

南通紫琅创新大厦地下连续墙+内支撑施工技术应用

丁 猛¹ 葛 伟¹ 夏 岫² 徐小峰²

1. 南通市中央创新区科创产业发展有限公司 江苏南通 226000

2. 江苏嘉利基础工程有限公司 江苏南通 226000

【摘 要】以南通紫琅创新大厦工程为背景,研究了长江入海口冲击平原南通区域富水砂土地质条件,遇地铁保护区在地下水位的软土地基中开挖深基坑工程,应用地下连续墙+内支撑基坑围护的施工技术。地下连续墙具有钢筋笼质量大、异形钢筋笼数量多的特点,因此对于吊装施工要求较高,本文主要从基坑围护设计特点、地下连续墙施工工艺、内支撑施工工艺、工程技术特点等方面进行论述,为类似工程提供切实可行的实践经验。

【关键词】地下连续墙;内支撑;深基坑围护;施工技术;南通市

1 工程概况及地质条件

1.1 工程概况

南通紫琅创新大厦工程项目位于南通市崇川区静海大道与通沪大道交叉口东北侧,拟建1栋办公高层建筑,总建筑面积47783m²,建筑高度110m,框架核心筒结构,桩筏基础,地上23层,地下2层。

本项目场地西侧位于在建地铁50m控制线内。基坑开挖边线距离南通地铁1号线区间隧道结构最小净距分别为19m、29m,塔楼距离区间下行线最小净距为38 m,地铁隧道顶部覆土约19.4m,地铁区间隧道采用盾构法施工,现已双线洞通。

1.2 工程地质概况

在勘探深度范围内可分为12个工程地质层,除表层填土(Q4m1)外,其余属第四纪长江冲积层和海陆交互沉积层(②~⑩层土为Q4a1,⑪、⑫层土为Q3mc),基坑开挖影响范围内以粉质黏土、粉土及粉砂等为主。

承压水主要赋存于⑦层土以下的土层中,⑥层粉质黏土夹砂质粉土及⑦层粉质黏土可视为相对隔水层。含水层顶面约在地面下41m。承压水头高度约为绝对标高-2.0m,开挖期间应无承压水突涌险情。

