

DOI :10.3876/j.issn.1000-1980.2011.02.008

某深基坑开挖对周边环境的影响

汪志强¹, 艾亿谋², 卢红标³

(1. 河海大学土木与交通学院, 江苏 南京 210098; 2. 苏州市建设工程质量检测中心有限公司, 江苏 苏州 215004;
3. 解放军理工大学工程兵工程学院, 江苏 南京 210007)

摘要: 为研究深基坑工程开挖过程对周边环境的影响, 根据某深基坑工程的实际情况, 通过对基坑工程圈梁及周边房屋道路的变形监测, 支撑轴力和地下水位的监测, 得到了基坑支护结构的变形规律及受力特点, 以及基坑开挖过程中对周边道路、房屋环境的影响规律, 为保证基坑工程施工的工程安全与稳定, 控制基坑开挖对周边环境的影响提供了参考。结果表明, 监测是基坑信息化施工的关键, 基坑开挖到一定深度应及时完成支撑架设, 温度对支撑轴力影响很大。

关键词: 深基坑开挖; 变形监测; 周边环境; 地下水位

中图分类号: TU463 文献标志码: B 文章编号: 1000-1980(2011)02-0161-04

随着城市地下空间开发和高层建筑的建设, 深基坑工程逐渐增多, 且其规模和深度也在不断增加, 由此引起的环境效应问题也日益增多。如基坑开挖引起的周围地表沉陷, 对邻近建筑物及地下设施带来的不利影响, 造成邻近建筑物的开裂、倾斜及周边道路和地下管线的开裂等^[1-4]。本文分析了深基坑开挖工程对周边环境的影响, 对基坑工程的设计、施工具有一定的指导意义。

1 工程概况与周边环境

某深基坑, 地下共 3 层, 基坑的平均开挖深度约为 10.5 m, 最深近 12 m, 基坑周长约 150 m。基坑的东面为 3 层的老式别墅, 距基坑仅 8 m, 且其基础形式为天然基础; 南面为行车道路, 距基坑约 9 m; 西面为 6 层的居民住宅楼, 距基坑 12~13 m, 其基础形式为天然基础; 北面为已建成的办公大楼, 该大楼设一层地下室, 其深度约为 6 m, 距拟开挖的基坑最近仅为 3 m。按地下室开挖深度, 结合场地土分布情况, 开挖深度范围内主要土层由上自下分别为: 人工填土、泥质性黏土、中细砂层、可硬塑粉质黏土、强分化粉砂岩、中风化粉砂岩。

因该基坑周边环境复杂, 且处于市区, 拟开挖场地东侧、南侧、西侧因紧邻建筑物, 支护方案以人工挖孔桩、桩之间进行压密注浆, 基坑北侧以土钉墙进行支护。

2 监测方案

深基坑的开挖是一个动态过程, 与之有关的稳定和周边环境的影响也是一个动态的过程。因此, 在施工过程中, 须对基坑的围护结构及其周边环境进行全过程的监测^[5]。

2.1 监测意义

基坑开挖对周边环境的影响主要表现在施工对周边建(构)筑物、道路的影响, 应根据监测数据对周边环境的影响程度, 制定合理的保护措施, 及时、准确地对监测数据进行分析, 发现隐含的规律, 准确地指导施工^[6]。因此以系统收集的数据为基础, 研究基坑在开挖过程中的变形规律, 采用合理的数据分析方法, 发现监测数据的特征和工程危险之间的联系, 对于控制工程的施工风险是非常重要^[7]。

2.2 监测内容

根据基坑周边的环境情况, 基坑监测的主要内容为^[8]: (a) 支护结构(圈梁)本身的水平位移监测; (b) 基坑东侧、西侧、北侧建筑物和东、南、西侧道路的沉降监测; (c) 深层水平位移监测; (d) 支撑轴力监测; (e) 水位观测。

