

地基处理技术 及工程应用

diji chuli jishu ji gongcheng yingyong

牛志荣 主编



中国建材工业出版社

地基处理技术及工程应用

牛志荣 主编

中国建材工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

地基处理技术及工程应用/牛志荣主编. —北京: 中国建材工业出版社, 2004. 1

ISBN 7-80159-545-9

I. 地… II. 牛… III. 地基处理 IV. TU472

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 122499 号

地基处理技术及工程应用

牛志荣 主编

出版发行: **中国建材工业出版社**

地 址: 北京市西城区车公庄大街 6 号

邮 编: 100044

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787mm×1092mm 1/16

印 张: 40

字 数: 1020 千字

版 次: 2004 年 4 月第一版

印 次: 2004 年 4 月第一次

印 数: 1~3000 册

书 号: ISBN 7-80159-545-9/TU·279

定 价: 71.00 元

本书如出现印装质量问题, 由我社发行部负责调换。联系电话: (010) 68345931

主 编 牛志荣

编写人员 李 宏 路国运 马晓蓉

李喜明 陈东佐

前 言

随着我国国民经济和建筑业的迅猛发展,建(构)筑物对地基的要求越来越高,实践中就会遇到对天然地基进行处理和加固的问题,从而给岩土工程领域的同行们提出了许多新的课题。

地基加固的目的是指提高软弱地基的承载力,保证地基的稳定性;降低不良地基的压缩性,减少基础的沉降尤其是不均匀沉降;防止地基受到振动作用时产生液化现象;消除湿陷性土的湿陷性和膨胀土的胀缩性等。

目前,国内外地基处理的方法很多,且在不断发展中。本书是在原书《复合地基处理及其工程实例》的基础上,根据最新国家标准编写而成。本书共分十一章,介绍的均为目前国内较为常用的地基处理方法,它们是:垫层法、强夯法、土挤密桩和灰土挤密桩、石灰桩、砂桩、碎石桩、水泥粉煤灰碎石桩(CFG桩)、深层搅拌法和高压旋喷注浆法,并对每种地基处理方法,给出了较多的工程实例,以便设计、施工时参考。书中还对几种较新的地基处理方法做了介绍,它们是:夯实水泥土桩、柱锤冲扩桩、单液硅化法和碱液法、注浆法、锚杆静压托换法、树根桩法以及坑式静压桩托换法。

本书针对各种地基处理方法阐明其加固原理、设计计算和施工方法、处理效果检验及工程质量验收,还吸收了岩土工程领域较新的科研成果,力求在内容上体现实用性和先进性。

书中将国家现行的有关强制性标准条文以黑体字印刷,以便读者参考。

本书由牛志荣、李宏、路国运、马晓蓉、李喜明和陈东佐合作完成。

第一章、第四章由马晓蓉编写;

第二章、第三章由路国运编写;

第五章、第六章由李喜明编写;

第七章由李宏编写;

第八章、第九章、第十章和第十一章由牛志荣编写。

牛志荣、陈东佐对全书进行了统编。

由于作者水平有限,书中不妥和错误之处在所难免,敬请读者批评指正。

编写者

2004年2月

目 录

第一章 总 论	1
1.1 场地、地基、基础和地基处理间的关系	1
1.1.1 场 地	1
1.1.2 地 基	1
1.1.3 基 础	1
1.1.4 地基处理	2
1.2 地基处理的目的和意义	2
1.2.1 地基处理的目的	2
1.2.2 地基处理的意义	3
1.3 软弱地基和特殊土地基的工程性质	3
1.3.1 软弱地基	3
1.3.2 特殊土地基	4
1.4 地基处理方法的分类	5
1.4.1 排水固结法	5
1.4.2 换土垫层法	6
1.4.3 碾压及夯实法	7
1.4.4 振密挤密法	7
1.4.5 置换及拌入法	8
1.4.6 加 筋 法	9
1.4.7 托换技术	10
1.4.8 其 他	10
1.5 地基处理方法的选用原则和工程的施工管理	10
1.5.1 地基处理方法的选用原则	10
1.5.2 地基处理工程的施工管理	11
第二章 换填垫层法	12
2.1 垫层的作用及适用范围	12
2.2 压实原理及压实系数	13
2.2.1 压实原理	13
2.2.2 压实系数	16
2.3 垫层设计	17
2.3.1 砂石(砂砾、碎石)垫层设计	17
2.3.2 素土和灰土垫层设计	22
2.3.3 高炉矿渣垫层设计	24
2.3.4 粉煤灰垫层设计	24

