

DOI:10.3969/j.issn.1672-1144.2019.01.013

郑州某深基坑桩锚支护监测与分析

贾涛, 郝顺, 邢江朋

(华北水利水电大学 地球科学与工程学院, 河南 郑州 450046)

摘要: 郑州某深基坑工程原设计开挖深度为 9.1 m, 采用桩锚支护结构, 当基坑开挖至 6.5 m 时, 由于设计变更, 基坑开挖设计深度增加至 14.7 m, 设计变更后在原已施工完的桩锚支护结构下面再次进行桩锚支护设计施工, 对深基坑支护结构的坡顶位移、深层水平位移以及周边建筑物沉降持续监测。监测数据表明: 坡顶水平位移随着基坑开挖逐渐增大, 靠近建筑物处发展较快, 坡顶最大水平位移为 0.7 mm; 下部混凝土冠梁对深层水平位移发展的抑制作用明显, 在施工后期, 深层水平位移曲线发展为“两端小, 中间大”的形状, 最大深层水平位移为 1.2 mm; 整个监测过程, 附近建筑物未出现裂缝, 最大沉降值为 0.39 mm。

关键词: 深基坑; 桩锚支护; 现场监测; 周围建筑物沉降

中图分类号: TU473

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2019)01-0077-05

Monitoring and Analysis of Pile-anchor Support of a Deep Foundation Pit in Zhengzhou

JIA Tao, HAO Shun, XING Jiangpeng

(College of Geosciences and Engineering, North China University of Water Resources and Electric Power, Zhengzhou, He'nan 450046, China)

Abstract: The original design excavation depth of a deep foundation pit project in Zhengzhou is 9.1 m, and the pile-anchor support structure is adopted. When the foundation pit is excavated to 6.5 m, the design depth of the foundation pit excavation increases to 14.7 m due to design changes, therefore, the design of pile-anchor support is carried out again under the original pile-anchor support structure. The displacement of slope top of deep foundation pit supporting structure, the deep horizontal displacement and the settlement of surrounding buildings are continuously monitored. The monitoring data shows that the horizontal displacement of the slope top gradually increase with the foundation pit excavation, and develops rapidly near the building. The maximum horizontal displacement of the slope top is 0.7 mm and the lower concrete canopy beam has obvious inhibiting effect on the development of deep horizontal displacement. In the later stage of construction, the deep horizontal displacement curve developed into the shape of “small two ends, big in the middle”. The maximum deep horizontal displacement is 1.2 mm. During the whole monitoring process, no cracks appeared in the nearby buildings and the maximum settlement value is 0.39 mm.

Keywords: deep foundation pit; pile-anchor support; field monitoring; settlement of the surrounding buildings

随着城市现代化建设的不断发展,城市中心用地愈发紧张,对于地下空间的开发利用已成为必然^[1]。地下空间工程向着规模大、开挖深度深、地质条件复杂的方向发展^[2-3]。但同时深基坑工程事故也频繁发生^[4-5]。为了确保基坑施工的安全可靠,需要对基坑变形特性进行研究。目前通常采用数值模拟和现场监测两种方法^[6]。数值模拟方法虽然能够模拟基坑开挖过程土体的变形特征,但建立模型时的计算参数通常难以确定,模拟结果存在一定偏差^[7]。现场监测能够根据大量监测数据进行分析,

为施工及时反馈必要信息,对安全施工意义重大^[8-9]。本文通过对某设计变更深基坑监测结果进行分析,研究了深基坑变形规律。

1 工程概况

拟建建筑场地位于郑州市老城区。拟建建筑由 4 栋高层住宅楼(13-34F)、地下车库(-4F)及临街商业建筑组成。基坑东西方向长约 220 m,南北长约 79 m,平面上基本呈矩形。该场地原设计方案为 3 层地下室,基坑开挖深度为 9.1 m。基坑支护施工

