

文章编号: 1007-2993(2012)06-0313-04

汉口火车站进站厅深基坑支护设计及监测成果分析

李健生¹ 于廷新²

(1. 河南省地质矿产勘查开发局第三地质调查队, 河南信阳 464000; 2. 中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北武汉 430063)

【摘要】 基坑地层性质差, 上部为深厚层淤泥质粉质黏土, 下部为粉砂, 周边建筑环境复杂。根据地层及周边环境, 制定了钻孔灌注桩+钢支撑+高压旋喷桩的支护方案。按规范要求对基坑进行监测, 对基坑开挖起到重要指导作用。整理分析监测成果, 并与理论计算值进行对比, 可见本基坑支护设计合理, 可供其他基坑设计和监测参考。

【关键词】 基坑; 支护设计; 监测

【中图分类号】 TU 473

【文献标识码】 B

doi:10.3969/j.issn.1007-2993.2012.06.010

Support Design and Monitoring Results Analysis of Deep Foundation Pit of Hankou Railway Station

Li Jiansheng¹ Yu Tingxin²

(1. No. 3 Geologic Survey, Henan Province Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Xinyang 464000, Henan, China;

2. China Railway SIYUAN Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan 430063, Hubei, China)

【Abstract】 The formation property of the foundation pit was poor. The upper was mucky silty clay and the lower was silt. The surrounding architectural environment was complex. According to formation and the surrounding environment, support scheme of bored piles, steel supports and high pressure jet grouting piles was made. Monitoring based on standard played an important role in guiding excavation. Monitoring results which were analyzed and compared with calculated value showed that support design of the foundation pit was reasonable. The results provided reference for other foundation pit design and monitoring.

【Key words】 foundation pit; support design; monitor

0 引言

基坑支护设计受地层条件、周边环境、施工、计算模型等诸多因素影响, 很多基坑的理论计算结果与实测数据有较大的差异, 在工程设计阶段无法准确无误地预测施工过程中基坑支护结构和周围土体的变化^[1], 所以要对基坑进行实时监测。本文结合汉口火车站进站厅深基坑支护设计和监测成果, 分析了基坑开挖与基坑变形的关系, 为施工单位开挖基坑提供重要依据, 并为今后基坑支护设计和监测提供借鉴。

1 工程概况

既有铁路汉口客站站区位于汉口发展大道北侧, 西临常青路, 东靠规划新华西路下穿站场, 北与车站北路接壤。进站厅基坑西侧为原售票厅, 三层、桩基础, 距离本基坑 1 m; 北侧为候车厅, 距离本基坑 8 m; 东侧为江城大酒店, 三层、桩基础, 距离本基坑 15 m; 南侧为站前广场, 站前道路距离基坑 10 m。基坑周边环境见图 1。基坑占地面积约为 1 600 m², 基坑开挖

深度为 7.0 m。

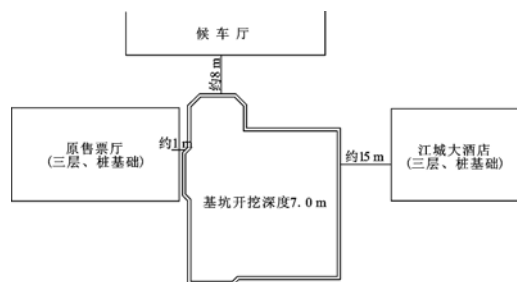


图 1 基坑周边环境图

2 工程地质与水文地质条件

2.1 工程地质条件

场地范围主要地层为:

①层: 人工填土, 主要为混凝土块、砖块、粉质黏土, 厚 2 m, 为新近松散堆积体, 强度低;

②₂层: Q₄^{al} 粉质黏土, 褐灰色、褐黄色, 硬塑偏软, 厚 4.4 m;

作者简介: 李健生, 1970 年生, 男, 汉族, 注册岩土工程师, 水工环地质工程师, 从事水文地质工程地质研究工作。

②₁层: Q₄^{al+pl} 淤泥质粉质黏土, 褐灰色、灰绿色, 软—流塑, 厚度 13.75 m;

