

南宁地区深厚圆砾层中深基坑施工技术

蔡鹏飞, 彭小林, 陈小勇, 李 亮

(广东省基础工程公司, 广东 广州 510620)

摘 要:介绍了南宁市佳得鑫水晶城、南宁地王国际商会中心 2 个大型深基坑支护体系的设计、施工方案, 通过这 2 个工程的施工实践, 摸索了在深厚圆砾层中的地下连续墙、锚杆施工技巧, 对同类基坑施工有参考作用。

关键词: 南宁地区 圆砾层 深基坑 逆作法 地下连续墙 锚杆

中图分类号: TU743.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2006)02-0033-03

在南宁地区的地层中普遍分布有较厚的圆砾层, 圆砾层以灰色、灰褐色为主, 饱和, 磨圆度好, 以圆形~次圆形为主, 粒径 $> 2\text{ mm}$ 的颗粒含量占 50%~76%, 骨架颗粒间主要为中粗砂充填, 极少见粘土, 主要成分为石英、燧石, 其次为粉砂岩、砂岩、硅质岩、粉砂质泥岩等, 密实度以中密状为主, 局部偏稍密状。厚度变化较大, 顶面埋深一般为 6.00~18.00 m, 层厚一般为 6~16 m。随着西部大开发, 广西的经济飞速发展, 作为省会城市的南宁高层建筑越来越多, 其基坑开挖深度也越来越大, 基坑施工与圆砾层打交道的机会多了起来, 我们在南宁佳得鑫水晶城与地王国际商会中心基坑施工中就遇到有很厚的圆砾层。佳得鑫水晶城是南宁首个采用地下连续墙、逆作法施工的项目, 地王国际商会中心是南宁第一个采用地下连续墙、锚杆支护方式的项目。

1 项目概况

1.1 南宁佳得鑫水晶城

工程位于广西南宁市南湖区金湖路西北侧, 总用地面积为 23745 m^2 , 地上 31 层, 地下 3 层, 其中地上由 4 栋 26 层住宅楼、1 层架空绿化、4 层商业裙房组成, 建筑高度为 99.95 m, 总建筑面积为 165998 m^2 。基坑面积为 18850 m^2 , 周长 555 m, 基坑开挖深度为 15 m。

地层从上至下依次为: 杂填土、素填土、淤泥质粉质粘土、坚硬状粘土, 硬~可塑状粉质粘土, 稍密~中密状粉土, 松散~稍密状粉砂, 中密状砾砂, 中~密实状圆砾, 粉砂质泥岩。本工程圆砾厚度变化较大, 为 4.6~15.2 m, 顶面埋深 13.30~18.70 m。

收稿日期 2005-11-24

作者简介: 蔡鹏飞(1978-)男(汉族), 广东湛江人, 广东省基础工程公司, 交通土建专业, 从事基础工程施工管理工作, 广东省广州市黄埔东路 188 号大院 52 楼 303; 彭小林(1969-)男(汉族), 湖南娄底人, 广东省基础工程公司主任工程师、高级工程师, 工程地质专业, 从事基坑工程设计和施工工作, 020-82594932, pengxiaolin@21cn.com。

1.2 地王国际商会中心

地王国际商会中心位于南宁市琅东经济开发区, 楼高 54 层, 总建筑面积为 156000 m^2 , 建筑高度为 206.3 m, 为南宁市第一高楼, 3 层地下室, 基坑面积为 9567 m^2 , 周长 391 m, 基坑开挖深度为 13 m。

本项目地层情况与佳得鑫水晶城类似, 其中圆砾层顶面埋深为 12.60~15.00 m, 层厚为 9.0~14.6 m。

2 圆砾层特点

2.1 厚度大、埋藏较深

从佳得鑫水晶城和地王国际商会中心 2 个工程来看, 圆砾层最厚处已超过 15 m, 厚度很大。顶面埋深在 13 m 左右, 层底埋藏深度在 21~29 m, 埋藏较深。

2.2 密实性好, 其施工特性介于土和岩石之间

圆砾层密实, 骨架颗粒间主要为中粗砂充填, 极少见粘土, 承载力较高, 标准锤击数 $N_{63.5}$ 为 9.7~19.7 击, 以往南宁市大多数高层建筑以该层作为持力层。由于其比较密实, 地下连续墙施工时不能直接用抓斗抓取圆砾层; 又由于其相对松散, 不如岩石整体有脆性, 不能用冲击式钻机入岩方式来成孔, 冲击式钻机以重力击向圆砾层, 冲击力消散很快, 好象一拳打在棉花上, 圆砾层会越冲越密实, 进尺很慢, 效率很低。通过施工总结, 在圆砾层中采用回转钻机和抓斗配合比较合适。

