

桩锚结构在深基坑支护中的应用分析

许录明, 楚丽爽, 戴建阳, 魏清殿

(河南省建筑科学研究院有限公司, 河南 郑州 450053)

摘要:以河南人民置业网络传媒大厦为实例,介绍深基坑工程设计选型过程和施工情况,并对变形监测结果中的基坑坡顶水平位移、冠梁水平位移、锚索拉力进行分析,对桩锚支护结构的设计和施工提出了建议。

关键词:深基坑;基坑支护;桩锚结构;变形监测

中图分类号: TU473.2 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2013)06-0057-04

Application Analysis on Pile-anchor Structure in Deep Excavation Retaining/XU Lu-ming, CHU Li-shuang, DAI Jian-yang, WEI Qing-dian (Henan Provincial Academy of Building Redearch Co., Ltd., Zhengzhou Henan 450045, China)

Abstract: With the construction case of network media building in Henan, the paper introduces the design selection process of deep excavation and the construction situation. Analysis is made on the results of deformation monitoring about horizontal deformation at top edge of excavation, horizontal deformation of the crown beam and cable tension. Some suggestions are put forward to the design of pile-anchor structure and construction.

Key words: deep excavation; excavation retaining; pile-anchor structure; deformation monitoring

桩锚支护结构是最常用的深基坑工程支护型式之一,其实用性得到了普遍的认同,但在具体基坑设计选型和施工方面,还有一些争议。以河南人民置业网络传媒大厦基坑工程为实例,对桩锚结构在深基坑支护中的应用进行分析。

1 工程概况

河南人民置业网络传媒大厦位于郑州市郑东新区站西一街与心怡路交叉口东南角,基坑东西宽约 62 m,南北长约 110 m,平面上基本呈矩形,场地为现征可耕地并已平整。拟建建筑物由一栋办公楼及其裙楼、地下立体停车场 3 部分组成。

基坑底标高为主楼 20.15 m 和裙楼 19.15 m,基坑南、北、西三侧为正在施工的市政道路,东侧为外单位地块,现堆积有高度约 6 m 土方,周围环境条件见图 1。

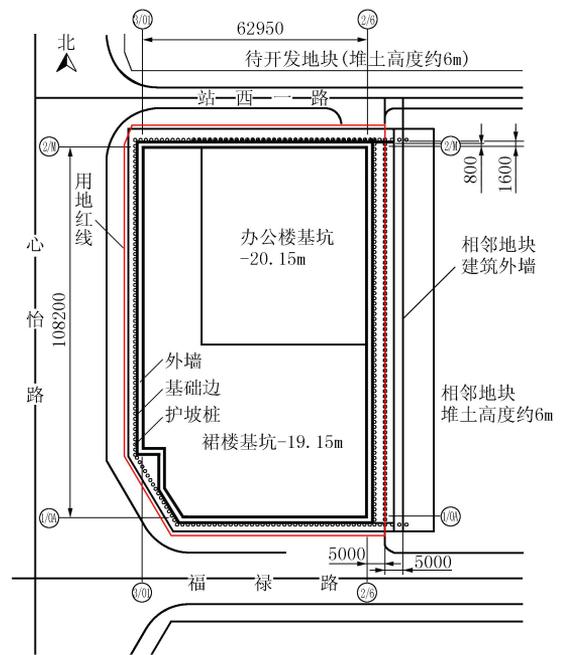


图 1 基坑周围环境图

2 场地岩土工程条件^[1]

场地属黄河冲积平原郑州东部泛滥平原区,地貌单一。

与基坑支护降水相关的地层情况如下:

①杂填土,层底埋深 0.7 ~ 1.0 m,层厚 0.7 ~ 1.0 m,地层呈褐黄、杂色,稍湿,中密 ~ 密实,松散,主要以素填粉土为主,局部见碎砖块等;

②粉土,层底埋深 3.8 ~ 4.2 m,层厚 2.8 ~ 3.3 m,地层呈褐黄色,稍湿,中密 ~ 密实,无光泽,干强度低、韧性低,局部有砂感;

