

浅析闹市区软土深基坑的设计及施工管理

蒋霆龙¹ 杜铮铮² 吉红波³

1 浙江工业大学土木工程学院, 浙江 杭州 310000

2 绍兴市建设工程质量安全管理中心, 浙江 绍兴 312000

3 浙江中成建工集团有限公司, 浙江 绍兴 312000

[摘要] 以古城入口改造提升工程深基坑为载体, 充分考虑环城北路、解放大道等城市主干道的交通导改, 合理组织基坑围护和土方开挖, 保证基坑安全性以及减少环境影响, 通过设置动态监测体系指导基坑安全施工, 取得了一定的经济和社会效益。

[关键词] 闹市区; 软土基坑; 深基坑施工; 基坑监测

DOI: 10.33142/ec.v4i9.4477

中图分类号: TU753

文献标识码: A

Brief Analysis of Design and Construction Management of Soft Soil Deep Foundation Pit in Downtown Area

JIANG Tinglong¹, DU Zhengzheng², JI Hongbo³

1 Zhejiang University of Technology College of Civil Engineering, Hangzhou, Zhejiang, 310000, China

2 Shaoxing Construction Engineering Quality and Safety Management Center, Shaoxing, Zhejiang, 312000, China

3 Zhejiang Zhongcheng Construction Engineering Group Co., Ltd., Shaoxing, Zhejiang, 312000, China

Abstract: Taking the deep foundation pit of the reconstruction and upgrading project of the ancient city entrance as the carrier, fully considering the traffic guidance and reconstruction of urban trunk roads such as Huancheng North Road and Jiefang Avenue, reasonably organizing the foundation pit enclosure and earthwork excavation, ensuring the safety of the foundation pit and reducing the environmental impact, and guiding the safe construction of the foundation pit by setting up a dynamic monitoring system, certain economic and social benefits have been achieved.

Keywords: downtown area; soft soil foundation pit; deep foundation pit construction; foundation pit monitoring

1 工程概况

古城入口改造提升工程位于绍兴市越城区繁华的解放北路与环城北路交叉口东南角, 西临戴山中心小学, 南侧为住宅区, 由商业、酒店、城墙及地下车库组成, 地下两层、地上两到四层, 总建筑面积为 43923m², 其中地下室 21678m²。本工程±0.000 标高, 相当于绝对标高 7.150 米(黄海高程), 场地整平后地面相对标高为-1.050m, 大部分开挖深度 9.05m, 局部坑中坑 10.55m。基坑底板面标高为-9.400m, 底板垫层底标高为-10.100m, 局部承台处挖至-10.500m, 电梯井开挖至-11.600m。基坑总开挖面积约 11800m², 基坑周长约 440m, 基坑安全等级为一级。

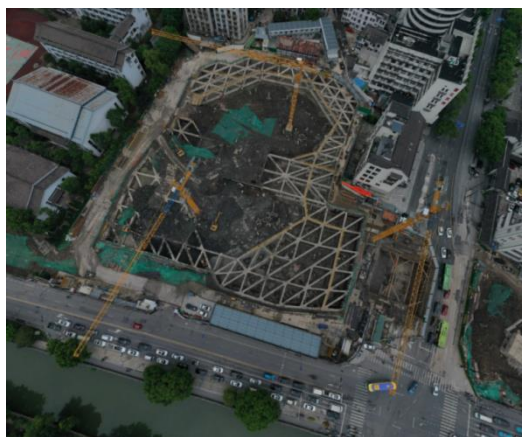


图1 基坑周边环境实景

2 地质情况

根据浙江山川有色勘察有限公司出具的《古城入口改造提升项目解放路东侧区块工程勘察报告》:

场地地貌冲海积平原区地貌。原始场地为拆建用地,整体地势平坦。场区绝对标高在 5.6m~6.1m 之间,相对高差 0.5m。

根据外业勘探、室内土工试验,结合场地土成因类型,场地勘探深度范围内沿途层可划分为 6 个工程地质层。区内地表水主要为北侧的环城河,对工程影响较小。基坑开挖深度影响范围内土层物理力学参数(见表 1)。

表 1 土层物理力学参数

层号	层名	孔隙比 e_0	厚度(m)	含水量 (%)	重度 (kN/m^3)	内聚力 (kPa)	内摩擦角 ($^\circ$)	渗透系数 (cm/s)
1	杂填土	/	1.3~6.5	/	18.0	12.0	10.0	/
2	粉质粘土	0.912	0~3.3	31.87	18.9	24.4	15.0	$2.95\text{E}-7$
3	淤泥质粘土	1.373	2.9~12.8	48.19	17.2	9.9	8.0	$1.57\text{E}-7$
4	粉质粘土夹粉土	0.844	0~14.4	29.85	19.2	32.8	17.8	$4.00\text{E}-6$
5	粘土	1.113	0~21.8	39.71	18.1	23.5	14.2	$2.87\text{E}-7$