2.3 监测点布设

监测点布置如图 2 所示。

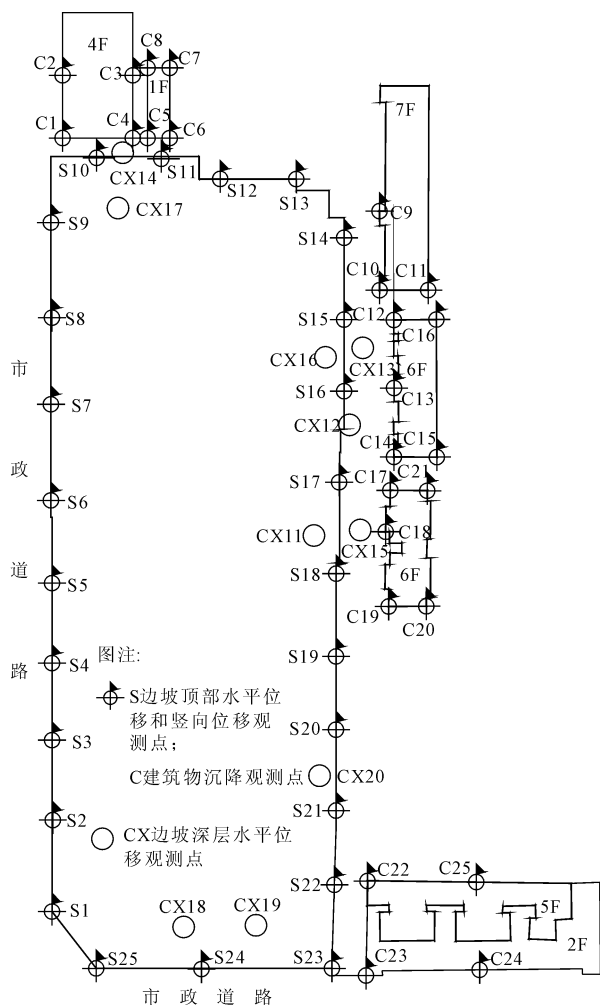


图 2 监测点布置图

(1) 基坑顶部水平和竖向位移观测。在基坑周边合计布设 25 个测点,间距约 29 m,依据周边环境条件调整。

(2) 围护体深层水平位移。此项在原监测方案基础上增加了监测点,在基坑四周选择若干个断面位置布置测斜管,孔内埋设 PVC 测斜管,并延伸至地表上半米。共设置 10 个测斜管。

(3) 周边建筑物沉降。在基坑周边建筑物上面分别布置 25 个沉降观测点。

3 监测结果及分析

基坑西侧距离 4 层酒店仅 6.9 m,基坑失稳必然会导致严重后果,同时由于设计变更,基坑开挖深度增加,该处原支护方案的灌注桩嵌固深度不足,使得支护桩的悬臂梁作用效果消失,通过设置混凝土冠梁使原灌注桩与下部灌注桩连接,使下部支护桩对

原灌注桩形成“抵推作用”。基坑北侧距离 6 层住宅楼为 10.5 m,距离较近,应重点监测。本文以基坑西侧及北侧支护段为重点研究对象对基坑监测结果进行分析。

3.1 基坑顶部水平位移

选取基坑西侧及北侧部分监测点进行分析,如图 3 所示。施工初期严格按照“边开挖边支护”的原则进行施工,随着开挖深度的增加,坡顶水平位移缓慢增加,至 2016 年 5 月份坡顶水平位移增加至 0.1 mm,此时该处基坑开挖 8.5 m 左右,由于设计变更导致停工,随后水平位移变化逐渐趋于稳定。2016 年 8 月份继续进行施工时,此时施工进度过慢,之后一段时间内坡顶位移逐渐增加。监测中发现 S15 测点水平位移增长最快,2017 年 9 月份达到最大水平位移 0.7 mm,之后变化趋于稳定。这是由于在施工过程中,该处坡顶堆放有大量钢筋,在移除堆放物后进行连续监测,该处坡顶水平位移趋于平稳。在整个坡顶水平位移监测过程中,可以观察到基坑西侧及北侧靠近建筑物处的监测点位移较大,最大水平位移并未超过报警值(25 mm)。

