

百校土木工程专业通用教材

土力学

TU LI XUE

同济大学出版社

主 编 刘增荣
副主编 刘春原
梁 波

百校土木工程专业通用教材

土 力 学

主 编 刘增荣

副主编 刘春原 梁 波

同济大学出版社

内 容 提 要

本书系统地阐述了土的物理性质、土的渗透性与渗流、土中应力、土的压缩性和地基沉降量计算、土的抗剪强度、地基承载力、土压力及工程分类、土坡稳定分析等土力学基本理论。各章均附有思考题与习题。

本书可作为高等院校土木工程专业的教材,也可供相关的专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

土力学/刘增荣主编. —上海:同济大学出版社,
2005.9

百校土木工程专业通用教材

ISBN 7-5608-3089-7

I. 土… II. 刘… III. 土力学—高等学校—教材
IV. TU43

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 069907 号

百校土木工程专业通用教材

土力学

主编 刘增荣 副主编 刘春原 梁 波

责任编辑 解明芳 责任校对 杨江淮 封面设计 李志云

出 版 行 同济大学出版社

(上海四平路 1239 号 邮编 200092 电话 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂印刷

·开 本 787mm × 960mm 1/16

印 张 18.75

字 数 375 000

印 数 1—5 100

版 次 2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 7-5608-3089-7/TU · 621

定 价 26.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换

“百校土木工程专业通用教材”编写委员会

主任 陈以一 (同济大学)

委员 (排名不分主次)

刘春原 (河北工业大学)

许成祥 (长江大学)

赵顺波 (华北水利水电学院)

朱彦鹏 (兰州理工大学)

麻建锁 (河北建筑工程学院)

周新刚 (烟台大学)

覃 辉 (五邑大学)

许 强 (成都理工大学)

梁兴文 (西安建筑科技大学)

方 云 (中国地质大学·武汉)

陈忠汉 (苏州科技学院)

王全凤 (华侨大学)

李章政 (四川大学)

李传才 (武汉大学)

虞庐松 (兰州交通大学)

范 进 (南京理工大学)

郑荣跃 (宁波大学)

赵 林 (河南科技大学)

王广月 (山东大学)

杜守军 (河北农业大学)

白晓红 (太原理工大学)

肖 琦 (东北电力学院)

徐汉涛 (南通工学院)

严 兵 (江西科技师范学院)

高洪波 (信阳师范学院)

策划 周克荣 (同济大学)

前 言

本书是依据高等学校土木工程专业指导委员会于 2002 年 11 月编制的《高等学校土木工程专业本科教育培养目标和培养方案及课程教学大纲》编写而成的。

本书各章编写人员如下：

第一章、第三章由刘增荣(西安建筑科技大学)编写,第二章由白晓红(太原理工大学)编写,第四章由梁波(重庆交通学院)编写,第五章由刘春原(河北工业大学)编写,第六章由章杨松(南京理工大学)编写,第七章由赵其华(成都理工大学)编写,第八章由董清华(五邑大学)编写,第九章由朱海珍(兰州理工大学)编写。

