

# 素混凝土桩在侯马高层住宅小区中的应用

孟庆霞

(山西省第二地质工程勘察院,山西 侯马 043000)

**摘要:**在考虑工程地质条件和投资费用的前提下,介绍了素混凝土桩复合地基在侯马高层中的设计、施工工艺及处理效果,从而论证了素混凝土桩在侯马地区高层建筑地基处理中的可行性和实用性。

**关键词:**素混凝土桩;复合地基;高层住宅;地基处理

**中图分类号:**TU473.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)12-0059-03

**Application of Plain Concrete Pile for High-rise Residence in Houma Area/MENG Qing-xia** (The Second Institute of Geological and Engineering Exploration of Shanxi, Houma Shanxi 043000, China)

**Abstract:** Considering the geological engineering conditions and investment cost, the paper introduced the design, construction technology and the final effects of the application of composite foundation with plain concrete piles for high-rise building in Houma, which demonstrates the feasibility and practicability of the plain concrete pile for foundation treatment of high-rise building in this area.

**Key words:** plain concrete pile; composite foundation; residence; foundation treatment

## 1 工程概况

帝景花园住宅小区位于山西省侯马市晋都路北,小区内包括3栋建筑物,呈品字形排列,依次编号为1、2、3号。3栋楼均为31层,高约98m,是目前侯马市最高的建筑。一期先完成一栋,长宽为30m×21m。该栋设计单位为北京中铁工建筑工程设计院。根据岩土工程勘察报告提供的资料,拟建建筑采用天然地基承载力不能满足设计要求,需对地基进行处理,经多方面分析论证,结合当地建筑经

验,其地基采用素混凝土桩复合地基进行处理。

## 2 工程地质及水文地质条件

该场地位于侯马市浍河高阶地,属河流冲积堆积地貌,勘察范围内为第四系全新统的人工堆积物及上、中更新统冲积堆积物,主要岩性为粉质粘土、粉土、中粗砂;自上而下分为10层,各层物理性状及岩性描述见表1。

表1 各层土主要物理力学性质

层序	土层名称	层厚 /m	含水量 ω /%	天然密度 ρ/(g · cm <sup>-3</sup> )	孔隙比 e	液性指数 I <sub>L</sub>	压缩模量 E <sub>SI-2</sub> /Pa	标贯击数 N	双桥静探锥头阻力 /kPa	双桥静探侧阻 力/kPa	承载力 特征值 /kPa	岩性描述
①	杂填土	0.7							1.71	34.9		杂色,主要由砖块、建筑垃圾组成
②	粉质粘土	6.4	16.8	1.60	0.979	0.06	3.43	5.5	1.57	49.8	125	褐黄色,呈可塑~坚硬状,中下部为褐红色粉质粘土,具高压缩性
③	粉土	6.5	18.1	1.77	0.803	0.30	13.21	10.3	9.72	221.5	150	褐黄色,稍湿~很湿,中密~密实,含较多钙质结核,具中等压缩性
④	粉质粘土	9.0	27.5	1.93	0.796	0.68	11.14	14.0	5.71	209.7	185	褐黄色,呈流塑~坚硬状,含少量钙质结核,具中等压缩性
⑤	粉质粘土	9.4	26.8	1.95	0.776	0.57	11.80	19.5	2.56	87.1	200	褐灰~砖灰色,呈坚硬状,含有钙质胶结层,具中等压缩性
⑥	粘土	10.3	26.4	1.96	0.765	0.44	13.69	25.3			210	褐灰色,呈软塑~坚硬状,具中等压缩性
⑦	中粗砂	4.2						37.3			270	褐黄~杂色,中密~密实
⑧	粉质粘土	1.9	25.6	1.99	0.729	0.44	15.54	31.0			200	褐灰色,呈流塑~硬塑状,局部夹粘土,具中等压缩性
⑨	中粗砂	2.4						42.2			295	褐黄~杂色,中密~密实
⑩	粉质粘土	未揭穿	21.8	2.02	0.643	0.37	16.91	30.3			265	褐灰色,呈可塑~硬塑状,具中等压缩性

收稿日期:2009-07-24

作者简介:孟庆霞(1971-),女(汉族),河北邢台人,山西省第二地质工程勘察院工程师,岩土工程专业,从事岩土工程勘察及地基处理等工作,山西省侯马市呈王路61号, qingxia1971@sina.com。

勘察范围内浅层地下水为潜水,场地地下水主要由大气降水渗流补给,初见水位埋深为 11.0 ~ 11.8 m,实测稳定水位埋深为 9.8 ~ 11.2 m,水位的年变幅为 0.5 ~ 1.0 m。该场地环境类别为Ⅲ类,为不冻区,场地土的标准冻结深度为 0.50 m。场地土对混凝土结构无腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋无腐蚀性,在干湿交替的情况下,对钢筋混凝土结构中钢筋具弱腐蚀性。