③粉土夹粉质粘土,层底埋深 6.5 ~ 7.9 m,层厚 2.5 ~ 4.1 m,地层呈褐灰色,稍湿,中密 ~ 密实,干强度低,韧性低,局部砂感强,局部稍有粘性,夹薄层粉质粘土,软塑 ~ 可塑,局部见白色贝类碎片;

收稿日期:2013-01-30; 修回日期:2013-06-04

作者简介:许录明(1973-),男(汉族),河南林州人,河南省建筑科学研究院有限公司高级工程师,岩土工程专业,硕士,从事基坑工程方向的设计、施工、监测等应用研究,郑州市丰乐路 4 号,13598828260@163.com。

④粉土夹粉质粘土,层底埋深 10.2 ~ 11.5 m, 层厚 2.5 ~ 5.0 m, 地层呈褐灰色,湿,中密 ~ 密实,干强度低,韧性低,无光泽,有砂感,局部夹粉质粘土,褐灰色,可塑,见白色贝类碎片;

⑤粉质粘土夹粉土,层底埋深 13.7 ~ 15.6 m, 层厚 2.5 ~ 5.1 m, 地层呈褐灰、灰黑色,软塑 ~ 可塑,有腥味,夹薄层粉土,湿,中密 ~ 密实,见较大白色贝类碎片;

⑥粉砂,层底埋深 16.3 ~ 18.0 m,层厚 1.4 ~ 4.0 m,地层呈褐灰色,饱和,中密,成分以长石、石英为主;

⑦细砂,层底埋深 25.6 ~ 33.5 m,层厚 9.9 ~ 16.3 m,地层呈黄褐色,饱和,密实,成分以长石、石英为主,该层底部见砂质胶结层,厚度分布不均,厚 5.0 ~ 10.0 m;

⑧粉质粘土夹粉土,层底埋深 33.5 ~ 36.0 m, 层厚 2.0 ~ 7.7 m, 地层呈褐黄色,可塑 ~ 硬塑,局部含砂量大,含大量钙质结核,粒径 1.0 ~ 3.0 cm,最大粒径约 5.0 cm,局部较富集,钻进困难,该层顶部局部胶结成层,夹薄层粉土,湿,中密 ~ 密实。

本场地地下水可分为潜水及承压水。地下水主要赋存于约 33 m 以浅粉土、粉质粘土、粉砂、细砂层中,13.7 ~ 15.6 m 以浅的粉土、粉质粘土层为第一大含水层,属于潜水弱透水层;以下 33.0 m 左右深度范围内的粉砂、细砂层为第二大含水层,属于微承压透水层。

潜水主要赋存于⑤、⑥层等弱透水层中,稳定水位在自然地面下 7.5 m 左右,该区域历史最高水位埋深在自然地面下 1.0 m 左右,水位年变幅 1.0 ~ 2.0 m。

承压水主要赋存于⑥粉砂、⑦细砂含水层中,含水层顶板埋深 13.7 ~ 15.6 m,底板埋深 25.6 ~ 33.5 m。承压水静止水位埋深 14.0 m 左右,承压水头 5.0 m 左右。

3 基坑支护结构的选型

根据基坑周边环境、开挖深度、工程地质与水文地质条件,结合郑州目前较成熟的作业设备方法,适合该深基坑的支护结构型式^[2]有以下几种:(1)排桩 + 预应力锚索;(2)双排桩;(3)排桩 + 内支撑;(4)地下连续墙 + 内支撑;(5)逆做法(半逆作法)。考虑造价、工期、施工等综合因素,认为排桩 + 预应力锚索最适合该基坑工程,一是郑州有成熟的施工队伍,保证工程的顺利实施;二是上部一定高度采用土钉墙,可以节约造价。但基坑东侧为另一地块,该

地块和本工程一样,建筑物退红线均为 5 m,若施工锚索或土钉,必然影响相邻地块的基础施工,故基坑东侧不适合采用桩锚结构,采用上部放坡下部双排桩支护结构,不再设置锚杆。降水采用管井。