2.4 垫层的施工	25
2.4.1 换土垫层压实方法介绍	25
2.4.2 垫层的施工	29
2.5 垫层的工程验收	35
2.6 垫层工程的施工质量监督	37
2.7 垫层施工中常见质量问题及预防处理措施	41
2.8 工程实例	42
工程实例 1——钢渣垫层处理工程实例	42
工程实例 2——粉煤灰垫层处理工程实例	45
工程实例 3——砂卵石垫层处理工程实例	47
工程实例 4——灰土和素土垫层处理工程实例	49
工程实例 5——加筋碎石垫层工程实例	51
第三章 强夯法和强夯置换法	55
3.1 概 述	55
3.2 强夯法的加固机理	56
3.3 强夯法的设计	60
3.4 强夯置换法的设计	68
3.5 强夯的施工	70
3.5.1 强夯的施工机具和设备	70
3.5.2 正式强夯前的试夯	72
3.5.3 强夯的施工要点	73
3.6 强夯施工的质量检验	75
3.7 工程实例	76
工程实例 1——山西化肥厂强夯处理工程实例	76
工程实例 2——强夯处理特大立交铁路桥地基工程实例	87
工程实例 3——强夯法加固煤矸石地基工程实例	96
工程实例 4——8000kN·m 高能量强夯工程实例	100
工程实例 5——强夯置换加固高炉原料场工程实例	107
工程实例 6——高能量强夯岩土工程监理实例	112
第四章 土挤密桩和灰土挤密桩	122
4.1 概 述	122
4.2 对勘察的技术要求	123
4.3 土挤密桩、灰土挤密桩地基的作用机理	123
4.3.1 土的侧向挤密	123
4.3.2 土挤密桩加固机理	126
4.3.3 灰土挤密桩加固机理	128
4.4 土挤密桩及灰土挤密桩的设计计算	132
4.4.1 设计依据和基本要求	132
4.4.2 桩孔布置原则及要求	133
4.4.3 桩孔间距、桩径、排距的确定	133

4.4.4 桩孔数量	136
4.4.5 桩处理范围的确定	136
4.4.6 地基承载力和变形模量的确定	138
4.4.7 桩孔填料的确定	141
4.4.8 桩顶垫层的设置	142
4.5 土挤密桩和灰土挤密桩的施工	142
4.5.1 施工准备	142
4.5.2 对桩体材料的质量要求	143
4.5.3 几种常用的施工工艺	145
4.5.4 施工过程中可能出现的问题及相应的处理方法	151
4.6 土挤密桩、灰土挤密桩施工质量和处理效果检验	152
4.6.1 桩孔位置及桩孔质量检验	153
4.6.2 桩身填夯质量检验	154
4.6.3 桩间土挤密质量检验	155
4.6.4 消除湿陷性检验	156
4.6.5 土挤密桩和灰土挤密桩地基承载力检验	156
4.6.6 变形特性及沉降观测	156
4.6.7 土挤密桩和灰土挤密桩地基质量检验标准	157
4.7 土挤密桩、灰土挤密桩的施工监理	157
4.8 灰土井柱简介	157
4.9 工程实例	158
工程实例 1——灰土挤密桩处理住宅楼地基工程实例	158
工程实例 2——灰土桩处理高层建筑地基工程实例	163
工程实例 3——灰土桩处理已有建筑物湿陷事故的工程实例	165
工程实例 4——灰土桩加固黄土地基工程实例	168
工程实例 5——灰土桩的施工质量监理工程实例	172
第五章 石灰桩	175
5.1 概 述	175
5.2 石灰桩加固工程对工程勘察的要求	176
5.3 石灰桩的加固机理和适用范围	177
5.3.1 石灰桩的挤密作用	177
5.3.2 桩和地基土的反应热作用	181
5.3.3 石灰桩的排水固结作用	181
5.3.4 石灰桩加固层的减载作用	181
5.3.5 桩体材料的胶凝作用	181
5.3.6 石灰与桩间土的化学反应	182
5.3.7 生石灰的置换作用(复合地基作用)	182
5.3.8 二灰强度的形成机理	183
5.3.9 石灰桩的适用范围	184
5.3.10 石灰桩的龄期	185

