

# CFG桩复合地基施工技术

郑和平

(中国葛洲坝集团第二工程有限公司,四川成都 610091)

摘要:CFG桩能够提高地基承载力,满足工程沉降要求,结合工程实例,介绍了CFG桩施工技术。

关键词:CFG桩;钻孔;质量控制

中图分类号:TV553;TU753.3

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2016)04-0074-02

## 1 概述

所承建的建筑物为一类高层剪力墙住宅结构,最大建筑高度58.4 m。场地地形西高东低,场地标高最大高差约11 m,地层结构简单,地貌单元属黄河冲积平原。

## 2 CFG桩复合地基方案

基础持力层为第2、3层土,天然地基承载力特征值 $f_{ak} = 140/140$  kPa,不满足设计要求。根据建筑物和场地地基土层主要物理力学指标特征值,设计采用水泥粉煤灰碎石桩(CFG)进行地基处理,设计桩径为400 mm。

当基础承受垂直荷载作用时,桩和桩间土间均要发生沉降变形,而桩的弹性模量远大于土,致使桩的沉降变形小于土。为了使桩与桩间土共同承受上部荷载作用,设计在桩顶与基础间铺设了200 mm厚、4:6级配砂石褥垫层,以提高桩间土的承载力,减少复合土层的沉降变形。

## 3 CFG桩施工

### 3.1 材料及配合比

根据试桩成果,桩身材料采用C25素混凝土,沿桩身全长混凝土的充盈系数定为1.1~1.2。

### 3.2 施工过程中的重、难点

CFG桩在施工中容易出现堵管、排气阀未完全打开、混凝土下料时拔管过快等情况而造成桩体缩颈、桩头空芯、桩端不饱满等质量缺陷,进而影响承载力。由于桩身为素混凝土,在水平外力作用下容易脆断。进行桩间土开挖、凿桩头、褥垫层回填时皆有可能造成浅层断桩质量问题而影响其承载力,故控制灌注混凝土质量和桩体成型后的保护是CFG桩施工的重难点。

### 3.3 施工工艺流程

地表处理→桩位放样→桩机就位→钻杆垂直度检查与调整→钻孔至设计标高→停钻→钻杆内填满混合料→边提钻边泵压灌注混合料→清土→移机到下一桩位→桩间土开挖→桩头处理→桩体完整性检查、桩体承载力抽检→CFG桩验收。

### 3.4 施工设备选型

根据工程地质情况和设计、施工及工期要求,选用了三套QLB600型步履式长螺旋钻机成孔,然后用HBT60混凝土输送泵进行混凝土灌注。

长螺旋钻机钻至设计深度后,在钻杆暂不提升的情况下,将普通细石混凝土通过高压泵及泵管从钻杆顶部向钻头进行压灌,按计量控制钻杆提升速度,边压灌混凝土边上提钻杆,直至混凝土达到设计桩顶标高(包括超灌长度)为止。该工艺无泥浆、无噪声、无振动,对环境不产生污染且施工速度快,较其他机械钻孔具有极大的优越性。

### 3.5 平整场地

施工前预留保护层,工程桩施工时桩顶预留2 m厚覆土,防止施工期间破坏先打好的基桩、扰动桩间土。场地平整后的高低误差 $< 100$  mm。

### 3.6 桩机就位钻孔、灌注成桩

钻机就位前,再次校对桩位的准确性,保证3根以上的临桩校核。桩位复核无误后,钻机就位,就位误差 $\leq 10$  mm,对中调平保证垂直度 $\leq 1\%$ 。

钻机钻孔:

(1)用电动机带动钻杆转动,使钻头螺旋叶片旋转切削土体,土块随螺旋叶片上升,经排土器排出。开始钻进时,应采用高速低速进入的工艺,使输土方便且钻进阻力小、效率高。在钻进过程中,应尽量避免钻杆晃动,以免扩大孔径,造成浪费。