是否设置帷幕^[3]是本深基坑工程设计中的一个难点。桩锚支护结构中土方开挖高度一般是锚索竖向间距,而从土方开挖到面层完成需要一段时间,若遇到含水量大的土层或砂层,这一段时间极易发生桩间流泥、流砂,危急基坑安全,本工程⑤层粉质粘土为相对隔水层,其上部④层和③层大部分位于地下水位以下,极有可能含水量很大;⑥、⑦层为砂层,极易发生坍塌。根据附近基坑开挖情况,多数基坑发生了桩间土大量坍塌和地面较大沉降现象,因此,在桩间设置高压旋喷桩,对桩间土提前进行加固是很有必要的。

基坑支护结构见图 2。

4 施工情况介绍^[4]

主要工序施工时间见表 1。

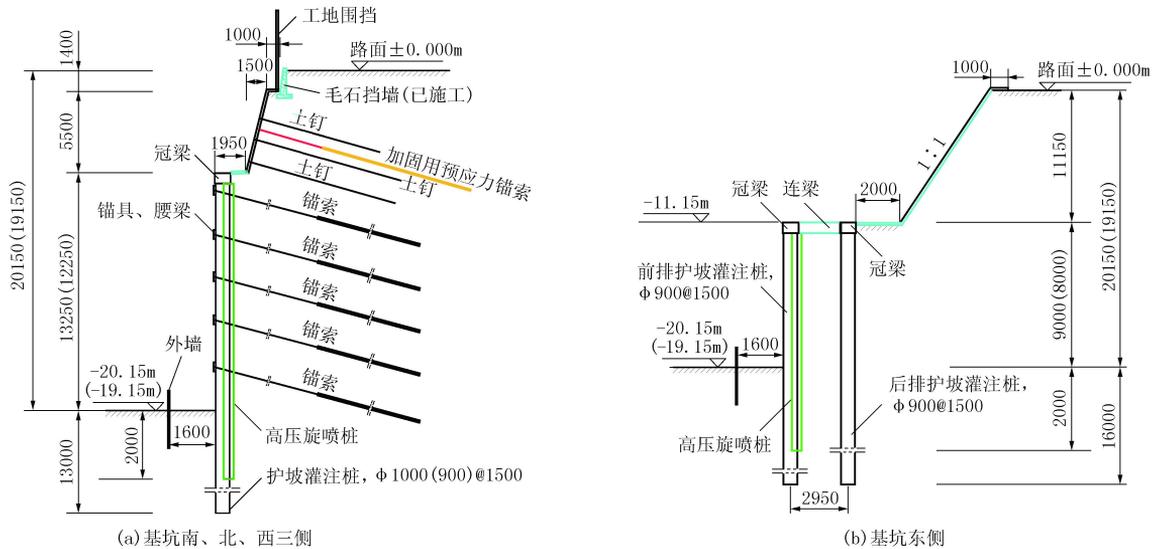
表 1 主要工序施工时间

工序名称	施工时间
上部土钉墙施工	2011-08 ~ 2011-10
护坡灌注桩和冠梁施工	2011-12-18 ~ 2012-02-14
第一排锚索施工	2012-02-15 ~ 2012-03-05
第二排锚索施工	2012-03-03 ~ 2012-03-17
第三排锚索施工	2012-03-17 ~ 2012-04-05
第四排锚索施工	2012-03-31 ~ 2012-04-13
第五排锚索施工	2012-04-13 ~ 2012-04-18
土方开挖到基坑底,试桩	2012-04-18 ~ 2012-05-09
垫层和筏板施工	2012-06-29 ~

原来基坑四周均为空地,在上部土钉墙施工基本结束时,基坑南、北、西侧道路开始施工,道路施工时在原来地面标高的基础上,抬高了约 1.4 m,直接导致基坑深度增加,为保证上部土钉墙的安全,在第一、二排土钉之间增设一排预应力锚杆。

本深基坑工程施工过程中,土体含水量大,甚至有明水从锚索孔流出,给支护工程造成了很大的麻烦,因为护坡灌注桩之间土体有高压旋喷桩提前进行了加固处理,没有给基坑造成危险。依据土体含水量大小给支护工程造成的危害程度不同,可以把本基坑施工分为 4 个阶段。

