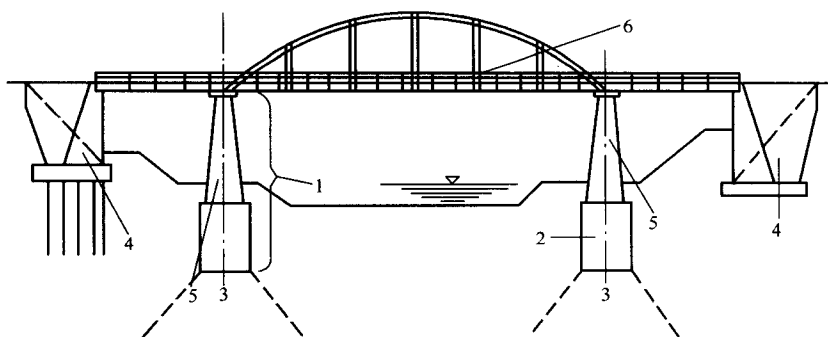


图 0-2 桥梁结构各部立面示意图

1-下部结构;2-基础;3-地基;4-桥台;5-桥墩;6-上部结构

基础根据埋置深度可分为浅基础和深基础。通常把埋置深度 d 小于 $3\sim 5\text{m}$ 或埋深与基础底面宽度之比 $d/b < 1.0$ 的, 只需经过挖槽、排水等普通施工程序就可以建造起来的基础统称为浅基础 (各种单独的和连续的基础)。一般建筑物及公路、桥梁常用天然地基上的浅基础。反之, 当浅层土质不良、设计和施工中有些问题需要将基础置于较深的良好土层上时, 就要借助于特殊的施工方法, 建造各种类型的深基础如桩基础、沉井和地下连续墙等。深基础常采用桩基础或沉井基础, 我国大多数的工业与民用建筑及公路桥梁现今最常用的深基础是桩基础。

建筑物的建造使地基中原有的应力状态发生变化, 这就必须运用力学方法来研究荷载作用下地基土的变形和强度问题, 以便使地基基础设计满足两个基本条件: 一是要求作用于地基的荷载不超过地基的承载能力, 保证地基在防止整体破坏方面有足够的安全储备; 二是控制基础的沉降量不超过允许值, 保证建筑物不因地基沉降而损坏或者影响其正常使用。因此, 在设计建筑物之前, 必须进行建筑物场地的地基勘察, 充分了解、研究地基土 (岩) 层的成因及构造、物理力学性质、地下水情况以及是否存在 (或可能发生) 影响场地稳定性的不良地质现象 (如滑坡、岩溶、地震等), 从而对场地的工程地质条件作出正确的评测价。这是做好地基基础设计和施工的先决条件。

研究土的应力、变形、强度和稳定以及土与建筑物相互作用等规律的一门力学分支称为土力学。它是本课程的理论基础。基础结构形式很多, 设计时应该选择能适应上部结构和场地工程地质条件、符合使用要求、满足地基基础设计两项基本要求, 以及技术上合理的基础结构方案。

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着建筑物的安危, 对整个建筑物的质量和正常使用起着根本的作用。工程实践表明, 地基基础如有缺陷, 较难发现, 事故一旦发生, 补救困难, 且这些缺陷往往直接影响整个建筑物的使用甚至安全。建筑物事故的发生, 很多与地基基础问题有关。另外基础工程的施工进度, 经常控制整个建筑物的施工进度。

因此, 地基及基础在建筑工程中的重要性是显而易见的。地基基础事故的发生虽然屡见不鲜, 然而只要严格遵循基本建设原则, 按照勘察—设计—施工的先后程序, 切实抓好这三个环节, 做到精心设计、精心施工, 那么, 地基基础事故一般是可以避免的。以下举两个可以借鉴的实例。

