

长江漫滩地质逆作法一柱一桩施工方法研究

李万全 李 夏

城地建设集团有限公司江苏区域公司, 江苏 南京 210000

[摘要] 建筑工程地下室层数越来越多, 基坑开挖越来越深, 施工用时较长, 所以建设工程中逆作法施工应用越来越多, 而“一柱一桩”施工是工程逆做施工成功与否的关键控制过程。一柱一桩施工又分为后插法与先插法, 后插法是桩基混凝土浇筑完成后, 再行插入钢柱; 先插法是灌注桩钢筋笼下放到位后混凝土浇筑前安放钢立柱。而先插法施工是目前工程应用较为广泛的一种施工方法, 原理是利用地面调查设备, 通过调直架上下 2 层液压千斤顶及配套的垂直度测斜设备来指导钢立柱垂直度及固定钢立柱的施工方法。本文结合扬子科创中心三期项目成功案例, 重点介绍在长江漫滩地质情况下, 采用反循环钻机成孔工艺, 一柱一桩先插法成孔施工设备的选型、调垂工艺的介绍、钢管立柱调垂的关键点以及后续工序控制等内容, 为类似地质情况中的逆作法一柱一桩工程施工提供参考和借鉴。

[关键词] 长江漫滩; 一柱一桩; 先插法施工; 调垂控制

DOI: 10.33142/aem.v5i6.9064

中图分类号: TU745

文献标识码: A

Study on the Construction Method of One Column, One Pile in the Geological Reverse Construction of the Yangtze River floodplain

LI Wanquan, LI Xia

Jiangsu Regional Company of Chengdi Construction Group Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

Abstract: The number of basement floors in construction projects is increasing, the excavation of foundation pits is becoming deeper and longer, and the construction time is longer. Therefore, reverse construction methods are increasingly used in construction projects, and "one pile, one column" construction is the key control process for the success of reverse construction. One column, one pile construction can be divided into post insertion method and pre insertion method. Post insertion method refers to the insertion of steel columns after the concrete pouring of the pile foundation is completed; The first insertion method is to place the steel reinforcement cage of the cast-in-place pile in place and then place the steel column before pouring concrete. The first insertion method of construction is currently a widely used construction method in engineering. The principle is to use ground leveling equipment to guide the verticality of steel columns and the construction method of fixing steel columns through two layers of hydraulic jacks on the leveling frame and supporting verticality and inclination measuring equipment. This article combines the successful case of the third phase project of Yangzi Science and Technology Innovation Center, focusing on the use of reverse circulation drilling technology in the geological conditions of the Yangtze River floodplain. The selection of construction equipment for the first insertion method of one column, one pile, the introduction of vertical adjustment technology, the key points of vertical adjustment of steel pipe columns, and subsequent process control are introduced, providing reference for the reverse construction method of one column, one pile engineering in similar geological conditions.

Keywords: Yangtze River floodplain; one pillar, one pile; first insertion method construction; droop control

引言

城市化进程加快, 在城市核心区域建设中出现越来越多的超深基坑。建设工程地上结构才是建筑灵魂, 所以开工即见到地上建筑结构动工的要求越来越迫切。在此背景下, 逆作法开挖施工方法越来越普遍, 而结构中对逆作支撑桩柱的要求也逐步提高。在上海的白玉兰广场、国金中心、南京金茂汇等超大超深基坑中逆作支撑立柱的垂直度都要求在 1/600~1/500 之间, 如此高精度的钢立柱施工除要求下部支承桩的垂直度达到 1/300~1/200 的精度, 立柱的施工垂直度要求提升到 1/1000~1/800 精度。本文结合扬子科创中心三期项目一柱一桩先插法在长江漫滩软土地基中超深基坑工程项目的成功实践, 对长江漫滩地

基中施工逆作法高精度一柱一桩的机械设备和关键技术进行分析, 为同类项目提供一定的先进、高效、成熟的施工方法借鉴。

1 工程概况

1.1 项目概况

扬子科创中心三期项目位于南京市江北新区研创园内浦滨路与江淼路交口, 是集商务、办公一体的综合性工程, 总用地面积 11227.27 m², 总建筑面积 124669.38 m²。其中主楼 34 层, 裙楼 4 层, 地下 5 层, 建筑高度 149.85m。该项目基坑大面积开挖深度为 25m, 局部深坑开挖深度 34m。整体基坑开挖方式为: 首先 B0 层整体同步挖深约 3.5 m, 完成 B0 板施工。自此开始, 塔楼区主体上部结构

开始向上施工,地下室再继续向下逆作开挖,分层完成地下室负1—负5层结构施工。在塔楼地上主体结构达到22层时地下室结构施工完成,继续地上结构施工直至34层结构封顶。

