

新泰盛世佳苑摆喷帷幕止水与桩锚支护应用实例

刘作昌¹, 高立明², 杨辉廷², 胡文寿³

(1. 中化地质矿山总局泰安地质勘察院, 山东泰安 271000; 2. 中材地质工程勘察研究院, 北京 100102; 3. 中国建筑材料工业地质勘察中心陕西总队, 陕西西安 710003)

摘要:深基坑支护技术在我国日臻完善。通过新泰市盛世佳苑深基坑工程实例,介绍了高压摆喷帷幕止水、排桩围护、锚索等联合支护的设计方法及施工技术措施,为该地区类似工程地质条件下深基坑工程支护的设计、施工积累了宝贵经验。

关键词:深基坑;隔水帷幕;排桩;锚索

中图分类号:TU473 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2011)05-0039-03

Application Example of Swing Jetting Curtain Sealing and Pile Anchor Retaining/LIU Zuo-chang¹, GAO Li-ming², YANG Hui-ting², HU Wen-shou³ (1. Tai'an Geological Exploration Institute, China Chemical Geology and Mine Bureau, Tai'an Shandong 271000, China; 2. SINOMA Geological Engineering Exploration Academy, Beijing 100102, China; 3. Shaanxi General Team, China Construction Materials and Geological Prospecting Center, Xi'an Shaanxi 710003, China)

Abstract: The deep excavation retaining is gradually getting perfect in China. With an engineering example of deep excavation, the paper introduced the design of combined retaining with high-pressure swing jetting curtain sealing, row piles enclosure and anchor cable.

Key words: deep foundation pit; waterproof curtain; row pile; anchor cable

深基坑支护要求确保边坡稳定、基坑内作业安全,满足变形控制保证基坑周围建筑物、地下管线、道路等的安全。近年来,随着城市的发展,深基坑工程大量出现,支护技术日臻完善,方法也多种多样,如水泥土围护、排桩围护、地下连续墙、土钉墙及锚固工程等,它们可单独使用也可组合使用。就投资而言,在确保安全的前提下,必须力求选择最经济的方案。对于山东省新泰市第一个深、大基坑工程——新泰盛世佳苑基坑工程,采用安全、经济的支护方案,对本项工程以及新泰市未来城市建设深基坑工程处理都具有重要意义。该工程经专家多轮比选论证,确定采用排桩围护、单层锚索支护、高压摆喷隔水帷幕止水、坑内集水明排降水等组合方案,经认真组织实施,最终取得了理想效果。

1 工程概况

1.1 建筑物及基坑要求

新泰盛世佳苑小区拟建场地位于新泰市北部,为原新泰市白酒厂,交通便利。拟建建筑面积约 67000 m²,基坑呈不规则的矩形,最长边 193 m,最短边 111.2 m,基坑周长 820 m,面积 26000 m²。

设计地下 2 层,其中一层为超市、二层为停车场,拟建建筑正负零高程 202.10 m,基坑底部标高为 190.50 m,基坑开挖深度约 12.50 m。

1.2 基坑周边环境

基坑北侧距西关街南侧路沿石距离约 2.9 m,西关街北侧为 6 层砖混结构住宅楼,距基坑约 17 m;基坑南侧有 5~6 层砖混结构住宅楼,距基坑约 18 m;基坑西侧有 1~6 层砖混结构住宅楼,距基坑约 4.6 m;基坑东侧有 3~4 层砖混结构沿街楼,距基坑约 5 m。四面都不具备大放坡条件。

1.3 场地工程地质条件

拟建场区位于泰山支脉山前地段,属山前冲(洪)积平原地貌。地下含水层为第③层粗砂层,水位 4~5 m,水位年变幅 1~2 m,属承压水。各层岩土物理力学指标见表 1。

2 方案设计

2.1 支护设计方案

采用排桩(钢筋混凝土钻孔灌注桩)作为挡土结构,桩顶位于地面下 2.5 m 处,标高 200.00 m,桩径 1000 mm,桩长 13.50 m,嵌固深度 4.0 m,桩中心

收稿日期:2010-11-19;修回日期:2011-04-28

作者简介:刘作昌(1962-),男(汉族),江西人,中化地质矿山总局泰安地质勘察院高级工程师,工程地质专业,从事工程勘察工作,山东省泰安市大河。

表1 场地岩土层物理力学指标

层号	土类名称	层厚/m	重度 γ / (kN·m ⁻³)	粘聚力 c /kPa	内摩擦角 φ /(°)	与锚固体摩阻力 /kPa	粘聚力 $c_{水下}$ /kPa	内摩擦角 $\varphi_{水下}$ /(°)	水土	计算 m 值 / (MN·m ⁻⁴)
①	杂填土	0.00	17.5	0.00	10.00	30.0	0.00	10.00	合算	1.00
②	粉质粘土	3.20	18.8	19.20	16.00	60.0	19.20	16.00	合算	5.44
③	粗砂	4.30	19.5	0.00	40.00	140.0	0.00	40.00	分算	28.00
④	强风化泥岩	3.90	20.0	60.00	25.00	100.0	60.00	25.00	合算	16.00
⑤	中风化泥岩	6.50	20.0			150.0	80.00	30.00	合算	23.00