图 0-3 是建于 1941 年的加拿大特朗斯康谷仓 (Transcona Grain Elevator) 地基破坏情况。该谷仓由 65 个圆筒仓组成, 高 31m, 宽 23m, 其下为筏板基础, 由于事前不了解基础

下埋藏有厚达 16m 的软黏土层，建成后初次储存谷物，使基底平均压力（320kPa）超过了地基的极限承载力。结果谷仓西侧突然陷入土中 8.8m，东侧则抬高 1.5m，仓身倾斜 27°。这是地基发生整体滑动、建筑物丧失稳定性的典型例子。该谷仓的整体性很强，事故后筒仓完好无损。事后在下面做了 70 多个支承于基岩上的混凝土墩，使用 388 个 50t 千斤顶以及支撑系统，才把仓体逐渐纠正过来，但其位置比原来降低了 4m。

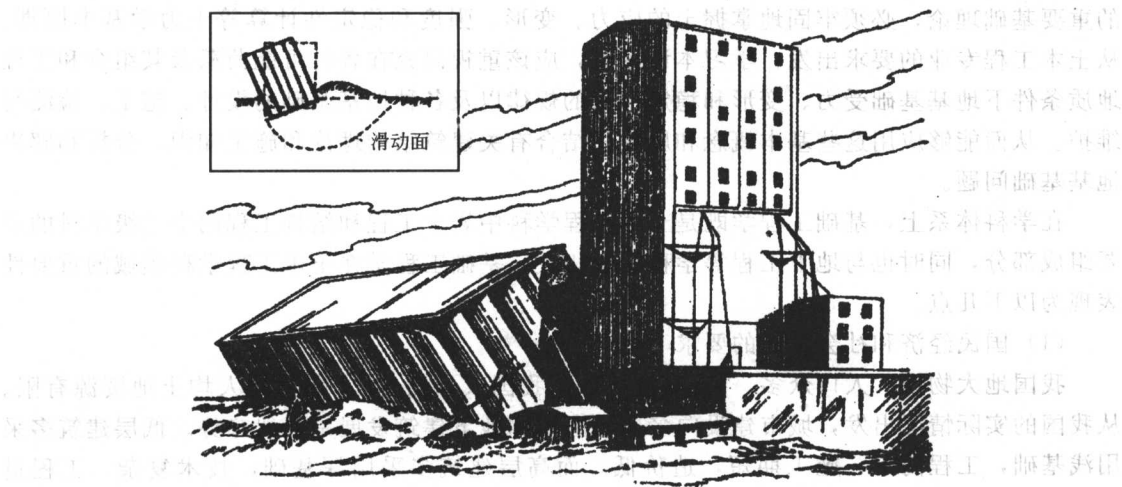


图 0-3 加拿大特朗斯康谷仓的地基事故

图 0-4 为某火车站服务楼，它建于淤泥层厚薄不匀的软土地基上，在上部混合结构的柱下和墙下分别设置了一般的扩展基础和毛石条形基础。设计时未从地基—基础—上部结构相互作用的整体概念出发进行综合考虑，以致结构布局不当。中间四层的隔墙多，采用钢筋混凝土楼面，其整体刚度和重量都较大。相反地，与之相连的两翼，内部空旷，其三层木楼面则通过钢筋混凝土梁支承于外墙和中柱上，因此，重量轻而刚度不足。由于建筑物各部分的荷载和刚度悬殊，建成后不久，便出现了显著的不均匀沉降。两翼墙基向中部倾斜，致使墙体、窗台、窗顶和钢筋混凝土梁面都出现相当严重的裂缝，影响使用和安全。处理时，起先曾将中部基础加宽，继之又一再加固，都未收到预期的效果；后来只得将两翼木楼面改成钢筋混凝土楼面，拆除严重开裂的墙体，更换部分钢筋混凝土梁，才算基本解决问题。

