

# 超深地连墙施工方法研究

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]** 本文以扬子科创中心三期项目为例, 重点介绍了在长江漫滩地质情况下, 砂层较厚地层中成槽作业, 两墙合一地下连续墙结构垂直度要求高, 施工时在地层变化时容易产生错位, 卵石层易缩径塌孔。针对上述重难点问题, 从设备选型、工艺参数制定等一系列方面采取的针对性方法, 解决逆作法超深基坑地连墙施工中的问题。主旨介绍处理难点的办法, 取得的施工作用, 最终质量满足相关技术要求的情况下完成了本项目, 为类似地质情况中的地连墙工程施工提供一定的参考。

**[关键词]** 长江漫滩; 超深地连墙; 钢筋笼起吊; 地连墙施工故障处理; 防渗

DOI: 10.33142/ec.v6i7.8888

中图分类号: U231+3

文献标识码: A

## Research on Construction Method of Ultra Deep Ground Wall

LI Wanquan, LI Xia

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

**Abstract:** This article takes the third phase project of the Yangzi Science and Technology Innovation Center as an example, focusing on the geological conditions of the Yangtze River floodplain, where slot forming operations are carried out in thick sand layers, and the verticality of the underground continuous wall structure with two walls in one is required to be high. During construction, it is easy to cause misalignment when the strata change, and the gravel layer is prone to shrinkage and collapse. In response to the above-mentioned key and difficult issues, targeted methods have been adopted from various aspects such as equipment selection and process parameter formulation to solve the problems in the construction of super deep foundation pit connecting walls using reverse construction methods. The main idea is to introduce the methods for handling difficulties, the construction effects achieved, and the completion of this project with the final quality meeting relevant technical requirements, which provides a certain reference for the construction of diaphragm walls in similar geological conditions.

**Keywords:** Yangtze River floodplain; ultra deep ground connection wall; lifting of steel reinforcement cage; troubleshooting of construction faults of underground connecting walls; seepage prevention

### 引言

伴随着我国城市化建设的不断深入发展, 向地下要空间的趋势越来越明显。本文结合扬子科创中心三期项目地下连续墙在长江漫滩软土地基中的成功实践, 对长江漫滩地质中地连墙施工机械设备和关键技术进行分析, 为同类项目可以提供一定的针对的、高效的、成熟的施工方法借鉴。

### 1 工程概况

#### 1.1 项目概况

本项目位于南京市江北新区长江漫滩区域, 总用地面积 1.1 万 m<sup>2</sup>。其中主楼 34 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: 塔楼区主体上部结构开始向上施工, 地下室向下逆作开挖, 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, 然后地上结构施工直至 34 层结构封顶。

项目基坑支护结构为两墙合一的地下连续墙, 墙宽为 1000-1200mm, 基坑周长 382m。其中 1000mm 厚地墙 53 幅, 1200 厚地墙 9 幅, 墙深 61.7m。幅间连接采用工字型钢抗剪接头。在长江漫滩地区的挖土深度具有代表性。

### 1.2 地质概况

本项目岩土体划分为 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 层杂填土。①2 层素填土。②2 层淤泥质粉质黏土夹粉土。②3 层粉砂夹粉土。②4 层粉细砂。②5 层粉质黏土。②6 层粉细砂。②7 层粉细砂。③1 层含卵砾石中粗砂。③2 层卵砾石。④1 层强风化泥质砂岩。④2 层中等风化泥质砂岩, 岩体强度较低, 手握可碎, 锤击易碎, 无回弹, 未揭穿。

### 2 地连墙成槽

#### 2.1 设备选择

本项目成槽设备选用 2 台宝峨 BG60 型成槽机, 抓斗设备具有剪切土体能力大, 提升拉力大, 成槽垂直度自控调节效率高的优势, 成槽效率可以保证进度要求, 进度满足设计规范要求。项目 2 台设备成槽最终历时 65 天完成 62 幅墙体施工。

#### 2.2 重车道、导墙、钢筋平台

导墙采用了常规翼缘整体现浇钢筋砼结构。地下连续墙存在转角幅槽段, 而设备抓斗张开跨度为 2.8m, 为解

决转角幅尺寸与抓斗尺寸不符矛盾,考虑转角处导墙沿地连墙轴线方向外放尺寸(外放 20~50cm 不等)。施工内环重型路便道采用 C30 级混凝土浇筑,设置 14m 宽与厚度 25cm,双层双向螺纹钢 16@200。现场设置了 2 处钢筋笼制作平台。

### 2.3 泥浆控制

泥浆制拌选用产地性能良好的膨润土,制拌的泥浆具有良好物理性能、化学稳定性较好,并掺入适量的黄黏土,使泥浆的护壁稳定性更高。考虑砂层较厚,本工程在施工时将根据试成孔情况如有需要可采用 ZX-250 型除砂器。

