

坑式钢管静压桩在地基加固中的应用

周军怀, 李向阳, 柴 卓

(中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队, 陕西 西安 710003)

摘要:坑式钢管静压桩是解决既有建筑物因软弱土层地基产生沉降变形的一种技术方法。针对山西北化关铝化工有限公司质检楼地基沉降变形及工程地质条件,提出了采用坑式钢管静压桩进行加固处理的设计方案,介绍了坑式钢管静压桩施工方案和施工流程及注意事项;总结了施工过程中遇到的问题,并对施工后的监测数据进行了分析。结果表明,坑式钢管静压桩施工对软弱地基加固效果良好,可成功地解决软弱土层产生的地基沉降开裂问题。

关键词:地基加固;坑式钢管静压桩;地基沉降变形;沉降监测

中图分类号:TU472 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2018)11-0056-04

Application of Pit Type Static Pressure Steel Pipe Piles in Foundation Reinforcement/ZHOU Jun-huai, LI Xiang-yang, CHAI Zhuo (Shaanxi Branch of China National Geological Exploration Center of Building Materials Industry, Xi'an Shaanxi 710003, China)

Abstract: The pit type static pressure steel tube pile is a technical method to solve soft soil foundation deformation of existing buildings due to subsidence. According to the foundation deformation and geological conditions of the inspection building of Beihuaguan Aluminum Chemical Company LTD. in Shanxi Province, a design was proposed for reinforcement by using pit type static pressure steel pipe piles with the construction schemes, construction processes and notes described. The problems encountered in the construction process are summarized with the monitoring data after construction analyzed. The results show that pit type static pressure steel tube piles are effective for soft foundation reinforcement and can successfully solve cracking of the foundation due to settlement of the soft soil layer.

Key words: foundation reinforcement; pit type static pressure steel tube pile; deformation of foundation; settlement monitoring

0 引言

坑式钢管静压桩施工是在既有建筑物底下开挖工作坑,在工作坑内利用建筑物自重作支撑反力,利用千斤顶的顶升原理,将钢管或预制好的钢筋混凝土桩经过焊接分段连续压入地基土中成桩的一种地基加固施工技术。坑式钢管静压桩施工工艺适用于地下水位低,地层为淤泥、淤泥质土、粉质粘土、粉土和人工填土,且建筑物刚度大、整体性好的地基加固。坑式钢管静压桩施工工艺具有机理明确、施工便捷、施工扰动小、工程造价低等优点,得到了广泛的应用。近年在山西北化关铝化工有限公司质检楼地基加固施工中成功地运用坑式钢管静压桩施工工艺,效果良好。

1 工程概况

项目位于山西省永济市北化关铝化工有限公司厂区内,拟加固的质检楼为 3 层框架结构房屋,总高

13.5 m,长 46.8 m,宽 15 m,筏板基础。2013 年 3 月建成并投入使用,2013 年 5 月开始发现变形(墙体和地面有不同程度裂缝,如图 1 所示)。随即开始进行监测。监测数据显示,截止 2014 年 10 月 24 日累计偏移量 68 mm,累计沉降量 62 mm(详见图 2)。从图 2 中可见该楼东北角的 1 号观测点沉降量最大,该楼整体向东北方向偏移,急需加固处理。



图 1 墙体裂缝照片

2 场区工程地质和水文地质条件

该建筑场地较为平坦,地貌单元属山前洪积扇,

收稿日期:2018-09-26

作者简介:周军怀,男,汉族,1969 年生,高级工程师,探矿工程专业,从事地质勘查和地质灾害治理工作,陕西省西安市北大街 444 号,1204288209@qq.com。

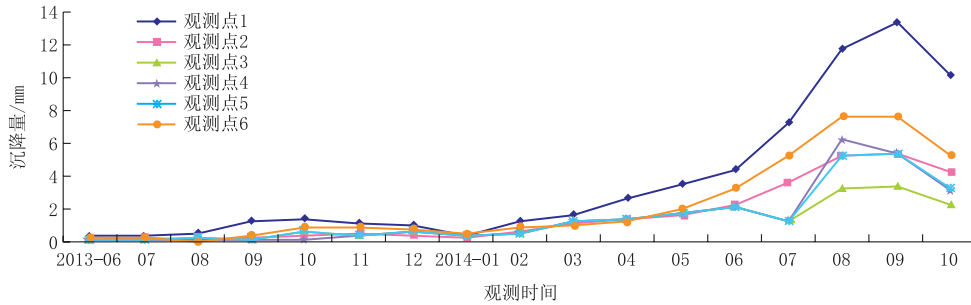


图 2 沉降量观测曲线

根据勘察资料,场地范围内地层自上而下为:

①杂填土层,杂色,稍湿,土质不均,结构杂乱松散,以人工堆填为主,含大量碎石、卵砾,偶见水泥块、砖块,层厚 1.9~4.7 m,动探击数 8~12 击,平均 10 击;

②第四系全新统冲洪积粉质粘土含碎石层,黄

褐色,稍湿,硬塑,土质不均,含 15%~20% 的圆砾和钙质结核,层位深度变化较大,层厚 4.5~6.1 m,动探击数 13~22 击,平均 14 击。

地层物理力学性质详见表 1。勘探深度内均未见地下水,仅局部有上层滞水。

表 1 地层土的物理力学指标

层号	名称	天然含水率/%	天然重度/($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	天然孔隙比	饱和度/%	液限/%	塑限/%	粘聚力/kPa	内摩擦角/(°)
①	杂填土层	25.20	19.8	0.834	92.3	31.2	19.3	38.0	18.4
②	粉质粘土含碎石层	22.08	18.6	0.737	83.3	30.6	18.9	21.0	13.0

3 不均匀沉降变形原因分析

据现场调查与勘察资料分析,不均匀沉降变形原因主要为:

(1)场地地质条件较差,地基土为回填土,地层结构和土的性质分布不均匀,厚度和密实度变化大,承载力低,造成建筑物局部沉降;

(2)山前洪积扇区地下水排泄通道不畅,该楼南侧山前坡面雨水散流大量汇集下渗,富集于基础底部,造成局部土层含水量增高,而地基土结构较为松散,浸水后易产生湿陷变形,造成建筑物局部产生沉降;

(3)建筑物原地基施工时回填了平均 4.7 m 厚的人工素土和灰土,由于东北角地临边较近(东面约 2 m,北面约 6.7 m),施工时填土压实度差于其它地方(从勘察孔动探击数就可看出),致使建筑物地基承载力不均,产生不均匀沉降。

4 地基加固设计

该建筑物已建成投入使用,筏板基础,整体性较好,刚度大,地基仅局部严重变形(建筑物北东侧)。综合考虑该楼的主体结构,基础形式,地层和施工条件,岩土地质条件等因素,认为采用坑式钢管静压桩

对该楼地基进行加固,具有受力明确,布桩位置灵活,施工便捷等优点。

坑式钢管静压桩原则上应布置在建筑物纵横墙交界处,承重墙基础中间,独立基础的中心和四角,地基受湿陷性影响的承重部位等。根据建筑物平面图,钢管静压桩布置在筏板与框架柱节点处,详见图 3。

钢管静压桩桩长设计 9~12 m,桩尖入土深度按终止压力控制,设计压桩终止压力 ≥ 400 kN。钢管采用直径 159 mm、壁厚 6 mm 的钢管,焊接连接。在靠近质检楼筏板外侧开挖工作坑,坑深 4.5 m(筏板以下 2.5 m),长 2.2 m(垂直建筑物筏板方向),宽 1.2 m(顺延建筑物筏板方向)。压桩施工完成后,桩管内灌注水灰比 0.5 的微膨胀早强混凝土进行封桩,并将桩管用钢板与筏板基础焊接,桩管外涂抹沥青防腐。工作坑采用 2:8 灰土回填至筏板基础以下 1 m 处,回填时分层夯填厚度 ≥ 30 cm,压实度 ≥ 0.93 ,回填完毕再用 C20 混凝土封填至基础底面。待 C20 混凝土终凝强度达到 75% 以上后,继续回填 2:8 灰土至室外地坪标高,并按要求分层压实,详见图 4。

