

XIANDAI JIANZHU SHIGONG XINJISHU



现代建筑施工新技术

孟文清 阎西康 主编



黄河水利出版社

现代建筑施工新技术

主 编 孟文清 阎西康
副主编 史三元 李彦苍 张亚鹏

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本书详细介绍了现代建筑施工中各种新型施工技术、工艺、材料、机具和新的施工管理方法,在内容设置和安排上突出了实用、创新和时代特色。全书共分12章,主要内容包括地基处理新技术、桩基础工程施工新技术、地下空间工程施工、深基坑支护技术、新型混凝土技术、预应力混凝土施工技术、新型模板及脚手架应用技术、钢结构施工新技术、建筑防水工程施工新技术、建筑装饰工程施工新技术、建筑节能与环保新技术、施工过程监测和控制等。

本书可作为高等院校土木工程及相关专业本科和研究生教材,也可作为建筑工程技术人员的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

现代建筑施工新技术/孟文清,阎西康主编. —郑州:黄河水利出版社,2010.6

ISBN 978 - 7 - 80734 - 846 - 7

I. ①现… II. ①孟… ②阎… III. ①建筑工程 - 工程施工 - 施工技术 IV. ①TU74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 119924 号

策划组稿:马广州 电话:13849108008 E-mail: magz@ yahoo. cn

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail: hhsclbs@ 126. com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:20

字数:460千字

印数:1—3 100

版次:2010年6月第1版

印次:2010年6月第1次印刷

定价:39.00元

《现代建筑施工新技术》编辑委员会

主任委员:梁 军

副主任委员:戎 贤 王毅忠 王增文

委 员(按姓氏笔画排序):

王增文 王毅忠 史三元 戎 贤

吕军奇 吕荣杰 闫 萍 孙维丰

张申力 张东生 吴 迈 李同泽

李恩德 李艳双 陈敬武 孟文清

赵向东 赵春旺 唐 彬 梁 军

黄春萍 阎西康

前 言

科学技术是第一生产力,建筑业的技术进步是使基本建设投资取得良好经济效益的重要因素之一,作为企业的决策层和管理部门,必须将科技进步作为推动企业经营管理的指导原则。目前,我国正处于大规模建设高峰时期,经济建设发展十分迅速,现代工程技术复杂性越来越高,现代建筑施工新技术的发展,不仅解决了用传统的施工方法难以解决的很多复杂的技术问题,而且在提高工程质量、加快施工进度、提高生产效率、降低工程成本等方面均发挥了十分重要的作用。因此,了解和吸收这些新技术,并在工作中应用和创新,已成为广大建筑工程技术人员亟待解决的问题。

近年来,随着高层建筑、跨海大桥、城市地铁、隧道隧洞等工程的大量出现,涌现出了一批先进的施工新技术。我们在结合近几年建筑业最新技术的基础上编写了此书,以期使在校学生和现场工程技术人员对现代建筑施工新技术的最主要成果有所了解,对他们今后的工作提供帮助和指导。

全书共分12章,包括地基处理新技术、桩基础工程施工新技术、地下空间工程施工、深基坑支护技术、新型混凝土技术、预应力混凝土施工技术、新型模板及脚手架应用技术、钢结构施工新技术、建筑防水工程施工新技术、建筑装饰工程施工新技术、建筑节能与环保新技术、施工过程监测和控制等。本书在内容设置上以新技术为重点,全面介绍了各种施工新技术的基本原理、特点、施工工艺、适用范围及其技术指标等。编写过程中,尽可能做到图文并茂,以方便教学与自学。

全书由孟文清统纂定稿。其中第一章由阎西康、张宝魁编写,第二章由张宝魁编写,第三章由张宝魁、乔艳红编写,第四章由崔邯龙编写,第五章由张亚鹏编写,第六、七章由李彦苍编写,第八章由孟文清、吕军奇编写,第九章由石华旺编写,第十章由王苏芳编写,第十一章由史三元、吕军奇编写,第十二章由张宏洲编写。在本书编写过程中,张媛媛、丁艳维等为本书部分书稿的整理做了大量工作,同时得到了戎贤、王飞两位教授的大力帮助及相关单位的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

在本书编写过程中,参考和引用了有关专家、学者的论著,在此谨向他们表示衷心的感谢和深深的敬意。

真诚地希望本书能够对高等院校土木工程、工程管理等相关专业教学及从事建设工程施工及管理的技术人员有所裨益。由于现代建筑施工新技术的研究发展日新月异,本书难以全面概括,更由于我们实践经验不足,理论水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2010年5月

