

治理深基坑围护结构位移及周边沉降的实践

陈协理, 黄则燕

(福建省第八地质大队, 福建 龙岩 364012)

摘 要:叙述了该基坑围护结构施工基本情况, 分析了围护结构位移及周边沉降的原因, 总结了位移和沉降的治理方法及效果。

关键词:深基坑; 围护结构; 位移; 沉降; 治理

中图分类号: TU46⁺3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-3746(2000)SI-0043-03

1 概述

某大厦位于深圳南山区南新路 with 桃园路交汇处东北侧, 南西两侧紧挨城市繁华交通要道, 东侧约 5 m 为 1 号综合楼, 8 层, 框架结构, 筏板基础, 厚 0.6 m, 底板埋深 -3.60 m。北侧 7 m 处紧临 3 号综合楼, 8 层, $\phi 320$ mm 沉管桩基础, 桩长 18 m, 每 3 根桩构成一承台。2 幢综合楼面积均为 50 m \times 12 m。

拟建大厦主体 28 层, 地下 2 层为配电、停车、仓库, 占地 2500 m², 总建筑面积 27000 m², 基坑深 -7.00 m, 电梯井处 -9.00 m。围护结构为: 西、南两侧为二级放坡, 喷锚网结构; 东、北侧为深层搅拌桩支挡。

2 场地工程地质、水文地质条件

根据勘察报告书, 地层自上而下为:

(1) 人工填土层: 由砖、石、砼块等建筑垃圾组成的杂填土, 其下为素填土, 平均厚 1.6 m。

(2) 坡洪积土: 粗砂、松散, 含粘性土, 局部为粉质粘土, 平均厚 2.0 m, $\varphi = 25^\circ$ 。

(3) 残积土: 粘性土, 砂质、砾质粘性土, 可塑, 含 20%~30% 石英砾, 遇水易软化。厚度近 30 m。

(4) 花岗岩: 强风化带平均厚 4.6 m, 呈土状, 裂隙发育; 中风化带, 碎、裂隙发育, 厚 0.2~1.1 m; 微风化的岩心呈柱状, 裂隙发育。

场内地下水分为上、下 2 层分布, 上层水贮藏于上部松散层孔隙之中, 下层水埋藏于强风化与中风化花岗岩中, 属低承压水, 水量大致稳定, 混合水位 0.8~1.30 m。地下水为咸水, 具有腐蚀性。

3 基坑围护结构简介

3.1 喷锚网围护结构

西、南侧两面临街, 采用二级放坡, 上半部 4.0 m 坡比 1:0.6, 下半部 3.0 m 坡比 1:0.3; 在实际开挖中, 南侧按设计开挖, 西侧场地受限, 坡比约为 1:0.2, 喷射砼厚 100 mm, 初喷 50 mm 挂 $\phi 6@200 \times 200$ 钢筋网后复喷 50 mm。砼强度 C20, $\phi 16$ mm 加强筋, $\phi 30$ mm 锚筋。

锚杆设计 5 排, 1~4 排深 7 m, 第 5 排设计深度为 5 m, 锚杆排、行距为 $@1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ 。

3.2 深层水泥搅拌桩

东、北侧紧临 1、3 号多层建筑物, 由于场地有限, 不能放坡, 同时考虑综合楼对基坑产生的较大附加荷载及围幕止水功能, 设计采用 $\phi 700$ mm 双头搅拌桩, 2 排实厚共 2.25 m。每 5 m 加设一加强支墩(增加一排搅拌桩), 桩长 11.5 m, 入基坑 4 m。水泥搅拌桩用 S25 水泥, 掺入比 16%, 二喷二搅成桩。

4 围护结构位移原因分析及处理方法

4.1 位移发生情况

西侧边坡开挖接近坑底标高, 正施工第 5 排锚杆, 夜晚息工, 天气干旱, 坡面无水。次日早上发现坡顶离坑沿 3~4 m 处出现裂缝, 纵贯全长, 在街道旁市政管道沟处最大开裂达 4 cm, 并有加大趋势, 进一步形成滑塌的迹象明显可见。

东、北侧水泥搅拌围护结构是在基坑形成, 降水及孔桩开挖之后发生位移的, 最大位移达 50 mm 以上, 虽多次用砂浆充填抹顶, 但随着工程的进行, 位移不断增大, 没有停止的迹象。