收稿日期:2016-05-20

(2) 钻进过程中,经常检查钻机的平整度和钻杆的垂直度,并根据地层岩性选择适宜的钻进速度和转速,保证切削下来的土体能及时地被旋带出来,确保成孔速度及质量。

(3) 深度达到设计要求后,先自检,再报监理复检,合格后方可压灌混凝土。

采用跳跃式施工,隔一打一,不得连续施工。根据钻机的具体情况,一般钻 4~5 个孔移动一次钻机。

灌注混凝土:①钻机钻至设计深度后,停止钻进,将混凝土输送软管两端分别与钻杆顶部及混凝土输送泵连接,将普通细石混凝土由输送泵以一定的压力经输送软管、长螺旋钻杆内腔向孔底压灌。施工第一根桩时,先搅两斗与混凝土同比例的水泥砂浆进行输送,然后再输送混凝土;输送泵压采用 10~12 MPa,提钻速度采用 1.2~2 m/min。②提升钻杆:边向孔内压灌混凝土,边提升钻杆;应按计量控制钻杆的提升速度及高度,直至混凝土达到高于设计的桩顶标高,严禁过速提钻,以防出现断桩和缩颈,过砂层时尤其要注意。③根据设计要求,控制混凝土的灌注高度,桩顶标高以上超灌 0.5 m(试桩超灌 1.5 m),以保证桩头质量。

### 3.7 桩间土开挖

采用小型挖掘机(斗宽 0.6 m)开挖桩间土,人工配合清理桩周土和基面浮土,确保桩间土开挖过程中对桩的保护。

### 3.8 凿桩头

桩头采用电锯进行切割,切割机选择较大半径切片以保证切割深度,然后人工用大锤将桩头截断,严禁直接用大锤敲断桩头。

### 3.9 桩的检测

#### (1) 桩身完整性检测。

CFG 桩桩身完整性采用低应变动力试验检测,根据检测结果判定桩身的完整性。检验数量:不少于总桩数的 10%。

#### (2) CFG 桩混合料强度。

每班制作混合料标准立方体试件 1 组,经 28 d 标准养护后进行试件抗压强度检测。根据检测结果判定其质量情况。

#### (3) CFG 桩复合地基静力载荷试验。

分别进行单桩、复合地基载荷试验,计算其沉

降与承载力。检验数量:分别不少于总桩数的 1%,且不少于 3 根。

### 3.10 褥垫层铺筑

褥垫层铺筑时,大型机械不得进入地基处理区,采用塔机在地基处理区将材料吊入基坑内,人工配合铺散,静力压实。

## 4 CFG 桩施工质量控制

### 4.1 堵管

堵管直接影响 CFG 桩的施工效率,特别是故障排除不畅时,使已搅拌的 CFG 桩混凝土失水或结硬,从而增加了再次堵管的几率。

堵管原因包括:

- (1) 混合料配合比不合理,搅拌质量有缺陷;
- (2) 施工操作不当;
- (3) 施工时气温高,管壁浆液容易凝固;
- (4) 机械设备出现故障,维修时间过长,混凝土出现初凝;

(5) 钻机移位钻下一个孔时,因钻进时间过长,导致管内混凝土初凝。

防治措施:

- (1) 配合比必须保证混凝土的和易性,控制混凝土施工坍落度,保证混凝土泵送性能;
- (2) 施工时在管内填充混凝土后及时提钻;
- (3) 施工时在管壁覆盖草袋洒水湿润,降低管道温度。

### 4.2 桩头空芯

主要是因排气阀不能正常工作所致,钻机钻孔时,管内充满空气;泵送混凝土时,排气阀将空气排出,若排气阀堵塞不能正常将管内空气排出,就会导致桩体存气,形成空芯。

防治措施:勤检查排气阀工作状态,发现堵塞及时清洗。

### 4.3 缩颈

产生的原因:

- (1) 提升速度过快;
- (2) 输送压力不够;
- (3) 地层松软;
- (4) 钻头直径达不到要求而缩径(直径小于设计的桩径)。

防治措施:

- (1) 根据泵量,选择适宜的提升速度;