目 录

前 言

第一章 地基处理新技术	(1)
第一节 水泥粉煤灰碎石桩(CFG)复合地基施工	(1)
第二节 夯实水泥土桩复合地基施工	(10)
第三节 真空预压法加固软基施工	(11)
第四节 土工合成材料应用与施工技术	(18)
第二章 桩基础工程施工新技术	(27)
第一节 灌注桩后注浆施工	(27)
第二节 长螺旋钻孔压灌混凝土桩施工	(34)
第三节 挤扩支盘灌注桩施工	(42)
第四节 预应力混凝土管桩	(48)
第三章 地下空间工程施工	(55)
第一节 逆作法施工	(55)
第二节 盾构法施工	(65)
第三节 岩石地下工程施工	(70)
第四节 地下工程特殊开挖方法	(78)
第四章 深基坑支护技术	(82)
第一节 概 述	(82)
第二节 复合土钉墙支护技术	(87)
第三节 预应力锚杆支护技术	(95)
第四节 型钢水泥土复合搅拌桩支护结构技术	(101)
第五节 环梁支护结构技术	(107)
第五章 新型混凝土技术	(115)
第一节 高强混凝土	(115)
第二节 高性能混凝土	(122)
第三节 泵送混凝土	(129)
第四节 轻骨料混凝土	(138)
第五节 流态混凝土	(144)
第六章 预应力混凝土施工技术	(148)
第一节 概 述	(148)
第二节 预应力高效材料	(148)
第三节 后张有黏结预应力施工技术	(151)
第四节 后张法无黏结预应力施工技术	(155)

第七章 新型模板及脚手架应用技术	(163)
第一节 清水混凝土模板技术	(163)
第二节 早拆模板成套技术	(168)
第三节 液压自动爬模技术	(170)
第四节 新型脚手架应用技术	(175)
第八章 钢结构施工新技术	(183)
第一节 网架与网壳施工	(183)
第二节 悬索结构施工	(200)
第三节 膜结构施工	(206)
第四节 预应力大跨度空间钢结构施工	(220)
第五节 钢-混凝土组合结构施工	(229)
第九章 建筑防水工程施工新技术	(241)
第一节 新型防水卷材应用技术	(242)
第二节 防水涂料应用新技术	(248)
第三节 密封材料应用新技术	(249)
第四节 刚性防水砂浆应用新技术	(249)
第五节 防渗堵漏技术	(251)
第十章 建筑装饰工程施工新技术	(254)
第一节 概 述	(254)
第二节 幕墙施工新技术	(256)
第三节 高压无气喷涂施工	(266)
第四节 ZW 墙板外墙装饰施工	(269)
第十一章 建筑节能与环保新技术	(271)
第一节 建筑节能概述	(271)
第二节 建筑外围护结构保温隔热技术	(273)
第十二章 施工过程监测和控制	(277)
第一节 大体积混凝土温度监测和控制	(277)
第二节 深基坑工程监测和控制	(285)
第三节 大跨度结构监测和控制	(295)
参考文献	(307)

第一章 地基处理新技术

随着地基处理理论、地基处理材料、施工新机械和新工艺以及多种地基处理综合应用技术的发展,我国的地基处理技术水平也相应得到了快速发展与提高,并在工程建设实践中出现了许多新的地基处理方法技术,取得了良好的经济效益和社会效益。

本章重点介绍水泥粉煤灰碎石桩复合地基、夯实水泥土桩复合地基、真空预压法加固软基、强夯法处理大块石高填方地基、土工合成材料应用与施工技术以及地基检测技术等方面的施工新技术、新工艺。

第一节 水泥粉煤灰碎石桩(CFG)复合地基施工

CFG 桩是水泥粉煤灰碎石桩的简称,是由水泥、粉煤灰、碎石、石屑或砂等混合料加水拌和形成的高黏结强度桩;CFG 桩复合地基是由 CFG 桩、桩间土和褥垫层一起组成的复合地基,如图 1-1 所示。CFG 桩是针对碎石桩承载特性的一些不足,加以改进而发展起来的,CFG 桩复合地基试验研究是建设部“七五”计划课题,于 1988 年立题进行试验研究并运用于工程实践,1994 年在全国推广,1997 年被列为国家级工法。