③层: Q₄^{al} 粉土, 褐灰色, 饱和, 稍密—中密, 局部呈透镜状分布;

④₂层: Q₄^{al} 粉细砂, 褐灰色, 稍密—中密, 夹有粉土、软黏性土夹层。

2.2 水文地质条件

区域范围内地下水主要类型为:

1) 上层滞水: 主要赋存于人工填土及第四系冲洪积黏性土层中, 受大气降水及地表水补给, 地下水位随季节变化, 埋深约 0.7~3.0 m, 水量较贫乏。

2) 微—中等承压水: 主要存在于第四系砂层、圆砾土层中, 构成测区范围内主要的地下水含水层, 其上覆盖有黏土层, 黏土层为相对隔水层。该含水层自地表以下平均埋深 15~25 m, 上覆黏性土层平均厚 8~20 m。该含水层具有微—中等承压性, 水量较丰。

3) 基岩裂隙水: 主要存在于志留系泥岩、砂岩风化层中的风化裂隙之间, 水量贫乏, 补给来源差, 渗透性较差, 埋深通常在 50 m 以下。

3 基坑支护设计

基坑开挖深度为 7.00 m, 根据地质勘察报告, 场地存在深厚淤泥质粉质粘土, 属于 I 类复杂地层条件, 同时基坑距离周围建筑很近, 根据《建筑基坑支护技术规程》, 确定基坑安全等级为一级^[2-3]。根据基坑地层及周边环境情况, 基坑采取钻孔灌注桩+钢支撑支护方案, 采用高压旋喷桩做止水帷幕。其中, 钻孔桩设计为 Φ700 mm, 桩间距 900 mm, 顶上设 800 mm×600 mm 冠梁, 中间—3.00 m 处设腰梁及内支撑, 腰梁尺寸为 1 000 mm×700 mm, 局部加宽至 2 370 mm、2 300 mm; 支撑采用 Φ500 mm 厚 10 mm 钢管、Φ325 mm 厚 8 mm 和 Φ500 mm 厚 12 mm 钢管三种; 立柱采用 Φ800 mm C30 钻孔灌注桩。基坑支护剖面图见图 2。

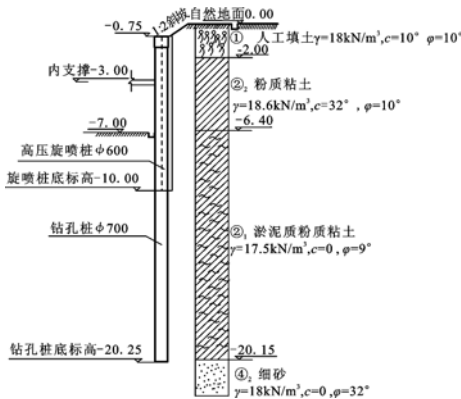


图 2 基坑支护剖面图

4 基坑监测

4.1 监测项目

监测项目根据工程特点、设计要求和《建筑基坑工程监测技术规范》进行^[4-5], 包括: 1) 支护桩水平位移和沉降监测; 2) 桩身应力监测; 3) 支护桩桩身侧斜监测; 4) 立柱桩沉降监测; 5) 土体深层水平位移监测; 6) 支撑轴力监测; 7) 基坑周边建筑物、道路等沉降监测。基坑监测点平面布置见图 3。