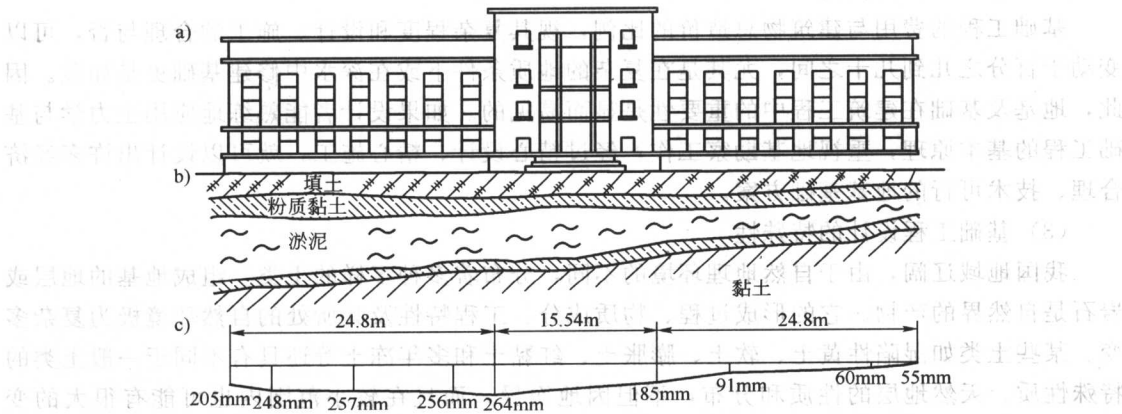


图 0-4 某火车站服务楼

a)立面图；b)地层剖面图；c)基础沉降分布

二、基础工程学的学科地位

本课程的内容涉及其他学科较多,如《工程地质》、《材料力学》、《结构力学》、《土力学》、《混凝土结构设计原理》和《桥梁工程》等几个学科领域,因要求有较广泛的先修课知识,内容广泛、综合性强,所以学习时应该突出重点,兼顾全面,尤其是土力学,为本课程的重要基础理论,必须牢固地掌握土的应力、变形、强度和稳定性计算等土力学基本原理。从土木工程专业的要求出发,学习本课程时,应该重视研究在各种可能荷载及其组合和工程地质条件下地基基础受力、变形和稳定性状的规律以及各种地基基础的设计、施工、检测与维护。从而能够应用这些基本概念和原理,结合有关建筑结构理论和施工知识,分析和解决地基基础问题。

在学科体系上,基础工程学既是土木工程学科中岩土工程和结构工程两个二级学科的重要组成部分,同时也与地下工程等学科紧密相关。基础工程学在土木工程学科领域的重要性表现为以下几点。

(1) 国民经济和社会发展的要求

我国地大物博、人口众多。到20世纪末,我国人口已达13亿,故人均土地资源有限。从我国的实际情况出发,城市建设向多层、高层和地下建筑发展是必然趋势。低层建筑多采用浅基础,工程简单,施工期短,造价低。而高层建筑多采用深基础,技术复杂,工程量大,工期长。因此,基础工程占工程总造价的比例明显上升,由过去的5%上升至30%~50%。在基础工程的造价不断提高的同时,基础的形式和施工方法也不断地创新,由过去的筏形基础、箱形基础,发展到筏板带桩、箱基带桩、沉井带桩以及大直径扩底桩、墩等深基础。在建筑平面设计上,改变了过去的“一”字形和“L”形等单调形式,出现了双曲面、三角形、十字形、马蹄形、扇形、S形、翼形等复杂的异形平面。这些都给基础的设计、施工带来一系列新课题。

为了解决城市交通的拥挤,许多城市都在规划修筑地下铁道或其他地下建筑物,以便充分利用地下空间,这也是基础工程学科的一个新领域。又如海洋钻井平台的深水基础,电讯、电视、电力的输送、播放和接收电讯、电视的高耸塔架等,对地基基础工程都有其特殊要求。