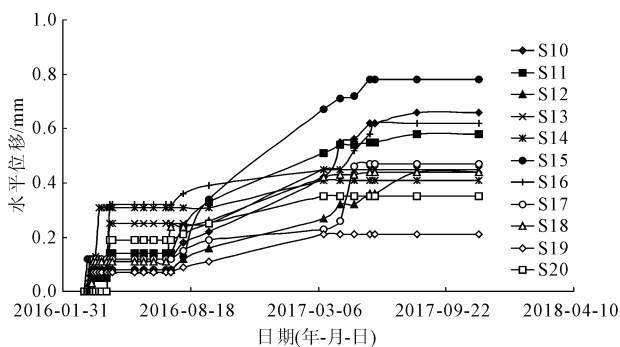


图 3 基坑坡顶水平位移随时间变化曲线

3.2 深层水平位移

基坑北侧共设置两个测斜孔,其中 11 号监测孔(12 m 深)在基坑开挖前已设置,15 号监测孔在设计变更后重新钻孔设置,选取 11 号监测孔数据进行分析。设计变更前后 11 号监测孔数据如图 4、图 5 所示,其中图 5 设计变更后深层水平位移从 0 开始测量计算。从图 4 可以看出随着基坑开挖深度的不断增加,在开挖范围内的深层水平位移迅速增大,未开挖范围的水平位移变化较小。在设计变更停工阶段,开挖范围的水平位移不断增大,同时未开挖范围的水平位移变为偏离基坑的位移。这是由于 11 号测斜管和上部微型桩设置在一起,由于基坑开挖,支护桩相当于悬臂梁受力结构^[12],导致开挖范围出现偏向基坑内的位移,未开挖范围出现偏离基坑的负

向位移。停工阶段位移不断增加,在 2017 年 2 月 17 日达到最大位移值为 3.8 mm,位于埋深 1 m 处,但是未超过报警值(累计位移 45 mm)。这是由于微型桩顶部并未设置冠梁,该支护方案对坡顶水平位移抑制作用较小,水平位移最大处出现在坡顶处。从图 5 可以看出,随着继续开挖,开挖深度超过 12 m 后,12 m 处的位移增加速度变快。到后期开挖支护施工完成后,深层水平位移曲线逐渐变为“鼓腹状”,这与文献[13-14]的分析是一致的。此时最大位移为 1.2 mm,最大位移从顶部逐渐移至 6 m 处。

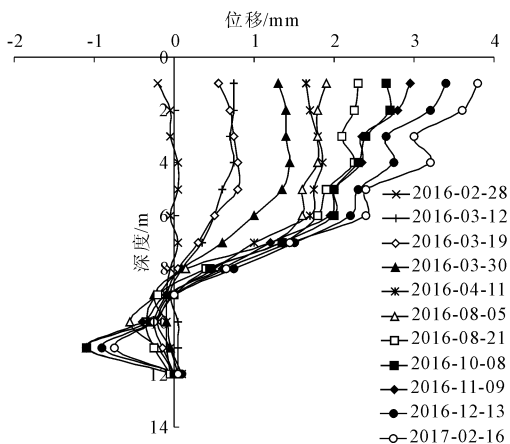


图 4 设计变更前 CX11 测点深层水平位移曲线

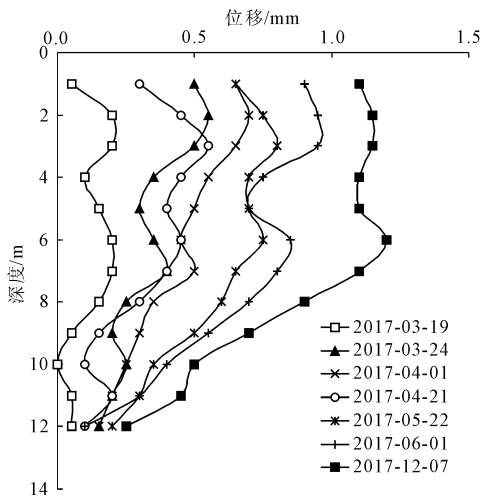


图 5 设计变更后 CX11 测点深层水平位移曲线

基坑西侧 CX14 测点设计变更前后深层水平位移曲线如图 6、图 7 所示。图 7 设计变更后深层水平位移从 0 开始测量计算。从图 6 可以看出,腰梁和预应力锚杆对深层水平位移发展的抑制作用明显,由于采用桩锚支护方案,在深度 3 m 和 6 m 处均设置有腰梁及预应力锚杆,在腰梁处水平位移发展明显较慢,深层水平位移曲线整体趋势为“S”型。从图 7 可以看出,设计变更后,深层水平位移变化较小,

