



建设工程施工技术与质量控制系列丛书

ARCHITECTURE

建筑地基处理与基础工程 施工技术与质量控制

于力 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建设工程施工技术与质量控制系列丛书

建筑地基处理与基础工程施工 技术与质量控制

于 力 孟令海 蔡长海 等编著
张玉珍 倪会新 刘恩元



机械工业出版社

本书以《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)为依据编写而成,详细地介绍了建筑地基处理与基础工程施工所涉及的材料要求、施工机具、施工方法、操作要点、质量控制要点、质量通病及应对措施、验收标准和需提供的技术文件等内容,从而体现了将工程质量管理在施工的整个全过程中的概念。本书适用于从事建筑施工的工程技术人员,并可作为高校师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

建筑地基处理与基础工程施工技术与质量控制/于力等编著. —北京:机械工业出版社,2011

(建设工程施工技术与质量控制系列丛书)

ISBN 978-7-111-33123-0

I. ①建… II. ①于… III. ①地基处理②基础(工程)-工程施工-施工技术③基础(工程)-工程质量-质量控制 IV. ①TU472②TU753

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 009525 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:闫云霞 责任编辑:闫云霞 肖耀祖

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

三河市宏达印刷有限公司印刷

2011 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·27.75 印张·655 千字

标准书号:ISBN 978-7-111-33123-0

定价:69.80 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社 服 务 中 心:(010)88361066

门户网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 一 部:(010)68326294

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销 售 二 部:(010)88379649

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国国民经济的快速发展,建筑物的高度也在不断增加,其基础的结构形式、施工方法、深度和体量均有较大的变化,针对这种现状,本书以《建筑工程施工质量验收统一标准》(GB 50300—2001)、《建筑地基基础工程施工质量验收规范》(GB 50202—2002)为依据,结合现行的设计、施工和验收规范编写而成。

本书详细地介绍了建筑地基处理与基础工程施工所涉及的材料要求、施工机具、施工方法、操作要点、质量控制要点、质量通病及应对措施、验收标准和需提供的技术文件等内容,从而体现了将工程质量控制在施工的全过程中的概念,为创造合格的优质工程提供了保证。

全书共分五章。第一章为基本知识,介绍了地基与基础、土的工程性质;第二章为土方工程,介绍了土方的开挖、土方工程的常用机械与土方工程量计算、土方工程施工质量控制;第三章为基坑支护与降水,介绍了基坑的支护、基坑降水、基坑支护与降水施工质量控制;第四章为地基处理,主要介绍了常用的地基处理、地基处理施工质量控制;第五章为桩基础,主要介绍了常用的桩基础、桩基础施工质量控制。

本书第一章得到了张伟、王晓勇、杨静、吕明;第二章得到了张卫东、宋建军、张春雨、张建民、张梅、曹强;第三章得到了李涛、刘燕、梁玉国、刘建东、李晓丽、张博;第四章得到了杨志红、李任、宋勇、刘斌、张锁、李磊;第五章得到了高玉祥、张勤、谢瑞、赵宇明、李小亮等同志的帮助,全书由李书田统稿,在此表示感谢。

目 录

前言

第一章 基本知识	1
第一节 地基与基础概述	1
一、地基	1
(一)天然地基	2
(二)人工地基	3
二、基础	9
(一)浅基础	9
(二)深基础	12
三、地基与基础的选择	12
第二节 土的工程性质	12
一、土的基本分类	12
二、土的工程分类	15
三、土的物理性质	16
(一)土的天然含水量	16
(二)土的天然密度和干密度	16
(三)土的可松性和可松性系数	17
(四)土的渗透性	18
(五)土压实后的沉陷量	19
(六)土的休止角	19
四、土的现场鉴别	19
第二章 土方工程	24
第一节 土方的开挖	24
一、场地平整	24
(一)场地清理	24
(二)定位放线	24
二、土方开挖	25
(一)场地开挖	25
(二)边坡开挖	26
(三)基坑(槽)开挖	27
三、土方填筑与压实	33
(一)土方填筑	33