1.3 工程难点及特点

由于基坑开挖边线距离地铁保护区段较近,为减少基坑开挖对地铁隧道结构的影响,根据时空效应的原理,需

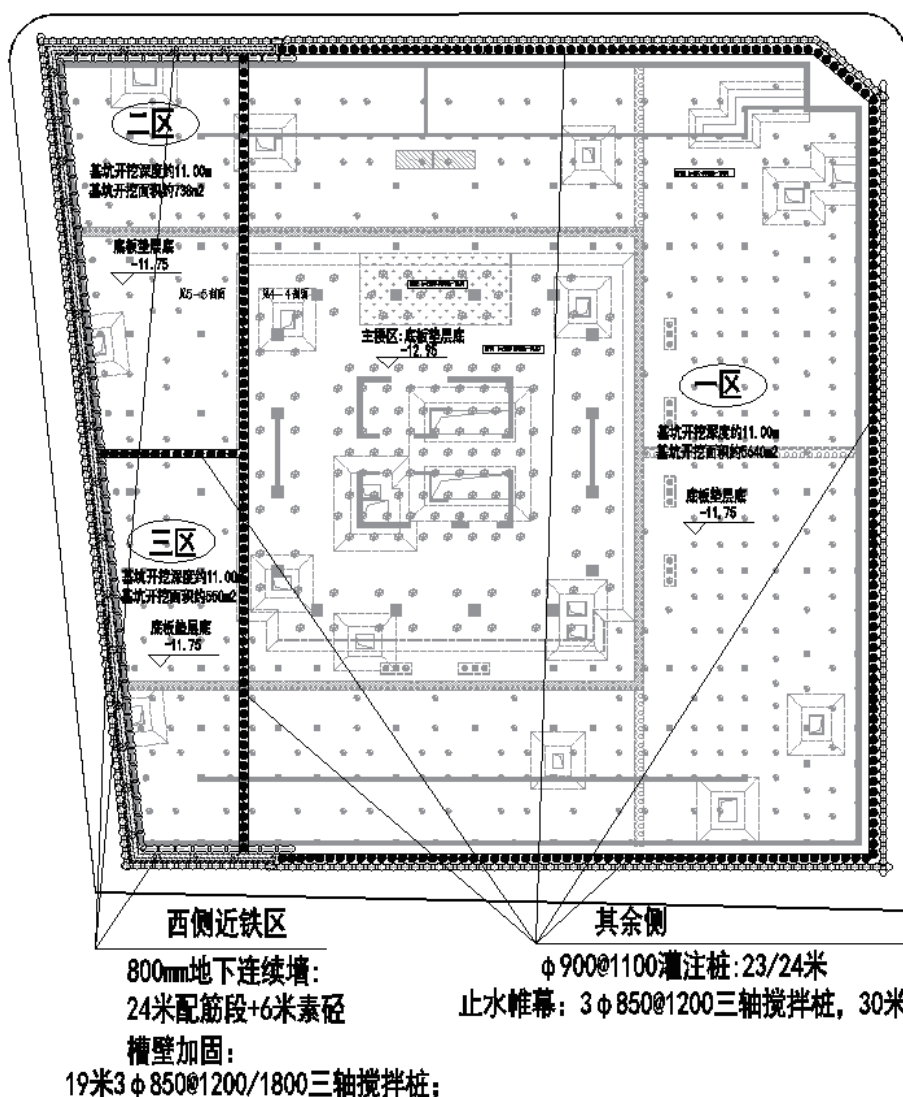


图1 基坑围护体平面布置图

减少近地铁区域一次基坑开挖的面积与基坑暴露时间，为此基坑方案采用分坑设计。参考已有类似工程经验及本项目特点，控制近地铁区域的二区、三区小基坑垂直地铁走向宽度为20m左右，小基坑面积控制在1000m²以内，小基坑（二区、三区）在大基坑（一区）地下结构施工至地下一层结构中板后开挖。

本工程基坑面积约6928m²，开挖深度深约12.2m，属深

基坑工程，且周边环境较为复杂，在高地下水位的软土地基中开挖如此大的深基坑工程具有一定的风险性。综合考虑本基坑所处周边环境及场地内土层性质，结合大量类似工程的设计施工实践经验，并结合工期要求，基坑围护体设置思路如下：西侧二区、三区近地铁区域围护体采用地下连续墙，其配筋段长度按稳定性计算要求且不低于保护地铁隧道结构底标高确定，素混凝土段按进入⑤层粉砂层