第一个阶段是冠梁以上土钉墙施工,由于该阶段开挖深度范围在地下水位以上,没有大面积的渗水出现,仅在基坑西北角,土体含水量大,出现了土钉施工困难,施工中采取了加固处理。针对西北角



说明: 桩表面网喷, 采用膨胀螺栓与护坡灌注桩连接固定, 100×50钢板网, C20喷射混凝土厚50, 上部土钉墙面层为: φ 6.5@250×250、C20喷射混凝土厚100。

说明: 桩表面网喷, 采用膨胀螺栓与护坡灌注桩连接固定, 100×50钢板网, C20喷射混凝土厚50, 上部放坡网喷面层为: 100×50钢板网, C20喷射混凝土厚60。

图 2 支护结构图

含水量大的问题, 召开几次现场会议, 初步判断为道路上市政管道漏水造成。

第二阶段为第一、二排锚索施工, 总体来说施工较顺利。第一排锚索施工较容易, 没有出现流砂、流泥现象; 第二排锚索施工局部出现了流砂、流泥现象, 特别是基坑西北角, 锚索成孔过程有泥砂流出, 锚索施工完成后, 有大量的水从锚索孔部位流出。

第三阶段为第三排锚索施工, 基坑四周情况基本一致, 西北角相对严重些, 土方一开挖, 马上就有水从侧壁渗出, 锚索施工困难, 大量泥砂从锚孔流出, 造成地面一定的沉降, 基坑内象一个大泥浆坑。支护结构完成后, 整个坡面湿润, 很多锚索位置有清水流出。

第四阶段为第四、五排锚索及以下支护结构施工, 该阶段土体干燥, 侧壁没有渗水现象, 锚索施工顺利。

基坑支护结构完成后, 基坑侧壁一直有大量清水流出, 见图 3。



图 3 大量清水从坡面流出

5 变形监测^[5]结果

变形监测工作从 2011 年 12 月 18 日开始, 此时, 基坑已经开挖到约 -6.5 m 位置, 正在施工工程桩和护坡灌注桩。到 2012 年 7 月 15 日底板施工时的坡顶位移、冠梁位移、锚索内力监测结果整理如下。

共布置坡顶位移监测点 15 个, 冠梁位移监测点 17 个, 锚索内力监测点 15 个(3 个位置, 每个位置每排 1 根, 共布置 5 排锚索, 即每个位置 5 个)。变形监测点布置见图 4。

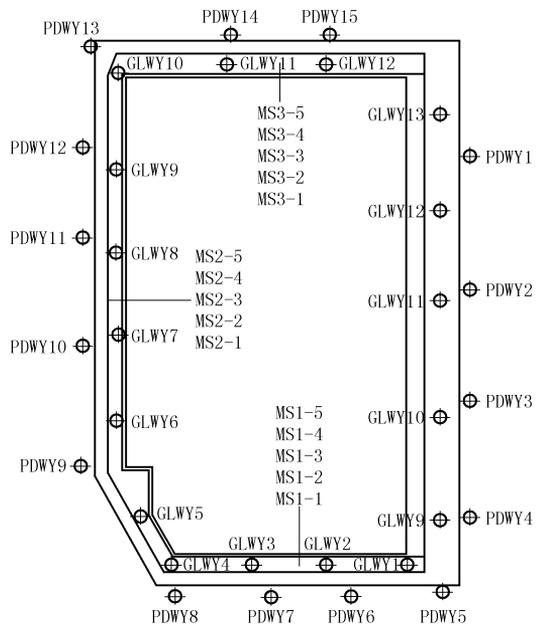


图 4 变形监测点平面布置图

5.1 坡顶位移监测结果

图5曲线显示,东侧边坡1~5号点坡顶水平位移均为0,说明上部大放坡部分土体本身可以稳定,下部双排桩很好的限制了边坡变形。南侧边坡6~8号点坡顶水平位移均小于8mm,北侧边坡13~15号点坡顶位移均小于30mm,都在设计变形范围之内。

