

微型桩桩顶与基础相连的支护方法在 紧邻建筑物基坑中的应用

刘运涛¹, 柳向东¹, 郑成河²

(1. 天津市天友建筑设计股份有限公司, 天津 300384; 2. 天津市地质工程勘察院, 天津 300191)

摘要: 紧邻建筑物的基坑因空间十分狭小, 支护难度很大。结合天津一个基坑工程, 介绍了一种微型桩桩顶与基础相连的支护方法。工程实践表明, 该方法能够有效控制支护结构水平位移, 保证支护结构安全, 减小对紧邻基坑的建筑物的影响, 降低基坑支护造价, 施工便捷, 对紧邻建筑物的基坑工程具有一定的借鉴意义。

关键词: 软土地区; 基坑支护; 微型桩; 紧邻建筑物基坑

中图分类号: TU473.2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2015)06-0063-03

Application of Retaining Method by Micro-pile Top Connected with Foundation in the Foundation Pit Adjacent to Buildings/LIU Yun-tao¹, LIU Xiang-dong¹, ZHENG Cheng-he² (1. Tenio Tianjin Architecture and Engineering Co., Ltd., Tianjin 300384, China; 2. Tianjin Geo-engineering Investigation Institute, Tianjin 300191, China)

Abstract: For being adjacent to buildings, the retaining is very difficult in narrow foundation space. Based on a foundation pit engineering in Tianjin, this paper introduces a retaining method, by which the micro-pile top is connected with the foundation. The engineering practice shows that the construction is convenient and the horizontal displacement of supporting structure can be effectively controlled to ensure the safety of supporting structure, reduce the influence to the adjacent building and reduce the cost of foundation pit.

Key words: soft soil area; foundation pit retaining; micro-pile; foundation pit adjacent to buildings

0 前言

随着城市化进程的加快, 城市建筑物越来越密集, 基坑与建筑物(拟建物)贴建的情况时有发生, 特别是无地下室的建筑物, 因紧邻建筑物的深基坑施工空间十分狭小, 可选择的基坑支护结构型式很少, 加之建筑物的特点及其基础型式的影响, 通常基坑支护设计难度很大。

基坑与紧邻建筑物施工顺序有3种情况: 一是建筑物在基坑施工完成后建设; 二是建筑物与基坑同时施工; 三是基坑在建筑物建成后施工。对于第一种情况, 基坑施工对紧邻建筑物的影响一般不大, 对于后2种情况, 为减小基坑施工对紧邻建筑物的影响, 保证紧邻建筑物及支护结构的安全, 基坑支护多采用地连墙(排桩)+内支撑或者桩锚的支护形式^[1-2]。当基坑深度不深时, 紧邻建筑物处的基坑支护形式可采用斜支撑^[3]进行局部处理, 但斜支撑在土方开挖及基础施工流程上不方便, 尤其基坑面积不大时, 施工极为不便; 虽然在天津软土地区加筋

水混凝土桩锚有成功应用的案例^[4-6], 但在邻近建筑物的基坑支护中, 加筋水混凝土桩锚需要全部打入建筑物基础以下土体中, 并要避开工程桩, 加筋水混凝土桩锚对建筑物桩基的影响尚不明确。

本文结合天津津南尚信园基坑工程实例, 介绍一种基坑与紧邻建筑物同时施工的支护处理方法——微型桩桩顶与基础相连的支护方法。该方法具有支护结构安全经济可靠、施工简单便利、对紧邻基坑的建筑物影响小的特点, 对紧邻建筑物的基坑工程具有一定的借鉴意义。

1 工程概况

1.1 基本概况

本工程基坑为1层地下车库, 车库内包括2栋31层住宅楼, 1栋30层住宅楼, 2栋28层住宅楼, 基坑西侧为4栋4~5层住宅楼和1栋售楼处, 其中售楼处已建成, 4栋住宅楼(1、3、5、7号楼)均采用桩基础, 桩基已施工完毕。

基坑平面尺寸约为 $166.7\text{ m} \times 128.5\text{ m}$, 面积约 17250 m^2 , 由于西侧多层住宅楼邻近基坑, 基坑深度可从基础垫层底考虑, 因此, 1、3、5、7 号楼 4 栋住宅楼处基坑实际开挖深度为 4.94 m , 其余区域基坑开挖深度 5.70 m 。

1.2 周边环境情况

基坑北侧地下室边线距红线约 5.7 m , 红线外为绿地, 东侧地下室边线距红线约 5.2 m , 红线外为绿地, 南侧地下室边线距红线约 5.2 m , 红线外为空地, 基坑西侧为售楼处及多层建筑, 地下室边线距离售楼处最近约 5.5 m , 地下室边线距离 1 号楼最近处约 3.9 m , 距离 3 号楼东侧、5 号楼均约 5.5 m , 距离 7 号楼约为 14 m , 但距离 3 号楼北侧仅 650 mm 。根据建设单位工期要求, 多层建筑与地下车库需同时施工, 因 3 号楼北侧空间十分狭小, 支护难度极大。基坑周边环境情况见图 1。