基坑内共设置118根直径600/800mm钢管柱,垂直度要求不大于1/600。基底深度为-24.6m。桩基总数294根(技术与质量参数见表1)。地下室的逆作区采用一柱一桩作为竖向支承系统承受整体地下结构完成前的楼板荷载及施工超载受力,下部支承桩用Φ1400-1600mm的钻孔桩,设计孔深64.4~78.4m,桩端桩侧后注浆。支承桩内插Φ600mm×25mm的钢管,插入支承桩4m,钢管内浇筑水下C60的高强混凝土(施工时采用缓凝60小时)。支承桩成孔垂直度在钢管柱插入范围内≤1/300(插入范围以下≤1/200),钢管柱调垂直度≤1/800。

表1 技术与质量参数表

灌注桩				钢立柱				
桩型	直径/mm	有效桩长/m	根数	桩型	直径/mm	壁厚/mm	最大长度/m	数量
ZH-3	1400	43/44	76	GZ-1	600	25	33.45	89
ZH-2	1600	53	42	GZ-2	800	28	33.45	29
ZH-2	800	43/44	146					

1.2 地质概况

桩基础遇到的岩土体划分为4个工程地质层,若干个工程地质亚层,各亚层具体分述如下:

①A层淤泥:①1层杂填;①2层素填土。②2层淤泥质粉质黏土夹粉土:流塑。②3层粉砂夹粉土:饱和。②4层粉细砂:饱和,局部夹少量中砂。②5层粉质黏土:可塑,局部软塑,无摇振反应。②6层粉细砂:饱和,局部夹少量中砂。②7层粉细砂:饱和。③1层含卵砾石中粗砂饱和,密实,卵砾石含量一般5%~15%,粒径0.5~5cm,局部底部卵砾石含量变为15%~25%,粒径3~6cm。③2层卵砾石:密实,卵砾石含量一般35%~65%,粒径2~8cm,部分大于10cm,次磨圆状,灰岩质及石英质为主,以中粗砂充填。④1层强风化泥质砂岩:岩芯已强烈风化呈“黏性土、砂土”状,遇水软化强烈。④2层中等风化泥质砂岩:岩芯呈“短柱~柱~长柱”状,岩体强度较低,手捏可碎,锤击易碎,无回弹。未揭穿。

本工程规模大,在长江漫滩地区的挖土深度为国内少有,采用全逆作法施工,全逆作一柱一桩工艺深度目前为江苏省内首例。

2 成孔工艺

2.1 试成孔

本项目为保证成孔的质量良好,进场三种成孔设备进行场试成孔,分别为旋挖BG26设备、正循环GPS-20设备、反循环中锐ZJD2000/100钻机。试成孔选择直径1600mm,成孔深度80m。主要是测定成孔工艺机械方法、成孔效率、

孔的垂直度、孔径的均匀性、泥浆性能、成孔后的孔壁稳定性(一清提钻到混凝土浇筑完成间隔24小时)等一系列参数。经过比选反循环工艺及良好的护壁泥浆最适宜本工程,最终本项目选用ZJD2000/100钻机作为成孔机械。

2.2 技术参数

(1)在工程桩施工中,以自然地层造浆为主,优质膨润土制作泥浆为辅。钻孔深度超深不得大于30cm。立柱桩插入钢立柱标高以下垂直度不超过1/300。

(2)每换一节钻杆水平尺超平、靠主动钻杆垂直度、观察钻机转盘是否移位。

(3)在进入软硬换界地层时,应适当控制钻机速度,只有在钻头完全进入下层硬土时,才能正常钻进。

(4)钻进至深度30~35m处,拆除主钻杆,从钻杆内下放测斜器至钻头处,测量钻头垂直度,钻杆垂直度(即钻孔垂直度)满足1/600时,方可继续钻进,否则扫孔处理。钻到设计深度一起提钻后,由第三方孔径仪检测垂直度。力争控制钢立柱插入范围内1/600,插入下方1/300,否则扫孔处理。

(5)泥浆除砂,本工程泥浆处理选用ZX-250型泥浆净化装置(除砂机),泥浆循环过程中,该装置可以将所有大于0.075mm的砂颗粒进行分离,以改良循环泥浆含砂率。

(6)泥浆池与钻机之间的泥浆输送采用两根泥浆泵泵送的方法。

3 钢管柱安放调垂

3.1 钢管柱制作

钢管原材选择合格厂商供货,钢立柱在具有资质的加工车间完成制作,整柱采用超长运输车送到现场验收。所有焊缝必须按照钢结构规范进行检测验收。焊缝等级为一级。

3.2 吊车选用及吊点设置

根据现场道路的现状和钢管柱的重量及长度,经过计算,钢管立柱主吊选择180t履带吊,辅吊为50t汽车吊。设置两个吊点,顶部位于吊垂接头顶部穿孔吊点,底部吊点位于钢立柱末端往上6m,钢立柱上部为主吊点。采“U”型吊环配对穿销子。

3.3 钢管柱安装

钢管柱用主吊180t履带吊车吊钢管柱的顶部,50t的吊车在钢管柱下方的三分之一左右位置处进行辅助吊装;用180t主吊直接将钢柱吊入洞口的上方,先将钢管柱稳定,对准十字线再慢慢的孔口的固定架内,同时用两台经纬仪对钢柱下降过程中全程跟踪,确保钢管柱的垂直度。

