

深圳某基坑事故分析及处理

付 强¹ 孙 婵²

(1. 深圳地质建设工程公司环境地质研究所 , 广东 深圳 518019 ;
2. 长江水利委员会长江科学院仪器自动化研究所 , 湖北 武汉 430010)

摘要 通过对深圳某采用土钉墙支护的基坑失事分析 , 为岩土工程的设计和施工提供借鉴。分析该基坑的失事原因 , 并介绍了事故处理方法。基坑加固采用搅拌式预应力锚索施工工艺 , 具有施工方便、不受地层限制、锚固力较高等优点。监测结果表明加固处理后该基坑已控制住变形 , 加固工程成功可靠 , 认为搅拌式预应力锚索可以作为一种深基坑支护的新方法。

关键词 深基坑 ; 搅拌式预应力锚索 ; 支护结构 ; 钢花管土钉 ; 事故处理

中图分类号 : TV551.4 文献标识码 : B 文章编号 : 1006-764X(2007)S2-0135-03

随着社会经济的发展 , 城市地下空间可开发的范围极其有限。深基坑开挖后形成的边坡稳定、安全是岩土工程界中十分重要的问题。为确保边坡的稳定 , 控制边坡的变形 , 保证周围建筑物、管线、市政道路的安全 , 选择经济合理、安全可靠的支护结构最为关键。支护结构形式应充分考虑场地岩土工程条件、地下室的承台、底板深度、地下室的尺寸、周边管网情况以及周边环境及施工工艺等因素^[1]。

土钉墙与预应力锚索形成的复合土钉墙的支护体系在深圳地区得到广泛的应用 , 取得了很多成功经验 , 亦有失败的教训。本文通过对深圳某采用土钉墙支护的基坑工程失事分析 , 为岩土工程岩土设计和施工提供借鉴。

1 工程概况

该工程位于深圳市竹子林地区深南路北侧、深圳第四建筑公司的南面 , 场地近似一正方形 , 占地面积 3 075.60 m² , 总建筑面积 27 680.40 m² (见图 1) , 建筑物地面 25 层 , 地下 3 层 , 基础采用预应力管桩基础。基坑开挖深度为 11.5 m。该建筑场地周边环境复杂 , 南侧临近深南大道 , 西侧紧临竹子林小区道路 , 该侧埋设一条直径为 1.7 m 的雨水管 , 埋深 2.5 m ; 北侧紧临竹子林小区道路 , 该侧埋设一条直径为 0.6 m 的雨水管 , 埋深 3.0 m ; 东侧为一预留空地。

2 工程地质、水文地质条件

该场地属滨海平原的边缘 , 其北面为缓坡台地 ,

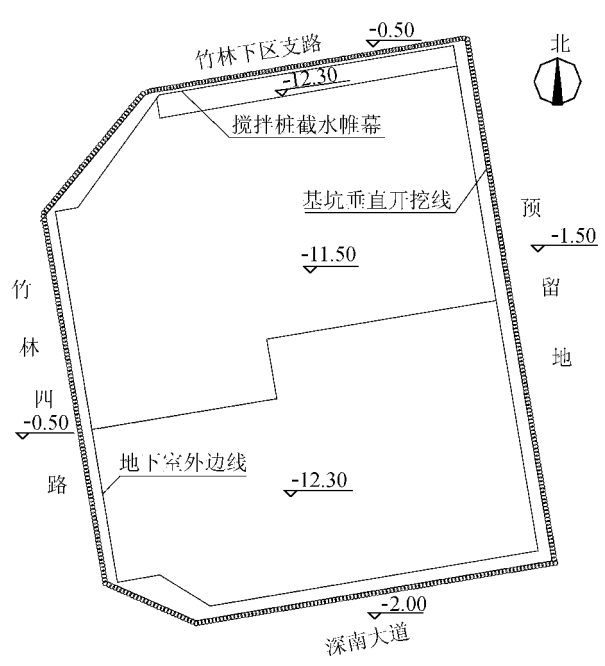


图 1 基坑平面示意图(单位 : m)