5.4 石灰桩复合地基的设计	185
5.4.1 石灰桩复合地基的设计原则、适用范围和技术特点	185
5.4.2 石灰桩的设计参数	186
5.5 石灰桩施工	196
5.5.1 成桩工艺及桩身材料	196
5.5.2 成桩方法	199
5.5.3 石灰桩的施工注意事项及技术安全措施	203
5.6 石灰桩施工质量控制及加固效果检验	204
5.7 提高石灰桩复合地基承载力的途径	206
5.7.1 提高桩身强度的方法	206
5.7.2 改善桩间土加固效果的措施	207
5.8 石灰桩和深层搅拌桩联合加固深厚软土	207
5.8.1 石灰桩、深层搅拌桩复合地基设计	208
5.8.2 石灰桩、深层搅拌桩的施工与检测	209
5.9 石灰桩工程实例	209
工程实例1——生石灰砂桩工程实例	209
工程实例2——灰(土)桩在高等级公路软基中的应用	214
工程实例3——石灰桩作为基底加固和基坑围护工程实例	218
第六章 砂 桩	222
6.1 概 述	222
6.2 砂桩加固机理	223
6.2.1 在松散砂土中的加固机理	223
6.2.2 在软弱粘土中的加固机理	225
6.3 砂桩的设计计算	226
6.3.1 砂桩对勘察工作的要求	226
6.3.2 桩身材料的选择和桩参数的确定	226
6.3.3 桩距的确定	228
6.3.4 砂桩地基承载力、变形和稳定性验算	241
6.4 砂桩的施工	242
6.4.1 施工对桩身材料的要求	242
6.4.2 施工机具、施工工艺和程序以及质量保证措施	242
6.4.3 砂桩施工的有关注意事项	248
6.4.4 砂桩施工过程中的质量通病及防治措施	249
6.5 加固效果检验	249
6.5.1 砂桩的质量要求	249
6.5.2 砂桩施工质量的检测内容及检验方法	249
6.6 工程实例	253
工程实例1——砂桩处理高炉地基工程实例	253
工程实例2——砂桩处理透水冒砂形成的凹陷工程实例	255

第七章 碎石桩	257
7.1 概述及碎石桩的分类	257
7.1.1 概 述	257
7.1.2 碎石桩的分类	258
7.2 干法碎石桩	262
7.2.1 干振碎石桩	262
7.2.2 振挤碎石桩	275
7.2.3 锤击碎石桩(内击沉管法或锤击心管碎石桩)	279
7.2.4 强夯置换碎石桩	284
7.3 振动水冲法(振冲法)	284
7.3.1 振冲法的加固机理	285
7.3.2 振冲法的设计计算	290
7.3.3 振冲法的施工	304
7.3.4 振冲法的质量检验	314
7.4 工程实例	316
工程实例 1——挤密碎石桩与强夯联合使用工程实例	316
工程实例 2——振密碎石桩失败的工程实例	318
工程实例 3——振冲碎石桩处理饱和软粘土工程实例	326
工程实例 4——两个干振碎石桩处理可液化地基工程实例	329
工程实例 5——振动碎石桩处理软弱粘性土不成功的工程实例	333
工程实例 6——两种碎石桩处理软弱地基工程实例	337
第八章 水泥粉煤灰碎石桩	341
8.1 概 述	341
8.1.1 CFG 桩的适用性	342
8.1.2 CFG 桩各种施工方法的适用性	342
8.1.3 CFG 桩的勘察要求	342
8.2 CFG 桩的工作机理	343
8.2.1 CFG 桩的刚性桩性状	343
8.2.2 单桩承载力的可调性	344
8.2.3 桩体的排水作用	344
8.2.4 时间效应	345
8.2.5 复合地基的工作原理	346
8.3 CFG 桩设计计算	358
8.3.1 桩身材料及配比设计	358
8.3.2 复合地基承载力设计	363
8.3.3 复合地基的沉降计算	365
8.3.4 CFG 桩复合地基设计参数	368
8.4 CFG 桩施工	371
8.5 CFG 桩效果检验	380
8.6 工程实例	381