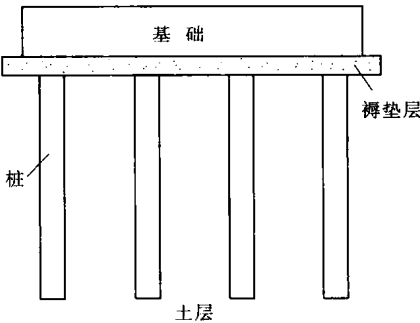


图 1-1 CFG 桩复合地基组成

CFG 桩主要适用于处理黏性土、粉土、砂土和已自重固结的素填土等地基,对淤泥质土,应按地区经验或通过现场试验确定其适用性。同时,CFG 桩复合地基属于刚性桩复合地基,具有承载力提高幅度大、地基变形小等优点,可适用于多种基础型式,如条形基础、独立基础、箱形基础和筏板基础等。

CFG 桩按施工成孔工艺不同可分为取土成孔柱锤夯击 CFG 桩、振动沉管 CFG 桩、长螺旋钻管内泵压 CFG 桩、长螺旋钻孔灌注成桩、泥浆护壁钻孔灌注成桩、人工或机械洛阳铲成孔灌注成桩等多种类型。在实际工程中,除采用单一的 CFG 桩施工工艺外,有时还需要根据地质条件或地基处理的目的采用两种施工工艺组合或两种桩型的组合。总之,施工选用何种施工工艺和设备,需要考虑场地土质、地下水位、施工现场周边环境以及当

地施工设备等具体情况综合分析确定。

一、取土成孔柱锤夯击 CFG 桩施工

(一) 施工工艺

取土成孔柱锤夯击成桩的施工工艺为:确定桩位→取土器取土成孔至设计标高→孔底分层抛石并夯击形成夯扩载体→分层填料夯扩成桩。孔底分层抛石并夯击形成夯扩载体,再制作而成的 CFG 桩复合地基又称为夯扩载体 CFG 桩复合地基。成孔施工宜采用间隔法,一般先施工场地中央桩再施工外围桩,以避免对已成 CFG 桩的破坏。

取土成孔柱锤夯击 CFG 桩施工工艺如图 1-2 所示。

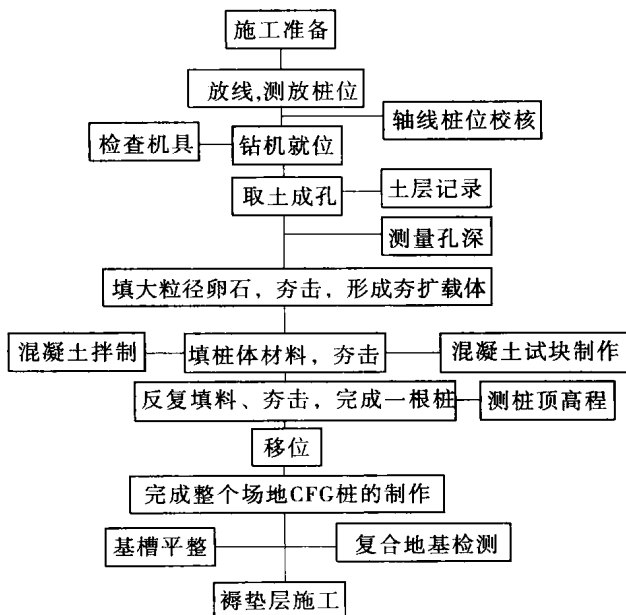


图 1-2 取土成孔柱锤夯击 CFG 桩施工工艺

取土成孔柱锤夯击 CFG 桩的取土方式是将一直径为 300 ~ 600 mm 的敞口取土器提升至一定高度,让其自由落下,将土贯入取土器,后提升至地面,将土从取土器中取出,当取土达到设计持力层后,灌注 CFG 桩桩身材料并进行夯击,至桩顶,完成一根桩的制作。

对于孔底有饱和粉土或其他相对软弱土层,可在孔中先填入粒径较大的卵石,在夯击能的作用下,使卵石向下及周围扩散,使下部及周围土体挤密,并形成较大的卵石、碎石载体,再在其上部夯填和灌注 CFG 桩桩身材料,最后形成夯扩载体 CFG 桩复合地基。

夯扩桩的施工方法可采用套管锤击扩桩和无套管锤击扩桩两种。套管锤击扩桩是采用外桩管与内桩筒(取土器),取土成孔后,将外桩管沉至孔底,或边成孔边跟管,再往孔内投入一定的大直径卵石并夯击,使之挤入下部土层。该方法适用于成孔效果不好,或孔壁易坍塌的场地。无套管锤击扩桩是成孔后,直接往孔内倒入一定的大直径卵石并夯击,使之挤入下部土层。

(二) 施工机具及配套设施

施工机具及配套设施主要有:SH30 型冲孔机及取土器,电机功率约 8 kW;锤体直径约 300 mm,自重约 600 kg,架高 5.6 m;350 型搅拌机;运输斗车。