随着基坑的继续开挖,最大水平位移位置逐渐向下移动,最大深层水平位移为 0.55 mm,位于 8 m 深处。埋深 11 m 处的深层水平位移变化较小,这说明,新设置的下部冠梁对位移发展的抑制作用明显。到施工完成,深层水平位移曲线发展为明显的“两端小,中间大”的形状。

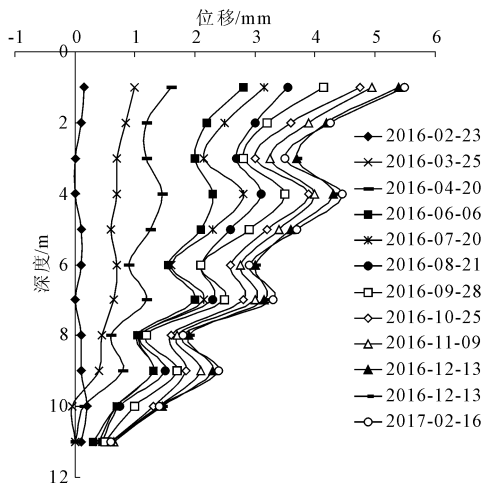


图 6 设计变更前 CX14 测点深层水平位移曲线

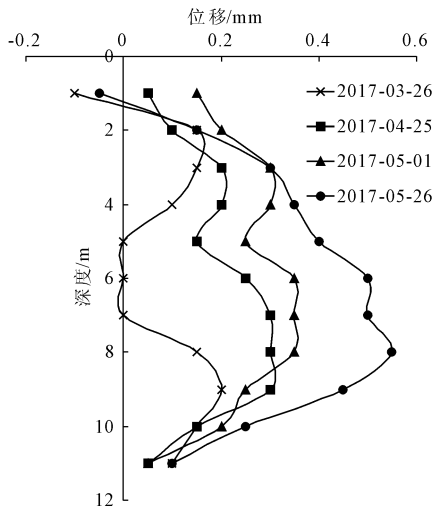


图 7 设计变更后 CX14 测点深层水平位移曲线

3.3 周围建筑物沉降

基坑周围建筑物沉降监测结果如图 8、图 9 所示。从图 8、图 9 中可以看出,靠近基坑的监测点的沉降值大于远离基坑的监测点的沉降值,C4、C12 距基坑较近,沉降值较大。这是由于基坑开挖对距离较近土体扰动较大。另外,位于基坑中部监测点的沉降值大于两端的监测点的沉降值。随着基坑的开挖,周围建筑物的沉降不断增加^[15]。沉降变化曲线呈现出的“慢—快—慢,小—大—小”的规律一致。随着开挖速度及开挖深度的增加,造成周围建筑物沉降加速发展。在开挖支护施工完毕后,建筑物沉

降趋于稳定,基坑西侧最大沉降值为 0.39 mm,基坑北侧最大沉降值为 0.18 mm,所有的监测结果远小于规范规定的报警值。同时周边地面及建筑物并未发现变形裂缝,说明基坑开挖对附近建筑物基本没有影响。