收稿日期: 2010-04-20

基金项目: 国家自然科学基金(424131122)。

作者简介: 汪志强(1967—)男, 江苏响水人, 博士研究生, 主要从事工程质量检测与缺陷机理研究。E-mail: wzq1603@163.com

2.3 监测频率

基坑的开挖过程是从西向东进行分层、分块开挖,最后向东出土口收缩取土直到取土结束,并且分块进行底板和顶板的施工.基坑监测频率根据基坑变形情况与基坑施工进度进行调整.基坑于 2008 年 8 月 17 日正式开始开挖.由于是开挖初期,监测周期为 2 d 测 1 次,到 9 月 6 日基坑西端第一道支撑安装完毕,土方开挖达到圈梁下 5 m 并继续向下开挖.随着开挖加深土压力释放也较快,基坑变形相对较大,监测周期调整为 1 次/d 直至土方开挖至底板浇筑完毕.底板浇筑完成后至顶板的施工,每 2 d 监测 1 次直至基坑工程竣工.

3 监测成果分析

3.1 圈梁水平位移

从图 1(图中 D1~D7 为 7 个水平位移监测点)可以看出,在土方开挖阶段,水平位移变化量随基坑开挖深度的加深而逐步加大,水平位移曲线呈连续上升的趋势,水平位移量大部分在该阶段完成;在底板浇筑完毕后,位移曲线变化较小,逐渐趋于稳定,说明底板的浇注对围护结构起到了有效的抑制作用.混凝土支撑的拆除阶段,曲线变化呈上升趋势,说明由于混凝土支撑的拆除,支撑应力的瞬间释放,基坑压顶圈梁受到瞬间的侧向压力,水平位移也相对增大,但随着混凝土支撑拆除完毕,基坑的水平位移很快减小并趋于稳定,曲线收敛成水平状,说明基坑已经稳定.

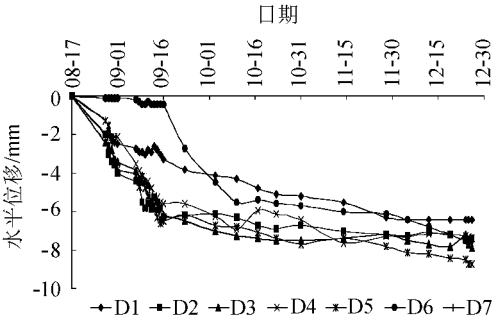


图 1 圈梁水平位移-时间关系
Fig. 1 Relationship between horizontal displacement and time of ring beams

3.2 道路、房屋沉降

地表道路沉降及临近房屋沉降大体上呈随着基坑开挖深度的增大,累计沉降量相应的增大,在基坑土方开挖面附近的监测点沉降变化速率较大,远离开挖面的监测点沉降速率较小,且存在一定的波动性.从图 2(图中 H1~H7 为 7 个房屋沉降观测点,R1~R10 为 10 个道路沉降观测点)可以看出,地表道路及房屋累计最大沉降量最大分别为 -11.2 mm,-7.9 mm,均未超过报警值.