(三) 施工参数确定

(1) 在夯扩载体的施工中,控制每次投料量为 $0.02 \sim 0.05 \text{ m}^3$,卵石粒径 $80 \sim 150 \text{ mm}$,夯锤落距不小于 4.0 m ,夯击 $5 \sim 7$ 击,每次投料最后三次沉降量不大于 30 mm 。

(2) 在 CFG 桩桩体填料施工中,控制每次填料量为 $0.08 \sim 0.1 \text{ m}^3$,夯锤落距约为 2.0 m ,夯击 $5 \sim 7$ 击,每次填料最后三次沉降量不大于 50 mm 。

二、振动沉管 CFG 桩施工

振动沉管 CFG 桩施工主要适用于黏性土、粉土、淤泥质土、人工填土及松散砂土等地质条件,尤其适用于松散的粉土、粉细砂等土层,具有施工操作简便、施工费用低、对桩间土的挤密效应显著等优点。采用振动沉管 CFG 桩施工工艺施工的 CFG 桩复合地基可以提高地基承载力、减少地基变形以及消除地基液化。振动沉管 CFG 桩机如图 1-3 所示。

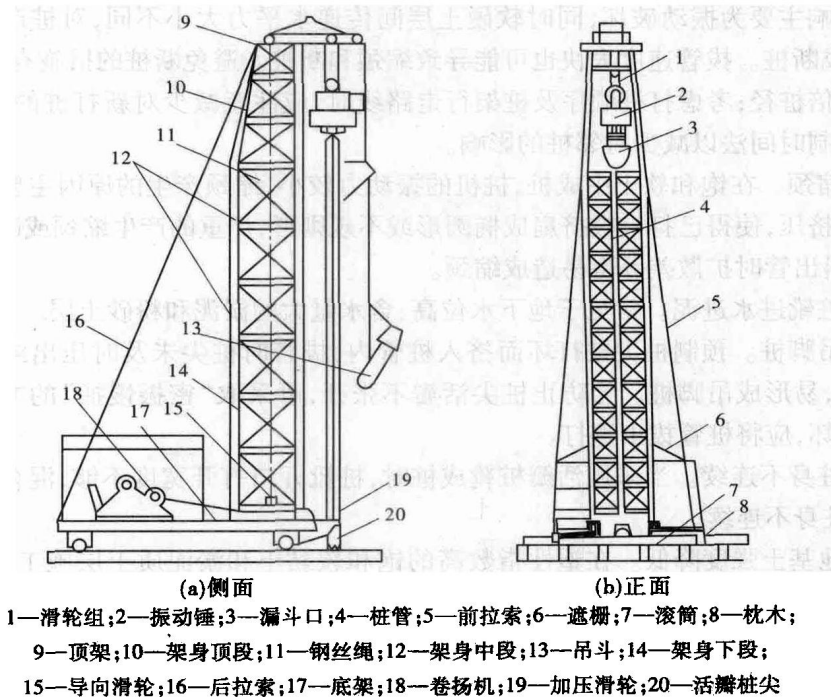


图 1-3 振动沉管 CFG 桩机示意图

(一) 施工工艺

振动沉管 CFG 桩施工工艺为:施工准备→桩机组装就位→沉管到预定标高→管内投料→拔管→成桩。

确定施打顺序时,主要考虑打桩对已打邻桩的影响。在软土中施工,可采用跳打法施工;对满堂布桩,宜采用从中间向四周打的方案,防止大面积土体隆起,以及断桩的发生。设计桩顶标高离地表的距离小于 1.5 m 时,保护桩长可取 $500 \sim 700 \text{ mm}$;桩顶标高离地表

的距离大于 1.5 m 时,保护桩长可取 700 ~ 1 000 mm。

桩机进入现场,根据设计桩长、沉管入土深度确定机架高度和沉管长度,并进行设备组装。桩机就位后垂直度偏差不大于 1%。

沉管过程中,每沉 1 m 记录电流一次,并记录土层变化。沉管到设计标高后,向管内投放混合料直至与进料口齐平。混合料拌和时间不少于 1 min,粉煤灰用量较多时,搅拌时间还要适当延长,坍落度 30 ~ 50 mm,成桩后浮浆厚度宜小于 200 mm。

拔管前先振动 5 ~ 10 s,拔管速率一般为 1.2 ~ 1.5 m/min,如遇淤泥或淤泥质土,拔管速度还可放慢。拔管速度太快将造成桩径偏小或缩颈断桩,拔管速度太慢则桩端水泥含量较少,桩顶浮浆过多。拔管过程中不允许反插。必要时,拔管过程中需再次投料,以保证成桩后桩顶标高(应考虑保护桩长)达到设计要求。