(二)土方压实	34
第二节 土方工程的常用机械与土方工程量计算	37
一、土方的开挖机械及其选择	37
(一)土方的开挖机械	37
(二)土方开挖机械的选择	51
二、土方填筑、压实机械及其选择	52
(一)土方填筑、压实机械	52
(二)土方填筑、压实机械的选择	54
三、土方工程量计算	55
(一)场地平整土方工程量计算	55
(二)基坑(槽)开挖土方工程量计算	57
第三节 土方工程施工质量控制	58
一、土方工程	58
(一)施工过程质量控制要点	58
(二)施工中应注意的质量通病	60
(三)分项工程施工质量验收	60
(四)分项工程需提供技术文件	61
二、土方回填	62
(一)施工过程质量控制要点	62
(二)施工中应注意的质量通病	63
(三)分项工程施工质量验收	63
(四)分项工程需提供技术文件	65
第三章 基坑支护与降水	66
第一节 基坑的支护	66
一、基坑支护的要求	66
二、浅基坑(槽)的支护	67
(一)浅基坑(槽)的支护分类	67
(二)浅基坑(槽)的支护方法	68
三、深基坑的支护	69
(一)钢或混凝土支护	69
(二)排桩墙支护	85
(三)水泥土桩墙支护	96
(四)锚杆及土钉墙支护	102
(五)地下连续墙	112
(六)沉井与沉箱	129
第二节 基坑降水	140
一、基坑明沟排水法	141
(一)普通明沟排水法	141

(二) 分层明沟排水法	141
二、井点降水法	142
(一) 轻型井点降水法	142
(二) 喷射井点降水法	147
(三) 电渗井点降水法	149
(四) 管井井点降水法	150
(五) 深井井点降水法	152
(六) 井点降水时对环境保护措施	154
第三节 基坑支护与降水施工质量控制	155
一、钢或混凝土支护	155
(一) 施工过程质量控制要点	155
(二) 施工中应注意的质量通病	158
(三) 分项工程施工质量验收	159
(四) 分项工程需提供技术文件	160
二、排桩墙支护	160
(一) 施工过程质量控制要点	160
(二) 施工中应注意的质量通病	161
(三) 分项工程施工质量验收	161
(四) 分项工程需提供技术文件	162
三、水泥土桩墙支护	162
(一) 施工过程质量控制要点	162
(二) 施工中应注意的质量通病	162
(三) 分项工程施工质量验收	163
(四) 分项工程需提供技术文件	163
四、锚杆及土钉墙支护	163
(一) 施工过程质量控制要点	164
(二) 施工中应注意的质量通病	165
(三) 分项工程施工质量验收	166
(四) 分项工程需提供技术文件	167
五、地下连续墙	168
(一) 施工过程质量控制要点	168
(二) 施工中应注意的质量通病	169
(三) 分项工程施工质量验收	169
(四) 分项工程需提供技术文件	171
六、沉井(箱)	171
(一) 施工过程质量控制要点	171
(二) 施工中应注意的质量通病	176
(三) 分项工程施工质量验收	176

(四)分项工程需提供的技术文件	178
七、降水与排水	178
(一)施工过程质量控制要点	178
(二)施工中应注意的质量通病	179
(三)分项工程施工质量验收	180
(四)分项工程需提供的技术文件	180
第四章 地基处理	181
第一节 概述	181
一、地基的分类及特点	181
二、地基处理的目的及对象	190
三、地基处理方法的分类及处理方案的选定	193
第二节 常用的地基处理	196
一、灰土地基	196
(一)基本要求	196
(二)施工准备	197
(三)灰土地基的施工	197
二、砂和砂石地基	199
(一)基本要求	199
(二)施工准备	199
(三)砂和砂石地基的施工	200
三、土工合成材料地基	202
(一)土工合成材料的分类与作用	203
(二)施工准备	206
(三)土工合成材料地基的施工	207
四、粉煤灰地基	209
(一)基本要求	209
(二)施工准备	210
(三)粉煤灰地基的施工	210
五、强夯地基	211
(一)基本要求	211
(二)施工准备	211
(三)强夯地基的施工	216
六、注浆地基	218
(一)基本要求	219
(二)施工准备	219
(三)注浆地基的施工	223
七、预压地基	225
(一)基本要求	225

