

非对称受力条件下的深基坑支护设计与实施经验

任 东

(西安世园城市开发建设有限公司, 陕西 西安 710024)

摘 要: 在片区开发过程中,地下空间往往连接为整体,而实际各相邻地块开发进度又有所不同,导致出现后期实施的深基坑围护结构所受水土压力不对称。现以软土地区某工程案例为依据,分析在非对称受力条件下深基坑的设计要点和后期实施效果。其成果可为其它相似工程作参考。

关键词: 非对称;深基坑;支撑形式;监测

中图分类号: TU473.2

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)12-0122-03

1 工程概况

某开发区位于国家级开发新区中心商务区的核心地带,东、西、南三面由某河下游的弯道围合呈“半岛”状,总规划建筑面积约 900 万 m^2 。其中中央商务区起步区位于该区域中西部,总规划建筑面积约 200 万 m^2 。起步区一期包含十四个地块(项目)同步开发,分别为特大型金融写字楼、酒店式公寓,以及国际会展中心等,每个地块均设置三~四层地下室,地块间为地下商业街或者通过地下连通道相连接。根据开发流程,上述十四个地块同时开发,地下结构完成后实施南、北车库。其中南车库(3-30 地块)位于地下结构已经实施完成的 3-25、3-26 地块南侧,基坑东西向 233 m,南北向 116 m,周长约 700 m,占地面积 2.8 万 m^2 ;整体设置四层地下室,基坑开挖深度 18.2 m,如图 1 所示。除北侧紧邻已施工完成的建筑物外,东侧、南侧及西侧均为空旷场地,3 倍基坑深度范围内无建筑物。

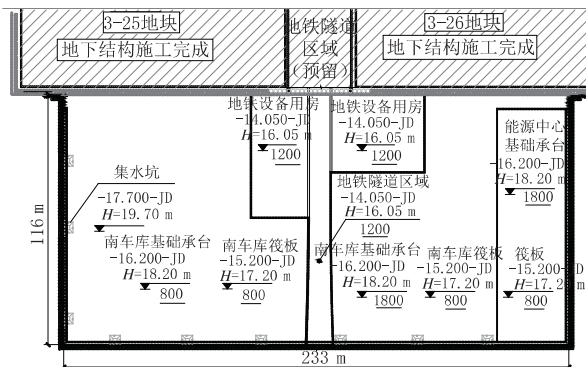


图 1 基坑相对位置及开挖深度示意图

收稿日期: 2021-04-02

作者简介: 任东(1977—),男,硕士,高级工程师,从事工程项目管理工作。

2 基坑支护设计

2.1 场地工程地质及水文地质

拟建场地为空地,地势较平坦,属冲积、海积低平原。两地块地质条件相近,土层自上至下依次为人工填土层(杂填土、素填土)、第 I 陆相层(黏土)、第 I 海相层(淤泥质黏土、粉质黏土、淤泥质黏土、粉质黏土)、第 II 陆相层(粉质黏土)、第 III 陆相层(粉土、粉砂)及第 II 海相层(粉砂)^[1]。其中场地浅层分布的较厚的高含水量、高压缩性极软弱的淤泥质黏土对支护结构受力不利。各土层物理力学性质指标详见表 1 所列。

场地上层为潜水含水层,静止水位埋深约 1.0 m;承压水含水层位于地下 25~60 m 范围内的粉土、粉砂层,经实测水头埋深约 9.0 m,基坑抗突涌稳定性计算满足规范要求,无须对承压水采取处理措施。

2.2 工程重点、难点分析

该工程属超大、超深基坑,地质条件复杂,地下水位高且开挖范围内分布有深厚的软土层。如何保证基坑工程的顺利实施并降低基坑开挖对周边环境的影响是基坑支护设计要解决的重点问题。

根据图 1 可知,该工程地下室与北侧地块的地下结构紧邻,该地块地下三层,埋深浅于该工程,且已施工完成。设计及实施阶段需考虑北侧支护结构无土压力导致的南北向受力不均问题;同时,止水帷幕无法闭合导致的渗漏水风险也是该工程需要解决的难点。