间距 1.40 m; 桩身使用 C25 砼, 钢筋保护层厚度 50 mm; 桩顶设置圈梁, 圈梁为 1000 mm × 500 mm, 配主筋为 8E20, 砼强度为 C30。腰梁采用 2 根 28a 槽钢。

地面下 5.5 m、标高 197.5 m 处设一层斜拉预应力锚索支撑, 锚索间距 1.40 m, 按“一桩一锚”布置。锚索自由段长度 6.50 m, 锚固段长度 13.50 m, 总长 20.00 m, 为 4s15.2 锚索体。锚固体直径 150 mm, 入射角与水平向呈 15°, 预加应力 350 kN (见图 1)。

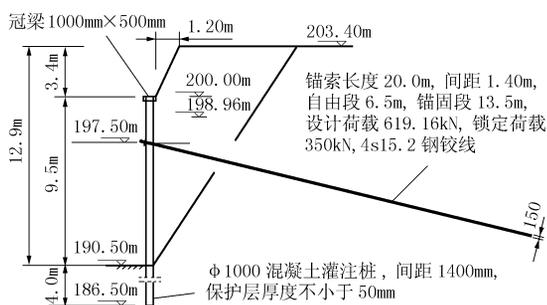


图1 支护结构剖面图

2.2 支护结构设计计算

采用弹性土压力和经典法土压力两种模型进行支护结构计算, 各层土的各种土压力调整系数均为 1.0。基坑等级为一级, 基坑侧壁重要性系数 γ_0 取 1.10, 均布超载 72.5 kPa。计算全部由理正软件完成, 计算过程及结果如下。

2.2.1 排桩结构内力计算

钻孔桩截面配筋: 弯矩折减系数 0.85, 基坑内侧最大弯矩设计、实用值均为 827.25 kN·m, 基坑外侧最大弯矩设计、实用值均为 124.78 kN·m; 剪力折减系数 1.0, 最大剪力设计、实用值均为 494.16 kN; 荷载分项系数 1.25。钻孔桩一段配筋, 长 13.5 m, 配筋级别纵筋 HRB400, 实配值 12E25; 螺旋箍筋 HRB235, 实配值 d8@200; 加强箍筋 HRB335, 实配值 D14@2000。

2.2.2 锚索计算

锚索计算结果及配筋: 锚索钢筋级别 HRB400、材料强度设计值 1220 MPa, 材料弹性模量 2.0×10^5 MPa; 注浆体弹性模量 3.0×10^4 MPa; 土与锚固体粘

结强度分项系数 1.3, 锚索荷载分项系数 1.25; 锚索采用钢绞线种类 1 × 7。

锚索最大内力值: 经典法 404.07 kN, 弹性法 450.30 kN; 锚索锚固段长度实用值 13.5 m, 自由段长度 6.5 m, 内力设计、实用值均为 616.16 kN; 钢绞线配筋 4s15.2、钢度 14.03 MN/m。

2.2.3 冠梁选筋(图2)

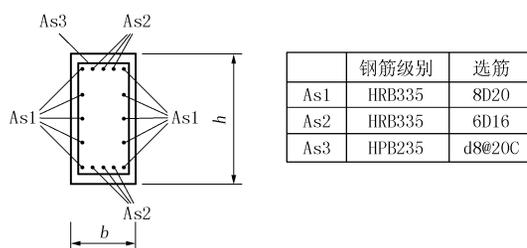


图2 冠梁选筋

2.2.4 整体稳定验算(图3)

计算方法: 瑞典条分法

应力状态: 总应力法

条分法中的土条宽度: 0.40 m

滑裂面数据: 圆弧半径 $R = 15.019$ m; 圆心坐标

$X = -1.969$ m, $Y = 0.722$ m

计算整体稳定安全系数: $K_s = 2.550$

整体验算结果说明, 单层锚索排桩结构整体稳定性满足要求。

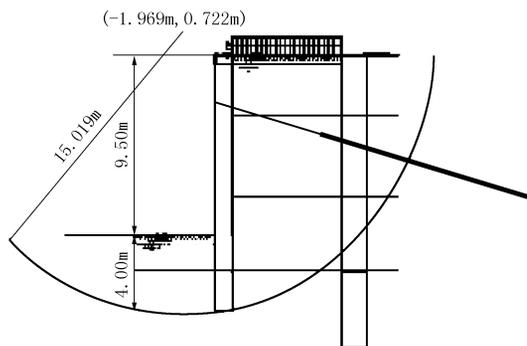


图3 整体稳定验算简图

2.3 基坑止水

根据勘察报告, 场地地层渗透系数平均值为 59.2 m/d, 属强透水层。基坑开挖深度较大、水位较

高,采用管井系统降水降深较大,影响半径为 $R = 10s \sqrt{K} = 580.2 \text{ m}$ 。基坑附近建筑物多为时间比较久的砖混结构建筑,抵御变形能力较差,基坑降水时定会引起附近地面沉降,个别建筑物会出现裂缝或原有裂缝进一步发展。因此本场地大面积区域降水是不可取的,故选择高压摆喷隔水帷幕阻水、基坑内集水明排降水的方案。