(二)普通堆载预压法	226
(三)砂井堆载预压法	228
(四)袋装砂井堆载预压法	230
(五)塑料排水带堆载预压法	233
(六)真空预压法	238
八、振冲地基	242
(一)振冲密实法	243
(二)振冲置换法	247
九、高压喷射注浆地基	250
(一)基本要求	252
(二)施工准备	252
(三)高压喷射注浆地基的施工	256
十、水泥土搅拌桩地基	258
(一)基本要求	259
(二)施工准备	259
(三)水泥土搅拌桩地基的施工	263
十一、土和灰土挤密桩复合地基	265
(一)基本要求	266
(二)施工准备	266
(三)土和灰土挤密桩复合地基的施工	269
十二、水泥粉煤灰碎石桩复合地基	272
(一)基本要求	273
(二)施工准备	273
(三)水泥粉煤灰碎石桩复合地基的施工	274
十三、夯实水泥土桩复合地基	276
(一)基本要求	277
(二)施工准备	277
(三)夯实水泥土桩复合地基的施工	278
十四、砂(石)桩地基	279
(一)基本要求	280
(二)施工准备	280
(三)砂(石)桩地基的施工	283
第三节 地基处理施工质量控制	284
一、灰土地基	284
(一)施工过程质量控制要点	284
(二)施工中应注意的质量通病	284
(三)分项工程施工质量验收	285

(四)分项工程需提供技术文件	287
二、砂和砂石地基	287
(一)施工过程质量控制要点	287
(二)施工中应注意的质量通病	288
(三)分项工程施工质量验收	288
(四)分项工程需提供技术文件	290
三、土工合成材料地基	290
(一)施工过程质量控制要点	290
(二)施工中应注意的质量通病	290
(三)分项工程施工质量验收	290
(四)分项工程需提供技术文件	291
四、粉煤灰地基	291
(一)施工过程质量控制要点	291
(二)施工中应注意的质量通病	291
(三)分项工程施工质量验收	292
(四)分项工程需提供技术文件	293
五、强夯地基	293
(一)施工过程质量控制要点	293
(二)施工中应注意的质量通病	293
(三)分项工程施工质量验收	294
(四)分项工程需提供技术文件	295
六、注浆地基	296
(一)施工过程质量控制要点	296
(二)施工中应注意的质量通病	297
(三)分项工程施工质量验收	297
(四)分项工程需提供技术文件	300
七、预压地基	300
(一)施工过程质量控制要点	300
(二)施工中应注意的质量通病	301
(三)分项工程施工质量验收	301
(四)分项工程需提供技术文件	304
八、振冲地基	304
(一)施工过程质量控制要点	304
(二)施工中应注意的质量通病	305
(三)分项工程施工质量验收	305
(四)分项工程需提供技术文件	307
九、高压喷射注浆地基	307

(一) 施工过程质量控制要点	307
(二) 施工中应注意的质量通病	308
(三) 分项工程施工质量验收	308
(四) 分项工程需提供技术文件	311
十、水泥土搅拌桩地基	311
(一) 施工过程质量控制要点	311
(二) 施工中应注意的质量通病	312
(三) 分项工程施工质量验收	312
(四) 分项工程需提供技术文件	315
十一、土和灰土挤密桩复合地基	315
(一) 施工过程质量控制要点	315
(二) 施工中应注意的质量通病	315
(三) 分项工程施工质量验收	316
(四) 分项工程需提供技术文件	318
十二、水泥粉煤灰碎石桩复合地基	318
(一) 施工过程质量控制要点	318
(二) 施工中应注意的质量通病	319
(三) 分项工程施工质量验收	319
(四) 分项工程需提供技术文件	321
十三、夯实水泥土桩复合地基	321
(一) 施工过程质量控制要点	321
(二) 施工中应注意的质量通病	322
(三) 分项工程施工质量验收	322
(四) 分项工程需提供技术文件	323
十四、砂(石)桩地基	323
(一) 施工过程质量控制要点	323
(二) 施工中应注意的质量通病	324
(三) 分项工程施工质量验收	325
(四) 分项工程需提供技术文件	326
第五章 桩基础	327
第一节 桩基础概述	327
一、桩的分类、作用及适用范围	327
二、桩型及成桩工艺的选择	331
三、桩的布置	334
四、沉桩方法的选择	335
五、施工机具及其选择	337
(一) 打桩机具	337