2.3 基坑支护设计方案

结合前期项目的实施经验、工程地质及周边环境条件并针对要解决的重点和难点问题,基坑支护设计从挡土结构、止水帷幕及水平支撑三方面进行选型分

表 1 场地内主要土层物理力学指标统计表

层序	层名	厚度 /m	重度 $\gamma/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-3})$	$\varphi/(^{\circ})$	C/kPa	渗透系数	
						$K_v/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$	$K_h/(\text{cm}\cdot\text{s}^{-1})$
1a	杂填土	0.50~2.00	18.0	18	0	—	—
1b	素填土	0.50~1.50	18.0	18	0	—	—
4	黏土	0.60~1.50	18.7	6.5	14	1.0×10^{-8}	2.0×10^{-8}
6a	淤泥质黏土	1.50~5.00	18.2	5.6	8.34	1.5×10^{-7}	2.5×10^{-7}
6b	粉质黏土	3.00~6.00	18.72	15.59	12.44	3.0×10^{-6}	3.0×10^{-5}
6c	淤泥质黏土	4.80~8.00	17.69	6.29	10.08	2.5×10^{-7}	3.0×10^{-7}
6d	粉质黏土	1.00~3.00	19.64	15.6	13	6.0×10^{-6}	4.5×10^{-5}
7	粉质黏土	1.50~3.00	19.46	16.8	14.9	2.0×10^{-6}	2.5×10^{-6}
8	粉质黏土	2.00~4.00	20.35	15.84	14.24	2.0×10^{-6}	3.0×10^{-6}
9	粉砂、粉土	7.70~10.50	20.1	29.74	3.77	2.5×10^{-5}	4.0×10^{-5}
10	粉砂	12.20~16.00	20.39	31.7	3.51	1.0×10^{-4}	2.0×10^{-4}

析、对比并确定设计方案。

(1)挡土结构:考虑该工程基坑开挖深度大,土层力学指标差及东、南、西三侧空旷等因素,对地下连续墙和钻孔灌注桩两方案分别进行计算和经济性分析后,确定采用变形相对较大但造价较低的钻孔灌注桩作为挡土结构。其中,北侧紧邻施工完成的3-25、3-26 地块,利用现有支护桩。

(2)止水帷幕:基坑开挖深度 18.6 m,结合地层条件及施工机械能力,该工程东、南及西侧采用三轴搅拌桩作为止水帷幕,桩长 26 m,隔断含水层。考虑到北侧地块地下室外侧有完整的止水帷幕,围护桩地下室外墙之间的操作空间的水主要来自降水和帷幕的少量渗漏水,其水量有限,因此在该工程开挖过程中将暴露出的北侧地块围护桩间采取挂网喷浆措施,以起到护壁挡土的作用。

(3)水平支撑:为避免临时支撑结构对北侧地下室外墙产生不利影响,基坑竖向设置的水平支撑标高应与结构楼板或底板一致,保证水平向受力明确,避免地下结构外墙受力过大而损坏。该基坑工程竖向仅能设置两道水平支撑并对应北侧结构板,南北向支护剖面图如图 2 所示。根据剖面计算结果,第二道支撑围压标准值达 860 kN/m,因此采用钢筋混凝土材料作为支撑杆件。

基坑平面形状呈矩形,考虑南北向受力不均,水平支撑平面采用了对撑+角撑的布置形式。该形式下各杆件受力明确,且传递到北侧地下结构上的推力相对均匀。为避免北侧已施工完成的建筑物因受该工程水平支撑的推力导致倾斜,对北侧地块地下结构部分楼板缺失区域进行临时加固后保证其整体性,并将支撑推力传递至对应侧的土体之上。图 3 为支撑平面布置图。