1.3 工程地质水文地质概况

本工程范围内土层含水率高、孔隙比大、土质

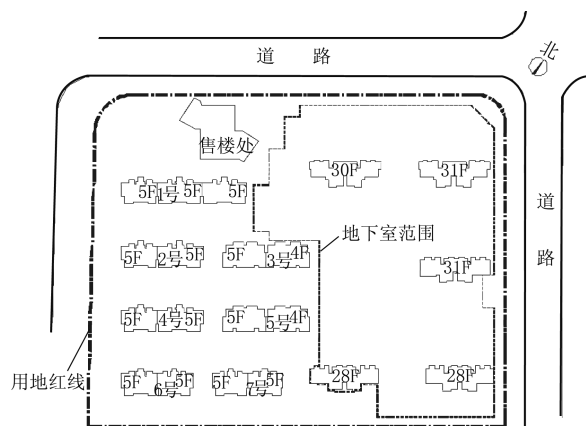


图 1 基坑周边环境图

软、强度低, 呈软塑—流塑状态, 表层地下水属潜水类型, 主要由大气降水补给, 以蒸发形式排泄, 静止水位埋深约 1.50 m 。基坑开挖深度范围内地层分布稳定, 厚度较均匀, 基坑影响深度内各土层厚度及物理力学性质参数见表 1。

表 1 基坑各土层物理力学性质参数表

土层序号	土层名称	平均层厚/ m	重度/ ($\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$)	ω / %	e	I_l	I_p	c / kPa	φ / ($^\circ$)	渗透性系数		透水性
										K_v /($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	K_h /($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	
①	人工填土	0.8										透水
④	粉质粘土	2.6	19.3	28.6	0.82	0.66	15.6	18.02	16.27	1.01×10^{-7}	2.06×10^{-7}	不透水
⑥ _a	粉质粘土	1.4	18.8	32.5	0.92	1.06	13.4	14.00	13.00	3.37×10^{-7}	2.30×10^{-6}	微透水
⑥ _b	粉质粘土	1.1	19.5	26.4	0.75	0.82	9.6	5.60	24.00	2.57×10^{-5}	2.84×10^{-5}	弱透水
⑥ _c	粉质粘土	11.0	19.0	31.0	0.87	0.92	13.8	14.88	16.46	5.17×10^{-7}	1.83×10^{-6}	微透水

注: 表中土体抗剪强度指标为直剪快剪标准值。

2 基坑支护方案选择

本工程基坑结合场地条件, 综合考虑安全性、经济性、便利性等, 除 3 号楼北侧以外, 均采用重力式水泥土墙挡土兼做止水的支护形式, 由于重力式水泥土墙为常用的支护形式之一, 本文不再详细叙述。本文仅详细介绍 3 号楼北侧的支护处理方法。

如前所述, 3 号楼处基坑开挖深度为 4.94 m 。基坑底部为粉质粘土(⑥_b), 该层土砂性大, 局部为粉土, 其透水性较好, 易产生流砂、管涌现象, 因此选择 $\text{Ø}700\text{ mm} @ 1000\text{ mm}$ 的双轴水泥土搅拌桩封闭式止水 + 坑内降水的措施。由于 3 号楼基础边缘距离地下室边线仅 650 mm , 基坑支护结构和止水帷幕均需施工在 3 号楼内, 除需控制支护结构水平位移外, 还要考虑支护结构对基础及工程桩的影响。

2.1 支护结构的确定

可选择的支护结构形式有重力式水泥土墙、钻

孔灌注桩、钢板桩及 SMW 工法桩。

若该区域亦采用重力式水泥土墙, 则水泥土墙在 3 号楼基础内施工宽度为 3.2 m , 施工时需要避让的工程桩较多, 且对 3 号楼桩基也有影响。

若采用钻孔灌注桩或钢板桩, 桩间净距 $\geq 300\text{ mm}$, 且与最外排工程桩轴线基本重合, 对 3 号楼工程桩及基础影响很大。

若采用 SMW 工法桩, 内插型钢截面较大, 对 3 号楼桩基也有一定影响; 此外, 三轴水泥土搅拌桩施工费用较高, 且其他区域均采用双轴水泥土搅拌桩, 需要单独进场三轴设备, 因此, 造价较高, 方案不经济。