本书由刘增荣主编,刘增荣起草编写大纲并统稿。

限于编者的水平,如书中有不当之处,恳请读者指正。

编 者
2004 年 11 月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 学习土力学的重要性及学科特点	(1)
1.2 土力学的发展概况	(1)
1.3 土力学课程的内容、要求和学习方法	(3)
2 土的物理性质及工程分类	(5)
2.1 概述	(5)
2.2 土的成因和组成	(5)
2.2.1 土的形成	(5)
2.2.2 土的组成	(8)
2.2.3 土的结构和构造	(18)
2.3 土的物理性质指标	(22)
2.3.1 土的三相组成示意图	(22)
2.3.2 三相比例关系的试验指标	(23)
2.3.3 三相比例关系的换算指标	(24)
2.3.4 三相指标的换算	(25)
2.4 无粘性土的物理特性	(28)
2.4.1 无粘性土的密实度	(28)
2.4.2 无粘性土密实度的测定与鉴别方法	(28)
2.5 粘性土的物理特性	(30)
2.5.1 粘性土的界限含水量及测定	(30)
2.5.2 粘性土的塑性指数和液性指数	(33)
2.5.3 粘性土的灵敏度和触变性	(34)
2.5.4 粘性土的活动度	(35)
2.6 土的压实性	(36)
2.6.1 细粒土的压实性	(36)
2.6.2 粗粒土的压实性	(39)
2.7 土的工程分类	(40)
2.7.1 土的分类原则	(40)
2.7.2 建筑地基土的分类	(40)
2.7.3 公路路基土的分类	(44)

2.7.4 细粒土按塑性图分类·····	(47)
思考题与习题·····	(48)
3 土的渗透性与渗流·····	(50)
3.1 概述·····	(50)
3.2 土的渗透性与达西定律·····	(50)
3.2.1 渗流中的水力坡降·····	(50)
3.2.2 达西定律·····	(53)
3.3 渗透系数及测定方法·····	(55)
3.3.1 渗透系数的室内及现场测定方法·····	(55)
3.3.2 影响土的渗透性的因素·····	(60)
3.3.3 成层土的等效渗透系数·····	(61)
3.4 二维渗流、流网及其工程应用·····	(63)
3.4.1 二维稳定渗流场中的拉普拉斯方程·····	(64)
3.4.2 流网的特征及绘制·····	(66)
3.4.3 流网的应用·····	(66)
3.4.4 非均质地层中的流网·····	(70)
3.4.5 各向异性土中的流网·····	(71)
3.5 渗透力和渗透破坏·····	(72)
3.5.1 渗透力的概念·····	(72)
3.5.2 临界水力坡降·····	(75)
3.5.3 渗透变形的类型、判别及防治·····	(77)
思考题与习题·····	(81)
4 土中应力·····	(84)
4.1 概述·····	(84)
4.1.1 土力学中应力符号的规定·····	(84)
4.1.2 土中一点的应力状态·····	(85)
4.1.3 计算理论的假定·····	(86)
4.2 地基中的自重应力·····	(86)
4.2.1 竖直向自重应力·····	(87)
4.2.2 水平向自重应力·····	(88)
4.3 地基中的附加应力·····	(89)
4.3.1 基底压力(接触应力)·····	(89)
4.3.2 基底附加压力·····	(93)
4.3.3 地基附加应力·····	(94)

4.4 有效应力原理	(120)
4.4.1 总应力、孔隙水压力 and 有效应力	(120)
4.4.2 有效应力原理要点	(121)
4.4.3 静水或有渗流情况下的孔隙水压力 and 有效应力的计算	(123)
4.4.4 孔隙压力系数(荷载引起的孔隙压力)	(127)
思考题与习题	(132)
5 土的压缩性和地基沉降量计算	(134)
5.1 概述	(134)
5.2 土的压缩特性	(135)
5.2.1 基本概念	(135)
5.2.2 压缩试验和压缩性指标	(136)
5.2.3 现场荷载试验和变形模量	(142)
5.3 地基沉降量的计算	(146)
5.3.1 基本概念	(146)
5.3.2 初始沉降计算	(148)
5.3.3 固结沉降计算	(151)
5.3.4 次固结沉降计算	(160)
5.3.5 无粘性土地基的沉降量计算	(161)
5.4 饱和土体的渗流固结理论	(162)
5.4.1 饱和土的固结	(162)
5.4.2 太沙基一维固结理论	(164)
5.4.3 固结度的计算	(167)
5.5 地基沉降与时间的关系	(172)
5.5.1 理论计算法	(172)
5.5.2 地基沉降与时间关系的经验估算法	(174)
思考题与习题	(176)
6 土的抗剪强度	(178)
6.1 概述	(178)
6.1.1 土的抗剪强度的意义	(178)
6.1.2 土的抗剪强度的应用	(178)
6.2 土的抗剪强度理论和极限平衡条件	(179)
6.2.1 土的应力-应变关系特征	(179)
6.2.2 土的破坏理论	(180)
6.2.3 土的极限平衡条件	(181)