CFG 桩施工完毕 3 ~ 7 d 后,即可进行开槽剔除桩头。褥垫层所用材料可采用级配砂石,虚铺后采用静力压实或夯实。

(二) 振动沉管 CFG 桩施工常遇问题分析

(1) 断桩。在上部有较硬的土层或中间夹有硬土层中成桩,桩机的振动力较大,对已打桩的影响主要为振动破坏,同时软硬土层间传递水平力大小不同,对桩产生水平剪应力,易造成断桩。拔管速度太快也可能导致缩颈和断桩。避免断桩的措施有:桩的中心距宜大于 4 倍桩径;考虑打桩顺序及桩架行走路线时,应注意减少对新打桩的影响;采用跳打法或控制时间法以减少对邻桩的影响。

(2) 缩颈。在饱和软土中成桩,桩机的振动力较小,缩颈产生的原因主要是新打桩对已打桩的挤压,使得已打桩被挤扁成椭圆形或不规则形,严重的产生缩颈或断桩。拔管过快,混合料出管时扩散差等也易造成缩颈。

(3) 桩靴进水进泥。常见于地下水位高、含水量大的淤泥和粉砂土层。

(4) 吊脚桩。预制桩尖被打坏而挤入桩管内,拔管时桩尖未及时压出或桩尖活瓣未及时张开,易形成吊脚桩。为防止桩尖活瓣不张开,可采取“密振慢抽”的方法。若发现桩尖被打坏,应将桩管拔出重打。

(5) 桩身不连续。当采用活瓣桩靴成桩时,桩靴开口打开宽度不够,混合料下落不充分,造成桩身不连续。

(6) 地基土强度降低。在塑性指数高的饱和软黏土和淤泥质土层施工,打拔管的振动易使土体结构破坏,强度降低。

(7) 桩体强度不均匀。拔管太慢或留振时间过长,会导致桩端水泥含量较少,桩顶浮浆过多,而且混合料也容易产生离析,造成桩身强度不均匀。

(三) 振动沉管 CFG 桩施工质量控制要点

1. 施工前的工艺试验

施工前的工艺试验,主要是考查设计的施工顺序和桩距能否保证桩身质量。即试验新打桩对未结硬的及已结硬的已打桩的影响。

2. 施工监测

施工过程中应监测:①施工场地标高;②桩顶标高;③对桩顶上升量较大的桩或怀疑发生质量事故的桩开挖检查。

3. 逐桩静压

对重要工程和通过施工监测发现桩顶上升量较大并且桩的数量较多的工程进行快速静压,以消除可能出现的断桩对复合地基承载力造成的不良影响。对桩进行静压的目的在于将可能发生的断桩连接起来,使之能正常传递竖向荷载,静压荷重一般不小于 1.2 倍桩的设计荷载。这一技术对保证复合地基中的桩正常工作和发现桩的施工质量问题是很 有意义的。通过严格的施工监测和施工质量控制,施工质量确有保证的,可以不进行逐桩静压。

4. 静压振拔技术

所谓静压振拔,是指沉管时不启动振机,借助振机自身的重量,将沉管沉至预定标高,填满料后再启动振机振动拔管。对饱和软土,特别是塑性指数较高的软土,扰动将引起土体孔隙水压力上升,土的强度降低。振动历时越长,对土和已打桩的不利影响越严重。在软土地区施工时,采用静压振拔技术对保证施工质量具有重要作用。

三、长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工

长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工工艺具有低噪音,无泥浆污染,成桩不产生振动,成孔穿透能力强,可穿进硬土层,施工效率高等优点。长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工主要设备是长螺旋钻机、混凝土泵和强制式混凝土搅拌机组成的完整的施工体系,如图 1-4 所示。长螺旋钻机是该工艺设备的核心部分。目前,长螺旋钻机根据其成孔深度分为 12 m、16 m、18 m、24 m 和 30 m 等机型,施工前根据设计桩长确定桩机型号。

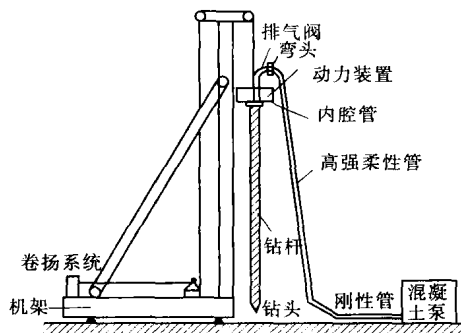


图 1-4 长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工示意图

(一) 施工工艺

长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工工艺为:施工准备→钻机就位→钻进成孔→灌注混合料→拔管→成桩移机。

