

# 对巨厚粉砂层中使用 CFG 桩有关问题的探索和研究

张占辉<sup>1</sup>, 李维平<sup>2</sup>, 郭凌飞<sup>2</sup>

(1. 新乡市绿都置业有限公司, 河南 新乡 453000; 2. 河南省地矿局第一水文地质工程地质队, 河南 新乡 453002)

**摘要:**通过工程实例,介绍了在巨厚粉砂层中使用 CFG 桩处理地基存在的一些问题以及注意事项,阐述了一些常见事故及预防措施,特别提出了为保证基坑边坡稳定所采取的空桩处理措施方法。

**关键词:**CFG 桩;长螺旋成孔;巨厚粉细砂层;事故防治

**中图分类号:**TU473 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2012)07-0049-03

**Exploration and Study on Application Problems of CFG Pile in Super-thick Silt Layer/ZHANG Zhan-hui<sup>1</sup>, LI Wei-ping<sup>2</sup>, GUO Ling-fei<sup>2</sup>** (1. Xinxiang Lvdu Real Estate Co., Ltd., Xinxiang Henan 453000, China; 2. No. 1 Hydrogeology and Engineering Geology Team, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xinxiang Henan 453002, China)

**Abstract:** The paper discussed some problems of CFG pile applied in foundation treatment in super-thick silt layer with the attentions, introduced the common accident and prevention measures and especially put forward the prevention measures for hollow pile to ensure slope stability of foundation pit.

**Key words:** CFG pile; long spiral borehole; super-thick silt layer; accident prevention

## 1 工程概况

新乡市某高层住宅楼,长 92.2 m,宽 30 m,地上 32 层,地下 2 层,高 97.8 m,场地地层情况依次为:

①杂填土,开挖掉;

②粉土,褐黄色,稍湿,稍密,干强度低,无光泽反应,韧性低,含少量小姜石,平均厚度 1.49 m,承载力特征值 130 kPa;

③粉质粘土,褐黄色,湿,可塑,干强度中等,无摇振反应,韧性中等,土质较纯,含铁质氧化物,局部夹粘土薄层,平均厚度 2.67 m,承载力特征值 100 kPa;

④粉砂,灰褐色,饱和,稍密,成分主要为长石、石英、云母,颗粒级配一般,平均厚度 2.85 m,承载力特征值 130 kPa;

⑤粉质粘土,灰褐色,饱和,硬塑~可塑,干强度中等,无摇振反应,韧性中等,土质较纯,含铁质氧化物,局部夹粘土薄层,平均厚度 1.54 m,承载力特征值 100 kPa;

⑥粉砂,灰褐色,饱和,密实,成分主要为长石、石英、云母,颗粒级配一般,含姜石,平均厚度 5.57 m,承载力特征值 140 kPa;

⑦粉砂,灰褐、褐黄色,饱和,密实,成分主要为

长石、石英、云母,颗粒级配一般,局部为细砂,层底局部夹粉土薄层,含姜石,平均厚度 4.66 m,承载力特征值 290 kPa;

⑧粉质粘土,灰褐、褐黄色,饱和,可塑~硬塑,干强度中等,无摇振反应,韧性中等,局部夹粉土薄层,平均厚度 1.53 m,承载力特征值 220 kPa;

⑨粉砂,褐黄色,饱和,密实,成分主要为长石、石英、云母,颗粒级配一般,局部为细砂,含姜石,平均厚度 13.82 m,承载力特征值 330 kPa。

水位埋深:勘察期间,实测地下水稳定水位在地表下 4.7~5.2 m。

## 2 工程设计要求

(1)工程桩桩径 400 mm,桩顶标高 -9.775 m,梯井和集水坑处桩顶标高分别为 -10.655 m、-0.255 m,有效桩长 20 m,开挖 2 m 后,还有 6 m 空桩,钻孔孔深 27 m 左右,桩端持力层为第⑨层粉砂层,且桩端入粉砂层不小于 600 mm,基础持力层为第⑥层粉砂层,单桩承载力特征值 640 kN。