6.3	土的剪切试验	(188)
6.3.1	三轴剪切试验	(188)
6.3.2	直接剪切试验	(191)
6.3.3	无侧限抗压强度试验	(194)
6.3.4	十字板剪切试验	(196)
6.4	不同排水条件下抗剪强度指标及测定方法	(198)
6.4.1	土在排水和不排水条件下的应力-应变关系与体积变化	(198)
6.4.2	土在不固结、不排水条件下的抗剪强度及其指标测定	(200)
6.4.3	土在固结不排水条件下的抗剪强度及其指标测定	(202)
6.4.4	土在固结排水条件下的抗剪强度及其指标测定	(206)
6.4.5	抗剪强度指标的选择	(207)
6.4.6	密度对抗剪强度的影响(影响抗剪强度的因素)	(208)
	思考题与习题	(210)
7	地基承载力	(212)
7.1	概述	(212)
7.2	地基破坏模式	(212)
7.2.1	垂直荷载作用下地基破坏的三种模式及其判别	(212)
7.2.2	倾斜荷载作用下地基的破坏模式	(215)
7.3	地基极限承载力的计算理论	(215)
7.3.1	地基中塑性区的发展深度与临塑荷载	(215)
7.3.2	普朗德尔极限承载力理论	(219)
7.3.3	太沙基极限承载力理论	(222)
7.3.4	汉森极限承载力理论	(225)
7.4	地基承载力的确定	(229)
7.4.1	按理论公式确定	(229)
7.4.2	按地基荷载试验和其他原位测试确定	(231)
	思考题与习题	(235)
8	土压力	(237)
8.1	概述	(237)
8.2	静止土压力	(238)
8.3	朗肯土压力理论	(239)
8.3.1	基本概念	(239)
8.3.2	主动土压力	(240)
8.3.3	被动土压力	(242)

8.3.4	填土表面倾斜时土压力计算的应力圆法	(244)
8.4	库仑土压力理论	(246)
8.4.1	无粘性土的土压力	(246)
8.4.2	库尔曼图解法	(252)
8.4.3	朗肯理论与库仑理论的比较	(254)
8.5	几种常见情况下的土压力计算	(255)
8.5.1	填土面有均布荷载	(255)
8.5.2	成层土的土压力	(257)
8.5.3	墙后填土有地下水	(258)
8.5.4	墙背形状不规则对土压力的影响	(259)
8.5.5	地震时的土压力计算	(260)
	思考题与习题	(262)
9	土坡稳定分析	(264)
9.1	概述	(264)
9.2	无粘性土土坡稳定分析	(265)
9.2.1	无渗流作用时的无粘性土土坡	(265)
9.2.2	有渗流作用时的无粘性土土坡	(266)
9.3	粘性土土坡稳定分析	(268)
9.3.1	整体圆弧滑动法	(268)
9.3.2	瑞典条分法	(269)
9.3.3	确定临界圆的圆心位置	(270)
9.3.4	毕肖甫法(A. N. Bishop)	(272)
9.3.5	简布法(N. Janbu)	(273)
9.3.6	有限元法	(278)
9.3.7	施工期、稳定渗流期及地震期对土坡稳定的影响	(279)
	思考题与习题	(285)
	参考文献	(287)