高压摆喷桩桩长 11.00 ~ 12.50 m,要求桩端进入泥岩层不少于 1.00 m,有效桩顶标高 200.00 m,喷角 30° ,孔距 1.40 m,在支护桩外侧进行,桩的搭接长度不应少于 30 cm;高压摆喷桩注浆材料为水泥,宜采用强度等级为 32.5 级及以上的普通硅酸盐水泥,水泥浆液的水灰比为 1;每米桩体水泥用量 $< 400 \text{ kg}$;高压摆喷注浆施工时的高压水泥浆和高压水的压力 $< 35 \text{ MPa}$;

3 施工要求

排桩结构、高压摆喷注浆和坑内集水明排施工,可根据有关施工规范按常规进行。单层锚索排桩结构的安全度除主要取决于地层地质情况外,很重要的因素是单层锚索的施工质量,因此单层锚索施工应特别注意以下几方面事项。

(1) 钻孔定位误差 $< 50 \text{ mm}$,孔斜误差 $< \pm 1^\circ$,孔斜偏离轴线不大于钻孔深度的 3%,钻孔深度比锚杆长 30 cm。

(2) 锚固段必须进行二次灌浆。第二次注浆须待第一次注入的浆液初凝后进行,注浆压力控制在 1.0 ~ 2.0 MPa 之间。

(3) 锚索施工 2 个星期后逐根进行张拉,预应力先张拉到 400 kN,然后退回到 300 kN 锁定。

4 监测及分析评价

(1) 从基坑开挖到地下室施工完成,始终进行了基坑位移、桩后地基土及周边建筑物的沉降监测。监测结果:桩顶冠梁累积最大水平位移 5.9 mm,不足报警值(20 mm)的 30%;桩后地基土累积最大沉降 3.5 mm,不足报警值的 20%;周边建筑物累积最大沉降 2.5 mm,不足报警值的 15%,多数观测点没有沉降显示。结果表明,基坑支护非常安全。

从结果看,因地区经验不足设计方案稍偏于保守,此处地层设计参数可适当放宽。这可作为当地今后类似工程设计的经验。

(2) 止水帷幕效果非常好(见图 4),经监测表明,基坑内明排降水对场地周围地下水位无明显影

响。整个基坑总体止水很成功,说明高压摆喷桩帷幕在该地区的深基坑止水的可行性,并具有很好的效果。



图 4 排桩挡土结构及摆喷帷幕

5 结语

(1) 本工程综合考虑经济、技术因素和现场、工程地质条件及工程要求,采用排桩(钢筋混凝土钻孔灌注桩)作为挡土结构,桩顶部用冠梁腰部用檀梁连接起来能极大地提高挡土结构的刚度,接近地下连续墙的效果,但施工工艺简单、质量易控制,造价较低。

(2) 基坑采用锚索支护与钢管内支撑,桩顶位移及地面变形通常较大。但通过对锚索合理地施加预应力,大大减小了桩顶位移及地面变形,基坑累计变形量大大减小,满足了工程要求。同时,锚索施工简单快捷,无内支撑而方便施工,缩短了工期。

(3) 采用高压摆喷桩作为隔水帷幕,基坑内降水对周边地下水位几乎没有影响,周边构筑物安然无恙,有效地维护了外部环境,保证了顺利施工。

(4) 深基坑工程设计要注意吸取地区经验,使方案设计的参数既能满足施工、安全的要求,又更加经济合理。

参考文献:

- [1] 梁成华,王之军,等. 桩间特定深度帷幕止水在深大基坑工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2010,38(5):64-66.
- [2] 何世鸣,俞春林,等. 某办公楼基坑支护实例[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(S1):113-114.
- [3] 徐佩林,陈中华. 钻孔灌注咬合桩基坑围护结构的施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2007,34(5):12-14.
- [4] 金志强. 旋喷止水帷幕在北京恒润中心工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程),2004,31(4):17-19.
- [5] 陈忠汉,黄书秩,程丽萍. 深基坑工程[M]. 北京:机械工业出版社,2003.
- [6] 王卫东,王建华. 深基坑支护结构与主体结构相结合的设计、分析与实例[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2007.