(2) 基础工程的费用

基础工程的费用与建筑物总造价的比例,视其复杂程度和设计、施工的合理与否,可以变动于百分之几到几十之间,尤其是在复杂的地质条件下或在深水中修建基础更是如此。因此,地基及基础在建筑工程中的重要性是显而易见的。如果设计者能熟练地应用土力学与基础工程的基本原理,重视地基勘察工作,经过精心设计、精心施工,就可以设计出许多经济合理、技术可行的地基基础方案。

(3) 基础工程设计的特殊性

我国地域辽阔,由于自然地理环境的不同,分布着多种多样的土类。组成地基的地层或岩石是自然界的产物。它的形成过程、物质成分、工程特性及其所处的自然环境极为复杂多变。某些土类如湿陷性黄土、软土、膨胀土、红黏土和多年冻土等还具有不同于一般土类的特殊性质。天然地层的性质和分布,不但因地而异,而且在较小范围内也可能有很大的变化。由于大量建设工程进入山区,还出现了许多山区常见的地基问题。地基基础问题的发生和解决带有明显的区域性特征。

许多建筑物修建在填土、沿海和滨河以及黄土、冻土、粉细砂和用工业废料回填的各类软弱地基上,使地基处理技术得到迅速发展。

因此在进行地基基础设计之前,必须取得有关土层分布以及土的物理力学性质指标等充分而可靠的资料,只有在了解地基勘察、原位测试技术以及室内土工试验技术基础之上,才能对勘察和测试所取得的有关土层分布以及土的物理力学性质指标有充分的把握。

由于地基土的复杂多变,不像上部结构那样,有许多标准图可供选用,基础工程设计一般没有标准图可供选用。因此,具有全面掌握和正确应用基础工程学的基本原理、方法和技术,以解决基础工程中的复杂多变的实际问题的能力,是对土木工程设计、施工和管理者的一项基本而又重要要求。

三、基础工程的发展方向

《地基及基础》既是一项古老的工程技术,又是一门年青的应用科学。近几十年来,由于土木工程建设需要,特别是电子计算机和计算技术的引入,使《基础工程》无论在设计理论上还是在施工技术上,都得到了迅速发展,出现了如补偿式基础、桩—筏基础、桩—箱基础、巨型钢筋混凝土浮运沉井等基础形式。与此同时,在地基处理技术方面,如强夯法、砂井预压法、真空预压法、振冲法、旋喷法、深层搅拌法、树根桩法、压力注浆法等都是近几十年来创造和完善的方法。另外,由于深基坑开挖支护工程的需要,还出现了盾构、顶管、地下连续墙、深层搅拌水泥土挡墙、锚杆支护及加筋土等支护结构形式。《基础工程》今后发展的重要方向是:

(1) 基础性状的理论研究不断深入

建筑物的地基、基础和上部结构三个部分,虽然各自功能不同、研究方法相异,然而,对一个建筑物来说,在荷载作用下,这三个方面却是彼此联系、相互制约的整体。目前,由于计算机的应用日趋广泛,许多计算方法如有限元法、边界无法、特征线法等都在基础工程性状的的分析中得到应用;土工离心机模型试验,已成为验证计算方法和解决包括基础工程在内的土工问题的有力手段。土的本构模型也是基础工程分析中的一个重要组成部分。研究应用最优化方法来设计基础,求得在技术上先进可靠、经济上合理、施工方便的设计方案。

(2) 现场原位测试技术和基础工程质量检测技术的发展

为了改善取样试验质量或者进行现场施工监测,原位测试技术和方法有很大发展。如旁压试验、动静触探、测斜仪、压力传感器和孔隙水压力测试仪等测试仪器和手段已被广泛应用。测试数据采集和资料整理自动化、试验设备和试验方法的标准化以及广泛采用新技术已成为发展方向。

