

基坑变形监测及地下水的处理

何长明, 罗 恒, 李 亮, 邹金锋

(中南大学 土木建筑学院, 长沙 410075)

摘 要: 结合南昌某建筑基坑, 介绍了基坑支护结构水平位移和沉降监测点的布设、观测方法、监测数据处理等, 并根据监测结果, 发现可能发生危险的先兆, 判断工程的安全性, 防止工程破坏事故的发生; 并以施工监测的结果指导施工, 进行信息化反馈优化设计。由于基坑开挖后地下水丰富, 坑内局部出现涌水、涌砂, 导致电梯井等加深部位不能开挖到位。在基坑外部排水能力有限等情况下, 提出了在电梯井的四周用旋喷桩形成止水帷幕、井底用旋喷桩封底的方法。实践表明: 在旋喷桩施工完成后 1 d 即可垂直开挖电梯井, 并没有渗水, 取得了良好地加固效果和经济效益。

关 键 词: 基坑; 变形监测; 地下水; 旋喷

中图分类号: TU 476

文献标识码: A

Deformation monitoring and groundwater treatment of excavations

HE Chang-ming, LUO Heng, LI Liang, ZOU Jin-feng

(School of Civil and Architectural Engineering, Central South University, Changsha 410075, China)

Abstract: Combined with a building foundation pit of Nanchang, the retaining and protecting structure of foundation excavation, the horizontal displacement, the settlement monitoring points' disposal, observation methods and monitoring data processing, are described. Based on the results of monitoring, it would forebode the danger, estimate the safety of engineering and avoid the happening of engineering accident. The construction was supervised with the monitoring results; and the information feedback was optimized designed. There were groundwater inflow and sand inflow due to the abundance of groundwater after the excavation, which made the deeper part such as the elevator shaft pit can't be excavated to the right location. A method that is forming a waterproof wall around the elevator shaft pit and back covering the bottom of well with jet grouting was brought forward for the limited drainage ability around the excavation. The results show that the elevator shaft pit could be excavated uprightly one day after the construction of jet grouting and there was not water yielding, which brought on favorable reinforced effect and economy benefit.

Key words: excavations; deformation monitoring; groundwater; jet grouting

1 前 言

随着我国城市建设中高层建筑和市政工程的发展, 伴随出现了深基础。深基础施工也是高层建筑中的突出问题, 而深基坑的挡土支护结构以及对地下水的处理又是深基础施工的关键。过去由于设计和施工队伍对当地基坑的认识不足、重视不够, 深基坑的支挡曾出现过一些工程事故, 造成了巨大的经济损失^[1, 2]。

本文针对南昌某基坑工程实例, 通过对该基坑支护结构的变形监测, 得到一些具有代表性的监测结果, 可为以后的基坑支护结构设计作为参考, 以

优化设计。并针对原支护设计在止水方面的缺陷, 导致基坑开挖后出现涌水、涌砂、电梯井无法开挖施工的情况, 提出了旋喷止水方案, 取得了很好的加固效果。

2 工程概况

该工程位于南昌市抚生路, 为 4 栋 21 层高商住楼, 地下室一层, 占地面积约 7 000 m²。1[#]、3[#]、4[#]楼地下室作为联体基坑, 开挖深度为 6.2 m 左右, 电梯井、积水坑等局部开挖达 8.8 m。

2.1 工程的水文地质情况

工程区为第四系全新统人工填土和更新统淤

移测量点。

3.2 监测方法与频率

(1) 监测方法

S1~S5 点的位移监测采用视准线法, 其他点的位移监测采用小角度法。

(2) 测量频率

在基坑开挖前应测得初始值, 且不少于 2 次。在基坑开挖阶段, 应每天测量 1 次, 当变形监测值达到预警值或监测结果变化速率较大时, 应加密观测次数, 当有事故征兆时, 应连续监测。

3.3 监测结果分析

限于篇幅, 只列出具有代表性的 S11、S15 点

的监测成果图。从图 3 位移-时间曲线可以看出: S11、S15 点的日位移量很小, 且随时间的增加, 日位移逐渐趋于 0, 这表示支护结构的位移趋于稳定; 累计位移不断增加, 并具有一定的周期性, 在开挖完成后几天是位移迅速增长的原因, 图中 S11 点是一次开挖到位, S15 点是两次开挖。从图上可以看出, 支护结构的水平位移不大, 最大值为 20 mm, 达到预警值, 说明基坑的支护结构是安全的。

从图 4 沉降-时间曲线可以看出: 基坑支护结构的沉降变化无明显变化规律, 变化幅度不大, 最大值仅 2 mm, 说明钻孔排桩支护在桩顶没有荷载作用下, 排桩体本身的沉降相当小, 还有部分沉降