(二)静压桩机具	357
(三)钻孔灌注桩机具	359
六、接桩方法及其选择	365
(一)焊接法	366
(二)法兰连接法	367
(三)硫磺胶泥锚接法	367
第二节 常用的桩基础	369
一、混凝土预制桩	369
(一)混凝土预制桩的制作	370
(二)混凝土预制桩的施工	373
二、先张法预应力管桩	379
(一)施工准备	380
(二)先张法预应力管桩的施工	381
三、静力压桩	382
(一)机械静力压桩	382
(二)锚杆静力压桩	382
四、钢桩	385
(一)钢管桩的制作	385
(二)钢桩的施工	389
五、混凝土灌注桩	391
(一)基本要求	392
(二)干作业成孔灌注桩	395
(三)泥浆护壁成孔灌注桩	397
(四)套管护壁成孔灌注桩	407
第三节 桩基础施工质量控制	412
一、混凝土预制桩	412
(一)施工过程质量控制要点	412
(二)施工中应注意的质量通病	412
(三)分项工程施工质量验收	413
(四)分项工程需提供技术文件	414
二、先张法预应力管桩	414
(一)施工过程质量控制要点	414
(二)施工中应注意的质量通病	416
(三)分项工程施工质量验收	416
(四)分项工程需提供技术文件	417
三、静力压桩	418
(一)施工过程质量控制要点	418
(二)施工中应注意的质量通病	418

(三)分项工程施工质量验收	418
(四)分项工程需提供技术文件	421
四、钢桩	421
(一)施工过程质量控制要点	421
(二)施工中应注意的质量通病	422
(三)分项工程施工质量验收	422
(四)分项工程需提供技术文件	424
五、混凝土灌注桩	424
(一)施工过程质量控制要点	424
(二)施工中应注意的质量通病	427
(三)分项工程施工质量验收	428
(四)分项工程需提供技术文件	429
参考文献	430

第一章 基本知识

第一节 地基与基础概述

万丈高楼平地起,建筑物都要建造在土层上。但是支承房屋楼盖和屋盖荷载的墙体,不能直接放置在土层上,因为土的强度大大低于墙体材料的强度。一般是在墙体或柱子下端做成一个放大的部分,这个放大的部分称为基础,由它来承受建筑物上部的总荷载,并向下扩散到土层上。这个承受由基础传来荷载的土层就叫地基,见图 1-1。

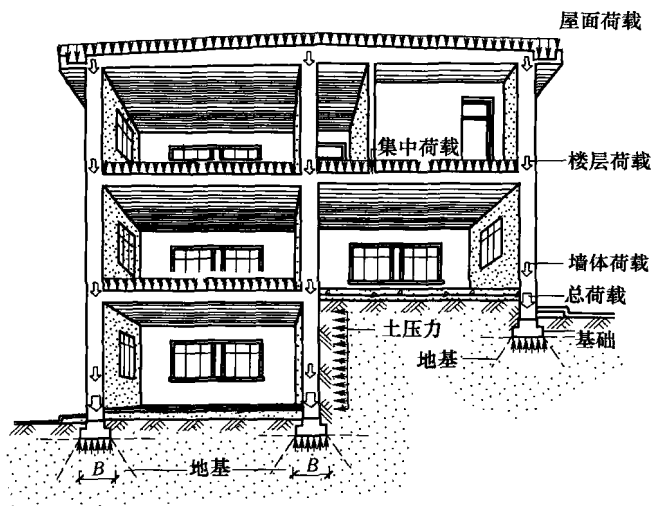


图 1-1 地基、基础与荷载的关系

地基每平方米所能承受的最大压力,叫地基容许承载力(也叫地耐力)。当基础对地基的压力超过地基容许承载力时,地基将出现较大的沉降变形,甚至地基土层会滑动挤出而破坏。为了保证建筑物的稳定与安全,就要根据基底压应力不超过地基容许承载力的原则,适当扩大基础底面积。所以,上部荷载越大,要求基础的底面积就越大;或者说,地基容许承载力越小,所需要的基础底面积就越大。