5 地基加固实施方案

5.1 加固实施方案

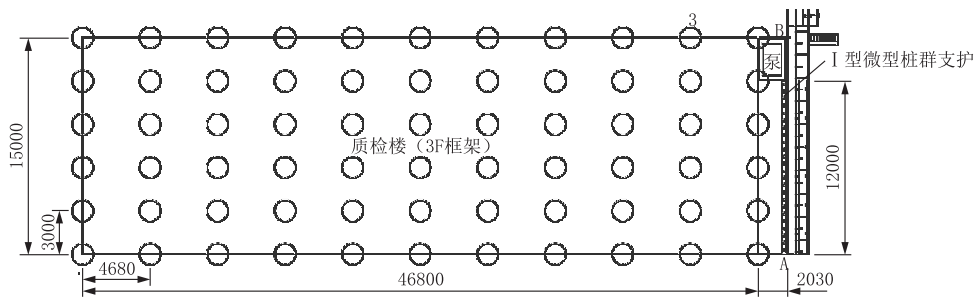


图3 静压桩位置布置平面示意

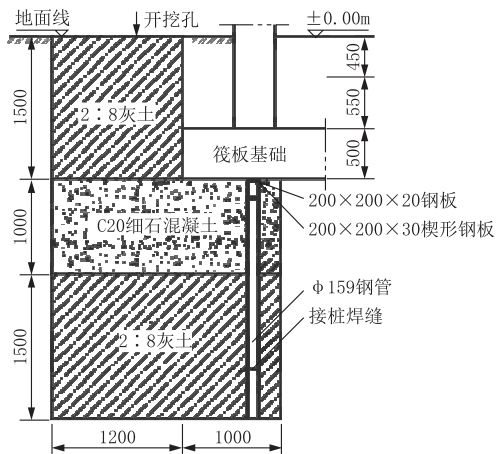


图4 静压桩地基加固示意

(1) 施工使用 QYL-50 带表式液压手摇千斤顶, 千斤顶最低高度 30 cm, 最大起升高度 150 mm。钢管桩采用 $\phi 159 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 的钢管, 并提前加工成 2.2、1.1、0.9、0.6 和 0.3 m 长的短节, 端口进行坡角处理, 同时准备一定数量的管靴、导向接头和 $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 的楔形钢板。

(2) 施工分 6 个压桩施工小组, 先从东西两侧开始由外到内间隔进行。开挖 $1.2 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ 的竖向导坑, 挖到筏板底面标高时再下挖 2.5 m, 随后将竖向操作坑横向扩张到筏板与框架柱节点中心以外 50 cm, 挖好后对坑壁进行可靠支护。

(3) 压桩前对千斤顶、电焊机、管桩及备件要进行认真检查, 第一节桩下端连接管靴, 用量尺和吊锤校正管桩垂直度, 倾斜度要求小于 1%; 安放千斤顶, 千斤顶接触面应平整; 安装就绪检查完毕, 开始匀速压桩, 同时记录压力表读数, 监测管桩垂直度; 管桩焊接前要保证焊缝两边去油、去水、去锈、去杂物, 保证清洁干净, 焊接时电流大小合适, 先十字点焊, 再一半一半连续焊接, 至少焊两层, 焊缝周全饱满, 焊接完毕等 6~7 min 后继续压桩。

(4) 压桩压力达到设计要求通知验收后, 向管柱

内注入混凝土进行封桩、托换, 与筏板焊接。

(5) 筏板基础底标高以下工作坑采用混凝土进行浇筑, 形成承台, 最后回填灰土至地坪。

5.2 施工工艺流程

地基加固施工工艺流程如图 5 所示。

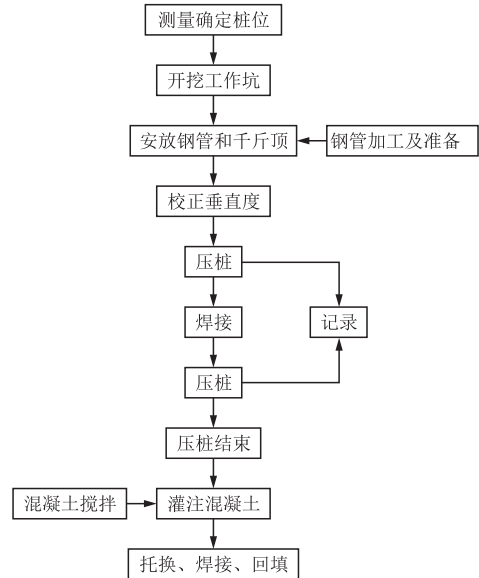


图5 地基加固施工流程

5.3 施工注意事项

(1) 为避免建筑物基础整片开挖造成新的差异沉降, 工作坑应跳槽开挖, 跳槽间隔 < 2 个, 工作坑开挖好后要及时进行支护, 并有防水进入坑内的措施。

(2) 压桩施工前, 应对钢管外壁涂抹沥青进行防腐处理, 钢管桩各节的连接采用焊接接头时, 整个钢管管口外周应该满焊。钢管桩桩底设置桩靴, 桩顶焊接 4 mm 钢板, 钢板与既有筏板焊接, 桩顶钢板与既有筏板基础间采用 $200 \text{ mm} \times 200 \text{ mm} \times 40 \text{ mm}$ 楔形钢板衬垫。

(3) 第一节桩一定要安放在筏板和墙柱的节点上, 第一节桩是压桩成功的关键。压桩过程应控制

压桩速度,保证匀速进行,每顶升一个回次,对钢管桩垂直度量测一次。

(4)桩尖达到设计深度后,压桩压力不得小于设计压桩终止压力,且持续时间 ≤ 5 min。

(5)灌注混凝土均匀性要好,连续进行。

(6)工作坑回填,应先采用 2:8 灰土回填至筏板基础以下 1 m 处,分层夯填厚度 ≥ 30 cm,压实度 ≤ 0.93 ,再用 C20 混凝土回填至筏板基础底面,并振捣至密实。待 C20 混凝土终凝强度达到 75% 以上后,继续回填 2:8 灰土至室外地坪标高,并按要求分层级压实。