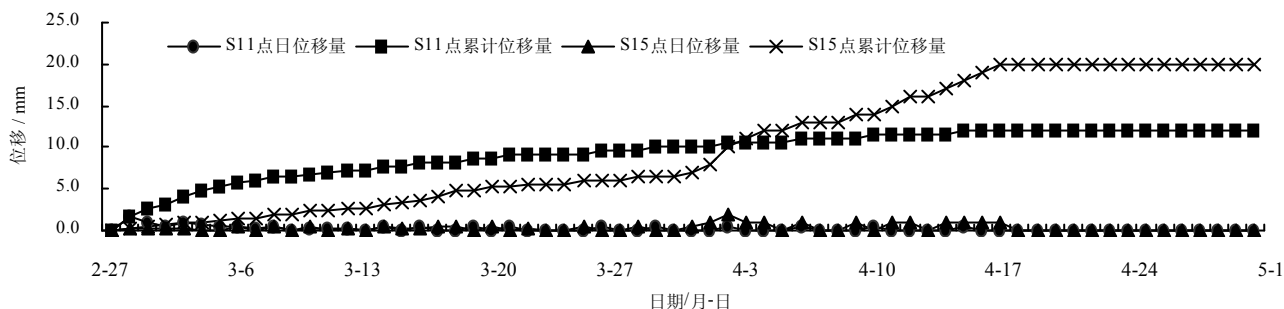


图3 位移-时间曲线

Fig.3 Curves of displacement-time

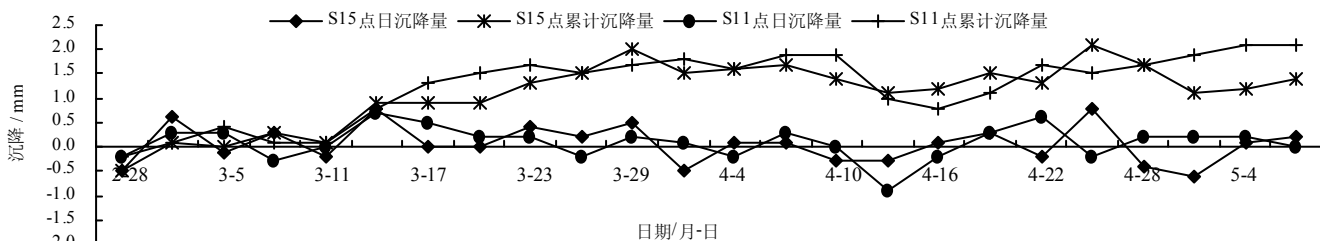


图4 沉降-时间曲线

Fig.4 Curves of settlement-time

是由于桩体的侧向位移引起的。

同时, 对四周房屋的监测结果表明, 基坑施工期间建筑物没有发生沉降, 说明基坑支护结构起到了一定的作用。

4 电梯井的旋喷止水方案

4.1 开挖电梯井出现的问题

基坑开挖完成后, 即进行电梯井的开挖, 由于电梯井比基坑深 2.1~2.6 m, 从表 1 可以看到, 基坑底面-6.2 m 位于粉质黏土中。而电梯井的底标高为-8.3~-8.8 m, 则位于中砂层中。勘察报告显示, 中砂层中含大量孔隙性潜水, 并有赣江、抚河水从侧向补给, 所以开挖电梯井时破坏了粉质黏土的隔水顶板。从图 1 可以看出, 支护结构的钻孔桩和旋

喷桩只有 12 m 深, 而这个深度刚好位于卵石层中, 说明基坑周边的止水帷幕没有形成, 由于施工时正值涨水季节, 赣江、抚河水位较高, 大量的地下水通过卵石层进入基坑内, 即出现涌水、涌砂, 导致电梯井的边坡失稳, 涌砂速度相当快, 并导致了电梯井邻近地表的塌陷, 最大塌陷达 40 cm, 挖掘机也无法将电梯井开挖到设计标高。

4.2 处理方案的选择

地下水的处理有排水和止水两种措施。如果继续按原设计的井内降水, 估算至少要设 5~10 口深井, 但由于该工程周围的管网不能满足排水要求, 且深层降水将对邻近建筑物影响较大, 降水也存在周期较长、成本较高的特点, 故没有选用排水方案。