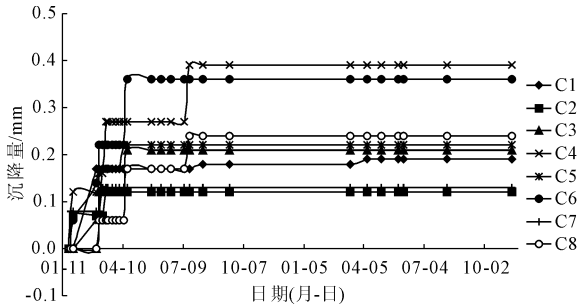


图 8 基坑西侧建筑物沉降随时间变化曲线

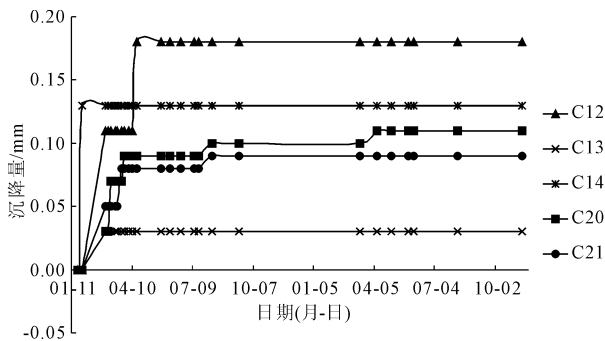


图 9 基坑北侧建筑物沉降随时间变化曲线

4 结 论

本文通过对郑州某深基坑监测数据进行分析,得出以下结论:

(1) 基坑坡顶的水平位移随着基坑开挖深度的增加,整体趋势是增加的,坑边堆载对基坑坡顶水平位移的影响作用显著。

(2) 深层水平位移随着基坑的开挖整体呈现增长态势,但不同深度的位移增加并不是呈现线形变化。设计变更后,设置的下部冠梁对深层水平位移发展的抑制作用明显。至垫层施工完毕,深层水平位移曲线最终变化为明显的“两端小,中间大”的形状。

(3) 基坑周围建筑物沉降受基坑开挖速度及开挖深度影响明显。沉降变化曲线呈现出的“慢—快—慢,小—大—小”的规律。

(4) 设计变更采用的设置冠梁连接上下支护桩

的方案是合理有效的,可为今后支护方案的设计提供一定的参考依据。

参考文献:

- [1] 刘国彬,王卫东. 基坑工程手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [2] 魏 纲,华鑫欣,虞兴福. 杭州某地铁车站深基坑开挖施工监测分析[J]. 武汉大学学报(工学版), 2016, 49(6): 917-923, 936.
- [3] 徐杨青,程 琳. 基坑监测数据分析处理及预测预警系统研究[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(S1): 219-224.
- [4] 包小华,付艳斌,黄宏伟. 深基坑开挖过程中的风险评估及案例分析[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(S1): 192-197.
- [5] 郑 刚,朱合华,刘新荣,等. 基坑工程与地下工程安全及环境影响控制[J]. 土木工程学报, 2016, 49(6): 1-24.
- [6] 王建华,徐中华,陈锦剑,等. 上海软土地区深基坑连续墙的变形特性浅析[J]. 地下空间与工程学报, 2005, 1(4): 485-489.
- [7] 陈泰霖,潘向丽,王安明,等. 郑州某深基坑工程监测与分析[J]. 华北水利水电学院学报, 2008, 29(5): 76-78.
- [8] 高华东,霍 达,陶连金. 北京光彩大厦深基坑开挖现场监测与理论分析[J]. 地下空间与工程学报, 2005, 1(3): 423-427.
- [9] 徐杨青. 深基坑工程设计的优化原理与途径[J]. 岩石力学与工程学报, 2001, 20(2): 248-251.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑基坑工程监测技术规范: GB 50497—2009[S]. 北京: 中国计划出版社, 2009.
- [11] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 建筑变形测量规范: JGJ 8—2007[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.
- [12] 黄志全,张瑞旗,王安明. 基于 FLAC^{3D}的桩锚支护结构变形分析[J]. 水利与建筑工程学报, 2015, 13(2): 68-72.
- [13] 黄志全,李 宣,王安明,等. 郑州市某建筑深基坑监测[J]. 华北水利水电大学学报(自然科学版), 2014, 35(1): 51-55.
- [14] 王 超,朱 勇,张强勇,等. 深基坑桩锚支护体系的监测分析与稳定性评价[J]. 岩石力学与工程学报, 2014, 33(S1): 2918-2923.
- [15] 王安明,张淋柄. 基坑桩锚支护变形监测与数值模拟研究[J]. 水利与建筑工程学报, 2015, 13(6): 25-29, 117.