

南京某地下电缆隧道工程深基坑监测与分析

丁天¹, 张蕾¹, 蔡可庆¹, 刁红国²

(1. 江苏省电力公司经济技术研究院, 江苏 南京 210019; 2. 河海大学岩土工程科学研究所, 江苏 南京 210098)

摘要: 为保证基坑周围土体的稳定, 减小基坑开挖过程对周围环境的影响, 以南京某地下电缆隧道深基坑工程为例, 介绍了该工程的基本特点和监测方案。通过对现场监测数据的总结分析, 探讨了基坑开挖过程中周边土体位移的一般规律, 并对某段电缆隧道明挖段因支护不及时导致路面坍塌进行对比分析, 为软土地区同类工程的设计与施工提供借鉴。

关键词: 地下电缆隧道; 深基坑开挖工程; 位移监测; 土体位移

中图分类号: TU473.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1006-7647(2013)S1-0098-03

随着城市地下空间开发和高层建筑的发展, 深基坑工程日益增多, 已经成为岩土工程界的研究热点。基坑在开挖过程中会引起周围地表的沉降, 对地下设施和邻近建筑物产生不利影响, 如周边道路和地下管线开裂, 邻近建筑物开裂、倾斜等^[1-2]。其中, 因基坑开挖引起围护结构周边土体位移的主要原因如下: 一是基坑开挖卸去原有的土压力, 引起围护结构外侧土体水平方向的应力释放与调整, 主动土压力不断增大, 使得土体向坑内移动并导致围护结构的变形^[3]; 二是基坑开挖或工程降水引起地下水位变化, 导致围护结构周边土体孔隙水压力减小, 使得土体有效应力增加, 产生压缩或固结沉降^[4]。

本文以南京某地下电缆隧道深基坑工程为例, 针对基坑工程引起的围护结构周边一定范围内地表沉降与水平位移的危害, 分析了深基坑开挖工程对

周边环境的影响, 对工程的设计、施工具有一定的指导意义。

1 工程概况

本工程位于南京市唐山路东侧和南通路北侧, 主要由唐山路东侧明挖式电缆隧道和沿南通路北侧的电缆隧道组成。电缆隧道全长约为 600 m, 基坑支护采用 SMW 工法, 开挖深度约 8.0 ~ 9.0 m。场地位于秦淮河与长江交汇处, 属长江漫滩地貌单元, 现场地势略有起伏, 地面高程在 20.80 ~ 21.51 m 左右, 基坑周边建筑物较少, 无重要的文化历史遗迹。工程地质分层及其主要特性如表 1 所示。

根据场地土层分布特点, 场区地下水属孔隙潜水, 初见水位埋深 0.8 m。人工填土层结构松散, 孔隙较大, 密实度差, 透水性较好, 但富水性与填土层

表 1 工程地质分层及其主要特性

层号	地层名称	颜色	状态	特征描述	层底埋深/m	厚度/m
1	素填土	杂色	稍湿松软	以黏性土、砂性土为主, 混少量碎砖、灰渣, 不均匀, 路面下 20 ~ 30cm 为水泥, 场地普遍分布		0.4 ~ 5.4
2-1	粉质黏土	灰色	软塑	无摇振反应, 光滑, 干强度中等, 韧性中等, 场地局部分布	3.0 ~ 5.4	7.5 ~ 9.5
2-2	粉质黏土	灰色	流塑	局部含植物腐殖物, 无摇振反应, 中等韧性, 干强度中等, 场地普遍分布	9.2 ~ 10.8	13.7 ~ 16.2
2-3	粉质黏土	灰色	软 ~ 流塑	无摇振反应, 光滑, 干强度中等, 韧性中等	12.3 ~ 15.9	14.5 ~ 17.5
2-4	粉质黏土	灰色	很湿软塑	具层理, 偶夹粉土薄层, 无摇振反应, 干强度中等, 韧性中等	13.9 ~ 16.9	15.5 ~ 19.7
3	中风化粉砂岩	灰黄色夹紫红		岩体大部分较完整, 主要为较软岩、软岩, 局部为较硬岩, 岩体质量等级为 IV 类	18.7 ~ 19.9	

作者简介: 丁天(1980—), 男, 江苏南京人, 工程师, 主要从事工程管理工作。E-mail: 1609558182@qq.com

厚度、季节性关系密切。南京地下水水位最高一般在七八月份,最低水位多出现在旱季12月份至翌年3月份。地下水位的补给来源主要为大气降水、生活用水的入渗补给和地下管线渗漏补给,以垂直蒸发和侧向径流为主要排泄方式,水位、水量变化主要是受季节性变化影响,地下水水位年变化幅度在2~3m左右。