止水方案确定后, 考虑了粉喷桩止水、压密注

浆止水和旋喷桩止水 3 种方式。粉喷桩止水较旋喷经济,但由于粉喷钻机重数吨,在已开挖基坑中装吊相当困难,故没有选择。压密注浆也较旋喷经济,但浆液在地下的扩散情况难以掌握,且对已涌水、涌砂的电梯井效果有限;最后确定使用旋喷止水,基于已施工的支护结构止水情况良好,质量容易控制,施工方便且施工周期较短。

4.3 旋喷桩的止水的设计、施工

为正常开挖 3 个电梯井和积水坑,设计采用旋喷止水方案(如图 5),旋喷桩的施工采用 3 管旋喷钻机,桩径 80 cm,为加快施工进度,水泥选用 P.o 42.5,每米水泥用量 400 kg,并掺 2 %的水玻璃作为早强剂。四周旋喷桩桩长 5 m,相邻桩搭接 20 cm,使之兼具挡土、截水效果,坑内旋喷桩桩长 1.5 m,按 60 cm 间距满布,主要起水泥固化封底作用,使电梯井整体形成“杯”状物,截断外界水源补给,以便顺利开挖。同时为增强四周旋喷桩的抗剪切能力,在四周桩中插入了适量的毛竹。施工顺序按照“先四周旋喷、后中间封底”进行,这样既可使四周围护桩早完工,也可保证中间旋喷时浆液不外溢。

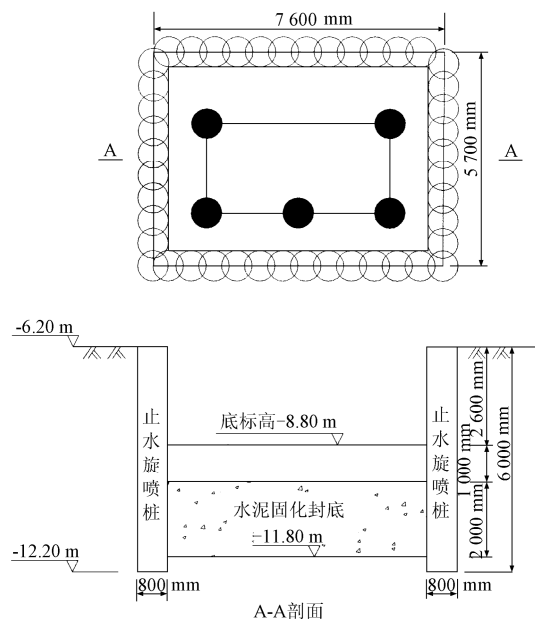


图 5 旋喷止水示意图

Fig.5 Sketch of jet grouting curtain for cutting off water

4.4 电梯井的开挖

在旋喷桩施工完成 1 d 后,即开挖电梯井,开挖发现,旋喷桩在四周形成了重力式的水泥土挡墙,原中砂呈黄色、松散状,加固后全部变为黑色的水泥石土(见图 6),由于掺用了早强剂,水泥石土强度较高,达 1~5 MPa,按经验可得抗剪强度达 100~

1 000 kPa,能够满足 2~3 m 垂直开挖的要求,实际开挖没有任何渗水,加固效果相当明显。



(a) 处理前土样 (b) 处理后电梯井 (c) 开挖土块

图 6 处理前后土体对照图

Fig.6 Contrast picture of soil layers before and after treatment

5 结 论

(1) 基坑监测结果表明,该支护结构是安全的,水平位移没有达到设计控制值,沉降量也相当小。但开挖完成后,基坑大量涌水表明,基坑的止水帷幕由于没有穿透卵石层,所起作用相当有限,给后续的工作带来了很大麻烦,以后的同类设计可采取优化结构设计、加强截水、止水的措施。

(2) 支护桩体水平位移主要在开挖完成后一段时间发展,随开挖深度增加而增加。基坑顶部的水平位移以基坑壁中央最大,端部位移较小;基坑壁越长,其位移值也越大;在拐弯的阳角处,位移较大。

(3) 旋喷桩处理电梯井取得了很好的效果,起到了护壁、防渗的双重效果。通过加入早强剂,使电梯井的开挖时间大大提前,在全部施工完成后一天即可开挖,取得了良好的经济效益。

(4) 旋喷桩成功处理电梯井为同类的工程施工积累了经验,在该基坑内又用旋喷对“短桩”进行了处理,效果同样显著,这也为旋喷在桥梁的承台开挖、松软地层和涌水、涌砂地段的施工提供了参考依据。

参 考 文 献

- [1] 王曙光. 深基坑支护事故处理经验录[M]. 北京: 机械工业出版社, 2005.
- [2] 陈忠汉, 黄书秩, 程丽萍. 深基坑工程(第 2 版)[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [3] JGJ 120-99, 建筑基坑支护技术规程[S].