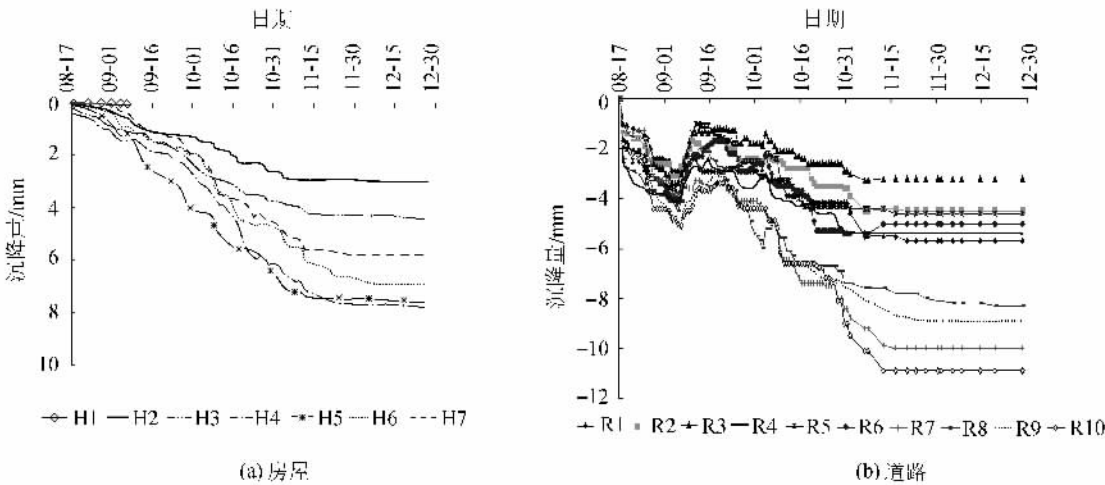


图 2 沉降-时间曲线
Fig. 2 Relationship between settlement and time

3.3 深层水平位移

桩体位移完整地反映支护桩的变形,也是支护结构安全状况的重要指标.在有支撑作用的情况下,支护桩变形最大、最危险的部位不一定在桩顶.而支护桩体不同深度的水平位移观测可以反映支护桩的实际变形,且其测量受外界影响小,数据结果稳定,是基坑开挖观测的重点项目.从图 3 可以看出,桩体的最大位移出现在 8 m 左右,开挖至 5 m 左右的位置时完成混凝土支撑的施工,随着土方的继续开挖,5 m 左右位置处的土体位移量增幅明显减少,有向基坑外变形的趋势,说明混凝土支撑起到较好的抑制土体水平位移的作用.

3.4 支撑轴力

基坑开挖至 5 m 左右时,完成混凝土支撑的施工.待底板浇注完成后,混凝土支撑拆除前进行了临时换撑,换撑的标高位于正负零处.

监测结果表明,随着开挖深度的增加,支撑轴力逐渐增加,直至该支撑一定范围内的土体全部开挖完,轴力接近其最大值.轴力值较大的支撑所处的位置受土方开挖以及支撑架设速度的影响较大.说明支撑轴力受土方应力释放的影响较大,且土体承载力越差,受到的影响越大.各轴力值在变化过程中略呈上下波动状,说明动荷载和温度的变化对其影响还是比较大的^[9](图 4,图中 ZC1~ZC5 为 5 个混凝土轴力监测点,ZC6~ZC9 为 4 个钢支撑轴力监测点).

3.5 水位变化

随着基坑土方的开挖及坑内水位的降低,基坑外水位也随之受到较大影响.在基坑开挖的过程中累计出现 3 次水位下降过快而报警的情况(图 5,图中 S1~S3 表示 3 个水位监测点),但是报警阶段所测的基坑水平位移和周围房屋、道路的沉降量均在规范规定的范围内,且基坑开挖过程中,基坑外流入基坑里的水非常少,说明整个基坑工作性状是良好的,基坑未出现不稳定现象^[10-12].

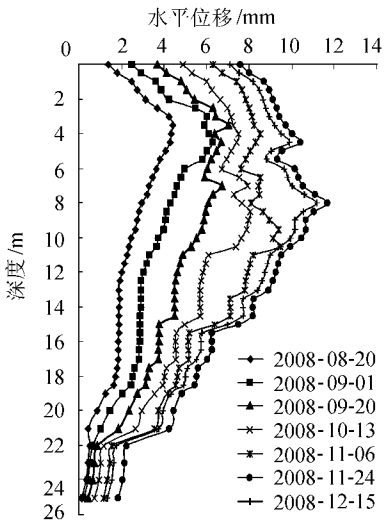


图 3 支护桩深层水平位移-时间关系
Fig. 3 Relationship between horizontal displacement and time of retaining piles