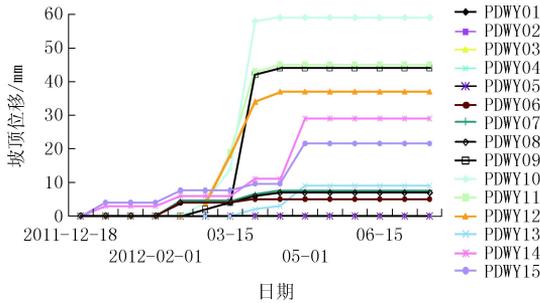


图5 坡顶位移监测结果

西侧边坡9~12号点变形均较大,最大10号点59mm,最小12号点37mm。分析其原因,西侧边坡土体含水量最大,基坑侧壁一直有水流出,该侧心怡路下埋有市政排水管网,且附近多个基坑降水抽出的水通过该管网排走,最有可能是排水管网渗漏。

5.2 冠梁位移监测结果

图6曲线显示,冠梁水平位移均较小,其中西侧冠梁水平位移6~9号点有位移,均小于2mm,其它三侧冠梁水平位移均为0。可见设计的桩锚支护结构安全系数偏高,西侧由于土体含水量大,冠梁水平位移大于其它部位。

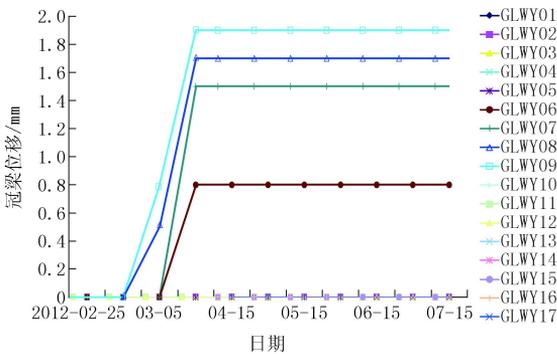


图6 冠梁位移监测结果

5.3 锚索拉力监测结果

图7曲线显示,除MS2-1号锚索(即基坑西侧

中部第一排锚索)拉力达到350kN,接近锚索拉力设计值,其它锚索拉力均远小于设计值,这和冠梁水平位移偏小相吻合。曲线还显示,15根锚索绝大部分最大受力差距不大,约为设置值的50%,个别受力较小和较大,总体处在安全范围之内,支护设计方案较合理。

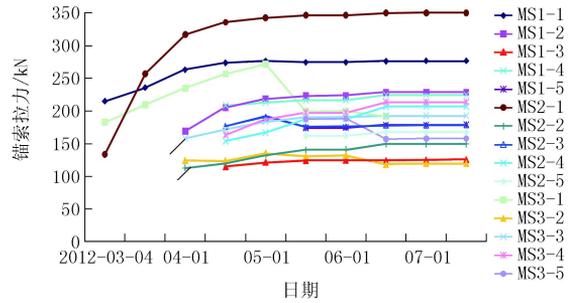


图7 锚索拉力监测结果

6 结论和建议

- (1) 提前对桩间土进行加固处理,可以很好的防止桩间土坍塌,从而减少基坑支护结构的变形。
- (2) 支护结构中设置帷幕的情况下,锚索施工可能会有大量泥砂从锚索孔流出,造成支护结构变形。
- (3) 边坡土体中的清水从支护结构中流出,不会造成边坡的变形,而含泥砂的水从支护结构中流出,会造成较明显的变形。
- (4) 本基坑冠梁位移较小,而边坡顶部变形较大,故在桩锚支护结构中,上部土钉墙不宜太高。
- (5) 在限制边坡水平位移方面,双排桩的效果明显要好于单排桩。

参考文献:

[1] GB 50021-2001, 岩土工程勘察规范[S].
 [2] JGJ 120-2012, 建筑基坑支护技术规程[S].
 [3] GB 50007-2011, 建筑地基基础设计规范[S].
 [4] GB 50202-2002, 建筑地基基础工程施工质量验收规范[S].
 [5] GB 50497-2009, 建筑基坑工程监测技术规范[S].
 [6] 刘玉民, 赵大军, 白奉田. 土钉桩锚联合支护基坑工程设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(12): 69-73.
 [7] 刘作昌, 高立明, 杨辉廷, 等. 新泰盛世佳苑摆摆帷幕止水与桩锚支护应用实例[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(5): 39-41.