基础是房屋的重要组成部分,而地基与基础又密切相关。建筑物事故的发生,常与地基基础有关,而地基基础事故一旦发生,就难以补救。从工程造价上看,一般四五层的民用建筑,基础工程的造价占总造价的 10%~20%,由此也可以看出地基与基础在建筑工程中的重要性。

一、地基

建筑物(或构筑物)荷载都是通过基础传至土层,使土层产生附加应力和变形,由于土粒

间的接触与传递,向四周土中扩散并逐渐减弱,我们把土层中附加应力与变形所不能忽略的那部分土层(或岩层)称为地基。

地基是有一定深度与范围的,基础下的土层称为持力层;在地基范围内持力层以下的土层称为下卧层,强度低于持力层的下卧层称为软弱下卧层。基础应埋置在良好的持力层上,见图 1-2。

在建筑工程上,一般将地基分为两大类:天然地基和人工地基。

(一)天然地基

凡天然土层具有足够的承载力,不需经过人工加固,可直接在其上建造房屋的称为天然地基。

天然地基就是由岩石风化破碎成松散颗粒的土层或是呈连续整体状的岩层。地基土的概念与我们通常所说的土的概念不同,地基土是包括岩石、碎石、砂、土等在内的总称。按我国《地基基础设计规范》(GB 50007—2002),地基土分为以下五大类。

1. 岩石 是颗粒间牢固联结、呈整体或具有裂隙的岩体,承载力高,按岩石的种类和风化程度来确定其承载力。硬质岩石(如花岗岩、石灰岩)微风化程度其地基容许承载力可达 4000kN/m^2 以上,强风化的软质岩石(如页岩、云母片岩)也不低于 200kN/m^2 。

2. 碎石土 是粒径大于 2mm 的颗粒含量超过 50% 的土。根据粒径大小和占全重的百分率,分为漂石、块石、卵石、碎石、圆砾和角砾六种。碎石土抗冲刷力强,含水量增加时不影响其物理性能。其容许承载力按密实程度不同而变化,最高可达 1000kN/m^2 ,最低为 150kN/m^2 。

3. 砂土 是粒径大于 2mm 的颗粒含量不超过全重 50% 的土。砂土在干燥时呈松散状态,无塑性或微有塑性。根据粒径大小和占全重百分率的不同,砂土分为砾砂、粗砂、中砂、细砂、粉砂五种,砾砂、粗砂与中砂的容许承载力只与密实度有关,而与含水量的大小无关,其容许承载力为 $160\sim 400\text{kN/m}^2$,细砂与粉砂的容许承载力除与密实度有关外,还与含水量大小有关,密实度越小、含水量越高,承载力就越低。砂土的容许承载力在 $120\sim 200\text{kN/m}^2$ 之间。

4. 黏性土 黏性土的黏性与塑性较大,与砂土很容易区别,按沉积年代可分为:老黏性土、一般黏性土和新近沉积黏性土,此外尚有淤泥和淤泥质土和红黏土。老黏性土与一般黏性土的沉积年代长,分布面广,具有较高的强度和较低的压缩性,其容许承载力在 $100\sim 380\text{kN/m}^2$ 之间。新近沉积黏性土是指在河漫滩、湖、塘、沟、谷等地段沉积年代较近的黏性土,颜色较深,含有机质较多,在城镇附近这种土可能含有少量碎砖、瓦片等人类活动遗物。这种土压缩性较大,强度较低,其容许承载力为 $80\sim 140\text{kN/m}^2$ 。淤泥及淤泥质土是指在静水或缓慢的流水环境中沉积,经生物化学作用形成的、天然含水量较大的黏性土,其容许承载力为 $40\sim 100\text{kN/m}^2$ 。红黏土是石灰岩、白云岩、泥灰岩等类岩石经风化后在原地残留的土,或被雨、雪、地表水慢慢侵蚀、搬运、沉积在山坡的土,常为褐红色或棕红色、黄褐色。一般呈坚硬至硬塑状态,其容许承载力较高,为 $110\sim 350\text{kN/m}^2$ 。