(2)桩身材料 C25 砼,桩间距 1250 mm × 1250 mm、1250 mm × 1600 mm,桩间距 1250 mm × 1250 mm 处要求复合地基承载力标准值  $f_k \geq 485$  kPa,桩

收稿日期:2012-03-08

**作者简介:**张占辉(1973-),男(汉族),河南郑州人,新乡市绿都置业有限公司总工程师,土木工程专业,从事技术管理工作,河南省新乡市新飞大道与荣校路交叉口 22 所招待所;李维平(1967-),男(汉族),河南郑州人,河南省地矿局第一水文地质工程地质队高级工程师,地质工程专业,工程硕士,从事岩土工程治理、地基处理、桩基施工等工作,河南省新乡市宏力大道 267 号, hndkjt168@163.com。

间距  $1250\text{ mm} \times 1600\text{ mm}$  处要求复合地基承载力标准值  $f_k \geq 395\text{ kPa}$ 。

(3)工程桩施工时, 砼停灌面宜高出设计桩顶标高不小于  $1000\text{ mm}$ , 以保证桩头质量。

(4)基础砼垫层下应铺设  $200\text{ mm}$  厚级配砂石垫层(砂: 石 = 6: 4), 其中碎石最大粒径  $\geq 30\text{ mm}$ , 砂石垫层夯实度(夯实后的垫层厚度与虚铺厚度的比值)  $\geq 0.9$ , 砂石垫层伸出基础外边缘  $200\text{ mm}$ 。

### 3 施工工艺流程

本工程采用长螺旋钻成孔, 泵送砼压灌成桩的施工工艺, 施工流程如图 1 所示。

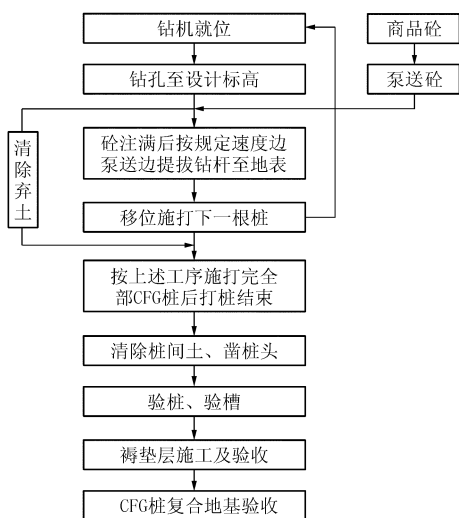


图 1 施工工艺流程图

#### 3.1 桩机就位

对位: 桩机就位, 关闭钻头底单向阀门, 使钻尖对准桩位中心, 保证成桩后桩位偏差  $\geq 16\text{ cm}$ 。

调平: 调整支腿油缸, 使钻塔正、侧面铅垂指向所标刻度中间, 通过保证钻杆垂直度, 保证桩垂直度控制在  $1\%$  以内。

#### 3.2 成孔

(1)根据本场地地质情况, 合理选择和调整钻进参数, 开钻要慢钻缓放, 控制钻杆移动与机架摇晃, 避免造成扩孔及桩垂直度不够, 下钻速度控制在  $3 \sim 4\text{ m/min}$ , 直至孔底。

(2)穿过软硬土层交界处时, 应缓慢进尺, 保持钻具垂直。

(3)钻至设计桩底标高后, 应泵送砼至孔底再提钻, 防止桩底悬空而影响桩的承载力, 提钻速度控制在  $2 \sim 4\text{ m/min}$ 。

#### 3.3 成桩

在泵送砼压灌成桩的过程中, 应注意保持钻杆

中空管里的砼压力, 保持砼面在一定的高度, 做好泵送速度和钻杆提升速度的配合。

### 4 施工注意事项

(1)施工桩长的控制: 通过严格测量钻杆的长度来控制好孔深, 以确保桩长, 为防止施工场地高低差异太大引起桩长差异, 采取多测几组标高数据, 分片、分段进行钻孔深度的计算。