该场地土为中软场地土,建筑场地类别为Ⅲ类;不具有震陷及可液化土层,为可进行工程建设的一般地段。该场地为非自重湿陷性场地,湿陷等级为Ⅰ级(轻微),湿陷深度约 7.0 m;地基为不均匀地基土。

### 3 地基处理方案分析论证

#### 3.1 天然地基可行性分析

若基础埋深为 7.0 m,则基础底面座落在②粉质粘土上,其承载力特征值为 125 kPa。根据《湿陷性黄土地区建筑规范》(GB 50025 - 2004),②层粉质粘土承载力特征值经计算深度修正后基底地基土承载力特征值为 240.0 kPa,而基础底面处平均压力值设计为 500 kPa。因此天然地基无法满足建筑物稳定性要求,应进行地基处理,以提高承载力。

#### 3.2 钻孔灌注桩可行性分析

参照侯马市其它高层建筑,可采用钻孔灌注桩进行处理。桩径取 800 mm;桩端放在⑦层中粗砂上,即伸入现地表下 44.5 m,有效桩长为 37.5 m。经计算单桩极限承载力标准值为 6658 kN,需布桩 50 根。按当地市场施工费用价格 1100 元/m<sup>3</sup>(混凝土),需投资 103.62 万元。此方案虽满足设计要求,但不经济,且施工过程中有泥浆污染,施工噪声大,工期长。

#### 3.3 素混凝土桩复合地基可行性分析

若采用素混凝土桩复合地基,桩径取 400 mm,桩端放在⑤层粉质粘土上,有效桩长为 25.0 m,单桩竖向承载力特征值为 720 kN,这样共布桩 480 根,总进尺 12240 m,按当地施工费用每延米 58 元计算,投资 71 万元。

综合以上方案进行比较,采用素混凝土桩进行地基处理不仅具有投资少,无泥浆、无噪声污染等优点,更关键的是施工速度快、成桩质量稳定,故选取素混凝土桩进行地基处理。

### 4 设计参数的比较及选取

设计要求:处理后复合地基承载力标准值  $\leq 500$

kPa。

#### 4.1 复合地基设计参数范围的确定

首先,根据素混凝土桩设计规范、单桩承载力及施工工艺确定桩长、桩径的大致范围。素混凝土桩设计时应选择承载力相对较高的土层作为桩端持力层,此场地第⑤层粉质粘土,承载力为 200 kPa,可作为桩端持力层;一般情况,长螺旋钻机泵送混凝土施工工艺桩径可取 400 或 500 mm,长螺旋钻机施工桩长为 25 m 以下,桩长可取 24 ~ 25 m。

利用上述桩长、桩径两个参数,参照《建筑地基处理技术规范》(JGJ 79 - 2002)中的公式及表 2 所列的主要地层参数,计算出不同桩长和桩径下的单桩承载力、置换率、桩间距、桩数以及砼用量,计算结果见表 3。

表 2 设计所选取的地层主要参数

土层编号	土层名称	桩穿越各土层的厚度/m	第 i 层土侧阻力特征值/kPa	第 i 层土端阻力特征值/kPa
②	粉质粘土	0.1	10	
③	粉土	6.5	18	
④	粉质粘土	9.0	22	
⑤	粉质粘土	9.4	25	230

表 3 设计参数比较及选取计算表

桩径/mm	桩长/m	单桩承载力/kN	置换率 m	理论桩间距/m	理论桩数	总混凝土量/m <sup>3</sup>	备注
400	24	689	0.092	1.26	462	1392.7	
	25	720	0.088	1.28	442	1387.9	砼用量最少
500	24	870	0.113	1.41	363	1709.8	
	25	910	0.108	1.44	347	1702.5	

从表 3 中可看出,选取桩长 25 m、桩径 400 mm 所用混凝土量最少,造价最省。此时计算出的桩间距为 1.28 m,考虑施工过程中许多不确定因素,桩间距取 1.25 m。

#### 4.2 布桩及桩体强度

共布桩 480 根,桩径 400 mm,实灌桩长 25.6 m,有效桩长 25.0 m,呈三角形布桩,桩间距 1.25 m。混凝土标号为 C25。单桩承载力特征值为 650 kN。处理后复合地基的承载力特征值不应小于 500 kN。

### 5 素混凝土桩施工

#### 5.1 施工准备

因该场地水位较低,开挖至设计标高后,坑底较湿,为方便施工、节省工期,我项目部果断采取了用三七灰土硬化施工作业面的措施。实践证明,这一措施有效地保证施工场地不被地下水水泥浆污染,使工程得以顺利施工。