2 监测方案

深基坑的开挖施工是一个动态过程,与之有关的稳定和环境的影响也在动态变化中。因此在施工过程中必须对基坑围护结构、周边环境进行三维空间全方位、全过程的监控。基坑监测项目主要包括围护墙体的水平位移和竖向位移、地表沉降、深层水平位移、地下水水位以及支撑轴力^[5-7]。

2.1 测点布设

在围护墙体顶部埋设测点,用全站仪进行一等水准测量,沿基坑周边每隔20m布置1个水平、竖向位移观测点,共计72个(D1~D72);地表沉降采用高精度水准仪进行二等水准测量,在基坑影响范围内每隔10~15m布置1个观测点,共计63个(R1~R63);在基坑周围埋设测斜管,深层水平位移采用测斜仪量测,沿基坑周边每隔30m布置1个测斜孔,共计45个测斜孔;地下水位的监测是在基坑周围埋设水位管,运用水位计进行测量,共布设33个水位孔;每个钢筋混凝土支撑断面在其受力主筋上、下各焊接安装2个钢筋应力计,共计36个。

2.2 监测频率

依据GB 50026—2007《工程测量规范》,各测点的监测频率见表2。

表2 基坑监测频率

监测项目	监测周期	监测频率/(次·d ⁻¹)
围护墙体水平、竖向位移	全过程	1
基坑周围地表沉降	全过程	1
深层水平位移	基坑开挖全过程	0.5
地下水水位	全过程	0.5
支撑轴力	支撑设置至拆除	1

2.3 警戒值

结合JGJ 120—1999《建筑基坑支护技术规程》和DGJ 32/J12—2005《南京地区建筑地基基础设计规范》的规定,提出以下基坑监测警戒值,如表3所示。此外,支撑轴力的警戒值是其设计值的80%。

3 监测结果分析

本文以典型路某明挖段为例对基坑周边地表沉降与深层水平位移的监测数据进行总结分析。该段基坑开挖始于2010年10月31日,图1给出了地表沉降观测点R26~R31随时间的变化曲线。由图1

表3 基坑监测警戒值

监测项目	变化速率/(mm·d ⁻¹)	累计值/mm	
		警戒值	控制值
围护墙体位移	1	24	30
地表沉降	1	15	20
深层水平位移	2	±21	±30
地下水水位	500	1500	1500

可见,观测点R28~R31在整个过程中缓慢下降,在11月28日底板浇筑之后曲线已呈近似水平状,说明基坑在开挖过程中由于土质较好开挖采用“即挖即撑”的顺序比较科学,充分利用时空效应,对围护结构自身的变形起到很好的约束作用,对基坑周边的影响也较小;随着底板浇筑的完成,曲线逐步趋近于水平,随后拆除支撑,浇筑竖墙,基坑周边测点又缓慢下降,在12月12日回填土完成后,曲线呈近似水平状,说明周边地表沉降逐步达到稳定。观测点R26和R27由于支撑架设不及时,围护墙体外侧主动土压力不断增大,导致测点沉降最大达34.0mm,超过了警戒值,采取必要措施后,曲线都呈近似水平状。总体来说,在基坑开挖过程中,大部分观测点都小于预警值,最终趋于稳定,周围环境比较安全。

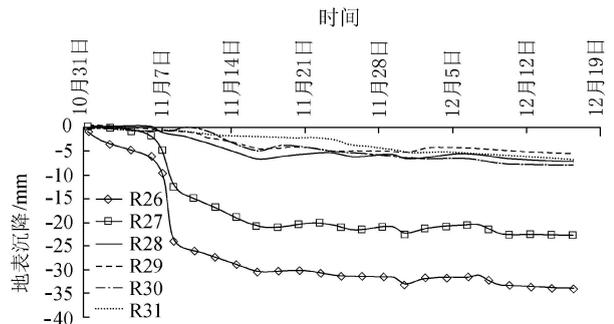


图1 R26~R31地表沉降随时间的变化曲线

深层水平位移随时间的变化曲线如图2所示。随着基坑开挖深度的增加,围护结构外侧的主动土压力不断增大,测斜管CX29处的深层水平位移量逐渐增大,最终趋于稳定,基坑周围环境处于安全状态;测斜管CX30处因基坑开挖太快,围护结构外侧土压力释放较快,由于没有及时安装支撑及预加力,发生支护结构“踢腿”现象,最终导致位移最大值达-820.29mm,远超过了警戒值,发生地表塌陷,及时采取必要的加固措施后(回填土和旋喷桩加固),保证了基坑稳定和周边的安全。此段基坑再次开挖时,基坑变形曲线趋于收敛,直到工程结束。

