

微型钢管桩+喷锚支护方法在 黄石某基坑支护中的应用

刘焕然

(湖北省鄂东北地质大队, 湖北 孝感 432100)

摘 要: 通过对某基坑支护工程设计实例的介绍, 阐述在特殊场地条件下进行支护设计应因地制宜, 选择合适的方案组合。经实践证明, 在狭窄场地采用微型钢管桩+喷锚支护方案是一种行之有效的办法。

关键词: 微型钢管桩+喷锚支护; 方案比选; 支护设计

中图分类号: TU473

文献标识码: A

文章编号: 1671-1211(2010)04-0367-03

1 工程概况

拟建的黄石某大厦设计由一栋主楼和裙楼组成: 主楼为地上18层, 附楼为3层商场, 均采用框架结构, 人工挖孔桩基础, 底下为连为一体的一层地下室。拟开挖基坑大致呈矩形, 南北向长54 m, 东西向宽43.6 m, 基坑开挖面积约2 400 m², 基坑周长200 m。

2 工程地质与水文地质条件

2.1 地形地貌

拟建筑场区位于黄石市流星花园酒店旁, 原黄石市物资集团物资仓库内。地貌单元属于长江一级阶地, 场地因人工改造、机械推填, 地势较为平坦, 场地标高位于17.90~18.46 m, 最大高差约0.56 m。

2.2 工程地质条件

根据勘察报告, 并结合地层形成时代、成因、沉积特征、工程地质性质, 场区在勘察深度范围内赋存的地层可分为四个地质单元层, 其岩土工程特征分述如下:

①层杂填土(Q^{ml}) 灰黑色, 灰褐色, 湿, 土质松散, 欠固结, 均匀性差, 以粘性土为主, 夹有大量煤渣及少量碎石、砖块, 部分地段为薄层砂, 该层全场均有分布。该层厚度1.60~4.2 m。

②层粉质粘土(Q^{al}) 褐黄色, 湿, 可—硬塑状(局部地段呈坚硬状), 见灰白色粘土团块及少量黑色锰质结核, 该层全场均有分布。该层厚度9.30~13.90 m。

③层粉质粘土(Q^{al}) 灰褐色, 饱和, 软塑状, 以粘性土为主, 出现在灰岩顶面低洼处, 局部地段分布。该层厚度1.40~4.10 m。

④层灰岩(T₁dy) 青灰色, 灰白色, 中—微风化

状, 隐晶质结构, 块状构造, 岩石节理裂隙较发育, 裂隙中多为白色方解石脉, 岩石较破碎。

2.3 水文地质条件

该场地地下水为上层滞水, 赋存于上部杂填土中, 地下水补给来源为大气降水及地表散水补给, 无统一自由水面, 水位受周边环境的影响而变化, 雨季水位高, 旱季水位低, 勘察期间测得地下稳定水位埋深为地面以下0.65~1.05 m。

根据场区水质分析, 该场地地下水对砼不具腐蚀性, 对钢结构不具腐蚀性。

2.4 地层概化及各土层设计参数选取

为便于分析和计算, 根据勘察报告绘制“基坑周边地层展开图”, 取用ZK3、ZK2、ZK8勘探孔的地层资料分别用于Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个区的基坑支护设计计算。

根据勘察报告, 参照湖北省地方标准《深基坑工程技术规定》DB42/159—2004, 该场地基坑支护设计参数按表1选取^[1]。

表1 基坑支护设计参数表

Table 1 Design parameter table of foundation pit support

层号	地层名称	$\gamma/$ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	C, Φ 报告值		m 值	$f/$ kPa	$E_s/$ MPa
			C/kPa	$\Phi/(\circ)$			
①	杂填土	18.5	10	15	3 000		
②	粉质粘土	19.4	40	12	10 000	210	9.0
③	粉质粘土	20	41	17	8 000	90	3.5

3 基坑周边环境状况

该基坑地处原黄石市物资集团物资仓库内, 除基坑西侧建筑物距坑边较近外, 其它各边虽存在建筑物,

收稿日期: 2010-01-19; 改回日期: 2010-03-08

作者简介: 刘焕然(1961-), 男, 高级工程师, 地球物理勘探专业, 从事地质找矿、工程地质勘查、基础工程施工、矿业开发等方面的工作。E-mail: liuhuanran6688@163.com

但具备一定的放坡空间。附近现有构筑物、道路、地下管道等具体情况如下:

基坑西侧地下室轴线距流星花园 3 层裙楼仅 2 m 左右,该裙楼基础为天然基础。

基坑西北角地下室轴线距现有 9 层住宅楼 8 m 左右,坡肩即为施工围墙,围墙边为现有小区人行通道。

基坑东南角地下室轴线 6.5 m 处为 2 层待拆汽车库房。

基坑北东北角约 10.0 m 处有 3 层砖混房,距离基坑东北角约 5.0 m 处为 3 层砖混房。

综合场地地质条件、基坑开挖深度、环境条件因素,确定该基坑安全等级为二级。

根据建设单位提供的有关资料,设计 $\pm 0.00 = 18.60$ m。地下室底板面标高为 -4.50 m(不含底板及垫层),边承台底标高为 -5.60 m(含 100 mm 厚垫层),边梁底标高按 -5.35 m 考虑。因周边边桩承台间距较大,可采取跳挖的方式施工,计算深度按各段边梁底考虑。自然地面标高为 18.30 m,则基坑实际开挖深度 -5.05 m。

根据场地地质条件以及周边环境条件将基坑划分为:Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ三个区。基坑重要性等级为二级。

4 设计思想及支护方案比选

4.1 设计思路

基坑支护的原则是:

(1) 保证施工安全可靠 保证附近现有建筑物、道路、基坑支护体系的安全。

(2) 经济合理 在保证安全施工的前提下,力求经济合理、节约支护工程造价。

(3) 保证施工工期 在安全经济的前提下,尽量缩短支护工程施工工期。

4.2 基坑特点分析

(1) 该基坑局部受地形条件限制,开挖深度在 4.85 ~ 5.05 m 之间。

(2) 该基坑坑壁主要由第①层杂填土和第②层粉质粘土组成。上部杂填土局部厚度较大,内聚力较低,整体稳定性差,这使得基坑坑壁易坍塌,难支护;下部粘土力学性质较好,利于边坡稳定。

(3) 该基坑西侧距三层裙楼太近,不足 2 m。不仅无放坡空间,机械施工的空间也十分狭窄。

(4) 基坑周边无地下管线分布。

4.3 支护方案选择

根据湖北省地方标准 DB42/159—2004《深基坑工程技术规定》表 6.1.2 的推荐,在武汉市深基坑中常用的支护形式有:①自稳放坡;②加筋土重力式挡墙;③水

泥土重力式挡墙;④喷锚支护;⑤悬臂排桩;⑥桩锚;⑦内支撑;⑧地下连续墙;⑨围筒。

(1) 根据《深基坑工程技术规定》表 6.1.2 的推荐,如采用自稳放坡,其比例为 1:1 ~ 1:1.5,因该区不具备放坡条件,且基坑开挖较深,没有施工场地,所以“①自稳放坡”不适用。

(2) “②加筋土重力式挡墙”、“③水泥土重力式挡墙”因重点支护地段西侧受场地条件限制,机械设备无法就位。

(3) “④喷锚支护”适用于深度不超过 6 m 的基坑,适合本基坑大部分具备一定放坡空间的区域。

(4) 因本基坑面积较大,采用内支撑,对土方开挖、地下室外墙的施工均有较大的影响,且施工后要拆掉支撑进行换撑,对工期有影响,综合考虑并不经济。

(5) “⑧地下连续墙”可适用于超深基坑,但其造价很高,另外,地下连续墙一般兼用作为地下室外墙,防渗要求较高,与地下室结构的连接处理工艺较复杂,所以不是本基坑的最佳选择。

(6) “⑨围筒”在武汉市的应用不多,经验不足,所以不太适用。

(7) 根据多年进行深基坑设计和施工的成功经验,决定尝试采用微型钢管桩 + 垂直喷锚支护方案。

综合以上分析,结合类似基坑中的成功经验,本深基坑支护设计应采用以下方案:Ⅰ区(AB 段)采用微型钢管桩加垂直开挖喷锚支护(局部采用微型钢管桩加角支撑);Ⅱ区(BC、DA 段)、Ⅲ区(CD 段)采用 1:0.4 放坡喷锚支护。

该方案有以下优点:

(1) 该基坑局部具有一定放坡空间,因地制宜的采用放坡喷锚方案,经济投入少,安全能够有保证。

(2) 在周边环境紧张区域采用微型钢管桩 + 喷锚支护,能有效防止坡肩土体滑移,避免坡壁失稳,可保证周边建筑物及道路的安全。

(3) 工期较短,喷锚及护面随基坑开挖进行,不占用独立的施工工期。

(4) 喷锚支护中喷砼面层的密闭性,解决了上部填土层向基坑内渗水的问题,保证了基坑内有一个干燥的作业环境。

(5) 灵活合理运用不同的支护方式,因地制宜地采用综合支护方案,则既可确保基坑的安全,也可做到造价经济。

5 基坑支护设计

5.1 Ⅰ区支护设计

Ⅰ区基坑开挖深度 5.05 m,支护总长度约为 71 m。

该区基坑采用垂直开挖和支护,自然地面标高按18.30 m考虑,边坡开挖前首先沿坡肩打入一排竖向微型钢管桩抗滑加固,微型钢管桩顶端施工冠梁,坡面采用喷锚支护,分三层开挖,设置三排预成孔注浆锚杆(如填土层孔隙过大无法预成孔,则采用冲击器打入 $\Phi 48/3$ mm钢管代替),锚头与钢管桩之间需采用 $\Phi 25$ 螺纹钢横向焊接。