长螺旋钻管内泵压 CFG 桩复合地基施工流程如图 1-5 所示。

1. 钻机就位

长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工时,钻机就位后,应用钻机塔身的前后和左右的垂直标杆检查塔身导杆,校正位置,使钻杆垂直对准桩位中心,确保 CFG 桩垂直度偏差不大于 1%。

2. 混合料搅拌

混合料搅拌要求按配合比进行配料,计量要求准确,上料顺序为:先装碎石或卵石,再

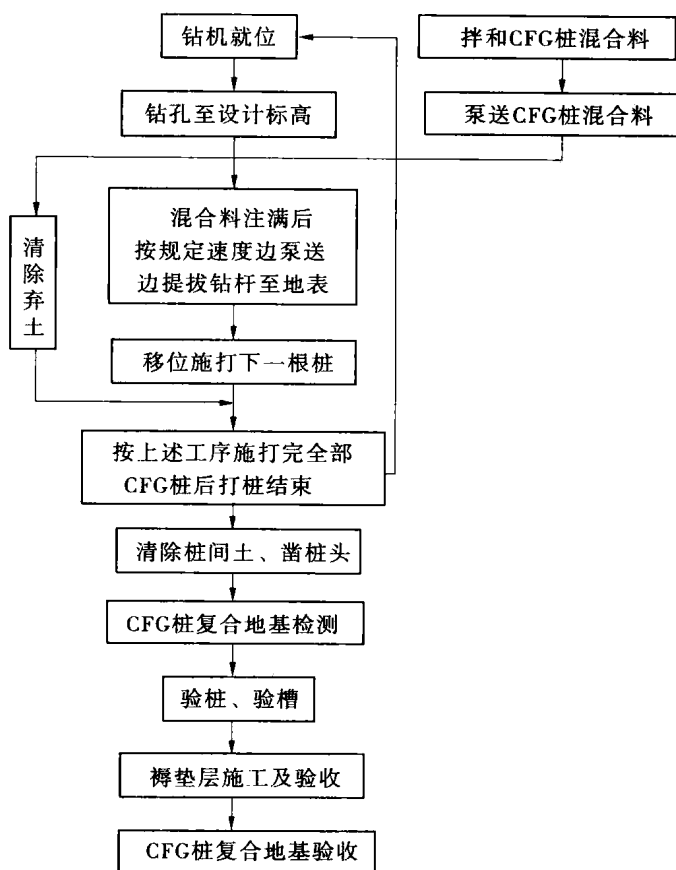


图 1-5 长螺旋钻管内泵压 CFG 桩复合地基施工流程

加水泥、粉煤灰和外加剂,最后加砂,使水泥、粉煤灰和外加剂夹在砂、石之间,不易飞扬和黏附在筒壁上,也易于搅拌均匀。每盘混合料搅拌时间不应小于 60 s。混合料坍落度控制在 160 ~ 200 mm。在泵送前,混凝土泵料斗、搅拌机搅拌筒应备好熟料。

3. 钻进成孔

钻孔开始时,关闭钻头阀门,向下移动钻杆至钻头触及地面时,启动钻机钻进。一般应先慢后快,这样既能减少钻杆摇晃,又容易检查钻孔的偏差,以便及时纠正。在成孔过程中,如发现钻杆摇晃或难以钻进,应放慢进尺,否则较易导致桩孔偏斜、移位,甚至使钻杆、钻具损坏。钻进的深度取决于设计桩长,当钻头到达设计桩长预定标高时,应在与动力头底面停留位置相应的钻机塔身处做标记,作为施工时控制桩长的依据。正式施工时,动力头底面到达标记处,桩长即满足设计要求。施工时还应该考虑施工工作面的标高差异,作相应增减。

在钻进过程中,当遇到圆砾层或卵石层时,会发现进尺明显变慢,机架出现轻微晃动。在有些工程中,可根据这些特征来判定钻杆进入圆砾层或卵石层的深度。

4. 灌注及拔管

长螺旋钻管内泵压 CFG 桩成孔到设计标高后,停止钻进,开始泵送混合料;当钻杆芯

管充满混合料后开始拔管,严禁先拔管后泵料。成桩的提拔速度宜控制在 $2 \sim 3 \text{ m/min}$,成桩过程宜连续进行,应避免因后台供料缓慢而导致停机待料。若施工中因其他原因不能连续灌注,必须根据勘察报告和已掌握的施工场地的地质情况避开饱和砂土和粉土层,不得在这些土层内停机。成桩后,用水泥袋遮盖好桩头进行保护。施工中每根桩的投料量不得少于设计灌注量。