(1) 导墙沟槽开挖	(2) 导墙钢筋绑扎
1、地下连续墙施工前，应清除成槽范围内的地面、地下障碍物，对需要保留的地下管线应挖露出来，封堵地下空洞； 2、槽段开挖前，应沿地下连续墙墙面两侧构筑导墙，其净距应大于地下连续墙设计尺寸30~50mm； 3、沟槽开挖宽度由设计地连墙结构宽度决定；	1、根据定位线绑扎导墙钢筋，钢筋设置预制混凝土块保护层； 2、钢筋加工及绑扎严格按照设计图纸施工； 3、施工允许偏差：受力钢筋排距±5mm，分布钢筋间距±20mm，钢筋弯起点位置30mm，同一排中受力钢筋间距±20mm；
(3) 导墙支模及混凝土浇筑	(4) 导墙临时内支撑
1、导墙混凝土一次浇筑完成，导墙内面拆模后沿其纵向每隔2m左右加设上下两道支撑； 2、导墙平面中心线容许偏差为±10mm，墙面不平整度小于5mm，导墙内墙面垂直度为0.3%，导墙顶面平整度为±10mm；	1、为了防止导墙变形，导墙内模拆除后，及时沿其纵向每隔2m左右加设上下两道圆木支撑，呈梅花状错位布置； 2、导墙混凝土未达到设计强度前，禁止任何重型机械和运输设备在旁边行走。
(5) 泥浆制备	(6) 成槽施工
1、泥浆制作所用原料符合技术性能要求，制备时符合制备的配合比。 2、泥浆制作中每班进行二次质量指标检测，新拌泥浆应存放24小时后方可使用，补充泥浆时须不断用泥浆泵搅拌。 3、混凝土置换出的泥浆，应进行净化调整到需要的指标，与新鲜泥浆混合循环使用，不可调净的泥浆排放到废浆池，用泥浆罐车运出场。	1、地下连续墙槽段形式有“一”字形和“L”、“Z”形。施工时采用跳槽段开挖方法，优先施工转角处“L”、“Z”形槽段，再施工相邻槽段；标准槽段采用“三抓法”开挖成槽，如此反复开挖直至设计槽底标高为止。2、成槽过程中运用成槽机上配备的自动纠偏系统确保槽壁垂直度在0.3%以内，并始终保持槽内泥浆面高于地下水位0.5m以上。
(7) 临时弃渣场	(8) 刷壁施工
相关要求： 1、由于地连墙成槽施工开挖土方不及及时外运，在场内合适地点应设置临时弃渣场； 2、临时弃渣场交通便利，低于既有地面，深度2m左右，体积需根据现场施工进度及土方外运进度确定； 3、临时弃渣场四周应设置警示护栏。	相关要求： 1、在已施工的地下连续墙的侧面往往有许多泥土粘在上面，所以刷壁就成了必不可少的工作； 2、刷壁要求在铁刷上没有泥才停止，一般需要刷20次，确保接头面的新老砼接合紧密，如刷壁的次数达不到要求，就有可能造成两幅墙之间夹有泥土，可能会产生严重的渗漏。
(9) 自制加工平台	(10) 钢筋笼加工
1、地连墙钢筋笼加工平台采用槽钢焊接，平台底层采用C25素混凝土浇筑，素混凝土硬化地面比周边地面高10cm，浇筑过程中用水准仪校核； 2、加工平台平整度允许偏差5mm。	1、钢筋笼以单元槽段为单位整体就近加工，制作前先将底层分布筋位置用红油漆预先画在槽钢顶面，再铺底层钢筋网； 2、钢筋加工允许偏差：竖向主筋间距±10mm，水平主筋间距±20mm，预埋件位置±15mm。
(11) 锁扣管吊入	(12) 钢筋吊筋
1、锁扣管使用汽车吊吊运，孔口分节拼装； 2、使用的锁扣管应能承受混凝土浇筑时的侧压力，混凝土浇筑时不得位移和发生砼绕管现象；	1、吊筋采用圆钢，与钢筋笼主筋牢固焊接； 2、吊筋长度根据设计墙顶标高计算确定； 3、吊筋需进行强度验算，确认是否可行。
(13) 钢筋笼吊运	(14) 孔口固定
1、地连墙钢筋笼吊装需编制吊装专项方案，吊点布置合理；钢筋笼长度40m以内一次吊装，使用260t履带吊和200T履带吊配合吊装； 2、履带吊行走路面全部为钢筋混凝土、沥青路面路面，满足吊机行走要求； 3、查看周围地形环境，是否有影响吊装的不利因素，否则采取措施排除一切不利措施再开始吊装； 4、现场有专人指挥，设立警戒区，非必要施工人员严禁进入警戒区；	
(15) 安置导管、料斗	(16) 混凝土浇筑
1、钢筋笼安装后浇灌砼前，再测一次槽底沉碴厚度，如不符合要求，利用砼导管进行15min以上的泥浆循环，砼灌注采用漏斗导管法以两套Φ250mm导管对称浇筑。导管以丝扣连接并以环状橡胶垫密封，使用前进行水密试验，标准槽段设置2根导管（异型槽段每边1根导管），导管间距大于3m； 2、混凝土塌落度控制在180~220mm，每50m ³ 混凝土做一组试件，每5个槽段做一组抗渗压力试件；	

之下的相对不透水层一定深度确定,基坑围护平面布置如图1所示。其余侧围护采用钻孔灌注桩结合止水帷幕,灌注桩长度根据稳定性计算结果确定,止水帷幕按进入⑤层粉砂层之下的相对不透水层一定深度确定。(见图1)

本工程一区基坑设置两道混凝土支撑:二区、三区基坑设置上部第一道混凝土支撑,下部第二道钢支撑,混凝土支撑刚度较钢支撑好,钢支撑施工速度快。二区、三区窄条形基坑宽度小,在第二道支撑中采用钢支撑可减少近地铁区域的基坑开挖时间,对降低基坑变形有利。

2 施工技术分析

2.1 地下连续墙施工

(1) 地下连续墙施工工艺流程

本工程西侧二区、三区近地铁区域的地下连续墙施工段总体施工流程为:施工前准备→槽壁加固搅拌桩施工→搅拌桩坑内加固施工→地连墙导墙施工及场地硬化→地连墙施工→地连墙接头部位高压旋喷桩施工。