1 绪 论

1.1 学习土力学的重要性及学科特点

土木工程师一般在他的工作中与土有许多重要的际遇。例如,需用土做地基以支持建筑物、桥梁、道路、沟渠和堤坝;需用土作为路堤、土坝等土工构筑物的建筑材料;需设计一些支撑围护结构以维护运河、基坑等露天开挖空间和地铁、地下厂房、地下洞室、地下停车场、地下飞机库等地下空间周围土的稳定。另外,在振动、爆破、地震、冰冻层、区域地层沉降等特殊问题中同样会涉及到土。当土木工程师与土打交道时,需要针对土的特性和工程特点研究土的应力、变形、强度和稳定,方能解决好他所面对的土木工程问题。而土力学正是从土的特点出发,阐述土的应力、变形、强度和稳定及相关工程问题的基本概念、基本理论、基本方法的一门学科。因此,学习土力学,是一名致力于土木工程事业的工程师的基本要求之一。

土是岩石风化产物,经各种地质作用搬运、沉积而成的一种碎散矿物集合体。土体中存在许多大小不一的孔隙。土粒之间的孔隙为水和气体所填充,因此,土是一种由固态、液态和气态物质组成的三相体系。与各种连续体(弹性体、塑性体、流体等)相比较,天然土体具有一系列复杂的物理力学性质,而且容易受环境条件(温度、湿度、地下水等)变动的影响。土的这些特征,使得“材料力学”、“塑性力学”、“流体力学”无法描述土体在受力后所表现的性状及由此引起的工程问题。而土力学正是针对土的这些基本特征,利用上述力学的基本知识所建立的一门学科。它是土木工程中一门重要的独立学科,是根据土的碎散体特性(压缩性、渗透性、粒间接触强度特性),对土的应力、变形、强度和稳定及相关工程问题进行研究的一门应用型学科。

1.2 土力学的发展概况

土力学是随着人类土工实践活动的发展而兴起、且不断得到发展和完善的一门学科。

早在远古时期,由于生产的发展和生存的需要,人类就利用土作为建筑地基和建筑材料,开始了一定规模的土工实践。如我国公元前3世纪修建的位于四川灌县附近岷江上的都江堰,公元前5世纪到公元前4世纪修建的万里长城,公元605年修建的贯穿南北的京杭大运河和公元605~610年间修建的赵州石拱桥;以及外国古代所修建的埃及金字塔(公元前30世纪)、横跨东南亚幼发拉底河两岸的西亚古都——巴比伦城(公元前7世纪)、修建于山岗之上的古希腊建筑——雅典卫城(公元前5世

纪)、比萨斜塔(公元 1174 年)等不少具有历史性的巨型建筑物,就是人类古代土工实践活动杰出成果的写照。这些成果反映出人类在当时的土工实践活动中已经积累了丰富的土力学知识,但由于当时生产力发展水平的限制,直到 18 世纪中叶,人类对土在工程建设方面的物理力学特性,尚停留在感性认识阶段。

18 世纪欧洲工业革命的兴起,推动着资本主义工业化的迅速发展,同时也带动了水利、道路和建筑的快速发展,直至 19 世纪中叶,桥梁、铁路、公路已构成大规模发展态势。这时,提出了大量与土力学有关的问题并有不少的成功经验,特别是一些工程事故的教训引起了学术界的重视,迫使人们寻求理论上的解释,出现了人们探讨土的物理力学特性中的某些侧面,并建立至今仍然沿用的若干理论的阶段。如 1773 年,法国的 C. A. 库伦(C. A. Coulomb)根据试验建立了著名的砂土抗剪强度公式,提出了计算挡土墙土压力的滑楔理论。1856 年,法国工程师 H. 达西(H. Darcy)研究了砂土的透水性,创立了堪称土力学奠基石之一的达西定律。1869 年,英国的 W. J. M. 郎肯(W. J. M. Rankine)又从不同途径提出了挡土墙理论,为后来土体强度理论的发展起到了很大的作用。1885 年, J. 布辛奈斯克(J. Boussinesq)求得了弹性半空间在竖向集中力作用下的应力和变形的理论解答;1920 年,法国的 L. 普朗德(L. Prandtl)发表了地基滑动面的公式;1922 年,瑞典的 W. 费兰纽斯(W. Fellenius)提出了土坡稳定分析法。这些理论不仅经受了实践的检验,有效地指导了当时的许多工程实践,并且逐渐积累和完善,不断孕育着一门新的学科。