基坑开挖影响深度内地下水主要为孔隙潜水,地下水位埋深在 1.0~2.30m 之间(标高在 3.91~6.06m, 6.06m 为靠戴山公园、基坑范围外),系浅层孔隙潜水,主要赋存于浅部 1 层杂填土层中,以接受大气降水渗入为主补给,排泄途径以蒸发为主。

3 基坑围护设计

3.1 基坑支护设计特点

本工程地处绍兴市的繁华闹市区,地理位置特殊,基坑周边涵盖主要市政道路、居民住宅区及学校等特殊环境。基坑开挖范围内主要为淤泥质粘土的软弱地质条件,基坑支护设计存在如下特点与难点:

(1) 基坑开挖范围较大,平面形状不规则且开挖深度较深,最大开挖深度为 11.55m,控制基坑围护变形的协调难度大;

(2) 开挖深度范围内的主要土层为淤泥质粘土,该层土性较差,对基坑侧壁安全性影响较大,如何保证基坑支护稳定性难度大。

(3) 基坑东侧为戴山中心小学,南侧为住宅区,西侧及北侧均为市区的主要市政道路,基坑周边环境条件复杂,四周道路下埋各种管线繁多。周边环境对基坑变形非常敏感,为降低基坑施工的不良环境效应,基坑变形控制成为设计成败的关键。

(4) 基坑施工涉及面广、施工工序交叉多,基坑支护在满足支护系统的承载力、稳定性及变形要求的同时,还必须充分考虑基坑止水排水、土方分区开挖及地下室交叉流水作业的合理性和科学性。

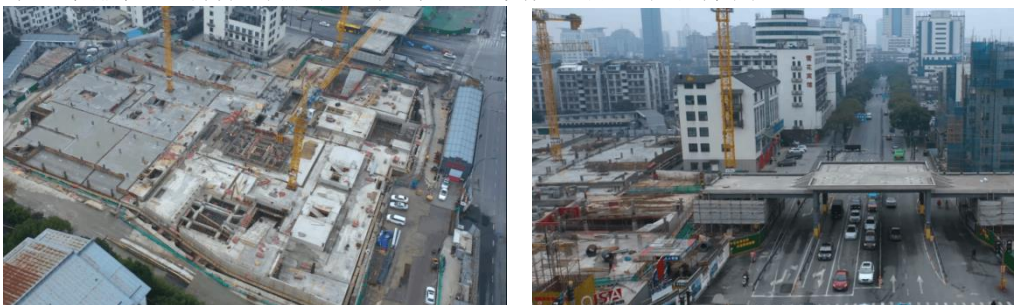


图 2 地下室顶板完成后实景

3.2 支护结构设计

3.2.1 剖面设计

基坑计算开挖深度 9.25m,支护结构采用 $\phi 900@1100$ 钻孔灌注桩,外侧设置双排 $\phi 700@500$ 水泥搅拌桩止水帷幕,危险剖面处设 8 排 $\phi 700@500$ 高压旋喷桩格栅状加固。按照地勘报告地质剖面分布,灌注桩排桩的支护桩长分为 25.25m、

23.25m 和 22.75m 三种，其插入深度分别为 16m、14m、14m，桩端持力层为 5-1 粘土。图 3 为基坑典型支护剖面。

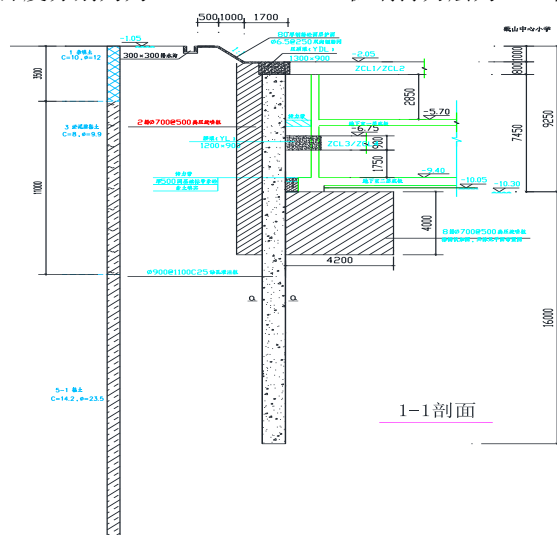


图 3 典型支护剖面图

3.3.2 水平支撑设计

本工程设置两道水平支撑，采用钢筋混凝土支撑体系，压顶梁采用 C30 的钢筋混凝土，支撑布置采用对撑、角撑加四周边桁架，以控制基坑变形并保证支撑的整体稳定性，钢筋混凝土支撑采用一次性拆除的方式，即等基础底板及周边换撑板带施工完毕并达到设计强度后即可拆除，在水平支撑上按施工进度要求尽量采用对称拆除的方法，优先拆除整个支撑的四周角撑部分，然后再拆除中间支撑，使整个水平支撑形成轴力和应力逐步对称释放，确保拆撑时基坑围护的整体稳定，有效防止因部分支撑拆除后应力突然释放而造成基坑围护突发事件的发生。