(3) 高层建筑深基础继续受到重视

随着高层建筑物修建数量的增多,各类高层建筑深基础大量修建,尤其是大直径桩墩基础、筏板带桩、箱基带桩等基础类型更受重视。通过测试和理论分析,逐步提出考虑地基—基础—上部结构共同工作的设计计算关系。

由于深基坑开挖支护工程的需要,如地下连续墙、挡土灌注桩、深层搅拌挡土结构、锚杆支护、钢板桩、铅丝网水泥护坡和沉井等地下支护结构的设计、施工方法都引起人们极大兴趣。

(4) 地基处理技术的发展

在我国各地区的经济建设中,有许多建筑物不得不建造在比较松软的不良地基上。这类

地基如不加特殊处理就很难满足上部建筑物对控制变形、保证稳定和抗震的要求。因此,各种不同类型的地基处理新技术因需要而产生和发展,成为岩土工程中的一个重要专题。

地基处理的目的在于改善地基土的工程性质,例如提高土的强度,改善受压模量或提高抗液化性能等。地基处理的方法很多,每种方法都有其不同的加固原理和适用条件,在实际工程中必须根据地基土的特点选用最适宜的方法。今后随着建筑物的层高和荷载不断增大,软弱地基的概念和范围也有新的变化,各种新的处理方法会不断出现,地基处理技术必然会进一步发展。

(5) 既有房屋增层和基础加固与托换

对于房屋的需求量在今后较长时期内都会很大,目前国家资金困难,基本建设投资不会很多,为了满足当前的急需,对现有房屋的改建增层工程会日趋增多,为此必须对已有建筑物的地基进行正确的评价,提出合理的承载力值,重视地基加固与托换技术的探讨与应用。

四、《基础工程》学习方法

根据本课程的特点,牢固掌握各种基础的基本类型和特点、基础设计计算的基本原则和基本原理,从而能够应用这些基本概念和原理,结合有关的力学和结构理论以及施工知识,分析和解决地基基础问题。学习时需要重视以下几个方面:

(1) 重视工程地质勘察及现场原位测试方法

土力学计算和基础设计中所需的各种参数,必须通过土的现场勘察和室内土工试验测定。要学会阅读和使用工程地质勘察资料,并重视原位测试技术。静力触探、动力触探、测斜仪、压力传感器和孔隙水压力测定仪等原位测试方法,能直观地提供各种可贵的实测资料,已越来越普遍地被用作设计、研究和施工的辅助手段。

(2) 重视地区性工程经验

《基础工程》是一门实践性很强的学科,又由于土及土与结构物相互作用的复杂性,目前在解决地基基础问题时,还带有一定程度的经验性,因此,就有大量的经验公式。《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)就是理论和经验的总结。

基础工程除了全国性地基基础设计规范外,还有不少地区性的规范与规程。世界各国的规范,更是各不相同。学习时,必须仔细地分析各种公式的基本假定及其适用条件,并结合当地的实践经验加以应用,力戒千篇一律地不分地区而机械地套用地质资料和地基基础设计方案。

(3) 考虑地基、基础和上部结构的共同工作

地基、基础和上部结构是一个统一的整体,它们相互依存,相互影响,设计时应该考虑三者的共同工作。特别是在软土地基上的建筑物,考虑共同工作的整体分析表明,结构的应力、基础的内力甚至群体中各单体的荷载分担作用,均与单一分析有很大的区别。“共同工作”分析结果接近实测的结果。目前“共同工作”分析还没有在设计部门中普及,但它将是设计理论的发展方向。

(4) 施工质量的重要性

基础工程是隐蔽工程,正由于它深埋于地下,往往被人们所忽视。但是,如果施工马虎,甚至偷工减料,必会酿成大祸。必须强调,基础工程的施工质量与上部结构一样,应受到足够的重视、研究和探索,并取得不断进展。