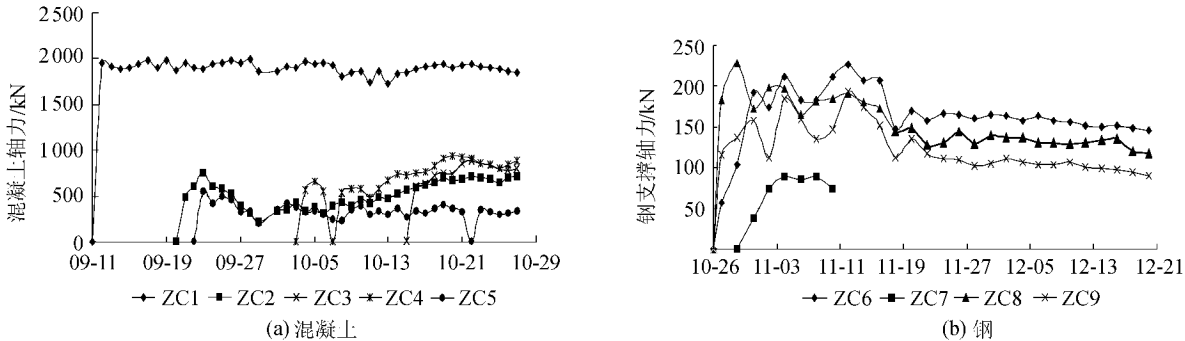


图 4 支撑轴力-时间关系曲线
Fig. 4 Relationship between axial force and time

4 结 论

- a. 对监测设施的保护是保证监测工作顺利进行的的前提,也是保证基坑工程施工安全的主要任务.
- b. 基坑开挖一定深度后应及时完成支撑的架设,尽可能减少暴露时间,暴露时间越小对基坑支护越有利.同时,混凝土支撑拆除前应按时完成钢支撑的换撑,这对抑制支护结构变形有着相当大的作用.
- c. 支撑轴力在量测的过程中,温度对支撑轴力的影响很大,有时甚至超过报警值.此时应配合沉降、水位等资料进行分析,确保基坑的稳定.
- d. 在开挖过程中,挖出的土方以及施工机械、钢筋、水泥等建筑材料不宜堆放在基坑周边,以减少地面堆载及车辆的动荷载对围护结构的影响.

参考文献:

[1] 刘红岩,秦四清,李厚恩,等.深基坑工程开挖安全性的数值分析[J].岩土工程学报,2006,28(增刊1):1441-1444.(LIU

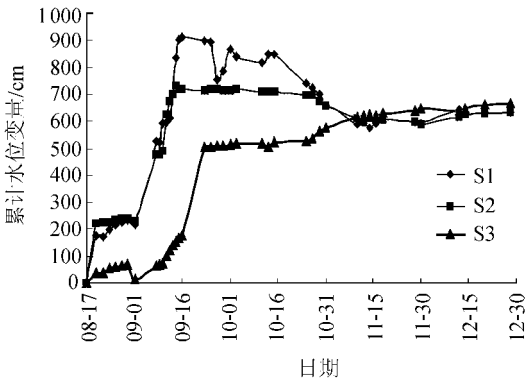


图 5 累计水位变化-时间关系
Fig. 5 Relationship between variation of cumulative water level change and time