新鲜泥浆配方参考方案:根据本项目地下连续墙槽段可知,地下连续墙最深的槽深为 60.7m 左右,故本项目泥浆护壁控制到②7 层灰色粉质黏土夹黏质粉土。考虑地层情况,新浆配合比和新浆性能参数如下:膨润土(10%~12%);增黏剂 CMC(0%~0.05%);纯碱 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>(0%~0.5%)。泥浆性能在施工期间还是有一定失水和离析情况发生,现场制拌泥浆时还掺入性能较好黄黏土(比例 5%~8%)。

表 1 新拌制泥浆性能指标

项次	项目	性能指标	检验方法
1	比重	1.05-1.10	泥浆比重秤
2	黏度	20-35s	500 毫升漏斗法
3	胶体率	>98%	量筒法
4	失水量	<30ml/30min	失水量仪
5	泥皮厚度	<1mm	失水量仪
6	pH 值	8-9	pH 试纸
7	含砂率	<7%	洗砂瓶

### 2.4 泥浆储存池设置

泥浆储存采用半埋式砼浇筑泥浆池。泥浆池的储存量应满足成槽施工时的泥浆用量总量(包括新制、循环、废弃等浆液储存)。

泥浆池容量的统计:

$$Q_{\max} = n \times V \times k \quad (1)$$

$Q_{\max}$ : 泥浆池最大容量,单位为 m<sup>3</sup>;

$n$ : 每个泥浆池同时成槽的单元槽段,数量为 1;

$v$ : 单元槽段的最大挖土量(地墙成槽厚度为

1.2/1.0m,成槽最大深度约 62m,幅宽为 6.5m),最大按  $V=500\text{m}^3$ ;

$k$ : 泥浆富余系数,本工程取  $k=1.5$ ;

故泥浆池最大需要储存量约 750m<sup>3</sup>,同时考虑循环泥浆的存贮和废浆存放。本项目施工期间,泥浆池的容量设计为 1000m<sup>3</sup>,另外设拌制新泥浆的拌浆池 1 个容积为 9m<sup>3</sup>的和 1 个容积废浆池为 40m<sup>3</sup>。

## 3 钢筋笼吊装安放

### 3.1 吊装总体计划

本项目最重钢筋笼为 1200mm 后槽段,笼长 61.7m,笼重约 80 吨(主+副笼 73+7 吨),采用分节吊装,孔口主

副笼对接完成后下放。按最大情况进行验算吊车把杆高度。

在钢筋笼吊装时,主、副吊同时作业,采用两台履带起重吊车,先将双机水平抬起钢筋笼,再在空中升降主副吊吊钩,使钢筋笼沿长边转至竖直 90°,副吊收勾驶离,主吊悬吊钢筋笼移步到施工为止放入槽内。吊机配备:采用一台 400T 为主吊、一台 280T 为副吊,主笼采用 14 点吊,副笼采用 8 点吊。

表 2 钢筋笼吊装机具及材料

序号	名称	规格/型号	数量	用途
1	履带吊	SCC4000, 主臂 78m	1 台	主吊
2	履带吊	中联 QUY280, 主臂 57.2m	1 台	副吊
3	扁担梁	120T	1 根	主吊扁担
4	扁担梁	80T	1 根	副吊扁担
5	钢丝绳	6×37、Φ52mm、8m	2 根	主吊扁担梁上方钢丝绳
6	钢丝绳	6×37、Φ52mm、16m	2 根	主吊扁担梁下方钢丝绳
7	钢丝绳	6×37、Φ52mm、9m	2 根	主吊扁担梁下方钢丝绳
8	钢丝绳	6×37、Φ50mm、8m	2 根	副吊扁担梁上方钢丝绳
9	钢丝绳	6×37、Φ32mm、132m	2 根	副吊扁担梁下方钢丝绳
10	滑轮	单门 55T	2 只	主吊主滑轮
11	滑轮	单门 35T	2 只	主吊副滑轮
12	滑轮	四门 45T	4 只	副吊滑轮
13	卸扣	55T	4 只	主吊滑轮连接
14	卸扣	30T	4 只	主吊点
15	卸扣	15T	10 只	副吊点

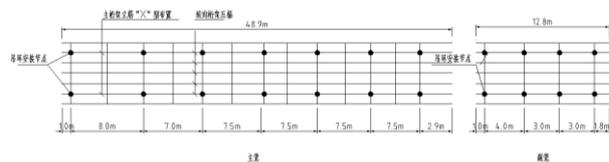


图 2 主笼吊装吊点布置示意图

### 3.2 吊装步骤

按照设计图纸,本工程地下墙钢筋笼有三种形式,“一”型、“L”型、“扇”型,异形槽段钢筋笼与“一”型采用相同的起吊方式。钢筋笼使用一台 400t 履带吊和一台 280T 履带吊共同抬吊翻身,最后用 400t 吊机吊装就位,由于钢筋笼分节吊装,先将副笼吊装就位,再起吊主笼与副笼对接,对接完成后整体下放。

首副试吊。先根据计算的主副机吊点设置进行试吊,两吊车同时起吊将钢筋笼吊起离开平台 30~40cm,指挥人员观察钢筋笼状态,钢筋笼平稳一段时间(2-5 分钟)无明显变形可继续起吊完成吊装。如发现变形较大,钢筋笼立即放