1883 年 10 月 2 日出生于捷克斯洛伐克的布拉格的 K. 太沙基(Karl. Terzaghi),在其多年致力于土工问题理论探讨的基础上,归纳发展了以往的研究成果,于 1925 年出版了著名的《土力学》(Erdbaumechanik)一书。这本比较系统、完整的科学著作的出现,带动了各国学者对土力学在各个方面的探索。从此,土力学作为土木工程中一门重要的独立学科而取得不断的进展。K. 太沙基不仅开创了土力学,而且毕生致力于土力学的研究和发展,在他 80 岁寿终的前两天还在伏案写作。他撰写的著作包含许多专题,特别是在固结理论、基础设计和施工、围堰分析和滑坡机理等方面。他一生中四次获得美国土木工程师协会(ASCE)颁发的 Norman 荣誉奖章,九次获得 8 个不同国家的荣誉博士学位,多年担任国际土力学与基础工程学会的理事长,他在全世界被尊称为“土力学之父”。在论及土力学时,人们永远也不会忘记 K. 太沙基为土力学的创立和发展所作出的卓越贡献。

《土力学》问世后不久,1936 年在美国召开了第一届国际土力学与基础工程学术会议。从那时起至 2004 年,共计召开过 15 次国际土力学与基础工程学术会议。几十年来,土力学有了突飞猛进的发展,在城乡建设、铁路、公路、水利、电力、港口、机场、采矿等各类工程建设中起到了重要的作用。到目前为止,如果从土力学作为一门技术学科来看,土力学已经有能力应付大部分复杂的建筑环境。土力学的领域得到了空前的开拓,从了解土、利用土直到走向主动地对土进行改造;从被动的土体稳定性可估走向主动的可控。在土力学的研究和发展过程中,在土的本构关系研究方面,

已经可以将变形和强度问题统一起来加以考虑,结束了长期以来以线弹性多孔介质模型研究变形问题,以刚、塑性模型研究强度问题的人为割裂局面。目前用于土力学分析的非线性应力、应变关系已多达数十种。科学家们在把某些计算模型应用于实际问题的分析过程中,将本构关系数学模型的计算结果与模型试验或实际工程的观测结果进行分析、比较,对计算模型的可靠性和适用条件进行研究,并对其进行修正,从而提高了分析结果的可靠性和计算精度;在土力学所研究的材料方面,目前,不仅涉及到粘性土和无粘性土等各种土类,而且也涉及到黄土、红土、膨胀土、冻土、分散土等各种具有特殊性质的区域性土;甚至于超越了一般地质土的范围,伸向尾矿料、粉煤灰、海洋土、加筋土、污染土、星际土、改性土以及土工合成材料,使土力学的作用延伸到更广泛的材料空间;在试验与测试技术方面,原状样取土技术、土工室内测试技术、模型试验技术、土工离心模型试验技术以及原型观测技术等,现已发展到较高的水平,目前已提出了在高围压、粗粒径、大深度、大范围、长时间以及复杂应力与动静荷载条件下进行室内外土工试验颇为有效的设备和方法。另外,值得一提的是,目前科学家们在土力学的研究中已不再把土作为一个简单的宏观体,而是把它作为一个具有复杂力学、化学特性的结合体,将土质结构的微细观研究与土的宏观力学特性研究结合起来,从研究土结构在荷载作用下发生变化的角度,揭示土在宏观力学特性方面的滑动、破损、压密等内在原因。总之,土力学作为一门独立的学科出现到今天,由于社会生产力的发展和技术水平的提高,尤其是现代科技成就——电子技术的涉入,及人类土工实践活动范围的扩大与能力的增强,土力学不论在深度上还是在广度上都得到了空前的发展,形成了渐趋明确的理论土力学、实验土力学、应用土力学和计算土力学等四大体系,这四大体系相互联系、相互促进、相互补充,将推动土力学有更大的发展。