经过分析研究和比选, 决定采用双排水泥土搅拌桩, 在迎坑面的搅拌桩内插微型桩, 因微型桩截面较小, 间距较大, 可以有效降低对 3 号楼工程桩及基础的影响。

2.2 水平变形控制

支护结构采用悬臂形式, 结构顶面水平位移较

大,因此必须控制支护结构的水平位移。天津地区常见的控制水平位移的形式为内支撑或者加筋水泥土桩锚。若采用斜支撑,施工极为不便;若采用加筋水泥土桩锚,如前所述,加筋水泥土桩锚对工程桩的影响尚不明确。

为控制微型桩顶部的水平位移,需将微型桩顶端固定,可以选择的形式有 2 种,一种是将微型桩嵌入基础内,微型桩不在基础范围内时可加宽基础;第二种是用钢筋将微型桩与基础相连接。本工程采用第一种方式。

综上所述,本工程 3 号楼北侧采用两排 $\text{O}700\text{ mm} @ 1000\text{ mm}$ 的双轴水泥土搅拌桩止水,迎坑面搅拌桩内插 I20a 型钢微型桩,型钢微型桩间距 1.0 m,有效长度 9.0 m,插入基础 200 mm,为保证基础有效面积,基础下放 200 mm,支护结构剖面图见图 2,微型桩与基础连接见图 3。

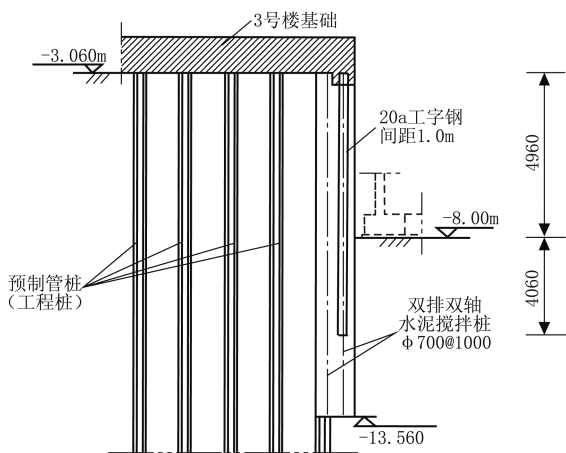


图 2 支护结构剖面图

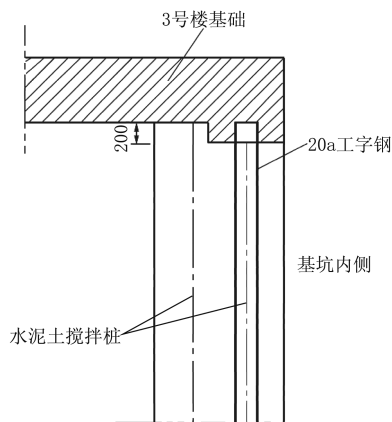


图 3 微型桩与基础连接详图

3 基坑支护计算分析

基坑围护体的计算采用规范推荐的竖向弹性地基梁法^[7-8],按水土合算,土的 c 、 φ 值采用直剪快剪标准值^[8]。内力包络图见图 4。

轴向力设计值: $N = 0.9 \times 1.25 \times 11.6 = 13.05\text{ kN}$,轴向受力很小,不会对基础造成影响。

型钢微型桩最大弯矩设计值: $M = 0.9 \times 1.25 \times 41 = 46.125\text{ kN} \cdot \text{m}$ 。

20a 工字钢最大抵抗弯矩: $M_k = 49.77\text{ kN} \cdot \text{m}$ 。满足要求。

4 支护效果

开挖过程中,基坑运行良好,基础底板未产生裂缝,搅拌桩也未出现开裂等破坏情况。

笔者分析了分别采用 $\text{O}600\text{ mm} @ 900\text{ mm}$ 钻孔灌注桩、I36b 型钢、SMW 工法桩以及重力式水泥土墙 4 种方案的工程造价,取 4 种支护结构有效

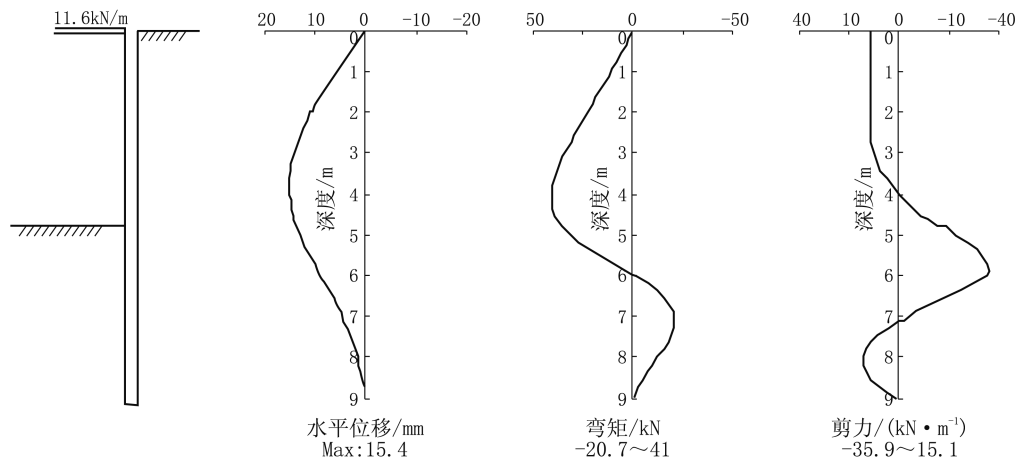


图 4 内力包络图

(下转第 70 页)