2.3 具有强透水性

圆砾层由于其粒径变化较大, 级配较差, 骨架颗粒间主要为中粗砂充填, 极少见粘土, 存在孔隙较多。加上南宁市部分地区具有承压水, 承压水水头

高4~5 m,所以渗透系数较大,根据地质报告,圆砾层中渗透系数为71.82 m/d,为强透水性。且地下水与邕江、南湖有水力联系,地下水丰富,基坑施工圆砾层中止水比较困难,如采用搅拌桩、旋喷桩等止水帷幕,在圆砾层中效果不是很理想。

2.4 施工时容易坍塌

圆砾层在地下连续墙成槽过程中或锚杆钻孔过程中都容易坍塌,施工时在机械选型、成孔速度、泥浆补给和泥浆指标控制方面要把握好,否则容易造成事故或带来经济损失。

3 支护方案

3.1 围护结构

经过分析比较,要对圆砾层、砂层等有较好的止水措施,基坑围护结构采用地下连续墙比较合适,上述2个工程地下连续墙厚800 mm,嵌固深度为穿过

砂砾层、圆砾层进入强风化层(不透水层)不少于2 m。地下连续墙混凝土强度等级为C30(地王国际商会中心为C25),抗渗等级为P8,在地下连续墙顶部设冠梁,冠梁截面为800 mm×1000 mm,以增强地下连续墙的整体稳定性。

3.2 支撑体系

佳得鑫水晶城基坑面积为超大型,如果采用内支撑,对土方开挖、结构施工影响较大,且支撑的费用不菲,所以采用逆作法施工是比较合适的。利用负一层梁板结构作为支撑,上下同时进行施工,相当于在负一层位置标高-5.5 m处设一道支撑。

地王国际商会中心基坑面积也较大,原设计方案拟采用逆作法施工,后考虑主体结构型式也要作相应的调整,还是决定采用锚杆外支撑,在标高-2.0、-7.5 m设置2道预应力锚杆。

两项目基坑支护形式如图1。

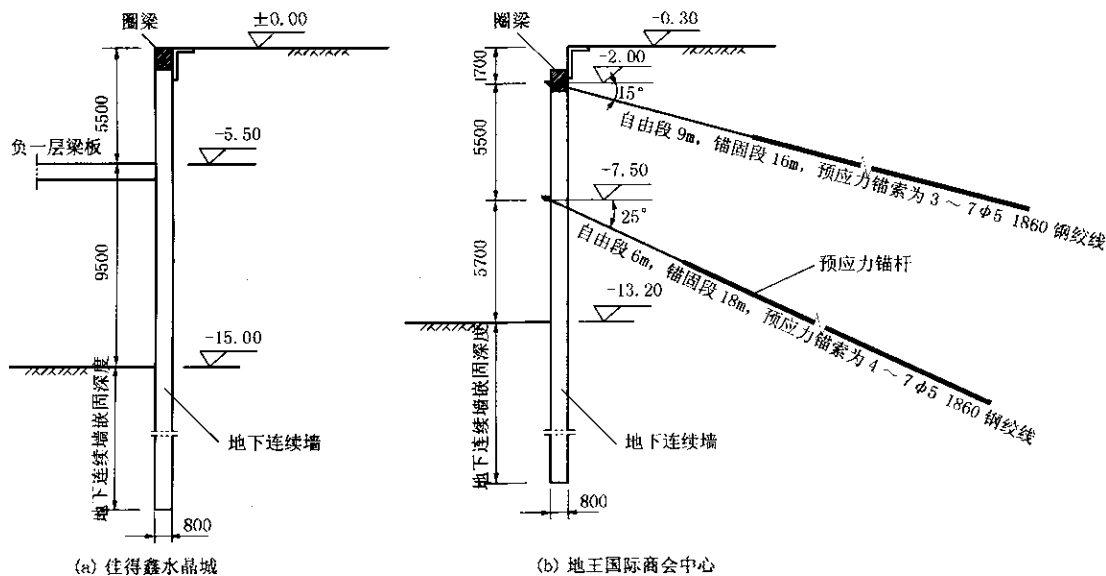


图1 基坑支护剖面图

4 圆砾层中施工要点

4.1 地下连续墙施工

(1)地下连续墙采用“钻抓结合”的方法成槽效率较高,在圆砾层中成槽,一般的液压抓斗很难直接抓土或速度很慢,也不适合采用冲击式钻机对付岩层的办法,采用反循环回转钻机先成导向孔,再用抓斗抓成槽速度较快,导向孔的个数根据槽段长度而定设3~4个,导向孔间距不超过抓斗最大宽度。钻抓结合如图2所示。