1.3 土力学课程的内容、要求和学习方法

土力学是一门专业基础课程,它所包含的知识既是土木工程专业学生必须掌握的专业知识,又是其他专业课程学习所必须的基础知识。学生在学习了材料力学、弹性理论初步、工程地质学等课程后就可学习土力学这门课程。

通过本课程的学习,要求学生了解土的成因和分类方法,熟悉土的基本物理力学性质,掌握土的渗透性、应力、地基沉降、地基承载力、土压力计算方法和土坡稳定分析方法,并且掌握一般的土工试验方法,为能够应用土力学的基本原理和方法,解决实际工程中的变形、强度和渗流等问题打下良好的基础。

在学习土力学这门课程时,应注意以下几点:

(1) 注意掌握土区别于其他材料的特性(如土的碎散性、三相组成性、易受环境条件变动的影响性等),这往往是理解土力学理论和方法的入门钥匙。

(2) 注意了解各种计算理论和方法的基本假设与条件以及它们可能引起的误差

范围,这是正确使用土力学理论和方法的重要保障之一,也是学生从连续体力学到土这种碎散体力学转变过程中必须注意跨越的一道门槛。

(3) 室内实验和现场测试是探索和建立土力学理论的重要手段;另外,由于土介质的非均匀性和易受环境条件变动的影响性,设计中使用的力学指标常常是可变的并具有较强的分散性,在具体应用土力学原理解决实际问题时,常须借助于现场试验与观测来进一步确定这些力学指标。因此,同学们应足够重视室内实验和现场测试原理和方法的学习。

(4) 由于土的特性和工程问题的复杂性,土力学理论的提出往往经过抽象、简化、建模、求解这样一个过程。因此,在学习、理解和掌握土力学理论时,应注意学习科学家们就复杂的土工问题,如何抓住主要问题方面,进行抽象、简化、建模、求解的思路和方法,从而在学习土力学的基本概念和基本理论的同时,学到分析问题和解决问题的方法。

(5) 工程的判断能力是一名土木工程师解决实际工程问题的重要必备素质之一。学生在学校接触实际工程不多,缺乏实践经验,但在做习题时,由于习题一般源于实际的工程问题,因此,在解题的过程中应注意工程分析与判断能力的锻炼与提高。

2 土的物理性质及工程分类

学习要点

(1) 地壳表面的土体是建(构)筑物地基的主要组成部分,为了充分了解土的工程性质,有必要对土的成因、成分或组成、特征或性质以及分类作全面系统的了解。

(2) 土木工程专业经常会遇到土体的利用和处理问题,因此,熟练掌握土的三相组成比例和状态的各项指标定义、试验和计算方法是本章学习的重点。无粘性土和粘性土的物理特性、土的压实性、土的工程分类是鉴别地基优劣和合理利用土体的主要依据,也是选择基础方案和类型的主要依据之一。

(3) 了解在土的成因、组成和工程性质中涉及到的地质学、化学和矿物学等知识的基本概念。

2.1 概述

土是自然历史的产物。地壳表面的岩石在风化作用下形成大小悬殊的颗粒,经过不同的搬运方式,在各种自然环境中堆积而形成的松散颗粒集合体,称之为土。在天然状态下,土体是由构成土骨架的固态矿物颗粒(固相)、土孔隙中的水(液相)和土孔隙中的气体(气相)三部分组成,简称土的三相体系。