5. 人工填土 是经人工搬动后,又重新堆填而形成的土。土层分布不规律、不均匀,压

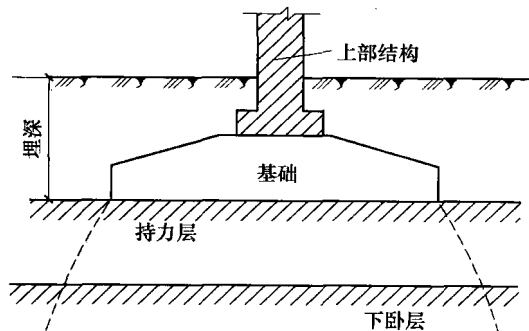


图 1-2 地基图

缩性高,浸水后湿陷。人工填土分素填土、杂填土、冲填土三种。素填土是由碎石土、砂土、黏性土等组成的填土。杂填土是含有建筑垃圾、工业废料、生活垃圾等杂物的填土。冲填土是由水力冲填泥沙形成的沉积土。人工填土的容许承载力较低,应通过荷载试验等方式确定。

我国土地辽阔从沿海到内陆,从山区到平原,分布着多种多样的土类。某些土类由于不同的地理环境、气候条件、地质成因、物质成分等原因,又具有与前述一般土类不同的特殊性质,例如西北、山西、河南西部一带的湿陷性黄土(又称大孔土),东北的季节性冻土,东南沿海的软黏土,广西、湖南、安徽等地的膨胀土等,这类土统称为特殊土。当以特殊土作为建筑物地基时,必须注意其特殊性质,采取相应的措施,避免造成事故。

(二)人工地基

当土层的承载力较差,如淤泥、冲填土及其他软弱土层,或虽然土层较好,但上部荷载较大时,为使地基具有足够的坚固性和稳定性,可以对土层进行人工加固,这种经过人工处理的土层,称为人工地基。

常用的人工加固地基的方法有压实法、换土法和桩基。

1. 压实法

(1)土的表面压实(夯实法)。基坑或基槽的表面是直接支承基础的土层,在开挖基坑后,为改善土层表面松软情况,可选用轻便工具——木夯、石碾、蛙式打夯机等对原土夯打压实,见图 1-3a。这种表面夯实法的有效深度约 200mm,一般只作为保证地基质量的措施,不能提高地基承载力。

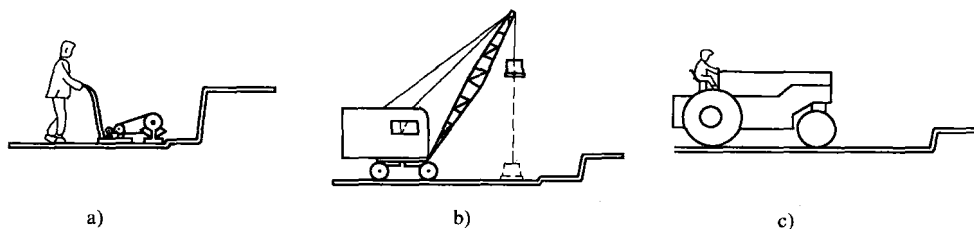


图 1-3 压实法加固地基

a) 夯实法 b) 重锤夯实法 c) 机械碾压法

(2)重锤夯实法。重锤夯实法是利用机械将 1.5t 以上的重锤提高到 3~4m 的高度自由落下,每锤重叠 $1/2 \sim 1/3$,重复夯打,以加固地基,如图 1-3b 所示。夯打之后,地基表面形成比较密实的表层,从而提高地基表层的强度。对于湿陷性黄土,可减少表层土的湿陷性;对于杂填土,则可减少其不均匀性。重锤夯实法一般适用于处理稍湿的各种黏性土、砂土、杂填土以及湿陷性黄土等。重锤夯实的效果与夯锤的重量、锤底的直径、落距、夯实的遍数以及土的含水量都有密切的关系。夯实影响深度为锤底直径的一倍左右。例如对于密度较大、一般湿度的杂填土地基,当采用 1.5t 的重锤,底面直径为 1.15m,落距 3~4m,夯打 6~8 遍,其影响深度为 1.1~1.2m,容许承载力可达到 $100 \sim 150 \text{ kN/m}^2$ 。