5. 移机

当上一根桩施工完毕后,钻机移位,进行下一根桩的施工。施工时由于 CFG 桩排出的土较多,经常将邻近的桩位覆盖,有时还会因钻机支撑脚压在桩位旁使原标定的桩位发生移动。因此,下一根桩施工时,还应根据轴线或周围桩的位置对需施工的桩的位置进行复核,保证桩位准确。

(二) 长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工中常见问题及处理

1. 堵管

堵管是长螺旋钻管内泵压 CFG 桩施工中经常遇到的主要问题之一。它直接影响 CFG 桩的施工效率,增加工人劳动强度,还会造成材料浪费。特别是故障排除不畅时,使已搅拌的 CFG 桩混合料失水或结硬,增加了再次堵管的几率,给施工带来很多困难。

堵管的原因主要有如下几种:

(1) 混合料配合比不合理。主要是混合料中的粗骨料和粉煤灰用量较少,混合料的和易性不好,从而发生堵管。

(2) 混合料搅拌质量有缺陷。坍落度太大的混合料,易产生泌水、离析。在管道内,水浮到上面,骨料下沉。在泵压作用下,水先流动,骨料与砂浆分离,摩擦力剧增,从而导致堵管。坍落度太小,混合料在管道内流动性差,也容易堵管。施工时合适的坍落度宜控制在 $160 \sim 200 \text{ mm}$,若混合料可泵性差,可适量掺入泵送剂。

(3) 设备缺陷。弯头是连接钻杆与高强柔性管的重要部件。若弯头的曲率半径不合理,会发生堵管;弯头与钻杆垂直连接,也将发生堵管。此外,管接头不牢固,垫圈破损,也会导致水泥砂浆的流失,造成堵管。

(4) 冬季施工措施不当。冬季施工时,混合料输送管及弯头处均需做防冻保护,一旦保温效果不好,混合料常在输送管和弯头处冻结造成堵管。

(5) 施工操作不当。钻杆进入土层预定标高后,开始泵送混合料,管内空气从排气阀排出,待钻杆芯管及输送管充满混合料、管内介质是连续体后,应及时提钻,保证混合料在一定压力下灌注成桩。若注满混合料后不及时提钻,混凝土泵一直泵送,在泵送压力下会使钻头处的水泥浆液挤出,同样可使钻头阀门处产生无水泥浆的干硬混合料塞体,使管道堵塞。

2. 窜孔

窜孔在饱和粉土和粉细砂层中常遇到。窜孔现象即为在施工完 A 桩后,接着施工相邻的 B 桩时,随着钻杆的钻进,发现已施工完且尚未结硬的 A 桩桩顶突然下落,有时下落甚至达 2 m 以上,当 B 桩泵入混合料时,能使 A 桩下降的桩顶开始回升,泵入 B 桩的混合料足够多时,A 桩桩顶恢复到原标高。

工程中常用的防止窜孔的方法有:

(1) 对有窜孔可能的被加固地基尽量采用大桩距的设计方案。增大桩距的目的在于

减少新打桩对已打桩的剪切扰动,避免不良影响。

(2)改进钻头,提高钻进速度。

(3)减少在窜孔区域打桩推进排数,如将一次打4排改为2排或1排。尽快离开已打桩,减少对已打桩扰动能量的积累。

(4)必要时采用隔桩、隔排跳打方案,但跳打要求及时清除成桩时排出的弃土,否则会影响施工进度。

发生窜孔后一般采用如下方法处理:当提钻灌注混合料到发生窜孔土层时,停止提钻,连续泵送混合料直到窜孔桩混合料表面上升至原位为止。采用这种方法处理的窜孔桩,需通过低应变检测或静载试验进一步确定其桩身完整性和承载力是否受到影响。

3. 钻头阀门打不开

施工过程中,发现有时钻孔到预定标高后,泵送混合料提钻时钻头阀门打不开,无法灌注成桩。

阀门打不开一般有两方面原因。一方面是钻头构造缺陷,如当钻头阀门盖板采用内嵌式时,有可能被砂粒、小卵石等卡住,导致阀门无法开启。另一方面是当桩端落在透水性好、水头高的砂土或卵石层中时,阀门外侧除受到土侧向压力外,受到的水的侧压力也很大,阀门内侧的混合料侧压力小于阀门外的侧压力,致使阀门打不开。当钻杆提升到某一高度后,管外侧压力逐渐减小,管内混合料侧压力不变,当管内侧压力大于管外侧压力时,阀门打开,混合料突然下落。这种情况在施工中经常发生。阀门打不开多为此种情况。对这一问题,可采取改进阀门的结构型式或调整桩长使桩端穿过砂土而进入黏性土层的措施来解决。