钢立柱安装施工要求^[1]:①立柱顶中心线偏差控制20mm;②标高控制±10mm;③钢立垂直度1/600。④型钢柱平面方向误差控制在20mm。

钢筋笼下放定位完毕。调直架设备安放。调直设备采用自行定制加工的调节螺栓调直架,调直架共设置二层平台,底层平台为钢管固定平台,用于钢管下放后的对中和

平面位置固定;上层平台为调直平台,上部安放4只调节液压千斤顶,用于钢管调斜后的垂直度调整;根据进度要求,本项目钢管调直架配备6台,调垂钢管接头长度为3.7m(此长度是由调垂架高度控制,与其相匹配)加工6个(外径600四根/外径800二根)^[2]。

为保证钢管柱下放时与桩基同心,调直架固定前应与桩位对中,对中方式采用十字线与线垂结合的方法^[3]。调直架对中后,在四个脚位置采用16只膨胀螺栓与已浇筑砼地坪固定。

钢立柱垂直度实时监测,采用红外线激光仪实时测量。红外线激光仪实时测量工法,红外线激光仪实时测量工法^[4]。

4 混凝土浇筑及反压

根据设计图纸及现场试桩数据分析,用于先插法立柱桩工程的混凝土应满足级配合理、坍落度适中、缓凝土一定按照设计和施工规范要求。

4.1 导管安装

混凝土采用导管法水下浇灌,导管直径 $\Phi 250\text{mm}$ (与钢管柱匹配),壁厚不小于5mm,分节长度3m为宜,导管采用丝扣连接,接头处采用密封圈垫予以密封。导管安装后底口距离孔底30~50cm为宜。导管安放到位后进行二次清孔,并进行泥浆指标的调整,二次清孔的泥浆比重应小于1.1~1.18,黏度小于26s,砂率小于4%,沉渣厚度小于5cm,清孔时间一般不小于0.5h。

4.2 混凝土级配转换

桩身混凝土C40/C35的初凝时间按常规要求即可^[5]。根据先插法钢立柱不同标号混凝土灌注的特点,为了尽可能保证钢立柱管内C60混凝土的完整性,C60灌注在“灌无忧”设备指示灯亮后或经测绳测得混凝土C40/C35达到设计标高(钢管柱底下4m)后,即开始C60砼灌注。此时导管底部应控制在钢管柱底以下4m左右,在达到灌注桩超灌高度(设计桩顶标高2m以上)后,钢管柱外先回填碎石压住混凝土面。碎石回填2~3m后继续浇筑C60混凝土,同时碎石继续钢管柱外回填保证比钢管柱内砼面标高大约3m。C60砼应灌至调垂接头出料口的标高,在调垂接头出料口流出良好混凝土后,专用耙子将浮浆泵出,直至出现新鲜C60砼,故针对C60混凝土的计量,应同时考虑到管口混凝土的损耗,应在常规计量的同时多计入损耗 $2.0\text{m}^3/\text{根}$ 。另外,浇筑混凝土时,根据钻孔深度计算好C40/C35混凝土用量,保证C40/C35砼不要超灌,避免影响C60砼的置换。C60砼浇筑完成后,及时回填碎石

至卸料口下方(见图1、图2)。



图1 反压碎石填筑作业



图2 混凝土浇筑作业准备

5 结语

本文仅以扬子科创中心三期项目为例,讲述了本项目施工过程中一些控制办法和工艺,整理过程中作者也作了如下思考:

(1)整体施工过程中,人的工作量较多,自动化应用不高,是否可以研制调垂架自动系统(如型钢组合组合支撑系统中的伺服设备),使其调垂过程采用液压系统,不使用劳力作业。

(2)调垂监测系统是不是可以更加自动化,管内、管外四个方向进行检测,并和自动调垂液压系统相连接,直接调垂系统自动化。

(3)本项目自身施工中也出现过垂直度达不到设计要求情况,在处理时并没做到及时有效,错过了最佳处理时间,导致两根桩移位施工。是否在设计阶段就制定每根桩桩偏位模拟,出现情况时,现场可以直接应急处理。

【参考文献】

- [1]张敏,陆宜川.盖挖顺作法一柱一桩高精度定位控制施工[J].建筑施工,2011(3):184-188.
- [2]周少斌,陈祥灏.逆作法一柱一桩钢格构柱定位的施工技术[J].西部探矿工程,2007(10):217-218.
- [3]吴洁妹.大直径、高精度的一柱一桩型钢后插法施工关键技术[J].建筑施工,2013(12):1045-1047.
- [4]陶云海,潘曦.逆作法一柱一桩中的矩形钢管柱高精度调垂技术研究[J].建筑施工,2016,38(3):370-372.
- [5]郭宏斌.软土地基中一柱一桩先插法施工关键技术[J].建筑施工,2011(3):184-188.

作者简介:李万全(1985.8—),毕业院校:中国地质大学(武汉),所学专业:岩土工程,当前就职单位:城地建设集团有限公司,职务:技术负责人,职称级别:工程师。