技术要点

2.2 内支撑施工

①混凝土支撑施工工艺

根据支撑梁的设计标高,将土方开挖到支撑梁底标高下100,冠梁施工前破除基坑内侧导墙并清理地连墙顶部泥土及局部高处梁底标高的混凝土。支撑梁部位浇筑100素混凝土垫层。

支撑用钢筋进场后根据要求进行验收并见证取样复验合格后投入使用。钢筋配料、加工前需先熟悉图纸,尤其针对节点部位进行充分了解;钢筋加工时要将翻样料单与图纸进行再次核对,核对无误后方进行下料加工工作,加工完成的半成品按排布图挂牌堆放整齐。钢筋连接采用机械连接及搭接电弧焊。

模板采用覆膜浸渍木模板+40*90木方背楞,辅以48.5钢管夹具配合12穿墙螺杆对拉加固;冠梁部位采用内置12螺栓加固,螺栓与梁及锚固钢筋焊接连接。侧边采用钢管斜撑支撑加固,保证支撑梁侧面垂直度。

混凝土根据设计强度等级,进场进行坍落度检测。混凝土采用商品混凝土,因基坑总体尺寸约80m*80m,汽车泵能够满足混凝土浇筑的需求,因此采用汽车泵浇筑。混凝土浇筑完成后才12h内浇水养护,养护过程应保证混凝土足够湿润。

②钢支撑安装工艺

根据施工图设计,钢支撑设计轴力值1800KN,单根支撑预加轴力800KN。

钢支撑施压时将2台200t液压千斤顶吊放入活络头顶压位置,其两台千斤顶必须对称平行安放。施加预压轴力时

应注意保持两个千斤顶对称同步进行,预压轴力应分级匀速施加,重复进行,每级施加压力不得超过600kN,且活络头楔入钢楔的空隙不得超过70mm。每级压力施加完毕,在活络头中楔入36mm厚钢楔,楔紧并焊接牢固。当预加轴力达到设计预加轴力时,再次检查各连接点的情况,必要时应对节点进行加固,待预加压力稳定后锁定,在活络头中楔紧钢楔并焊接牢固,然后回油松开千斤顶解开钢丝绳完成该根支撑的安装。

3 结语

本工程基坑西侧位于在建地铁50m控制线内,因此采用“地下连续墙+两道内支撑”支护对本工程的基坑安全性有很好的保证,同时能减少基坑土方开挖量,对工程日后的地下空间也有一定的保护作用。基坑工程分三区进行施工,西侧近地铁区域围护体采用800mm地下连续墙,其余侧采用 $\Phi 900@1100$ 灌注桩+三轴搅拌桩止水帷幕;设置两道支撑,一区两道支撑均为钢筋混凝土支撑;二区、三区第一道支撑采用混凝土支撑,第二道支撑采用钢支撑,近地铁保护区辅以坑内加固措施。

新建总部经济中心(创新大厦)在土方开挖和地下结构施工期间,基坑和邻近地铁隧道未发生监测数据预警情况,各监测项目数据变化在可控范围内。至基坑底板封闭,各项监测数据已趋于收敛;截至当前,地下结构顶板已完全封闭并回填,监测数据已稳定。

超深地连下连续墙在长江入海口冲击平原南通区域富水砂层地质条件下的沉槽施工,控制泥浆、垂直度、槽段接头以及槽壁稳定性等施工工艺,是保证在砂性土成槽中避免各种不安定事故发生的有力技术保障。施工时,在地下连续墙施工方案中作出可行性、合理性、经济性的最佳结合,同时满足工程质量及与施工进度的要求,且必须确保各项技术指标的控制。对在复杂地质条件下的施工工艺进行研究,合理使用机械,使得机械投入和工期达到最优,从而达到节约成本,缩短了工期的效果,减轻后期施工进度的压力。

参考文献:

- [1] 蒋家,胡小克,李林骏,等.基坑围护地下连续墙施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21): 29-30.
- [2] 张航,湛小丽.地下连续墙在某地铁车站基坑围护中的应用分析[J]. 安徽建筑, 2021, 28(1): 77-78, 85.
- [3] 张荣旺,柴晓峰.地下连续墙围护施工在深基坑中的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2014(28): 209-210.