但是, 由于基础工程是地下隐蔽工程, 再加上工程地质条件又极其复杂且差异巨大, 因此, 使得基础工程这一领域变得十分复杂, 虽然目前基础工程设计理论和施工技术比几十年前有突飞猛进的发展, 但仍有许多问题值得研究和探讨。

五、课程内容及学习要求

本课程面向土木工程专业的大学生, 系统地介绍工业建筑、民用建筑、桥梁、道路及其他人工构造物地基与基础的有关设计基本理论、计算方法和施工要点, 具有多方面的内容, 因而要求有较广泛的先修课知识。如《材料力学》、《土力学》、《土质学》等, 特别是《土力学》, 是本课程的重要理论基础, 必须先行学习并予以很好地掌握。

《基础工程》是土木工程专业的一门重要的专业课。本课程主要系统地介绍基础工程的设计原理和方法, 其内容包括地基模型的选择与参数确定、浅基础的地基承载力计算和地基变形验算、基础的底面尺寸确定、浅基础的结构设计与计算、桩基础的设计与计算、沉井基础的设计与计算、基坑围护的设计与计算以及各种特殊土地基的判别等。

《基础工程》是一门实践性很强的学科, 在学习本课程时, 还必须紧密联系和结合工程实践, 有条件的安排一个基础工程课程设计。与此同时, 由于各地自然地质条件的巨大差异, 基础工程技术的地区性比较强, 因此, 在使用本教材时, 可根据实际情况, 有重点地选择适合教学需要的内容。

近几年来, 全国各地高校的专业调整工作正在逐步进行, 有许多专业, 如工民建、桥梁、道路、地下建筑、岩土工程等专业, 均先后合并为统一的土木工程专业。这要求学生必须有更宽的知识面, 毕业后更能适应土木工程中各个行业技术工作的需要, 从而避免了以往专业设置面过窄的弊端。本书正是在此背景下而编写的, 在编写过程中, 尽量考虑土木工程中各个行业技术工作的共同需要, 选择最基本和最必需的内容, 以适应和满足合并后的土木工程专业的教学要求。

第一章 地基模型及其参数

DIYIZHANG



第一节 地基的类型

任何建筑物都建造在一定的地层（土层或岩层）上，通常把直接承受建筑物荷载影响范围内的地层称为地基。

未加处理就可满足设计要求的地基称为天然地基；当建筑物荷载在基础底部产生的基底压力大于天然地层的承载能力或基础底部的沉降变形超过建筑物正常使用的允许值时，天然地层必须通过置换、夯实、挤密、排水、胶结、加筋和化学处理等方法对其进行处理与加固，使其性能得以改善，满足承载能力或沉降的要求，此时的地基称为人工地基。在软土地基中设置由砂、碎石、石灰土、水泥土、混凝土等构成加固桩柱体（亦称增强体），与桩间土一起共同承受外荷载，这类由两种不同强度的介质组成的人工地基，称为复合地基。

复合地基中的桩柱体与桩基础的桩不相同。前者是人工地基的组成部分，起加固地基的作用，桩柱体与土协调变形，共同受力，两者是彼此不可分割的整体。后者将结构荷载传递给深部地基土层，桩与承台共同组成桩基础。

人工地基一般是在基础工程施工以前，根据地基土的类别、加固深度、上部结构要求、周围环境条件、材料来源、施工工期、施工技术及设备条件进行地基处理方案选择、设计，力求达到方法先进、经济合理的目的。

第二节 天然地基分类

一、土质地基

土质地基一般是指成层岩石以外的各类土。在漫长的地质年代中，岩石经历风化、剥蚀、搬运、沉积生成土。按地质年代划分土为“第四纪沉积物”，根据成因的类型分为残积物、坡积物和洪积物，平原河谷冲积物（河床、河漫滩、阶地），山区河谷冲积物较前者沉积物质粗（大多为砂料所充填的卵石、圆砾）等。

在不同行业的规范中对土的名称和具体划分的标准略有不同。按《建筑地基基础设计规