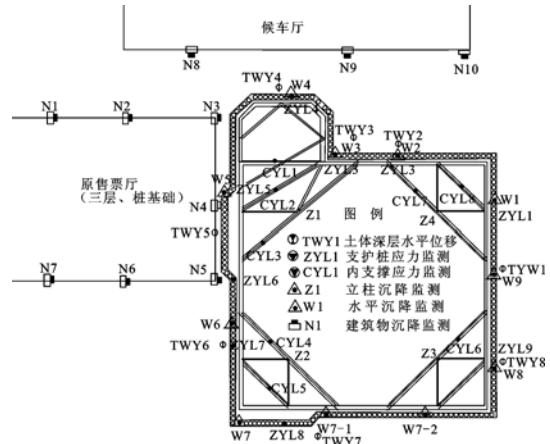


图 3 基坑监测点平面布置图

4.2 监测控制标准

根据《建筑基坑工程监测技术规范》, 制定监测控制标准: 桩顶水平位移速率小于 3 mm/d, 位移总量小于 30 mm; 桩顶竖直位移速率小于 3 mm/d, 位移总量小于 14 mm; 深层水平位移速率小于 3 mm/d, 位移总量小于 42 mm; 周围道路、建筑及立柱沉降速率小于 1 mm/d, 周围道路沉降总量小于 15 mm, 立柱沉降总量小于 10 mm, 房屋差异沉降小于 1/1 000; 支撑轴力小于 0.7×容许值。

4.3 监测频率

自基坑土方开挖开始到回填至 ±0.000 时结束, 进行全过程动态监测, 确保整个基坑的顺利安全开挖。各监测项目在基坑开挖前至少测定 2 次初始数据, 开挖过程中按 1 次/天频次监测, 底板浇筑完成后逐渐减少频次。当监测数据接近监控报警时或防汛期间、暴雨期间应加强加密观测次数。当出现事故征兆时, 应连续监测, 并及时向有关部门报告监测结果。

5 基坑监测成果分析

5.1 支护桩桩顶水平位移与沉降

自基坑开挖至基坑回填完成, 对支护桩桩顶水平位移和沉降进行监测, 桩顶水平位移、沉降与时间的关系曲线见图 4、图 5。

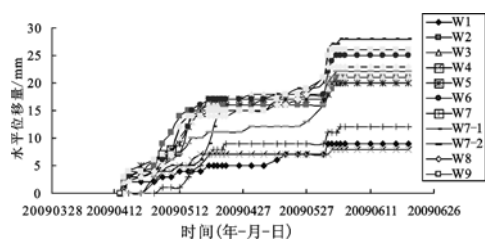


图4 支护桩桩顶水平位移与时间关系曲线

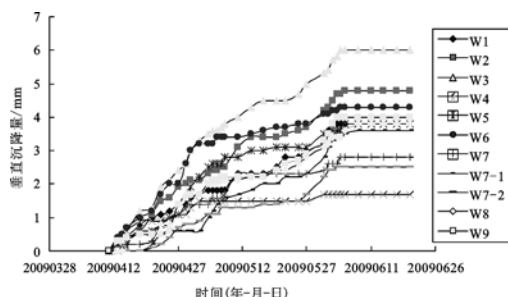


图5 支护桩桩顶沉降与时间关系曲线

监测结果显示,桩顶水平位移、沉降随时间变化可分为五个阶段。第一阶段自4月11日至4月21日,为起始阶段,由于开挖深度小,位移变化量小,最大水平位移为5 mm,最大速率为0.71 mm/d,最大沉降为1.3 mm;第二阶段自4月22日至5月5日,由于基坑开挖深度较大、速度较快,变化比较明显,水平位移最大为17 mm,最大速率为2.5 mm/d,最大沉降为3.5 mm;第三阶段自5月6日至年5月26日,由于基坑开挖完成,进行底板施工,变化量较小,最大位移为3 mm,最大沉降4.5 mm;第四阶段自5月27日至6月10日,由于部分支撑拆除,部分监测点(如W7-1、W7-2)位移变化较大,分别达到7 mm、8 mm,最大沉降量达到6 mm;第五阶段自6月10日至8月10日,各个监测点的位移基本稳定。监测结果表明基坑的施工变形控制效果较好,满足工程要求。W7-1监测点水平位移达到28 mm,原因为:此监测点附近有一电梯井开挖深度大;附近机械设备及土方运输动荷载大,造成该处位移量较大。这一点应在今后的施工中注意,尽可能的减少基坑边的动载和超载,以减少对基坑的不利影响。