(2)工程施工时采用砼输送泵进行桩的灌注, 确保砼面始终保持在自然地面以上不低于  $2\text{ m}$  高度, 使砼自身的重力及泵送时砼的冲击力足以使砼达到密实状态。

(3)工程施工时应根据工程的实际情况采取合理的打桩顺序, 桩间距  $1250\text{ mm} \times 1250\text{ mm}$ 、 $1250\text{ mm} \times 1600\text{ mm}$ , 极易串孔, 针对此情况, 施工方采用了 4 遍跳打才完成此工程, 难度极大。

(4)砼的泵送与停止应听从钻机操作人员的指挥, 以免造成堵管、超灌或少灌。

(5)如实按施工记录表填写, 不准遗漏, 不准事后回忆填写。

(6)单桩施工完毕, 及时在桩基平面图上标注, 以免漏桩。

(7)砼须先作坍落度试验, 要求坍落度控制在  $160 \sim 200\text{ mm}$  之间。

(8)专人负责试块的制作与养护, 保证试块饱满平整, 振捣密实, 每天 1 组。

### 5 常见问题的防治与处理

#### 5.1 串孔

在饱和的粉土、粉砂等软弱土层中施工 CFG 桩, 易出现串孔事故, 这与地质条件、桩间距大小、泵送压力、成桩时间均有很大关系。本工程场地为巨厚的粉砂层, 且桩间距较小, 串孔现象极为严重, 我们采用了隔桩、隔排跳打的方案, 这样相当于桩间距增大, 再回来打下一边时, 先打的桩砼已经过了初凝期或已凝固, 失去流动性, 避免了串孔现象的出现。对该工程, 打了 4 遍才完工, 可见串孔现象之严重。另外适当调低泵压, 减少泵送砼对砂层的冲击挤压力度, 在一定条件下也可有效减少串孔现象的发生。

#### 5.2 堵管

堵管是 CFG 桩成桩过程中常见的问题, 直接影响到成桩效率, 既增加工人的劳动强度又浪费了砼, 特别是故障排除不畅时, 送至现场的商品砼失水或硬结, 增加了再次堵管的概率, 使施工难度大大增

加。其产生的原因、采取的预防及处理措施如下。

(1) 砼中砂和粉煤灰掺量过少,和易性不好,常发生堵管,因此要注意砼配合比中这2种材料的掺量,尤其要注意粉煤灰的掺量,根据我们的施工经验,粉煤灰掺量控制在 $90\text{ kg/m}^3$ 左右为宜,少于此量则易堵管。

(2) 砼坍落度的控制。砼坍落度太大,易产生泌水、离析现象,从而导致堵管;砼坍落度太小,在输送管内流动性差,也易造成堵管。砼坍落度应控制在 $160\sim 200\text{ mm}$ ,若泵送性差,可适量掺入泵送剂。

(3) 砼输送管无论是刚性管还是高强柔性管,每次施工结束后如果清洗不彻底,管内会产生砼硬结块,妨碍润滑砂浆流动,造成堵管;另外,管接头连接不牢固、橡胶垫圈破损,密封不严,会导致管接头处砼内水分散失,在接头处硬结堵管。

(4) 本工程钻至设计桩底标高后多次发生钻门打不开现象,分析原因为:①在具有承压水的粉细砂中成孔,钻头底门密封不严,承压水带砂通过间隙进入钻杆中空管内,形成砂塞,砂塞堵住了钻头底门,使砼无法下落,造成堵管;②在高水头下,钻头底单向阀门进水,砼下落遇水离析,在底门处形成碎石集聚,造成堵管。为此,该工程全部使用从厂家新购的密封好的单开门钻头,尽管这样,仍有些桩因钻门堵塞,复打了几遍才成桩。