4.2 位移产生原因分析

4.2.1 西侧喷锚网边坡位移原因

客观原因: 因西侧场地限制, 放坡坡比远小于设

收稿日期: 2000-06-15

作者简介: 见第 8 页。

计值,边坡土体荷载较大,自然稳定系数降低;该处地下管线、市政设施多,形成地下障碍,第1、2排锚杆原设计7 m,实际仅为2.4~5.6 m,设计上未提出变更要求。

主观原因:在施工中用XY-1型岩心钻机造孔,自然造浆护壁,成孔后孔壁形成泥皮,清孔不彻底,水泥与孔壁间胶结不佳;采用常压一次注浆,不能使水泥在孔内形成串球状,使锚杆与孔壁摩阻力下降,锚杆抗推力不足;设计方面过分考虑经济性,7 m高边坡,设计7 m长锚杆,当设计坡比与实际坡比发生改变后,锚杆长度达不到或穿入滑移面内深度不够。

综上所述,促使了基坑失稳。

4.2.2 水泥搅拌桩失稳原因分析

水泥搅拌桩作为基坑支挡结构,对基坑围护挡土和止水帷幕有较好的效果,但因其本身抗剪能力较低,是以排数、厚度的增加而提高其抗倾覆能力。该项目因场地限制,设计2排搅拌桩,有的部位只设1排。其次,桩入基坑底4 m,深度不足,加之施工中质量控制不够,有的桩长入土2 m就不见水泥,进一步削弱了水泥桩的支撑作用。此外,基坑降水也诱发了位移和沉降。

4.3 围护结构位移的处理方法

4.3.1 西侧喷锚网围护结构加固(见图1)

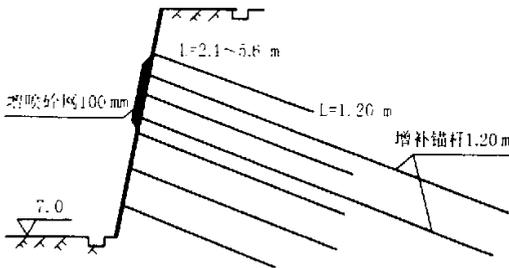


图1 西侧边坡加固示意图

应急措施:加密观测次数,全天候派人监视位移变化,记录测量结果,推算位移变化速率;同时果断及时地进行卸载和反压坡工作。即拆除坡顶砖砌围墙卸载,在西侧边坡中部30 m长范围,堆土反压坡面至-2.8 m,避免边坡滑移进一步发展。

补救加固措施:在-2.2、-3.6 m处增加2排锚杆:第1排30根,深度12 m,边坡加固长度49 m;第2排23根,孔深15 m。锚杆施工结束,增加100 mm喷砂,挂双层钢筋网,形成一条宽2.5 m、长50 m的条带加固梁。

4.3.2 搅拌桩加固(见图2)

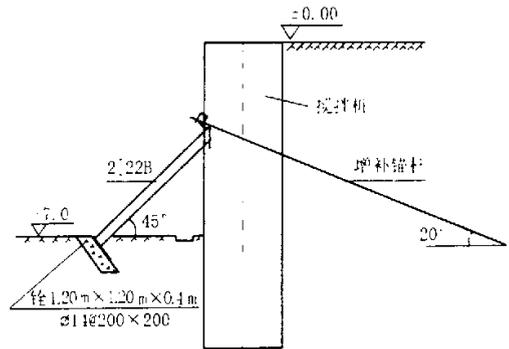


图2 搅拌桩加固措施示意图

(1)增加水平抗拔锚杆。北侧支墩-3.0 m处施工锚杆1排共7根, $\text{O}28$ mm锚筋,长12 m,倾角 15° ,用2根 $[10$ 槽钢作腰梁,长0.6~1 m不等,锚杆头用螺杆、螺帽及三角垫板与腰梁锁紧。东侧-3.0、-4.5 m处施工2排锚杆,共32根,做法与北侧相同。

(2)钢结构斜支撑。在1、3号综合楼对应基坑壁位置,以 $40^\circ\sim 45^\circ$ 斜角增设16根钢支撑。具体做法为:在搅拌桩支墩锚杆腰梁底部将水泥桩凿一个 $0.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}\times 0.016\text{ m}$ 钢板固定在平面上,在坑底相应位置浇筑 $0.4\text{ m}\times 1.2\text{ m}\times 1.2\text{ m}$ 水泥支墩,配 $\text{O}14@200\times 200$ 筋网,用2根 $[22$ 槽钢对焊为支梁,支梁两端焊 $0.5\text{ m}\times 0.5\text{ m}\times 0.016\text{ m}$ 钢板与支墩和搅拌桩连接。