工程实例 1——CFG 桩用于高层建筑地基处理工程实例	381
工程实例 2——CFG 桩用于冷却塔地基处理工程实例	383
工程实例 3——CFG 桩用于高层建筑工程实例	385
工程实例 4——CFG 桩用于低层建筑单独基础下的地基加固工程实例	386
第九章 搅 拌 法	391
9.1 概 况	391
9.1.1 概述	391
9.1.2 发展概况	391
9.1.3 工程应用情况	393
9.1.4 搅拌法的特点及适用性	394
9.1.5 勘察要求	396
9.2 搅拌法的加固机理	397
9.2.1 水泥系搅拌加固机理	397
9.2.2 石灰粉体喷射搅拌加固机理	400
9.2.3 搅拌法中桩间土的性状	402
9.3 搅拌法的桩身材料	403
9.4 搅拌桩复合地基的设计	407
9.4.1 搅拌桩复合地基受力性状	407
9.4.2 水泥系搅拌桩复合地基设计	408
9.4.3 石灰粉体喷射搅拌法设计	439
9.5 搅拌法的施工	442
9.5.1 浆液搅拌法施工	442
9.5.2 粉体喷射搅拌法施工	455
9.6 搅拌法施工质量及加固效果检验和工程验收	463
9.6.1 搅拌法施工质量检验	463
9.6.2 加固效果检验(竣工后质量检验)	464
9.6.3 工程验收	469
9.7 工程实例	470
工程实例 1——粉喷桩和土工织物联合应用工程实例	470
工程实例 2——水泥灰土桩应用工程实例	472
工程实例 3——变桩长粉喷搅拌桩处理软弱地基工程实例	474
工程实例 4——粉喷桩处理深厚软土地基工程实例	479
工程实例 5——粉喷桩加固油罐地基工程实例	481
工程实例 6——深层搅拌桩用于支护结构工程实例	486
工程实例 7——水泥土支撑改良地下连续墙变形工程实例	490
工程实例 8——各种类型水泥搅拌桩用于支护工程实例	492
工程实例 9——生石灰粉喷桩工程实例	497
第十章 高压喷射注浆法	499
10.1 概 述	499
10.1.1 高压喷射注浆法的定义	499

10.1.2	高压喷射注浆法的发展概况	499
10.1.3	高压喷射注浆法的种类	500
10.1.4	高压喷射注浆法的特征	505
10.1.5	高压喷射注浆法的适用范围	507
10.2	高压喷射注浆法的加固机理	511
10.2.1	高压喷射流	511
10.2.2	高压喷射流对土体的作用	518
10.2.3	高压喷射注浆法的成桩机理	519
10.2.4	水泥与土的固化原理	521
10.2.5	高压喷射注浆法的可靠性	522
10.3	加固土体的基本性状	523
10.4	高压喷射注浆法的勘察和设计计算	526
10.4.1	工程地质勘察和环境调查	526
10.4.2	注浆材料及其配方和现场喷射试验	527
10.4.3	高压喷射注浆法技术参数的设计计算	531
10.5	高压喷射注浆的施工	542
10.5.1	施工机具及监测仪表	542
10.5.2	施工工艺、操作要点和注意事项	556
10.5.3	施工常见问题的处理	562
10.5.4	施工质量控制和施工管理	563
10.5.5	高压喷射注浆法的质量检验	565
10.6	工程实例	569
	工程实例 1——旋喷桩和灌注桩组合挡土壁工程实例	569
	工程实例 2——旋喷桩用于桥梁基础加固工程实例	571
	工程实例 3——旋喷桩加固砂土液化地基工程实例	574
	工程实例 4——旋喷加固不均匀地基工程实例	578
	工程实例 5——旋喷桩用于既有建筑物地基加固与纠偏工程实例	579
	工程实例 6——高压喷射注浆法用于深基坑帷幕墙工程实例	582
第十一章	其他地基处理技术简介	585
11.1	夯实水泥土桩法	585
11.2	柱锤冲扩桩法	589
11.3	单液硅化法和碱液法	594
11.4	注浆法	602
11.5	锚杆静压桩托换法	612
11.6	树根桩法	616
11.7	坑式静压桩托换法	619
参考文献		622