南面为宽阔平坦的滨海平原。场地原地形为由北向南微倾 , 现经填土推平 , 地面平坦 , 地面标高 14.84 ~ 15.79 m。主要地层有 : ①杂填土 (Q^{ml}) : 由碎石砖块混黏性土组成 , 干、松散状 , 含大量的建筑垃圾及生活垃圾 , 全场分布 , 层厚 0.7 ~ 3.5 m , 平均层厚 2.07 m。②素填土 (Q^{ml}) : 褐灰色、灰黑色 , 干、松散状 , 含大量的建筑垃圾及生活垃圾 , 全场分布 , 层厚 0.7 ~ 3.5 m , 平均层厚 2.07 m。③淤泥质土 (Q^{al+pl}) : 灰褐色 , 饱和 , 软塑状 , 含少量粉细砂 , 层厚 0.9 ~ 3.7 m。④有机质砂 (Q^{al+pl}) : 以中细砂为主 , 湿 , 松散状 , 含

有机质、泥质,厚度 0.8~4.0 m,平均层厚 2.78 m。
⑤粗、砾砂(Q^{al+pl})湿,稍密,砂的成份为石英,含泥质,厚度 2.0~4.1 m,平均层厚 3.00 m。
⑥黏土质砂(Q^{al+pl})湿,稍密~中密,含 20% 的黏粒,厚度 0.4~4.95 m,平均层厚 2.45 m。
⑦砾质黏性土(Q^{cl})稍湿~湿,可~硬塑,土质均匀,由花岗岩风化而来,含 40%~50% 的石英颗粒,厚度 11.3~20.3 m,平均厚度 16.7 m。
⑧强风化花岗岩(r_3)褐色、岩芯呈半岩半土状,夹有中风化岩块。基坑设计时岩土层的工程特性指标如表 1 所示。

表 1 各土层的主要设计指标					
土 层	天然密度 $\rho_0/(g \cdot cm^{-3})$	黏聚力 c/kPa	内摩擦角 $\varphi/(^\circ)$	渗透系数 $k/(m \cdot d^{-1})$	厚度/ m
杂填土	18.0				1.5
素填土	17.5	8	10		1.0
淤泥质土	18.6	10	10		1.5
砾 砂	20.0	5	25	35.0	3.0
砾质黏性土	19.4	28	28	2.5	10.0

场地内主要含水层为冲洪积的砾砂层,地下水类型为孔隙潜水,除砾砂层外,黏土质砂、含砾粉质黏土的透水性及赋水性均较弱。地下水位埋深 0.5~1.8 m。地下水由大气降雨及邻区侧向补给,自北向南径流。

3 基坑支护设计、施工及事故的发生

基坑由某岩土公司设计,四周采用单排搅拌桩作截水帷幕进行截水、钢花管土钉墙与预应力锚索相结合的支护方式^[2]。土钉倾角为 15°,土钉杆体为 $\varnothing 48 \delta 3.25$ mm 的钢管,土钉从上到下第 1 排至第 7 排长度分别为 6 m 9 m,12 m,12 m,12 m 9 m 6 m,竖向间距为 1.5 m,水平间距为 2 m。在基坑壁中上部布设 1 排预应力锚索,长度为 18.0 m,拉 20T 锁 15T(见图 2)。