(5) 该工程施工时正值冬季,气温极低,输送管和弯头处砼极易上冻,造成堵管。为此购置了草帘和麻袋,覆盖泵管和弯头,尽量不停顿连续作业,解决了此问题。

### 5.3 桩头空心

成桩后截断虚桩头时,个别桩桩顶部中心出现空间不大的空心现象。分析其原因,主要是施工过程中,钻杆上部短节上排气孔不能正常工作所致,钻杆成孔钻进时,管内充满气体,钻至桩底设计标高时开始泵送砼,此时要求排气孔工作正常能将管内气体及时排出。若排气孔被砂浆等异物堵塞,钻杆内气体不能正常排出,就会导致桩体存气并形成空洞,因此要经常检查排气孔,使其畅通。

### 5.4 先提钻后泵料

钻杆钻至设计桩底标高后,为便于打开阀门,很多操作者在泵送砼前将钻杆提起 $100\sim 300\text{ mm}$ ,使钻门打开后再泵送砼,这样有可能使钻头上的土掉进桩孔底部或使带有承压性的水和砂迅速填充该空间,泵送砼不足以把这些土或砂全部挤走,造成桩长不足和影响CFG桩的桩端承载力。因此应先泵砼

再提钻。

### 5.5 基坑边坡稳定问题

CFG桩采用长螺旋施工成孔,无泥浆循环等护壁措施,钻孔时对周围土体挤压,拔钻时又使周围土体应力释放,极易对周围基坑边坡和地下管线造成影响,使其失稳和破坏。本工程基坑开挖了 $2\text{ m}$ 深后,空桩还有 $6\text{ m}$ ,且南部还有一排在建建筑,局部距离本基坑最近处仅有 $6\sim 7\text{ m}$ ,为保证其稳定,我们采取了把南部局部 $2\sim 3$ 排桩空桩打满砼的措施,以保证上部孔壁稳定,避免基坑边坡失稳,同时不用做临时支护措施,从经济上合理,从安全上可行。

## 6 结语

CFG桩目前一般采用长螺旋成孔,通过泵送砼压灌成桩,和桩间土、褥垫层一起形成复合地基,具有施工速度快、工期短,质量容易控制、工程造价低等特点,是现在应用较普遍的地基处理方法,经济效益和社会效益非常显著,目前被房地产界普遍接受。

CFG桩尽管优点很突出,但毕竟是一种复合地基,对于地质条件好的小高层、高层来说是适用的。对于本工程楼层 $32$ 层,有效桩长 $20\text{ m}$ ,空桩 $6\text{ m}$ 多,下面全为巨厚粉砂层,地质情况复杂,且水位高,地表土含水量大,承载力低,施工 $27\text{ m}$ 深的桩孔需要大型桩机,施工期间地表土不足以支承钻机自身重力,钻机塌陷不能移位,后来在场地上垫上 $600\sim 700\text{ mm}$ 砖渣后才能施工,施工难度非常大,且成桩质量不好,特别是在巨厚粉砂层中施工,钻门难以打开,有的桩需要复打几遍才能打成,且钻具很容易拔不出来,砼用量特别大,钻具磨损特别厉害,仅此一楼,就丢进地下一套钻杆后用 $100\text{ t}$ 大吊车强力拔出,钻杆报废,又磨坏了一套钻杆,虽然钻孔 $2$ 万多米,却用了 $3$ 套钻杆,钻机达到了施工极限,拉断 $2$ 根钢丝绳。笔者认为,对于超过 $30$ 层的楼基础,尤其对于地质条件复杂的情况,不论从施工角度还是从设计角度,建议慎用CFG桩复合地基。

## 参考文献:

- [1] 阎明礼,张东刚. CFG桩复合地基技术及工程实践[M]. 北京:中国水利水电出版社,2001.
- [2] JGJ 79-2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [3] JGJ 94-2008, 建筑桩基技术规范[S].
- [4] 编委会. 地基处理手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2000.
- [5] 龚晓南. 复合地基理论及工程应用[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2002.