回平台,分析变形情况,然后进行加固和调整吊点位置,重新起吊。依据经验首副钢筋笼吊情况,根据实际情况调整吊点布置、桁架布置、桁架规格设置等进行适当调整。

#### 4 混凝土浇筑

a 混凝土初灌量:混凝土初灌量应满足浇筑后导管埋在混凝土液面至少 1m。

b 初灌量计算:选以 6.5m 槽宽, 1.2m 槽厚为参数:  
 初灌量  $\geq 6.5 \times 1.2 \times 1.5 = 11.7 \text{m}^3$

经验做法:现场至少有 3 车约  $30 \text{m}^3$  混凝土,方可开始浇筑混凝土。开始浇筑后,罐车不间断地向灰斗内供混凝土。

##### c 混凝土浇筑控制要点<sup>[6]</sup>

(1) 地墙混凝土的级配肯定要满足设计结构强度要求,并且还要满足规范施工要求,到场商砼检查其是否具备良好的和易性和流动性。混凝土现场要进行坍落度实验,按区要求才能进行浇筑施工。

(2) 在同一槽段内同时使用两根导管灌注时,其间距不应大于 3m,导管距槽段接头不宜大于 1.5m。开始灌注时,导管底端距槽底不宜大于 500mm;混凝土面应均匀上升,各导管处的混凝土表面的高差不宜大于 0.5m,混凝土须在终凝前灌注完毕。

(3) 混凝土灌注采用导管法施工,导管选用 D250 的圆形螺旋快速接头类型。用混凝土浇筑架将导管吊入槽段规定位置,导管顶部安装方形漏斗。

(4) 混凝土面的上升速度不应小于 2.0m/h,导管埋入混凝土内深度宜为 2~6m。

(5) 混凝土浇筑前,须在导管内放置隔水栓后方可开始浇筑混凝土,浇筑过程必须连续。

(6) 在混凝土浇筑前要测试坍落度,在浇筑过程中做好混凝土试块。

按照相应规范要求,地下连续墙施工时,每幅单元槽段灌注混凝土总量在  $500 \text{m}^3$  以内,应留置 5 组抗压强度试件,超出部分每  $100 \text{m}^3$ ,混凝土增加一组;每 1 幅混凝土应留置 1 组抗渗试件。

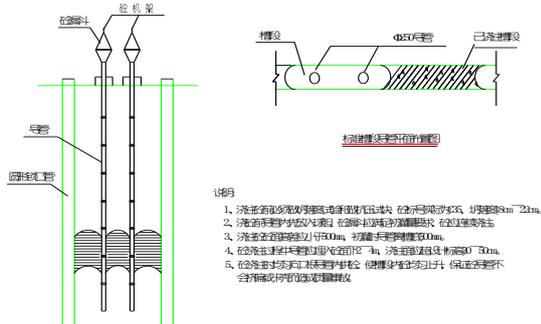


图 3 混凝土浇筑示意图

#### 5 结论

本文仅以扬子科创中心三期项目为出发点,局限地讲述了本项目施工过程中一些控制办法和方法,整理过程中作者也作了如下思考:

(1) 地连墙施工,在做好墙体施工质量控制前提下。接头处还是会有连接瑕疵,无论是工字钢、十字钢板、或柔性连接,都会有一定处理不到位问题,导致渗水情况发生。本项目地连墙是两墙合一,接头是工字钢,每处接头处墙外侧设置  $\Phi 1000$  双高压旋喷桩 2 根搭接 300 作为补强。

(2) 混凝土浇筑采用双导管或三导管同时浇筑,但因为施工作业面关系,很难做到几根导管同时浇筑,并控制混凝土浇筑面同时上升,如出现混凝土浇筑液面标高控制高度不一,就会出现夹渣情况,导致墙体混凝土质量欠佳,开挖后墙面渗水情况发生。

(3) 地连墙施工,一般需要预埋较多配件,以满足后期主体结构与地连墙对接。但地连墙施工期间,因为,人员施工误差、垂直度偏差、施工中的障碍物影响钢筋笼下放等问题,往往导致预埋件使用成活率较低,在设计阶段是否可以将预埋件偏差尺寸考虑大一些,以利于后期预埋件尺寸有一定偏差还是可以使用。

##### [参考文献]

[1] 刘菊. 北京通州 ONE 项目地下连续墙施工技术研究[D]. 吉林: 吉林大学, 2016.

[2] 詹涛, 杨春勃, 安斌. 在泥质粉砂岩地层中采用双轮铣快速成槽施工技术[J]. 隧道建设中英文, 2018, 38(12): 2019-2025.

[3] 陈刚. 超深地下连续墙的抓铣结合成槽施工[J]. 建筑施工, 2014, 36(1): 6-7.

[4] 黄晓东. 复杂地段地下连续墙成槽施工技术[J]. 低温建筑技术, 2019, 41(3): 103-106.

[5] 尉胜伟. 复杂地质条件下超深基坑地连墙成槽施工技术研究[J]. 铁道建筑, 2010(2): 51-54.

[6] 许士杰. 浅谈变电站土建工程地下连续墙施工工艺与技术方法[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(4): 11-20.

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。