3.3.3 竖向支撑设计

在施工中竖向支撑体系承受着较大的荷载，应对其质量进行重点控制。本工程中采用临时钢立柱作为水平支撑系统的竖向支撑构件。临时钢立柱采用 4 \angle 140 \times 14 焊接而成，所用角钢材质为 Q235，制作钢格构柱时，四根角钢用 $-470\times 200\times 12$ 缀板焊接成整体，缀板间距 500；钢格构柱与立柱桩钢筋笼焊接成整体，伸入桩身长度 $\geq 2.5\text{m}$ ，搭接采用间断焊接法，每段焊接长度为单面焊 $L=100\text{mm}$ ，焊缝间距 200mm，焊缝高度 8mm；在穿越底板的范围内设置 5mm 止水片。立柱桩钢筋笼就位及立柱桩混凝土浇筑过程中，应注意钢格构柱水平位置和垂直度的调整，垂直度偏差不大于 0.5%，以确保钢格构柱的施工质量。



图 4 竖向支撑工况图

4 土方开挖施工

由于本基坑存在挖土深度较大，土质状况差及且基坑施工处于雨季等较多不利影响因素，同时考虑环城北路、解

放大道主干道车流量大且地下管线多,土方开挖必须严格遵循“分层、分块、小空间、对称开挖”的原则,严禁一次开挖过深。总体分为8个区块、三层进行施工。

4.1 施工流程

围护桩、高压旋喷桩施工及养护→第一层土方开挖(-1.05m~-2.95m)、喷射砼、压顶梁及内支撑施工→第一道压顶梁及内支撑养护→第二层土方开挖(-2.95m~-7.75m)、腰梁及内支撑施工→第三层土方开挖、留土300mm人工挖除

4.2 第一层土方开挖

第一层土方开挖从-1.050开挖至-2.950米,基坑划分为8个区块。整个基坑从南向北开挖,把1、2、3、4、5、6区域的压顶梁及水平支撑的工作面挖出,施工压顶梁及水平支撑梁,在水平支撑施工及养护期间接着开挖7、8区中心岛土方。

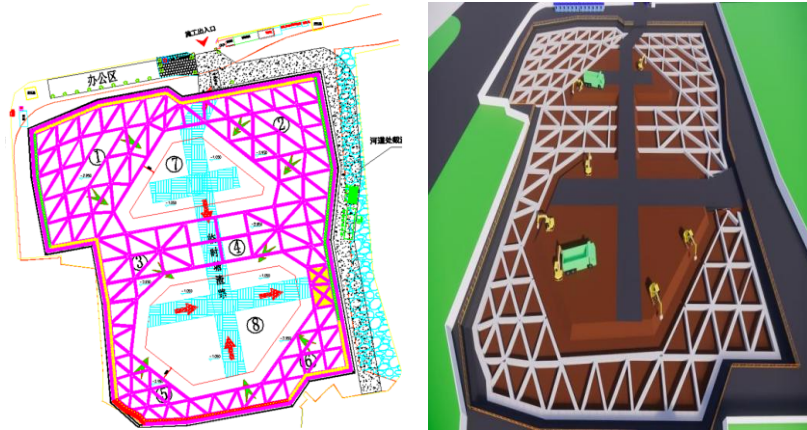


图5 第一层土方开挖平面布置示意图

4.3 第二层土方开挖

待第一道支撑体砼强度达到设计强度后,第二层土方开挖从-2.950米开挖至第二道腰梁及水平支撑-7.750m,整个基坑由北向南开挖,把1、2、3、4、5、6区域的第二道腰梁及水平支撑工作面挖出后施工冠梁及水平支撑,支撑施工顺序按土方开挖顺序;在腰梁及水平支撑工作面施工及养护期间接着开挖7、8中心岛土方。