(下转第 95 页)

述。但对投标人资格预审环节有特殊要求,潜在投标人不仅需要提供资质、业绩、财务状况、非国关注企业等资料,而且还要求提供钢管样品,如钢管样品检测试验不合格,那么,潜在投标人资格预审则不能通过,将被取消投标资格。

### (3) 采购供应保障。

对于采购供应保障管理,我们加大了对质量控制环节的检验。钢管发货之前,除厂家按标准进行检验外,我们还通过国内具有资质的第三方检测机构进行抽检,待各项指标达标后,方允许厂家发货。在货物到达目的港之前,提供国内检测试验报告作为支持性文件,提前完成进口清关需要的产品质量认证程序。货物到达工地后,由业主和监理人员到现场见证,在项目所在国具有资质的检测机构进行钢管水压试验的抽样检测,待检测结果满足标准要求后业主和监理方同意将钢管投入使用。

### (4) 物流组织保障。

①从国内采购钢管出口到项目所在国需要依次完成以下环节的工作:国内公路运输(供应商仓库至始发港);始发港装箱、报关、装船及启运;国际海运(始发港至目的港);目的港卸船、掏箱及清关;项目所在国公路运输(目的港至项目工地)。

②国内公路运输采用汽车运输方式,由卖方承担货物运输风险。

(上接第75页)

(2) 检查输送泵,确保输送压力;

(3) 在软地层中应特别放慢提升速度,开钻前认真研究地质情况,弄清各层的地层岩性及埋深,做到心中有数;

(4) 每隔一段时间应测量钻头大小,施工中要有备用钻头。

## 5 检测成果

针对单桩竖向抗压静载试验和单桩复合地基静载试验两项检测项目进行检测。

### 5.1 单桩竖向抗压静载试验

通过试验得知:最大加荷 1 560 kN,最大沉降 43.95 mm,单桩竖向极限承载力为 1 430 kN,满足 CFG 复合地基设计要求。

### 5.2 单桩复合地基静载试验

③国际运输。我们要求国际承运商需要具备投标的基本资质文件,必须具备 1+1 联合操作能力,在项目所在国的合作伙伴必须诚信可靠且具有较强的清关能力和陆运转运能力,要求提供相关案例和车队运输的证明文件等。国际海运承运商投标报价后,除了海运费根据船公司正式发布的涨跌文件进行调整外,其他操作价格在合同有效期内不予调整,合同有效期为一年,合同到期后可延期。

根据现场需求,钢管计划分两批采购,采用散货方式发运。合同中我们要求钢管必须放在船舱内,杜绝放在甲板上,以免海水侵蚀。

④目前,为该项目所采购的第一批钢管已顺利抵达工地并已投入使用。经实际验证,文中所策划的施工主材保障管理案例是成功、实用的,正逐步体现出经济价值及时间价值。

## 5 结语

笔者从质量、成本、物流三个方面对国际工程项目施工主材采购全过程进行了梳理,简要阐述了施工主材采购保障管理思路,希望供同类工程借鉴,以逐步提高国际工程项目采购保障管理水平。

### 作者简介:

吴大成(1971-),男,湖北监利人,项目部机电物资部部长,高级工程师,从事机电工程及设备物资管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

压板面积 2.25 m<sup>2</sup>,最大加荷 747 kPa,最大沉降 25.97 mm,单桩复合地基承载力为 373 kPa,满足 CFG 复合地基设计要求。

## 6 结语

CFG 桩复合地基属于刚性复合地基,具有承载力提高幅度大、地基变形小、适用范围广等特点,经济效益显著。只要在施工过程中严格控制各工序,就可以避免缩颈、断桩、空芯等影响承载力的质量缺陷。通过对成桩进行的检测得知复合地基承载力满足设计要求。CFG 桩可用于多种基础形式,是一项值得在类似工程中推广的地基处理技术。

### 作者简介:

郑和平(1973-),男,湖北长阳人,高级工程师,从事建筑工程施工技术工作。

(责任编辑:李燕辉)