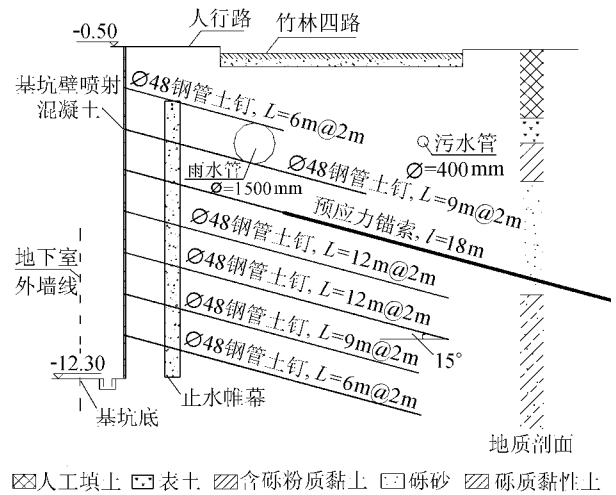


图 2 基坑西侧失事前支护示意图

2003 年 2 月 12 日至 4 月 3 日基坑开挖、支护基本完成,4 月 12 日进入坑底管桩施打阶段,历时 1 个

月。由于要进行边桩承台和核心筒的施工,基坑北侧、南侧、东侧南段、西侧南段的坡脚部位将进行二次加深开挖,二次加深开挖深度为 0.8 m。5 月中旬进行二次开挖施工后,基坑边坡出现变形增加和渗水加重情况,至事故发生前的最后一次观测(6 月 3 日),基坑累积最大坡顶位移为 58.5 mm,沉降 61.1 mm,周边道路最大沉降为 43.3 mm,西侧中段 2 号坡顶监测点的最后 3 次沉降累积值分别为 37.8 mm,48.1 mm,61.1 mm,变化十分明显,沉降急剧增加。6 月 5 日晚,西侧坡顶中段出现明显变形变化。6 月 6 日早上 6:10 时左右,基坑西侧中部出现下塌,并随即带动南、北半段下塌。至此,整个西侧边坡土钉墙全部失稳,坍塌体长 45 m,顶宽 3.5~4.0 m,高度为整个基坑的深度 10 m。从西侧塌方后看到,该段原来分布有大量的自来水管、雨水管、污水管、消防水管、电缆沟等地下管线。

4 事故原因分析及事故处理

4.1 事故原因分析

- a. 基坑西北侧拐角部供水管出现爆裂,大量的自来水流入基坑搅拌桩后的墙体里,引发西侧边坡土体急剧软化从而变形加剧直至出现下塌,基坑西侧管道布置复杂且基坑施工历时长导致变形累积增大。
- b. 对周边管网资料掌握不全,对基坑安全等级要求偏低,基坑在进行二次加深开挖时,对基坑安全储备估计过高,未采取安全可靠的施工措施。
- c. 西侧第 1 排、第 2 排土钉因雨水管及其他管线的影响无法按设计要求施工,未提出修改的设计方案,留下了安全隐患。
- d. 止水帷幕搅拌桩未落入基坑底部。

4.2 基坑事故处理

事故发生后,采取截断西北侧的供水管、及时抽排基坑内的积水、在基坑壁面增加泄水孔、塌方区进行砂包反压等应急措施控制住了基坑的险情。同时对基坑变形增加监测次数(最密按 2 h 监测 1 次),通过监测数据及时调整抢险的重点和方案。

为保证基坑、市政道路和地下管线的安全,以及主体工程的顺利开展,应对垮塌的基坑进行加固。考虑到土体经受扰动,重新计算时,对土体力学参数进行适当折减,黏聚力值取原值的 45%,内摩擦角值取原值的 70%。雨水管旁边竖向打入长度为 6~9 m、间距为 600 mm 的钢管,崩面设置 5 排长度为 9~12 m、水平间距为 1 200 mm 的钢管土钉,3 排长度为 15 m、水平间距为 1 300 mm 的搅拌式预应力锚索(见图 3)。基坑抢险加固设计稳定性系数为 1.3。

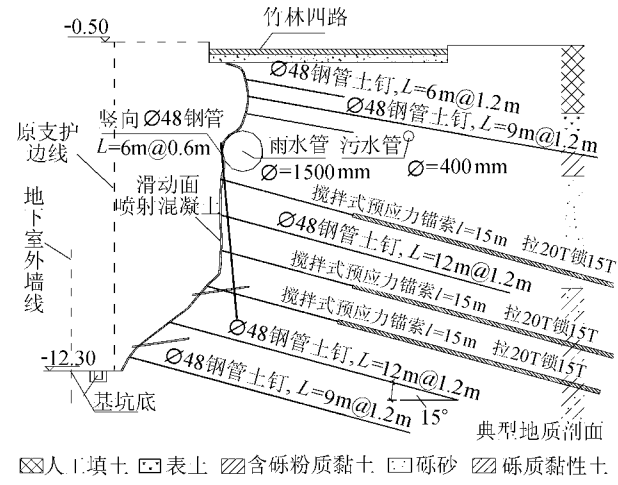


图3 基坑西侧失事后抢险加固示意图

4.3 加固施工及加固处理效果

由于场地砂层较厚,水量丰富,并且存在先前施工的土钉和锚索,若采用传统的施工方法,容易破坏土层的稳定性。所以本次加固工程的预应力锚索采用搅拌式预应力锚索施工工艺^[3-4]。施工步骤如下:

- ①首先采用三叶钻头钻进(见图4),一次性快速成孔到底;
- ②接上一次性钻头和钢绞线进行下锚,若遇砂层,喷浆搅拌钻进,边搅边钻进边喷水泥浆,若遇黏性土层,用钻机将一次性钻头和钢绞线放置至设计深度;
- ③一次注浆:钻进到设计深度后,一次性钻头和钢绞线留在钻孔内,将钻杆退出,边退边注水泥浆;
- ④二次高压注浆:待一次注浆的浆体初凝以后进行二次注浆,一次、二次注浆的时间间隔宜为4~5h,注浆压力宜为1.5~2.0 MPa,注浆至孔口返浆或注浆量大于0.6 m³方可停止;
- ⑤钢梁采用28a的单条槽钢作支撑梁,槽钢安放平直,并用钢板和螺栓锚固锁紧;
- ⑥在内锚段灌浆达7d龄期同时预留的水泥净浆试块强度大于17.5 MPa后再进行框锚索张拉。

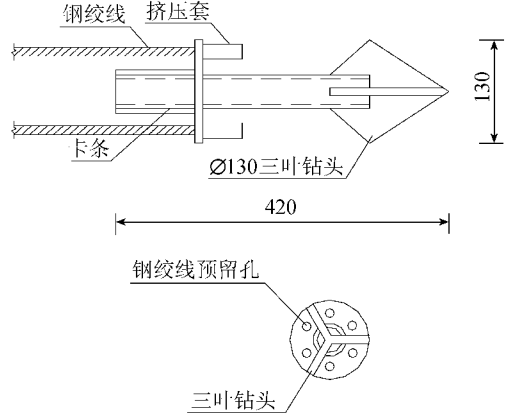


图4 搅拌式预应力锚索的一次性钻头(单位:mm)

为随时掌握基坑及市政道路的变形情况,进行了信息化施工。在整个加固过程中,布设10个基坑变形观测点、8个市政道路沉降观测点。观测资料

表明基坑加固期间,基坑顶水平累计位移-2.2~-11.1 mm,基坑沉降累计变形-1.0~-8.9 mm,道路沉降累计变形-0.2~-2.9 mm。由此可见,经过加固处理后的基坑已控制住了变形,满足地下室的使用要求,保证了周围市政道路的安全。

5 结 语

搅拌式预应力锚索施工具有对土体扰动小、适用地层广、下锚索容易、浆体饱满、抗拔力高等优点,有较高的推广价值。本工程实践表明加固工程是成功可靠的。基于岩土工程具有不可预见性,在进行基坑设计时应摸清楚基坑周围的管线情况、基坑的深度,选取典型的地质剖面,施工中对质量严格把关,及时反映异常情况,加强信息化施工,选择因地制宜、安全可靠的支护方案。

参考文献:

- [1] 范永波,杨素春,胡社荣.建筑基坑土钉支护时机探讨[J].水文地质工程地质,2006(1):5-7.
- [2] 李海深.复合型土钉支护工作性能的研究[D].长沙:湖南大学,2005.
- [3] 徐云.预应力锚索施工技术[J].长沙铁道学院学报:社会科学版,2006,7(3):212-213.
- [4] 苏志满,徐林荣.预应力锚索优化设计统一理论探讨[J].水文地质工程地质,2006(5):26-29.

(收稿日期:2006-12-04 编辑:骆超)

(上接第91页)

参考文献:

- [1] SL237—1999,土工试验规程[S].
- [2] 郭庆国.粗粒土的工程特性及应用[M].郑州:黄河水利出版社,1999:15-60.
- [3] 史彦文.大粒径砂卵石最大密度的研究[J].土木工程学报,1981(2):55-60.
- [4] 刘贞草.大粒径粗粒材料相对密度试验研究[J].土石坝工程,1987(2):45-48.
- [5] 田树玉.用渐近线辅助拟合法确定大粒径砂卵石最大容量[J].岩土工程学报,1992(1):37-45.
- [6] 郭庆国,刘贞草.超粒径粗粒土最大干密度的近似测定方法[J].水利学报,1993(10):72-80.

(收稿日期:2006-08-08 编辑:熊水斌)