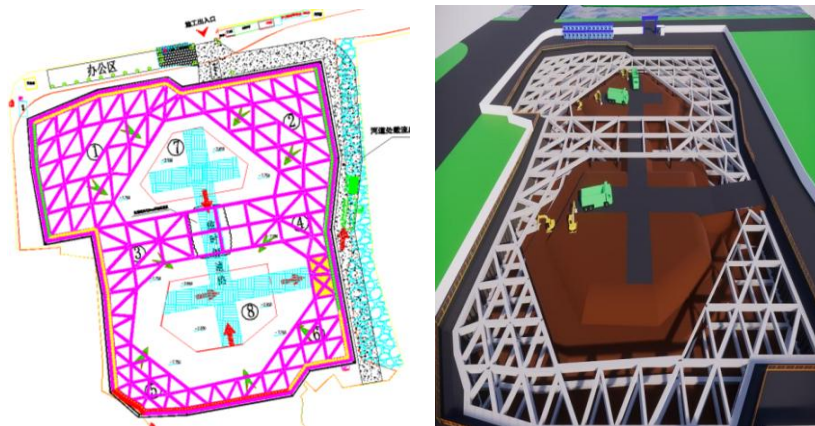


图6 第二层土方开挖平面布置示意图

4.4 第三层土方开挖

待第二道支撑体砼强度达到设计强度后,第三层土方开挖从-7.750米开挖至基底-10.100、-10.500m(其中坑底留土300mm采用人工开挖);基坑底保留30cm土方采用人工开挖。电梯井及超深部位用机械带挖1.5米,剩下土方采用人工开挖,塔吊运出。此次挖土挖到了坑底,所以要准备充分,从组织管理、人员落实、测量放线等均要做好充分的准备。考虑到后续的施工,此次划分要以后浇带为分界线进行开挖。

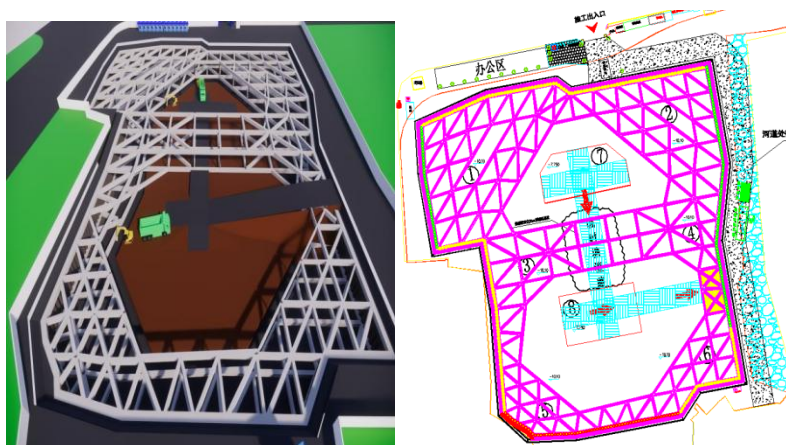


图7 第三层土方开挖平面布置示意图

5 基坑监测

基坑监测对于基坑施工有着重要意义,能够及时反映各施工阶段基坑围护体系、基坑内土体、基坑周边土体的变形,有效防范施工风险,并能通过与实测数据与理论数据的对比进行分析研究。

本工程基坑四周设置位移监测孔 14 个,孔深 28m。水位监测孔 14 个孔深 28m,支撑梁设轴力监测应力计 16 对,每层 8 对。坡顶及围护桩顶设置 17 个沉降监测点,立柱桩顶设置 37 个沉降监测点。基坑开挖过程中,检测人员每日早晚按相同的路线和方法进行观测,并在挖土至坑底时增加观测次数到四次。

通过基坑监测可以动态对施工环境进行及时了解,对地下结构、周边建筑及四周道路管线在整个施工过程中受到的影响产生及时反馈,能够及时预报险情,确保了整个基坑一直处于安全可控状态。

6 总结

处于闹市区的古城入口改造提升工程基坑支护设计严格遵守相关法律法规,同时充分考虑了周边交通、环境等要素的影响。深基坑施工过程中精心组织,从支护结构施工、降排水及土方开挖三个方面分别采取相关措施减小对周围环境的影响,对被影响的解放大道地下管线采取托换架空等防范措施,确保在基坑开挖与地下室施工阶段的绝对安全。本工程建成后在文化旅游方面为城市建设增砖添瓦,同时在提高地区辨识度与城市风貌等方面也起到了积极的作用。

[参考文献]

[1]张国振.浅析施工现场基础工程质量控制和深基坑施工安全控制[J].四川水泥,2021(5):167-168.

[2]王国均.建筑工程施工中深基坑支护的施工技术管理[J].建材发展导向,2021,19(8):105-106.

作者简介:蒋霆龙(2001.2-),男,绍兴人,汉族,在读本科,土工工程专业。