(7)对在施工中破坏的基础表面要进行复原,钢筋采用搭接单面焊接,混凝土采用高于原结构标号进行恢复,确保恢复质量。

6 施工中遇到的问题

(1)压桩过程中压力表产生突变,有时突然增

大,有时突然减小。根据地层分析认为,压力增大是由于桩尖碰到了地层中的碎石或块石,施工人员用链钳对桩管进行来回转动,桩尖错过石块,压力恢复正常;或者静持一段时间,缓慢加压,石块碎裂,压桩压力恢复正常。压力突然减小应该是桩尖碰到了软弱夹层,夹层过后,压桩压力又开始逐渐增大。

(2)施工中发生由于桩尖受石块别挤而产生大的倾斜,容易产生废桩,因此要求施工人员在靠近山坡的东北侧,块石多的区域压桩时一定要控制速率。

(3)施工用的千斤顶顶升能力只有 150 mm,对施工进度有一定的影响。

7 加固效果监测分析

图 6 为该建筑物沉降观测点得到的数据。从图中可以看出,自 2014 年 12 月 26 日施工结束后,观测点沉降量逐渐由大变小,所有观测点沉降量趋于设计要求范围,说明地基加固效果明显。

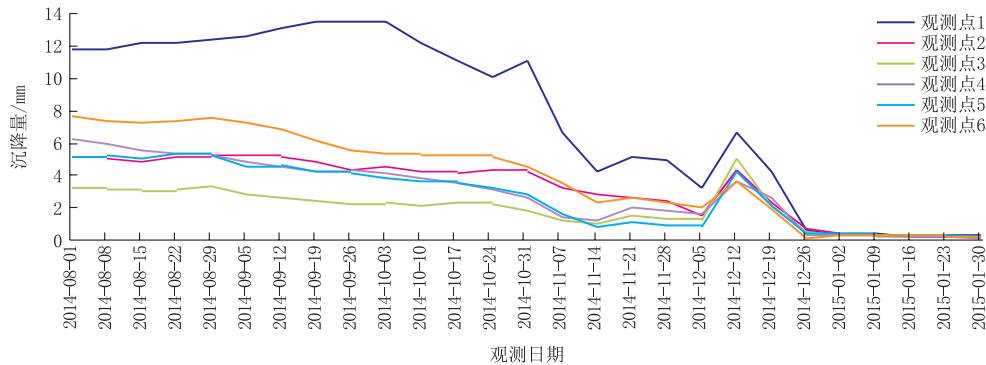


图 6 加固后沉降量观测曲线

8 结语

山西北化关铝化工有限公司质检楼地基加固项目采用坑式钢管静压桩进行施工,有效地解决了质检楼地基沉降变形问题,体现了坑式钢管静压桩施工不限空间,设备简单,方法简便,干扰小等优点。坑式钢管静压桩施工需要人工开挖工作坑,需要人工进行压桩操作,这些环节劳动强度大,施工工效低,施工中人为因素较多,如果能对施工所用顶升设备,接管和压桩工艺等环节进行改进,采用电动液压油缸进行压桩,增大顶升长度,减少接桩次数,改进焊接接桩工艺,对压桩垂直度施行自动检测,则坑式钢管静压桩施工效率将会大幅提升,人工劳动强度也会得到改善,该技术应用将会更加广泛。

参考文献:

- [1] 张廷会,李小刚,丁小强.坑底钢管静压桩地基托换加固技术应用[J].施工技术,2016,45(16):53-56.
- [2] 王建平,朱思响,李品先.既有建筑综合纠倾法设计与施工[J].施工技术,2012,41(9):57-59.
- [3] 刘亚莲,梁志松.建筑物倾斜原因分析和纠偏措施探讨[J].四川建筑科学研究,2002,28(3):32-33.
- [4] 刘杰,刘明,秘志伟,等.浅层水平掏土纠倾法在天津地区的应用[J].施工技术,2005,34(5):74-76.
- [5] 庄涌,陈建德,徐永强.大口径钢管坑式静压桩在地基加固中的应用[J].工业建筑,2007,(S1):1207-1208,1196.
- [6] 唐业清.建筑物移位纠倾与增层改造[M].北京:中国建筑工业出版社,2007.
- [7] 袁开军,吴二军,谭川龙,等.某高层住宅纠偏与地基加固技术[J].施工技术,2016,45(4):118-120.
- [8] 胡纯龙.置换碎石桩联合强夯在北部湾填海复杂型软弱地基处理中的应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(2):29-31.
- [9] 卢敦华,彭振斌,何忠明,等.静压注浆结合树根桩复合地基加固机理及其工程应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(7):28-30.