第一章 总 论

1.1 场地、地基、基础和地基处理间的关系

1.1.1 场 地

场地是指工程建设所直接占有并直接使用的有限面积的土地,而场地范围内及其邻近的地质环境都会直接影响着场地的稳定性。

场地的概念是宏观的,它不仅代表着所划定的土地范围,还应扩大涉及某种地质现象或工程地质问题所概括的地区,所以对“场地”的理解不能机械地理解为建筑占地面积,在地质条件复杂的地区,还应包括建筑占地面积在内的某个微地貌、地形和地质单元。

场地的评价实际上是工程选址或工程总体规划的一个组成部分。对占有较大地域的工程项目而言,它也是前期工作中可行性研究的一项重要组成部分。其内容包括:

1. 考虑区域工程地质条件,并结合场地的具体情况,判断场地范围内及其附近是否存在直接威胁工程安全或影响正常运营的不良地质因素;

2. 如确实存在不良地质因素,则必须进一步说明可能给工程带来的具体风险及为此所需采取的措施和工程额外增加的造价。

1.1.2 地 基

地基是指承托建筑物基础的这一部分范围很小的场地,亦即基础以下的土体。根据基础以下的土体名称和性质各异,也有被相应地称为碎石土地基、砂土地基、粘性土地基、黄土地基、软土地基、冻土地基、膨胀土地基和盐渍土地基等。

1.1.3 基 础

基础是建筑物的下部结构。任何建筑物的荷载最终将传递到地基上,由于上部结构材料强度很高,而地基土相应的强度较低、压缩性较大,因此需要通过设置一定结构型式和尺寸的基础去解决这个矛盾。基础具有承上启下的作用,它一方面处于上部结构的荷载及地基反力的相互作用下,承受由此而产生的内力(轴力、剪力和弯矩);另一方面,基础地面的反力反过来又作为地基上的荷载,使地基产生应力和变形。

基础设计时,除了需保证基础本身具有足够的刚度和强度外,同时还需选择合适的结构尺寸和布置方案,使地基的变形保持在规定所允许的范围内。基础方案的论证常是地基评价的自然引伸和必然结果,地基和基础的设计往往是不可截然分割的。在英语名词中对“地基”和“基础”均用“Foundation”一词,可见在实用上两者的一体性,所以基础设计又常被称为地基基础设计。

基础是指建造工程结构物地面以下部分构件的技术总称,它是工程结构物的重要组成部分。基础按埋置深度可分为:浅埋基础(条形基础、柱基础和筏板基础等)和深基础(桩基、沉井

和沉箱等);按基础变形特性可分为:柔性基础和刚性基础;按基础型式可分为:独立基础、联合基础、条形基础、筏板基础、箱形基础、桩基础、管柱基础、沉井基础和沉箱基础等。

1.1.4 地基处理

凡是基础直接建造在未经加固的天然土层上时,这种地基称之为天然地基。若天然地基很软弱,不能满足地基强度和变形等要求,则必须事先要经过人工处理后再建造基础,这种地基加固称为地基处理。

1.2 地基处理的目的和意义

1.2.1 地基处理的目的

建筑物的地基问题,概括地说,可包括以下四个方面:

1. 强度及稳定性问题

当地基的抗剪强度不足以支撑上部结构的自重及外荷载时,地基就会产生局部或整体剪切破坏。它会影响建筑物的正常使用,甚至会引起建筑物开裂或破坏。

2. 压缩及不均匀沉降问题

当地基在上部结构的自重或外荷载作用下产生过大的变形时,会影响结构物的正常使用,特别是当超过建筑物所能允许的不均匀沉降时,结构可能开裂破坏。沉降量较大时,不均匀沉降往往也较大。湿陷性黄土遇水而发生剧烈的变形也属于这一类。

3. 渗漏问题

渗漏时由于地下水在运动中出现的问题,地基的渗漏量或水力梯度超过允许值时,会发生水量损失,或因潜蚀和管涌而可能导致失事。

4. 液化问题

地震、机器、车辆的振动以及波浪作用和爆破等动力荷载可能引起地基土,特别是饱和无粘性土的液化、失稳和震陷等危害。这类地基问题也可能分别概括于上述稳定和变形问题中,只是由于动力荷载引起的。

当建筑物的天然地基存在上述四类问题之一或其中几个时,就必须采取相应的地基处理措施,改善地基条件,以保证建筑物的安全与正常使用。这些措施包括以下五方面的内容:

1. 改善剪切特性

地基的剪切破坏以及在土压力作用下的稳定性,取决于地基土的抗剪强度。因此,为了防止剪切破坏以及减轻土压力,需要采取一定措施以增加地基土的抗剪强度。

2. 改善压缩特性

需采取措施提高地基土的压缩模量,以减少地基土的沉降。

3. 改善透水特性

由于是在地下水的运动中所出现的问题,为此,需要采取措施使地基土变成不透水或减轻其水压力。

4. 改善动力特性

地震时饱和松散粉细砂(包括一部分粉土)将会产生液化。为此,需要采取某种措施避免地基土液化,并改善其振动特性以提高地基的抗震性能。

5. 改善特殊土的不良地基的特性

主要是指消除或减少黄土的湿陷性和膨胀土的胀缩性等特殊土的不良地基特性。

1.2.2 地基处理的意义

地基与建筑物的关系非常密切。据调查统计,世界各国在土木、水利、交通等类工程事故中,地基问题常常是主要原因。

地基虽不是建筑物本身的一部分,但它在建筑中占有十分重要的地位。地基问题的处理恰当与否,不仅直接影响建筑物的造价,而且直接影响建筑物的安危,即它关系到整个工程的质量、投资和进度,因此其重要性已愈来愈多地被人们所认识。例如,世界闻名的意大利比萨斜塔,由于地基的不均匀下沉,造成塔身倾斜;在湿陷性黄土地区的建设中,曾产生一些因黄土地基的湿陷而造成的严重工程事故;在山区建设中,由于地基的不均匀变形,引起建筑物的开裂破坏,以致严重影响建筑物的安全使用,类似的例子屡见不鲜。

我国地域辽阔,从沿海到内地,由山区到平原,分布着多种多样的地基土,其抗剪强度、压缩性以及透水性等因土的种类不同而可能有很大差别。各种地基土中,不少为软弱土和不良土,主要包括:软粘土、杂填土、冲填土、饱和粉细砂(包括部分粉土)、湿陷性黄土、泥炭土、膨胀土、多年冻土、岩溶等。随着我国经济建设的迅速发展,不仅事先要选择在地质条件良好的场地上进行建设,而且有时也不得不在地质条件不良的地基上进行修建;另外,随着科学技术的日新月异,结构物的荷载日益增大,对变形的要求越来越严,因而原来一般可评价为良好的地基,也可能在某些特定条件下非进行地基处理不可,而且现代建筑事业对地基处理提出了愈来愈高的要求。所以,我们不仅要善于针对不同的地质条件、不同的结构物选定最合适的基础型式、尺寸和布置方案外,更要善于选取最恰当的地基处理方法,不断推广和发展各种地基处理技术。提高地基处理水平对加快基本建设速度、节约基本建设投资具有重大意义。