### 5.2 桩材料及配比

素混凝土桩桩身材料主要为水泥、碎石、砂、外加剂。此工程桩身强度等级为 C25,其施工配合比为水泥:水:砂:碎石:外加剂=380:190:811:1119:2.85(kg/m<sup>3</sup>),该工程材料采用 PS42.5 水泥,中细砂、10~30 mm 碎石、奈系高效泵送剂。混合料坍落度为 16~22 cm。

### 5.3 施工工艺

长螺旋钻管内泵压素混凝土桩施工工艺为长螺旋钻机钻孔,螺旋管内泵压混凝土混合料成桩。其原理是从 CFG 桩衍生而来,主要区别在于素混凝土桩桩身材料中没有粉煤灰。其主要施工工艺见图 1。

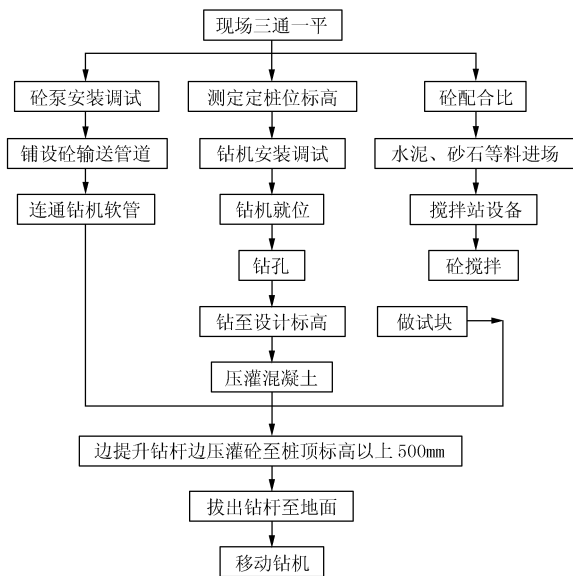


图 1 素混凝土桩施工工艺流程图

### 5.4 施工注意事项

(1)堵管。堵管现象,不仅浪费材料,而且增加工人劳动强度、耽误工期。处理措施是严格控制水灰比,搅拌时间及混合料在输送泵和输送管中的停留时间,此外还要注意如下几点:①石子粒径大,水泥结块时,应严格控制进料,并在混凝土输送泵上加盖铁篦,并控制铁篦孔径;②如果弯管处选用了小直径异径接头,应避免大小头接口,并及时清除异径接头处残余物;③施工不当时,易产生地下水涌入,砂石回灌形成“石桥”而堵管,此时应先送料到管口,然后提钻打开料口,下料。

(2)压灌。控制成桩提拔速度和保证连续提拔,施工中严禁出现超拔。

(3)窜孔。窜孔会直接影响成桩质量,可采用隔排隔桩跳打防止窜孔。

(4)在施工时经常检查排气阀,保证排气阀门正常工作。成桩时若排气装置不能正常工作,将导致混合料有气泡、桩体空心等情况发生。钻机钻至设计标高后,要先泵送混合料,再提升钻杆,以免造成桩底空虚,桩长不够。提升至设计桩顶标高以上 50 cm 后方可停止泵送混合料。

### 5.5 施工工期

本工程正式施工日期为 2008 年 5 月 25 日~6 月 20 日,除去雨天等因素,总计施工 20 天。比其它桩型施工工期短,且无噪声扰民、场地脏乱等现象,为此被侯马市评为文明工地。

## 6 素混凝土桩复合地基效果检测

此工程在桩基施工完成 28 天后,由侯马市工程建设检测中心进行了桩基检测,检测内容为单桩复合地基承载力和桩身完整性。

单桩复合地基承载力检测采用压重法静载荷试验,试验点由建设单位、工程监理现场指定,共检测单桩复合地基承载力 3 组,加载至 1350 kN 时,已到设计要求加载量,终止加载。综合评定:单桩复合地基承载力为 1350 kN,复合地基承载力特征值≥500 kPa,符合设计要求。

低应变基桩无损检测的结论是:共抽取 49 根,其中 I 类桩 40 根,占所检测桩总数的 81.6%, II 类桩 9 根,占所检测桩总数的 18.4%,无 III 类桩,达到了桩基工程验收标准。

## 7 结语

素混凝土桩是一种高粘结强度桩的复合地基,在承载过程中能有效的利用原土地基的承载力,而且它是一种半挤密性成桩法,能有效地将承载力提高 10%~20%。它采用长螺旋钻机成孔,砼输送泵压灌注成桩,具有施工无污染、无噪声等优点,且具施工费用低、投资少等经济优点。因此在现代高层建筑中,特别是城市内建筑中具有其它地基处理方法无可比拟的优越性。

### 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:水利水电出版社,2001.

[2] JGJ 79-2002,建筑地基处理技术规范[S].

[3] DBJ 04-226-2003,山西省建筑工程施工质量验收规程[S].