图 1-4 为截头圆锥体 1.5t 钢筋混凝土夯锤配筋图。

(3)机械碾压法。机械碾压法是一种采用压路机、推土机、或其他压实机械来压实松散

土的方法,如图 1-3c 所示。这种方法常用于大面积填土的压实和杂填土地基的处理。对杂填土地基的碾压,应先将建筑物范围一定深度以内的杂填土挖出,开挖的深度根据设计的具体要求而定。开挖后,先在基坑底部碾压,然后回填原坑土或掺入部分碎石、砂等,分层碾压。碾压的遍数、分层碾压的厚度和控制的含水量,一般应根据所采用的碾压机械,通过现场碾压试验确定。

(4)振动压实法。振动压实法用于处理无黏性土或黏性土含量少、透水性较好的松散杂填土地基。实践证明,用振动压实机处理由炉灰、炉渣、碎砖等组成的杂填土地基,效果良好。振动压实机(图 1-5)自重 2t,振动力可达 5~10t,频率为 1160~1180r/min,振幅为 3.5mm。它的工作原理是由电动机带动两个偏心块转动,两偏心块以相同速度反向转动而产生很大的垂直振动力,通过操纵机构可使它前后移动或转弯。

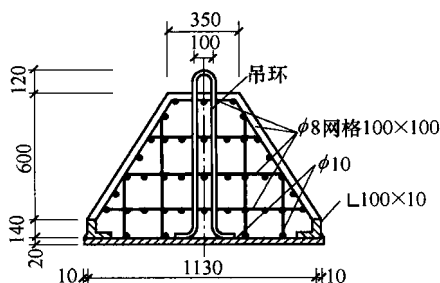


图 1-4 1.5t 钢筋混凝土夯锤

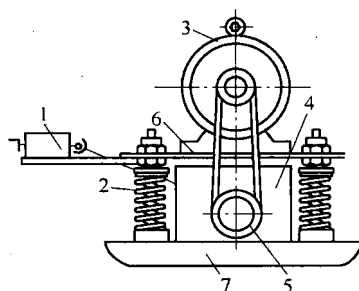


图 1-5 振动压实机示意图

1—操纵机构 2—弹簧减振器 3—电动机 4—振动器
5—振动机槽轮 6—减振架 7—振动夯板

振动压实的效果与填土成分、振动时间等因素有关,所以需在施工前进行试振,得出稳定下沉量和时间的关系,决定所需的振动时间。例如:含炉灰的细黏填土,振实时间为 3~5min,有效振实深度为 1.2~1.5m。一般杂填土经过振实后,容许承载力可以达到 100~120kN/m²。

振动前,应对邻近建筑进行调查,如有危险房需事先采取措施,一般情况下,振源距离建筑物应不小于 3m。

(5)强夯法。强夯法是一种将几十吨(一般 8~40t)的重锤,从几十米(一般 6~40m)高处自由落下,对土进行强力夯实的地基处理方法。这是在重锤夯实法基础上发展起来的一项新技术。其夯实机理与重锤夯实不同,强夯是用很大的冲击使土中出现很大的冲击波和应力,使土中孔隙压缩,土体迅速固结。强夯加固后,地基承载力可提高 3~4 倍,最高可达 6 倍,其影响深度在 10m 以上。强夯法的理论目前正在研究之中,它的主要特点是效果好、速度快、省材料,适用于多种土质。但对饱和的淤泥质黏土和淤泥则应慎重对待,需经试验后才能确定。强夯法的不足之处是施工时振动与噪声很大,对附近建筑物有影响,所以在城市中不宜采用。

2. 换土法 当基础下土层比较软弱,或部分地基有一定厚度的软弱土层,如淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土等,不能满足上部荷载对地基的要求时,可将较弱土层全部或部分挖去,换成其他较坚硬的材料,这种方法叫换土法。换土法所用的材料一般是选用压缩性低的侵蚀性材料,如砂、碎石(卵石)、矿渣、石屑等松散材料,在局部换土中也可采用黏性土。由