土中固体颗粒的矿物成分各异,颗粒间的联结较弱,甚至没有联结。土粒与其周围的土中水又发生着复杂的物理化学作用。各相的性质及相对含量的大小以及土的结构构造等因素直接影响土的轻重、松密、干湿、软硬等一系列物理性质,而土的物理性质在一定程度上决定了它的力学性质,所以,物理性质是土的最基本的工程特性。在处理与土相关的工程问题和进行土力学计算时,首先,要知道土的物理性质、特征及变化规律,了解各类土的特性,其次,应掌握土的各种物理性质指标的定义、测定方法及指标间的相互换算关系,并且熟悉土的分类方法。

2.2 土的成因和组成

2.2.1 土的形成

(1) 风化作用的类型

土是岩石风化的产物。风化作用依其性质可分为物理、化学、生物三种类型:

1) 物理风化作用 指使岩石破碎成各种大小的碎屑而成分不发生变化的机械破坏作用。昼夜和季节的温度变化使岩石由于内外胀缩不一致而逐渐破碎成岩屑是

物理风化的主要途径。岩石裂隙中水冻结和盐类的结晶而产生体积膨胀,使得岩块崩裂破碎,是物理风化的一种表现。

2) 化学风化作用 指岩石在水和各种溶液的作用下所引起的破坏作用。这种作用不仅使岩石破坏,而且使岩石化学成分改变形成新的矿物。化学风化作用有水化作用、氧化作用、碳酸盐化作用及溶解作用等。

3) 生物风化作用 指岩石由生物活动所引起的破坏作用。这种破坏作用包括机械的作用(如植物根系在岩石裂隙中生长而使岩石破损)和化学作用(如生物新陈代谢所析出的碳酸、硝酸及有机酸等对岩石的破坏作用)两种。人类活动对岩石的风化也产生一定的影响,如边坡的开挖使岩石的新鲜面暴露,加速了岩石的风化作用;工业废水的排放使得水中的化学物质和岩石发生化学反应而对岩石产生破坏作用等。

自然界中,以上三种风化作用是相互关联的,可以同时或相互交替作用。在不同的地区,往往以一种作用为主。由此可见,土的性质既决定于其生成条件,也随其存在条件的改变而变化,正是这样才形成了自然界中种类繁多、性质复杂多变的各种沉积物。

(2) 土的成因类型

土是在新近的第四纪形成的,又称为第四纪沉积物。它在地表分布极广,成因类型也很复杂。不同成因类型的沉积物,各具有一定的分布规律、工程地质特征,下面分别介绍其中主要的几种成因类型。

1) 残积土 原岩表面经风化作用而残留在原地的碎屑物称残积土。它与母岩之间没有明显的界限,其矿物成分和母岩相同。由于未经搬运,颗粒大小未经分选和磨圆,没有层理构造,均质性较差。一般分布在宽广的分水岭上和平缓的山坡或低洼地带。

2) 坡积土 高处的风化岩石由于雨雪水流的搬运,或由于重力作用,沉积在较平缓的山坡上而形成的沉积物称为坡积土。它是搬运距离不远的风化物质,未经很好的分选,厚度不均匀,层理不明显,粒度由山坡向坡脚逐渐变细。其矿物成分与下卧基岩没有直接关系。主要分布在坡腰或坡脚,上部与残积土相接(图 2-1)。

3) 洪积土 由暴雨或大量融雪集聚而成的暂时性山洪急流,将大量的基岩风化产物或基岩剥蚀、搬运、堆积于山谷冲沟出口或山前倾斜平原而形成的沉积物称为洪积土。其地貌特征为靠山近处窄而陡,离山远处宽而缓,形似扇形,故称为洪积扇。洪积物质离山区由近渐远颗粒呈现由粗到细的分选作用,但由于搬运距离短,颗粒的磨圆度仍不佳。由于历史洪水能量不尽相同,堆积下来的物质亦不尽相同,因此,常呈现不规则交错层理构造,并有夹层尖灭或透镜体等。