预成孔注浆锚杆承拉钢筋为1 $\Phi 22$ 螺纹钢,开孔直径 $\Phi 120$ mm,设置角度 15° ,横向间距1.5 m。

钢管桩桩长8 m,桩顶标高为18.30 m,钢管桩直径 $\Phi 108$ mm,间距1 000 mm。钢管桩采用工程钻机预成孔,预成孔直径 $\Phi 108$ mm,然后下入钢管,钢管就位后,浇注C20混凝土,并施工通常冠梁,冠梁为C25 砼,尺寸为300 mm \times 300 mm。钢管桩在一层土方开挖之前施工完毕,养护时间不少于7 d。

微型钢管桩的施工采用最普通的100型工程钻机。该钻机施工占地少,对周围环境扰动小。

面层挂网采用 $\Phi 6.5@250 \times 250$ 钢筋网,锚杆头采用 $\Phi 16$ 钢筋纵横焊接连接,面层喷射砼强度C20。

经加固设计,边坡整体稳定性安全系数及抗隆起安全系数满足规定要求。

5.2 II区支护设计

II区基坑开挖深度5.05 m,支护总长度约为70 m。

该区基坑采用一级放坡开挖和支护,自然地面标高按18.30 m考虑,坡面的开挖坡率为1:0.4,坡面采用喷锚支护。分三层开挖,设置三排预成孔注浆锚杆(如填土层孔隙过大无法预成孔,则采用冲击器打入 $\Phi 48/3$ mm钢管代替)。

预成孔注浆锚杆承拉钢筋为1 $\Phi 22$ 螺纹钢,开孔直径 $\Phi 120$ mm,设置角度 15° ,横向间距1.5 m。

经设计验算,整体稳定性安全系数满足规定要求。

5.3 III区支护设计

III区基坑开挖深度5.05 m,支护总长度约为60 m。

该区基坑采用一级放坡开挖和支护,自然地面标高按18.10 m考虑,坡面的开挖坡率为1:0.4,坡面采用喷锚支护。分三层开挖,设置三排预成孔注浆锚杆

(如填土层孔隙过大无法预成孔,则采用冲击器打入 $\Phi 48/3$ mm钢管代替)。

预成孔注浆锚杆承拉钢筋为1 $\Phi 22$ 螺纹钢,开孔直径 $\Phi 120$ mm,设置角度 15° ,横向间距1.5 m。

经设计验算,整体稳定性安全系数满足规定要求。

6 地下水处理

场区地下水类型为上层滞水。

由于场地上部杂填土直接接受大气降水和地表散水补给,为防止开挖期间上层滞水渗入基坑,造成基坑积水,可采用封堵与疏导相结合的办法处理。

该基坑采用了喷锚支护和护面,因而基坑侧壁的上层滞水已被封堵在基坑外;而该区局部杂填土较厚,为便于其间的上层滞水排泄,在基坑坡面上每隔一定距离应设置导流孔。基坑喷锚施工时,若遇地下水较大,可加大速凝剂用量及提高水泥含量。

基坑开挖期间,对基坑内仍存在的少量滞水,可采用坑内明沟导流集中于集水坑内用潜水泵明排到坑外。

为防止地表水或雨水渗(流)入基坑内,沿基坑四周上口线外应作2.0 m宽地面硬化层,硬化层厚度为100 mm厚C20素砼,硬化层宜作成反坡,反坡坡率0.5%。硬化层外设300 mm \times 300 mm排水沟,以方便基坑内向外排水。

7 效果分析

(1) 通过对开挖后的基坑进行监测,最大位移22 mm,最大沉降 <5 mm,基坑周边地面无明显变形,紧邻基坑的建筑物无沉降开裂。

(2) 在施工场地狭窄的情况下,采用微型钢管桩+喷锚网支护是一种行之有效的方法。

参考文献:

- [1] DB 42/159—2004,湖北省深基坑工程技术规定[S]. 武汉:湖北省建设厅,2004.

(责任编辑:李 雯)

Application of Mini Steel Tub Piles + Anchorage and Shotcrete Support in Support of a Foundation Pit, Huangshi City

LIU Huangra

(Geological Brigade of Northeastern Hubei, Xiaogan, Hubei 432100)

Abstract: Based on a description of example on engineering design of foundation pit support, the paper illustrates supporting design suit measures to local conditions in special conditions. The right combination is chosen. As a result, mini steel tub piles + anchorage and shotcrete support scheme in narrow space is an effective way.

Key words: mini steel tub piles + anchorage and shotcrete support; scheme comparison; supporting design