- Hong-yan ,QIN Si-qing ,LI Hou-en ,et al. Numerical analysis on excavation safety of deep foundation engineering[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering 2006 28(Sup1):1441-1444.(in Chinese))
- [2] 李大勇 ,龚晓南 ,张士乔 . 软土地基深基坑周围地下管线保护措施的数值模拟[J]. 岩土工程学报 2001 23(6):736-740.(LI Da-yong ,GONG Xiao-nan ,ZHANG Shi-qiao. Numerical simulation of the buried pipelines protection adjacent to deep excavation[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering 2001 23(6):736-740.(in Chinese))
- [3] READ R S. 20 years of excavation response studies at AECL 's Underground Research Laboratory[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 2004 41(8):1251-1275.
- [4] 张文慧 ,田军 ,王保田 ,等 . 基坑围护结构上的土压力与土体位移关系分析[J]. 河海大学学报 :自然科学版 2005 33(5):575-579.(ZHANG Wen-hui ,TIAN Jun ,WANG Bao-tian ,et al. Relationship between earth pressure on support structure of foundation pits and displacement of earth mass[J]. Journal of Hohai University :Natural Sciences 2005 33(5):575-579.(in Chinese))
- [5] 胡俊 ,光辉 ,潘悦 . 南京地铁某车站深基坑开挖的监测与分析[J]. 西部探矿工程 2008(10):222-225.(HU Jun ,GUANG-Hui ,PAN Yue. Nanjing subway station deep excavation of a monitoring and analysis[J]. West-China Exploration Engineering 2008(10):222-225.(in Chinese))
- [6] 潘劲 ,潘观强 . 深基坑工程监测技术概述[J]. 山西建筑 2007(5):111.(PAN Jin ,PAN Guan-qiang. General discuss on supervising techniques of deep-based hole project[J]. Shanxi Architecture 2007(5):111.(in Chinese))
- [7] 王暖堂 . 深基坑围护结构力学变形监测技术[J]. 北京测绘 2008(2):12-15.(WANG Nuan-tang. Monitoring technology in mechanical deformation of exterior-protected constructions in deep foundation ditch[J]. Beijing Surveying and Mapping 2008(2):12-15.(in Chinese))
- [8] 赵乃志 ,刘丹 ,敏江 ,等 . 复合土钉支护技术在深基坑工程中的应用[J]. 沈阳建筑大学学报 :自然科学版 2007 23(3):411-413.(ZHAO Nai-zhi ,LIU Dan ,MIN Jiang ,et al. Application of soil-nailing support to the deep excavation[J]. Journal of Shenyang Jianzhu University :Natural Science 2007 23(3):411-413.(in Chinese))
- [9] 吴建发 . 圆形内支撑梁在基坑支护体系中的应用[J]. 广东科技 2008(10):195-196.(WU Jian-fa. Round the support beam in the foundation of support system[J]. Guangdong Science & Technology 2008(10):195-196.(in Chinese))
- [10] 许锡金 ,李东霞 . 基坑降水引起地面沉降计算方法研究[J]. 岩土工程技术 2004(4):194-198.(XU Xi-jin ,LI Dong-xia. Study on calculating method of ground subsidence caused by dewatering[J]. Geotechnical Engineering Technique 2004(4):194-198.(in Chinese))
- [11] 王翠英 ,黄理兴 ,段卫昌 ,等 . 深基坑降水引起周边地面沉降量值计算修正系数 M_s 的确定[J]. 岩土力学 2006 27(6):1011-1016.(WANG Cui-ying ,HUANG Li-xing ,DUAN Wei-chang ,et al. Determination of coefficient M_s during calculation of surrounding ground settlement due to foundation pit dewatering[J]. Rock and Soil Mechanics 2006 27(6):1011-1016.(in Chinese))
- [12] WANG Cui-ying ,HUANG Li-xing ,DUAN Wei-chang ,et al. Determination of coefficient M_s during calculation of surrounding ground settlement due to foundation pit dewatering[J]. Rock and Soil Mechanics 2006 27(6):1011-1016.

Influences of excavation of deep foundation pit on surrounding environment

WANG Zhi-qiang¹ , AI Yi-mou² , LU Hong-biao³

(1. Institute of Civil and Transportation Engineering , Hohai University , Nanjing 210098 , China ;

2. Suzhou Construction Engineering Quality Inspection Center Co. , Ltd. , Suzhou 215004 , China ;

3. Engineering Institute of Corps of Engineers , PLA University of Science and Technology , Nanjing 210007 , China)

Abstract : The influences of excavation of deep foundation pits on the surrounding environment were studied. Based on the actual situation of an excavation example , the deformation rules and stress characteristics of the support structures as well as the influences on the nearby roads , houses and environment during its excavation were obtained by monitoring the deformation of ring beams and surrounding houses and roads and the support axial forces and the groundwater levels. It would be helpful to ensure the safety and stability of the excavation construction and to control the influences of the excavation on the surrounding environment. The results show that the monitoring is the key to information-based construction of foundation pits. When the excavation depth reaches certain value , the support should be completed in time. The influences of the temperature on the support axial forces are large.

Key words : excavation of deep foundation pit ; deformation monitoring ; surrounding environment ; groundwater level