经采取上述加固措施,基坑围护结构位移得到控制,在长达近2年的施工中,历经风雨,未再出现位移,边坡稳定。

5 基坑周边的沉降及治理方法

施工过程中,随着挖孔桩的进行,开始了全面降水,1、3号综合楼地面发生了明显的沉降,地表开裂,由于主体为框架结构,整体性较好,同时积极采取各种措施,控制了沉降的快速发展,保证了建筑物的安全。

5.1 沉降的原因分析

周边沉降的原因主要来自2个方面:基坑围护结构位移,土体对综合楼基础荷载的约束力降低;人工挖孔桩施工大幅降水,使周边地下水位下降,造成沉降。

5.2 控制沉降的主要方法

5.2.1 限制降水深度

为配合挖孔桩施工,在保证挖孔降水需求情况下,降水分3个阶段进行,第一次降到-27 m,以满足15 m以上桩孔开挖,当挖至此深度,分2次降至-37 m,并稳定一段时间,最后降至孔底。这样做,既保证了挖孔桩,同时尽量减少周边地下水位突然变化引起快速沉降。

5.2.2 设计回灌系统和观测井

在近基坑的保护区内设计了回灌系统和观测井,根据观测井水位的变化,控制回灌水量,使周边地下水位基本平衡。

5.2.3 远离基坑端降水

随着挖孔桩进入深部,地下水位已降至中风化层,地下水位降低所形成的漏斗坡度变陡、变深、半径扩大,沉降的绝对值已达10 cm,但整体未受破坏,因此必须使沉降均匀,使整个建筑物地下水位基本保持一致,采取在远离基坑端降水的措施。回灌及降水布置见图3。

6 经验与教训

在基坑施工中,围护结构的位移及引发周边地表和建筑物的沉降通过采取措施是可以控制的,通过该工程围护结构位移及沉降治理实践,取得以下认识:

(1)施工前,应充分了解周边地质情况及地下障碍物、周边建筑物的基础和结构类型,并针对调查的结果,实事求是地进行设计、施工,在确保基坑稳定性和安全性的前提下,再考虑经济性。实际施工与设计变化较大时,应采用其他方法补救,保证达到设计要求。

(2)对已发生位移、沉降等事故的基坑,采取应急措施应及时果断,在认真分析原因后,再采取稳妥的补救措施。文中叙述的增补锚杆、增加钢支撑等

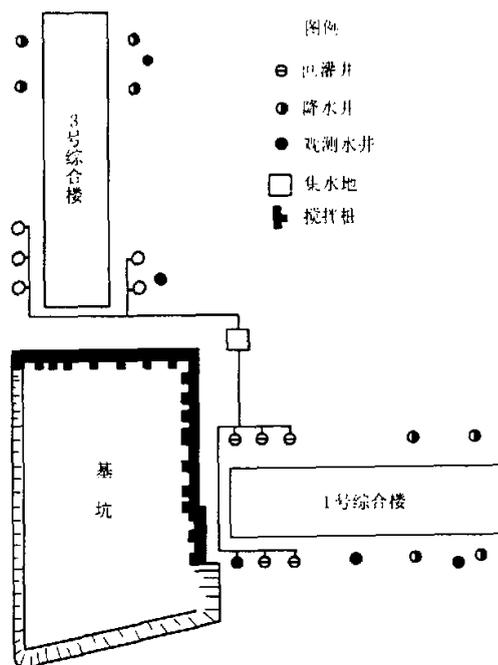


图3 地下水位调控系统示意图

补救措施对稳定位移是有效的。分阶段降水以适当放缓降水漏斗线坡度变化速度,在保护范围内设置回灌系统,远离基坑端设降水系统以维护地下水位相对平衡,可以减缓沉降速率,使沉降趋于均匀。

(3)从安全角度讲,基坑围护结构中的地下连续结构刚度应有足够保证,隔水帷幕对保护周边建筑物地下水平衡有重要作用。因此,周边有多层建筑物的位置,围护结构深度应比基坑深度足够大,外沿应设有帷幕。

注:参加本项目施工的还有付丛群、杨长俭、张仁林、郑庆乐等同志。