4. 桩体上部存气

截桩头时,发现个别桩顶部存有空间不大的空心,主要是施工过程中,排气阀不能正常工作所致。

众所周知,空气无孔不入,钻杆成孔钻进时,管内充满空气,钻孔到预定标高开始泵送混合料时,要求工作正常,能将管内空气排出。若排气阀被混合料浆液堵塞,不能正常工作,钻杆管内空气无法排出,就会导致桩体存气并形成空洞。

为杜绝桩体存气,必须保证排气阀正常工作。施工时要经常检查排气阀是否发生堵塞,若发生堵塞必须及时采取措施加以清洗。

5. 先提钻后泵料

有些施工单位施工时,当桩端达到设计标高后,为了便于打开阀门,泵送混合料前将钻杆提拔300 mm,这样操作,一是有可能使钻头上的土掉进桩孔,二是当桩端为饱和的砂卵石层时,提拔300 mm易使水迅速填充该空间,泵送混合料后,混合料不足以使水立即全部排走,这样桩端的混合料可能存在浆液与骨料分离现象。这两种情况均会影响CFG桩的桩端承载力的发挥。

四、桩头处理及褥垫层施工

(一) 桩头处理

桩头处理即将桩顶设计标高以上桩头截断。截桩具体方法如下:

第二节 夯实水泥土桩复合地基施工

夯实水泥土桩复合地基,是利用机械成孔(挤土或非挤土)或人工挖孔,然后将水泥和土按设计的比例拌和均匀,在孔内夯实至设计要求的密实度而形成的由桩体与桩间土组合而成的复合地基,具有施工周期短、造价低、施工文明、质量容易控制等优点。

一、夯实水泥土桩施工工艺

夯实水泥土桩施工工艺为:施工准备→混合料制备→成孔至设计深度→夯填混合料→成桩。

(一) 施工准备

施工准备主要工作有:确定原位土的土质及含水量是否适宜作水泥土桩的混合料;调查工业废渣(如粉煤灰、炉渣等)可供利用情况;根据设计选用的成孔方法做现场成孔试验,确定成孔的可行性。

(二) 混合料制备

一般采用 32.5 级水泥,使用前应做强度及安定性试验。夯实水泥土桩的强度主要由土的性质、水泥品种、水泥强度等级、龄期、养护条件等决定。必须采用现场土料和施工采用的水泥品种及标号进行混合料配合比设计。掺合料确定后,进行实验室配合比试验,一般工程可采用水泥:混合料=1:6(体积比)的比例试配。

当采用原位土作为混合料时,宜用无污染、有机质含量不超过 5% 的黏性土、粉土或砂类土,混合料含水量应为土料的最佳含水量,允许偏差不大于 $\pm 2\%$ 。混合料含水量是决定桩体夯实密度的重要因素,在现场实施时应严格控制。用机械夯实时,因锤较重,夯实功大,含水量应比土料最佳含水量降低 1%~2%;人工夯实时,含水量应比土料最佳含水量增加 1%~2%,均应由现场试验确定。使用黏性土时常有土团存在,使用前应过 10~20 mm 的筛,若土料含水量过大,需风干或另掺其他含水量较小的掺合料。在现场可按“一撮成团,一捏即散”的原则对土的含水量进行鉴别。采用工业废料粉煤灰等作混合料,拌和质量容易保证。

现场使用时,待成孔已经完成或接近完成,用强制式混凝土拌和机或人工进行拌和,拌和操作标准参照混凝土的拌和要求。若拌和时需要加水,则应边拌边加水,以免形成土团。

(三) 成孔

根据地质条件,成孔可采用人工洛阳铲、螺旋钻机、沉管、冲击等方法。

夯实水泥土桩的施工,应按设计要求选用成孔工艺。挤土成孔可选用沉管、冲击等方法,非挤土成孔可选用洛阳铲、螺旋钻机等方法。

夯实水泥土桩按复合地基设计时,可采用特制的洛阳铲人工成孔。若持力层强度高,按大直径桩或深基础设计时,桩径可达 800~1 000 mm,底部尚可扩径,可采用人工挖孔桩的办法成孔。

采用机械成孔时,分为挤土成孔和排土成孔。当被加固土体密度较大或挤密性差时,