5.2 支护桩内力

依据规范选取了8根桩进行监测,监测点的位置分别在桩身的3 m、5 m、6 m、7 m、8 m、9 m、11 m、13 m、16 m处。桩身钢筋最大应力、桩身钢筋最大弯矩与深度的关系曲线见图6、图7。

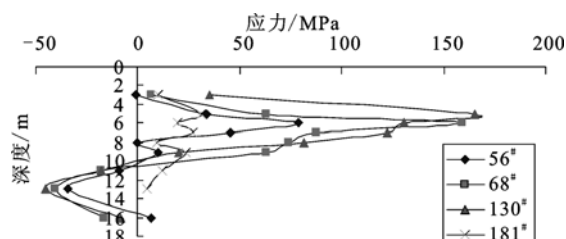


图6 桩身钢筋最大应力与深度关系曲线

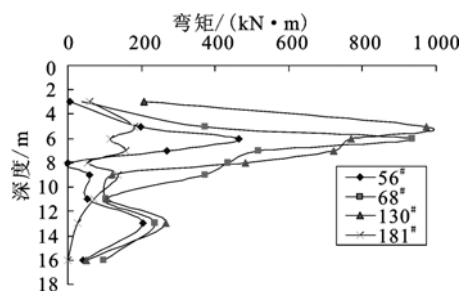


图7 桩身钢筋最大弯矩与深度关系曲线

在监测过程中支护桩的最大应力值见表1。

表1 支护桩钢筋的最大应力表

桩号	最大应力 /MPa	测点位置 /m	设计应力 /MPa	应力比 /%
56#	78.8	-6.76	340	26.27
68#	158.9	-6.76		52.97
130#	165.1	-5.76		55.03
181#	30.8	-5.76		10.27

从表中可以看出,钢筋的应力值均不大,支护桩在同样的嵌固深度下,开挖的深度对钢筋应力的影响很大,故要对基坑围护桩边的超挖进行严格的控制。从监测结果来看,整个监测过程中,支护桩内力值小于设计值的60%,说明支护桩施工达到了设计要求。

5.3 土体深层水平位移

自4月15日前进行初测至基坑回填至±0.000,对土体深层水平位移进行监测。其中TWY2深层水平位移与深度关系曲线见图8。

由图8可知,随着基坑开挖,土体深层水平位移逐渐增大。4月27日,基坑开挖到底,TWY2位移达到最大值24 mm,位置在-7.0 m处。设计时同样此工况水平位移最大,最大水平位移的理论计算值为21 mm,位置在-7.5 m处,可见实测位移曲线与理论计算曲线基本一致。随着基坑的回填,各个监测点的土体深层位移趋于稳定。支护结构在基坑开挖过程中有效地控制了基坑变形,在施工中应注意先撑后挖,避免基坑变形过大。