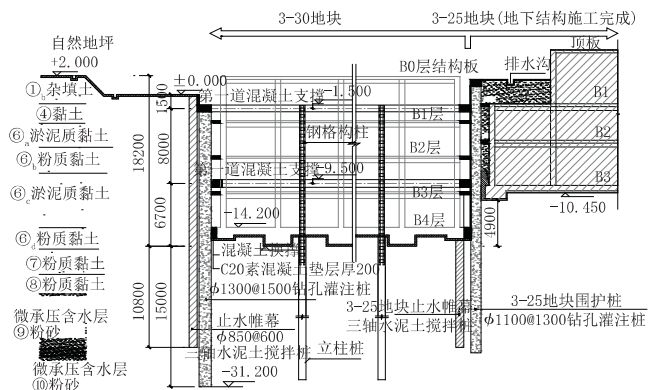


图 2 南北向支护剖面图(单位:mm)

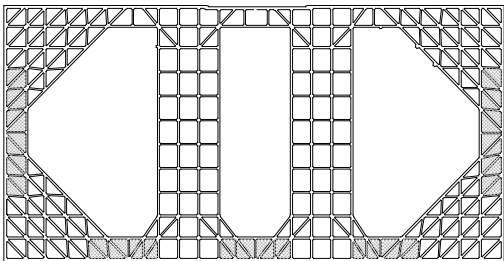


图 3 支撑平面布置图

3 实施及监测数据

3.1 工程实施

该工程采用对撑、角撑结合边桁架的支撑方案,每道支撑施工时,应首先形成中部对撑体系,以控制基坑中部变形。如图 4 所示,土方开挖按照分区、分块、对称、平衡地进行,待每道支撑全部形成并达到设计要求的强度后,才可向下开挖下层土体^[2-3]。为尽量减少水平支撑对北侧现有结构的不利影响并降低基坑围护结构水平变形,土方开挖按照由北向南、由中间向两端退挖的原则进行实施,现场实施之实景如图 5 所示。

3.2 监测数据

基坑开挖过程中加强对北侧现有结构的变形监

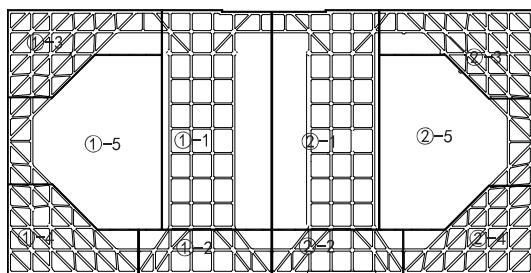


图4 土方开挖分块示意图



图5 现场实施之实景

测及桩身测斜监测,并对比东、西侧与南侧的变形数据,如图6所示。经持续观测发现,在南北侧土压力不对称条件下的桩身变形与其它两侧并无明显差别;北侧地下结构整体性较强,亦未发生明显水平位移,整体实施效果良好。

4 结 语

通过对监测数据的分析,可得出如下结论:对所受土压力不对称的深基坑,支护设计上应采用受力

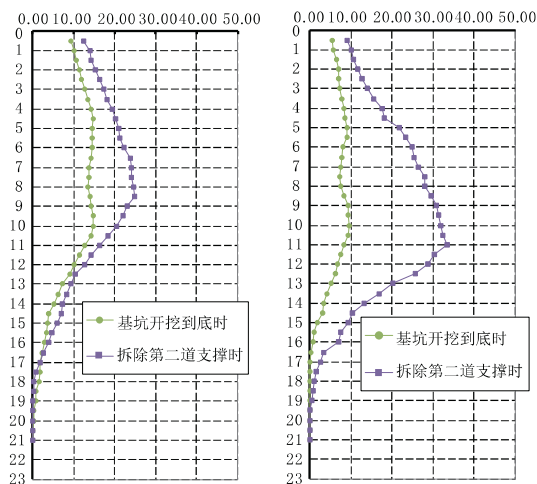


图6 典型桩身测斜曲线图(西侧与南侧)

明确的支撑体系;土方开挖应按照由内向外退挖的原则后,围护结构变形及对周边环境的影响与常规深基坑差别不大;在保证邻近地下结构整体性的前提下,作用于其上的水平支撑力不会对其产生较大影响。

参考文献:

- [1] 岩土工程勘察报告[R].
- [2] 刘国彬,王卫东.基坑工程手册[M].第二版.北京:中国建筑工业出版社,2009.
- [3] JGJ 120—99,建筑基坑支护技术规程[S].

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com