1.3 软弱地基和特殊土地基的工程性质

地基处理的对象是软弱地基和特殊土地基。

1.3.1 软弱地基

我国《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2002)中规定,软弱地基系指主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其他高压缩性土层构成的地基。它是指基本上未受过地形及地质变动;未受过荷载及地震动力等物理作用或土颗粒间的化学作用的软粘土、有机质土、饱和松砂和淤泥质土等地层构成的地基。

1. 软土

软(粘)土是在静水或非常缓慢的流水环境中沉积,经生物化学作用形成,含有机质,天然含水量大于液限,天然孔隙比大于1.0的饱和粘性土。当天然孔隙比大于1.5时,称为淤泥;天然孔隙比大于1.0而小于1.5时,称为淤泥质土;天然孔隙比大于1.0,且天然含水量大于液限的细粒土均为软土,它包括淤泥、淤泥质土、泥炭、泥炭质土等。

软土的主要特性是天然含水量高、天然孔隙比大、抗剪强度低、压缩系数高、渗透系数小,在外荷载作用下地基承载力低、变形大、不均匀变形也大,且变形稳定历时较长,在比较深厚的软土层上,建筑物基础的沉降往往持续数年乃至数十年之久。

2. 冲填土

冲填土是人工填土之一。它是在治理和疏通江河航道时,用挖泥船通过泥浆泵将泥砂吹

到江河两岸而形成的沉积土,即由水力冲填泥砂而成的土,称为冲填土。

冲填土的物质成分是比较复杂的,粗颗粒比细颗粒排水固结快,如以粘性土为主,因土中含有大量水分,且难以排出,土体在形成初期常处于流动状态,当表面自然蒸发后,常呈龟裂状,下面的水分不易排出,处于未固结状态,较长时间内可能仍处于流动状态,稍加干扰即呈触变现象,故强度要经过一定的固结时间才能逐渐提高。因而这类土属于强度较低和压缩性较高的欠固结土。另外,主要是以砂或其他粗颗粒土所组成的冲填土不属于软弱土。因而冲填土的工程性质主要取决于颗粒组成、均匀性和排水固结条件。

冲填土与自然沉积的同类土相比,强度低,压缩性高,常产生触变现象。在勘探钻孔时应防止涌土塌孔。土样运输时应避免受振动而使水土分离,使试验成果不佳。必要时可进行现场十字板及载荷试验。

3. 杂填土

杂填土是人类活动而任意堆填的建筑垃圾、工业废料或生活垃圾等。杂填土的成因很不规律,组成的物质杂乱,颗粒尺寸悬殊,颗粒间孔隙大小不一;回填前地貌高低起伏,形成填土高低不一;回填时间前后不一;取样不易、勘察工作困难,通常无法提出地基承载力值。它的主要特性是强度低、压缩性高和均匀性差,一般还具有浸水湿陷性。即使在同一建筑场地的不同位置,地基承载力和压缩性也有较大的差异。对有机质含量较多的生活垃圾和对基础有侵蚀性的工业废料等杂填土,设计时应注意。杂填土一般未经处理不宜作为持力层。

4. 其他高压缩性土

饱和松散粉细砂(包括一部分粉土)也应当属于软弱地基的范畴,当机械振动或地震荷载重复作用时将产生液化;由于结构物的荷重和地下水的下降会促使砂性土下沉;基坑开挖时会发生管涌。

1.3.2 特殊土地基

特殊土地基大部分带有区域性特点,它包括软土、湿陷性黄土、膨胀土、红粘土和冻土、混合土、盐渍岩土、填土等。

1. 软土

软土的分类和特性前述已阐明,不再赘述。

2. 湿陷性黄土

黄土在一定压力作用下受水浸湿,土结构迅速破坏而产生显著附加下沉的,称为湿陷性黄土,否则称为非湿陷性黄土。湿陷性黄土在其自重压力作用下受水浸湿不发生湿陷的,称为非自重湿陷性黄土;在土的自重压力作用下受水浸湿发生湿陷的称为自重湿陷性黄土。