4) 冲积土 河流两岸基岩及其上部覆盖的松散物质被河流流水剥蚀后搬运、沉积在河流坡降平缓地带形成的沉积物称为冲积土。其特点具有明显的层理构造。由于搬运作用显著,颗粒磨圆度好。从河流的上游到下游,沉积物质由粗变细,上游沉

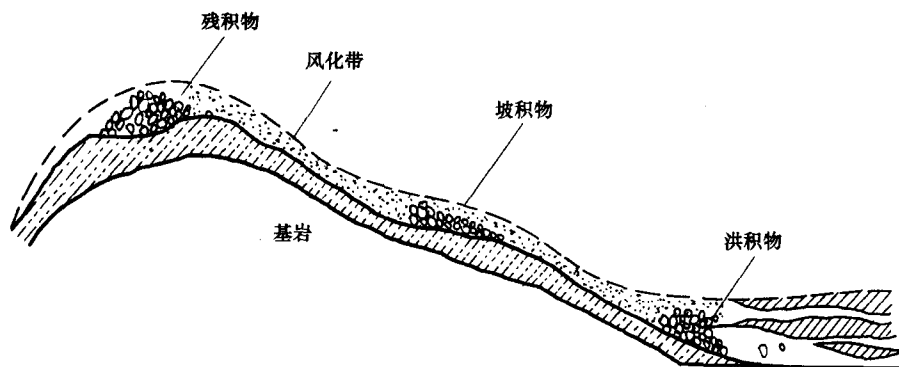


图 2-1 第四纪沉积物

积物多为磨圆粗大颗粒,如漂石、卵石、圆砾等,中下游沉积物大多由砂粒逐渐过渡到粉粒和粘粒。

河流冲积土在地表分布较广,可分为平原河流冲积土、山区河流冲积土、三角洲冲积土。

① 平原河流冲积土 平原河流以侧向侵蚀为主,大多有河床、河漫滩和阶地等地貌单元(图 2-2)。河床冲积土厚度较大,分布在整個河谷谷底范围内。所沉积的物质有卵石、砾石、砂、粉土、粉质粘土、淤泥等。河漫滩是在洪水期后,洪水漫溢河床两侧携带碎屑物质堆积而成,沉积物多为较细的物质,如细砂、粉土及粉质粘土,局部常夹有淤泥、泥炭等软弱层。河流阶地是在地壳的升降运动与河流的侵蚀、沉积等作用相互配合下形成的,其沉积物是河床或河漫滩沉积物上升演变而来,因脱水干燥,工程性质得以改善,一般愈老的阶地工程性质愈好。

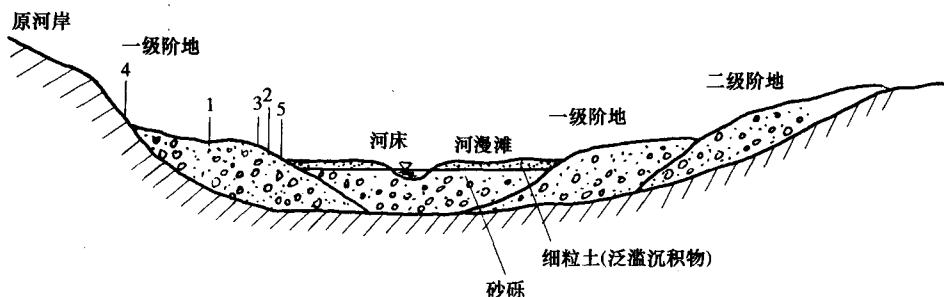


图 2-2 平原河谷横断面图

1—阶地面; 2—阶地陡坎; 3—阶地前缘; 4—阶地后缘; 5—阶地坡脚

② 山区河流冲积土 因山区河谷两岸陡峭,河流流速大,沉积物较粗,分选性较差,厚度也不大。大小不同的砾石互相交替,形成水平排列的透镜体或不规则袋状。因透水性好,强度高,是建筑物的良好地基。