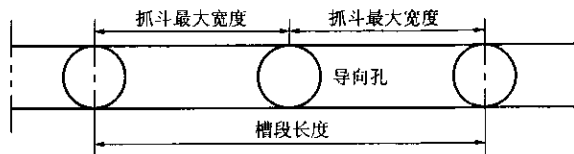


图2 “钻抓结合”成槽示意图

结合”的机械配备模式,采用冲击式钻机对槽壁冲击,容易扰动圆砾层,造成槽壁坍塌;

②在圆砾层中适当放慢成槽的速度,及时补充泥浆;

③保持泥浆液面不低于导墙顶0.5 m,保持较高的泥浆压力;

④成槽时控制泥浆指标,泥浆密度适当加大,控

(2)在圆砾层中成槽控制槽壁坍塌的措施:

①选择合适的成槽机械,如上所述采用“钻抓

制在 1.3 kg/L 左右。

4.2 锚杆施工

(1)控制泥浆指标,提高护壁能力。由于圆砾层埋藏较深,不能跟进这么长的套管,所以锚杆成孔过程中控制泥浆指标很重要,关键是泥浆密度的控制,在成孔施工中有时泥浆密度在 1.4 ~ 1.5 kg/L。另外在下索的过程中也要小心慢放,防止锚索破坏孔壁造成坍孔,导致锚索不能顺利下放。

(2)在圆砾层中二次注浆效果较好。由于南宁地区圆砾层骨架之间主要填充砂砾,而非泥质胶结,级配较差,孔隙很多,通过二次高压注浆,水泥浆填满圆砾孔隙,土体与锚固体摩阻力提高很多,通过试验,采用二次注浆的锚杆其轴向拉力值提高 40% ~ 100%。锚杆二次注浆压力与圆砾层的密实程度有关,在密实圆砾层中,二次注浆压力控制在 3 ~ 5 MPa,在松散圆砾层中二次注浆压力控制在 2 ~ 3 MPa 就可以。

5 结语

(1)在南宁地区存在较厚圆砾层的地质条件

(上接第 32 页)

侧土的附加荷载较大,而西侧由于紧邻主楼,故沉降、水平位移值最小。

4 几点体会

4.1 施工顺序

从施工顺序分析,由于东侧深层搅拌桩施工范围内土层均为粉细砂层,水泥掺量高导致水泥浆扩散范围大是造成钻孔灌注支护桩施工困难且桩身产生偏斜的主要原因,对此类土层应先施工钻孔灌注桩,再施工深搅桩。

4.2 止水效果

尽管该建筑物基坑地质情况复杂、地下水位高、水源丰富、邻近建筑物距基坑较近,由于开挖方案正确,结合信息化管理技术的应用,在深基坑局部止水帷幕失效时能及时提供准确的信息,据此制定正确处理方案,达到事半功倍的效果,既节省费用又保证

下,超过 3 层地下室,开挖深度在 12 m 以上的基坑,围护结构采用地下连续墙是比较合适的。为节约造价,地下连续墙最底下部分仅为止水,为素混凝土,其钢筋笼可以不到槽底,佳得鑫水晶城和地王国际商会中心钢筋笼均未到底,在开挖面以下 9 ~ 10 m。

(2)地下连续墙在圆砾层中成槽采用“钻抓结合”的方法,施工速度较快。

(3)由于地下连续墙较好的止水效果和圆砾层的强透水性,基坑降水井数量可优化,如地王国际商会中心基坑面积接近 1 万 m²,只设了 5 个降水井,抽水时坑内水位迅速降低,人工挖孔桩最深的有 42 m,大部分桩孔内是干作业。

(4)在深厚圆砾层中施工锚杆,通过控制护壁泥浆的质量仍可成功。通过二次高压注浆,可大大改善圆砾层与锚固体之间的锚阻力,提高锚杆的拉力,满足设计要求,施工效果较好。

(5)锚杆标高尽可能设置在第二层地下水承压水头以上,防止锚杆孔涌水流砂现象发生和增大锚杆孔止水难度。

了基坑及邻近建筑物、构筑物的安全,从而确保该地下工程的顺利施工。

另外深层搅拌桩止水帷幕在地下水动力环境中的淤泥质粉土及粉砂交互沉积的土层中,止水效果较难保证,这个问题望引起高度重视,并采取适当措施予以解决,以免基坑出现险情。

4.3 设计

该工程建筑物设计、基坑支护设计分别为两家不同的设计单位,笔者认为两家设计单位可以进行积极有效地配合,如永久性建筑部分结构可否作为临时支撑拆除之后的支撑,以节省今后换撑的费用及时间,部分临时支护结构可否作为永久性结构的一部分,如支护桩可否作为抗拔桩。在此地质条件下基坑支护的设计尤其是支护桩之间的间距偏小(20 cm),容易产生“夹桩”,支护桩与深搅止水桩间距(20 cm)偏小。