我国湿陷性黄土广泛分布在甘肃、陕西、山西、黑龙江、吉林、辽宁、内蒙、山东、河北、河南、宁夏、青海和新疆等地。由于黄土的浸水湿陷而使建筑物产生不均匀沉降是造成黄土地区事故的主要原因。设计时首先要判断是否具有湿陷性,再考虑如何进行地基处理。

3. 膨胀土

膨胀土是指颗粒成分主要由亲水性粘土矿物组成的粘性土,它是一种吸水膨胀和失水收缩、具有较大的胀缩变形性能,且变形反复的高塑性粘土。

我国膨胀土分布范围很广,在广西、云南、湖北、河南、安徽、四川、河北、山东、陕西、江苏、贵州和广东等省均有不同范围的分布。建造在膨胀土地基上的建筑物如果不进行地基处理,常会对建筑物造成危害。

4. 冻土

凡具有负温或零温,其中含有冰的各种土都称为冻土;而冬季冻结,夏季融化的土层,称为季节性冻土。对冻结状态持续3年以上的土层,则称为多年冻土或永冻土。

我国的冻土分布较广,约占全国总面积的75%,其中多年冻土为21%。季节性冻土在我国东北、华北和西北广大地区均有分布,因其呈周期性的冻结和融化,对地基的稳定性影响较大。

5. 混合土

由细粒土和粗粒土混杂且缺乏中间粒径的土称为混合土。当碎石土中粒径小于0.075mm的细粒土质量超过总质量的25%时,称为粗粒混合土;当粉土或粘性土中粒径大于2mm的粗粒土质量超过总质量的25%时,称为细粒混合土。

混合土在颗粒分布曲线形态上反映出不连续特性,主要成因有坡积、洪积、冰水冲积而成。有资料表明,粘性土、粉土中的碎石组分的质量只有超过总质量的25%时,才能起到改善土的工程性质的作用;而在碎石土中,粘粒含量大于总质量的25%时,则对碎石土的工程性质有明显的影响,特别是当含水量较大时。

1.4 地基处理方法的分类

地基处理方法的分类多种多样,按时间分为临时处理和永久处理;按处理深度分为浅层处理和深层处理;按土性对象分为砂性土处理和粘性土处理,饱和土处理和非饱和土处理;也可按地基处理的原理、目的、性质、时效等去分类,其中最主要的是根据地基处理原理进行分类。

地基处理方法要严格分类是很困难的,一种地基处理方法有可能会同时具有几种不同的作用。如碎石桩具有置换、挤密、排水和加筋的多重作用;石灰桩既挤密又吸水,吸水后又进一步挤密等。随着地基处理方法的不断发展,功能不断的扩大,分类也变得更加困难。因此下述分类仅供参考。

1.4.1 排水固结法

排水固结法的原理是地基在荷载作用下,通过布置竖向排水井(砂井或塑料排水带等),使土中的孔隙水被慢慢排出,孔隙比减小,地基发生固结变形,地基土的强度逐渐增长。

排水固结法主要用于解决地基的沉降和稳定问题。为了加速固结,最有效的办法就是在天然土层中增加排水途径,缩短排水距离,设置竖向排水体(砂井或塑料排水带),以加速地基的固结,缩短预压工程的预压期,使其在短期内达到较好的固结效果,使沉降提前完成;并加速地基土抗剪强度的增长,使地基承载力提高的速率始终大于施工荷载增长的速率,以保证地基的稳定性。

排水固结法适用于处理饱和软弱土层,但对渗透性极低的泥炭土要慎重对待。

按照采用的各种排水技术措施的不同,排水固结法可分为以下几种方法。

1. 堆载预压法

在建筑场地临时堆填土石等,对地基进行加载预压,使地基沉降能够提前完成,并通过地基土固结提高地基承载力,然后卸去预压荷载建造建筑物,以消除建筑物基础的部分均匀沉降,这种方法就称为堆载预压法。

一般情况是预压荷载与建筑物荷载相等,但有时为了减少再次固结而产生的沉降,预压荷载也可大于建筑物荷载,一般预压荷载的大小约为建筑物荷载的1.3倍,特殊情况则可根据工