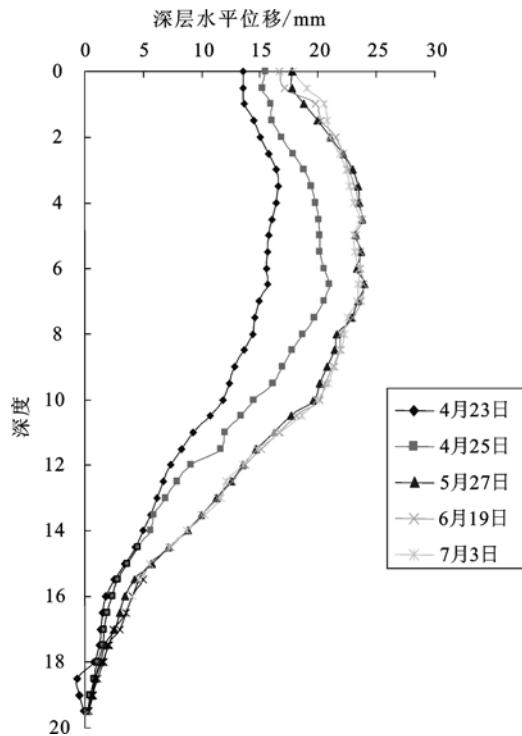


图8 TWY2 深层水平位移与深度关系曲线

5.4 支撑轴力

对支撑轴力进行监测,各支撑轴力与时间关系曲线见图9。

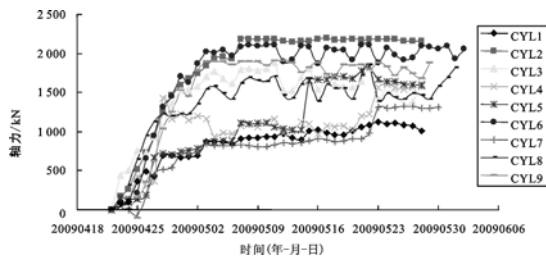


图9 支撑轴力与时间关系曲线

由图9可见,支撑轴力随基坑开挖深度的增加而增大,开挖至坑底后随着混凝土的硬化,轴力有减小的趋势。对比各位置的支撑轴力可以看出,CYL2点处水平支撑轴力较大,最大值发生在5月17日,为2120KN。原因为:测点的水平支撑位于基坑阳角处,为受力的最不利位置。因此在开挖过程中加强了对基坑阳角的保护,采取了坑边局部留土的方法,待其他区域土体开挖完成后,再开挖阳角前的留土。CYL4、CYL5、CYL7自5月10日至5月23日轴力增加较大,主要是受到附近施工和超载影响。

5.5 建筑物沉降

建筑物沉降监测点共有10个,即N1~N10。建筑物沉降与时间的关系曲线见图10。

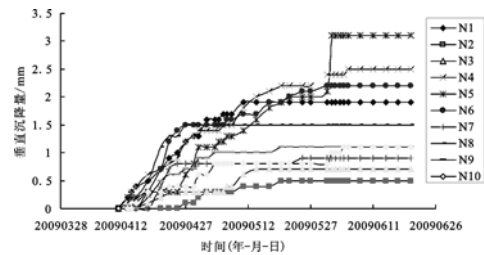


图10 建筑物沉降与时间关系曲线

由图10可知,附近建筑物最大沉降为3.1 mm,其余监测点的最大最大均不超过2.5 mm,最大沉降速率为0.3 mm/d,总体而言,建筑物沉降不大,满足设计及规范要求。监测过程中,原售票厅内部在进行拆除,其南侧为新建西配楼,外部荷载的变化对沉降有一定影响,表现为东南角沉降量较大。

6 结论

1)针对基坑地层条件差,周围建筑环境复杂的现状,制定了合适的支护方案,并严格按规范监测,监测成果对开挖起到了重要的指导作用。自开挖至回填完成,期间未发生任何重大事故和险情。从施工的实际过程和监测结果来看,本基坑支护设计合理,采取的施工方法得当。

2)在基坑支撑设计及支撑轴力监测时,应注意温度对钢支撑的影响,特别是夏季施工,昼夜温差大时。支撑轴力监测应在每天固定时间观测,并考虑温度影响,避免出现误报警情况。

3)本基坑开挖过程中,基坑周边堆载和动载对基坑和周边建筑物变形产生了较大影响,在今后的基坑开挖中应对施工单位违规行为进行及时监督及纠正,设计时应考虑其影响。

参考文献

- [1] 刘建航,王卫东. 基坑工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [2] JGJ 120—99 建筑基坑支护技术规程[S]. 北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [3] DB 42/159—2004 基坑工程技术规程[S]. 武汉:湖北省建设厅、湖北省质量技术监督局,2004.
- [4] GB 50497—2009 建筑基坑工程监测技术规范[S]. 北京:中国计划出版社,2009.
- [5] JGJ/T 8—2007 建筑变形测量规范[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.

收稿日期:2012-08-20