图8 现场取心(样)

表1 北侧止水帷幕墙渗透试验评价表

孔号	深度/m	渗透系数 $K/(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	标准渗透系数/ $(\text{cm} \cdot \text{s}^{-1})$	评价
01	11~33	$8.88 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	10^{-7}	满足
06	11~33	$8.65 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	10^{-7}	满足
12	11~33	$9.88 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	10^{-7}	满足
17	11~33	$8.69 \times 10^{-8} \sim 1.0 \times 10^{-7}$	10^{-7}	满足

6 结语

深基坑34 m止水帷幕墙施工中,选用三轴搅拌水泥土桩止水帷幕墙(基坑东西南侧)+高压旋喷桩止水帷幕墙(基坑北侧)的混合创新型施工工艺

(上接第65页)

长度与微型桩相同,均为9.0 m,内支撑采用钢管斜支撑。经估算,本文方法比钻孔灌注桩方案节省造价约40%,比工字钢方案节省约49%,比SMW工法方案节省约48%,比重力式水泥土墙方案节省约45%。由此可见,本文方法与传统的支护结构+斜支撑方案相比,不仅施工便利,还具有较大的经济优势。

5 结语

(1)该基坑工程结果表明,当基坑与拟建建筑物紧邻,没有施工空间且需要同时施工时,采用微型桩与基础相连的支护方法是成功的。

(2)当支护结构必须设置在紧邻拟建物基础范围内时,该方法不仅能有效控制支护结构顶部的水平变形,还能最大限度的减小支护结构对工程桩及拟建物的影响。因此,在处理紧邻建筑物且深度不深的基坑时,该处理方法是可行的。

的成功实施,不仅确保了基坑本身的安全,而且从根本上解决复杂地质水文条件下,深基坑施工过度抽水降压的常规做法所造成对周边环境的破坏。同时相比其它单一施工工艺,帷幕墙厚度有所减小,施工工期有所缩短,质量有所保证,取得了良好的经济效益和社会效应。很好的贯彻了国家绿色施工的号召。对在类似工程和城市建设过程中推广和应用该工艺具有重要的意义。

参考文献:

- [1] 张浦,柳荣华. SMW工法在深基坑工程中的应用[J]. 岩土工程界, 2008, 12(2): 75-77.
- [2] JGJ 120—2012, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [3] JGJ 94—2008, 建筑桩基技术规范[S].
- [4] JGJ 79—2002, 建筑地基处理技术规范[S].
- [5] 陈晨,李欣. 现代地基处理技术[M]. 北京:地质出版社, 2011.
- [6] 曹友杰,贾述望,肖光庆. 郑州郑东新区某深基坑桩锚支护施工与监测[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2012, 39(1): 53-56.
- [7] 杜甫志,王宪章,吴旭君,等. 饱水砂层深基坑中悬臂式双排桩支护及地下水处理方法[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(4): 55-59.
- [8] 刘作昌,高立明,杨辉廷,等. 新泰盛世佳苑摆喷帷幕止水与桩锚支护应用实例[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(5): 39-41.

(3)实践证明,微型桩桩顶与基础相连的基坑支护方法,能保证基坑及其相邻建筑物的安全,降低基坑支护的工程造价,提高施工便利性,缩短施工工期,对类似基坑工程具有一定借鉴意义。

参考文献:

- [1] 樊勇军. 紧邻天然地基的深基坑支护桩施工[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2013, 40(2): 71-73.
- [2] 王建华,吴厚信,周宏益,等. 紧邻地铁基坑支护工程设计[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(11): 71-75.
- [3] 刘国彬,王卫东. 基坑工程手册(第二版)[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2009.
- [4] 曾建华,闫玲,赵云飞. 加筋水泥土桩锚在天津某软土基坑中的应用[J]. 路基工程, 2013, (1): 126-129.
- [5] 郑刚,刘瑞光. 软土地区基坑工程支护设计实例[M]. 北京:中国建筑工业出版社, 2011.
- [6] 闫玲,高凤栋,霍镜,等. 天津某基坑工程事故原因分析及处理措施[J]. 施工技术, 2014, 43(12): 108-111.
- [7] JGJ 120—2012, 建筑基坑支护技术规程[S].
- [8] DB 29-202—2010, 建筑基坑工程技术规程[S].