4 结语

a. 基坑周边地表沉降和深层水平位移与施工工艺、土体条件、气候等因素有关。随着基坑开挖深度的增大,累计沉降量相应地增大,随着时间的延长

◇ 10月31日 □ 11月2日 ○ 11月4日 ◆ 11月6日
 △ 11月12日 + 11月18日 * 11月24日 × 12月2日
 ▲ 12月8日 ● 12月16日

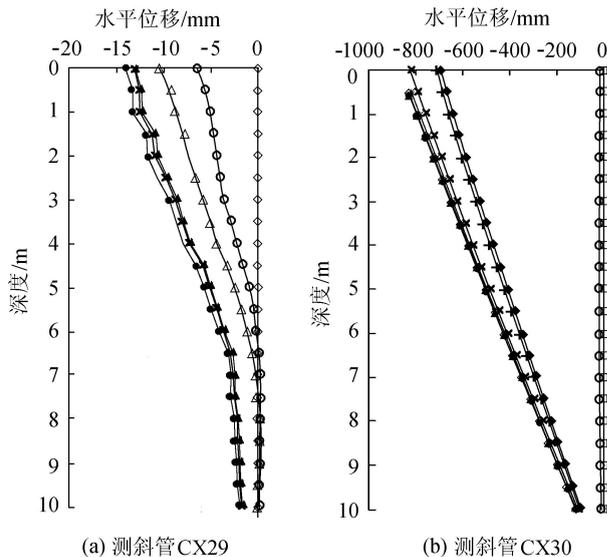


图2 深层水平位移随时间的变化曲线

最终趋于稳定状态,符合基坑开挖对周边环境的一般规律,围护结构体系安全可靠,基坑基本稳定,周边环境比较安全。

b. 基坑开挖过程采取“即挖即撑、即撑即加力”,充分利用时空效应,对围护结构自身的变形起到很好的约束。但基坑开挖太快,支护不及时的情

况会导致围护结构两侧的土压力差迅速增大,使围护墙体发生变形,地表沉降与深层水平位移过大而发生坍塌现象。建议今后同类基坑工程在开挖时采取分层开挖的工艺,一次性开挖长度不宜过长。

c. 目前对基坑周边地表沉降和土体位移的研究主要集中在分析沉降的分布形式、范围及沉降的最大值,而对于保护周边环境更重要的差异沉降有待进一步的深入研究。

参考文献:

[1] 刘建航,侯学渊. 基坑工程手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,1997.
 [2] 龚晓南. 关于基坑工程的几点思考[J]. 土木工程学报, 2005,38(9): 99-102.
 [3] 任建喜,高立新,刘杰,等. 深基坑变形规律现场监测[J]. 西安科技大学学报,2008,28(3): 445-449.
 [4] 凌坤. 深基坑开挖监测点的布设[J]. 军工勘察,1995(2): 51-53.
 [5] 王洋谈. 基坑监测项目中监控报警值的确定[J]. 建筑安全,2002(6): 34-35.
 [6] 侯学渊,陈永福. 深基坑开挖引起周围地基土沉陷的计算[J]. 岩土工程师,1989,1(1): 1-13.
 [7] 周健华. 南京河西地区基坑施工对周边环境的影响及防治措施[D]. 南京:南京大学,2012.

(收稿日期:2012-12-16 编辑:骆超)

(上接第75页)

优化的求解方法:当目标函数可用线性函数表达时,按线性规划方法求解(如单纯形法);当目标函数为非线性函数时,可采用罚函数方法、逐步线性化方法以及比较常用的复合形方法求解;当优化目标不能用函数表达时,可用群智能方法如遗传算法、粒子群算法等求解。

优化的结构重分析:优先采用离散元。设有隔墙、墩和基础底板情况下,还应考虑采用离散元与有限元相结合的数值计算方法。

2.2 可靠度分析

格宾挡墙护岸一般高度较小。对于高度较高且比较重要的格宾构筑物和建筑物,为确保安全,应进行结构可靠度分析。采用目前常用的有JC法等,可以对结构可靠度的概率作出判断,如要掌握各细部可靠度,可应用影响系数法以及随机有限元等方法做进一步分析。

3 结语

本文重点介绍了格宾挡墙护岸的剖面设计、结构设计以及配套景观设计,并对格宾挡墙护岸进行

了优化和结构可靠度分析,结果表明格宾挡墙生态护岸具有透水性、多孔性、耐久性、柔韧性,且造价低,其具有广阔的应用前景。

参考文献:

[1] SL431—2008 城市水系规划导则[S].
 [2] 董哲仁,孙东亚. 生态水利工程原理与技术[M]. 北京:中国水利水电出版社,2007.
 [3] 朱伯芳. 有限单元法原理与应用[M]. 2版. 北京:中国水利水电出版社,1998.
 [4] 薛履中. 工程最优化技术[M]. 天津:天津大学出版社,1989.

(收稿日期:2012-12-16 编辑:骆超)

